يحتوي على مالا يقل
عن 337 مثال تطبيقى

القنديل

في تعلم التحليل الاحصائي باستخدام

Minitab® 18

الدكتور : نصر عبدالله قنديل

نور حياتي أمّي وأبي(رحمه الله) ...

رفيقة دربي زوجتي ...

ورياحين حياتي بناتي ...

علم الإحصاء Statistics Science

قديما كان يعرف الإحصاء بأنه هو العلم الذي يهتم بأساليب جمع البيانات وتنظيمها في جداول إحصائية ثم عرضها بيانياً. ومع تطور هذا العلم في العصر الحديث يمكن تعريفه تعريفاً شاملاً بأنه العلم الذي يبحث في:

-جمع البيانات والحقائق المتعلقة بمختلف الظواهر وتسجيلها في صورة رقمية وتصنيفها وعرضها في جداول منظمة وتمثيلها بيانياً، وإيجاد المقاييس الإحصائية المناسبة .

- مقارنة الظواهر المختلفة ودراسة العلاقات والاتجاهات بينها واستخدامها في فهم حقيقة تلك الظواهر ومعرفة القوانين التي تسير تبعاً لها .

- تحليل البيانات واستخراج النتائج منها ثم اتخاذ القرارات المناسبة .

وينقسم علم الإحصاء إلى قسمين أساسيين هما:

الإحصاء الوصفي:Descriptive Statistics

عبارة من مجموعة الأساليب الإحصائية التي تعنى بجمع البيانات وتنظيمها وتصنيفها وتلخيصها وعرضها بطريقة واضحة في صورة جداول أو أشكال بيانية وحساب المقاييس الإحصائية المختلفة لوصف متغير ما (أو أكثر من متغير) في مجتمع ما أو عينه منه .

الإحصاء الاستدلالي: Statistics Inferential

عبارة عن مجموعة من الأساليب الإحصائية التي تستخدم بغرض تحليل بيانات ظاهرة (أو أكثر) في مجتمع ما على أساس بيانات عينة احتمالية تسحب منه وتفسيرها للتوصل إلى التنبؤ واتخاذ القرارات المناسبة .

ويتلخص الأسلوب الإحصائي في الخطوات التالية:

-1جمع البيانات عن طريق التجربة والمشاهدة بوفرة كافية لاستخلاص النتائج منها .

-2عرض هذه البيانات بطريقة تساعد على تفهمها والاستفادة منها حيث أن البيانات الإحصائية في صورتها الأولية لا يمكن الاستفادة أو استخلاص النتائج منها وذلك في حالة وجود عدد كبير من الأرقام أو الصفات .

المجتمع:Population

هو مجموع كل المفردات الممكنة سواء كانت أفراداً أو أشياء أو وحدات تجريبية أو قياسات موضوع الاهتمام في الدراسة، وقد يتكون المجتمع من عدد محدود من المفردات أو أن يكون عدد مفرداته لا نهائي، كما أن المجتمع قد يكون حقيقيا أو افتراضيا.

الحصر الشامل:Census

هو جمع البيانات من جميع مفردات المجتمع المراد دراسته.

وفي بعض الحالات لا نتمكن من حصر كل مفردات المجتمع مثل مجتمعات الأسماك أو النباتات أو تؤدى عملية الحصول على البيانات من مفردات المجتمع إلى إهلاكها أو إتلافها وبالتالي لا يمكن جمع البيانات من كل المفردات أو قد تحتاج عملية جمع البيانات من جميع المفردات إلى وقت طويل أو جهد أو تكاليف باهظة، وفي مثل هذه الحالات يتم جمع البيانات بأخذ جزء فقط من مفردات المجتمع وهو ما يسمى بالعينة .

المقاييس الإحصائية

أولاً: مقاييس النزعة المركزية Measures of Central Tendency

معظم قيم مفردات أي ظاهرة لها الرغبة في التجمع أو التمركز حول قيمة معينة تسمى القيمة المتوسطة، هذا التجمع عند هذه القيمة يسمى بالنزعة المركزية للبيانات. أهم مقاييس النزعة المركزية: الوسط الحسابي، الوسيط ، المنوال ،الرُبيعات، الوسط الهندسي،الوسط التوافقي.

(1) الوسط الحسابي Arithmetic Mean أو Average

الوسط الحسابي لمجموعة من القيم هو القيمة التي لو أعطيت لكل مفردة من مفردات المجموعة لكان مجموع القيم الجديدة مساويا لمجموع القيم الأصلية ويرمز له بالرمز . وستخدم الوسط الحسابي في حالة البيانات الرقمية فقط.

(2) الوسيط:Median

يعرف الوسيط لمجموعة من البيانات بأنه القيمة التي تقع في وسط المجموعة تماماً بعد ترتيبها تصاعدياً أو تنازلياً، أي هو القيمة التي تقسم مجموعة البيانات إلى قسمين بحيث يكون عدد القيم الأكبر منها مساوياً عدد القيم الأصغر منها ويرمز له بالرمز . ويستخدم الوسيط في حالة البيانات الترتيبية.

(3) المنوال:Mode

يعرف المنوال لمجموعة من البيانات بأنه القيمة الأكثر شيوعاً (تكراراً) في المجموعة ويرمز له بالرمز . يفضل استخدام المنوال في حالة البيانات الوصفية والترتيبية .

4-الرُبيعاتQuartiles

يمكن تقسم المساحة تحت المضلع التكراري إلى أربعة أقسام متساوية تسمى الرُبيعات وعددها ثلاثة هي من اليسار إلى اليمين:

الرُبيع الأول (الأدنى :Q1 (وهو القيمة التي تقسم مجموعة القراءات (بعد ترتيبها تصاعدياً) إلى قسمين بحيث يسبقها ربع البيانات ويليها ثلاثة أرباع البيانات.

الرُبيع الثاني (الوسيط :Q2 (وهو القيمة التي تقسم مجموعة القراءات (بعد ترتيبها تصاعدياً) إلى قسمين بحيث يسبقها نصف البيانات ويليها نصف البيانات أيضاً.

الرُبيع الثالث (الأعلى :Q3 (وهو القيمة التي تقسم مجموعة القراءات (بعد ترتيبها تصاعدياً) إلى قسمين بحيث يسبقها ثلاثة أرباع البيانات ويليها ربع البيانات.

ثانياً: مقاييس التشتت المطلقMeasures of Dispersion

من أهم مقاييس التشتت المطلق: المدى، نصف المدى الرُبيعي (الانحراف الرُبيعي)، الانحراف المتوسط ، التباين والانحراف المعياري.

(1)المدى: Range

المدى هو أبسط مقاييس التشتت المطلق ويُعرف بأنه الفرق بين أكبر وأصغر قيمة في مجموعة البيانات ويرمز له بالرمز .R

(2) نصف المدى الرُبيعي (الانحراف الربيعي Quartile Deviation)

يمكن التخلص من العيب الذي يسببه المدى وهو تأثره بالقيم المتطرفة وذلك بأن نستبعد الرُبع الأول من القراءات والرُبع الأخير منها ويُحسب المدى للقراءات الباقية. وتستخدم نصف المسافة بين الرُبيعيين الأدنى والأعلى كمقياس للتشتت في حالة وجود قيم متطرفة ويسمى هذا المقياس بنصف المدى الرُبيعي أو الانحراف الرُبيعي

(3) التباين والانحراف المعياري:

يعتبر التباين من أهم مقاييس التشتت المطلق ويعرف تباين مجموعة من القيم بأنه متوسط مجموع مربعات انحرافات هذه القيم عن وسطها الحسابي وبذلك فإن وحدات التباين هي مربع وحدات البيانات الأصلية. فإذا كانت وحدات القراءات الأصلية بالدينار فتكون وحدات التباين (الدينار) وهكذا، ويرمز له بالرمز.

والانحراف المعياري لمجموعة من البيانات هو الجذر التربيعي الموجب للتباين، وبذلك فإن وحدات الانحراف المعياري هي نفس وحدات البيانات الأصلية ويرمز له الرمزS ، وغالباً يفضل استخدام الانحراف المعياري لأن مقياس التشتت المطلق يجب أن يكون له نفس وحدات القراءات الأصلية وهو متحقق في حالة الانحراف المعياري.

ثالثاً: الالتواءSkewness

الالتواء هو بعد التوزيع عن التماثل، وقد يكون هذا التوزيع متماثلاً أو ملتوياً جهة اليمين أو ملتوياً جهة اليسار.

- ففي حالة التوزيعات المتماثلة فإن الوسط الحسابي = الوسيط = المنوال
- إذا كان التوزيع ملتوياً جهة اليمين فإن:

الوسط الحسابي > الوسيط > المنوال

ويسمى توزيع موجب الالتواء وفيه يكون الطرف الأيمن للمنحنى أطول من الأيسر.

- إذا كان التوزيع ملتوياً جهة اليسار فإن:

الوسط الحسابي < الوسيط < المنوال

ويسمى توزيع سالب الالتواء وفيه يكون الطرف الأيسر للمنحنى أطول من الأيمن.

اختبار الفرضيات Test of Hypotheses

يعتبر موضوع اختبار الفرضيات الإحصائية من أهم الموضوعات في مجال اتخاذ القرارات وسنبدأ بذكر بعض المصطلحات الهامة في هذا المجال.

1- الفرضية الإحصائية

هي عبارة عن ادعاء قد يكون صحيحاً أو خطأ حول معلمة أو أكثر لمجتمع أو لمجموعة من المجتمعات .

تقبل الفرضية في حالة أن بيانات العينة تساند النظرية، وترفض عندما تكون بيانات العينة على النقيض منها، وفي حالة عدم رفضنا للفرضية الإحصائية فإن هذا ناتج عن عدم وجود أدلة كافية لرفضها من بيانات العينة ولذلك فإن عدم رفضنا لهذه الفرضية لا يعنى بالضرورة أنها صحيحة، أما إذا رفضنا الفرضية بناء على المعلومات الموجودة في بيانات العينة فهذا يعنى أن الفرضية خاطئة، ولذلك فإن الباحث يحاول أن يضع الفرضية بشكل يأمل أن يرفضها، فمثلاً إذا أراد الباحث أن يثبت بأن طريقة جديدة من طرق التدريس أحسن من غيرها فإنه يضع فرضية تقول بعدم وجود فرق بين طرق التدريس.

إن الفرضية التي يأمل الباحث أن يرفضها تسمى بفرضية العدم (الفرضية المبدئية) ويرمز لها بالرمز ، ورفضنا لهذه الفرضية يؤدى إلى قبول فرضية بديلة عنها تسمى الفرضية البديلة ويرمز لها بالرمز.

2- مستوى المعنوية أو مستوى الاحتمال

وهي درجة الاحتمال الذي نرفض به فرضية العدم عندما تكون صحيحة أو هو احتمال الوقوع في الخطأ من النوع الأول ويرمز له بالرمز ، وهي يحددها الباحث لنفسه منذ البداية وفي معظم العلوم التطبيقية نختار مساوية 1% أو 5 % على الأكثر.

3- دالة الاختبار الإحصائية

عبارة عن متغير عشوائي له توزيع احتمالي معلوم وتصف الدالة الإحصائية العلاقة بين القيم النظرية للمجتمع والقيم المحسوبة من العينة.

4- القيمة الاحتمالية: (Sig. or P-value)

احتمال الحصول على قيمة أكبر من أو تساوي (أقل من أو تساوي) إحصائية الاختبار المحسوبة من بيانات العينة أخذاً في الاعتبار توزيع إحصائية الاختبار بافتراض صحة فرض العدم وطبيعة الفرض البديل . ويتم استخدام القيمة الاحتمالية لاتخاذ قرار حيال فرض العدم.

خطوات اختبار الفرضيات :

(1) تحديد نوع توزيع المجتمع

يجب تحديد ما إذا كان المتغير العشوائي الذي يتم دراسته يتبع التوزيع الطبيعي أم توزيع بواسون أم توزيع ذو الحدين أم غيره من التوزيعات الاحتمالية المتصلة أو المنفصلة، معظم التوزيعات الاحتمالية يكون توزيعها مشابهاً للتوزيع الطبيعي خاصة إذا كان حجم العينة كبيراً .

هناك نوعان من الطرق الإحصائية التي تستخدم في اختبار الفرضيات:

(أ) الاختبارات المعلمية: وتستخدم في حالة البيانات العددية التي توزيعها يتبع التوزيع الطبيعي.

(ب) الاختبارات غير المعلمية: وتستخدم في حالة البيانات العددية التي توزيعها لا يتبع التوزيع الطبيعي طبيعي، وكذلك في حالتي البيانات الترتيبية والوصفية.

(2) صياغة فرضيتا العدم والبديلة

مثلاً: عند اختبار أن متوسط المجتمع يساوى قيمة معينة مقابل الفرضية القائلة بأن لا يساوى ، فإن فرضية العدم والفرضية البديلة تكون على النحو التالي:

(3) اختيار مستوى المعنوية

(4) اختيار دالة الاختبار الإحصائية المناسبة

(5) جمع البيانات من العينة وحساب قيمة دالة الاختبار الإحصائية

(6) اتخاذ القرارات

نرفض ونقبل إذا كانت قيمة الاحتمال (Sig. or P–value) أقل من أو تساوي مستوى المعنوية، أما إذا كانت قيمة الاحتمال أكبر من مستوى المعنوية فلا يمكن رفض.

جدول المحتويات

اقسام الصفحة الرئيسية 23

شريط القوائم 23

شريط الادوات 23

شريط الادوات القياسي (الاساسي) 23

شريط ادارة المشروع 24

شريط ورقة العمل 25

تحرير الرسومات 26

شريط التحكم بالملاحظات (التعليقات) داخل الرسم 27

شاشة الجلسة 28

شاشة ورقة العمل 28

شريط الحالة 28

ادارة المشروع 29

شريط القوائم ومحتوياته 29

الملفFile 29

تحرير (Edit) 33

البيانات (Data) 34

تجزئة ورقة العمل الى اوراق عمل متعددة وفق شروط محددة (Subset Worksheet) 34

تجزئة ورقة العمل الحالية الى عدة اوراق عمل بالاعتماد على قيم احد المتغيرات (Split worksheet) 39

دمج اوراق عمل بورقة عمل واحدة (Stack worksheets) 40

دمج عدة اوراق عمل في ورقة واحدة (Merge worksheets) 41

تشترك بعمود (Match values) 41

دمج اوراق عمل جنبا الى جنب في ورقة واحدة (Side by side) 43

نسخ (Copy) 44

نسخ اعمدة الى اعمدة في نفس ورقة العمل او في ورقة عمل اخرى (Columns to columns) 44

نسخ قيم ثابت/ثوابت في ورقة العمل الى ثابت/ثوابت اخرى في نفس ورقة العمل او ورقة عمل اخرى (Constant to constant) 45

نسخ من مصفوفة الى مصفوفة (Matrices to matrices) 47

النسخ من ثوابت الى عمود (Constant to column) 47

النسخ من عمود الى ثوابت (Column to constant) 48

النسخ من مصفوفة الى عمود (Matrix to columns) 48

النسخ من عمود الى مصفوفة (Columns to Matrix) 49
نسخ ورقة عمل الى ورقة عمل اخرى (Worksheet to worksheet) 49
تجزئة عمود/اعمدة الى عدة اعمدة بحيث يتحول العمود الى عدة اعمدة افقية (Unstack columns) 49
تجميع البيانات من عدة اعمدة / صفوف في عمود واحد(Stack) 50
التجميع من عدة اعمدة (Columns) 50
التجميع من عدة اعمدة من نفس النوع (نص ، رقم ، تاريخ ، ...) (Blocks of columns) 51
التجميع من الصفوف (Rows) 52
تحويل الاعمدة الى صفوف / الصفوف الى اعمدة (Transpose columns) 53
ترتيب (Sort) : ترتيب البيانات (تصاعدي/تنازلي) بناء على شروط مرتبطة بالمتغيرات 53
ترتيب البيانات بالاعتماد على الرتبة (Rank) 55
حذف الصفوف (Delete rows) : يتم حذف مجموعة صف/صفوف من البيانات بالاعتماد على عمود /اعمدة ما 56
حذف البيانات من اعمدة / ثوابت / مصفوفات (Erase variables) 57
التهيئة المشروطة (Conditional Formatting) 57
تظليل الخلية (Highlight cell) 57
المشاهدات المفقودة (Missing observations) 58
البيانات الاكبر من (Greater than) 58
البيانات الاقل من (Less than) 59
البيانات التي تقع بين قيمتين (Between) 60
ليست بين (Not between) 60
البيانات التي تساوي (Equal to) 61
تطابق الشرط من القائمة (Match from list) 62
البيانات النصية التي تحتوي مقطع معين (Text that contain) 62
تاريخ يحقق شرط (Dates that occurs) 63
تظليل الخلايا التي تحقق الشرط من النوع اعلى / اقل (High/Low) 64
القيمة /القيم ذات الرتبة الاعلى (Highest value) 64
تظليل اعلى قيمة/قيم من متغير معين بنسبة معينة مثل (تظليل 50%) من اعلى قيم لمتغير (Heighest Percenrage) 65
القيمة /القيم ذات الرتبة الاقل (Lowest value) 65
تظليل اقل قيمة/قيم من متغير معين بنسبة معينة مثل (تظليل 50%) من اقل قيم لمتغير(Lowest Percentage) 66
رسم منحنى باريتو (Pareto) 67
الخلايا الاكثر تكرار من حيث العدد (Most frequent values) 67
الخلايا الاكثر تكرار من حيث النسبة (Most frequent percentage) 68

التظليل المشروط احصائيا (Statistical) 68
الخلايا التي تحتوي بيانات متطرفة (Outlier) 68
الخلايا التي تحتوي على بيانات تجعل مجموعة البيانات غير متناسقة (Out of control)..... 69
الخلايا التي تحتوي على بيانات تقع خارج المنحنى الطبيعي / خارج الحدود المعينة (Out of specification) 71
البواقي ذات القيم الكبرى (Large residual) 72
تظليل الخلايا التي تحتوي بيانات غير اعتيادية (Unusual) 73
لازالة تظليل الخلايا التي تم تنفيذ اوامر عليها من النقاط السابقة والتحكم بها يستخدم (Manage rules) 75
اعادة الترميز للمتغيرات (Recode) 75
اعادة الترميز الى قيم عددية (To number)..... 75
اعادة الترميز الى نص (To text) 79
اعادة الترميز الى تاريخ/وقت (To Date/Time) 80
اعادة ترميز البيانات بالاعتماد على قيم موجودة في جدول معد للترميز (Use conversion table) 81
تحويل نوع البيانات العددية (Change data type) 82
التحويلات الخاصة بالتاريخ/الوقت (Date/Time) 83
تقريب التاريخ /الوقت (Round Date/Time)..... 83
تحويل التاريخ/ الوقت الى قيم عددية (Extract to number) 84
التحويل الى نص (Extract to text) 84
دمج اكثر من عمود يحتوي على اعداد /نصوص بعمود واحد (عمل سلاسل) (Concatenate)..... 85
اظهار البيانات الموجودة في ورقة العمل في شاشة الجلسة (Display data) 86
قائمة الحساب (Calc) 88
اجراء العمليات الحسابية والاحصائية (Calculator)..... 88
ايجاد احد مقاييس النزعة المركزية او مقاييس التشتت لعمود/اعمدة (Column statistics)..... 89
ايجاد احد مقاييس النزعة المركزية او مقاييس التشتت لصف/صفوف (Row statistics) 90
تحويل البيانات الى بيانات تتوزع توزيع طبيعي معياري (Standardize) 90
تكوين سلاسل ارقام (Make patterned data) 91
تكوين سلاسل ارقام بسيطة (Simple set of numbers) 92
تكوين سلاسل ارقام غير محددة الترتيب بعدد مرات معين (Arbitrary set of numbers)..... 92
تكوين سلاسل نصية (Text values) 93
تكوين سلاسل بسيطة التاريخ/الوقت (Simple set of Date/Time values) 94
تكوين سلاسل تاريخ/وقت غير محددة الترتيب بعدد مرات معين (Arbitrary set of Date/Time values)..... 94
تكوين بيانات شبكية / مستوى ديكارتي تاخذ قيم للمتغيرات x,y,z (Make mesh data)..... 95

تكوين اعمدة تحتوي القيمة (1) والقيمة (0) فقط (مصفوفة وحدة) بالاعتماد على القيم في عمود محدد (Make indicator variable) 96
تحديد قيمة البداية وهو رقم صحيح يتم البدء منه عند توليد ارقام عشوائية (Set Base) 96
توليد ارقام عشوائية بالاعتماد على احد التوزيعات الاحصائية (Random data) 97
تكوين بيانات تتبع احد دوال التوزيعات الاحتمالية (Probability density, Cumulative probability, Inverse cumulative probability) 99
المصفوفات (Matrices) 100
قراءة مدخلات مصفوفة (Read) 100
عكس الاتجاه (Transpose) 102
ايجاد معكوس المصفوفة المربعة (Invert) 103
تكوين مصفوفة تحتوي على قيم متشابهة (Define constant) 104
تكوين مصفوفة قطرية ، يكون قطرها بيانات مدخلة في احد المتغيرات في ورقة العمل (Diagonal) 104
تكوين القيم الذاتية (Eigen values) 105
لتكوين مصفوفة من ناتج عمليات حسابية (Arithmatic) 106
قائمة الاحصاءات الوصفية والاستدلالية (Stat) 107
الاحصاءات الاساسية (Basic statistics) 107
عرض نتائج الاحصاءات الوصفيه لمتغير تابع عددي (Display descriptive statistics) في شاشة الجلسة 108
عرض نتائج الاحصاءات الوصفيه لمتغير عددي (Display descriptive statistics) في ورقة العمل 110
عرض ملخصات الاحصاءات الوصفية (Graphically summary) 111
اختبار (1-Sample Z) 112
اختبار (1-Sample t) 115
اختبار (2- Sample t) 117
اختبار (Paired t) 120
اختبار (1-Proportion) 123
اختبار (2-Proportion) 125
اختبار (1-Sample Poisson rate) 126
اختبار (2-Sample Poisson rate) 128
اختبار (1 Variance) 130
اختبار (2 Variance) 132
معامل الارتباط (Correlation) 134
التغاير (Covariance) 135
اختبار التوزيع الطبيعي (Normality test) 137
اختبار القيم المتطرفة (Outlier test) 138

التحقق فيما اذا كانت بيانات تتبع توزيع Poisson (Goodness-of-fit-test for Poisson) 139
الانحدار (Regression) 141
تحديد الدالة التي تربط بين قيم المتغير التابع Y وقيم المتغير المستقل X (Fitted line plot) 141
الانحدار (Regression) 145
تحليل نموذج الانحدار وتداخل العلاقات بين المتغيرات (Fit Regression model) 145
تكوين افضل نموذج من المتغيرات المستقلة الذي يقوم بالتاثير على متغير تابع (Best subsets) 149
بعد ذلك نقوم بتنفيذ الانحدار (Fit regression model) 150
ايجاد القيمة المتنبأ بها للمتغير التابع بناء على النموذج في (Best subsets) (Predict) 151
عرض الرسم البياني للتفاعل بين متغيرين مستقلين واثرهما على متغير تابع (Factorial plots) 153
عرض كيف يرتبط المتغير التابع بمتغيرين/ او اكثر من النوع Continuous مع رؤية ثنائية الأبعاد (Contour plot) 154
عرض كيف يرتبط المتغير التابع بمتغيرين فقط من النوع Continuous مع رؤية ثنائية الأبعاد (Surface plot) 156
مشخص الاستجابة (Response optimizer) 159
الانحدار غير الخطي (Nonlinear regression) 161
اعداد دراسة الاستقرار (Stability study) 164
الانحدار المتعامد (Orthogonal regression) 171
الانحدار بطريقة المربعات الصغرى الجزئية (Partial least square) 173
المخطط الثنائي الخطي (Binary fitted line plot) 175
الانحدار اللوجستي الثنائي (Binary logistic regression) 178
تحليل نموذج الانحدار اللوجستي الثنائي (Fit binary logistics model) 178
ايجاد القيمة المتنبأ بها للمتغير التابع بناءعلى النموذج في (Fit logistic binary) (Predict) 180
عرض الرسم البياني للتفاعل بين المتغيرات المستقلة واثرها على متغير تابع ثنائي: (Factorial plots) 182
عرض كيف يرتبط المتغير التابع بمتغيرين/ او اكثر من النوع Continuous مع رؤية ثنائية الأبعاد (Contour plot) 182
عرض كيف يرتبط المتغير التابع بمتغيرين فقط من النوع Continuous مع رؤية ثنائية الأبعاد (Surface plot) 183
مشخص الاستجابة (Response optimizer) 185
تحليل الانحدار اللوجستي الترتيبي (Ordinal logistic regression) 187
تحليل الانحدار اللوجستي الاسمي (Nominal logistic regression) 189
يستخدم نموذج انحدار بواسون (Poisson regression) 190
تكوين نموذج بواسون (Fit Poisson model) 190
تحليل التباين (ANOVA) 192
تحليل التباين الاحادي (One way) 192
تحليل الاوساط الحسابية (Analysis of means) 199

تحليل التباين المتوازن (Balanced ANOVA) 201
النموذج الخطي العام (General linear model)..... 205
بناء نموذج خطي عام (Fit general linear model) 206
اجراء المقارنات (Comparisons) 209
ايجاد القيمة المتنبأ بها للمتغير التابع بناءعلى النموذج في (Fit general linear model) (Predict) 210
عرض الرسم البياني للتفاعل بين المتغيرات المستقلة واثرها على متغير تابع : (Factorial plots)..... 211
عرض كيف يرتبط المتغير التابع بمتغيرين/ او اكثر من النوع Continuous مع رؤية ثنائية الأبعاد (Contour plot)..... 212
عرض كيف يرتبط المتغير التابع بمتغيرين فقط من النوع Continuous مع رؤية ثنائية الأبعاد (Surface plot)..... 213
مشخص الاستجابة (Response optimizer) 215
نموذج التاثيرات المشترك (Mixed effects model) 217
بناء نموذج التاثيرات المشتركة (Fit mixed effects model) 217
اجراء المقارنات (Comparisons) 221
ايجاد قيم Y المتنبأ بها (Predict) 222
رسم نموذج التفاعلات بين المتغيرات (Factorial plots)..... 223
تحليل تباين التداخل الكلي بين المتغيرات المستقله (Fully nested ANOVA) 224
تحليل التباين المتعدد العام (General MANOVA) 226
اختبار تساوي تباين عينتين (Test for equal variances)..... 228
شكل فترة الثقة (Interval plot)..... 230
شكل يمثل التاثيرات والتداخلات الرئيسية (Main effect plot) 232
شكل التفاعلات والتاثيرات البينية (Interaction plot)..... 234
تصميم التجارب (Design of experiments DOE)..... 235
الفحص (Screening) 235
بناء نموذج الفحص (Create screening design)..... 235
تحديد مخصص لمكونات الفحص(Define custom screening design) 238
تحليل تصميم الفحص(Analyze screening design)..... 239
تصميم التجارب العاملي (Factorial) 242
بناء النموذج العاملي (Create factorial design) 242
تحديد مخصص لتصميم النموذج العاملي (Define custom factorial design)..... 244
استجابات ما قبل المعالجة لتحليل التباين (Pre-Process responses for analyze variability) 245
تحليل تصميم الفحص (Analyze Factorial Design)..... 247
تحليل التباين في النموذج (Analyze variability) 247

تصميم سطح الاستجابة (Response surface) 248
انشاء تصميم سطح استجابة (Create response surface design) 248
اختيار التصميم الامثل (Select optimal design) 251
النموذج الخليط (Mixture) 257
بناء نموذج خليط (Create mixture design) 257
التحكم في عرض النموذج (Display design) 262
ضبط مخصص لبناء النموذج (Define custom mixture design) 264
مخطط تصميم بسيط (Simplex design plot) 265
نموذج تاجوتشي (Taguchi) 271
بناء نموذج تاجوشي (Create Taguchi design) 272
عرض التصميم (Display design) 276
ضبط مخصص لبناء النموذج (Define custom Taguchi design) 277
تحسين النموذج 278
المخططات الخاصة بنماذج التحكم/مراقبة الجودة (Control charts) 279
تحويلات (Box-cox transformation) 280
مخططات التحكم/الجودة لبيانات فئوية (Variables charts for subgroups) 282
المخطط (XBar-R) (XBAR-Range) 282
المخطط (XBar-S) (XBAR- Standard deviation) 286
مخطط Between/Within (I-MR-R/S) (Individual-Moving Range) 288
مخطط (XBAR) 290
مخطط (R-Chart) 291
مخطط (S-Chart) 291
مخططات (Zone) 291
مخططات المتغيرات المفردة / ليست على شكل فئات (Variables charts for Individuals) 294
مخطط (I-MR) 294
مخطط (Z-MR) 296
مخططات (Individuals) 299
المدى المتحرك (Moving Ranges –MR) 300
المخططات الخاصة بالبيانات الوصفية (Attributes Charts) 302
مخطط (P Chart Diagnostic) 302
مخطط (P) 304

مخطط (Laney P') 305
مخطط (NP)(Number of defective) 307
مخطط (U Chart Diagnose) : (Per Unit) 309
مخطط (U) 310
مخطط (Laney U') 312
مخطط (C) 313
مخطط (Time-Weighted charts) 315
مخطط (Moving Average) 315
مخطط (EWMA Chart) 317
مخطط (CUSUM) 318
مخططات (Multivariate charts) 320
مخطط (T2-Generalized Variance) 320
يستخدم لمراقبة ما إذا كانت مواقع العملية لمتغيرين أو أكثر من المتغيرات تحت السيطرة. 321
مخطط (Generalized Variance) 323
مخطط (Multivariate EWMA) 324
مخططات (Rare event charts) 326
مخطط (G) 326
مخطط (T) 327
ادوات قياس الجودة (Quality Tools) 330
مخطط (Run chart) 330
مخطط (Pareto) 332
مخطط السبب والنتائج (Cause-and-Effect Diagram) 333
مخطط (Individual Distribution Identification) 335
تحويل (Johnson transformation) 337
تحليل القدرات/القدرة (Capability Analysis) 338
Normal 338
(Between/Within) 341
(Nonnormal) 343
مخطط ((Multiple variables (Normal) 345
مخطط ((Multiple variables (Nonnormal) 348
مخطط القدرات (Binomial) 351

مخطط القدرات/القدرة (Poisson) 353
مخططات (Capability Sixpack)..... 354
مخطط (Normal) 354
مخطط (Between/Within) 357
مخطط (Nonnormal) 359
مخططات Tolerance Intervals (Normal distribution) 361
مخططات Tolerance Intervals (NonNormal distribution)..... 363
Gage Study 365
Type 1 Gage Study 366
Create Gage R&R Study Worksheet 368
مخطط (Gage Run Chart)..... 370
Gage Linearity and Bias Study..... 371
Crossed Gage R&R Study..... 373
Nested Gage R&R Study 376
Expanded Gage R&R Study..... 379
Attribute Gage Study (Analytic Method)..... 383
إنشاء ورقة عمل لتحليل اتفاق السمة (Create Attribute Agreement Analysis Worksheet) 385
تحليل تقييم اتفاق السمة (Attribute Agreement Analysis) 387
قبول المعاينه بالاعتماد على اساس السمات (Acceptance Sampling by Attributes) 392
قبول المعاينه بالاعتماد على المتغيرات: (Acceptance Sampling by Variables) 394
Create/Compare 394
Accept/Reject Lot 395
مخطط متعدد المتغيرات (Multi–Vari Chart) 397
مخطط التماثل (Semmetry Plot)..... 399
اختبارات الثبات / البقاء (Reliability/Survival) 400
Test Plans..... 400
Demonstration 400
التقدير (Estimation) 402
خطة اختبار الحياة المعجلة (Accelerated Life Test Plan)..... 404
تحليل التوزيع (البيانات المبتورة من اليمين) (Distribution Analysis (Right Censoring 406
Distibution ID Plot 406

نظرة عامة على التوزيع (Distribution Overview Plo right-censored) 409
تحليل التوزيع المعلمي مبتورة من اليمين (Parametric distribution analysis right-censored) 411
تحليل التوزيع اللامعلمي مبتور من اليمين (Nonparametric distribution analysis right-censored)..... 416
تحليل التوزيع – البتر غير المحدد Distribution Analysis (Arbitrary censoring) 419
Distribution ID Plot 420
نظرة عامة على التوزيع – بيانات غير محددة البتر Distribution Overview Plot (Arbitrary Censoring) 422
تحليل توزيع معلمي – بيانات غير محددة البتر Parametric Distribution Analysis (Arbitrary Censoring)..... 424
تحليل توزيع لامعلمي – بيانات غير محددة البتر Nonparametric Distribution Analysis (Arbitrary Censoring) 428
تحليل الكفالة (Warranty Analysis) 431
بيانات ما قبل المعالجات (Pre-Process Data) 431
تنبؤ الكفالة (Warranty Prediction)..... 433
تحليل نظام قابل للإصلاح Repairable System Analysis 435
منحنى النمو المعلمي (Parametric Growth Curve)..... 435
منحنى النمو اللامعلمي (Nonparametric Growth Curve) 438
اختبار الحياة المعجل (Accelerated Life Testing) 443
الانحدار باستخدام بيانات الحياة (Regression with Life Data) 446
تحليل التحمل (Probit Analysis)..... 449
اختبارات المتغيرات المتعددة Multivariate 452
المكونات الرئيسية (Principal Component) 453
التحليل العاملي (Factor Analysis) 454
تحليل العنصر (Item Analysis)..... 457
تحليل المشاهدات العنقودية (Cluster Observations) 460
تحليل المتغيرات العنقودية (Cluster Variables) 462
تحليل (Cluster K-Means) 464
التحليل المميز (Discriminant Analysis)..... 466
نحليل الارتباط البسيط (Simple Correspondence Analysis) 468
تحليل الارتباط المتعدد (Multiple Correspondence Analysis)..... 473
السلاسل الزمنية (Time Series)..... 475
مخطط السلاسل الزمنية (Time Series Plot)..... 476
تحليل الاتجاه (Trend Analysis)..... 478
تحليل التقسيم / التفكيك (Decomposition) 480

المتوسطات المتحركة (Moving Average) 484
تحليل النعومة (الشكل الاملس) ألاسي الواحد (Single Exponential Smoothing) 486
تحليل النعومة (الشكل الاملس) الاسي المزدوج Double Exponential Smoothing 487
تحليل بطريقة (Winters' Method) 489
تحليل الفروق (Differences) 491
تحليل التاخير (Lag) 492
الارتباط الذاتي (Autocorrelation) 493
تحليل الارتباط الجزئي الذاتي Partial Autocorrelation 495
تحليل الارتباط المتقاطع (Cross Correlation) 496
تحليل المتوسط المتحرك المتكامل للضغط الذاتي (autoregressive integrated moving average ARIMA) 498
الجداول (Tables) 502
جداول تفصيلية لتكرارات المتغيرات المفردة (Tally Individidual Variables) 502
اختبار كاي تربيع للارتباط (Chi-Square Test for Association) 503
اختبار كاي تربيع لمتغيرين فئوين (Cross Tabulation and Chi-Square) 505
قياس حسن المطابقة (Goodness-of-Fit Test) 508
الاحصاءات الوصفية (Descriptive Statistics (Tables) 509
الاختبارات اللامعلمية Nonparametric 511
1-Sample Sign 512
اختبار 1-Sample Wilcoxon 514
اختبار (Mann-Whitney) 515
اختبار (Kruskal-Wallis) 517
اختبار (Mood's Median) 519
اختبار (Friedman) 521
اختبار Run 523
اختبار متوسطات الازواج – تسمى أيضًا متوسطات والش Walsh (Pairwise Averages) 524
فروق الازوراج (Pairwise Differences) 525
ميل الازواج (Pairwise Slopes) 526
اختبارات التكافؤ (Equivalence Test) 527
1- Sample 528
اختبار التكافؤ لعينتين (2- Sample Equivalence) 530
اختبار تكافؤ عينتين مرتبطتين (Equivalence Test with Paired Data) 533

اختبار (Equivalence Test for a 2x2 Crossover Design) 535
اختبار القوة وحجم العينة (Power and Sample Size) 538
حجم العينة من اجل التقدير (Sample size for Estimaton) 539
حجم العينة لفترات السماح (Sample Size for Tolerance Intervals) 540
اختبار (Power and Sample Size for 1-Sample Z) 542
اختبار (Power and Sample Size for 1-Sample t) 543
اختبار (Power and Sample Size for 2-Sample t) 545
اختبار (Power and Sample Size for Paired t) 546
اختبار (Power and Sample Size for 1 Proportion) 547
اختبار (Power and Sample Size for 2 Proportions) 549
اختبار (Power and Sample Size for 1-Sample Poisson Rate) 550
اختبار (Power and Sample Size for 2-Sample Poisson Rate) 552
اختبار (Power and Sample Size for 1 Variance) 553
اختبار (Power and Sample Size for 2 Variances) 554
اختبارات (Equivalence Tests) 556
اختبار (Power and Sample Size for 1-Sample Equivalence Test) 556
اختبار (Power and Sample Size for 2-Sample Equivalence Test) 557
اختبار (Power and Sample Size for Equivalence Test with Paired Data) 559
اختبار (Power and Sample Size for 2x2 Crossover Design Equivalence Test) 560
اختبار (Power and Sample Size for One-Way ANOVA) 562
اختبار (Power and Sample Size for 2-Level Factorial Design) 564
اختبار (Power and Sample Size for Plackett-Burman Design) 565
اختبار (Power and Sample Size for General Full Factorial Design) 566
الرسم البياني Graph 569
شكل الانتشار (Scatterplot) 569
مخطط المصفوفة (Matrix Plot) 573
مخطط الفقاعة (bubble plot) 576
المخطط الهامشي (Marginal Plot) 578
المدرج التكراري Histogram 580
الرسم النقطي (DotPlot) 583
رسم الساق والورقة (Stem-and-Leaf) 587

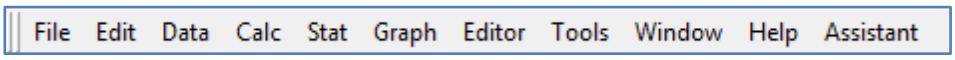
مخطط الاحتمال (Probability Plot)..... 588
مخطط دالة االتوزيع التراكمي التجريبي (Empirical CDF plot) 590
مخطط التوزيع الاحتمالي (Probability distribution plot) 593
رسم الصندوق (Boxplot) 595
مخطط الفترة (– Interval plot) 597
مخطط القيمة المفردة (Individual value plot) 600
المخطط الخطي (Line Plot) 603
مخطط الاعمدة (Bar Chart) 607
مخطط قطاعات دائرية (Pie Chart)..... 613
مخطط السلاسل الزمنية (Time Series Plot)..... 614
مخطط المساحات (Area graph) 617
مخطط كونتور (Contour plot) 619
مخطط انتشار ثلاثي الابعاد (3D Scatter Plot) 621
مخطط سطح ثلاثي الابعاد (3D surface plot) 623
المحرر Editor 626
البحث والاستبدال (Find and Replace) 627
البحث والاستبدال Find and Replace 627
الانتقال الى Go To 627
ايجاد خلية تم تهيئتها واستبدال بتهيئة اخرى (Find Format and Replace Value) 628
استبدال قيم في خلايا تمت تهيئتها (Replace Formatted Cell Value) 628
ترتيب الاعمدة Sort Columns 628
ترتيب ما بداخل ورقة العمل Entire Worksheet..... 629
من القيمة الصغيرة الى الكبيرة (Smallest to Largest) 629
من القيمة الكبيرة الى الصغيلاة (Largest to Smallest) : 629
ترتيب مخصص Custom Sort 629
خصائص الخلايا (Cell Properties) 629
تعليق (تدوين ملاحظة) Comment..... 630
تغيير لون الخط (اللون الامامي) 630
Custome Format 630
Clear Formats 630
تغيير نوع البينانات في العمود الفعال Format Column 630

التحكم بالعمود Column Properties 630
الوصف (ادراج ملاحظة للعمود) Description 630
عرض العمود Width 630
اعادة عرض العمود الى عرضه الاساسي (8 حروف) Standard Width. 631
اخفاء العمود /الاعمدة التي ينم اختيارها (عدم حذفها) Hide Selected Columns 631
التجكم باظهار الاعمدة التي تم اخفاؤها سابقا Hide / Unhide Columns 631
التهئية المشروطة (Conditional Formatting) 631
حذف القواعد Rules التي تم انشاؤها مسبقا Clear Rules 631
Clear Rules from selected columns : حذف القواعد من العمود الفعال..... 631
Clear Rules from Entire worksheet: حذف القواعد من ورقة العمل 631
الصيغ الرياضية (Formulas) 632
انشاء عمود بصيغة رياضية Assign Formula to Column..... 632
Remove Formulas from Selected Columns : لازالة الصيغة الرياضية من عمود 632
Calculate All Formulas Now 632
Calculate All Formulas Automatically..... 632
تقسيم ورقة العمل Subset Worksheet..... 632
خصائص ورقة العمل الفعالة Worksheet Properties 632
الخصائص Description 633
تغيير اتجاه ادخال البيانات Change Entry Direction 633
يستخدم لتجميع مناطق التحليل وانكماشها في شاشة الجلسة Collapse All 634
اظهار سطر كتابة اوامر Minitab (Show Command Line)..... 635
اضافة سطر لكتابة الملاحظات في مناطق التحليل في شاشة الجلسة (Add Note) 635
الادوات (Tools)..... 636
التدريب (Quality Trainer)..... 636
تشغيل الالة الحاسبة Microsoft Calculator..... 636
تشغيل محرر النصوص في مايكروسوفت Microsoft Norepad 636
تشغيل مستكشف ويندوز Windows Explorer 636
تشغيل محرر الاوامر في Minitab (Run an Exec)..... 636
التحكم في اظهار / اخفاء اشرطة الاوامر Toolbars..... 637
لاظهار /اخفاء شريط الحالة Status Bar 638
Customize 638

خيارات ضبط Minitab (Options) 638
ادارة الملف الشخصي Manage Profile 638
انشاء كلمة مرور للمشروع File Security 639
التحكم بالشاشة Window 640
عرض الشاشات بشكل متتالي Cascade 640
عرش الشاشات بصورتها التس تظهر فيها عناوين الشاشات بشكل واضح Title 640
تصغير جميع الشاشات العاملة Minimize All 640
لاستعادة ظهور جميع الشاشات العاملة Restore Icons 640
لاغلاق جميع شاشاة الرسومات والمخططات البيانية Close All Graphs 640
تحديث البيانات في شاشات الرسومات Upadte All Graphs Now 640
شاشة المساعدة Help 641
المساعدة Help 641
البداية في Minitab (Getting Starrted) 641
خارطة اختصارات لوحة المفاتيح Keyboard Map 641
التحقق من التعديلات / التطوير على النسخة المستخدمة Check for Updates 641
Minitab on the Web 641
شاشة المساعدة Assistant 642
تحليل نظم القياس Measurement Systems Analysis 642
تحليل القدرات / الامكانات Capability Analysis 643
تحليل من خلال الرسوم والمخططات (Graphical Analysis) 643
اختبار الفرضيات Hypothesis Test: 644
تحليل الانحدار Regression 645
تصميم التجارب DOE 645
Before / After Capability Analysis 646
Before / After Control Analysis 647
مخططات التحكم Control Chart 647
المراجع: 648

اقسام الصفحة الرئيسية :

شريط القوائم:

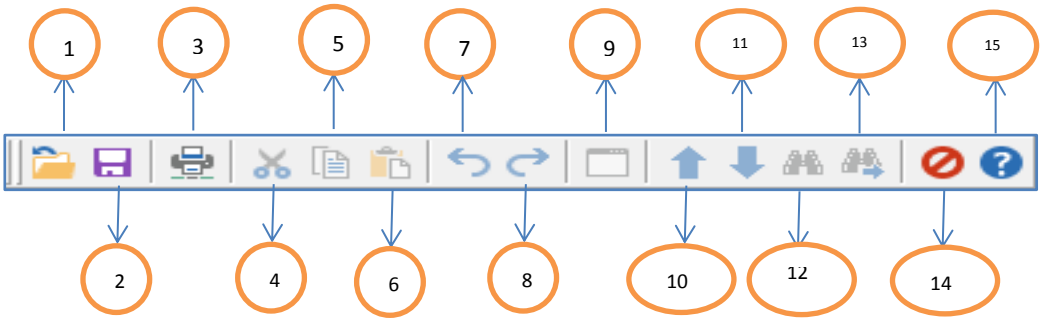


ستكون الشريط من مجموعة من القوائم الرئيسية وعددها (11) قائمة ، والتي من خلالها نستطيع القيام بالمهام المختلفة في Minitab 18.

شريط الادوات:

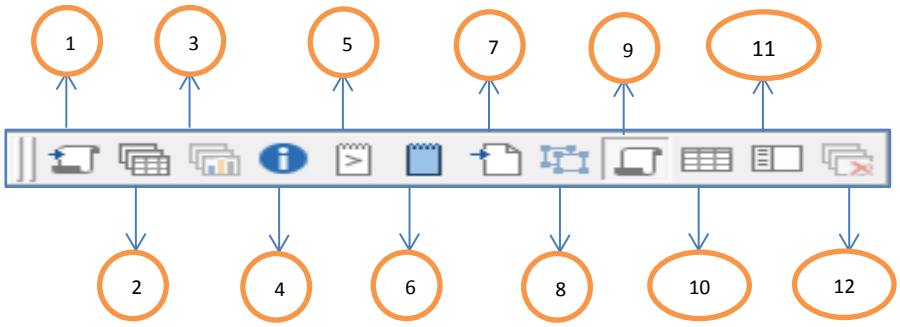
ويضم شريط الادوات انواع مختلفة من الادوات ويقسم الى :

شريط الادوات القياسي (الاساسي) :



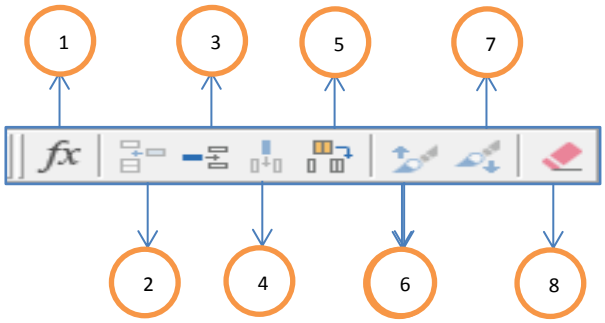
1	فتح مشروع ، ورقة عمل ، رسم ، فتح ملف اكسل ، فتح ملف txt .	Open
2	حفظ المشروع.	Save Project
3	طباعة محتويات الشاشة الفعالة.	Print window
4	قص الكائن الفعال وحفظه في الحافظة.	Cut
5	نسخ الكائن الفعال وحفظه في الحافظة.	Copy
6	لصق ما تم حفظه في الحافظة.	Paste
7	تراجع عن الامر الاخيرالذي تم تنفيذه .	Undo
8	التقدم في قائمة الاوامر التي تم تنفيذها.	Redo
9	استعادة وفتح اخر اجراء تم تنفيذه.	Edit last dialog
10	التحرك الى الاعلى في الاوامر المنفذه في شاشة الجلسة.	Previous Command
11	التحرك الى الاسفل في الاوامر المنفذه في شاشة الجلسة.	Next Command
12	البحث عن نص او ارقام في الشاشة الفعالة.	Find
13	البحث عن التالي من نص او ارقام في الشاشة الفعالة.	Find next
14	ايقاف تنفيذ الامر الذي يتم تنفيذه حاليا.	Cancel
15	عرض شاشة المساعدة في Minitab.	Help

شريط ادارة المشروع:



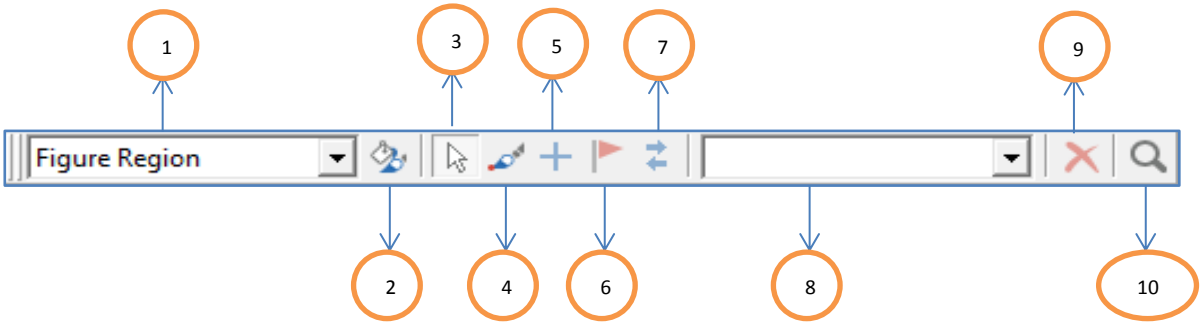
1	عرض شاشة جانبية فيها قائمة بمحتويات شاشة الجلسة في المشروع.	Show Session folder
2	عرض شاشة جانبية فيها قائمة باوراق العمل في المشروع.	Show Worksheet folder
3	عرض شاشة جانبية فيها قائمة بالرسومات في المشروع.	Show Graph folder
4	عرض شاشة جانبية فيها بيانات عن الاعمدة في ورقة العمل الفعالة في المشروع.	Show Info
5	عرض شاشة جانبية فيها حفظ للاوامر والاجراءات التي تم استخدامها في المشروع.	Show History
6	عرض تقرير المشروع والذي تم تنظيمه من خلال اضافة محتويات الجلسة اليه.	Show Report pad
7	عرض قائمة بملفات المشروع ، الملفات النصية ، روابط الانترنت المرتبطة بالمشروع.	Show Related document
8	عرض تصميم ورقة العمل الحالية وتعمل عند استخدام DOE.	Show Design
9	تفعيل شاشة الجلسة.	Session window
10	تفعيل ورقة العمل.	Current data window
11	عرض شاشة جانبية تمثل ادارة المشروع ومحتوياته.	Project manager
12	اغلاق جميع الرسومات في المشروع بحفظها او عدم حفظها.	Close all graphs

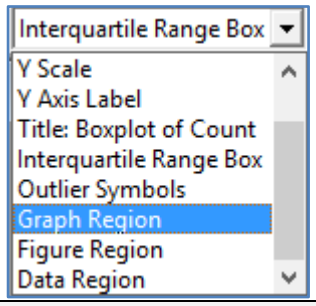
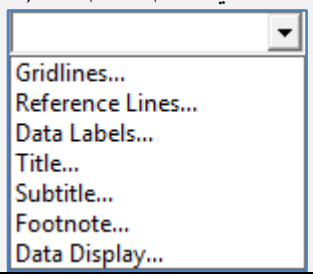
شريط ورقة العمل :



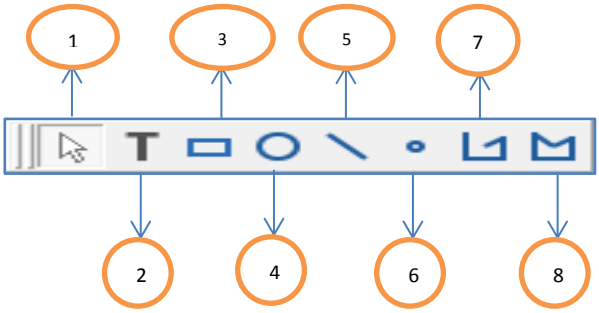
1	انشاء معادلة باستخدام عمود (اعمدة) تحتوي قيمة عددية وحفظ النتائج في العمود الحالي	Assign formula to column
2	ادراج خلية جديدة في الموقع المحدد	Insert cell
3	ادراج صف (صفوف) اعلى الصف المحدد	Insert row
4	ادراج عمود (اعمدة) الى يسار العمود المحدد	Insert column
5	نقل العمود (الاعمدة) المظللة الى موقع (قبل / بعد) عمود محدد	Move columns
6	الانتقال الى الصف السابق في البيانات في المنطقة المظللة	Go to previous brushed row
7	الانتقال الى الصف اللاحق في البيانات في المنطقة المظللة	Go to next brushed row
8	حذف البيانات في المنطقة المظللة	Clear(Delete)

تحرير الرسومات:



1	اختيارجزء من القائمة المنسدلة الذي يمثل اجزاء شاشة الرسم ليتم تحرير. 	Graph part
2	تحرير الجزء الذي تم اختياره من شاشة الرسم (الالوان ، الخط ، ...)	Edit
3	عند تفعيله بالنقر عليه يتم اختيار الجزء من شاشة الرسم لتحريره.	Select object
4	في رسم Dot Plot عند النقر على النقاط يتم تحديد صف البيانات المقابل في ورقة العمل	Select data points
5	في بعض الرسومات مثل Bar وعند النقر عليه يظهر الحوادثيات السينية والصادية للمكان المشار اليه في الرسم	Pinpoint –X and –Y coordinate
6	في رسومات DOE وبعد استخدام Pinpoint يمكن وضع اشارة مرجعية (راية)	Plant flag mode
7	في رسومات DOE ورسومات Regression يتم تفعيل Interactive بدل Pinpoint	Response optimization plot interactive mode
8	الاختيار من القائمة بعض الاوامر التي تتحكم بالرسم مثل (العنوان، العنوان الفرعي ،...) 	
9	حذف الجزء من الرسم الذي يتم تحديده	Delete
10	تكبير وتصغير مساحة الرسم داخل شاشة الرسم	Zoom

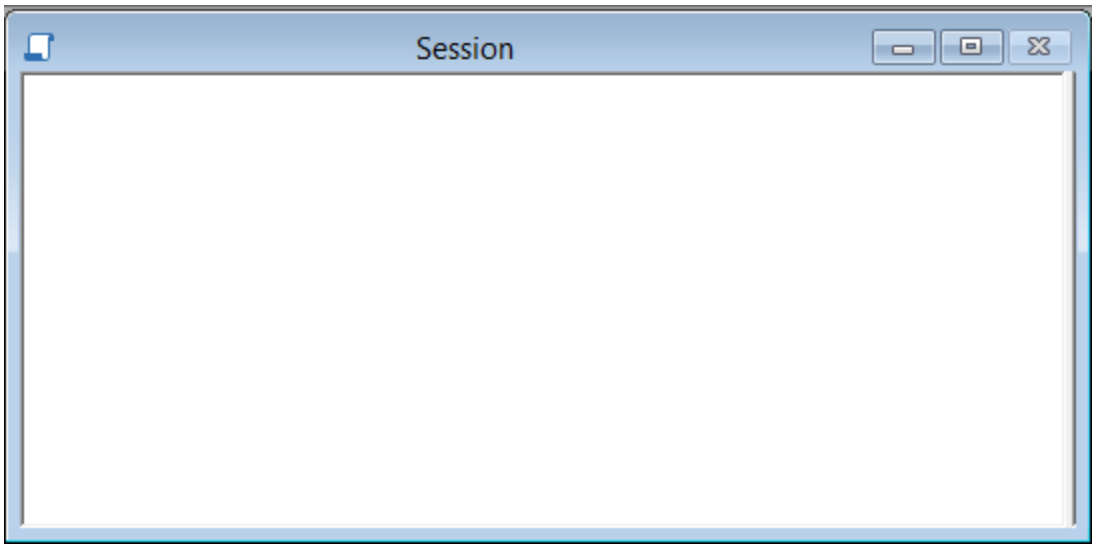
شريط التحكم بالملاحظات (التعليقات) داخل الرسم :



1	لتحديد الشكل (الملاحظة) التي تم اضافتها للرسم	Select objects
2	اضافة مربع نص في شاشة الرسم	Text
3	اضافة مستطيل في شاشة الرسم	Rectangle
4	اضافة شكل بيضوي في شاشة الرسم	Ellipse
5	اضافة خط مستقيم في شاشة الرسم	Line
6	اضافة شكل نقطي في شاشة الرسم	Marker
7	اضافة شكل رباعي مفتوح في شاشة الرسم	Polyline
8	اضافة شكل رباعي مغلق في شاشة الرسم	Polygon

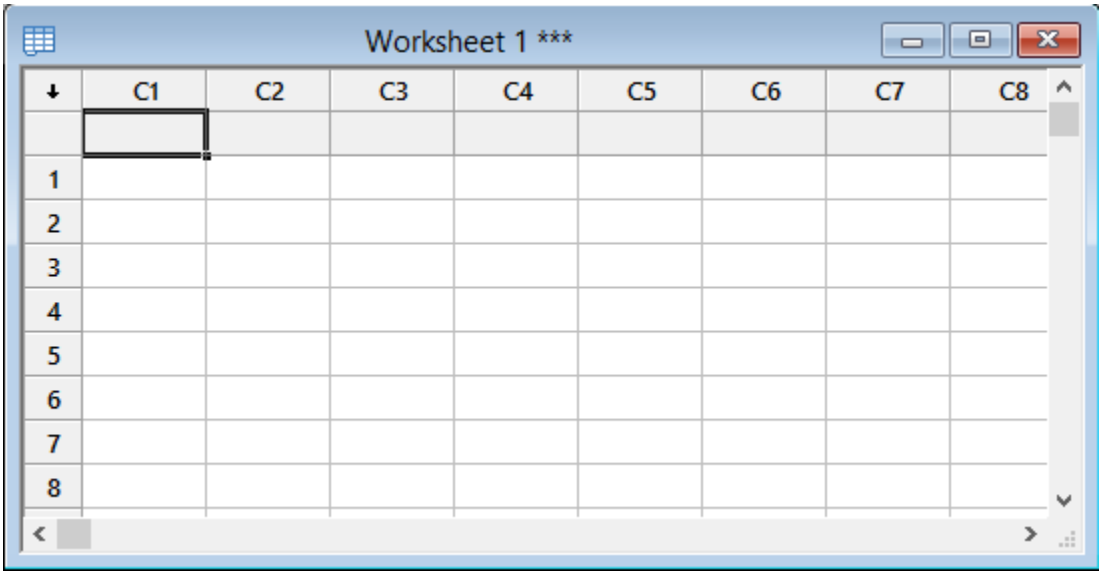
شاشة الجلسة:

هي منطقة محددة في شاشة المشروع تظهر فيها جميع نواتج ومخرجات التحليل ، كما تظهر في جزء منها شاشة لتنفيذ اوامر Minitab (متقدم).



شاشة ورقة العمل :

تشبه ورقة العمل في برنامج Excel والتي تضم مجموعة من الاعمدة تصل الى (4000) عمود كما تضم مجموعة من الصفوف غير محددة العدد ، وتدخل فيها جميع البيانات والمتغيرات.

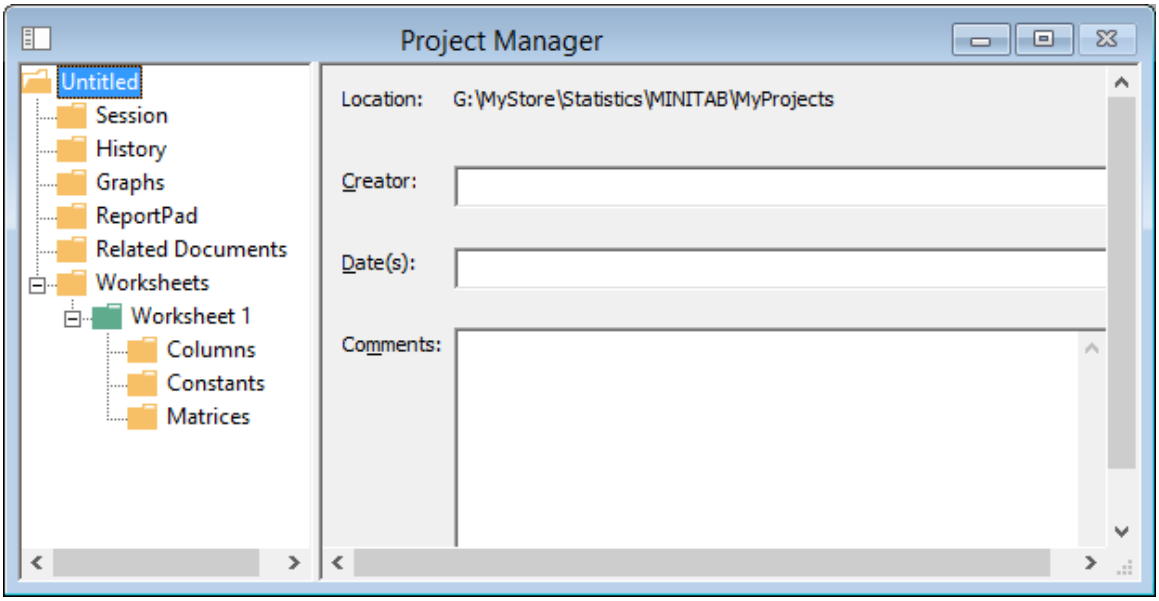


شريط الحالة :

يظهر شرسط الحالة في نهاية منطقة العمل وتظهر عليه ملخصات التفيذ اثناء التحليل.

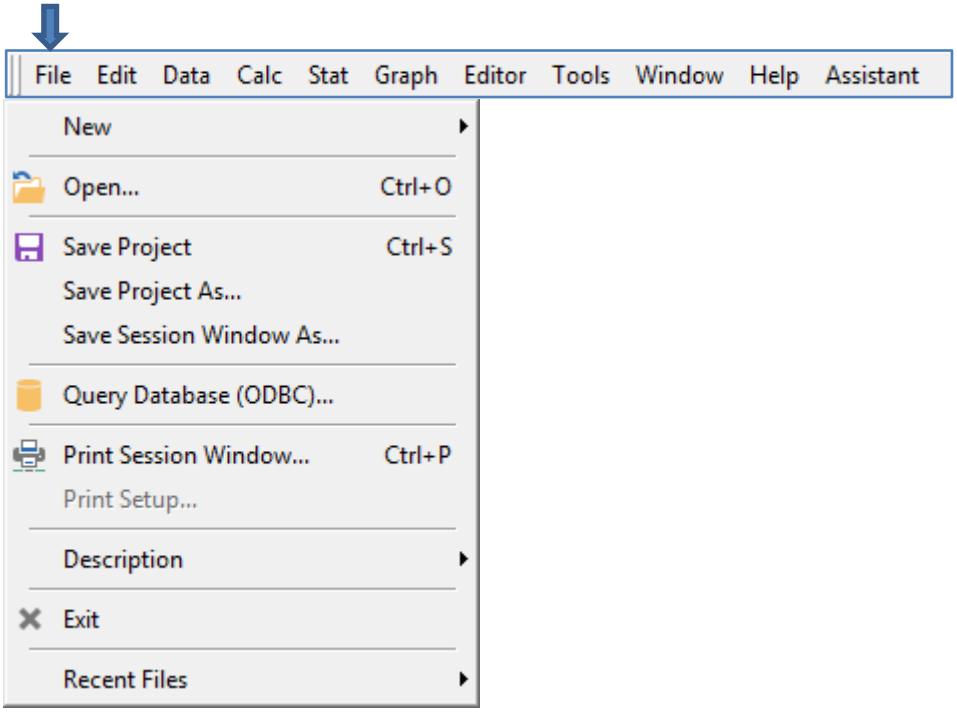
ادارة المشروع :

وهي شاشة تحتوي على خارطة لمحتويات المشروع ومكوناته.



شريط القوائم ومحتوياته :

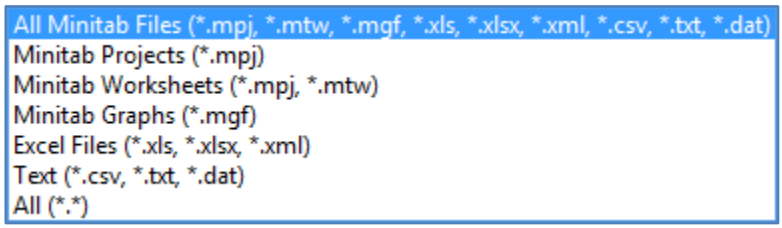
الملف File



تضم قائمة الملفات مجموعة من الاوامر ، وهي :

1- جديد (New) : لاضافة مشروع جديد (Project)، او لاضافة ورقة عمل جديدة (Worksheet).

2- فتح (Open) : لفتح مشروع تم حفظه مسبقا او ملف Excel sheet ، وغيره من الملفات الذي تتضمنه القائمة



3- حفظ المشروع (Save project): لحفظ المشروع الذي يتم العمل عليه حاليا.

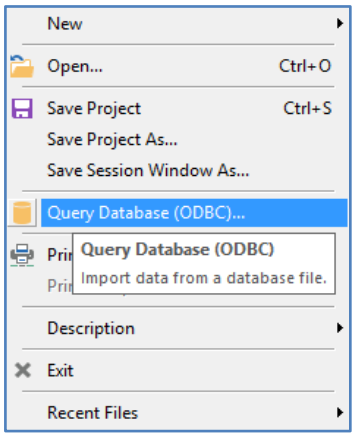
4- حفظ المشروع بنسخة جديدة (Save project as): حفظ نسخة جديدة من المشروع .

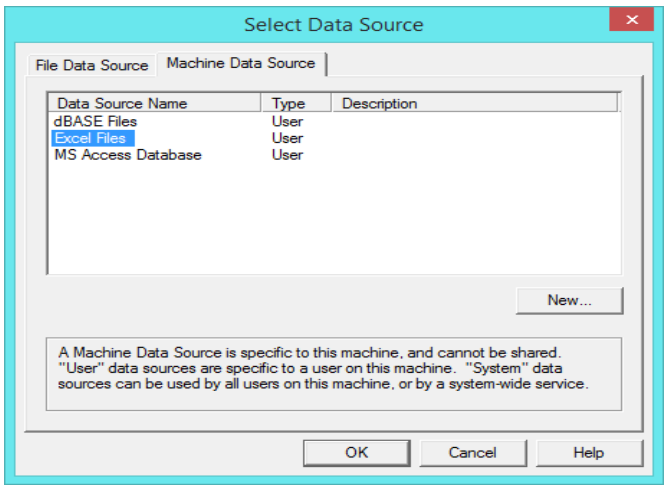
5- حفظ نسخة من شاشة الجلسة (Save session window as) : حفظ نسخة من محتويات شاشة الجلسة على شكل ملف من النوع (html).

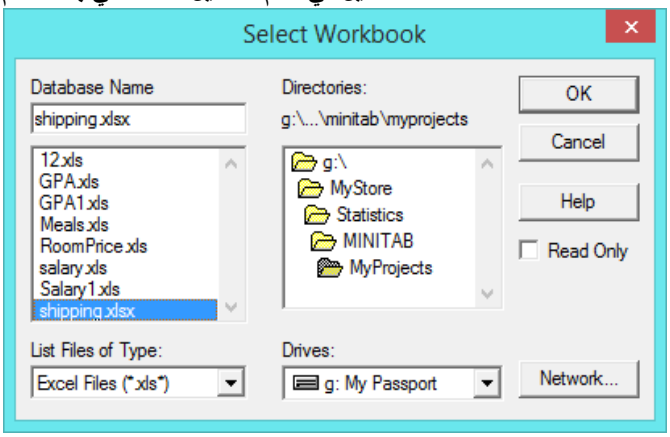
6- استعلام قواعد البيانات (Query database ODBC): استيراد البيانات من عدة مصادر قواعد بيانات مثل (Oracle, Excel, Access).

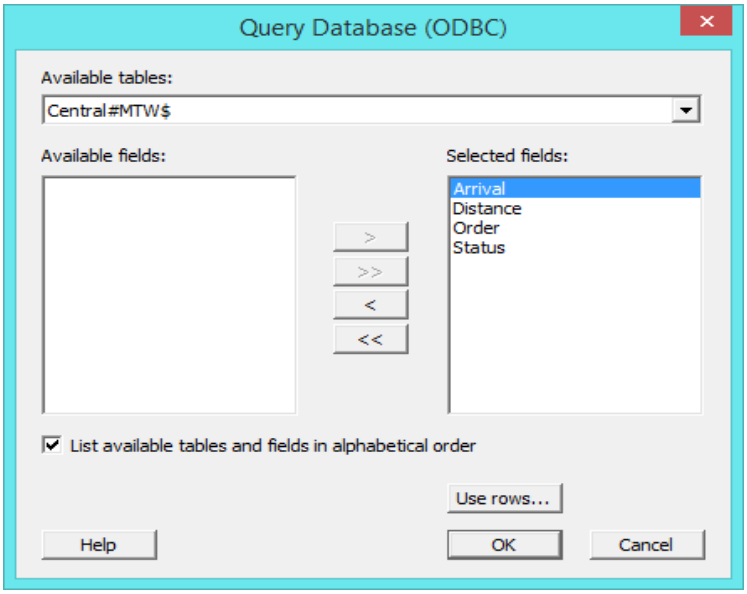
مثال / استيراد ورقة عمل من ملف Excel باسم (shipping.xlsx) محفوظ سابقا بطريقة ODBC

الخطوات :









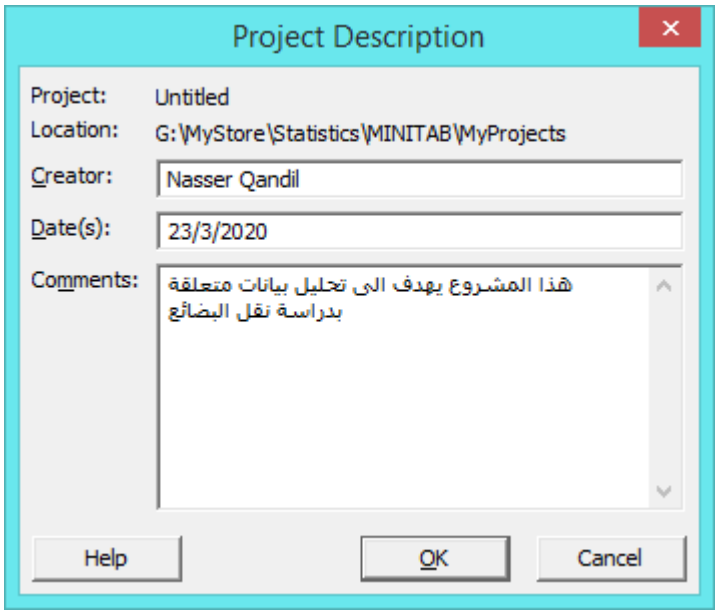
النتائج:

↓	C1-D	C2	C3-D	C4-T
	Arrival	Distance	Order	Status
1	06/03/2019 04:56:00 م	307	04/03/2019 08:46:00 ص	On time
2	07/03/2019 03:12:00 م	340	04/03/2019 08:52:00 ص	On time
3	08/03/2019 03:10:00 م	327	04/03/2019 08:55:00 ص	On time
4	07/03/2019 02:59:00 م	81	04/03/2019 08:58:00 ص	On time
5	09/03/2019 10:12:00 ص	235	04/03/2019 09:04:00 ص	On time
6	10/03/2019 04:13:00 م	259	04/03/2019 09:06:00 ص	Late
7	09/03/2019 11:17:00 ص	328	04/03/2019 09:08:00 ص	On time
8	09/03/2019 10:14:00 ص	226	04/03/2019 09:09:00 ص	On time

7- طباعة محتويات شاشة الجلسة (Print session window): لطباعة نتائج التحليل في شاشة الجلسة على الطابعة.

8- اعدادات الطباعة (Print setup) : للتحكم باعدادات الطباعة مثلا : حجم الورق واختيار الطابعة.

9- معلومات عن المشروع / ورقة العمل (Description) : لاضافة بيانات المشروع / ورقة العمل مثل :

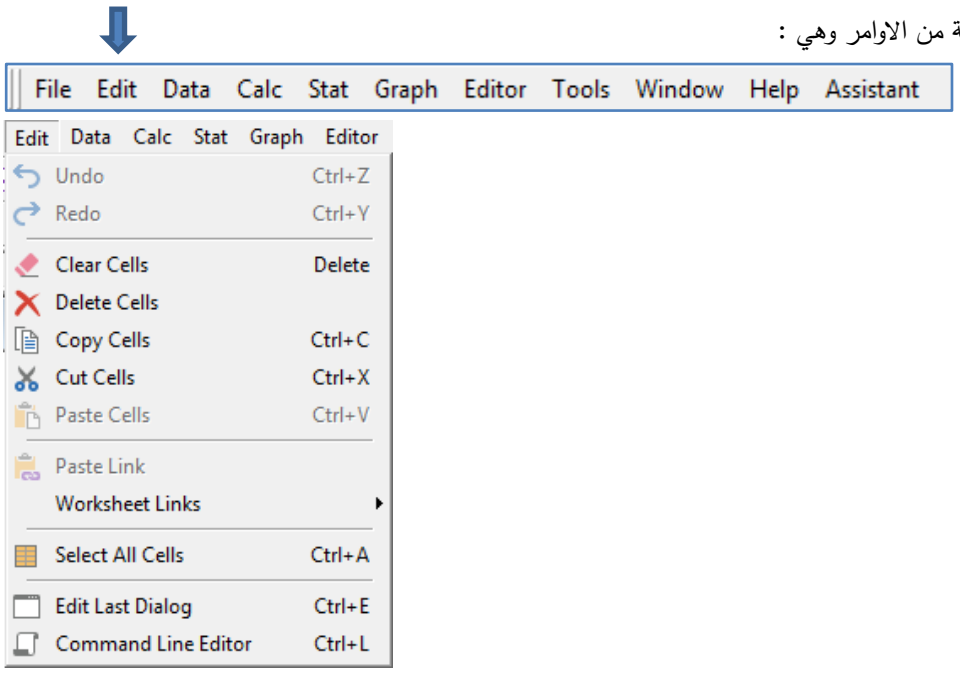


10- الخروج (Exit) : لاغلاق تطبيق Minitab.

11- قائمة الملفات التي تم العمل عليها سابقا(Recent files): يعرض قائمة بالملفات التي تم العمل عليها سابقا مثل (المشاريع / اوراق العمل / الرسومات/ ...).

تحرير (Edit) :

تضم قائمة تحرير مجموعة من الاوامر وهي :



1- تراجع (Undo) : للتراجع عن تنفيذ اخر اجراء تم العمل عليه.

2- التقدم (Redo) : للتقدم في الاجراءات التي تم تنفيذها .

3- مسح محتويات الخلايا (Clear cells) : لمسح محتويات الخلايا التي تم تحديدها في ورقة العمل.

4- حذف الخلايا (Delete cells) : حذف الخلايا (الاعمدة/الصفوف) التي تم تحديدها في ورقة العمل .

5- نسخ الخلايا (Copy cells) : نسخ محتويات الخلايا (الاعمدة/الصفوف) التي تم تحديدها في ورقة العمل .

6- قص الخلايا (Cut cells) : قص الخلايا (الاعمدة/الصفوف) التي تم تحديدها في ورقة العمل .

7- لصق الخلايا (Paste cells) : لصق الخلايا (الاعمدة/الصفوف) التي تم تحديدها في ورقة العمل .

8- لصق رابط (Paste link) : لصق البيانات من ملف (مثل Excel) بعدما يتم تظليلها ثم يتم تحديد العمود في ورقة العمل في Minitab ثم ينقر على Paste link من قائمة Edit ليتم لصق البيانات.

9- روابط ورقة العمل (Worksheet links) :

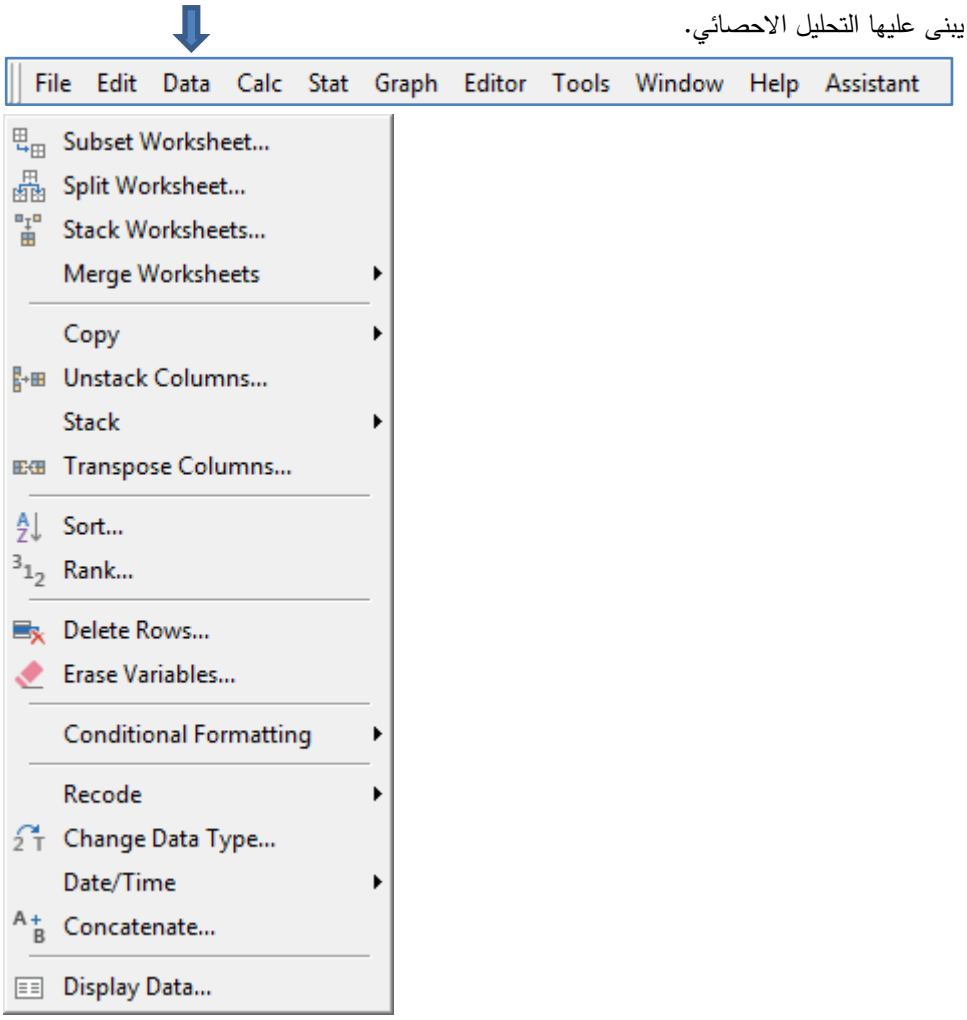
10- اختيار جميع الخلايا (Select all cells) : تحديد/تظليل جميع الاعمدة والصفوف في ورقة العمل الفعالة.

11- تحرير اخر اجراء تم تنفيذه (Edit last dialog) : يتم فتح شاشة اخر اجراء تم تنفيذه.

12- فتح شاشة ادخال الاوامر (Command line editor) : فتح شاشة ادخال الاوامر لتحرير الاوامر وتنفيذها

البيانات (Data):

التعامل مع البيانات التي يبنى عليها التحليل الاحصائي.

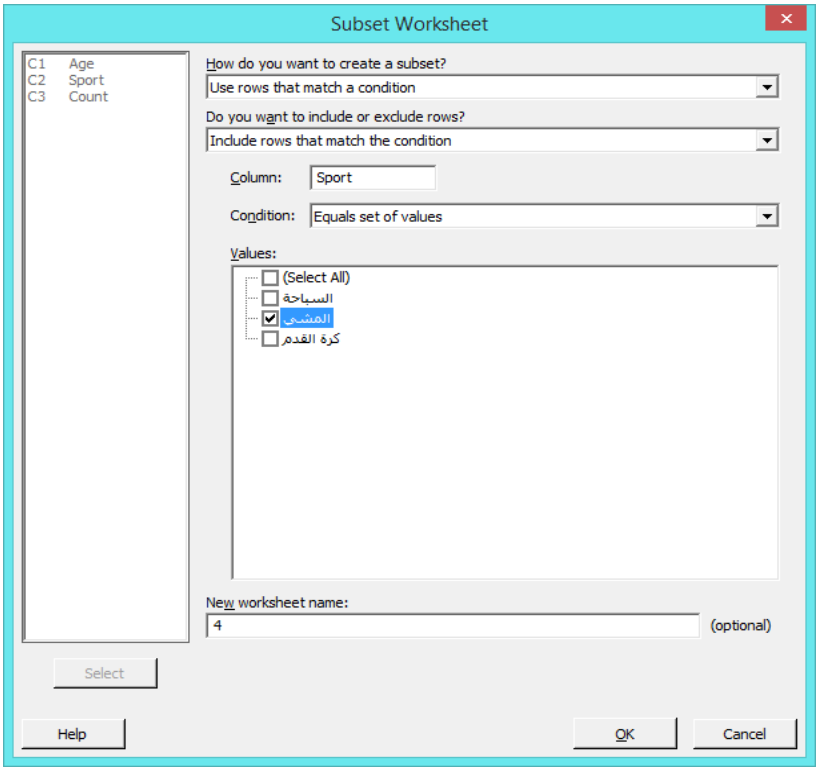


تجزئة ورقة العمل الى اوراق عمل متعددة وفق شروط محددة (Subset Worksheet) :

اختيار السجلات التي تحقق الشروط (Use rows that match a condition)

↓	C1-T	C2-T	C3
	Age	Sport	Count
1	اقل من ١٥	كرة القدم	25
2	اقل من ١٥	السباحة	10
3	اقل من ١٥	المشي	10
4	15-30	كرة القدم	8
5	15-30	السباحة	55
6	15-30	المشي	22
7	30-60	كرة القدم	6
8	30-60	السباحة	24
9	30-60	المشي	40

ليكن الشرط من عمود Sport الذين يمارسون المشي فقط.

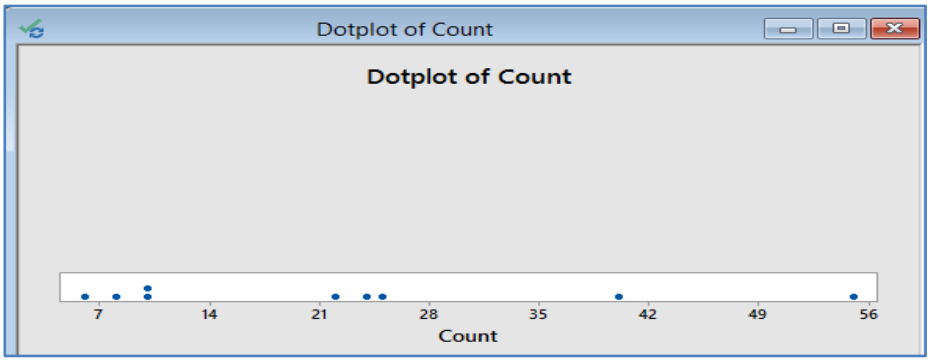


النتائج:

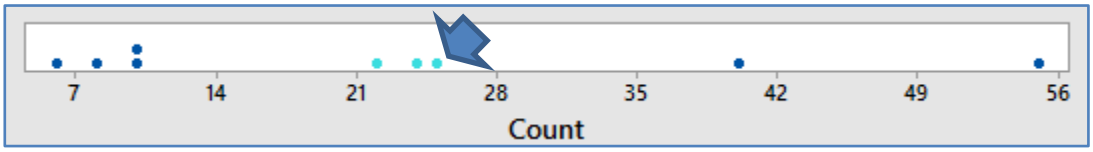
	C1-T	C2-T	C3	C4	C5
	Age	Sport	Count		
1	اقل من 10	المشي	10		
2	15-30	المشي	22		
3	30-60	المشي	40		
4					
5					
6					
7					
8					

- اختيار السجلات التي تحقق شروط الانتقاء في الرسم من خلال الاداة (Use brushed rows from a graph)

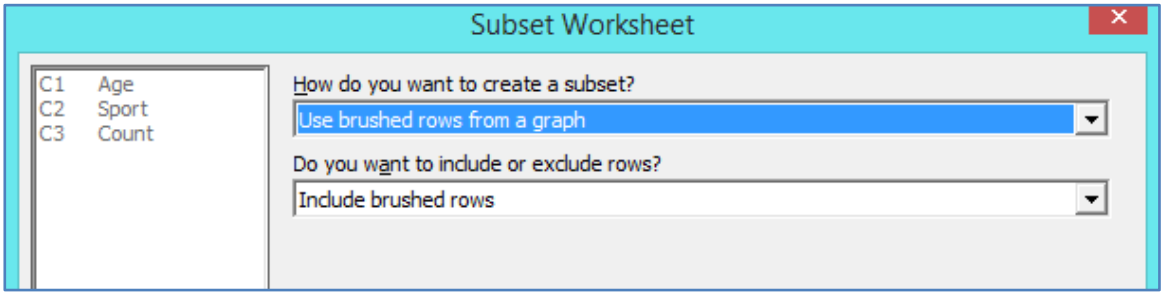
في الرسوم مثل (Dot plot) وعند اختيار الاداة brushed يتم اختيار الصف /الصفوف في ورقة العمل التي تحقق الاختيار ويمكن حفظ الاختيار في ورقة عمل منفصلة.



استخدم الاداة في اختيار النقاط المطلوبة



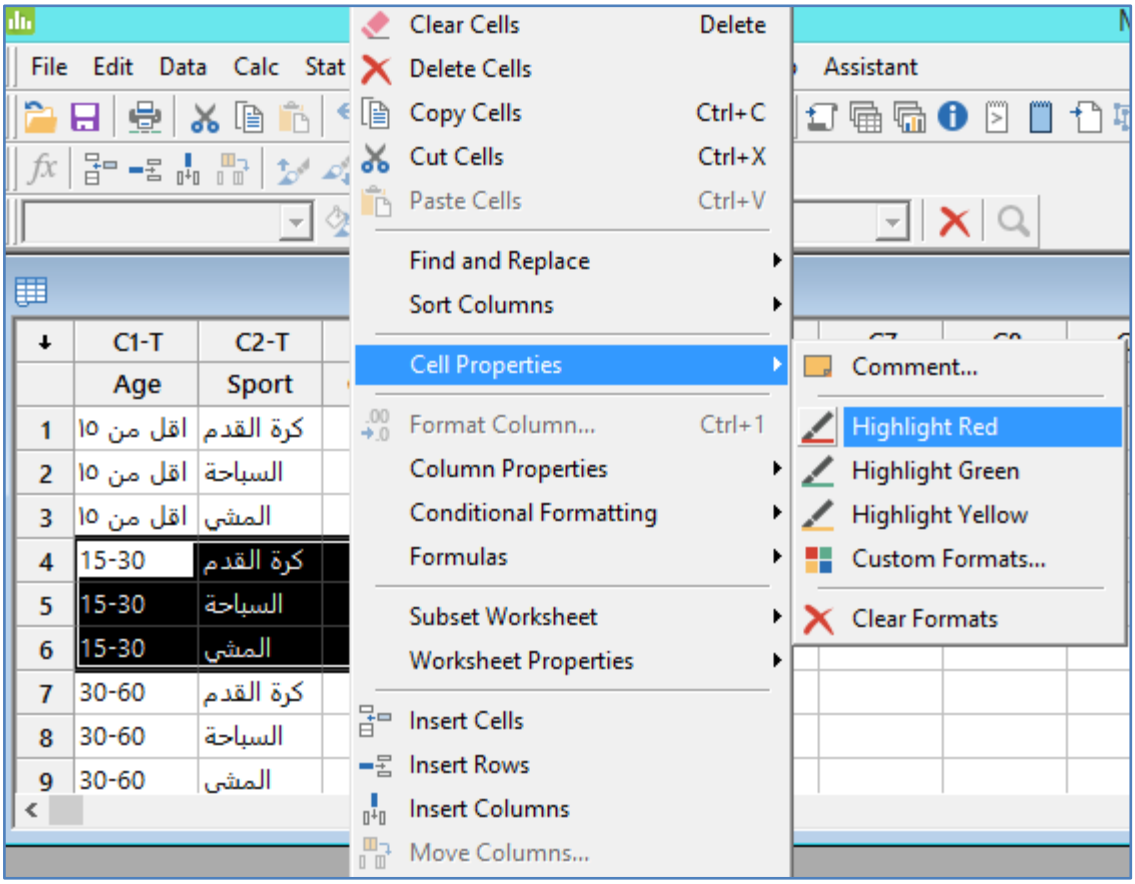
	C1-T	C2-T	C3
	Age	Sport	Count
1	اقل من ١٥	كرة القدم	25
2	اقل من ١٥	السباحة	10
3	اقل من ١٥	المشي	10
4	15-30	كرة القدم	8
5	15-30	السباحة	55
6	15-30	المشي	22
7	30-60	كرة القدم	6
8	30-60	السباحة	24
9	30-60	المشي	40



النتائج:

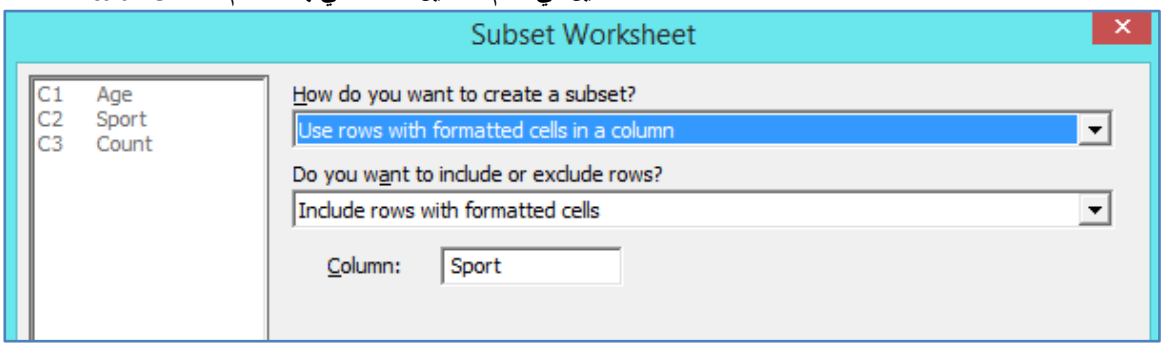
	C1-T	C2-T	C3
	Age	Sport	Count
1	اقل من ١٥	كرة القدم	25
2	15-30	المشي	22
3	30-60	السباحة	24

- اختيار السجلات التي تم تظليلها بلون مميز (احمر /ازرق/...) وحفظها في ورقة عمل جديدة (Use rows with formatted cells in a column)



	C1-T	C2-T
	Age	Sport
1	اقل من ١٥	كرة القدم
2	اقل من ١٥	السباحة
3	اقل من ١٥	المشي
4	15-30	كرة القدم
5	15-30	السباحة
6	15-30	المشي
7	30-60	كرة القدم
8	30-60	السباحة
9	30-60	المشي

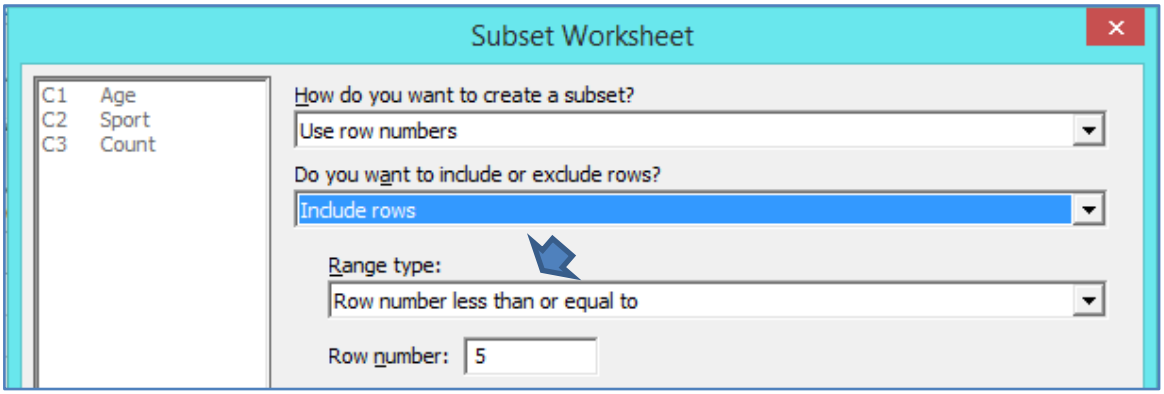
	C1-T	C2-T	C3
	Age	Sport	Count
1	اقل من ١٥	كرة القدم	25
2	اقل من ١٥	السباحة	10
3	اقل من ١٥	المشي	10
4	15-30	كرة القدم	8
5	15-30	السباحة	55
6	15-30	المشي	22
7	30-60	كرة القدم	6
8	30-60	السباحة	24
9	30-60	المشي	40



النتائج:

	C1-T	C2-T	C3	C4	C
	Age	Sport	Count		
1	15-30	كرة القدم	8		
2	15-30	السباحة	55		
3	15-30	المشي	22		
4					
5					

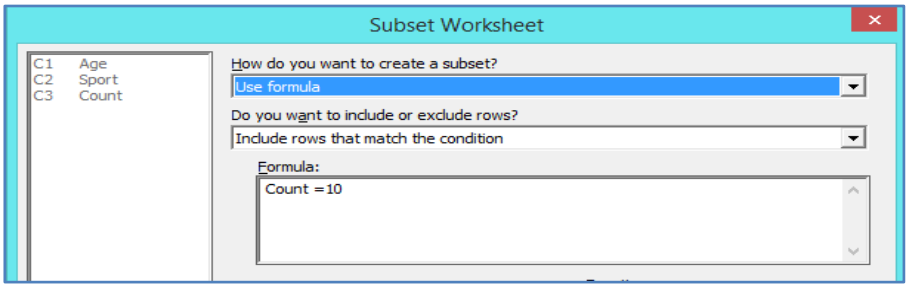
- اختيار السجلات التي تحقق شرط ارقام السجلات المحددة في ورقة العمل (Use row numbers) :



النتائج:

	C1-T	C2-T	C3
	Age	Sport	Count
1	اقل من 10	كرة القدم	25
2	اقل من 10	السباحة	10
3	اقل من 10	المشي	10
4	15-30	كرة القدم	8
5	15-30	السباحة	55

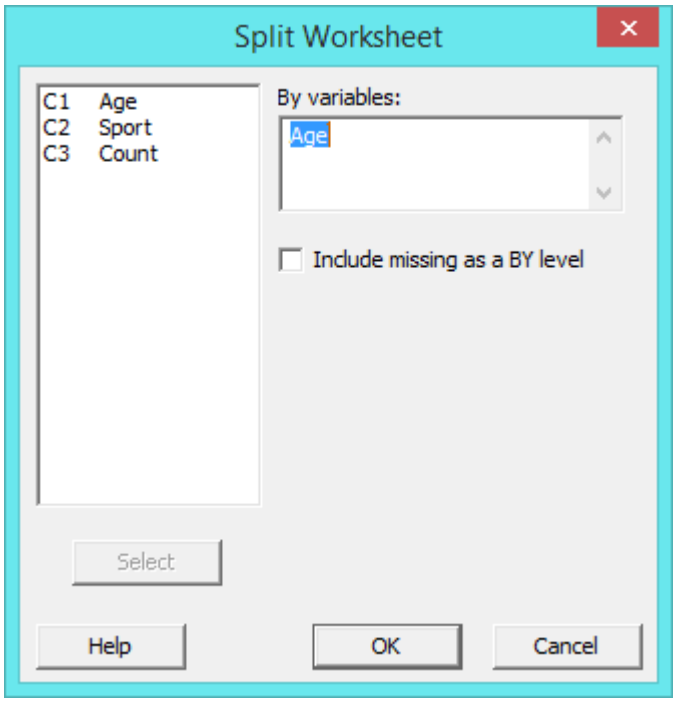
- اختيار السجلات التي تحقق صيغة رياضية ومنطقية (Use formula) :



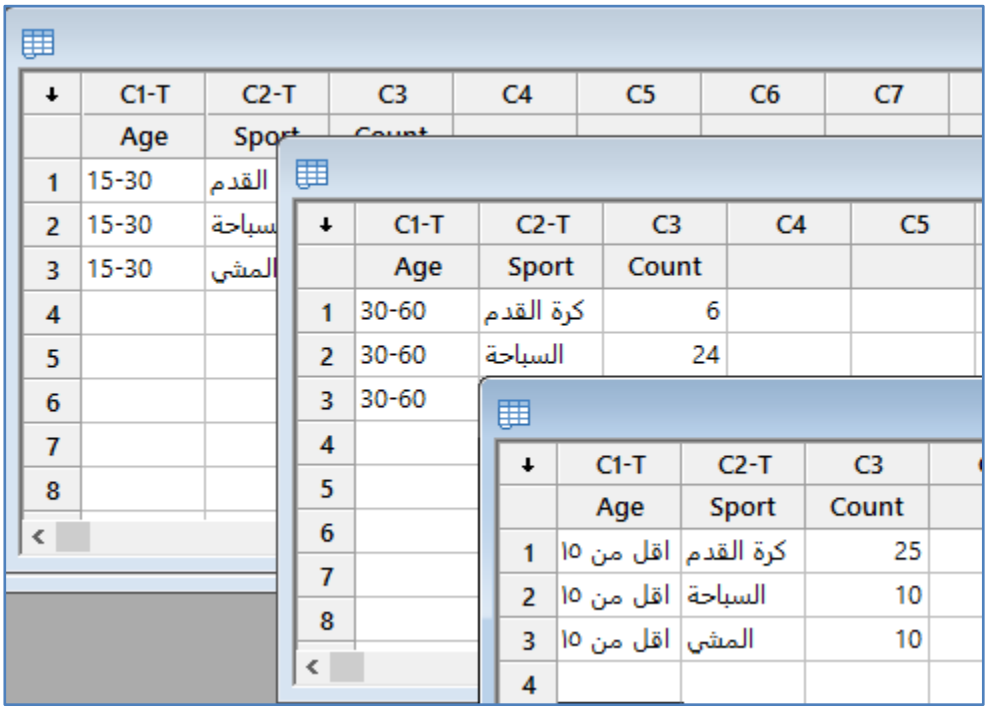
النتائج:

	C1-T	C2-T	C3
	Age	Sport	Count
1	اقل من ١٥	السباحة	10
2	اقل من ١٥	المشي	10

تجزئة ورقة العمل الحالية الى عدة اوراق عمل بالاعتماد على قيم احد المتغيرات (Split worksheet) :



النتائج:

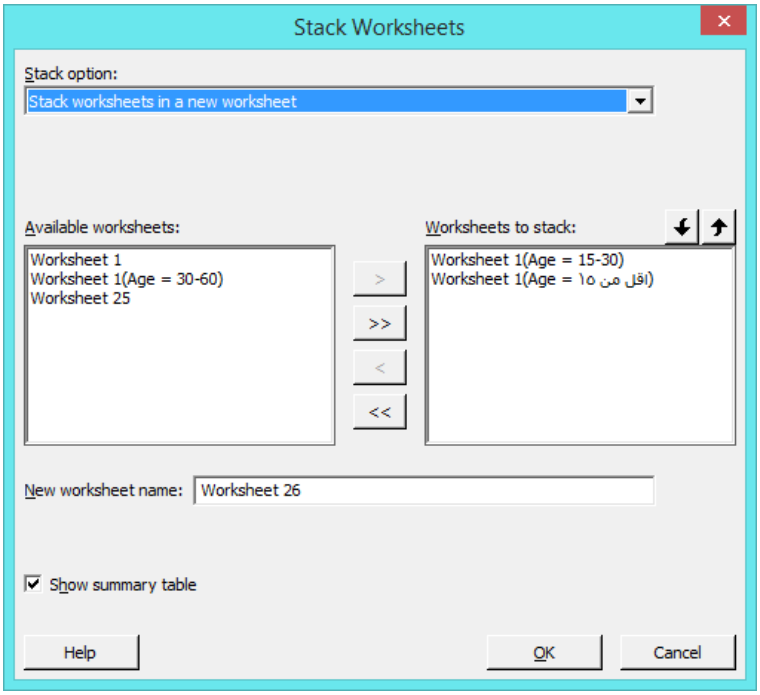


	C1-T	C2-T	C3	C4	C5	C6	C7
	Age	Sport					
1	15-30	القدم					
2	15-30	سباحة					
3	15-30	المشي					
4							
5							
6							
7							
8							

	C1-T	C2-T	C3	C4	C5
	Age	Sport	Count		
1	30-60	كرة القدم	6		
2	30-60	السباحة	24		
3	30-60				
4					
5					
6					
7					
8					

	C1-T	C2-T	C3
	Age	Sport	Count
1	اقل من ١٥	كرة القدم	25
2	اقل من ١٥	السباحة	10
3	اقل من ١٥	المشي	10
4			

دمج اوراق عمل بورقة عمل واحدة (Stack worksheets) :



النتائج:

	C1-T	C2-T	C3	C4-T
	Age	Sport	Count	Source
1	15-30	كرة القدم	8	Worksheet 1(Age = 15-30)
2	15-30	السباحة	55	Worksheet 1(Age = 15-30)
3	15-30	المشي	22	Worksheet 1(Age = 15-30)
4	اقل من ١٥	كرة القدم	25	Worksheet 1(Age = اقل من ١٥)
5	اقل من ١٥	السباحة	10	Worksheet 1(Age = اقل من ١٥)
6	اقل من ١٥	المشي	10	Worksheet 1(Age = اقل من ١٥)

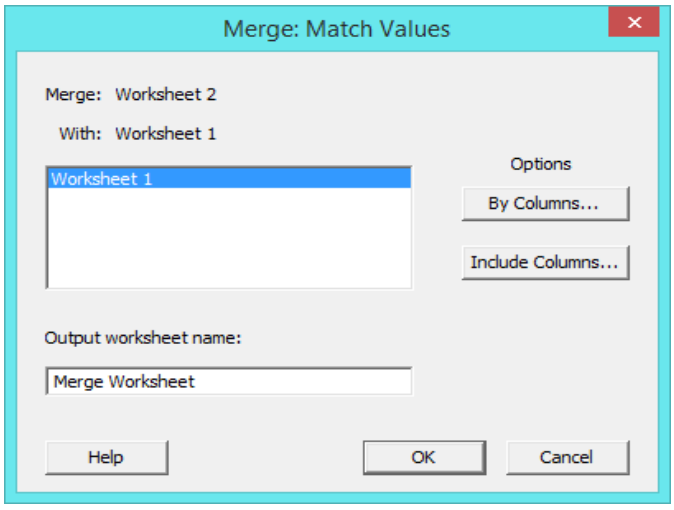
دمج عدة اوراق عمل في ورقة واحدة (Merge worksheets):

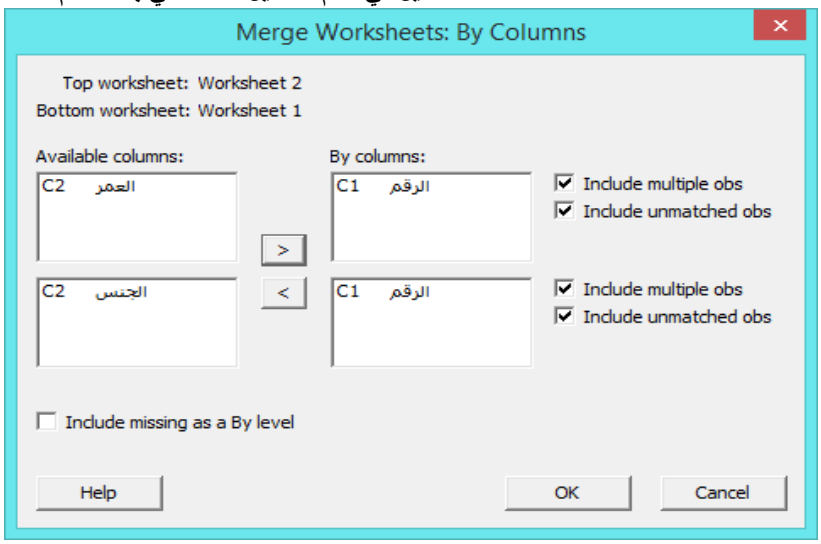
تشترك بعمود (Match values)

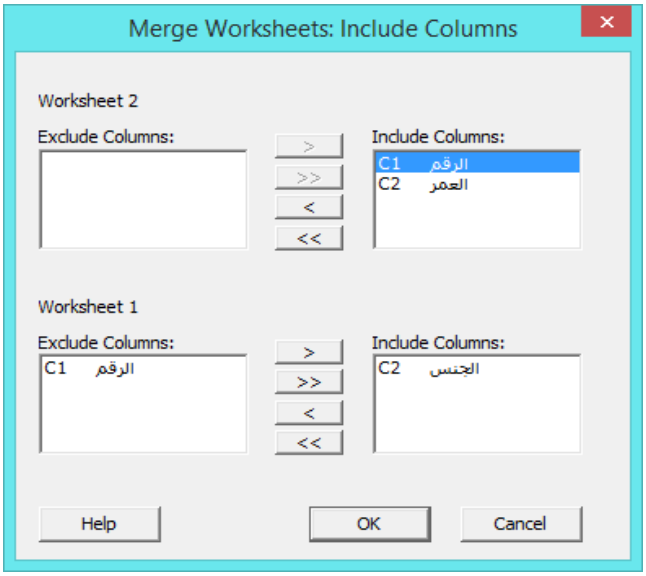
	C1	C2-T	C3	C4	C5
	الرقم	الجنس			
1	1	f			
2	2	m			
3	3	m			
4	4	f			
5	5	f			
6					
7					
8					

	C1	C2	C3
	الرقم	العمر	
1	1	15	
2	2	20	
3	3	18	
4	4	19	
5	5	14	
6			

المطلوب دمج ورقتي العمل في ورقة واحدة والتي تشترك فيما بينها بعمود (الرقم)





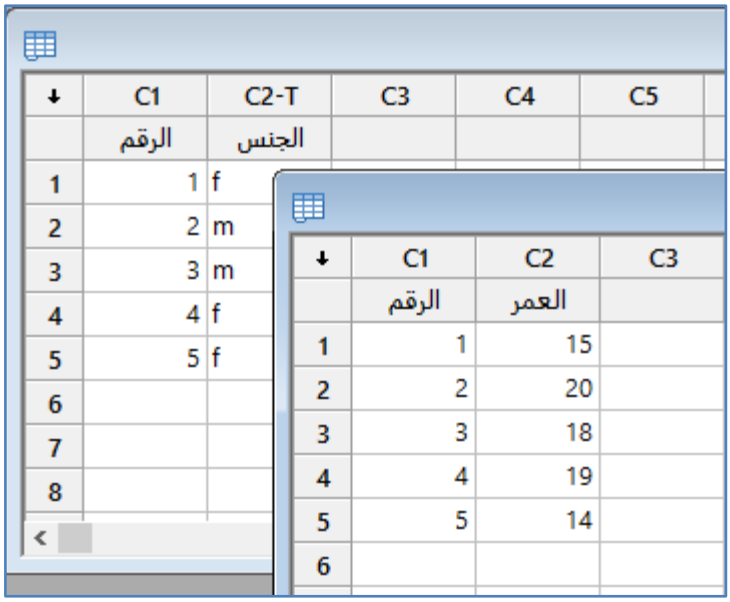


النتائج :

	C1	C2	C3-T
	الرقم	العمر	الجنس
1	1	15	f
2	2	20	m
3	3	18	m
4	4	19	f
5	5	14	f
6			

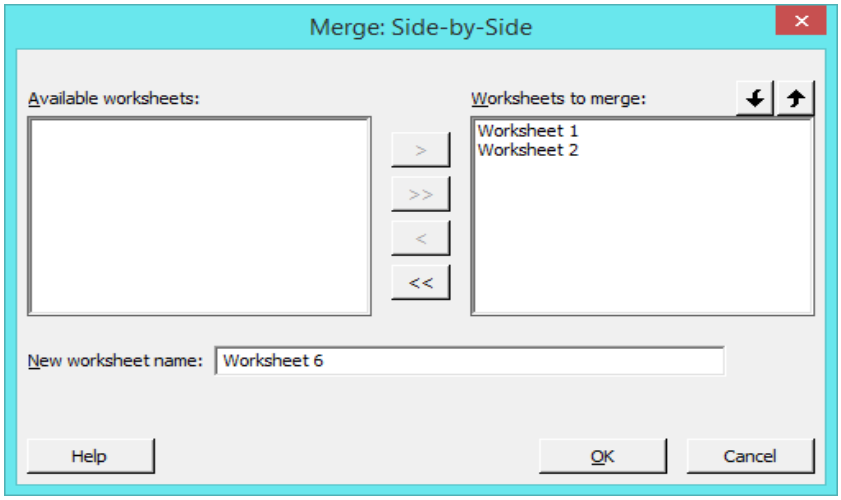
دمج اوراق عمل جنبا الى جنب في ورقة واحدة (Side by side):

المطلوب دمج محتويات ورقتي العمل بورقة عمل واحدة.



	C1	C2-T	C3	C4	C5
	الرقم	الجنس			
1	1	f			
2	2	m			
3	3	m			
4	4	f			
5	5	f			
6					
7					
8					

	C1	C2	C3
	الرقم	العمر	
1	1	15	
2	2	20	
3	3	18	
4	4	19	
5	5	14	
6			

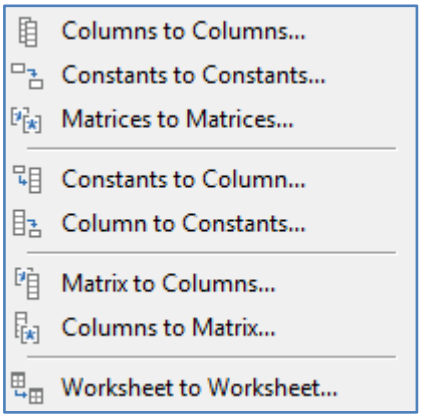


النتائج:

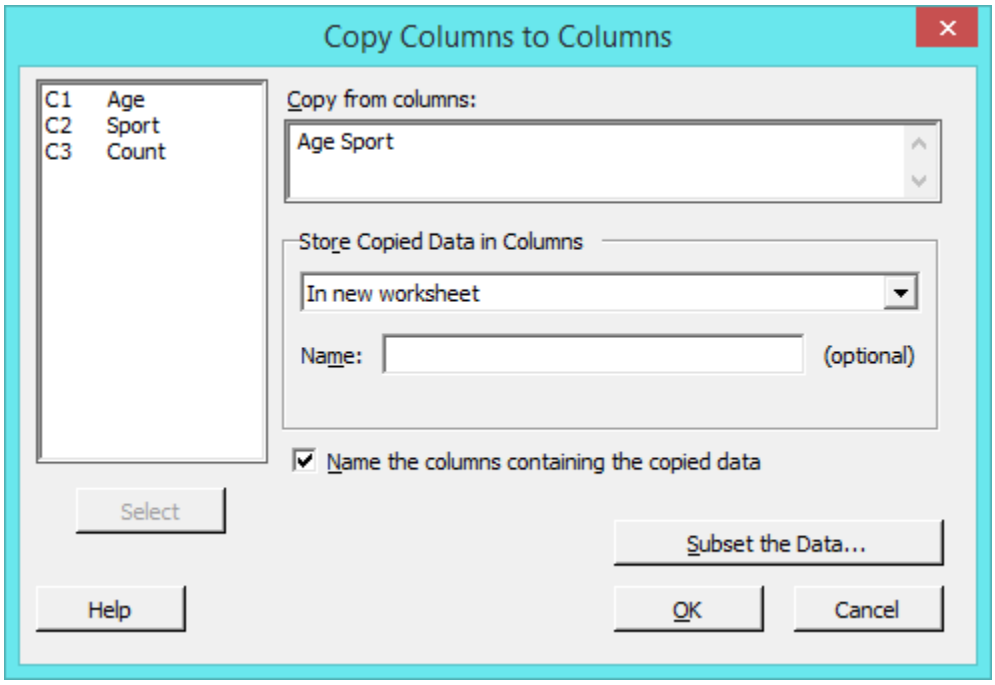
	C1	C2-T	C3	C4
	الرقم	الجنس	الرقم_1	العمر
1	1	f	1	15
2	2	m	2	20
3	3	m	3	18
4	4	f	4	19
5	5	f	5	14

نسخ (Copy):

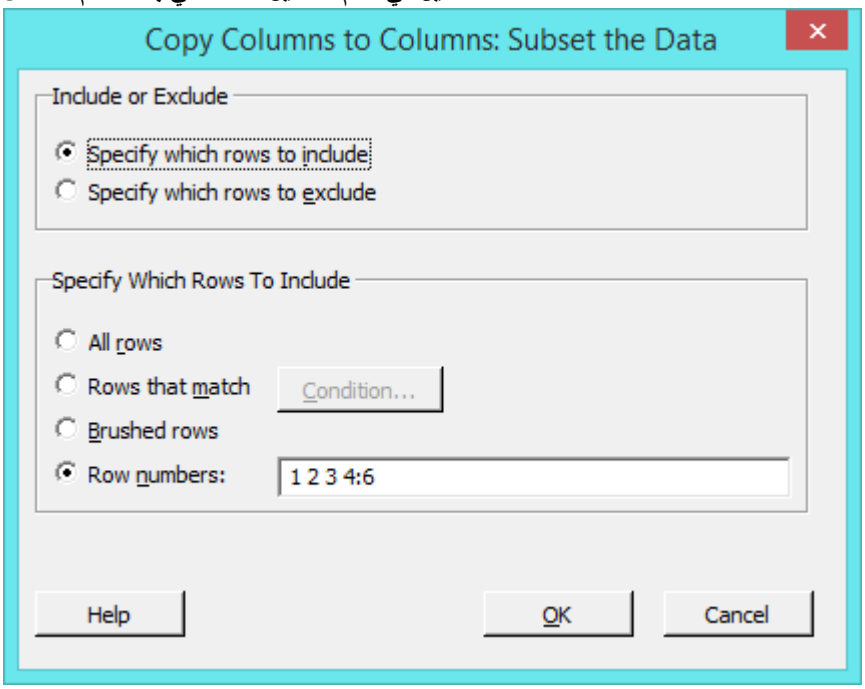
تحتوي قائمة نسخ على التالي:



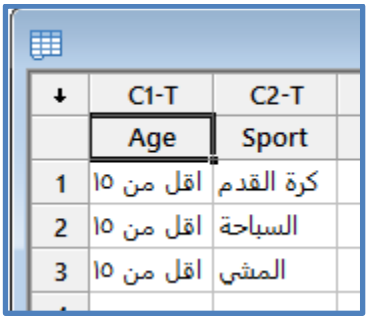
نسخ اعمدة الى اعمدة في نفس ورقة العمل او في ورقة عمل اخرى (Columns to columns):



تحديد ارقام السطور المراد نسخها.



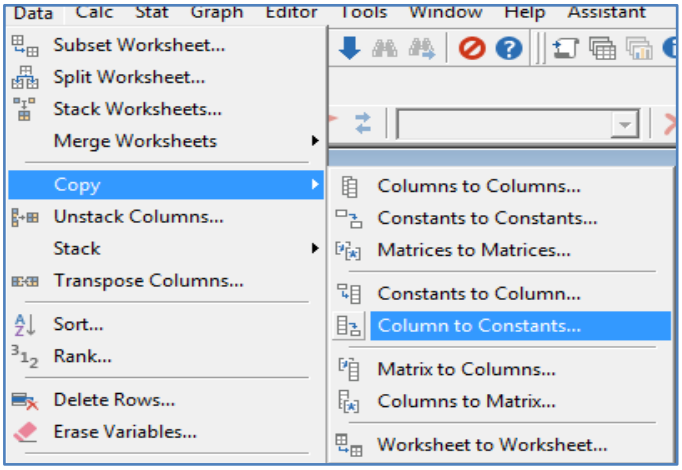
النتائج:

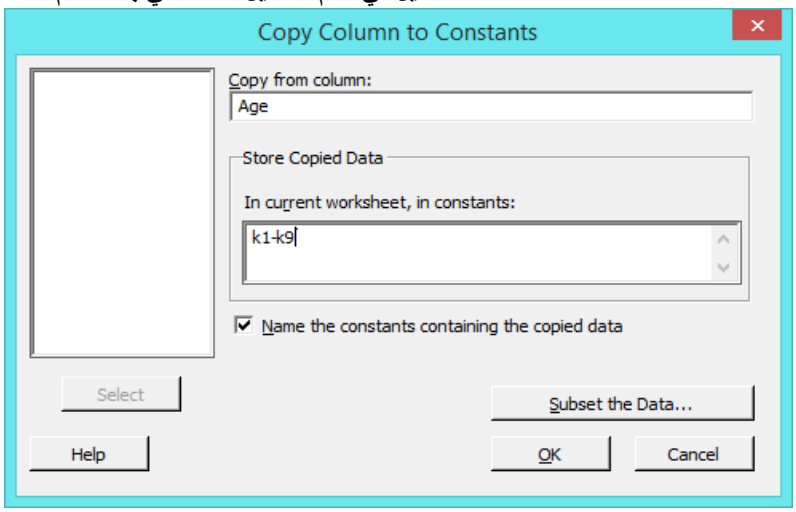


	C1-T	C2-T
	Age	Sport
1	اقل من ١٥	كرة القدم
2	اقل من ١٥	السباحة
3	اقل من ١٥	المشي

<u>نسخ قيم ثابت/ثوابت في ورقة العمل الى ثابت/ثوابت اخرى في نفس ورقة العمل او ورقة عمل اخرى (Constant to constant)</u>

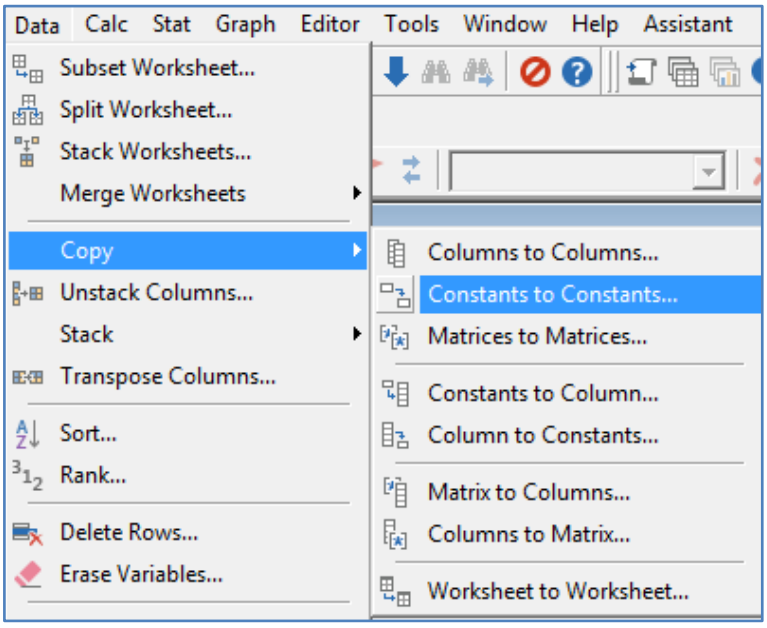
ملاحظة: تتم هذه العملية بعد اجراء (Copy > Column to constant) ، بحيث يتم اولا حفظ قيم داخل ثوابت (K1 , K2,K3, ...) في ورقة العمل لاستخدامها في الحفظ من ثابت الى ثوابت اخرى.

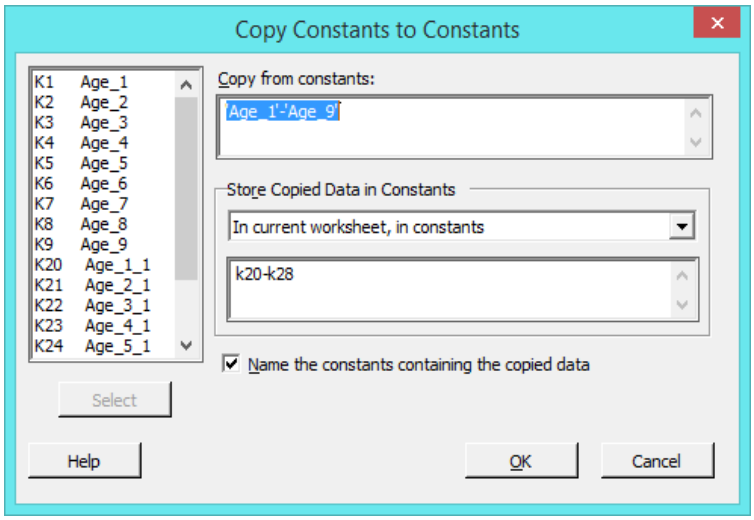




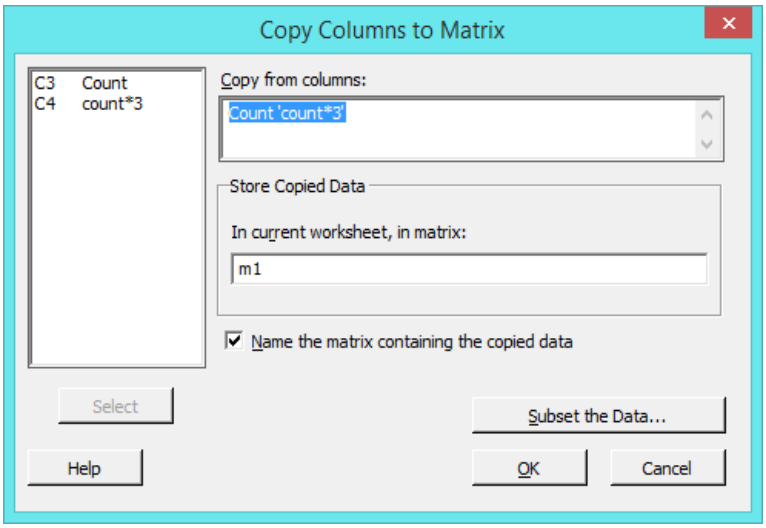
حيث ان عدد الصفوف التي سيتم نسخ البيانات في المتغير Age هو (9) صفوف ، لذا استخدمنا المتغير K1–K9.

بعد هذا الاجراء لن يتم التغيير على اي شيء ، سوى انه قد تم اسناد البيانات في المتغير Age الى ثوابت من k1 الى k2 في ذاكرة النظام الان ، سنقوم بنسخ قسم هذه الثوابت الى متغير اخر من K20 الى K29 مثلا.

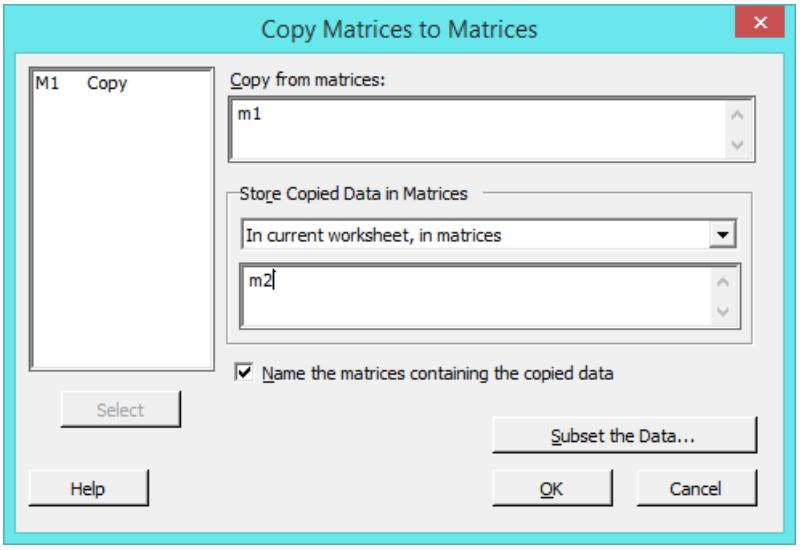




نسخ من مصفوفة الى مصفوفة (Matrices to matrices) : يجب اولا ان يكون قد تم حفظ مجموعة من الاعمدة والصفوف في مصفوفة مثل (M1) من خلال استخدام (Copy > columns to matrix)

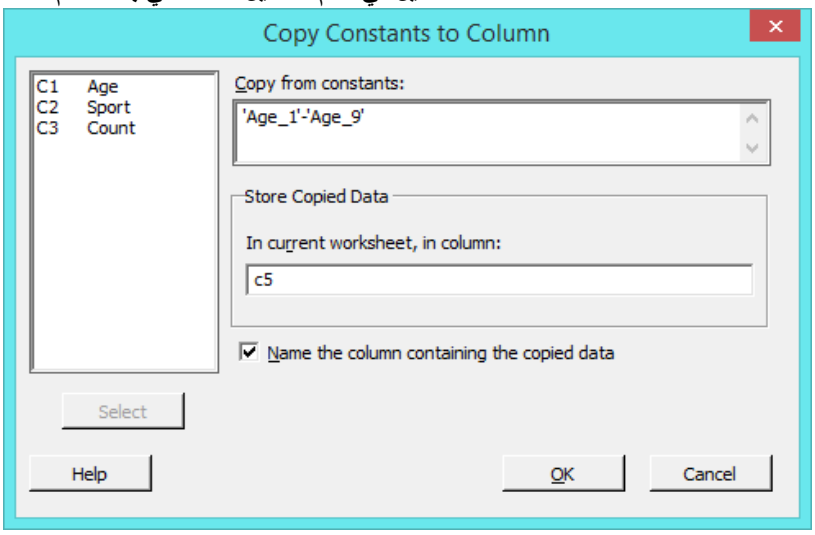


والان سنقوم بنسخ مصفوفة M1 الى مصفوفة جديدة M2 من خلال (Copy > Matrices to matrices)



ملاحظة : هذه العملية لا تؤدي الى مخرجات ظاهرة وانما تتم في ذاكرة النظام فقط.

النسخ من ثوابت الى عمود (Constant to column) : سنقوم بنسخ قيم ثوابت محفوظه مسبقا مثل (K1-K9) الى عمود في نفس ورقة العمل.

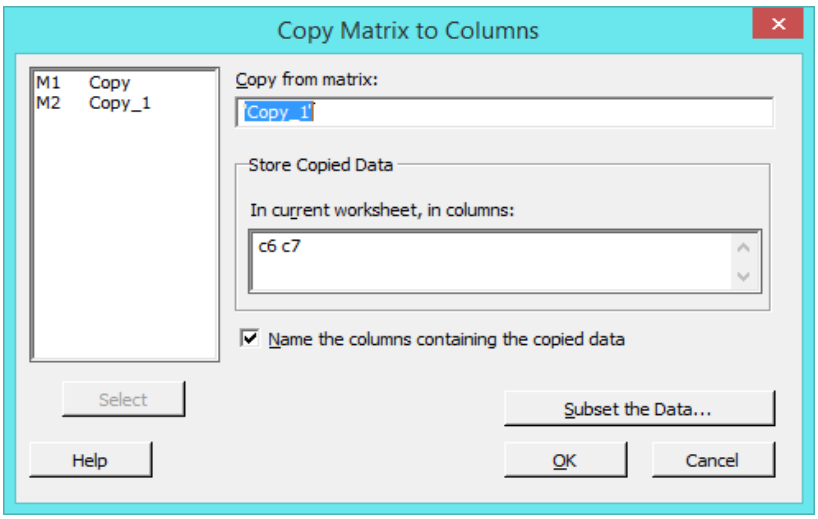


النتائج:

	C1-T	C2-T	C3	C4	C5-T
	Age	Sport	Count	count*3	Copy_2
3	اقل من ١٥	المشي	10	30	اقل من ١٥
4	15-30	كرة القدم	8	24	15-30
5	15-30	السباحة	55	165	15-30
6	15-30	المشي	22	66	15-30
7	30-60	كرة القدم	6	18	30-60
8	30-60	السباحة	24	72	30-60
9	30-60	المشي	40	120	30-60

النسخ من عمود الى ثوابت (Column to constant) : تم شرحه سابقا.

النسخ من مصفوفة الى عمود (Matrix to columns):



حيث ان (Copy_1) في هذا المثال هو اسم مصفوفة ، وتم حفظها في عمودين C6 و C7 لان المصفوفة (Copy_1) اصلا هي ناتجه من عمودين.

النتائج:

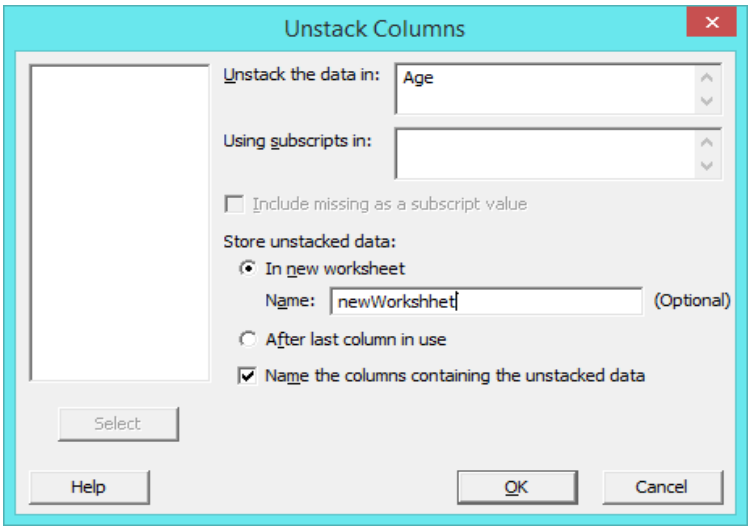
↓	C1-T	C2-T	C3	C4	C5-T	C6	C7
	Age	Sport	Count	count*3	Copy_2	Copy_1_1	Copy_1_2
3	اقل من ١٥	المشي	10	30	اقل من ١٥	10	30
4	15-30	كرة القدم	8	24	15-30	8	24
5	15-30	السباحة	55	165	15-30	55	165
6	15-30	المشي	22	66	15-30	22	66
7	30-60	كرة القدم	6	18	30-60	6	18
8	30-60	السباحة	24	72	30-60	24	72
9	30-60	المشي	40	120	30-60	40	120

النسخ من عمود الى مصفوفة (Columns to Matrix) : تم شرحه سابقا.

نسخ ورقة عمل الى ورقة عمل اخرى (Worksheet to worksheet) : يتم نسخ ورقة العمل وتسميتها باسم اخر.

تجزئة عمود/اعمدة الى عدة اعمدة بحيث يتحول العمود الى عدة اعمدة افقية (Unstack columns):

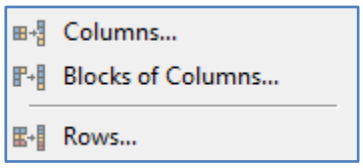
↓	C1-T	C2-T	C3
	Age	Sport	Count
1	اقل من ١٥	كرة القدم	25
2	اقل من ١٥	السباحة	10
3	اقل من ١٥	المشي	10
4	15-30	كرة القدم	8
5	15-30	السباحة	55
6	15-30	المشي	22
7	30-60	كرة القدم	6
8	30-60	السباحة	24
9	30-60	المشي	40



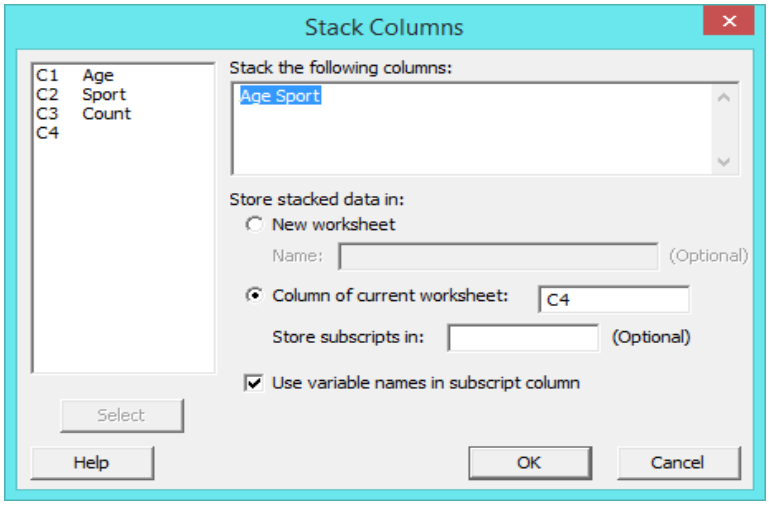
النتائج:

↓	C1-T	C2-T	C3-T	C4-T	C5-T	C6-T	C7-T	C8-T	C9-T	C10
	Age_Row1	Age_Row2	Age_Row3	Age_Row4	Age_Row5	Age_Row6	Age_Row7	Age_Row8	Age_Row9	
1	اقل من ١٥	اقل من ١٥	اقل من ١٥	15-30	15-30	15-30	30-60	30-60	30-60	

تجميع البيانات من عدة اعمدة / صفوف فى عمود واحد(Stack) :



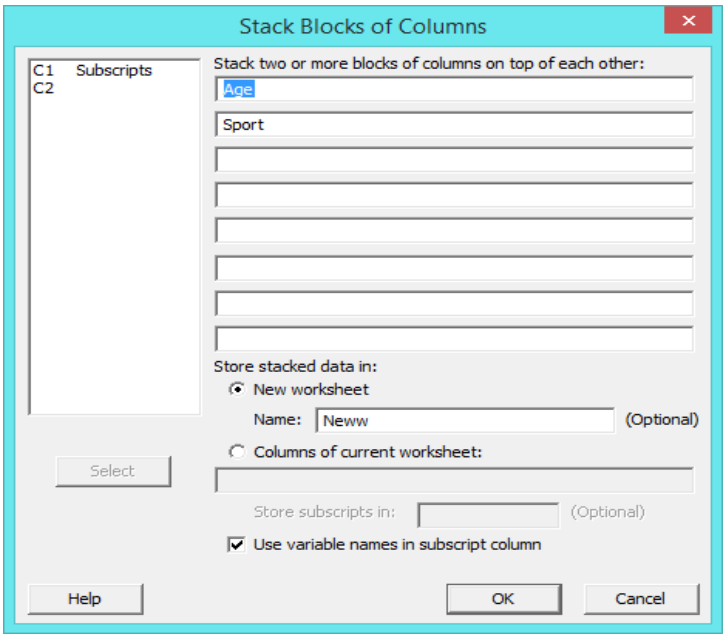
التجميع من عدة اعمدة (Columns):



النتائج :

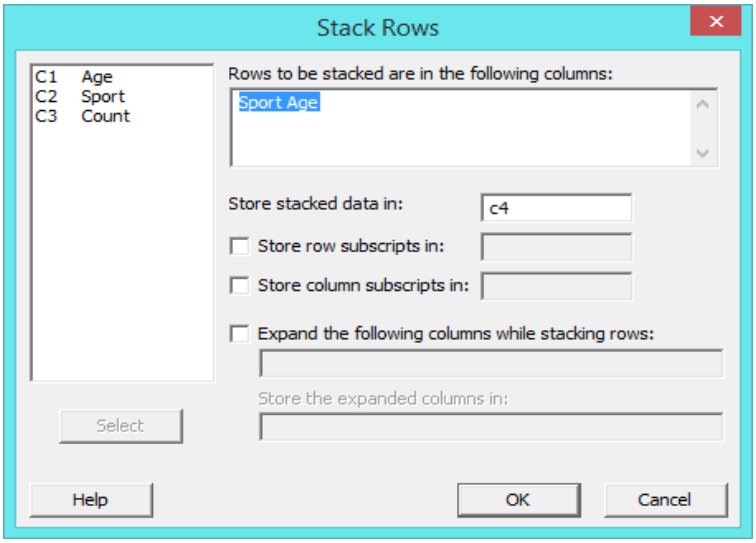
C4-T
اقل من ١٥
اقل من ١٥
اقل من ١٥
15-30
15-30
15-30
30-60
30-60
30-60
كرة القدم

التجميع من عدة اعمدة من نفس النوع (نص ، رقم ، تاريخ ، ...) (Blocks of columns)



	C1-T	C2-T
	Subscripts	
1	Age	اقل من 10
2	Age	اقل من 10
3	Age	اقل من 10
4	Age	15-30
5	Age	15-30
6	Age	15-30
7	Age	30-60
8	Age	30-60
9	Age	30-60
10	Sport	كرة القدم
11	Sport	السباحة
12	Sport	المشي
13	Sport	كرة القدم
14	Sport	السباحة
15	Sport	المشي
16	Sport	كرة القدم
17	Sport	السباحة
18	Sport	المشي

التجميع من الصفوف (Rows): يتم تجميع مدخلات الصفوف بالتتالي الى احد الاعمدة المحددة .

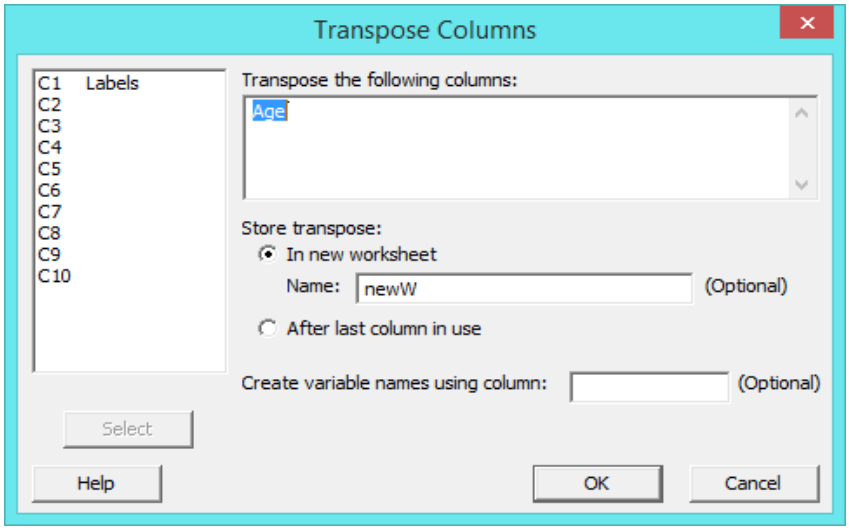


ملاحظة :البيانات يجب ان تكون من نفس النوع.

النتائج:

Age	Sport	Count	
اقل من ١٥	كرة القدم	25	كرة القدم
اقل من ١٥	السباحة	10	اقل من ١٥
اقل من ١٥	المشي	10	السباحة
15-30	كرة القدم	8	اقل من ١٥
15-30	السباحة	55	المشي
15-30	المشي	22	اقل من ١٥
30-60	كرة القدم	6	كرة القدم
30-60	السباحة	24	15-30
30-60	المشي	40	السباحة
			15-30
			المشي
			15-30
			كرة القدم
			30-60
			السباحة
			30-60
			المشي
			30-60

تحويل الاعمدة الى صفوف / الصفوف الى اعمدة (Transpose columns):



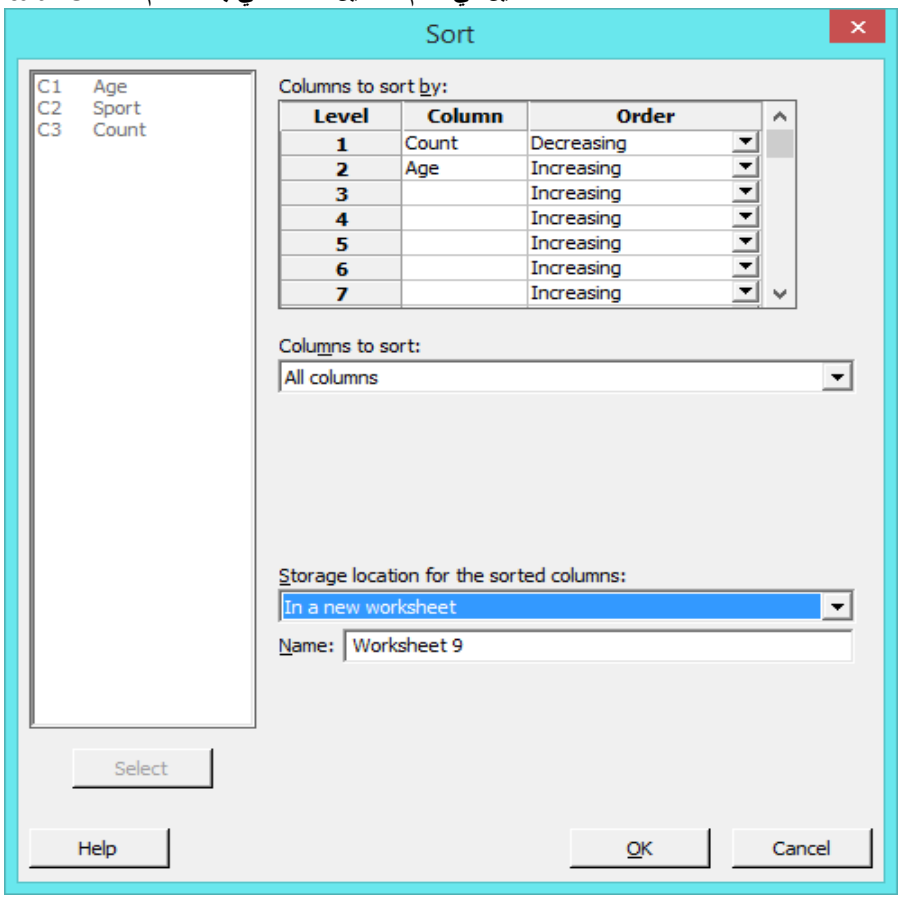
النتائج:

	C1-T	C2-T	C3-T	C4-T	C5-T	C6-T	C7-T	C8-T	C9-T	C10-T
	Labels									
1	Age	اقل من ١٥	اقل من ١٥	اقل من ١٥	15-30	15-30	15-30	30-60	30-60	30-60

ترتيب (Sort) : **ترتيب البيانات (تصاعدي/تنازلي) بناء على شروط مرتبطة بالمتغيرات**

ترتيب البيانات ادناه حسب المتغير Count تنازليا ومن ثم حسب المتغير Age تصاعديا.

	C1-T	C2-T	C3
	Age	Sport	Count
1	اقل من ١٥	كرة القدم	25
2	اقل من ١٥	السباحة	10
3	اقل من ١٥	المشي	10
4	15-30	كرة القدم	8
5	15-30	السباحة	55
6	15-30	المشي	22
7	30-60	كرة القدم	6
8	30-60	السباحة	24
9	30-60	المشي	40

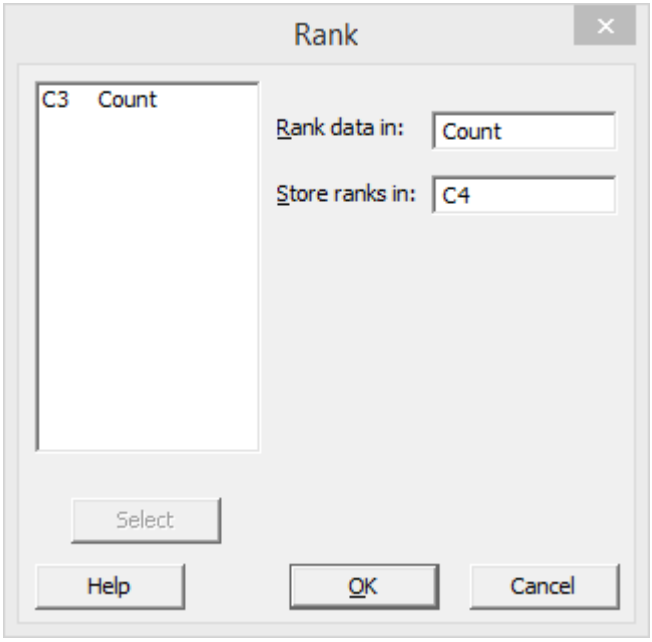


النتائج:

↓	C1-T	C2-T	C3
	Age	Sport	Count
1	15-30	السباحة	55
2	30-60	المشي	40
3	اقل من ١٥	كرة القدم	25
4	30-60	السباحة	24
5	15-30	المشي	22
6	اقل من ١٥	السباحة	10
7	اقل من ١٥	المشي	10
8	15-30	كرة القدم	8
9	30-60	كرة القدم	6

ترتيب البيانات بالاعتماد على الرتبة (Rank) :

Age	Sport	Count
اقل من ١٥	كرة القدم	25
اقل من ١٥	السباحة	10
اقل من ١٥	المشي	10
15-30	كرة القدم	8
15-30	السباحة	55
15-30	المشي	22
30-60	كرة القدم	6
30-60	السباحة	24
30-60	المشي	40

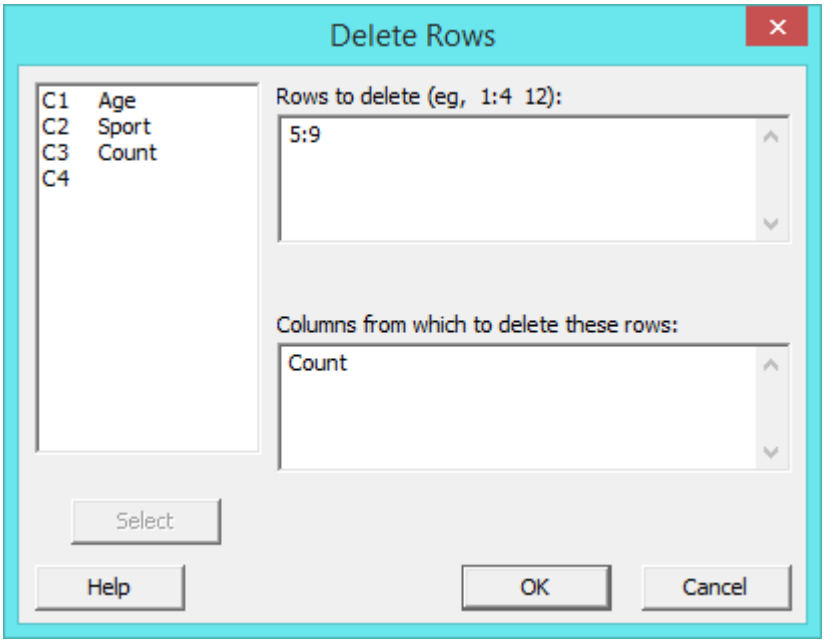


النتائج :

Age	Sport	Count	
اقل من ١٥	كرة القدم	25	7.0
اقل من ١٥	السباحة	10	3.5
اقل من ١٥	المشي	10	3.5
15-30	كرة القدم	8	2.0
15-30	السباحة	55	9.0
15-30	المشي	22	5.0
30-60	كرة القدم	6	1.0
30-60	السباحة	24	6.0
30-60	المشي	40	8.0

حذف الصفوف (Delete rows) : يتم حذف مجموعة صف/صفوف من البيانات بالاعتماد على عمود /اعمدة ما.

Age	Sport	Count	
اقل من ١٥	كرة القدم	25	7.0
اقل من ١٥	السباحة	10	3.5
اقل من ١٥	المشي	10	3.5
15-30	كرة القدم	8	2.0
15-30	السباحة	55	9.0
15-30	المشي	22	5.0
30-60	كرة القدم	6	1.0
30-60	السباحة	24	6.0
30-60	المشي	40	8.0

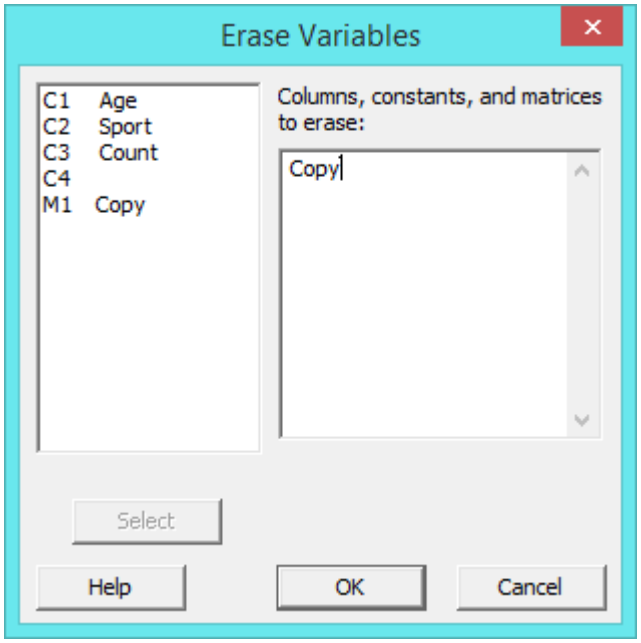


النتائج:

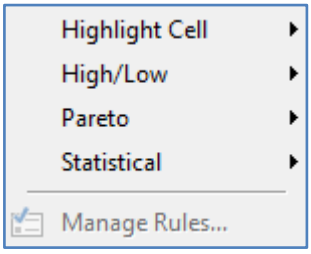
Age	Sport	Count	
اقل من ١٥	كرة القدم	25	7.0
اقل من ١٥	السباحة	10	3.5
اقل من ١٥	المشي	10	3.5
15-30	كرة القدم	8	2.0
15-30	السباحة		9.0
15-30	المشي		5.0
30-60	كرة القدم		1.0
30-60	السباحة		6.0

حذف البيانات من اعمدة / ثوابت / مصفوفات (Erase variables) :

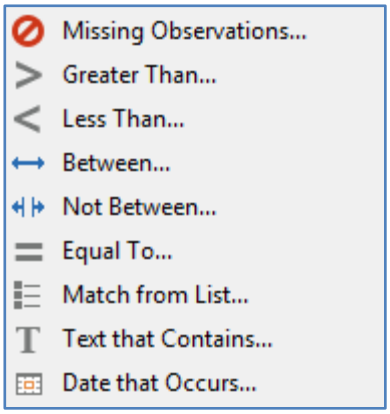
نقوم بحذف احد المصفوفات المسجلة في المشروع والمسمى (M1).



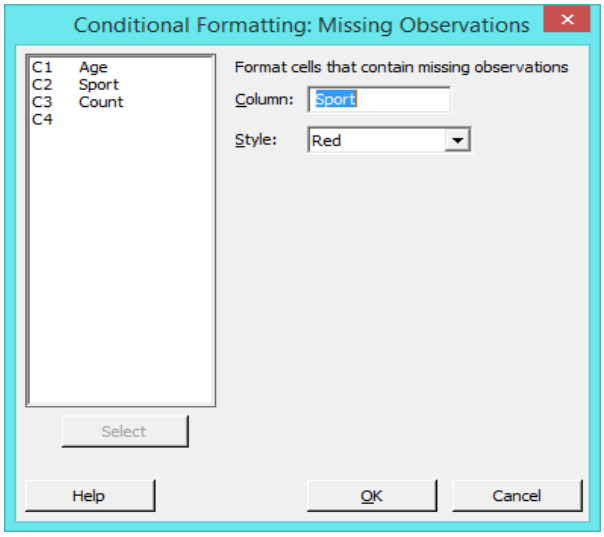
التهيئة المشروطة (Conditional Formatting) : وهي كما يلي



تظليل الخلية (Highlight cell) : من خلال اوامر القائمة



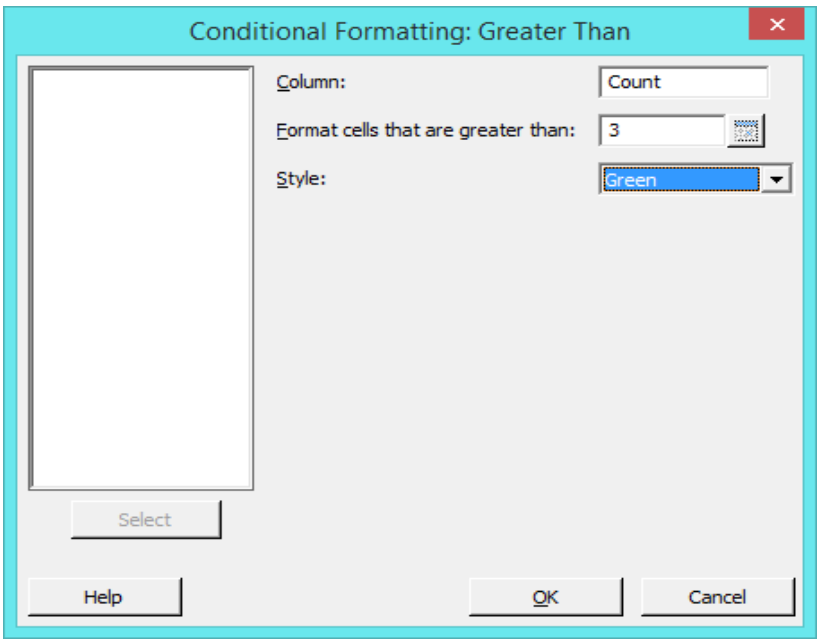
المشاهدات المفقودة (Missing observations) : تظليل الخلايا التي تضم بيانات مفقودة بلون ما.



النتائج :

Age	Sport
اقل من ١٥	كرة القدم
اقل من ١٥	السباحة
اقل من ١٥	المشي
15-30	*Missing*
15-30	السباحة
15-30	المشي
30-60	كرة القدم
30-60	السباحة

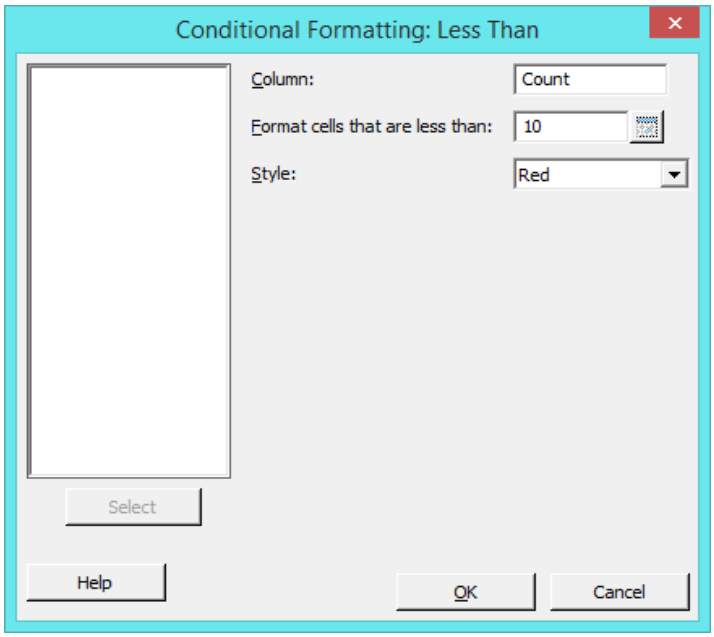
البيانات الاكبر من (Greater than) : تظليل البيانات التي تحقق شرط الاكبر من قيمة معينة.



النتائج:

Age	Sport	Count	
اقل من ١٥	كرة القدم	25	7.0
اقل من ١٥	السباحة	10	3.5
اقل من ١٥	المشي	10	3.5
15-30	كرة القدم	8	2.0
15-30	السباحة		9.0
15-30	المشي		5.0
30-60	كرة القدم		1.0
30-60	السباحة		6.0

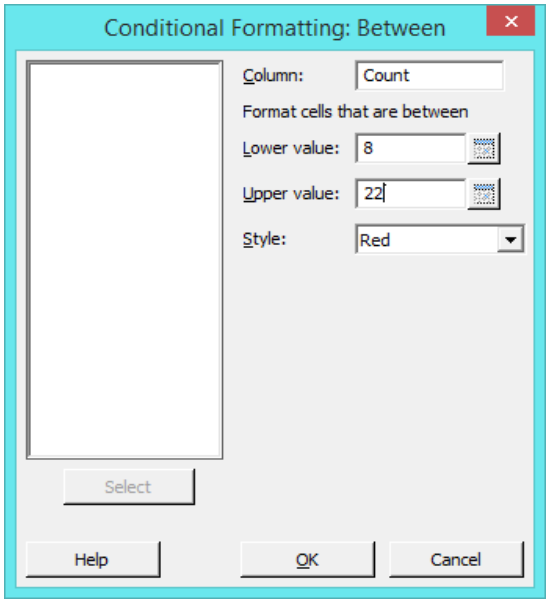
البيانات الاقل من (Less than) : تظليل البيانات التي تحقق شرط الاقل من قيمة معينة.



النتائج :

Age	Sport	Count
اقل من ١٥	المشي	10
15-30	كرة القدم	8
15-30	السباحة	55
15-30	المشي	22
30-60	كرة القدم	6
30-60	السباحة	24
30-60	المشي	40

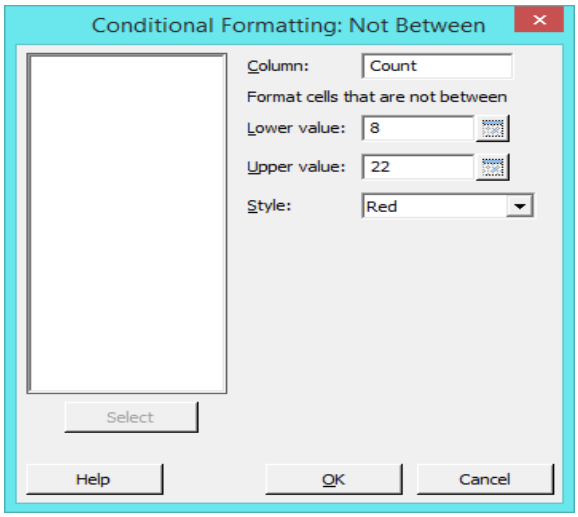
البيانات التي تقع بين قيمتين (Between) : تظليل البيانات التي تحقق شرط (تقع بين قيمتين معينتين).



النتائج :

Age	Sport	Count
اقل من ١٥	المشي	10
15-30	كرة القدم	8
15-30	السباحة	55
15-30	المشي	22
30-60	كرة القدم	6
30-60	السباحة	24
30-60	المشي	40

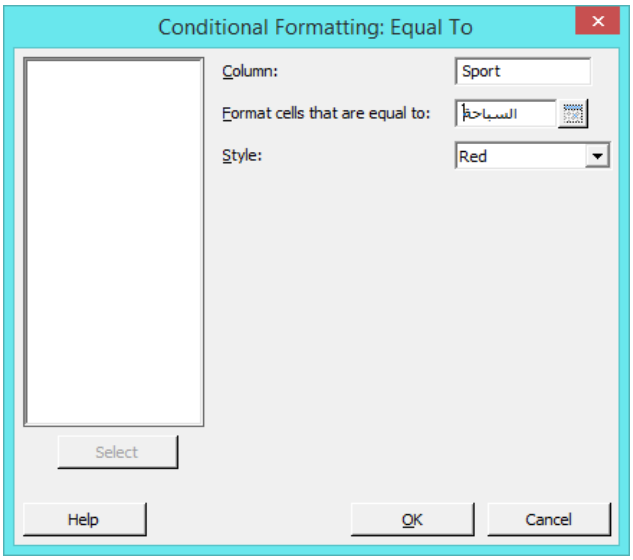
ليست بين (Not between) : تظليل البيانات التي تحقق شرط (لا تقع بين قيمتين معينتين).



النتائج:

اقل من ١٥	المشي	10
15-30	كرة القدم	8
15-30	السباحة	55
15-30	المشي	22
30-60	كرة القدم	6
30-60	السباحة	24
30-60	المشي	40

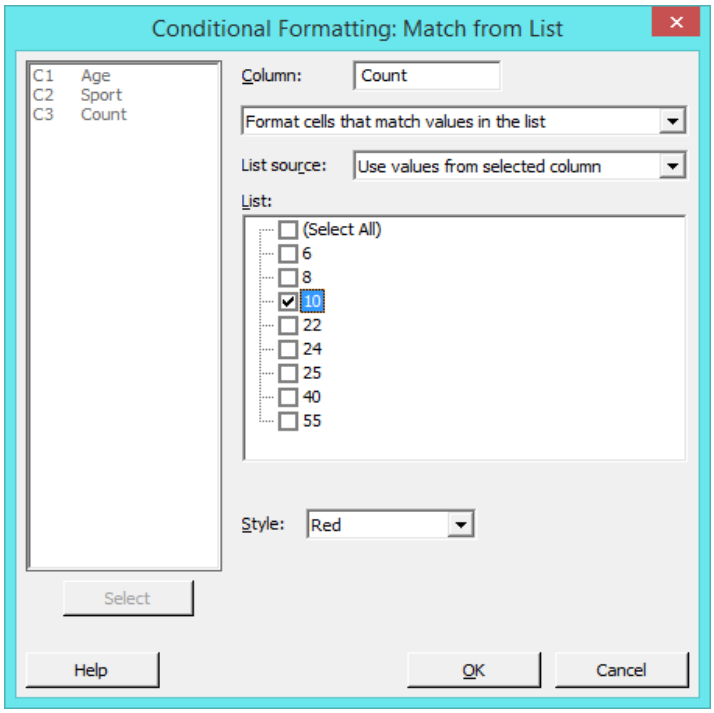
<u>البيانات التي تساوي (Equal to)</u> : تظليل البيانات التي تحقق شرط (تساوي قيمة معينة).



النتائج:

Age	Sport	Count
اقل من ١٥	المشي	10
15-30	كرة القدم	8
15-30	السباحة	55
15-30	المشي	22
30-60	كرة القدم	6
30-60	السباحة	24
30-60	المشي	40

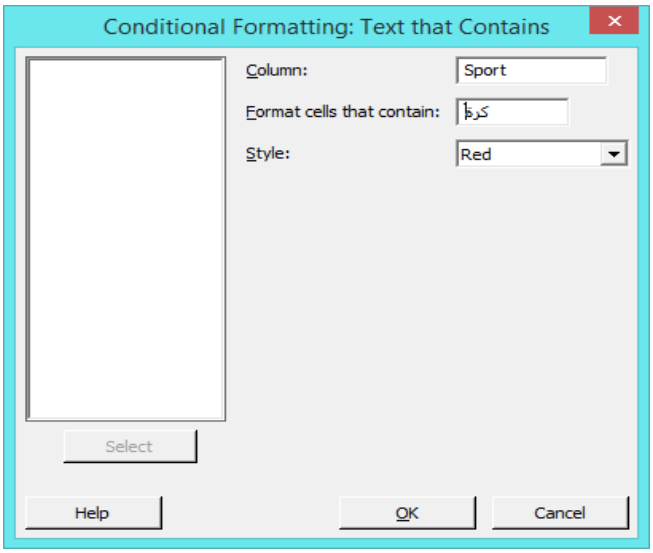
تطابق الشرط من القائمة (Match from list) : تظليل البيانات التي تطابق الخيار /الخيارات من القائمة الظاهرة



النتائج:

Age	Sport	Count
اقل من ١٥	المشي	10
15-30	كرة القدم	8
15-30	السباحة	55
15-30	المشي	22
30-60	كرة القدم	6
30-60	السباحة	24
30-60	المشي	40

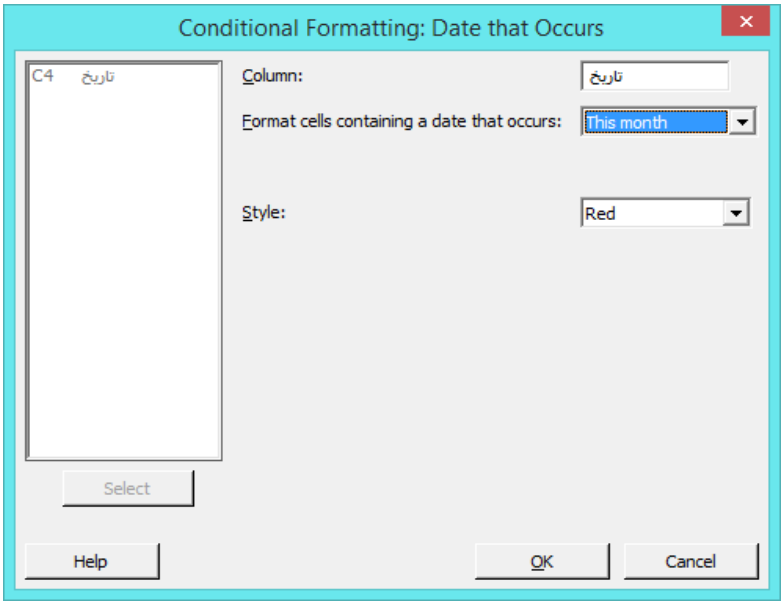
البيانات النصية التي تحتوي مقطع معين (Text that contain) :



النتائج :

Age	Sport	Count
اقل من ١٥	كرة القدم	25
اقل من ١٥	السباحة	11
اقل من ١٥	المشي	11
15-30	كرة القدم	8
15-30	السباحة	55
15-30	المشي	22
30-60	كرة القدم	6
30-60	السباحة	24
30-60	المشي	40

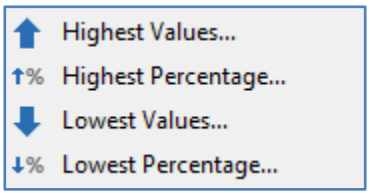
تاريخ يحقق شرط (Dates that occurs) : تظليل خلايا تحتوي بيانات (Date) بحيث تحقق شرط.



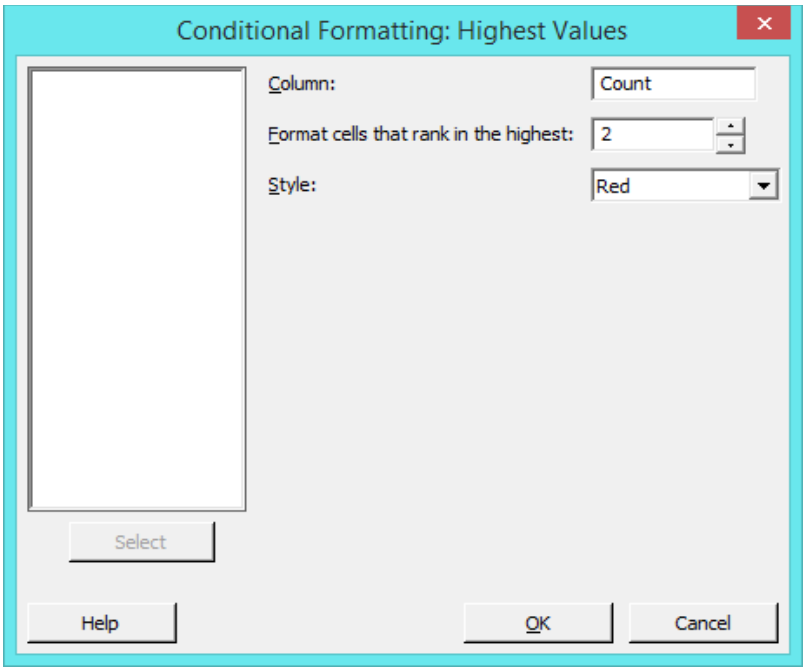
النتائج:

Age	Sport	Count	تاريخ
اقل من ١٥	كرة القدم	25	10/02/2020
اقل من ١٥	السباحة	11	12/02/2020
اقل من ١٥	المشي	11	15/02/2020
15-30	كرة القدم	8	01/03/2020
15-30	السباحة	55	06/10/2020
15-30	المشي	22	07/09/2020
30-60	كرة القدم	6	03/03/2020
30-60	السباحة	24	06/06/2020
30-60	المشي	40	06/05/2020

تظليل الخلايا التي تحقق الشرط من النوع اعلى / اقل (High/Low):



القيمة /القيم ذات الرتبة الاعلى (Highest value) : يتم تحديد عدد القيم بحد اعلى (1000) قيمة من القيم الاعلى في متغير ما.

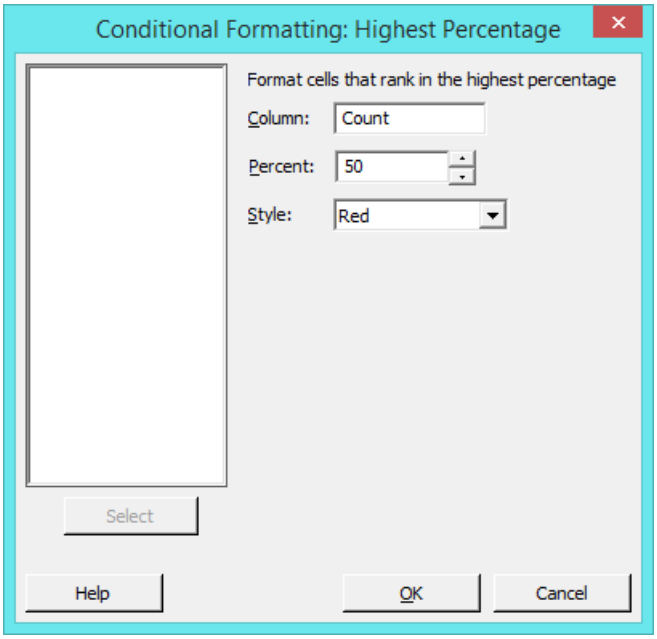


تظليل اعلى قيمتين من قيم المتغير Count.

النتائج :

اقل من ١٥	كرة القدم	25	10/02/2020
اقل من ١٥	السباحة	11	12/02/2020
اقل من ١٥	المشي	11	15/02/2020
15-30	كرة القدم	8	01/03/2020
15-30	السباحة	55	06/10/2020
15-30	المشي	22	07/09/2020
30-60	كرة القدم	6	03/03/2020
30-60	السباحة	24	06/06/2020
30-60	المشي	40	06/05/2020

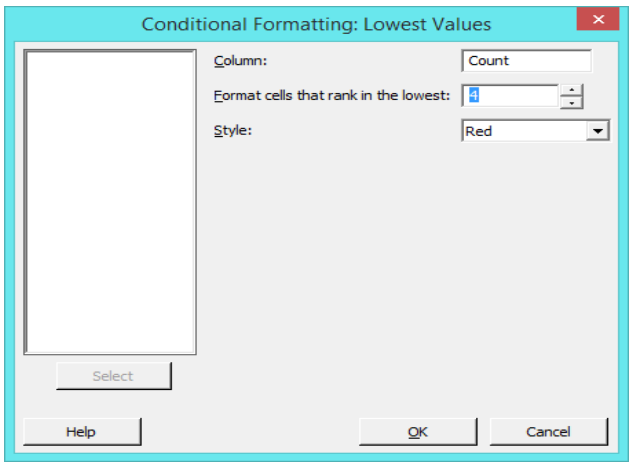
تظليل اعلى قيمة/قيم من متغير معين بنسبة معينة مثل (تظليل 50%) من اعلى قيم لمتغير (Heighest Percenrage) .



النتائج :

Age	Sport	Count	تاريخ
اقل من ١٥	كرة القدم	25	10/02/2020
اقل من ١٥	السباحة	11	12/02/2020
اقل من ١٥	المشي	11	15/02/2020
15-30	كرة القدم	8	01/03/2020
15-30	السباحة	55	06/10/2020
15-30	المشي	22	07/09/2020
30-60	كرة القدم	6	03/03/2020
30-60	السباحة	24	06/06/2020
30-60	المشي	40	06/05/2020

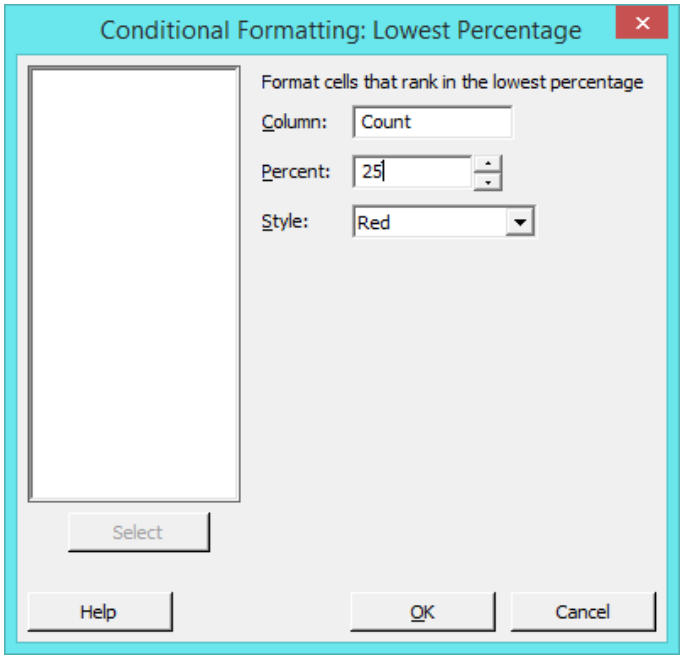
القيمة /القيم ذات الرتبة الاقل (Lowest value) : يتم تحديد عدد القيم بحد اعلى (1000) قيمة من القيم الاقل في متغير ما.



النتائج :

Age	Sport	Count	تاريخ
اقل من ١٥	كرة القدم	25	10/02/2020
اقل من ١٥	السباحة	11	12/02/2020
اقل من ١٥	المشي	11	15/02/2020
15-30	كرة القدم	8	01/03/2020
15-30	السباحة	55	06/10/2020
15-30	المشي	22	07/09/2020
30-60	كرة القدم	6	03/03/2020
30-60	السباحة	24	06/06/2020
30-60	المشي	40	06/05/2020

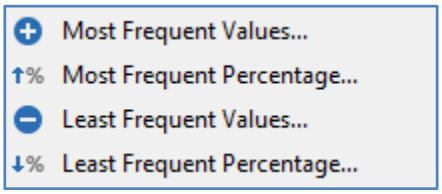
تظليل اقل قيمة/قيم من متغير معين بنسبة معينة مثل (تظليل 50%) من اقل قيم لمتغير (Lowest Percentage) .



النتائج :

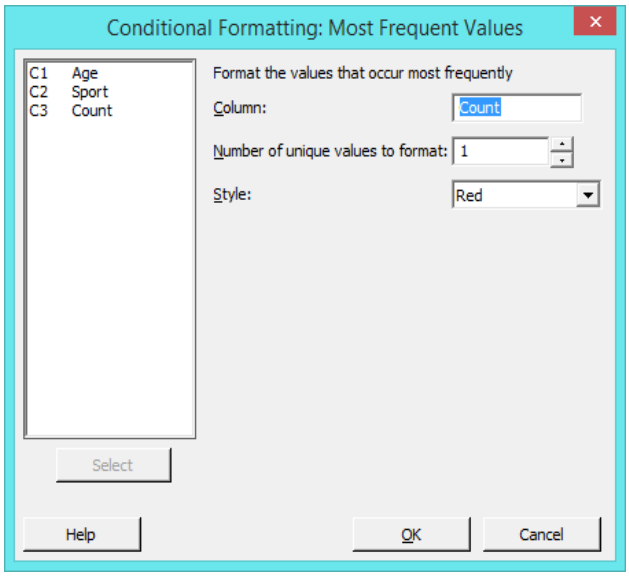
Age	Sport	Count	تاريخ
اقل من ١٥	كرة القدم	25	10/02/2020
اقل من ١٥	السباحة	11	12/02/2020
اقل من ١٥	المشي	11	15/02/2020
15-30	كرة القدم	8	01/03/2020
15-30	السباحة	55	06/10/2020
15-30	المشي	22	07/09/2020
30-60	كرة القدم	6	03/03/2020
30-60	السباحة	24	06/06/2020
30-60	المشي	40	06/05/2020

رسم منحنى باريتو (Pareto) : تستخدم هذه الخاصية لتظليل الخلايا التي تحتوي بيانات متشابهة في عمود محدد باحد الالوان .



الخلايا الاكثر تكرار من حيث العدد (Most frequent values) :

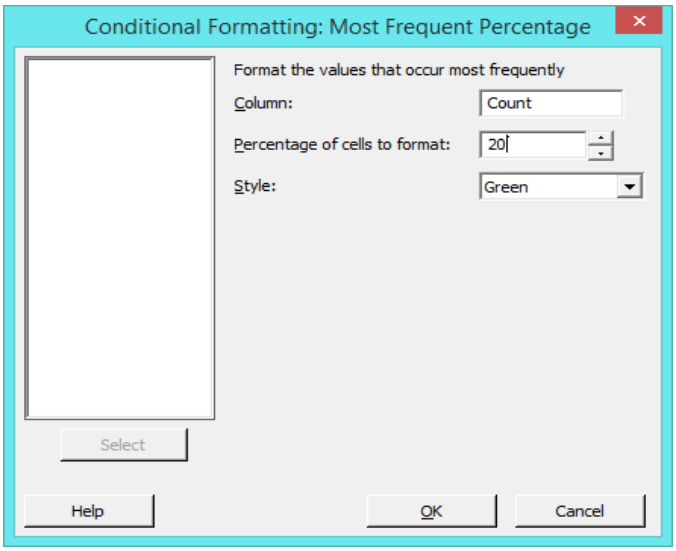
Age	Sport	Count
اقل من ١٥	كرة القدم	25
اقل من ١٥	السباحة	10
اقل من ١٥	المشي	10
15-30	كرة القدم	8
15-30	السباحة	55
15-30	المشي	22
30-60	كرة القدم	6
30-60	السباحة	24
30-60	المشي	40



النتائج:

Age	Sport	Count
اقل من ١٥	كرة القدم	25
اقل من ١٥	السباحة	10
اقل من ١٥	المشي	10
15-30	كرة القدم	8
15-30	السباحة	55
15-30	المشي	22
30-60	كرة القدم	6
30-60	السباحة	24
30-60	المشي	40

الخلايا الاكثر تكرار من حيث النسبة (Most frequent percentage) :

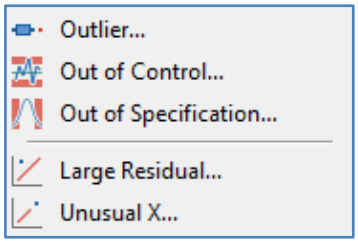


النتائج:

Age	Sport	Count
اقل من ١٥	كرة القدم	25
اقل من ١٥	السباحة	10
اقل من ١٥	المشي	10
15-30	كرة القدم	8
15-30	السباحة	55
15-30	المشي	22
30-60	كرة القدم	6
30-60	السباحة	24
30-60	المشي	40

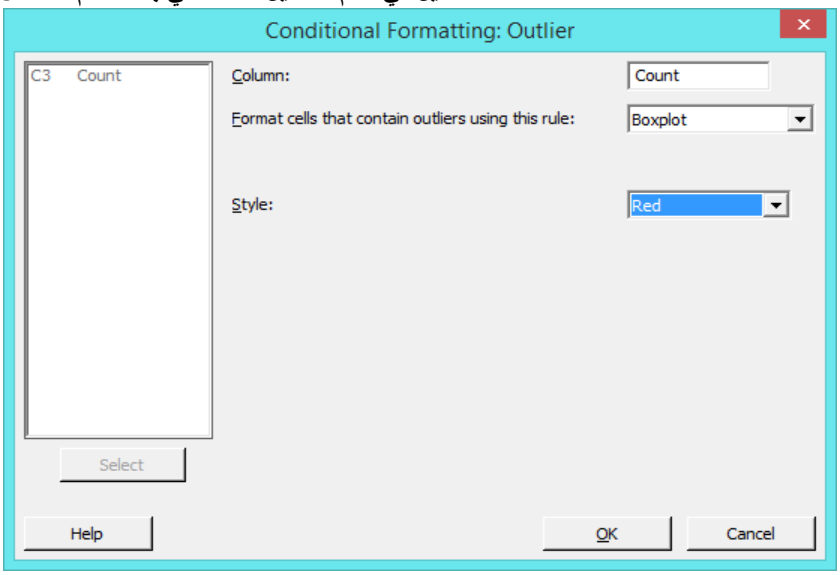
** يسري الامر على باقي الاوامر في القائمة بنفس الطريقة.

التظليل المشروط احصائيا (Statistical) : يتم تظليل الخلايا التي تحقق شروط احصائية محددة بلون معين.



الخلايا التي تحتوي بيانات متطرفة (Outlier) :

Age	Sport	Count
اقل من ١٥	كرة القدم	25
اقل من ١٥	السباحة	10
اقل من ١٥	المشي	10
15-30	كرة القدم	8
15-30	السباحة	55
15-30	المشي	22
30-60	كرة القدم	6
30-60	السباحة	24
30-60	المشي	400

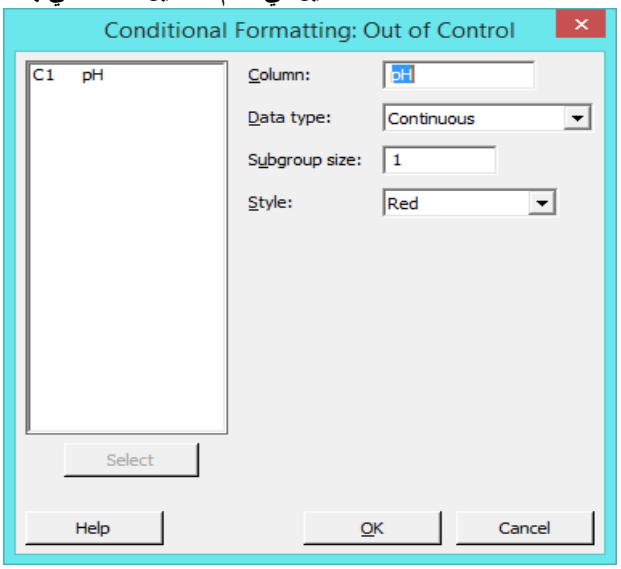


النتائج:

اقل من ١٥	كرة القدم	25
اقل من ١٥	السباحة	10
اقل من ١٥	المشي	10
15-30	كرة القدم	8
15-30	السباحة	55
15-30	المشي	22
30-60	كرة القدم	6
30-60	السباحة	24
30-60	المشي	400

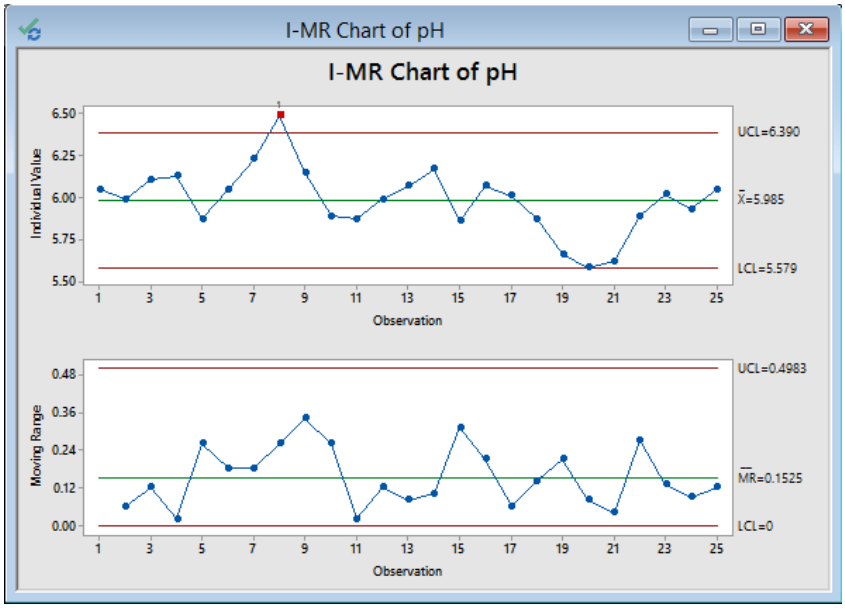
الخلايا التي تحتوي على بيانات تجعل مجموعة البيانات غير متناسقة (Out of control):

pH
6.05
5.99
6.11
6.13
5.87
6.05
6.23
6.49
6.15
5.89
5.87
5.99
6.07



النتائج:

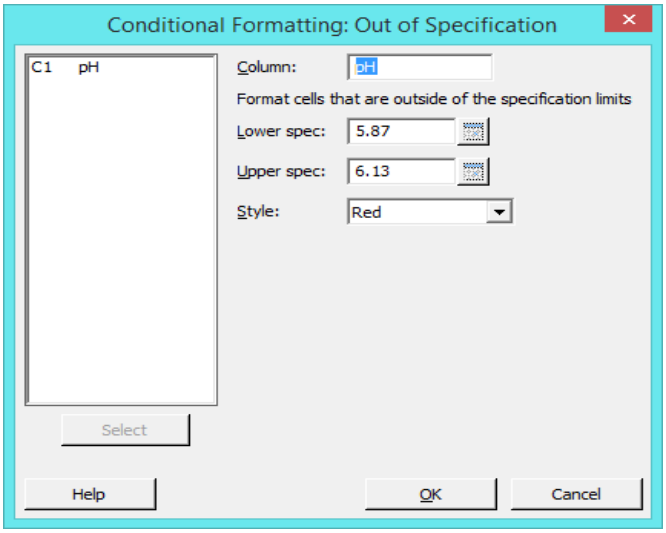
pH
6.05
5.99
6.11
6.13
5.87
6.05
6.23
6.49
6.15
5.89
5.87
5.99
6.07



** ملاحظة : هذا رسم (IMR) لتأكيد النتائج .(من قائمة Stat)

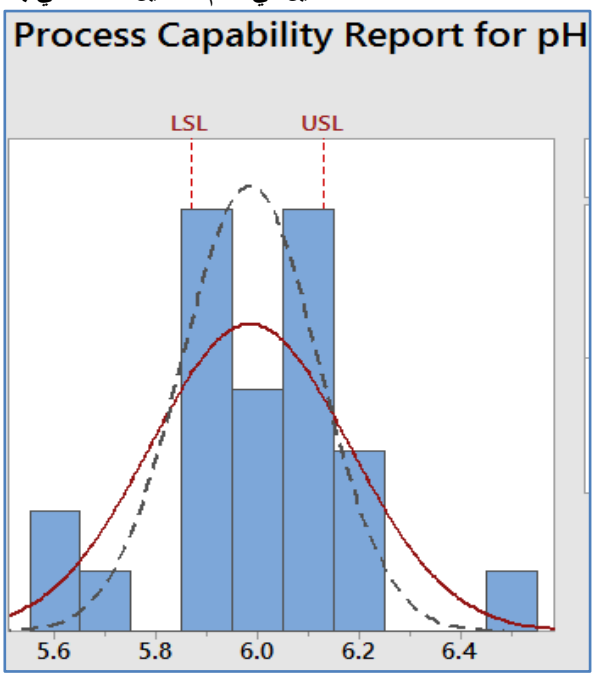
الخلايا التي تحتوي على بيانات تقع خارج المنحنى الطبيعي / خارج الحدود المعينة (Out of specification):

pH
6.05
5.99
6.11
6.13
5.87
6.05
6.23
6.49
6.15
5.89
5.87
5.99
6.07



النتائج:

pH
6.05
5.99
6.11
6.13
5.87
6.05
6.23
6.49
6.15
5.89
5.87
5.99
6.07

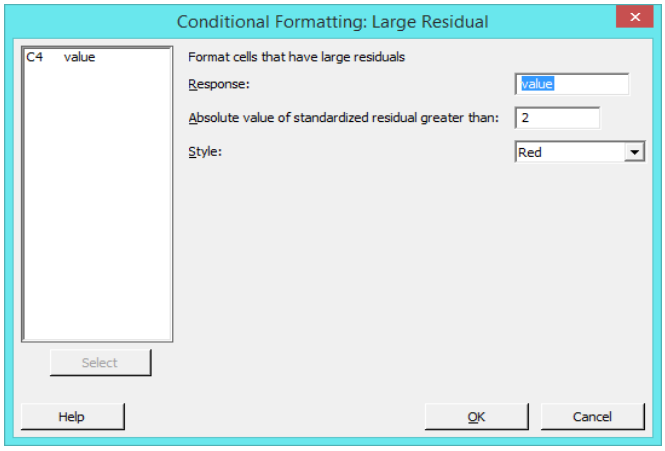


** رسم Specification هو للتوضيح من Stat > Quality tool .

البواقي ذات القيم الكبرى (Large residual) : يتم تظليل الخلايا التي تحتوي بيانات التي لها بواقي قياسية (Standard residuals) اكبر من القيمة المعينة. حتى يتم تفعيل هذا الامر يجب ان يتم اولا حساب Regression .

Age	Sport	Count	value	Residuals	Standard residuals
اقل من ١٥	كرة القدم	25	14	-5.0759	-0.33425
اقل من ١٥	السباحة	10	25	4.5341	0.31025
اقل من ١٥	المشي	10	10	-10.4659	-0.71614
15-30	كرة القدم	8	10	-10.6512	-0.73993
15-30	السباحة	55	8	-8.2960	-0.82019
15-30	المشي	22	55	35.6461	2.34262
30-60	كرة القدم	6	22	1.1635	0.08229
30-60	السباحة	24	6	-13.1686	-0.86612
30-60	المشي	40	24	6.3140	0.45387

** يتم تحديد Absolute value من عمود Standard residuals.



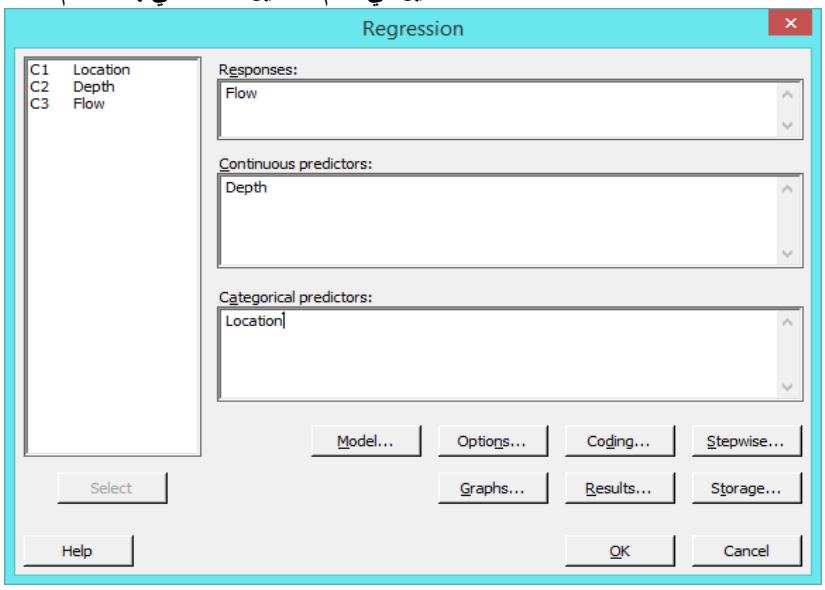
النتائج:

Age	Sport	Count	value
اقل من ١٥	كرة القدم	25	14
اقل من ١٥	السباحة	10	25
اقل من ١٥	المشي	10	10
15-30	كرة القدم	8	10
15-30	السباحة	55	8
15-30	المشي	22	55
30-60	كرة القدم	6	22
30-60	السباحة	24	6
30-60	المشي	40	24

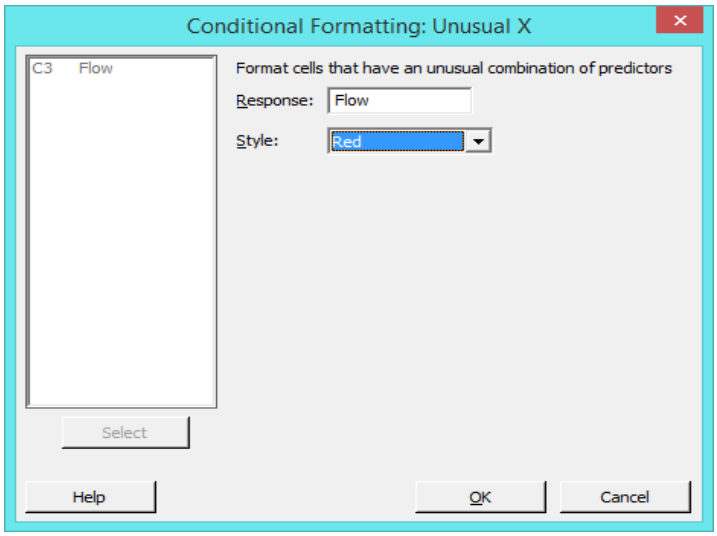
تظليل الخلايا التي تحتوي بيانات غير اعتيادية (Unusual) : يتم تحديد البيانات الغير اعتيادية عند حساب معادلة خط الانحدار Regression وفي تصميم التجارب DOE .

Location	Depth	Flow
Stream 1	0.34	0.636
Stream 1	0.29	0.319
Stream 1	0.28	0.734
Stream 1	0.42	1.327
Stream 1	0.29	0.487
Stream 1	0.41	0.924
Stream 1	0.76	5.900
Stream 1	0.73	5.890
Stream 1	0.46	1.979
Stream 1	0.40	1.124
Stream 2	0.96	0.820
Stream 2	0.92	0.500
Stream 2	0.90	0.433
Stream 2	0.85	0.215
Stream 2	0.84	0.120
Stream 2	0.84	0.172
Stream 2	0.82	0.106

ننفذ تحليل الانحدار على البيانات (Stat > Fit regression model)



ثم (Statistical > Unusual X)

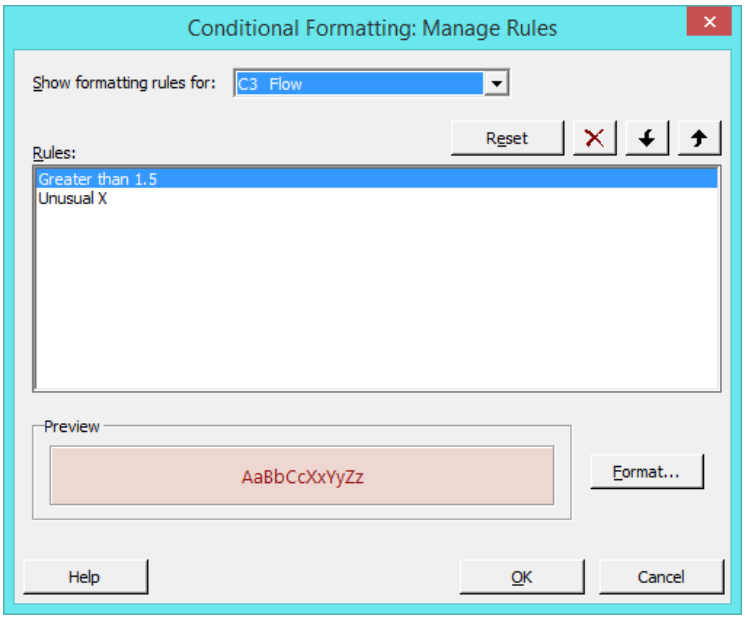


النتائج:

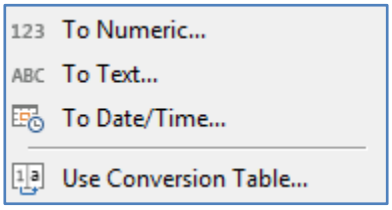
Location	Depth	Flow
Stream 1	0.34	0.636
Stream 1	0.29	0.319
Stream 1	0.28	0.734
Stream 1	0.42	1.327
Stream 1	0.29	0.487
Stream 1	0.41	0.924
Stream 1	0.76	5.900
Stream 1	0.73	5.890

** يتغير لون النص والخلفية لقيمة الاستجابة في الصف 7 بحيث يمكنك أن ترى أنه من غير المعتاد أن يكون لديك Depth قيمته 0.76 في Location من النوع Stream1.

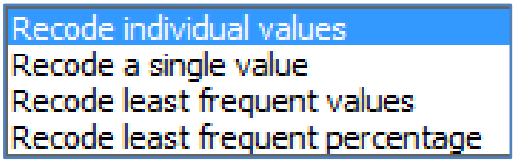
لازالة تظليل الخلايا التي تم تنفيذ اوامر عليها من النقاط السابقة والتحكم بها يستخدم (Manage rules)



اعادة الترميز للمتغيرات (Recode) : يتم تحويل نوع البيانات من نوع الى اخر حسب الحاجة في التحليل.

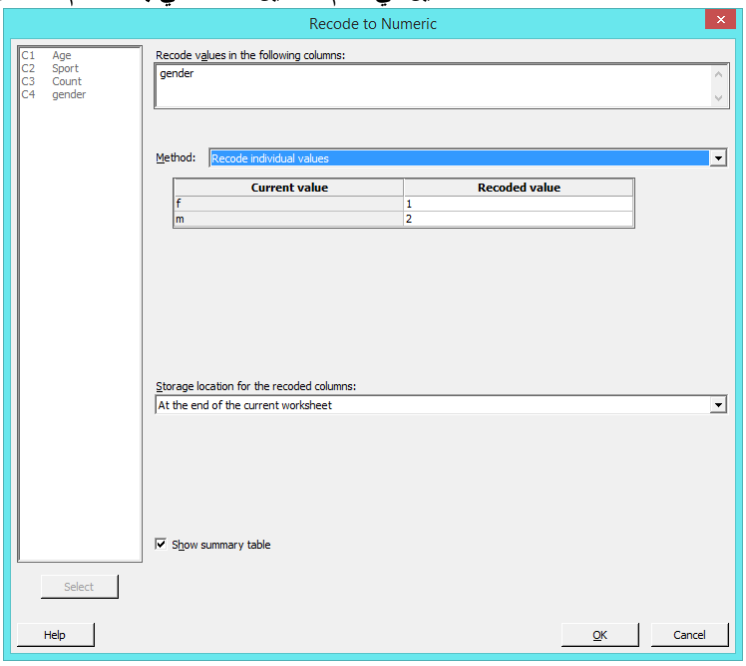


اعادة الترميز الى قيم عددية (To number) :



- اعادة ترميز البيانات حسب الفئات (Individual values):

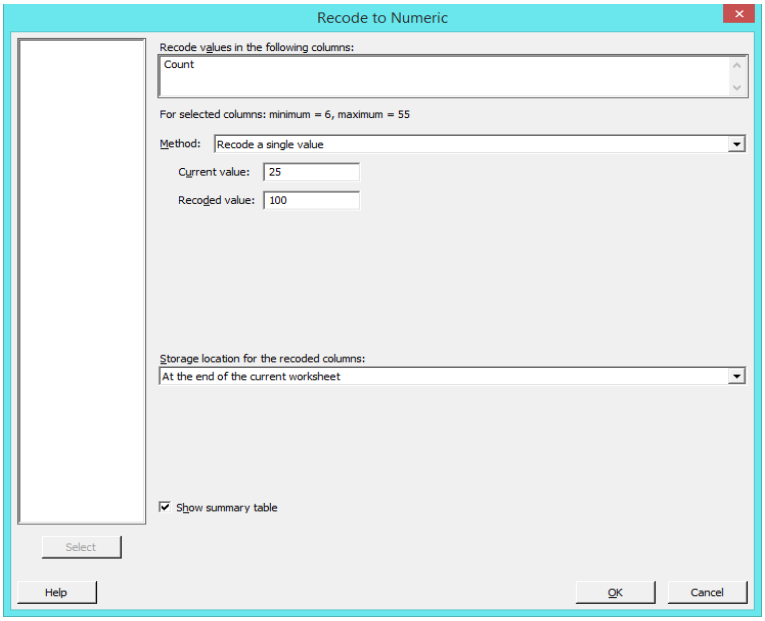
Age	Sport	Count	gender
اقل من ١٥	كرة القدم	25	f
اقل من ١٥	السباحة	10	f
اقل من ١٥	المشي	10	m
15-30	كرة القدم	8	m
15-30	السباحة	55	f
15-30	المشي	22	m
30-60	كرة القدم	6	m
30-60	السباحة	24	f



النتائج:

gender	Recoded gender
f	1
f	1
m	2
m	2
f	1
m	2
m	2
f	1

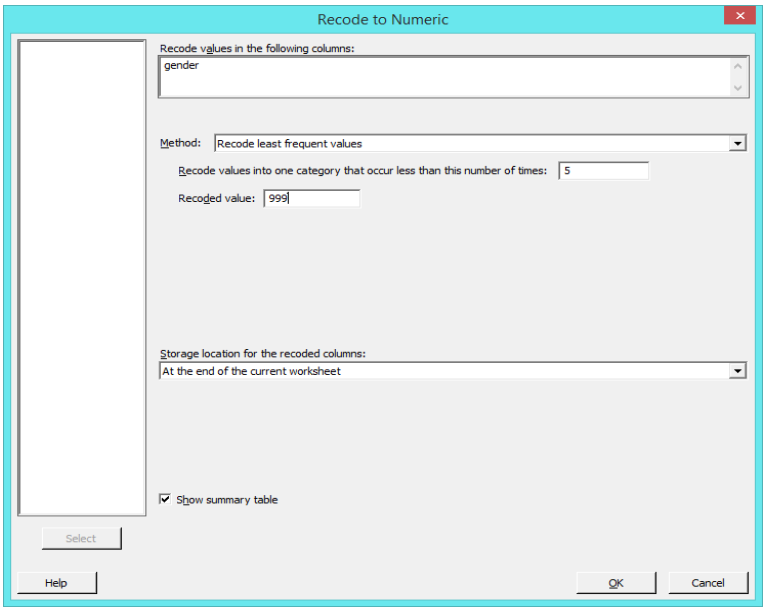
- اعادة ترميز البيانات المفردة (Single):



النتائج:

Count	gender	Recoded Count
25	f	100
10	f	10
10	m	10
8	m	8
55	f	55
22	m	22
6	m	6
24	f	24

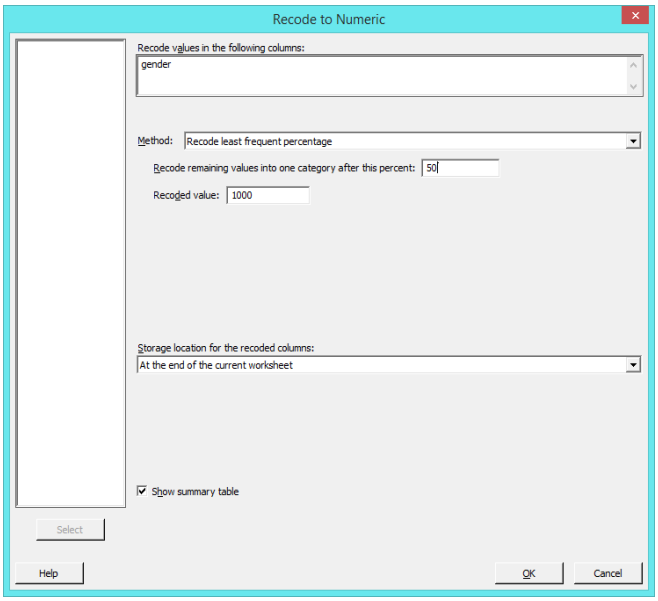
- اعادة ترميز البيانات المتكررة بعدد اقل من او يساوي عدد معين (Record least frequent values):



النتائج:

↓	C1-T	C2-T	C3	C4-T	C5-T
	Age	Sport	Count	gender	Recoded gender
1	اقل من ١٥	كرة القدم	25	f	f
2	اقل من ١٥	السباحة	10	f	f
3	اقل من ١٥	المشي	10	m	999
4	15-30	كرة القدم	8	m	999
5	15-30	السباحة	55	f	f
6	15-30	المشي	22	m	999
7	30-60	كرة القدم	6	f	f
8	30-60	السباحة	24	f	f

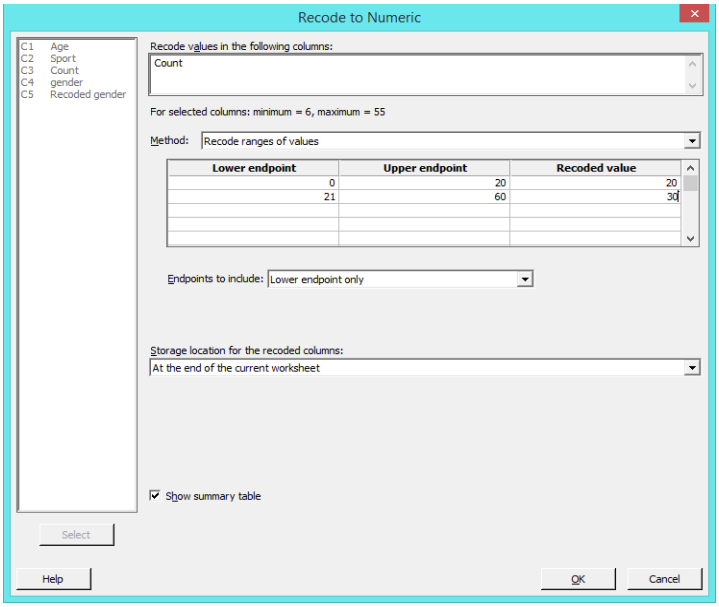
- اعادة ترميز البيانات المتكررة بنسبة اقل من او يساوي نسبة معينة (Record least frequent percentage):



النتائج:

	Age	Sport	Count	gender	Recoded gender
1	اقل من 10	كرة القدم	25	f	f
2	اقل من 10	السباحة	10	f	f
3	اقل من 10	المشي	10	m	1000
4	15-30	كرة القدم	8	m	1000
5	15-30	السباحة	55	f	f
6	15-30	المشي	22	m	1000
7	30-60	كرة القدم	6	f	f
8	30-60	السباحة	24	f	f

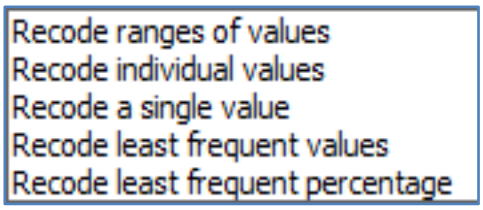
- اعادة ترميز البيانات العددية في مدى معين (Record ranges of values):



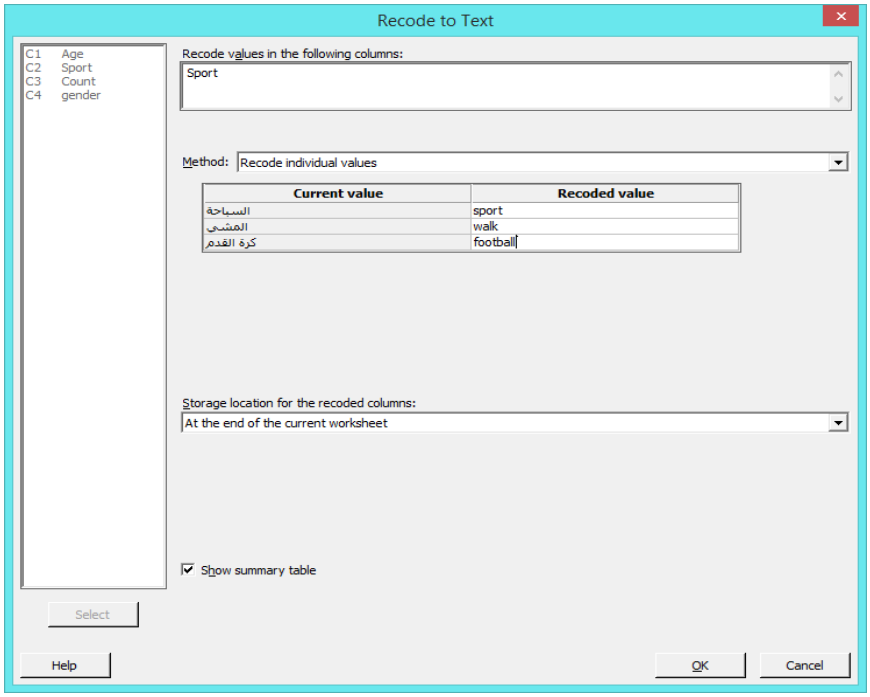
النتائج:

	Age	Sport	Count	gender	Recoded gender	Recoded Count
1	اقل من ١٥	كرة القدم	25	f	f	30
2	اقل من ١٥	السباحة	10	f	f	20
3	اقل من ١٥	المشي	10	m	1000	20
4	15-30	كرة القدم	8	m	1000	20
5	15-30	السباحة	55	f	f	30
6	15-30	المشي	22	m	1000	30
7	30-60	كرة القدم	6	f	f	20
8	30-60	السباحة	24	f	f	30
9	30-60	المشي	40	f	f	30

اعادة الترميز الى نص (To text) :



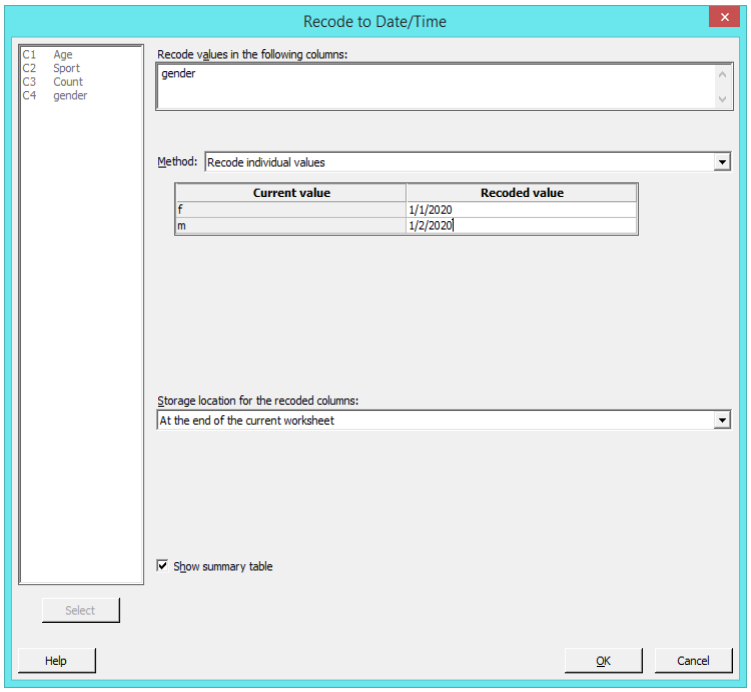
** ملاحظة : الاجراءات مشابهة لاعادة الترميز الى قيم عددية السابقة الذكر (To number).



النتائج:

	Age	Sport	Count	gender	Recoded Sport
1	اقل من ١٥	كرة القدم	25	f	football
2	اقل من ١٥	السباحة	10	f	sport
3	اقل من ١٥	المشي	10	m	walk
4	15-30	كرة القدم	8	m	football
5	15-30	السباحة	55	f	sport
6	15-30	المشي	22	m	walk
7	30-60	كرة القدم	6	f	football
8	30-60	السباحة	24	f	sport
9	30-60	المشي	40	f	walk

اعادة الترميز الى تاريخ/وقت (To Date/Time) :



النتائج :

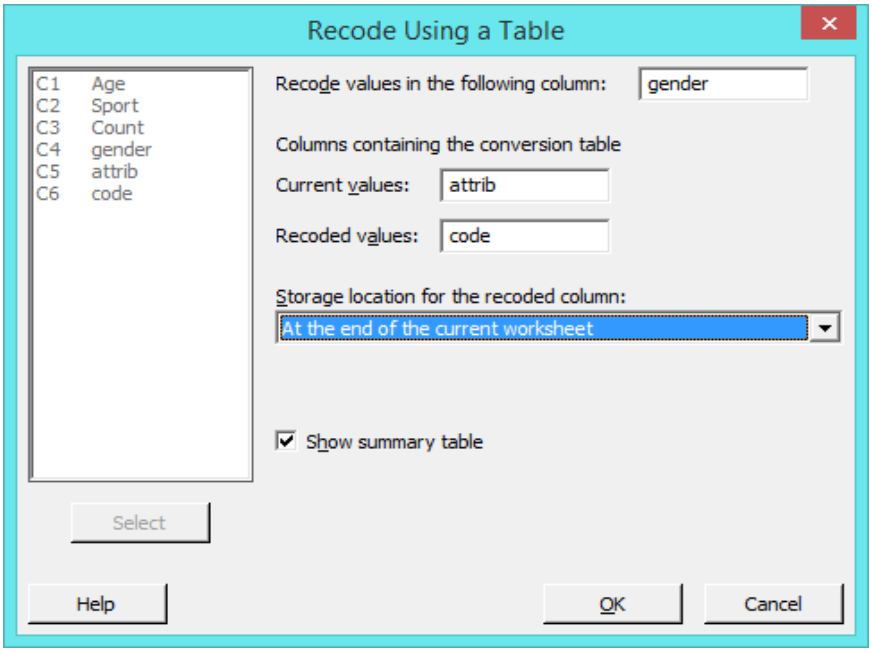
	Age	Sport	Count	gender	Recoded gender
1	اقل من ١٥	كرة القدم	25	f	01/01/2020
2	اقل من ١٥	السباحة	10	f	01/01/2020
3	اقل من ١٥	المشي	10	m	01/02/2020
4	15-30	كرة القدم	8	m	01/02/2020
5	15-30	السباحة	55	f	01/01/2020
6	15-30	المشي	22	m	01/02/2020
7	30-60	كرة القدم	6	f	01/01/2020
8	30-60	السباحة	24	f	01/01/2020
9	30-60	المشي	40	f	01/01/2020

** ملاحظة : الاجراءات مشابهة لاعادة الترميز الى قيم عددية السابقة الذكر (To number).

اعادة ترميز البيانات بالاعتماد على قيم موجودة في جدول معد للترميز (Use conversion table):

attrib	code
f	1
m	2

	Age	Sport	Count	gender	attrib	code
1	اقل من 10	كرة القدم	25	f	f	1
2	اقل من 10	السباحة	10	f	m	2
3	اقل من 10	المشي	10	m		
4	15-30	كرة القدم	8	m		
5	15-30	السباحة	55	f		
6	15-30	المشي	22	m		
7	30-60	كرة القدم	6	f		
8	30-60	السباحة	24	f		
9	30-60	المشي	40	f		

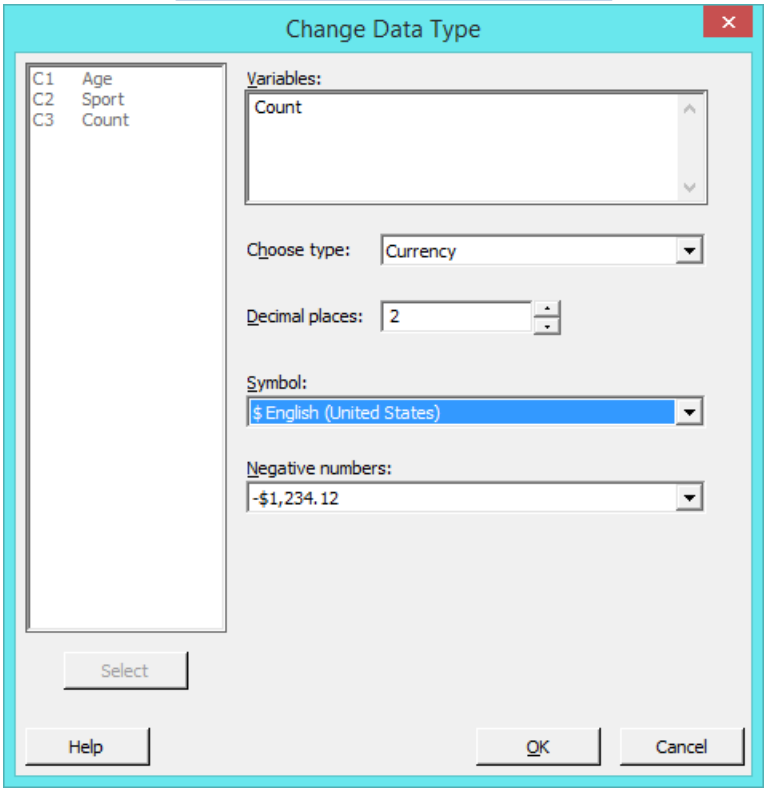


النتائج:

	Age	Sport	Count	gender	attrib	code	Recoded gender
1	اقل من 10	كرة القدم	25	f	f	1	1
2	اقل من 10	السباحة	10	f	m	2	1
3	اقل من 10	المشي	10	m			2
4	15-30	كرة القدم	8	m			2
5	15-30	السباحة	55	f			1
6	15-30	المشي	22	m			2
7	30-60	كرة القدم	6	f			1
8	30-60	السباحة	24	f			1
9	30-60	المشي	40	f			1

تحويل نوع البيانات العددية (Change data type):

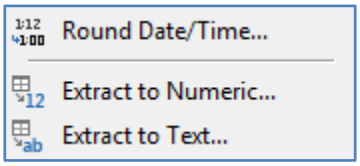
	Age	Sport	Count
1	اقل من 10	كرة القدم	25
2	اقل من 10	السباحة	10
3	اقل من 10	المشي	10
4	15-30	كرة القدم	8
5	15-30	السباحة	55
6	15-30	المشي	22
7	30-60	كرة القدم	6
8	30-60	السباحة	24



النتائج:

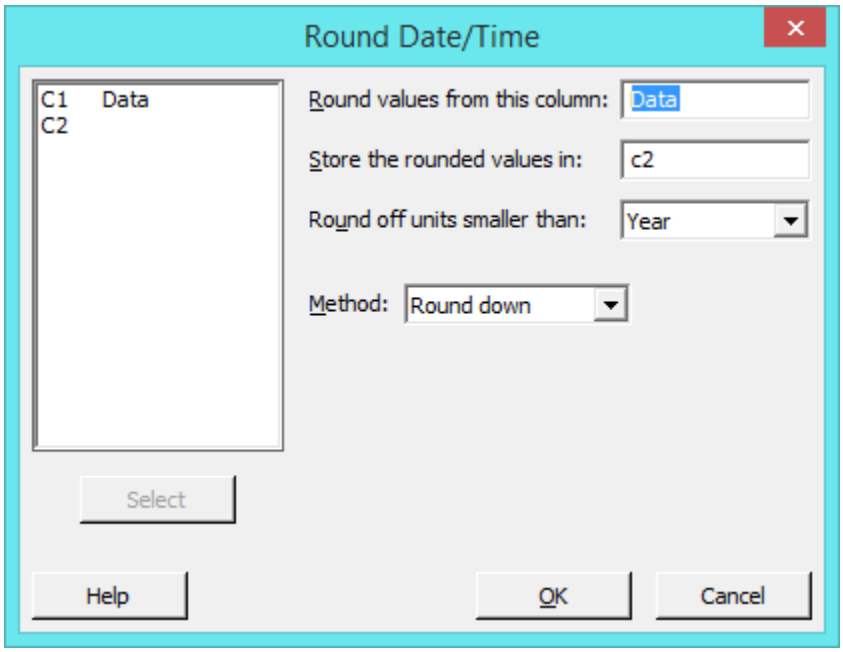
	Age	Sport	Count
1	اقل من 10	كرة القدم	$ 25.00
2	اقل من 10	السباحة	$ 10.00
3	اقل من 10	المشي	$ 10.00
4	15-30	كرة القدم	$ 8.00
5	15-30	السباحة	$ 55.00
6	15-30	المشي	$ 22.00
7	30-60	كرة القدم	$ 6.00
8	30-60	السباحة	$ 24.00

التحويلات الخاصة بالتاريخ/الوقت (Date/Time):



تقريب التاريخ /الوقت (Round Date/Time) :

	Data
1	01/01/2020
2	02/02/2020
3	03/03/2020
4	04/04/2020
5	05/05/2020



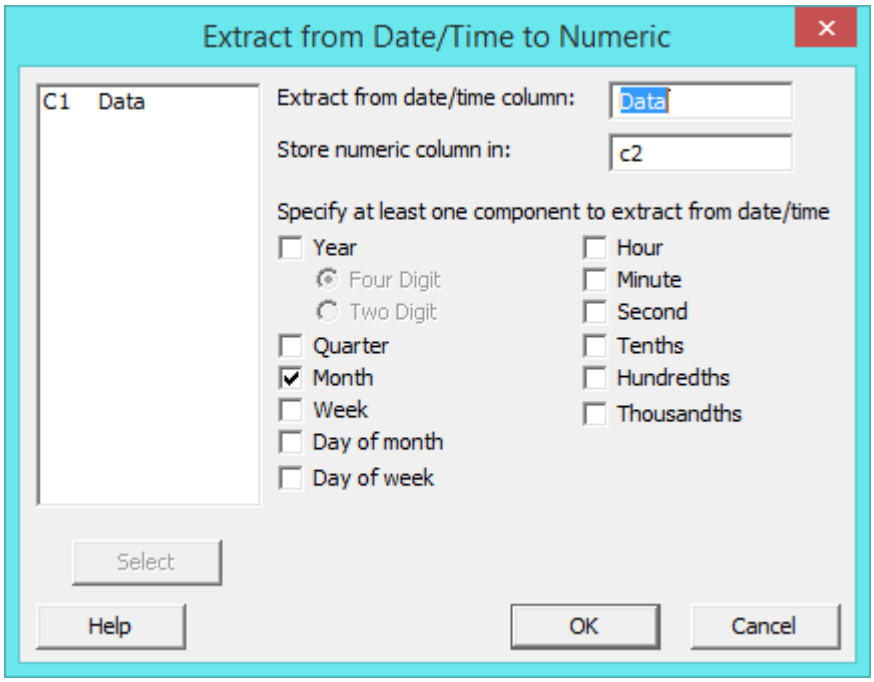
النتائج:

	Data	
1	01/01/2020	01/01/2020
2	02/02/2020	01/01/2020
3	03/03/2020	01/01/2020
4	04/04/2020	01/01/2020
5	05/05/2020	01/01/2020

** ملاحظة : هناك العديد من ادوات التقريب في هذا البند.

تحويل التاريخ/ الوقت الى قيم عددية (Extract to number) :

	Data
1	01/01/2020
2	02/02/2020
3	03/03/2020
4	04/04/2020
5	05/05/2020

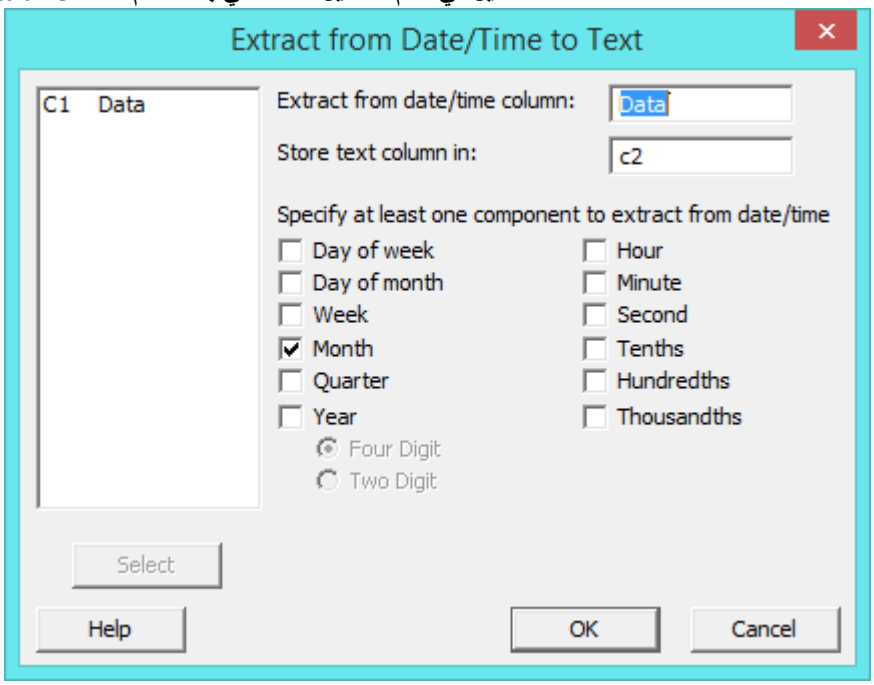


النتائج:

	Data	
1	01/01/2020	1
2	02/02/2020	2
3	03/03/2020	3
4	04/04/2020	4
5	05/05/2020	5

التحويل الى نص (Extract to text) :

	Data
1	01/01/2020
2	02/02/2020
3	03/03/2020
4	04/04/2020
5	05/05/2020



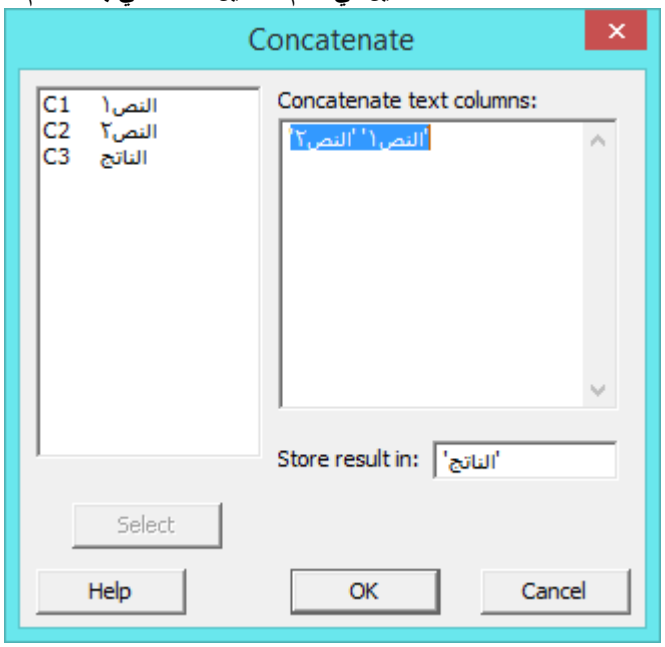
النتائج:

	Data	
1	01/01/2020	أول
2	02/02/2020	شباط
3	03/03/2020	آذار
4	04/04/2020	نيسان
5	05/05/2020	أيار

<u>دمج اكثر من عمود يحتوي على اعداد /نصوص بعمود واحد (عمل سلاسل) (Concatenate)</u> :

** يجب ان يكون نوع العمود هو نص .

	النص١	النص٢
1	واحد	عشرين
2	اثنان	ثلاثون
3	اثنان	ستون
4	اربعة	سبعون
5	احدى	تسعون

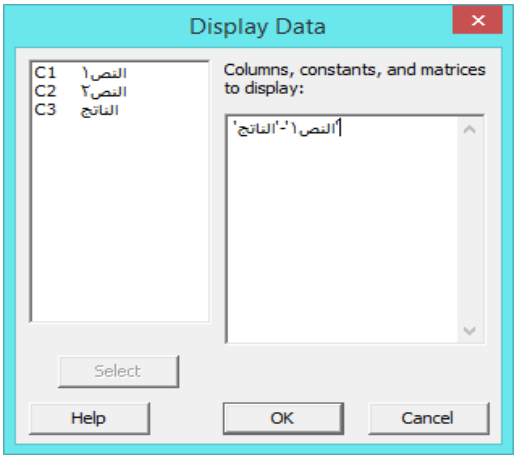


النتائج:

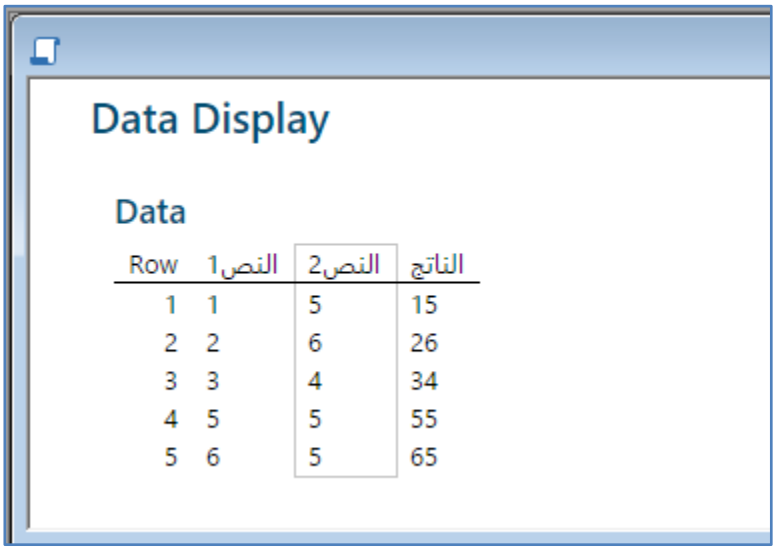
	النص١	النص٢	الناتج
1	واحد	عشرين	واحدعشرين
2	اثنان	ثلاثون	اثنانثلاثون
3	اثنان	ستون	اثنانستون
4	اربعة	سبعون	اربعةسبعون
5	احدى	تسعون	احدىتسعون

اظهار البيانات الموجودة في ورقة العمل في شاشة الجلسة (Display data):

	النص١	النص٢	الناتج
1	1	5	15
2	2	6	26
3	3	4	34
4	5	5	55
5	6	5	65



النتائج:

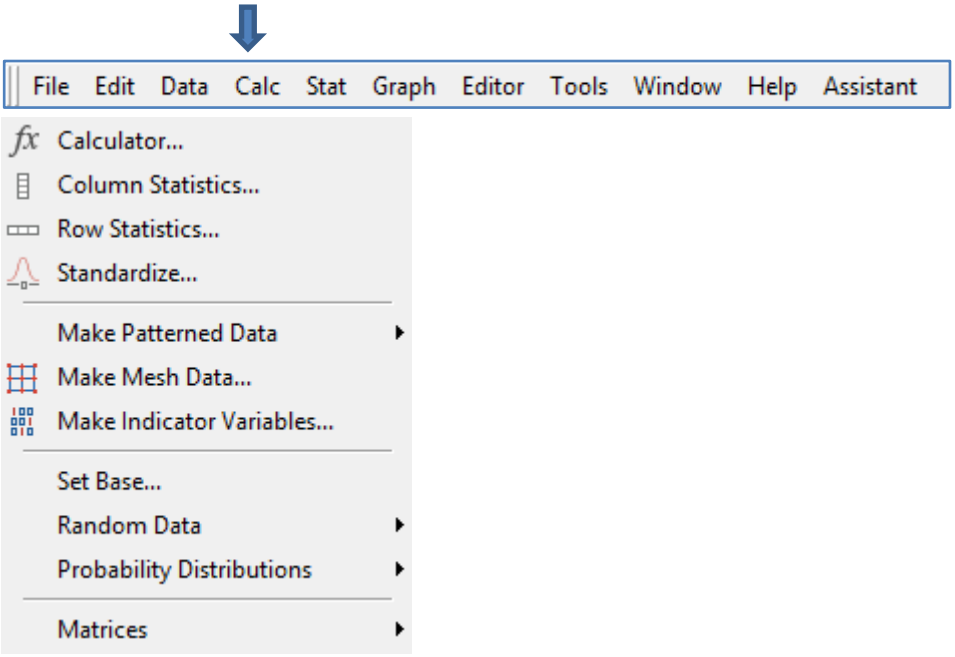


Data Display

Data

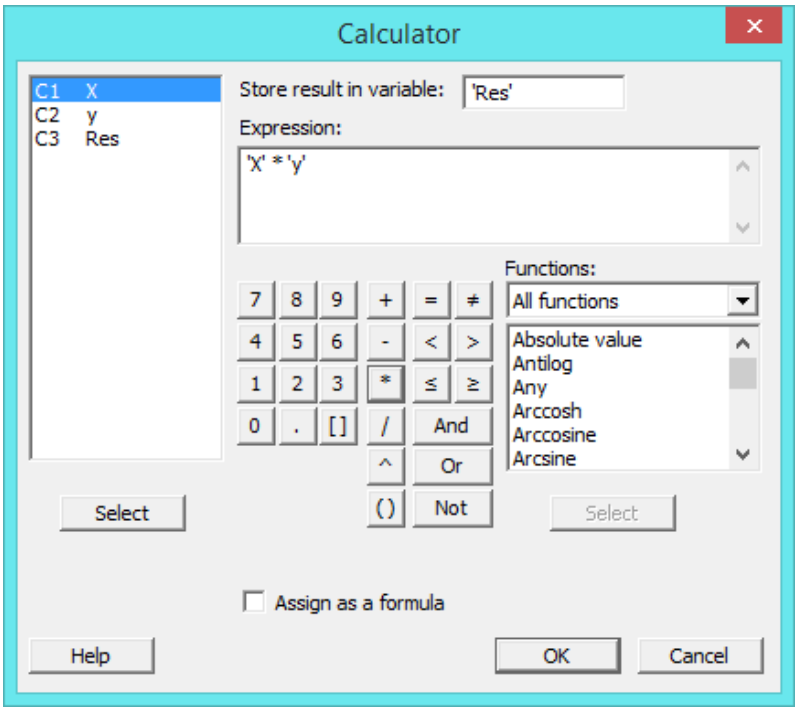
Row	النص1	النص2	الناتج
1	1	5	15
2	2	6	26
3	3	4	34
4	5	5	55
5	6	5	65

قائمة الحساب (Calc) :



اجراء العمليات الحسابية والاحصائية (Calculator) :

x	y
10	5
20	5
30	5

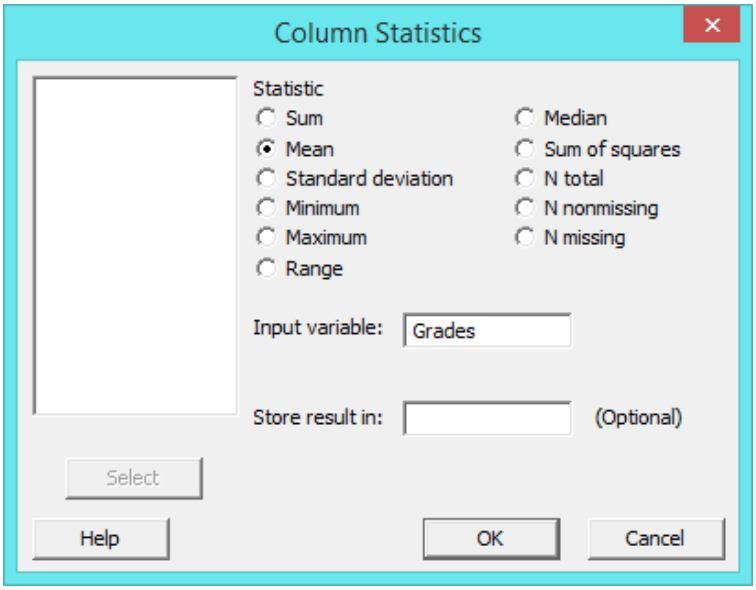


النتائج :

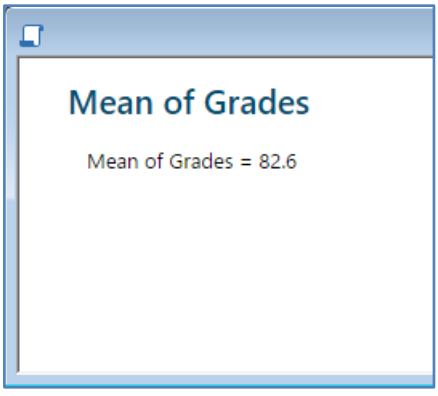
	X	y	Res
1	10	5	50
2	20	5	100
3	30	5	150

ايجاد احد مقاييس النزعة المركزية او مقاييس التشتت لعمود/اعمدة (Column statistics):

	Grades
1	86
2	83
3	91
4	87
5	87
6	69
7	68
8	87
9	84
10	84

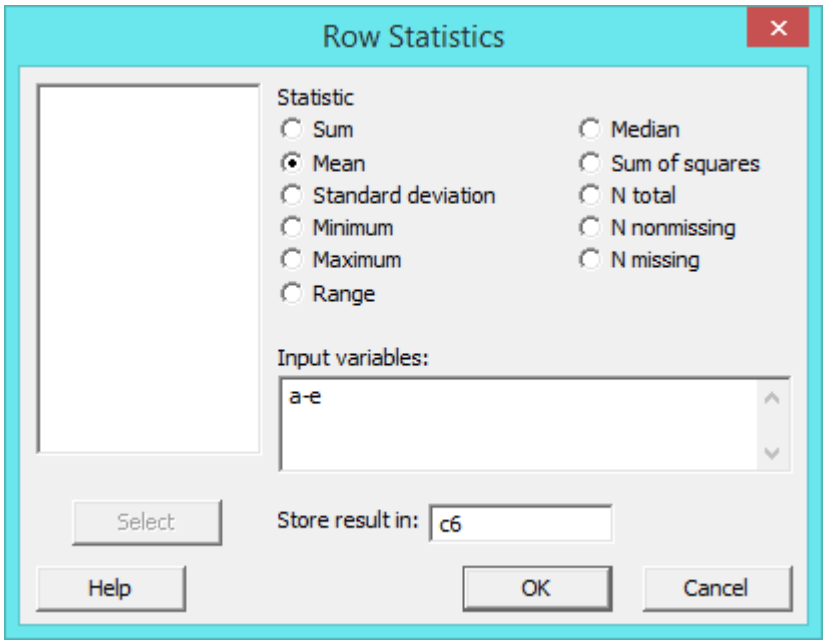


النتائج :



ايجاد احد مقاييس النزعة المركزية او مقاييس التشتت لصف/صفوف (Row statistics):

	a	b	c	d	e
1	86	83	91	87	87
2	10	50	60	40	50

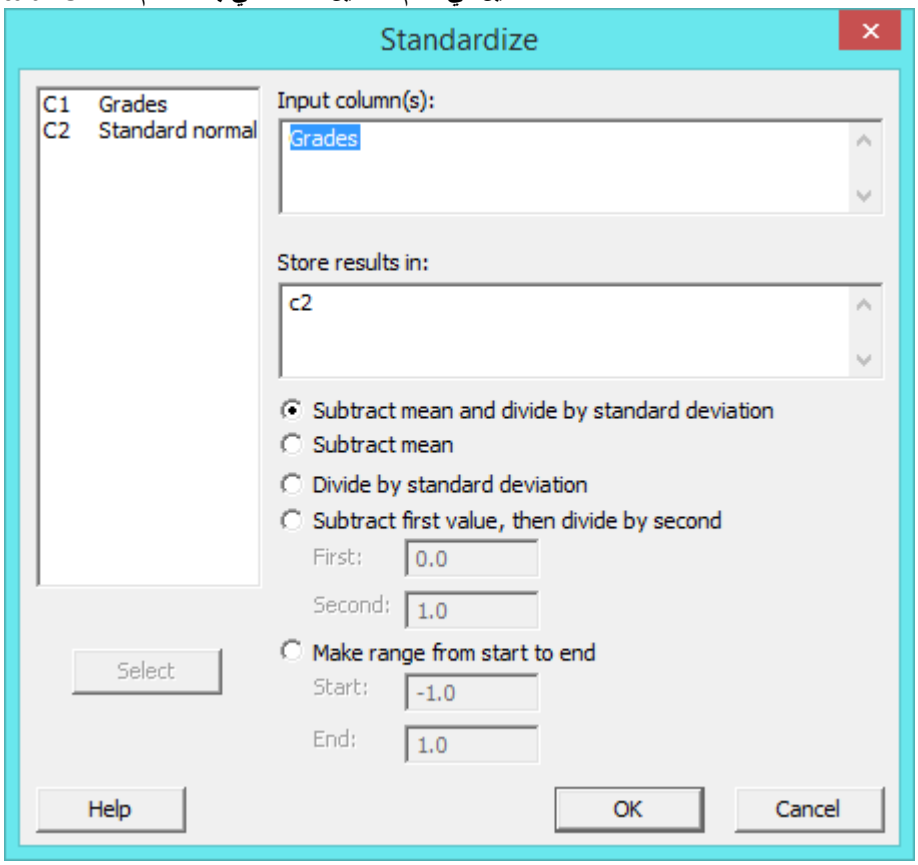


النتائج:

	a	b	c	d	e	
1	86	83	91	87	87	86.8
2	10	50	60	40	50	42.0

تحويل البيانات الى بيانات تتوزع توزيع طبيعي معياري (Standardize) :

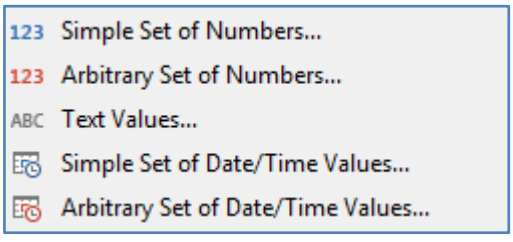
	Grades
1	86
2	83
3	91
4	87
5	87
6	69
7	68
8	87
9	84
10	84



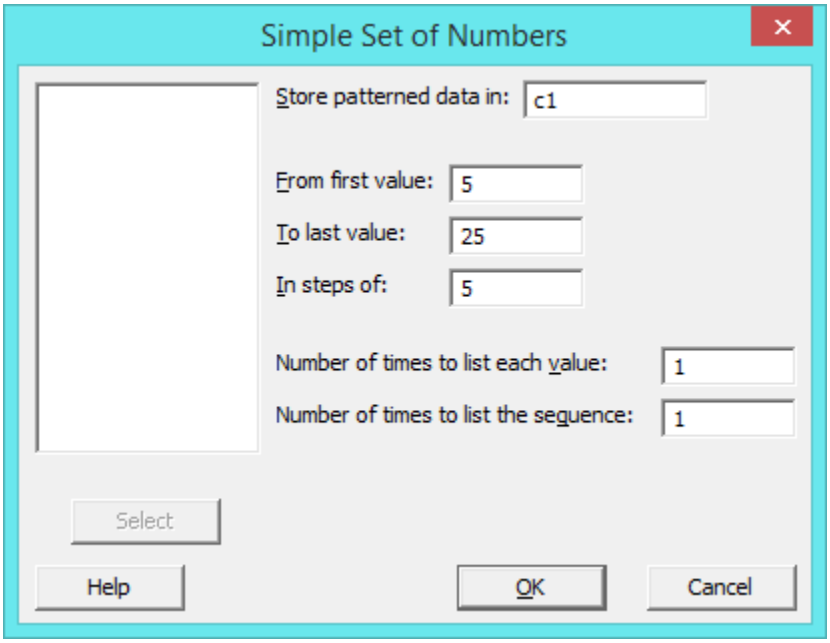
النتائج:

	Grades	Standard normal
1	86	0.43797
2	83	0.05153
3	91	1.08203
4	87	0.56678
5	87	0.56678
6	69	-1.75186
7	68	-1.88068
8	87	0.56678
9	84	0.18034
10	84	0.18034

تكوين سلاسل ارقام (Make patterned data) :



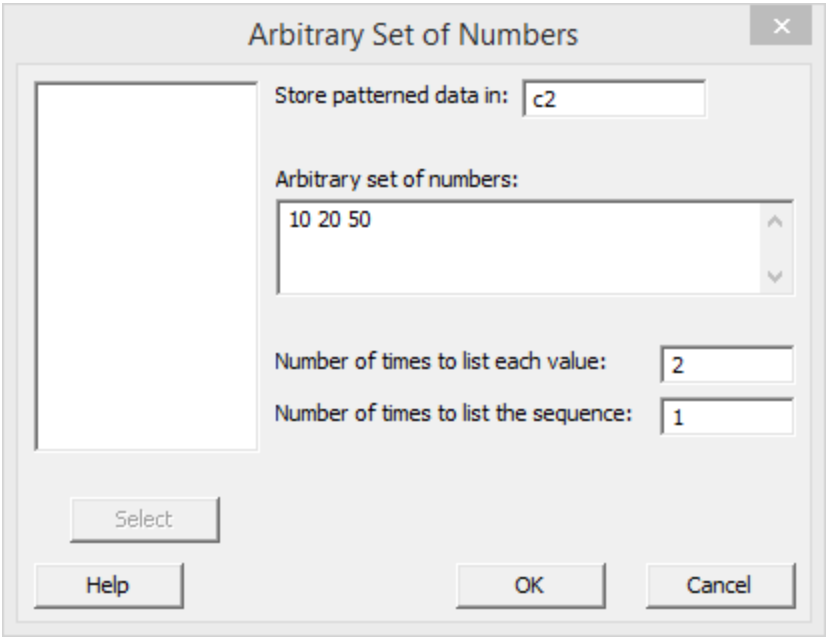
تكوين سلاسل ارقام بسيطة (Simple set of numbers) :



النتائج:

1	5
2	10
3	15
4	20
5	25

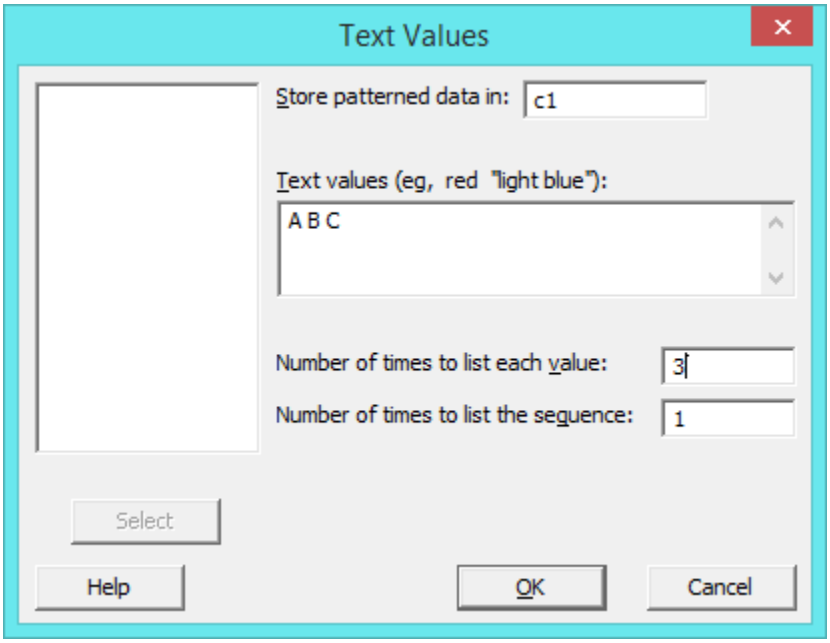
تكوين سلاسل ارقام غير محددة الترتيب بعدد مرات معين (Arbitrary set of numbers) :



النتائج:

C2
10
10
20
20
50
50

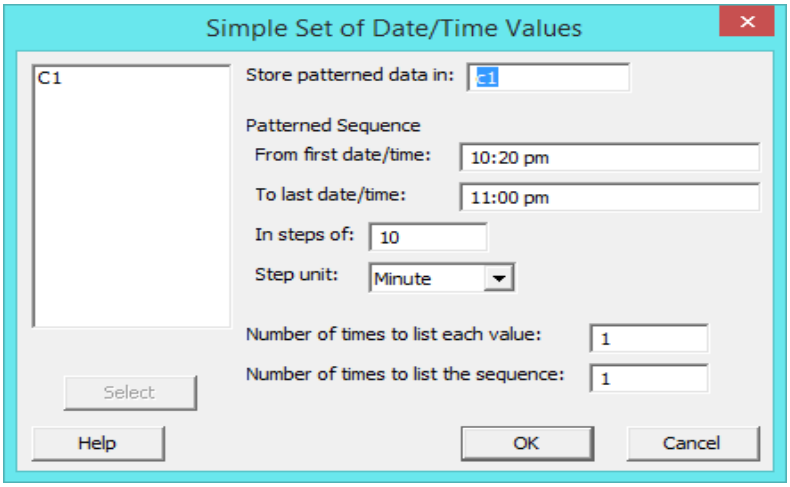
تكوين سلاسل نصية (Text values) :



النتائج :

1	A
2	A
3	A
4	B
5	B
6	B
7	C
8	C
9	C

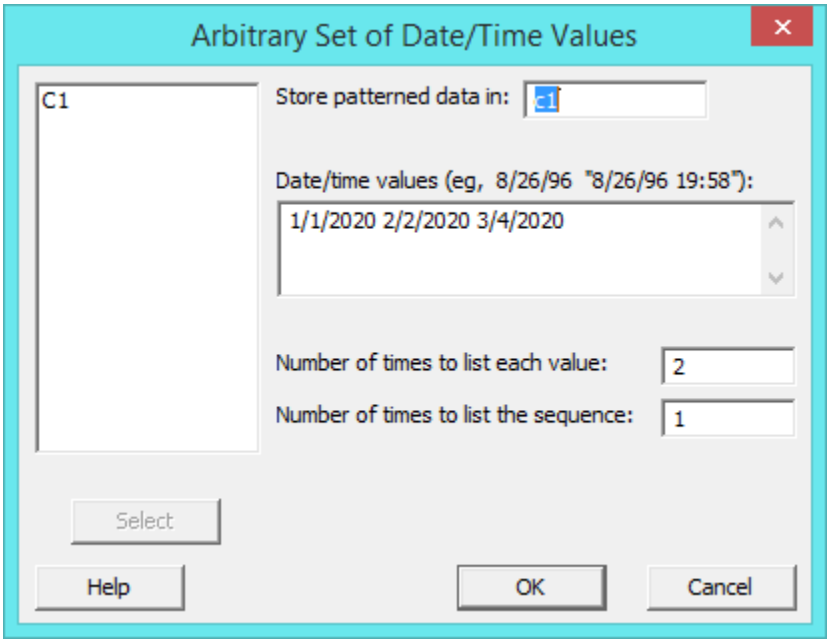
تكوين سلاسل بسيطة التاريخ/الوقت (Simple set of Date/Time values) :



النتائج:

1	10:20 pm
2	10:30 pm
3	10:40 pm
4	10:50 pm
5	11:00 pm

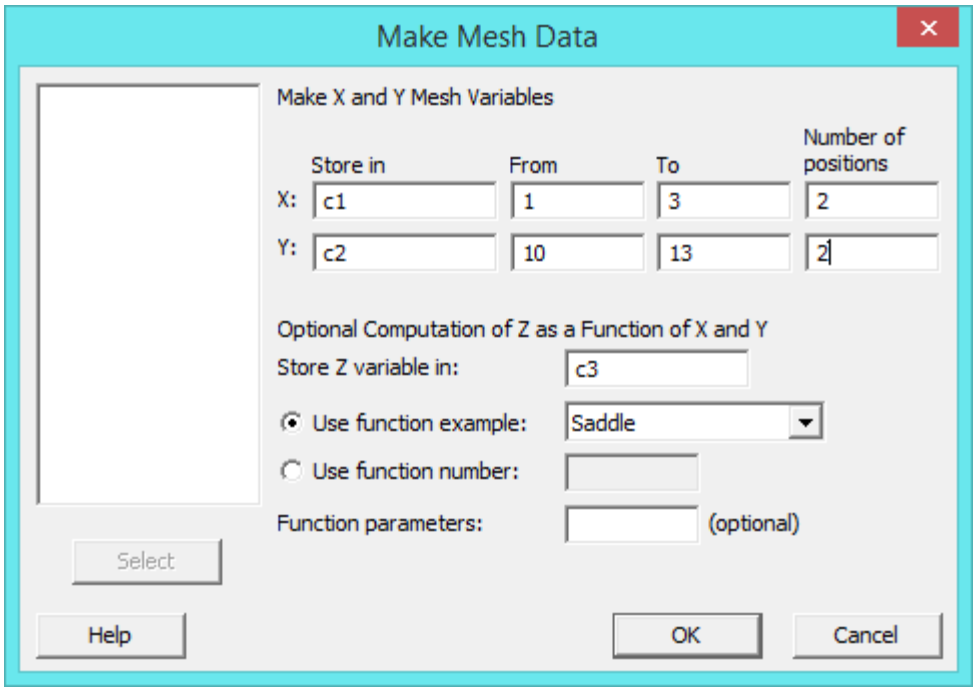
تكوين سلاسل تاريخ/وقت غير محددة الترتيب بعدد مرات معين (Arbitrary set of Date/Time values) :



النتائج :

1	01/01/2020
2	01/01/2020
3	02/02/2020
4	02/02/2020
5	03/04/2020
6	03/04/2020

تكوين بيانات شبكية / مستوى ديكارتي تاخذ قيم للمتغيرات x,y,z (Make mesh data) :



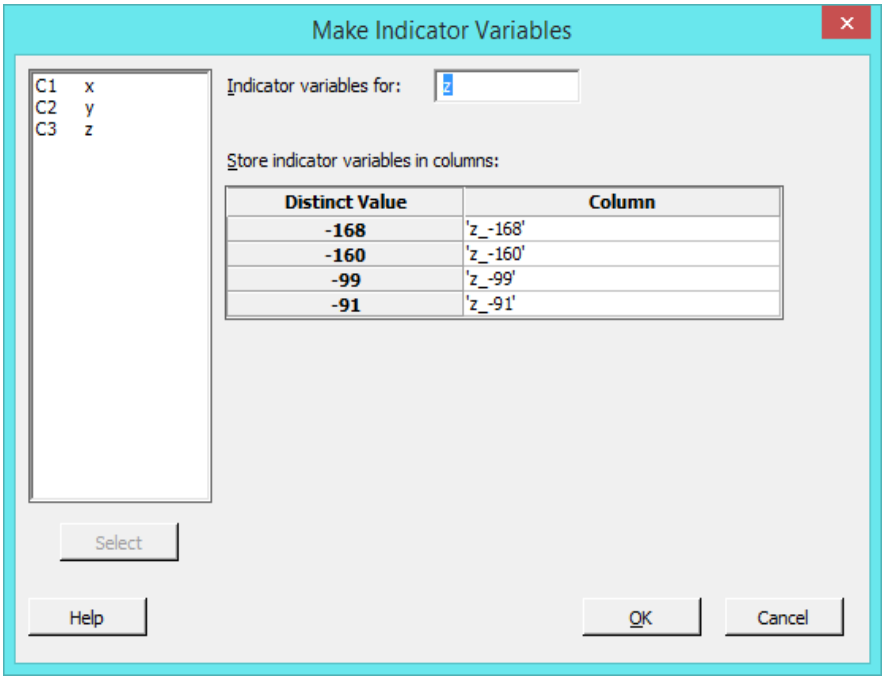
** ملاحظة : سيتكون مستوى ديكارتي من النوع (2×2) وفق number of positions ، وسيتم تطبيق دالة Saddle ، لمزيد من المعلومات حول هذه الدوال الجاهزة انظر : https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/calculations-data-generation-and-matrices/make-mesh-data/mesh-data-functions/#saddle-function-8 مع ملاحظة ان قيم المتغيرات A, B, C هي (1) .

النتائج:

↓	C1	C2	C3
	x	y	z
1	1	10	-99
2	3	10	-91
3	1	13	-168
4	3	13	-160

تكوين اعمدة تحتوي القيمة (1) والقيمة (0) فقط (مصفوفة وحدة) بالاعتماد على القيم في عمود محدد :(Make indicator variable)

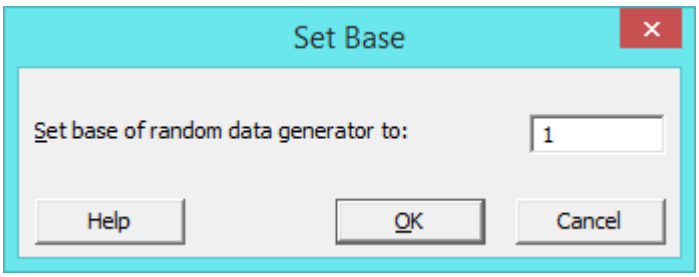
	C1	C2	C3
	x	y	z
1	1	10	-99
2	3	10	-91
3	1	13	-168
4	3	13	-160



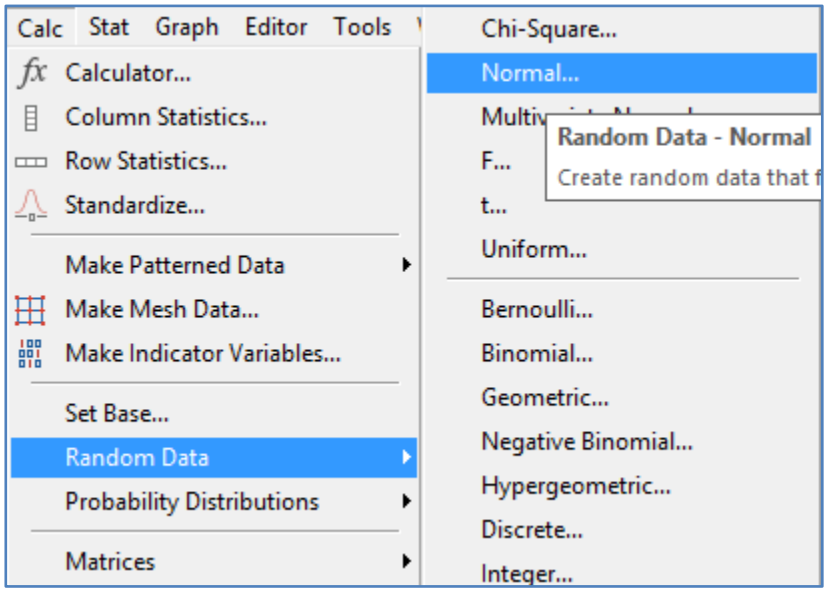
النتائج:

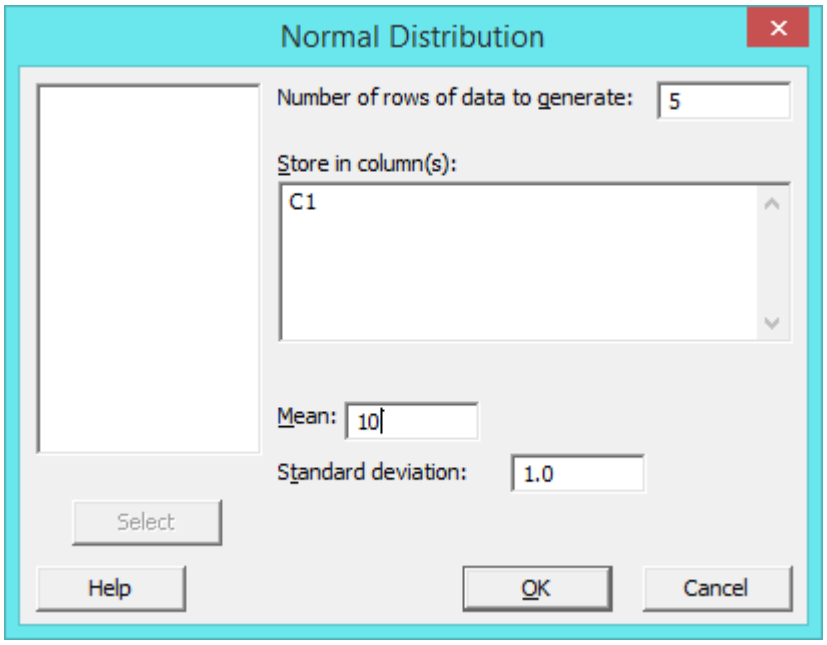
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	x	y	z	z_-168	z_-160	z_-99	z_-91
1	1	10	-99	0	0	1	0
2	3	10	-91	0	0	0	1
3	1	13	-168	1	0	0	0
4	3	13	-160	0	1	0	0

تحديد قيمة البداية وهو رقم صحيح يتم البدء منه عند توليد ارقام عشوائية (Set Base):



توليد ارقام عشوائية بالاعتماد على احد التوزيعات الاحصائية (Random data):



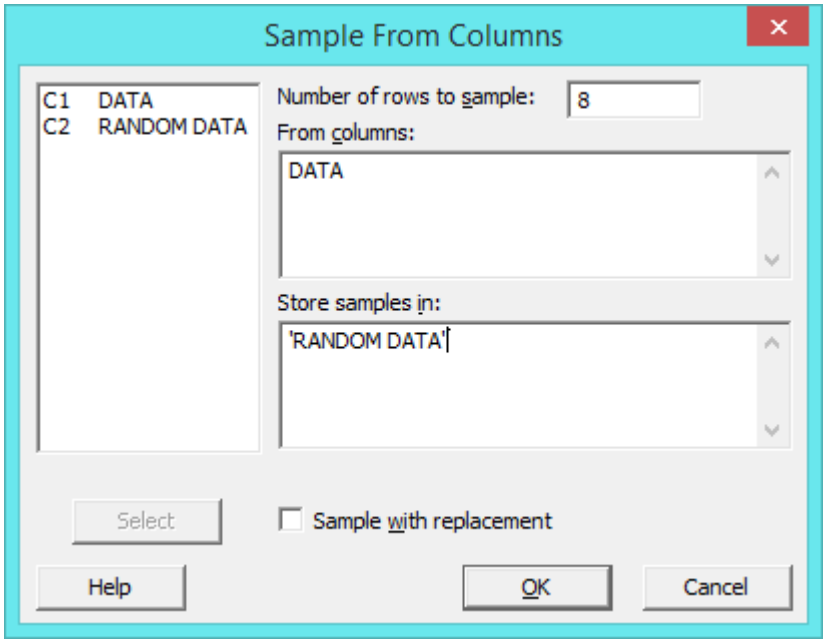


النتائج :

	C1
1	9.8839
2	11.1388
3	11.9075
4	9.1631
5	10.2361

** يمكن توليد ارقام عشوائية / نصوص عشوائية بالاعتماد على بيانات في احد الاعمدة : (Sample of column)

↓	C1-T
	DATA
1	A
2	B
3	B
4	A
5	B
6	C
7	C
8	A

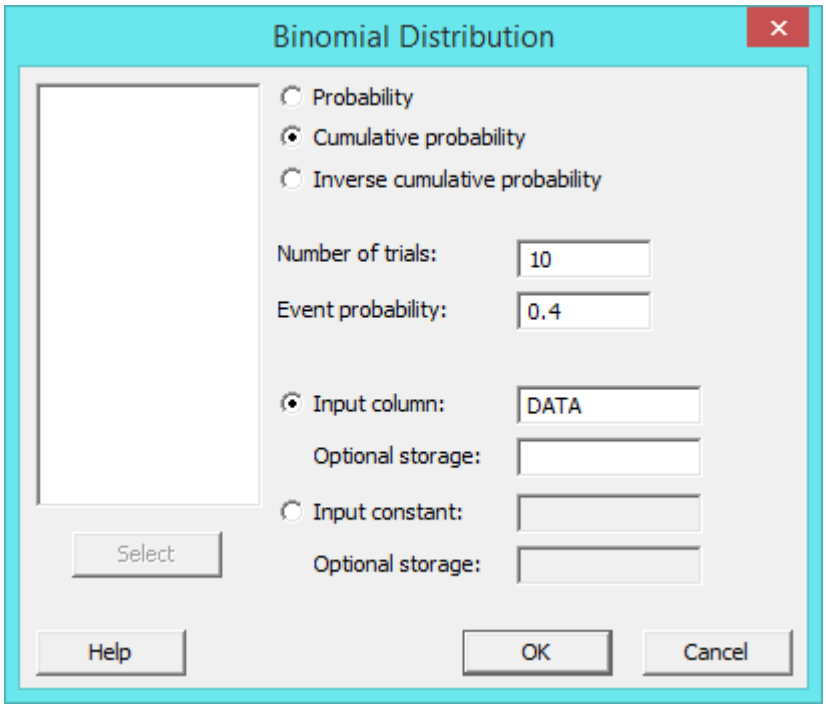


النتائج :

↓	C1-T	C2-T
	DATA	RANDOM DATA
1	A	B
2	B	B
3	B	C
4	A	A
5	B	A
6	C	B
7	C	A
8	A	C

تكوين بيانات تتبع احد دوال التوزيعات الاحتمالية (Probability density, Cumulative probability, Inverse cumulative probability).

↓	C1
	X
1	0
2	1
3	2
4	3



النتائج:

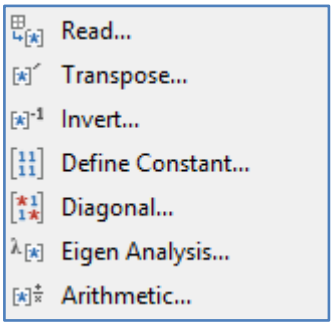
Cumulative Distribution Function

Binomial with n = 10 and p = 0.4

x	P(X ≤ x)
0	0.006047
1	0.046357
2	0.167290
3	0.382281

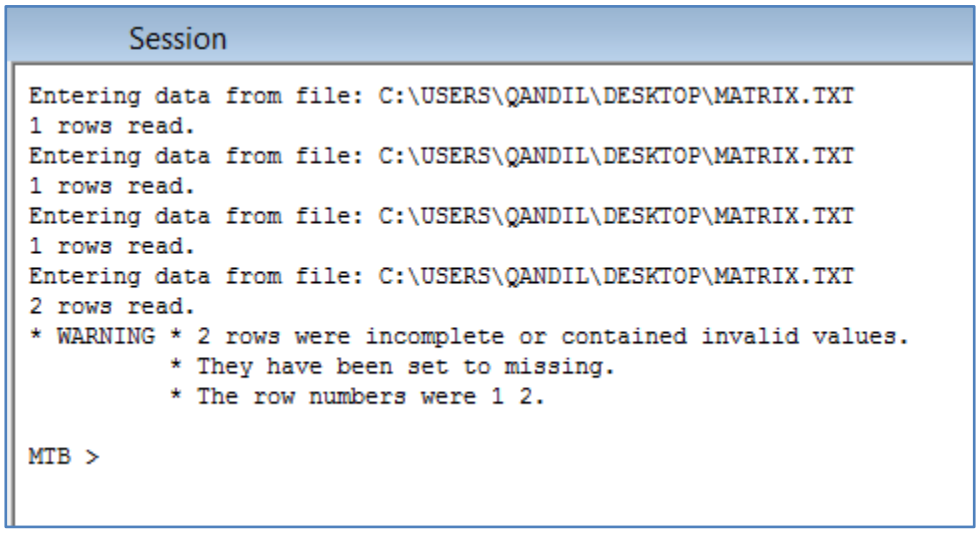
** ملاحظة : يمكن استخدام اي من التوزيعات الاحصائية العديدة المذكورة في القائمة .

المصفوفات (Matrices) : التعامل مع المصفوفات من خلال :

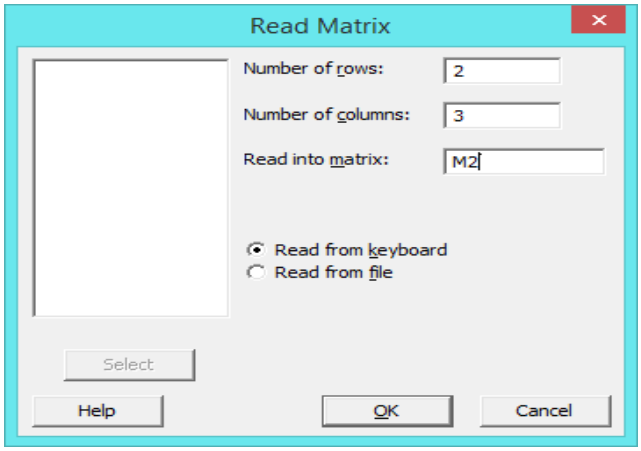


قراءة مدخلات مصفوفة (Read) : تكوين مصفوفة باي بعد من خلال ادخال القيم عن طريق لوحة المفاتيح او من خلال استيرادها من ملف .txt

- قراءة مدخلات مصفوفة من لوحة المفاتيح : يجب بداية تفعيل شاشة اوامر Minitab عن طريق Editor> Show command line

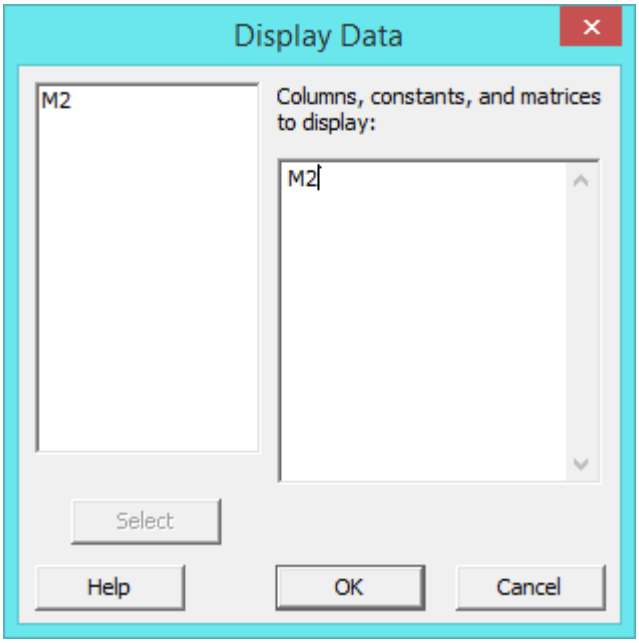


لقراءة مصفوفة من الرتبة 2×3 (صفان وثلاثة اعمدة)



```
Command Line

MTB > Read 2 3 M2.
DATA> 2 3 5
DATA> 6 8 9
2 rows read.
MTB >
```

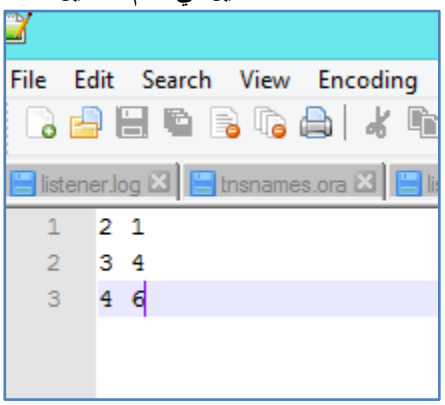
لعرض المصفوفة في شاشة الجلسة : Data > Display data

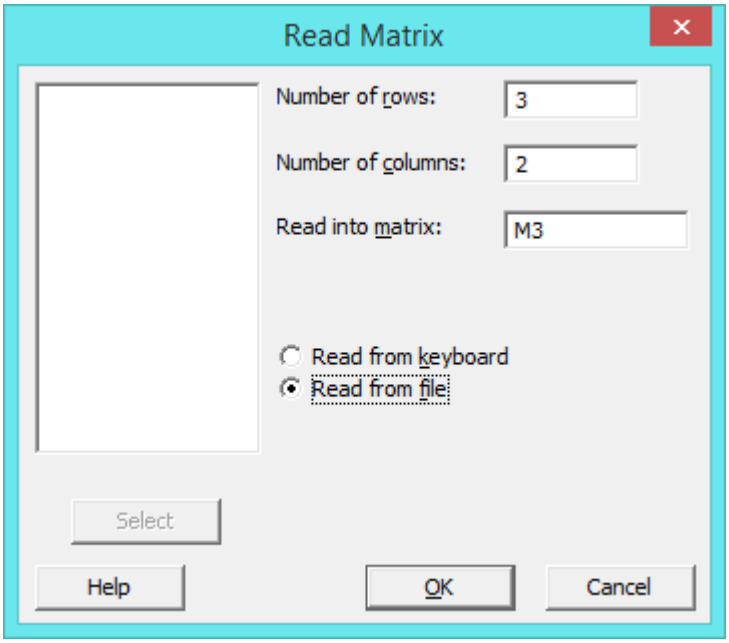


النتائج :

```
Data Display

Matrix M2

2  3  5
6  8  9
```

- تكوين مصفوفة من ملف txt تم تجهيزه مسبقا :

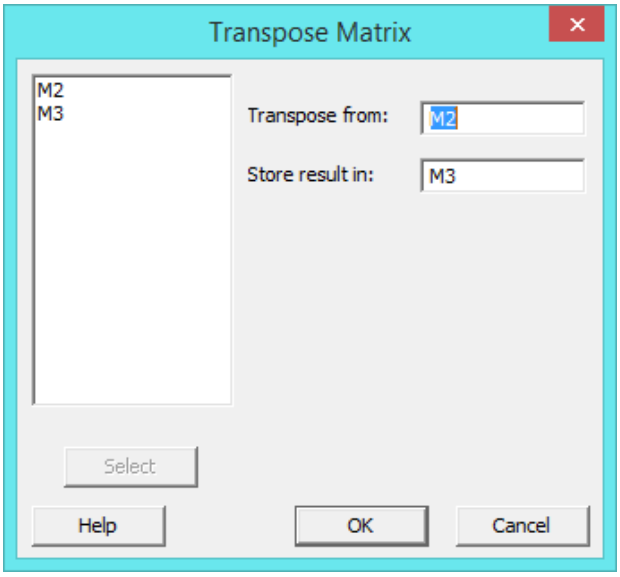




** سيطلب منك Minitab مسار الملف ثم OK .

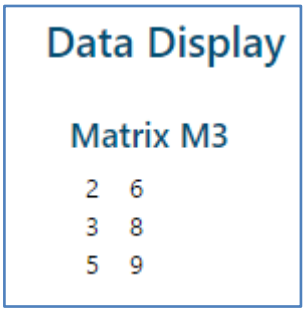
لعرض المصفوفة Data > Display data

عكس الاتجاه (Transpose) : يتم تدوير المصفوفة بحيث تصبح الصفوف اعمدة والعكس وحفظها في مصفوفة اخرى.



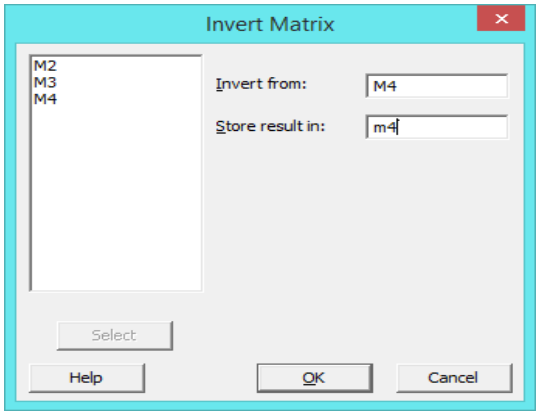
لعرض المصفوفة الجديدة Data > Display data

النتائج :



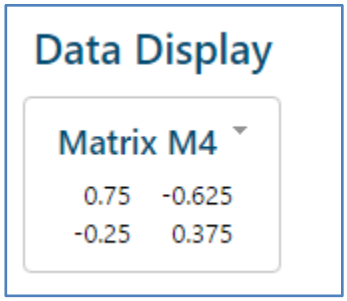
ايجاد معكوس المصفوفة المربعة (Invert) :

لدينا المصفوفة المربعة $\begin{bmatrix} 3 & 5 \\ 2 & 6 \end{bmatrix}$ والمطلوب ايجاد المعكوس : يتم ادخال المصفوفة بطريقة Read السابقة الذكر

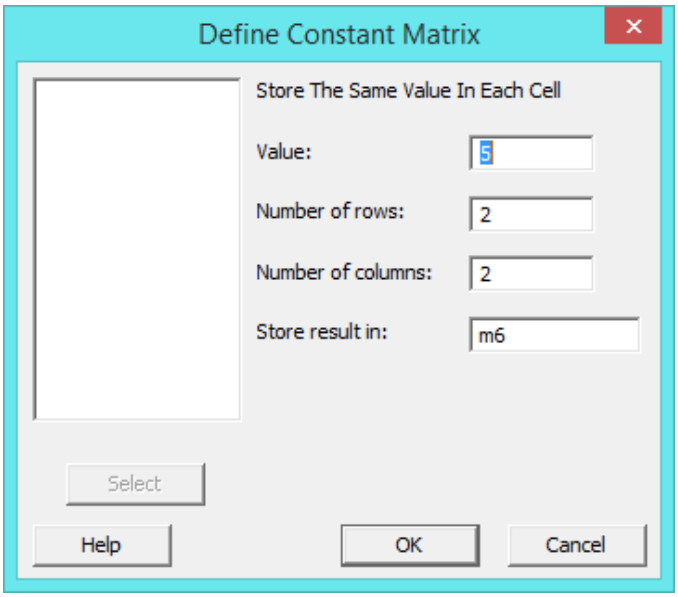


لعرض معكوس المصفوفة Data > Display data

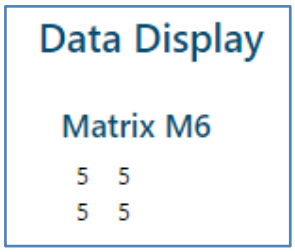
النتائج :



تكوين مصفوفة تحتوي على قيم متشابهة (Define constant) :

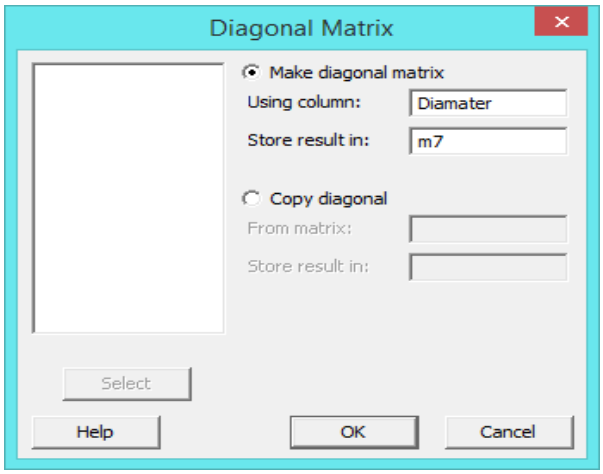


النتائج :



تكوين مصفوفة قطرية ، يكون قطرها بيانات مدخلة في احد المتغيرات في ورقة العمل (Diagonal) :

↓	C1
	Diamater
1	5
2	6
3	8



**لعرض المصفوفة الناتجة Data > Display data

النتائج :

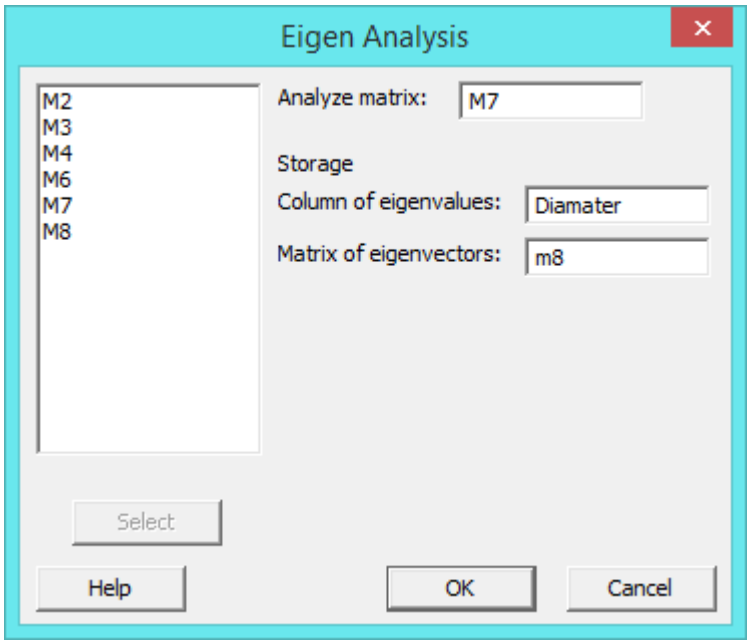
Data Display

Matrix M7

5	0	0
0	6	0
0	0	8

تكوين القيم الذاتية (Eigen values) من مجموعة من البيانات المدخلة في احد الاعمدة ومصفوفة مدخلة مسبقا :

	C1
	Diamater
1	5
2	6
3	8



النتائج :

	C1
	Diamater
1	8
2	6
3	5

Data Display

Matrix M8

0	0	1
0	1	0
1	0	0

لتكوين مصفوفة من ناتج عمليات حسابية (Arithmatic) على مصفوفتين : نقوم بادخال المصفوفتين وحسب طريقة Read السابقة الذكر

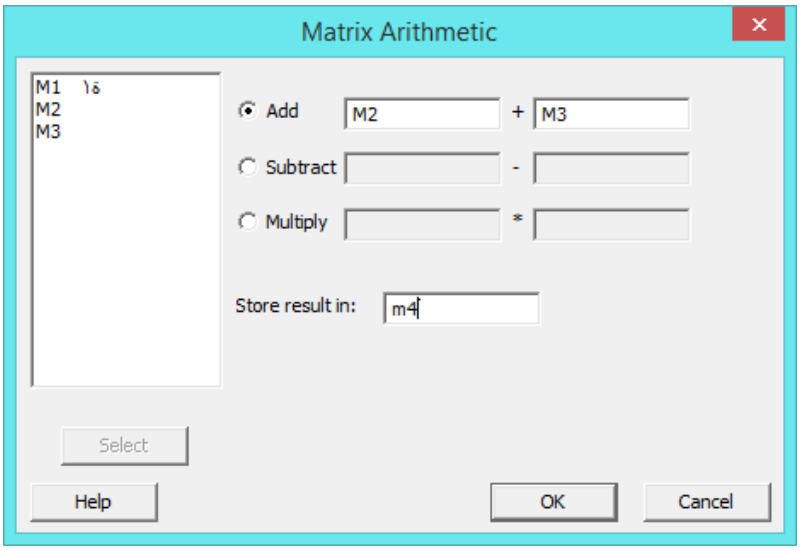
Data Display

Matrix M2

-4	8
5	0

Matrix M3

5	6
9	-3



**لعرض المصفوفة الناتجة Data > Display data

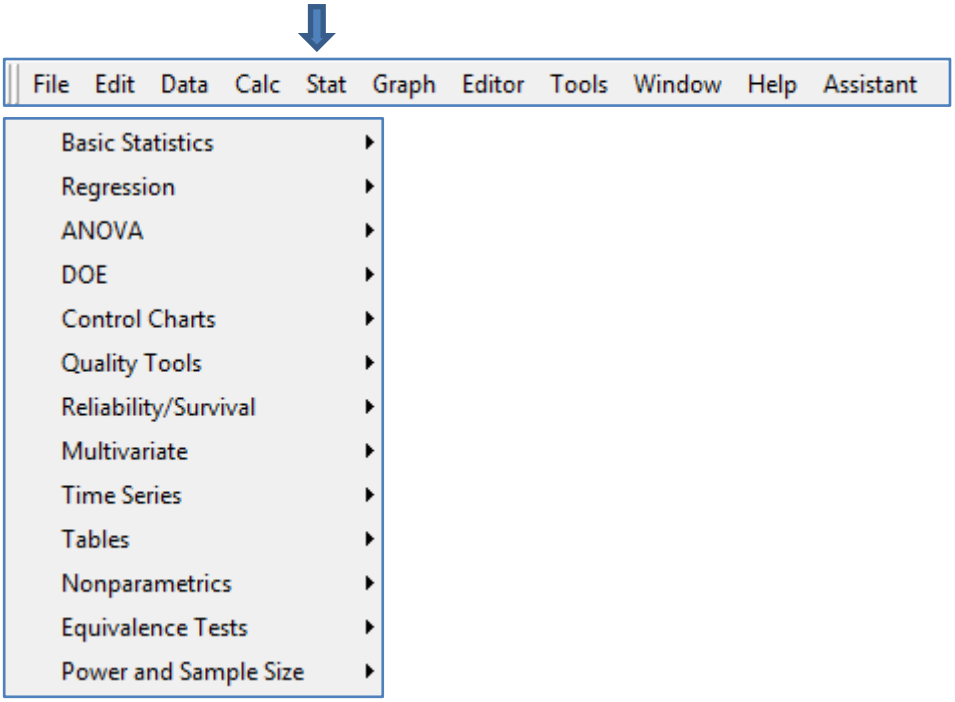
النتائج :

Data Display

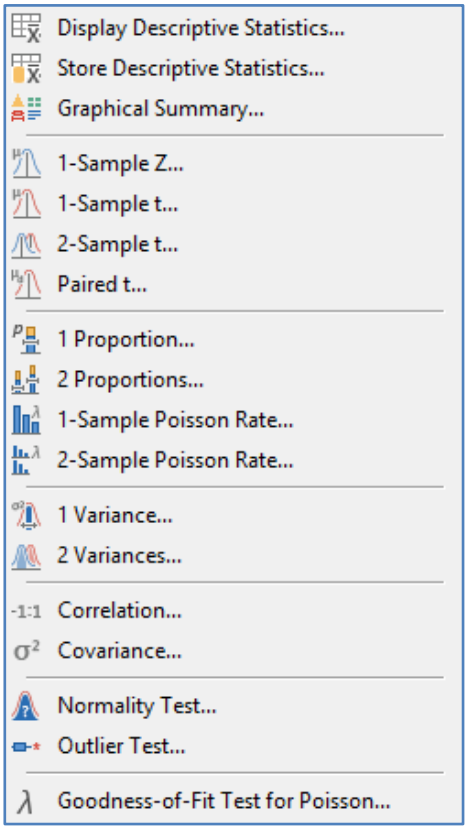
Matrix M4

1	14
14	-3

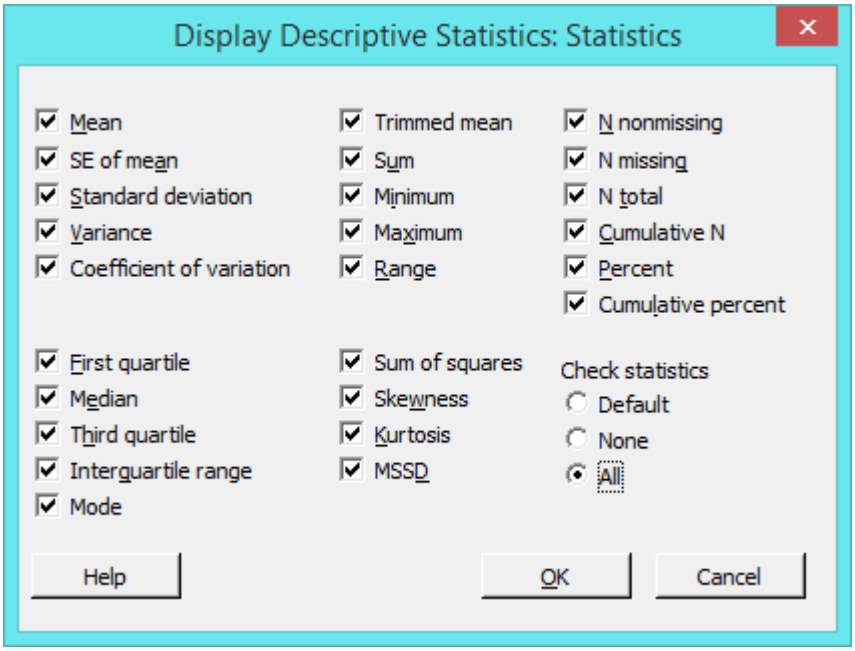
قائمة الاحصاءات الوصفية والاستدلالية (Stat) :



الاحصاءات الاساسية (Basic statistics) : تضم هذه القائمة العديد من الاحصاءات الوصفية والاستدلالية وبتوسع



عرض نتائج الاحصاءات الوصفيه لمتغير تابع عددي (Display descriptive statistics) في شاشة الجلسة :



وهي :

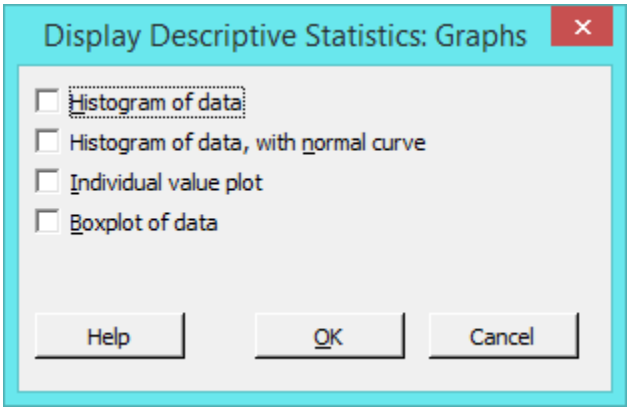
Descriptive Statistics	الاحصاءات الوصفية
Mean	الوسط الحسابي للبيانات / المعدل / المتوسط الحسابي للعينة
SE of mean	الخطأ المعياري للوسط الحسابي (قياس الاختلاف في المتوسطات الحسابية لاكثر من عينة من مجتمع احصائي / أو كيف يقدر متوسط العينة بدقة متوسط المجتمع)
Standard deviation	الانحراف المعياري للعينة
Variance	تباين العينة (مربع الانحراف المعياري للعينة)
Coefficient of variance (COV)	معامل التباين (CoefVar) وهو (ناتج قسمة الانحراف المعياري على الوسط الحسابي ×100%)
First quartile	الربيع الاول (قيمة المشاهدة التي يقل عنها 25% من المشاهدات)
Median	الوسيط (قيمة المشاهدة التي يقل عنها 50% من المشاهدات)
Third quartile	الربيع الثالث (قيمة المشاهدة التي يقل عنها 75% من المشاهدات)
Interquartile the range	المدى الربيعي (الفرق بين الربيع الثالث والربيع الاول)
Trimmed mean	الوسط الموزون (الوسط الحسابي للعينة محذوف منه المشاهدات المتطرفة)
Sum	المجموع
Minimum	اقل قيمة
Maximum	اكبر قيمة
Range	المدى (الفرق بين اعلى قيمة و اقل قيمة)
Sum of squares	مجموع مربعات القيم الغير معدل (مجموع مربعات القيم في عمود ما)
Skewness	الالتواء (القيمة موجبة / التواء الى اليمين ، القيمة سالبة / التواء الى اليسار)
Kurtosis	التفرطح (القيمة موجبة / القمة اعلى من قمة شكل التوزيع الطبيعي ، القيمة سالبة / اقل)

Descriptive Statistics	الاحصاءات الوصفية
MSSD mean of the squared successive differences	متوسط الفروق المتتالية المربعة (لاعطاء قيمة تقريبية لتباين المجتمع / كما يستخدم فيما اذا كانت العينة قد اختيرت بشكل عشوائي)
N nonmissing	عدد المشاهدات غير المفقوده
N missing	عدد المشاهدات المفقوده
N total	العدد الكلي للمشاهدات
Cumulative N	الاعداد التراكمية لمجموع عدد للمشاهدات التي هي على شكل فئات
Percent	للمتغيرات الفئوية / نسبة عدد المشاهدات في كل فئة الى العدد الكلي للمشاهدات للمتغيرات المفردة / نسبة عدد المشاهدات غير المفقودة الى العدد الكلي للمشاهدات
Cumulative percent	للمتغيرات الفئوية / النسبة التراكمية لعدد المشاهدات في كل فئة الى العدد الكلي للمشاهدات

للمزيد انظر :

1) https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/display-descriptive-statistics/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/#se-mean
2) https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/display-descriptive-statistics/perform-the-analysis/select-the-statistics-to-display/?SID=301#se-of-mean

- كما ويمكن رسم مجموعة من الاشكال مثل :

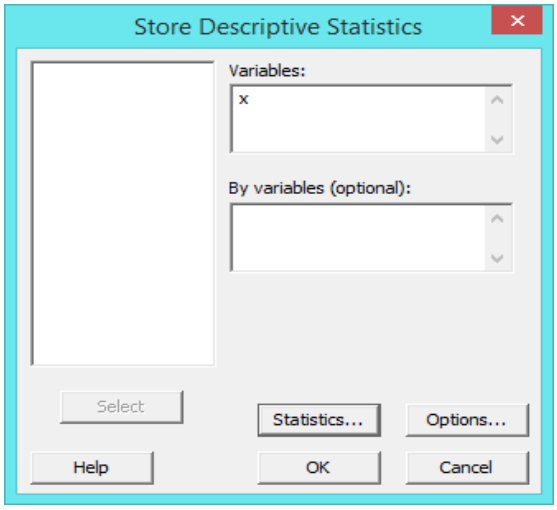


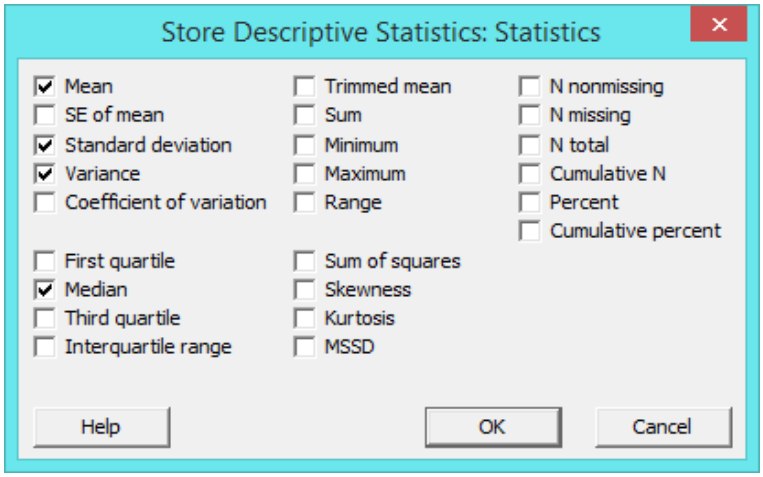
Graph	الرسم
Histogram of data	المدرج التكراري
Histogram of data, with normal curve	المدرج التكراري و منحنى التوزيع الطبيعي
Individual value plot	الرسم النقطي
Boxplot of data	رسم الصندوق

عرض نتائج الاحصاءات الوصفيه لمتغير عددي (Display descriptive statistics) في ورقة العمل :

يتم حساب الاحصاءات الوصفيه لمتغير وتحفظ النتائج على شكل اعمدة في ورقة العمل.

	C1
	x
1	1
2	1
3	3
4	6
5	5
6	12



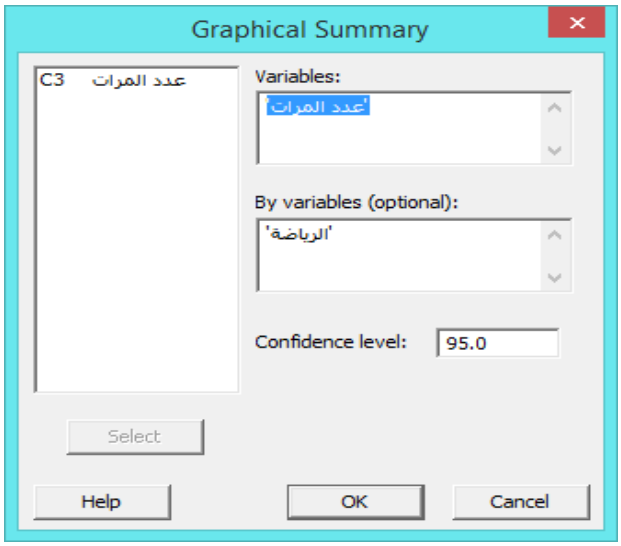


النتائج :

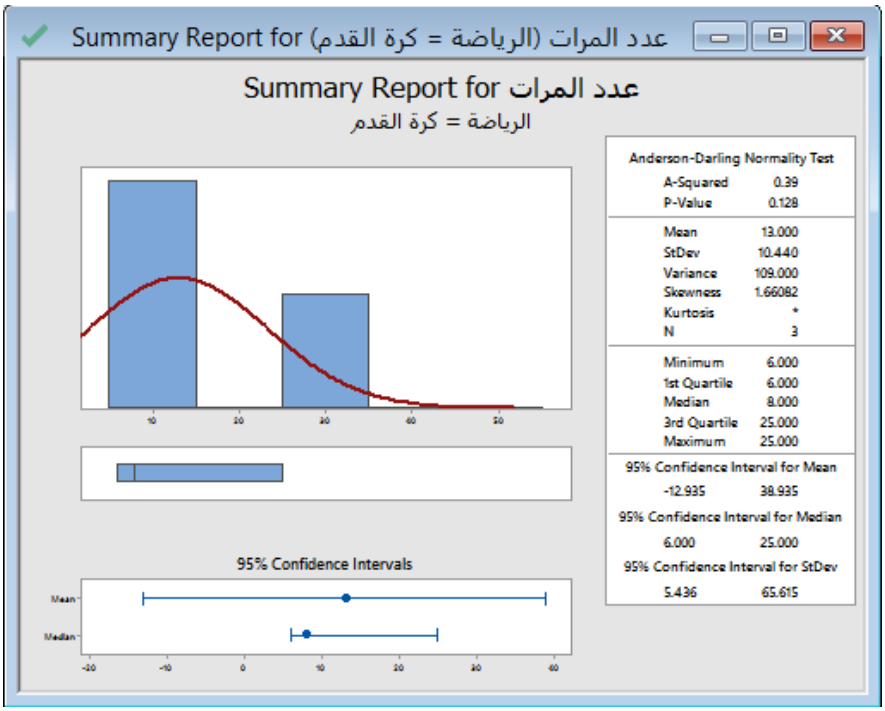
	C1	C2	C3	C4	C5
	x	Mean1	StDev1	Variance1	Median1
1	1	4.66667	4.13118	17.0667	4
2	1				
3	3				
4	6				
5	5				
6	12				

عرض ملخصات الاحصاءات الوصفية (Graphically summary) مع رسم يمثل المدرج التكراري ومنحنى التوزيع الطبيعي في شاشة واحدة وحسب الفئة اذا كان المتغير فئوي ، ويتم التحقق فيما اذا كانت البيانات تاخذ شكل التوزيع الطبيعي من خلال قيمة P–Value

	C1-T	C2-T	C3
	الفئة	الرياضة	عدد المرات
1	اقل من ١٥	السباحة	10
2	اقل من ١٥	المشي	10
3	اقل من ١٥	كرة القدم	25
4	15-30	السباحة	55
5	15-30	المشي	22
6	15-30	كرة القدم	8
7	30-60	السباحة	24
8	30-60	المشي	40



النتائج : (احد الرسومات)



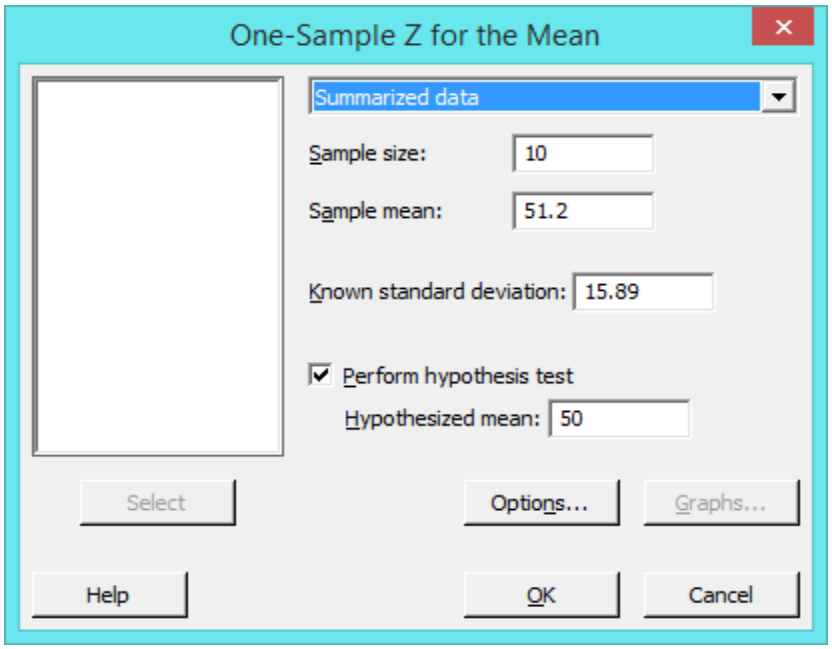
اختبار (1-Sample Z) :

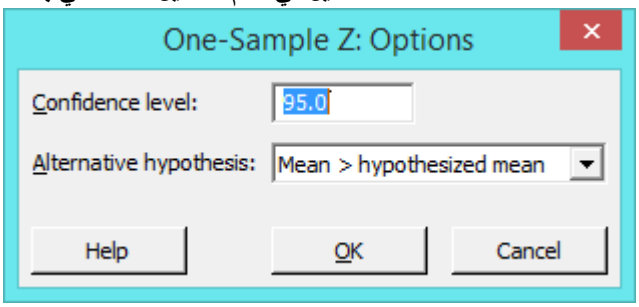
- يستخدم اختبار One sample z-test عند **مقارنة الوسط الحسابي للمجتمع الاحصائي بقيمة افتراضية**.
- من شروطه : **معرفة الانحراف المعياري** للمجتمع الاحصائي مسبقا.
- اذا كان **الانحراف المعياري للمجتمع الاحصائي غير معلوم نستخدم اختبار One sample t-test**
- نوع البيانات يجب ان يكون من النوع **Continuous**.
- البيانات تتوزع **التوزيع الطبيعي** .
- البيانات يجب ان تحقق شرط **الاستقلالية** (تتحقق اذا كانت الاداة المستخدمة في القياس واحدة).

مثال 1 :/البيانات الخام للعينة متوفرة

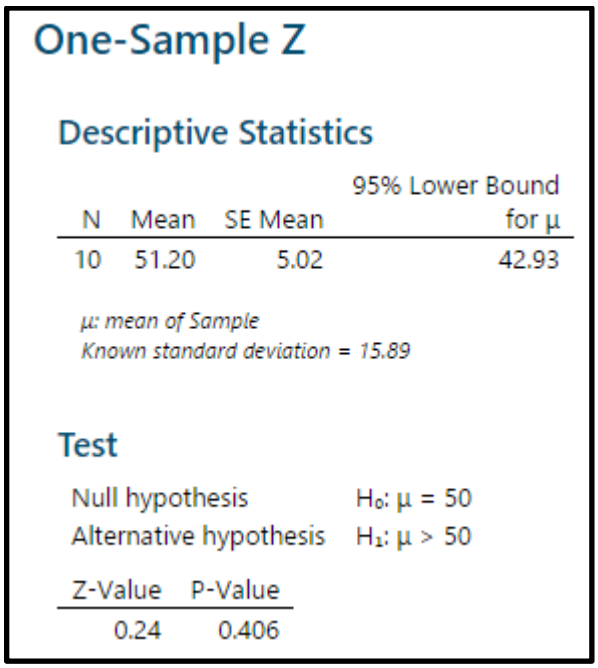
اراد احد المعلمين التحقق فيما اذا كان الوسط الحسابي لعلامات الطلاب اكبر من (50) ، فقام باجراء الاختبار على عينة من الطلاب عددهم (10) طلاب ، الوسط الحسابي لعلاماتهم (51.2) ، و الانحراف المعياري هو (15.89) .هل يمكن القول بان الوسط الحسابي لجميع الطلاب اكبر من (50) ؟

العلامات
45
66
85
42
33
60
48
51
32
50





- **النتائج:**

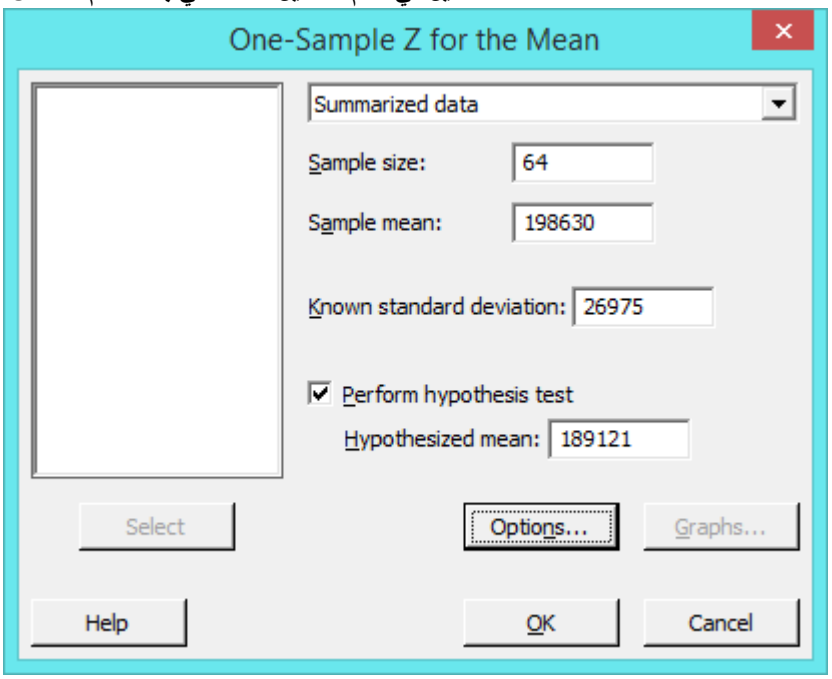


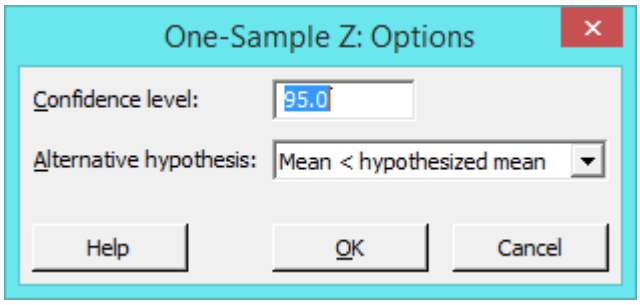
- **التحليل**

بما ان قيمة (P–Value) اكبر من (0.05) ، اذا سنقبل الفرض الصفري (الوسط الحسابي لعلامات الطلاب جميعهم مساو للقيمة 50).

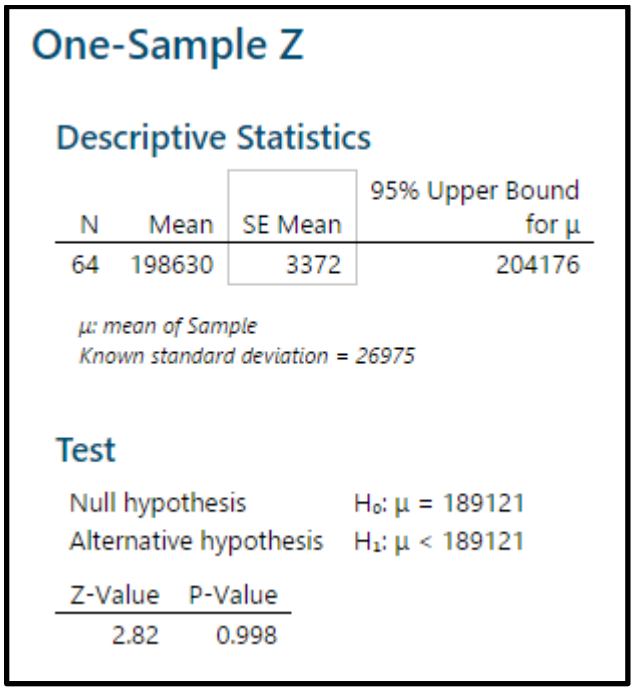
مثال 2:/ **البيانات الخام غير متوفرة**

اذا علمت ان المتوسط الحسابي لتكلفة طيران تجاري هو ($189121) بانحراف معياري ($26975) ، ادعت احدى الشركات ان كلفة النقل لديها اقل مقارنة بكلفة النقل المسجلة في السجلات علما بانها قامت (64) رحلة تجارية وبمتوسط حسابي قدره ($198630). تحقق من صحة ادعاء تلك الشركة ($\alpha = 0.05$)





- **النتائج:**



One-Sample Z

Descriptive Statistics

N	Mean	SE Mean	95% Upper Bound for μ
64	198630	3372	204176

μ: mean of Sample
Known standard deviation = 26975

Test

Null hypothesis $H_0: \mu = 189121$
Alternative hypothesis $H_1: \mu < 189121$

Z-Value	P-Value
2.82	0.998

- **التحليل:**

بما ان قيمة P–Value هي (0.998) اكبر من (0.05) ، سنقبل الفرض الصفري ونرفض الفرض البديل والمتمثل بادعاء الشركة ان كلفة النقل لديها اقل مقارنة بكلفة النقل المسجلة في السجلات .

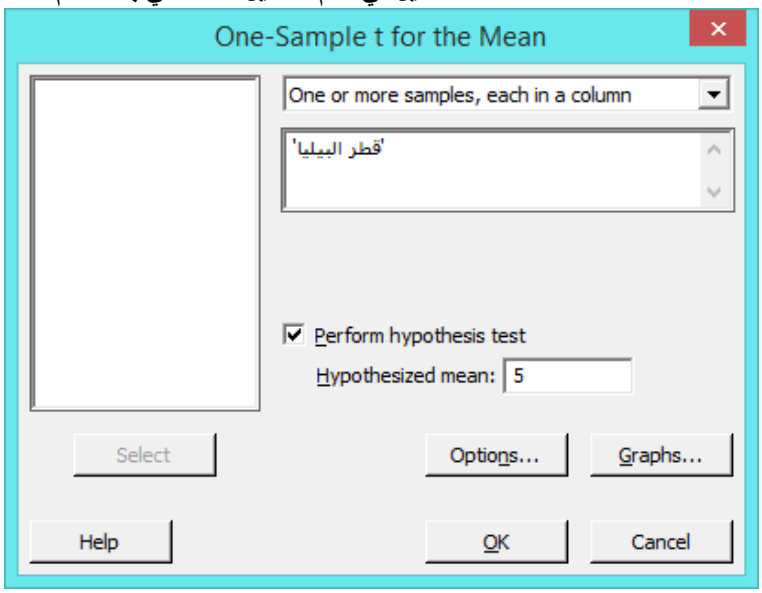
اختبار (1-Sample t) :

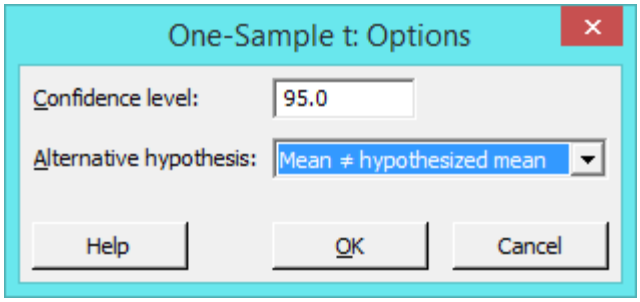
- يستخدم اختبار One sample t–test عند **مقارنة الوسط الحسابي للمجتمع الاحصائي بقيمة افتراضية.**
- من شروطه : **عدم معرفة الانحراف المعياري** للمجتمع الاحصائي.
- اذا كان **الانحراف المعياري للمجتمع الاحصائي معلوم نستخدم اختبار One sample Z–test**
- نوع البيانات يجب ان يكون من النوع **Continuous**.
- البيانات تتوزع **التوزيع الطبيعي** .
- البيانات يجب ان تحقق شرط **الاستقلالية** (تتحقق اذا كانت الاداة المستخدمة في القياس واحدة).

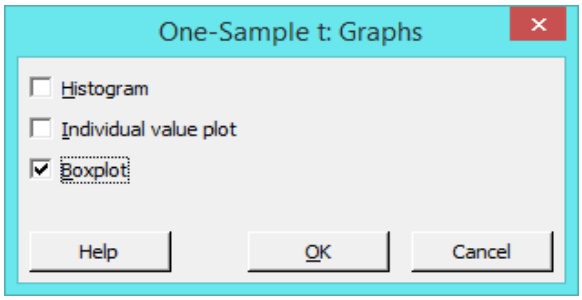
مثال :

اراد احد المصانع التاكد من ان قطر دولاب البيليا للسيارت مشابه للمواصفة القياسية والبالغة (5 سم)؟

قطر البيليا
4.67130
5.00022
4.03892
5.08513
4.26264
5.98847
5.85489
4.27637
4.85171
5.32097
4.45816
5.87084
3.85262
5.34291
4.69596
2.54306
4.64954
6.12282
5.36533
5.23200







- **النتائج:**

One-Sample T: قطر البيليا

Descriptive Statistics

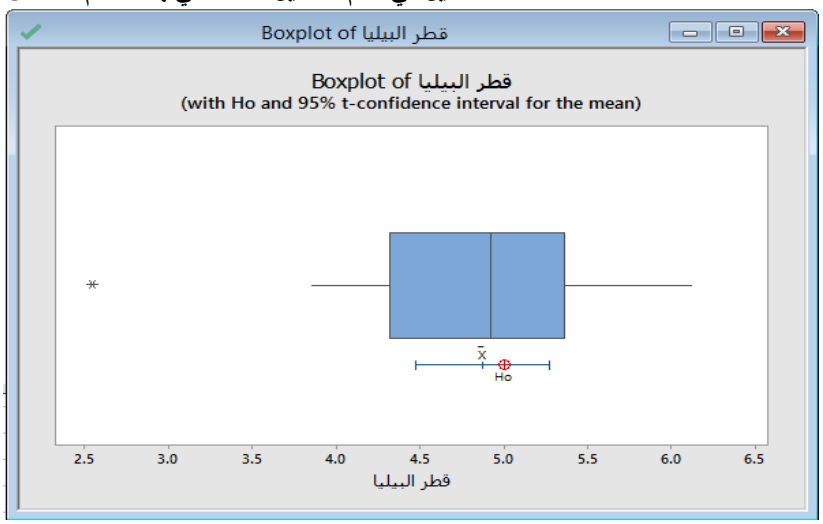
N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ
20	4.874	0.853	0.191	(4.475; 5.273)

μ: mean of قطر البيليا

Test

Null hypothesis	H_0: μ = 5
Alternative hypothesis	H_1: μ ≠ 5

T-Value	P-Value
-0.66	0.517



- **التحليل**

بما ان قيمة (P–Value) اكبر من (0.05) ، اذا سنقبل الفرض الصفري (ان قطردولاب البيليا في المجتمع الاحصائي سيكون مساو للقيمة 5 سم).

اختبار (2- Sample t) :

- يستخدم اختبار Two sample t–test عند **مقارنة الاوساط الحسابية لمجتمعين احصائيين فقط.**
- نوع البيانات يجب ان يكون من النوع **Continuous.**
- البيانات تتوزع **التوزيع الطبيعي** .
- البيانات يجب ان يتحقق شرط **الاستقلالية** .

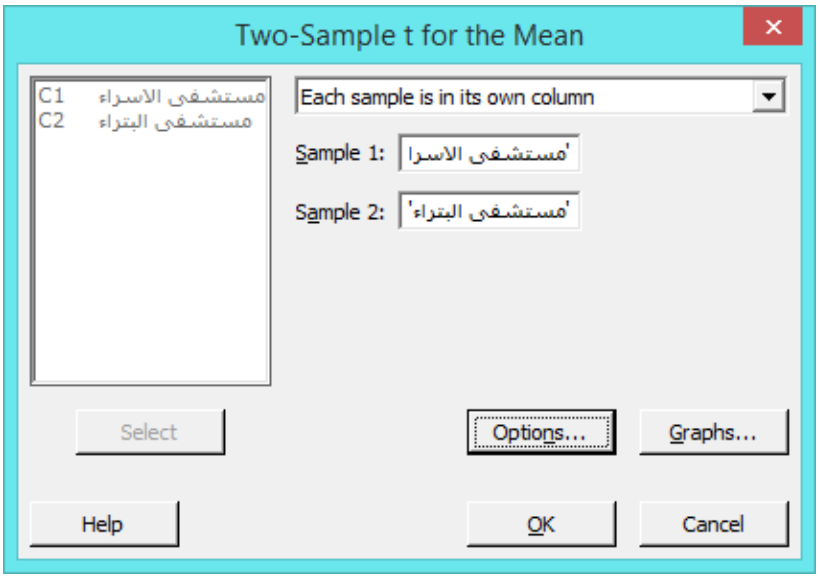
مثال : البيانات الخام من العينتين متوفرة:

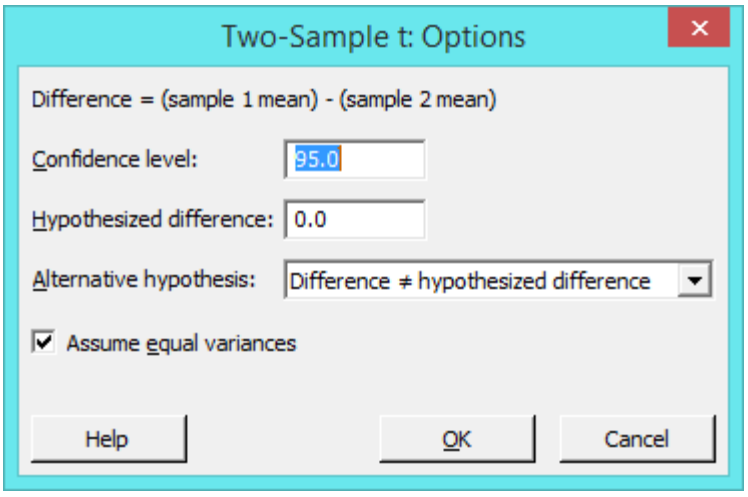
اراد احد المحللين الاحصائيين معرفة هل هناك فروق بين مستشفى الاسراء ومستشفى البتراء من حيث عدد العمليات التي تم اجرائها في المستشفيين في (20) شهرا؟

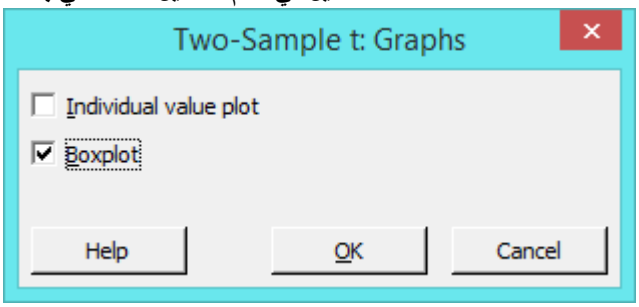
مستشفى البتراء	مستشفى الاسراء
2683	4296
2321	3945
4296	2899
3602	2550
3945	3706
2899	4035
3852	4998
1891	1891
3097	2309
4998	3856
2548	4709
4035	3602
2439	3097
3826	2683
3856	3826
2550	2321
4709	2548
2309	3852
1532	1532
3706	2439

التحقق من التوزيع الطبيعي للعينتين:

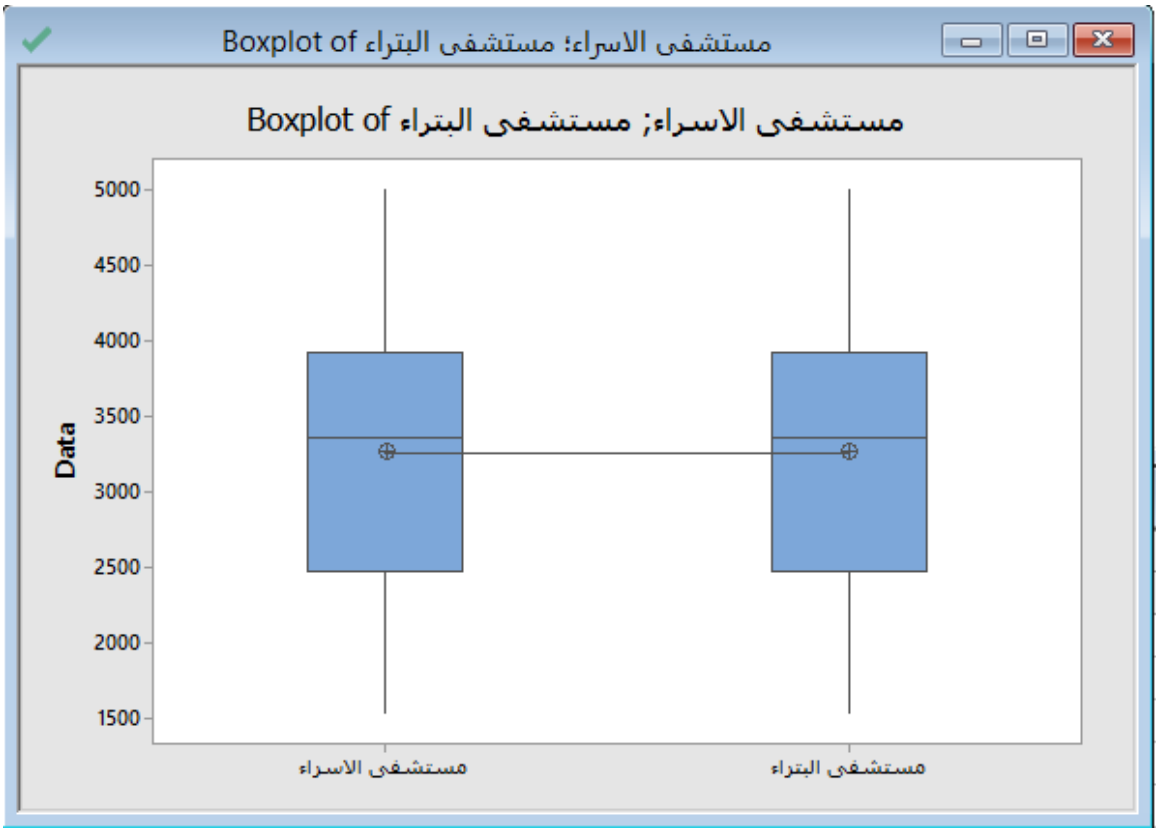
قيم P–Value اكبر من (0.05) لذا فالعينتين تتوزعان التوزيع الطبيعي.






Two-Sample t: Graphs
Individual value plot
Boxplot
Help
OK
Cancel

- النتائج:


Boxplot of مستشفى الاسراء؛ مستشفى البتراء
Boxplot of مستشفى الاسراء; مستشفى البتراء
Data
5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
مستشفى الاسراء
مستشفى البتراء

Two-Sample T-Test and CI: مستشفى الاسراء; مستشفى البتراء

Method

μ₁: mean of مستشفى الاسراء
μ₂: mean of مستشفى البتراء
Difference: μ₁ - μ₂

Equal variances are assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
مستشفى الاسراء	20	3255	958	214
مستشفى البتراء	20	3255	958	214

Estimation for Difference

Difference	Pooled StDev	95% CI for Difference
0	958	(-613; 613)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
0.00	38	1.000

- **التحليل**

بما ان قيمة P–Value اكبر من(0.05) ، اذا نقبل الفرض الصفري ، اي ان الاوساط الحسابية للعينتين متساويتين ، بمعنى اخر لا يوجد فروق بين مستشفى الاسراء ومستشفى البتراء من حيث عدد العمليات التي تم اجرائها في المستشفيين.

اختبار (Paired t) :

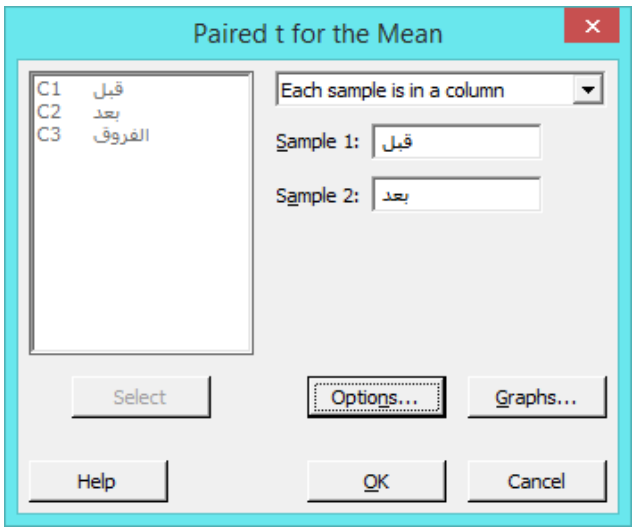
- يستخدم اختبار Two Paired Sample t– test عند **مقارنة متوسطين حسابيين لمجتمع واحد بتجربة قبل وتجربة بعد، او مجموعة** من البيانات تم **تطبيق اختبارين او مقياسيين عليها**.
- يجب ان تكون البيانات من النوع Continuous.
- يجب ان تتوزع البيانات التوزيع الطبيعي في العينتين.

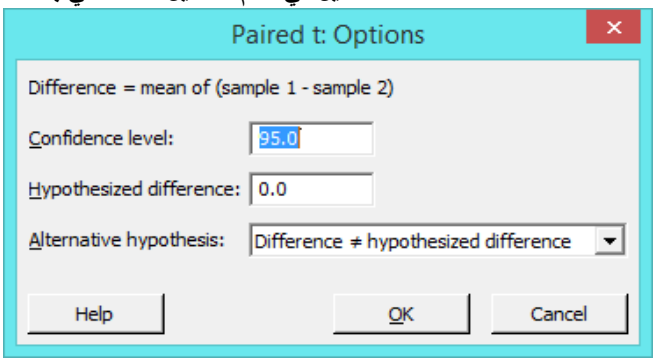
مثال:

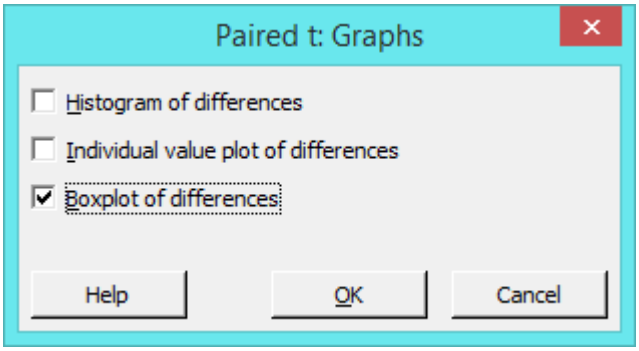
ارادت احدى المدارس الاساسية التحقق من اختلاف قياس اوزان (20) طالب وذلك بعد اخضاعهم لبرنامج رياضي لمدة اسبوع ، فقامت بتسجيل الاوزان قبل تنفيذ البرنامج ومن ثم بعد تنفيذ البرنامج .

قبل	بعد	الفروق
30.1938	29.0149	-1.17892
31.6657	28.3860	-3.27973
30.1592	29.5937	-0.56550
30.5241	29.9267	-0.59744
29.8768	30.0155	0.13872
31.2653	29.6807	-1.58452
29.9518	32.3201	2.36826
29.3481	30.5526	1.20452
28.7726	31.3420	2.56940
29.0123	29.4742	0.46193
28.6791	29.3785	0.69934
30.3088	29.8585	-0.45037
31.0630	29.6379	-1.42511
30.8525	28.6320	-2.22046
29.1127	30.8739	1.76115
29.3076	31.3003	1.99265
29.4969	28.5163	-0.98057
28.3620	29.9518	1.58982
29.8784	29.8004	-0.07801
30.1951	28.7102	-1.48489

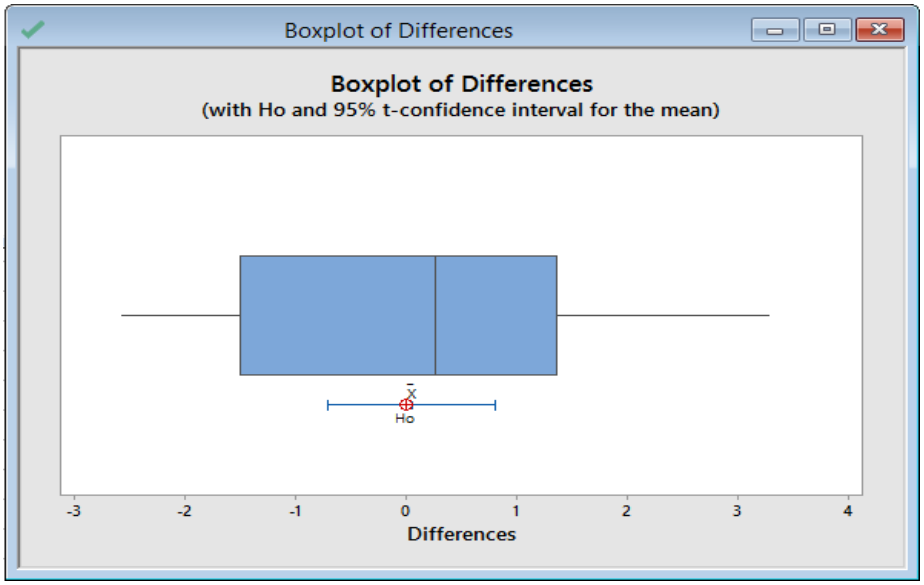
التحقق من شرط التوزيع الطبيعي:




Paired t: Options
Difference = mean of (sample 1 - sample 2)
Confidence level:
95.0
Hypothesized difference:
0.0
Alternative hypothesis:
Difference ≠ hypothesized difference
Help
OK
Cancel


Paired t: Graphs
Histogram of differences
Individual value plot of differences
Boxplot of differences
Help
OK
Cancel

- **النتائج:**


Boxplot of Differences
Boxplot of Differences
(with Ho and 95% t-confidence interval for the mean)
Ho
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
Differences

Paired T-Test and CI: بعد ;قبل

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
قبل	20	29.901	0.900	0.201
بعد	20	29.848	1.024	0.229

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ_difference
0.053	1.616	0.361	(-0.703; 0.809)

μ_difference: mean of (قبل - بعد)

Test

Null hypothesis	H_0: μ_difference = 0
Alternative hypothesis	H_1: μ_difference ≠ 0

T-Value	P-Value
0.15	0.885

- **التحليل**

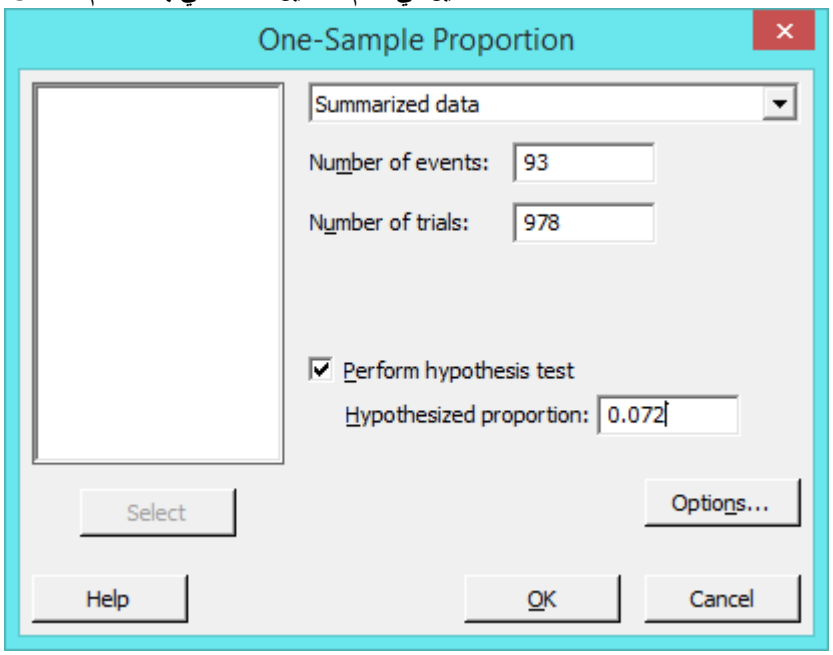
بما ان قيمة P–Value هي (0.885) وهي اكبر من (0.05) ، اذا نقبل الفرض الصفري ، اي انه لا يوجد فروق بين الاوزان قبل وبعد البرنامج الرياضي.

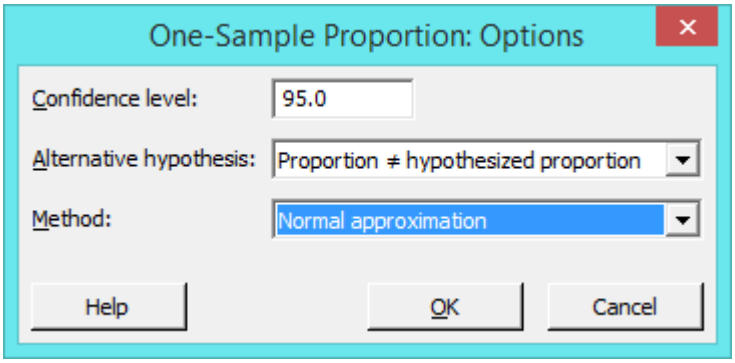
اختبار (1-Proportion) :

- يستخدم اختبار One Sample Proportion test عند **مقارنة (نسبة الصالح / المعيب – النجاح/الفشل) في مجتمع احصائي بقيمة افتراضية.**
- البيانات يجب ان تكون نتائج تجارب ذات خيارين (نجاح/فشل).

مثال:

اراد احد محللي البيانات التحقق فما اذا كانت نسبة الشراء لمنتج جديد تم عمل دعاية له في احد افرع السوق في المدينة تختلف عن النسبة العامة للاسواق والبالغة (7.2%) ؟ (فقام بسحب عينة مقدارها 93 اسرة من اصل 978 اسرة ممن يرتادون السوق لمعرفة ذلك).





- **النتائج:**

Test and CI for One Proportion

Method

p: event proportion
Normal approximation method is used for this analysis.

Descriptive Statistics

N	Event	Sample p	95% CI for p
978	93	0.095092	(0.076707; 0.113477)

Test

Null hypothesis H_0: p = 0.072
Alternative hypothesis H_1: p ≠ 0.072

Z-Value	P-Value
2.79	0.005

- **التحليل:**

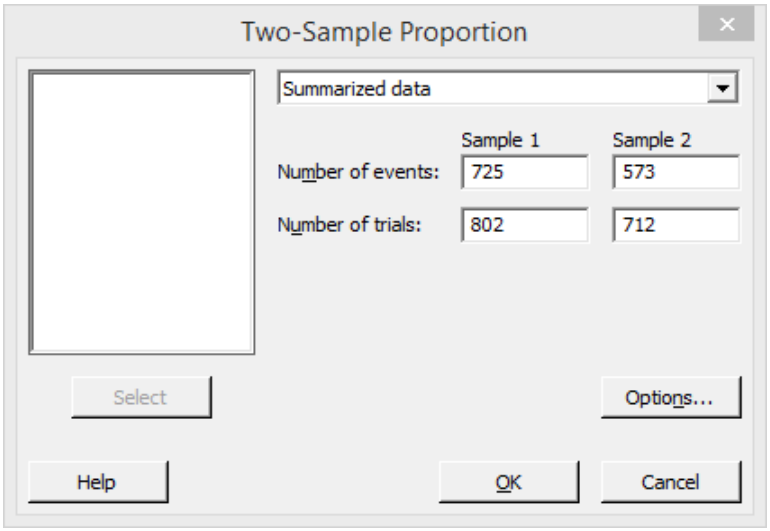
بما ان قيمة P–Value اقل من (0.05) ، فاننا نرفض الفرض الصفري ونقبل الفرض البديل ، اي يوجد اختلاف في نسبة شراء المنتج الجديد عن النسبة العامة للاسواق. ومن عمود (sample p) نستطيع القول ان نسبة الشراء في هذا السوق والبالغة (9.5%) افضل من نسبة الشراء في كافة الاسواق الاخرى.

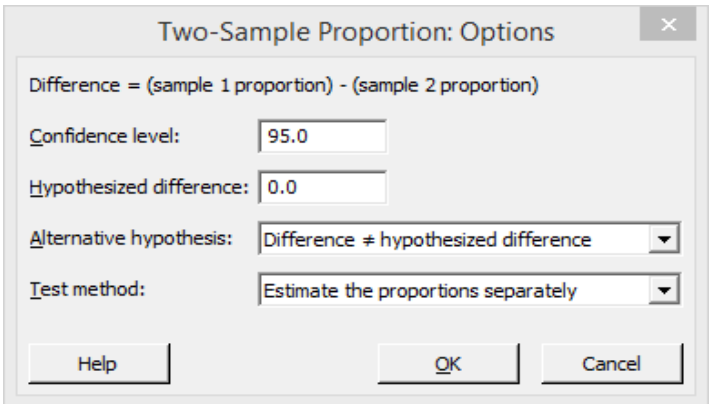
اختبار (2-Proportion) :

- يستخدم اختبار Two Sample Proportion test عند **مقارنة (نسبة الصالح / المعيب – النجاح/الفشل ذكر/انثى) في مجتمعين احصائيين.**
- البيانات يجب ان تكون نتائج تجارب ذات خيارين (نجاح/فشل).
- يجب ان تكون البيانات في العينتين مستقلتين (اختبار كاي تربيع).

مثال:

ارادت احدى الجامعات التحقق فيما اذا كانت نسبة الذكور الذين يلتحقون بعمل اثناء الصيف مساوية لتلك عند الاناث ، فقامت باختيار عينة من الذكور تضم (802) اشتغل منهم (725) ، في المقابل كانت عينة الاناث (712) اشتغل منهن (573) .





- **النتائج:**

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1: proportion where Sample 1 = Event
p_2: proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	802	725	0.903990
Sample 2	712	573	0.804775

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0992147	(0.063671; 0.134759)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	5.47	0.000

- **التحليل**

بما ان قيمة P–Value هي (0.00) وهي اقل من (0.05) ، اذا نرفض الفرض الصفري **وقبول الفرض البديل** ، اي ان نسبة الذكور الذين يلتحقون بعمل اثناء الصيف مختلفة لتلك عند الاناث ، وبما ان الوسط الحسابي عند الذكور اعلى منه عند الاناث ، من هنا ستكون نسبة الذكور اعلى من الاناث.

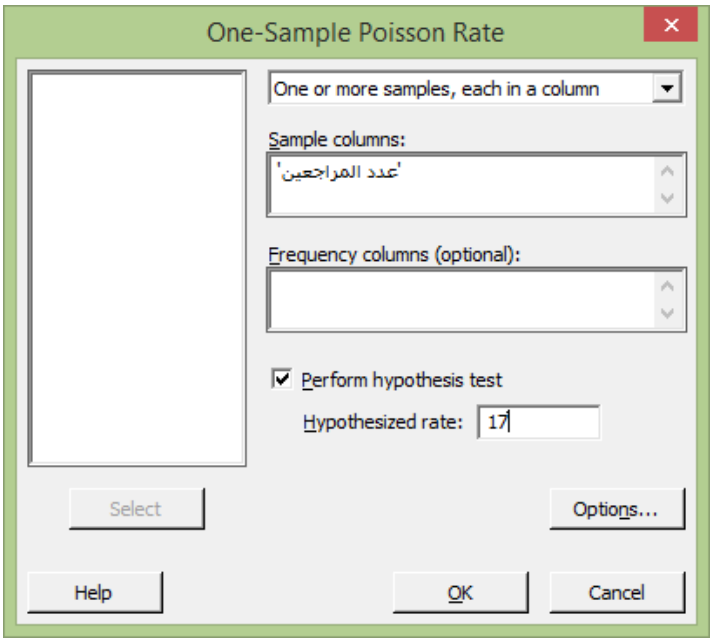
اختبار (1-Sample Poisson rate)

- يستخدم اختبار One Sample Poisson rate للبيانات من النوع المنفصل Discrete لعينة واحدة.
- تكون البيانات على اشكال اعداد صحيحة (مثل : عدد المكالمات / عدد الزائرين لعيادة احد الاطباء / ...).
- المراد مقارنة الوسط الحسابي للبيانات بقيمة عدد صحيح .

مثال:

اراد احد الاطباء التحقق فيما اذا كان عدد المرضى الذين يراجعون عيادته اكبر من للقيمة (17) ، فقام باخذ عينة على مدار اسبوع؟

	عدد المراجعين
1	16
2	12
3	9
4	18
5	15
6	20
7	17



النتائج:

Test and CI for One-Sample Poisson Rate: عدد المراجعين

Method

λ: Poisson rate of عدد المراجعين
Exact method is used for this analysis.

Descriptive Statistics

N	Total Occurrences	Sample Rate	95% Lower Bound for λ
7	107	15.2857	12.9390

Test

Null hypothesis	H_0: λ = 17
Alternative hypothesis	H_1: λ > 17

P-Value
0.875

التحليل:

بما ان قيمة P–Value اكبر من القيمة (0.05) ، نرفض الفرض البديل الذي يدعي بان عدد المراجعين هو اكبر من (17) ، ونقبل الفرض الصفري الذي يدعي ان عدد المراجعين مساو للقيمة (17) .

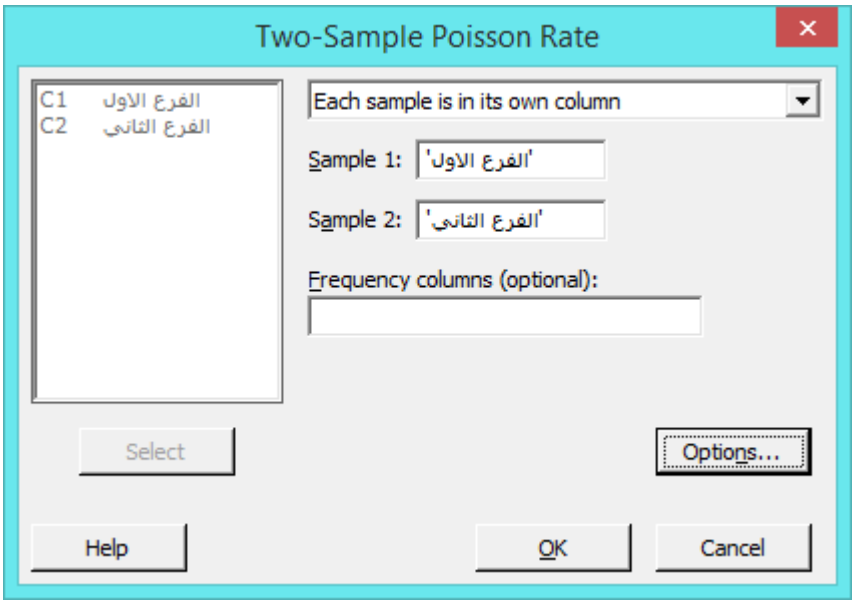
اختبار (2-Sample Poisson rate) :

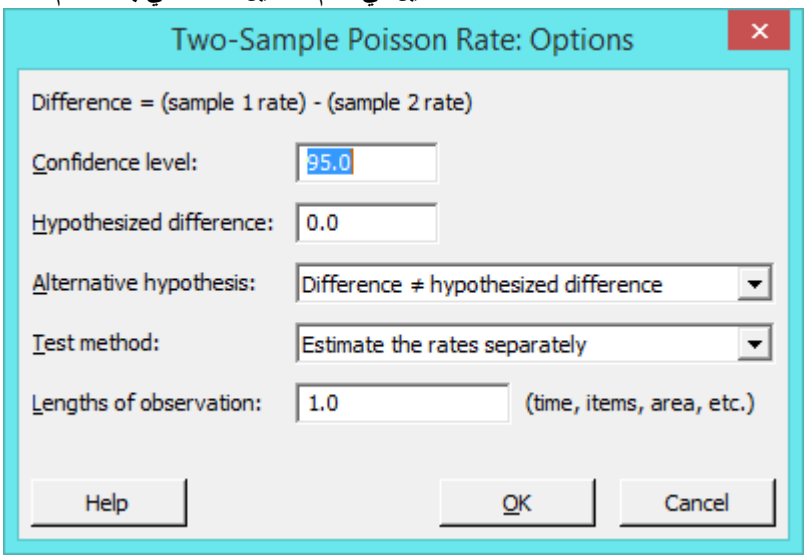
- يستخدم اختبار Two Sample Poisson rate للبيانات من النوع المنفصل Discrete لعينتين.
- تكون البيانات على اشكال اعداد صحيحة (مثل : عدد المكالمات / عدد الزائرين لعيادة احد الاطباء / ...) للعينتين.
- المراد مقارنة الوسط الحسابي للعينة الاولى بالوسط الحسابي للعينة الثانية.
- يجب ان تكون العينتين مستقلتين (اختبار كاي تربيع).

مثال:

اراد احد الاحصائيين التحقق فيما اذا كان عدد مراجعي فرعي بريد في مدينة ما متساو ام لا ، فقام باخذ عينة من كل فرع خلال فترة اسبوع.

↓	C1	C2
	الفرع الاول	الفرع الثانى
1	27	37
2	26	48
3	36	28
4	36	35
5	34	37
6	38	38
7	37	32





النتائج :

Test and CI for Two-Sample Poisson Rates: الفرع الاول؛ الفرع الثاني

Method

λ_1: Poisson rate of الفرع الاول

λ_2: Poisson rate of الفرع الثاني

Difference: $\lambda_1 - \lambda_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Total Occurrences	Sample Rate
الفرع الاول	7	234	33.4286
الفرع الثاني	7	255	36.4286

Estimation for Difference

Estimated Difference	95%– CI for Difference
-3	(-9.19162; 3.19162)

Test

Null hypothesis $H_0: \lambda_1 - \lambda_2 = 0$

Alternative hypothesis $H_1: \lambda_1 - \lambda_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Exact		0.366
Normal approximation	-0.95	0.342

التحليل:

بما ان قيمة P–Value اكبر من (0.05) ، سنقوم بقبول الفرض الصفري الذي يدعي بان عدد المراجعين للفرعين متساو .

اختبار (1 Variance) :

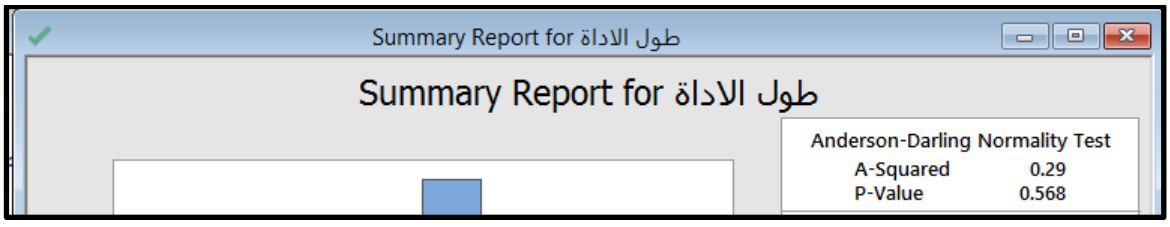
- يستخدم اختبار One Sample Chi-square for variance عند **مقارنة التباين للمجتمع الاحصائي بقيمة افتراضية.**
- البيانات تتوزع **التوزيع الطبيعي.**

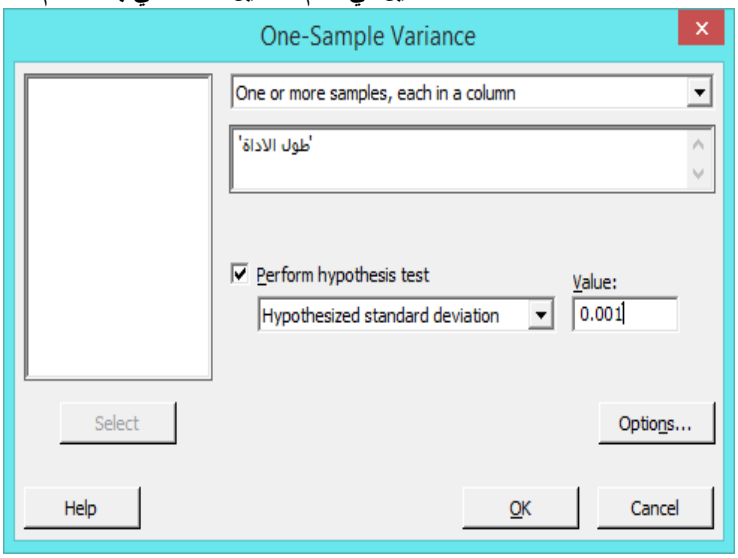
مثال:

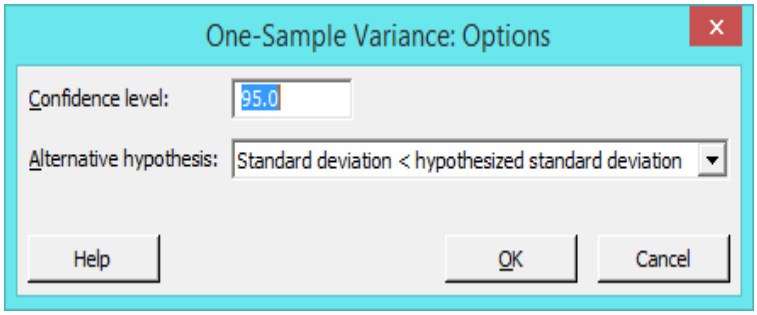
اراد احد المصانع التاكد من ان التباين في طول اداة تستخدم في الطائرات يقل عن (0.001) انش ؟

طول الاداة
15.5488
13.9007
14.7918
15.5080
15.2055
14.8414
13.9364
15.5080
15.7779
15.0612
16.2702
14.8363
15.2769
15.9862
15.1036
14.5737
14.9547
15.1759
15.6646
15.2789

التاكد من التوزيع الطبيعي:







النتائج:

Test and CI for One Variance: طول الاداة

Method

σ: standard deviation of طول الاداة
The Bonett method is valid for any continuous distribution.
The chi-square method is valid only for the normal distribution.

Descriptive Statistics

N	StDev	Variance	95% Upper Bound for σ using Bonett	95% Upper Bound for σ using Chi-Square
20	0.598	0.358	0.857	0.820

Test

Null hypothesis $H_0: \sigma = 0.001$
Alternative hypothesis $H_1: \sigma < 0.001$

Method	Test Statistic	DF	P-Value
Bonett	—	—	1.000
Chi-Square	6799142.40	19	1.000

- **التحليل**

بما ان قيمة P–Value اكبر من (0.05) ، اذا سنقوم بقبول الفرض الصفري (ان التباين مساو للقيمة 0.001).

وهذا يبين ان التباين في طول الاداة سيكون اكبر من المخطط له (اقل من 0.001) والذي يؤدي بدوره الى وجود خطر على حياة الركاب.

اختبار (2 Variance) :

- يستخدم اختبار Two variance عند **مقارنة التباين (او الانحراف المعياري) لمجتمعين احصائيين** .
- البيانات تتوزع **التوزيع الطبيعي في العينتين** .
- البيانات يجب ان تحقق شرط **الاستقلالية** (كاي تربيع).

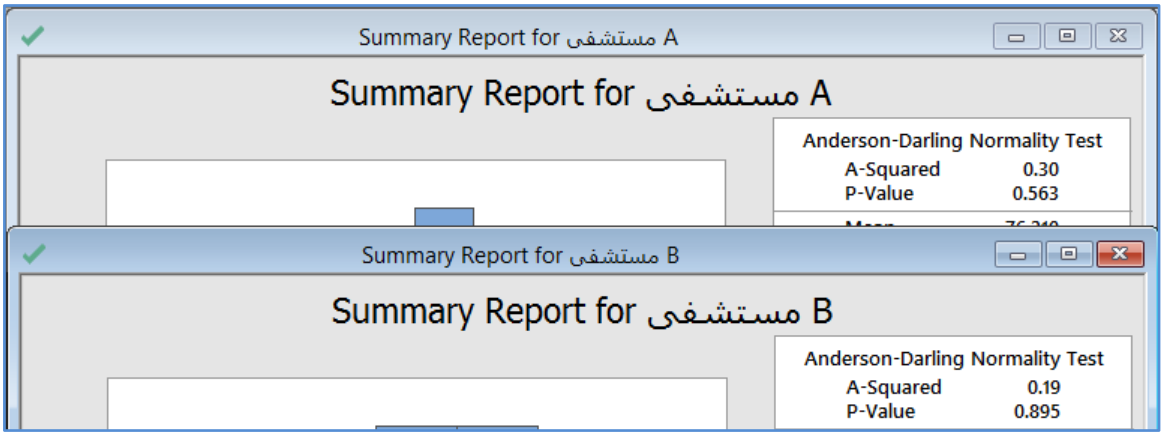
مثال:

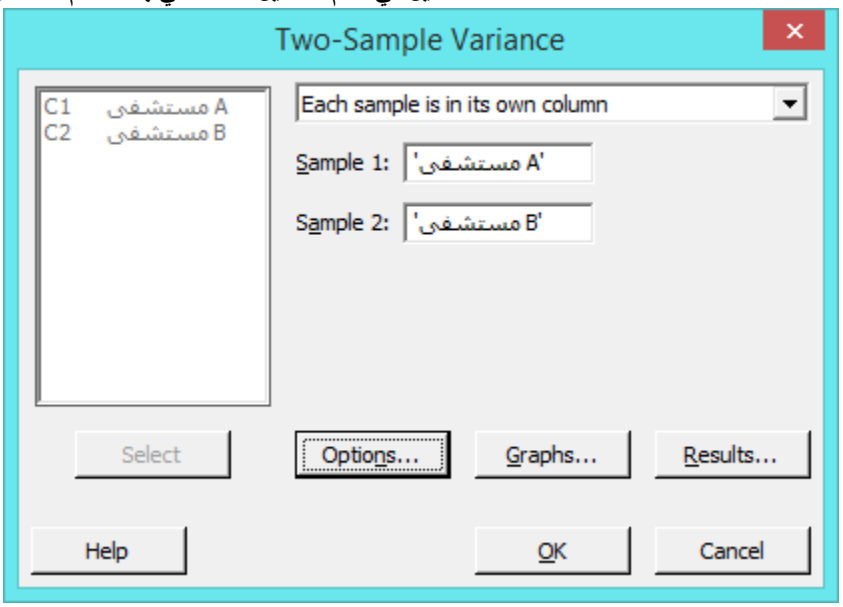
اراد احد الاستشاريين التحقق من التباين في نسبة رضا المرضى في مستشفين A, B عن الرعاية المقدمة لهم ، فقام باخذ عينتة من المرضى في كل مستشفى حجمها (30) مريض وسجل نسبة الرضا لهم.

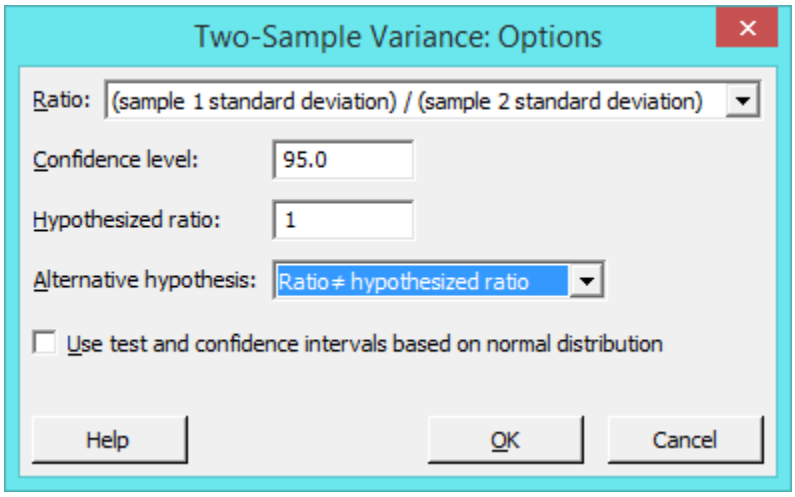
↓	C1	C2
	مستشفى A	مستشفى B
1	77.6	74.7
2	75.9	77.3
3	74.0	77.1
4	75.1	76.2
5	75.2	76.6
6	76.1	75.2
7	76.3	77.7
8	77.7	74.3
9	76.9	76.8
10	76.2	76.6
11	74.6	76.7
12	75.3	74.3
13	73.4	76.1
14	75.7	77.7
15	74.5	75.5
16	77.2	77.5
17	74.1	75.4

البيانات ل (30) مريض.

التحقق من شرط التوزيع الطبيعي :







النتائج :

Test and CI for Two Variances: مستشفى A; مستشفى B

Test

Null hypothesis	$H_0: \sigma_1 / \sigma_2 = 1$
Alternative hypothesis	$H_1: \sigma_1 / \sigma_2 \neq 1$
Significance level	$\alpha = 0.05$

Method	Test Statistic	DF1	DF2	P-Value
Bonett	2.80	1		0.095
Levene	2.13	1	58	0.150

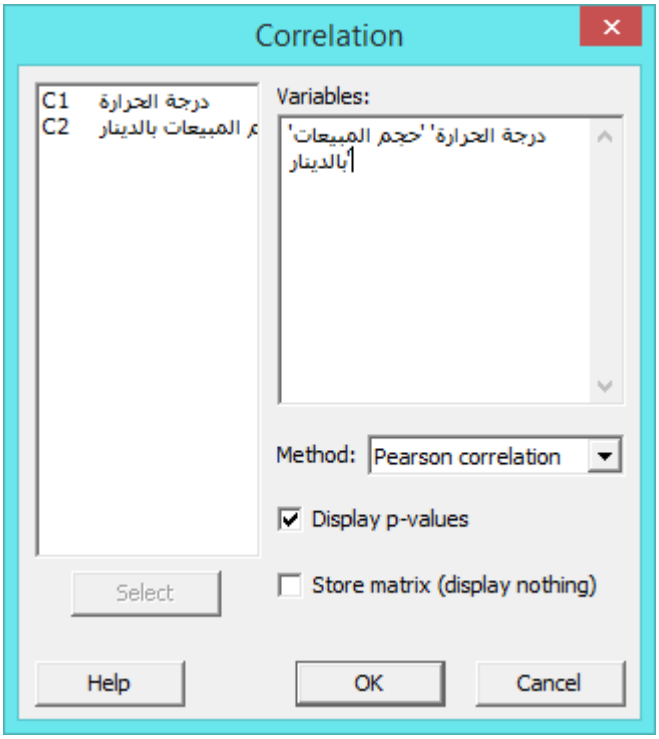
التحليل: بما ان قيمة P–value Levene اكبر من (0.05) ، اذا يتحقق الفرض الصفري ان الذي يدعي ان التباين في نسبة الرضا في المستشفين A و B متساوي .

معامل الارتباط (Correlation) :

- يستخدم معامل ارتباط (Pearson's) لقياس قوة الارتباط بين متغيرين من النوع متصل (Continuous) .
- يستخدم معامل ارتباط (Spearman) لقياس قوة الارتباط بين متغيرين من النوع ترتيبي (Ordinal).
- اذا كان معامل الارتباط (موجب الاشارة) ، يكون الارتباط طردي ، واذا كان معامل الارتباط (سالب الاشارة) ، يكون الارتباط عكسي.
- قيمة معامل الارتباط تتراوح بين 1− و 1+.

مثال : يريد احد باعة المثلجات التحقق فيما اذا كان هناك ارتبط ايجابي بين درجة الحرارة اليومية وحجم المبيعات بالدينار الاردني ، فقام باخذ عينة يومية لمدة اسبوع .

	C1	C2
	درجة الحرارة	حجم المبيعات بالدينار
1	22.4	54.3
2	21.4	54.2
3	21.9	55.7
4	21.0	53.4
5	20.4	54.6
6	20.6	54.0
7	22.5	54.0



النتائج :

Correlation: درجة الحرارة; حجم المبيعات بالدينار

Correlations

Pearson correlation	0.185
P-value	0.692

التحليل:

معامل بيرسون للارتباط هو (18.5%) وهي قيمة موجبه ، فالارتباط ايجابي ولكن القيمة متدنية وهذا يبين ضعف الارتباط ، وبما ان قيمة P– Value اكبر من (0.05) فالارتباط غير معنوي اي ان هذه القيمة ناتجه من المصادفة وليست قيمة حقيقية.

التغاير (Covariance) :

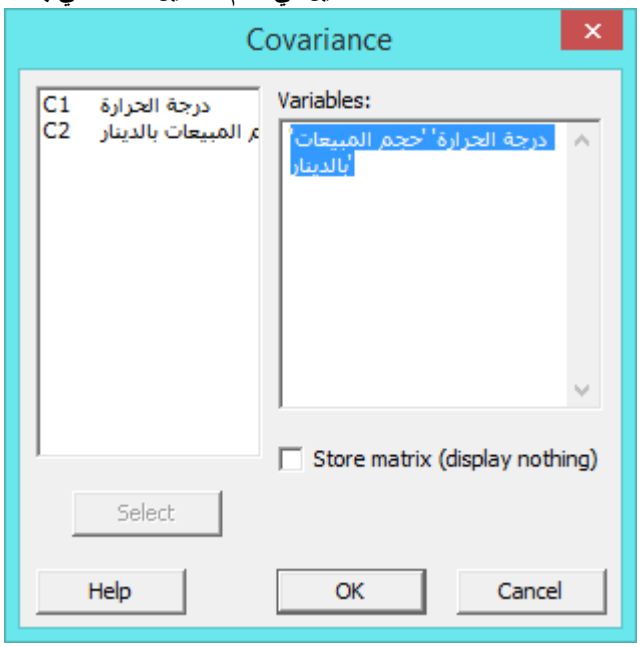
- هو مقياس لكمية التغير بين متغيرين مع بعضهما (التباين هو حالة خاصة من التغاير؛ يسمى التغاير تباينا عندما يكون المتغيرين متساويين).
- كما ان التغاير يمثل الوسط الحسابي لحاصل ضرب فروق المتغيرين عن وسطهما الحسابي.
- تكون قيمة التغاير موجبة عندما يتغير المتغيران مع بعضهما البعض (إذا كان أحد المتغيرين فوق قيمته المتوقعة، فإن الآخر أيضاً يكون فوق قيمته المتوقعة)، وعلى العكس فتكون قيمة التغاير سالبة عندما يكون أحد المتغيرين فوق قيمته المتوقعة بينما الآخر يكون دونها.
- غالبا ما يتم حساب التغاير عند حساب قيمة معامل الارتباط.
- كما يستخدم التغاير لتحديد اتجاه العلاقة الخطية بين متغيرين متصلين .

$$s_{xy} = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n - 1}$$

مثال:

اراد باحث احصائي حساب قيمة التغاير بين بيانات المتغيرين التاليين .

↓	C1	C2
	درجة الحرارة	حجم المبيعات بالدينار
1	22.4	54.3
2	21.4	54.2
3	21.9	55.7
4	21.0	53.4
5	20.4	54.6
6	20.6	54.0
7	22.5	54.0



النتائج :

Covariances: درجة الحرارة; حجم المبيعات بالدينار

Covariances

	درجة الحرارة	حجم المبيعات بال
درجة الحرارة	0.706190	
حجم المبيعات بال	0.110714	0.508095

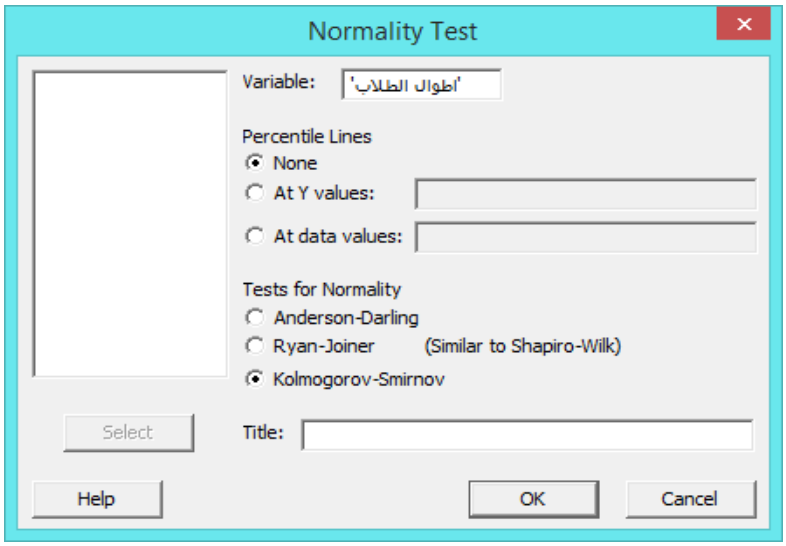
التحليل:

يتبين ان قيمة التغاير في المتغيرين هي (11.07%) وهي قيمة صغيرة نوعا ما ، وهذا يدل على عدم وجود تباين كبير بين قيم المتغير الاول والثاني.

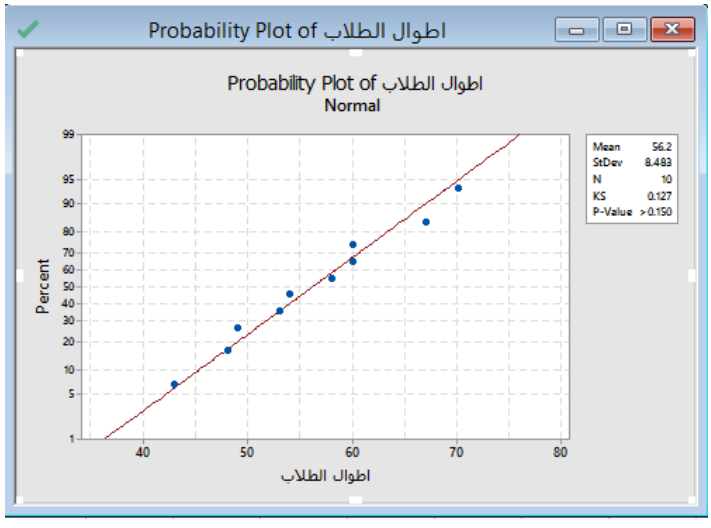
اختبار التوزيع الطبيعي (Normality test) : للتحقق فيما اذا كان العينة ماخوذه من مجتمع يتبع التوزيع الطبيعي.

مثال : اراد احد المعلمين التحقق فيما اذا كانت اوزان طلاب الصف تتبع التوزيع الطبيعي ، فقام باخذ عينة لاطوال (10) طلاب .

	اطوال الطلاب
1	53
2	67
3	43
4	58
5	49
6	60
7	54
8	60
9	48
10	70



النتائج :



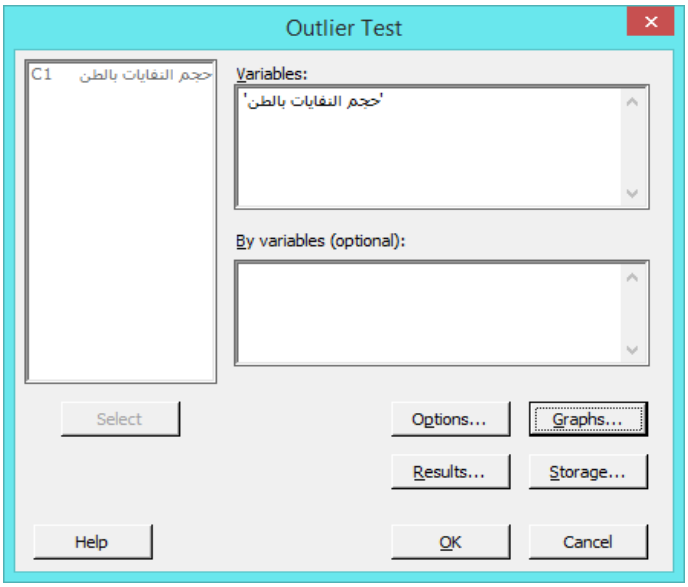
التحليل:

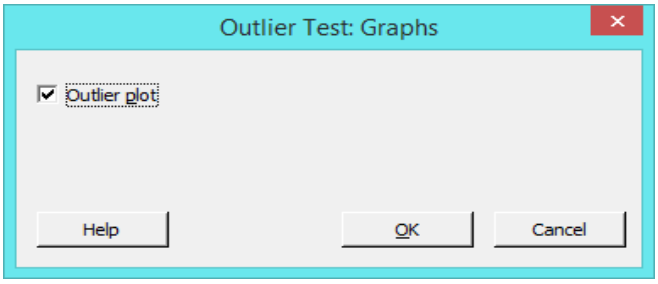
بما ان قيمة (P–Value) اكبر من (0.05) فان اطوال الطلاب تتبع التوزيع الطبيعي في هذا الصف.

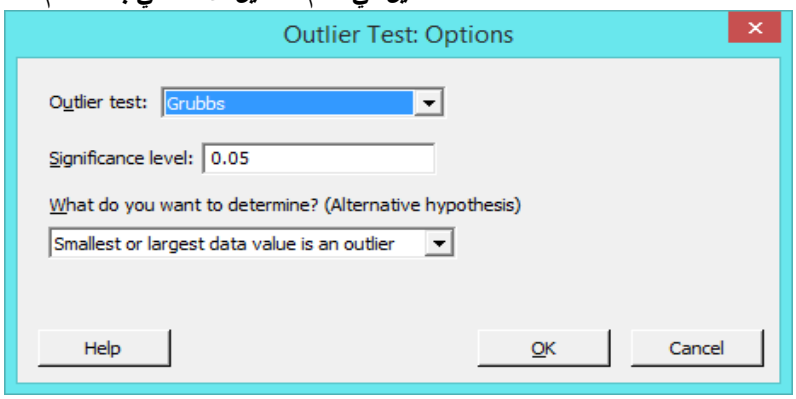
اختبار القيم المتطرفة (Outlier test) : للتحقق من وجود مشاهدات متطرفة في مجموعة البيانات .

مثال: اراد احد موظفي البلدية التحقق اذا ما كان هناك مشاهدات متطرفة في حجم النفايات الشهري التي يتم جمعها في احد البلديات.

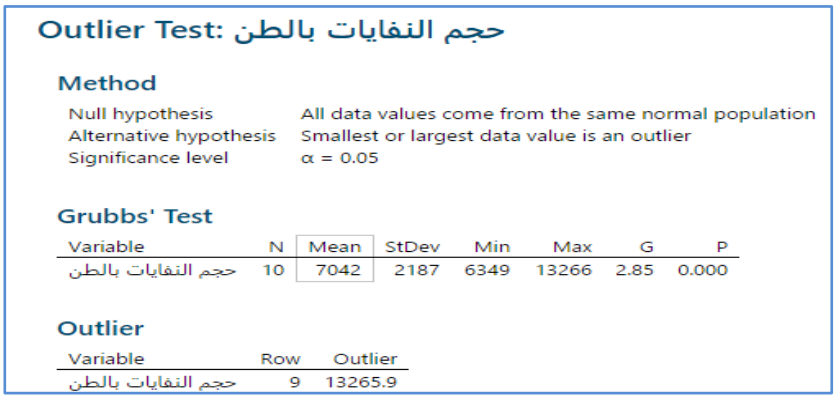
↓	C1
	حجم النفايات بالطن
1	6350.3
2	6350.2
3	6350.9
4	6349.6
5	6350.8
6	6351.1
7	6349.0
8	6349.4
9	13265.9
10	6350.8







النتائج:



Outlier Test: حجم النفايات بالطن

Method

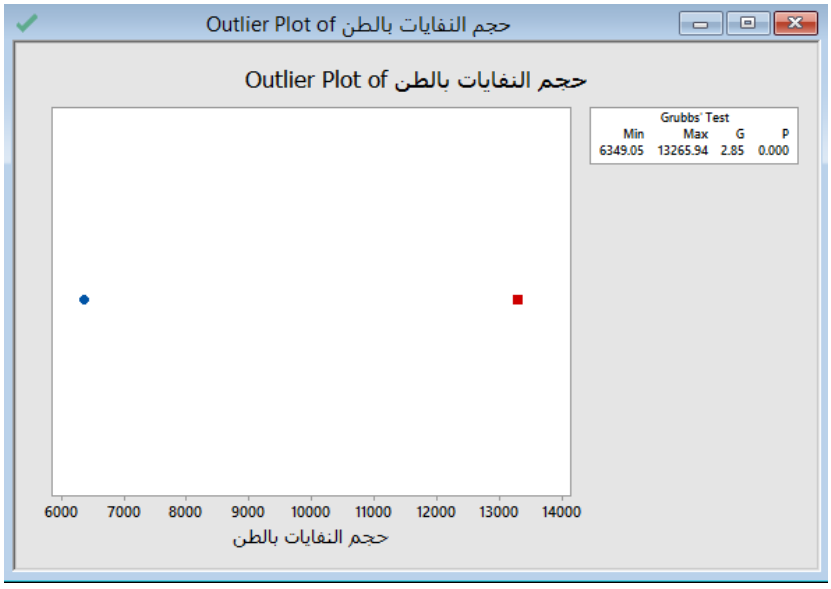
Null hypothesis	All data values come from the same normal population
Alternative hypothesis	Smallest or largest data value is an outlier
Significance level	α = 0.05

Grubbs' Test

Variable	N	Mean	StDev	Min	Max	G	P
حجم النفايات بالطن	10	7042	2187	6349	13266	2.85	0.000

Outlier

Variable	Row	Outlier
حجم النفايات بالطن	9	13265.9



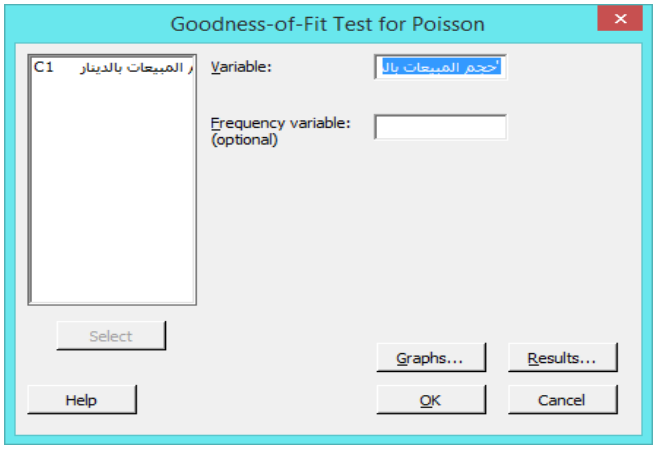
التحليل :

يوجد احد المشاهدات قيمة متطرفة وهي المشاهدة ذات القيمة (13265.9) والتي تقع في الصف (9) في ورقة العمل.

<u>التحقق فيما اذا كانت بيانات تتبع توزيع Poisson (Goodness-of-fit-test for Poisson)</u> :

مثال : اراد احد الاحصائيين التحقق فيما اذا كانت المشاهدة التالية تحقق توزيع Poisson.

↓	C1
	حجم المبيعات بالدينار
1	617
2	671
3	677
4	652
5	688
6	646
7	647
8	649
9	628
10	687



النتائج :

Poisson Goodness-of-Fit Test: حجم المبيعات بالدينار

Descriptive Statistics

N	Mean
10	656.2

Observed and Expected Counts for حجم المبيعات بالدينار

حجم المبيعات بالدينار	Poisson Probability	Observed Count	Expected Count	Contribution to Chi-Square
<=646	0.354545	3	3.54545	0.083915
647 - 661	0.229838	3	2.29838	0.214179
662 - 676	0.202281	1	2.02281	0.517174
>=677	0.213335	3	2.13335	0.352062

4 (100.00%) of the expected counts are less than 5.

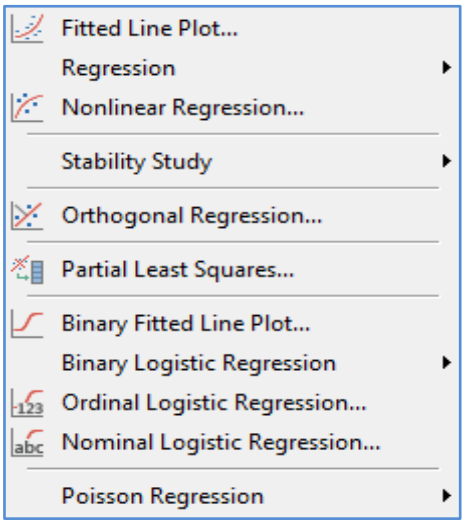
Chi-Square Test

Null hypothesis H_0: Data follow a Poisson distribution
Alternative hypothesis H_1: Data do not follow a Poisson distribution

DF	Chi-Square	P-Value
2	1.16733	0.558

التحليل : بما ان قيمة P–Value اكبر من (0.05) ، اذا نقبل الفرض الصفري بان المشاهدات تتبع توزيع Poisson.

الانحدار (Regression) : وتضم القائمة



يستخدم الانحدار لتحديد العلاقة بين متغير تابع (Y) ومتغير (X) او عدة متغيرات مستقله (من النوع المتصل Continuous) ، اذا كان هناك متغير مستقل يسمى الانحدار هنا بالانحدار البسيط وتكون العلاقة خطية وتقاس قوة العلاقة بين المتغيرين التابع والمستقل بمعامل الارتباط (Correlation coefficient) .

$$y = a*x + b$$

ويستخدم تحليل الانحدار في التنبؤ بقيم التابع Y اذا علمت قيم المتغير المستقل X ، وبما ان القيمة هي قيمة تنبؤية $\hat{Y}$ سيؤدي ذلك الى حدوث اخطاء تنبؤ (SS=SSR+SSE حيث SSR: مجموع مربعات اخطاء الانحدار (ابتعاد القيم عن الوسط الحسابي)، SSE: مجموع مربعات الاخطاء (البواقي Residuals) ,وتقيس المسافة بين القيمة الحقيقة وخط الانحدار).

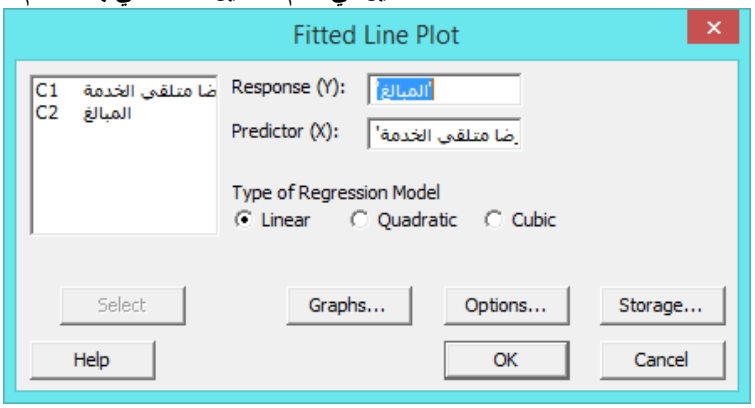
** https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/how-to/fitted-line-plot/perform-the-analysis/enter-your-data/?SID=22600#type-of-regression-model

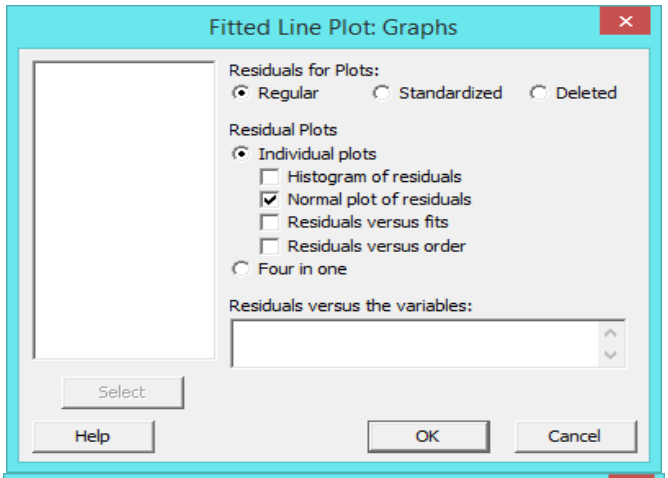
** ملاحظة مهمة : في تحليل الانحدار هناك شرط عدم وجود تعددية خطية (Multicollinearity) بين المتغيرات المستقلة والذي يقاس من خلال VIF ، حيث ان قيمة VIF يجب ان تكون اقل من (3) حتى لا يكون هناك تعددية خطية ، واذا وجدت التعددية فان النموذج الخطي لا يكون دقيقا ولذا ينصح باستخدام التحليل العاملي لانتاج عوامل لا يوجد بينها تعددية خطية.

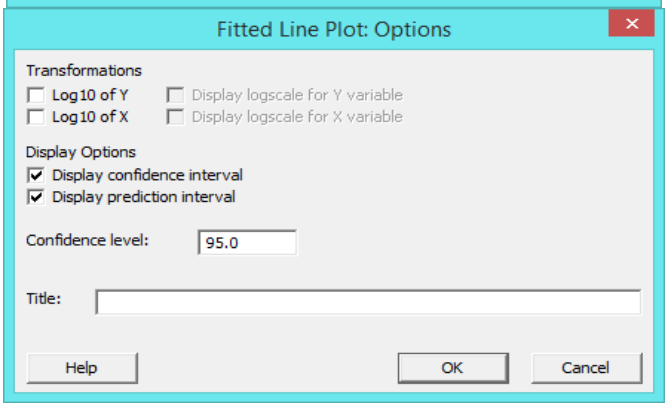
تحديد الدالة التي تربط بين قيم المتغير التابع Y وقيم المتغير المستقل X (Fitted line plot) :

مثال : اراد احد الباحثين الاحصائيين في احدى البلديات تحديد انسب دالة تمثل تاثير نسب رضا متلقي الخدمة على الاقبال في دفع المستحقات المالية ، والتحقق من وجود ذلك التاثير على المتغير التابع (المبالغ) من قبل المتغير المستقل (نسبة رضى متلقي الخدمة).

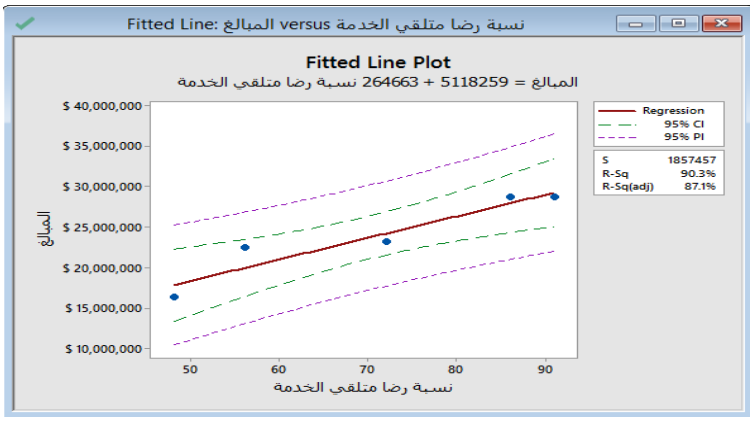
	نسبة رضا متلقى الخدمة	المبالغ
1	48	$ 16,235,698
2	56	$ 22,365,900
3	72	$ 23,100,698
4	86	$ 28,615,000
5	91	$ 28,700,000







النتائج (في حال كان الانحدار خطي) :



Regression Analysis: نسبة رضا متلقي الخدمة versus المبالغ

The regression equation is

المبالغ = 5118259 + 264663 نسبة رضا متلقي الخدمة

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)
1857457	90.32%	87.10%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	9.66081E+13	9.66081E+13	28.00	0.013
Error	3	1.03504E+13	3.45015E+12		
Total	4	1.06958E+14			

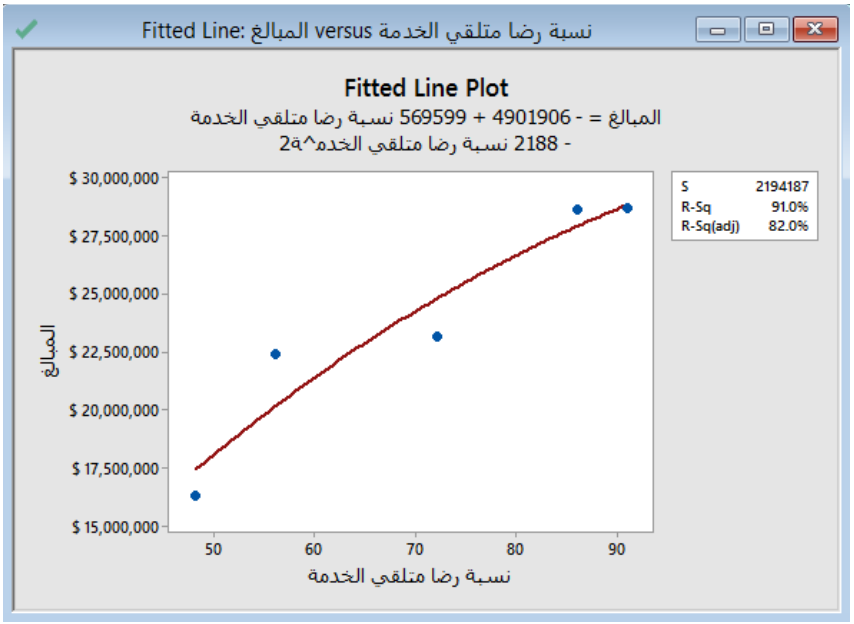
التحليل:

يتبين من الرسم ان معادلة خط الانحدار بين المتغير التابع والمتغير المستقل :

المبالغ = 5118259 + 264663 × نسبة رضا متلقي الخدمة

كما يتبين من التحليل ان حجم التاثير كبير والمتمثل بقيم (R^2) وتساوي (90.32%) ، وبما ان قيمة P–Value في تحليل ANOVA اقل من (0.05) فهذه دلالة على وجود اثر للمتغير المستقل على المتغير التابع.

النتائج (في حال كانت دالة الانحدار من الدرجة الثانية /تربيعية) :



Polynomial Regression Analysis: نسبة رضا متلقي الخدمة versus المبالغ

The regression equation is
المبالغ = - 4901906 + 569599 نسبة رضا متلقي الخدمة - 2188 نسبة رضا متلقي الخدمة^2

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)
2194187	91.00%	82.00%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	9.73296E+13	4.86648E+13	10.11	0.090
Error	2	9.62891E+12	4.81445E+12		
Total	4	1.06958E+14			

Sequential Analysis of Variance

Source	DF	SS	F	P
Linear	1	9.66081E+13	28.00	0.013
Quadratic	1	7.21527E+11	0.15	0.736

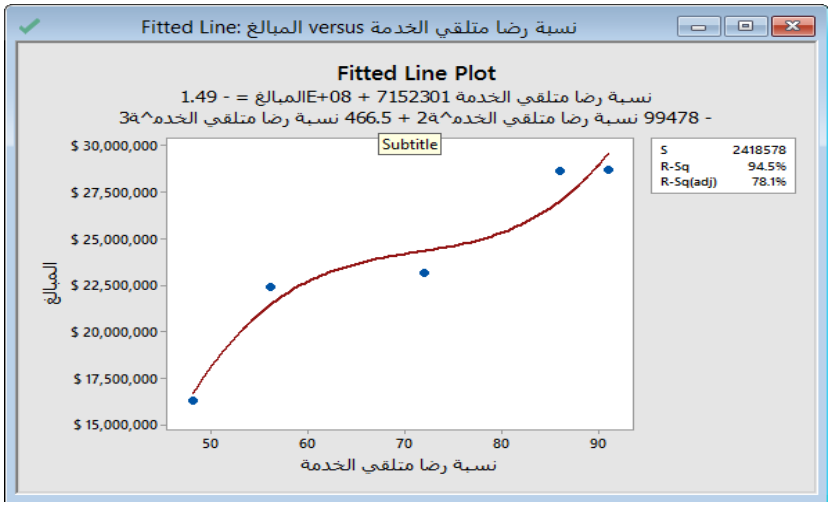
التحليل:

يتبين من الرسم ان معادلة الانحدار :

المبالغ = - 4901906 + 569599 × نسبة رضا متلقي الخدمة – 2188× (نسبة رضا متلقي الخدمة)^2

كما يتبين من التحليل ان حجم التاثير اصبح اقل من السابق والمتمثل بقيم (R^2) وتساوي (91%) ، وبما ان قيمة P–Value في تحليل ANOVA في الجزء (Quadric) اكبر من (0.05) فهذه دلالة على عدم وجود اثر للمتغير المستقل على المتغير التابع في حالة الدالة من الدرجة الثانية.

النتائج (في حال كانت دالة الانحدار من الدرجة الثالثة /تكعيبية) :



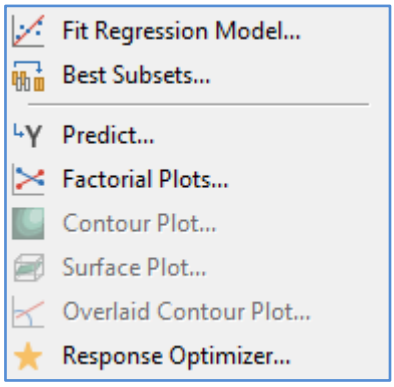
Sequential Analysis of Variance

Source	DF	SS	F	P
Linear	1	9.66081E+13	28.00	0.013
Quadratic	1	7.21527E+11	0.15	0.736
Cubic	1	3.77939E+12	0.65	0.569

التحليل :

وبما ان قيمة P–Value في تحليل ANOVA في الجزء (Cubic) اكبر من (0.05) فهذه دلالة على عدم وجود اثر للمتغير المستقل على المتغير التابع في حالة الدالة من الدرجة الثالثة.

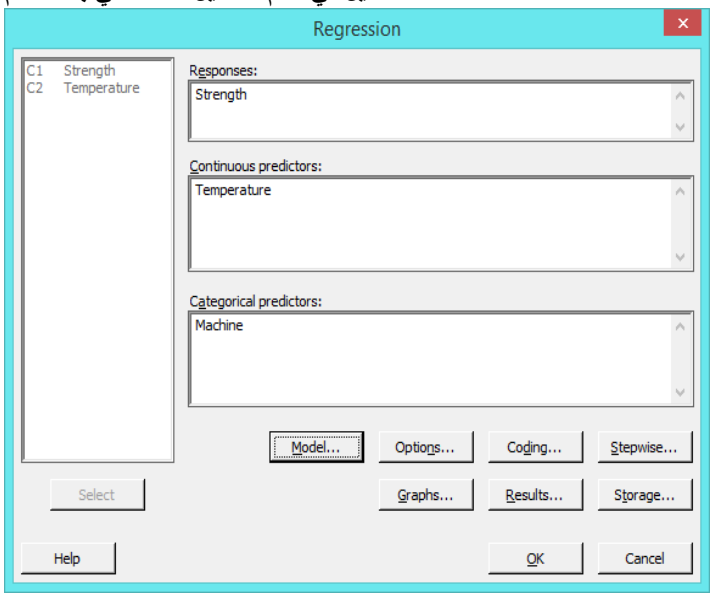
الانحدار (Regression) : وتضم القائمة

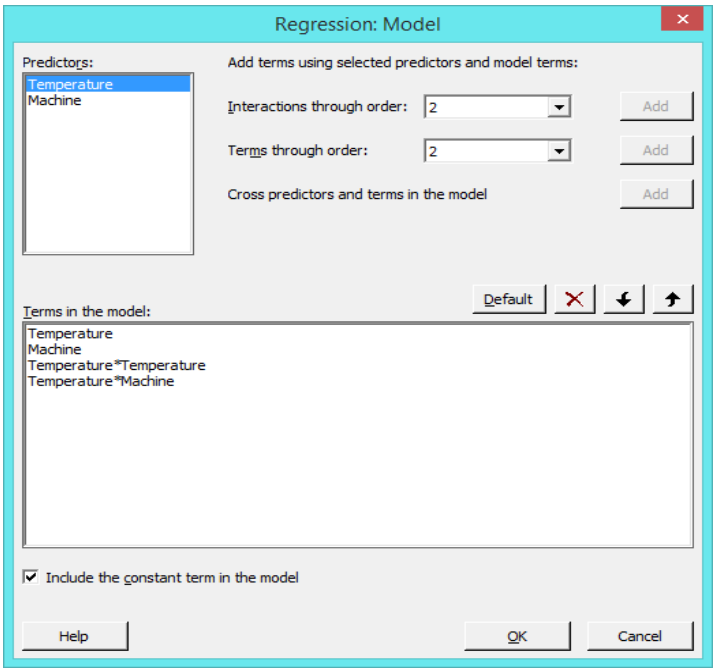


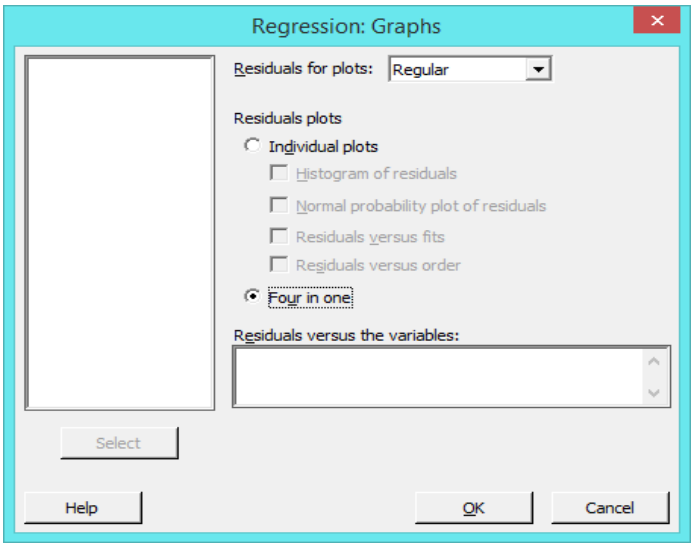
تحليل نموذج الانحدار وتداخل العلاقات بين المتغيرات (Fit Regression model) :

مثال : في مصنع للحديد يتم صناعة الواح من خلال خطي انتاج (Machine) A, B على درجات حرارة (Temperature) مختلفة فينتج الواح حديد متنوعة الصلابة (Strength)، تم اختيار عينة من المصنع حجمها (6) الواح ، يريد احد المهندسين في المصنع التحقق اذا كان هناك اثر لدرجة الحرارة ، خط الانتاج ، درجة الحرارة وخط الانتاج على صلابة الالواح .

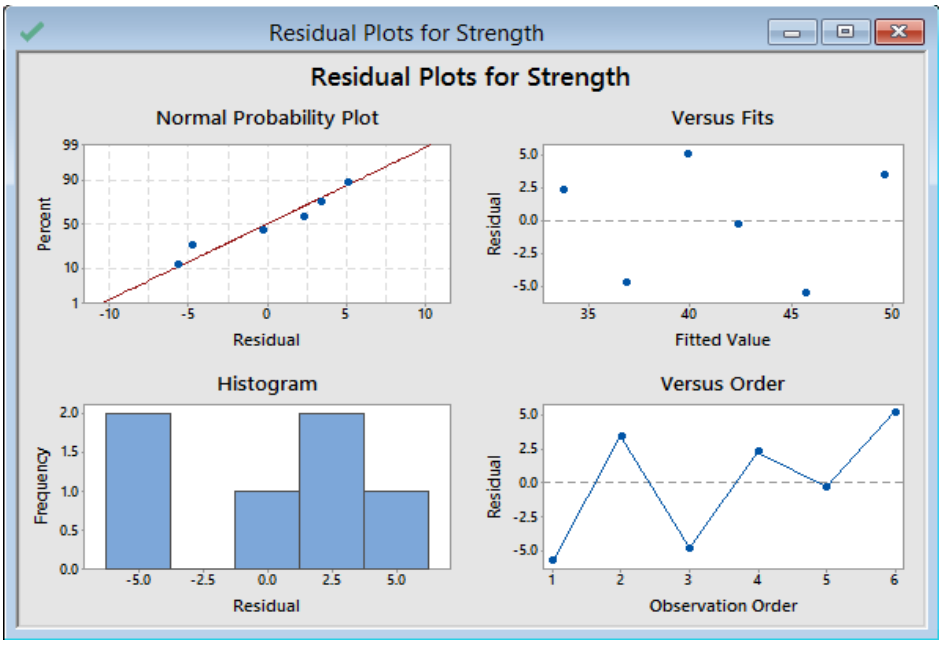
↓	C1	C2	C3-T
	Strength	Temperature	Machine
1	40	136	A
2	53	142	A
3	32	119	B
4	36	127	A
5	42	151	B
6	45	121	B


Regression
C1 Strength
C2 Temperature
Responses:
Strength
Continuous predictors:
Temperature
Categorical predictors:
Machine
Model...
Options...
Coding...
Stepwise...
Select
Graphs...
Results...
Storage...
Help
OK
Cancel


Regression: Model
Predictors:
Temperature
Machine
Add terms using selected predictors and model terms:
Interactions through order: 2
Add
Terms through order: 2
Add
Cross predictors and terms in the model
Add
Default
Terms in the model:
Temperature
Machine
Temperature*Temperature
Temperature*Machine
Include the constant term in the model
Help
OK
Cancel


Regression: Graphs
Residuals for plots: Regular
Residuals plots
Individual plots
Histogram of residuals
Normal probability plot of residuals
Residuals versus fits
Residuals versus order
Four in one
Residuals versus the variables:
Select
Help
OK
Cancel

النتائج :



Regression Analysis: Strength versus Temperature; Machine

Method

Categorical predictor coding (1; 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	4	168.620	42.155	0.43	0.799
Temperature	1	9.369	9.369	0.09	0.810
Machine	1	75.400	75.400	0.76	0.543
Temperature*Temperature	1	7.913	7.913	0.08	0.824
Temperature*Machine	1	59.922	59.922	0.61	0.579
Error	1	98.713	98.713		
Total	5	267.333			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
9.93544	63.07%	0.00%	0.00%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-920	2890	-0.32	0.804	
Temperature	13.3	43.1	0.31	0.810	14865.73
Machine					
B	120	137	0.87	0.543	285.59
Temperature*Temperature	-0.045	0.161	-0.28	0.824	14898.76
Temperature*Machine					
B	-0.84	1.08	-0.78	0.579	307.30

Regression Equation

Machine			
A	Strength	=	-920 + 13.3 Temperature - 0.045 Temperature*Temperature
B	Strength	=	-800 + 12.4 Temperature - 0.045 Temperature*Temperature

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Strength	Fit	Resid	Std Resid	
5	42.00	42.32	-0.32	-1.00	X

X Unusual X

التحليل :

- ✓ بالنظر الى تحليل ANOVA ومن قيمة P–Value نستنتج ما يلي :
  - ❖ بما ان القيمة هي (0.810) اكبر من (0.05) مقابل المتغير Temperature ، نستنتج انه لا يوجد تاثير لدرجة الحرارة على الصلابة.
  - ❖ بما ان القيمة هي (0.543) اكبر من (0.05) مقابل المتغير Machine ، نستنتج انه لا يوجد تاثير لنوع خط الانتاج على الصلابة.
  - ❖ بما ان القيمة هي (0.579) اكبر من (0.05) مقابل التداخل والتشارك بين المتغيرين Machine×Temperature ، نستنتج انه لا يوجد تاثير للتداخل بين المزيج درجة الحرارة× خط الانتاج على الصلابة.
- ✓ قيمة التاثير من عمود (R–sq(pred)) مساو (0%).
- ✓ يوجد قيمة غير اعتيادية هي المشاهدة رقم (5) .
- ✓ من الرسم (Normal Probability plot) نستنتج ان البواقي تاخذ شكل التوزيع الطبيعي ، وهو شرط لا بد من تحققه.

تكوين افضل نموذج من المتغيرات المستقلة الذي يقوم بالتاثير على متغير تابع (Best subsets)، حيث يتم تكوين جميع النماذج الممكنة من المتغيرات المستقلة ، ويكون النموذج /النماذج الافضل هو النموذج الذي تكون فيه اعلى قيمة (R-sq) ويتكون من اقل عدد من المتغيرات ، وبذا نستطيع الحصول وبشكل مباشر الى افضل نموذج دون الحاجة للقيام بالتجربة للوصول الى افضل نموذج ممكن من مجموعة متغيرات مستقلة تؤشر في متغير تابع.

مثال : مصنع يقوم بانتاج انابيب البلاستيك التي تمتاز بصلابتها ، وتعتمد الصلابة (متغير تابع) على مجموعة من العوامل (المتغيرات المستقلة) هي : الوقت في التصنيع ، الضغط ، درجة الحرارة ، عدد العاملين على خطوط الانتاج. اراد احد المهندسين الحصول على افضل نموذج من المتغيرات المستقلة التي لها الاثر الاكبر على زيادة صلابة انابيب البلاستيك فقام باخذ عينة كما يلي :

↓	C1	C2	C3	C4	C5
	الصلابة	الوقت	الضغط	الحرارة	العامل البشري
1	102.3	3	0.45	78.3	56
2	94.1	7	2.30	97.6	67
3	113.6	13	4.70	110.4	34
4	131.9	12	0.98	100.6	45
5	110.2	6	1.95	105.6	30
6	116.3	8	2.13	97.5	54

النتائج :

Best Subsets Regression: الصلابة versus الوقت; الضغط; ... ; العامل البشري

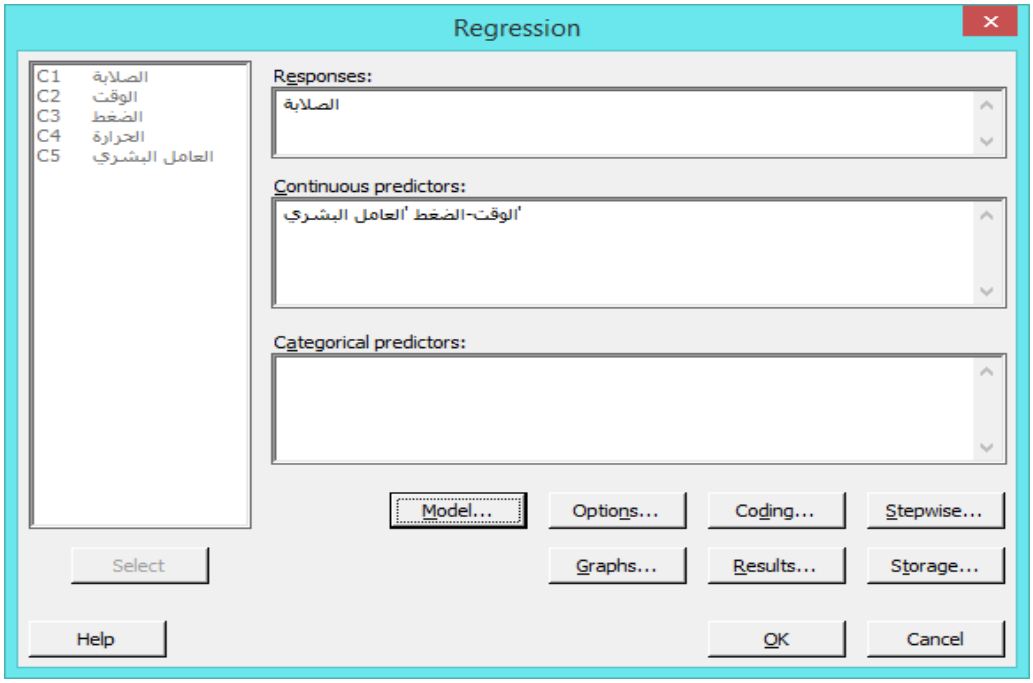
Response is الصلابة

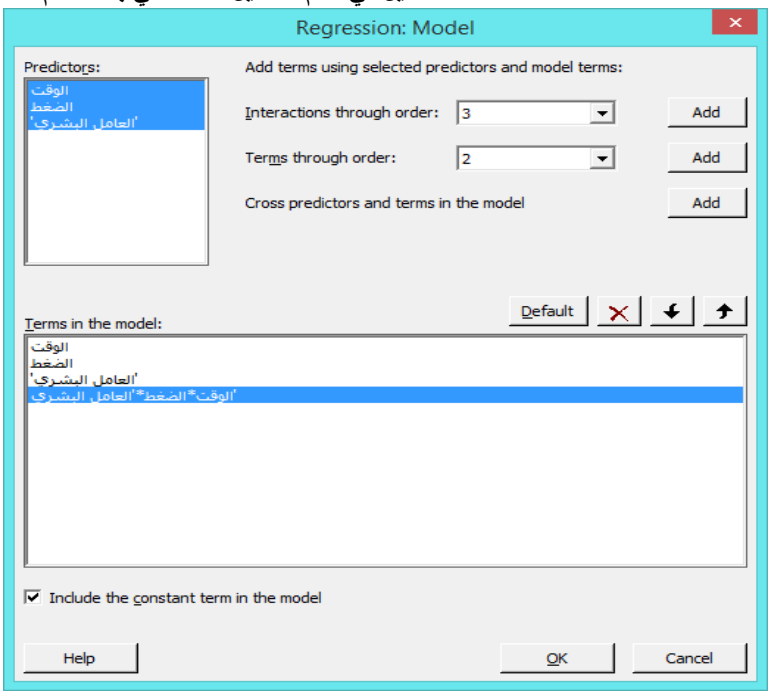
Vars	R-Sq	R-Sq (adj)	R-Sq (pred)	Mallows Cp	S	الوقت	الضغط	الحرارة	العامل البشري
1	42.4	28.0	0.0	3.4	10.947	X			
1	23.8	4.8	0.0	5.2	12.594				X
2	75.3	58.9	0.0	2.3	8.2760	X	X		
2	48.7	14.5	0.0	4.8	11.930	X			X
3	89.0	72.4	0.0	3.0	6.7755	X	X		X
3	77.4	43.6	0.0	4.1	9.6907	X	X	X	
4	89.4	46.8	0.0	5.0	9.4143	X	X	X	X

التحليل:

- ✓ نلاحظ الحالة Vars رقم (4) والحالة رقم (3) /العليا هما النموذجان الافضل وذلك لان قيمة (R–sq) هو الاكبر = 89.4 ، 89 ولكن النموذج الافضل من بين هذان النموذجان هو النموذج (3)/العليا لانه يحتوي اقل متغيرات من النموذج رقم (4) .

بعد ذلك نقوم بتنفيذ الانحدار (Fit regression model) واختيار النموذج المطابق للنموذج (3) السابق من





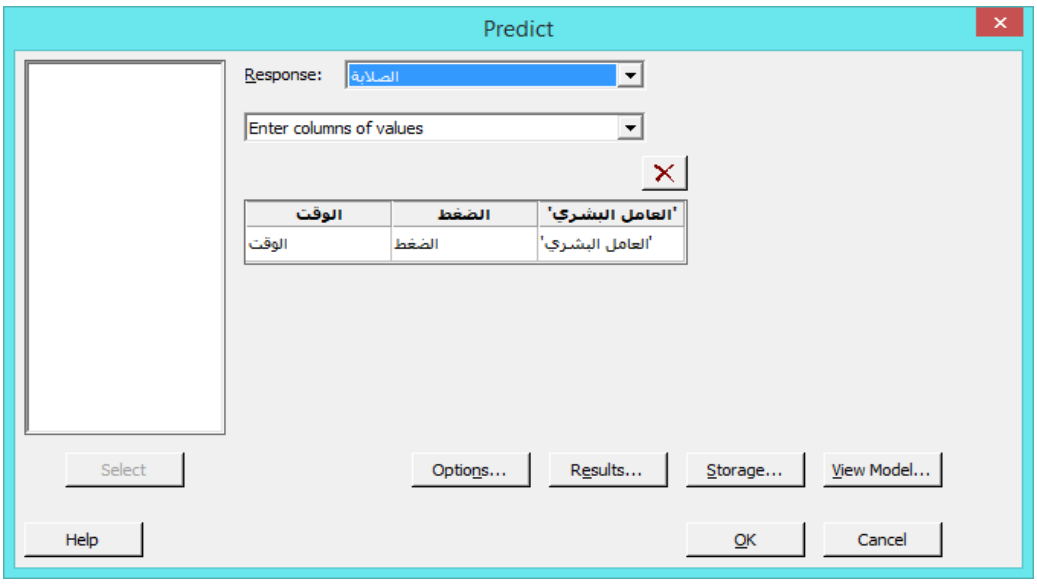
النتائج :

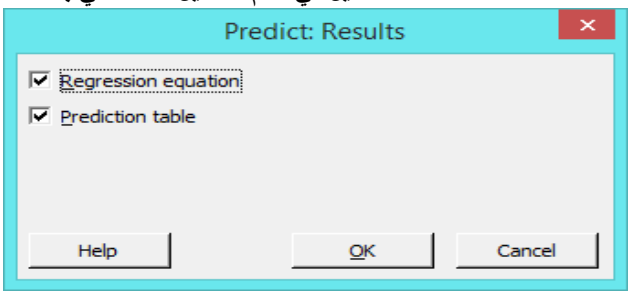
النموذج الافضل هو :

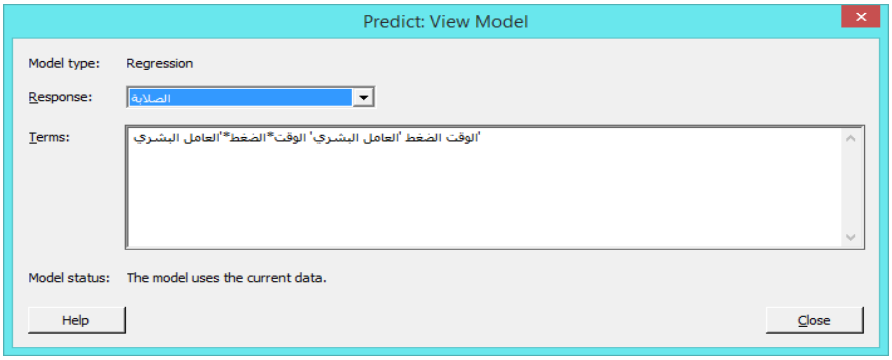
الصلابة = 127.1 + 2.90× الوقت − 11.1× الضغط − 0.504× العامل البشري + 0.0092× العامل البشري×الضغط×الوقت

<u>ايجاد القيمة المتنبأ بها للمتغير التابع بناء على النموذج في (Best subsets) (Predict)</u>:

بعد اجراء Stat > Regression > Regression > Best subsets يمكن حساب قيمة Y المتنبأ بها لجميع قيم المتغيرات في العينة .







النتائج :

Regression Equation

الصلابة = 127.1 + 2.90 الوقت*الضغط*العامل البشري + 0.0092 الوقت - 11.1 الضغط - 0.504 العامل البشري

Settings

Variable	Setting
الوقت	3
الضغط	0.45
العامل البشري	56

Prediction

Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
103.339	9.43531	(-16.5481; 223.226)	(-66.7200; 273.398)

Settings

Variable	Setting
الوقت	7
الضغط	2.3
العامل البشري	67

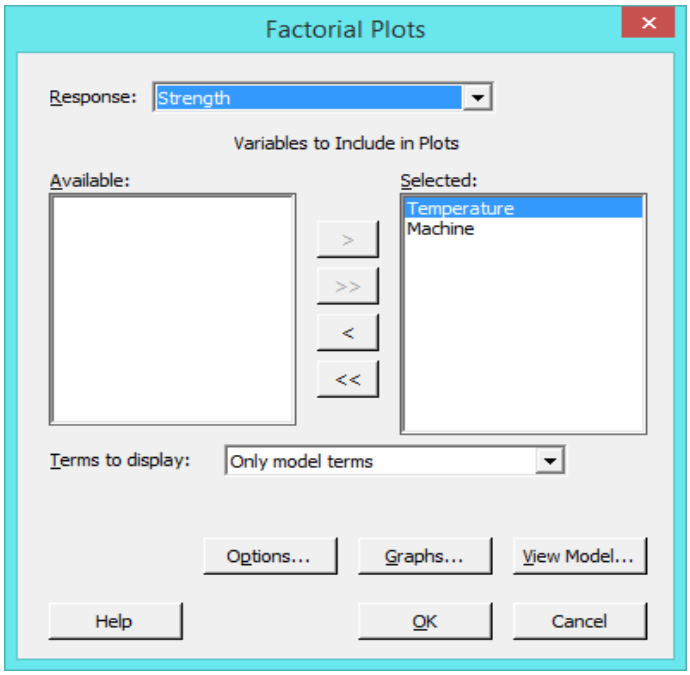
** ملاحظة هذه بعض النتائج وتعتمد على عدد السجلات في العينة.

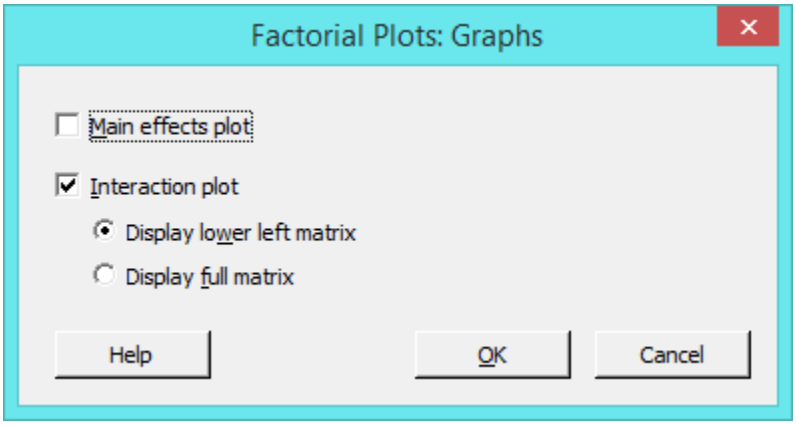
عرض الرسم البياني للتفاعل بين متغيرين مستقلين واثرهما على متغير تابع (Factorial plots) :

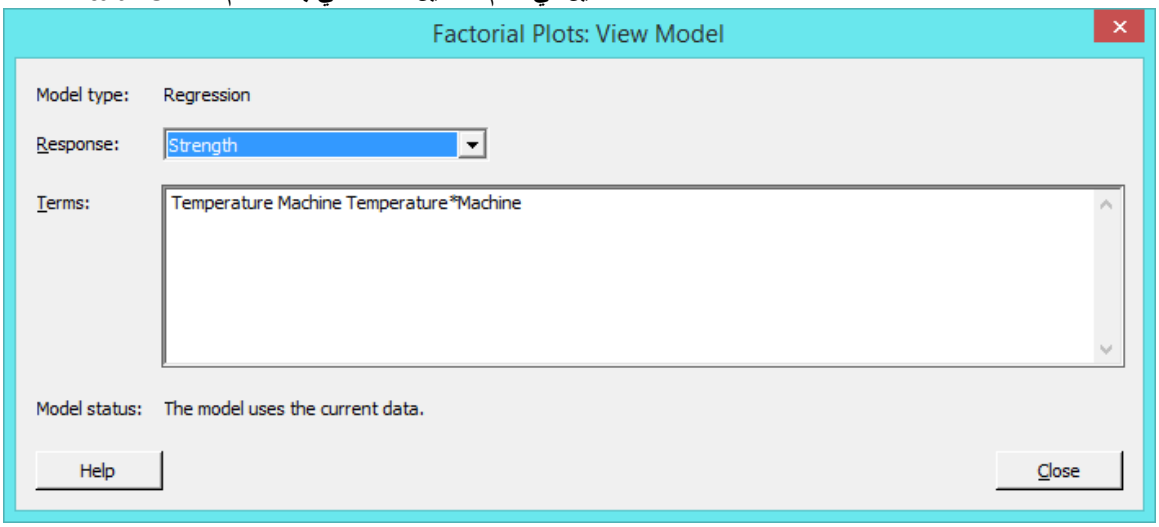
في المثال :

	C1	C2	C3-T
	Strength	Temperature	Machine
1	40	136	A
2	53	142	A
3	32	119	B
4	36	127	A
5	42	151	B
6	45	121	B

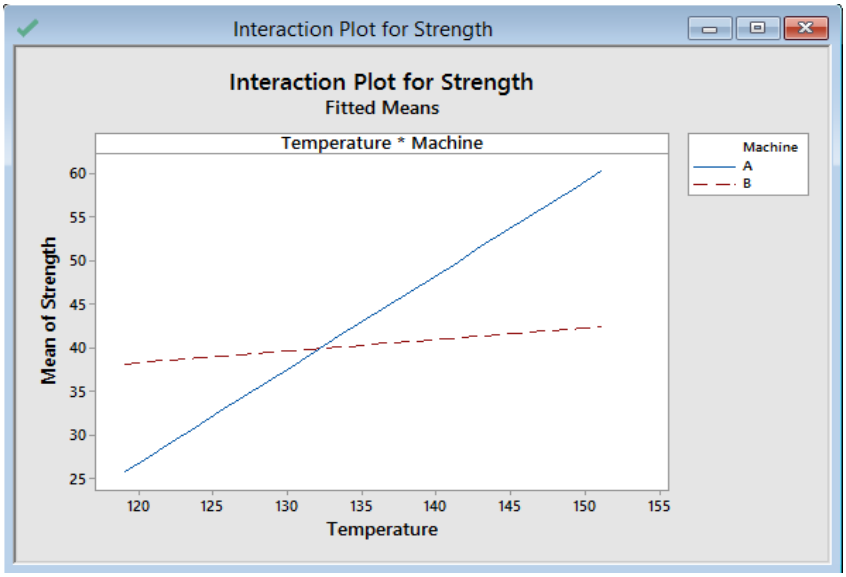
المطلوب رسم التفاعل بين المتغيرين (العاملين) Machine×Temperature .







النتائج :



التحليل :

من الرسم يتبين انه كلما زادت درجة الحرارة في خط الانتاج A تزداد معه الصلابة بشكل اكبر منه في خط الانتاج B .

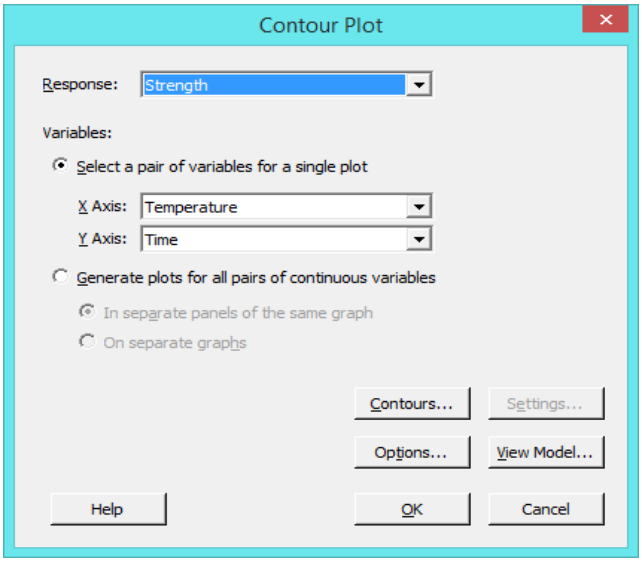
عرض كيف يرتبط المتغير التابع بمتغيرين/ او اكثر من النوع Continuous مع رؤية ثنائية الأبعاد (Contour plot) :

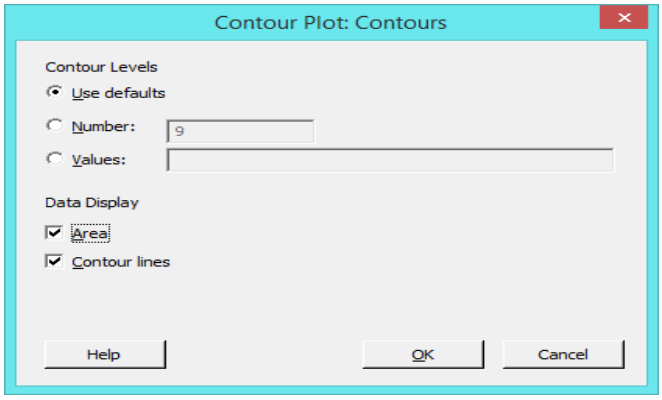
عرض لرسم بالوان متدرجة وخطوط معينة العدد توضح شكل العلاقة بين متغيرين متصلين ومتغير تابع.

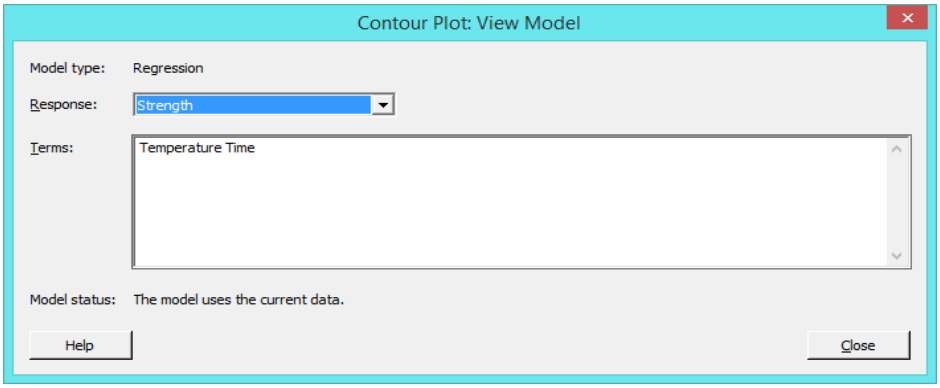
** ملاحظة : يجب ان يكون النموذج محدد مسبقا من خلال Stat > Regression > Regression > Fit regression model

مثال : المطلوب عرض رسم (Contour) توضيحي للبيانات التالية:

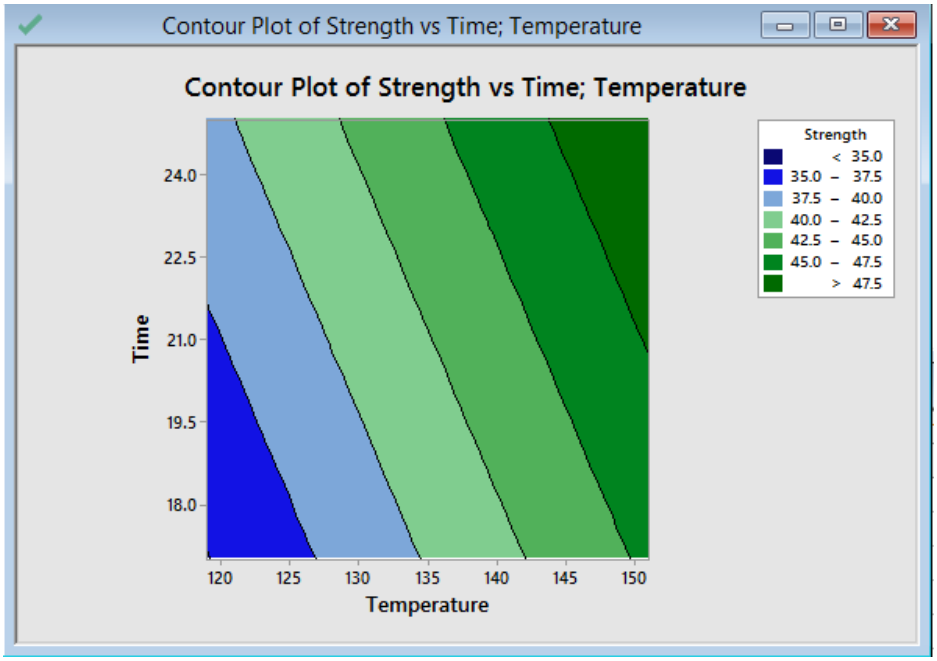
	Strength	Temperature	Time	Machine
1	40	136	20	A
2	53	142	22	A
3	32	119	19	B
4	36	127	25	A
5	42	151	17	B
6	45	121	20	B







النتائج :



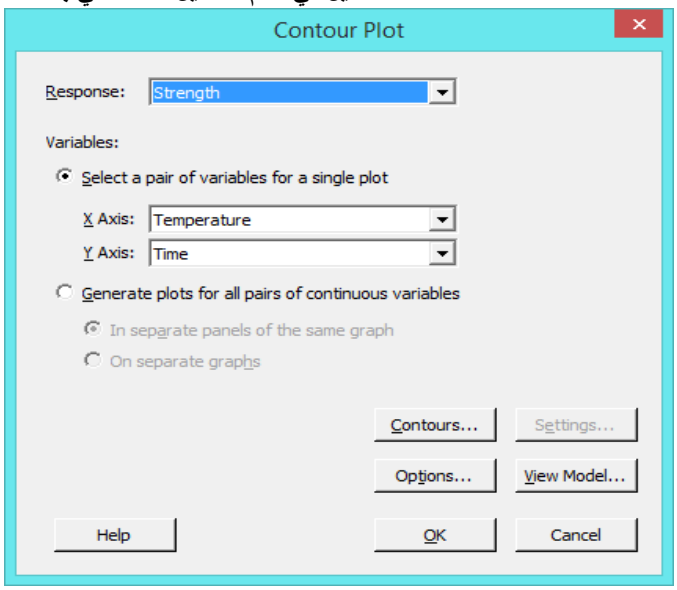
عرض كيف يرتبط المتغير التابع بمتغيرين فقط من النوع Continuous مع رؤية ثنائية الأبعاد (Surface plot) :

عرض لرسم ثلاثي الابعاد توضح شكل العلاقة بين متغيرين متصلين فقط ومتغير تابع.

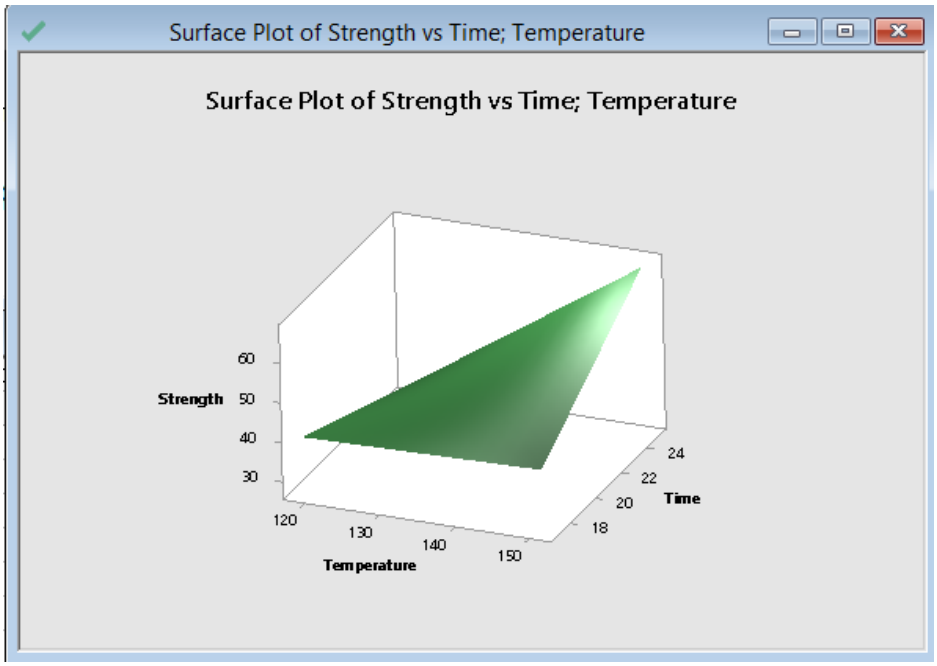
** ملاحظة : يجب ان يكون النموذج محدد مسبقا من خلال Stat > Regression > Regression > Fit regression model

مثال : عرض للعلاقة بين المتغيرات المتصلة والمتغير التابع .

	Strength	Temperature	Time	Machine
1	40	136	20	A
2	53	142	22	A
3	32	119	19	B
4	36	127	25	A
5	42	151	17	B
6	45	121	20	B



النتائج :

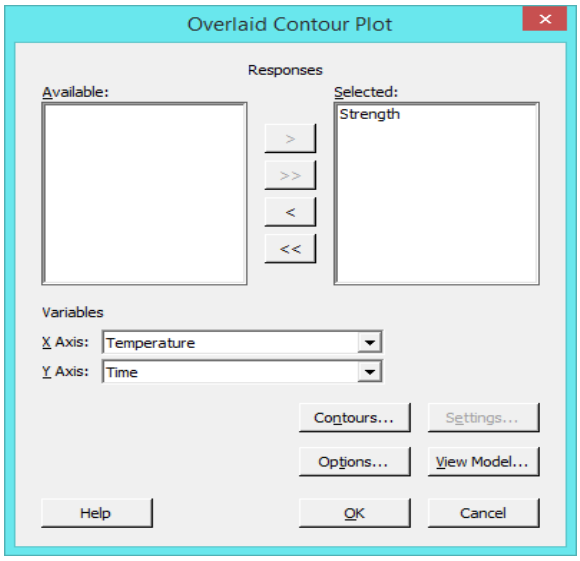


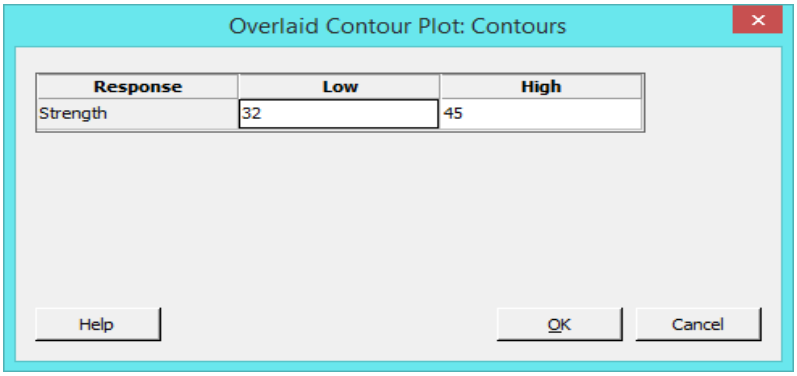
- عرض رسم يبين العلاقة بين متغير تابع / عدة متغيرات تابعة (لا يزيد عن 25 متغير) ومتغيرين تابعين متصلين احدهما على محور (X) والاخر على محور (Y) (**Overlaid contour plot**) ، وتقسم الى عدة مناطق بالاعتماد على المتغير التابع.

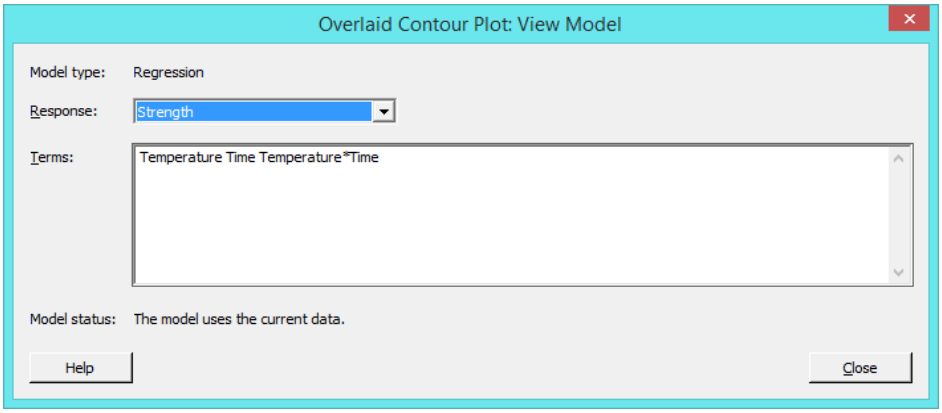
** ملاحظة : يجب ان يكون النموذج محدد مسبقا من خلال Stat > Regression > Regression > Fit regression model

مثال : عرض للعلاقة بين المتغيرات المتصلة والمتغير التابع .

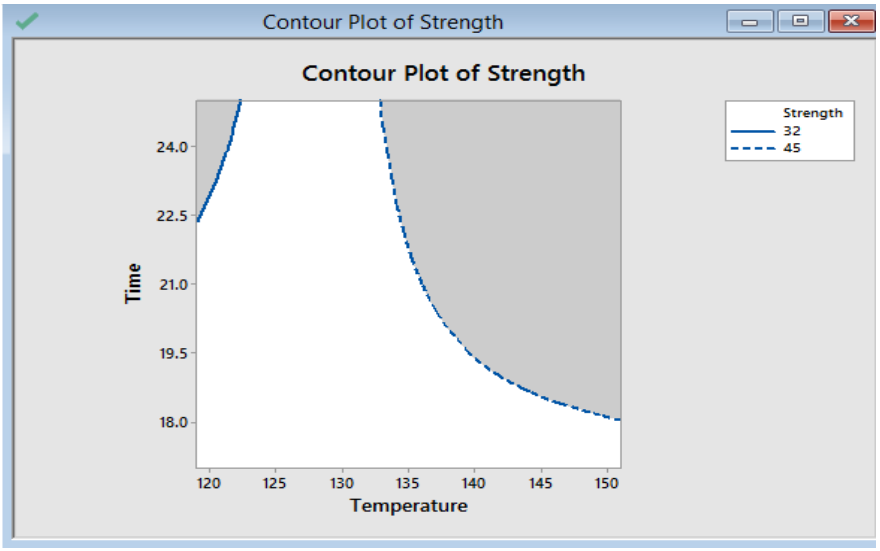
	Strength	Temperature	Time	Machine
1	40	136	20	A
2	53	142	22	A
3	32	119	19	B
4	36	127	25	A
5	42	151	17	B
6	45	121	20	B







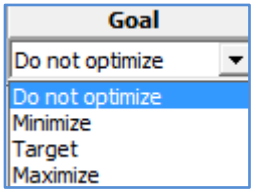
النتائج :



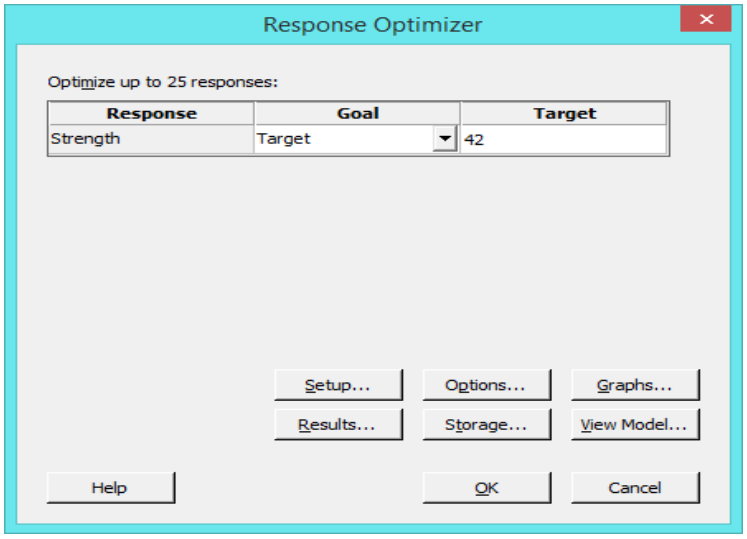
** ملاحظة : قم بتحريك الماوس على الرسم لاظهار قيمة المتغير التابع.

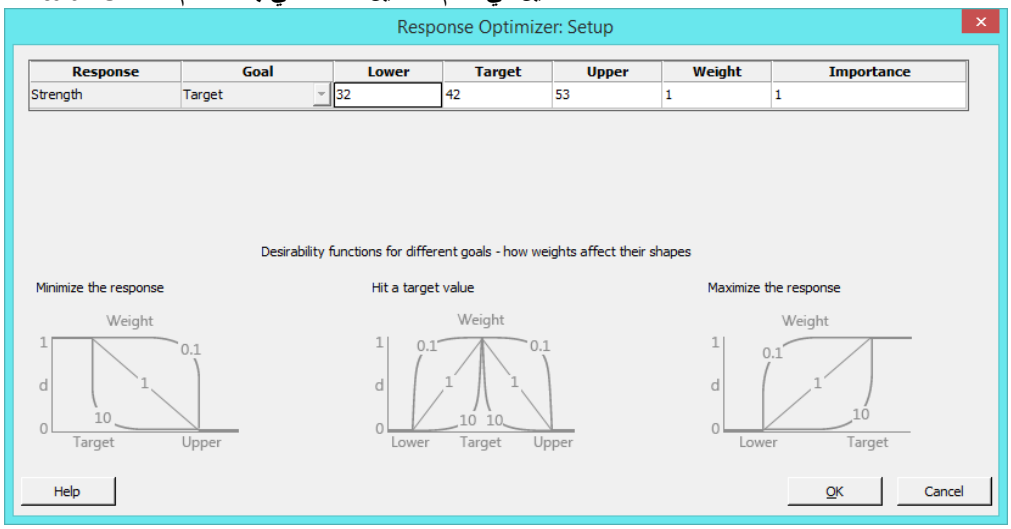
مشخص الاستجابة (Response optimizer) : يتم التحسين في نموذج الانحدار بناء على الهدف ، بحيث :

- Do not optimize : الحالة الاصلية / عدم التحديد
- Minimize : تحديد قيمة صغرى
- Target : تحديد قيمة معينة
- Maximize : تعظيم القيمة

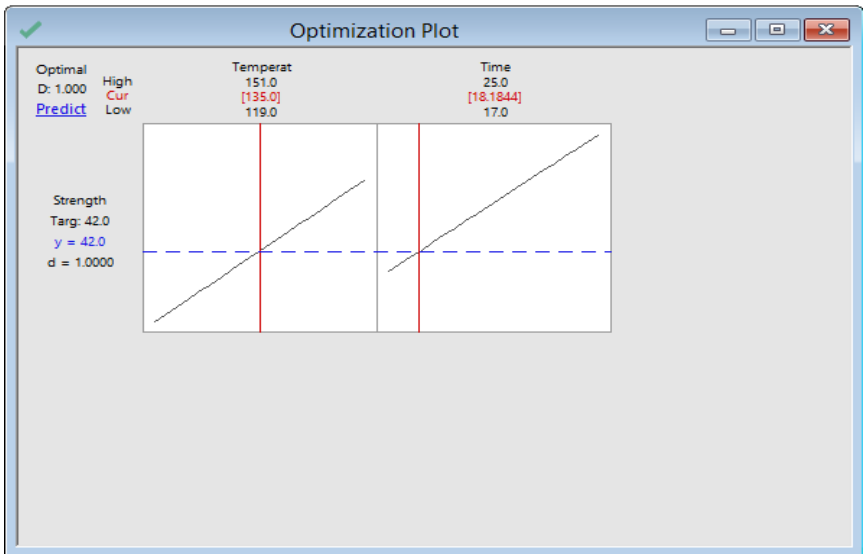


عند اختيار اي من السابقة عدا الخيار Do not optimize يظهر مربع الخيارات في Setup

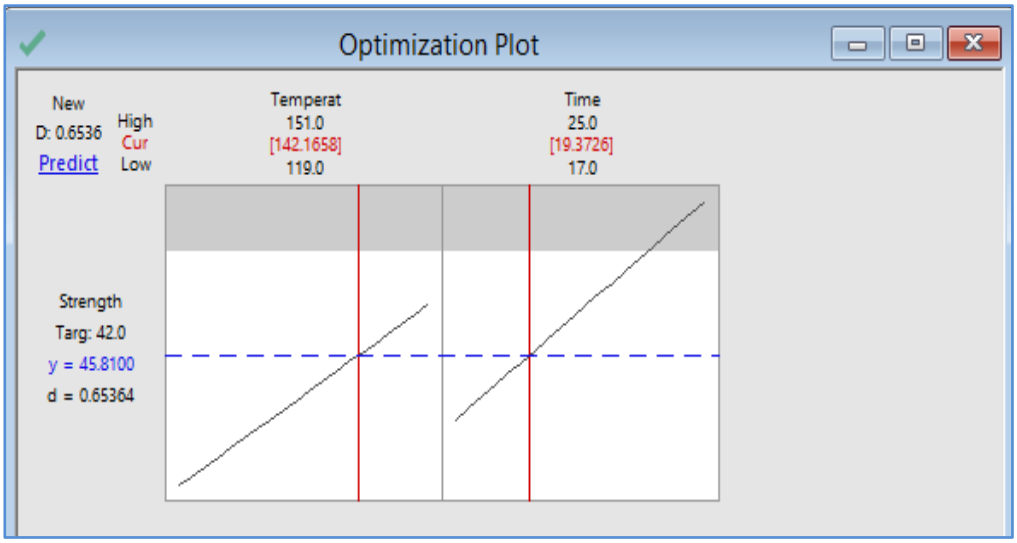




النتائج :



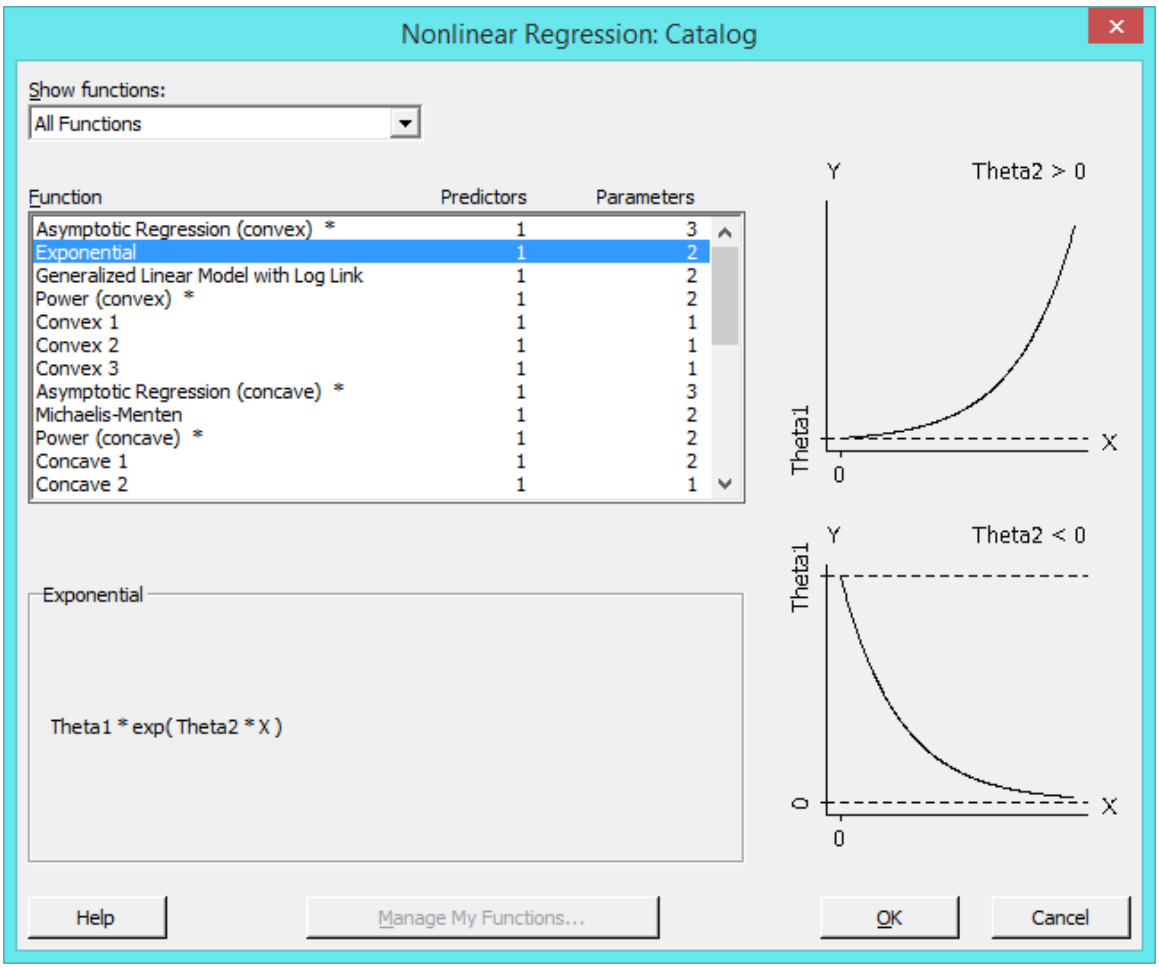
** ملاحظة : يتم تحريك الخطوط الحمراء بالماوس وبالتالي يؤدي الى الحصول على عدة قيم متغيرة من y ، نختار الانسب حسب قيمة الهدف وهي هنا (42).

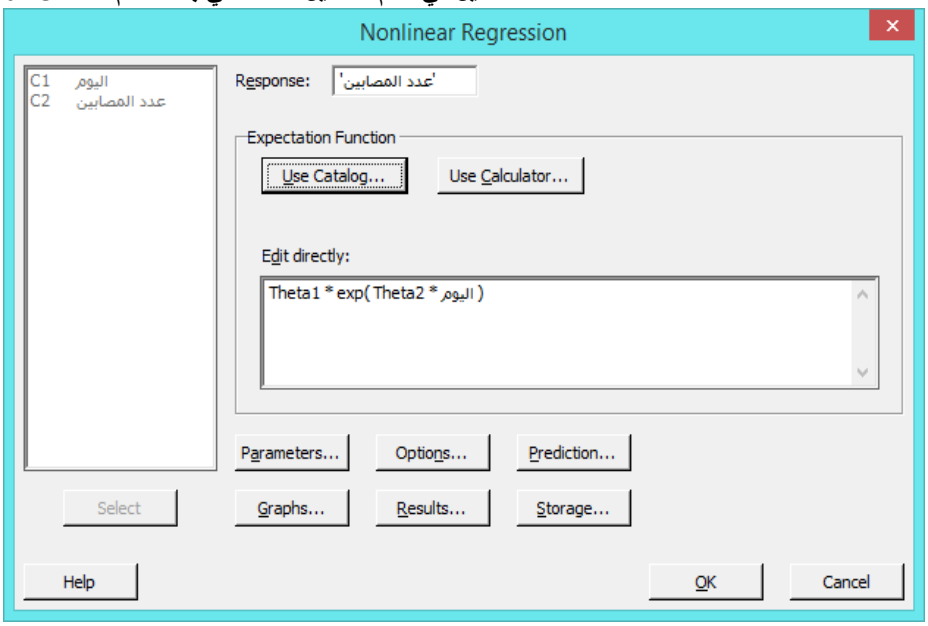


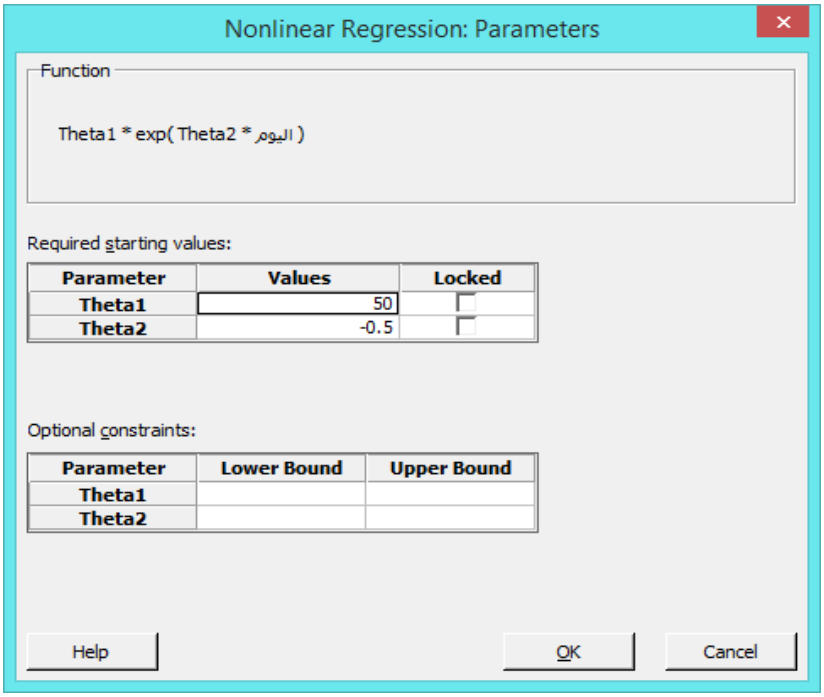
الانحدار غير الخطي (Nonlinear regression) : في حال كان استخدام الدوال (الخطية ، التربيعية ، التكعيبية) غير دقيق لرسم منحنى الانحدار ، يمكن استخدام مجموعة كبيرة من الدوال المختلفة والتي يوفرها Minitab او يمكن حفظها من خلال الخبرة لرسم منحنى العلاقة بين المتغيرين التابع والمستقل .

مثال : في عيادة طبيب اسنان تم الحصول على عينة لمرضى اصيبوا بالتسوس في مدد زمنية محددة (بالايام) ، والمطلوب رسم منحنى الانحدار غير الخطي .

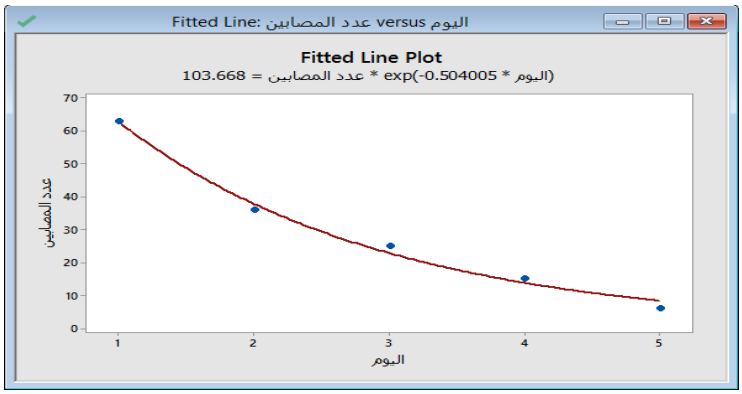
	اليوم	عدد المصابين
1	1	63
2	2	36
3	3	25
4	4	15
5	5	6




Nonlinear Regression
C1 اليوم
C2 عدد المصابين
Response: 'عدد المصابين'
Expectation Function
Use Catalog...
Use Calculator...
Edit directly:
Theta1 * exp(Theta2 * اليوم)
Parameters...
Options...
Prediction...
Select
Graphs...
Results...
Storage...
Help
OK
Cancel


Nonlinear Regression: Parameters
Function
Theta1 * exp(Theta2 * اليوم)
Required starting values:
Parameter Values Locked
Theta1 50
Theta2 -0.5
Optional constraints:
Parameter Lower Bound Upper Bound
Theta1
Theta2
Help
OK
Cancel

النتائج:


Fitted Line: عدد المصابين versus اليوم
Fitted Line Plot
عدد المصابين = 103.668 * exp(-0.504005 * اليوم)
عدد المصابين
اليوم
0
10
20
30
40
50
60
70
1
2
3
4
5

Nonlinear Regression: عدد المصابين = Theta1 * exp(Theta2 * اليوم)

Method

Algorithm	Gauss-Newton
Max iterations	200
Tolerance	0.00001

Starting Values for Parameters

Parameter	Value
Theta1	50
Theta2	-0.5

Equation

103.668 = عدد المصابين * exp(-0.504005 * اليوم)

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	SE Estimate
Theta1	103.668	6.07211
Theta2	-0.504	0.03317

*عدد المصابين = Theta1 * exp(Theta2 * اليوم)*

Lack of Fit

There are no replicates.
Minitab cannot do the lack of fit test based on pure error.

Summary

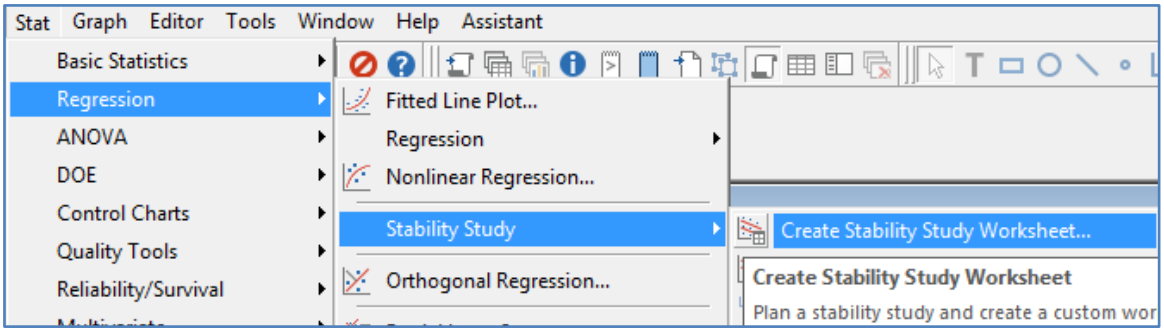
Iterations	5
Final SSE	15.0029
DFE	3
MSE	5.00095
S	2.23628

التحليل :

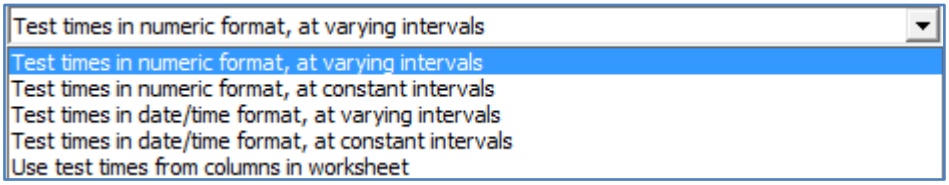
في الشكل تم رسم المنحنى الاسي بشكل دقيق للبيانات المعطاة ، كما تم ادخال قيم اولية للثوابت (Theta1, Theta2) ، وتضح من Summary ان Minitab قام بتنفيذ (5) محاولات للحصول على ادق قيم للحساب .

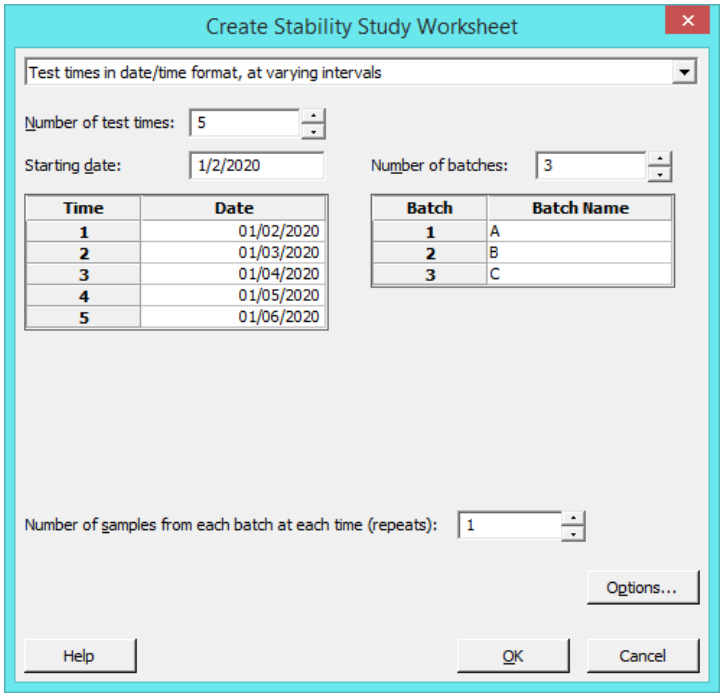
اعداد دراسة الاستقرار (Stability study) : في كثير من الدراسات التي تعتمد على سلاسل الزمن في تصنيع المنتجات وتخزينها ، وسلاسل الزمن يقصد بها التاريخ / الوقت ، والتاريخ يقاس هنا (يوم ، شهر ، سنة) والوقت (ساعات ، دقائق) وهي قيم صحيحة او تاريخ ، يمكن اعداد دراسة (نموذج انحدار) من البداية تحتوي متغيرات مستقلة وهي :(الوقت او التاريخ ، و خط انتاج العينة أو نوعها أو ...) بالاضافة الى المتغير التابع الذي يتأثر بالمتغيرات السابقة (الزمن /التاريخ ، خط الانتاج /الالة م مكان التخزين/...). كما ويمكن اجراء تحليل الانحدار للنموذج المعد خطوة بخطوة وانشاء الرسومات البيانية ودراسة تاثير المتغيرات المستقلة على المتغير التابع ونسبة التاثير).

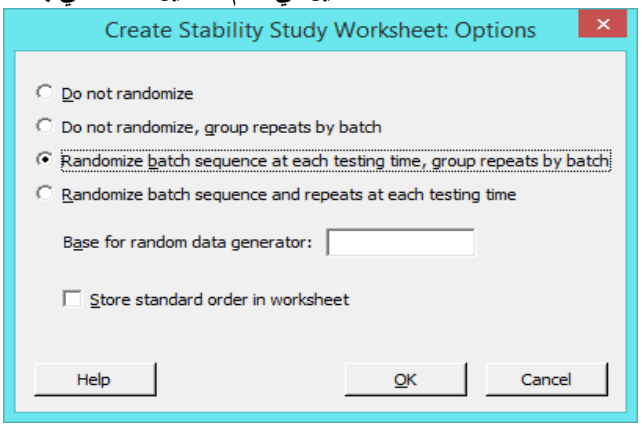
مثال : مصنع لانتاج الواح من الحديد ، يضم ثلاثة خطوط انتاج A, B, C ، اراد مهندس المصنع انشاء دراسة لنوعية الحديد المصنع من حيث السماكة باستخدام طريقة (Stability study) حسب التواريخ المسجلة.



يمكن اختيار طريقة الحصول على العينة من القائمة المنسدلة :







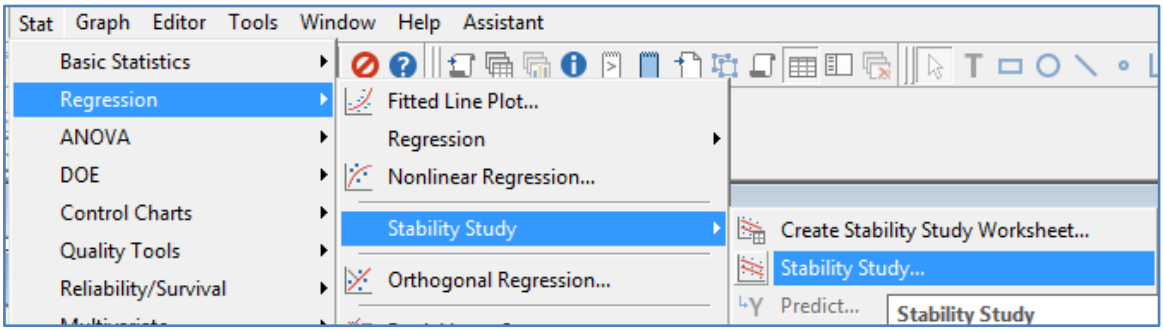
النتائج :

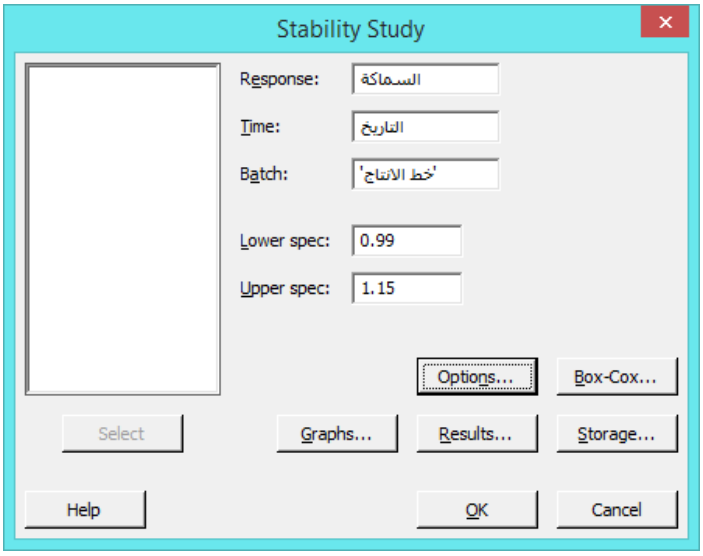
	C1	C2-D	C3-T	C4
	الرقم	التاريخ	خط الانتاج	السماكة
1	1	01/02/2020	C	*
2	2	01/02/2020	A	*
3	3	01/02/2020	B	*
4	4	01/03/2020	B	*
5	5	01/03/2020	C	*
6	6	01/03/2020	A	*
7	7	01/04/2020	A	*
8	8	01/04/2020	C	*
9	9	01/04/2020	B	*
10	10	01/05/2020	B	*
11	11	01/05/2020	A	*
12	12	01/05/2020	C	*
13	13	01/06/2020	A	*
14	14	01/06/2020	B	*
15	15	01/06/2020	C	*

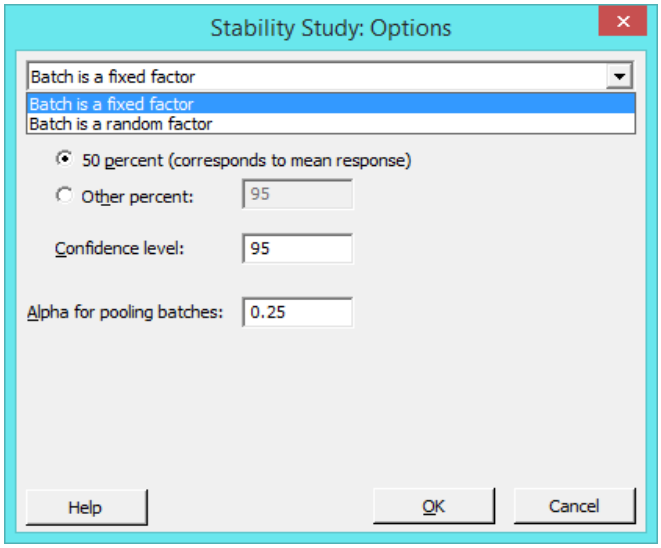
يتم ادخال قيم السماكة يدويامن واقع الانتاج في المصنع.

	C1	C2-D	C3-T	C4
	الرقم	التاريخ	خط الانتاج	السماكة
1	1	01/02/2020	C	1.02
2	2	01/02/2020	A	1.30
3	3	01/02/2020	B	1.01
4	4	01/03/2020	B	0.99
5	5	01/03/2020	C	1.10
6	6	01/03/2020	A	1.06
7	7	01/04/2020	A	1.00
8	8	01/04/2020	C	1.00
9	9	01/04/2020	B	1.00
10	10	01/05/2020	B	1.02
11	11	01/05/2020	A	0.98
12	12	01/05/2020	C	0.98
13	13	01/06/2020	A	1.01
14	14	01/06/2020	B	1.30
15	15	01/06/2020	C	1.28

لاجراء تحليل للدراسة :



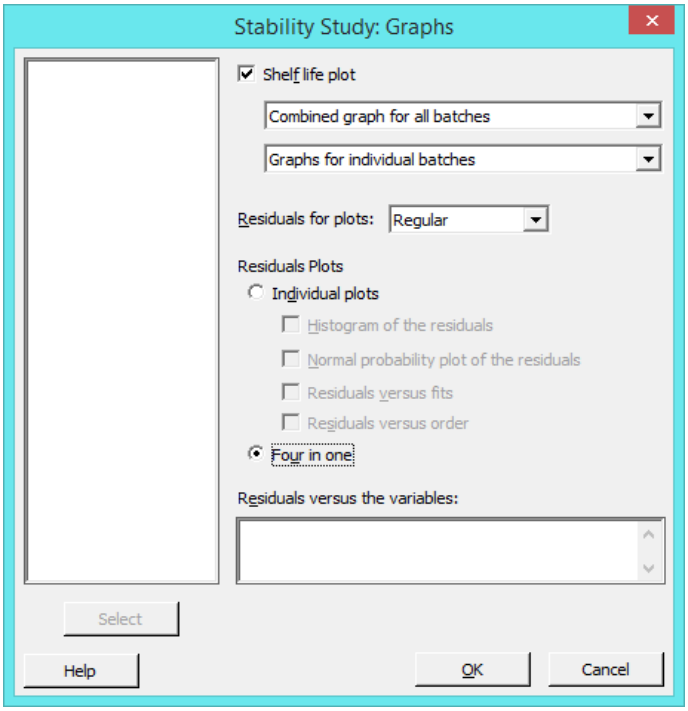


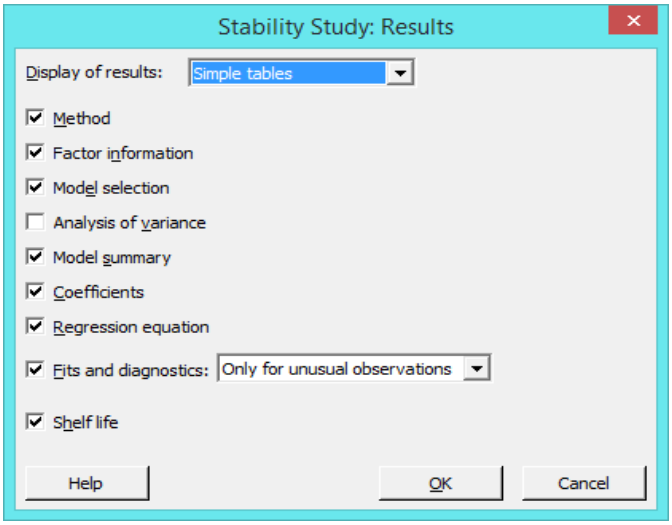


هناك نوعان من العوامل التي تؤثر في الدراسة :

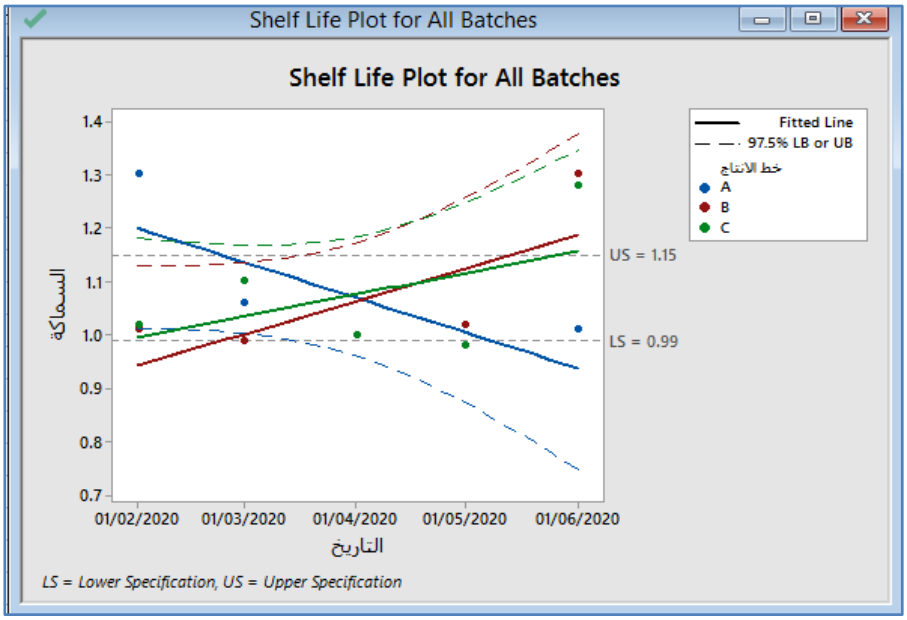
- ✓ العامل الثابت (Batch is a fixed factor) : وهو العامل الذي لا يتغير في الدراسة ووجوده ضروري ، مثل اختلاف خط الانتاج .
- ✓ العامل المتغير (Batch is a random factor) : وهو العامل الذي يتغير اثناء عمل الدراسة ، كالعوامل الغير مدروسة والتي تحدث بشكل مفاجيء ، مثل : اختلاف الجهد الكهربائي على الات التصنيع في خطوط الانتاج.
- ✓ تمثل القيمة (50) الوسط الحسابي للبيانات.

- ✓ قيمة (Alpha) هي قيمة مستوى الأهمية لاختيار النموذج. فأثناء اختيار النموذج ، يقوم Minitab أولاً بتقييم Batch حسب التفاعل الزمني ، ثم Batch نفسه (وهنا هو خط الانتاج). إذا كانت قيمة p لل Batch أكبر من أو تساوي مستوى ألفا الذي تحدده ، فسيتم إزالة Batch من النموذج. خلاف ذلك ، يبقى Batch في النموذج وينتهي اختيار النموذج.





النتائج :



Stability Worksheet

Summary

Testing times:	5	Batches:	3
Samples per batch at each time:	1	Total runs:	15

Stability Study: السماكة versus التاريخ, خط الانتاج

Factor Information

Factor	Type	Number of Levels	Levels
خط الانتاج	Fixed	3	A; B; C

Model Selection with α = 0.25

Source	DF	Seq SS	Seq MS	F-Value	P-Value
التاريخ	1	0.004345	0.004345	0.38	0.554
خط الانتاج	2	0.000360	0.000180	0.02	0.984
التاريخ*خط الانتاج	2	0.092443	0.046222	4.03	0.056
Error	9	0.103252	0.011472		
Total	14	0.200400			

*Terms in selected model: التاريخ; خط الانتاج; التاريخ*خط الانتاج*

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.107110	48.48%	19.85%	0.00%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-16.4	28.3	-0.58	0.578	
التاريخ	0.000397	0.000645	0.62	0.554	1.00
خط الانتاج					
A	112.4	40.1	2.80	0.021	1400670.82
B	-71.6	40.1	-1.79	0.108	1400670.82
C	-40.8	40.1	-1.02	0.335	*
التاريخ*خط الانتاج					
A	-0.002559	0.000913	-2.80	0.021	1400670.82
B	0.001630	0.000913	1.79	0.108	1400670.82
C	0.000929	0.000913	1.02	0.335	*

Regression Equation

خط الانتاج			
A	السماكة	=	96.0 - 0.00216 التاريخ
B	السماكة	=	-88.0 + 0.00203 التاريخ

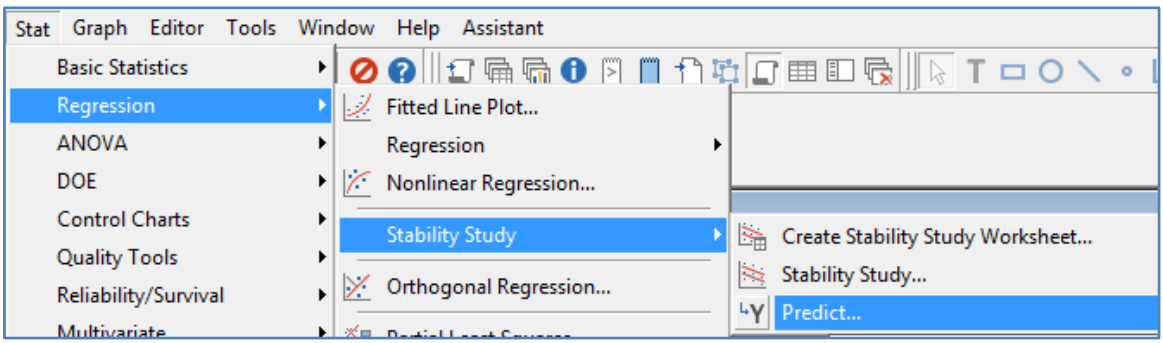
التحليل :

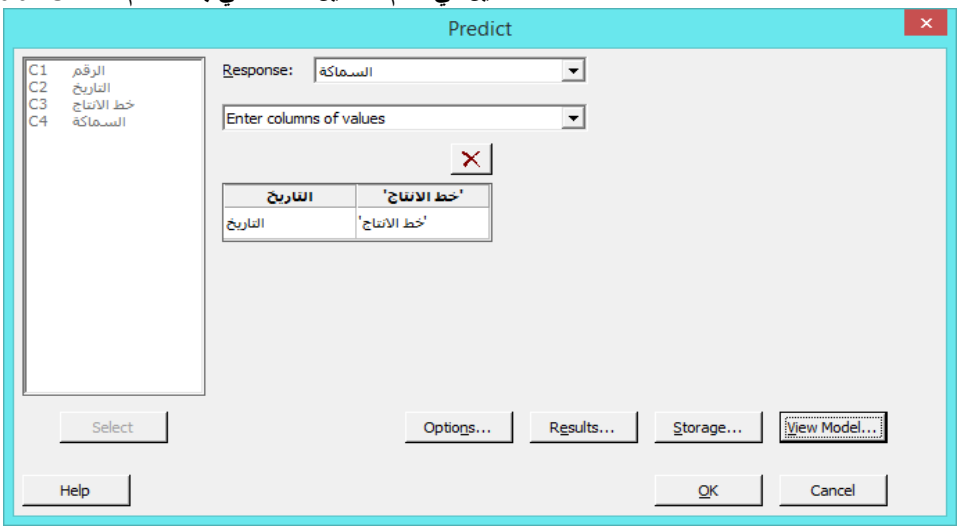
من الرسم يتبين ان الواح الحديد التي يتم انتاجها في خط الانتاج A تقل سماكتها مع مرور الزمن بينما تتزايد السماكة للالواح المنتجة عبر خطي الانتاج B, C وان هناك تداخل بين انتاج الخطين B, C ايضا .

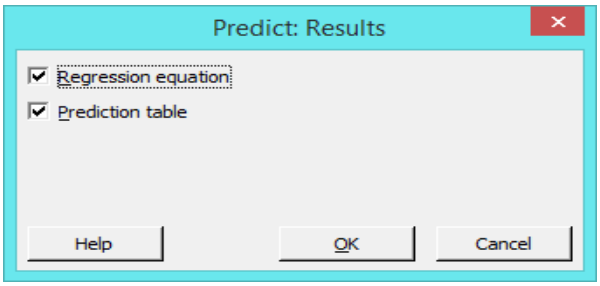
كما يتبين من التحليل ووفق الشروط المحددة ان لا اثر ذو اهمية لكل من (التاريخ ، خط الانتاج بشكل عام، التداخل بين خط الانتاج والتاريخ) وذلك لان قيم P–Value جميعها اكبر من (0.05) ، ولكن هناك اثر لخط الانتاج A حيث ان قيمة P–Value هي (0.021) .

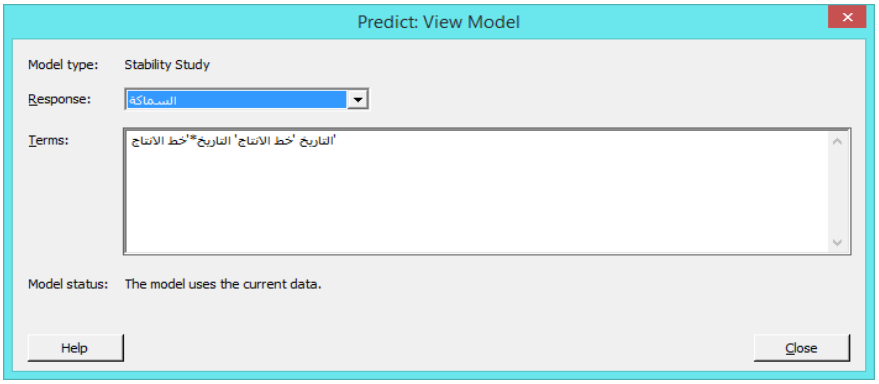
كما يمكن الحصول على معادلات خط الانحدار وفقا لمتغير خط الانتاج (المتغير التابع هو السماكه والمتغير المستقل هو التاريخ).

** يمكن الحصول على قيم المتغير التابع (السماكة) المتنبأ بها من خلال :







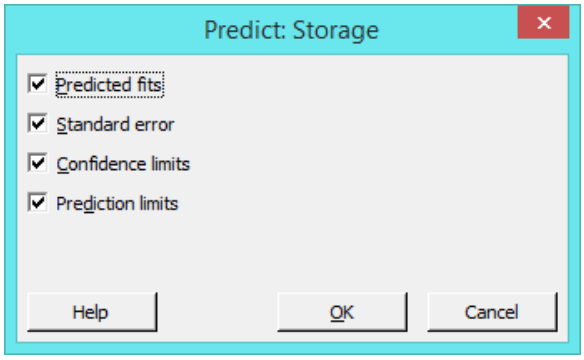


النتائج :

	C1	C2-D	C3-T	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
	الرقم	التاريخ	خط الانتاج	السماكة	PFITS	PSEFITS	CLIM	CLIM_1	PLIM	PLIM_1
1	1	01/02/2020	C	1.02	0.99641	0.0824167	0.80997	1.18285	0.690684	1.30214
2	2	01/02/2020	A	1.30	1.19971	0.0824167	1.01327	1.38615	0.893984	1.50544
3	3	01/02/2020	B	1.01	0.94239	0.0824167	0.75595	1.12883	0.636667	1.24812
4	4	01/03/2020	B	0.99	1.00117	0.0591203	0.86743	1.13491	0.724412	1.27793
5	5	01/03/2020	C	1.10	1.03488	0.0591203	0.90114	1.16862	0.758121	1.31164
6	6	01/03/2020	A	1.06	1.13702	0.0591203	1.00328	1.27076	0.860259	1.41377
7	7	01/04/2020	A	1.00	1.07000	0.0479008	0.96164	1.17836	0.804575	1.33542
8	8	01/04/2020	C	1.00	1.07600	0.0479008	0.96764	1.18436	0.810575	1.34142
9	9	01/04/2020	B	1.00	1.06400	0.0479008	0.95564	1.17236	0.798575	1.32942
10	10	01/05/2020	B	1.02	1.12480	0.0584722	0.99253	1.25708	0.848752	1.40086
11	11	01/05/2020	A	0.98	1.00514	0.0584722	0.87287	1.13742	0.729093	1.28120
12	12	01/05/2020	C	0.98	1.11580	0.0584722	0.98352	1.24807	0.839743	1.39185
13	13	01/06/2020	A	1.01	0.93813	0.0833288	0.74962	1.12663	0.631139	1.24512
14	14	01/06/2020	B	1.30	1.18763	0.0833288	0.99913	1.37614	0.880646	1.49462
15	15	01/06/2020	C	1.28	1.15692	0.0833288	0.96841	1.34542	0.849929	1.46391

التحليل :

نلاحظ انه تم اضافة (6) متغيرات جديدة هي:



حيث ان Confidence limits لها عمودان هما (CLIM, CLIM_1) الحد الادنى والحد الاعلى ، وهكذا Prediction limits.

الانحدار المتعامد (Orthogonal regression) :

يستخدم الانحدار المتعامد للتحقق من وجود علاقة خطية بين متغيرين متصلين (المستقل والتابع) ، كما ويستخدم للتحقق من خاصية تجانس (تكافؤ) العينتين . إذا تحقق أي من الحالتين التاليتين ، فإن النتائج تقدم دليلاً على أن المتعير التابع والمتعير المستقل ليست متكافئة:

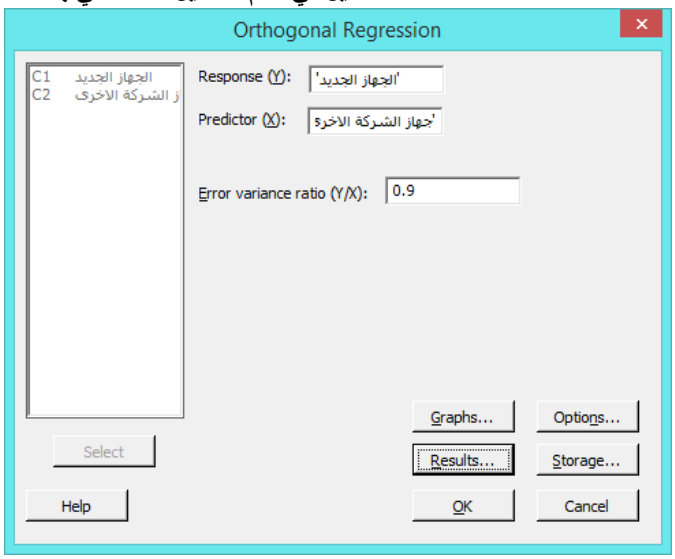
- ✓ فترة الثقة للمتغير المستقل لا تحتوي على 1.
- ✓ فترة الثقة لل constant لاتحتوي على 0.

مثال : يرغب مهندس في شركة الأجهزة الطبية في تحديد ما إذا كان جهاز قياس ضغط الدم الجديد للشركة يعادل جهازًا مشابهًا يتم تصنيعه من قبل شركة اخرى. يقيس المهندس ضغط الدم الانقباضي لعينة عشوائية من 60 شخصًا باستخدام كلتا الجهازين. لتحديد ما إذا كان الجهازين متكافئين ، يستخدم المهندس الانحدار المتعامد.

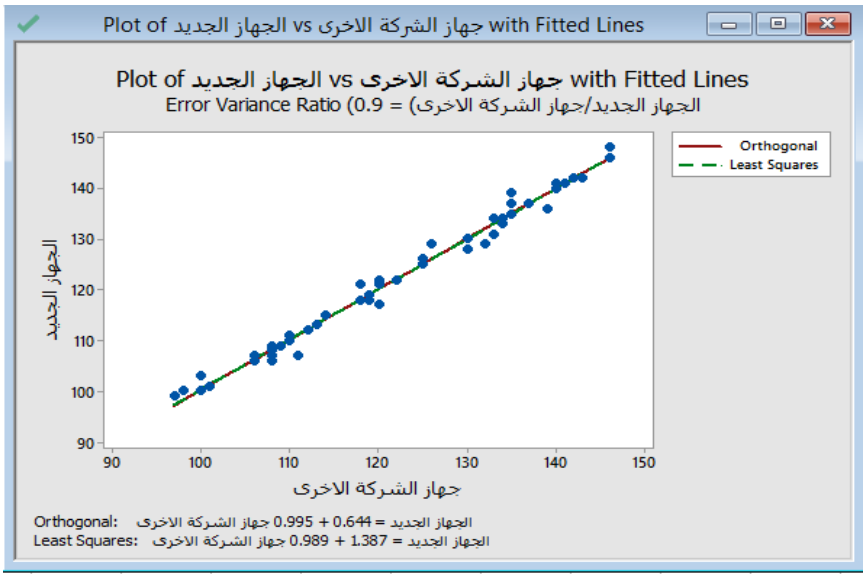
قبل جمع البيانات للانحدار المتعامد ، قام المهندس بدراسات منفصلة على كل جهاز لتقدير التباين. كان التباين للجهاز الجديدة (1.08). كان التباين لجهاز الشركة الأخرى(1.2). يقرر المهندس تعيين الجهاز الجديدة ليمثل المتغير التابع (Response) وجهاز الشركة الأخرى ليكون المتغير المستقل(Predictor) . ومن هنا تكون نسبة تباين الخطأ 1.08 / 1.2 = 0.9، هل ان نتائج الدراسة تقدم دليلا على تكافىء الجهازين ؟

	الجهاز الجديد	جهاز الشركة الاخرى
1	100	100
2	122	120
3	129	132
4	136	139
5	110	110
6	111	110
7	137	137
8	134	133
9	141	140
10	112	112
11	110	110
12	121	120

** البيانات تمثل جزء من كامل البيانات والبالغ (60) مشاهدة مسجلة لكل جهاز من الجهازين.



النتائج :



Orthogonal Regression Analysis: الجهاز الجديد versus جهاز الشركة الاخرى

Error Variance Ratio (0.9 :(الجهاز الجديد/جهاز الشركة الاخرى

Regression Equation

الجهاز الجديد = 0.644 + 0.995 جهاز الشركة الاخرى

Coefficients

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Approx 95% CI
Constant	0.64441	1.74470	0.3694	0.712	(-2.77513; 4.06395)
جهاز الشركة الاخرى	0.99542	0.01415	70.3461	0.000	(0.96769; 1.02315)

Error Variances

Variable	Variance
الجهاز الجديد	1.07856
جهاز الشركة الاخرى	1.19840

التحليل :

من فترة الثقة الخاصة بال Constant نلاحظ الفترة تحتوي القيمة 0 ، كما ان فترة الثقة الخاصة بالمتغير المستقل (جهاز الشركة الاخرى) يحتوي على الفيمة 1 ، فمن هنا يتبين ان الجهازين غير متكافئين.

الانحدار بطريقة المربعات الصغرى الجزئية (Partial least square PLS) : تستخدم هذه الطريقة في حال كان هناك تعددية خطية بين المتغيرات المستقلة والتي تؤثر على دقة التحليل ، كما ويستخدم اذا كان عدد المتغيرات اكبر من عدد المشاهدات ، كما ان هذا الاسلوب يقلل من عدد المتنبئات (المتغيرات المستقلة) إلى مجموعة أصغر من المكونات (Factors) التي لا يوجد بينها تعددية خطية. يمكن للنموذج ان يحتوي على العديد من المتغيرات التابعة ، كما ويمكن ان يدخل في النموذج العديد من المتغيرات المستقلة. يستخدم PLS في المقام الأول في الصناعات الكيميائية والأدوية والأغذية وصناعات البلاستيك.

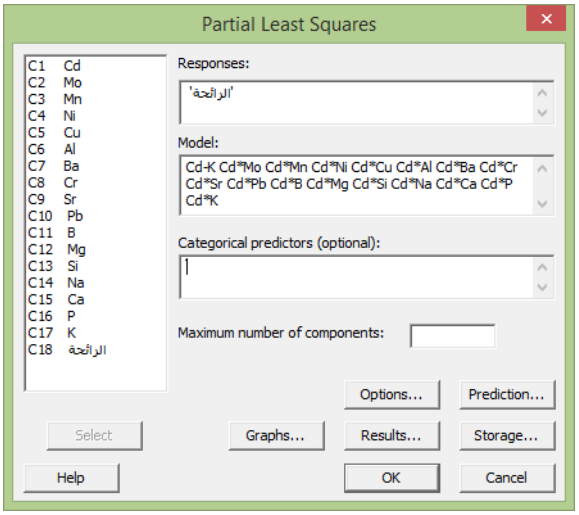
مثال :

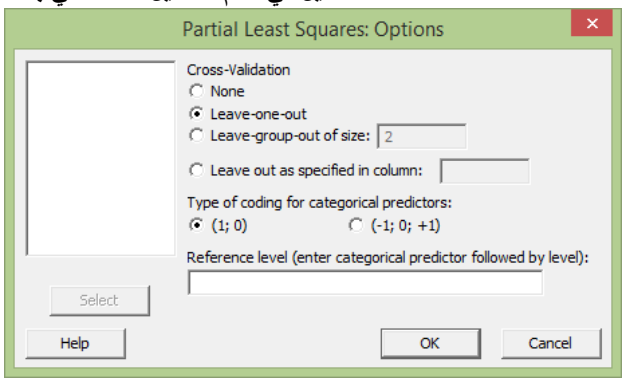
يريد منتج عطور أن يعرف كيف ترتبط التركيبة الكيميائية لمنتجه بالتقييمات الحسية (حاسة الشم) من خلال نموذج انحدار. لديه عينة مكونة من 37 مشاهدة ، كل منها يحتوي على 17 عنصر (Cd ، Mo، Mn، Ni، Cu، Al، Ba، Cr، Sr، Pb، B، Mg، Si، Na ، Ca، P، K) تدخل في تركيب العطر . تسجل رائحة العطر من قبل لجنة التحكيم. يود منتج العطور تضمين جميع التركيزات وجميع التفاعلات ثنائية الاتجاه التي تتضمن مادة الكادميوم (Cd) في النموذج. يقرر المنتج استخدام انحدار PLS.

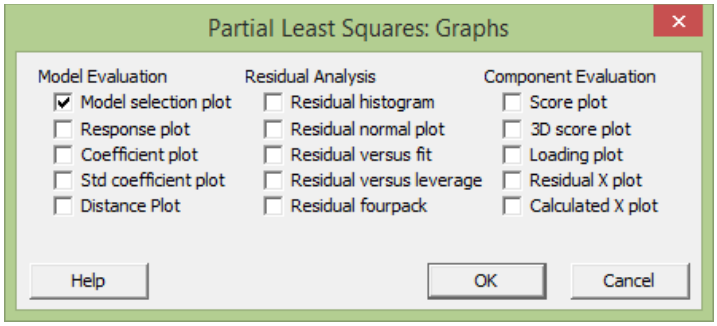
	Cd	Mo	Mn	Ni	Cu	Al	Ba	Cr	Sr	Pb	B	Mg	Si	Na	Ca	P	K	الرائحة
1	0.005	0.044	1.510	0.122	0.830	0.982	0.387	0.029	1.230	0.561	2.63	128.0	17.30	66.80	80.5	150.0	1130	3.3
2	0.055	0.160	1.160	0.149	0.066	1.020	0.312	0.038	0.975	0.697	6.21	193.0	19.70	53.30	75.0	118.0	1010	4.4
3	0.056	0.146	1.100	0.088	0.643	1.290	0.308	0.035	1.140	0.730	3.05	127.0	15.80	35.40	91.0	161.0	1160	3.9
4	0.063	0.191	0.959	0.380	0.133	1.050	0.165	0.036	0.927	0.796	2.57	112.0	13.40	27.50	93.6	120.0	924	3.9
5	0.011	0.363	1.380	0.160	0.051	1.320	0.380	0.059	1.130	1.730	3.07	138.0	16.70	76.60	84.6	164.0	1090	5.6
6	0.050	0.106	1.250	0.114	0.055	1.270	0.275	0.019	1.050	0.491	6.56	172.0	18.70	15.70	112.0	137.0	1290	4.6
7	0.025	0.479	1.070	0.168	0.753	0.715	0.164	0.062	0.823	2.060	4.57	179.0	17.80	98.50	122.0	184.0	1170	4.8
8	0.024	0.234	0.906	0.466	0.102	0.811	0.271	0.044	0.963	1.090	3.18	145.0	14.30	10.50	91.9	187.0	1020	5.3

**ملاحظة : عدد السجلات (50) . انظر mtw. العطر

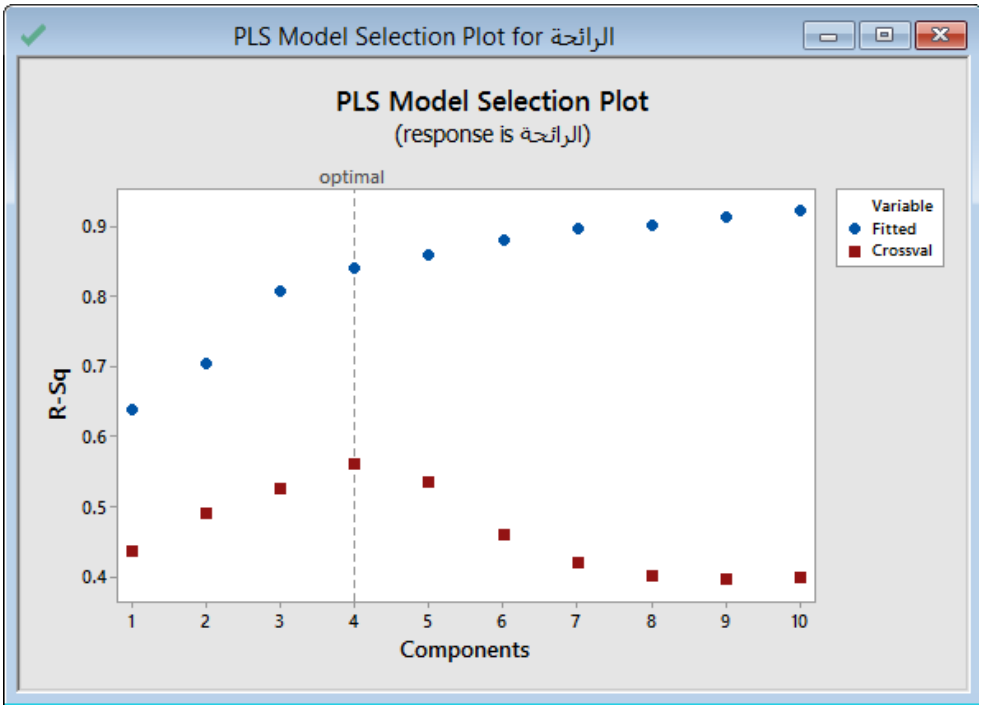
** نقوم اولا ببناء نموذج خطي *بالطريقة العددية* Stat > Regression > Regression > Fit Regression Model لنجد ان خاصية التعددية الخطية موجودة في النموذج بقوة.




Partial Least Squares: Options
Cross-Validation
None
Leave-one-out
Leave-group-out of size: 2
Leave out as specified in column:
Type of coding for categorical predictors:
(1; 0)
(-1; 0; +1)
Reference level (enter categorical predictor followed by level):
Select
Help
OK
Cancel


Partial Least Squares: Graphs
Model Evaluation
Model selection plot
Response plot
Coefficient plot
Std coefficient plot
Distance Plot
Residual Analysis
Residual histogram
Residual normal plot
Residual versus fit
Residual versus leverage
Residual fourpack
Component Evaluation
Score plot
3D score plot
Loading plot
Residual X plot
Calculated X plot
Help
OK
Cancel

النتائج:


PLS Model Selection Plot for الرائحة
PLS Model Selection Plot
(response is الرائحة)
optimal
Variable
Fitted
Crossval
R-Sq
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Components

Method

Cross-validation	Leave-one-out
Components to evaluate	Set
Number of components evaluated	10
Number of components selected	4

Analysis of Variance for الرائحة

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	34.5514	8.63784	41.55	0.000
Residual Error	32	6.6519	0.20787		
Total	36	41.2032			

Model Selection and Validation for الرائحة

Components	X Variance	Error	R-Sq	PRESS	R-Sq (pred)
1	0.158849	14.9389	0.637435	23.3439	0.433444
2	0.442267	12.2966	0.701564	21.0936	0.488060
3	0.522977	7.9761	0.806420	19.6136	0.523978
4	0.594546	6.6519	0.838559	18.1683	0.559056
5		5.8530	0.857948	19.2675	0.532379
6		5.0123	0.878352	22.3739	0.456988
7		4.3109	0.895374	24.0041	0.417421
8		4.0866	0.900818	24.7736	0.398747
9		3.5886	0.912904	24.9090	0.395460
10		3.2750	0.920516	24.8293	0.397395

التحليل :

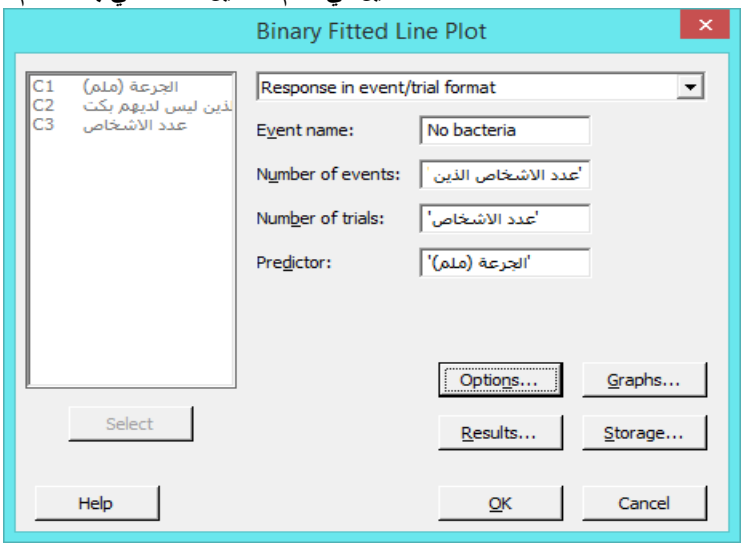
يعد مخطط اختيار النموذج الذي يحتوي على 4 مكونات نموذجا مثاليا لأن له أعلى قيمة R-sq(Pred). يوضح جدول اختيار النموذج والتحقق من صحته أن قيمة R-sq المتوقعة للنموذج الأمثل هي 0.56 تقريبًا. يستخدم Minitab النموذج الأمثل لتحليل حسابات التباين. النموذج الأمثل له دلالة إحصائية عند مستوى أهمية 0.05 لأن القيمة الاحتمالية تبلغ حوالي 0.000.

مخطط الانحدار الثنائي الخطي (Binary fitted line plot) :

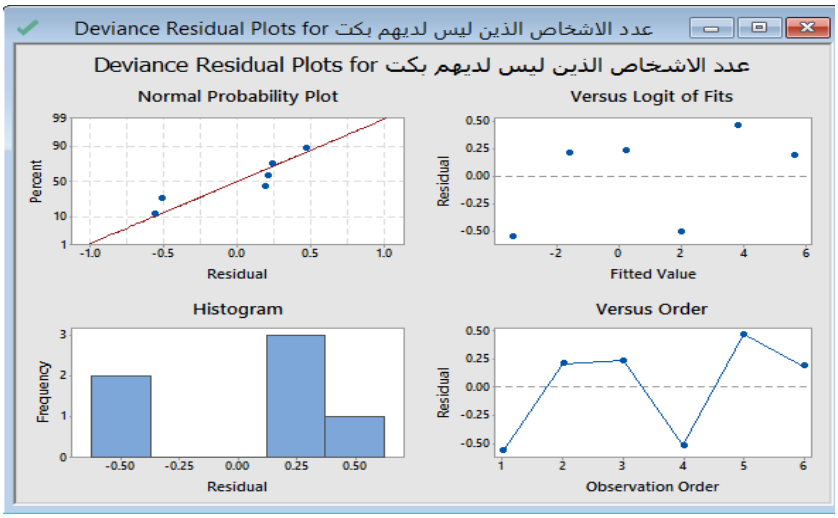
يستخدم هذا النوع من الانحدار اذا كانت *التجربة من النوع ثنائي الاستجابة* (نعم / لا ، يستجيب للدواء / لا يستجيب للدواء) .

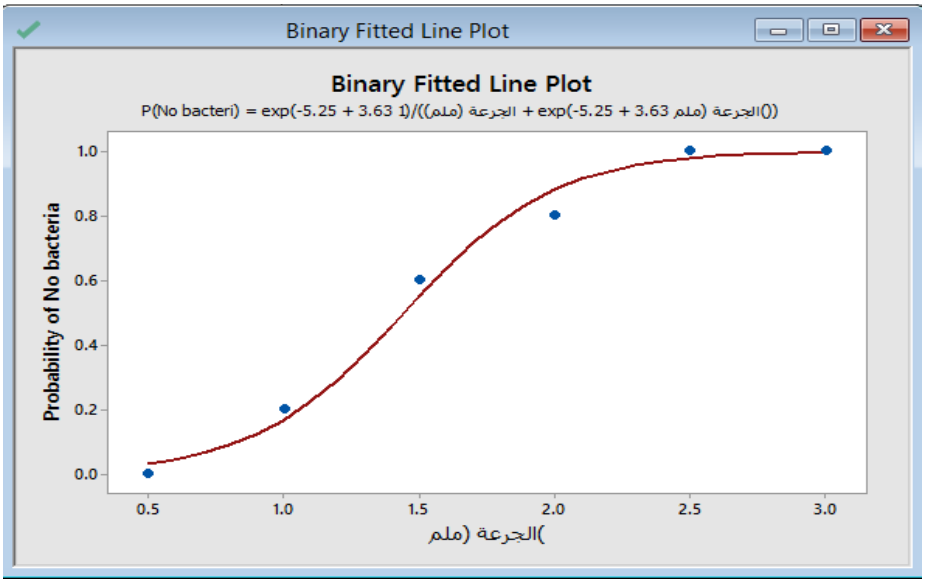
مثال : يريد باحث طبي أن يعرف كيف يؤثر مستوى جرعات الدواء الجديد على وجود البكتيريا لدى البالغين. فيقوم الباحث بتجربته على 30 مريضا و 6 مستويات من جرعات الدواء لمدة أسبوعين ، يعطي الباحث مستوى جرعة واحد إلى 5 مرضى ، ومستوى جرعة آخر إلى 5 مرضى آخرين ، وهكذا. في نهاية فترة الأسبوعين يتم اختبار كل مريض لتحديد ما إذا تم الكشف عن أي بكتيريا ، ويريد الباحث الاجابة على السؤال : هل هناك اثر للدواء على المرضى ؟

↓	C1	C2	C3
	الجرعة (ملم)	عدد الاشخاص الذين ليس لديهم بكت	عدد الاشخاص
1	0.5	0	5
2	1.0	1	5
3	1.5	3	5
4	2.0	4	5
5	2.5	5	5
6	3.0	5	5


Binary Fitted Line Plot
C1 الجرعة (ملم)
C2 الذين ليس لديهم بكت
C3 عدد الاشخاص
Response in event/trial format
Event name: No bacteria
Number of events: 'عدد الاشخاص الذين'
Number of trials: 'عدد الاشخاص'
Predictor: 'الجرعة (ملم)'
Options...
Graphs...
Select
Results...
Storage...
Help
OK
Cancel

النتائج :


Deviance Residual Plots for عدد الاشخاص الذين ليس لديهم بكت
Deviance Residual Plots for عدد الاشخاص الذين ليس لديهم بكت
Normal Probability Plot
Versus Logit of Fits
Histogram
Versus Order
Percent
Residual
Fitted Value
Frequency
Observation Order


Binary Fitted Line Plot
Binary Fitted Line Plot
P(No bacteri) = exp(-5.25 + 3.63 1)/((ملم) الجرعة + exp(-5.25 + 3.63 ملم) الجرعة())
Probability of No bacteria
الجرعة (ملم)

Binary Fitted Line: عدد الاشخاص الذين ليس لديهم بكت versus (ملم الجرعة)

Binary Fitted Line Plot

Method

Link function	Logit
Rows used	6

Response Information

Variable	Value	Count	Event Name
عدد الاشخاص الذين ليس لديهم بكت	Event	18	No bacteria
	Non-event	12	
عدد الاشخاص	Total	30	

Deviance Table

Source	DF	Adj Dev	Adj Mean	Chi-Square	P-Value
Regression	1	22.7052	22.7052	22.71	0.000
(ملم الجرعة)	1	22.7052	22.7052	22.71	0.000
Error	4	0.9373	0.2343		
Total	5	23.6425			

Model Summary

Deviance R-Sq	Deviance R-Sq(adj)	AIC
96.04%	91.81%	21.68

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	VIF
Constant	-5.25	1.99	
(ملم الجرعة)	3.63	1.30	1.00

Odds Ratios for Continuous Predictors

	Odds Ratio	95% CI
(ملم الجرعة)	37.5511	(2.9645; 475.6528)

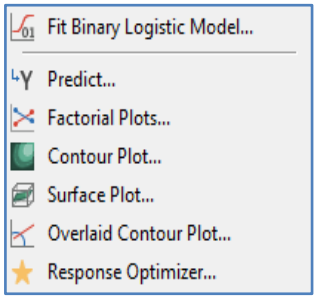
Regression Equation

P(No bacteria) = exp(-5.25 + 3.63 (ملم الجرعة))/(1 + exp(-5.25 + 3.63 (ملم الجرعة)))

التحليل :

من الرسم يتبين ان البواقي تتوزع التوزيع الطبيعي وهو احد الشروط الواجب توفرها لتحليل الانحدار ، كما يتبين من قيمة P–Value والتي تساوي (0.00) ان الاختبار دال احصائيا ، اي ان الفرض البديل صحيح وهو يوجد تاثير للجرعة على شفاء الاشخاص الذين يتناولون الدواء.

الانحدار اللوجستي الثنائي (Binary logistic regression) : يستخدم هذا النوع من الانحدار في حال كان المتغير التابع ثنائي القيمة ، كما ويستخدم في حال معرفة تاثير متغير/متغيرات مستقلة على المتغير التابع الثنائي القيمة ، وتضم القائمة :

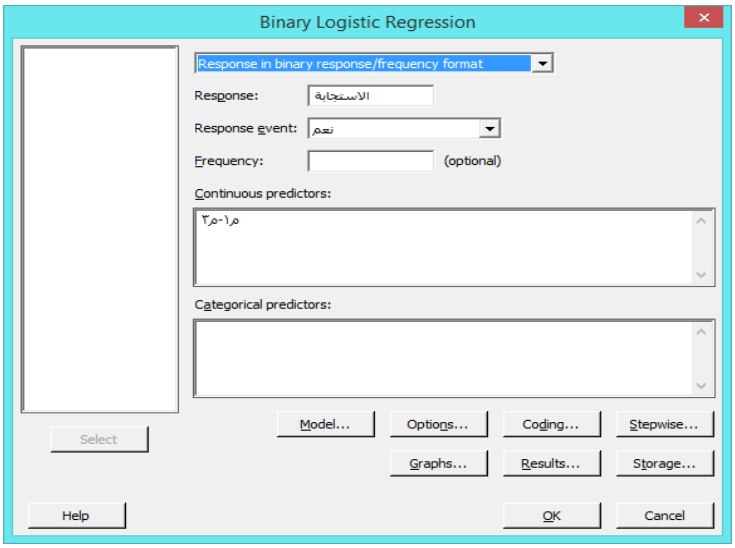


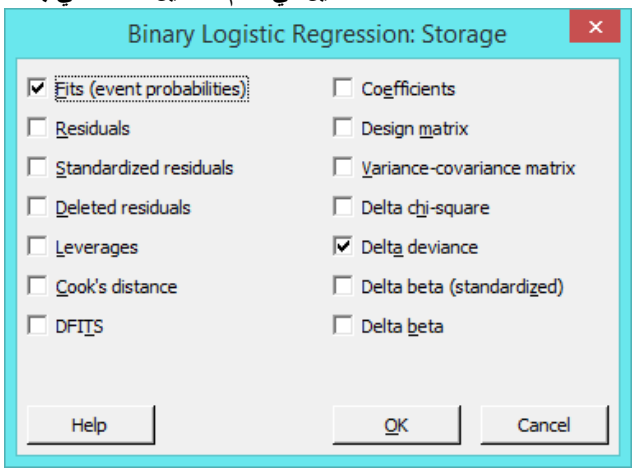
تحليل نموذج الانحدار اللوجستي الثنائي (Fit binary logistics model) وتداخل العلاقات بين المتغيرات: من الضروري البدء بتكوين النموذج حتى نتمكن من تفعيل باقي القائمة.

مثال : في احدى التجارب لقياس مدى تاثير ثلاثة عوامل مختلفة على متغير تابع ثنائي ياخذا القيمتين (نعم ، لا) ، تم اختيار عينة عشوائية حجمها(40) شخصا .

	الاستجابة	م١	م٢	م٣
1	نعم	49	79	31
2	لا	52	29	87
3	نعم	61	65	66
4	لا	91	23	35
5	لا	35	12	78
6	نعم	40	84	68
7	لا	20	42	64
8	لا	84	82	37
9	نعم	76	96	30
10	نعم	90	38	79
11	نعم	18	42	50

** ملاحظة : هذا جزء من العينة البالغ حجمها (40) شخصا.





النتائج:

Binary Logistic Regression: الاستجابة versus م1; م2; م3

Method

Link function	Logit
Rows used	40

Response Information

Variable	Value	Count	
الاستجابة	نعم	20	(Event)
	لا	20	
	Total	40	

Deviance Table

Source	DF	Adj Dev	Adj Mean	Chi-Square	P-Value
Regression	3	2.3360	0.77867	2.34	0.506
م1	1	0.3391	0.33909	0.34	0.560
م2	1	0.0716	0.07157	0.07	0.789
م3	1	1.9852	1.98517	1.99	0.159
Error	36	53.1158	1.47544		
Total	39	55.4518			

Model Summary

Deviance R-Sq	Deviance R-Sq(adj)	AIC
4.21%	0.00%	61.12

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	VIF
Constant	0.47	1.15	
م1	0.0076	0.0132	1.09
م2	0.0036	0.0135	1.07
م3	-0.0204	0.0148	1.02

Odds Ratios for Continuous Predictors

	Odds Ratio	95% CI
م1	1.0077	(0.9820; 1.0340)
م2	1.0036	(0.9774; 1.0306)
م3	0.9798	(0.9518; 1.0086)

Regression Equation

P(نعم) = exp(Y')/(1 + exp(Y'))

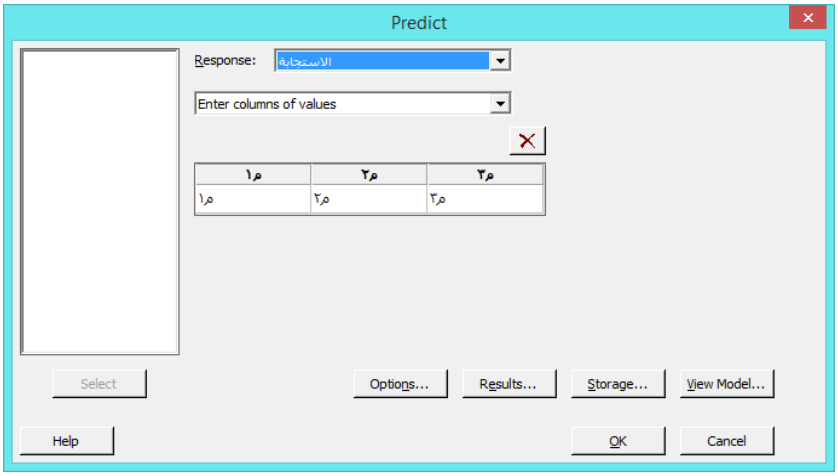
Y' = 0.47 + 0.0076 م1 0.0036 - م2 0.0204 م3

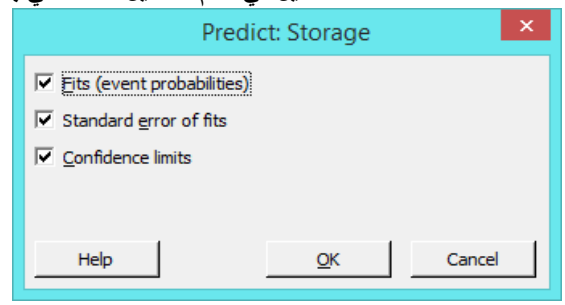
التحليل :

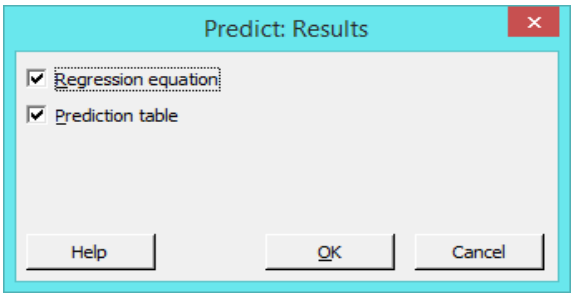
بما ان قيمة P–Value هي اكبر من (0.05) في المتغيرات الثلاث (م1 ، م2 ، م3) ، نستنتج انه لا يوجد تاثير لهذه المتغيرات على الاستجابة (نعم) للاشخاص في العينة .

ايجاد القيمة المتنبأ بها للمتغير التابع بناء على النموذج في (Fit logistic binary) (Predict):

بعد اجراء Stat > Regression > Binary logistic regression >Fit binary logistic model يمكن حساب قيمة Y المتنبأ بها لجميع قيم المتغيرات في العينة .







النتائج :

	الاستجابة	م١	م٢	م٣	FITS	DDEV	PFITS	PSEFITS	CLIM	CLIM_1
1	نعم	49	79	31	0.622187	0.99923	0.622187	0.133978	0.350181	0.834232
2	لا	52	29	87	0.309234	0.79093	0.309234	0.147834	0.103386	0.634772
3	نعم	61	65	66	0.456217	1.62230	0.456217	0.102515	0.271802	0.653471
4	لا	91	23	35	0.630592	2.34820	0.630592	0.200607	0.239920	0.902263
5	لا	35	12	78	0.307682	0.79785	0.307682	0.161984	0.091006	0.663617
6	نعم	40	84	68	0.423637	1.86669	0.423637	0.155212	0.174544	0.718703
7	لا	20	42	64	0.370355	0.97440	0.370355	0.134159	0.159991	0.644948
8	لا	84	82	37	0.657922	2.34779	0.657922	0.146374	0.349630	0.873112
9	نعم	76	96	30	0.687134	0.81483	0.687134	0.163196	0.331570	0.906752
10	نعم	90	38	79	0.421216	1.94046	0.421216	0.180236	0.145942	0.756063

Prediction for الاستجابة

Regression Equation

P(نعم) = exp(Y')/(1 + exp(Y'))

Y' = 0.47 + 0.0076 م3 0.0204 - م2 0.0036 + م1

Settings

Variable	Setting
م1	49
م2	79
م3	31

Prediction

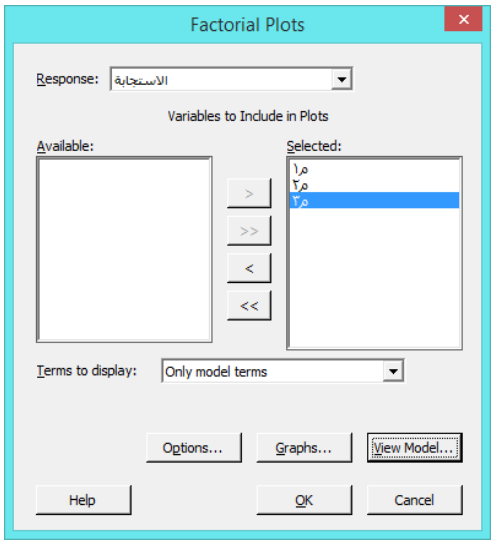
Fitted Probability	SE Fit	95% CI
0.622187	0.133978	(0.350181; 0.834232)

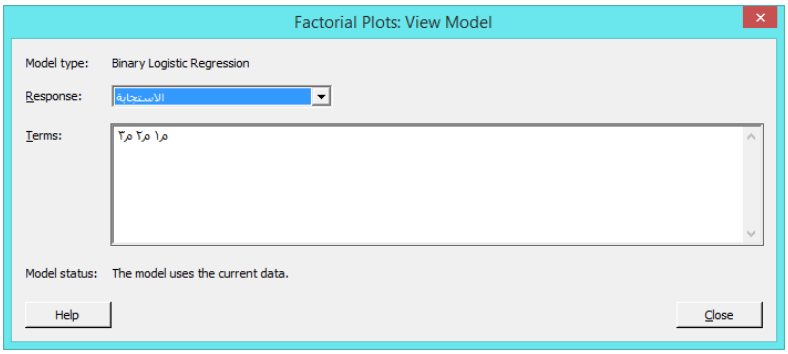
Settings

Variable	Setting
م1	52
م2	29
م3	87

** ملاحظة هذه بعض النتائج وتعتمد على عدد السجلات في العينة.

عرض الرسم البياني للتفاعل بين المتغيرات المستقلة واثرها على متغير تابع ثنائي: (Factorial plots) :

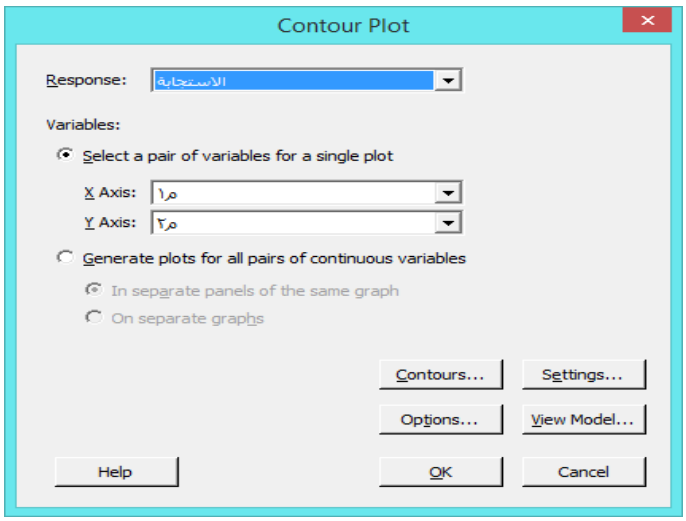


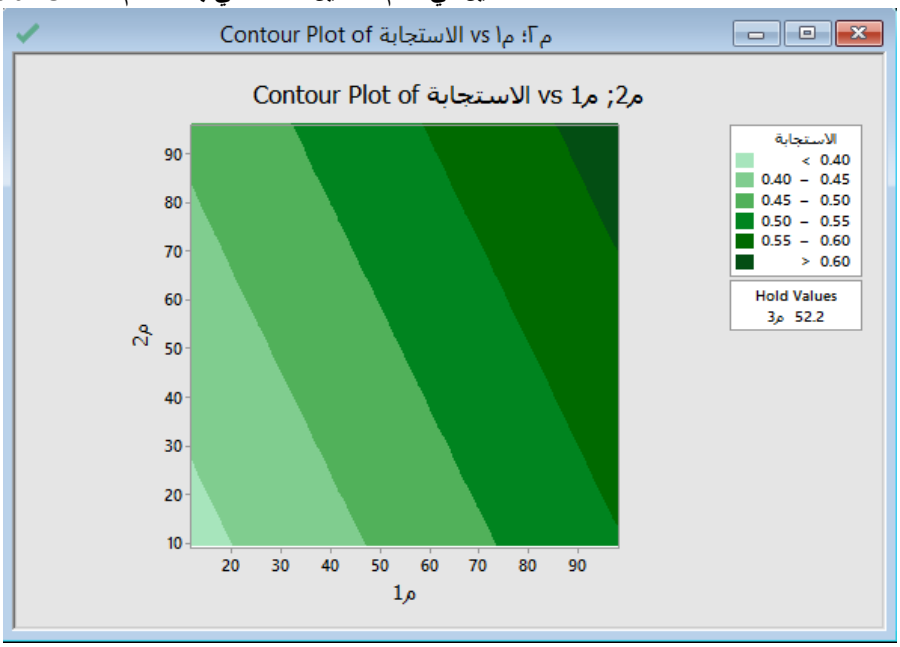


عرض كيف يرتبط المتغير التابع بمتغيرين/ او اكثر من النوع Continuous مع رؤية ثنائية الأبعاد (Contour plot) :

عرض لرسم بالوان متدرجة وخطوط معينة العدد توضح شكل العلاقة بين متغيرين متصلين ومتغير تابع.

بعد اجراء Stat > Regression > Binary logistic regression >Fit binary logistic model يمكن تنفيذ Contour plot

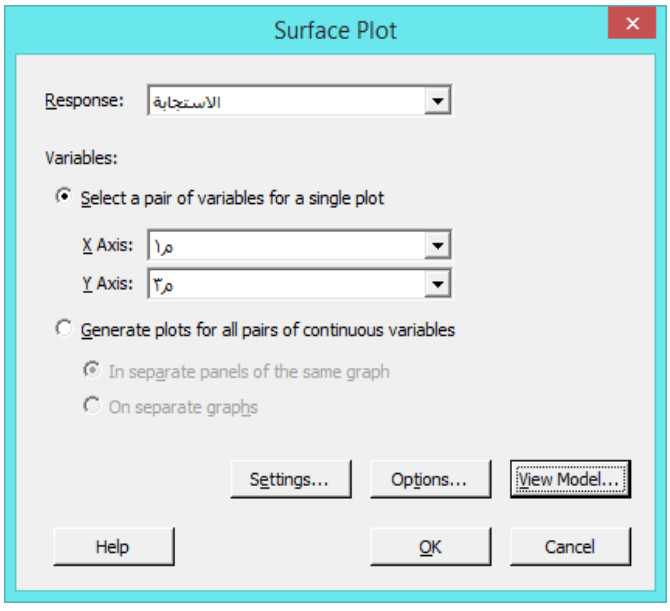




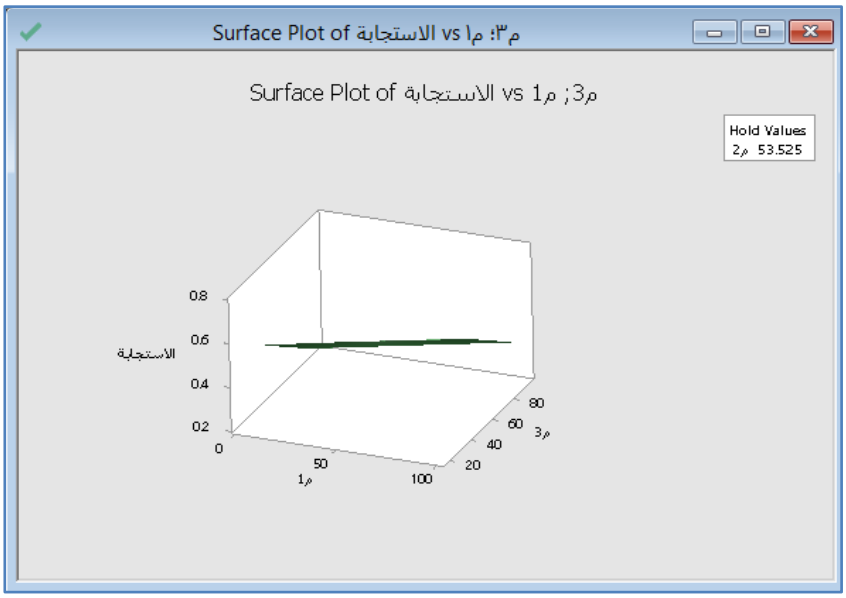
عرض كيف يرتبط المتغير التابع بمتغيرين فقط من النوع Continuous مع رؤية ثنائية الأبعاد (Surface plot) :

عرض لرسم ثلاثي الابعاد توضح شكل العلاقة بين متغيرين متصلين فقط ومتغير تابع.

بعد اجراء Stat > Regression > Binary logistic regression >Fit binary logistic model يمكن تنفيذ Surface plot

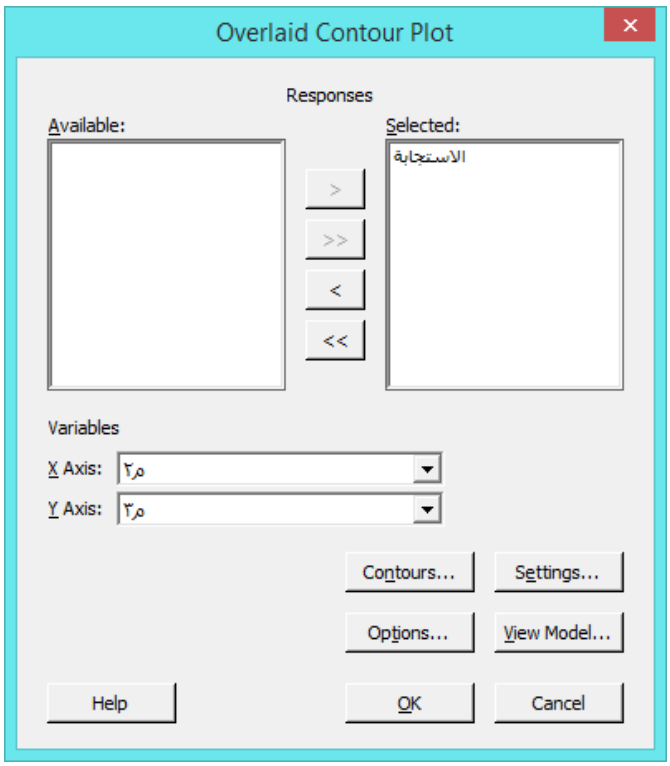


النتائج :



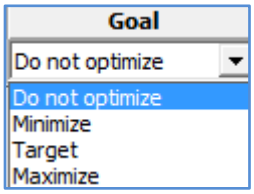
- عرض رسم يبين العلاقة بين متغير تابع / عدة متغيرات تابعة (لا يزيد عن 25 متغير) ومتغيرين تابعين متصلين احدهما على محور (X) والاخر على محور (Y) (**Overlaid contour plot**) ، وتقسم الى عدة مناطق بالاعتماد على المتغير التابع.

بعد اجراء Fit binary logistic model >Binary logistic regression > Regression > Stat يمكن تنفيذ Overlaid contour plot.



مشخص الاستجابة (Response optimizer) : يتم التحسين في نموذج الانحدار بناء على الهدف ، بحيث :

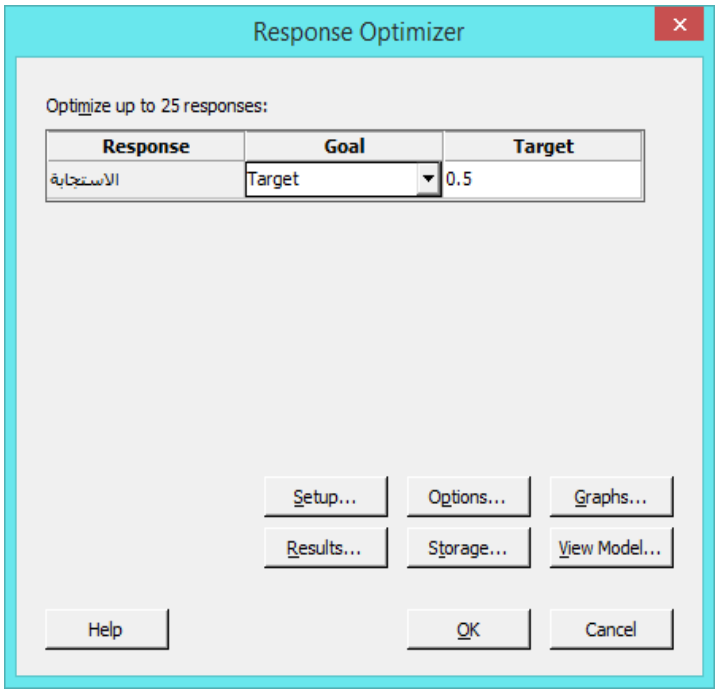
- Do not optimize : الحالة الاصلية / عدم التحديد
- Minimize : تحديد قيمة صغرى
- Target : تحديد قيمة معينة
- Maximize : تعظيم القيمة

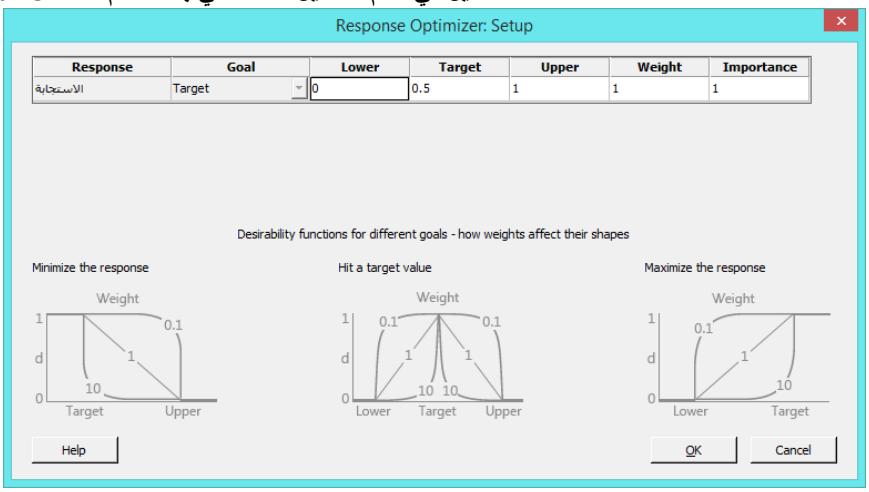


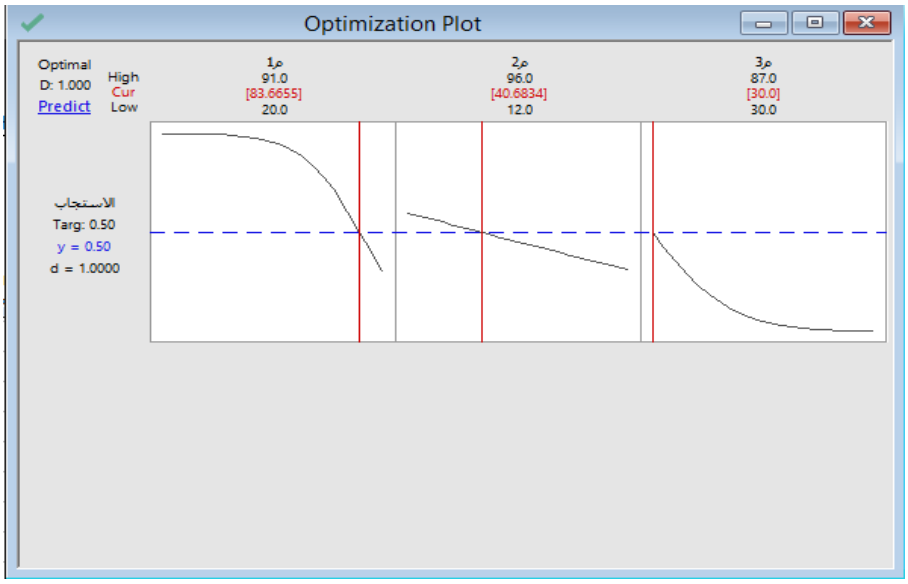
عند اختيار اي من السابقة عدا الخيار Do not optimize يظهر مربع الخيارات في Setup.

** ملاحظة : لا يعمل هذا النموذج اذا كان المتغير التابع فئوي.

	الاستجابة	م١	م٢	م٣
1	0.50	49	79	31
2	0.25	52	29	87
3	0.50	61	65	66
4	0.25	91	23	35
5	0.50	35	12	78
6	0.25	40	84	68
7	0.50	20	42	64
8	0.25	84	82	37
9	0.50	76	96	30
10	0.25	60	65	55





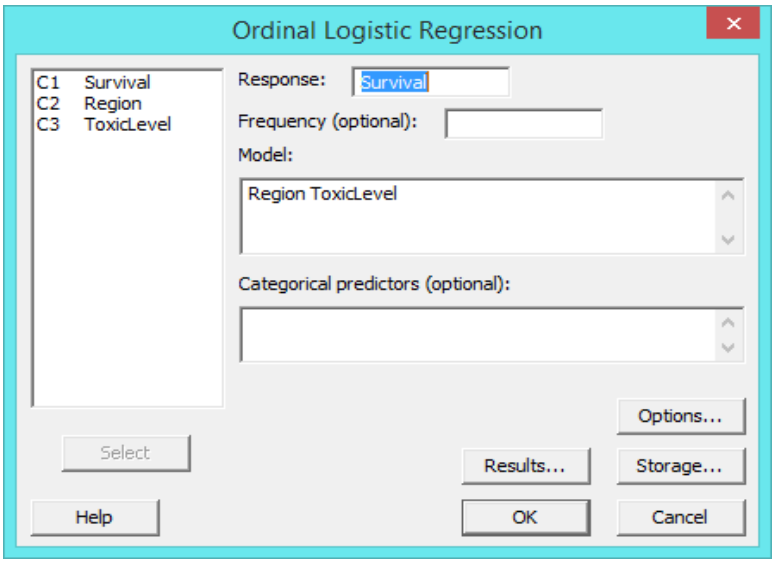


** ملاحظة : يتم تحريك الخطوط الحمراء بالماوس وبالتالي يؤدي الى الحصول على عدة قيم متغيرة من y ، نختار الانسب حسب قيمة الهدف وهي هنا (0.5).

تحليل الانحدار اللوجستي الترتيبي (Ordinal logistic regression) : بناء نموذج انحدار يكون فيه المتغير التابع من النوع الرتبي فيه ثلاث رتب او اكثر والمتغير/المتغيرات المستقلة هي متغيرات رتبية اوفئوية او متصلة ، كما ان احد شروط هذا النوع من الانحدار ان لا تتحقق فيه التعددية الخطية.

مثال : في المثال التالي ابحث في وجود تاثير للمتغيرين المستقلين على المتغير التابع (Survival) وهو من النوع الفئوي.

	Survival	Region	ToxicLevel
1	A	1	35
2	B	2	53
3	C	1	45
4	B	2	39
5	A	1	59
6	B	1	15
7	B	1	13
8	C	2	90
9	C	2	33
10	B	2	80
11	A	1	72
12	A	1	13
13	B	2	52
14	C	1	18
15	C	1	40
16	A	2	17
17	B	1	46
18	B	2	68
19	A	1	36
20	A	2	94



النتائج :

Ordinal Logistic Regression: Survival versus Region; ToxicLevel

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count
Survival	A	7
	B	8
	C	5
	Total	20

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Const(1)	0.0028610	1.30936	0.00	0.998			
Const(2)	1.75793	1.37470	1.28	0.201			
Region	-0.720655	0.953446	-0.76	0.450	0.49	0.08	3.15
ToxicLevel	0.0095695	0.0192025	0.50	0.618	1.01	0.97	1.05

Log-Likelihood = -21.332

Test of All Slopes Equal to Zero

DF	G	P-Value
2	0.557	0.757

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	38.2497	34	0.282
Deviance	39.8913	34	0.225

Measures of Association:

(Between the Response Variable and Predicted Probabilities)

Pairs	Number	Percent	Summary Measures	
Concordant	73	55.7	Somers' D	0.14
Discordant	55	42.0	Goodman-Kruskal Gamma	0.14
Ties	3	2.3	Kendall's Tau-a	0.09
Total	131	100.0		

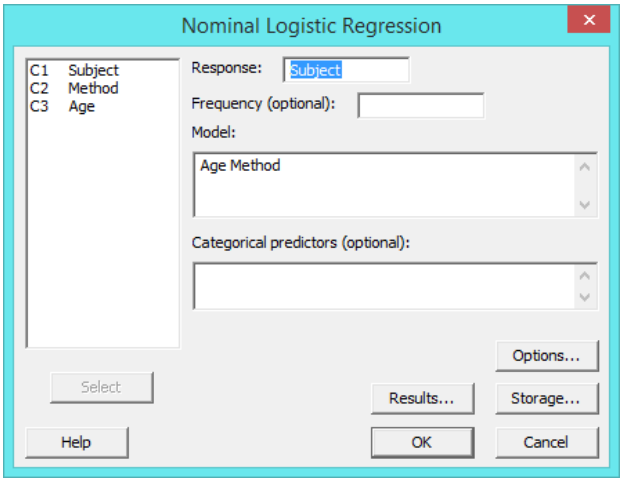
التحليل :

من قيمة P–Value المقابلة للمتغيرين المستقلين (Region, Toxiclevel) والتي هي اكبر من (0.05) يتبين انه لا يوجد تاثير لهذه المتغيرات على المتغير الرتبي Survival.

تحليل الانحدار اللوجستي الاسمي (Nominal logistic regression) : بناء نموذج انحدار يكون فيه المتغير التابع من النوع الاسمي (Nominal) فيه ثلاث عناصر او اكثر والمتغير/المتغيرات المستقلة هي متغيرات رتبية اوفئوية او متصلة (بشرط ان تكون على شكل ارقام) ، كما ان احد شروط هذا النوع من الانحدار ان لا تتحقق فيه التعددية الخطية.

مثال : يريد مدير مدرسة تقييم طرق التدريس المختلفة فقام بجمع بيانات عن 30 طالبا عن طريق سؤالهم عن موضوعهم المفضل وطريقة التدريس المستخدمة في الفصل الدراسي .يستخدم المعلم طريقة الانحدار اللوجستي الاسمي لفهم كيفية ارتباط العمر (10–13) وطريقة التدريس (العرض (1) أو الشرح(2)) بتفضيلات الطلاب للمادة (الرياضيات والعلوم و الفنون والفيزياء).

	Subject	Method	Age
1	Math	1	10
2	Science	2	12
3	Arts	1	15
4	PHISICS	2	14



النتائج :

Response Information

Variable	Value	Count	
Subject	Science	1	(Reference Event)
	PHISICS	1	
	Math	1	
	Arts	1	
	Total	4	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Logit 1: (PHISICS/Science)							
Constant	-242.892	1320110	-0.00	1.000			
Age	20.2410	10656.5	0.00	0.998	6.17385E+08	0.00	*
Method	-10.1205	657007	-0.00	1.000	0.00	0.00	*
Logit 2: (Math/Science)							
Constant	18.8510	1056137	0.00	1.000			
Age	5.66550	131695	0.00	1.000	288.73	0.00	*
Method	-54.0581	265711	-0.00	1.000	0.00	0.00	*
Logit 3: (Arts/Science)							
Constant	-88.0691	803498	-0.00	1.000			
Age	14.5755	131695	0.00	1.000	2138271.95	0.00	*
Method	-58.5131	526364	-0.00	1.000	0.00	0.00	*

Log-Likelihood = -0.000

Test of All Slopes Equal to Zero

DF	G	P-Value
6	11.090	0.086

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	0.0000000	3	1.000
Deviance	0.0000000	3	1.000

التحليل :

من قيم P–Value يتبين ان جميع القيم اكبرمن (0.10) ، فبالتالي لا يوجد اثر للمتغيرات المستقله على المتغير التابع.

**ملاحظة: لتغيير reference الى Math مثلا ، نقوم بالنقر على Options ثم من reference event نكتب ’Math‘ بين فاصلة علوية.

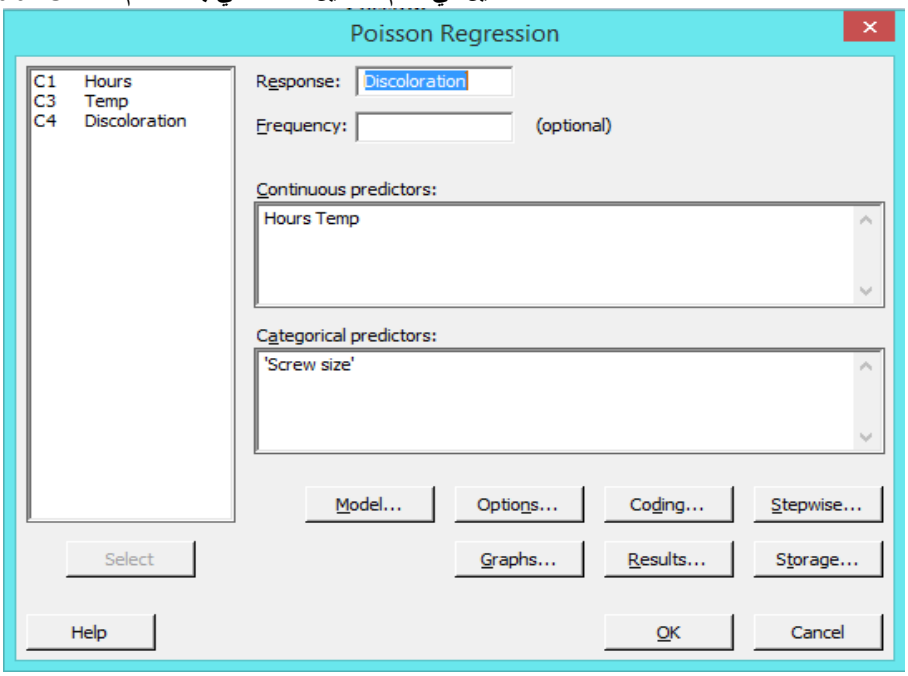
**ملاحظة: لتغيير Method الى 2 مثلا ، نقوم بالنقر على Options ثم من reference level نكتب اسم المتغير والفئة بينهما فراغ ’Method‘ ’2‘ بين فاصلة علوية.

يستخدم نموذج انحدار بواسون (Poisson regression) : في تحليل انحدار النماذج التي تتفق مع شروط توزيع بواسون والتي تمثل متغير منفصل يتضمن اعداد مثل (عدد المكالمات ، عدد المراجعين لعيادة طبيب ، ...) ، ووجود متغيرات مستقله متصلة او فئوية (على شرط ان تكون اعداد) .

تكوين نموذج بواسون (Fit Poisson model):

مثال : العينة التالية تتضمن متغير تابع يمثل مجموعة الوان قماش (Discoloration) في عينة حجمها (6) ، والمطلوب التحقق من تاثير المتغيرات المستقلة (Hours, Screw size, temp) على المتغير التابع.

↓	C1	C2-T	C3	C4
	Hours	Screw size	Temp	Discoloration
1	0	small	215	54
2	1	small	215	59
3	2	small	80	52
4	3	small	80	49
5	4	large	100	40
6	5	large	110	65



النتائج :

Poisson Regression Analysis: Discoloration versus Hours; ... Screw size

Method

Link function	Natural log
Categorical predictor coding	(1; 0)
Rows used	6

Deviance Table

Source	DF	Adj Dev	Adj Mean	Chi-Square	P-Value
Regression	3	3.502	1.167	3.50	0.321
Hours	1	2.582	2.582	2.58	0.108
Temp	1	3.469	3.469	3.47	0.063
Screw size	1	1.829	1.829	1.83	0.176
Error	2	3.517	1.758		
Total	5	7.019			

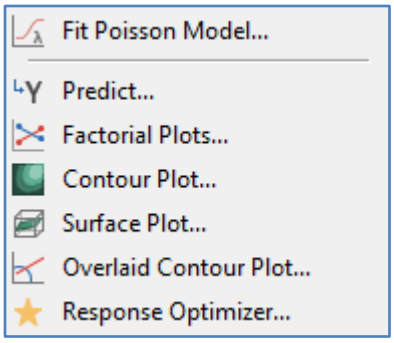
Model Summary

Deviance R-Sq	Deviance R-Sq(adj)	AIC
49.89%	7.15%	46.34

التحليل:

بالنظر الى قيمة P–Value للمتغيرات المستقلة الثلاث ، يتبين ان هذه القيمة اكبر من (0.05) ، بالتالي لا يوجد اثر للمتغيرات المستقلة على المتغير التابع.

- بالنظر الى مجموعة الاوامر :



يمكن التعلم كيف تنفذ هذه الاوامر كما تم شرحه في السابق عند مناقشة (Regression > Regression ، او Binary logistic regression) .

تحليل التباين (ANOVA) :

تحليل التباين الاحادي (One way) :

يستخدم One way –ANOVA في حال:

- كان المتغير المستقل مقسم الى اكثر من مجموعتين (مثلا: الحالة الاجتماعية متزوج ، اعزب ، مطلق) فهذه ثلاث مجموعات .
- وجود متغير تابع واحد فقط.
- المتغير التابع يتوزع توزيع طبيعي لكل مجموعة من مجموعاته.
- تساوي التباين في المجموعات .

مثال: لدينا علامات 3 طلاب في 3 مواد ، نريد التحقق اي الفرضيات التالية يتحقق من خلال تحليل One Way Anova:

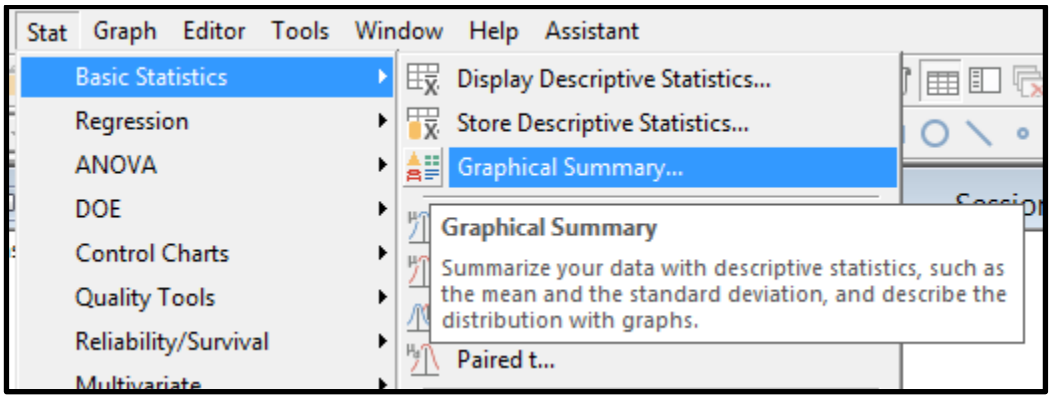
علامات مادة التربية الاسلامية	علامات مادة علوم الارض	علامات مادة الرياضيات
92	86	63
93	88	71
99	81	66

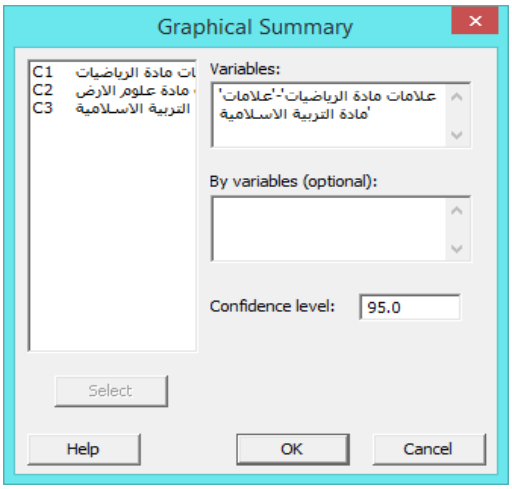
- الفرضيات:

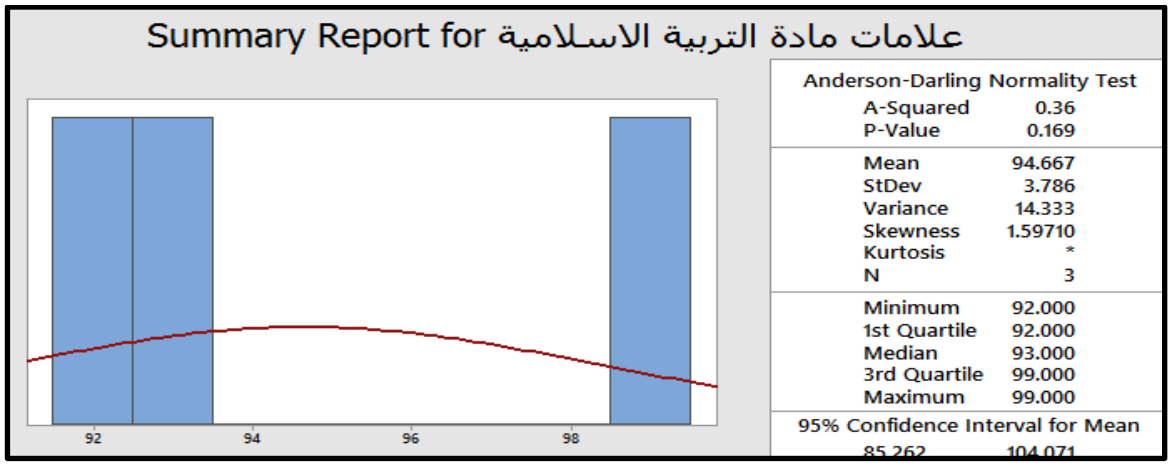
H_0 :لا توجد فروق ذات دلالة احصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha < 0.05$) بين علامات مواد الرياضيات وعلوم الارض والتربية الاسلامية للصف الاول الثانوي. (P–Value > 0.05)

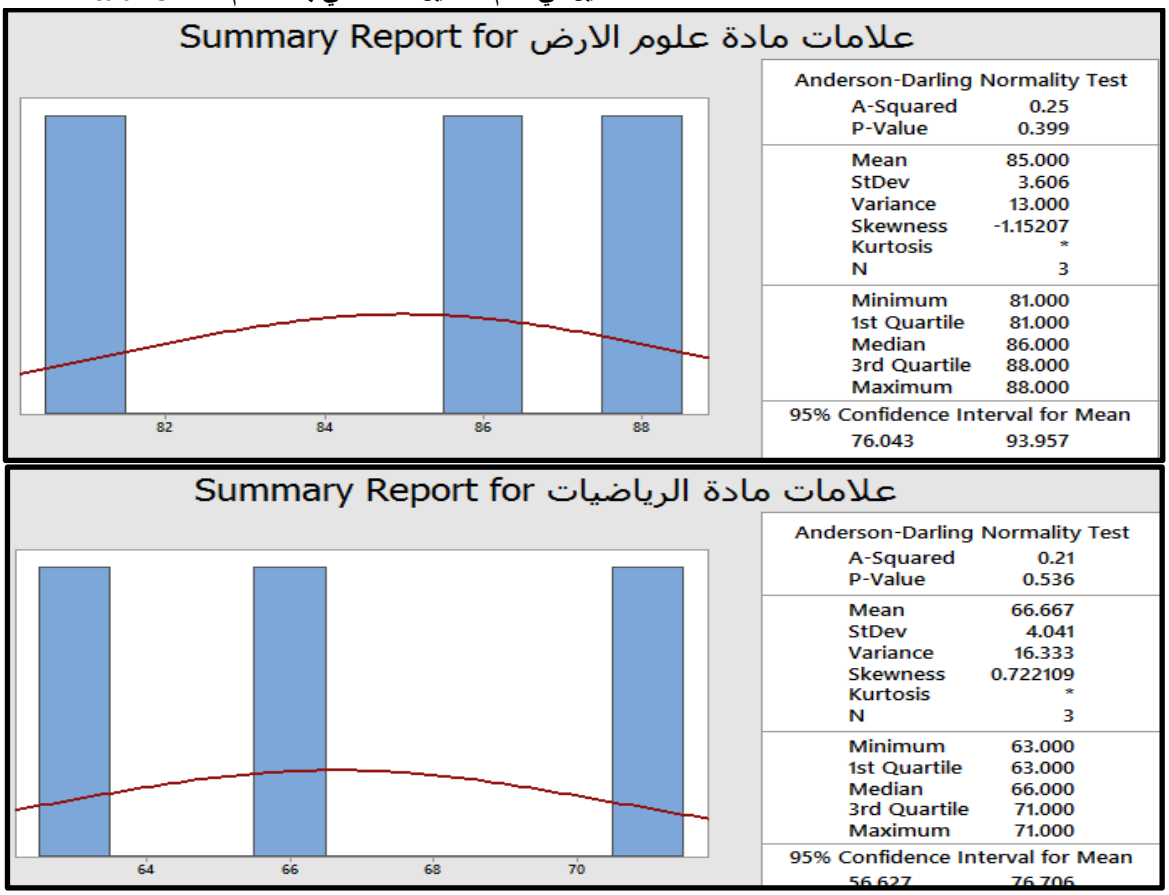
H_1: توجد فروق ذات دلالة احصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha < 0.05$) بين علامات مواد الرياضيات وعلوم الارض والتربية الاسلامية للصف الاول الثانوي. (P–value < 0.05)

التحقق من شرط التوزيع الطبيعي لكل مجموعة:





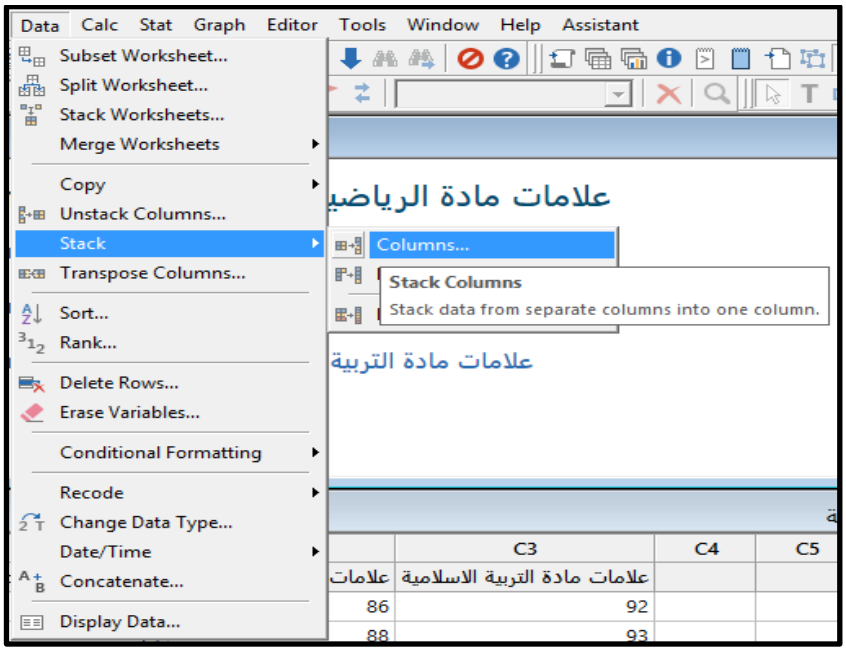


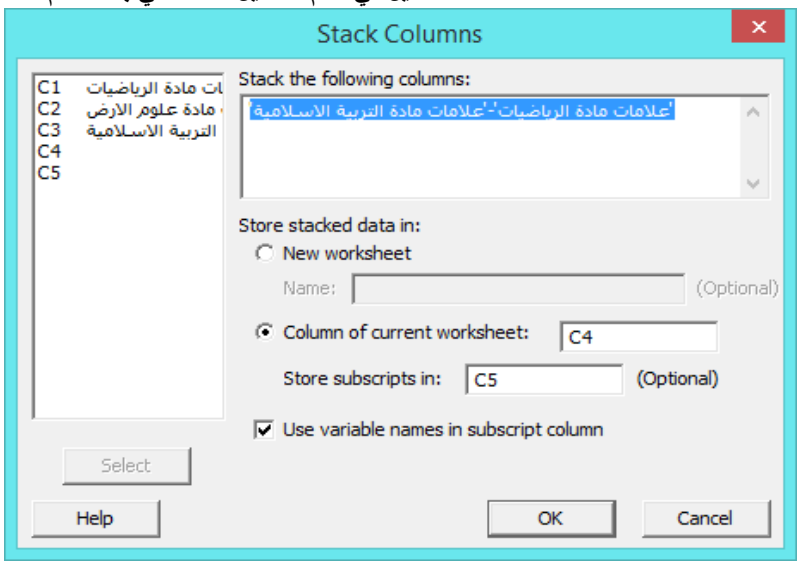


** بما ان قيم P-Value اكبر من (0.05) نستنتج ان التوزيع يتبع التوزيع الطبيعي .

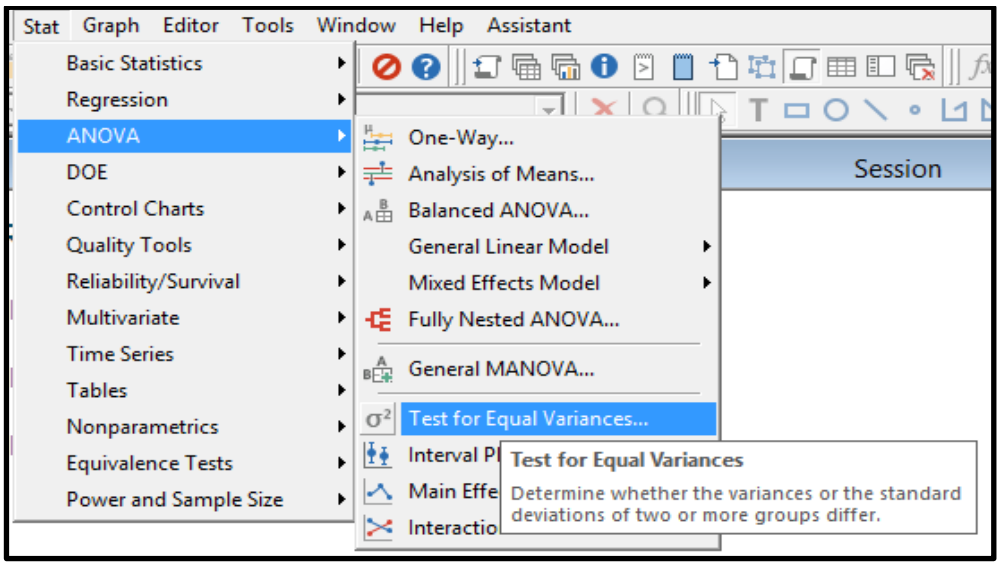
- التحقق من شرط تساوي التباين في المجموعات الثلاثة:

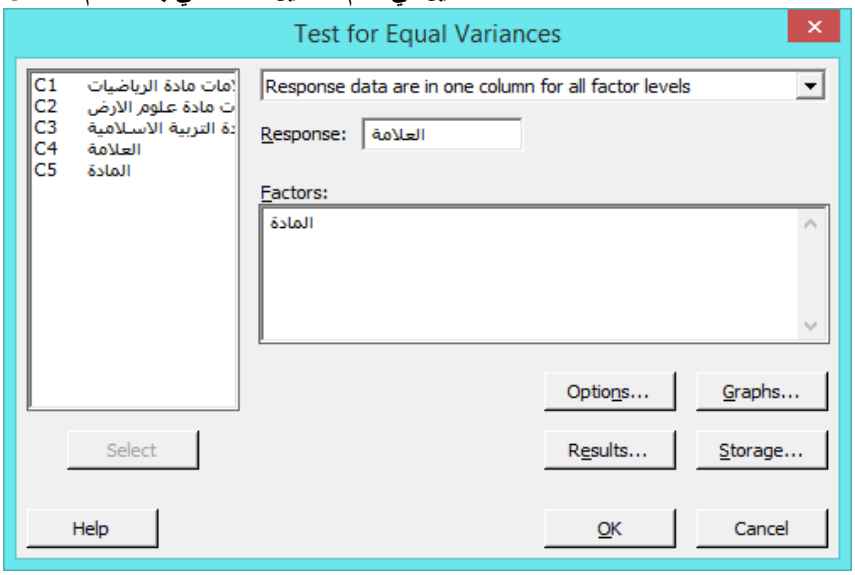
يتم تجميع البيانات في عمودين :

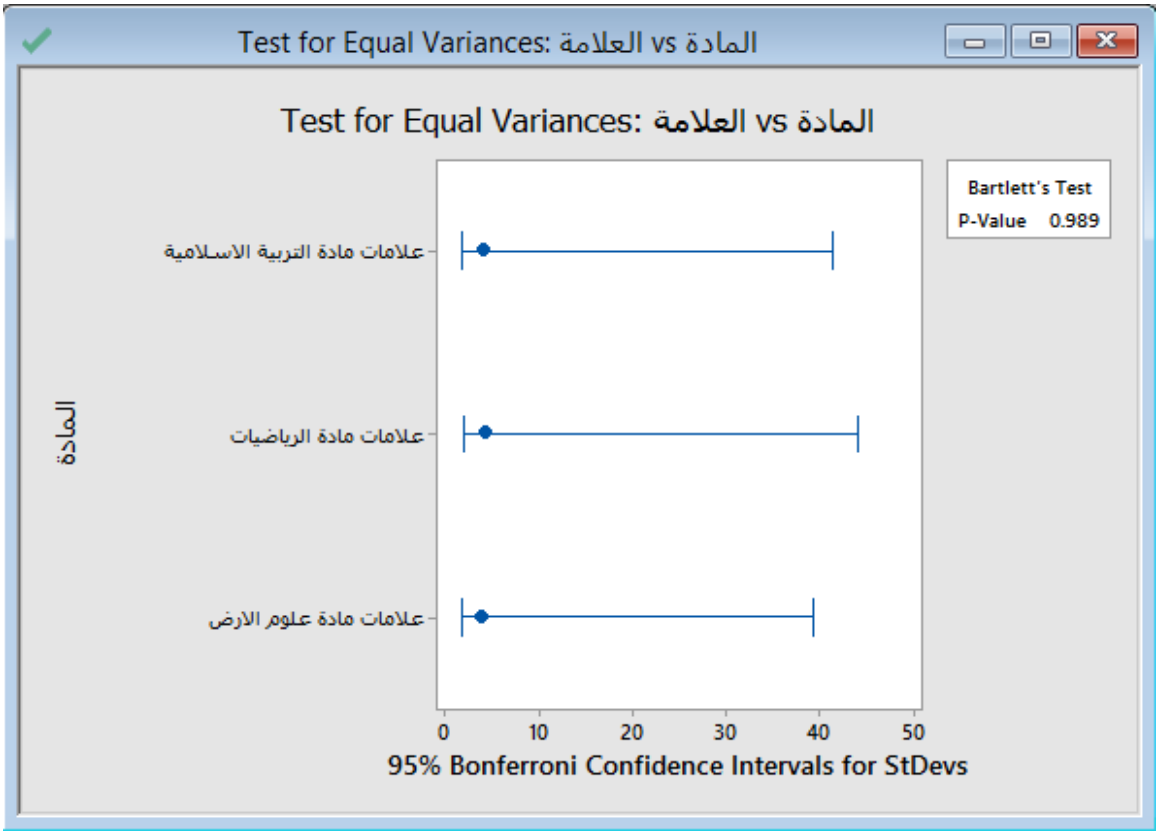




C4	C5-T
العلامة	المادة
63	علامات مادة الرياضيات
71	علامات مادة الرياضيات
66	علامات مادة الرياضيات
86	علامات مادة علوم الارض
88	علامات مادة علوم الارض
81	علامات مادة علوم الارض
92	علامات مادة التربية الاسلامية
93	علامات مادة التربية الاسلامية
99	علامات مادة التربية الاسلامية

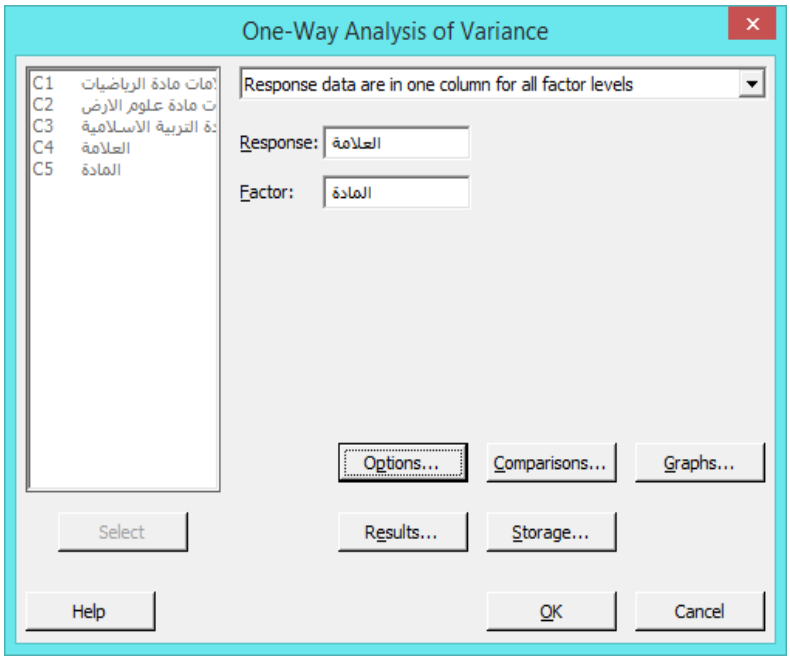


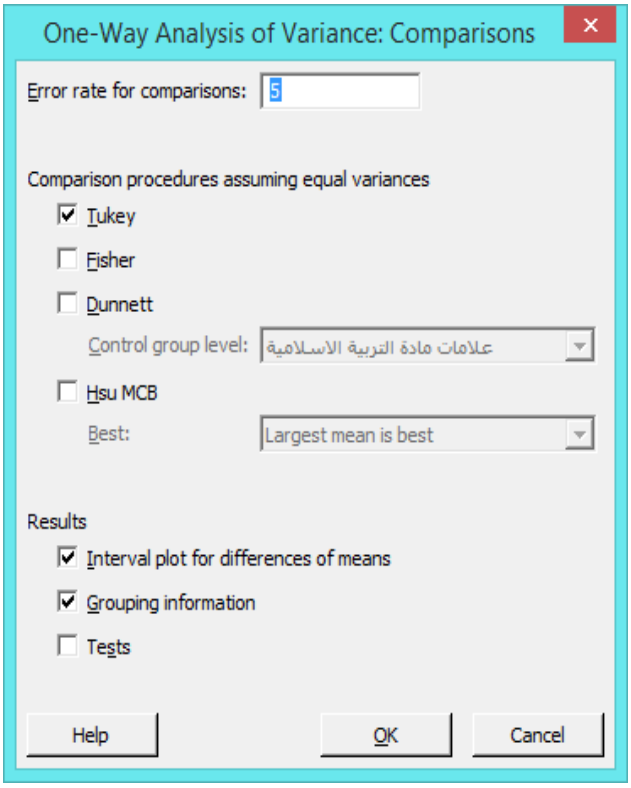




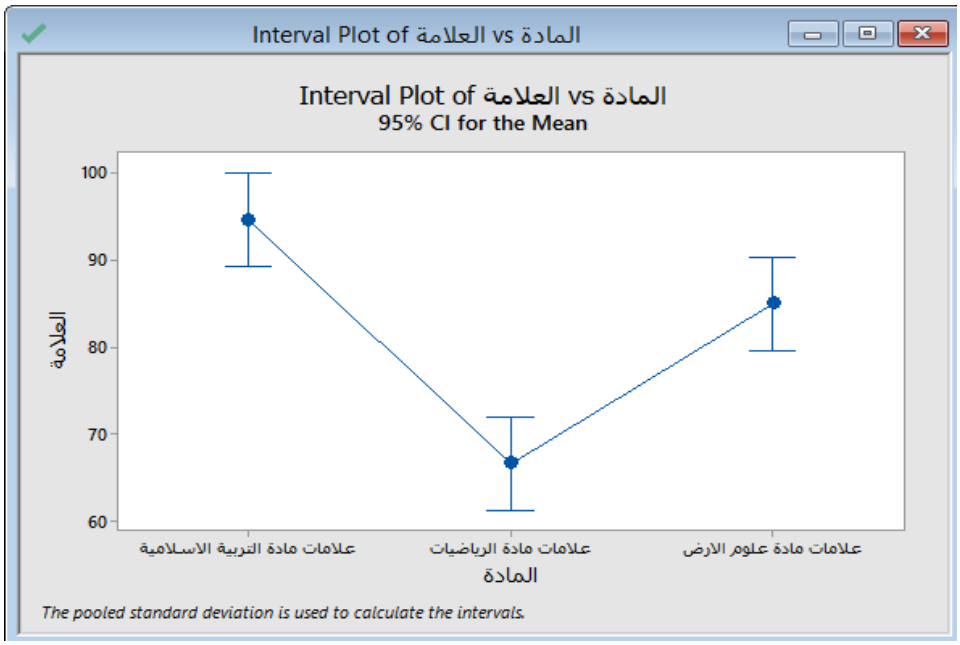
** بما ان قيمة P–Value اكبرمن 0.05 نستنتج ان التباين متساو.

- تحليل التباين الاحادي:





النتائج:



Analysis of Variance

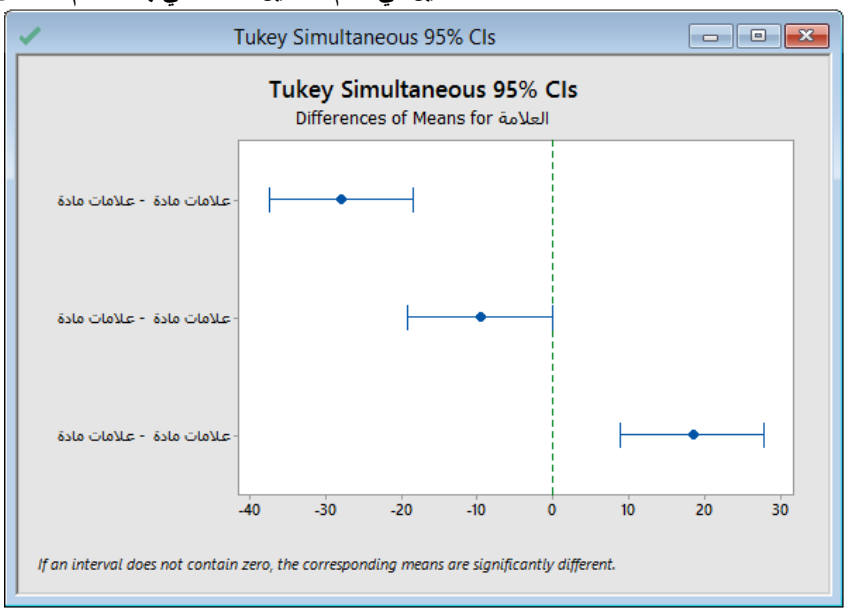
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
المادة	2	1213.56	606.78	41.69	0.000
Error	6	87.33	14.56		
Total	8	1300.89			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

المادة	N	Mean	Grouping
علامات مادة التربية الاسلامية	3	94.67	A
علامات مادة علوم الارض	3	85.00	B
علامات مادة الرياضيات	3	66.67	C

Means that do not share a letter are significantly different.

لعدم تكرار الحرف بين المجموعات نفهم ان كل مجموعتين بينهم اختلاف لصالح المجموعة ذات الوسط الاكبر.



التحليل:

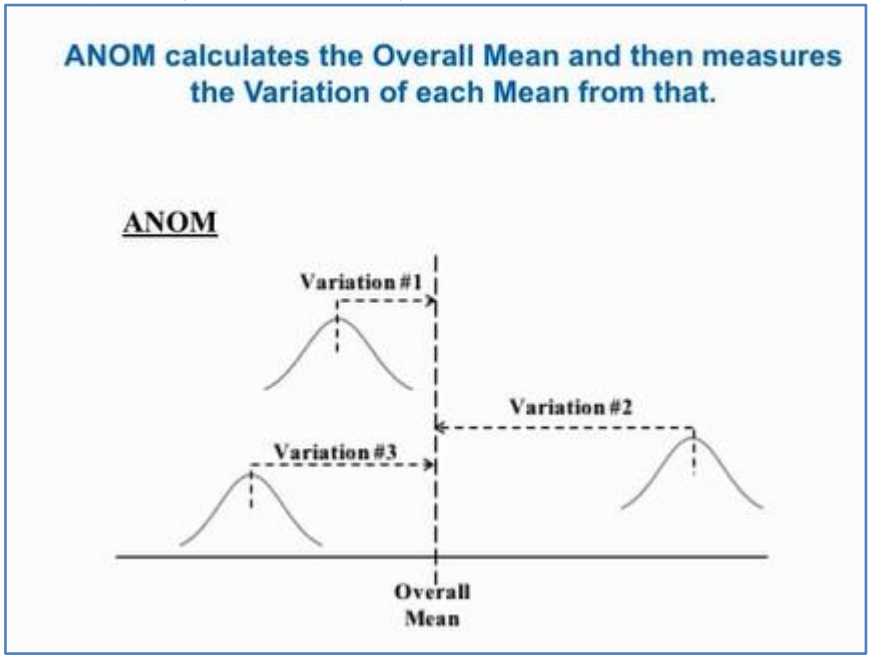
- يوجد فروق بين علامات مادتي التربية الاسلامية وعلوم الارض لصالح مادة التربية الاسلامية
- يوجد فروق بين علامات مادتي التربية الاسلامية والرياضيات لصالح مادة التربية الاسلامية.
- يوجد فروق بين علامات مادتي الرياضيات وعلوم الارض لصالح مادة علوم الارض.

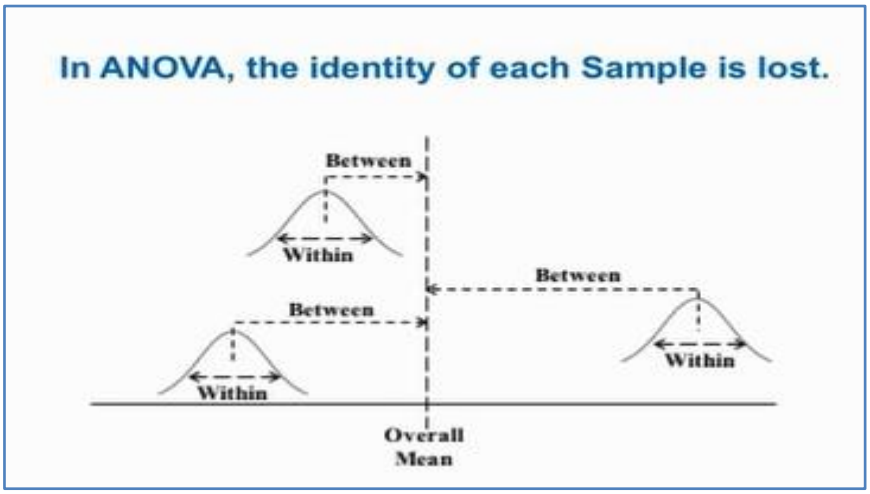
تحليل الاوساط الحسابية (Analysis of means) :

يقوم تحليل ANOM بتحليل فروقات الاوسط الحسابية لمجموعة من المتغيرات ، ويعمل هذا التحليل على التحقق اي من الاوساط الحسابية من عدة مجتمعات مختلف اختلافا ذو اهمية عن الوسط الحسابي الكلي لحميع العينات . ويبين الرسم الناتج من عملية التحليل فترة الثقة بحدها الاعلى وحدها الادنى للمتوسطات الحسابية ، اما اختلاف تحليل ANOM عن ANOVA فيمكن التعرف عليه من خلال الجدول:

	ANOM	ANOVA
Assumptions	Approximately Normal Data	
Analyzes Variation of several Means	Yes	Yes
1-Way or 2-Way	Yes	Yes
Variation	Around the Overall Mean	Among each other
Identifies which Means are different	Yes	No

** يجب ان تتبع البيانات احدى التوزيعات التالية : Normal , Binomial, Poisson.





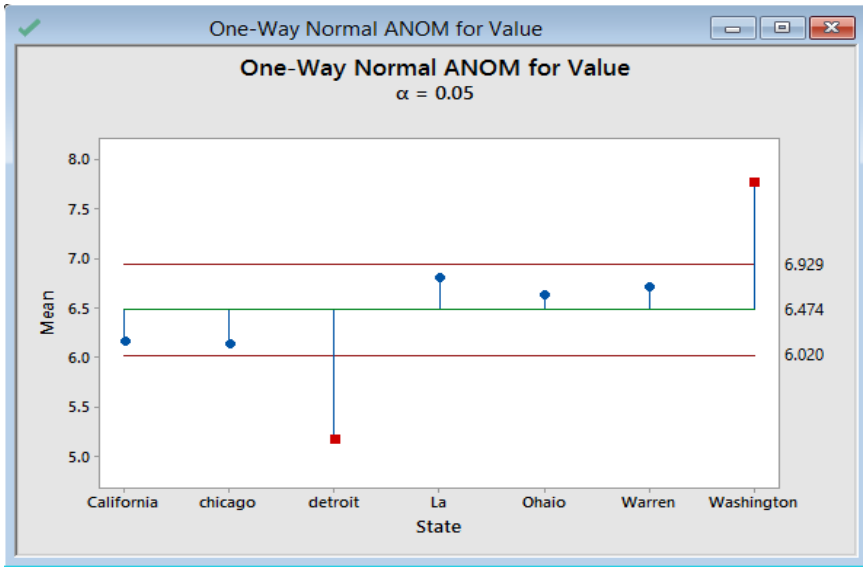
مثال :

اراد احد الاحصائيين التحقق فيما اذا كان هناك اختلاف بين (7) عينات حجمها (5) تم اخذها من مصانع في (7) ولايات امريكية ولصالح اي تلك المصانع .

	chicago	detroit	Warren	La	Ohaio	Washington	California
1	6.0	5.2	6.8	7.1	6.8	7.4	6.2
2	6.5	4.3	7.0	6.7	6.0	7.9	6.9
3	6.1	5.1	6.7	6.5	6.4	8.2	5.9
4	6.2	5.3	6.4	6.9	7.3	7.7	5.7
5	5.8	5.9	6.6	6.8	6.6	7.6	6.1

** ملاحظة : يمكن دمج الاعمدة في عمودين من خلال Data > Stack > Columns

النتائج :



التحليل:

القيمة (6.5) هي الوسط الحسابي لجميع البيانات ، يتبين من الرسم ان هناك اختلاف في قيم المصنعين في ولايتي (Detroit, Washington) عن الوسط الحسابي الكلي .

تحليل التباين المتوازن (Balanced ANOVA) : يستخدم هذا النوع من التحليل نماذج المربعات الصغرى في تحديد ما اذا كانت الاوساط الحسابية لمتغيرين أو أكثر تختلف عندما يوجد متغيرات مستقلة فئوية ومتغير تابع متصل. يجب أن يكون النموذج متوازنًا اي لا يكون نموذج أحادي الاتجاه. النموذج المتوازن (له نفس عدد المشاهدات لكل مجموعة من مجموعات المعالجة للمتغير الفئوي). يمكن أن يتضمن النموذج متغيرات يوجد فيما بينها تفاعل ، ومتغيرات متقاطعة ومتداخلة ، ومتغيرات ثابتة وعشوائية.

كما ان النموذج المتوازن هو النموذج الذي لا يحتوي على قيم غير عادية (Unusual data).

**إذا تلقيت تحذيرًا بأن البيانات غير متوازنة ، فيمكن إجراء جدولة متقاطعة (Stat>Table>Tally) لتحديد عدد المشاهدات لكل تركيبة على مستوى المتغير.

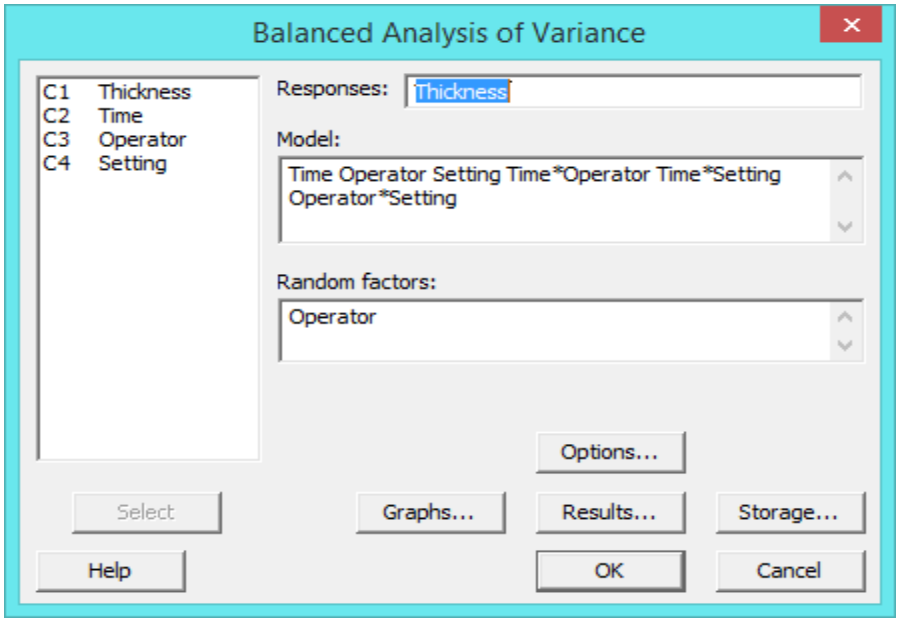
**لتحديد اي المتغيرات (عشوائي) وايها (ثابت) : افترض أن لديك عاملًا يسمى "عامل التشغيل" ولديه ثلاثة مستويات. إذا حددت هذه المستويات الثلاثة عن قصد وتريد تطبيق نتائجك على هذه المستويات فقط ، فإن العامل ثابت. ومع ذلك ، إذا كنت تقوم باختبار ثلاثة عوامل عشوائية من عدد أكبر من العوامل ، وتريد تطبيق نتائجك على جميع العوامل ، فإن العامل يكون عشوائيًا.

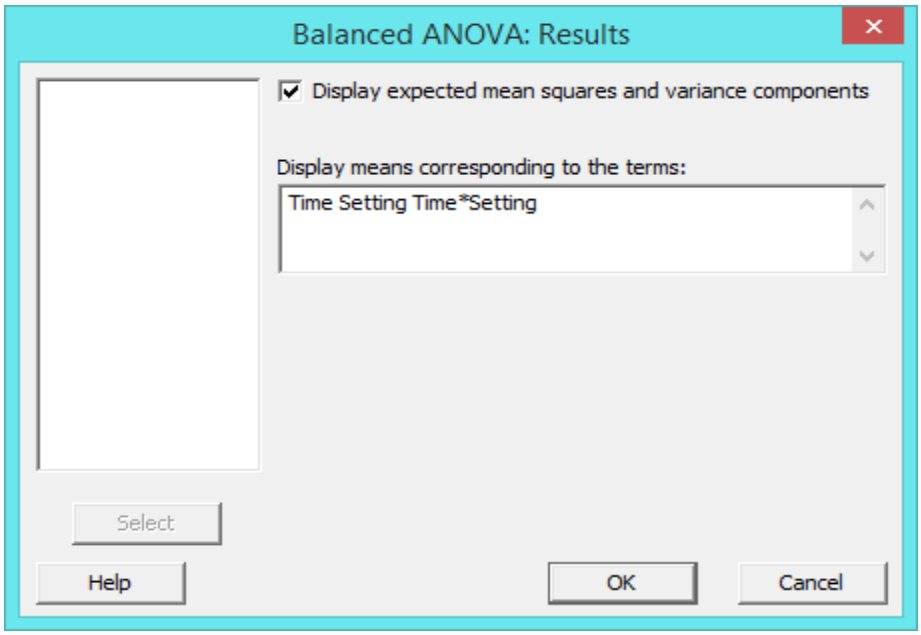
مثال :

أجرى مهندس تصنيع تجربة لتحديد كيف تؤثر العديد من الشروط على سمك الطلاء. أجرى التجربة ثلاثة عمال (مشغلين) مختلفين مرتين. قام كل عامل بقياس السماكة مرتين ثم اعادة ضبط اعدادات الماكينة ، ولأن التصميم متوازن ، يستخدم المحلل Balanced ANOVA لتحديد ما إذا كان الوقت والمشغّل وإعداد الماكينة والتفاعل فيما بينها تؤثر في سمك الطلاء.

	Thickness	Time	Operator	Setting
1	38	1	1	35
2	40	1	1	35
3	63	1	1	44
4	59	1	1	44
5	76	1	1	52
6	78	1	1	52
7	39	1	2	35
8	42	1	2	35

** ملاحظة : عدد السجلات (36) سجل. انظر CoatingThickness.mtw





النتائج:

ANOVA: Thickness versus Time; Operator; Setting

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Time	Fixed	2	1; 2
Operator	Random	3	1; 2; 3
Setting	Fixed	3	35; 44; 52

Analysis of Variance for Thickness

Source	DF	SS	MS	F	P	
Time	1	9.0	9.00	0.29	0.644	
Operator	2	1120.9	560.44	4.28	0.081	x
Setting	2	15676.4	7838.19	73.18	0.001	
Time*Operator	2	62.0	31.00	4.34	0.026	
Time*Setting	2	114.5	57.25	8.02	0.002	
Operator*Setting	4	428.4	107.11	15.01	0.000	
Error	22	157.0	7.14			
Total	35	17568.2				

x Not an exact F-test.

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)
2.67140	99.11%	98.58%

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)
2.67140	99.11%	98.58%

Error Terms for Tests

	Source	Variance component	Error term	Expected Mean Square for Each Term (using unrestricted model)
1	Time		4	(7) + 6 (4) + Q[1; 5]
2	Operator	35.789	*	(7) + 4 (6) + 6 (4) + 12 (2)
3	Setting		6	(7) + 4 (6) + Q[3; 5]
4	Time*Operator	3.977	7	(7) + 6 (4)
5	Time*Setting		7	(7) + Q[5]
6	Operator*Setting	24.994	7	(7) + 4 (6)
7	Error	7.136		(7)

** Synthesized Test.*

Error Terms for Synthesized Tests

	Source	Error DF	Error MS	Synthesis of Error MS
2	Operator	5.12	130.9747	(4) + (6) - (7)

Means

Time	N	Thickness
1	18	67.7222
2	18	68.7222

Setting	N	Thickness
35	12	40.5833
44	12	73.0833
52	12	91.0000

Time*Setting	N	Thickness
1 35	6	40.6667
1 44	6	70.1667
1 52	6	92.3333
2 35	6	40.5000
2 44	6	76.0000
2 52	6	89.6667

التحليل:

تبين النتائج قائمة العوامل ، مع نوعها (ثابتة أو عشوائية) وعدد المستويات والقيم. يعرض ANOVA قيم p لجميع المتغيرات في النموذج. تشير قيم p المنخفضة (Setting وجميع تأثيرات التفاعلات) الى اهمية معنوية عند مستوى الدلالة (0.05).

متغير Setting هو عامل ثابت وهذا التأثير الرئيسي مهم. تشير هذه النتائج إلى أن متوسط Thickness غير متساوٍ لجميع Settings.

Time * Setting هو تأثير تفاعل يتضمن عاملين ثابتين. تأثير التفاعل هذا مهم مما يشير إلى أن العلاقة بين كل عامل وThickness تعتمد على مستوى العامل الآخر. في هذه الحالة ، يجب ألا تفسر التأثيرات الرئيسية دون مراعاة تأثير التفاعل.

يختلف متوسط Thickness باختلاف كل مستوى من مستويات Time (صباحًا ومساءً) ، وكل Setting ، ولكل تركيبة من Time و Setting. يعد Setting ذو دلالة إحصائية وتختلف Means بين إعدادات الجهاز. ومع ذلك ، نظرًا لأن متغير تفاعل Time * Setting له دلالة إحصائية أيضًا ، لا تفسر التأثيرات الرئيسية دون مراعاة تأثيرات التفاعل. على سبيل المثال ، يوضح جدول Means أنه مع Setting 44 ، يرتبط Time 2 بطبقة أكثر سمكًا. ومع ذلك ، مع إعداد 52 ، يرتبط Time 1 بطبقة أكثر سمكًا.

Operator هو عامل عشوائي وتعتبر جميع التفاعلات التي تتضمن عامل عشوائي عشوائية. إذا كان العامل العشوائي مهمًا ، يمكنك استنتاج أن العامل يساهم في مقدار التباين في المتغير التابع. Operator ليس هامًا عند مستوى 0.05 ، ولكن تأثيرات التفاعل التي تتضمن Operator مهمة. تشير تأثيرات التفاعل هذه إلى أن مقدار التباين الذي يساهم به Operator في المتغير التابع يعتمد على قيمة Time و Setting.

النموذج الخطي العام (General linear model) : هو النموذج الذي يحتوي على :

1- متغير مستقل (Factors) فئوي واحد على الاقل ويمكن ان يحتوي على متغيرات مستقلة متصلة (ثابتة او عشوائية).

2- و/أو متغير متغيرات مصاحبة (Covariate).

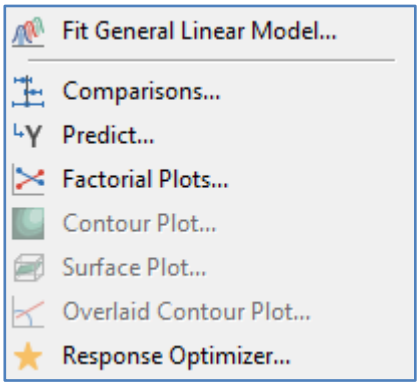
3- ومتغير / متغيرات تابعة متصلة.

4- ومن الشروط ايضا ان تكون المشاهدات مستقلة.

5- لا يوجد تعددية خطية بين المتغيرات المستقلة.

6- وهو يمثل التباين الاحادي (ANOVA) والتباين الثنائي (Two way ANOVA) والتباين المتعدد (N way ANOVA) . انظر الجدول .

الاختبار	عدد المتغيرات المستقلة	متغير تابع	متغير مشترك/ ضابط
Independent T-Test	1 مجموعتان فقط (ذكر ، انثى)	1	0
Anova	1 اكثر من مجموعتين (اعزب، متزوج، مطلق)	1	0
Two-way Anova	2 اي عدد من المجموعات ويجب تساوي عدد العناصر في المجموعات	1	0
N – way Anova	n>2 مجموعتين او اكثر	1	
Manova	n مجموعتين او اكثر	n	
Ancova	n مجموعتين	1	n
Mancova	n مجموعتين او اكثر	n	n

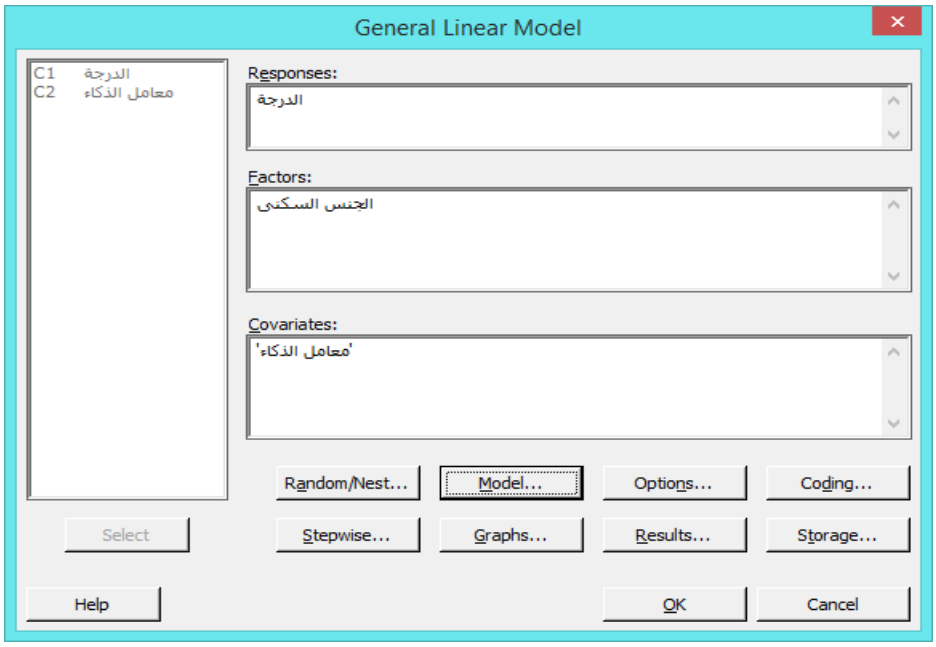


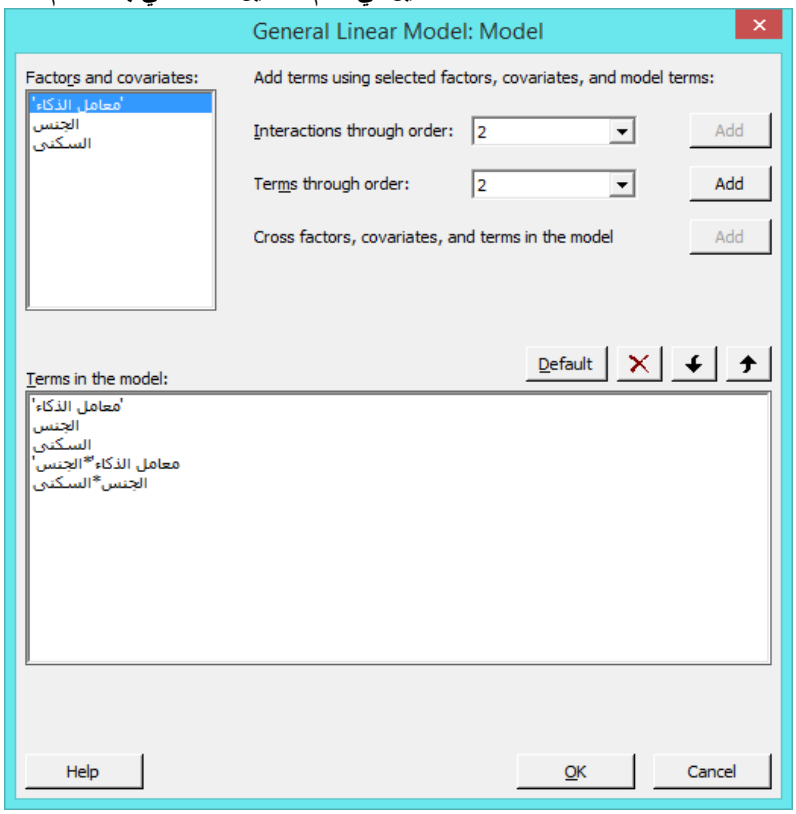
بناء نموذج خطي عام (Fit general linear model) :

مثال :

اراد احد المعلمين التحقق فيما اذا كانت المتغيرات (الجنس ، منطقة السكن ، معدل الذكاء (Covariate)) وبعض التفاعلات بينها لها تاثير على درجات الطلاب ، فقام باختيار عينة حجمها (10) طلاب.

	الدرجة	معامل الذكاء	الجنس	السكنى
1	59.0527	110.556	f	T2
2	59.0107	109.422	f	T1
3	61.1193	109.318	m	T3
4	59.3657	109.771	f	T1
5	59.4342	110.050	f	T2
6	59.1049	109.300	f	T1
7	61.0680	109.470	f	T3
8	61.4629	109.613	m	T2
9	59.5461	109.684	f	T3
10	58.2826	111.313	m	T1





النتائج :

General Linear Model: الدرجة versus معامل الذكاء; الجنس; السكنى

The following terms cannot be estimated and were removed:
الجنس*السكنى

Method

Factor coding (1; 0)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
الجنس	Fixed	2	f; m
السكنى	Fixed	3	T1; T2; T3

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
معامل الذكاء	1	0.8778	0.87783	2.39	0.197
الجنس	1	0.0487	0.04866	0.13	0.734
السكنى	2	1.7323	0.86616	2.36	0.210
معامل الذكاء*الجنس	1	0.0509	0.05086	0.14	0.729
Error	4	1.4684	0.36711		
Total	9	10.4367			

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	207.6	96.0	2.16	0.097	
معامل الذكاء	-1.356	0.877	-1.55	0.197	7.71
الجنس					
m	-46	126	-0.36	0.734	90740.21
السكنى					
T2	1.312	0.768	1.71	0.162	3.37
T3	1.160	0.559	2.07	0.107	1.79
معامل الذكاء*الجنس					
m	0.43	1.15	0.37	0.729	91069.45

Regression Equation

الجنس	السكنى			
f	T1	الدرجة	=	207.6 - 1.356 معامل الذكاء
f	T2	الدرجة	=	208.9 - 1.356 معامل الذكاء
f	T3	الدرجة	=	208.8 - 1.356 معامل الذكاء
m	T1	الدرجة	=	161.8 - 0.929 معامل الذكاء
m	T2	الدرجة	=	163.1 - 0.929 معامل الذكاء
m	T3	الدرجة	=	162.9 - 0.929 معامل الذكاء

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	الدرجة	Fit	Resid	Std Resid	
10	58.283	58.320	-0.037	-0.89	X

X Unusual X

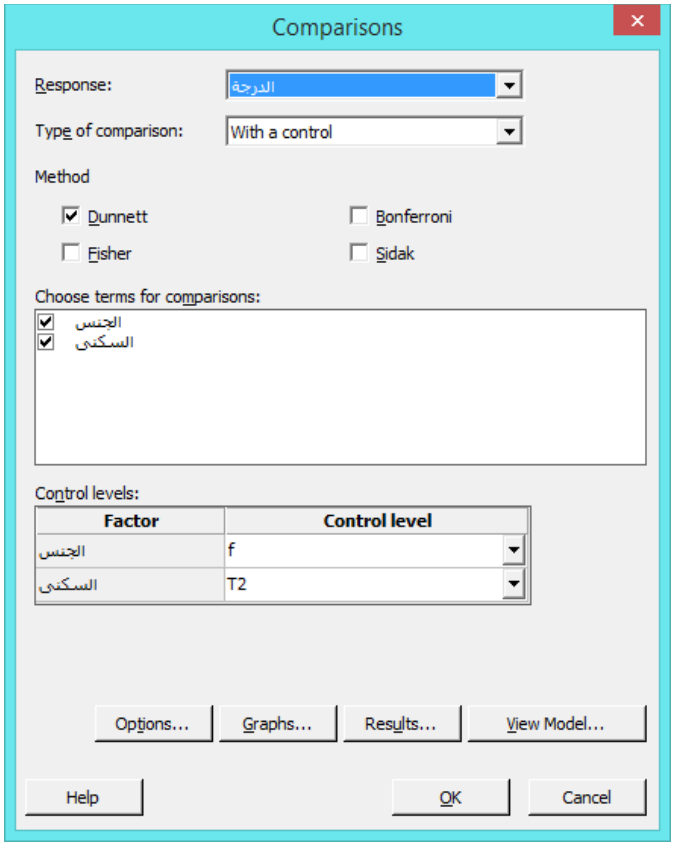
التحليل :

من قيمة P–Value يتبين ان هذه المتغيرات (الجنس ، مكان السكنى ، معامل الذكاء) والتفاعلات بينها ليس لها دلالة احصائية ، اي لا تؤثر على درجة الطالب .

** ملاحظة : يتبين هنا ان قيمة (VIF) اكبر من (3) اي ان هناك علاقة تعددية خطية وبالتالي فالنتائج غير دقيقة.

اجراء المقارنات (Comparisons) : في حال كان هناك دلالة معنوية بين المتغيرات ، اي قيمة P–Value اقل من (0.05) فيمكن اجراء التحليل البعدي باستخدام بعض الاختبارات مثل (Tukey) .

في المثال السابق (على فرض انه يوجد اثر للمتغيرات المستقله)



النتائج :

Comparisons for الدرجه

Dunnett Multiple Comparisons with a Control: الجنس

Grouping Information Using the Dunnett Method and 95% Confidence

الجنس	N	Mean	Grouping
f (Control)	7	59.4949	A
m	3	60.5035	A

Means not labeled with the letter A are significantly different from the control level mean.

Dunnett Multiple Comparisons with a Control: السكنى

Grouping Information Using the Dunnett Method and 95% Confidence

السكنى	N	Mean	Grouping
T2 (Control)	3	60.4875	A
T3	3	60.3350	A
T1	4	59.1750	A

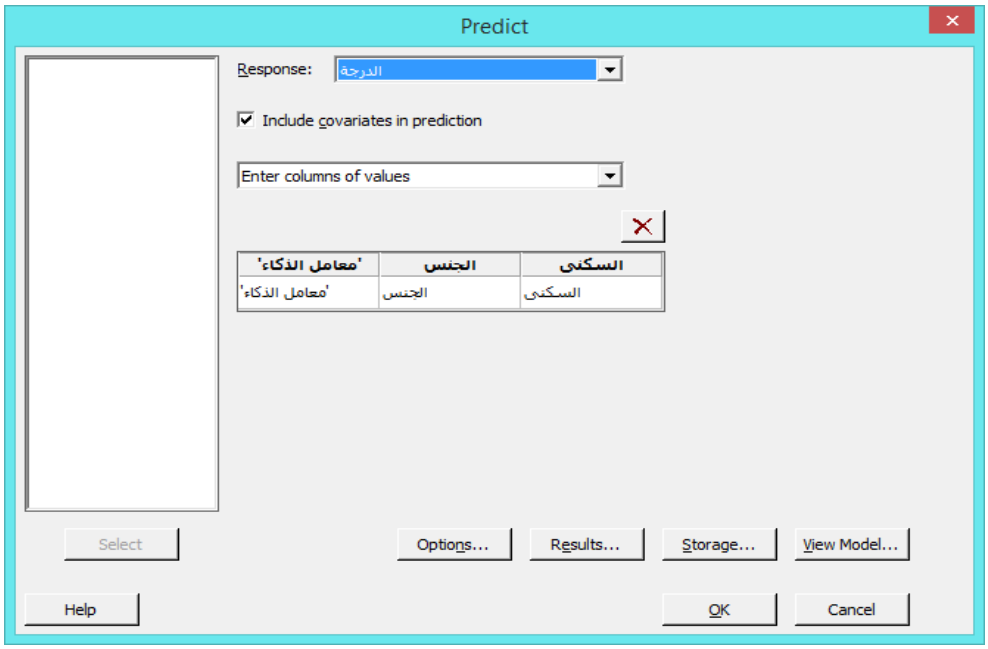
Means not labeled with the letter A are significantly different from the control level mean.

التحليل :

بما انه يوجد الحرف A في المجموعتين f,m اذا لا يوجد اختلاف بين المجموعتين ، كذلك الحال بما انه يوجد الحرف A في المجموعات الثلاث في السكنى اذا لا يوجد فرق بين مناطق السكن الثلاث على درجة الطالب .

ايجاد القيمة المتنبأ بها للمتغير التابع بناء على النموذج في (Fit general linear model) (Predict):

بعد اجراء Stat > ANOVA > General linear model >Fit general linear model يمكن حساب قيمة Y المتنبأ بها لجميع قيم المتغيرات في العينة .

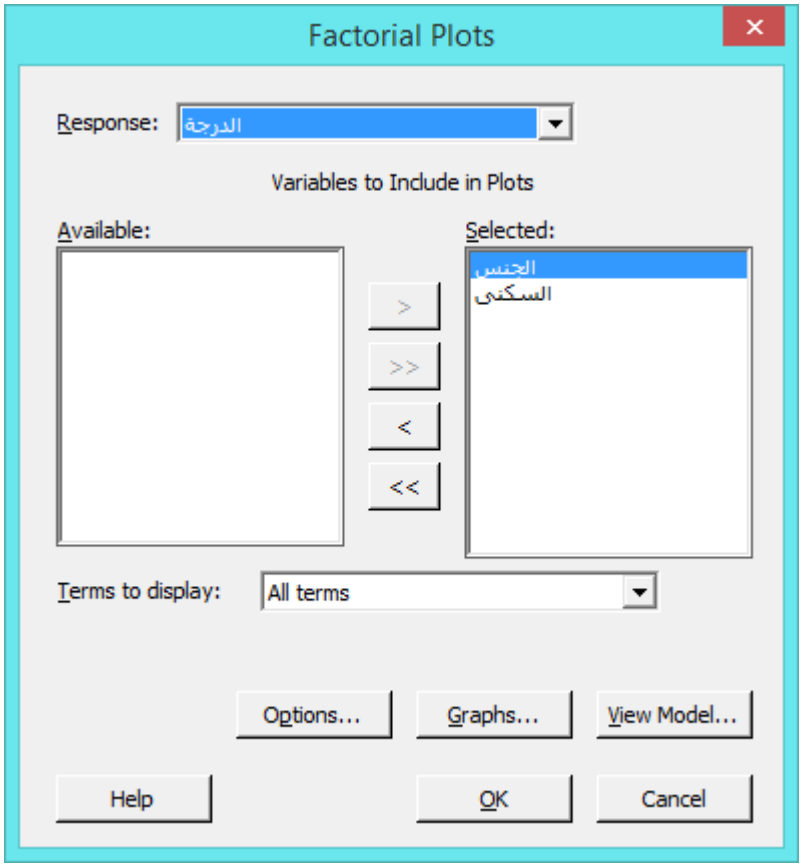


النتائج :

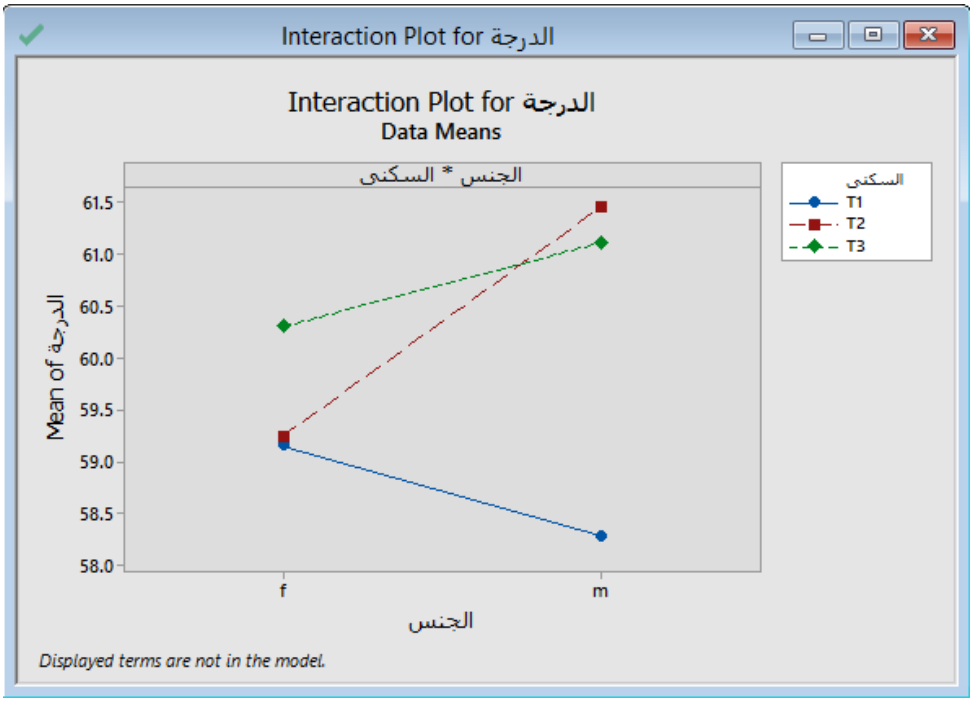
	C1	C2	C3-T	C4-T	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
	الدرجة	معامل الذكاء	الجنس	السكنى	FITS	PFITS	PSEFITS	CLIM	CLIM_1	PLIM	PLIM_1
1	59.0527	110.556	f	T2	59.0261	59.0261	0.517272	57.5900	60.4623	56.8142	61.2381
2	59.0107	109.422	f	T1	59.2503	59.2503	0.357981	58.2564	60.2442	57.2964	61.2042
3	61.1193	109.318	m	T3	61.3331	61.3331	0.556361	59.7884	62.8778	59.0492	63.6170
4	59.3657	109.771	f	T1	58.7780	58.7780	0.416710	57.6210	59.9350	56.7363	60.8197
5	59.4342	110.050	f	T2	59.7115	59.7115	0.397686	58.6074	60.8157	57.6993	61.7238
6	59.1049	109.300	f	T1	59.4160	59.4160	0.395479	58.3180	60.5140	57.4071	61.4249
7	61.0680	109.470	f	T3	60.3453	60.3453	0.444660	59.1107	61.5798	58.2586	62.4319
8	61.4629	109.613	m	T2	61.2121	61.2121	0.536541	59.7224	62.7017	58.9651	63.4591
9	59.5461	109.684	f	T3	60.0550	60.0550	0.397770	58.9506	61.1594	58.0426	62.0674
10	58.2826	111.313	m	T1	58.3197	58.3197	0.604472	56.6414	59.9979	55.9434	60.6959

عرض الرسم البياني للتفاعل بين المتغيرات المستقلة واثرها على متغير تابع : (Factorial plots)

بعد اجراء Stat > ANOVA > General linear model >Fit general linear model يمكن اجراء عملية الرسم.



النتائج :



التحليل :

من خلال الرسم يتبين ان الاناث اللواتي يسكن في المنطقة (T1) كانت نتائجها افضل من تلك التي تسكن في المنطقتين (T1,T2) ، كما ان الذكور الذين يسكنون في المنطقتين (T2,T3) افضل من ذلكم الذين يسكنون في المنطقة (T1).

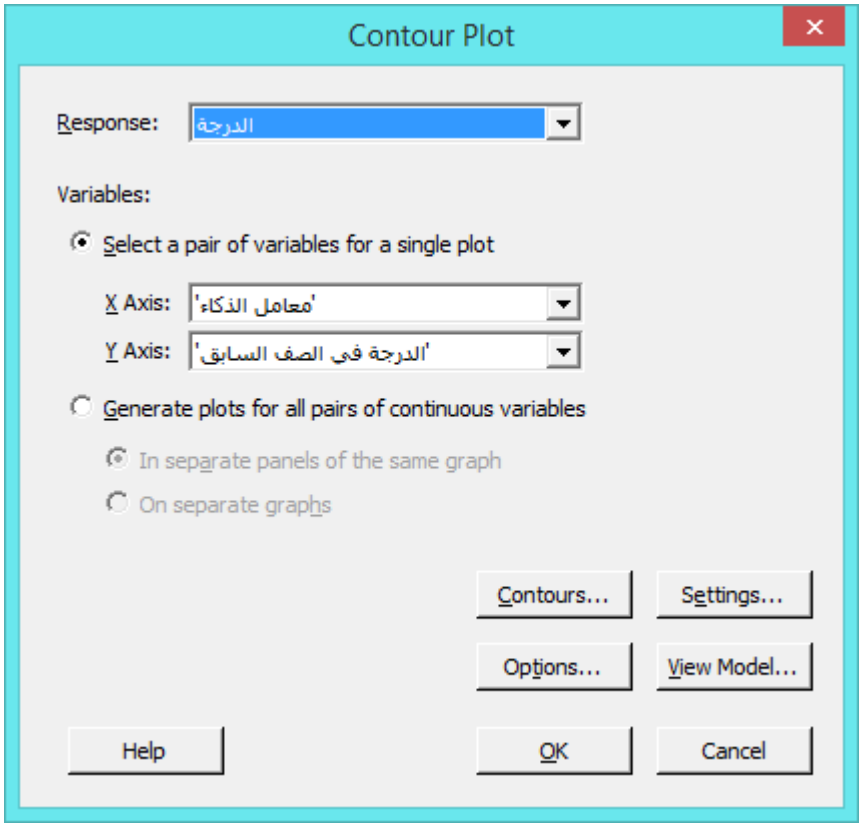
عرض كيف يرتبط المتغير التابع بمتغيرين/ او اكثر من النوع Continuous مع رؤية ثنائية الأبعاد (Contour plot) :

عرض لرسم بالوان متدرجة وخطوط معينة العدد توضح شكل العلاقة بين متغيرين متصلين ومتغير تابع.

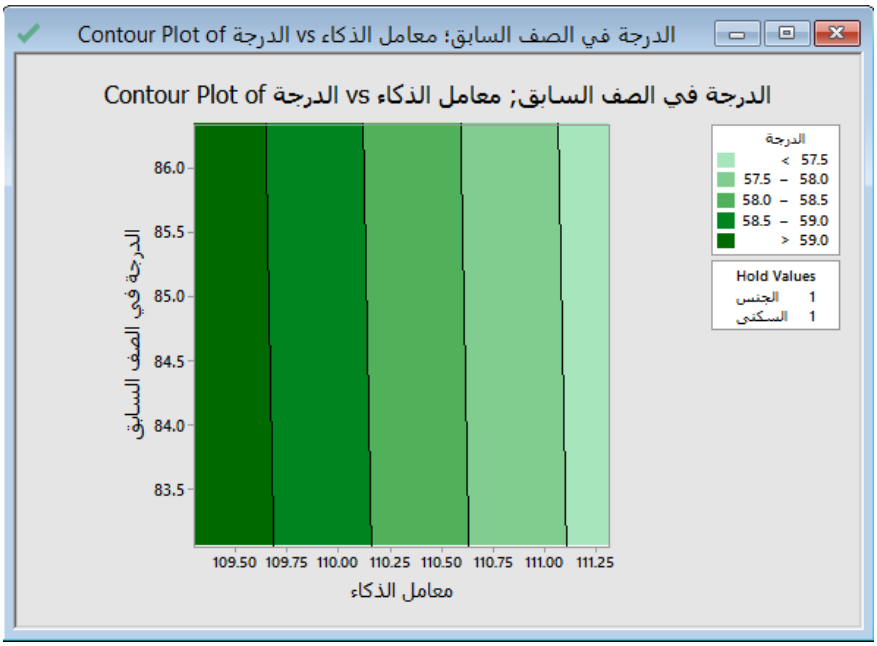
مثال :

	الدرجة	معامل الذكاء	الجنس	السكنى	الدرجة فى الصف السابق
1	59.0527	110.556	1	2	84.8322
2	59.0107	109.422	1	1	85.6885
3	61.1193	109.318	2	3	83.4116
4	59.3657	109.771	1	1	85.9868
5	59.4342	110.050	1	2	83.0527
6	59.1049	109.300	1	1	86.3350
7	61.0680	109.470	1	3	83.4647
8	61.4629	109.613	2	2	84.6315
9	59.5461	109.684	1	3	84.2397
10	58.2826	111.313	2	1	86.0868

بعد اجراء Stat > ANOVA > General linear model >Fit general linear model يمكن اجراء عملية الرسم.



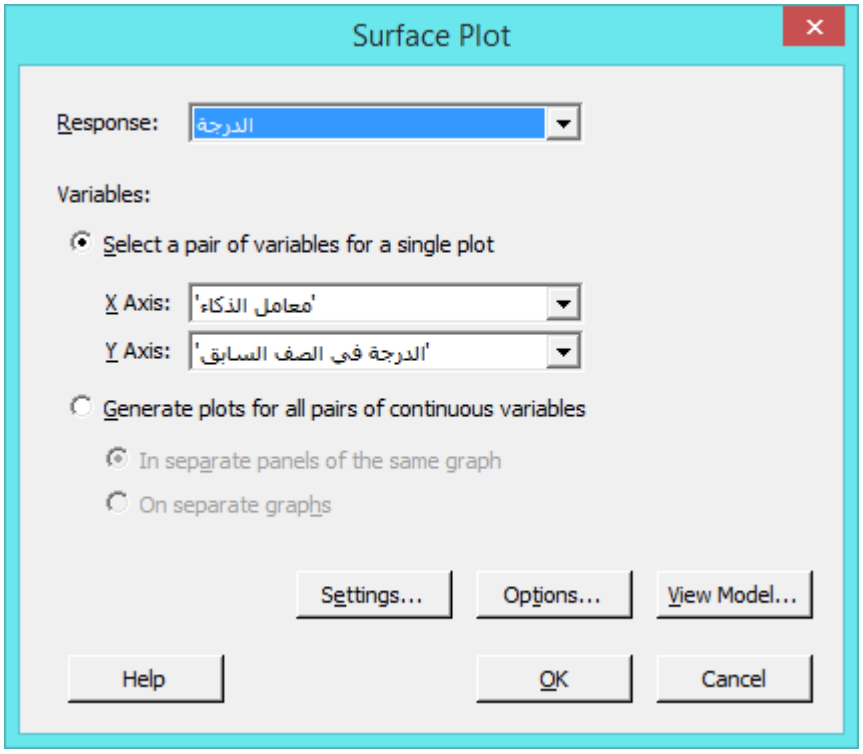
النتائج :



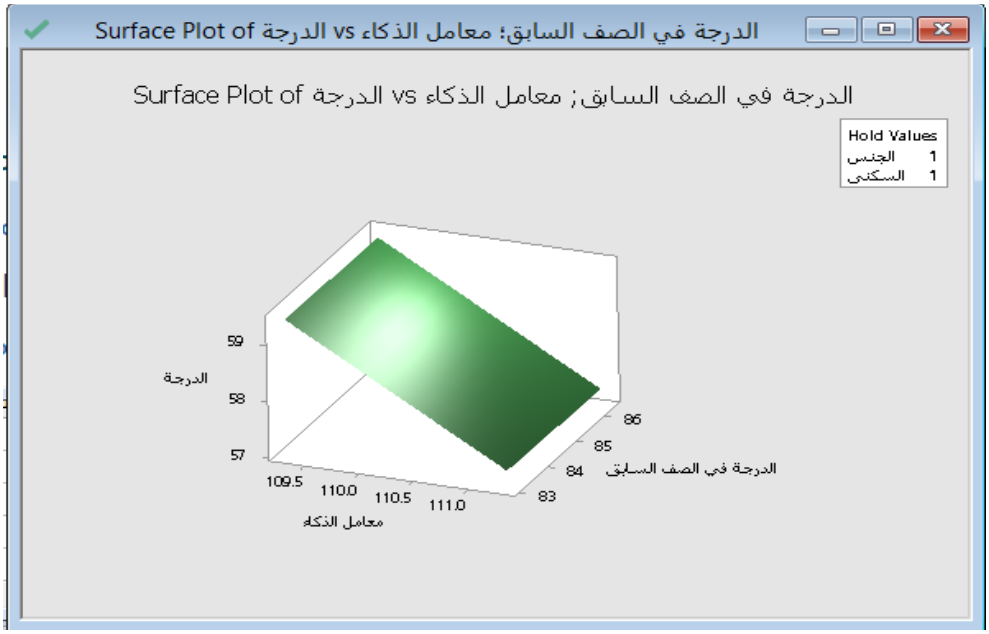
عرض كيف يرتبط المتغير التابع بمتغيرين فقط من النوع Continuous مع رؤية ثنائية الأبعاد (Surface plot) :

عرض لرسم ثلاثي الابعاد توضح شكل العلاقة بين متغيرين متصلين فقط ومتغير تابع.

بعد اجراء Stat > ANOVA > General linear model >Fit general linear model يمكن اجراء عملية الرسم.

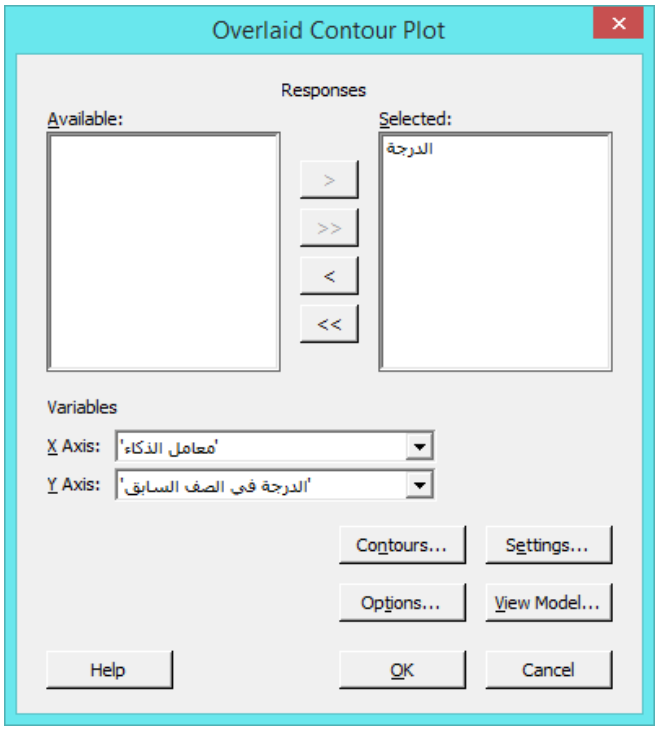


النتائج :



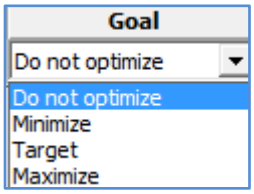
- عرض رسم يبين العلاقة بين متغير تابع / عدة متغيرات تابعة (لا يزيد عن 25 متغير) ومتغيرين تابعين متصلين احدهما على محور (X) والاخر على محور (Y) (**Overlaid contour plot**) ، وتقسم الى عدة مناطق بالاعتماد على المتغير التابع.

بعد اجراء Stat > ANOVA > General linear model >Fit general linear model يمكن اجراء عملية الرسم.



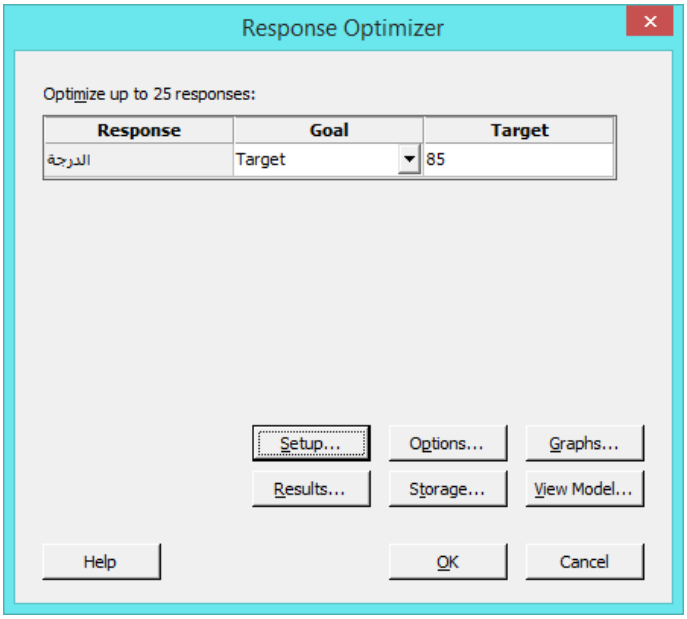
مشخص الاستجابة (Response optimizer) : يتم التحسين في نموذج الانحدار بناء على الهدف ، بحيث :

- Do not optimize : الحالة الاصلية / عدم التحديد
- Minimize : تحديد قيمة صغرى
- Target : تحديد قيمة معينة
- Maximize : تعظيم القيمة

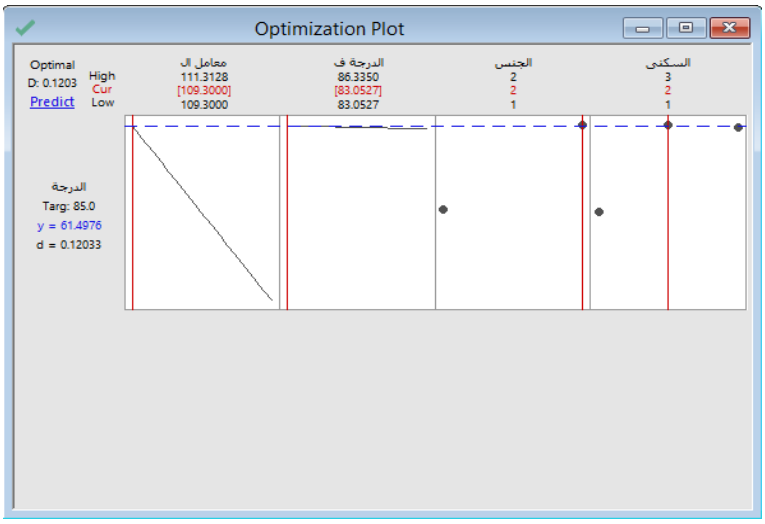


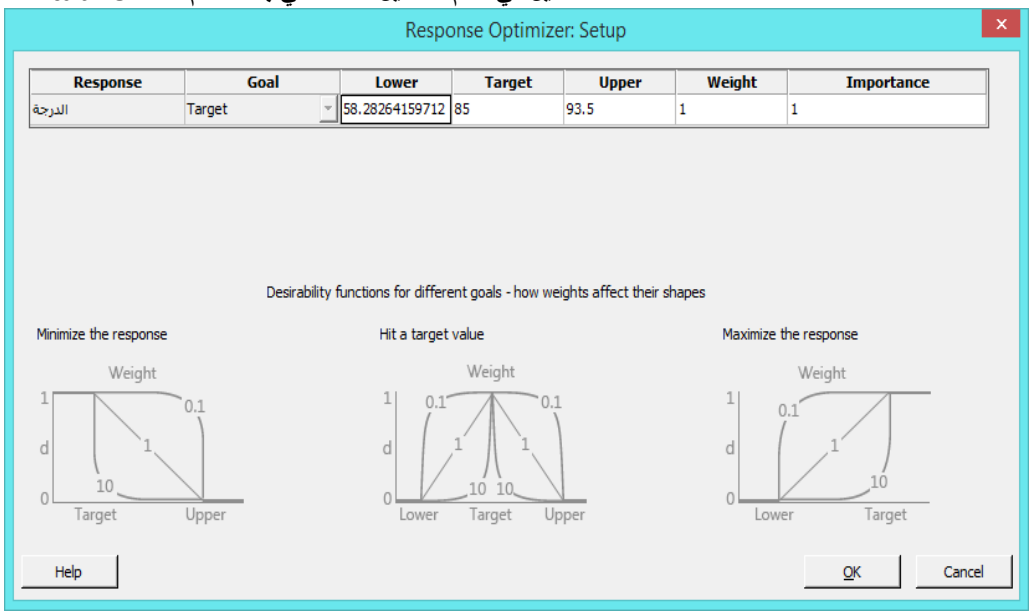
عند اختيار اي من السابقة عدا الخيار Do not optimize يظهر مربع الخيارات في Setup.

** ملاحظة : لا يعمل هذا النموذج اذا كان المتغير التابع فئوي.



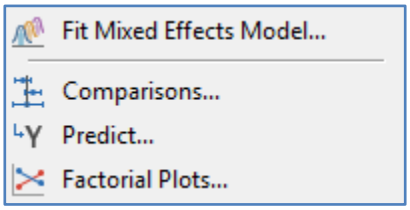
النتائج :





** ملاحظة : يتم تحريك الخطوط الحمراء بالماوس وبالتالي يؤدي الى الحصول على عدة قيم متغيرة من y ، نختار الانسب حسب قيمة الهدف وهي هنا (85).

نموذج التاثيرات المشترك/ المختلط (Mixed effects model):



بناء نموذج التاثيرات المشتركة (Fit mixed effects model) :

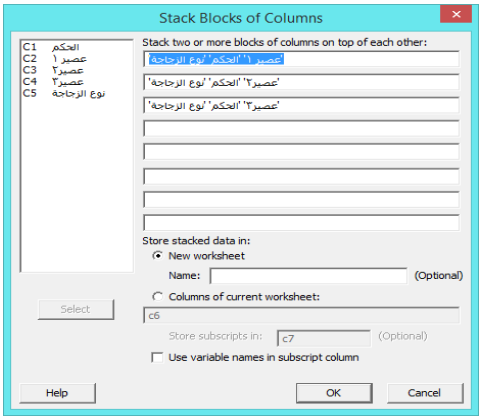
يستخدم هذا النموذج في دراسة القياسات المتكررة حول موضوع ما ، كما يمكن استخدامها لتقييم التغيير بمرور الوقت ، أو اتغيير على المشاهدة نفسها في ظل ظروف مختلفة . يجب ان يكون هناك متغير تابع متصل و متغير ثابت ومتغير عشوائي واحد على الأقل ، ويمكن ان يكون هناك متغير مصاحب (مشترك)/اختياري.

مثال :

في هذ التجربة ، يتم دراسة نتائج تذوق العصير (الأعمى). يتم اختبار ثلاثة أنواع من العصير من قبل ثلاثة محكمين؛ يتم تضمين عامل ثالث لنوع الزجاج الذي يتم اختبار العصير فيه. والنتائج هي قيم يقدرها ثلاثة من المتذوقون (الحكام) واعلى قيمة هي 40. سنقوم بتجميع البيانات أولاً قبل بناء نموذج التاثيرات المشترك لدراسة تأثير الحكم ، ونوع العصير والزجاج على نتائج التذوق. يمكن اعتبار عامل الحكم عاملاً عشوائيًا في التصميم. يصبح العصير والزجاج من العوامل الثابتة.

↓	C1-T	C2	C3	C4	C5
	الحكم	عصير ١	عصير٢	عصير٣	نوع الزجاجة
1	A	23	18	26	1
2	A	20	16	23	2
3	A	22	19	25	1
4	B	25	22	28	1
5	B	23	19	25	2
6	B	22	19	25	2
7	C	20	17	23	2
8	C	23	19	25	1
9	C	23	19	27	2

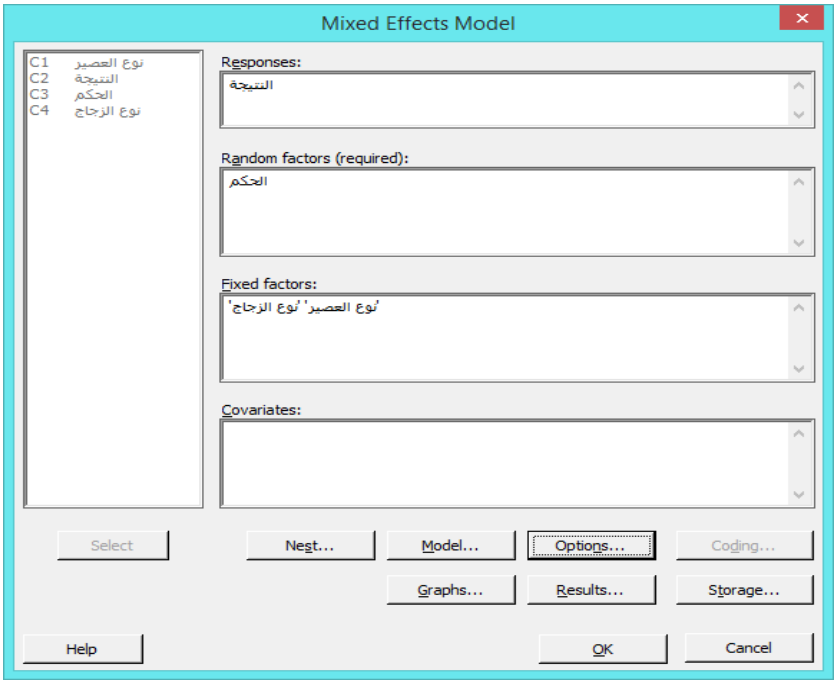
** استخدم Data > Stacks > Blocks of columns لتجميع البيانات بالشكل

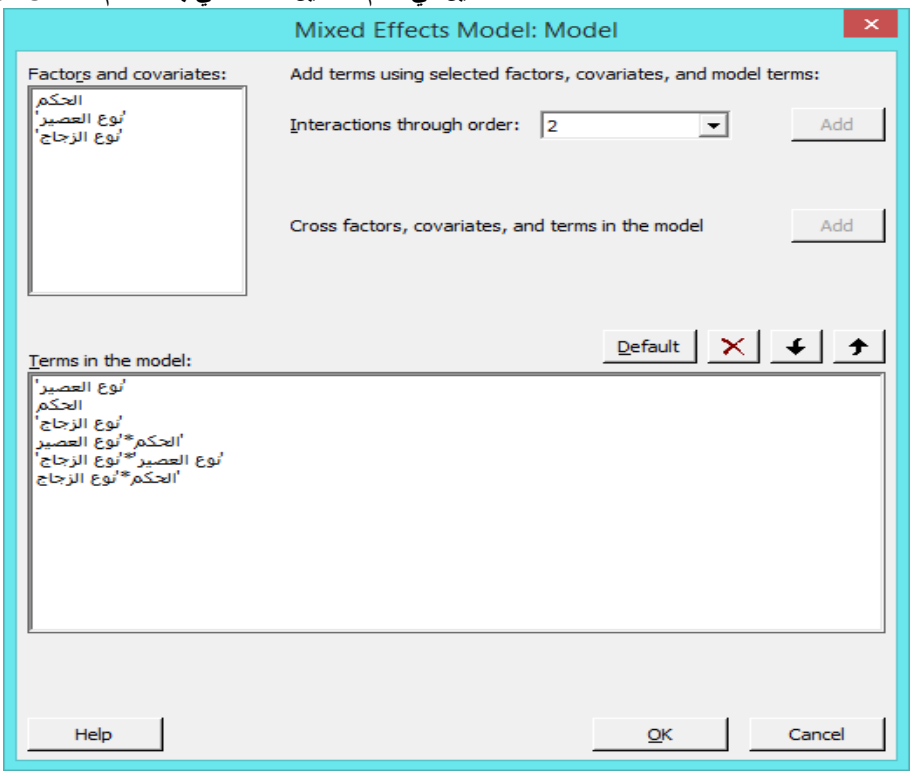


يصبح شكل ورقة العمل :

↓	C1	C2	C3-T	C4
	نوع العصير	النتيجة	الحكم	نوع الزجاج
1	1	23	A	1
2	1	20	A	2
3	1	22	A	1
4	1	25	B	1
5	1	23	B	2
6	1	22	B	2
7	1	20	C	2
8	1	23	C	1
9	1	23	C	2
10	2	18	A	1
11	2	16	A	2
12	2	19	A	1
13	2	22	B	1
14	2	19	B	2
15	2	19	B	2
16	2	17	C	2
17	2	19	C	1
18	2	19	C	2
19	3	26	A	1
20	3	23	A	2
21	3	25	A	1

** ملاحظة عدد السجلات هو (27).





النتائج:

Mixed Effects Model: النتيجة versus الحكم; نوع العصير; نوع الزجاج

Method

Variance estimation	Restricted maximum likelihood
DF for fixed effects	Kenward-Roger

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
الحكم	Random	3	A; B; C
نوع العصير	Fixed	3	1; 2; 3
نوع الزجاج	Fixed	2	1; 2

Variance Components

Source	Var	% of Total	SE Var	Z-Value	P-Value
الحكم	1.395773	51.12%	1.660027	0.840813	0.200
الحكم*نوع العصير	0.000000	0.00%	*	*	*
الحكم*نوع الزجاج	0.256124	9.38%	0.537180	0.476794	0.317
Error	1.078418	39.50%	0.374224	2.881742	0.002
Total	2.730315				

-2 Log likelihood = 85.201944

Tests of Fixed Effects

Term	DF Num	DF Den	F-Value	P-Value
نوع العصير	2.00	16.61	88.85	0.000
نوع الزجاج	1.00	1.98	11.49	0.078
نوع العصير*نوع الزجاج	2.00	16.61	0.03	0.968

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)
1.03847	92.40%	90.59%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	DF	T-Value	P-Value
Constant	22.162968	0.745533	1.97	29.727682	0.001
نوع العصير					
1	0.266667	0.284397	16.61	0.937658	0.362
2	-3.408333	0.284397	16.61	-11.984442	0.000
نوع الزجاج					
1	1.005921	0.296802	1.98	3.389198	0.078
نوع العصير*نوع الزجاج					
1 1	0.066667	0.284397	16.61	0.234415	0.818
2 1	-0.008333	0.284397	16.61	-0.029302	0.977

Conditional Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	النتيجة	Fit	Resid	Std Resid	
27	27.000000	24.507824	2.492176	2.822827	R

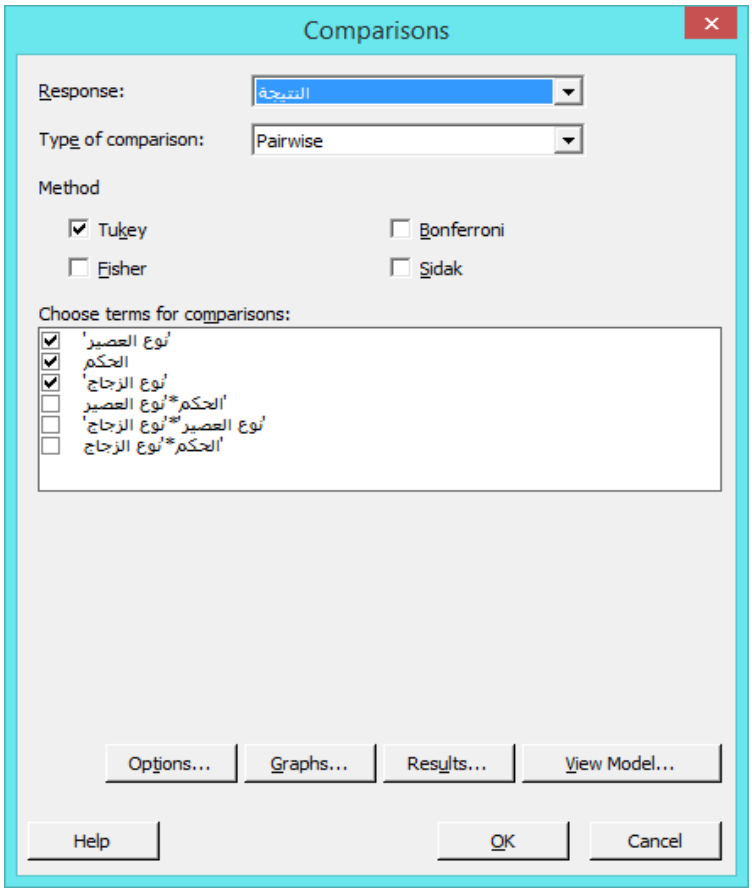
R Large residual

التحليل:

من قيمة P–Value المقابلة (للحكم) نلاحظ ان القيمة اكبر من 0.05 وهذه دلالة على عدم وجود اثر للحكم في النتائج .

وبالنظر الى قيمة P–Value المقابلة (نوع العصير) والتي هي اقل من 0.05 نستنتج ان هناك تاثير لنوع العصير على النتائج ، وبالنظر اكثر الى قيمة P–Value المقابلة لنوع العصير 2 نجد ان هذا النوع من العصير له تاثير واضح على النتائج كون القيمة اقل من 0.05 وان حجم هذا التاثير كبير بنسبة (92.4%) من القيمة R–sq.

اجراء المقارنات (Comparisons) :



النتائج:

Comparisons for النتيجة

Tukey Pairwise Comparisons: نوع العصير

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

نوع العصير	N	Mean	Grouping
3	9	25.3046	A
1	9	22.4296	B
2	9	18.7546	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: الحكم

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

الحكم	N	Mean	Grouping
B	9	23.3044	A
C	9	22.0399	A
A	9	21.1446	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: نوع الزجاج

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

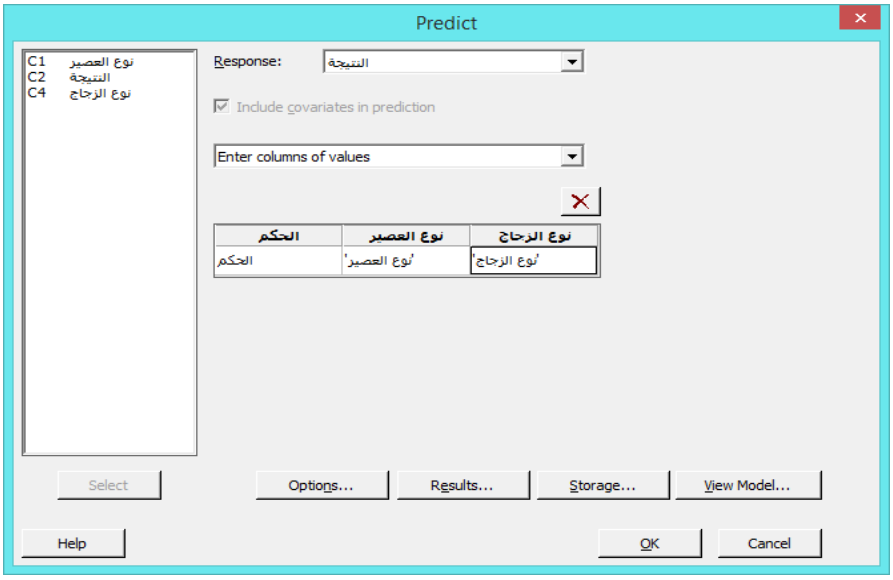
نوع الزجاج	N	Mean	Grouping
1	12	23.1689	A
2	15	21.1570	A

Means that do not share a letter are significantly different.

التحليل:

نلاحظ ان هناك اختلاف في نوع العصير بين النوع 3 والنوع 2 والنوع 1 مثنى مثنى على نتيجة التذوق ، بينما لا يوجد اختلاف في راي الحكام على نتيجة التذوق لانواع العصائر الثلاث .

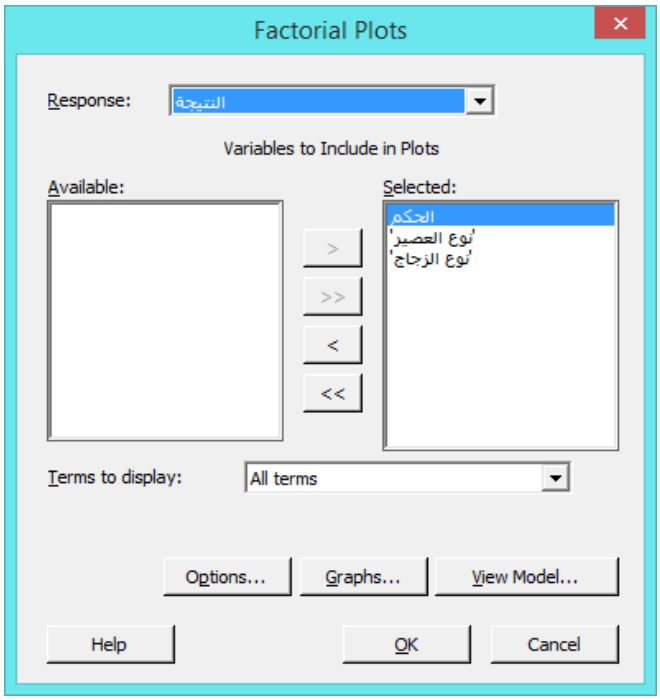
ايجاد قيم Y المتنبأ بها (Predict) :



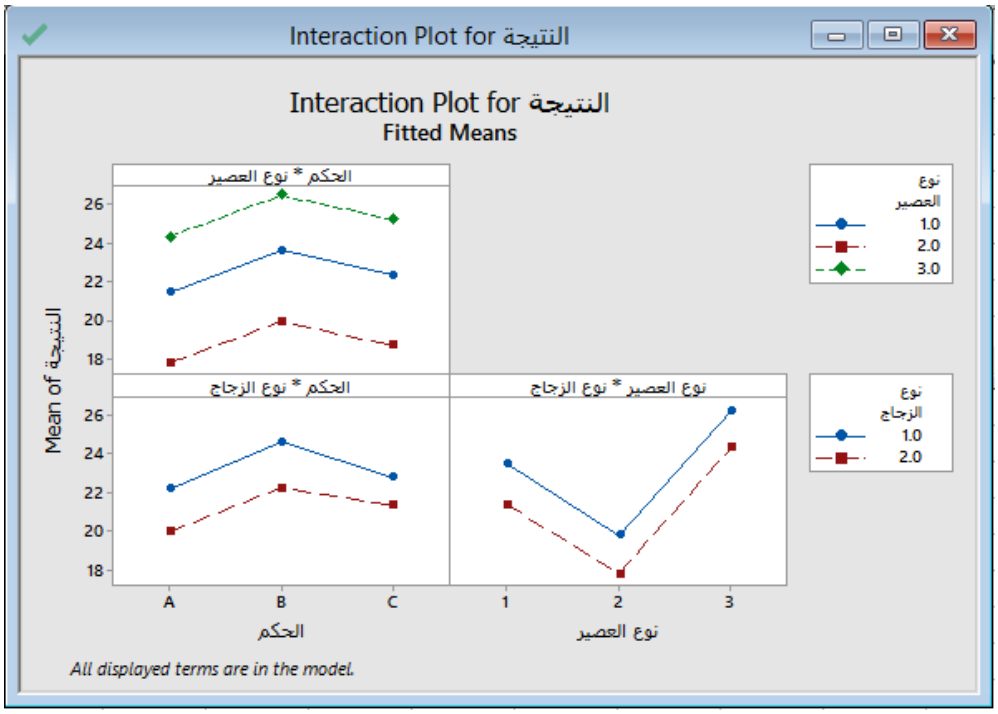
النتائج :

نوع العصير	النتيجة	الحكم	نوع الزجاج	PFITS	PSEFITS	DFCI	CLIM	CLIM_1	DFPI	PLIM	PLIM_1	CPFITS	CPSEFITS	CDFCI	CCLIM	CCLIM_1	CDFPI	CPLIM	CPLIM_1
1	23	A	1	23.5022	0.913126	4.19775	21.0134	25.9911	4.82638	18.6006	28.4039	22.4933	0.579104	18.8577	21.2806	23.7060	17.2224	19.9872	24.9995
1	20	A	2	21.3570	0.881787	3.66592	18.8183	23.8958	4.68509	16.4476	26.2665	20.1423	0.640139	18.3599	18.7993	21.4853	18.5634	17.5849	22.6997
1	22	A	1	23.5022	0.913126	4.19775	21.0134	25.9911	4.82638	18.6006	28.4039	22.4933	0.579104	18.8577	21.2806	23.7060	17.2224	19.9872	24.9995
1	25	B	1	23.5022	0.913126	4.19775	21.0134	25.9911	4.82638	18.6006	28.4039	24.9306	0.668524	18.8255	23.5305	26.3307	18.4807	22.3407	27.5205
1	23	B	2	21.3570	0.881787	3.66592	18.8183	23.8958	4.68509	16.4476	26.2665	22.4210	0.546779	19.1386	21.2772	23.5649	17.2632	19.9478	24.8943
1	22	B	2	21.3570	0.881787	3.66592	18.8183	23.8958	4.68509	16.4476	26.2665	22.4210	0.546779	19.1386	21.2772	23.5649	17.2632	19.9478	24.8943
1	20	C	2	21.3570	0.881787	3.66592	18.8183	23.8958	4.68509	16.4476	26.2665	21.5078	0.546779	19.1386	20.3640	22.6517	17.2632	19.0346	23.9811
1	23	C	1	23.5022	0.913126	4.19775	21.0134	25.9911	4.82638	18.6006	28.4039	23.0827	0.668524	18.8255	21.6826	24.4828	18.4807	20.4928	25.6726
1	23	C	2	21.3570	0.881787	3.66592	18.8183	23.8958	4.68509	16.4476	26.2665	21.5078	0.546779	19.1386	20.3640	22.6517	17.2632	19.0346	23.9811
2	18	A	1	19.7522	0.913126	4.19775	17.2634	22.2411	4.82638	14.8506	24.6539	18.7433	0.579104	18.8577	17.5306	19.9560	17.2224	16.2372	21.2495
2	16	A	2	17.7570	0.881787	3.66592	15.2183	20.2958	4.68509	12.8476	22.6665	16.5423	0.640139	18.3599	15.1993	17.8853	18.5634	13.9849	19.0997
2	19	A	1	19.7522	0.913126	4.19775	17.2634	22.2411	4.82638	14.8506	24.6539	18.7433	0.579104	18.8577	17.5306	19.9560	17.2224	16.2372	21.2495
2	22	B	1	19.7522	0.913126	4.19775	17.2634	22.2411	4.82638	14.8506	24.6539	21.1806	0.668524	18.8255	19.7805	22.5807	18.4807	18.5907	23.7705
2	19	B	2	17.7570	0.881787	3.66592	15.2183	20.2958	4.68509	12.8476	22.6665	18.8210	0.546779	19.1386	17.6772	19.9649	17.2632	16.3478	21.2943
2	19	B	2	17.7570	0.881787	3.66592	15.2183	20.2958	4.68509	12.8476	22.6665	18.8210	0.546779	19.1386	17.6772	19.9649	17.2632	16.3478	21.2943

رسم نموذج التفاعلات بين المتغيرات (Factorial plots):



النتائج :



التحليل:

يتبين من الشكل انه لا يوجد تفاعلات بين المتغيرات بشكل عام .

تحليل تباين التداخل الكلي (العشّي) بين المتغيرات المستقله (Fully Nested ANOVA) :

يستخدم هذا النوع من التحليل في حال كانت المتغيرات المستقلة متداخلة ببعضها البعض بالكامل اي ان مجموعات المتغير B متداخلة في مجموعات المتغير A مثلا ، وتكون جميع المتغيرات المستقلة على شكل فئات حتى يتحقق شرط التداخل بين مجمعات المتغيرات المختلفة ، كما ان جميع المتغيرات المستقلة يجب ان تكون متغيرات عشوائية بالكامل.

** اذا كان لدينا ثلاثة عوامل A,B,C فانه يكون لدينا التداخل الهرمي : A لوحده ، B متداخل في A ، C متداخل في B ، C متداخل في A ، يجب ان يكون هناك على الاقل مجموعتين في كل عامل ، اذا لم يكن هناك تداخل بين العوامل فان Minitab لا يستطيع حساب قيم (p) و قيم (F).

مثال :

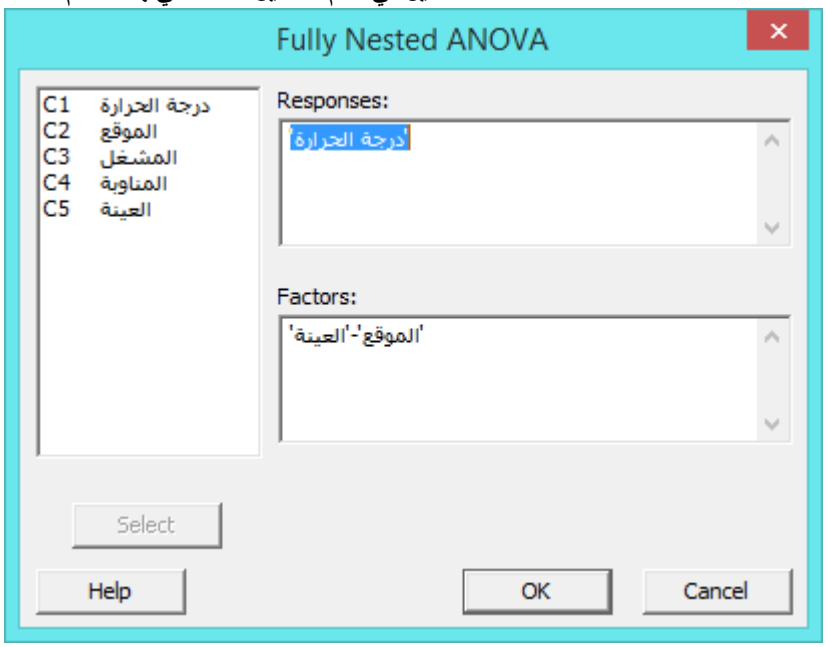
يرغب مهندس تصنيع في فهم مصادر التباين في صناعة البرطمانات الزجاجية. تقوم شركة المهندس بتصنيع البرطمانات الزجاجية في أربعة مواقع (Plant) . يقيس أربعة عمال /مشغّلين (Operator) درجات حرارة الفرن في ثلاث عينات (Batches) على مدى أربع مناوبات (Shifts) من المواقع الأربعة.

يختلف عمال التشغيل في كل موقع ، لذا فإن عامل التشغيل متداخل في عامل الموقع . في حين أن كل رقم مناوبة يمثل نفس الجزء من يوم العمل ، تختلف المناوبات التي يعمل فيها المشغلين في نفس الموقع. كما أن العينات تختلف باختلاف المناوبات. وبالتالي ، فإن العينات متداخلة في مناوبات العمل. نظرًا للنمط العشي هذا ، يستخدم المهندس تحليل تباين التداخل الكلي (العشي) بحيث تكون مواصفات النموذج في Minitab أسهل.

التداخل الهرمي: موقع العمل (A) ، المشغل (B) في موقع العمل(A) ، مناوبة (C) المشغل (B) ، والمناوبة (C) في موقع العمل (A) ، الدفعة (D) في موقع العمل (A) ، الدفعة (D) التي يسحبها المشغل (B)، الدفعة (D) الممسحوية في المناوبة (C).

↓	C1	C2	C3	C4	C5
	درجة الحرارة	الموقع	المشغل	المناوبة	العينة
1	477	1	1	1	1
2	472	1	1	1	2
3	481	1	1	1	3
4	478	1	1	2	1
5	475	1	1	2	2
6	474	1	1	2	3
7	472	1	1	3	1
8	475	1	1	3	2
9	468	1	1	3	3
10	482	1	1	4	1
11	477	1	1	4	2
12	474	1	1	4	3
13	471	1	2	1	1
14	474	1	2	1	2

** عدد السجلات هنا (192) . انظر FurnaceTemperature.MTW



النتائج :

Nested ANOVA: درجة الحرارة versus الموقع; المشغل; المناوبة; العينة

Analysis of Variance for درجة الحرارة

Source	DF	SS	MS	F	P
الموقع	3	731.5156	243.8385	5.854	0.011
المشغل	12	499.8125	41.6510	1.303	0.248
المناوبة	48	1534.9167	31.9774	2.578	0.000
العينة	128	1588.0000	12.4062		
Total	191	4354.2448			

Variance Components

Source	Var Comp.	% of Total	StDev
الموقع	4.212	17.59	2.052
المشغل	0.806	3.37	0.898
المناوبة	6.524	27.24	2.554
العينة	12.406	51.80	3.522
Total	23.948		4.894

Expected Mean Squares

1	الموقع	1.00(4) + 3.00(3) + 12.00(2) + 48.00(1)
2	المشغل	1.00(4) + 3.00(3) + 12.00(2)
3	المناوبة	1.00(4) + 3.00(3)
4	العينة	1.00(4)

التحليل:

من قيمة P–Value يتبين ان هناك اثر دال احصائيا لكل من (الموقع ، المناوبة) على درجة حرارة الفرن ، وانه لا يوجد اثر للمشغل عليها. ويعزى هذا الاختلاف او التباين الى العينة ، المناوبة ، الموقع على الترتيب .

تحليل التباين المتعدد العام (General MANOVA) : (Multivariate Analysis of Variance)

يستخدم لتحليل العلاقة بين المتغيرات التابعة و المتغير /المتغيرات المستقلة. ويتحقق اذا كان عدد المتغيرات التابعة اكثر من متغير تابع متصل مع وجود على الاقل متغير فئوي (يحتوي فئتين مستقلتين او اكثر) واحد / متغير ثابت يمكن ان يكون متداخل مع متغير اخر . اذا كان هناك متغير/متغيرات مصاحبة/مشتركة متصلة فيتم ادراجها ضمن Covariates.

** اذا كانت المتغيرات المستقلة فئوية عشوائية استخدم تحليل Fit Mixed Effect Model.

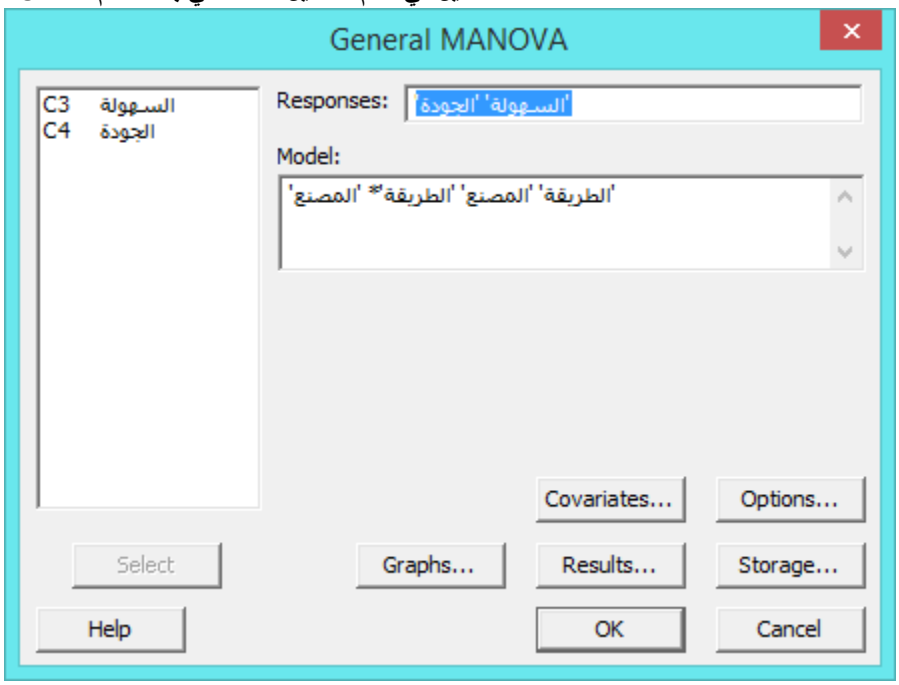
** اذا كان هناك متغير مستقل متصل واحد فقط اسنخدام Fit Regression Model.

مثال :

يقوم مورد قطع غيار للسيارات بتقييم مدى سهولة استخدام أقفال الأبواب وجودتها. يتم تصنيع الأقفال باستخدام طريقتين مختلفتين (Method) في ثلاثة مصانع (Plant). يريد المورد تحديد ما إذا كان متغيرا (الإنتاج والمصنع) يؤثران على سهولة وجودة المنتج النهائي. يستخدم المورد تحليل General MANOVA مع مستوى أهمية 0.10.

	الطريقة	المصنع	السهولة	الجودة
1	Method 1	Plant A	5	6
2	Method 1	Plant A	6	5
3	Method 1	Plant A	5	6
4	Method 1	Plant A	6	7
5	Method 1	Plant A	6	8
6	Method 1	Plant A	5	6
7	Method 1	Plant A	4	5
8	Method 1	Plant A	3	4
9	Method 1	Plant A	4	5
10	Method 1	Plant A	5	4
11	Method 1	Plant A	4	5
12	Method 1	Plant A	3	4
13	Method 2	Plant A	6	7
14	Method 2	Plant A	7	6
15	Method 2	Plant A	8	5

** ملاحظة : عدد السجلات هو (62). انظر CarLockRatings.MTW



النتائج :

General Linear Model: الجودة ;السهولة versus المصنع ;الطريقة

MANOVA Tests for الطريقة

Criterion	Test Statistic	F	DF Num	DF Denom	P
Wilks'	0.63099	16.082	2	55	0.000
Lawley-Hotelling	0.58482	16.082	2	55	0.000
Pillai's	0.36901	16.082	2	55	0.000
Roy's	0.58482				

s = 1 m = 0.0 n = 26.5

MANOVA Tests for المصنع

Criterion	Test Statistic	F	DF Num	DF Denom	P
Wilks'	0.89178	1.621	4	110	0.174
Lawley-Hotelling	0.11972	1.616	4	108	0.175
Pillai's	0.10967	1.625	4	112	0.173
Roy's	0.10400				

s = 2 m = -0.5 n = 26.5

MANOVA Tests for الطريقة*المصنع

Criterion	Test Statistic	F	DF Num	DF Denom	P
Wilks'	0.85826	2.184	4	110	0.075
Lawley-Hotelling	0.16439	2.219	4	108	0.072
Pillai's	0.14239	2.146	4	112	0.080
Roy's	0.15966				

s = 2 m = -0.5 n = 26.5

التحليل :

- ✓ في حال كان المتغير المستقل هو (الطريقة) وبالنظر الى قيمة P–Value المقابلة لكل اختبار من الاختبارات الولردة في التحليل ، نجد ان قيم P–Value اقل من 0.10 ، لذا فان الطريقة تؤثر في كل من المتغيرات التابعة (السهولة والجودة) .
- ✓ في حال كان المتغير المستقل هو (المصنع) وبالنظر الى قيمة P–Value المقابلة لكل اختبار من الاختبارات الولردة في التحليل ، نجد ان قيم P–Value اقل من 0.10 ، لذا فان المصنع يؤثر في كل من المتغيرات التابعة (السهولة والجودة) .
- ✓ في حال كان المتغير المستقل هو التفاعل بين (الطريقة والمصنع) وبالنظر الى قيمة P–Value المقابلة لكل اختبار من الاختبارات الولردة في التحليل ، نجد ان قيم P–Value اقل من 0.10 ، لذا فانه يوجد اثر للتفاعل بين الطريقة والمصنع تؤثر في كل من المتغيرات التابعة (السهولة والجودة) .

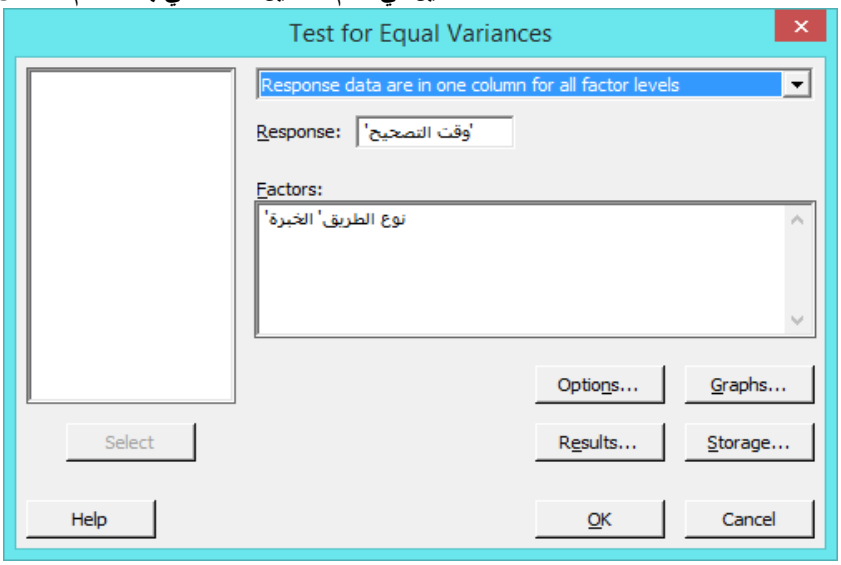
اختبار تساوي تباين عينتين (Test for equal variances) :

مثال :

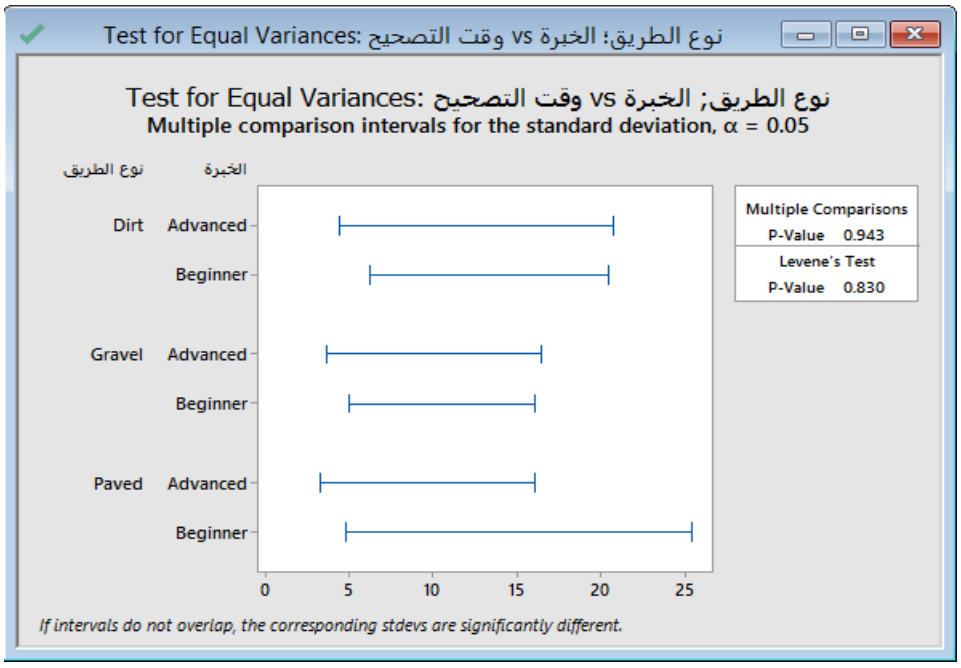
يريد محلل السلامة مقارنة التباين في أوقات (تصحيح التوجيه) للسائقين ذوي الخبرة وعديمي الخبرة في ثلاثة أنواع من الطرق: المعبدة والحصى والترابية. يسجل المحلل الوقت بالثواني الذي يستخدمه كل سائق لإجراء تصحيحات في التوجيه على كل نوع من الطرق.

	الخبرة	نوع الطريق	وقت التصحيح
1	Beginner	Paved	4
2	Beginner	Paved	18
3	Beginner	Paved	8
4	Beginner	Paved	10
5	Beginner	Gravel	23
6	Beginner	Gravel	15
7	Beginner	Gravel	21
8	Beginner	Gravel	13
9	Beginner	Dirt	16
10	Beginner	Dirt	27
11	Beginner	Dirt	23
12	Beginner	Dirt	14
13	Advanced	Paved	6
14	Advanced	Paved	4
15	Advanced	Paved	12

** ملاحظة : عدد السجلات (24) . انظر RoadConditions.MTW.


Test for Equal Variances
Response data are in one column for all factor levels
Response: 'وقت التصحيح'
Factors:
'نوع الطريق' 'الخبرة'
Options...
Graphs...
Select
Results...
Storage...
Help
OK
Cancel

النتائج :


Test for Equal Variances: نوع الطريق؛ الخبرة vs وقت التصحيح
Test for Equal Variances: نوع الطريق; الخبرة vs وقت التصحيح
Multiple comparison intervals for the standard deviation, α = 0.05
نوع الطريق
الخبرة
Dirt
Advanced
Beginner
Gravel
Advanced
Beginner
Paved
Advanced
Beginner
0
5
10
15
20
25
Multiple Comparisons
P-Value 0.943
Levene's Test
P-Value 0.830
If intervals do not overlap, the corresponding stdevs are significantly different.

Test for Equal Variances: نوع الطريق; الخبرة versus وقت التصحيح

Method

Null hypothesis	All variances are equal
Alternative hypothesis	At least one variance is different
Significance level	α = 0.05

95% Bonferroni Confidence Intervals for Standard Deviations

نوع الطريق	الخبرة	N	StDev	CI
Dirt	Advanced	4	5.09902	(0.45310; 168.555)
Dirt	Beginner	4	6.05530	(1.01104; 106.529)
Gravel	Advanced	4	4.16333	(0.42041; 121.108)
Gravel	Beginner	4	4.76095	(0.89964; 74.009)
Paved	Advanced	4	3.87298	(0.31299; 140.776)
Paved	Beginner	4	5.88784	(0.52320; 194.630)

Individual confidence level = 99.1667%

Tests

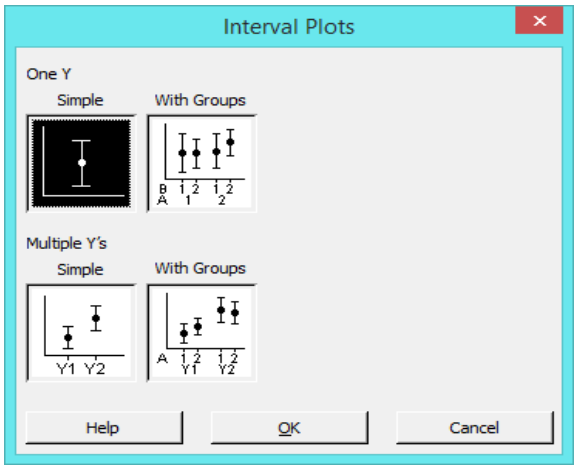
Method	Test Statistic	P-Value
Multiple comparisons	—	0.943
Levene	0.42	0.830

التحليل :

بالنظر الى قيمة P–Value المقابلة لاختبار Levene نجد ان القيمة اكبر من 0.05 ، ومن هنا نقبل الفرض الصفري اي ان التباين متساوي لمجموعات متغير نوع الطريق ومتغير الخبرة (ان العينات متجانسه).

مخطط الثقة (Interval plot) :

يتم تحليل التباين من خلال عدة اشكال بيانية ، منها Interval plot الذي يعتمد على تحليل الاختلاف بين الاوسط الحسابية للمتغيرات.



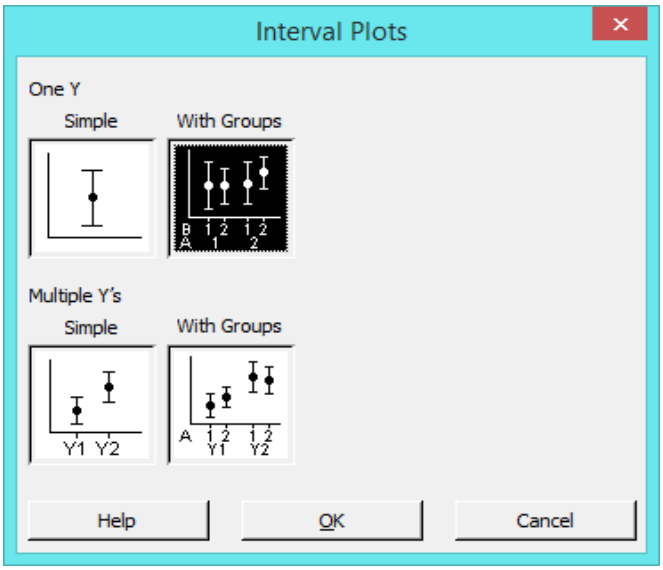
مثال :

يريد مصنع سماد نباتي تطوير صيغة سماد ينتج أكبر زيادة في ارتفاع النباتات. لاختبار تركيبات الأسمدة ، يقوم أحد المهندسين الزراعيين بإعداد ثلاث مجموعات كل مجموعة تحتوي (50) شتلة متطابقة: (مجموعة ضابطة بدون سماد ، ومجموعة مع سماد الشركة المصنعة يسمى GrowFast ، ومجموعة ذات سماد يسمى SuperPlant من شركة مصنعة منافسة). بعد أن تكون النباتات في بيئة دفيئة لمدة ثلاثة أشهر ، يقيس المهندس الزراعي ارتفاعات النباتات.

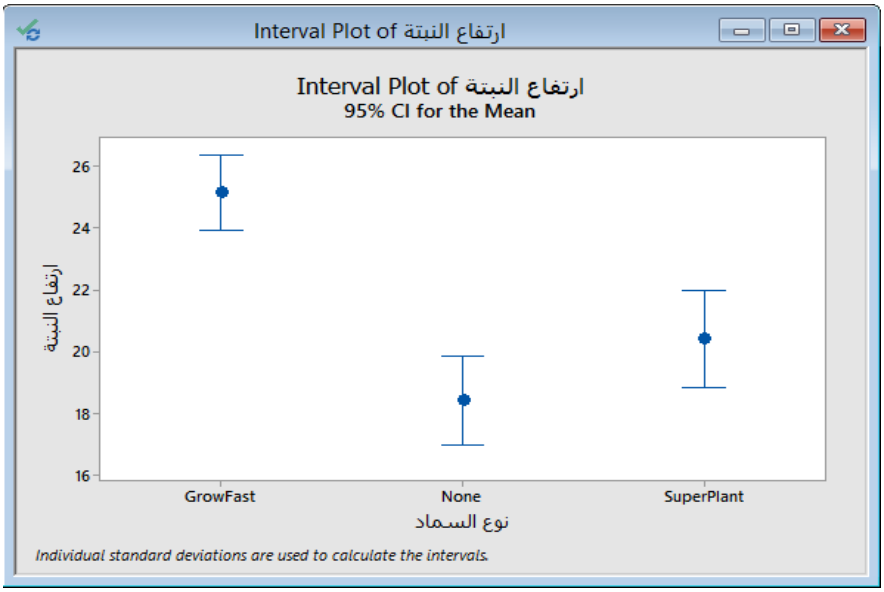
للتحقق من فرضيات دراسته ، يستخدم المهندس الزراعي مخطط الثقة لارتفاعات النبات من المجموعات الثلاث لتقييم الاختلافات في نمو النبات بين النباتات بدون سماد ، والنباتات مع سماد الشركة المصنعة ، والنباتات مع سماد منافسها.

	نوع السماد	ارتفاع النبتة
1	None	23
2	None	18
3	None	18
4	None	17
5	None	25
6	None	8
7	None	23
8	None	20
9	None	24
10	None	22
11	None	26
12	None	16
13	None	27

** ملاحظة : عدد السجلات (150) . انظر PlantGrowth.MTW.



النتائج :



التحليل:

تنتج شركة GrowFast النباتات ذات أعلى متوسط ارتفاع. لا يتداخل فاصل الثقة لـ GrowFast مع فواصل الثقة الأخرى ، مما يشير إلى أن الاختلاف قد يكون كبيرا. كما يزيد SuperPlant من ارتفاع النبات. ومع ذلك ، تتداخل فترات الثقة لمجموعة SuperPlant والمجموعة الضابطة ، مما يشير إلى أن الاختلاف ربما لا يكون كبيرًا.

لتحديد ما إذا كان هناك فرق كبير بين زوج من المجموعات ، يمكن One-way ANOVA .

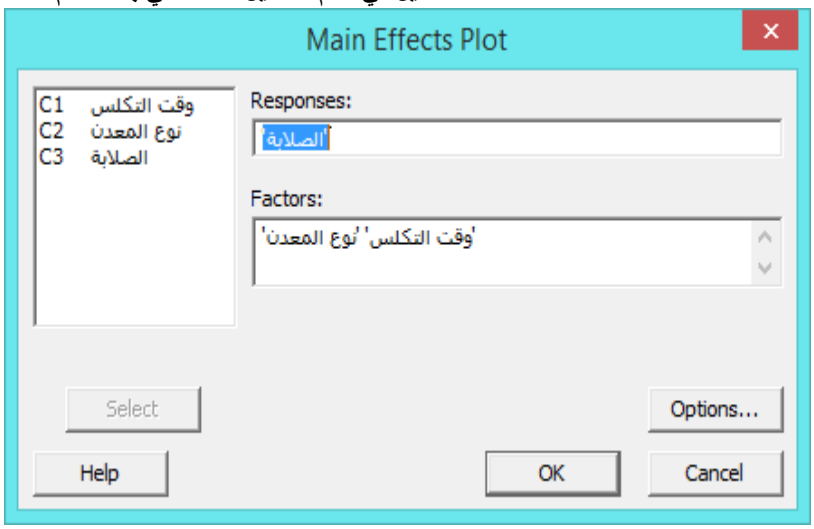
مخطط التداخلات الرئيسية (Main effect plot) :

مثال :

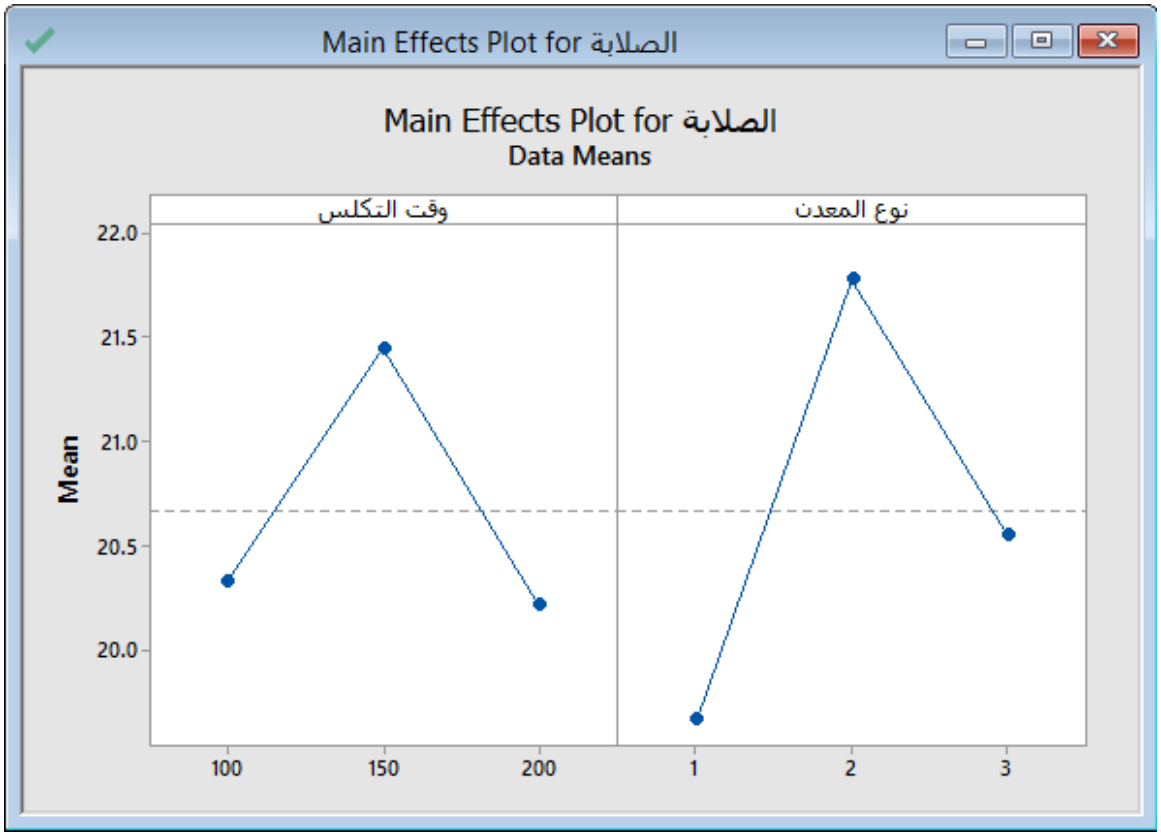
يريد مهندس صناعي تقييم العلاقة بين وقت التكلس والصلابة لثلاثة معادن مختلفة. يقيس المهندس الصلابة لخمس عينات من كل نوع من المعادن في كل وقت التكلس : 100 دقيقة و 150 دقيقة و 200 دقيقة.

	وقت التكلس	نوع المعدن	الصلابة
1	100	1	23
2	100	1	20
3	100	1	21
4	100	2	22
5	100	2	19
6	100	2	20
7	100	3	19
8	100	3	18
9	100	3	21
10	150	1	22
11	150	1	20
12	150	1	19
13	150	2	24

** ملاحظة : عدد السجلات (27) . انظر SinteringTime.MTW



النتائج :



التحليل :

بالنظر الى الوسط الحسابي لمتغير (الصلابة) ، وبالنظر الى متغير (نوع المعدن) يتبين ان المعدن رقم(2) هو الاكثر صلابة من النوعين (1 و 3) ، وبالنظر الى متغير (وقت التكلس) فيتبين ان الوقت (150) هو الذي يؤدي الى معدن اكثر صلابة.

** من الضروري استخدام (General linear model) للتحقق من الفروق بين المتوسطات ولصالح من .

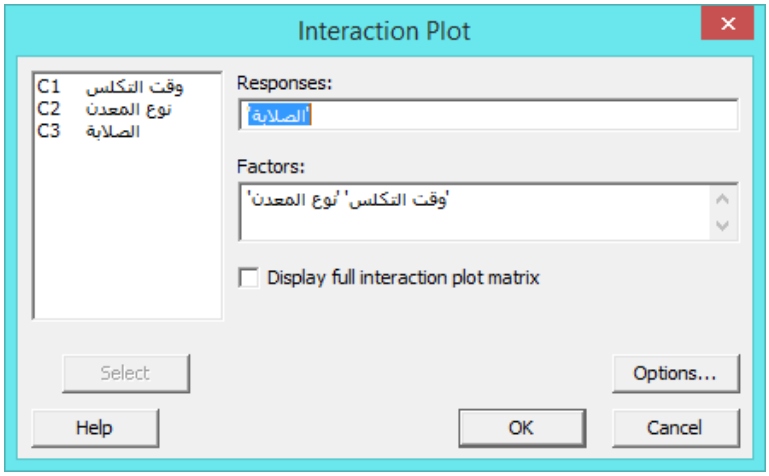
مخطط التفاعلات والتاثيرات البينية (Interaction plot) :

مثال :

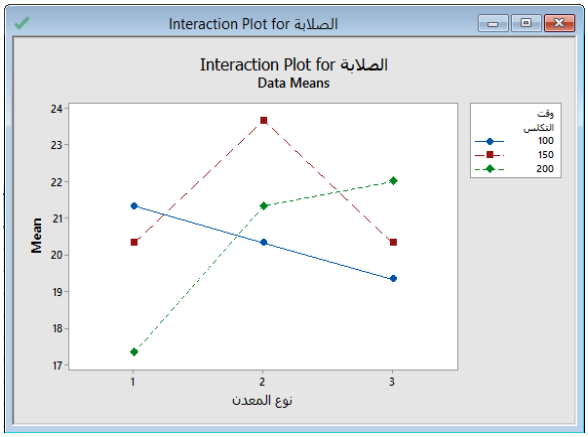
يرغب مهندس صناعي في تقييم تأثير وقت التكلس على الصلابة لثلاثة معادن مختلفة. يقيس المهندس الصلابة لخمس عينات من كل نوع من المعادن في كل وقت تكلس: 100 دقيقة و 150 دقيقة و 200 دقيقة. يستخدم Interaction plot لدراسة التفاعلات والتاثيرات البينية بين المتغيرات.

	وقت التكلس	نوع المعدن	الصلابة
1	100	1	23
2	100	1	20
3	100	1	21
4	100	2	22
5	100	2	19
6	100	2	20
7	100	3	19
8	100	3	18
9	100	3	21
10	150	1	22
11	150	1	20
12	150	1	19
13	150	2	24

** ملاحظة : عدد السجلات (27) . انظر SinteringTime.MTW



النتائج :



التحليل :

يظهر الشكل متوسط الصلابة المقابل لوقت التكلس لكل من أنواع المعادن الثلاثة. تشير الخطوط غير المتوازية في الشكل إلى تأثيرات التفاعل بين نوع المعدن ووقت التكلس. كما يشير تأثير التفاعل هذا إلى أن العلاقة بين نوع المعدن والصلابة تعتمد على قيمة وقت التكلس.
ويبين الشكل التفاعلات البينية بين مجموعات المتغيرين (نوع المعدن ، وقت التكلس) ، فاذا كان المهندس يستخدم نوع المعدن (2) فان وقت التكلس الذي يحتاجه لاكثر صلابة هو (150) ، واذا كان المهندس يستخدم نوع المعدن (1) فلن وقت التكلس الذي يحتاجه لاكثر صلابة هو (100)، وهكذا ...

** من الضروري استخدام (General linear model) للتحقق من الفروق بين المتوسطات ولصالح من .

تصميم التجارب (Design of experiments DOE) :

هو مجموعة تقنيات مستخدمة لتنفيذ اجراءات محددة والسماح بمراقبة التفاعل بين متغيراتها ونتائجها. وهو طريقة احصائية للتخطيط واجراء التجارب وكذلك لتحليل وفهم النتائج المتحصلة من التجارب . ويستفاد منه للحصول على اكبر قدر من المعلومات من خلال اقل عدد من التجارب وبذلك نقلل من الزمن والكلفة . ومن اهم الامور التي نستفيد منها من تصميم التجارب (Variable screening) تحديد اكثر العوامل اهمية في اداء العملية ، وايجاد العلاقة الرياضية التي تربط المتغيرات المستقلة بالمتغير التابع . بالاضافة الى ايجاد الظروف التشغيلية للمتغيرات المستقلة بحيث نحصل على افضل اداء للعملية (اكبر ، اقل ، افضل ، ...) . والحصول على منتج بمواصفات ثابتة بالرغم من وجود متغيرات او عوامل غير مسيطر عليها. اول من كتب في DOE هو العالم Fisher . من انواع تصميم التجارب: Full factorial ، Fractional factorial ، Response surface (اذا كان الهدف من التجربة هو افضل الظروف التشغيلية)، Taguchi (اذا كان الهدف من التجربة هو تقليل تذبذب مواصفات المنتج) ، Mixture .

للبدء بتصميم التجارب يجب ما يلي :

- ✓ صياغة الهدف من التجربة ، وتحديد المتغير/المتغيرات التابع المراد تحسينه .
- ✓ اختيار العوامل الاكثر تاثيرا على العملية (Factors) و المستويات (Levels) على ان يتم تقليل المدى ما امكن للحصول على نتائج سريعة ودقيقة.
- ✓ ايجاد قيمة المتغير التابع في وضع حقيقي .
- ✓ تحليل النتائج بطرق ANOVA و Regression ، Graphic analysis.
- ✓ Covariate : هي المتغيرات العددية التي يصعب التحكم بها اثناء اجراء التجارب (Uncontrolled) ، مثل درجة حرارة الغرفة.

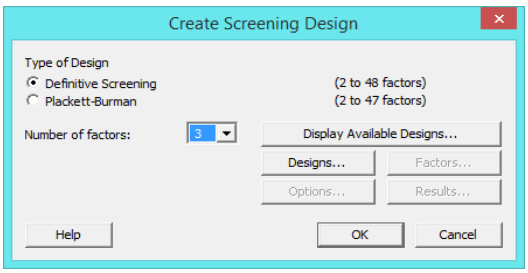
الفحص (Screening) :

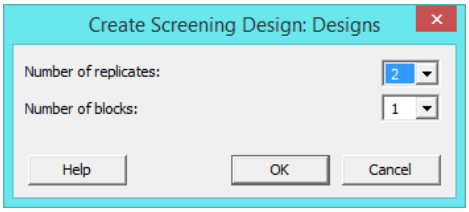
بناء نموذج الفحص (Create screening design) :

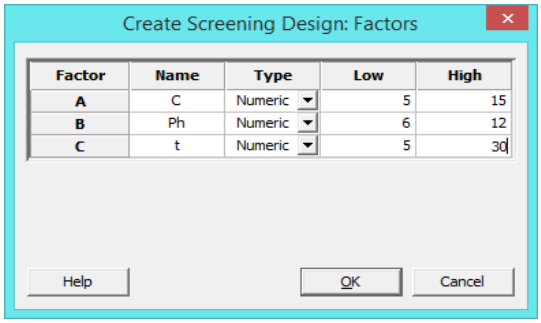
تعتبر الخطوة الاولى في تصميم التجارب حيث تبين اي العوامل هو الافضل لاستخدامه في النموذج. كما تستخدم تجارب الفحص مستويين فقط لكل متغير يدخل في التصميم ، ولا يمكن ان تقوم هذه التجارب بتوضيح التفاعل بين أزواج المتغيرات ، كما يمكن أن يجعل هذا النوع التصميم محفوف بالمخاطر.

مثال :

يريد احد المهندسين الكيماويين تصميم نموذج يتكون من ثلاث عوامل هي (تركيز المادة المتفاعلة C وتاخذ قيم بين 5 الى 15 g/L) ، (درجة الحامضية Ph وتاخذ قيم من 6 الى 12) و (الوقت / زمن التفاعل t وياخذ القيم بين 5 الى 30 دقيقة) ، والمراد تعظيم كفاءة التجربة (E %) و تقليل تركيز الملوثات (Ci وتقاس g/L) ، حيث ان الهدف من التجربة ايجاد قيم المتغيرات الثلاث (C, Ph, t) لتحقيق افضل قيم لهذه المتغيرات.







النتائج :

	StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	C	Ph	t
1	7	1	1	1	15	6	30.0
2	9	2	1	1	15	6	5.0
3	5	3	2	1	15	12	17.5
4	11	4	1	1	15	12	5.0
5	4	5	2	1	5	9	5.0
6	25	6	1	1	5	6	30.0
7	17	7	2	1	5	9	5.0
8	19	8	2	1	5	6	17.5
9	24	9	1	1	15	12	5.0
10	15	10	2	1	10	6	5.0
11	10	11	1	1	5	12	30.0
12	26	12	0	1	10	9	17.5
13	20	13	1	1	15	6	30.0
14	2	14	2	1	10	6	5.0
15	8	15	1	1	5	12	5.0

** عدد السجلات هو : 13*2(Replicates) = (26).

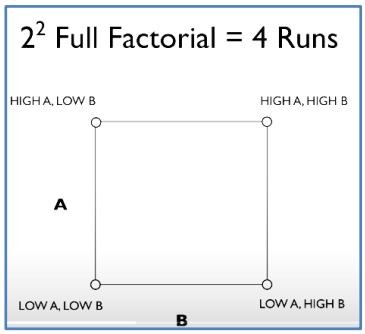
✓ StdOrder : يوضح ترتيب التنفيذ في التجربة إذا كان تنفيذ التجربة يتم بالترتيب القياسي (الطبيعي غير العشوائي).

✓ RunOrder : يوضح ترتيب التنفيذ في التجربة إذا كان تنفيذ التجربة يتم بالشكل العشوائي.

✓ PtType : يقوم بحفظ تمثيل رقمي لنوع نقطة التصميم (1: نقطة على زاوية ، 0: نقطة في المركز، -1: نقطة على المحور ، 2: نقطة على الحافة).

✓ Blocks (القوالب) : هي عبارة عن متغير فئوي يحدد مجموعات العمليات التجريبية التي تتم في ظل ظروف متجانسة نسبيًا. تستخدم الكتل في التصميم والتحليل التجريبي لتقليل التحيز وتباين الأخطاء بسبب العوامل غير المنضبطة. يمكن أن توضح الكتل التباين في متغير الاستجابة الذي لا تسببه العوامل التجريبية. يحفظ رقم متغير القالب في ورقة العمل . عندما لا يحتوي التصميم على قالب يتم تعيين جميع قيم الأعمدة إلى قيمة (1).

✓ هناك حالات يؤدي فيها التوزيع العشوائي إلى ترتيب تشغيل غير مرغوب فيه. على سبيل المثال ، في التطبيقات الصناعية ، قد يكون من الصعب أو المكلف تغيير مستويات المكونات. أو بعد تغيير مستويات المكونات ، قد يستغرق النظام وقتًا طويلاً للعودة إلى حالة مستقرة في ظل هذه الظروف ، قد لا ترغب في جعل التصميم عشوائيًا من أجل التقليل من تغييرات المستوى.



✓ اذا لم يتم تفعيل Options> Randomize Run سيكون العمودان StdOrder, RunOrder متشابهان.

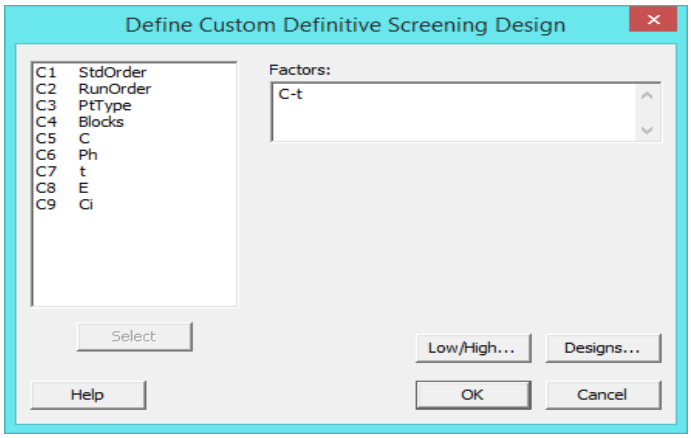
نضيف عمودين على ورقة العمل هما (كفاءة التجربة E ، تقليل تركيز الملوثات Ci) وذلك بعد اجراء كل مرحلة من المراحل السابقة في المختبر وتسجيل النتائج الحقيقة .

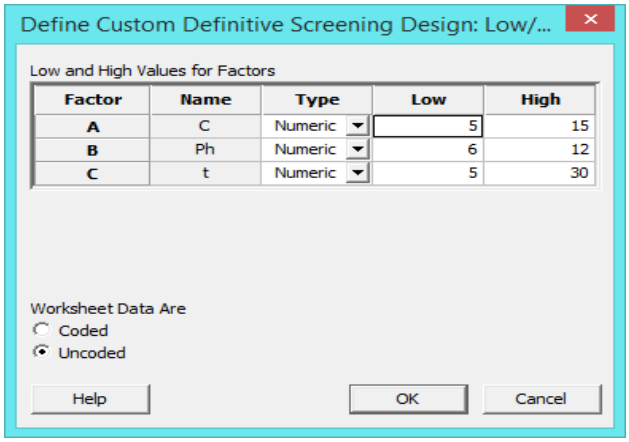
↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
	StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	C	Ph	t	E	Ci
1	7	1	1	1	15	6	30.0	80	0.309174
2	9	2	1	1	15	6	5.0	60	0.310264
3	5	3	2	1	15	12	17.5	50	0.309311
4	11	4	1	1	15	12	5.0	66	0.308659
5	4	5	2	1	5	9	5.0	65	0.310752
6	25	6	1	1	5	6	30.0	70	0.309010
7	17	7	2	1	5	9	5.0	68	0.310517
8	19	8	2	1	5	6	17.5	64	0.310813
9	24	9	1	1	15	12	5.0	59	0.310109
10	15	10	2	1	10	6	5.0	58	0.310719
11	10	11	1	1	5	12	30.0	68	0.308749
12	26	12	0	1	10	9	17.5	67	0.309897
13	20	13	1	1	15	6	30.0	50	0.310135
14	2	14	2	1	10	6	5.0	48	0.308344

تحديد مخصص لمكونات الفحص(Define custom screening design)

يستخدم هذا الامر في حال كان النموذج موجود مسبقا في ورقة العمل الفعالة ، والمطلوب هو تحديده كنموذج معتمد.

يمكن هنا تحديد بعض المكونات بدل ان تحدد في الخطوة السابقة **(بناء نموذج الفحص)** مثل :





** Coded : استخدام (−1 ، +1) .

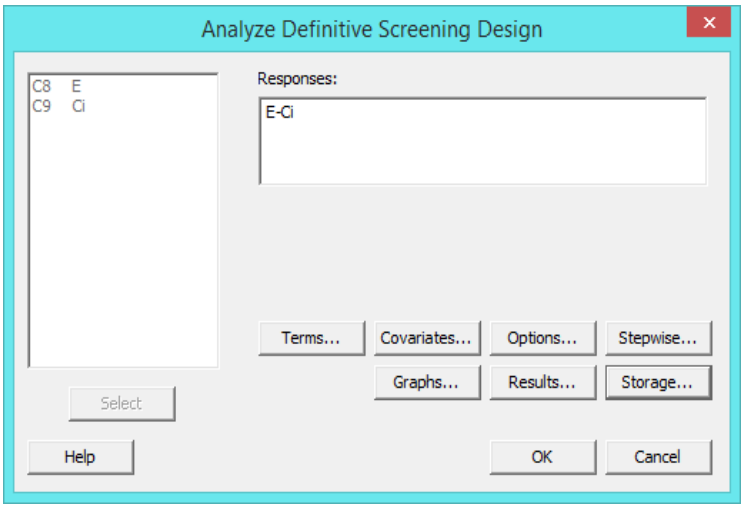
** Uncoded : استخدام قيم الموصفات المدخلة (Low, High).

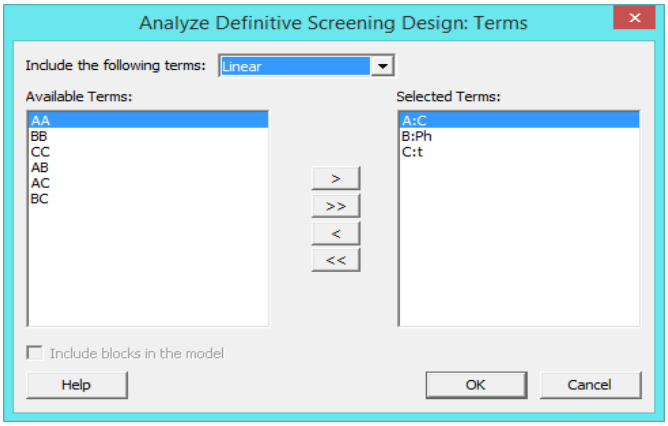
النتائج :

StdOrder_1	RunOrder_1	Blocks_1	PtType_1
1	1	1	1
2	2	1	1
3	3	1	1
4	4	1	1
5	5	1	1
6	6	1	1
7	7	1	1
8	8	1	1
9	9	1	1
10	10	1	1
11	11	1	1
12	12	1	1
13	13	1	1
14	14	1	1

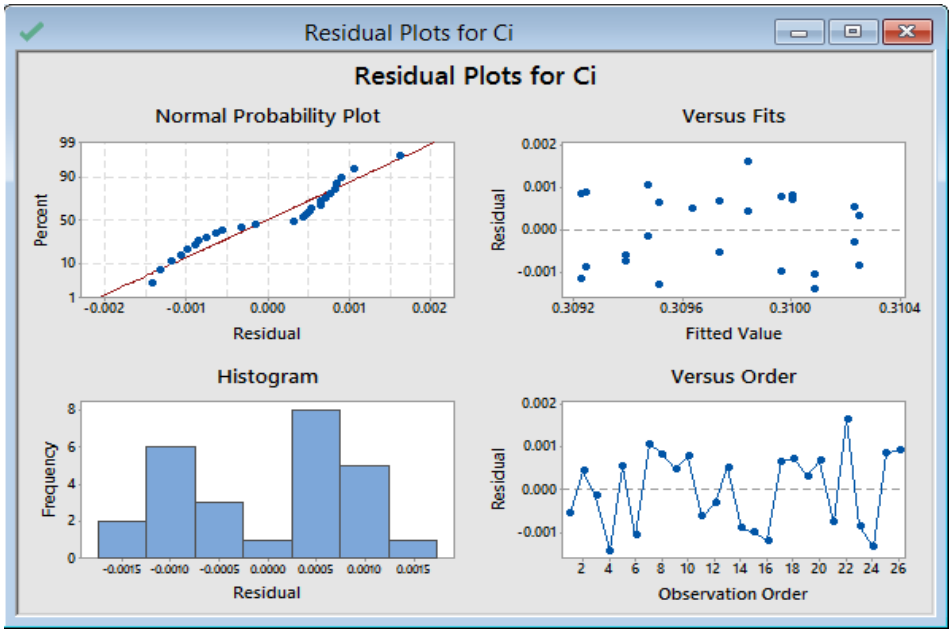
** ملاحظة : عدد السجلات (26).

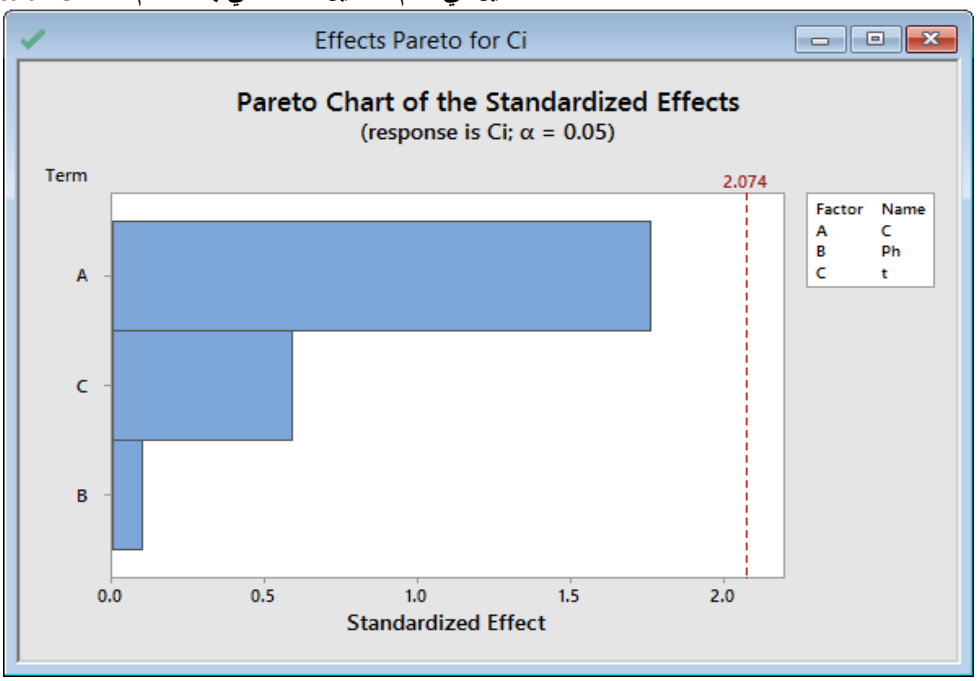
تحليل تصميم الفحص(Analyze screening design) :





النتائج :





Screening design model: Ci versus C; Ph; t

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	0.000003	0.000001	1.16	0.348
Linear	3	0.000003	0.000001	1.16	0.348
C	1	0.000003	0.000003	3.11	0.092
Ph	1	0.000000	0.000000	0.01	0.921
t	1	0.000000	0.000000	0.35	0.560
Error	22	0.000019	0.000001		
Lack-of-Fit	9	0.000009	0.000001	1.20	0.370
Pure Error	13	0.000011	0.000001		
Total	25	0.000022			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0009354	13.63%	1.85%	0.00%

Coded Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	0.309733	0.000183	1688.45	0.000	
C	0.000369	0.000209	1.76	0.092	1.00
Ph	-0.000021	0.000209	-0.10	0.921	1.00
t	0.000124	0.000209	0.59	0.560	1.00

Regression Equation in Uncoded Units

Ci = 0.308885 + 0.000074 C - 0.000007 Ph + 0.000010 t

Alias Structure (up to order 2)

Factor	Name
A	C
B	Ph
C	t

Aliases
I + 0.77 AA + 0.77 BB + 0.77 CC
A
B
C

التحليل:

من الرسم الاول يتبين ان البواقي تتوزع توزيعا طبيعيا (احد شروط تحليل ANOVA ويمكن الحكم عليها من خلال الرسومات حيث ان القيم في شكل Normal probability plot عدد كبير من النقاط قريبة جدا من الخط ، وفي شكل Fitted value لا تاخذ النقاط شكل محدد فيه متبعثرة بشكل عشوائي ، وفي Histogram للمدرج التكراري قمه ، وفي شكل Observation order لا يوجد نقاط حمراء اي ان البيانات تتوزع ضمن المدى).

في الشكل الاخر (Pareto chart) يلاحظ ان جميع العوامل هي اقل من الخط المرجعي (قيمة t المقابلة للدلالة الاحصائية/2.074) وهذا يدل على ان هذه المتغيرات غير دالة احصائيا ، كما يلاحظ ان ان العامل C له الاثر الاكبر في النتائج ، فهو العامل الرئيسي من بين العوامل الثلاث . يمكن ان يظهر في هذا الشكل تفاعلات بين عاملين او اكثر.

يتبين من التحليل من قيمة P–Value المقابلة للعوامل (Ph, t C,) ان هذه العوامل الثلاث لا يؤثر اي منها على المتغير التابع (Ci) حيث ان قيمة P–Value اكبرمن 0.05 . كما ان نسبة التاثير من R–sq ضعيفة وتساوي (13.63%).

التالية تم التطرق لها اكثر من مره في تحليل ANOVA يمكن الرجوع اليها :

- ✓ Predict Y
- ✓ Factorial plot
- ✓ Contour plot
- ✓ Surface plot
- ✓ Overlaid contour plot
- ✓ Response optimizer

تصميم التجارب العاملي (Factorial) :

بناء النموذج العاملي (Create factorial design) :

- ✓ Create 2-Level Factorial Design (Default Generators) : يستخدم لإنشاء تجربة مصممة لدراسة تأثيرات 2 – 15 عاملاً.
- ✓ Create 2-Level Factorial Design (Specify Generators) : يستخدم لإنشاء تجربة مصممة مع مولدات تصميم مختلفة عن تلك التي يستخدمها Minitab بشكل افتراضي (تقوم انت بتحديد التفاعلات المهمة بين العوامل بعكس الحالة السابقة).
- ✓ Create 2-Level Split-Plot Design : يستخدم لإنشاء تجربة مصممة لما يصل إلى 7 عوامل عندما يكون التوزيع العشوائي الكامل لعمليات التشغيل أمرًا صعبًا بسبب قيود الوقت أو التكلفة.
- ✓ Create Plackett-Burman Design : يستخدم لإنشاء تجربة مصممة لتحديد أهم العوامل في وقت مبكر من عملية التجريب. يمكن أن تتناسب تصميمات Plackett-Burman من 2 إلى 47 عاملاً ***لكل منها مستويين.***
- ✓ Create General Full Factorial Design : يستخدم لإنشاء تجربة مصممة لدراسة العوامل التي يمكن أن يكون لها ***أي عدد من المستويات***

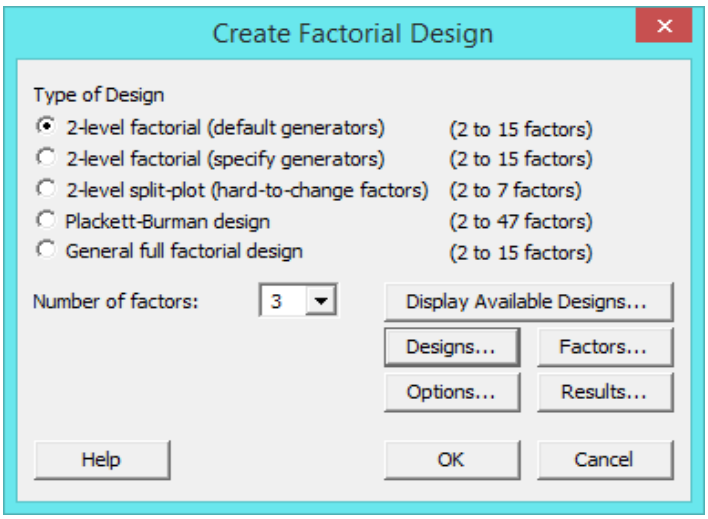
** المقصود بالمستوى (level) هو عدد المواصفات التي تتحكم بالعامل مثل (القيمة الدنيا ، القيمة القصوى ، ...) للعامل.

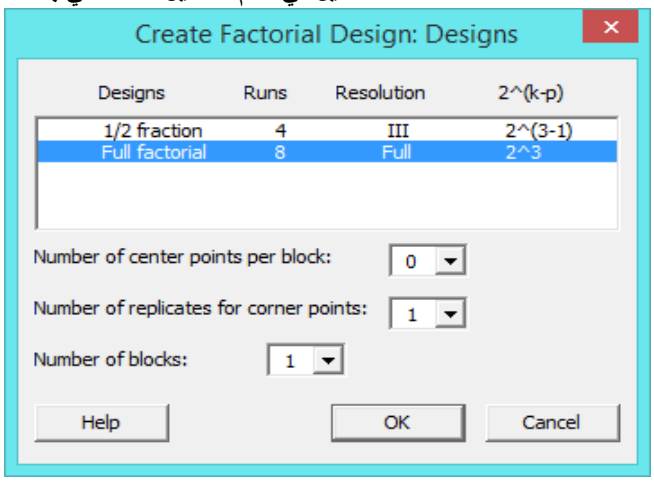
** في حال كان عدد المستويات (Level) اكثر من (2) قم بتفعيل General full factorial design .

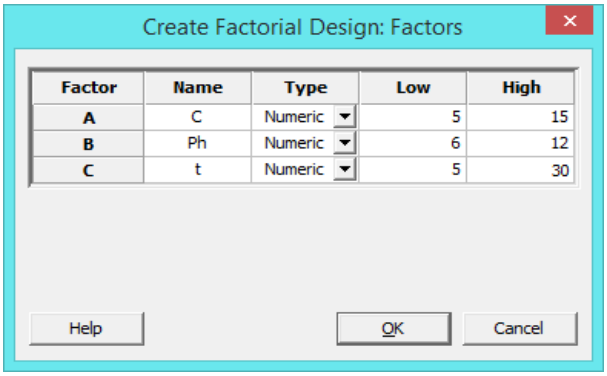
****يستخدم اذا كان هناك علاقة خطية مع المتغير التابع.**

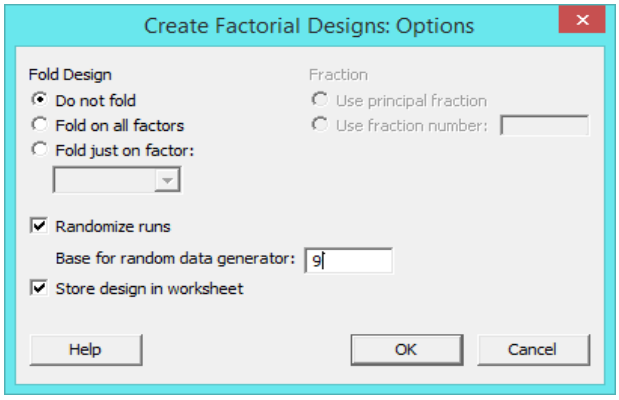
مثال : (مثال سابق)

يريد احد المهندسين الكيماويين تصميم نموذج يتكون من ثلاث عوامل هي (تركيز المادة المتفاعلة C وتاخذ قيم بين 5 الى 15 g/L) ، درجة الحامضية Ph (وتاخذ قيم من 6 الى 12(والوقت / زمن التفاعل t (وياخذ القيم بين 5 الى 30 دقيقة) ، والمراد (الهدف) تعظيم كفاءة التجربة (E %) و تقليل تركيز الملوثات (Ci وتقاس g/L) ، والهدف من التجربة ايجاد قيم المتغيرات الثلاث لتحقيق الهدف.









النتائج :

	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	C	Ph	t
1	2	1	1	1	15	6	5
2	7	2	1	1	5	12	30
3	4	3	1	1	15	12	5
4	3	4	1	1	5	12	5
5	1	5	1	1	5	6	5
6	8	6	1	1	15	12	30
7	6	7	1	1	15	6	30
8	5	8	1	1	5	6	30

** نضيف عمودين على ورقة العمل هما (كفاءة التجربة E ، تقليل تركيز الملوثات Ci) وذلك بعد اجراء كل مرحلة من المراحل السابقة في المختبر وتسجيل النتائج الحقيقة .

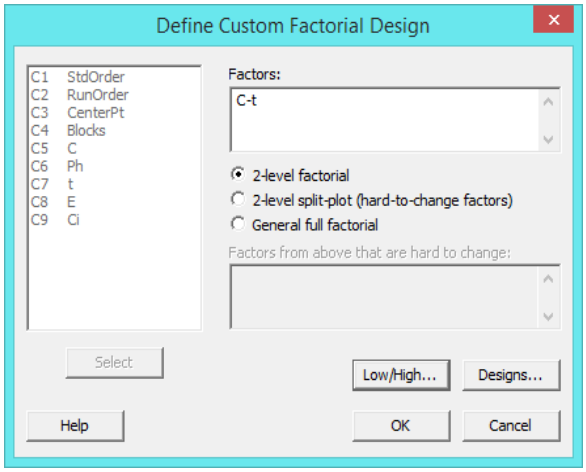
النتائج :

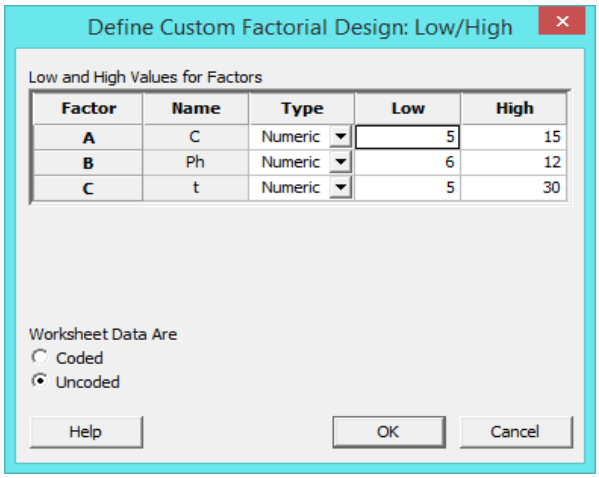
	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	C	Ph	t	E	Ci
1	2	1	1	1	15	6	5	80	0.309174
2	7	2	1	1	5	12	30	60	0.310264
3	4	3	1	1	15	12	5	50	0.309311
4	3	4	1	1	5	12	5	66	0.308659
5	1	5	1	1	5	6	5	65	0.310752
6	8	6	1	1	15	12	30	70	0.309010
7	6	7	1	1	15	6	30	68	0.310517
8	5	8	1	1	5	6	30	64	0.310813

تحديد مخصص لتصميم النموذج العاملي (Define custom factorial design):

يستخدم هذا الامر اذا كان هناك بيانات مدخلة في ورقة العمل.

يمكن هنا تحديد بعض المكونات بدل ان تحدد في الخطوة السابقة (بناء النموذج العاملي) مثل :

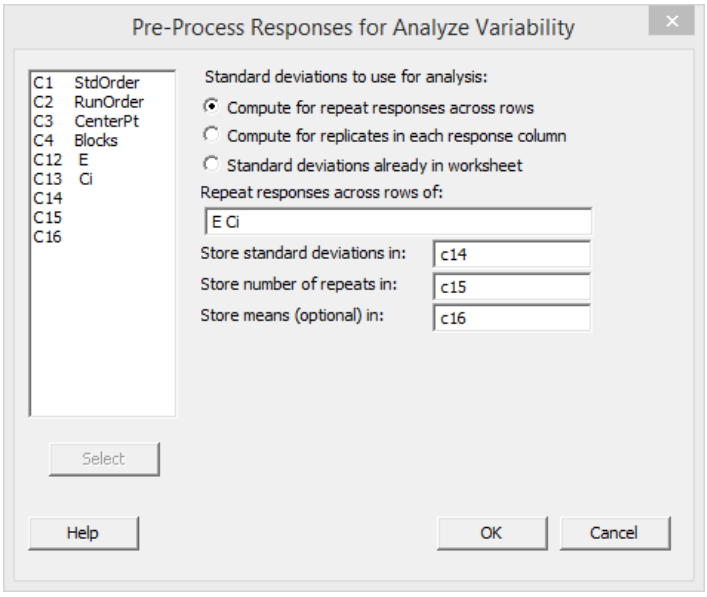




استجابات ما قبل المعالجة لتحليل التباين (Pre-Process responses for analyze variability) :

هناك فرق بين مصطلحي (Repeat, Replicates) :

- ✓ Repeat: يتم تحديد العوامل عند مستويات محددة سلفًا ، ثم تتم عملية الإنتاج (التجربة) للمرة الاولى يعاد ضبط المعدات في التجربة إلى مستويات جديدة ، وتنفذ عملية الانتاج (التجربة) مره اخرى تستمر العملية بتسجيل النتائج مرة واحدة في كل مجموعة من إعدادات العوامل ويتم أخذ خمسة قياسات للجودة في كل تشغيل مثلا.(يتم أخذ القيم اثناء عملية التشغيل التجريبي).كما ان القيم تدخل في ورقة العمل على شكل عدة صفوف في الاعمدة .
- ✓ Replicates : هنا يتم اجراء عدة محاولات اولا دون تسجيل القيم . ثم بعد عدة محاولات يتم تسجيل القيم بشكل عشوائي اثناء التشغيل. ويتم هنا ادخال القيم في عمود واحد. قيمة(Replicates = level ^{factors}).
- ✓ Stat>DOE>Factorial>Pre-Process...



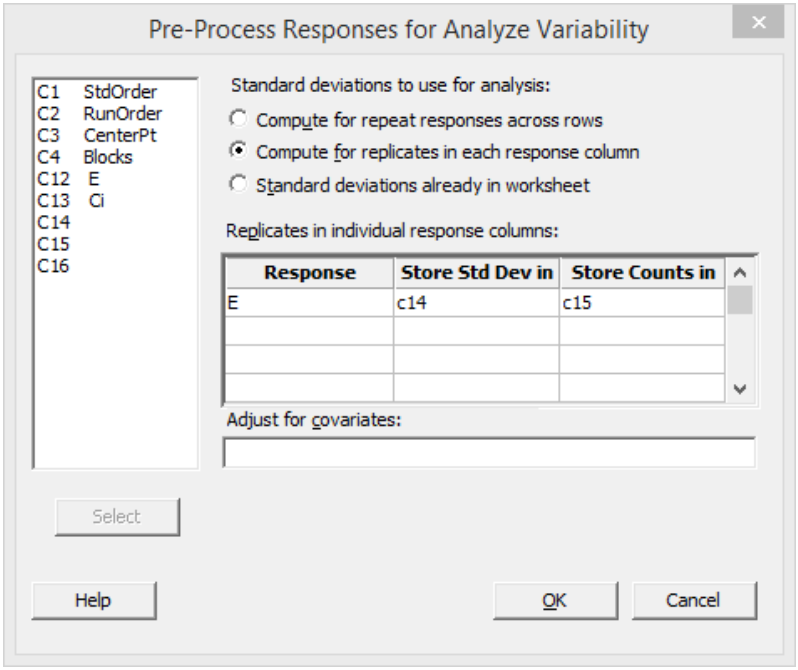
** اذا لم يكن هناك Replicates ، يجب ان يكوم عدد Response اثنين فاكثر وتختار في :Repeat response across rows of

** مكان حفظ Std Deviation (بين المتغيرين التابعين response) (مثلا C14).

** مكان حفظ (عدد المتغيرات التابعة في كل صف) ، (مثلا C15).

** مكان حفظ (الوسط الحسابي للمتغيرات التابعة في كل صف) ، (مثلا C16).

✓ Stat>DOE>Factorial>Pre-Process…

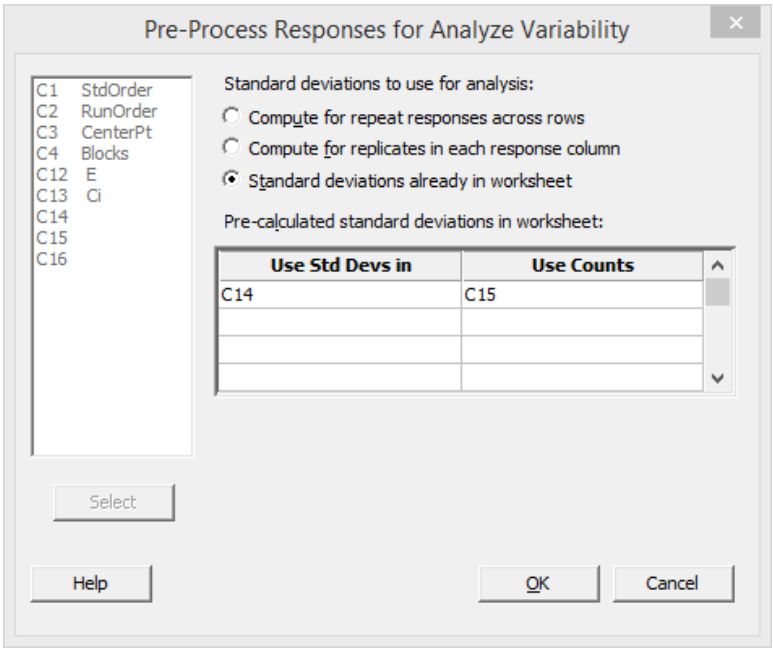


** في حال وجود Replicates (مثلا 2) ، ندخل مكان المتغير التابع في (Response).

** مكان حفظ Std Deviation (بين قيمتي Response للمشاهدات المعادة) (مثلا C14).

** مكان حفظ (عدد Replicates لكل مشاهدة) ، (مثلا C15).

✓ Stat>DOE>Factorial>Pre-Process…

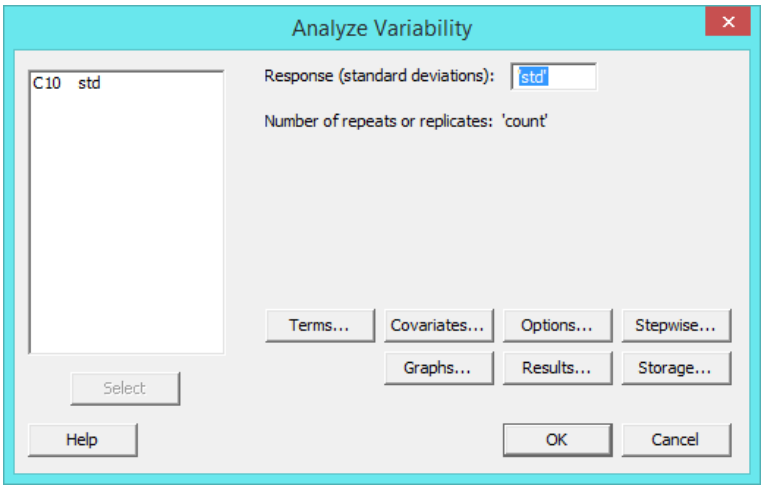


** مكان حفظ Std Deviation الذي تم حسابه مسبقا في عمود (مثلا C14).

** عدد Replicates لكل مشاهدة ، (مثلا 2).

تحليل التصميم العاملي (Analyze Factorial Design) : انظر *تحليل تصميم الفحص* السابق الذكر.

تحليل التباين في النموذج (Analyze variability) : **بالاعتماد على الخطوات التي تم اجراؤها في / استجابات ما قبل المعالجة لتحليل التباين/**



النتائج:

Analysis of Variability: std versus C; Ph; t

Method

Estimation Least squares

Analysis of Variance for Ln(std)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	11.8163	1.6880	*	*
Linear	3	9.5095	3.1698	*	*
C	1	0.2672	0.2672	*	*
Ph	1	2.0082	2.0082	*	*
t	1	6.5819	6.5819	*	*
2-Way Interactions	3	1.6565	0.5522	*	*
C*Ph	1	0.5970	0.5970	*	*
C*t	1	0.3079	0.3079	*	*
Ph*t	1	0.5725	0.5725	*	*
3-Way Interactions	1	0.6571	0.6571	*	*
C*Ph*t	1	0.6571	0.6571	*	*
Error	0	*	*		
Total	7	11.8163			

التالية تم التطرق لها اكثر من مره في تحليل ANOVA يمكن الرجوع اليها :

- ✓ Predict Y
- ✓ Factorial plot
- ✓ Contour plot
- ✓ Surface plot
- ✓ Overlaid contour plot
- ✓ Response optimizer

تصميم سطح الاستجابة (Response surface) :

انشاء تصميم سطح استجابة (Create response surface design):

تستخدم هذه الطريقة اذا كان الهدف من التجربة هو افضل الظروف التشغيلية . كما انها مفيدة في عمل تصاميم وتحليلها بحيث يكون المتغير التابع مهتم بالتاثر بعدة متغيرات واثرها عليها . كما ويستخدم اذا كان الباحث مهتم باحد الانواع (Central Composite, Box–Behnken, D–Optimal) في تصميم التجارب .

** تستخدم Central Composite : لإنشاء تصميم عاملي أو كسري (2–10 عوامل) يتضمن نقاطًا مركزية ، مضافًا إليها مجموعة من النقاط المحورية (تسمى أيضًا نقاط النجوم) التي تتيح تقدير الانحناء. عادة ما يستخدم ايضا بعد إجراء تجربة عاملية أو مجزأة وتحديد أهم العوامل في التجربة.

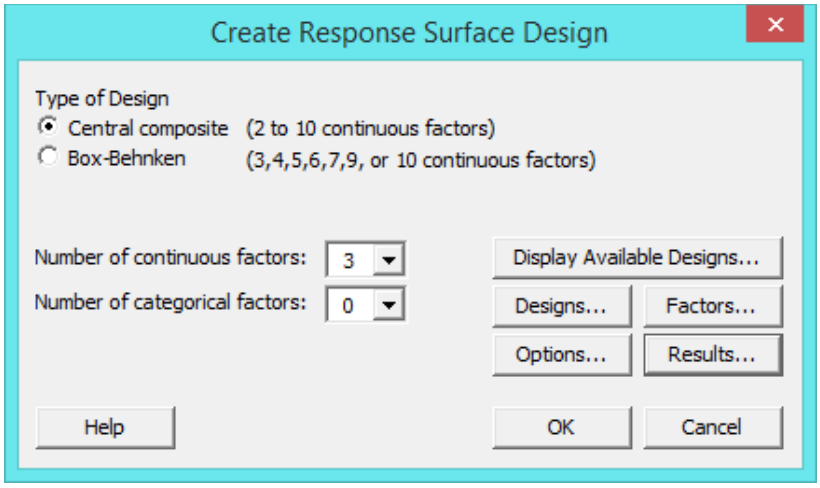
** يستخدم Box–Behnken : يستخدم لإنشاء تصميم سطح استجابة مع تركيبات معالجة تقع في منتصف حواف الفضاء التجريبي وثلاثة عوامل متصلة على الأقل. لا تحتوي تصميمات Box–Behnken على تصميم عاملي مضمن أو كسري. يستخدم في إنشاء تصميم سطح استجابة غير متسلسل .

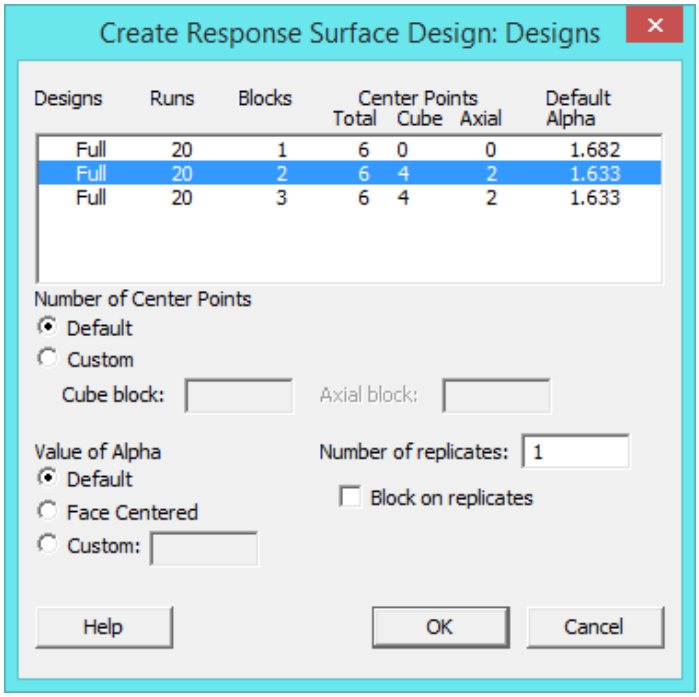
**هذا النوع يتضمن بشكل عام متغيرين إلى خمسة متغيرات فقط. يجب ان يكون للعامل مستوين فقط.

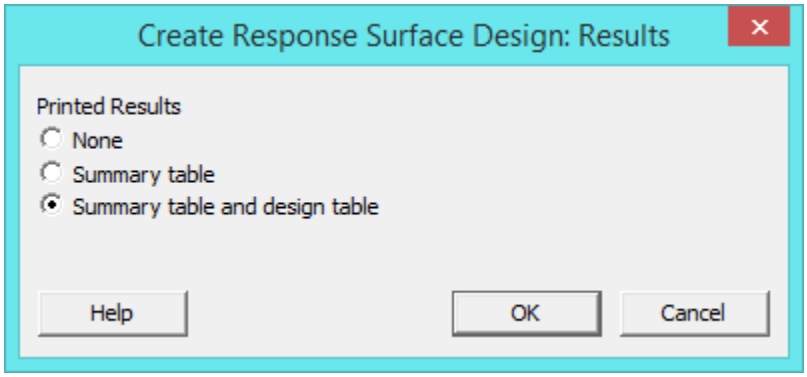
يمكن استخدام طرق الاستجابة السطحية في:

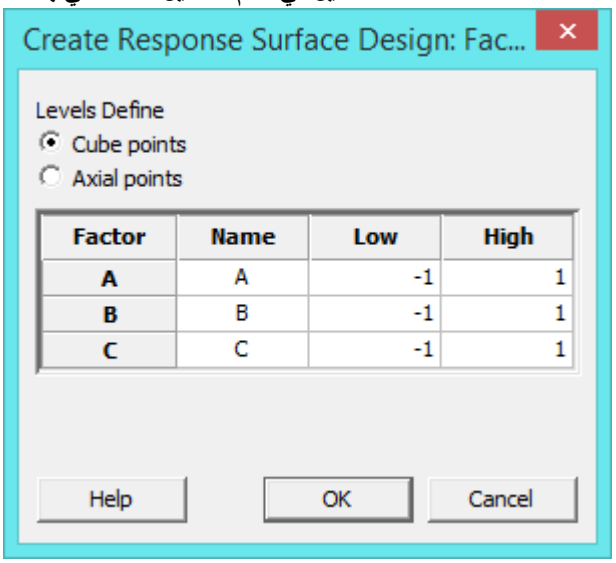
- ✓ إيجاد إعدادات العوامل (ظروف التشغيل) التي تنتج الاستجابة "الأفضل"
- ✓ البحث عن إعدادات العوامل التي تفي بمواصفات التشغيل أو المعالجة
- ✓ تحديد ظروف التشغيل الجديدة التي تنتج تحسنًا واضحًا في جودة المنتج التي حققتها الظروف الحالية
- ✓ هو نموذج للعلاقة بين العوامل الكمية والاستجابة .
- ✓ اذا كان بعض المتغيرات المستقلة (العوامل) متصلة وبعضها فئوية.
- ✓ **يستخدم هذا النوع من التصميم اذا كانت هناك علاقة تربيعية مع المتغير التابع(ان كانت العلاقة خطية نستخدم Factorial)**

مثال :


Create Response Surface Design
Type of Design
Central composite (2 to 10 continuous factors)
Box-Behnken (3,4,5,6,7,9, or 10 continuous factors)
Number of continuous factors: 3
Number of categorical factors: 0
Display Available Designs...
Designs...
Factors...
Options...
Results...
Help
OK
Cancel


Create Response Surface Design: Designs
Designs Runs Blocks Center Points Total Cube Axial Default Alpha
Full 20 1 6 0 0 1.682
Full 20 2 6 4 2 1.633
Full 20 3 6 4 2 1.633
Number of Center Points
Default
Custom
Cube block:
Axial block:
Value of Alpha
Default
Face Centered
Custom:
Number of replicates: 1
Block on replicates
Help
OK
Cancel


Create Response Surface Design: Results
Printed Results
None
Summary table
Summary table and design table
Help
OK
Cancel



النتائج :

	StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	A	B	C
1	7	1	1	1	-1.000	1.000	1.000
2	5	2	1	1	-1.000	-1.000	1.000
3	2	3	1	1	1.000	-1.000	-1.000
4	6	4	1	1	1.000	-1.000	1.000
5	8	5	1	1	1.000	1.000	1.000
6	1	6	1	1	-1.000	-1.000	-1.000
7	9	7	0	1	0.000	0.000	0.000
8	10	8	0	1	0.000	0.000	0.000
9	3	9	1	1	-1.000	1.000	-1.000
10	4	10	1	1	1.000	1.000	-1.000
11	11	11	0	1	0.000	0.000	0.000
12	12	12	0	1	0.000	0.000	0.000
13	17	13	-1	2	0.000	0.000	-1.633
14	16	14	-1	2	0.000	1.633	0.000
15	14	15	-1	2	1.633	0.000	0.000
16	18	16	-1	2	0.000	0.000	1.633
17	13	17	-1	2	-1.633	0.000	0.000
18	19	18	0	2	0.000	0.000	0.000
19	20	19	0	2	0.000	0.000	0.000
20	15	20	-1	2	0.000	-1.633	0.000

Central Composite Design

Design Summary

Factors:	3	Replicates:	1
Base runs:	20	Total runs:	20
Base blocks:	2	Total blocks:	2

α = 1.633

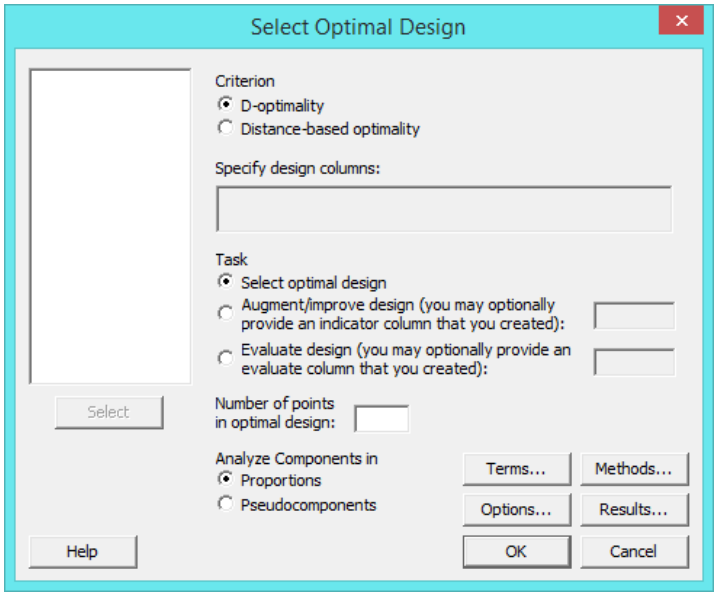
Two-level factorial: Full factorial

Point Types

Cube points:	8
Center points in cube:	4
Axial points:	6
Center points in axial:	2

اختيار التصميم الامثل (Select optimal design) :

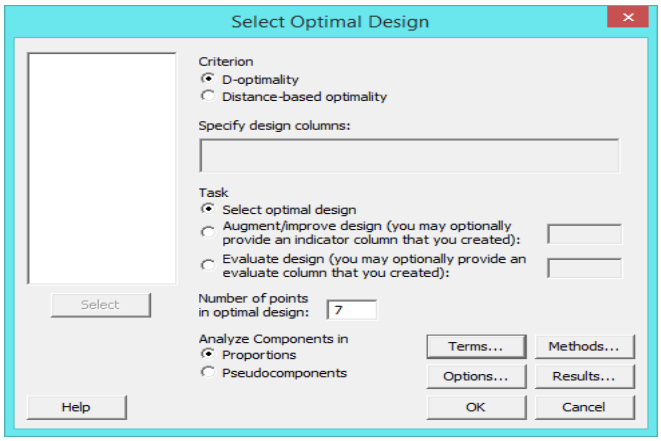
يستخدم لتحديد نقاط التصميم من مجموعة مرشحة لتحقيق التصميم الأمثل. تُستخدم عملية الاختيار هذه عادةً لتقليل عدد مرات التشغيل التجريبية. في كثير من الأحيان يحتوي التصميم كما اقترح أصلا على نقاط أكثر مما هو ممكن بسبب عامل الوقت أوقيود مالية (محددات لدواعي السلامه في العمل) . في حالة وجود مثل هذه القيود ، تصبح الحاجة لتحديد مجموعة فرعية من نقاط التصميم بطريقة مثلى . يمكن أيضًا تحديد التصميم الأمثل للحصول على تصميم (D–optimal)(Determinant–optimal design) حيث يوجد عدد نقاط التصميم في التصميم النهائي أكبر من عدد نقاط التصميم في التصميم المرشح. للتصميم القائم على المسافة (Distance based optimality) يجب أن يكون عدد النقاط في التصميم النهائي أقل من أو يساوي عدد النقاط المختلفة في المجموعة المرشحة.

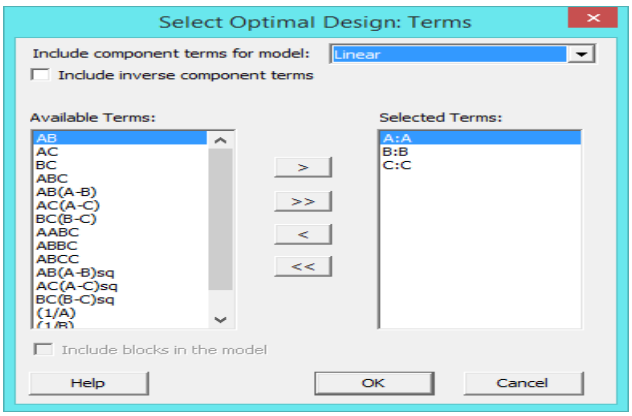


✓ يستخدم (Analyze components in) فقط في حال النموذج المختلط (Mixture) .

✓ انواع (الشروط) :

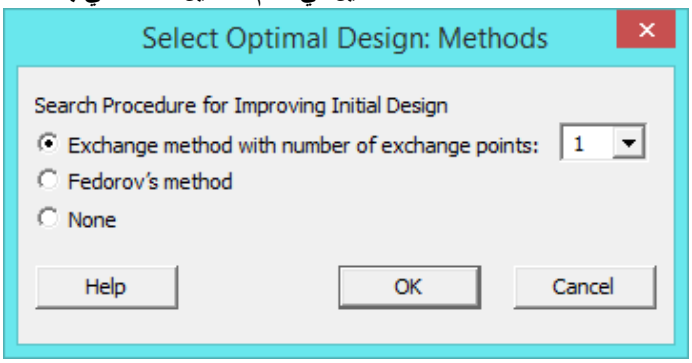
❖ D–optimality : (لا يمكن تنفيذه يدوي تحتاج الى برمجيات) يقلل من تفاوت معاملات الانحدار في النموذج.تحدد النموذج ، ثم يحدد MINITAB نقاط التصميم التي تلبي معيار D–optimal من مجموعة من النقاط المرشحة. تتكون عملية الاختيار من خطوتين: توليد تصميم أولي ، تحسين التصميم الأولي للحصول على التصميم النهائي



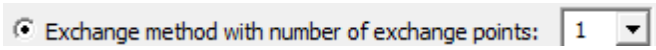


النتائج:

C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
A	B	C	StdOrder_1	RunOrder_1	Blocks_1	PtType_1
1	0	0	2	2	1	1
0	1	0	3	3	1	1
0	0	1	1	1	1	1
1	0	0	2	2	1	1
0	1	0	3	3	1	1
0	0	1	1	1	1	1
1	0	0	2	2	1	1



- Exchange method : يتم أولاً إضافة أفضل النقاط من المجموعة المرشحة ، ثم إسقاط أسوأ النقاط حتى لا يمكن تحسين D–Optimal بشكل أكثر، يمكنك تحديد عدد النقاط التي سيتم استبدالها من خلال

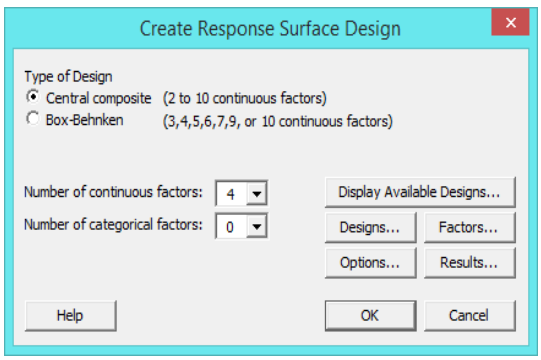


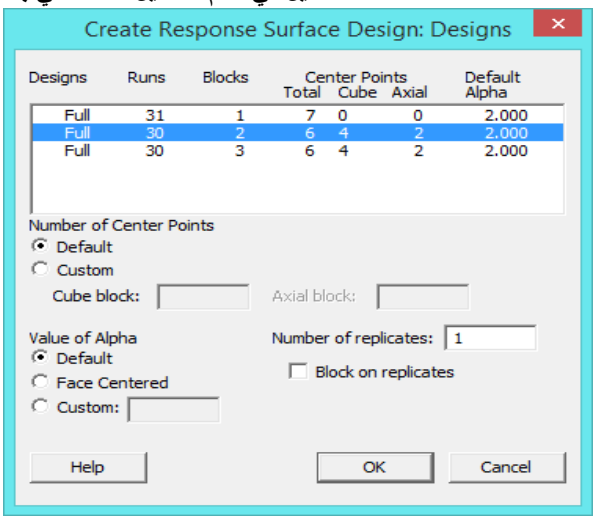
- Fedorov's : يتم تبديل أزواج من النقاط في نفس الوقت، حيث يتم إضافة نقطة واحدة من المجموعة المرشحة وإسقاط نقطة أخرى . التبديل هنا يؤدي إلى أقصى قدر من التحسين في Optimal –D ، وتستمر هذه العملية حتى لا يمكن تحسين التصميم بشكل أكبر.
- None : يكون التصميم النهائي هو نفسه التصميم الأولي.

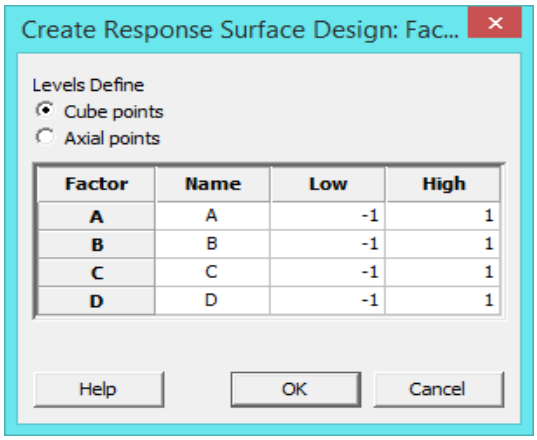
❖ Distance–based optimality : اذا كنت لا ترغب في تحديد نموذج مقدمًا ، فإن الاستراتيجية الجيدة هي نشر نقاط التصميم بشكل موحد فوق مساحة التصميم. في هذه الحالة ، توفر الطريقة القائمة على المسافة حلاً واحدًا لاختيار نقاط التصميم. تقوم الخوارزمية المثالية القائمة على المسافة بتحديد نقاط التصميم من مجموعة مرشحة ، هكذا يتم توزيع النقاط بالتساوي على مساحة التصميم. MINITAB يختار نقطة المرشح مع أكبر مسافة إقليدية من نقطة الأصل (Response surface design) أو النقطة الأقرب إلى مكون خليط (Mixture design) كنقطة انطلاق. ثم يضيف MINITAB تصميمًا إضافيًا للنقاط بطريقة متدرجة بحيث تكون كل نقطة جديدة بعيدة قدر الإمكان عن النقاط الموجودة التي تم اختيارها. لا يوجد بديل ولا يوجد تكرارات في التصاميم القائمة على المسافة.

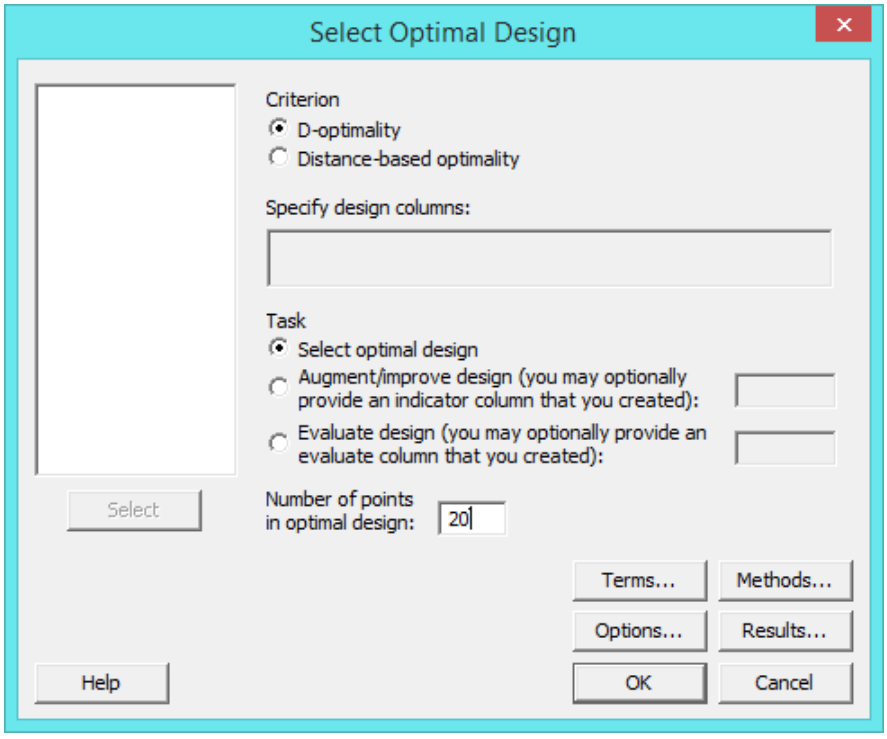
مثال :

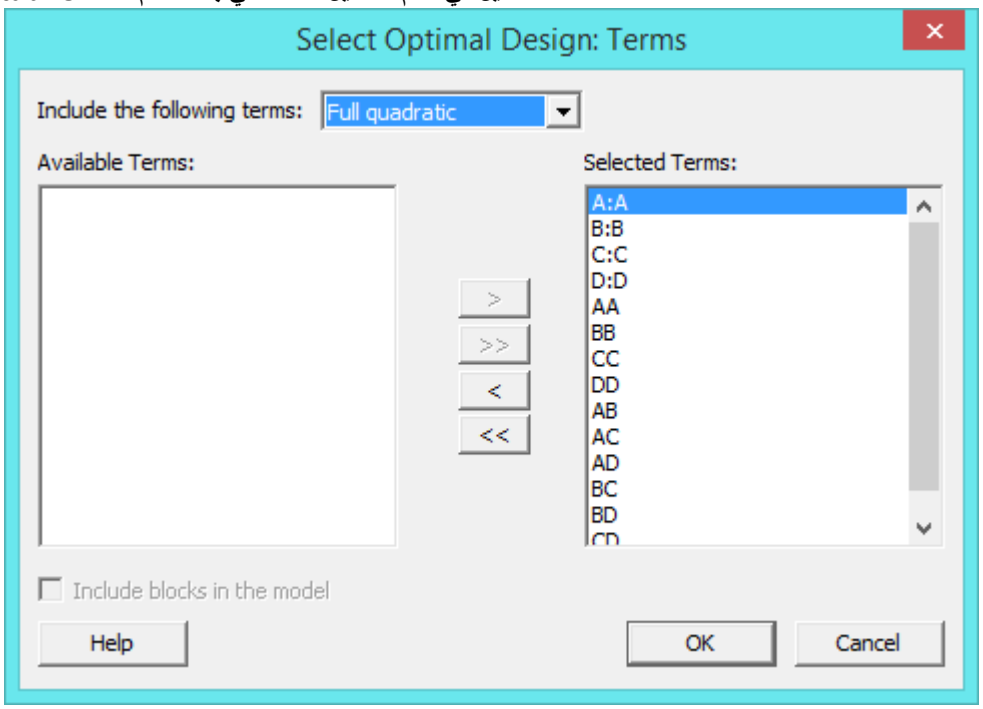
اراد احد المهندسين إجراء تجربة لتعظيم زيادة نمو البلورات ، فقام بتحديد اربعة متغيرات (الوقت :الذي تتعرض فيه البلورات لمحفز ، ودرجة الحرارة: في الحجرة ، الضغط :داخل الحجرة ، نسبة المحفز في الهواء: داخل الحجرة) التي تؤثر في تباين معدل نمو البلورة. قام بإنشاء (Central composite design) لأربعة عوامل مع قالبين (القوالب تمثل اليومين اللذين اجريت فيهما التجربة). هذا التصميم الذي يحتوي على (30) نقطة تصميم ، هو من نوع Optimal –D. تقيد الموارد المتاحة عدد نقاط التصميم التي يمكن تضمينها في التجربة إلى (20). المطلوب تصميم D–optimal الذي يقلل من عدد نقاط التصميم.




Create Response Surface Design: Designs
Designs Runs Blocks Center Points Total Cube Axial Default Alpha
Full 31 1 7 0 0 2.000
Full 30 2 6 4 2 2.000
Full 30 3 6 4 2 2.000
Number of Center Points
Default
Custom
Cube block:
Axial block:
Value of Alpha
Default
Face Centered
Custom:
Number of replicates: 1
Block on replicates
Help
OK
Cancel


Create Response Surface Design: Fac...
Levels Define
Cube points
Axial points
Factor Name Low High
A A -1 1
B B -1 1
C C -1 1
D D -1 1
Help
OK
Cancel


Select Optimal Design
Criterion
D-optimality
Distance-based optimality
Specify design columns:
Task
Select optimal design
Augment/improve design (you may optionally provide an indicator column that you created):
Evaluate design (you may optionally provide an evaluate column that you created):
Select
Number of points in optimal design: 20
Terms...
Methods...
Options...
Results...
Help
OK
Cancel



النتائج :

	StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	A	B	C	D
1	4	1	1	1	1	1	-1	-1
2	5	8	1	1	-1	-1	1	-1
3	9	9	1	1	-1	-1	-1	1
4	16	20	1	1	1	1	1	1
5	23	25	-1	2	0	-2	0	0
6	21	24	-1	2	-2	0	0	0
7	22	27	-1	2	2	0	0	0
8	27	21	-1	2	0	0	0	-2
9	26	26	-1	2	0	0	2	0
10	28	22	-1	2	0	0	0	2
11	25	29	-1	2	0	0	-2	0
12	2	3	1	1	1	-1	-1	-1
13	7	10	1	1	-1	1	1	-1
14	11	13	1	1	-1	1	-1	1
15	14	18	1	1	1	-1	1	1
16	4	1	1	1	1	1	-1	-1
17	5	8	1	1	-1	-1	1	-1
18	9	9	1	1	-1	-1	-1	1
19	16	20	1	1	1	1	1	1
20	24	23	-1	2	0	2	0	0

Optimal Design

Response surface design selected according to D-optimality

Number of candidate design points: 30
Number of design points in optimal design: 20

Model terms

Block A B C D AA BB CC DD AB AC AD BC BD CD

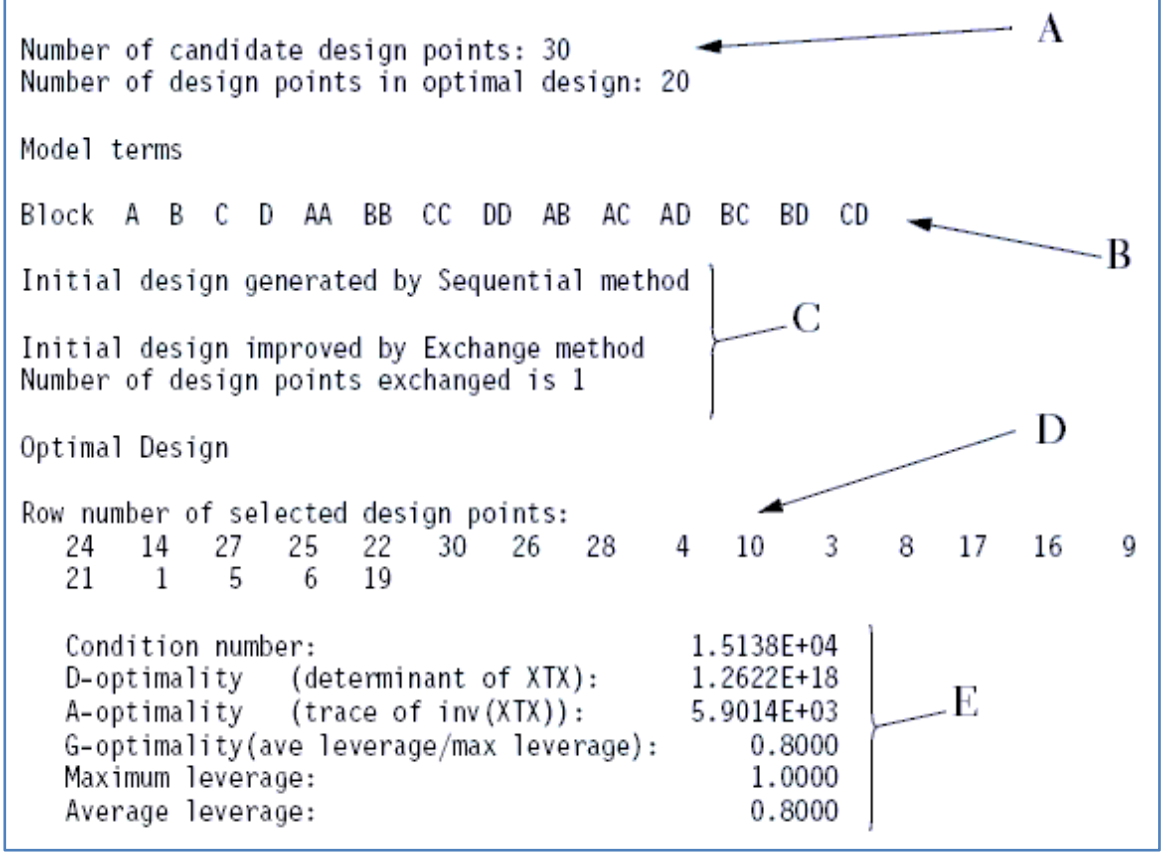
Initial design generated by Sequential method

Initial design improved by Exchange method
Number of design points exchanged is 1

Optimal Design

Row number of selected design points:
24 14 27 25 22 30 26 28 4 10 3 8 17 16 9
21 1 5 6 19

Condition number:	1.5138E+04
D-optimality (determinant of XTX):	1.2622E+18
A-optimality (trace of inv(XTX)):	5.9014E+03
G-optimality(ave leverage/max leverage):	0.8000
Maximum leverage:	1.0000
Average leverage:	0.8000



التحليل :

يحتوي التحليل النقاط التالية:

- ✓ يمثل A : ملخص لتصميم D–optimal الذي تم الحصول عليه من اختيار (20) نقطة من النقاط المرشحة وعددها(30).
- ✓ يمثل B : القالب الذي تم اختياره (A, B, C, D,AA, …) في خطوة (Terms) والذي يمثل معادلة من الدرجة الثانية (Full quadratic)
- ✓ يمثل C: ملخص للطريقة التي تم بها إنشاء التصميم الأولي وما إذا كان لم يطلب تحسين ، هنا استخدمت طريقة التبادل (باستخدام نقطة تصميم واحدة) لتحسين التصميم الأولي.
- ✓ D: نقاط التصميم المختارة بالترتيب الذي تم اختيارها، تحدد الأرقام المعروضة صف من نقاط التصميم في ورقة العمل الأصلية.
- ✓ E: يعرض بعض مقاييس المثالية لتقليل التباين. يمكن استخدام هذه المعلومات لمقارنة التصاميم.

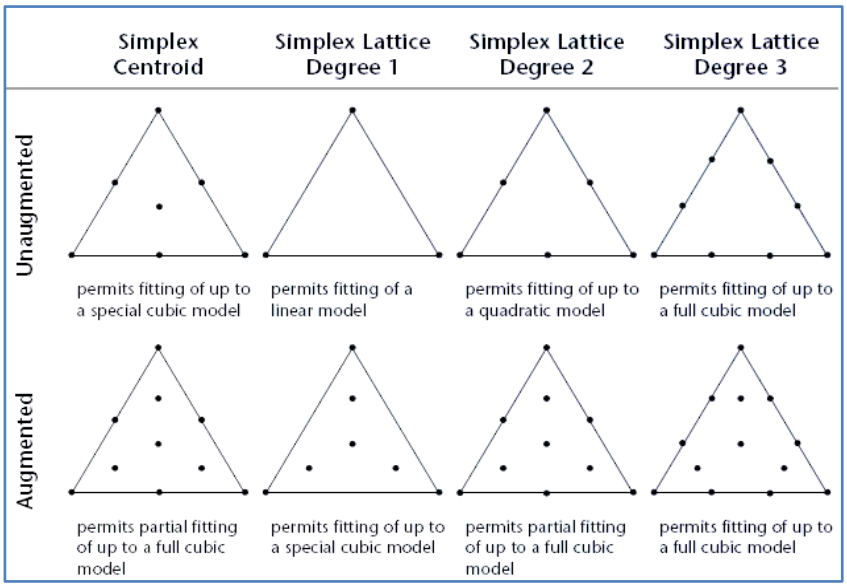
التالية تم التطرق لها اكثر من مره في عدة اماكن يمكن الرجوع اليها وهي :

- ✓ Analyze response surface design
- ✓ Predict Y
- ✓ Factorial plot
- ✓ Contour plot
- ✓ Surface plot
- ✓ Overlaid contour plot
- ✓ Response optimizer

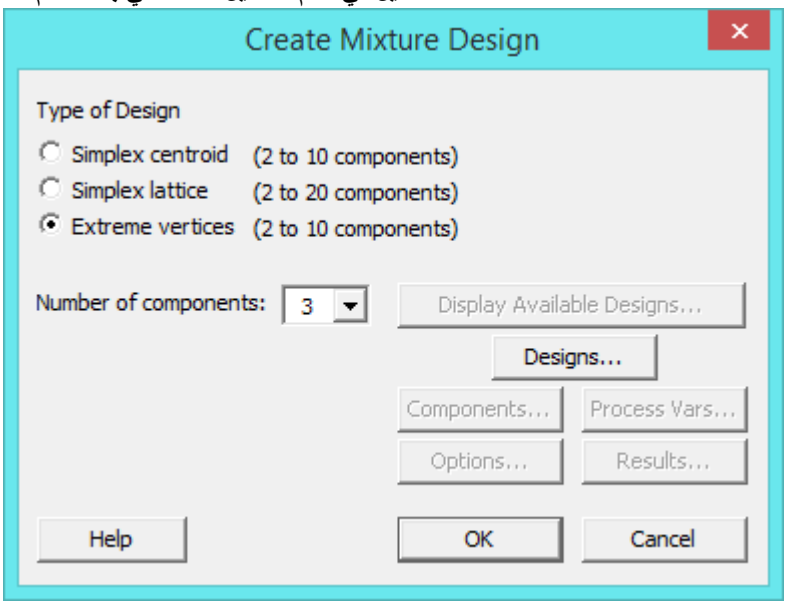
النموذج الخليط (Mixture) :

بناء نموذج خليط (Create mixture design) :

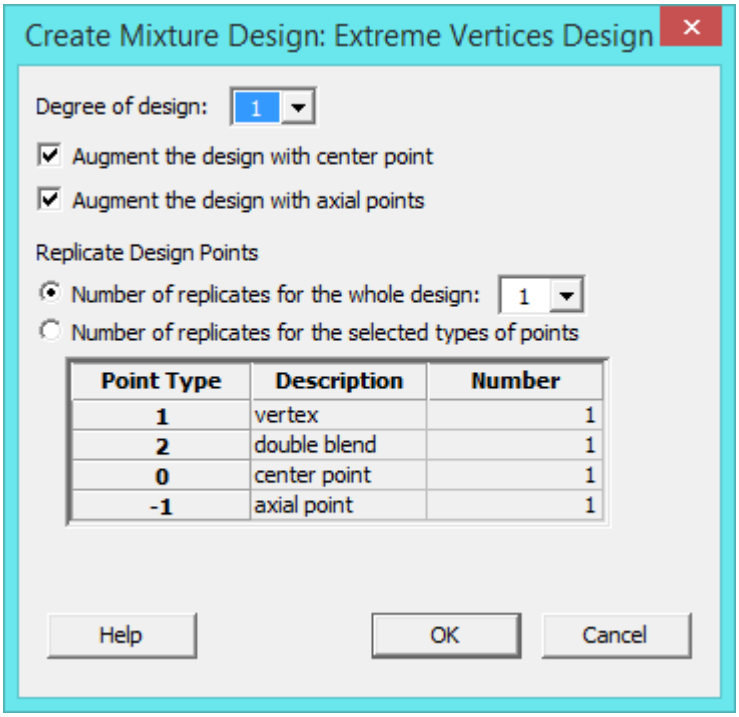
- ✓ يستخدم هذا النوع من النماذج لمعرفة مقدار النسب من العوامل التي تدخل في تكوين منتج على شكل خليط.
- ✓ Simplex centroid : يستخدم لتحديد درجة الأبعاد المركزية التي يتم تضمينها في التصميم (النقطة المركزية center point: ترتبط نقطة المركز بالمزيج الذي يتم فيه ادخال جميع المكونات بنسب متساوية ، النقطة المحورية axial point: هي مزيج كامل خاص يقع في منتصف المسافة بين نقطة المركز والرأس).
- ✓ Simple lattice : يستخدم لتحديد درجة كيفية إنشاء النقاط على كل حدود مساحة التصميم .
- ✓ Extrem vertices : يستخدم لتحديد درجة ماهية الأبعاد المركزية التي يتم تضمينها في التصميم (1: يحدد القمم فقط ، 2: يحدد القمم ونقاط مراكز الحواف ، 3: يحدد القمم ، ونقاط مراكز الحواف ، ونقط مراكز الوجه).
- ✓ يفضل استخدام هذ الخيار دائما Extreme vertices (2 to 10 components)
- ✓ بعد اختيار عدد Components يتم اختيار شاشة Design ثم شاشة Components ثم شاشة Process Vars. ثم Options .

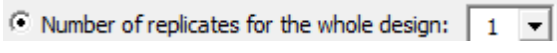


مثال :



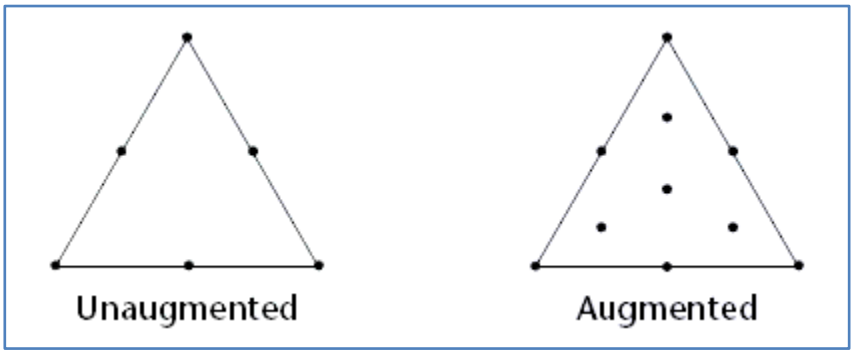
** ينصح باستخدام الخيار Extreme vertices .



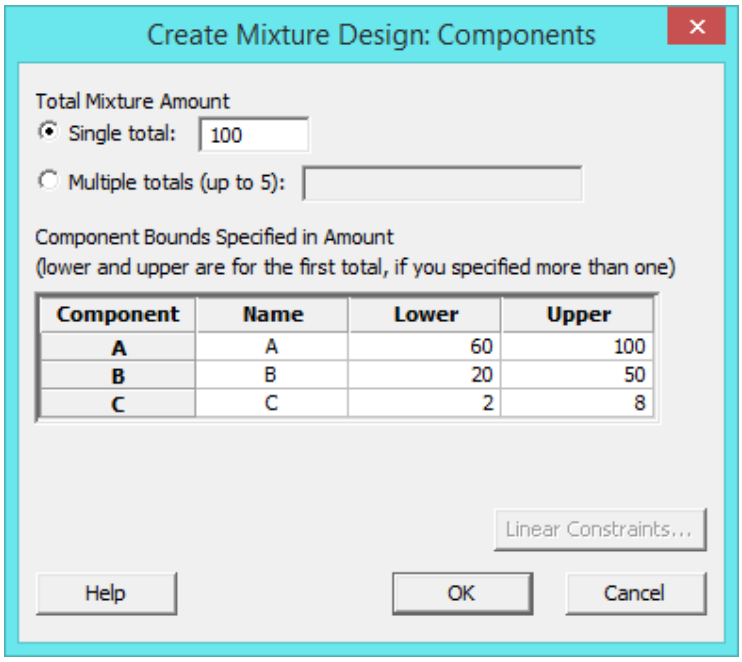
- ✓ الخيارين (Degree of design, Augment the design with center point) تستخدم مع (simplex lattice, extreme vertices) فقط.
- ✓ ياخذ عدد مرات التكرار لجميع النموذج القيم من (1–50) 
- ✓ يمكن اختيار عدد مرات التكرار لنقاط محدده في التصميم من خلال الخيار

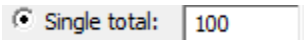
Number of replicates for the selected types of points

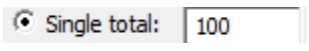
Point Type	Description	Number
1	vertex	1
2	double blend	1
3	triple blend	1
0	center point	1
-1	axial point	1



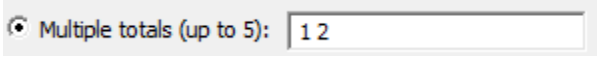
✓ عند زيادة عند النقاط (Augment) يصبح الشكل اكثر دقة واكثر تعقيدا ، في الشكل على اليمين كان عدد المكونات (Component) مساو للعدد(3).



✓ يتم اختيار قيمة اكبر من اي قيمة (Lower) او (Upper) في التصميم في القيمة 

او يمكن جمع جميع القيم في Upper ووضع النتائج في القيمة 

✓ يجب ان تكون قيمة Lower اقل من قيمة Upper دائما وتكون قيم موجبه.

✓ اذا تم اختيار 

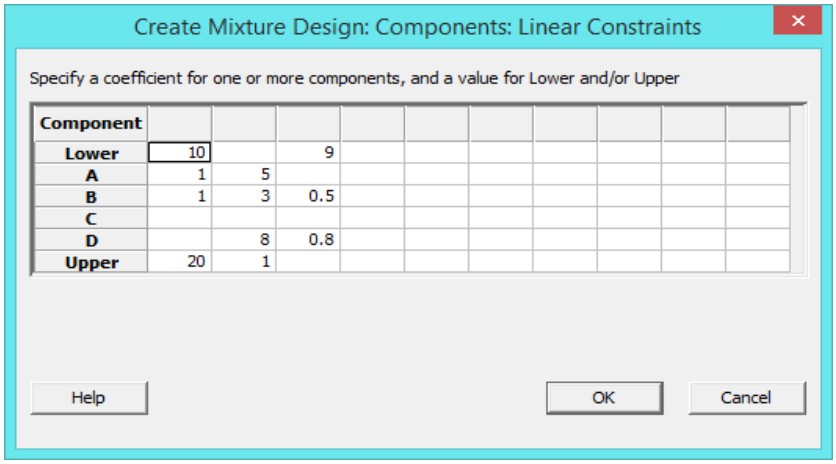
فيكون مجموع كل Lower يساوي القيمة(1) كما هي في المربع ومجموع كل Upper يساوي القيمة (2) كما هي في المربع ، على ان تكون قيمة Lower دائما اقل من قيمة Upper.

- ✓ يمكن تغيير الاسماء في Name.
- ✓ يمكن ادخال معادلات تبين المعاملات نسب استخام العامل عن غيره من العوامل من خلال النقر على

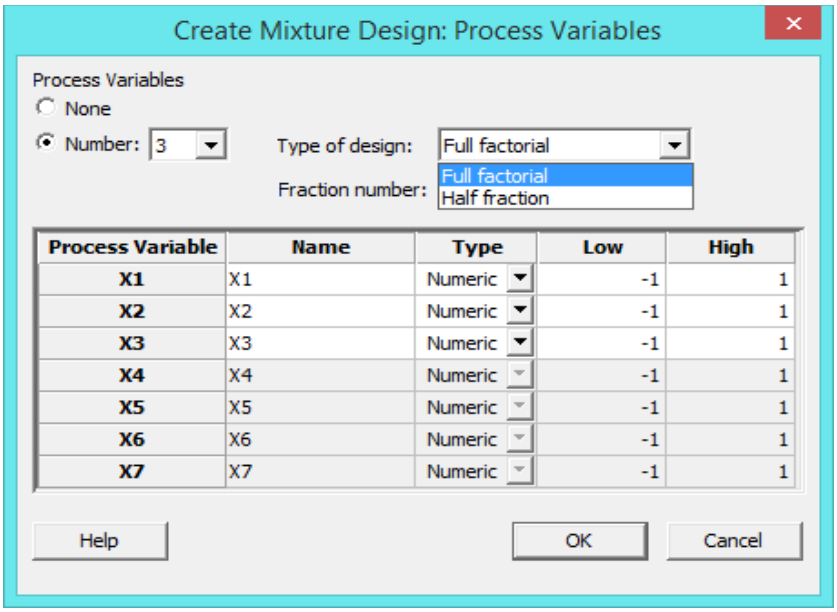
Linear Constraints...

Condition	Lower Value	Coefficients A	B	C	D	Upper Value
$A + B \geq 10$ and $A + B \leq 20$	10	1	1			20
$5A + 3B + 8D \leq 0.1$		5	3		8	0.1
$0.5B + 0.8D \geq 0.9$	0.9		0.5	0.8		

- ✓ على سبيل المثال احد النماذج يحتوي على اربعة عوامل (A, B, C, D) يمكن ادخال المعاملات كما يلي



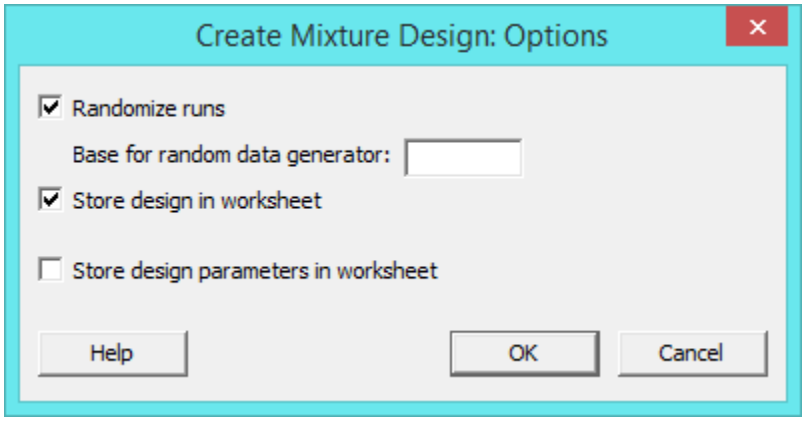
- ✓ المربع الفارغ المقابل لقيم لمعاملات المتغيرات يدل على ان المعامل يساوي (0).



- ✓ متغيرات المعالجة (Process Variables) هي متغيرات ضمن النموذج الكلي ولكنها ليست جزء من Mixture ولكنها يمكن ان تثثر على خصائص المزيج .
- ✓ يمكن اضافة عدد اقل من او يساوي (7) من متغيرات المعالجة.
- ✓ على سبيل المثال في تجربة تضم (3) مكونات و (2) من متغيرات المعالجة لتجربة من النوع (Full design) تضم (28) تنفيذ/ سجل في ورقة العمل .
- ✓ تضاف الاعمدة ... X1, X2, في ورقت العمل.
- ✓ نوع التجربة (Type of design) يتحكم به عدد متغيرات المعالجة:

Number of process variables	Type of factorial design				
	full	1/2 fraction	1/4 fraction	1/8 fraction	1/16 fraction
one	x				
two	x				
three	x	x			

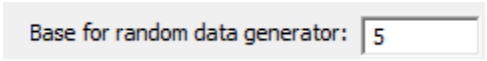
Number of process variables	Type of factorial design				
	full	1/2 fraction	1/4 fraction	1/8 fraction	1/16 fraction
four	x	x			
five	x	x	x		
six	x	x	x	x	
seven	x	x	x	x	x



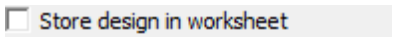
- ✓ يفضل تفعيل Randomize runs لتجنب اثر العوامل الاخرى التي تدخل احيانا في النموذج مثل : الوقت.
- ✓ هناك حالات يؤدي فيها التوزيع العشوائي إلى ترتيب تشغيل غير مرغوب فيه. على سبيل المثال ، في التطبيقات الصناعية ، قد يكون من الصعب أو المكلف تغيير مستويات المكونات. أو بعد تغيير مستويات المكونات ، قد يستغرق النظام وقتًا طويلاً للعودة إلى حالة مستقرة في ظل هذه الظروف ، قد لا ترغب في جعل التصميم عشوائيًا من أجل التقليل من تغييرات المستوى.

StdOrder	RunOrder
3	1
10	2
25	3
20	4

- ✓ StdOrder : يوضح ترتيب التنفيذ في التجربة إذا كان تنفيذ التجربة يتم بالترتيب القياسي (الطبيعي غير العشوائي).
- ✓ RunOrder : يوضح ترتيب التنفيذ في التجربة إذا كان تنفيذ التجربة يتم بالشكل العشوائي.
- ✓ اذا لم يتم تفعيل Random سيكون العمودان متشابهان.
- ✓ اذا اردت اعادة تنفيذ التجربة مع الحفاظ على ترتيب محتويات العمودين فيجب في شاشة Options تفعيل :



- ✓ حتى يتم لاحقا تحليل النموذج يجب ان يكون الامر في شاشة Options كما هو مبين

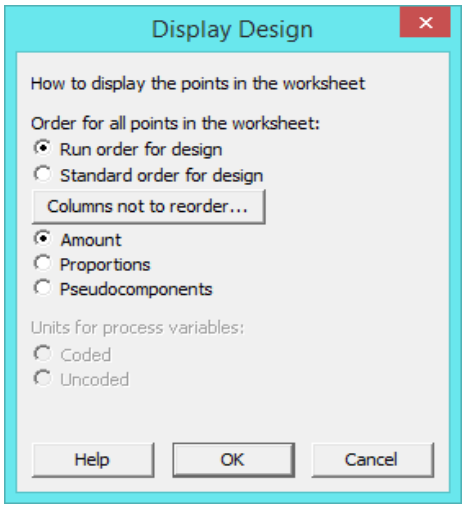
اما اذا اردت فقط الاطلاع على الشكل لتقوم بالتغيير حتى تصل الى الشكل المطلوب (ولا يتم حفظه في ورقة العمل) فيجب ان يكون الخيار  .

StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks
2	1	1	1
4	2	0	1
1	3	1	1
5	4	-1	1

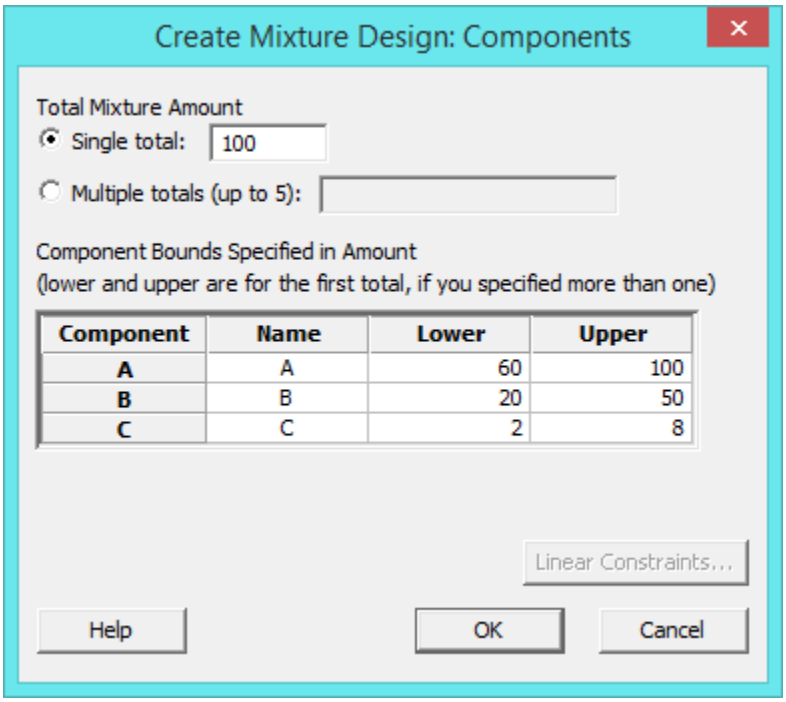
- ✓ PtType : يقوم بحفظ تمثيل رقمي لنوع نقطة التصميم.
- ✓ Blocks : يحفظ رقم متغير القالب في ورقة العمل . عندما لا يحتوي التصميم على قالب يتم تعيين جميع قيم الأعمدة إلى قيمة (1).

<u>التحكم في عرض النموذج (Display design)</u> :

بعد ان يتم بناء النموذج يمكن تغيير الطريقة التي يتم فيها حفظ المتغيرات والسجلات المنشاة في ورقة العمل ، ويمكن ذلك من خلال :



- ✓ Order for all point : التحكم في ترتيب التنفيذ (قياسي ، عشوائي) / تم شرحه سابقا.
- ✓ Proportions : التعبير عن المكونات بكميات أو نسب أو مكونات "وهمية "
- ✓ المكونات الوهمية (pseudocomponents) : تغير منطقة البيانات المشروطه بالحد الادنى بحيث يكون الحد الأدنى المسموح به (الحد الأدنى) لكل مكون هو صفر. هذا يجعل التصميم المقيد في المكونات الوهمية مشابه للتصميم غير المقيد بالنسب.
- ✓ في شاشة



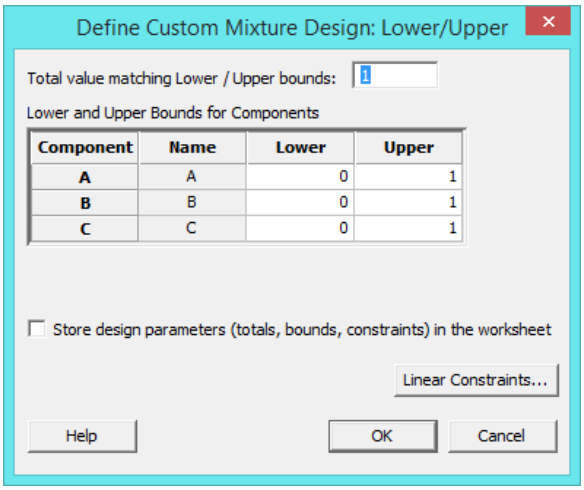
Total mixture	Lower bounds	Equivalent scales
equal to 1	0	amounts proportions pseudocomponents
equal to 1	greater than 0	amounts proportions
not equal to 1	0	proportions pseudocomponents
not equal to 1	greater than 0	none

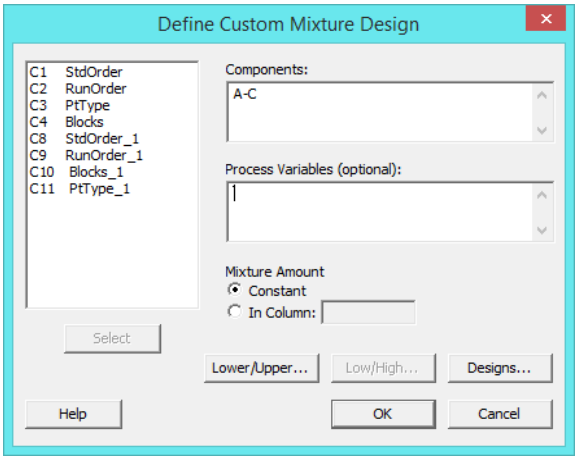
مثال ذلك :

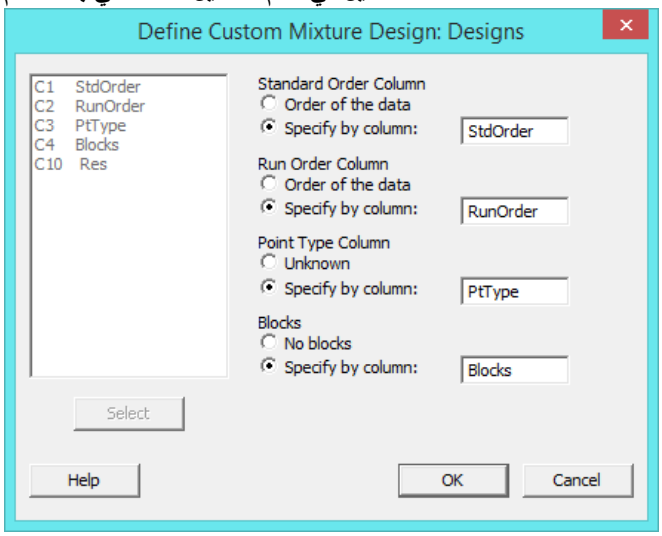
Amounts		Proportions		Pseudocomponents	
X1	X2	X1	X2	X1	X2
50	0	1.0	0.0	1.0	0.0
20	30	0.4	0.6	0.0	1.0
35	15	0.7	0.3	0.5	0.5

ضبط مخصص لبناء النموذج (Define custom mixture design) :

يتم في هذا الاجراء استخدام بيانات محفوظة في ورقة العمل ، او عند تعديل اي من البيانات في ورقة العمل بعد بناء النموذج فيتم اعادة بناء النموذج من خلال الضبط المخصص وتغيير بعض المدخلات مثل قيم (Lower, Upper).







اختيار النموذج الامثل (Select optimal design) :

قم بمراجعة (اختيار النموذج الامثل في النوع Surface design السابق الذكر.

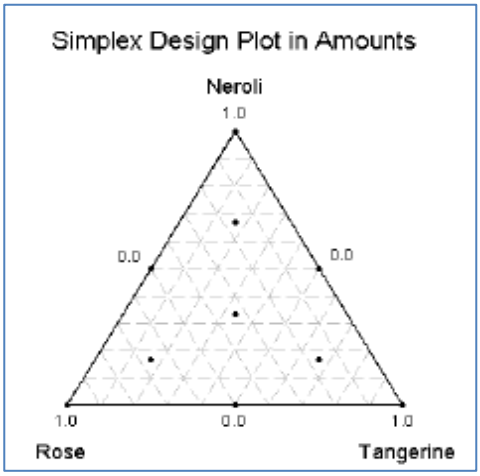
مخطط تصميم بسيط (Simplex design plot) :

يمكنك استخدام مخطط تصميم بسيط لتصميم الخليط (أو شريحة من التصميم) ، إذا كان لديك أكثر من ثلاثة عوامل ، يرسم نقاط التصميم على مثلث محاور. يمكنك رسم ما يلي:

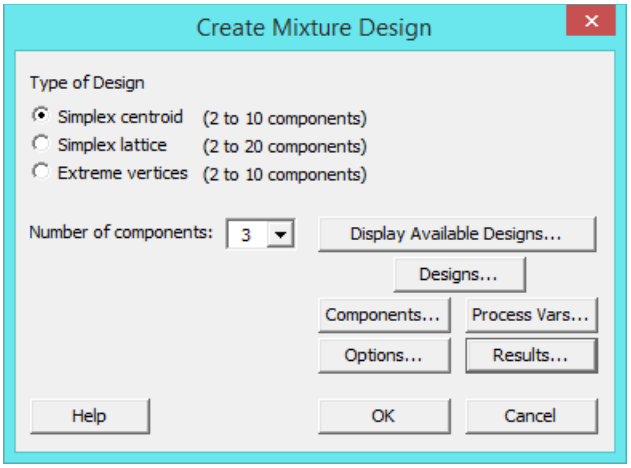
- المكونات فقط
- المكونات ومتغيرات المعالجات
- المكونات والمتغيرات الكمية

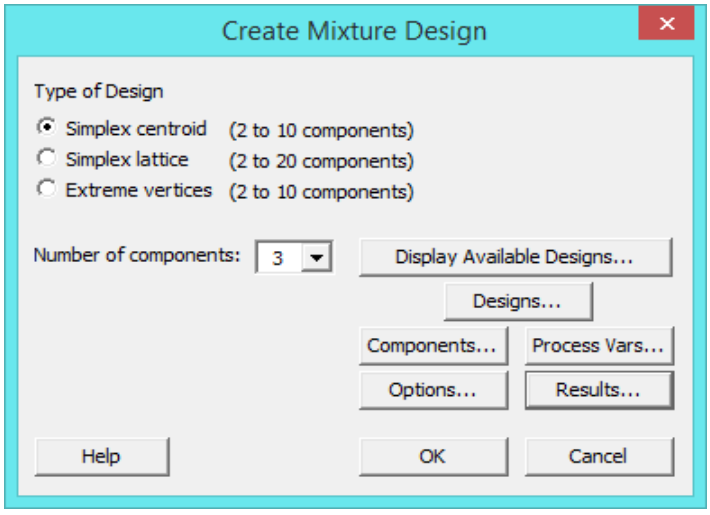
مثال :

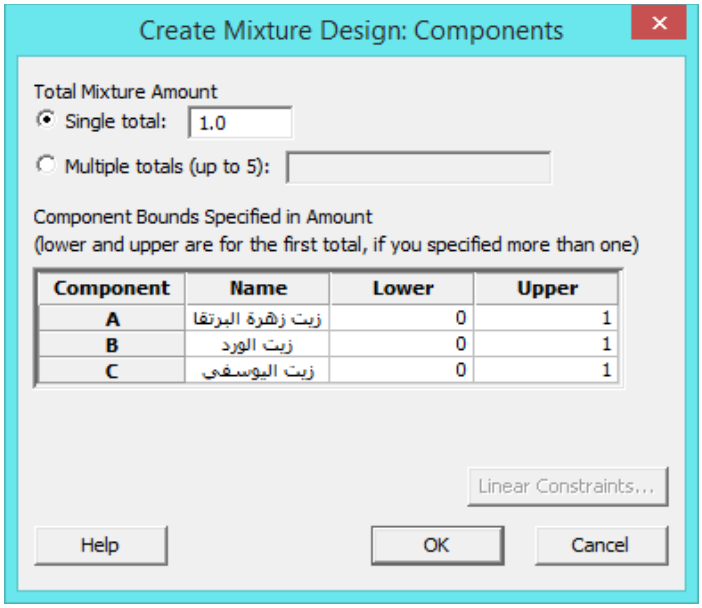
قم بإنشاء مخطط تصميم بسيط لدراسة كيفية تؤثر نسب ثلاثة مكونات في مزيج مزيل الروائح من الأعشاب المنزلية وقبول المنتج على أساس الرائحة. المكونات الثلاثة هي زيت زهر البرتقال وزيت الورد وزيت اليوسفي .

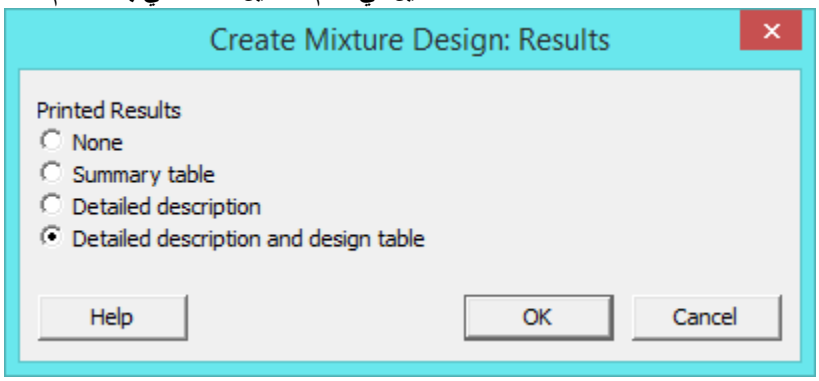


** يجب انشاء النموذج اولا من (Create mixture design) .









النتائج :

	RunOrder	PtType	Blocks	زيت زهرة البرتقال	زيت الورد	زيت اليوسفى
1	1	-1	1	0.66667	0.16667	0.16667
2	2	2	1	0.00000	0.50000	0.50000
3	3	-1	1	0.16667	0.66667	0.16667
4	4	1	1	0.00000	0.00000	1.00000
5	5	2	1	0.50000	0.50000	0.00000
6	6	-1	1	0.16667	0.16667	0.66667
7	7	0	1	0.33333	0.33333	0.33333
8	8	2	1	0.50000	0.00000	0.50000
9	9	1	1	0.00000	1.00000	0.00000
10	10	1	1	1.00000	0.00000	0.00000

Simplex Centroid Design

Design Summary

Components:	3	Design points:	10
Process variables:	0	Design degree:	3

Mixture total: 1.00000

Number of Boundaries for Each Dimension

Point Type	1	2	0
Dimension	0	1	2
Number	3	3	1

Number of Design Points for Each Type

Point Type	1	2	3	0	-1
Distinct	3	3	0	1	3
Replicates	1	1	0	1	1
Total number	3	3	0	1	3

Bounds of Mixture Components

	Amount		Proportion		Pseudocomponent	
Comp	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper
A	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000
B	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000
C	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000

Design Table (randomized)

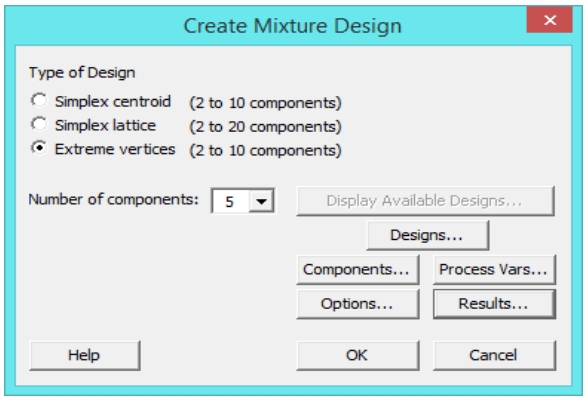
Run	Type	A	B	C
1	-1	0.6667	0.1667	0.1667
2	2	0.0000	0.5000	0.5000
3	-1	0.1667	0.6667	0.1667
4	1	0.0000	0.0000	1.0000
5	2	0.5000	0.5000	0.0000
6	-1	0.1667	0.1667	0.6667
7	0	0.3333	0.3333	0.3333
8	2	0.5000	0.0000	0.5000
9	1	0.0000	1.0000	0.0000
10	1	1.0000	0.0000	0.0000

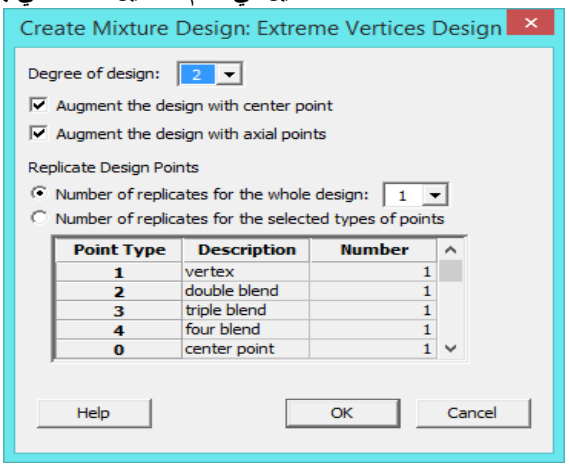
التحليل :

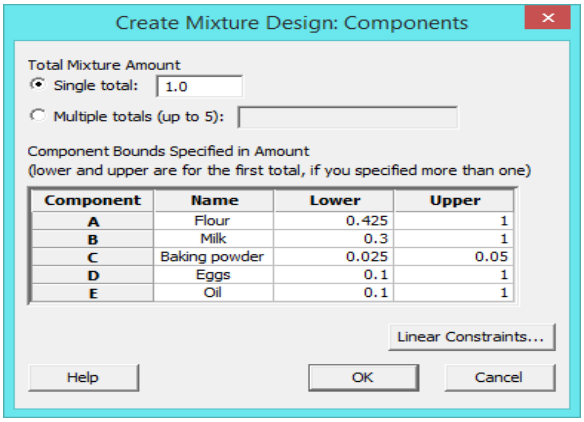
يوفر التصميم سبعة مرات من التنفيذ ؛ يضيف النظام ثلاثة من التنفيذات عليها ليصبح ما مجموعه عشرة من التنفيذات. يظهر العرض الوصف التفصيلي وجداول البيانات نسب المكونات التي استخدمت لإنشاء عشر من التنفيذات من الخليط. مثال: تم تكوين أول مزيج بكميات متساوية من زيت الورد (0.1667) وزيت اليوسفي (0.1667) وزيت زهرة البرتقال ما يصل إلى (0.6667) .

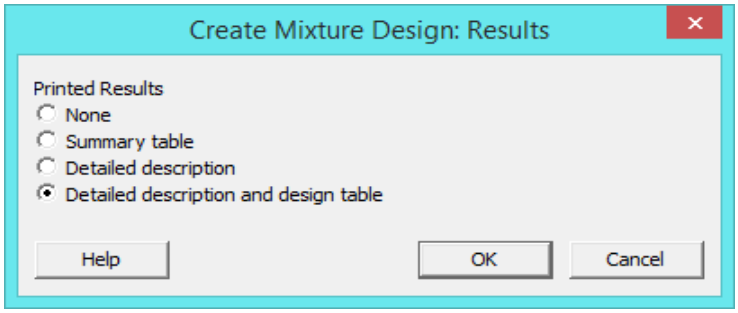
مثال :

في تجربة لتحديد نسب الدقيق والحليب ومسحوق الخبز والبيض والزيت في مزيج فطيرة من شأنها أن تنتج منتجًا مثاليًا يعتمد على الذوق. يتم وضع شروط على النسب لتقييد التصميم عن طريق الحدود الدنيا والعليا لأن المزيج الذي يحتوي على نسب زائد او ناقصه لن يجعل مسحوق الخبز يفي بمتطلبات الذوق ، المطلوب انشاء نموذج خليط من الدرجة الثانية.









النتائج:

	StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	Flour	Milk	Baking powder	Eggs	Oil
1	25	1	0	1	0.434375	0.309375	0.03750	0.109375	0.109375
2	20	2	2	1	0.462500	0.300000	0.03750	0.100000	0.100000
3	29	3	-1	1	0.442187	0.304688	0.04375	0.104688	0.104688
4	32	4	-1	1	0.429687	0.304688	0.03125	0.129688	0.104688
5	22	5	2	1	0.437500	0.300000	0.05000	0.112500	0.100000
6	31	6	-1	1	0.429687	0.317188	0.04375	0.104688	0.104688
7	13	7	2	1	0.425000	0.325000	0.02500	0.100000	0.125000
8	4	8	1	1	0.450000	0.300000	0.05000	0.100000	0.100000
9	19	9	2	1	0.450000	0.300000	0.02500	0.125000	0.100000
10	14	10	2	1	0.425000	0.325000	0.02500	0.125000	0.100000
11	27	11	-1	1	0.429687	0.304688	0.04375	0.104688	0.117188

** حجم السجلات (33) .

Extreme Vertices Design

Design Summary

Components:	5	Design points:	33
Process variables:	0	Design degree:	2

Mixture total: 1.00000

Number of Boundaries for Each Dimension

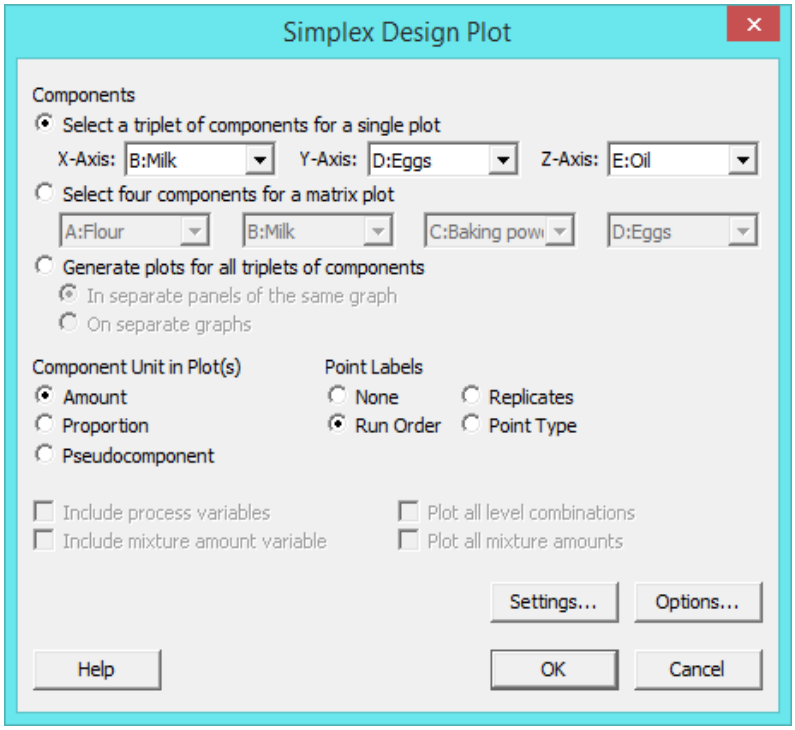
Point Type	1	2	3	4	0
Dimension	0	1	2	3	4
Number	8	16	14	6	1

Number of Design Points for Each Type

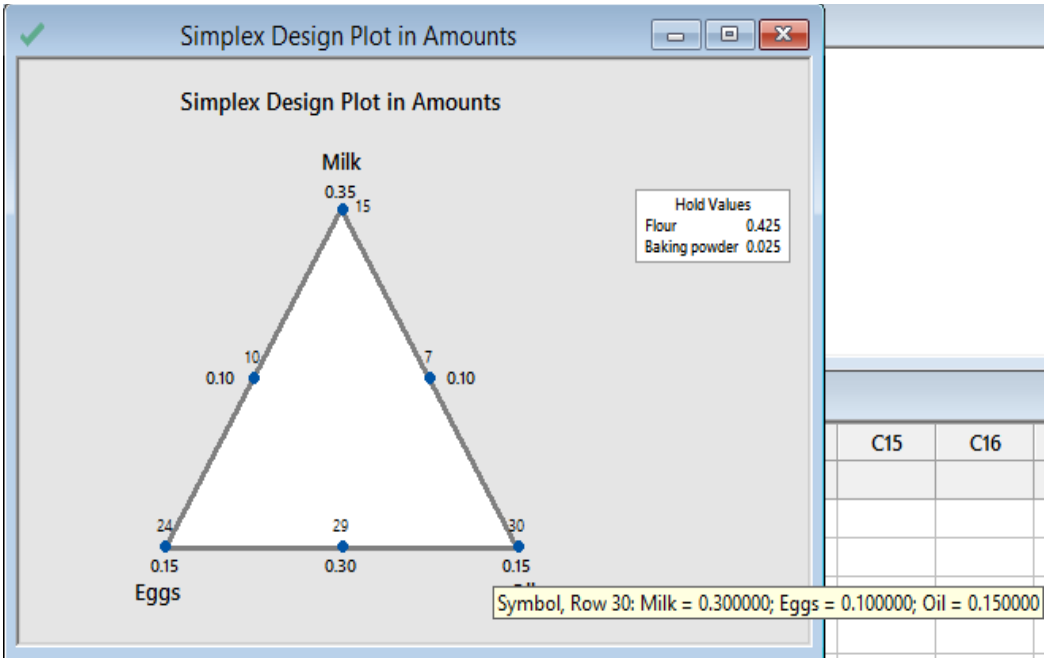
Point Type	1	2	3	4	5	0	-1
Distinct	8	16	0	0	0	1	8
Replicates	1	1	0	0	0	1	1
Total number	8	16	0	0	0	1	8

التحليل :

التتصميم الاساسي يوفر 24 نقطة تصميم ؛ يضيف التعزيز 9 نقاط تصميم 8 منها نقاط محورية ونقطة مركزية واحدة ليصبح المجموع 33 تنفيذ



النتائج :



التحليل :

عند اختيار العوامل (Milk, Eggs, Oil) فهي عوامل متغيرة مشروطة بقيم (Lower, Upper) ، ويبقى العاملين (Flour, Baking powder) عاملين ثابتين لا تتغير قيمهما ، يستنتج ان افضل نموذج بسيط يمكن الحصول عليه من خلال وضع مؤشر الفارة على النقاط الزرقاء في الرسم (من الامثله Flour: 0.425, Baking powder: 0.025, Milk: 0.35, Eggs: 0.1, Oil: 0.15).

التالية تم التطرق لها اكثر من مره في عدة اماكن يمكن الرجوع اليها وهي :

- ✓ Analyze response surface design
- ✓ Predict Y
- ✓ Factorial plot
- ✓ Contour plot
- ✓ Surface plot
- ✓ Overlaid contour plot
- ✓ Response optimizer

نموذج تاجوتشي (Taguchi) :

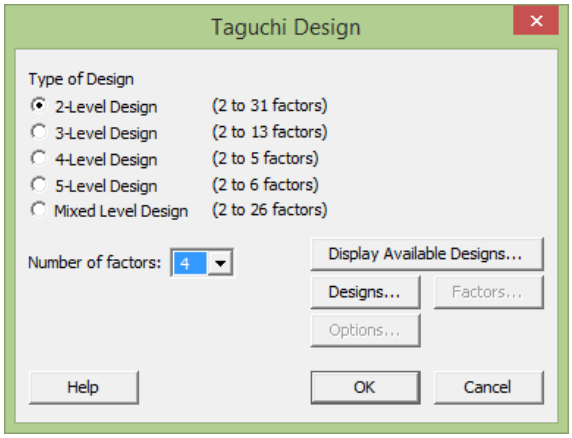
- ✓ من النماذج التي تستخدم في الغالب في التجارب المالية ، كما تستخدم في النماذج التي يكون الهدف منها تقليل تذبذب مواصفات المنتوج.
- ✓ يدعى ايضا Orthogonal array.
- ✓ وايضا هو طريقة لتصميم التجارب التي عادة لا تتطلب سوى جزء من تركيبات العوامل الكاملة (Full factorial combination).
- ✓ وايضا هو طريقة هندسية لتصميم منتج أو عملية تتركز على تقليل التباين و / أو حساسية العوامل الجانبية (الضوضاء).

- ✓ توفر تصاميم تاجوتشي قوة وكفاءة لتصميم المنتجات التي تعمل باستمرار وبشكل أمثل على مجموعة متنوعة من الظروف .
- ✓ يسمح التصميم تحليل العديد من العوامل مع عدد قليل من التكرارات، وهي تصاميم متوازنة أي أنه لا يوجد عامل مرجح أكثر أو أقل في التجربة ، مما يسمح بتحليل العوامل بشكل مستقل عن بعضها البعض.
- ✓ له نوعان : Static design : يكون للاستجابة متوسط حسابي ثابت يراد تحسينه مع الاحتفاظ بالتباين عند الحد الأدنى ، Dynamic design : يتم قياس الاستجابة عند كل مستوى من عوامل الإشارة. الهدف من التجربة هو تحسين العلاقة بين عامل الإشارة والاستجابة.
- ✓ الهدف من التصميم : هو تحديد مستويات العوامل التي تقلل من تأثير عوامل الضوضاء على متغير الاستجابة.
- ✓ كما ان العوامل فيه نوعان: Control factors: هي معلمات العملية أو التصميم التي يمكن التحكم بها مثل (إعدادات المعدات أو المواد المستخدمة لتصنيع المنتج أو ميزات تصميم المنتج) ، Noise Factor: هي معلمات يصعب السيطرة عليها أثناء التصنيع او تكون باهظة التكلفة. مثال (درجة الحرارة أو الرطوبة)

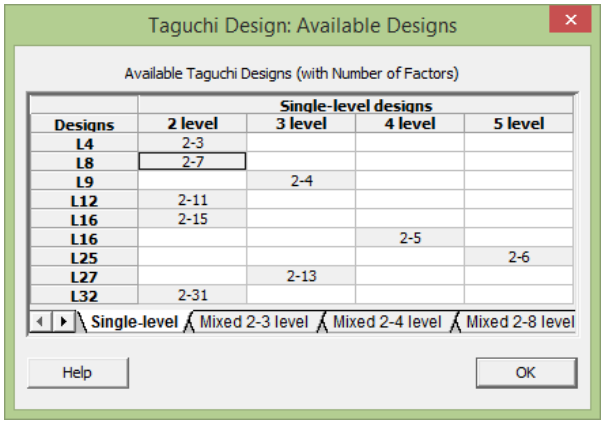
<u>بناء نموذج تاجوشي (Create Taguchi design)</u>:

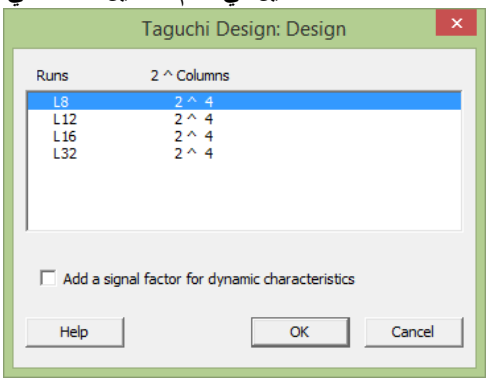
مثال :

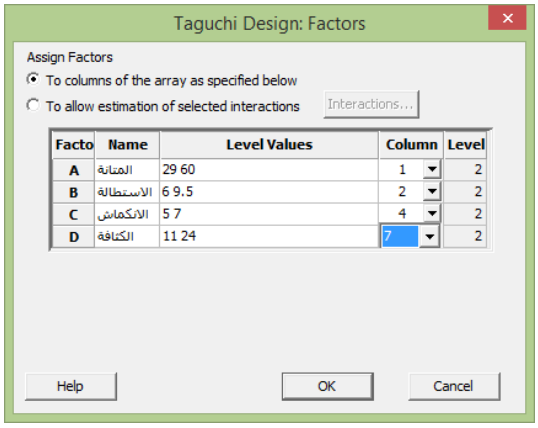
يريد مصنع للنسيج دراسة تاثير اربعة عوامل (المتانة / كغم ، الاستطالة % ، الانكماش % ، الكثافة لكل 1سم) على جودة القماش الذي يقوم بانتاجه ، وتخضع هذه العوامل الى المواصفات التالية (المتانة : من 29 الى 60 ، الاستطالة : من 6 الى 9.5 ، الانكماش : من 5 الى 7 ، الكثافة : من 11 الى 24) ، يقاس جودة القماش (%) من قبل شركة متخصصة . والمطلوب تكوين نموذج تاكوشي.

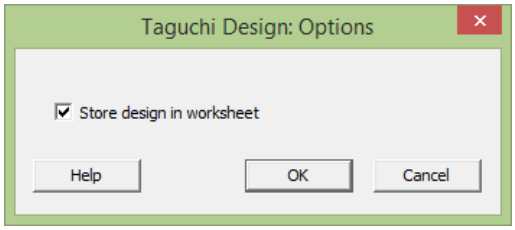


** Mixed Level Design : يستخدم اذا كان للعوامل مستويات مختلفة.





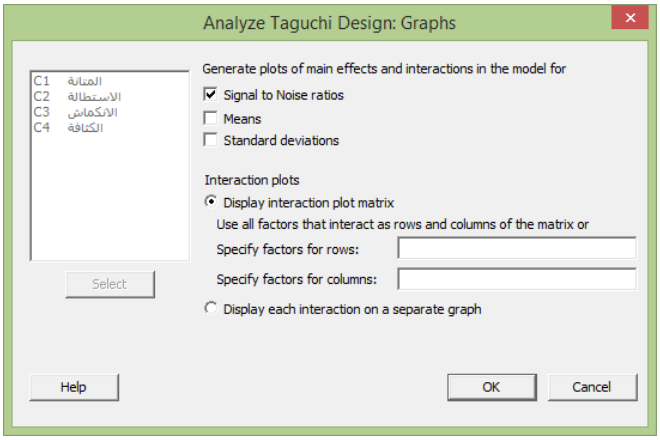


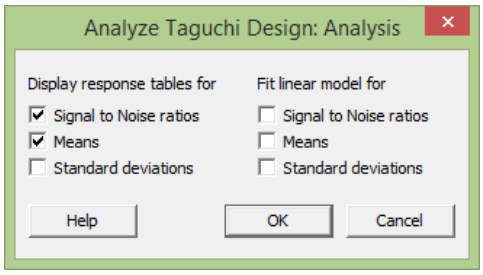


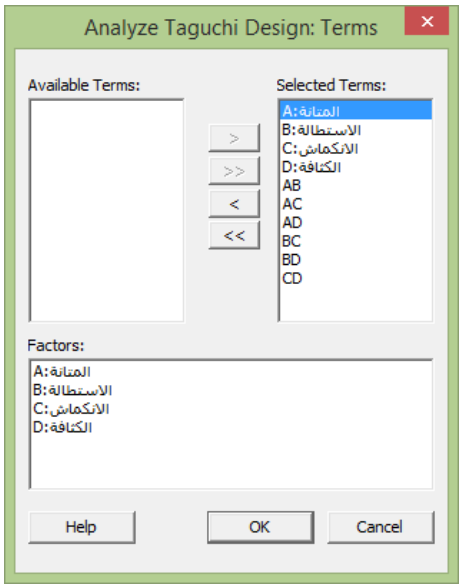
النتائج :

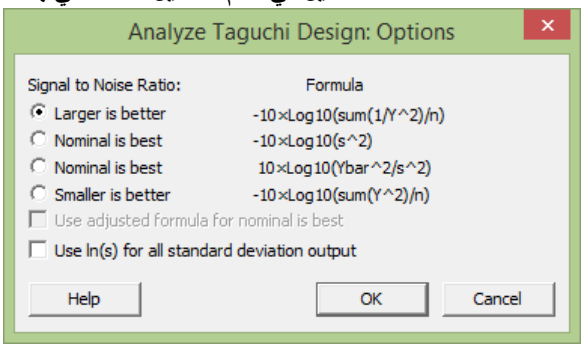
	المتانة	الاستطالة	الانكماش	الكثافة
1	29	6.0	5	11
2	29	6.0	7	24
3	29	9.5	5	24
4	29	9.5	7	11
5	60	6.0	5	24
6	60	6.0	7	11
7	60	9.5	5	11
8	60	9.5	7	24

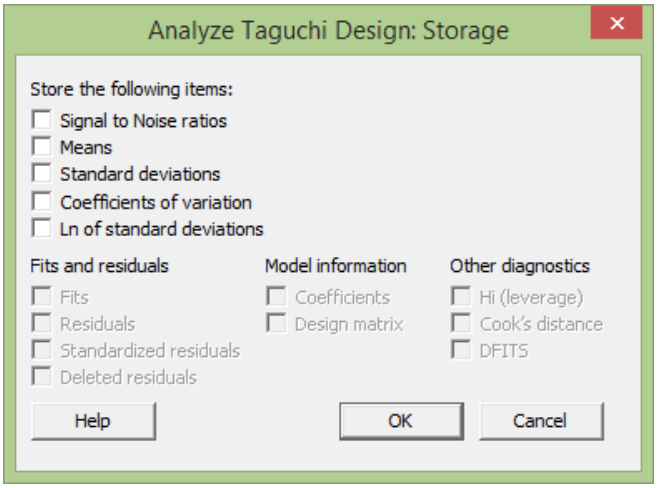
	المتانة	الاستطالة	الانكماش	الكثافة	% الجودة
1	29	6.0	5	11	60
2	29	6.0	7	24	75
3	29	9.5	5	24	77
4	29	9.5	7	11	68
5	60	6.0	5	24	80
6	60	6.0	7	11	82
7	60	9.5	5	11	76
8	60	9.5	7	24	85



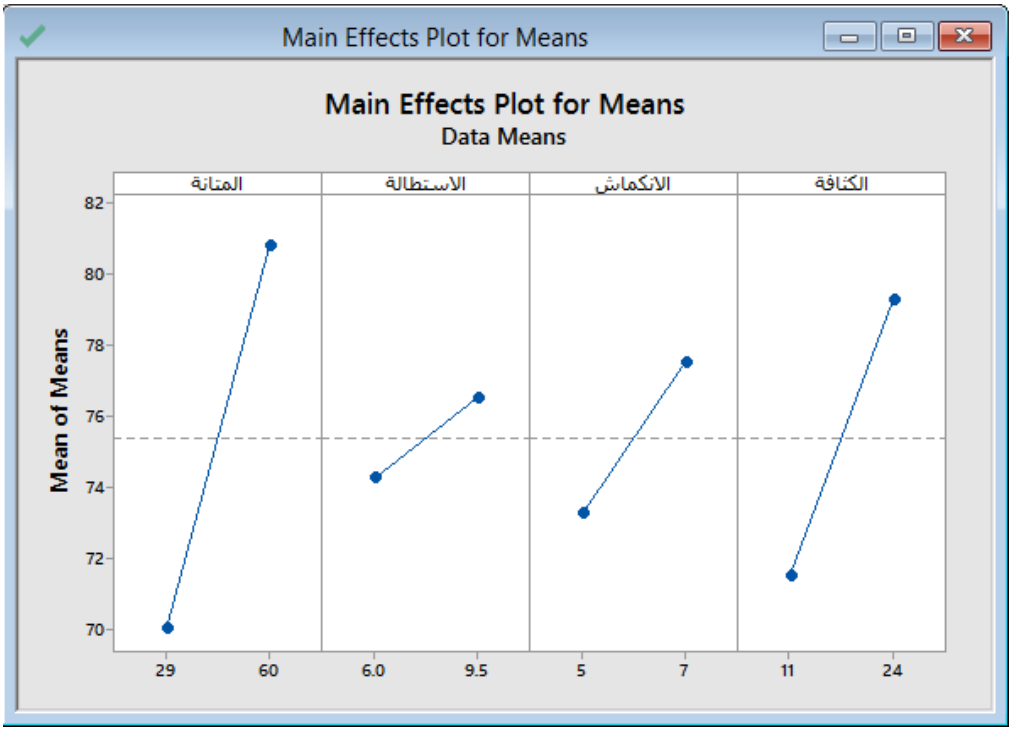





Analyze Taguchi Design: Options
Signal to Noise Ratio:
Formula
Larger is better
-10×Log10(sum(1/Y^2)/n)
Nominal is best
-10×Log10(s^2)
Nominal is best
10×Log10(Ybar^2/s^2)
Smaller is better
-10×Log10(sum(Y^2)/n)
Use adjusted formula for nominal is best
Use ln(s) for all standard deviation output
Help
OK
Cancel


Analyze Taguchi Design: Storage
Store the following items:
Signal to Noise ratios
Means
Standard deviations
Coefficients of variation
Ln of standard deviations
Fits and residuals
Fits
Residuals
Standardized residuals
Deleted residuals
Model information
Coefficients
Design matrix
Other diagnostics
Hi (leverage)
Cook's distance
DFITS
Help
OK
Cancel

النتائج:


Main Effects Plot for Means
Main Effects Plot for Means
Data Means
المتانة
الاستطالة
الانكماش
الكثافة
Mean of Means
82
80
78
76
74
72
70
29
60
6.0
9.5
5
7
11
24

Taguchi Analysis: الجودة % versus الكثافة ;الانكماش ;الاستطالة ;المتانة

The following terms cannot be estimated and were removed:

الاستطالة*الانكماش
الاستطالة*الكثافة
الانكماش*الكثافة

Response Table for Signal to Noise Ratios

Larger is better

Level	المتانة	الاستطالة	الانكماش	الكثافة
1	36.86	37.35	37.24	37.03
2	38.14	37.65	37.75	37.97
Delta	1.27	0.30	0.51	0.94
Rank	1	4	3	2

Response Table for Means

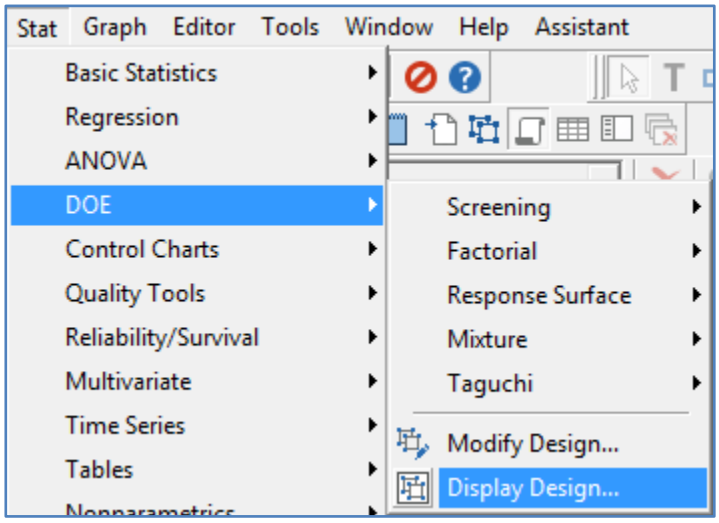
Level	المتانة	الاستطالة	الانكماش	الكثافة
1	70.00	74.25	73.25	71.50
2	80.75	76.50	77.50	79.25
Delta	10.75	2.25	4.25	7.75
Rank	1	4	3	2

التحليل :

من الرسم يتبين انه حتى تتحق الجودة يجب ان تكون (المتانة : 60 ، الاسطالة : 9.5 ، الانكماش : 7 ، الكثافة : 24).

عرض التصميم (Display design) :

يستخدم لاعطاء ناتج يتضمن شكل مدخلات النموذج الذي تم تصميمه في الامر Create Taguchi design

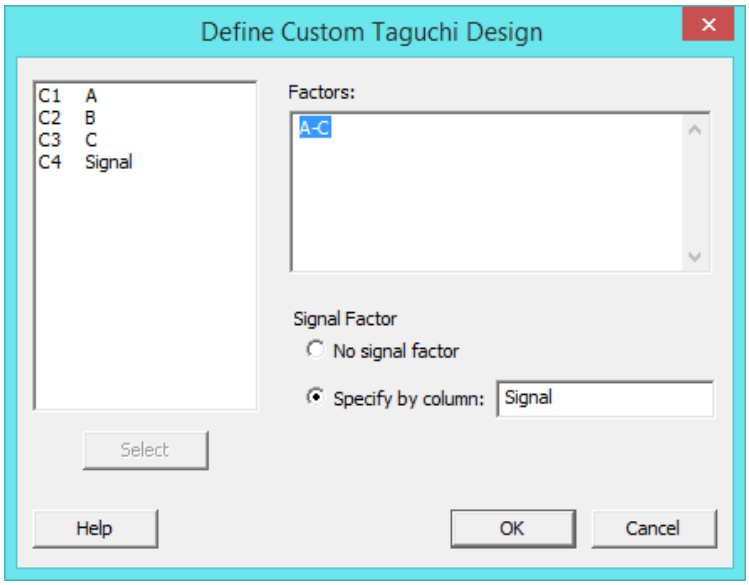


اختر من شريط الادوات

```
L8 (2^3)

Factors: 3
Runs:    8


Columns of L8 (2^7)

1 2 4


Display Units: Uncoded


Factors and Their Uncoded l

Factor  Name    Levels
A       A       1 2
B       B       1 2
C       C       1 2
Signal  Signal  1 2
```

ضبط مخصص لبناء النموذج (Define custom Taguchi design) :

يستخدم للتعديل واعادة ضبط النموذج في حال تم تغيير احد مدخلات العوامل (يشترط ان يكون هناك نموذج مسبق من الخطوة Create Taguchi design .

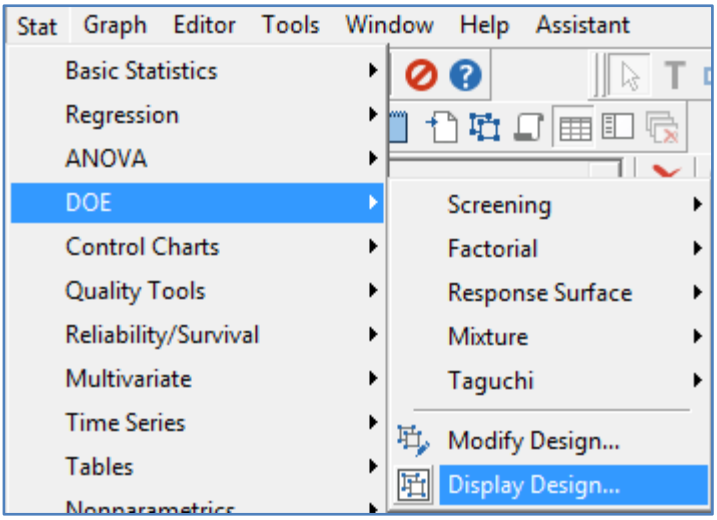


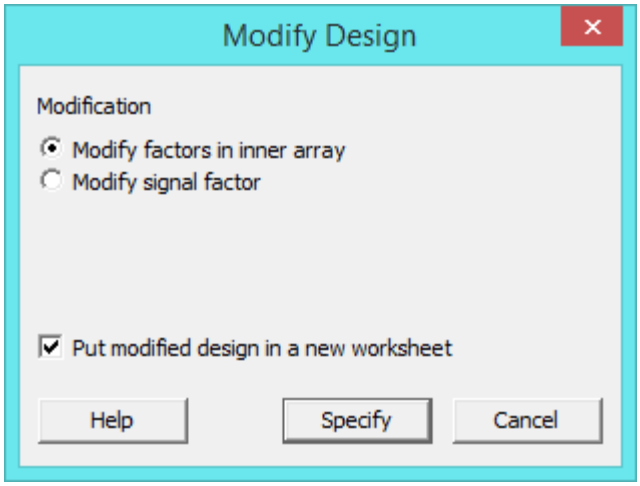
التالية تم التطرق لها سابقا يمكن الرجوع اليها وهي :

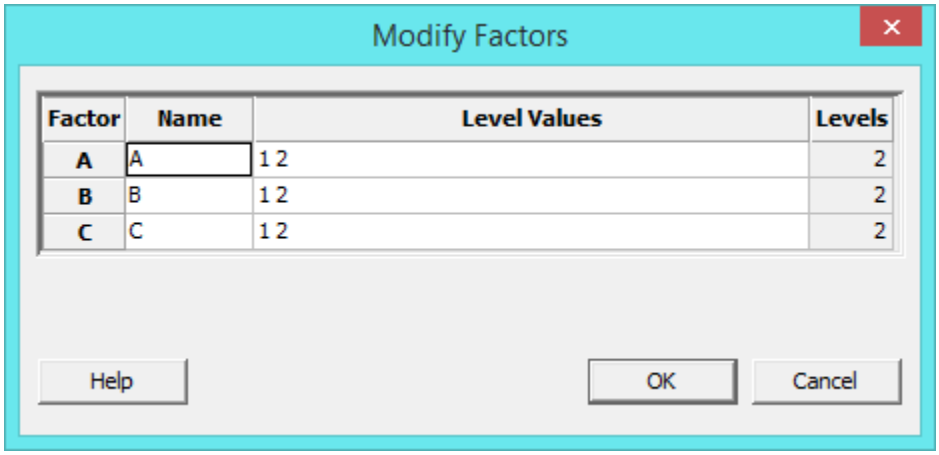
- ✓ Analyze Taguchi design
- ✓ Predict Taguchi result

تحسين النموذج (Modify Design) :

يتواجد هذا الامر في جميع انوع DOE سابقة الذكر والهدف منه تحسين النموذج الاولي ، فمثلا في نموذج تاجوشي السابق







النتائج :

↓	C1	C2	C3	C4
	A	B	C	Signal
1	1	1	1	1
2	1	1	1	2
3	1	1	2	1
4	1	1	2	2
5	1	2	1	1
6	1	2	1	2
7	1	2	2	1
8	1	2	2	2
9	2	1	1	1
10	2	1	1	2
11	2	1	2	1
12	2	1	2	2
13	2	2	1	1
14	2	2	1	2
15	2	2	2	1
16	2	2	2	2

المخططات الخاصة بنماذج التحكم/مراقبة الجودة (Control charts):

قبل اتخاذ القرار – مطابقة او غير مطابقة لمواصفات الجودة – في العمليات الانتاجية يتعين على متخذ القرار ان يحدد مفهوم عدم مطابقة العملية الانتاجية لمواصفات الجودة المطلوبة ، وهذا يتوقف على طبيعة الظاهرة محل الدراسة . هناك حالات يعد وجود نقاط خارج حدي المراقبة (Upper Confidence Limit UCL,Lower Confidence Limit LCL) الاعلى والادنى معيار او دليل على ان العملية الانتاجية غير مطابقة لمواصفات الجودة المطلوبة ، كما يقال ايضا ان العملية الانتاجية تكون غير مطابقة للمواصفات في حالة وجود نقاط تقع في مستوى اقل من الحد الادنى للمراقبة فقط ، بينما وجود نقاط في مستوى اعلى من الحد الاعلى لحدود المراقبة يعد امرا مقبولا ويتعين دعمه . كما ويوجد مخططات تحكم لعدد لوحدات المعيبة او نسبة الوحدات المعيبة .

- ✓ تستخدم مخططات التحكم عندما : يكون التحكم في عملية الانتاج من خلال معرفة وتصحيح الاخطاء ، وايضا عندما يتم التنبؤ بالمدى المتوقع لنواتج الانتاج ، ويستخدم ايضا عند تحديد فيما اذا كانت عملية الانتاج مستقرة او متغيرة، وعند تحليل نماذج التباين في الانتاج بسبب اسباب معروفة /طبيعية (Random variation) او غير معروفة (Assignable variation) ، كما انه يستخدم لتحديد فيما اذا كان المشروع يهدف لتجنب الوقوع في مشاكل محددة او لاجراء تغييرات اساسية في عملية الانتاج.
- ✓ حدود التحكم (الدنيا والعليا) Control limits : تستخدم لمعرفة التباين ولمعرفة متى تكون عملية الانتاج خارجة عن التحكم .
- ✓ الخط المركزي (Centre line CL) : هو متوسط الانتاج الفعلي ، ليس بالضرورة أن يكون متوسط العملية التي نريدها.
- ✓ يكون الانتاج متحكم به Stable: اذا لم توجد اي مشاهدات خارج (Upper Confidence Limit UCL,Lower Confidence Limit LCL) والمشاهدات يجب ان تتوزع بشكل عشوائي حول الخط المركزي (لا يوجد شكل تصاعدي او شكل تنازلي للمشاهدات) ، بالاضافة الى عدم وجود تزايد مستمر في التباين بين المشاهدات.
- ✓ وتستخدم مخططات التحكم ايضا من اجل تجنب الوقوع في المشاكل اثناء عملية الانتاج و لمعرفة سلوك عملية الانتاج وللتصرف حيال ذلك.

تحويلات (Box-cox transformation) :

يتم من خلال تحويلات Box–cox تحويل البيانات التي لا تتبع التوزيع الطبيعي الى بيانات تتبع التوزيع الطبيعي .

** من شروطه : يجب ان تكون جميع البيانات اكبر من 0 و يجب ان تكون من النوع المتصل.

** قيمة λ تكون (–5 الى 5) وهي القيمة التي تعمل على تقليل الانحراف المعياري ما امكن للبيانات المحولة.

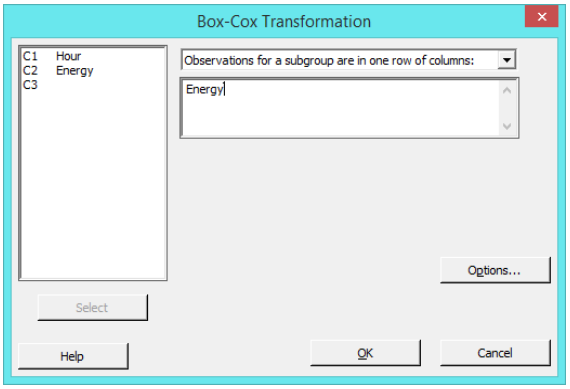
** يستخدم هذا التحويل ايضا اذا كان تباين المجموعات الفرعية غير مستقر.

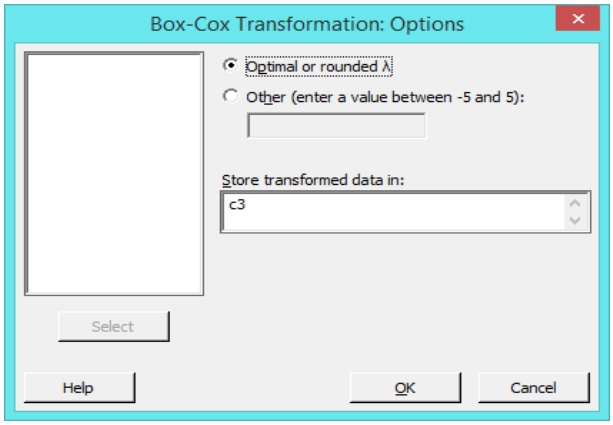
مثال :

طور مصنع نسيج نظامًا للطاقة الشمسية لتسخين مياه للحارقة في لخط الانتاج مسبقًا والتي تعد جزءًا من نظام الطاقة لعملية التصنيع. يقوم الفني بمراقبة كمية الطاقة المستخدمة كل ساعة للتأكد من استقرار عملية التسخين المسبق .قبل إنشاء مخطط I–MR للبيانات ، يُجري الفني اختبارًا طبيعيًا للبيانات ويكتشف أن البيانات لا تتبع التوزيع الطبيعي. ثم يقوم الفني بإجراء تحليل Box–Cox لتحديد ما إذا كان تحويل Box–Cox مناسبًا .

	Hour	Energy
1	1	597
2	2	526
3	3	529
4	4	527
5	5	451
6	6	496
7	7	456
8	8	599
9	9	601
10	10	534

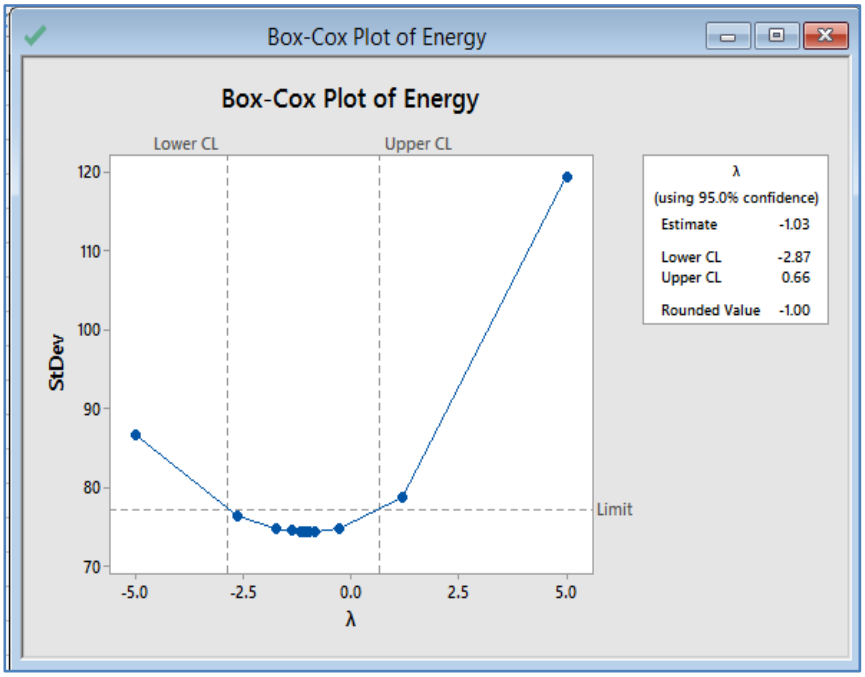
**ملاحظة : عدد الشماهدات (48).انظر SolarEnergyProcess.MTW





النتائج :

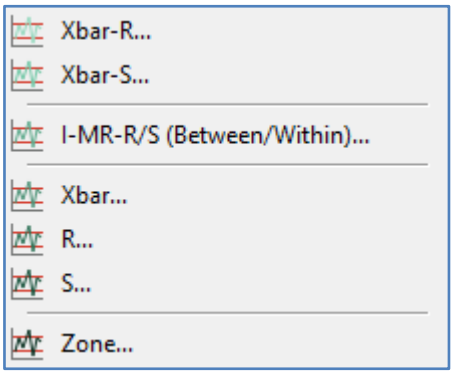
	Hour	Energy	
1	1	597	0.0016750
2	2	526	0.0019011
3	3	529	0.0018904
4	4	527	0.0018975
5	5	451	0.0022173
6	6	496	0.0020161
7	7	456	0.0021930
8	8	599	0.0016694
9	9	601	0.0016639
10	10	534	0.0018727



التحليل :

بالنسبة لتحويل Box–Cox ، إذا كانت فترة الثقة تحتوي $\lambda = 1$ فلن يكون هناك ضرورة للتحويل تستخدم البيانات الاصلية. في هذا المثال ، فترة الثقة 95٪ لـ λ (-2.87 إلى 0.66) لا يشمل 1 ، لذا فإن التحويل مناسب. القيمة المقدرة لافضل λ هي –1.03. نظرًا لأن القيمة المقربة لـ –1 تقع ضمن فترة الثقة فيجب على الفني تحويل البيانات باستخدام $\lambda = -1$.

مخططات التحكم/الجودة لبيانات فئوية (Variables charts for subgroups) :



المخطط (XBar-R) (XBAR-Range) :

- ✓ يستخدم هذا النوع من المخططات اذا كانت البيانات متصلة .
- ✓ اذا كانت البيانات على شكل فئات (مجموعات) .
- ✓ عدد الفئات (8) او اقل .
- ✓ مخطط من مخططات التحكم/الجودة يستخدم مدى البيانات .
- ✓ يكون الهدف منه معرفة فيما اذا كان هنالك تباين اثناء عملية الانتاج.

✓ يتم سحب عدد (K) من العينات بحيث تتضمن كل عينة (n) وحدة .

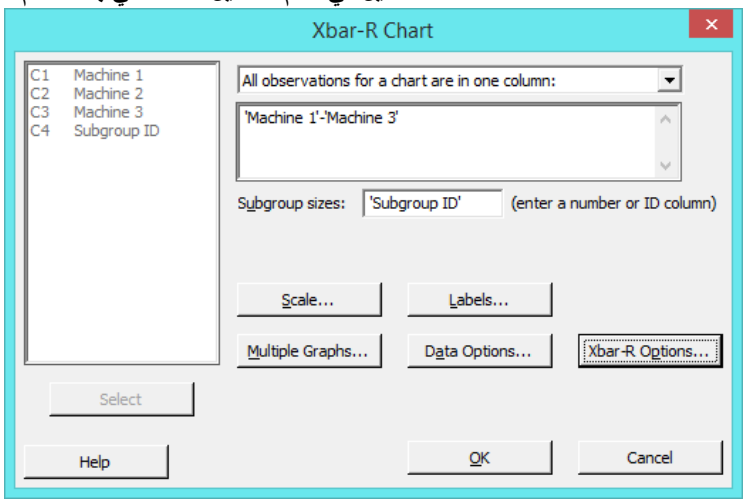
✓ هنالك ثلاث حالات : 1) الوسط الحسابي والانحراف المعياري للمجتمع معلومان 2) الوسط الحسابي مجهول والانحراف المعياري معلوم 3) الانحراف المعياري للمجتمع مجهول وهنا يستخدم بدائل منها (R–bar, S–bar, Pooled standard deviation)

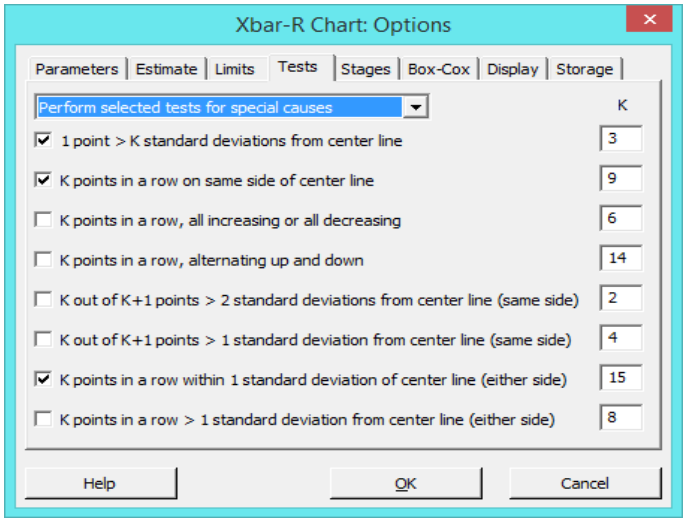
مثال :

يراقب مهندس جودة في مصنع لقطع غيار السيارات أطوال أعمدة ناقلات الحركة ، تصنع ثلاث آلات في المصنع أعمدة ناقلات الحركة خلال المناوبات في اليوم ، يقيس المهندس خمسة أعمدة ناقلات الحركة من كل آلة خلال كل مناوبة عمل ، والمطلوب هل ان عملية الانتاج تسير حسب مواصفات الجودة في المصنع ؟

	Machine 1	Machine 2	Machine 3	Subgroup ID
1	601.4	598.0	601.6	1
2	601.6	599.8	600.4	1
3	598.0	600.0	598.4	1
4	601.4	599.8	600.0	1
5	599.4	600.0	596.8	1
6	600.0	600.0	602.8	2
7	600.2	598.8	600.8	2
8	601.2	598.2	603.6	2
9	598.4	599.4	604.2	2
10	599.0	599.6	602.4	2

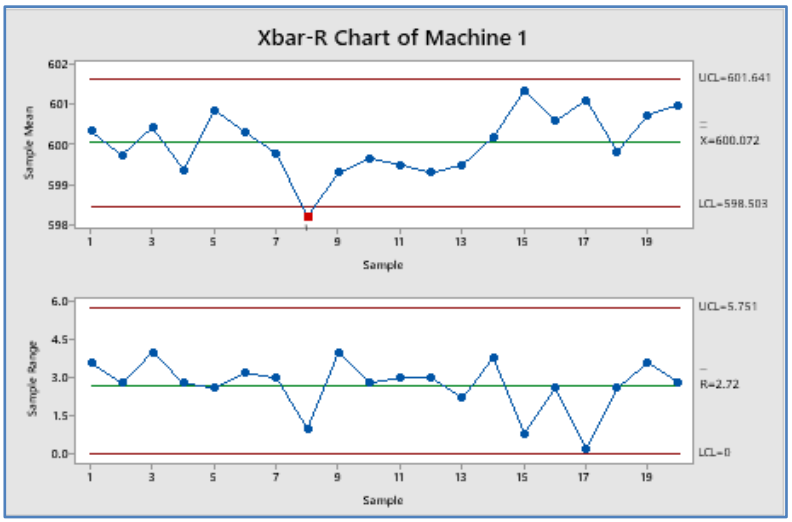
** ملاحظة : عدد السجلات (100). انظر CamshaftLength.MTW

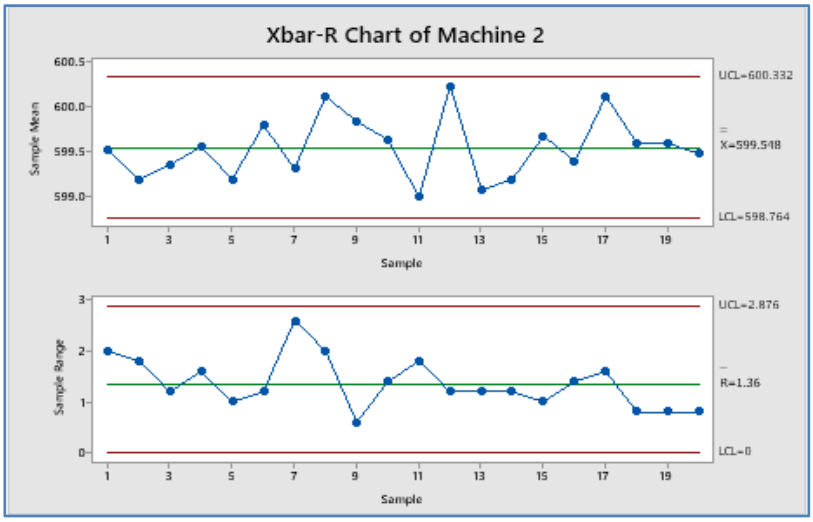


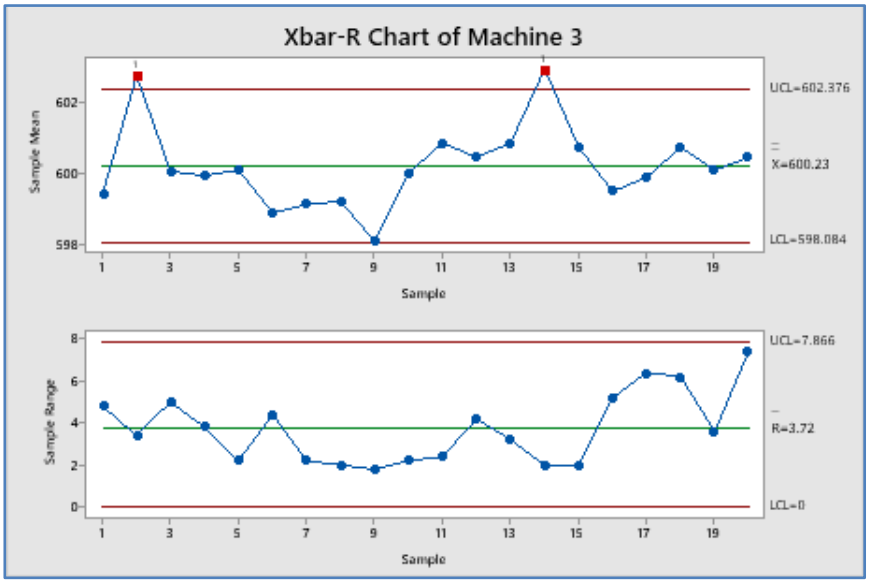


- ✓ 1 point > K standard deviations from center line : يحدد المجموعات الفرعية غير العادية مقارنة بالمجموعات الفرعية الأخرى. هذا الاختبار ضروري لاكتشاف المشاهدات الخارجة عن السيطرة. إذا كانت التحولات الصغيرة في العملية ذات أهمية ، فيمكن استخدام الاختبار 2 لاستكمال الاختبار 1 من أجل إنشاء مخطط تحكم به حساسية أكبر.
- ✓ K points in a row on same side of center line : يحدد التحولات في تمركز العملية أو التباين. كما ويستخدم اذا كانت التحولات الصغيرة في العملية ذات أهمية مع الاختبار الاول.
- ✓ K points in a row, all increasing or all decreasing : يبحث هذا الاختبار عن سلسلة طويلة من النقاط المتتالية التي باستمرار تزداد فيها القيمة أو تنخفض.
- ✓ K points in a row, alternating up and down : يكتشف النقاط التي تفشل في في جعل نمط التباين غير عشوائي اي يمكن التنبؤ به .
- ✓ (K points in a row within 1 standard deviation of center line (either side : يكشف عن نمط التباين الذي يُخطئ أحيانًا في كونه دليل على التحكم الجيد. فهو عن حدود التحكم الواسعة جدًا والتي تكون بسبب البيانات الطبقية ، والتي تحدث عند وجود مصدر منهجي ثابت للتباين داخل كل مجموعة فرعية.

النتائج :


Xbar-R Chart of Machine 1
Sample Mean
UCL=601.641
X=600.072
LCL=598.503
Sample
Sample Range
UCL=5.751
R=2.72
LCL=0
Sample


Xbar-R Chart of Machine 2
Sample Mean
UCL=600.332
X=599.548
LCL=598.764
Sample
Sample Range
UCL=2.876
R=1.36
LCL=0
Sample


Xbar-R Chart of Machine 3
Sample Mean
UCL=602.376
X=600.23
LCL=598.084
Sample
Sample Range
UCL=7.866
R=3.72
LCL=0
Sample

Test Results for Xbar Chart of Machine 1

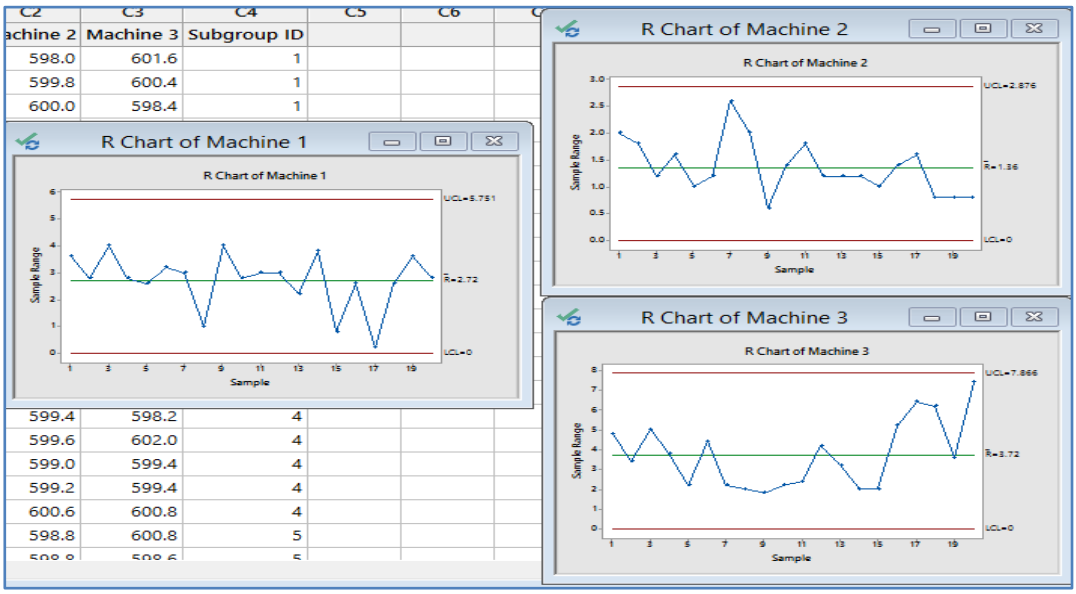
TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from center line.
Test Failed at points: 8

Test Results for Xbar Chart of Machine 3

TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from center line.
Test Failed at points: 2; 14

التحليل :

الوسط الحسابي للمجتمع هو (600) تقريبا ، يقوم Minitab بإنشاء ثلاثة مخططات Xbar–R ، مخطط واحد لكل آلة. ينظر المهندس إلى R–Chart أولاً لأنه ، إذا أظهر R–Chart أن تباين العملية ليس مسيطرًا عليه ، فإن حدود التحكم على مخطط Xbar غير دقيقة.



توضح R–Chart لجميع الالات الثلاثة أن تشتت العملية تحت السيطرة. لا توجد نقاط خارجة عن السيطرة ، وجميع النقاط تقع ضمن حدود التحكم في نمط عشوائي.

تُظهر مخططات Xbar أن الالة 2 هي التي تتبع المواصفات فقط بينما ليس الحال كذلك في الالتين 1 و 3 ، على مخطط Xbar للالة 2 ، لا توجد نقاط خارجة عن السيطرة. ولكن الآلة 1 لديه نقطة واحدة خارج السيطرة ، والآلة 3 نقطتان خارج السيطرة.

- ✓ اذا كان Sample Range فيه نقاط مشاكل ، سيؤدي هذا الى ان (LCL,UCL) غير حقيقية.

المخطط (XBar-S) (XBAR- Standard deviation):

- ✓ يستخدم هذا النوع من المخططات اذا كانت البيانات متصلة .
- ✓ اذا كانت البيانات على شكل فئات (مجموعات) .
- ✓ عدد الفئات اكثر من (8).
- ✓ يتم سحب عدد (K) من العينات بحيث تتضمن كل عينة (n) وحدة .

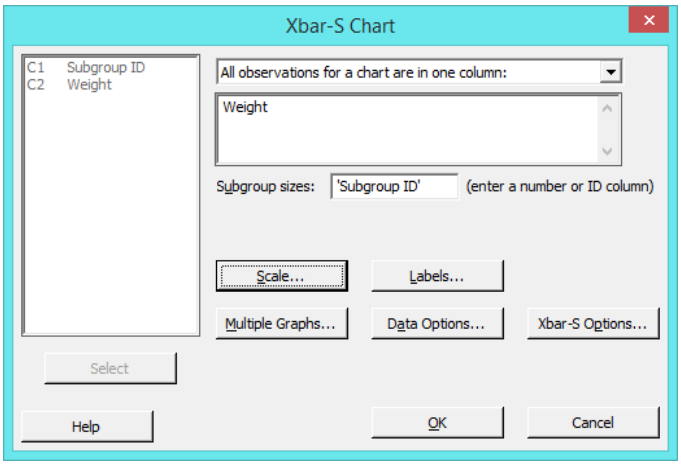
مثال :

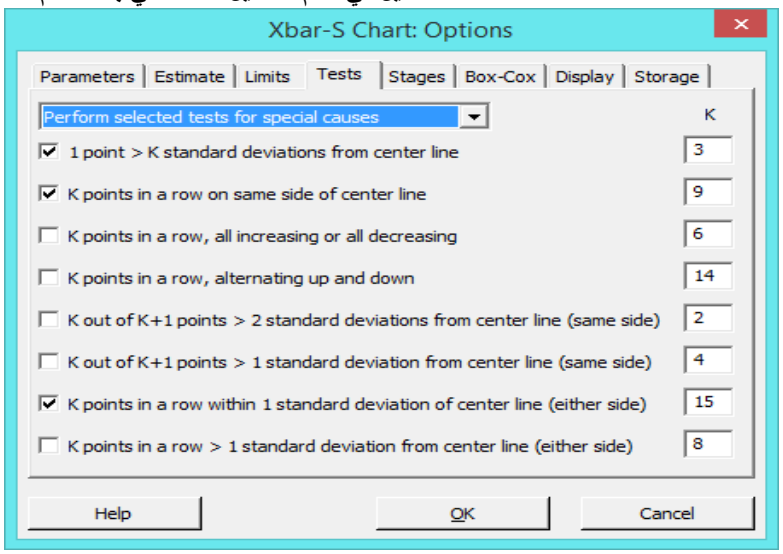
يقوم مهندس الجودة في شركة تعليب بتقييم ما إذا كانت عملية تعبئة العلب تتبع المواصفات، يجمع المهندس مجموعة فرعية من 10 علب في كل ساعة ، لتقليل التباين داخل المجموعة الفرعية (can–to–can) ، يقوم المهندس بجمع العلب لمجموعة فرعية معينة في فترة زمنية قصيرة. يقوم مهندس الجودة بإنشاء مخطط Xbar–S لمراقبة وزن العلب.

	Subgroup ID	Weight
1	1	3.0469
2	1	3.0555
3	1	3.0627
4	1	3.0412
5	1	3.0473
6	1	2.9739
7	1	3.0609
8	1	3.0023
9	1	2.9813
10	1	3.0430
11	2	3.0467
12	2	3.0465
13	2	3.0296
14	2	3.0701
15	2	2.9850

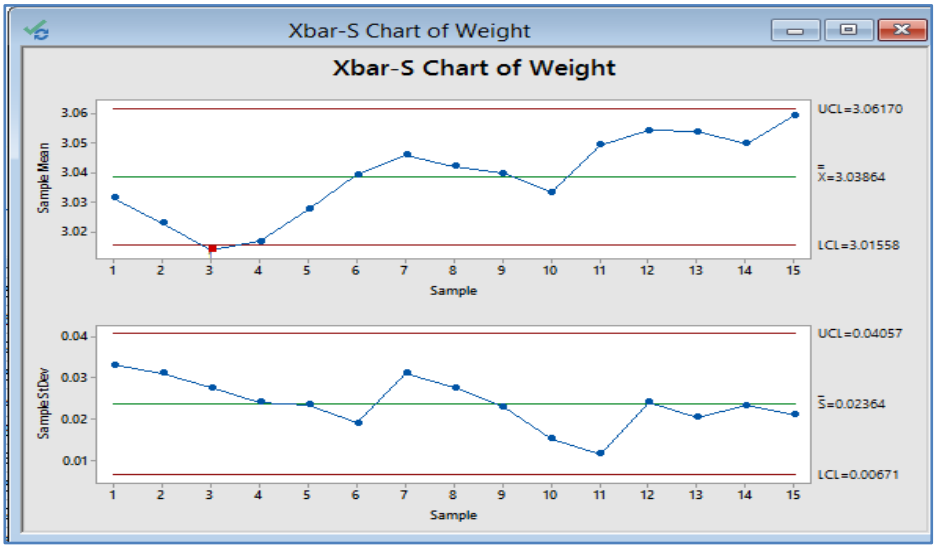
** ملاحظة : حجم العيمة (150) . انظر CanWeight.MTW

لان عدد المجموعات الفرعية اكبر من (8) نستخدم XBar–S.





النتائج :



Test Results for Xbar Chart of Weight

TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from center line.
Test Failed at points: 3

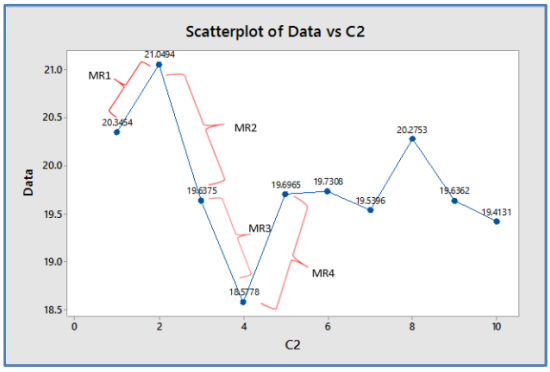
* WARNING * If graph is updated with new data, the results above may no longer be correct.

التحليل :

لا توجد أي نقاط خارج حدود التحكم ، وتعرض النقاط نمطًا عشوائيًا. وبالتالي ، فإن نتائج التباين تطابق المواصفات ، ويمكن للمهندس فحص مركز العملية على مخطط Xbar . نقطة واحدة تفشل في اختبار 1 (نقطة واحدة هي اكبر من 3 انحرافات معيارية عن خط الوسط) على مخطط Xbar.

مخطط Between/Within (I-MR-R/S) (Individual-Moving Range) :

- ✓ تكون البيانات على شكل مجموعات تحتوي على مجموعات جزئية.
- ✓ التباين في كل مجموعة يساهم في التباين الكلي.
- ✓ ينتج مخطط I–MR–R/S (داخل / بين) مخطط تحكم ثلاثي الاتجاه (الاختلافات داخل المجموعة الواحدة وبين المجموعات المجموعة الفرعية) ويتكون من : (Individual ,Moving range,R or S charts)
- ✓ اذا كان لدينا مجموعات فرعية من حجم غير متساوٍ ننظم البيانات في عمود واحد وليس في صفوف.
- ✓ Moving Range (المدى المتحرك) : يقيس تغير التباين بمرور الوقت عندما يتم جمع البيانات مشاهدات فردية وليس في مجموعات فرعية. ويمكن حسابه في المشاهدات الفردية من خلال طرح القيمة من القيمة السابقة لينتج العديد من المدى المتحرك.

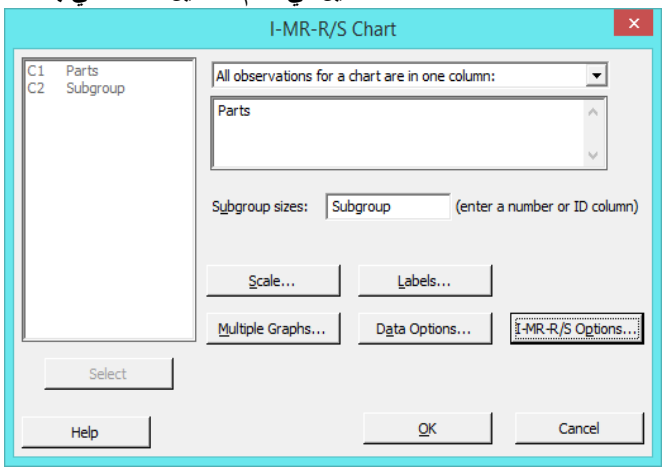


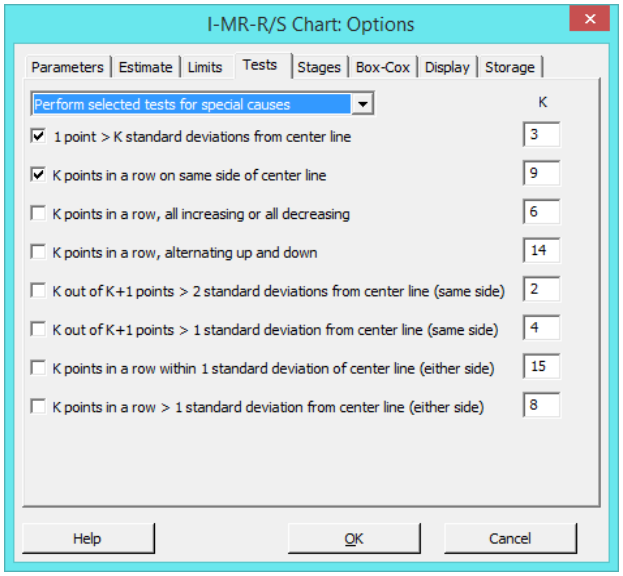
مثال :

يراقب مهندس جودة في شركة قطع غيار بلاستيكية الة عملية تصنيع البلاستيك بطريقة الحقن، تحتوي الآلة على قالب ينتج خمسة أجزاء في وقت واحد. يجمع المهندس 20 مجموعة فرعية من الانتاج ، كل مجموعة مكونة من خمسة أجزاء . يراقب المهندس الاختلاف داخل المجموعة الفرعية بين الأجزاء التي يتم تصنيعها في نفس الوقت والاختلاف بين المجموعة الجزئية من المجموعات الفرعية. يقوم المهندس بإنشاء مخطط I–MR–R / S لمراقبة عملية التصنيع بالحقن للتحقق من مطابقتها للمواصفات.

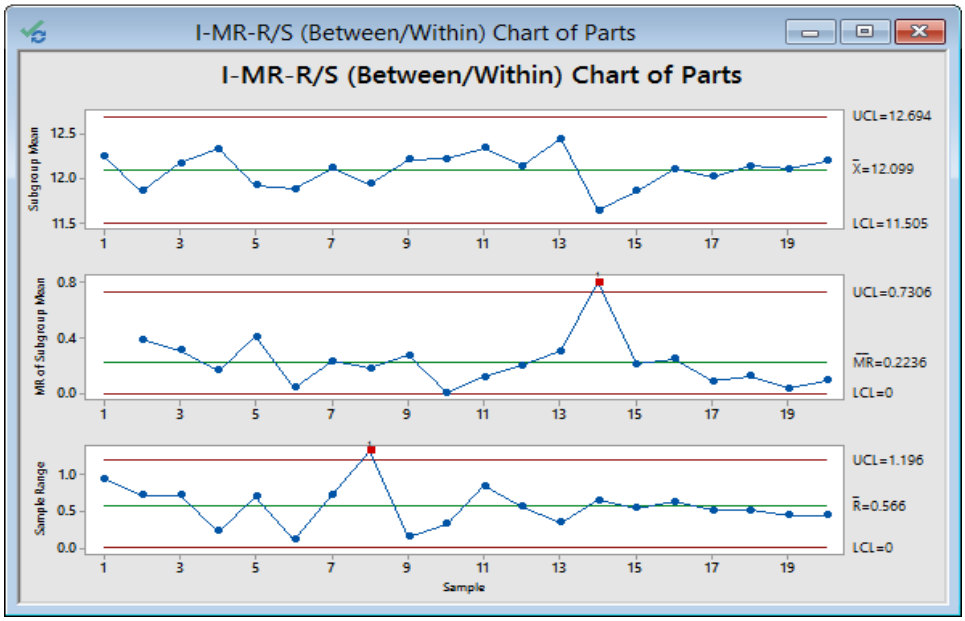
	Parts	Subgroup
1	12.2945	1
2	12.5070	1
3	12.2205	1
4	11.6391	1
5	12.5701	1
6	12.0034	2
7	11.7092	2
8	12.2387	2
9	11.5281	2
10	11.8241	2
11	11.8146	3
12	12.3980	3
13	12.1319	3

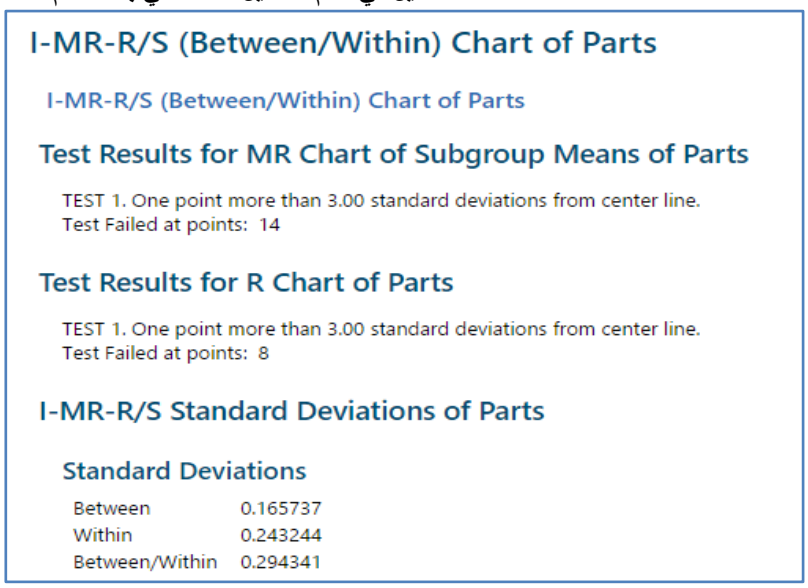
**ملاحظة : عدد السجلات (100) . انظر InjectionMolding.MTW


I-MR-R/S Chart
C1 Parts
C2 Subgroup
All observations for a chart are in one column:
Parts
Subgroup sizes: Subgroup (enter a number or ID column)
Scale...
Labels...
Multiple Graphs...
Data Options...
I-MR-R/S Options...
Select
Help
OK
Cancel


I-MR-R/S Chart: Options
Parameters
Estimate
Limits
Tests
Stages
Box-Cox
Display
Storage
Perform selected tests for special causes
K
1 point > K standard deviations from center line 3
K points in a row on same side of center line 9
K points in a row, all increasing or all decreasing 6
K points in a row, alternating up and down 14
K out of K+1 points > 2 standard deviations from center line (same side) 2
K out of K+1 points > 1 standard deviation from center line (same side) 4
K points in a row within 1 standard deviation of center line (either side) 15
K points in a row > 1 standard deviation from center line (either side) 8
Help
OK
Cancel

النتائج :


I-MR-R/S (Between/Within) Chart of Parts
I-MR-R/S (Between/Within) Chart of Parts
Subgroup Mean
UCL=12.694
X̿=12.099
LCL=11.505
MR of Subgroup Mean
UCL=0.7306
MR̄=0.2236
LCL=0
Sample Range
UCL=1.196
R̄=0.566
LCL=0
Sample



I-MR-R/S (Between/Within) Chart of Parts

I-MR-R/S (Between/Within) Chart of Parts

Test Results for MR Chart of Subgroup Means of Parts

TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from center line.
Test Failed at points: 14

Test Results for R Chart of Parts

TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from center line.
Test Failed at points: 8

I-MR-R/S Standard Deviations of Parts

Standard Deviations

Between	0.165737
Within	0.243244
Between/Within	0.294341

التحليل :

فشلت مجموعة فرعية واحدة في اختبار المدى المتحرك (الرسم في الوسط) ، وفشل نقطة واحدة في الاختبار على R–Chart (الرسم في الاسفل). لا يتم التحكم في التباين داخل/ بين المجموعات الفرعية. لم تقم أي مجموعات فرعية بالفشل في اختبار (الظروف الاستثنائية/الخارجة عن السيطرة) على I–Chart. هذا الرسم لا يظهر أي دليل على فقدان السيطرة في موقع العملية.

مخطط (XBAR) :

- ✓ لا يهتم بالمجموعات الجزئية ويتعامل مع البيانات ككتلة واحدة.

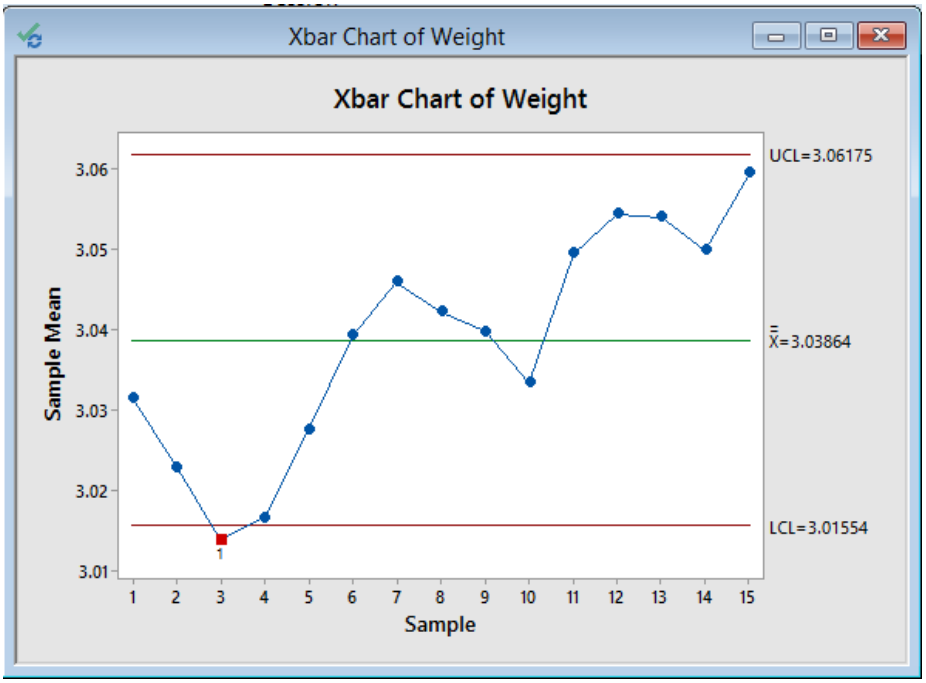
مثال :

يقوم مهندس الجودة في شركة تعليب بتقييم ما إذا كانت عملية تعبئة العلب تتبع المواصفات، يجمع المهندس مجموعة فرعية من 10 علب في كل ساعة ، لتقليل التباين داخل المجموعة الفرعية (can–to–can) ، يقوم المهندس بجمع العلب لمجموعة فرعية معينة في فترة زمنية قصيرة. يقوم مهندس الجودة بإنشاء مخطط Xbar لمراقبة وزن العلب.

	Subgroup ID	Weight
1	1	3.0469
2	1	3.0555
3	1	3.0627
4	1	3.0412
5	1	3.0473
6	1	2.9739
7	1	3.0609
8	1	3.0023
9	1	2.9813
10	1	3.0430
11	2	3.0467
12	2	3.0465
13	2	3.0296
14	2	3.0701
15	2	2.9850

** ملاحظة : حجم العينة (150) . انظر CanWeight.MTW

النتائج:



التحليل :

نقطة واحدة هي خارج السيطرة على مخطط Xbar. يخلص المهندس إلى أن العملية ليست مستقرة ويجب تحسينها.

مخطط (R-Chart) :

** راجع شرح XBAR-R Chart.

مخطط (S-Chart) :

** راجع شرح XBAR-S Chart.

مخططات (Zone) :

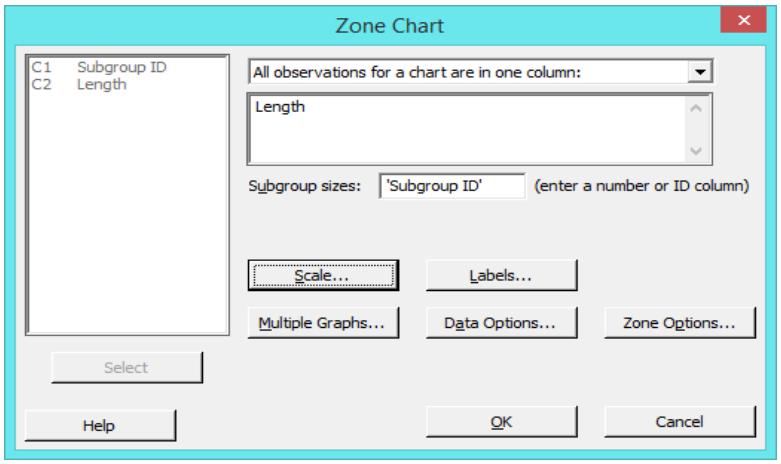
- ✓ تستخدم مخططات Zone لمراقبة المتوسط الحسابي للعملية باستخدام مخطط تحكم يستخدم فترات الانحراف المعياري (Zone) ونظام تسجيل تراكمي بدلاً من اختبارات (أسباب خارجة عن السيطرة Special causes) للكشف عن نقاط خارجة عن التحكم.
- ✓ تضاف درجات Zone للنقاط المتتالية لحساب النتائج التراكمية ، ويتم تصنيف كل نقطة بالنتائج التراكمية.
- ✓ مخطط Zone هو مزيج بين مخطط (Individual) ومخطط (CUSUM). يرسم القيمة التراكمية ، استناداً إلى Zone عند 1 و 2 و 3 من الانحرافات المعيارية عن خط الوسط . مخططات Zone عادة تفضل على مخططات Individual بسبب بساطتها.
- ✓ شروطه : البيانات من النوع المتصل ، يجب ان تكون البيانات مرتبة بتسلسل زمني مناسب.
- ✓ مبدأ العمل : يتم تقسيم الرسم الى خطوط افقيه افقية تمثل ($\bar{x} \pm n * \sigma$ حيث n=0,1,2,3) ثم يتم حساب الاوساط الحسابية للمجموعات وتمثيل هذه الاوساط حسب موقعها من الخطوط الافقيه ، ثم البداية من اليسار يتم اعطاء قيمة للوسط حسب المجموع التراكمي لل Zone ، تجاوز الرسم للخط $\bar{x}$ في كل مرة يقوم بتصفير المجموع التراكمي . اذا وجد هناك مجموع تراكمي اكبر او يساوي اعلى Zone فان الانتاج يصبح خارج السيطره في المجموعة المقابلة لهذا المجموع.

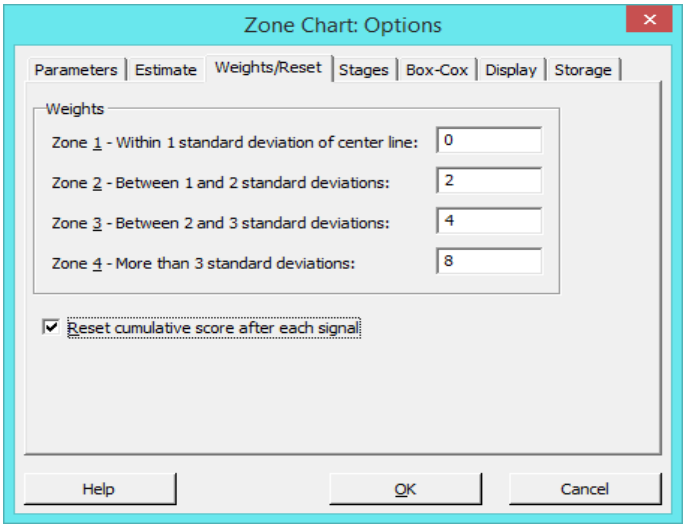
مثال :

يريد مهندس جودة تحديد ما إذا كانت عملية قطع قضبان الصلب تحقق المواصفات المطلوبة. يقيس المهندس طول خمسة قضبان فولاذية في عشر مناوبات ، يقوم المهندس بإنشاء مخطط Zone لمراقبة طول قضبان الصلب.

	Subgroup ID	Length
1	1	412.883
2	1	389.313
3	1	401.098
4	1	411.191
5	1	397.889
6	2	391.540
7	2	391.511
8	2	405.210
9	2	399.123
10	2	399.182
11	3	408.710
12	3	389.847
13	3	388.594

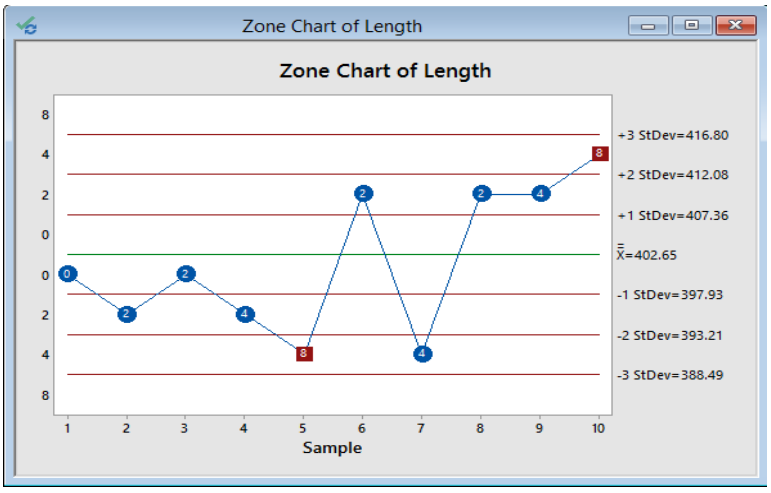
** ملاحظة : عدد السجلات (50) . انظر SteelBarLength.MTW





✓ إذا كنت ترغب بالتحقق وتصحيح في عملية الانتاج عندما تكون لا تطابق المواصفات ، فمن المناسب إعادة تعيين النتائج التراكمية

النتائج :



Test Results for Zone Chart of Length

TEST. Cumulative score greater than or equal to zone 4 score.
Test Failed at points: 5; 10

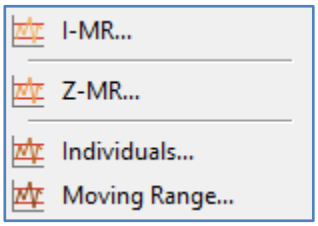
Statistics

Variable	المجموعات	Mean
الاطوال	1	402.47
	2	397.31
	3	399.85
	4	396.63
	5	393.08
	6	409.12
	7	392.51
	8	411.98
	9	407.62
	10	415.89

التحليل :

تم تعيين كل نقطه حسب موقع الوسط الحسابي بين الخطوط ، يتم جمع النقاط باللون الازرق بشكل تراكمي (القيمه + القيمة السابقة) ، فمثلا القيمة المقابلة للمجموعة 5 تحسب بالصورة (0+2+0+2+4) فالقيمة هي 8 ، وبما ان القيمة 8 هي اكبر من او يساوي اعلى قيمة في قيم Zone اذا يكون الانتاج خارج السيطرة.

مخططات المتغيرات المفردة (Variables charts for Individuals) :



مخطط (Individual Moving Range I-MR) :

✓ تستخدم مخططات I–MR لمراقبة الوسط الحسابي والتباين لعملية الانتاج عندما تكون البيانات متصلة ، ليست في مجموعات فرعية.

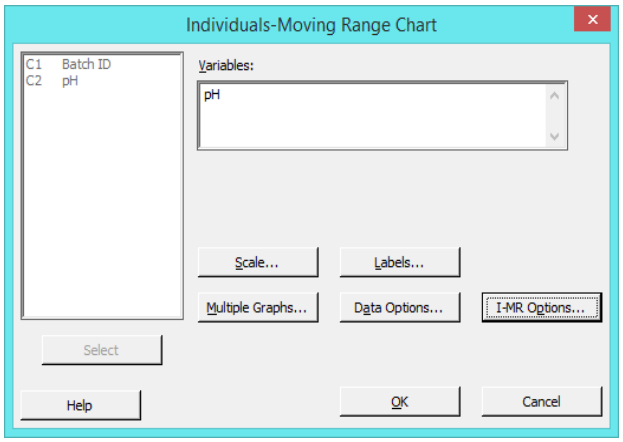
✓ تستخدم ايضا لمراقبة استقرار(stability) الانتاج مع مرور الوقت ، حتى يتم التمكن من تحديد حالات عدم الاستقرار وتصحيحها.

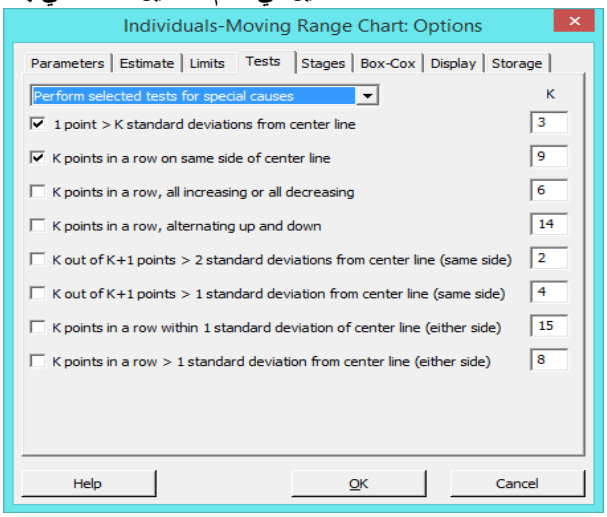
مثال :

يراقب مهندس الجودة تصنيع المنظفات السائلة ، ويرغب في تقييم ما إذا كانت العملية تحقق المواصفات. يقوم المهندس بمراقبة درجة الحموضة في 25 عينة متتالية من المنظفات. للتحقق من ذلك ينشا مخطط I–MR لمراقبة عملية التصنيع.

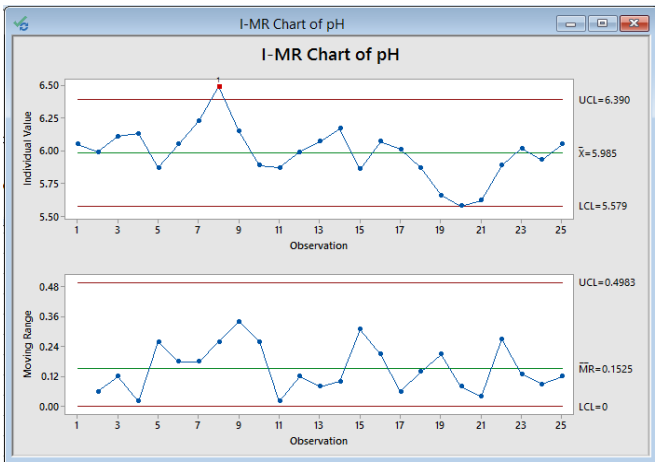
	Batch ID	pH
1	1	6.05
2	2	5.99
3	3	6.11
4	4	6.13
5	5	5.87
6	6	6.05
7	7	6.23
8	8	6.49
9	9	6.15
10	10	5.89
11	11	5.87
12	12	5.99

** ملاحظة : عدد السجلات (25) . انظر DetergentpH.MTW





النتائج :



Test Results for I Chart of pH

TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from center line.
Test Failed at points: 8

التحليل :

من Moving ranges : لا توجد أي نقاط خارج حدود التحكم وتعرض النقاط نمطًا عشوائيًا. وبالتالي فإن الانتاج يطابق المواصفات عند الحديث عن الاختلاف بين البيانات . ومن هنا يمكن لمهندس الجودة فحص الوسط الحسابي للمجتمع (الانتاج) من خلال مخطط Individuals (مخطط I) .

من Individuals value : يتبين ان هناك فشل في إحدى المشاهدات في الاختبار لأن المشاهدة كانت اكبر من قيمة 3 انحرافات معيارية فوق خط الوسط.

مخطط (Z-MR) :

- ✓ مخطط Z–MR هو مخطط للمشاهدات الفردية الموحدة (Z) والمدى المتحرك (MR) من عملية انتاج قصيرة المدى.
- ✓ يستخدم مخطط Z–MR لمراقبة متوسط وتنوع الأجزاء المختلفة عندما يتم عمل عدد قليل نسبيًا من الوحدات لكل جزء ، كما هو الحال في عمليات الانتاج قصيرة المدى.
- ✓ غالبًا ما لا تحتوي عمليات الانتاج قصيرة المدى على بيانات كافية في كل عملية تشغيل لإنتاج تقديرات جيدة لمتغيرات عمليات الانتاج.
- ✓ يمكن استخدام آلة واحدة أو عملية واحدة لإنتاج العديد من الأجزاء المختلفة ، أو المنتجات المختلفة. على سبيل المثال ، يمكنك إنتاج 20 وحدة فقط من جزء ما ، ثم إعادة ضبط الجهاز لإنتاج جزء مختلف في التشغيل التالي. حتى إذا كانت عملية التنفيذ كبيرة بما يكفي للحصول على تقديرات ، فستحتاج إلى مخطط تحكم منفصل لكل جزء تم إجراؤه بواسطة عمليات الانتاج ، لأنه من المحتمل ألا يكون لجميع الأجزاء نفس المتوسط والانحراف المعياري.
- ✓ تفترض الطريقة أن كل جزء أو مجموعة تنتجها عملية لها متوسطها الحسابي الوحيد وانحرافها المعياري.
- ✓ ان امكن الحصول على المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ، فيمكن توحيد بيانات عملية الانتاج عن طريق طرح المتوسط وقسمة النتائج على الانحراف المعياري.
- ✓ يرسم مخطط Z–MR Individuals المعيارية (z) والمدى المتحرك MR بحيث يمكن تقييم البيانات من عمليات تشغيل مختلفة على مخطط تحكم واحد.
- ✓ تستخدم اذا كان هناك العديد من عمليات التشغيل (Run) في عملية الانتاج.
- ✓ مجتمع البيانات يتبع التوزيع الطبيع يالمعياري (وسط=0 ، انحراف معياري =1).
- ✓ طرق تعريف مجموعات التنفيذ Z–MR Options >Estimate:

1- By Runs: يستخدم عندما لا يمكن افتراض أن جميع عمليات التنفيذ لها نفس التباين. تقدر هذه الطريقة كل تنفيذ بشكل مستقل.

2- By parts : (دمج كل مشاهدات نفس الجزء): يستخدم عندما يمكن افتراض أن جميع عمليات التنفيذ لها نفس التباين

3- Constant : (دمج جميع المشاهدات): تجمع هذه الطريقة جميع البيانات عبر عمليات التنفيذ والأجزاء للحصول على تقدير مشترك لـ σ.

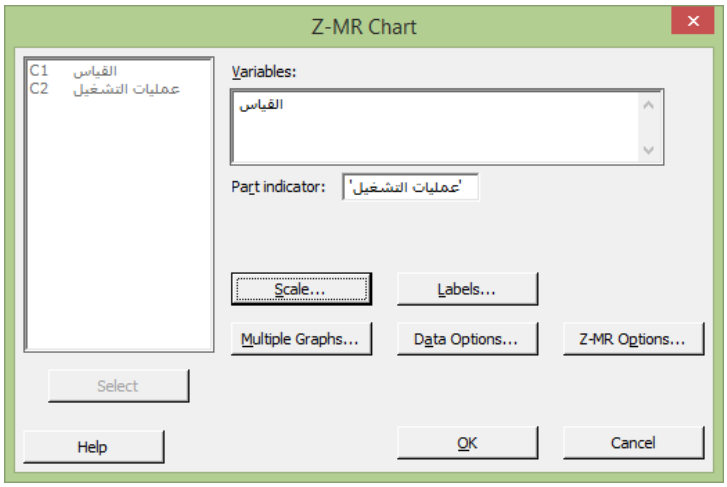
4- Relative to size : (دمج جميع المشاهدات، استخدام ln): يستخدم عندما يزيد التباين بطريقة ثابتة إلى حد ما مع زيادة حجم القياس. تستخدم هذه الطريقة اللوغاريتم الطبيعي Ln ، وتقوم بتجميع البيانات عبر جميع عمليات التتنفيذ وجميع الأجزاء للحصول على تقدير مشترك لـ s للبيانات المحولة.

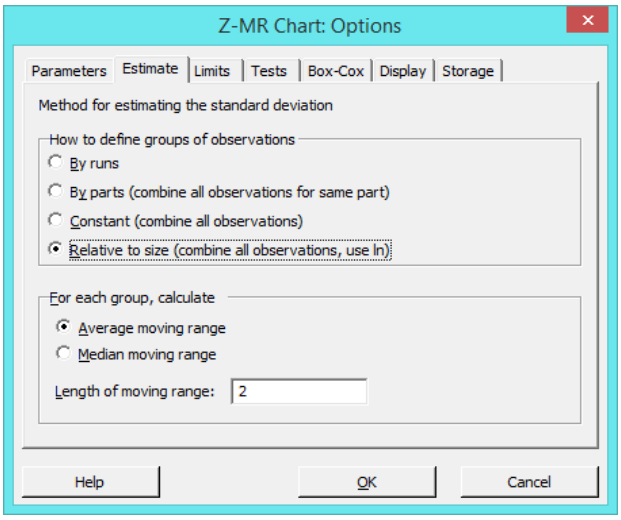
مثال :

تستخدم الشركة المصنعة مسارات قصيرة لإنشاء عينات صغيرة من الأجزاء المعدنية. يقوم مدير الجودة بقياس الأجزاء من ثلاث تكرارات لتقييم استقرار الانتاج.

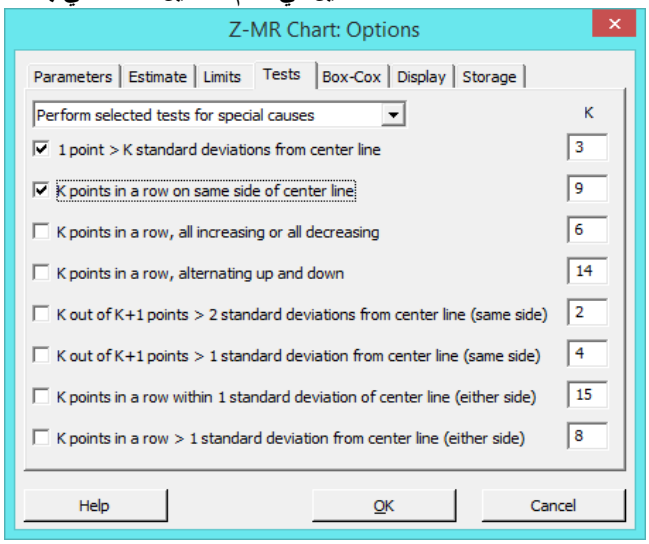
	القياس	تشغيل
1	302.634	Run A
2	300.558	Run A
3	301.604	Run A
4	298.130	Run A
5	298.824	Run A
6	301.384	Run A
7	302.373	Run A
8	298.685	Run A
9	504.188	Run B
10	506.879	Run B

** ملاحظة : عدد السجلات (24) . انظر StampedParts.MTW

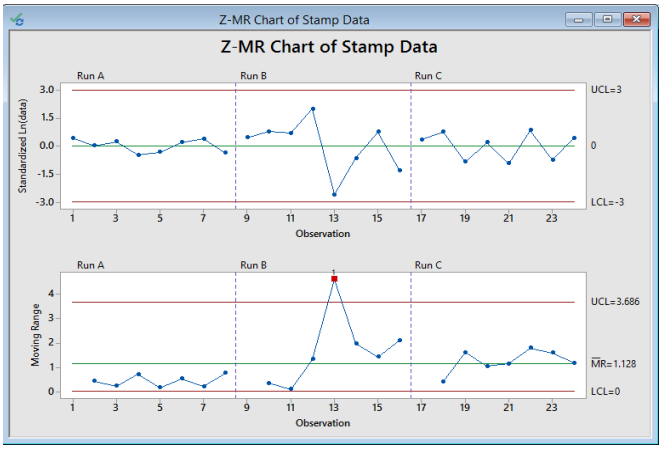


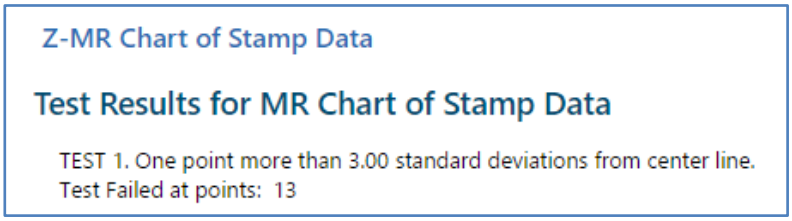


** يعرف مهندس الجودة من الخبرة أن التباين يزداد مع زيادة حجم القياس. لذلك ، استخدم طريقة Relative to size لتقدير الانحراف المعياري للعملية.



النتائج :





التحليل :

النقطة 13 أعلى من حد UCL على الرسم البياني للمدى المتحرك Moving ranges. أيضًا ، يبدو أن نوع (Run A) لديه اختلاف أقل في Moving ranges ، من Run B أو Run C. بناءً على هذه النتائج ، قد تؤثر ظروف خاصة (خارجة عن السيطرة) على العملية.

المشاهدات المفردات (Individuals) :

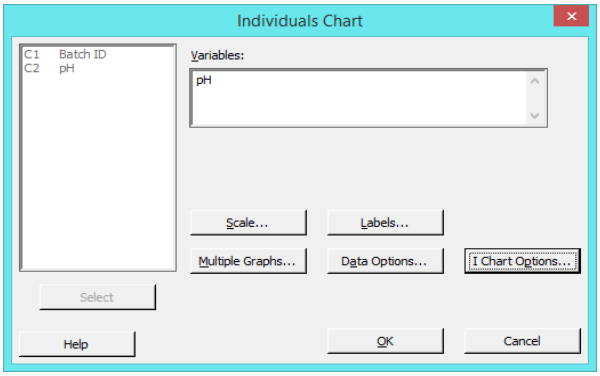
- ✓ تستخدم مخططات (Individuals) لمراقبة المتوسط الحسابي لعملية الانتاج ، عندما يكون هناك بيانات متصلة والتي هي مشاهدات مفردة (ليست في مجموعات فرعية) .
- ✓ تستخدم ايضا لمراقبة استقرار العملية بمرور الوقت حتى تتمكن من تحديد حالات عدم الاستقرار وتصحيحها في العملية.

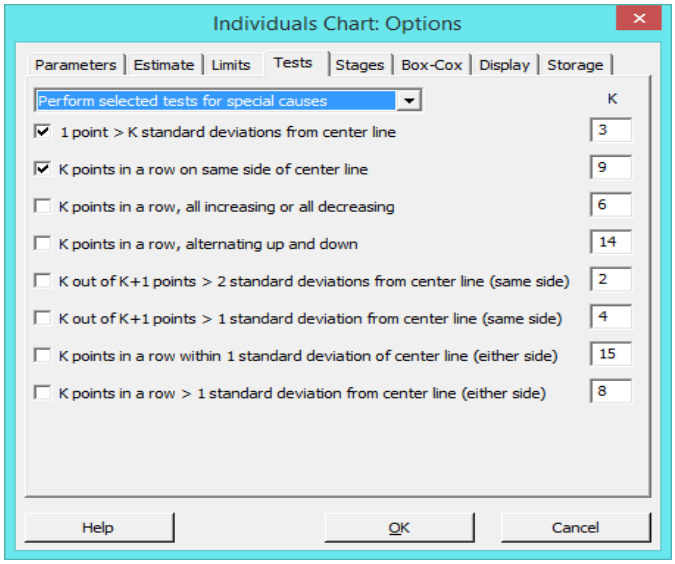
مثال :

يراقب مهندس الجودة تصنيع المنظفات السائلة ، ويرغب في تقييم ما إذا كانت العملية تحقق المواصفات. يقوم المهندس بمراقبة درجة الحموضة في 25 عينة متتالية من المنظفات. للتحقق من ذلك ينشا مخطط Individuals لمراقبة عملية التصنيع.

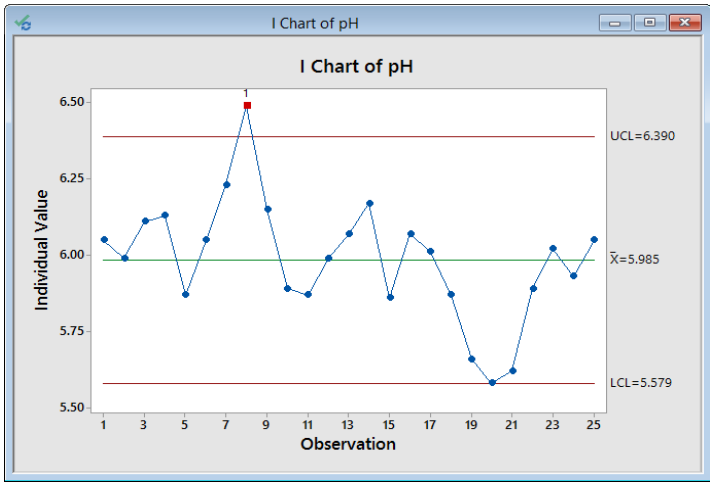
	Batch ID	pH
1	1	6.05
2	2	5.99
3	3	6.11
4	4	6.13
5	5	5.87
6	6	6.05
7	7	6.23
8	8	6.49
9	9	6.15
10	10	5.89
11	11	5.87
12	12	5.99

** ملاحظة : عدد السجلات (25) . انظر DetergentpH.MTW





النتائج :



Test Results for I Chart of pH

TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from center line.
Test Failed at points: 8

التحليل :

واحدة من المشاهدات تعمل على فشل الاختبار، لأن المشاهده تقع خارج حدود 3 انحرافات معيارية فوق خط الوسط. ومن هنا فأن مستوى الرقم الهيدروجيني للمنظف غير مستقر.

المدى المتحرك (Moving Ranges –MR) :

✓ يستخدم لمراقبة الاختلاف في عملية الانتاج.

✓ يستخدم عندما يكون هناك بيانات متصلة وهي بيانات مفردة ليست في مجموعات فرعية.

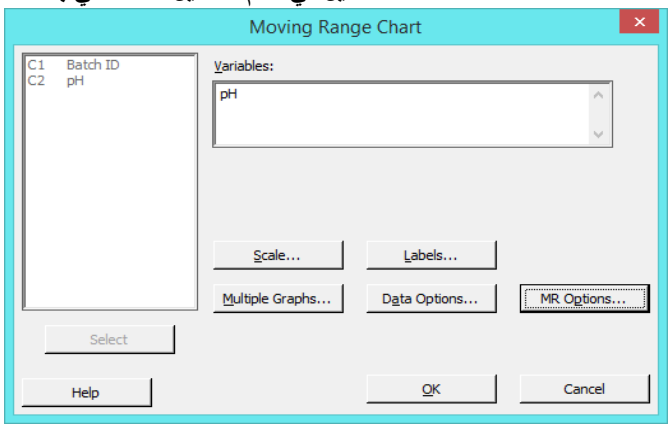
✓ يستخدم لمراقبة استقرار عملية الانتاج مع مرور الوقت حتى يتم تحديد حالات عدم الاستقرار وتصحيحها في العملية.

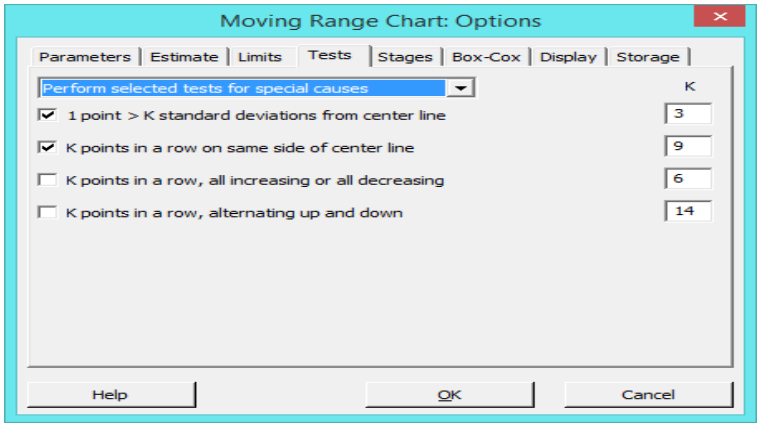
مثال :

يراقب مهندس الجودة تصنيع المنظفات السائلة ، ويرغب في تقييم ما إذا كانت العملية تحقق المواصفات. يقوم المهندس بمراقبة درجة الحموضة في 25 عينة متتالية من المنظفات. للتحقق من ذلك ينشا مخطط MR لمراقبة عملية التصنيع.

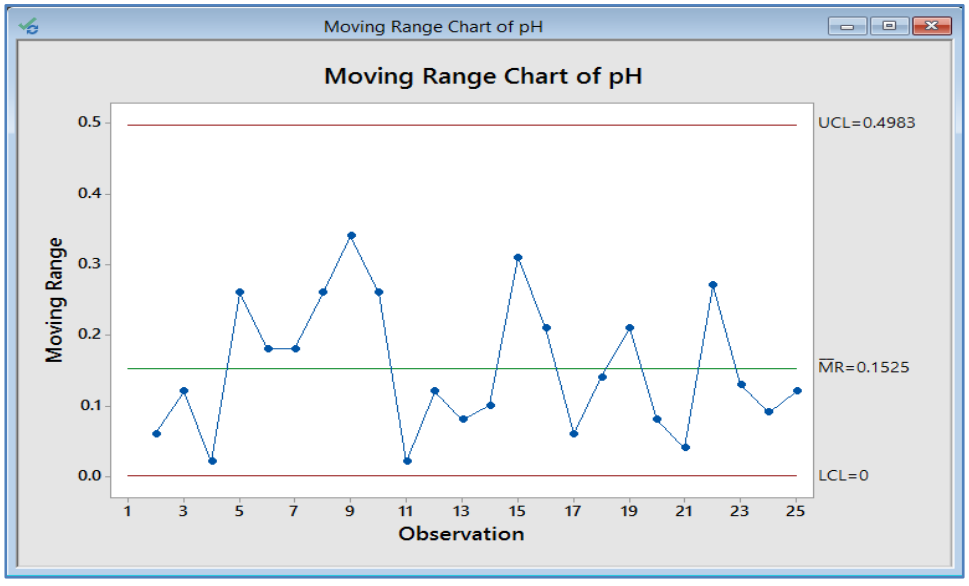
	Batch ID	pH
1	1	6.05
2	2	5.99
3	3	6.11
4	4	6.13
5	5	5.87
6	6	6.05
7	7	6.23
8	8	6.49
9	9	6.15
10	10	5.89
11	11	5.87
12	12	5.99

** ملاحظة : عدد السجلات (25) . انظر DetergentpH.MTW





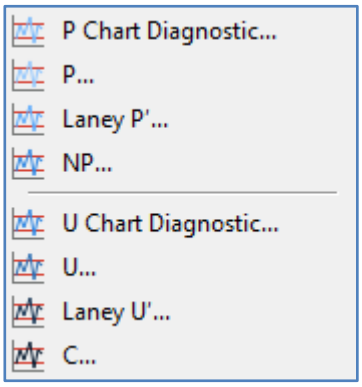
النتائج :



التحليل :

لا توجد أي نقاط خارج حدود التحكم ، وتعرض النقاط نمطًا عشوائيًا على مخطط MR. وبالتالي ، فإنه لا يوجد اختلاف في عملية الانتاج ويمكن للمهندس استخدام مخطط Individuals لفحص مركز العملية.

المخططات الخاصة بالبيانات الوصفية (Attributes Charts) :



مخطط (P Chart Diagnostic) :

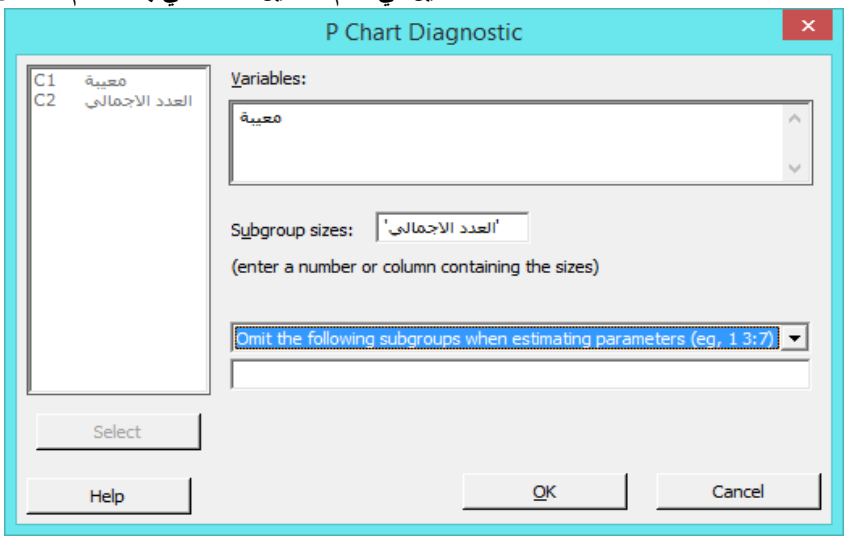
- ✓ يستخدم لاختبار تشتت (كبير / قليل) في البيانات ثنائية الناتج (الناتج معيبة/غير معيبة ، ناجح / راسب) .
- ✓ المشاهدات المعيبة بها عيب واحد أو أكثر مما يجعلها غير مقبولة.
- ✓ يمكن أن يؤدي التشتت الكبير لعدد متزايد من النقاط خارج حدود منطقة التحكم.
- ✓ يمكن أن يتسبب التشتت القليل في إظهار نقاطًا قليلة جدًا خارج حدود التحكم.

مثال :

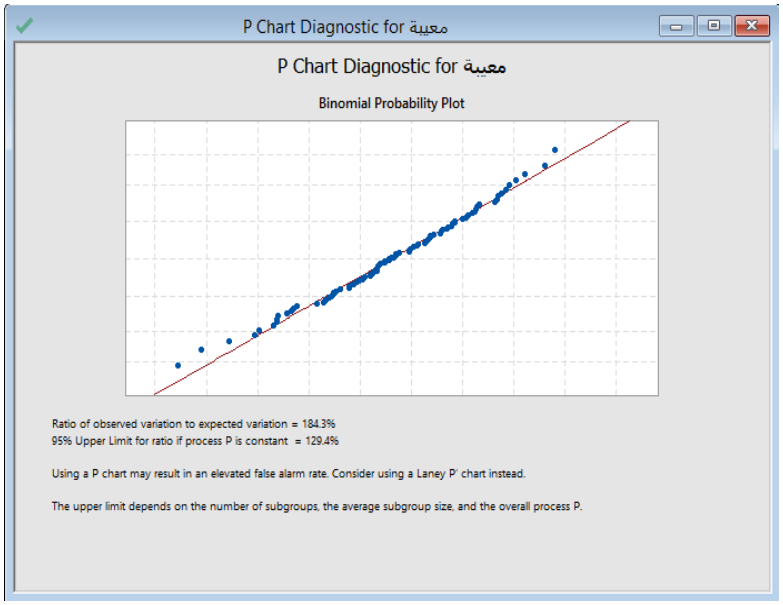
يريد مشرف في مستشفى صغير التأكد من أن عدد الأخطاء في السجلات الطبية بالمستشفى لا يزال تحت السيطرة. يسجل المشرف العدد الإجمالي للسجلات الطبية التي يتم حفظها كل يوم وعدد السجلات غير المكتملة أو غير الدقيقة (معيبة). يبلغ متوسط حجم المجموعة الفرعية أكثر من 2500. وبسبب العدد الكبير من السجلات ، يستخدم المشرف اختبار P Chart Diagnostic لاختبار التشتت الكبير.

	معيبة	العدد الاجمالى
1	31	3450
2	34	2364
3	27	2677
4	5	1315
5	28	3401
6	29	3500
7	17	2949
8	3	1778
9	16	2506
10	45	2902
11	17	2727
12	26	2862
13	27	3164
14	23	2871

** ملاحظة : عدد السجلات (94) . انظر DefectiveRecords.MTW



النتائج:



التحليل :

تبلغ نسبة التباين المشاهد إلى التباين المتوقع 184.3٪. تشير هذه القيمة إلى التشتت الزائد لأنها أكبر من الحد الأعلى للثقة البالغ 129.4٪. يمكن أن يؤدي التشتت الزائد إلى ظهور نقاط على المخطط خارج نطاق السيطرة بينما في الحقيقة هم عكس ذلك. لتعديل وضبط التشتت الزائد يجب على المشرف استخدام مخطط Laney P لمراقبة السجلات المعيبة بدلاً من مخطط P Chart Diagnostic.

مخطط (P) :

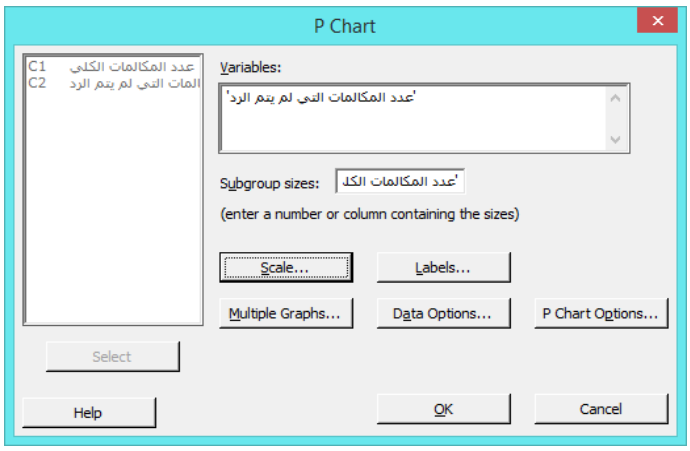
- ✓ يستخدم لمراقبة **نسبة العناصر المعيبة** ، حيث يمكن تصنيف كل عنصر في إحدى فئتين (نجاح أو فشل).
- ✓ يستخدم لمراقبة استقرار العملية بمرور الوقت حتى يتم تحديد حالات عدم الاستقرار وتصحيحها في العملية.

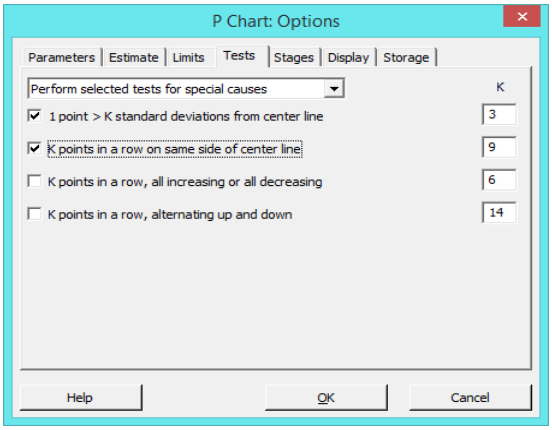
مثال :

يريد المشرف على مركز الاتصال تقييم عملية الرد على اتصالات العملاء. يسجل المشرف إجمالي عدد الاتصالات الواردة وعدد الاتصالات التي لم يتم الرد عليها لمدة 21 يومًا. يقوم المشرف بإنشاء مخطط P لمراقبة نسبة المكالمات التي لم يتم الرد عليها.

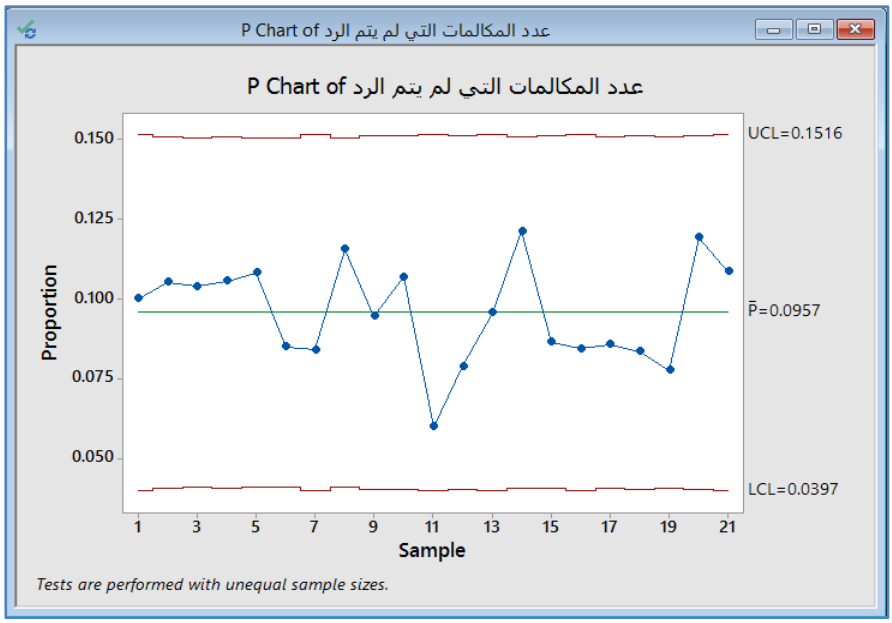
	عدد المكالمات الكلى	عدد المكالمات التى لم يتم الرد
1	250	25
2	257	27
3	260	27
4	256	27
5	259	28
6	259	22
7	250	21
8	260	30
9	254	24
10	253	27
11	251	15
12	254	20
13	251	24
14	256	31

** ملاحظة : عدد السجلات (21) . انظر UnansweredCalls.MTW





النتائج :



التحليل :

يوضح المخطط انه في المتوسط هناك ما نسبته 9.57٪ من المكالمات لم يتم الرد عليها. ولا يوجد أي من نسب المجموعة الفرعية خارج حدود التحكم. علاوة على ذلك ، تعرض النقاط داخل الحدود نمطًا عشوائيًا. ومن هنا فلا يقدم هذا الرسم أي دليل على فقدان السيطرة. وبالتالي ، فإن العملية تحقق المواصفات والشروط المطلوبة.

مخطط (Laney P') :

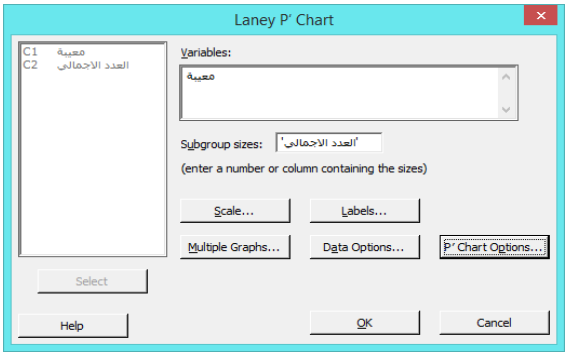
- ✓ يستخدم لمراقبة نسبة العناصر المعيبة التي تنتجها عملية الانتاج وللتعديل من أجل التوزيع كبير التشتت أو التشتت القليل في البيانات.
- ✓ يمكن أن يؤدي التشتت الكبير في المخطط لعدد متزايد من النقاط خارج حدود التحكم.
- ✓ يمكن أن يتسبب التشتت القليل في اظهار نقاطًا قليلة جدًا خارج حدود التحكم.
- ✓ يتم تعديل مخطط Laney P وفقًا لهذه الظروف.

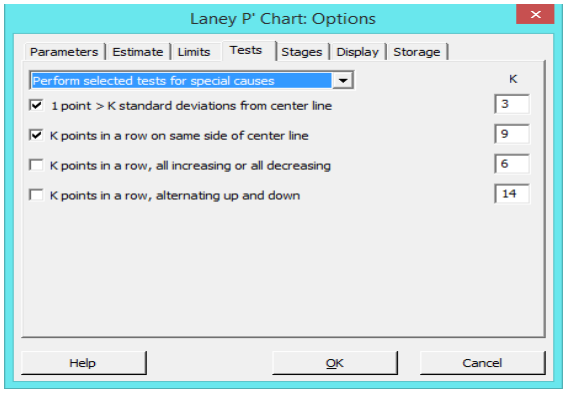
مثال :

يريد مشرف في مستشفى صغير التأكد من أن عدد الأخطاء في السجلات الطبية بالمستشفى لا يزال تحت السيطرة. يسجل المشرف العدد الإجمالي للسجلات الطبية التي يتم حفظها كل يوم وعدد السجلات غير المكتملة أو غير الدقيقة (معيبة). يبلغ متوسط حجم المجموعة الفرعية أكثر من 2500. وبسبب العدد الكبير من السجلات ، قرر المشرف استخدام اختبار Laney P' لمراقبة السجلات.

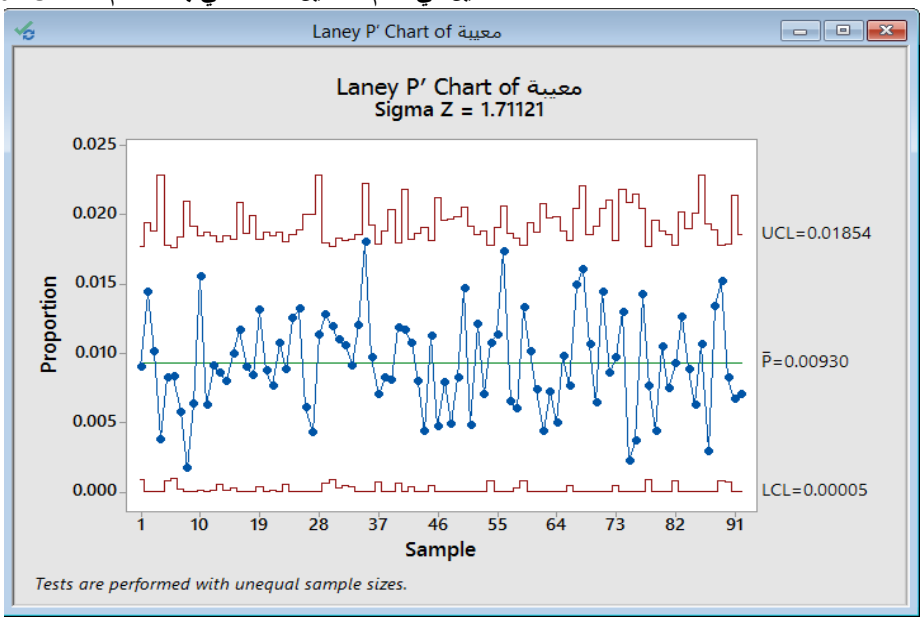
	معيبة	العدد الاجمالى
1	31	3450
2	34	2364
3	27	2677
4	5	1315
5	28	3401
6	29	3500
7	17	2949
8	3	1778
9	16	2506
10	45	2902
11	17	2727
12	26	2862
13	27	3164
14	23	2871

** ملاحظة : عدد السجلات (94) . انظر DefectiveRecords.MTW





النتائج :



التحليل :

نظرًا لأن أحجام العينات غير متساوية ، تختلف حدود التحكم. قيمة Sigma Z (تقريبًا 1.7) أكبر من 1 ، مما يشير إلى أن حدود التحكم على مخطط Laney P أوسع من تلك الموجودة على مخطط P التقليدي لضبط التشتت الزائد. لم تفشل أي من المجموعات الفرعية في الاختبارات ، لذلك استنتج المشرف أن نسبة العيوب هي تحت السيطرة.

مخطط (NP)(Number of defective) :

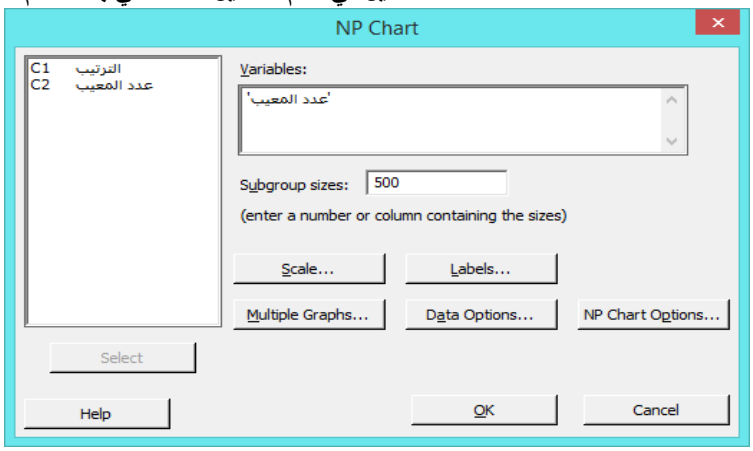
- ✓ يستخدم لمراقبة **عدد العناصر المعيبة** حيث يمكن تصنيف كل عنصر في إحدى فئتين (نجاح أو فشل).
- ✓ يستخدم لمراقبة استقرار عملية الانتاج بمرور الوقت حتى تتمكن من تحديد حالات عدم الاستقرار وتصحيحها في العملية.
- ✓ يفترض ان البيانات تتوزع توزيع ذو حدين.

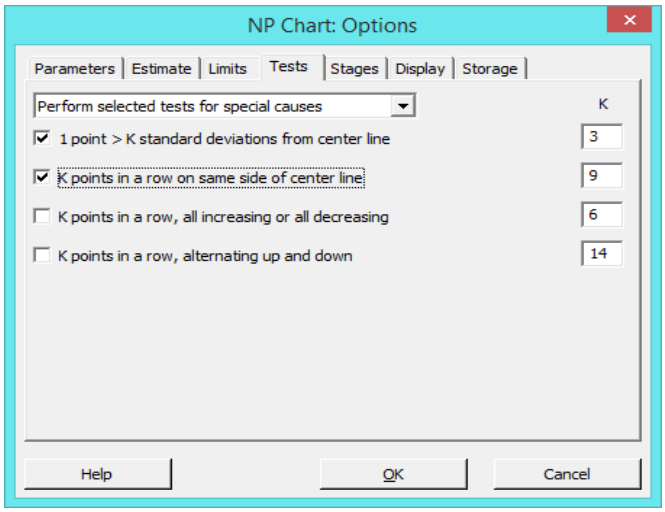
مثال :

يقوم مهندس الجودة بتقييم ما إذا كانت العملية المستخدمة لتصنيع المصابيح الكهربائية مطابقة للمواصفات. يقوم المهندس باختبار 500 مصباح كهربائي كل ساعة لثلاث مناوبات لمدة 8 ساعات ويسجل عدد المصابيح التي تحتوي (عيوب). لاجل ذلك يقوم المهندس بإنشاء مخطط NP لمراقبة عدد المصابيح الكهربائية المعيبة.

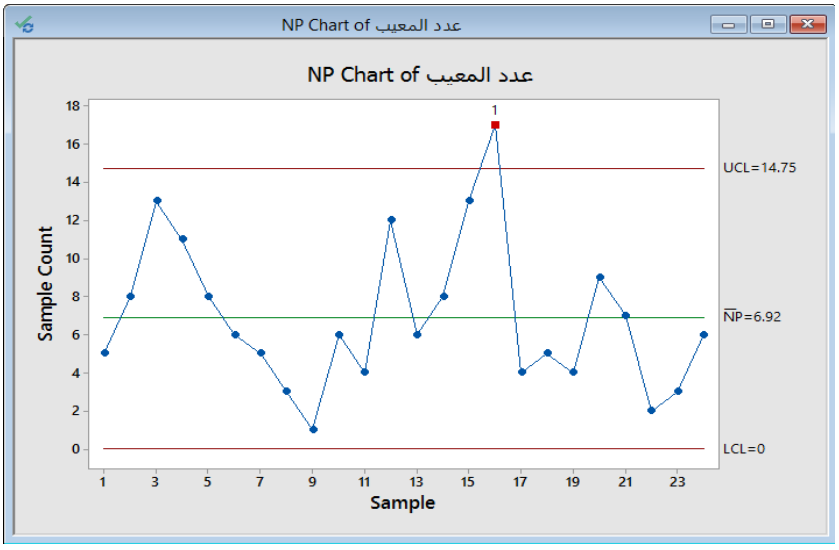
	الترتيب	عدد المعيب
1	101	5
2	102	8
3	103	13
4	104	11
5	105	8
6	106	6
7	107	5
8	108	3
9	109	1
10	110	6
11	111	4
12	112	12

** عدد السجلات (24) . انظر DefectiveLightBulbs.MTW





النتائج :



التحليل :

نقطة واحدة خارج السيطرة على مخطط NP. يخلص المهندس إلى أن العملية ليست مطابقة للمواصفات ويجب تحسينها.

مخطط (U Chart Diagnose) : (Per Unit)

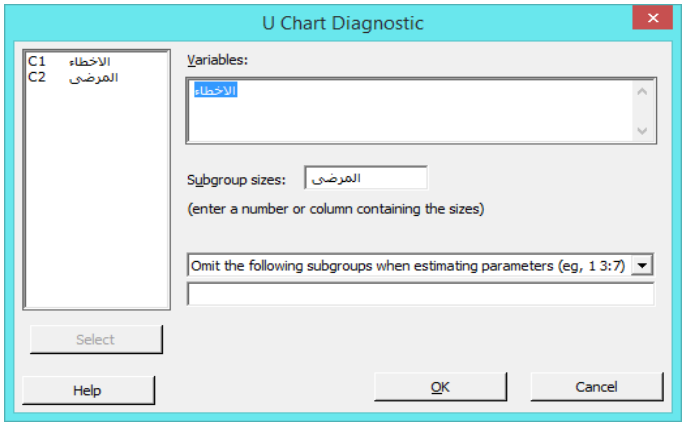
- ✓ يستخدم لاختبار التشتت الكبير أو القليل في البيانات المعيبة (اكقر من عيب في الوحدة).
- ✓ يجب أن يكون هناك قدرة على حساب عدد العيوب في كل عنصر أو وحدة.
- ✓ يمكن أن يؤدي التشتت الكبير إلى عرض عدد متزايد من النقاط خارج حدود التحكم.
- ✓ يمكن أن يتسبب التشتت القليل في عرض نقاطًا قليلة جدًا خارج حدود التحكم.
- ✓ يتم تعديل مخطط Laney U وفقًا لهذه الظروف.

مثال :

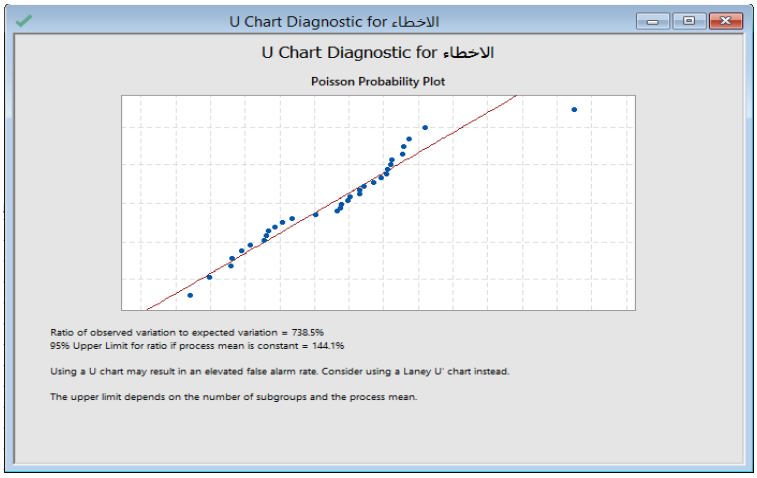
يريد مدير الجودة لمجموعة من المستشفيات تقييم معدل الخطأ في الأدوية. تتضمن أمثلة الأخطاء تقديم الدواء في الوقت الخطأ ، وتقديم الجرعة الخاطئة ، وتقديم الدواء الخاطئ. يسجل مديرالجودة عدد المرضى وعدد أخطاء الدواء كل أسبوع لمدة 32 أسبوعًا. يبلغ متوسط حجم المجموعة الفرعية أكثر من 7500. وبسبب العدد الكبير من المرضى ، يستخدم المدير اختبار U لاختبار التشتت الكبير.

	الاخطاء	المرضى
1	71	5750
2	15	9010
3	84	7179
4	56	6830
5	18	7134
6	69	8478
7	12	8858
8	20	7412
9	39	7537
10	93	8957
11	62	8330
12	33	9810
13	3	8645

** ملاحظة : عدد السجلات (32) . انظر MedicationErrors.MTW



النتائج :



التحليل :

نسبة التباين المشاهد إلى التباين المتوقع هو 738.5٪ . تشير هذه القيمة إلى التشتت الكبير لأنها أكبر من الحد الأعلى للثقة البالغ 144.1٪. يمكن أن يؤدي التشتت الكبير إلى ظهور نقاط على مخطط U التقليدي خارج نطاق التحكم بينما هي في الحقيقة غير ذلك. لضبط هذا التشتت الكبير ، يجب على مدير الجودة استخدام مخطط Laney U للتحقق أخطاء الأدوية بدلاً من مخطط U التقليدي.

مخطط (U) :

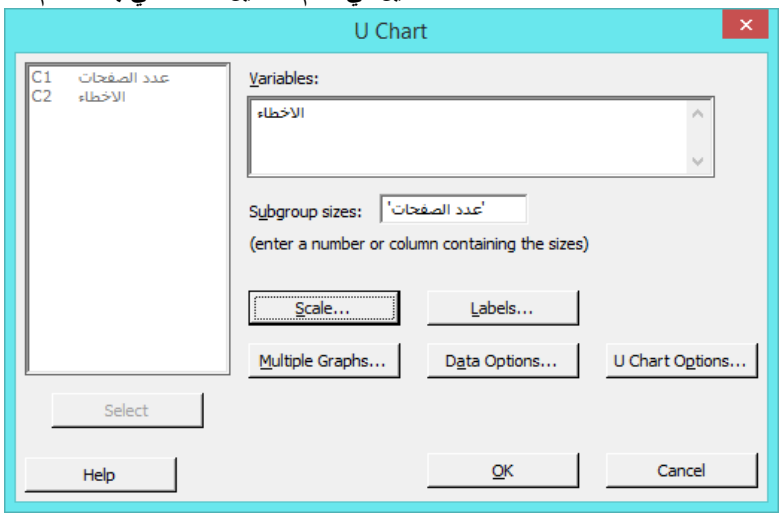
- ✓ يستخدم لمراقبة عدد العيوب لكل وحدة ، حيث يمكن أن يكون لكل عنصر عيوب متعددة.
- ✓ يستخدم لمراقبة استقرار العملية بمرور الوقت حتى يتم تحديد حالات عدم الاستقرار وتصحيحها في العملية.

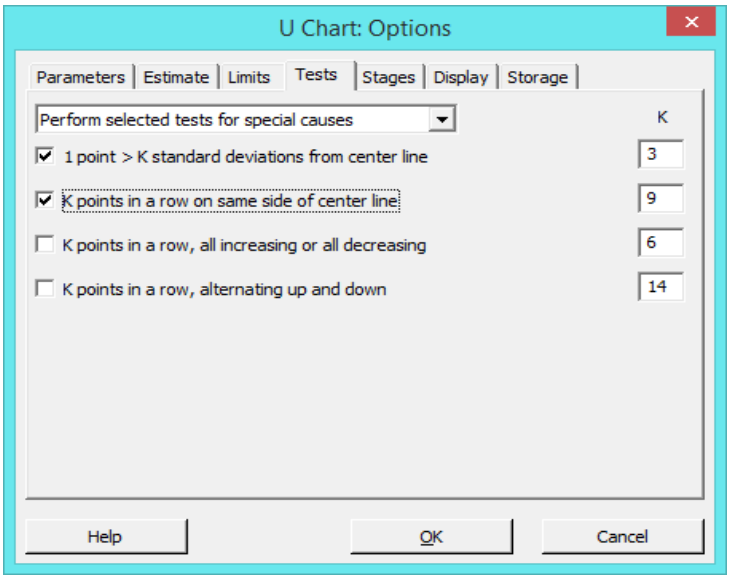
مثال :

يريد مدير شركة نسخ أن يقيم جودة خدمة النسخ. يختار المدير عشوائيًا 25 مجموعة من الصفحات من الطلبات المتتالية ويحسب عدد الأخطاء المطبعية (العيوب). تحتوي كل مجموعة على عدد مختلف من الصفحات.يقوم المدير بإنشاء مخطط U لمراقبة عدد الأخطاء.

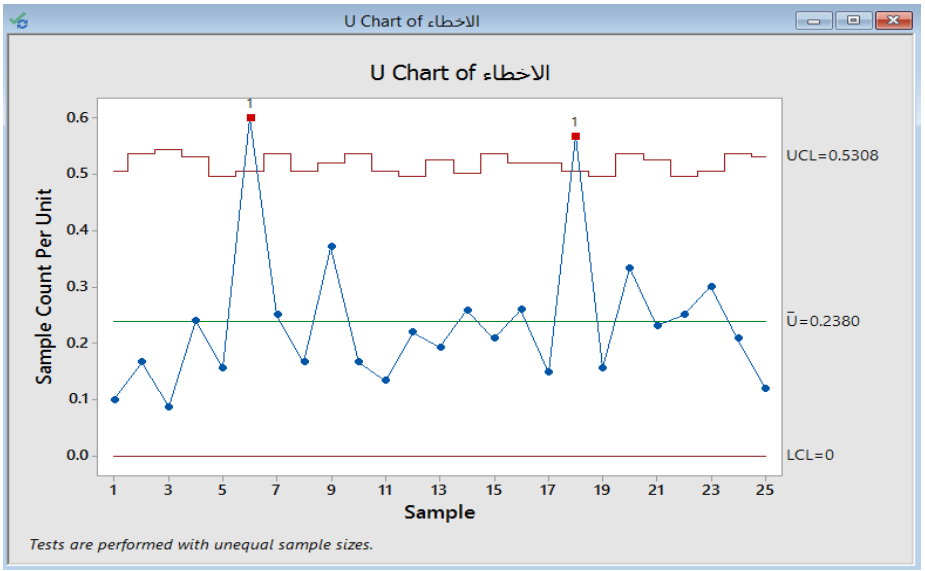
	عدد الصفحات	الاخطاء
1	30	3
2	24	4
3	23	2
4	25	6
5	32	5
6	30	18
7	24	6
8	30	5
9	27	10
10	24	4
11	30	4

** ملاحظة : عدد السجلات (25) . انظر TranscriptionErrors.MTW


U Chart
C1 عدد الصفحات
C2 الاخطاء
Variables:
الاخطاء
Subgroup sizes: 'عدد الصفحات'
(enter a number or column containing the sizes)
Scale...
Labels...
Multiple Graphs...
Data Options...
U Chart Options...
Select
Help
OK
Cancel


U Chart: Options
Parameters
Estimate
Limits
Tests
Stages
Display
Storage
Perform selected tests for special causes
K
1 point > K standard deviations from center line
3
K points in a row on same side of center line
9
K points in a row, all increasing or all decreasing
6
K points in a row, alternating up and down
14
Help
OK
Cancel

النتائج :


U Chart of الاخطاء
U Chart of الاخطاء
Sample Count Per Unit
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
UCL=0.5308
Ū=0.2380
LCL=0
1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
Sample
Tests are performed with unequal sample sizes.

التحليل :

نظرًا لأن أحجام العينات غير متساوية ، تختلف حدود التحكم. متوسط عدد العيوب لكل مجموعة صفحات هو 23.8%. فشلت المجموعتان الفرعيتان 6 و 18 في الاختبار لأنها خارج حدود التحكم. وبالتالي ، فإن العملية خارجة عن السيطرة ولا تطابق المواصفات. يجب على المدير تحديد وتصحيح أي عوامل تساهم في الاختلاف.

مخطط (Laney U') :

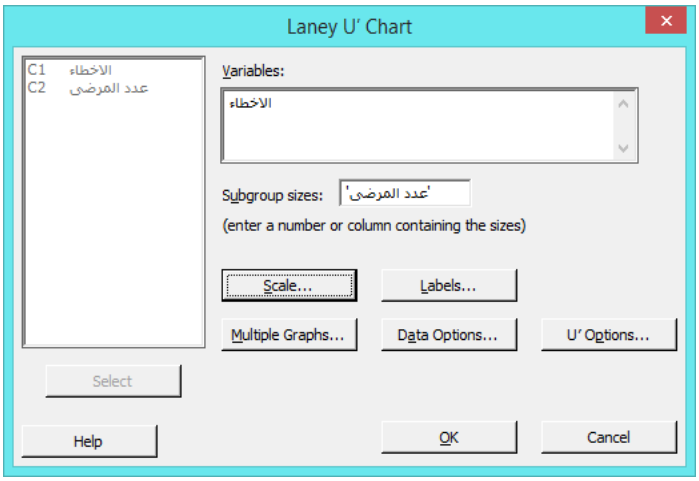
- ✓ يستخدم لمراقبة معدل العيوب في عملية الانتاج وللتعديل من أجل التشتت الكبير أو القليل في البيانات.
- ✓ يمكن أن يؤدي التشتت الكبير إلى عدد متزايد من النقاط خارج حدود التحكم.
- ✓ يمكن أن يتسبب التشتت القليل في عرض نقاطًا قليلة جدًا خارج حدود التحكم.
- ✓ يتم تعديل مخطط Laney U وفقًا لهذه الظروف.

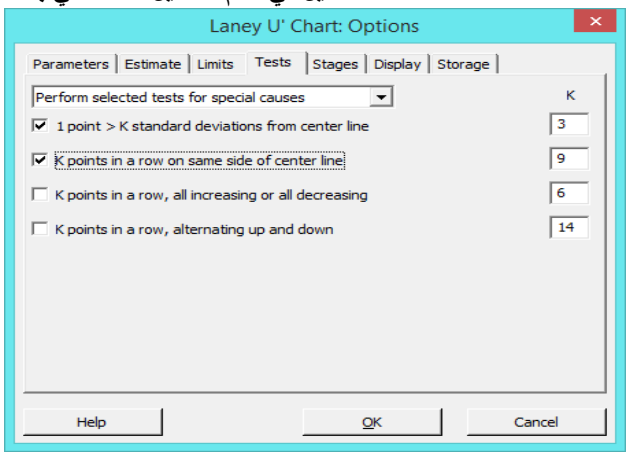
مثال :

يريد مدير الجودة لمجموعة من المستشفيات تقييم معدل الخطأ في الأدوية. تتضمن أمثلة الأخطاء تقديم الدواء في الوقت الخطأ ، وتقديم الجرعة الخاطئة ، وتقديم الدواء الخاطئ. يسجل مديرالجودة عدد المرضى وعدد أخطاء الدواء كل أسبوع لمدة 32 أسبوعًا. يبلغ متوسط حجم المجموعة الفرعية أكثر من 7500. وبسبب العدد الكبير من المرضى ، يستخدم المدير اختبار Leney U' لاختبار التشتت الكبير.

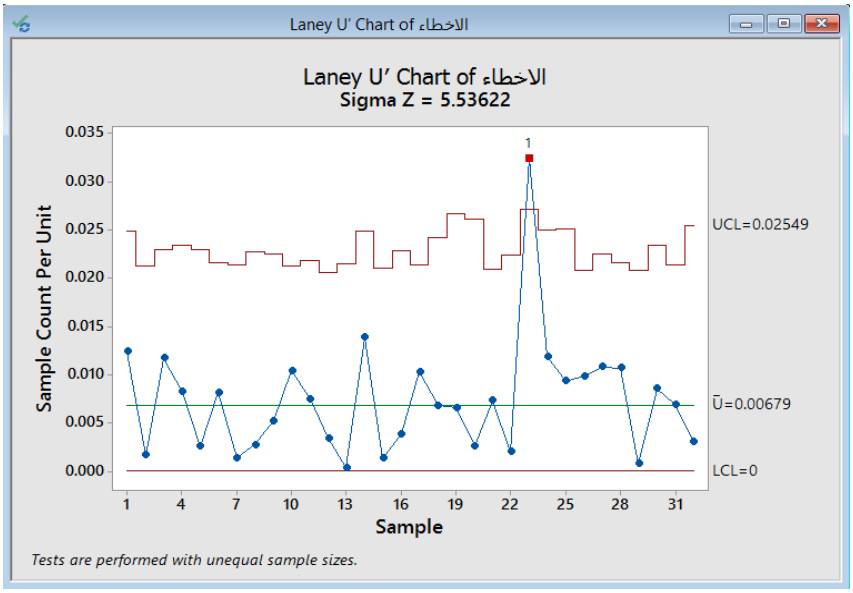
	الاخطاء	المرضى
1	71	5750
2	15	9010
3	84	7179
4	56	6830
5	18	7134
6	69	8478
7	12	8858
8	20	7412
9	39	7537
10	93	8957
11	62	8330
12	33	9810
13	3	8645

** ملاحظة : عدد السجلات (32) . انظر MedicationErrors.MTW





النتائج :



التحليل :

نظرًا لأن أحجام العينات غير متساوية ، تختلف حدود التحكم. قيمة Sigma Z (5.5) تقريبًا وهي أكبر من 1 ، مما يشير إلى أن حدود التحكم في مخطط Laney U أوسع من تلك الموجودة على مخطط U التقليدي لضبط التشتت الزائد. فشلت المجموعة الفرعية 23 في الاختباررقم (1) ، لذلك استنتج المدير أن معدل أخطاء الدواء ليس مسيطرًا عليه (ليس ضمن المواصفات المطلوبة) .

مخطط (C) :

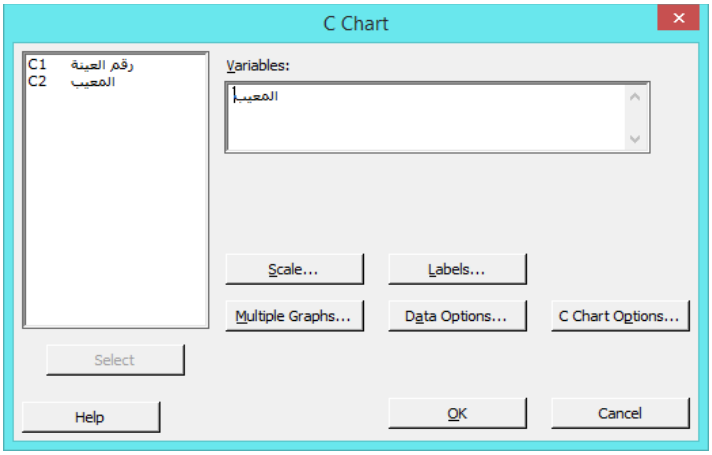
- ✓ يستخدم لمراقبة عدد العيوب حيث يمكن أن يكون لكل عنصر عيوب متعددة.
- ✓ يجب استخدامه فقط عندما تكون المجموعات الفرعية بنفس الحجم.
- ✓ يستخدم لمراقبة استقرار العملية بمرور الوقت حتى يتم تحديد حالات عدم الاستقرار وتصحيحها في العملية.

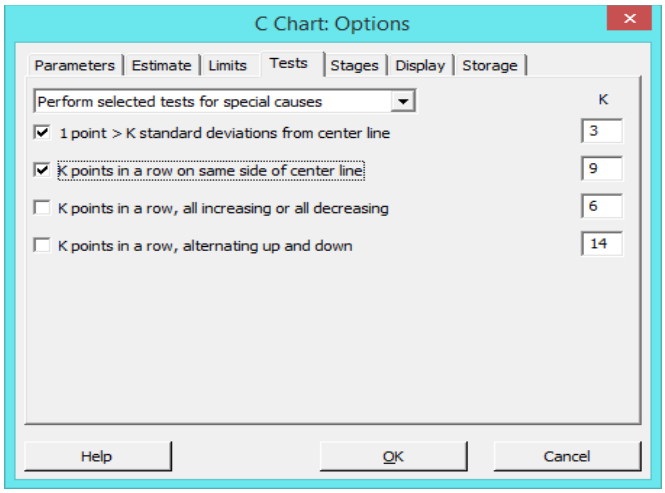
مثال :

يرغب مهندس الجودة في شركة تصنيع ورق الحائط في تقييم استقرار عملية الطباعة. في كل ساعة ، يأخذ المهندس عينة من 100 قدم من ورق الحائط ويحسب عدد عيوب الطباعة ، والتي تشمل لطخات الطباعة وتشوهات النمط والحبر المفقود. يقوم المهندس بإنشاء مخطط C لمراقبة عدد العيوب.

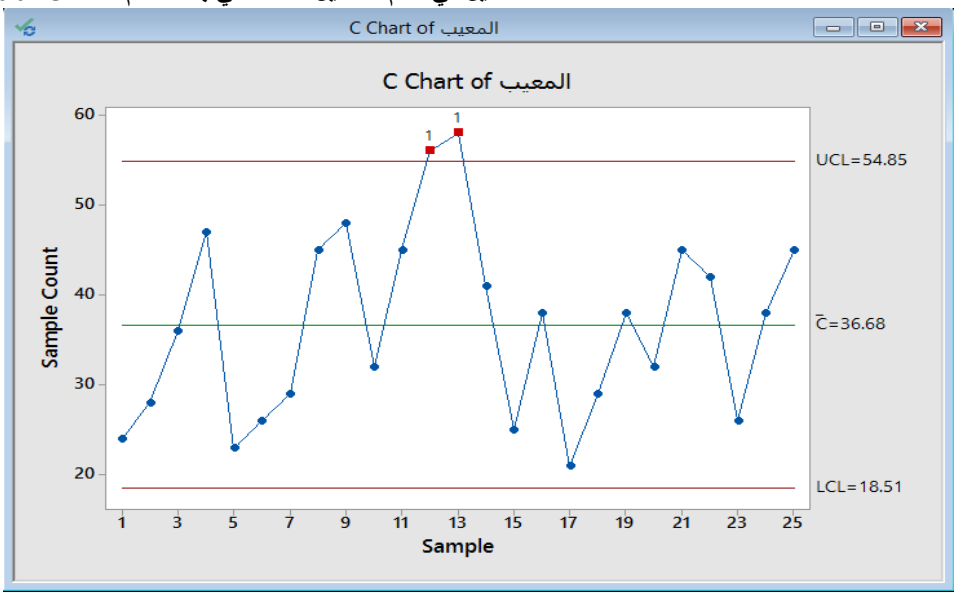
	رقم العينة	المعيب
1	1	24
2	2	28
3	3	36
4	4	47
5	5	23
6	6	26
7	7	29
8	8	45
9	9	48
10	10	32
11	11	45
12	12	56

** ملاحظة : عدد السجلات (25) . انظر WallpaperDefects.MTW





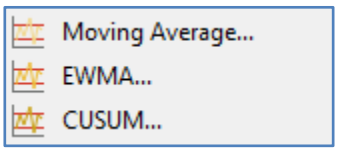
النتائج :



التحليل :

متوسط عدد العيوب في العينة هو (36.68). فشل اختبار النموذجين 12 و 13 لأنهما خارجا عن حدود المراقبة. وبالتالي ، فإن العملية خارجة عن السيطرة (لا تطابق المواصفات) . يجب على المهندس تحديد وتصحيح أي عوامل تساهم في الاختلاف.

مخطط (Time–Weighted charts) :



مخطط (Moving Average) :

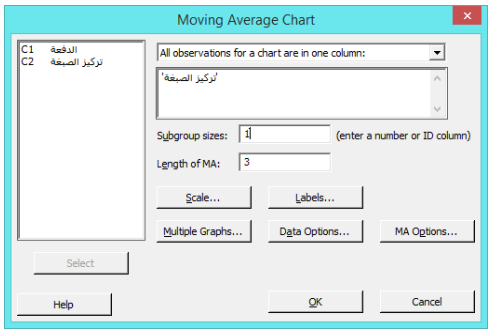
- ✓ مخطط "المتوسطات المتحركة" – هو رسم المتوسطات الحسابية المحسوبة من مجموعات فرعية (يتم تحديد عدد العناصر فيها) من المشاهدات المتتالية.
- ✓ يستخدم مخطط المتوسط المتحرك لمراقبة المتوسطات المتحركة غير المرجحة عندما نريد اكتشاف التحولات الصغيرة في متوسط الانتاج
- ✓ عندما يكون هناك بيانات في مجموعات فرعية ، فإن المتوسط الحسابي لجميع المشاهدات يتم حسابه في كل مجموعة فرعية. ثم يتم تشكيل المتوسط المتحرك من هذه الاوساط.
- ✓ كما يستخدم المتوسط المتحرك لجعل شكل البيانات (smooth) ولتوفير توقعات قصيرة المدى عندما لا يكون للبيانات اتجاه محدد.
- ✓ يقدر الانحراف المعياري σ باستخدام الانحراف المعياري للمجتمع. كما يمكن أن تستند التقديرات على متوسط انحرافات المجموعة الفرعية عن مدى البيانات.
- ✓ يفضل استخدام مخطط EWMA على هذا المخطط لأنه لا يزن المشاهدات كما يفعل EWMA.

مثال :

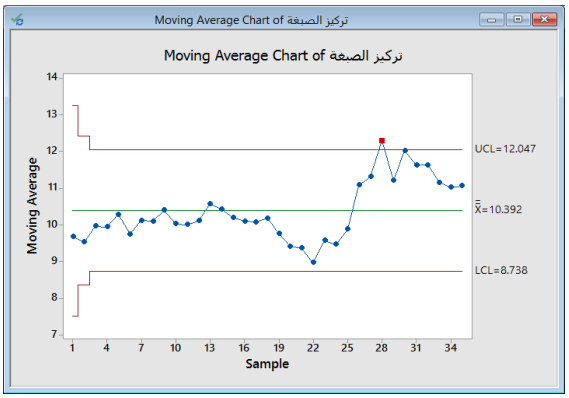
يرغب مهندس الجودة من شركة تصنيع البلاستيك في التأكد من أن العينات المختارة سيظل متحكم بها اثناء الانتاج. يقيس المهندس تركيز لون كل عينة لجميع العينات الـ 35.

	الدفعة	تركيز الصبغة
1	1	9.6878
2	2	9.3770
3	3	10.8254
4	4	9.6368
5	5	10.4049
6	6	9.2103
7	7	10.7451
8	8	10.3547
9	9	10.0961
10	10	9.6256
11	11	10.3146

** ملاحظة : عدد السجلات (35) . انظر PigmentConcentration.MTW



النتائج :



Test Results for Moving Average Chart of تركيز الصبغة

TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from center line.
Test Failed at points: 28

التحليل :

العينة 28 أعلى من UCL، لذا يجب على المهندس أن يبحث في سبب تركيز الصباغ لهذه العينة أكثر مما هو متوقع.

مخطط (Exponentially-Weighted Moving Average EWMA) :

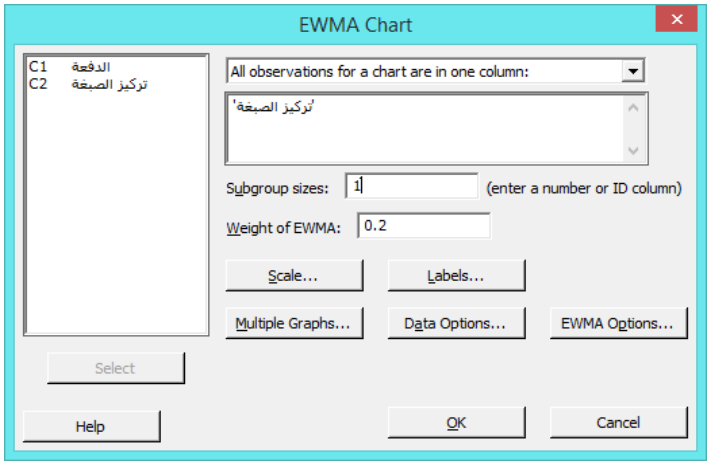
- ✓ يستخدم لاكتشاف الاختلافات الصغيرة في الوسط الحسابي للمنتج ، دون التأثر بالقيم المنخفضة والعالية.
- ✓ يراقب المتوسطات المتحركة الموزونة بشكل كبير ، والتي تزيل تأثير القيم المنخفضة والعالية.
- ✓ يمكن أن تكون المشاهدات مفردة او فئوية.
- ✓ من شروطه : (البيانات من النوع المتصل ، يجب ان يكون الاختلاف بين قيم البيانات صغير، لا يسمح بالقيم المفقودة في المجموعات).

مثال :

يرغب مهندس الجودة من شركة تصنيع البلاستيك في التأكد من أن العينات (المجموعات) المختارة سيظل متحكم بها. يقيس المهندس تركيز لون كل عينة لجميع العينات الـ 35.

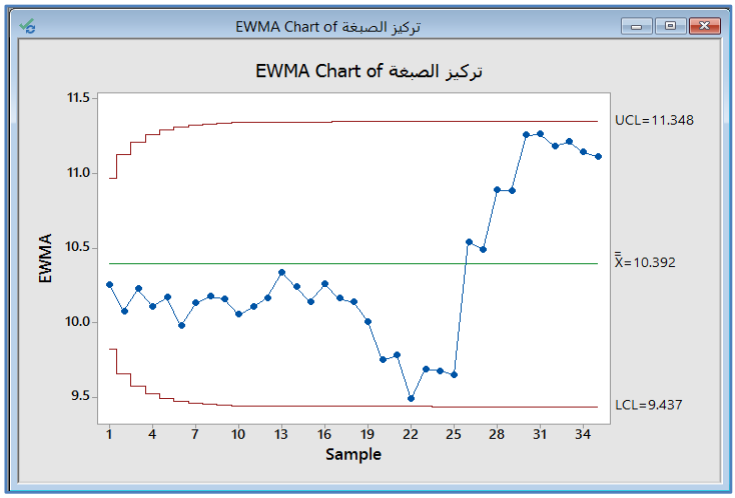
	الدفعة	تركيز الصبغة
1	1	9.6878
2	2	9.3770
3	3	10.8254
4	4	9.6368
5	5	10.4049
6	6	9.2103
7	7	10.7451
8	8	10.3547
9	9	10.0961
10	10	9.6256
11	11	10.3146

** ملاحظة : عدد السجلات (35) . انظر PigmentConcentration.MTW



** قيمة Weight of EWMA : تنحصر بين (0 و 1).

النتائج :



التحليل :

بالنسبة لبيانات الصبغة ، لا توجد نقاط خارجة عن السيطرة. ومع ذلك ، يتغير مستوى العملية بدءًا من المجموعة الفرعية 26. يجب على المهندس فحص العملية للتعرف على الاختلافات في الأسباب .

مخطط (CUSUM CUmulative SUMs) :

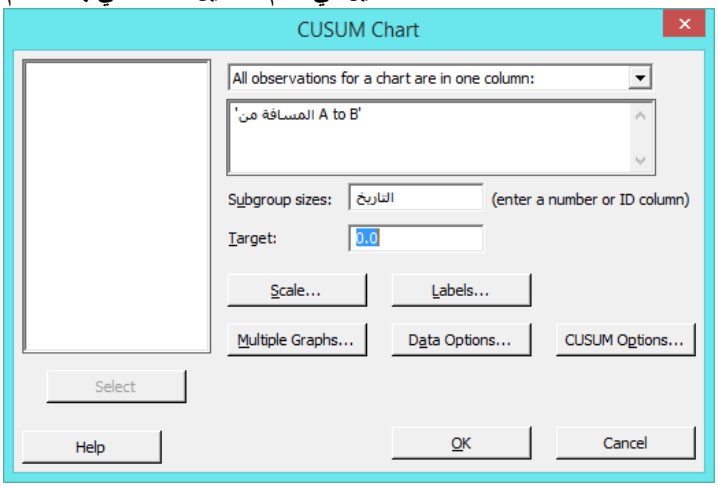
- ✓ هو مخطط تحكم لرصد المجموع التراكمي (لمتوسط انحراف المجموعة الفرعية عن هدف العملية Target).
- ✓ يستخدم لاكتشاف التحولات (الانتقالات) الصغيرة في عملية الانتاج.
- ✓ يرسم المجاميع التراكمية (CUSUMs) لكل قيمة للانحرافات عن القيمة المستهدفة.
- ✓ نظرًا لأن مخطط CUSUM تراكمي ، فإن الانحراف الطفيف في متوسط العملية سيؤدي إلى زيادة ثابتة (أو تناقص) لقيم الانحراف التراكمي.
- ✓ يمكن أن تكون المشاهدات (مفردة أو فئوية).
- ✓ يجب ان تكون البيانات متصلة ، كما يجب ان تكون الانتقالات بين المشاهدات صغيرة.

مثال :

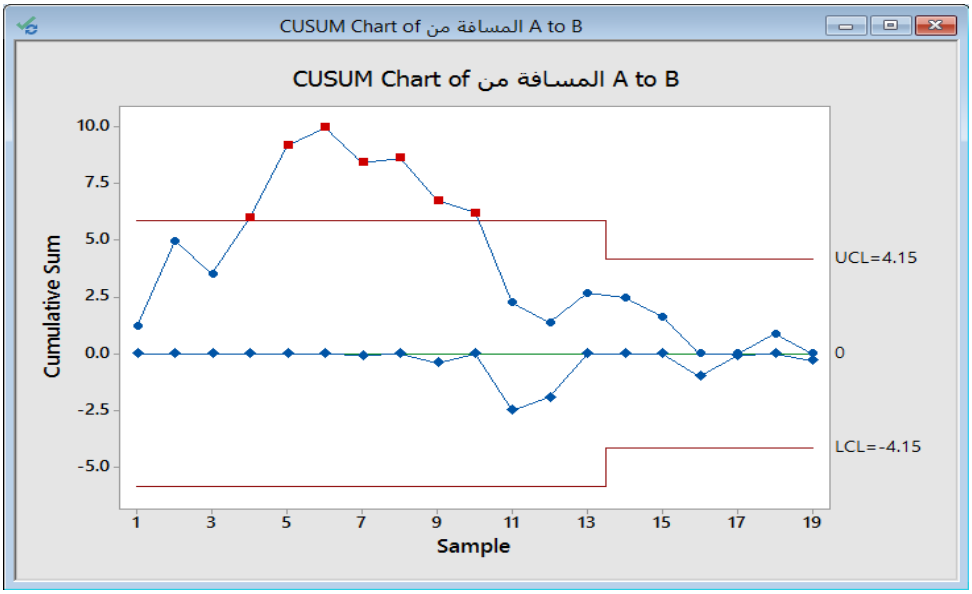
يراقب مهندس الجودة في مصنع لجمع محركات السيارات حركة أعمدة الكرنك في محرك التشغيل ، تتحرك أجزاء من العمود المرفقي لأعلى ولأسفل لمسافة معينة من موضع خط الأساس. قام المهندس بإجراء خمسة قياسات يوميًا من 28 /9 حتى 15 /10 ثم 10 قياسات يوميًا من 18/10 إلى 25 /10. يقوم مهندس الجودة بإنشاء مخطط CUSUM لمراقبة الاختلافات الصغيرة في حركة أعمدة الكرنك.

	التاريخ	المسافة من A to B
1	9/28	-0.44025
2	9/28	5.90038
3	9/28	2.08965
4	9/28	0.09998
5	9/28	2.01594
6	9/29	4.83012
7	9/29	3.78732
8	9/29	4.99821
9	9/29	6.91169
10	9/29	1.93847

** ملاحظة : عدد السجلات (125) . انظر CrankshaftMovement.MTW



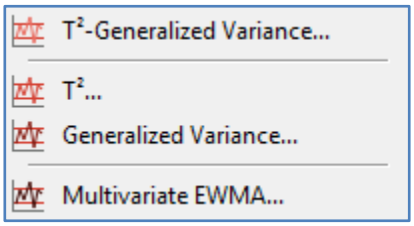
النتائج :



التحليل :

يكشف الجزء العلوي من CUSUM التحولات التصاعدية في مستوى العملية ويكتشف CUSUM السفلي التحولات السفلية. يوضح خط CUSUM العلوي أن المجموعات الفرعية من 4 إلى 10 تقع خارج حد التحكم العلوي ، مما يشير إلى تحولات صغيرة فوق الهدف.

مخططات (Multivariate charts) :



مخطط (T^2-Generalized Variance) :

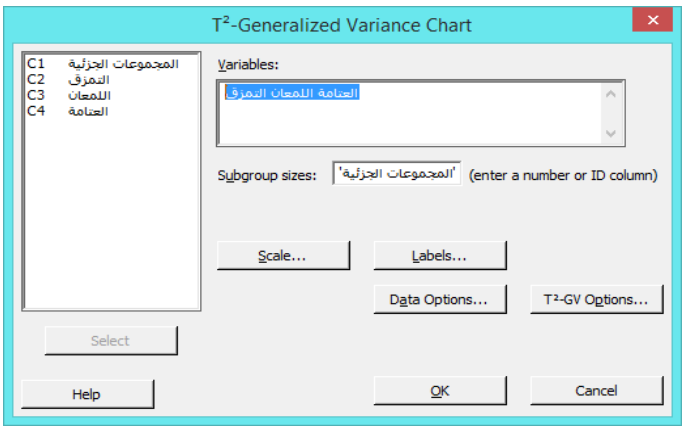
- ✓ يستخدم لمراقبة ما إذا كان موقع الانتاج وتباين الانتاج لمتغيرين مرتبطين أو أكثر تحت التحكم. هذا المخطط هو النظير متعدد المتغيرات للمخططات Xbar–R و Xbar–S و I–MR.
- ✓ المتغيرات يجب ان يكون بينها ارتباط .

مثال :

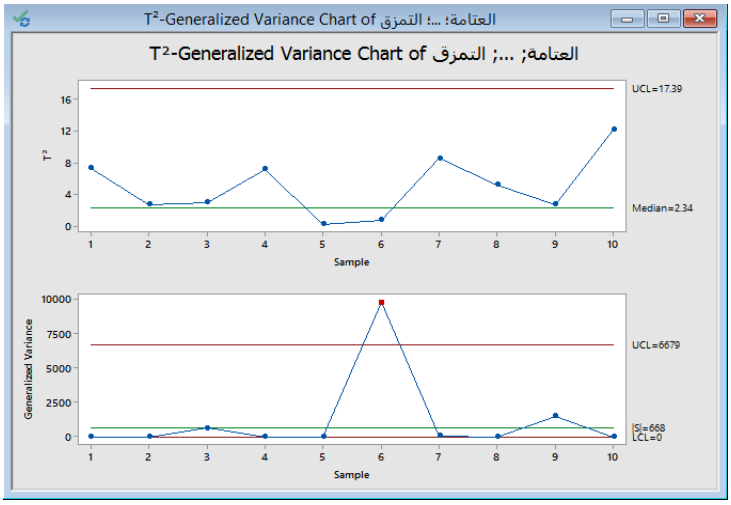
تريد مهندسة الجودة مراقبة التباين في قوة التمزق واللمعان والعتامة للألواح البلاستيكية التي تصنعها شركتها، من اجل ذلك تقيس هذه المتغيرات لأربع الواح بلاستيكة في اليوم لمدة 10 أيام. وقد وجدت التحليلات السابقة أن هذه المتغيرات مرتبطة. تقوم مهندسة الجودة بإنشاء مخطط T^2 .

	المجموعات الجزئية	التمزق	اللمعان	العتامة
1	1	5.5	10.9	1.10
2	1	4.8	2.3	4.20
3	1	3.3	2.0	4.50
4	1	4.9	8.7	1.50
5	2	4.5	8.9	5.20
6	2	3.5	8.9	5.00
7	2	4.6	8.8	4.00
8	2	2.2	6.8	3.90
9	3	2.2	2.0	2.00
10	3	4.9	5.2	5.60
11	3	4.0	18.0	8.00

** ملاحظة : عدد السجلات (40) . انظر PlasticSheets.MTW



النتائج:



** يمثل |S| : يمثل محدد مصفوفة Covariance للعينة.

Test Results for Generalized Variance Chart of العتامة؛ ...؛ التمزق

TEST. One point beyond control limits.
Test Failed at points: 6

التحليل:

ينظر مهندس الجودة إلى مخطط Generalized variance أولاً ، إذا أظهر فيه أن التباين غير متحكم به فإن حدود التحكم على مخطط T^2 غير دقيقة . ومن الشكل يتبين ان التباين المشترك في قوة التمزق واللمعان والعتامة يتجاوز الحد العلوي عند النقطة 6. ومن هنا فيجب على المهندس التحقيق في سبب عدم التحكم في التباين وتصحيح المشكلات قبل تفسير مخطط T^2.

مخطط (T^2) :

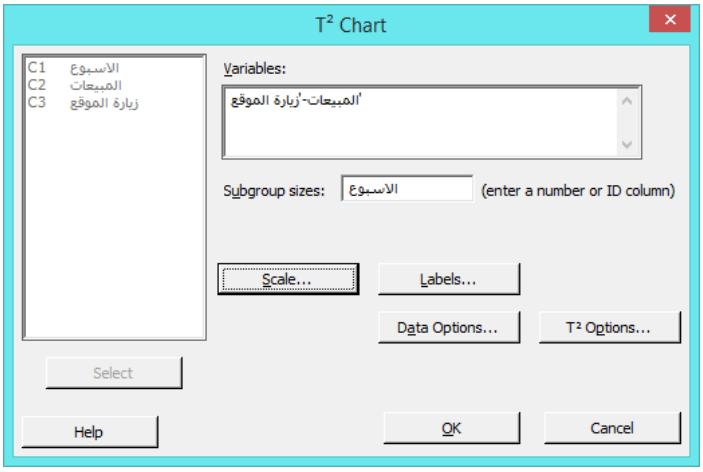
- ✓ يستخدم لمراقبة ما إذا كانت مواقع الانتاج لمتغيرين أو أكثر من المتغيرات تحت السيطرة.
- ✓ هذا الرسم البياني هو النظير متعدد المتغيرات لجداول Xbar و Individuals .
- ✓ المتغيرات يجب ان يكون بينها ارتباط .

مثال :

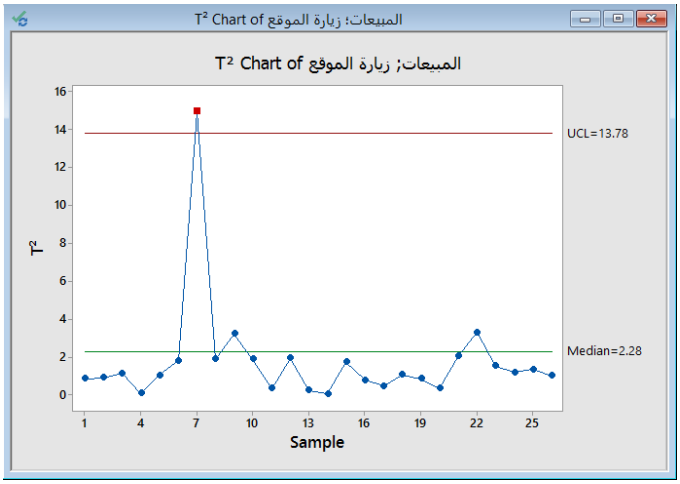
يراقب مدير المبيعات في شركة برمجيات الكمبيوتر قسم المبيعات وزيارتهم للاسابيع الـ 26 السابقة. نظرًا لأن عدد زيارات مواقع المبيعات كل أسبوع يؤثرعلى كمية المبيعات ، يرغب المدير في مراقبة هذه المتغيرات في نفس الوقت. يقوم مدير المبيعات بإنشاء مخطط T^2 لمراقبة الوسط الحسابي لارقام المبيعات وزيارات مواقع المبيعات في الوقت نفسه على مدى ال 26 أسبوعًا.

	الاسبوع	المبيعات	زيارة الموقع
1	1	1200350	23
2	2	900825	21
3	3	850620	19
4	4	1140500	20
5	5	1006200	18
6	6	1460500	23
7	7	390000	25
8	8	800750	18
9	9	1560750	24
10	10	1450890	20
11	11	1230000	22

** ملاحظة : عدد السجلات (26) . انظر SoftwareSales.MTW



النتائج :



التحليل :

يوضح الرسم أن العملية خارجة عن السيطرة عند النقطة 7. ومن هنا فيجب على مدير المبيعات التحقيق في بيانات المبيعات من الأسبوع 7 لتحديد سبب خروج هذه النقطة عن السيطرة.

مخطط (Generalized Variance) :

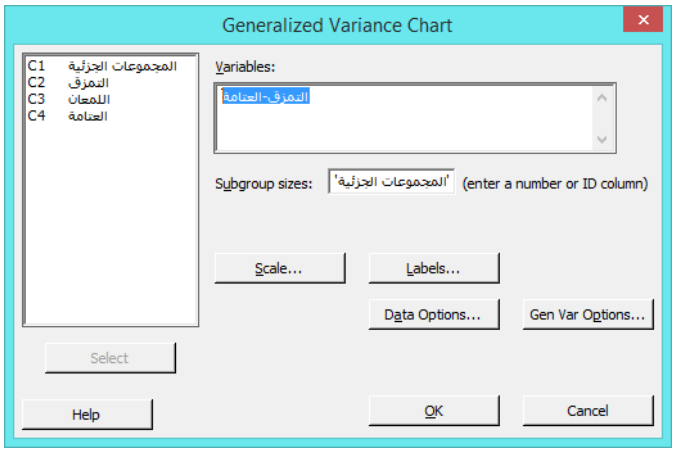
- ✓ يستخدم للتحقق فيما إذا كان تباين العملية لمتغيرين متصلين أو أكثر مسيطر عليه. هذا المخطط هو النظير متعدد المتغيرات للمخططات R و S و Moving Range.
- ✓ المتغيرات يجب ان يكون بينها ارتباط (اذا لم تكن مرتبطة نستخدم R, S, Moving Range) .
- ✓ يجب ان تكون البيانات من النوع متصل .

مثال :

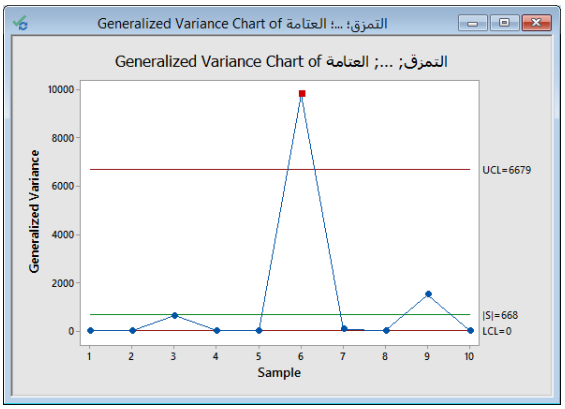
تريد مهندسة الجودة مراقبة التباين في قوة التمزق واللمعان والعتامة للألواح البلاستيكية التي تصنعها شركتها، من اجل ذلك تقيس هذه المتغيرات لأربع الواح بلاستيكة في اليوم لمدة 10 أيام. وقد وجدت التحليلات السابقة أن هذه المتغيرات مرتبطة. تقوم مهندسة الجودة بإنشاء مخطط Generalized variance .

	المجموعات الجزئية	التمزق	اللمعان	العتامة
1	1	5.5	10.9	1.10
2	1	4.8	2.3	4.20
3	1	3.3	2.0	4.50
4	1	4.9	8.7	1.50
5	2	4.5	8.9	5.20
6	2	3.5	8.9	5.00
7	2	4.6	8.8	4.00
8	2	2.2	6.8	3.90
9	3	2.2	2.0	2.00
10	3	4.9	5.2	5.60
11	3	4.0	18.0	8.00

** ملاحظة : عدد السجلات (40) . انظر PlasticSheets.MTW



النتائج:



التحليل :

التباين المشترك لقوة التمزق ، اللمعان ، والعتامة أعلى من الحد الأعلى للتحكم عند النقطة 6. ومن هنا فيجب على المهندس التحقيق في سبب عدم تباين التحكم وتصحيح المشاكل.

مخطط (Multivariate Exponentially-Weighted Moving Average EWMA) :

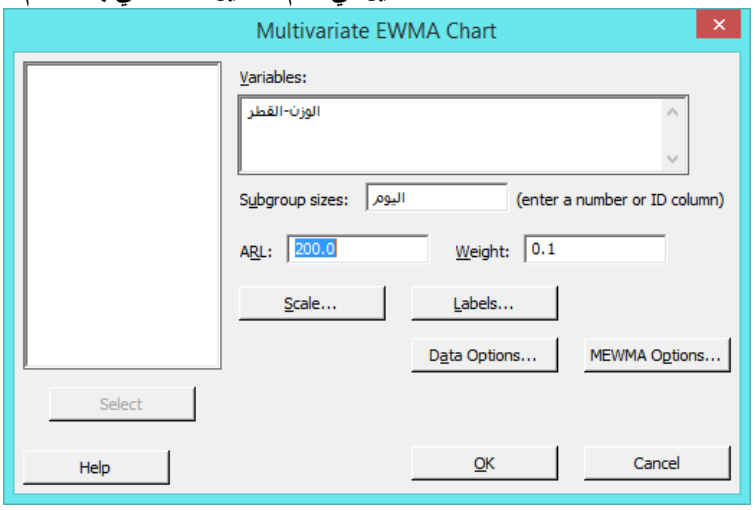
- ✓ يستخدم لمراقبة اثنين أو أكثر من المتغيرات التي يوجد بينها خصائص مشتركة في مخطط تحكم مرجح.
- ✓ في مخطط EWMA متعدد المتغيرات تتضمن كل نقطة تم رسمها الترجيح من جميع البيانات السابقة ، مما يساعد على اكتشاف تحولات العملية الصغيرة بشكل أسرع مما هو في مخططات التحكم متعددة المتغيرات الأخرى.
- ✓ مخطط EWMA متعدد المتغيرات هو النظير متعدد المتغيرات إلى مخطط EWMA.
- ✓ يوجد بين المتعيرات ارتباط.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من النوع متصل.
- ✓ يجب ادخال البيانات بالنسبة للوقت (الحفاظ على ترتيبها كما تم اخذها اثناء المعاينة).

مثال :

يقوم مدير الإنتاج بمراقبة قطر ووزن الأوعية التي يتم تصنيعها في مصنع لضمان المطابقة. يقوم المدير بجمع ثلاثة أوعية في اليوم ويقيس أقطارها وأوزانها. يقوم مدير الإنتاج بإنشاء مخطط EWMA متعدد المتغيرات لمراقبة قطر وأوزان الوعاء بمرور الوقت.

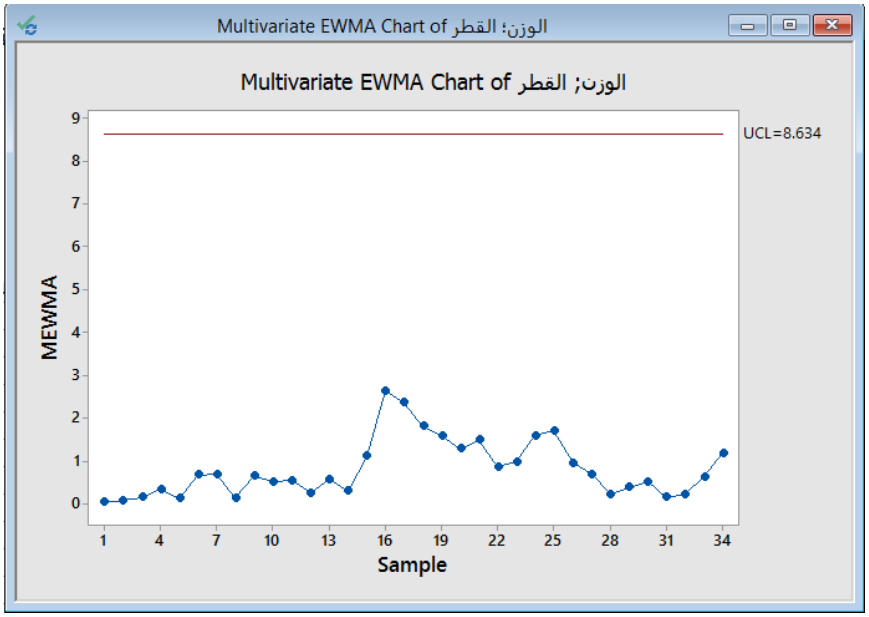
	اليوم	الوزن	القطر
1	1	10.12	2.54
2	1	10.14	2.57
3	1	10.08	2.50
4	2	10.10	2.53
5	2	10.10	2.54
6	2	10.15	2.56
7	3	10.11	2.55
8	3	10.12	2.55
9	3	10.09	2.50
10	4	10.12	2.58
11	4	10.14	2.55

** ملاحظة : عدد السجلات (102) . انظر BowlConsistency.MTW



** ARL (Average Run Length) : ياخذ قيمة من جدول ARL محدد. (فم بمراجعة CUSUM).

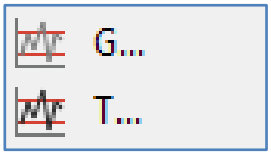
النتائج :



التحليل :

لا يتجاوز أي من مدى المجموعات الفرعية حد التحكم. لا يقدم هذا الرسم البياني أي دليل على فقدان السيطرة. وبالتالي ، فإن العملية تحت السيطرة.

مخططات الحوادث النادرة (Rare event charts) :



مخطط (G) :

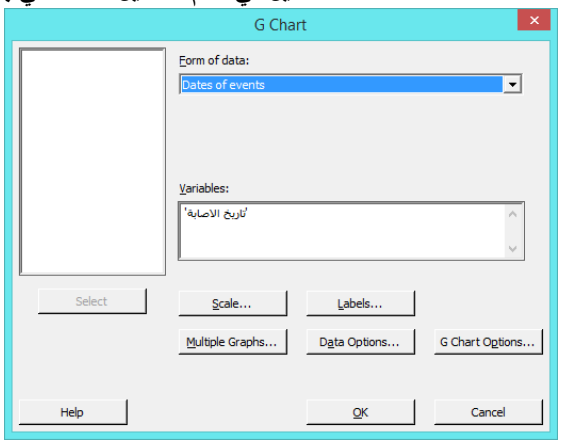
- ✓ يستخدم للتحقق من عدد الفرص ، أو في كثير من الحالات ، عدد الأيام بين الحوادث النادرة ، مثل العدوى أو المضاعفات الجراحية.
- ✓ عند مراقبة الحوادث النادرة باستخدام مخطط تقليدي ، مثل مخطط P أو مخطط U ، فنحن بحاجة إلى كمية كبيرة من البيانات لوضع حدود تحكم دقيقة. لذلك ، قد يستغرق جمع بيانات كافية لحدث نادر للكشف عن تغيير سلبي في تكرار الحوادث شهورًا أو حتى سنوات.
- ✓ مع مخطط G ، لا تحتاج إلى جمع كميات كبيرة من البيانات للكشف عن مسببات خاصة في الحوادث النادرة.
- ✓ يجب أن تكون البيانات إما عدد الفرص بين الحوادث النادرة أو عدد الأيام بين الحوادث النادرة ،(إذا كانت البيانات هي الوقت والتاريخ المحددين لكل حدث أو الوقت المنقضي بين الحوادث ، فيستخدم مخطط T).
- ✓ عندما تكون البيانات هي عدد الأيام بين الحوادث ، يجب أن يكون عدد المرضى أو الإجراءات في اليوم ثابتًا نسبيًا ، إذا لم يكن عدد الفرص في اليوم ثابتًا نسبيًا ، فقد يقدم الرسم البياني نتائج غير صحيحة.
- ✓ يجب أن تتبع البيانات التوزيع الهندسي Geometric ، فإذا كانت البيانات لا تتبع التوزيع الهندسي فنستخدم مخطط P أو مخطط U.

مثال :

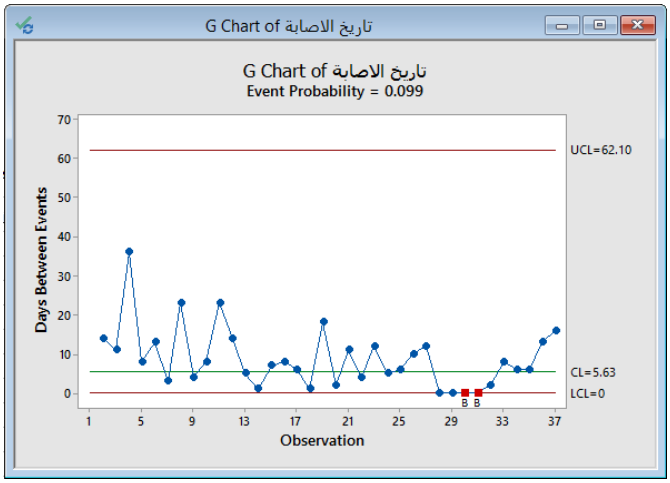
يراقب مدير مستشفى معدل العدوى بعد الجراحة للتأكد من أن معدل العدوى لا يزال منخفضًا بمرور الوقت. يسجل موظفو المستشفى تاريخ كل إصابة بعد الجراحة. يقوم المسؤول بإنشاء مخطط G لمراقبة معدل العدوى.

	تاريخ الاصابة
1	2/3
2	2/17
3	2/28
4	4/5
5	4/13
6	4/26
7	4/29
8	5/22
9	5/26
10	6/3
11	6/26
12	7/10

**ملاحظة : عدد السجلات (37) . انظر PostSurgicalInfections.MTW



النتائج :



Test Results for G Chart of تاريخ الاصابة

Benneyan Test. 3 points in a row equal to 0.
Test Failed at points: 30; 31

التحليل :

احتمال الحدث هو 0.099. احتمال الحدث هو فرصة وقوع حدث في أي يوم. بالنسبة لبيانات العدوى ، فإن فرصة حدوث العدوى في يوم معين هي 9.9 ٪. فشلت نقطتان في اختبار Benneyan (3 نقاط متتالية تساوي 0) ، مما يشير إلى أنه تم تسجيل 3 حالات إصابة أو أكثر في نفس اليوم .

مخطط (T) :

- ✓ يستخدم لمراقبة الوقت بين الحوادث النادرة ، مثل العدوى أو المضاعفات الجراحية.
- ✓ عندما يتم مراقبة الحوادث النادرة باستخدام مخطط P أو مخطط U ، فنحن بحاجة إلى كمية كبيرة من البيانات لوضع حدود تحكم دقيقة. لذلك ، قد يستغرق جمع بيانات كافية لحدث نادر للكشف عن تغيير سلبي في تكرار الحوادث شهورًا أو حتى سنوات.
- ✓ مع مخطط T ، لا تحتاج إلى جمع كميات كبيرة من البيانات للكشف عن أسباب خاصة في الحوادث النادرة.

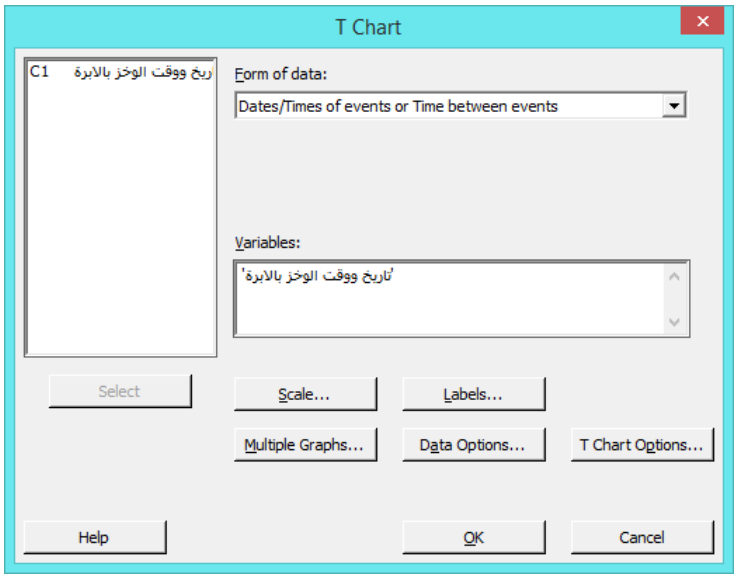
- ✓ يجب أن تكون البيانات في التاريخ والوقت المحددين لكل حدث نادر أو مقدار الوقت المحدد بين الحوادث النادرة وان لم تكن كذلك استخدم G Chart.
- ✓ يجب على البيانات ان تتبع توزيع (Weibull or exponential) واذا لم تكن كذلك فاستخدم Xbar-R Chart or Xbar-S Chart.

مثال :

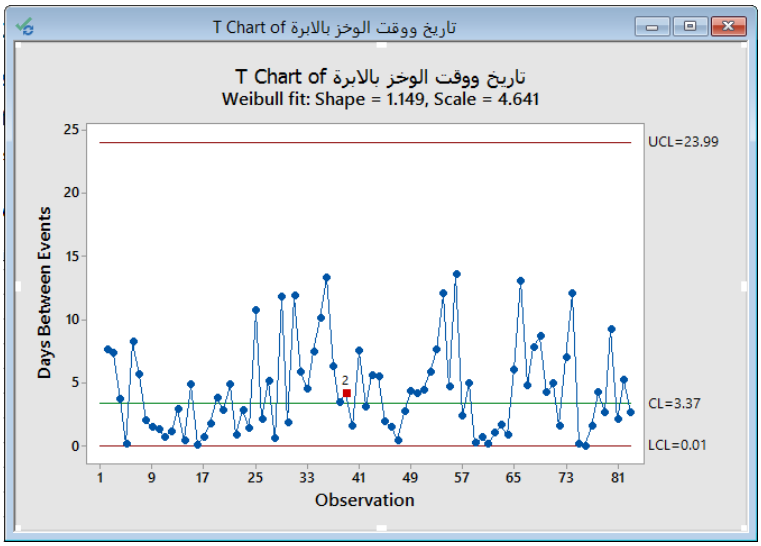
نفذ مستشفى اقليمي بروتوكولات صارمة للحد من عدد إصابات الوخز بالإبر. يمكن أن تحدث هذه الإصابات عندما يسحب الأخصائيون الطبيون الدم أو يعطون الأدوية أو يتخلصون من الإبر المستعملة. لمراقبة فعالية البروتوكولات الجديدة ، يسجل العاملون في المستشفى تاريخ ووقت كل إصابة بالإبرة. يقوم العاملون بإنشاء مخطط T لمراقبة معدل الإبر.

	تاريخ ووقت الوخز بالابرة
1	1/2 12:00
2	1/10 3:10
3	1/17 11:33
4	1/21 4:02
5	1/21 9:00
6	1/29 14:59
7	2/4 7:01
8	2/6 8:17
9	2/7 20:06
10	2/9 4:58
11	2/9 22:53
12	2/11 3:26
13	2/14 0:44
14	2/14 12:20

**ملاحظة : عدد السجلات (83) . انظر NeedleSticks.MTW



النتائج :



Test Results for T Chart of تاريخ ووقت الوخز بالابرة

TEST 2. 9 points in a row on same side of center line.
Test Failed at points: 39

التحليل :

فشل الاختبار عند النقطة 2 (لوجود 9 نقاط متتالية على نفس الجانب من خط الوسط). كان معدل وخز الابر أقل من المتوقع خلال هذا الوقت.

انواع اختبارات الفشل :

1- Test1: نقطة واحدة على الاقل ابعد من 3 انحرافات معيارية عن خط المركز.

2- Test2: 9 نقاط متتالية تقع على جانب واحد من خط المركز.

3- Test3: 6 نقاط متتالية في حالة تتزايد او تتناقص.

4- Test4: 14 نقطة متتالية تتبادل الموقع اعلى واسفل خط المركز (لا يوجد عشوائية).

5- Test5: نقطتين من اصل 3 نقاط اكبر من 2 انحراف معياري من خط المركز (نفس الجهة).

6- Test6: 4 نقاط من اصل 5 نقاط اكبر من انحراف معياري من خط المركز (نفس الجهة).

7- Test7: 15 نقطة متتالية اقل من انحراف معياري واحد من خط المركز (كلا الجهتين).

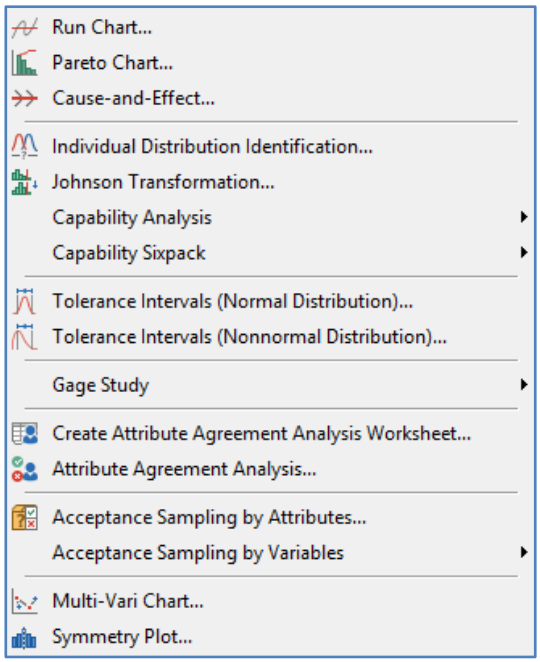
8- Test8: 8 نقاط متتالية اكبر من انحراف معياري واحد من خط المركز (كلا الجهتي).

** مزيد من المعلومات : انظر

https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting-topics/basics/using-tests-for-special-causes/

ادوات قياس الجودة (Quality Tools) :

هناك العديد من الأدوات الرسومية للمساعدة على اكتشاف مشاكل الجودة وتحسين العمليات:



مخطط (Run chart) :

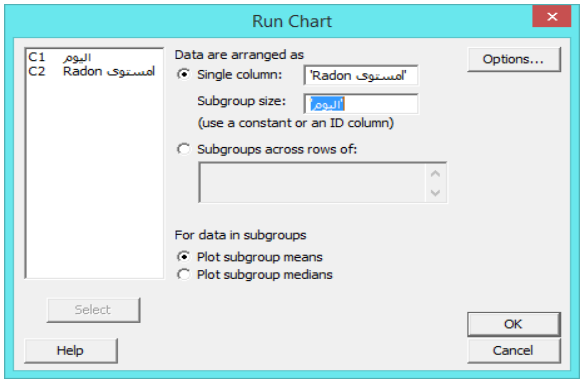
- ✓ يستخدم للتحقق فيما اذا كانت البيانات تتبع التسلسل العشوائي ام لا .
- ✓ يستخدم للبحث عن الأنماط أو الاتجاهات في البيانات التي تشير إلى وجود اختلاف لسبب ما غير عشوائي.
- ✓ يختبر Minitab فيما إذا كان هناك انماط غير عشوائية مثل:(الاتجاهات والتذبذب والتكتل ووجود خليط) ذات دلالة إحصائية.
- ✓ يتم إجراء اختبارين للكشف عن السلوك غير العشوائي (اختبار لعدد مرات التنفيذ حول الوسيط ، اختبار لعدد مرات التنفيذ اعلى او اسفل).
- ✓ لكل من الاختبارين ، الفرضيات هي (H0: P-value > 0.05 تتبع البيانات تسلسلاً عشوائيًا ، H1: P-Value < 0.05 لا تتبع البيانات تسلسل عشوائي).
- ✓ يرسم شكل البيانات بالترتيب الذي تم جمعها فيه.
- ✓ يستخدم Control chart بدلاً من Run chart عندما يتم حساب حدود التحكم.
- ✓ البيانات يمكن ان تكون (مفردة او فئوية).
- ✓ يجب ان يكون حجم العينة (3) على الاقل.

مثال :

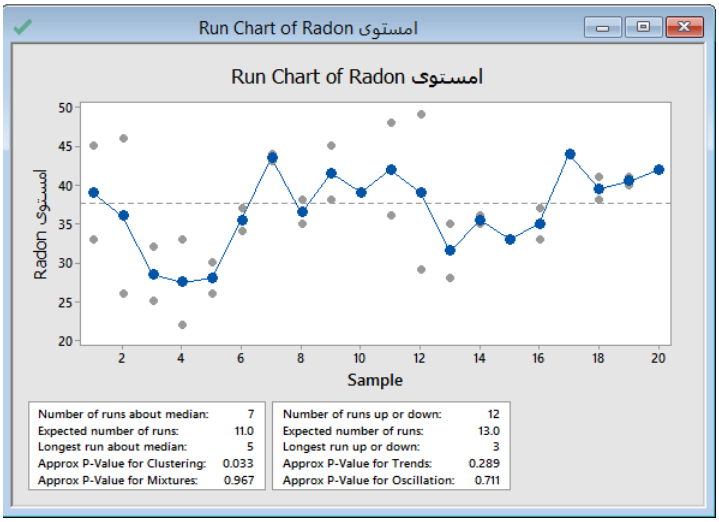
يرغب مهندس الجودة تقييم مدى اتساق جهاز كشف الرادون في قياس كمية (الرادون). يقوم المهندس بقياس مستوى الرادون مرتين في اليوم لمدة 20 يومًا. كإجراء استكشافي ، يقوم المهندس بتنفيذ اختبار (Run chart) للبحث عن دليل بوجود انماط غير عشوائية في قياس كمية الرادون.

	اليوم	امستوى Radon
1	1	45
2	1	33
3	2	26
4	2	46
5	3	25
6	3	32
7	4	33
8	4	22
9	5	30
10	5	26
11	6	37

** ملاحظة : عدد السجلات (40) . انظر RadonTime.MTW



النتائج :



** اذا كانت اي من قيم P–Value التالية اكبر من 0.05 فان البيانات ليست عشوائية (Clusstering, Mixtures,Trend, Oscillation).

التحليل :

- ✓ لا تتبع البيانات تسلسل عشوائي (انظر قيمة P–Value).
- ✓ في المجموعات الفرعية من 3 إلى 5 يبدو أن البيانات تظهر بعض التكتل (Clusters) مع استقرار مستويات الرادون . لمعرفة ما إذا كان هذا النمط غير العشوائي ذو دلالة إحصائية ، يقوم المهندس بفحص اختبارات التنفيذ حول الوسيط . كما يقوم أيضًا بفحص البيانات الخاصة بالأنماط الأخرى (صعود أو هبوط). لأن قيمة P–Value هي (0.033) وهي أقل من قيمة 0.05 (يوجد اثر) ، استنتج المهندس أن التأثيرات الخاصة تؤثر على العملية. يمكن استخدام التكتل في أخذ العينات أو مشاكل القياس ، أو يمكن توقعها ، كما في هذه الحالة ، حيث ترتفع مستويات الرادون قبل الاستقرار.

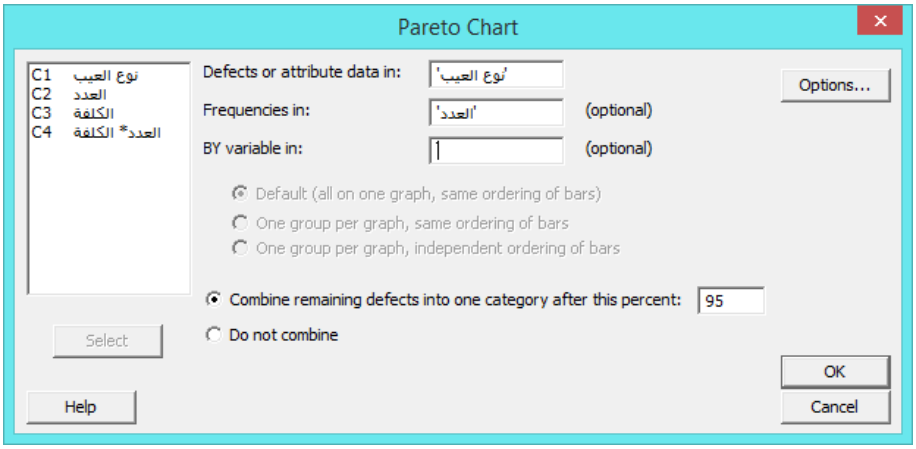
مخطط (Pareto) :

- ✓ يستخدم لتحديد العيوب الأكثر شيوعًا مثل (الأسباب الأكثر شيوعًا لشكاوى العملاء).
- ✓ تساعد مخططات باريتو في التركيز على مجالات جهود التحسين.
- ✓ يمكن ان تكون البيانات (بيانات خام ، بيانات ملخصة Summarized).

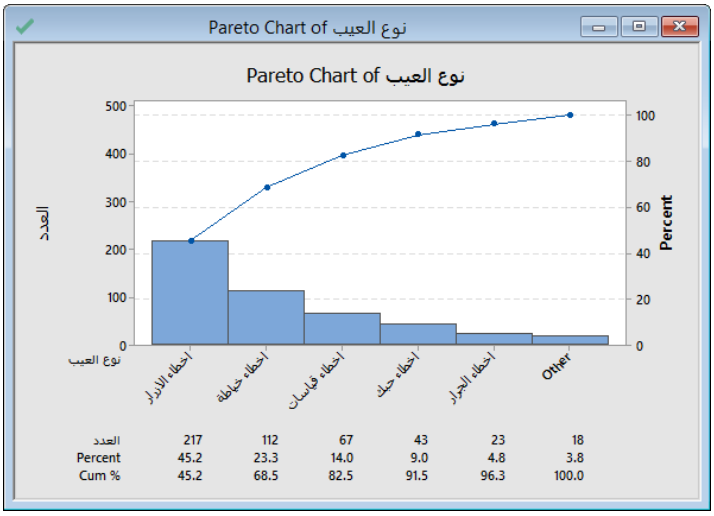
مثال : يتحقق مفتش في مصنع ملابس من مصادر عيوب الملابس لتحديد أولويات مشاريع التحسين. يراقب عدد ونوع العيوب في العملية. يقوم بإنشاء مخطط باريتو لتحديد أولويات العيوب التي وجدها المفتش.

	نوع العيب	العدد
1	اخطاء الازرار	217
2	اخطاء قياسات	67
3	قص خاطىء للقماش	18
4	اخطاء الجرار	23
5	اخطاء خياطة	112
6	اخطاء حبك	43

** ملاحظة : انظر ClothingDefect.MTW



النتائج:



التحليل :

ان 45.2٪ من العيوب (اخطاء ازرار) و 23.3٪ من (اخطاء خياطة). يكون المجموع التراكمي من هذين العيبين هو 68.5٪. وبالتالي ، يتم تحقيق أكبر تحسن في عملية الملابس بأكملها عن طريق حل مشكلة هذين العيبين.

مخطط السبب والنتيجة (Cause-and-Effect Diagram) :

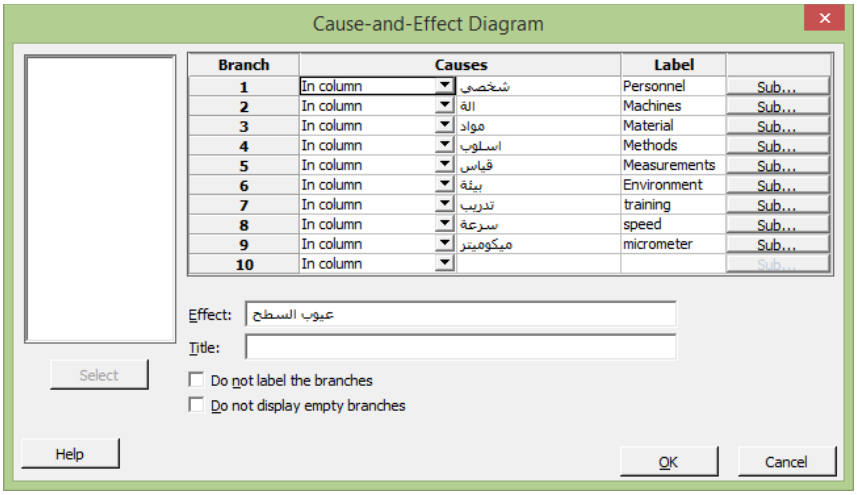
- ✓ يستخدم لتنظيم العصف الذهني للوصول للمعلومات حول الأسباب المحتملة للمشكلة.
- ✓ يساعد على مقارنة الأهمية النسبية للأسباب المختلفة.
- ✓ يسمى أيضًا مخطط C&E أو مخطط fishbone أو مخطط Ishikawa.
- ✓ متغير السبب يكون (متغير مستقل يمكن التحكم به وتعديله بشكل مباشر مثل عامل التدريب لانه يمكن تغيير اسلوب وطريقة التدريب بشكل مباشر، متغير وسيط : مشابه للمتغير المستقل يمكن تعديله ولكن لا يمكن التحكم به بشكل مباشر مثل الغازات لا يمكن التحكم بها كغاز ولكن يمكن تعديل مدخل الغاز، متغير مزعج : هو عامل لا يمكن تعديله او التحكم به مثل : درجة الحرارة والامطار...).
- ✓ العصف الذهني هو أسلوب يعتمد على الفريق لخلق نقاش مفتوح قائم على حل المشكلات وتبادل الأفكار. كلما زاد عدد الأفكار التي تولدها في جلسة عصف ذهني ، زادت احتمالية إيجاد حل للمشكلة. من المهم عدم انتقاد الأفكار أثناء العملية. لا توجد فكرة غير واقعية يمكن قبول اي فكرة. بعد اتخاذ قرار بشأن المسببات الحرجة ، يستخدم الفريق بعد ذلك مخطط السبب والنتيجة لتحديد الفئات التي تؤثر على الدراسة.

مثال:

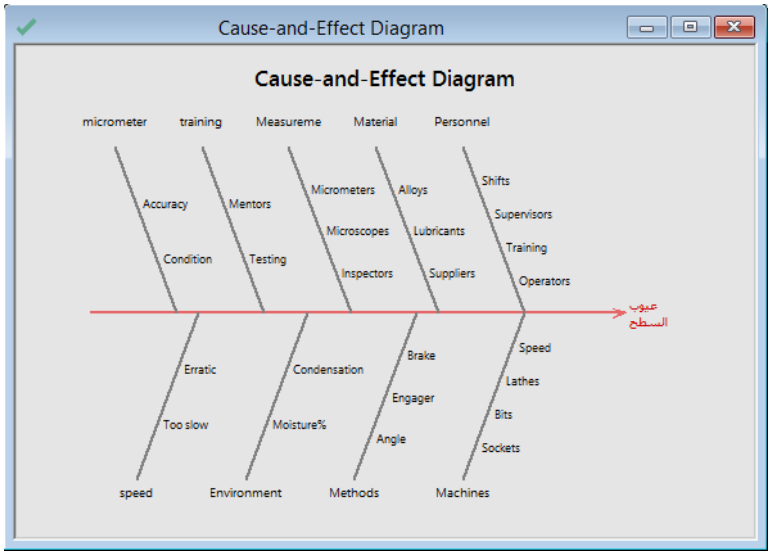
يكتشف المهندسون في مصنع بعض الأجزاء التي يتم رفضها غالبا بسبب عيوب سطحية. يقابل المهندسون العاملين في الاقسام المختلفة للتحقيق في الاسباب المحتملة للعيوب السطحية من خلال خلق جلسة للعصف الذهني .حدد الفريق الأسباب التي تجعل المهندسين ينشئون رسمًا بيانيًا للسبب والتأثير؟

	Man	Machine	Material	Method	Measure	Enviro	Training	Speed	Micrometers
1	Shifts	Sockets	Alloys	Angle	Micrometers	Moisture%	Mentors	Too slow	Accuracy
2	Supervisors	Bits	Lubricants	Engager	Microscopes	Condensation	Testing	Erratic	Condition
3	Training	Lathes	Suppliers	Brake	Inspectors				
4	Operators	Speed							

**ملاحظة : انظر SurfaceFlaws.MTW



النتائج :



التحليل :

حدد الفريق أسبابًا مختلفة لعيوب السطح (المتغير التابع). انظر الشكل.

مخطط (Individual Distribution Identification) :

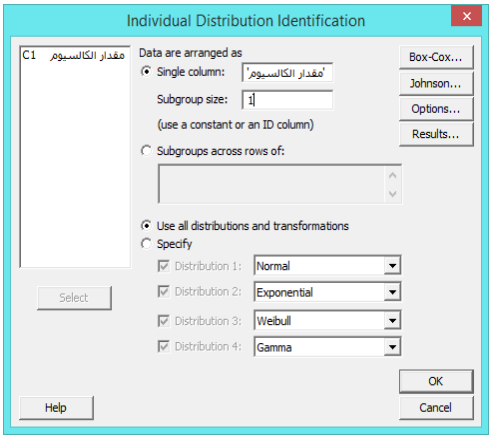
- ✓ يستخدم لتحديد توزيع أو تحويل مناسب للبيانات قبل إجراء التحليل.
- ✓ يوفر اشكال احتمالية و اختبارات Goodness–of–fit اختبارات حسن المطابقة تسمح (بتحديد أيًا من التوزيعات الـ 14 توفر أفضل ملائمة للبيانات ، تحديد ما إذا كان التحويل يتوزع تبع التوزيع الطبيعي).
- ✓ يحسب Minitab احصاءات (Anderson–Darling و P–Value) لكل توزيع وتحويل.
- ✓ Anderson–Darling : الفرضيات (H0: P–value > 0.05 تتبع البيانات التوزيع ، H1: P–value < 0.05 لا تتبع البيانات التوزيع).
- ✓ البيانات تكون من النوع متصل.
- ✓ يجب ان يتم اختيار البيانات عشوائيا.

مثال :

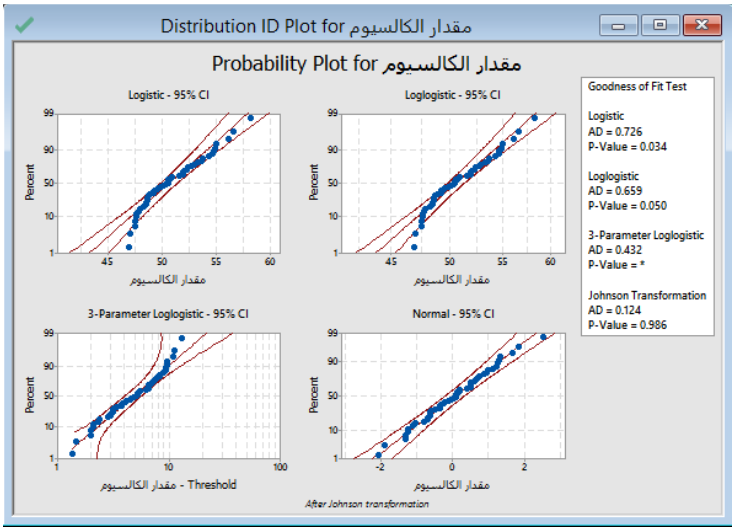
يريد مهندس جودة في شركة مكملات غذائية تقييم كبسولات فيتامين تحتوي الكالسيوم. يقوم المهندس بجمع عينة عشوائية من الكبسولات ويسجل محتواها من الكالسيوم. لتحديد اي التحليلات الاحصائية الاكثر مناسبة للبيانات ، عليه القيام بتحديد نوع التوزيع الذي تتبع له البيانات .

	مقدار الكالسيوم
1	53.2
2	49.4
3	56.5
4	58.1
5	50.0
6	49.1
7	52.2
8	49.5
9	56.0
10	51.5

** ملاحظة : عدد السجلات (50) . انظر : CalciumContent.MTW



النتائج :



** Anderson–Darling goodness–of–fit statistic (AD) : هو مقياس للانحرافات بين الخط (بناءً على التوزيع المحدد) والدالة الغير معلمية (بناءً على نقاط البيانات).

Goodness of Fit Test

Distribution	AD	P	LRT P
Normal	0.754	0.046	
Box-Cox Transformation	0.414	0.324	
Lognormal	0.650	0.085	
3-Parameter Lognormal	0.341	*	0.017
Exponential	20.614	<0.003	
2-Parameter Exponential	1.684	0.014	0.000
Weibull	1.442	<0.010	
3-Parameter Weibull	0.230	>0.500	0.000
Smallest Extreme Value	1.656	<0.010	
Largest Extreme Value	0.394	>0.250	
Gamma	0.702	0.071	
3-Parameter Gamma	0.268	*	0.006
Logistic	0.726	0.034	
Loglogistic	0.659	0.050	
3-Parameter Loglogistic	0.432	*	0.027
Johnson Transformation	0.124	0.986	

التحليل :

إذا كان التوزيع مناسبًا للبيانات (أو إذا كان التحويل فعالًا) ، فإن النقاط الموجودة على الرسم تتبع خطًا مستقيمًا داخل حدود الثقة (باللون الاحمر) وتكون قيمة p أكبر من او تساوي مستوى ألفا 0.05. اختبار نسبة الاحتمالية (Likelihood–ratio test LRT) لقيمة p يبين ان التوزيع مناسب للبيانات بشكل اكبر . تشير قيمة(LRT) التي تقل عن 0.05 إلى أن التحسن كبير. بالنسبة لهذه البيانات ، فإن توزيع Weibull المكون من 3 معلمات (p> 0.500) وتوزيع Largest extreme value (p> 0.250) هو الاكثر مناسبة للبيانات. إضافة الى ملاءمة Lognormal حيث (LRT P = 0.017)، وتوزيع Weibull (LRT P = 0.000) ، وتوزيع Gama (LRT P = 0.006)، loglogistic له (LRT P = 0.027) . تحويل Box–Cox له (p = 0.324) وتحويل Johnson له (p = 0.986) يكون فعال لهذه البيانات . بعد التحويل يوفر توزيع Normal توزيع جيد للبيانات.

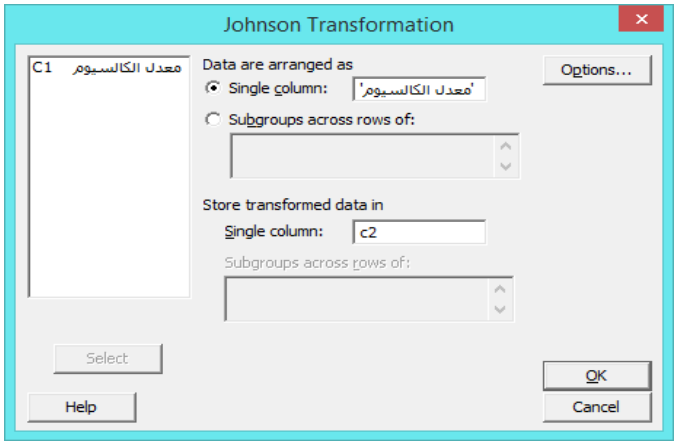
تحويل (Johnson transformation) :

- ✓ يستخدم تحويل جونسون لتحويل البيانات الى التوزيع الطبيعي.
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكن القيام (بتحديد فيما اذا كانت البيانات الأصلية والمحولة تتبع التوزيع الطبيعي)
- ✓ يتم تخزين القيم التي تم تحويلها في ورقة العمل.
- ✓ الفرضيات هي (H_0: تتبع البيانات التوزيع الطبيعي، H_1: البيانات لا تتبع التوزيع الطبيعي).
- ✓ البيانات يجب ان تكون من التوع متصل كما يستخدم في حال كان في البيانات قيم سالبة وصفر.

مثال :

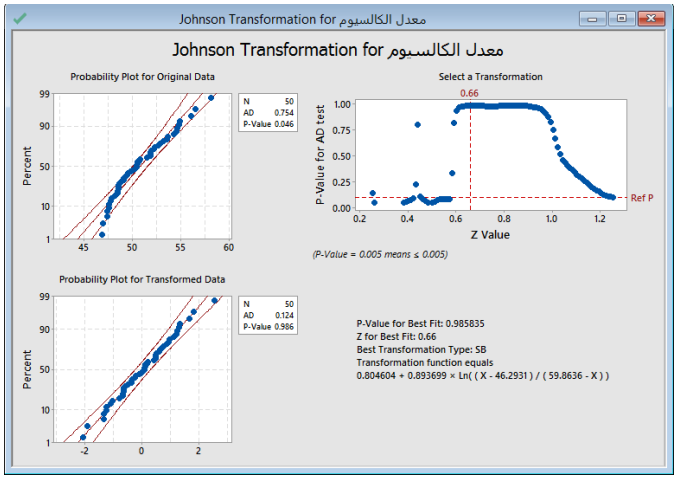
	معدل الكالسيوم
1	53.2
2	49.4
3	56.5
4	58.1
5	50.0
6	49.1
7	52.2
8	49.5
9	56.0
10	51.5

** ملاحظة : عدد السجلات (50) . انظر CalciumContent.MTW



النتائج :

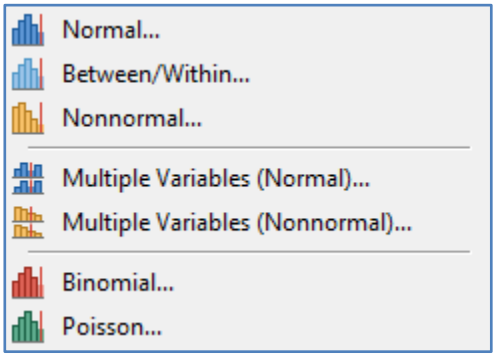
	معدل الكالسيوم	التوزيع الطبيعى
1	53.2	0.83665
2	49.4	-0.28059
3	56.5	1.79665
4	58.1	2.50381
5	50.0	-0.07001
6	49.1	-0.39660
7	52.2	0.57192
8	49.5	-0.24369
9	56.0	1.62791
10	51.5	0.38108
11	54.5	1.18473
12	53.6	0.94229
13	47.4	-1.35923



التحليل :

يتم عرض شكل التوزيع الاحتمالي للبيانات ألاصلية والبيانات بعد التحويل ، كما ويبين قيمة P–Value في الحالتين ، وايضا اذا كانت البيانات تتوزع التوزيع الطبيعي ستكون على الخط او قريبة جدا من الخط . نلاحظ ان قيمة P–Value للبيانات التي جرى تحويلها اكبر من 0.05 فهي تتبع التوزيع الطبيعي .

تحليل القدرات (Capability Analysis) :



Normal :

- ✓ يستخدم لتحديد فيما اذا كانت العملية مستقرة ومتحكم بها وتلبي مواصفات العملاء.
- ✓ يستخدم لتقييم القدرة لعملية على أساس التوزيع الطبيعي.
- ✓ باستخدام هذا التحليل يمكن تحديد ما إذا كانت العملية قادرة على إنتاج مخرجات تلبي متطلبات العملاء ويمكن مقارنة القدرات الاجمالية للعملية لتقييم فرصة التحسين.
- ✓ لإجراء التحليل ، يجب تحديد حد أدنى أو أعلى للمواصفات (أو كليهما) لتحديد متطلبات العملية.
- ✓ يقيّم التحليل انتشار بيانات العملية فيما يتعلق بحدود المواصفات العليا والدنيا .
- ✓ عندما يكون للعملية قدرة ، يكون انتشار العملية أصغر من انتشار المواصفات.
- ✓ يمكن أن يعطي التحليل مؤشرا فيما اذا كانت العملية تحقق الهدف منها.

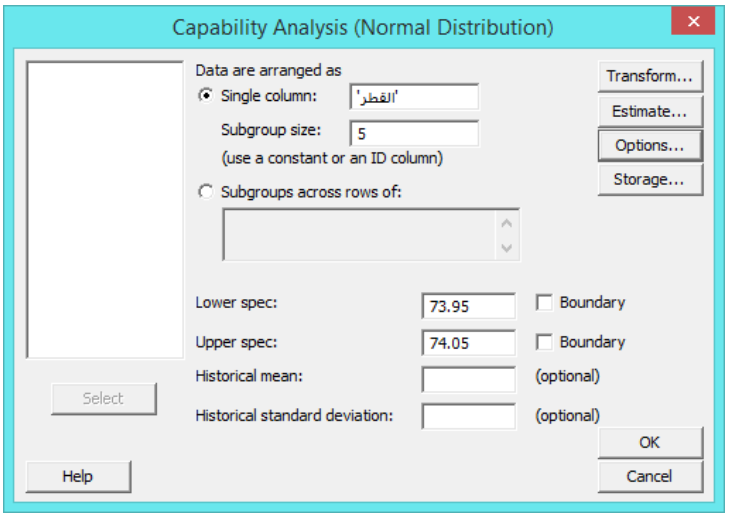
- ✓ يقدر التحليل نسبة المنتج الذي لا يفي بالمواصفات.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من النوع المتصل وتتبع التوزيع الطبيعي، اذا لم تتبع التوزيع الطبيعي فيجب استخدام تحويلات Box–Cox او Johnson.
- ✓ يجب ان يكون عدد المشاهدات (100) مشاهدة على الأقل (حجم المجموعة الفرعية * عدد المجموعات الفرعية) ، بحيث يكون هناك 25 مجموعة فرعية من الحجم 4 ، أو 35 مجموعة فرعية من الحجم 3. إذا لم يتم جمع كمية كافية من البيانات على مدى فترة زمنية طويلة بما فيه الكفاية ، قد لا تمثل البيانات بدقة المصادر المختلفة لاختلاف العملية وقد لا تكون التقديرات هي القدرة الحقيقية للعملية .
- ✓ العملية يجب ان تكون مستقرة ومتحكم بها.

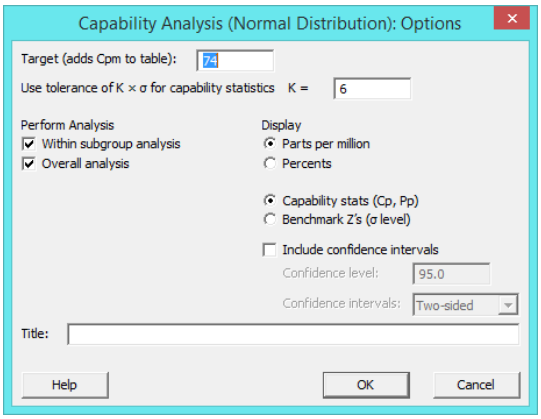
مثال :

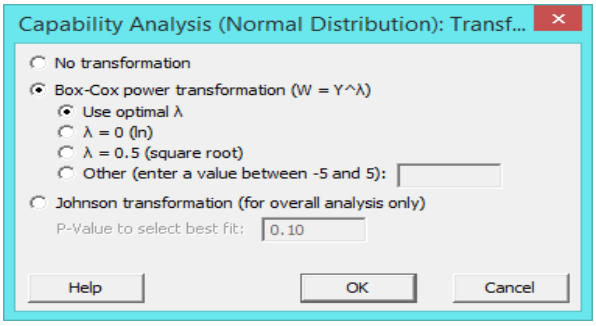
يستخدم مصنع للمحركات عملية لصنع حلقات المكبس. يرغب مهندسو الجودة في تقييم قدرة العملية. قاموا بجمع 25 مجموعة فرعية من خمس حلقات مكبس ثم يتم قياس القطر. مواصفات قطر حلقة المكبس هو 74.0 مم ± 0.05 مم. يقوم المهندسون بتحليل Normal capability لتقييم أقطار حلقات المكبس فيما يتعلق بمطابقتها للمواصفات.

	القطر
1	74.030
2	74.002
3	74.019
4	73.992
5	74.008
6	73.995
7	73.992
8	74.001
9	74.011
10	74.004
11	73.988
12	74.024

**ملاحظة : عدد السجلات (125) . انظر PistonRingDiameter.MTW

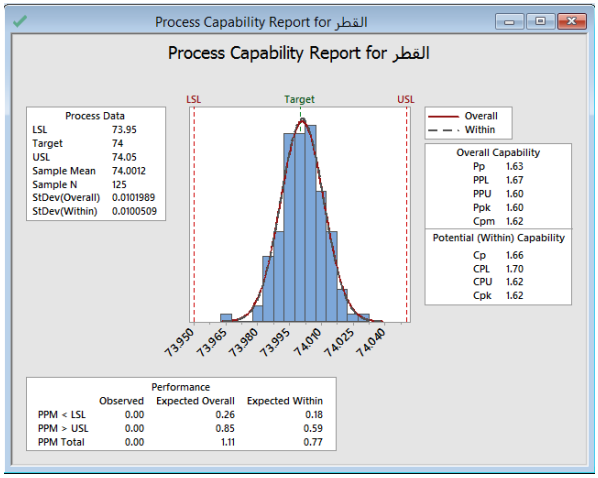






**اذا كانت البيانات لا تتبع التوزيع الطبيعي فيمكن تطبيق تحويل BoxCox.

النتائج :



Parts Per Million :PPM Upper Specification Limit :USL Lower Specification Limit :LSL

التحليل :

جميع القياسات ضمن حدود المواصفات. العملية حققت الهدف وتتركز القياسات تقريبًا بين حدود المواصفات. مؤشرات القدرة Cpk و Ppk و Cpm كلها أكبر من 1.33 ، وهو يعتبر الحد الأدنى المقبول. لذلك ، يخلص المهندسون إلى أن العملية تلبي مواصفات أقطار حلقات المكبس.

(Between/Within) :

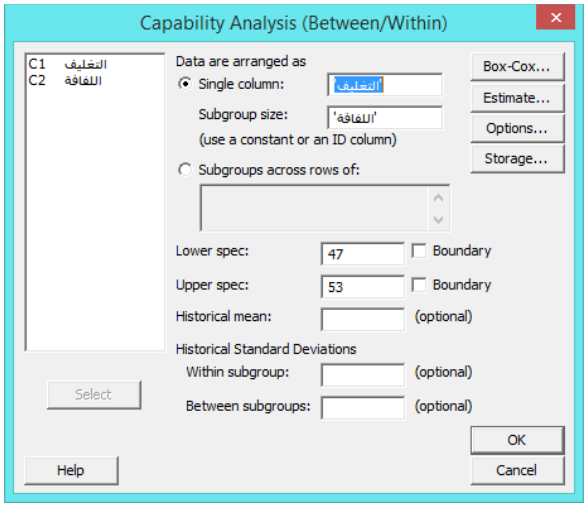
- ✓ يستخدم تحليل القدرات (بين / داخل) لتقييم كفاءة عملية الانتاج بناءً على التوزيع الطبيعي عندما يوجد تباين بين المجموعات.
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكن القيام (تحديد ما إذا كانت العملية قادرة على إنتاج مخرجات تلبي متطلبات العملاء ، مقارنة القدرة الإجمالية للعملية (بين / داخل) على تحسين الأداء).
- ✓ لإجراء التحليل ، يجب تحديد حد أدنى أو أعلى للمواصفات (أو كليهما).
- ✓ يقيّم التحليل انتشار بيانات العملية فيما يتعلق بحدود المواصفات. عندما تكون العملية محققة ، يكون انتشار العملية أصغر من انتشار المواصفات.
- ✓ يمكن أن يعني التحليل أيضًا أن العملية تتمحور حول الهدف. بالإضافة إلى ذلك ، يقدر التحليل نسبة المنتج الذي لا يفي بالمواصفات.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من نوع متصل وتتبع التوزيع الطبيعي .
- ✓ يجب ان يكون عدد المشاهدات (100) مشاهدة على الأقل (حجم المجموعة الفرعية * عدد المجموعات الفرعية) ، بحيث يكون هناك 25 مجموعة فرعية من الحجم 4 ، أو 35 مجموعة فرعية من الحجم 3. إذا لم يتم جمع كمية كافية من البيانات على مدى فترة زمنية طويلة بما فيه الكفاية ، قد لا تمثل البيانات بدقة المصادر المختلفة لاختلاف العملية وقد لا تكون التقديرات هي القدرة الحقيقية للعملية .
- ✓ العملية يجب ان تكون مستقرة ومتحكم بها.
- ✓ يجب ان يكون حجم المجموعات الفرعية متساو.

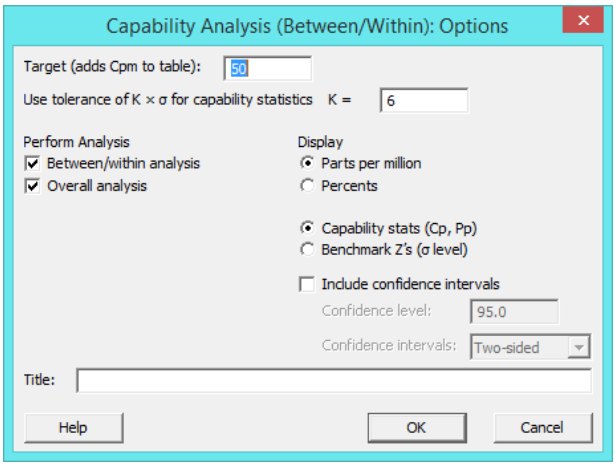
مثال :

يريد مهندس جودة تقييم امكانية العملية التي تغطي لفات كبيرة من الورق بفيلم رقيق. يقوم المهندس بتجميع 25 لفة متتالية ذات سمك طلاء لثلاثة قياسات. نظرًا لأنه يعاد ضبط الماكينة لكل لفة جديدة ، يحتاج المهندس إلى اعتماد التباين بين الطبقات اضافة الى التباين بين اللفافات. يجب أن يكون سمك الفيلم 50 ± 3 ميكرون لتلبية المواصفات الهندسية. يقوم المهندس بإجراء تحليل القدرات Between/Within لتقييم مدى تلبية سمك الطلاء لمتطلبات العملاء.

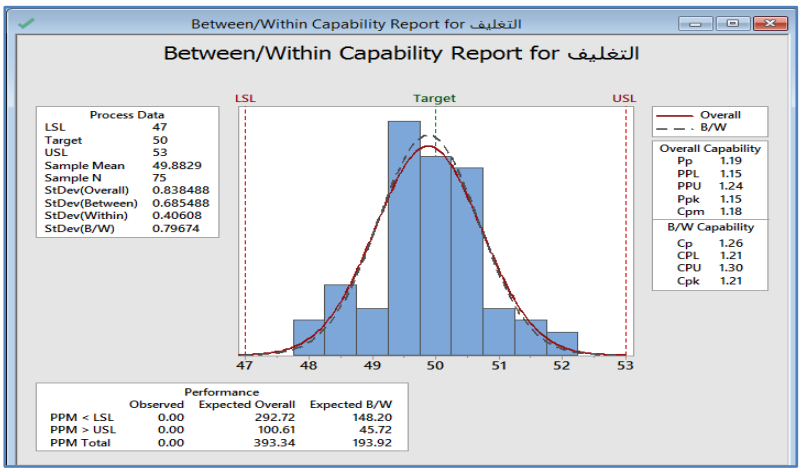
	التغليف	اللفافة
1	50.3175	1
2	50.1432	1
3	50.4081	1
4	49.5077	2
5	50.2715	2
6	49.4091	2
7	49.3587	3
8	49.1436	3
9	49.5229	3

**ملاحظة : عدد السجلات (75) . انظر FilmThickness.MTW .


Capability Analysis (Between/Within)
C1 التغليف
C2 اللفافة
Data are arranged as
Single column: التغليف
Subgroup size: 'اللفافة'
(use a constant or an ID column)
Subgroups across rows of:
Box-Cox...
Estimate...
Options...
Storage...
Lower spec: 47
Boundary
Upper spec: 53
Boundary
Historical mean:
(optional)
Historical Standard Deviations
Within subgroup:
(optional)
Between subgroups:
(optional)
Select
OK
Help
Cancel


Capability Analysis (Between/Within): Options
Target (adds Cpm to table): 50
Use tolerance of K × σ for capability statistics K = 6
Perform Analysis
Between/within analysis
Overall analysis
Display
Parts per million
Percents
Capability stats (Cp, Pp)
Benchmark Z's (σ level)
Include confidence intervals
Confidence level: 95.0
Confidence intervals: Two-sided
Title:
Help
OK
Cancel

النتائج :


Between/Within Capability Report for التغليف
Between/Within Capability Report for التغليف
LSL
Target
USL
Process Data
LSL 47
Target 50
USL 53
Sample Mean 49.8829
Sample N 75
StDev(Overall) 0.838488
StDev(Between) 0.685488
StDev(Within) 0.40608
StDev(B/W) 0.79674
Overall
B/W
Overall Capability
Pp 1.19
PPL 1.15
PPU 1.24
Ppk 1.15
Cpm 1.18
B/W Capability
Cp 1.26
CPL 1.21
CPU 1.30
Cpk 1.21
47 48 49 50 51 52 53
Performance
Observed Expected Overall Expected B/W
PPM < LSL 0.00 292.72 148.20
PPM > USL 0.00 100.61 45.72
PPM Total 0.00 393.34 193.92

التحليل:

جميع القياسات التي تمت ملاحظتها تقع ضمن حدود المواصفات.

بالنسبة إلى القدرات (بين / داخل) ، Cp = 1.26 ، والذي يشير الى ان التشتت المخصص يزيد 1.26 مرة عن تشتت 6σ في العملية. ان Cp=1.26 و Cpk= 1.21 قريبان جدًا من بعضهما البعض ، مما يشير إلى أن العملية مترمكزه نحو الوسط تقريبًا. بالنسبة للقدرة الإجمالية ، Pp=1.19 و Ppk=1.15 و Cpm=1.18 قريبات جدًا من بعضهما البعض ، مما يشير إلى أن العملية تتمحور حول الهدف. ومع ذلك ، فإن Ppk أقل بقليل من 1.33 ، وهي عملية فعالة للحد الأدنى للقيمة المقبولة بشكل عام. يخلص المهندس إلى أن العملية تكاد تكون فعالة ومع ذلك ، يمكن تحسين قدرتها.

(Nonnormal) :

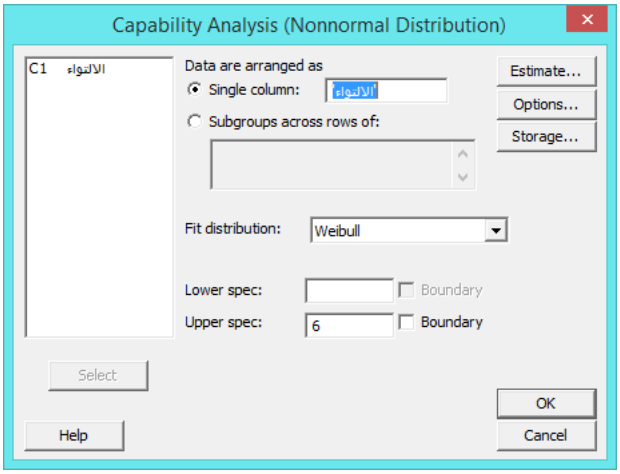
- ✓ يستخدم لتقييم القدرات اذا كان التوزيع غير طبيعي.
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكن القيام بـ (تحديد ما إذا كانت العملية قادرة على إنتاج مخرجات تلبي متطلبات العملاء، تقييم عملية القدرة/القدرات الشاملة).
- ✓ لإجراء التحليل ، يجب تحديد حد أدنى أو أعلى للمواصفات (أو كليهما) لتحديد متطلبات العملية.
- ✓ يجب أيضًا تحديد توزيع غير طبيعي لنمذجة البيانات.
- ✓ يقيّم التحليل انتشار بيانات العملية فيما يتعلق بحدود المواصفات. عندما تكون العملية قادرة ، يكون انتشار العملية صغيرًا بالنسبة إلى انتشار المواصفات.
- ✓ بالإضافة إلى ذلك ، يقدر التحليل نسبة المنتج الذي لا يفي بالمواصفات.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من نوع متصل.
- ✓ يجب ان يكون عدد المشاهدات (100) مشاهدة على الأقل (حجم المجموعة الفرعية * عدد المجموعات الفرعية) ، بحيث يكون هناك 25 مجموعة فرعية من الحجم 4 ، أو 35 مجموعة فرعية من الحجم 3. إذا لم يتم جمع كمية كافية من البيانات على مدى فترة زمنية طويلة بما فيه الكفاية ، قد لا تمثل البيانات بدقة المصادر المختلفة لاختلاف العملية وقد لا تكون التقديرات هي القدرة الحقيقية للعملية .
- ✓ العملية يجب ان تكون مستقرة ومتحكم بها.

مثال :

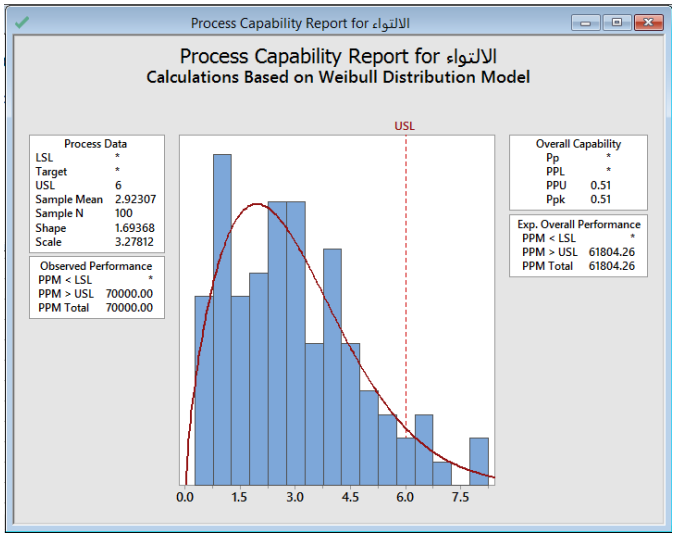
يعمل مهندس الجودة في شركة تقوم بتصنيع بلاط الأرضيات على التحقيق في شكاوى العملاء في التواء البلاط. لضمان جودة الإنتاج ، يقوم المهندس بقياس الالتواء في 10 بلاطات لكل يوم عمل. قياس الالتواء للحد الأعلى للمواصفات هو 6 مم . البيانات تتبع توزيع Weibull . يقوم المهندس بإجراء تحليل القدرات NonNormal للبيانات لتقييم مدى تلبية عملية تصنيع البلاط لمتطلبات العملاء.

	الالتواء
1	1.60103
2	0.84326
3	3.00679
4	1.29923
5	2.24237
6	2.63579
7	0.34093
8	6.96534
9	3.46645
10	1.41079

** ملاحظة : عدد السجلات (100). انظر TileWarping.MTW



النتائج :



التحليل :

البيانات تتبع توزيع Weibull. من الملاحظ ان القياسات على الذيل الأيمن للرسم البياني تقع فوق حد المواصفات الأعلى. ومن هنا فانه غالبًا ما يتجاوز التواء البلاط الحد الأعلى للمواصفات البالغ 6 مم. يشير PPM> USL إلى أن 70000 من كل مليون بلاطة أعلى من حد المواصفات الأعلى. Ppk العام هو 0.51 ، وهو أقل من القيمة المبدئية المقبولة للصناعة بشكل عام وهو 1.33. لذلك ، يخلص المهندسون إلى أن العملية غير قادرة ولا تلبي متطلبات العملاء.

مخطط ((Multiple variables (Normal)) :

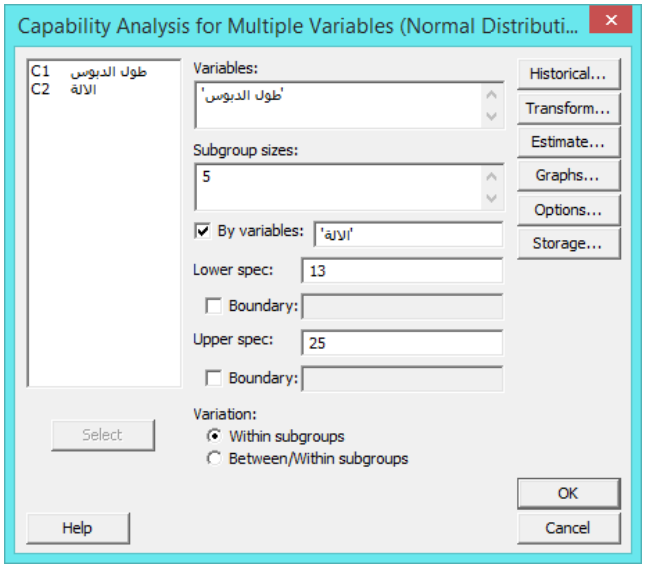
- ✓ يستخدم لمقارنة قدرة عدة متغيرات في عملية انتاج أو مجموعات متعددة ضمن متغير عملية واحد والتي تتبع توزيع Normal.
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكنك القيام ب (تحديد ما إذا كانت العملية قادرة على إنتاج مخرجات تلبي متطلبات العملاء ، مقارنة القدرة الإجمالية للعملية لتقييم فرصة التحسين).
- ✓ لإجراء التحليل ، يجب تحديد حد أدنى أو أعلى للمواصفات (أو كليهما) لتحديد متطلبات العملية.
- ✓ يقيّم التحليل انتشار بيانات العملية فيما يتعلق بحدود المواصفات.
- ✓ عندما تكون العملية قادرة ، يكون انتشار العملية أصغر من انتشار المواصفات.
- ✓ يمكن أن يشير التحليل أيضًا إلى ما إذا كانت العملية تحقق الهدف.
- ✓ يقدر التحليل نسبة المنتج الذي لا يفي بالمواصفات.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من نوع متصل.
- ✓ يجب ان يكون عدد المشاهدات (100) مشاهدة على الأقل (حجم المجموعة الفرعية * عدد المجموعات الفرعية) ، بحيث يكون هناك 25 مجموعة فرعية من الحجم 4 ، أو 35 مجموعة فرعية من الحجم 3. إذا لم يتم جمع كمية كافية من البيانات على مدى فترة زمنية طويلة بما فيه الكفاية ، قد لا تمثل البيانات بدقة المصادر المختلفة لاختلاف العملية وقد لا تكون التقديرات هي القدرة الحقيقية للعملية .
- ✓ العملية يجب ان تكون مستقرة ومتحكم بها.
- ✓ كل متغيريجب ان يتبع التوزيع الطبيعي .
- ✓ يجب على كل مجموعة فرعية ان يكون فيها على الاقل مشاهدتين.
- ✓ كل المجموعات الفرعية لها نفس الحجم.

مثال :

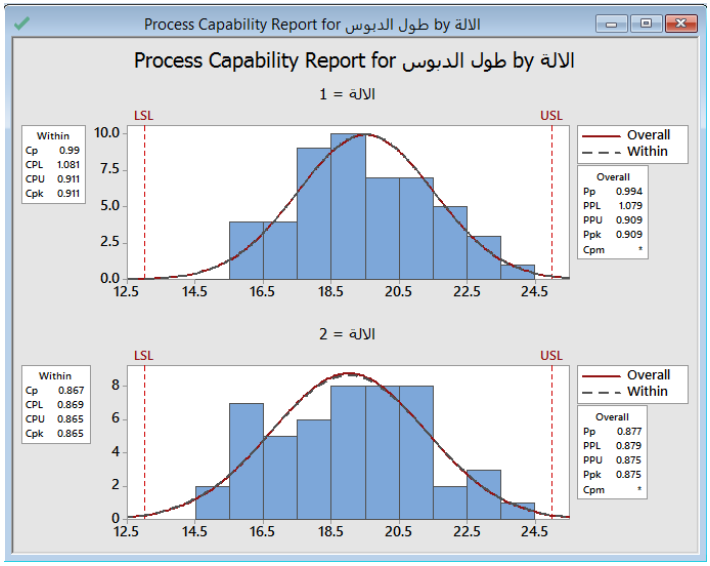
يستخدم مصنع آلتين لإنتاج دبابيس موصلة للكهرباء. يريد مهندس الجودة أن يقارن قدرة العملية لكل آلة. يقوم المهندس بشكل عشوائي باختيار خمسة دبابيس من كل آلة. مواصفات طول الدبوس هي 13 مم إلى 25 مم. يقوم المهندس بتحليل Multiple variables (Normal)) لتقييم مدى تلبية أطوال الدبابيس لمتطلبات العملاء من الآلتين.

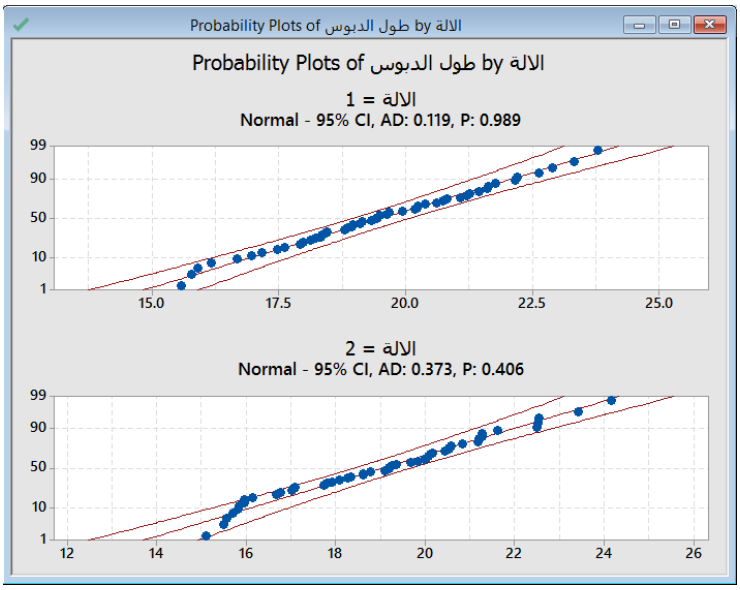
	طول الدبوس	الالة
1	22.8943	1
2	15.5602	1
3	19.6569	1
4	15.7676	1
5	18.4232	1
6	19.0869	1
7	21.6051	1
8	18.7934	1
9	20.2404	1
10	18.9399	1

**ملاحظة: عدد السجلات (100) . انظر PinLength.MTW



النتائج :





Process Capability Report for طول الدبوس by الالة

Process Data

الالة	LSL	Target	USL	Sample Mean	Sample N	StDev(Within)	StDev(Overall)
1	13	*	25	19.5137	50	2.00763	2.01197
2	13	*	25	19.0136	50	2.30763	2.28038

Overall Capability

الالة	Pp	PPL	PPU	Ppk	Cpm
1	0.994	1.079	0.909	0.909	*
2	0.877	0.879	0.875	0.875	*

Potential (Within) Capability

الالة	Cp	CPL	CPU	Cpk
1	0.996	1.081	0.911	0.911
2	0.867	0.869	0.865	0.865

Observed Performance

الالة	PPM < LSL	PPM > USL	PPM Total
1	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00

Exp. Within Performance

الالة	PPM < LSL	PPM > USL	PPM Total
1	588.35	3140.68	3729.02
2	4580.74	4740.82	9321.56

Exp. Overall Performance

الالة	PPM < LSL	PPM > USL	PPM Total
1	602.97	3197.36	3800.33
2	4180.85	4330.20	8511.05

التحليل :

تظهر البيانات بشكل طبيعي تقريبًا لكل آلة ، منحنيات (بين و الكل) متطابقة بشكل وثيق. تقع قياست العملية ضمن نطاق المواصفات. Pp للآلة 1 هو 0.994 وللآلة 2 هو 0.877 ، مما يشير إلى وجود تباين كبير لكلا الآلتين. Ppk للآلة 1 هو 0.909 وللآلة 2 هو 0.875 ، مما يشير إلى أن بيانات العملية قريبة جدًا من حدود المواصفات. الحد الأدنى المقبول لقيمة Pp و Ppk هو 1.33. نظرًا لأن مؤشرات القدرات أقل من 1.33 لكلتا الالتين ، فإن العملية غير قادرة على إنتاج دبابيس تتوافق مع المواصفات.

مخطط ((Multiple variables (Nonnormal) :

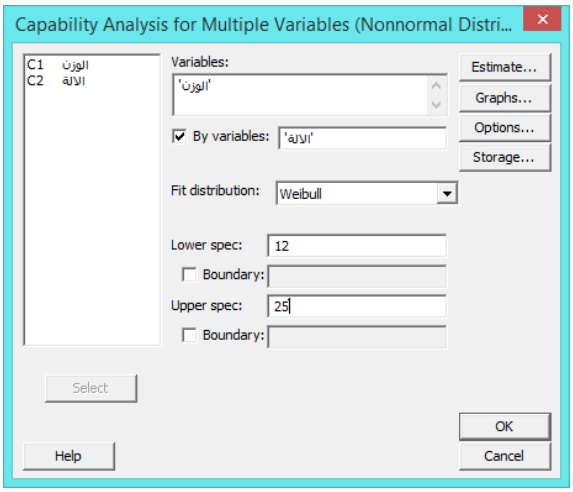
- ✓ يستخدم لمقارنة قدرة عدة متغيرات أو مجموعات متعددة ضمن متغير عملية واحد والتي لا تتبع توزيع Normal.
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكنك القيام ب (تحديد ما إذا كانت العملية قادرة على إنتاج مخرجات تلبي متطلبات العملاء ، مقارنة القدرة الإجمالية للعملية لتقييم فرصة التحسين)
- ✓ لإجراء التحليل ، يجب تحديد حد أدنى أو أعلى للمواصفات (أو كليهما) لتحديد متطلبات العملية.
- ✓ يقيّم التحليل انتشار بيانات العملية فيما يتعلق بحدود المواصفات.
- ✓ عندما تكون العملية قادرة ، يكون انتشار العملية أصغر من انتشار المواصفات.
- ✓ يمكن أن يشير التحليل أيضًا إلى ما إذا كانت العملية تحقق الهدف.
- ✓ يقدر التحليل نسبة المنتج الذي لا يفي بالمواصفات.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من نوع متصل.
- ✓ يجب ان يكون عدد المشاهدات (100) مشاهدة على الأقل (حجم المجموعة الفرعية * عدد المجموعات الفرعية) ، بحيث يكون هناك 25 مجموعة فرعية من الحجم 4 ، أو 35 مجموعة فرعية من الحجم 3. إذا لم يتم جمع كمية كافية من البيانات على مدى فترة زمنية طويلة بما فيه الكفاية ، قد لا تمثل البيانات بدقة المصادر المختلفة لاختلاف العملية وقد لا تكون التقديرات هي القدرة الحقيقية للعملية .
- ✓ العملية يجب ان تكون مستقرة ومتحكم بها.
- ✓ كل المجموعات الفرعية لها نفس الحجم.

مثال :

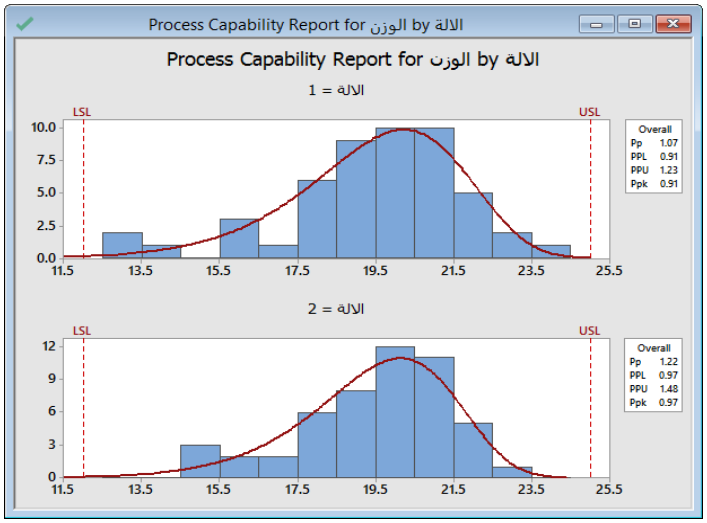
يستخدم مصنع آلتين لصنع الكريات البلاستيكية. يريد مهندس الجودة تقييم قدرة العملية لكل آلة. يقوم المهندس بشكل عشوائي بأخذ 50 حبة من كل آلة ويسجل وزن كل حبيبة. مدى المواصفات من 12 جم إلى 25 جم. يعرف المهندس أن وزن الحبيبات يتبع توزيعWeibull . يقوم المهندس بتحليل ((Multiple variables (Nonnormal) لتقييم مدى جودة وزن الحبيبات التي تلبي متطلبات العملاء للآلتين.

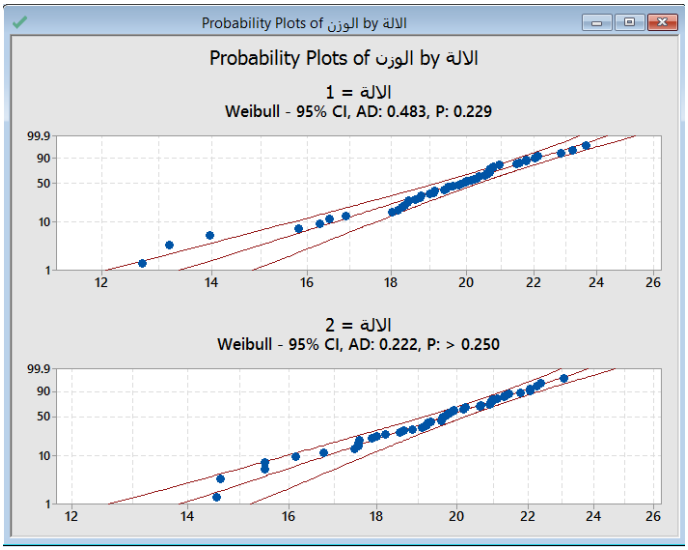
	الوزن	الالة
1	20.7700	1
2	20.3515	1
3	22.1043	1
4	19.3678	1
5	20.9246	1
6	19.4790	1
7	18.9795	1
8	19.7832	1
9	20.6489	1
10	21.7251	1

**ملاحظة : عدد السجلات (100) . انظر PelletWeight.MTW



النتائج :





Process Capability Report for الوزن by الالة

Distribution: Weibull

Process Data

الالة	LSL	Target	USL	Sample Mean	Sample N	Shape	Scale
1	12	*	25	19.4719	50	10.8910	20.4051
2	12	*	25	19.4326	50	12.0126	20.2899

Overall Capability

الالة	Pp	PPL	PPU	Ppk
1	1.07311	0.913105	1.23311	0.913105
2	1.22340	0.969386	1.47742	0.969386

Observed Performance

الالة	PPM < LSL	PPM > USL	PPM Total
1	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00

Exp. Overall Performance

الالة	PPM < LSL	PPM > USL	PPM Total
1	3078.36	108.09	3186.45
2	1817.83	4.66	1822.49

التحليل:

قيمة Ppk هي 0.91 للآلة 1 و 0.97 للآلة 2. لذلك ، فإن القدرة الإجمالية للآلة 2 أفضل قليلاً من تلك للآلة 1. ومع ذلك ، فإن مؤشرات القدرة لكلتا الآلتين أقل من 1.33 ، وهي القيمة الدنيا المقبولة عمومًا. يزداد أداء العملية عندما يتم تقليل انتشار العملية ويقترب وسيط العملية من نقطة المنتصف. بالنسبة لكلتا الآلتين ، وسيط العملية خارج نقطة المنتصف الخاصة بالمواصفات وانتشار العملية كبير جدًا بالنسبة لحدود المواصفات. ومن هنا فان المصنع يحتاج إلى تحسين العملية.

مخطط القدرات (Binomial) :

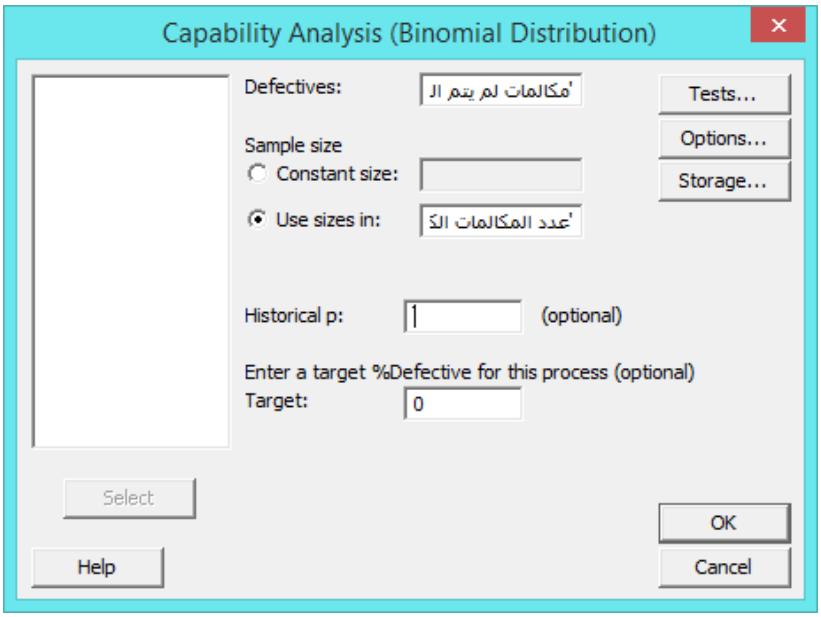
- ✓ يستخدم تحليل القدرات ذات الحدين لتحديد ما إذا كانت النسبة المئوية للعناصر المعيبة تلبي متطلبات العملاء.
- ✓ يُستخدم عندما يتم تصنيف كل عنصر في إحدى فئتين (نجاح أو فشل).
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكن القيام ب (تحديد ما إذا كانت العملية تحت السيطرة ، تقدير النسبة المئوية للعناصر المعيبة لكل عينة وعبر جميع العينات (٪ معيبة)).
- ✓ تقييم ما إذا كانت نسبة العيوب مستقرة.

مثال :

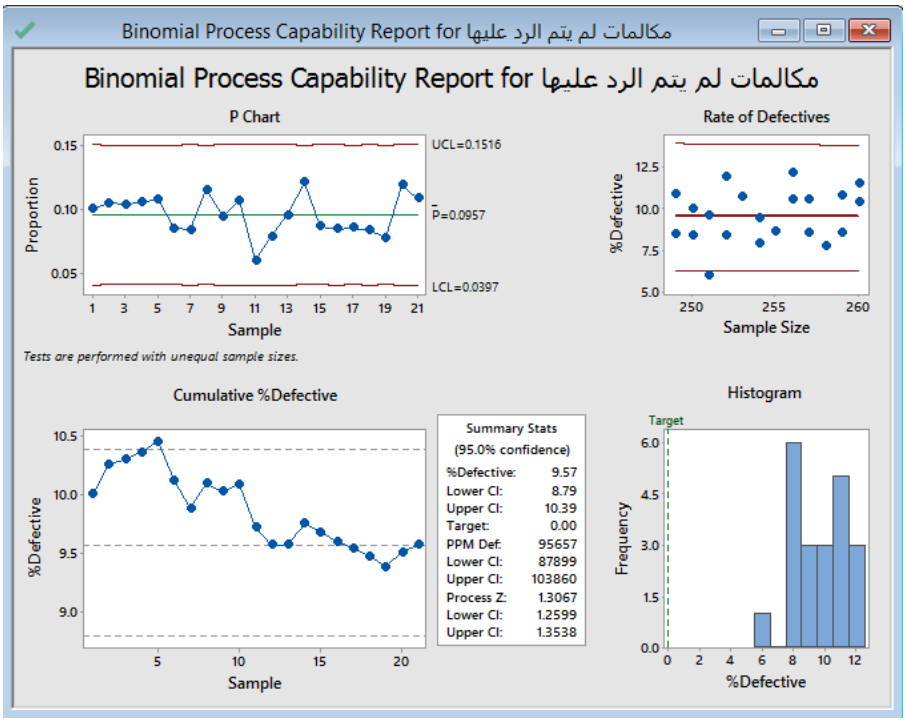
يريد المشرف على مركز الاتصال تقييم عملية الرد على اتصالات العملاء. يسجل المشرف إجمالي عدد الاتصالات الواردة وعدد الاتصالات التي لم يتم الرد عليها لمدة 21 يومًا. يقوم المشرف بتحليل القدرات ذات الحدين لتقييم مدى تلبية عملية الرد على المكالمات للمواصفات.

	عدد المكالمات الكلى	عدد المكالمات التى لم يتم الرد
1	250	25
2	257	27
3	260	27
4	256	27
5	259	28
6	259	22
7	250	21
8	260	30
9	254	24
10	253	27
11	251	15
12	254	20
13	251	24
14	256	31

** ملاحظة : عدد السجلات (21) . انظر UnansweredCalls.MTW



النتائج :



** Rate of defective: لان المجموعات غير متساوية (ننظر الى القيم اعلى واسفل خط الوسط فاذا كانت تتوزع عشوائيا يكون التوزيع Binomial ، اما اذا كانت المجموعات متساوية (فيكون خط مائل ونشاهد مدى تقارب النقاط من هذا الخط)

** Cummulative%Defective : لمراقبة استقرار المشاهدات (وينتج من ايجاد الوسط الحسابي للنسب المئوية بشكل متتالي /تراكمي اي مثلا المشاهدة رقم 4 نقوم بايجاد المتوسط للنسب الاربعة الاولى ، المشاهدة رقم 5 نقوم بايجاد المتوسط للنسب الخمسه الاولى وهكذا).

التحليل :

في شكل Rate of defectives يبدو أن النقاط موزعة بشكل عشوائي عبر أحجام العينات المختلفة ، لذلك يمكن للمشرف أن يفترض أن حجم العينة لا يؤثر على معدل العيوب. يشير الشكل P والشكل Cumulative%Defective إلى أن النسبة المئوية المعيبة مستقرة إلى حد ما لهذه العملية. لذلك ، يبدو أن افتراضات تحليل القدرات مستوفاة. في جدول Summary scales تشير (PPM Def) إلى أن 95657 من كل 1000000 يتوقع أن تكون بدون إجابة (معيبة). تتوافق قيمة PPM هذه مع نسبة المعيب التي تبلغ حوالي 9.57٪. تشير حدود الثقة العليا والدنيا (CI) إلى أن المشرف يمكن أن يكون واثقًا بنسبة 95٪ من أن النسبة المئوية المعيبة للعملية يتم احتواؤها ضمن الفاصل الزمني 8.79٪ و 10.39٪. قيمة Z = 1.3 للعملية هي اقل من 2 ، والتي غالبًا ما تعتبر الحد الأدنى للقيمة المطلوبة لعملية القدرة. تشير هذه الإحصائيات الموجزة معًا إلى أن مركز الاتصال غير قادر على تلبية المواصفات. لم يتم الرد على نسبة عالية من المكالمات. يحتاج المشرف إلى تحديد سبب عدم الرد على العديد من المكالمات وكيفية تحسين العملية.

مخطط القدرة (Poisson) :

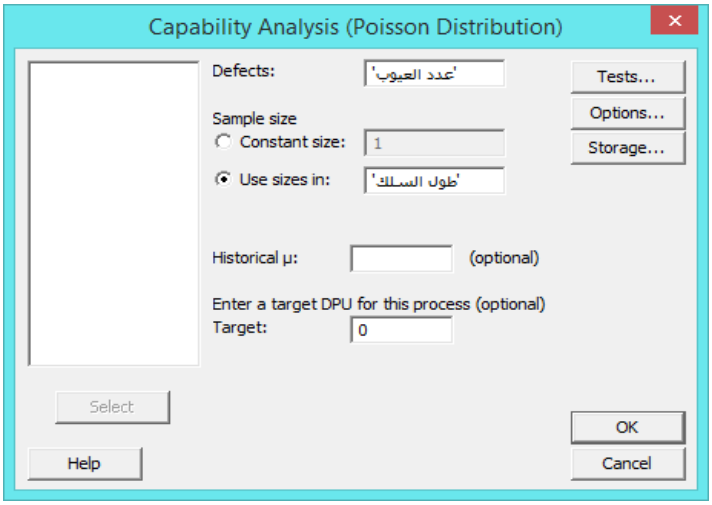
- ✓ يستخدم لتحديد ما إذا كان معدل العيوب لكل وحدة (Defective per unit DPU) ضمن المواصفات.
- ✓ يستخدم هذا التحليل عند عد المعيب في كل عنصر ، ويمكن أن يكون لكل عنصر أكثر من عيب واحد.
- ✓ يستخدام هذا التحليل في تحديد ما إذا كانت العملية تحت السيطرة و لتقدير معدل العيب لكل وحدة ولكل عينة وعبر جميع العينات (الوسط الحسابي لوحدة DPU).
- ✓ تقييم ما إذا كانت DPU مستقرة.
- ✓ من شروطه : يجب ان تكون قادر على عد المعيب لكل عنصر او وحدة ، تكون البيانات على شكل مجموعات ، ان يكون عدد المجموعات الفرعية على الاقل 25 ، او يكون معدل المعيب في كل وحدة على الاقل 0.5 ، كما يمكن ان يكون حجم المجموعات الفرعية غير متساو ، ويجب ان تكون العملية تحت السيطرة .

مثال :

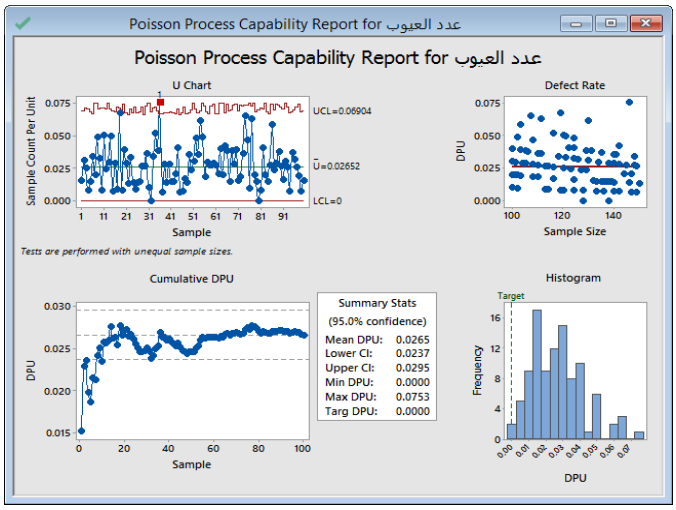
يريد مهندس جودة تقييم عملية عزل الأسلاك. يختار المهندس بشكل عشوائي أطوال الأسلاك الكهربائية ويفحصها بحثًا عن نقاط ضعف في عملية العزل عن طريق إخضاعها لاختبار الجهد. يسجل عدد المناطق الضعيفة (العيوب) وطول كل سلك بالأمتار . يقوم المهندس بتحليل القدرات (Poisson) لتقييم مدى تلبية عملية عزل الأسلاك للمواصفات .

	عدد العيوب	طول السلك
1	2	132
2	4	130
3	3	120
4	1	124
5	2	138
6	5	148
7	2	101
8	5	102
9	4	124
10	1	119
11	6	120

**ملاحظة : عدد السجلات (100) . انظر WireDefects.MTW



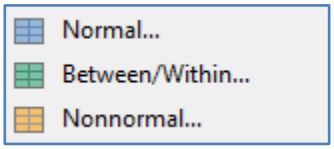
النتائج :



التحليل :

يشير شكل Defect rate ان DPU للقياس تنخفض قليلاً مع زيادة حجم العينة. كما يشير المخطط U إلى أن العملية مستقرة باستثناء نقطة واحدة خارج السيطرة. قد يحتاج المهندس إلى التحقق من تأثير حجم العينة وعدم استقرار العملية لضمان تحقق شروط تحليل القدرات. يشير شكل (DPU) إلى أن وحدة DPU مستقرة نسبيًا. المتوسط المقدر DPU = 0.0265. لذلك ، يحدث عيب (نقطة ضعف) في السلك ، في المتوسط ، مرة واحدة كل 37.7 (1 / 0.0265) متر. تشير فترة الثقة (CI) لـ DPU أن المهندس يمكن أن يكون واثقًا بنسبة 95٪ من أن متوسط DPU موجود في الفاصل الزمني 0.0237 و 0.0295. يجب على المهندس أن يأخذ في الاعتبار كيف يمكن أن يؤدي تحسين العملية إلى تقليل DPU.

مخططات (Capability Sixpack) :



مخطط (Normal) :

- ✓ يستخدم لتقييم الفرضيات لتحليل القدرات بناء على توزيع Normal ولتقييم المؤشرات الرئيسية فقط لقدرة العملية .
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكنك القيام ب (تحديد ما إذا كانت العملية مستقرة وتحت السيطرة ، تحديد ما إذا كانت البيانات تتبع التوزيع الطبيعي ، تقدير القدرة الكلية (Pp، Ppk) والقدرة المحتملة (Cp، Cpk)).
- ✓ لإجراء التحليل ، يجب تحديد حد أدنى أو أعلى للمواصفات (أو كليهما) لتحديد متطلبات العملية.
- ✓ يقيّم التحليل انتشار بيانات العملية فيما يتعلق بحدود المواصفات.
- ✓ عندما تكون العملية قادرة ، يكون انتشار العملية أصغر من انتشار المواصفات.
- ✓ يمكن أن يشير التحليل أيضًا إلى ما إذا كانت العملية تحقق الهدف.

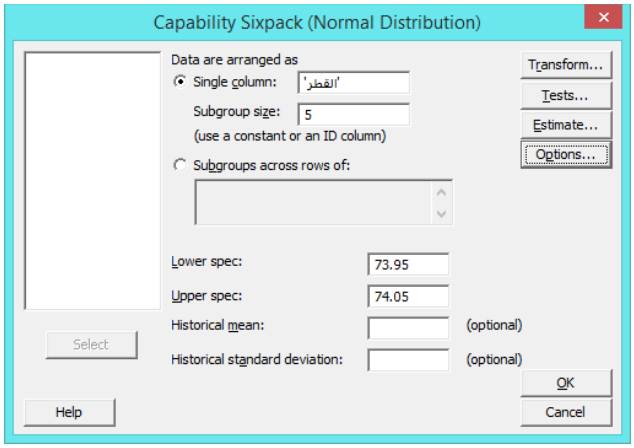
- ✓ بالإضافة إلى ذلك ، يقدّر التحليل نسبة المنتج الذي لا يفي بالمواصفات.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من نوع المتصل.
- ✓ يجب ان يكون عدد المشاهدات (100) مشاهدة على الأقل (حجم المجموعة الفرعية * عدد المجموعات الفرعية) ، بحيث يكون هناك 25 مجموعة فرعية من الحجم 4 ، أو 35 مجموعة فرعية من الحجم 3. إذا لم يتم جمع كمية كافية من البيانات على مدى فترة زمنية طويلة بما فيه الكفاية ، قد لا تمثل البيانات بدقة المصادر المختلفة لاختلاف العملية وقد لا تكون التقديرات هي القدرة الحقيقية للعملية .
- ✓ العملية يجب ان تكون مستقرة ومتحكم بها.
- ✓ يجب ان تتبع البيانات التوزيع الطبيعي.

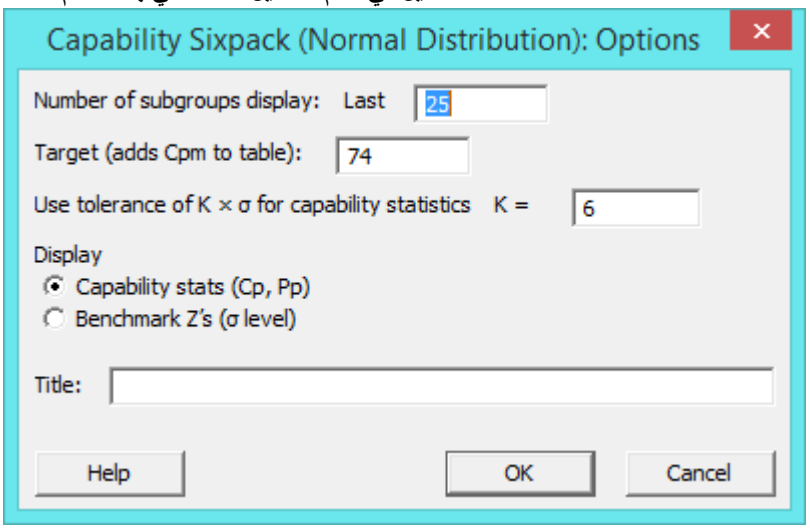
مثال :

يستخدم مصنع للمحركات عملية لصنع حلقات المكبس. يرغب مهندسو الجودة في تقييم قدرة العملية. قاموا بجمع 25 مجموعة فرعية من خمس حلقات مكبس ثم يتم قياس القطر. مواصفات قطر حلقة المكبس هو 74.0 مم ± 0.05 مم. يقوم المهندسون بتحليل القدرة Normal Sixpack – capability لتقييم أقطار حلقات المكبس فيما يتعلق بمطابقتها للمواصفات.

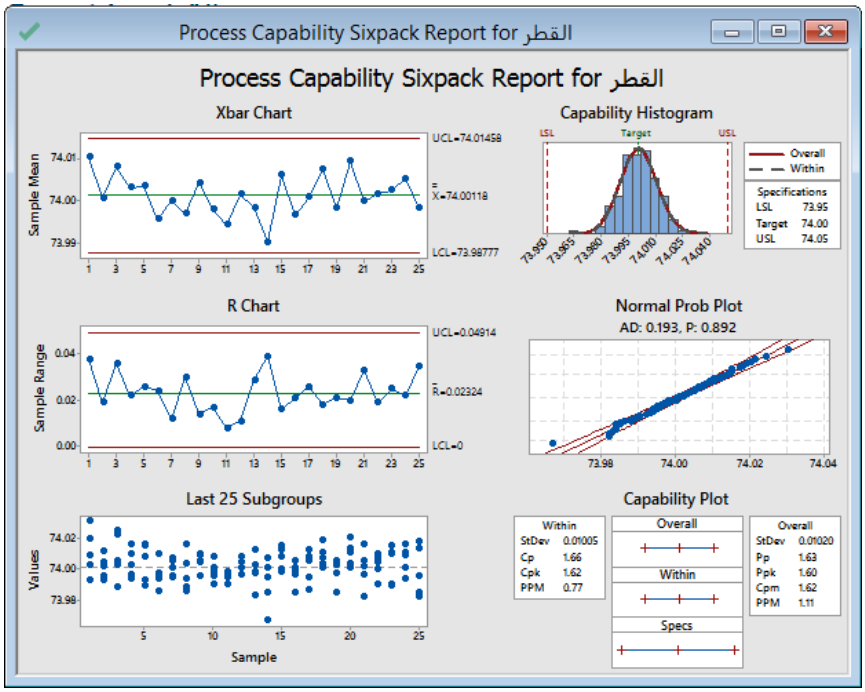
	القطر
1	74.030
2	74.002
3	74.019
4	73.992
5	74.008
6	73.995
7	73.992
8	74.001
9	74.011
10	74.004
11	73.988
12	74.024

**ملاحظة : عدد السجلات (125) . انظر PistonRingDiameter.MTW





النتائج :



التحليل :

يشير المخططان Xbar و R إلى أن العملية مستقرة ، لعدم وجود نقاط خارج حدود التحكم. يشيرمخطط Last 25 Subgroups إلى أن البيانات يتم توزيعها بشكل عشوائي ومتناظر حول متوسط العملية. يشير مخطط Normal Prob plot إلى أن البيانات يتم توزيعها بشكل طبيعي. لذلك ، جميع الشروط الخاصة بتحليل القدرات Normal متحققة ولذا ، يمكن تحليل قدرة العملية . يشير مخطط القدرات ومؤشرات

القدرة إلى أن العملية تتمركز تقريبًا حول الهدف وأن القياسات تقع ضمن حدود المواصفات. مؤشرات القدرة Cpk و Ppk و Cpm كلها أكبر من 1.33. لذلك ، يخلص المهندسون إلى أن عملية صنع حلقات المكبس تفي بمتطلبات العملاءوالمواصفات لأقطار حلقات المكبس.

مخطط (Between/Within) :

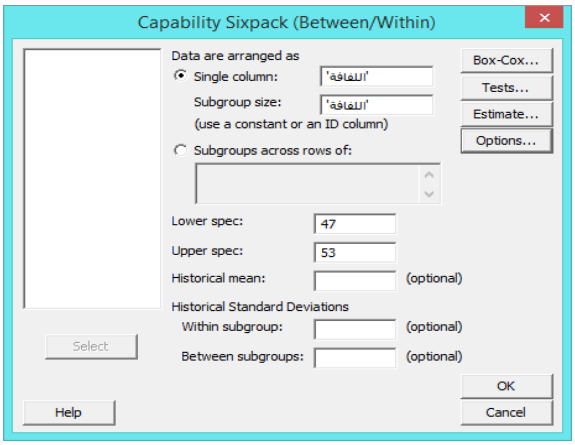
- ✓ يستخدم من أجل تقييم الفرضيات تحليل القدرات (بين / داخل) ولتقييم المؤشرات الأساسية لقدرة العملية فقط عندما تنتج العملية تباينا كبيرًا بين المجموعات الفرعية.
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكنك القيام ب (تحديد ما إذا كانت العملية مستقرة ومسيطرة ، تحديد ما إذا كانت البيانات تتبع التوزيع الطبيعي ، تقدير القدرة الكلية (Pp، Ppk) والقدرة المحتملة (Cp، Cpk)).
- ✓ لإجراء التحليل ، يجب تحديد حد أدنى أو أعلى للمواصفات (أو كليهما) لتحديد متطلبات العملية.
- ✓ يقيّم التحليل انتشار بيانات العملية فيما يتعلق بحدود المواصفات.
- ✓ عندما تكون العملية قادرة ، يكون انتشار العملية أصغر من انتشار المواصفات.
- ✓ يمكن أن يشير التحليل أيضًا إلى ما إذا كانت العملية تحقق الهدف.
- ✓ بالإضافة إلى ذلك ، يقدر التحليل نسبة المنتج الذي لا يفي بالمواصفات.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من نوع متصل.
- ✓ يجب ان يكون عدد المشاهدات (100) مشاهدة على الأقل (حجم المجموعة الفرعية * عدد المجموعات الفرعية) ، بحيث يكون هناك 25 مجموعة فرعية من الحجم 4 ، أو 35 مجموعة فرعية من الحجم 3. إذا لم يتم جمع كمية كافية من البيانات على مدى فترة زمنية طويلة بما فيه الكفاية ، قد لا تمثل البيانات بدقة المصادر المختلفة لاختلاف العملية وقد لا تكون التقديرات هي القدرة الحقيقية للعملية .
- ✓ العملية يجب ان تكون مستقرة ومتحكم بها.
- ✓ كل متغير يجب ان يتبع التوزيع الطبيعي .
- ✓ يجب على كل مجموعة فرعية ان يكون فيها على الاقل مشاهدتين.
- ✓ كل المجموعات الفرعية لها نفس الحجم.

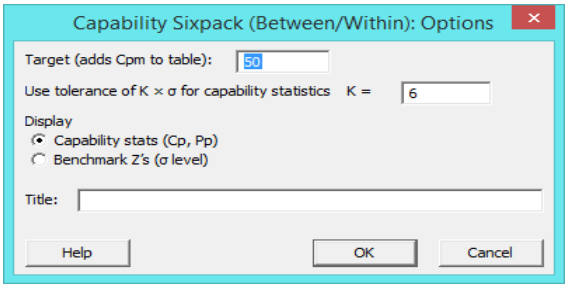
مثال :

يريد مهندس جودة تقييم امكانية العملية التي تغطي لفات كبيرة من الورق بفيلم رقيق. يقوم المهندس بتجميع 25 لفة متتالية ذات سمك طلاء لثلاثة قياسات. نظرًا لأنه يعاد ضبط الماكينة لكل لفة جديدة ، يحتاج المهندس إلى اعتماد التباين بين الطبقات اضافة الى التباين بين اللفافات. يجب أن يكون سمك الفيلم 50 ± 3 ميكرون لتلبية المواصفات الهندسية. يقوم المهندس بإجراء تحليل القدرات Between/Within لتقييم مدى تلبية سمك الطلاء لمتطلبات العملاء.

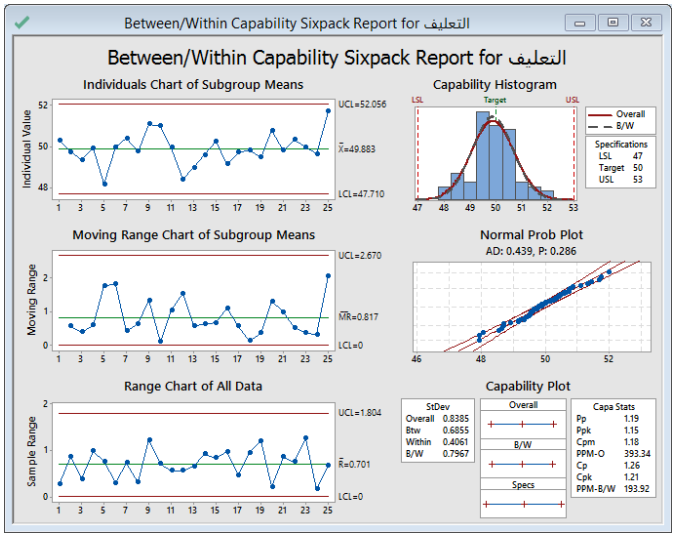
	التغليف	اللفافة
1	50.3175	1
2	50.1432	1
3	50.4081	1
4	49.5077	2
5	50.2715	2
6	49.4091	2
7	49.3587	3
8	49.1436	3
9	49.5229	3

**ملاحظة : عدد السجلات (75) . انظر FilmThickness.MTW





النتائج :



التحليل :

تشير مخططات Individuals chart of subgroup Means إلى أن العملية مستقرة ، لعدم وجود نقاط خارج حدود التحكم. كما يشيرمخطط Normal Prob Plot إلى أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي. لذلك ، تتحقق الشروط ويمكن اجراء تحليل قدرة العملية . يوضح الشكل Capability Histogram أن العملية تتم توسيطها تقريبًا وأن القياسات تقع ضمن حدود المواصفات. لتحليل القدرة (بين / داخل) ، Cp= 1.26 ، مما يشير إلى أن انتشار المواصفات أكبر بـ 1.26 مرة من انتشار 6σ في العملية. = (1.26) Cp و Cpk = (1.21) وهما قريبان جدًا من بعضهما البعض ، مما يشير إلى أن العملية تتمركز حول الوسط تقريبًا. بالنسبة للقدرة الإجمالية ، Pp= (1.19) و Ppk = (1.15) و Cpm = (1.18) قريبات جدًا من بعضهما البعض ، مما يشير إلى أن العملية تتمحور حول الهدف. ومع ذلك ، فإن Ppkأقل قليلاً من 1.33. يخلص المهندس إلى أن العملية تكاد تكون قادرة على تطبيق طلاء يتوافق مع المواصفات ؛ ومع ذلك ، يمكن تحسين قدرتها.

مخطط (Nonnormal) :

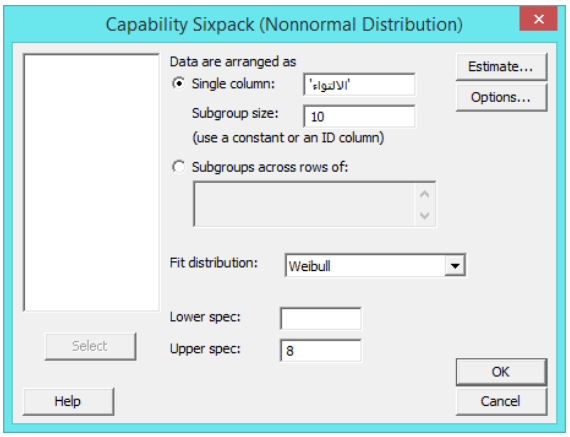
- ✓ يستخدم لتقييم الفرضيات لتحليل القدرات التي تتبع توزيع Nonnormal وتقييم المؤشرات الرئيسية للقدرة الإجمالية فقط.
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكنك القيام ب (تحديد ما إذا كانت العملية مستقرة ومسيطر عليها ، تحدد ما إذا كانت البيانات تتبع توزيعًا غير طبيعي ، تقدير القدرة الإجمالية (Pp، Ppk)).
- ✓ لإجراء التحليل ، يجب تحديد حد أدنى أو أعلى للمواصفات (أو كليهما) لتحديد متطلبات العملية.
- ✓ يجب تحديد توزيع غير طبيعي لنمذجة البيانات.
- ✓ يقيّم التحليل انتشار بيانات العملية فيما يتعلق بحدود المواصفات.
- ✓ عندما تكون العملية قادرة ، يكون انتشار العملية أصغر من انتشار المواصفات.
- ✓ يقدّر هذا التحليل أيضًا نسبة المنتج الذي لا يتوافق مع المواصفات.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من نوع متصل(اذا لم يتحقق هذا فنستخدم Binomial Capability Analysis او Poisson Capability Analysis).
- ✓ يجب ان يكون عدد المشاهدات (100) مشاهدة على الأقل (حجم المجموعة الفرعية * عدد المجموعات الفرعية) ، بحيث يكون هناك 25 مجموعة فرعية من الحجم 4 ، أو 35 مجموعة فرعية من الحجم 3. إذا لم يتم جمع كمية كافية من البيانات على مدى فترة زمنية طويلة بما فيه الكفاية ، قد لا تمثل البيانات بدقة المصادر المختلفة لاختلاف العملية وقد لا تكون التقديرات هي القدرة الحقيقية للعملية .
- ✓ العملية يجب ان تكون مستقرة ومتحكم بها.
- ✓ يجب ان لا تتبع البيانات التوزيع الطبيعي.

مثال :

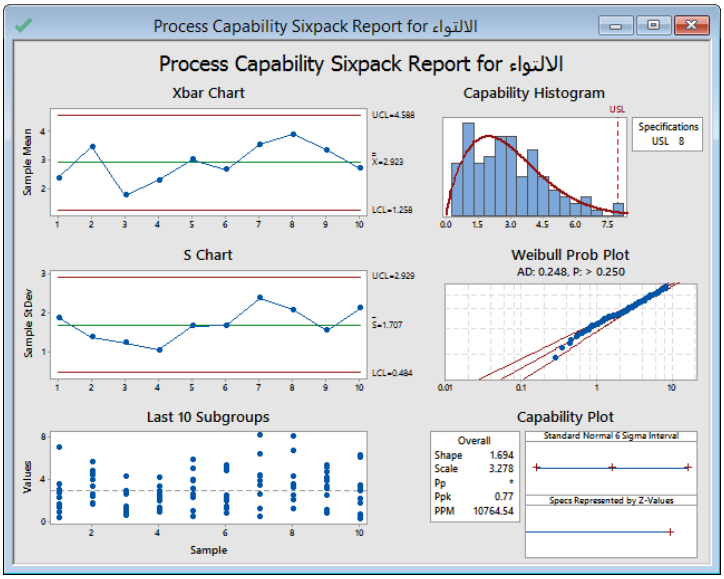
مهندس الجودة في شركة تقوم بتصنيع بلاط الأرضيات يعملون على التحقيق في شكاوى العملاء في الالتواء. لضمان جودة الإنتاج ، يقوم المهندس بقياس الالتواء في 10 بلاطات لكل يوم عمل. قياس الالتواء للحد الأعلى للمواصفات هو 6 مم يتبع توزيع Weibull . يقوم المهندس بإجراء تحليل sixsegma Nonnormal للبيانات التي لا تتوزع التوزيع الطبيعي تقييم مدى تلبية عملية تصنيع البلاط لمتطلبات العملاء.

	الالتواء
1	1.60103
2	0.84326
3	3.00679
4	1.29923
5	2.24237
6	2.63579
7	0.34093
8	6.96534
9	3.46645
10	1.41079

** ملاحظة : عدد السجلات (100). انظر TileWarping.MTW



النتائج :



التحليل :

يشير المخططان Xbar و S إلى أن العملية مستقرة ، مع عدم وجود نقاط خارج حدود التحكم . يشير مخطط Last 10 Subgroups إلى عدم وجود قيم متطرفة ولا يبدو أن التوزيع يتغير. يشير Weibull Prob Plot إلى أن توزيع Weibull مناسب للبيانات. لذلك ، يتم قبول الفرضيات الخاصة بتحليل القدرات ويمكن تحليل قدرة العملية. يبدو أن بيانات العملية تتبع المنحنى المناسب لتوزيع Weibull. ومع ذلك ، يظهر شكل Capability Histogram أن العملية لا تلبي المواصفات، لان Ppk الإجمالي المتوقع هو 0.43 ، وهو أقل من 1.33 . لذلك يخلص المهندسون إلى أن العملية غير قادرة ولا تلبي متطلبات العملاء.

مخططات Tolerance Intervals (Normal distribution) :

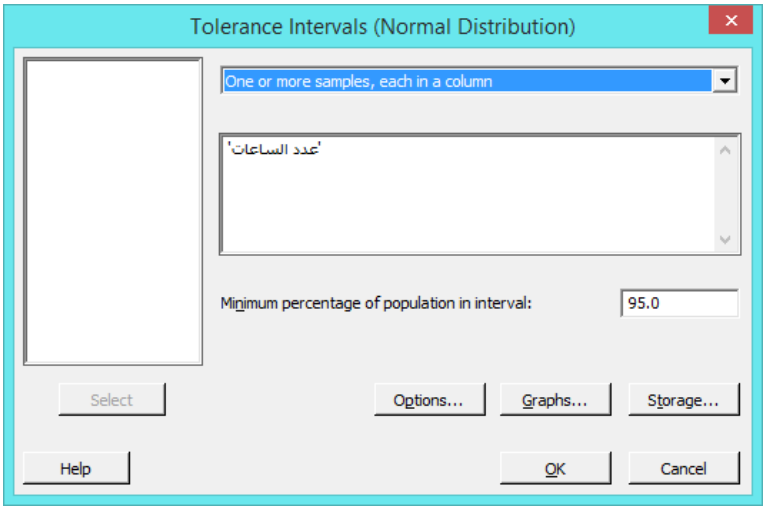
- ✓ تبين مجموعة من قيم خصائص جودة معينة لمنتج ما والتي تغطي على الأرجح اقل نسبة مئوية محددة من ناتج المنتج الحالي أو المستقبلي.
- ✓ تستخدم لتحديد المدى الذي من المتوقع أن تنخفض فيه نسبة محددة من قياسات العملية عندما تتبع البيانات التوزيع الطبيعي.
- ✓ يمكن إنشاء فواصل زمنية على الجانبين أو جانب واحد بناءً على المطلوب تحديده ، كما يلي: (استخدام فاصلاً على الجهتين لتحديد الفاصل الزمني الذي يحتوي على نسبة معينة من قياسات العملية ، استخدم فاصل من جانب واحد لتحديد الفاصل الزمني بحيث لن تكون نسبة معينة من قياسات العملية أقل من الحد ألادنى ، أو لن تكون أكبر من الحد الأعلى).
- ✓ اختبار الفرضيات : (H_0 : البيانات تتبع التوزيع الطبيعي ، H_1 : البيانات لا تتبع التوزيع الطبيعي).
- ✓ البيانات من النوع متصل.
- ✓ تتبع البيانات التوزيع الطبيعي.

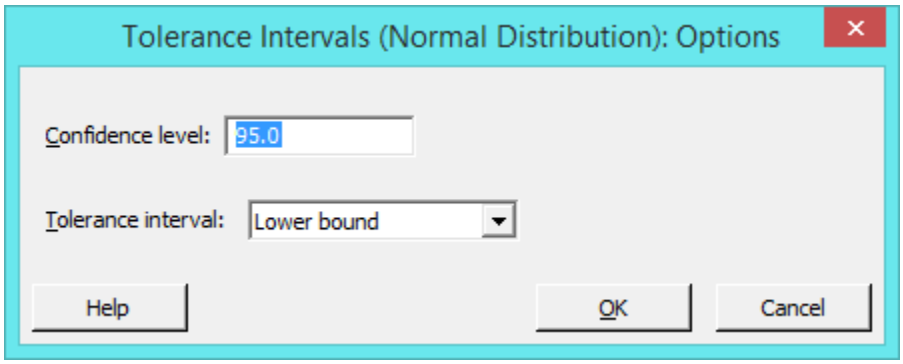
مثال :

يرغب مهندس جودة في تقييم عمر المصابيح الكهربائية التي تصنعها الشركة. يجمع المهندس عينة عشوائية من 100 مصباح ويسجل أوقات احتراق المصباح (الفشل). يرغب المهندس في حساب حد التحمل الأدنى (وهو وقت احتراق المصباح الذي تحترق فيه ما نسبته 95٪ على الأقل من جميع مصابيح الإضاءة).

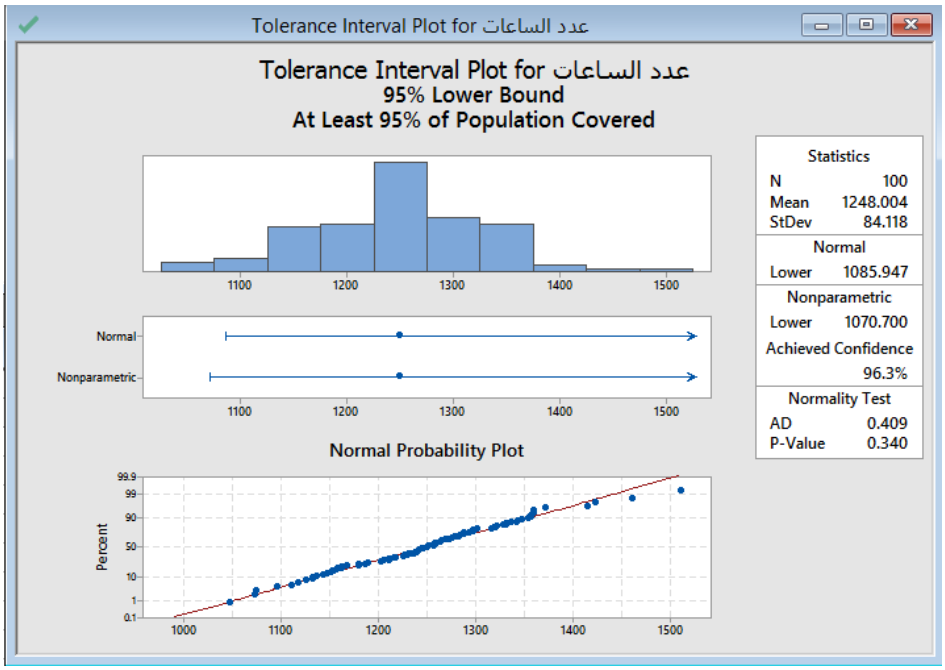
	عدد الساعات
1	1215.79
2	1071.83
3	1231.25
4	1224.03
5	1145.04
6	1237.43
7	1141.86
8	1352.61
9	1044.33
10	1234.77
11	1114.90

**ملاحظة : عدد السجلات (100) . انظر LightBulbBurnTime.MTW


Tolerance Intervals (Normal Distribution)
One or more samples, each in a column
'عدد الساعات'
Minimum percentage of population in interval:
95.0
Select
Options...
Graphs...
Storage...
Help
OK
Cancel


Tolerance Intervals (Normal Distribution): Options
Confidence level:
95.0
Tolerance interval:
Lower bound
Help
OK
Cancel

النتائج :


Tolerance Interval Plot for عدد الساعات
Tolerance Interval Plot for عدد الساعات
95% Lower Bound
At Least 95% of Population Covered
Statistics
N 100
Mean 1248.004
StDev 84.118
Normal
Lower 1085.947
Nonparametric
Lower 1070.700
Achieved Confidence 96.3%
Normality Test
AD 0.409
P-Value 0.340
Normal
Nonparametric
Normal Probability Plot
Percent

Tolerance Interval: عدد الساعات

Method

Confidence level	95%
Percent of population in interval	95%

Statistics

Variable	N	Mean	StDev
عدد الساعات	100	1248.004	84.118

95% Lower Tolerance Bound

Variable	Normal Method	Nonparametric Method	Achieved Confidence
عدد الساعات	1085.947	1070.700	96.3%

Achieved confidence level applies only to nonparametric method.

التحليل :

يوضح الشكل أن النقاط المرسومة تشكل خطًا تقريبيًا مستقيمًا ، مما يشير إلى أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي. أيضًا ، P–Value لاختبار Normal هي 0.340 ، وهي أكبر من 0.05 وبالتالي ، لا توجد أدلة كافية لاستنتاج أن البيانات لا تتبع التوزيع الطبيعي. الحد الأدنى الطبيعي هو 1085.947 ، لذا فإن المهندس واثق بنسبة 95 ٪ من أنه على الاقل 95 ٪ من جميع المصابيح الكهربائية تتجاوز حوالي 1086 ساعة من وقت الاحتراق. بالنسبة لجميع المصابيح الكهربائية ، يبلغ متوسط وقت الاحتراق (العطب) حوالي 1248 ساعة والانحراف المعياري حوالي 84.1.

مخططات Tolerance Intervals (NonNormal distribution) :

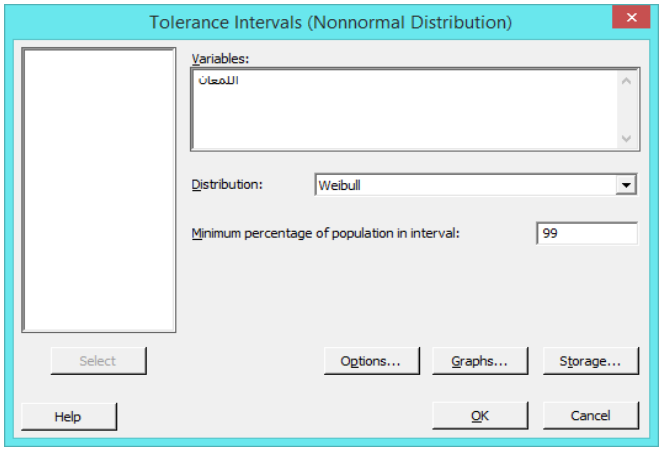
- ✓ يحدد مجموعة من قيم خصائص جودة معينة لمنتج والتي تغطي على الأرجح اقل نسبة مئوية محددة من ناتج المنتج الحالي أو المستقبلي.
- ✓ تستخدم لتحديد المدى الذي من المتوقع أن تنخفض فيه نسبة محددة من قياسات العملية عندما لا تتبع البيانات التوزيع الطبيعي.
- ✓ يمكنك إنشاء فواصل زمنية على الجانبين أو جانب واحد بناءً على المطلوب تحديده ، كما يلي: (استخدام فاصلاً على الجهتين لتحديد الفاصل الزمني الذي يحتوي على نسبة معينة من قياسات العملية ، استخدم فاصل من جانب واحد لتحديد الفاصل الزمني بحيث لن تكون نسبة معينة من قياسات العملية أقل من حد أدنى ، أو لن تكون أكبر من الحد الأعلى).
- ✓ اختبار الفرضيات لاختبار Goodness– of–fit: (H_0 : البيانات تتبع التوزيع الذي تم اختياره ، H_1 : البيانات لا تتبع التوزيع الذي تم اختياره).
- ✓ البيانات من النوع متصل.
- ✓ لا تتبع البيانات التوزيع الطبيعي.

مثال :

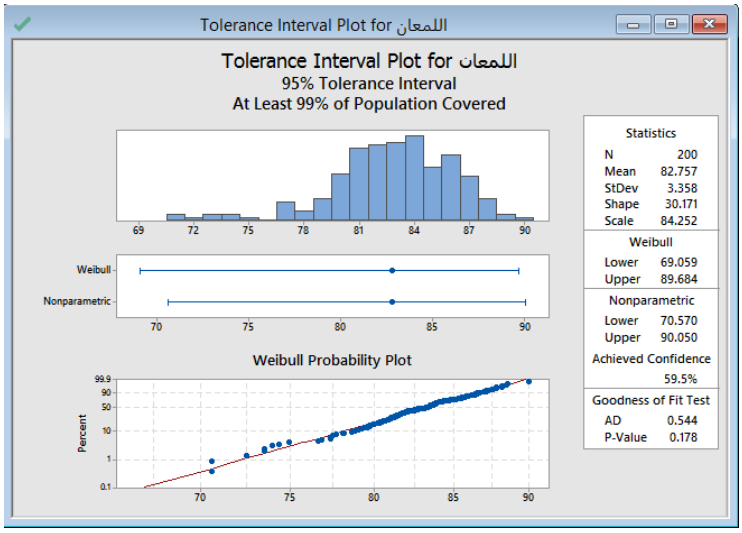
يريد مصنع تقييم التباين في عملية تبييض الورق. يقوم المصنع بتجميع 200 عينة من اللب بشكل عشوائي وتسجل مستوى السطوع. يريد المصنع حساب المدى الذي من المتوقع أن يقع فيه السطوع بنسبة 99 ٪ على الأقل من دفعات اللب المستخدمة .

	اللمعان
1	81.50
2	78.80
3	79.55
4	83.02
5	80.26
6	86.50
7	84.76
8	76.74
9	82.90
10	80.57
11	87.79
12	86.42
13	87.03
14	81.30

**ملاحظة : عدد السجلات (200) . انظر PulpBrightness.MTW



النتائج :



Tolerance Interval: اللمعان

Method

Distribution	Weibull
Confidence level	95%
Percent of population in interval	99%

Statistics

Variable	N	Mean	StDev
اللمعان	200	82.757	3.358

Distribution Parameters

Variable	Shape	Scale
اللمعان	30.171	84.252

95% Tolerance Interval

Variable	Weibull Method	Nonparametric Method	Achieved Confidence
اللمعان	(69.059; 89.684)	(70.570; 90.050)	59.54%

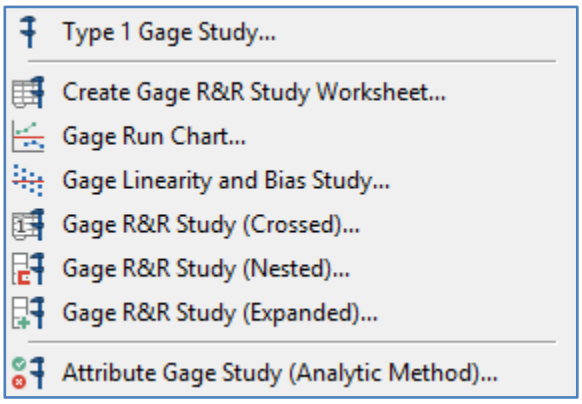
Achieved confidence level applies only to nonparametric method.

التحليل :

يوضح الشكل أن النقاط المرسومة تقع على طول خط توزيع Weibull ، مما يشير إلى أن البيانات تتبع توزيع Weibull. أيضًا ، قيمة P–Value لاختبار Goodness–of–fit هي 0.178 وهي أكبر من 0.05. ومن هنا لا يمكنك استنتاج أن البيانات تتبع توزيع Weibull لذا يمكن استخدام Tolerance Intervals (NonNormal distribution). تتراوح فترة Weibull من 69.1 إلى 89.7 تقريبًا ، لذا يمكن أن يكون المصنع واثق بنسبة 95٪ من أن 99٪ على الأقل من جميع دفعات اللب ستقع في هذه الفترة. بالنسبة لجميع دفعات اللب ، يبلغ متوسط مستوى السطوع حوالي 82.8.

Gage Study :

- ✓ تحدد دراسات التكرار وقياس التكرار R&R (Repeatability(الشخص يقيس نفس الجزء عدة مرات) Reproducibility (اشخاص مختلفين يقيسون نفس الجزء)) مقدار تباين عملية يتم مراقبتها والذي يعود سببه الى تباين نظام القياس . يتيح MINITAB تنفيذ اختبارات Crossed او R&R Nested .
- ✓ تستخدم دراسة Crossed R&R عندما يتم قياس كل جزء عدة مرات بواسطة كل مشغل.
- ✓ تستخدم دراسة Nested R&R عندما يتم قياس كل جزء بواسطة مشغل واحد فقط كما هو في اختبار Destructive.
- ✓ في اختبار Destructive تختلف الخاصية المقاسة بعد عملية القياس مما كانت عليه قبل عملية القياس.
- ✓ يعتبر اختبار التصادم Crash مثالاعلى اختبار Destructive .



اختبار Type 1 Gage Study :

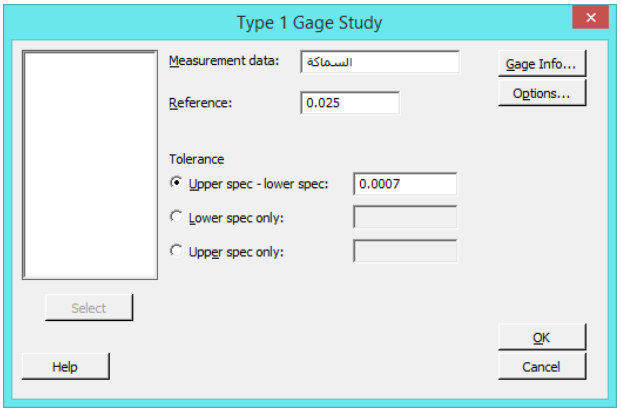
- ✓ تستخدم لتقييم قدرة عملية القياس. تقيم هذه الدراسة الآثار المجتمعة للتحيز والتكرار بقياسات متعددة لجزء واحد.
- ✓ يجب إجراء دراسة Type 1 Gage Study قبل إجراء دراسة R&R.
- ✓ تحدد دراسة R&R مقدار تباين العملية المشاهد بسبب اختلاف نظام القياس.
- ✓ الفرضيات : H_0 : التحيز Bias = 0 ، H_1 : التحيز Bias ≠ 0 .
- ✓ من شروطه : يجب أن يكون للجزء المراد قياسه قيمة مرجعية معروفه ، كما يتم قياس الجزء الواحد بواسطة مشغل واحد عدة مرات لتقييم قدرة التكرار Repeatability كنظام قياس، كما ويجب أن يعرف القياس الفعلي للجزء المراد قياسه.
- ✓ لإجراء دراسة كافية وصحيحة ، يجب أن يكون هناك 50 قياسًا .
- ✓ البيانات يجب ان تكون من النوع المتصل.

مثال :

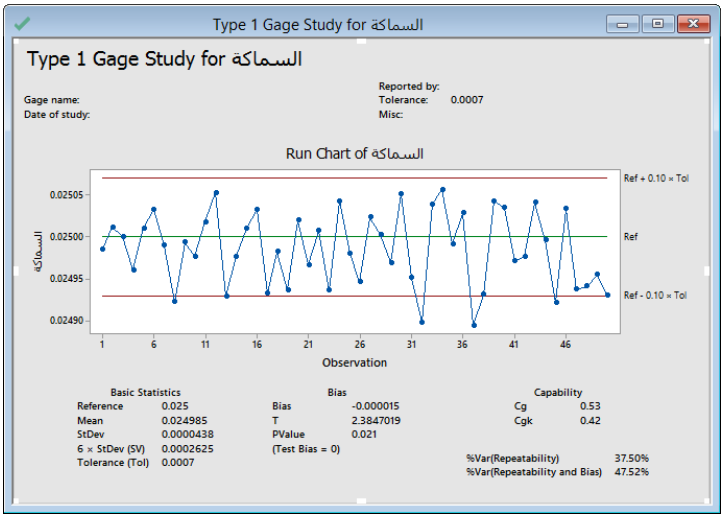
يرغب مهندس في المصادقة على نظام قياس بالموجات فوق الصوتية يستخدم لقياس سمك الطلاء الواقي على الأبواب المطلية. يحصل المهندس على عينة مرجعية بسماكة طلاء معروفة 0.025 بوصة. يقيس عامل /مشغل العينة المرجعية 50 مرة. يريد المهندس تحديد ما إذا كان نظام القياس يمكنه قياس الأجزاء بشكل ثابت ودقيق عندما يكون مدى Tolerance هو 0.0007.

	السماكة
1	0.0249853
2	0.0250115
3	0.0249999
4	0.0249605
5	0.0250103
6	0.0250321
7	0.0249896
8	0.0249226
9	0.0249934
10	0.0249766
11	0.0250172

**ملاحظة : عدد السجلات (50) . انظر HardcoatThickness.MTW



النتائج :



التحليل :

في مخطط Run ، تقع معظم قياسات السماكة ضمن مدى ± 10٪. ومع ذلك ، فإن بعض القياسات أقل من المتوقع (أقل من المرجع – 10٪ من مدى السماح Tolerance). قد تشير القياسات الأقل إلى وجود مشكلة في نظام القياس . القيمة المتوسطة لقياسات السماكة هي 0.024985 ، وهي أقل بقليل من القيمة المرجعية 0.025. الانحراف المعياري هو 0.0000438 ، وهو قليل جدًا. ومع ذلك ، نظرًا لأن مدى السماح البالغ 0.0007 أيضًا صغير جدًا ولا يوجد تباين كبير ، لذا لا يُسمح بتغير كبير في القياسات.

تشير النتائج التالية إلى ضرورة تحسين نظام القياس لأنه لا يستطيع قياس الأجزاء بشكل متسق ودقيق:

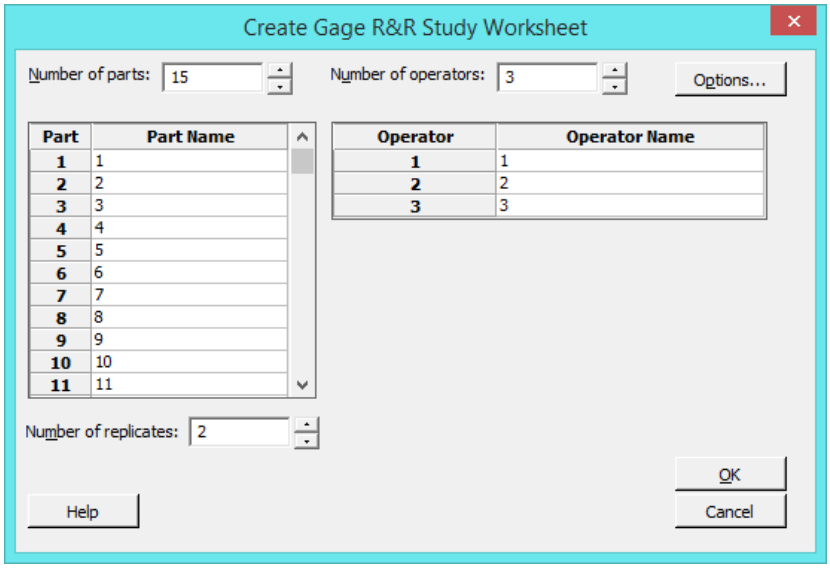
- ✓ لان قيمة P–Value للتحيز = 0.021. وهي أقل من 0.05 ، لذا يجب رفض الفرضية الصفرية لاختبار التحيز. ومن هنا فيمكن للمهندس أن يستنتج وجود تحيز ذو دلالة إحصائية في نظام القياس.
- ✓ كلا مؤشري القدرة Cg = 0.53 و Cgk = 0.42 أقل من القيمة المعيارية الشائعة 1.33 ، لذلك يخلص المهندس إلى أن نظام القياس غير قادر ويحتاج إلى تحسين.
- ✓ Var ٪ (Reapeatability) = 37.50٪ و Var ٪ (Reabeatability & Bias) = 47.52٪. هذه القيم أكبر بكثير من 15٪ (معيار شائع للمقارنة المعيارية) ، وتشير إلى أن الاختلاف الناتج عن نظام القياس كبير.

Create Gage R&R Study Worksheet :

- ✓ يستخدم لانشاء ورقة عمل من اجل جمع البيانات لدراسة R&R.
- ✓ يتطلب Minitab تنظيم بيانات معينة حتى يتم إجراء تحليلات القياس بشكل صحيح.
- ✓ يجب على المشغلين قياس الأجزاء بترتيب عشوائي.
- ✓ يجب على المشغلين قياس ما لا يقل عن 10 أجزاء لدراسة كافية.
- ✓ يجب أن يكون هناك 3 مشغلين على الأقل لإجراء دراسة كافية.
- ✓ يجب على المشغلين قياس كل جزء مرتين على الأقل.
- ✓ يجب اختيار الأجزاء التي تمثل المدى الفعلي أو المتوقع لتباين العملية.
- ✓ يجب ان يكون هناك تقطاع بين المشغل والجزء المراد قياسه (اي على كل عامل يقيس كل جزء).
- ✓ يجب أن تكون الدراسة متوازنة (اي على كل عامل قياس كل جزء بنفس عدد المرات).
- ✓ يستخدم فقط للبيانات المتصلة. (للبيانات الفئوية استخدم Create Attribute Agreement Analysis Worksheet)

مثال :

يريد مهندس جودة لمصنع كهرباء تقييم نظام القياس الذي يقيس القطر الخارجي لأعمدة القطب لتحديد ما إذا كان النظام يقيس العمود بدقة. تفحص هذه الدراسة 90 مجرى مكون من 15 جزءًا ، و 3 من العمال /المشغلين ، واجراء كل قياس مرتين. يرغب المهندس في إنشاء ورقة عمل لجمع البيانات لجمع القياسات من المشغلين بترتيب عشوائي.



النتائج :

	ترتيب العملية	الاجزاء	المشغلين
1	1	14	1
2	2	13	1
3	3	9	1
4	4	1	1
5	5	7	1
6	6	6	1
7	7	10	1
8	8	4	1
9	9	3	1
10	10	2	1
11	11	11	1
12	12	15	1
13	13	12	1
14	14	5	1

** ملاحظة : عدد السجلات الناتج (90) . البيانات ينتجها Minitab بشكل عشوائي

Gage R&R Study Worksheet

Method

Parts:	15	Operators:	3
Replicates:	2	Total runs:	90

التحليل :

يقيس المشغلون الثلاثة كل واحد من الأقطاب الخمسة عشر مرتين ، ليصبح المجموع 90 قياسًا. يبين أمر التشغيل الترتيب الذي يجب أن تؤخذ به القياسات. يقيس عامل التشغيل 1 الجزء 14 أولاً ، ثم يقيس الجزء 13. عمليات التنفيذ تسجل بكل عشوائي بين المشغلين ، لذا يقيس عامل التشغيل 1 جميع الأجزاء أولاً ، ويقيسها عامل التشغيل 2 ثانيا ، ويقيسها عامل التشغيل 3 ثالثًا. يجب على جميع المشغلين قياس جميع الأجزاء قبل أن يبدأوا التسلسل الثاني للنسخ المكررة. يتم تسجيل قيم القياس في C4 (ادخال من لوحة المفاتيح) .البيانات تختلف في كل مره تنفيذ ، فإذا كنت تريد إنشاء نفس الترتيب أكثر من مرة ، فقم بتعيين أساس منشئ الأرقام العشوائية.

مخطط (Gage Run Chart) :

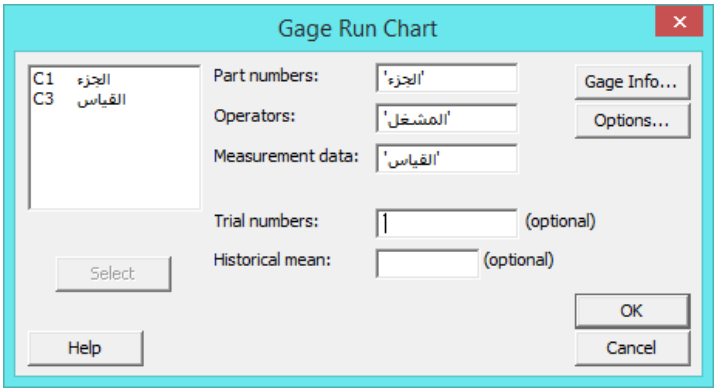
- ✓ يستخدم لتقييم الاختلافات في القياسات بين عوامل التشغيل المختلفة والأجزاء المختلفة.
- ✓ باستخدام المخطط يمكن القيام ب (رسم البيانات من دراسة Crossed gage R&R لمعرفة كيفية اختلاف القياسات بين المشغلين والأجزاء) .
- ✓ تحديد مصادر التباين في نظام القياس.
- ✓ فحص اتساق عامل التشغيل في القياسات مع مرور الوقت فيمكن ان يُظهر Gage Run Chart أن العامل قام بقياس الأجزاء الأعلى في التكرار الثاني.
- ✓ يجب على المشغلين قياس الأجزاء بترتيب عشوائي .
- ✓ المشغلين والاجزاء يجب ان تتقاطع .
- ✓ البيانات يجب ان تكون من النوع المتصل.

مثال:

يختار مهندس جودة 10 أجزاء تمثل المدى المتوقع لتغير عملية. يقيس ثلاثة مشغلين الأجزاء العشرة ، ثلاث مرات لكل جزء ، بترتيب عشوائي. يقوم المهندس بإنشاء Gage Run Chart لتقييم الاختلافات في القياسات بين المشغلين والأجزاء المختلفة.

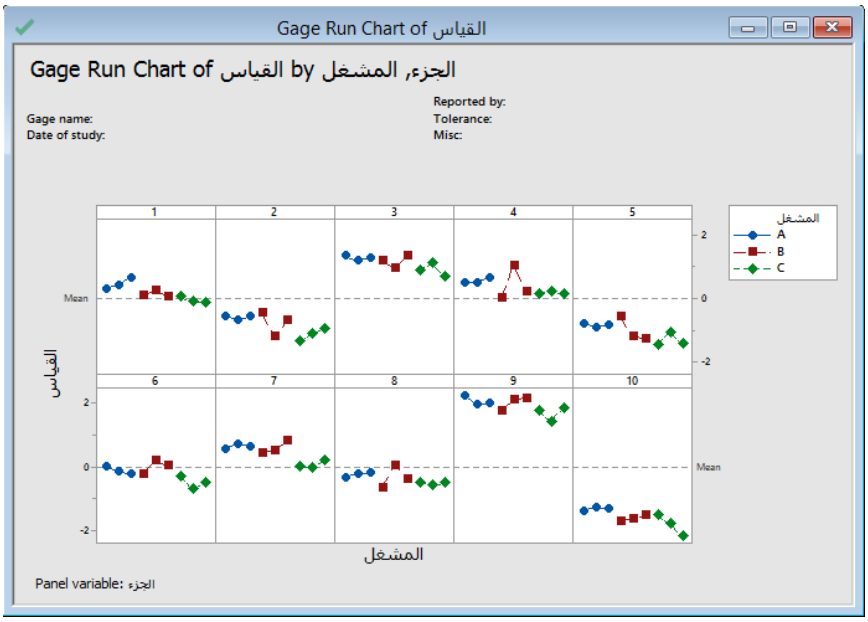
	الجزء	المشغل	القياس
1	1	A	0.29
2	1	A	0.41
3	1	A	0.64
4	2	A	-0.56
5	2	A	-0.68
6	2	A	-0.58
7	3	A	1.34
8	3	A	1.17
9	3	A	1.27
10	4	A	0.47

**ملاحظة : عدد السجلات (90) . انظر GageData.MTW



** trial: هو عمود اضافي فيه ترتيب قياس العامل للجزء .

النتائج :



التحليل :

لكل جزء ، يمكن مقارنة الاختلاف بين القياسات التي أجراها كل عامل ودراسة الاختلافات في القياسات بين العوامل. يمكن أيضًا عرض القياسات المتعلقة بالخط المرجعي الأفقي. بشكل افتراضي ، الخط المرجعي هو المتوسط الحسابي لكل المشاهدات. يرجع معظم الاختلاف إلى الاختلافات بين الأجزاء. تظهر أيضًا بعض الأنماط الأصغر. على سبيل المثال ، لا يقيس عامل التشغيل B بثبات ، وعادة ما يقيس عامل التشغيل C أقل من عوامل التشغيل الأخرى.

مخطط (Gage Linearity and Bias Study) :

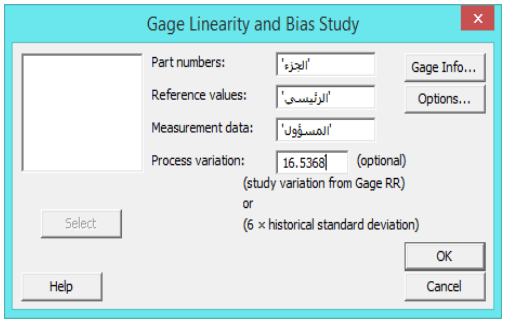
- ✓ يستخدم لتقييم دقة جهاز القياس عبر مدى التشغيل الخاص به.
- ✓ يتم تحديد الأجزاء التي تمثل المدى الفعلي أو المتوقع للقياسات.
- ✓ Linearty: خاصية تقيّم الفرق في متوسط التحيز من خلال مدى التشغيل المتوقع لنظام القياس.
- ✓ Bias: يقيم التحيز مدى ابتعاد متوسط القياسات (المشاهدات) عن القيمة المرجعية.
- ✓ من شروطه : يجب أن يكون لكل جزء مرجعي قياس معلوم ، يجب جمع البيانات بترتيب عشوائي ، يجب على عامل واحد إجراء جميع القياسات ، البيانات يجب ان تكون من النوع المتصل.
- ✓ %Bias: (Bias / Total Variation)*100 ، (Gage Linraity: استخدم Linear Regression للمتغير التابع : Bias والمتغير المستقل : المعيار) ، (%Linearity : القيمة المطلقة (Slop Coeffi) *100).

مثال :

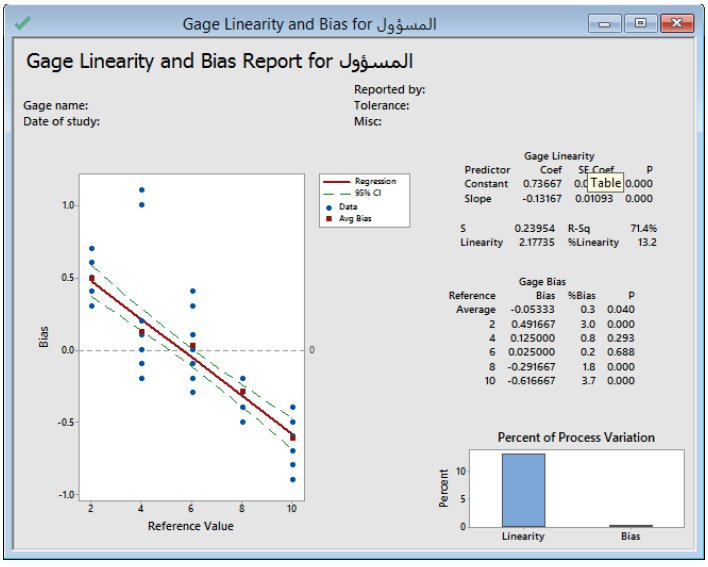
يريد احد المهندسين تقييم الخاصية الخطية والتحيز لمقياس يستخدم لقياس الأقطار الداخلية (للمحاملBearings). يختار المهندس خمسة أجزاء تمثل المدى المتوقع للقياسات. تم قياس كل جزء عن طريق (الفحص التخطيطي) لتحديد قياسه الرئيسي ، قام عامل واحد بقياس كل جزء بشكل عشوائي 12 مرة. أجرى المهندس دراسة Cross gage R&R مسبقا باستخدام اختبار ANOVA ، وقرر أن إجمالي التباين في الدراسة هو 16.5368.

	الجزء	الرئيسى	المسؤول
1	1	2	2.7
2	1	2	2.5
3	1	2	2.4
4	1	2	2.5
5	1	2	2.7
6	1	2	2.3
7	1	2	2.5
8	1	2	2.5
9	1	2	2.4
10	1	2	2.4
11	1	2	2.6
12	1	2	2.4

**ملاحظة : عدد السجلات (60) . انظر BearingDiameter.MTW



النتائج:



التحليل :

الخاصية الخطية بالقياس تفسر 13٪ من التباين الكلي للعملية . قيمة P–Value للميل هي 0.000 ، يشير ان الخاصية الخطية موجودة في نظام القياس . (اي ان الخاصية الخطية هي صاحبة المشكلة اذا كانت قيمة P–Value اكبرمن 0.05 فلا يوجد خاصية خطية وننظر الى P–Value المقابلة لمتوسط التحيز وليس لتلك المقابلة لكل تحيز). لأن P–Value > 0.05 يجب على المهندس استخدام قيم التحيز الفردية وليس متوسط قيمة التحيز الإجمالية. تختلف قيم التحيز الفردية من 0.2 إلى 3.7 ، وتختلف قيم P–Value من 0.000 إلى 0.688. القيم المرجعية 2 و 8 و 10 لها تحيز. لا تحتوي القيم 4 و 6 على تحيز.

Crossed Gage R&R Study :

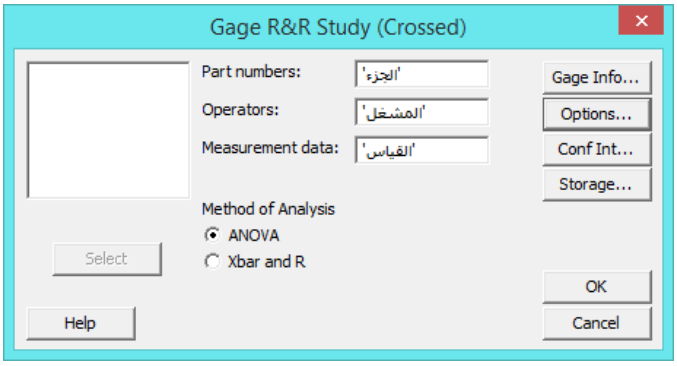
- ✓ يستخدم لتقييم الاختلاف في نظام القياس عندما يقاس كل جزء عدة مرات من قبل جميع عمال/المشغلين في الدراسة.
- ✓ لإجراء هذه الدراسة ، يجب أن يكون التصميم متوازن (اي على كل عامل قياس كل جزء بنفس عدد المرات).
- ✓ يجب على المشغلين قياس الأجزاء بترتيب عشوائي .
- ✓ يجب على المشغلين قياس ما لا يقل عن 10 أجزاء لتكون الدراسة مقبولة .
- ✓ يتم اختيار الأجزاء التي تمثل المدى الفعلي أو المتوقع لاختلاف العملية .
- ✓ يجب ان تتقطاع عوامل التشغيل مع الاجزاء (يعتبر العاملين متقاطعين عندما يكون العامل هو عبارة عن تشكيلة Combination مع كل مستويات العامل الآخر).
- ✓ يجب اختيار (المشغل والاجزاء معا) بطريقة عشوائية ، كما يجب على المشغلين قياس كل جزء مرتين على الأقل.
- ✓ يجب أن يكون هناك 3 مشغلين على الأقل لإجراء دراسة كافية.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من النوع المتصل.
- ✓ Method of Analysis: تختار اما XBar او ANOVa ويفضل ANOVA.

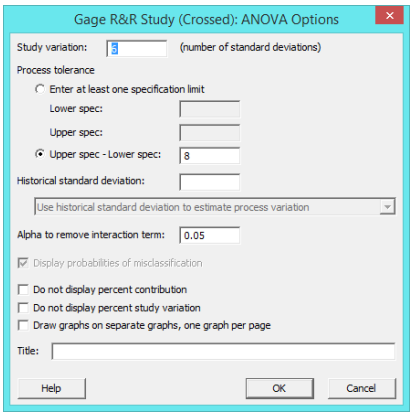
مثال :

يختار مهندس جودة 10 أجزاء تمثل المدى المتوقع لتغير عملية. يقيس ثلاثة مشغلين الأجزاء العشرة ثلاث مرات لكل جزء ، بترتيب عشوائي. يجري المهندس دراسة Crossed Gage R&R Study لتقييم التباين في القياسات التي قد تكون من نظام القياس.

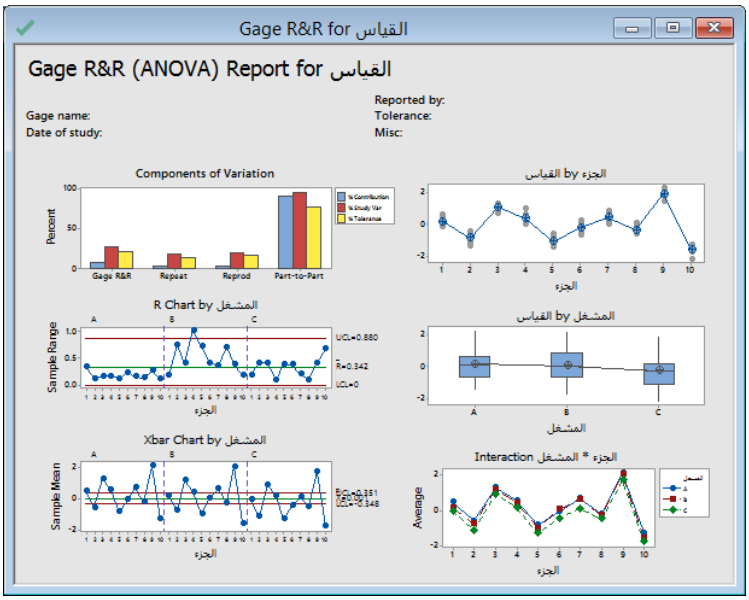
	الجزء	المشغل	القياس
1	1	A	0.29
2	1	A	0.41
3	1	A	0.64
4	2	A	-0.56
5	2	A	-0.68
6	2	A	-0.58
7	3	A	1.34
8	3	A	1.17
9	3	A	1.27
10	4	A	0.47

**ملاحظة : عدد السجلات (90) . انظر GageData.MTW





النتائج :



Gage R&R Study - ANOVA Method

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
الجزء	9	88.3619	9.81799	492.291	0.000
المشغل	2	3.1673	1.58363	79.406	0.000
الجزء * المشغل	18	0.3590	0.01994	0.434	0.974
Repeatability	60	2.7589	0.04598		
Total	89	94.6471			

α to remove interaction term = 0.05

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
الجزء	9	88.3619	9.81799	245.614	0.000
المشغل	2	3.1673	1.58363	39.617	0.000
Repeatability	78	3.1179	0.03997		
Total	89	94.6471			

Gage R&R

Variance Components

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.09143	7.76
Repeatability	0.03997	3.39
Reproducibility	0.05146	4.37
المشغل	0.05146	4.37
Part-To-Part	1.08645	92.24
Total Variation	1.17788	100.00

Process tolerance = 8

Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.30237	1.81423	27.86	22.68
Repeatability	0.19993	1.19960	18.42	14.99
Reproducibility	0.22684	1.36103	20.90	17.01
المشغل	0.22684	1.36103	20.90	17.01
Part-To-Part	1.04233	6.25396	96.04	78.17
Total Variation	1.08530	6.51180	100.00	81.40

Number of Distinct Categories = 4

التحليل :

- ✓ إذا كانت قيمة P–Value للتفاعل ≤ 0.05 ، فإن Minitab يحذف التفاعل من النموذج الكامل لأنه غير مهم.
- ✓ في هذا المثال ، قيمة P–Value = 0.974 ، لذلك يقوم Minitab بإنشاء جدول Two–way ANOVA يتجاهل التفاعل من النموذج النهائي.
- ✓ يستخدم مكونات التباين (VarComp) لمقارنة التباين من كل مصدر لخطأ القياس بالتغير الكلي.
- ✓ في هذه النتائج ، يظهر عمود %Contribution في جدول Gage R&R ويبين أن التباين من جزء إلى جزء هو 92.24٪. هذه القيمة أكبر بكثير من Total Gage R&R ، والتي تبلغ 7.76٪. وبالتالي حسب الجدول ادناه (نظام القياس مقبول) ، وان الكثير من التباين يرجع إلى التباين بين الأجزاء.

Less than 1%	Measurement System is Acceptable
Between 1% and 9%	Measurement System is Acceptable depending on the Application, Cost and Other Factors
Greater than 9%	Measurement System is Unacceptable and should be improved

- ✓ يستخدمStudy Var% لمقارنة تباين نظام القياس بالتباين الكلي.
- ✓ Total Gage R&R = 27.86٪ من (الجدول ادناه نظام القياس مقبول).

Less than 10%	Measurement System is Acceptable
Between 10% and 30%	Measurement System is Acceptable depending on the Application, Cost and Other Factors
Greater than 30%	Measurement System is Unacceptable and should be improved

- ✓ بالنسبة لهذه البيانات ، يبلغ عدد الفئات المختلفة (Number of Distinct Categories NDC) 4 فئات ، ووفقًا لـ(Automative Industry Action Group AIAG)، نحتاج إلى 5 فئات متميزة على الأقل للحصول على نظام قياس مناسب.
- ✓ يبين الرسم المعلومات التالية حول نظام القياس:

1- في الرسم البياني لمكونات التباين (Components of Variation)، تكون النسبة المئوية للمساهمة من جزء إلى جزء أكبر من Total Gage R&R وبالتالي فإن الكثير من التباين يرجع إلى التباين بين الأجزاء.

2- يوضح رسم (R Chart من قبل المشغل) أن العامل B يقيس الأجزاء بشكل غير متناسق.

3- في (مخطط Xbar by المشغل) ، تكون معظم النقاط خارج حدود التحكم. وبالتالي ، فإن الكثير من الاختلاف يرجع إلى الاختلافات بين الأجزاء.

4- يوضح رسم (By Part) (الجزء by القياس) أن الفروق بين الأجزاء كبيرة.

5- في رسم (By Operator) (المشغل by القياس) يكون الاختلاف بين المشغلين أصغر من الاختلافات بين الأجزاء ، ولكنها دالة احصائية (P–Value = 0.00) ، وكذلك قياسات المشغل C أقل بقليل من قياسات المشغلين الآخرين.

6- في رسم (تفاعل الجزء * عامل التشغيل) ، تكون الخطوط متوازية تقريبًا وقيمة P–Value للتفاعل (عامل التشغيل * الجزء) الموجود في الجدول 0.974. تشير هذه النتائج إلى عدم وجود تفاعل كبير بين كل جزء والعامل.

Nested Gage R&R Study :

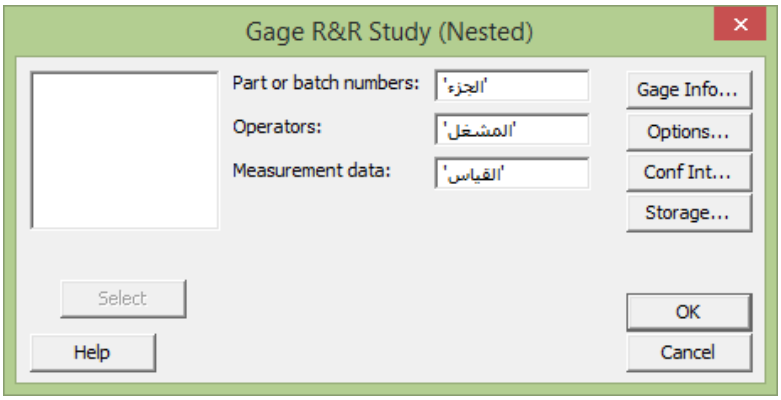
- ✓ يستخدم لتقييم الاختلاف في نظام القياس عندما لا يتمكن كل عامل من قياس جميع الأجزاء (ولكن يجب قياس جميع الاجزاء بحيث لا يتقاطع المشغلون والاجزاء).
- ✓ يجب جمع البيانات بترتيب عشوائي .
- ✓ اختيار الأجزاء التي تمثل المدى الفعلي أو المتوقع لتباين العملية .
- ✓ يكون الجزء متداخل في عامل التشغيل .
- ✓ يجب أن يكون عامل التشغيل والجزء عشوائيّين.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من النوع المتصل.

مثال :

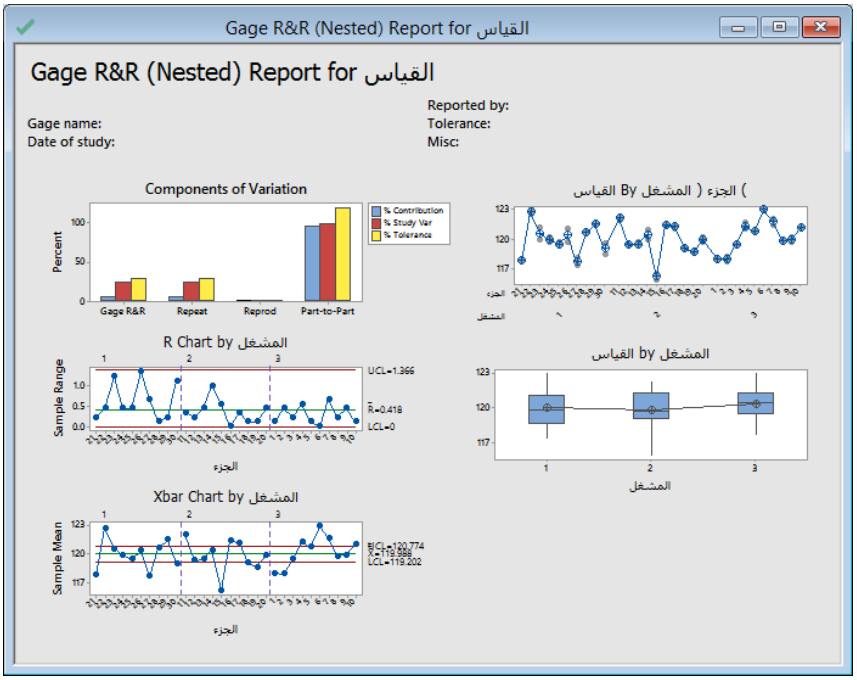
يريد مهندس دراسة قوة مكونات السيراميك. يختار المهندس (30) جزءاً عشوائيا ، كما يختار بشكل عشوائي 3 مشغلين. يقيس كل مشغل درجة حرارة 10 عينات مختلفة مرتين ، ليصبح المجموع 60 قياسًا. كل جزء (عينة) هو مختلف بالنسبة للمشغل ؛ لا يوجد عاملان يقيسان نفس الجزء.

	الجزء	المشغل	القياس
1	5	3	120.78
2	4	3	121.55
3	7	3	121.33
4	7	3	121.99
5	2	3	118.14
6	3	3	119.35
7	6	3	122.87

**ملاحظة : عدد السجلات (60) . انظر CeramicComponent.MTW



النتائج :



Gage R&R Study - Nested ANOVA

Gage R&R (Nested) for القياس

Source	DF	SS	MS	F	P
المشغل	2	2.618	1.30922	0.2594	0.773
الجزء (المشغل)	27	136.285	5.04758	34.5709	0.000
Repeatability	30	4.380	0.14601		
Total	59	143.283			

Variance Components

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.14601	5.62
Repeatability	0.14601	5.62
Reproducibility	0.00000	0.00
Part-To-Part	2.45079	94.38
Total Variation	2.59679	100.00

Process tolerance = 8

Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.38211	2.29265	23.71	28.66
Repeatability	0.38211	2.29265	23.71	28.66
Reproducibility	0.00000	0.00000	0.00	0.00
Part-To-Part	1.56550	9.39300	97.15	117.41
Total Variation	1.61146	9.66874	100.00	120.86

Number of Distinct Categories = 5

التحليل :

- ✓ في جدول ANOVA ، تكون القيمة الاحتمالية للعامل/المشغل 0.773. نظرًا لأن القيمة اكبر من 0.05 يخلص المهندس إلى أن قياس معدل القوة ربما لا يعتمد على العامل الذي يأخذ القياسات. ومع ذلك ، فإن قيمة p–Value (للجزء مع عامل التشغيل) هي 0.000 وأقل من 0.05. تختلف قياسات الأجزاء المختلفة المتداخلة مع العامل بشكل دال احصائيا.
- ✓ يستخدم Study Var% في Gage Evaluation لمقارنة تباين نظام القياس بالتباين الكلي.
- ✓ Total Gage R&R يساوي 23.71% من تباين الدراسة ، وتباين جزء إلى جزء يساوي 97.15 ٪.

وبالتالي حسب الجدول ادناه (نظام القياس مقبول) ، وان الكثير من التباين يرجع إلى التباين بين الأجزاء.

Less than 10%	Measurement System is Acceptable
Between 10% and 30%	Measurement System is Acceptable depending on the Application, Cost and Other Factors
Greater than 30%	Measurement System is Unacceptable and should be improved

- ✓ تشير النتائج ايضا إلى أن نظام القياس يمكن أن يميز بين الأجزاء ووفقًا لـ AIAG تحتاج إلى 5 فئات متميزة على الأقل للحصول على نظام قياس مناسب وهي متوفرة هنا (No of Distinct categories=5).
- ✓ توفر الرسوم البيانية المعلومات التالية حول نظام القياس:

1- في رسم Components of variation للتباين ، يتم تفسير معظم التباين من خلال التباين من جزء إلى جزء.

2- في مخطط R Chart Operation تكون جميع البيانات تحت السيطرة ، مما يشير إلى أن العاملين الثلاثة يقيسو بثبات.

3- في مخطط Xbar Chart by Operation هناك عدة نقاط خارجة عن حدود التحكم. وبالتالي ، فإن الكثير من التباين يرجع إلى الاختلافات بين الأجزاء.

4- في رسم BY Part يتضح أن الاختلافات بين الأجزاء كبيرة.

5- في رسم By Operator تختلف القياسات لكل عامل بنفس المقدار تقريبًا. أيضا ، يختلف متوسط الأجزاء بمقدار صغير. في حين أن بعض التباين موجودة دائمًا ، تشير البيانات إلى أن العوامل تقيس الأجزاء بالمثل.

Expanded Gage R&R Study :

- ✓ تستخدم لتقييم التباين في نظام القياس عند وجود واحد أو أكثر من الشروط التالية:

1- وجود أكثر من عاملين ، على سبيل المثال ، عامل التشغيل ، والقياس ، والجزء.

2- لتعريف بعض العوامل كعوامل ثابتة.

3- وجود عوامل متقاطعة ومتداخلة.

4- وجود تصميم متوازن أو غير متوازن (التصميم المتوازن : على كل عامل قياس كل جزء بنفس عدد المرات ، كما انه يمكن تفسيره : بانه ليس من الضروري على كل عامل قياس عدد مماثل من الاجزاء).

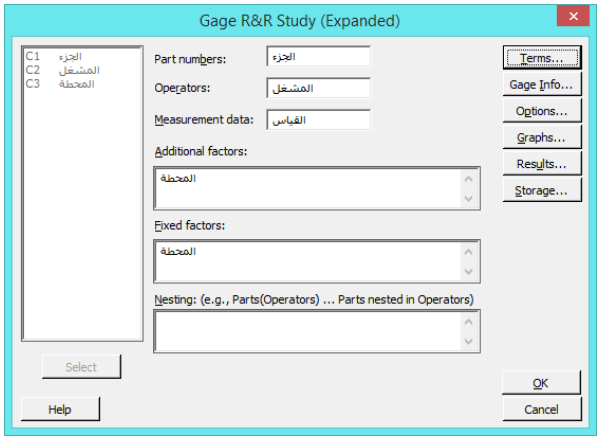
- ✓ يستخدم ايضا في حال كانت الاجزاء مكونة من اجزاء اقل منها والمراد ايضا فحص الاجزاء المكونة.
- ✓ يجب على المشغلين قياس الأجزاء بترتيب عشوائي .
- ✓ قد تكون العوامل ثابتة (مثال ذلك : اخترت ثلاث عمال ولا يوجد اصلا غيرهم ، فان متغير العمال هو ثابت) أو عشوائية (مثال ذلك : اخترت 3 عمال من 5 عمال متاحين ، فان متغير العمال هو عشوائي).
- ✓ نختار الأجزاء التي تمثل المدى الفعلي أو المتوقع لاختلاف العملية.
- ✓ وجود 3 مشغلين على الأقل لإجراء دراسة كافية.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من النوع المتصل.

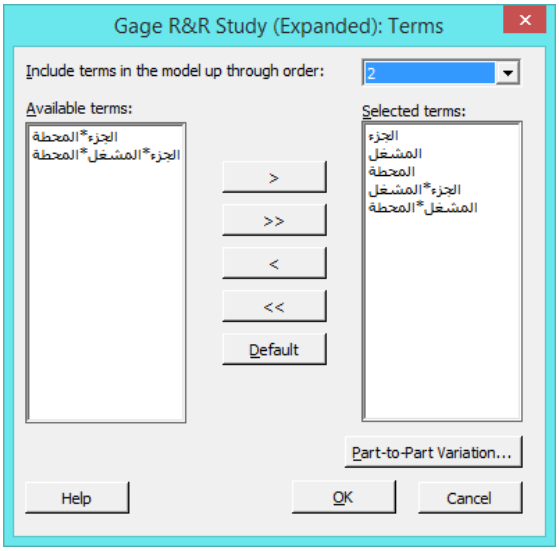
مثال :

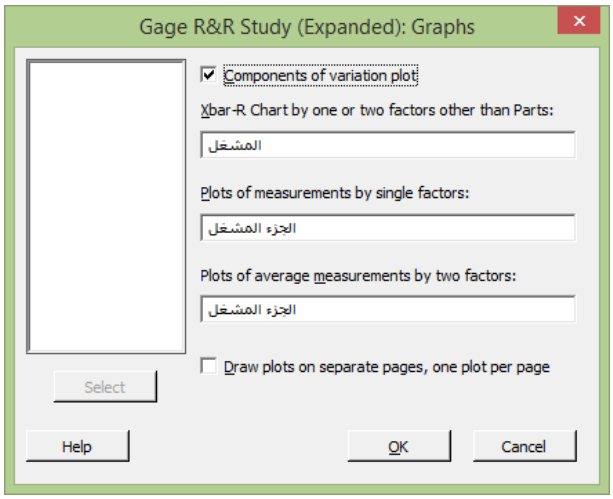
يرغب مهندس عمليات في تقييم نظام قياس الانكسار الزجاجي لعملية تصنيع الزجاج. يطلب المهندس من ثلاثة مشغلين قياس خصائص الانكسار لـ 22 قطعة زجاجية في محطتين. لأن هذه الدراسة لها عامل (محطة) ثابت ، يقوم المهندس بإجراء دراسة Expanded Gage R&R Stud لتقييم التباين في القياسات التي قد تكون من نظام القياس.

	الجزء	المشغل	المحطة	القياس
1	10	1	1	0.28
2	12	1	1	-1.48
3	21	1	1	-3.76
4	19	1	1	-0.42
5	2	1	1	1.33
6	16	1	1	0.39
7	15	1	1	-6.10
8	17	1	1	2.39
9	20	1	1	-1.95
10	7	1	1	-3.96
11	3	1	1	0.53
12	4	1	1	-2.85
13	1	1	1	4.85

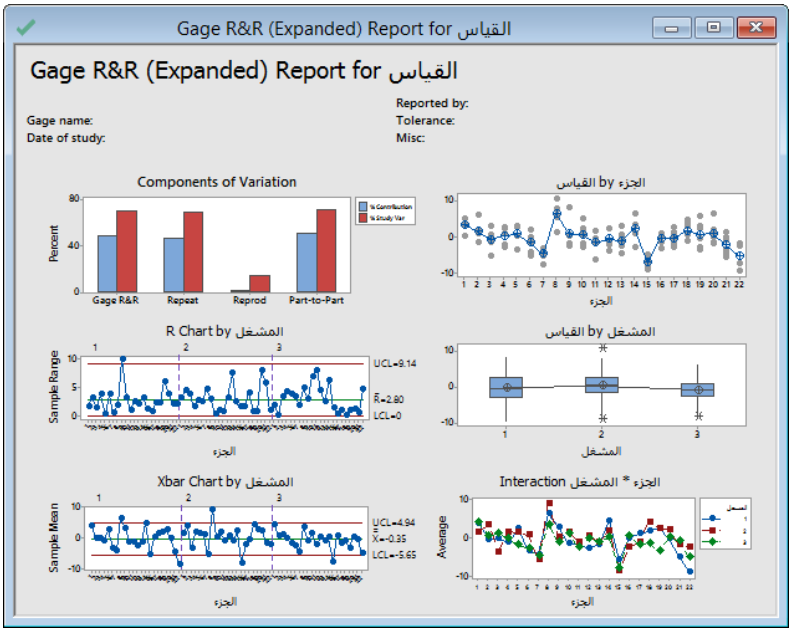
**ملاحظة: عدد السجلات (132) . انظر GlassRefraction.MTW







النتائج:



Gage R&R Study: القياس versus المحطة ;المشغل ;الجزء

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
الجزء	Random	22	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22
المشغل	Random	3	1; 2; 3
المحطة	Fixed	2	1; 2

ANOVA Table with All Terms

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
الجزء	21	1071.30	1071.30	51.014	6.46	0.000	
المشغل	2	32.18	32.18	16.089	3.27	0.164	x
المحطة	1	11.25	11.25	11.247	3.50	0.202	
الجزء*المشغل	42	331.81	331.81	7.900	1.27	0.189	
المشغل*المحطة	2	6.43	6.43	3.217	0.52	0.598	
Repeatability	63	390.53	390.53	6.199			
Total	131	1843.50					

x Not an exact F-test.
α to remove interaction term = 0.05

ANOVA Table with Terms Used for Gage R&R Calculations

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
الجزء	21	1071.30	1071.30	51.014	7.49	0.000
المشغل	2	32.18	32.18	16.089	2.36	0.099
المحطة	1	11.25	11.25	11.247	1.65	0.202
Repeatability	107	728.77	728.77	6.811		
Total	131	1843.50				

Variance Components

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	7.1070	49.10
Repeatability	6.8109	47.06
Reproducibility	0.2961	2.05
المشغل	0.2109	1.46
المحطة	0.0852	0.59
Part-To-Part	7.3672	50.90
الجزء	7.3672	50.90
Total Variation	14.4743	100.00

Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	2.66590	15.9954	70.07
Repeatability	2.60978	15.6587	68.60
Reproducibility	0.54413	3.2648	14.30
المشغل	0.45921	2.7552	12.07
المحطة	0.29189	1.7514	7.67
Part-To-Part	2.71427	16.2856	71.34
الجزء	2.71427	16.2856	71.34
Total Variation	3.80450	22.8270	100.00

Number of Distinct Categories = 1

التحليل :

- ✓ يتضمن جدول ANOVA كل من الجزء ، والعامل ، والعوامل الثابتة ، والتفاعلات.
- ✓ إذا كانت P–Value للتفاعل اكبرمن 0.05 ، فإن Minitab يحذف التفاعل من النموذج الكامل لأنه غير مهم.
- ✓ في هذا المثال ، قيمة P–Value (الجزء * عامل التشغيل) هي 0.189 ، و (للمحطة *المشغل) هي 0.598. وهكذا ، يولد Minitab جدول Two way ANOVA يحذف هذه التفاعلات من النموذج النهائي.

- ✓ بالنسبة لبيانات الانكسار ، فإن نظام القياس (Total Gage R&R %Contribution حوالي 49٪) لديه قدر كبير من التباين مثل الأجزاء (Part –to–Part %Contribution حوالي 49٪).
- ✓ Total Gage R&R = تقريبا 70٪ من تباين الدراسة.
- ✓ التكرار Repeatability = تقريبا 69 ٪ من تباين الدراسة ، مما يشير إلى أن نظام القياس لا يقيس نفس الجزء باستمرار.
- ✓ يمكن لهذه العملية التمييز بين فئة واحدة مميزة فقط ، مما يشير إلى أن نظام القياس لا يمكنه التمييز بين الأجزاء.
- ✓ توفر الرسوم البيانية أيضًا المعلومات التالية حول نظام القياس:

1- في رسم Component of variation يتبين أن نظام القياس يفسر نفس مقدار التباين مثل من جزء إلى جزء. على وجه التحديد ، فإن معظم التباين يرجع إلى عدم دقة نظام القياس (التكرار).

2- في مخطط R Chart by Operator تكون العديد من نقاط البيانات خارج نطاق السيطرة ، مما يشير إلى أن العمال الثلاثة يقيسون بشكل غير متسق.

3- في مخطط Xbar Chart by OPerator توجد نقاط قليلة فقط خارج حدود التحكم لكل عامل. بالنسبة لهذا الرسم يجب أن تكون 50٪ على الأقل من النقاط خارجة عن السيطرة للإشارة إلى نظام قياس مقبول. وبالتالي ، ففي هذا المثال ، يشير مخطط Xbar إلى نظام قياس قد لا يكون مقبولًا.

4- في رسم By Part تختلف قياسات كل جزء بشكل ملحوظ. قد يكون هذا التباين بسبب عدم دقة نظام القياس. كما تختلف المتوسطات بشكل ملحوظ ، وهو أمر مرغوب فيه لأن الأجزاء المستخدمة في الدراسة يجب أن تمثل المدى الكامل للأجزاء المحتملة.

5- في رسم By Operator تختلف القياسات لكل عامل بنفس المقدار تقريبًا. بعض التباينات موجودة دائمًا ، لكن البيانات تشير إلى أن عوامل التشغيل تقيس بالمثل.

6- في رسم Operator*Part تتبع الخطوط بعضها البعض ، ومع ذلك توجد بعض التناقضات ، على سبيل المثال يبدو أن لدى المشغل 3 قياسات مختلفة للجزء 19 من المشغلين الآخرين.

Attribute Gage Study (Analytic Method) :

- ✓ تستخدم لتقييم مقدار التحيز والتكرار في مقياس سمة ثنائية الاستجابة ، مثل (نجاح/فشل).
- ✓ الفرضيات : H_o: التحيز = 0 ، H_1 : التحيز ≠ 0.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من النوع المنفصل.
- ✓ في AIAG Method (default) :

1- يجب أن يكون لكل جزء من الدراسة قياس معروف .

2- نختار 8 أجزاء تمتد إلى حدود Tolerance ، و في Tolerance limit for calculations: (اذا اخترنا Lower limit: يجب أن تكون العلاقة طردية بين عمود المرجع والمقبولين ، اما اذا اخترنا Upper limit: يجب أن تكون العلاقة عكسية بين عمود المرجع و المقبولين) و (يجب أن تحتوي الأجزاء الستة المتبقية على أكبر من 0 ، ولكن أقل من عدد القياسات للجزء)

3- يجب قياس كل جزء من قبل اداة القياس Gage عدة مرات .

✓ في Regression Method :

1- يجب أن يكون لكل جزء مرجعي قياس معروف.

2- نختار ما لا يقل عن 8 أجزاء تمتد عبر حدود Tolerance .

3- يجب قياس كل جزء من قبل اداة القياس Gage عدة مرات

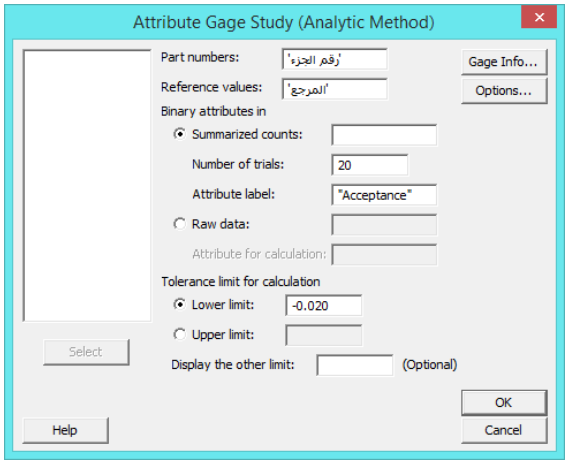
4- يجب أن يساوي أصغر عدد من عمليات القبول 0 ، ويجب أن يساوي أكبر عدد من عمليات القبول عدد القياسات للجزء.

مثال :

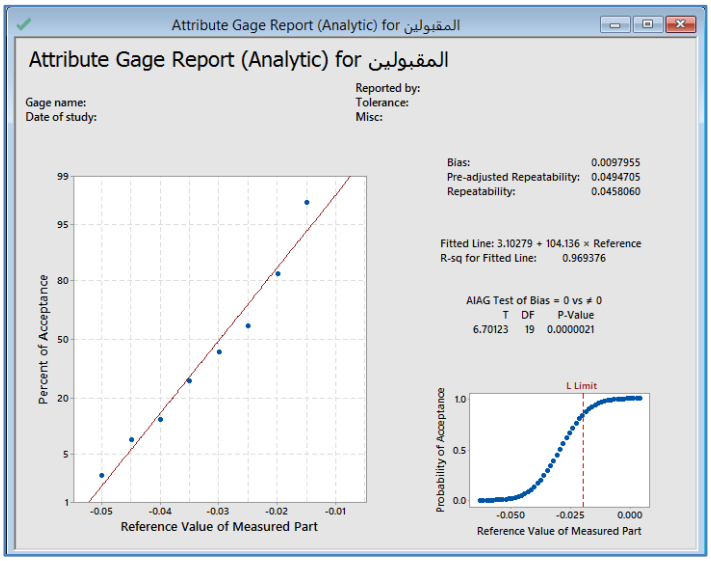
يقوم مهندس التصنيع بتقييم نظام (قياس سمة معينة) الآلي المستخدم لقبول أو رفض البراغي. يختار المهندس 10 أجزاء لها قيم مرجعية (مواصفات) معروفة ويقوم بتشغيل كل جزء من خلال 20 go / no-gage مرة. يسجل المهندس عدد حالات القبول لكل جزء. يستخدم المهندس دراسة قياس ((Attribute Gage Study (Analytic Method) لتقييم التحيز والتكرار لنظام القياس ، وتحديد ما إذا كان سيتم تحسين نظام القياس. النظام لديه Tolerance (- 0.020 الى 0.020).

	رقم الجزء	المرجع	المقبولين
1	1	-0.050	0
2	2	-0.045	1
3	3	-0.040	2
4	4	-0.035	5
5	5	-0.030	8
6	6	-0.025	12
7	7	-0.020	17
8	8	-0.015	20
9	9	-0.010	20
10	10	-0.005	20

**ملاحظة : عدد السجلات (10) . انظر AutomotiveBolt.MTW



النتائج:



التحليل :

نظرًا لأن قيمةP–Value (0.00000021) أقل من 0.05 ، فإن القرار هو رفض الفرضية الصفرية واستنتاج أن (نظام قياس السمة) من المحتمل أن يكون متحيزًا. قيمة التحيز في نظام قياس السمة هو 0.0097955 ، ويجب على المهندس إصلاح أو إعادة معايرة القياس لتقليل التحيز.

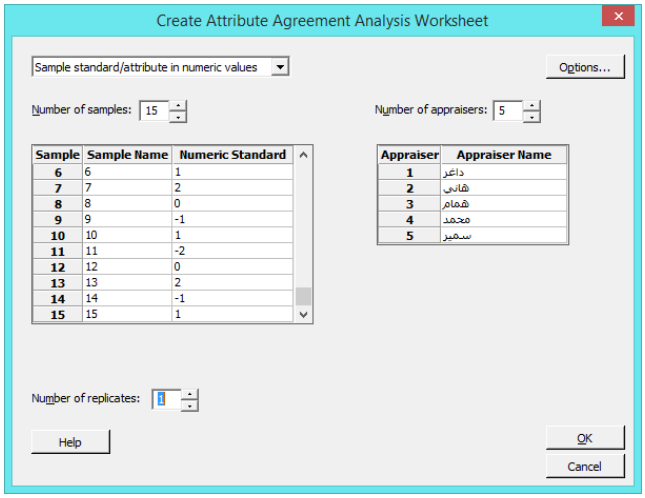
إنشاء ورقة عمل لتحليل اتفاق السمة (Create Attribute Agreement Analysis Worksheet) :

- ✓ تستخدم لإنشاء ورقة عمل لجمع البيانات لتحليل اتفاق السمة (التقييم) المحددة. يتطلب Minitab مجموعة بيانات معينة حتى يتم إجراء تحليل اتفاق السمة بشكل صحيح.
- ✓ البيانات يجب ان تكون من النوع المنفصل.
- ✓ لنتائج صحيحة ، يجب تحقيق ما يلي عند جمع البيانات:

1- على المقيّمين (Appraisers) تقييم العينات بترتيب عشوائي.
2- الحصول على تصنيف مرجعي معروف لكل عينة.
3- أن يكون هناك 50 عينة على الأقل لإجراء دراسة كافية(بالاعتماد على تحليل القدرة).
4- على المقيّمين تقييم كل عينة مرتين على الأقل.
5- أن يكون هناك 3 مقيّمين على الأقل لدراسة كافية ، لتجنب حصول التحيز.
6- أن يقيم المقيّمين نفس العدد تقريبًا من العينات من كل فئة .
7- أن يكون تحليل اتفاق السمة متوازنًا (كل مقيّم يقوم بتقييم كل عينة بنفس عدد المرات).
8- يستخدم هذا النوع من التقييم فقط للبيانات (الاسمية والترتيبية) وللبيانات المتصلة استخدم (Create Gage R&R Study Worksheet).
9- بالنسبة لـ (Numeric standard) فهي نتائج التقييم المعيارية لمثل هذا النوع من الفقرات.

مثال :

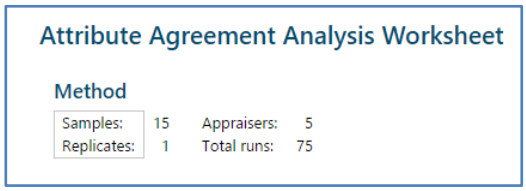
اتفقت احدى المدارس مع مقيّمين لتقييم اختباراتها التعليمية عددهم 5 مقيّمين لتقييم اسئلة المقالي من اختبار مقالي موحد. لإكمال التقييم ، يجب أن يكون كل مقيّم قادرًا على تقييم الاسئلة بشكل متسق مع التقييمات القياسية. يقوم كل مقيّم بتقييم 15 سؤال مقالي له تصنيف قياسي معروف (من −2 الى 2). ترغب المدرسة بإنشاء ورقة عمل لجمع البيانات لجمع التصنيفات من المقيّمين بترتيب عشوائي.



النتائج:

	الترتيب	السؤال	المقيمين	تقييم المفيم	التقييم المعياري
1	1	1	داغر		2
2	2	14	داغر		-1
3	3	8	داغر		0
4	4	12	داغر		0
5	5	3	داغر		0
6	6	4	داغر		-2
7	7	6	داغر		1

ملاحظة: عدد السجلات (15 سؤال * 5 مقيّمين = 75) . كل مرة يتم انشاء ورقة عمل مختلفة بسبب العشوائية.



التحليل :

يقوم المقيّمون الخمسة بتقييم 15 سؤال مقالي مرة واحدة ، ليصبح المجموع 75 تقييمًا. يعرض التفيذ الترتيب الذي يجب أن يتم فيه إجراء التقييمات. نموذج السؤال 1 للمقيّم داغر ، ثم يقوم بتقييم السؤال 14. بشكل افتراضي ، يتم التنفيذ بشكل عشوائي بين المقيّمين ، لذا يقوم المقيّم 1 بتقييم جميع الاسئلة أولاً ، والمقيّم 2 يقيمها ثانية ، وهكذا. يبدأ المقيّم همام تقييماته ابتداءا من 16 (حسب المدخلات للدراسة) . يمكن تسجيل قيم التقييم في C4 ومقارنتها بالمعايير في C5 . لانشاء نفس الترتيب أكثر من مرة فيتم تعيين تثبيت مولد الأرقام العشوائية.

	الترتيب	السؤال	المقيمين	تقييم المقيم	التقييم المعياري
1	1	1	داغر	-1	2
2	2	14	داغر	2	-1
3	3	8	داغر	0	0
4	4	12	داغر	1	0
5	5	3	داغر	0	0
6	6	4	داغر	2	-2
7	7	6	داغر	-1	1
8	8	7	داغر	-1	2

** شكل ورقة العمل عند ادخال التقييم.

تحليل تقييم اتفاق السمة (Attribute Agreement Analysis) :

- ✓ يستخدم تحليل اتفاق السمة لتقييم ما إذا كان المقيّمين متسقين مع أنفسهم ومع بعضهم البعض ومع المعايير المعروفة.
- ✓ بيانات السمة هي تقييمات ذاتية من قبل المقيّمين بدلاً من القياسات المادية المباشرة. يمكن أن تكون البيانات ثنائية أو اسمية أو ترتيبية. على سبيل المثال ، يمكن لمقيّمي مصنع ملابس تقييم عينات النسيج بعدة طرق مختلفة ، مثل:

1- يمكن للمقيّمين استخدام التقييمات الثنائية وتقييم العينات على أنها (نجاح/فشل) تقييم ثنائي ، وهنا لاجراء التقييم استخدم Attribute Gage Study (Analytic Method).

2- يمكن للمقيّمين استخدام التصنيفات الترتيبية (Ordinal) وتقييم العينات على مقياس من 1 إلى 10 (تقييم ترتيبي)

3- يمكن للمقيّمين استخدام التقييمات الاسمية (Nominal) وتقييم العينات على أنها (زرقاء فاتحة أو زرقاء متوسطة أو زرقاء داكنة).

- ✓ الفرضيات لاختبار Kappa:

1- بالنسبة للمقيّم نفسه ، فإن الفرضيات التي يجب اختبارها للاتفاق (H0: االتفاق المقيّم مع نفسه يرجع إلى الصدفة ، H1: اتفاق المقيّم مع نفسه ليس بسبب الصدفة).

2- للمقيّم مقابل معيار ، الفرضيات لاختبار الاتفاق (H0: الاتفاق بين تقييمات المقيّمين والمعيار يرجع إلى الصدفة ، H1: الاتفاق بين تقييمات المقيّمين والمعيار ليس بسبب الصدفة).

3- بين المقيّمين ، فإن الفرضيات لاختبار الاتفاق (H0: الاتفاق بين المقيّمين يرجع إلى الصدفة ، H1: الاتفاق بين المقيّمين ليس بسبب الصدفة).

4- جميع المقيّمين مقابل المعيار ، الفرضيات لاختبار الاتفاق (H0: الاتفاق بين تقييمات المقيّمين والمعيار يرجع إلى الصدفة ، H1: الاتفاق بين تقييمات المقيّمين والمعيار ليس بسبب الصدفة).

- ✓ الفرضيات لاختبار معامل Kendall:

1- بالنسبة للمقيّمين، الفرضيات التي يجب اختبارها للاتفاق (H0: لا يوجد ارتباط بين التقييمات المتعددة التي قام بها المقيّم ، H1: ترتبط التقييمات عند المقيّم)

2- للمقيّم مقابل المعيار ، الفرضيات لاختبار الاتفاق (H0: لا يوجد ارتباط بين تقييمات المقيّم والمعيار ، H1: ترتبط التقييمات بين المقيّم بالمعيار)

3- بين المقيّمين ، فإن الفرضيات لاختبار الاتفاق (H0: لا يوجد ارتباط بين تقييمات المقيّمين ، H1: ترتبط التقييمات بين المقيّمين)

4- لجميع المقيّمين مقابل المعيار ، الفرضيات لاختبار الاتفاق (H0: لا يوجد ارتباط بين تقييمات جميع المقيّمين والمعيار المعروف ، H1: ترتبط تقييمات جميع المقيّمين بالمعيار المعروف).

✓ من شروطه :

1- الحصول على تصنيف مرجعي معروف لكل عينة .

2- أن يكون هناك 50 عينة على الأقل لإجراء دراسة كافية .

3- على المقيّمين تقييم كل عينة مرتين على الأقل.

4- أن يكون هناك 3 مقيّمين على الأقل لدراسة كافية .

5- أن يقيّم المقيّمون نفس العدد تقريبًا من العينات من كل فئة .

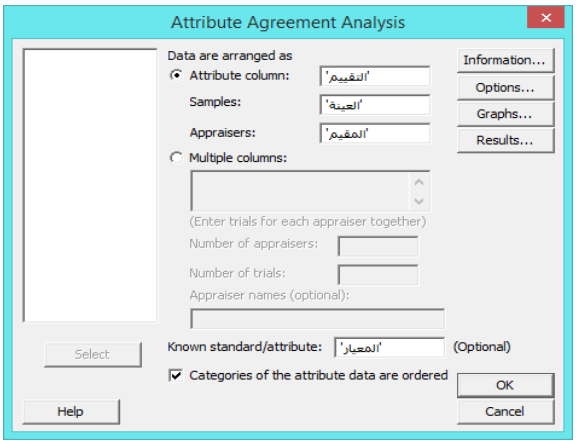
6- أن يكون تحليل اتفاقية السمة متوازنًا (كل مقيّم يقوم بتقييم كل عينة بنفس عدد المرات).

مثال :

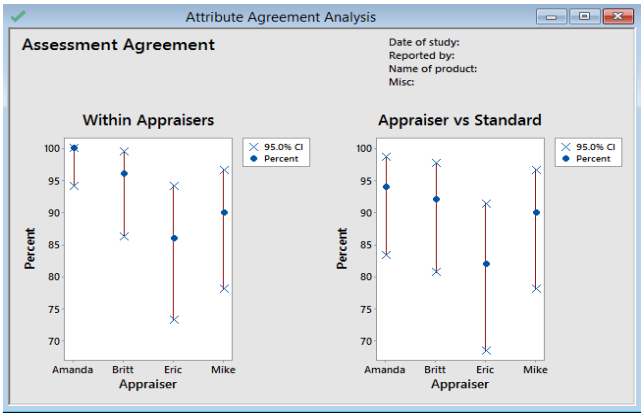
يقوم مقيّمو النسيج في شركة طباعة المنسوجات بتقييم جودة الطباعة للأقمشة القطنية على مقياس من 1 إلى 5 نقاط. يريد مهندس الجودة تقييم الاتساق والصحة في تقييمات المقيّمين. يطلب المهندس من أربعة مقيّمين تقييم جودة الطباعة لـ 50 عينة من القماش مرتين ، بترتيب عشوائي. نظرًا لأن البيانات تتضمن معيارًا معروفًا لكل عينة ، يمكن لمهندس الجودة تقييم مدى اتساق التصنيفات وصحتها مقارنة بالمعيار وكذلك بالمقارنة مع المقيّمين الآخرين.

	المقيم	التقييم	العينة	رقم التكرار	المعيار
1	Mike	5	1	1	5
2	Mike	5	1	2	5
3	Mike	3	2	1	3
4	Mike	3	2	2	3
5	Mike	1	3	1	1
6	Mike	1	3	2	1
7	Mike	2	4	1	2
8	Mike	2	4	2	2
9	Mike	1	5	1	1
10	Mike	1	5	2	1
11	Mike	2	6	1	3
12	Mike	3	6	2	3
13	Mike	4	7	1	4
14	Mike	4	7	2	4

** ملاحظة : عدد السجلات (400) . انظر TextilePrintQuality.MTW



النتائج:



Attribute Agreement Analysis for التقييم

Within Appraisers

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
Amanda	50	50	100.00	(94.18; 100.00)
Britt	50	48	96.00	(86.29; 99.51)
Eric	50	43	86.00	(73.26; 94.18)
Mike	50	45	90.00	(78.19; 96.67)

 # Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
Amanda	1	1.00000	0.141421	7.0711	0.0000
	2	1.00000	0.141421	7.0711	0.0000
	3	1.00000	0.141421	7.0711	0.0000
	4	1.00000	0.141421	7.0711	0.0000
	5	1.00000	0.141421	7.0711	0.0000
	Overall	1.00000	0.071052	14.0741	0.0000
Britt	1	1.00000	0.141421	7.0711	0.0000
	2	0.89605	0.141421	6.3360	0.0000
	3	0.86450	0.141421	6.1129	0.0000
	4	1.00000	0.141421	7.0711	0.0000
	5	1.00000	0.141421	7.0711	0.0000

Kendall's Coefficient of Concordance

Appraiser	Coef	Chi - Sq	DF	P
Amanda	1.00000	98.0000	49	0.0000
Britt	0.99448	97.4587	49	0.0000
Eric	0.98446	96.4769	49	0.0001
Mike	0.98700	96.7256	49	0.0001

Each Appraiser vs Standard

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
Amanda	50	47	94.00	(83.45; 98.75)
Britt	50	46	92.00	(80.77; 97.78)
Eric	50	41	82.00	(68.56; 91.42)
Mike	50	45	90.00	(78.19; 96.67)

 # Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
Amanda	1	1.00000	0.100000	10.0000	0.0000
	2	0.83060	0.100000	8.3060	0.0000
	3	0.81917	0.100000	8.1917	0.0000
	4	1.00000	0.100000	10.0000	0.0000
	5	1.00000	0.100000	10.0000	0.0000

Kendall's Correlation Coefficient

Appraiser	Coef	SE Coef	Z	P
Amanda	0.967386	0.0690066	14.0128	0.0000
Britt	0.967835	0.0690066	14.0193	0.0000
Eric	0.951863	0.0690066	13.7879	0.0000
Mike	0.975168	0.0690066	14.1256	0.0000

Between Appraisers

Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
50	37	74.00	(59.66; 85.37)

 # Matched: All appraisers' assessments agree with each other.

Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
1	0.954392	0.0267261	35.7101	0.0000
2	0.827694	0.0267261	30.9695	0.0000
3	0.772541	0.0267261	28.9058	0.0000
4	0.891127	0.0267261	33.3429	0.0000
5	0.968148	0.0267261	36.2248	0.0000
Overall	0.881705	0.0134362	65.6218	0.0000

Kendall's Coefficient of Concordance

Coef	Chi - Sq	DF	P
0.976681	382.859	49	0.0000

All Appraisers vs Standard

Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
50	37	74.00	(59.66; 85.37)

 # Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.

Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
1	0.977897	0.0500000	19.5579	0.0000
2	0.849068	0.0500000	16.9814	0.0000
3	0.814992	0.0500000	16.2998	0.0000
4	0.944580	0.0500000	18.8916	0.0000
5	0.983756	0.0500000	19.6751	0.0000
Overall	0.912082	0.0251705	36.2362	0.0000

Kendall's Correlation Coefficient

Coef	SE Coef	Z	P

** النتائج السابقة هي جزء من نتائج Minitab لهذا المثال.

التحليل :

- ✓ (المقيّمين مع أنفسهم) لأن كل مقيّم يقيّم مرتين كل عينة ، يمكن للمهندس تقييم تناسق كل مقيّم. يتمتع جميع المقيّمين بمعدلات مطابقة جيدة ، من Amanda بنسبة 100٪ إلى Eric بنسبة 86٪. القيمة الاحتمالية لإحصائيات Fleiss' Kappa هي 0.00 < 0.05. لذلك يرفض المهندس الفرضية الصفرية (الاتفاق بسبب الصدفة وحدها). نظرًا لأن هذا المثال يحتوي على تصنيفات ترتيبية ، يفحص المهندس معامل التوافق الخاص Kendall . يتراوح معامل التوافق في Kendall لجميع المقيّمين بين 0.98446 و 1.000 ، مما يشير إلى مستوى عالٍ من الاتفاق.
- ✓ (كل مقيّم مقابل المعيار) نظرًا لوجود معيار معروف لكل عينة ، يمكن للمهندس تقييم دقة واتساق كل من تقييمات المقيّم. قام كل مقيّم بتقييم 50 عينة نسيج (# Inspected). حكمت Amanda بشكل صحيح على 47 عينة (#Matched) بنسبة تطابق 94٪. قام Eric بالحكم بشكل صحيح على 41 عينة بنسبة تطابق 82 ٪. إن P-Value لاختبار Fleiss' Kappa هي 0.00 لجميع المقيّمين. لذلك ، يرفض المهندس الفرضية الصفرية (الاتفاق بسبب الصدفة وحدها). يتراوح معامل ارتباط Kendall لجميع المقيّمين بين 0.951863 و 0.975168 ، مما يؤكد المستوى العالي للاتفاق مع المعيار.
- ✓ (بين المقيّمين) يوضح الجدول أن المقيّمين يتوافقون بقيمة 37 من أصل 50 عينة وبنسبة (74%). تشير قيمة Kappa الإجمالية البالغة 0.881705 إلى مستوى جيد من التوافق المطلق بين المقيّمين. يؤكد Kendall Coefficient للتطابق ان القيمة 0.976681 (97%) وهذا الارتباط القوي.
- ✓ (جميع المقيّمين مقابل المعيار) نظرًا لوجود معيار معروف لكل عينة ، يمكن للمهندس تقييم دقة جميع تقييمات المقيّمين. قام المقيّمون بمطابقة 37 من أصل 50 تقييما بنسبة تطابق 74٪. تشير قيمة Kappa الإجمالية 0.912082 إلى مستوى جيد من التوافق المطلق بين جميع المقيّمين والمعيار. يؤكد معامل التوافق Kendall البالغ 0.965563 ان الارتباط قوي.

قبول المعاينه بالاعتماد على اساس السمات (Acceptance Sampling by Attributes) :

- ✓ يستخدم لإنشاء خطة فحص واختبار تستخدم لقبول أو رفض المواد الواردة بناءً على عدد العيوب في عينة ممثلة.
- ✓ قبول المعاينة يشير إلى ما إذا كان يجب قبول أو رفض المنتجات.
- ✓ مع اختبارات السمات ، عادة الخصائص البصرية للجزء تمكن فحص العيوب ، مثل البقع أو التشققات أو الخدوش وتسجيل عدد العيوب أو عدد الوحدات المعيبة.
- ✓ قبول المعاينة لا يؤدي إلى تحسين جودة العملية بأي شكل من الأشكال ، ولا يعد بديلاً لعمليات مراقبة الجودة الجيدة.
- ✓ قبول المعاينة مفيدًا كأداة لصنع القرار لقبول أو رفض المنتجات والخدمات. على وجه الخصوص ، في الحالات التي تكون فيها جودة عملية المورّد غير معروفة ، قد يكون أخذ عينات القبول خيارًا جيدًا بدلاً من الفحص بنسبة 100٪.
- ✓ من شروطه :

1- اختيار العينة بشكل عشوائي.

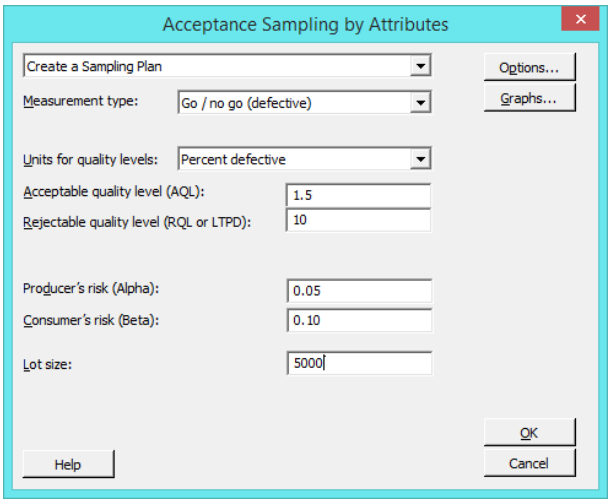
2- أن تكون البيانات تمثل عدد العيوب .

3- أن العينات يجب تعبئتها وشحنها بأحجام تتم إدارتها من قبل المستهلك والمورد ، وبطريقة تتيح اختيار العينات بسهولة.

4- أن يوافق المستهلك والمورد على مستويات الجودة المستهدفة.

مثال :

يقوم ممثل من قسم المبيعات بشراء أقلام من بائع لبيعها في المعارض التجارية. كل شحنة فيها من الأقلام بحجم 5000 قلم. يريد مندوب المبيعات تنفيذ خطة المعاينة بحيث يتم (قبول أو رفض) من خلال القرعة. يوافق مندوب المبيعات والبائع على أن قيمة Acceptable Quality Level- AQL هي 1.5٪ وأن قيمة Rejectable Quality Level- RQL هي 10٪.



** Measurment type (Go/no go) : المنتج به عيب أم لا (Nimber of defects) : المعطى عدد العيوب.

** (AQL): تمثل اعلى نسبة يقبلها المورد (البائع) من العيوب و (RQL) : اعلى نسبة من العيوب يقبلها المستهلك(المشتري).

** (Alpha) : الخطر على المنتج و (Beta): الخطر على المستهلك.

النتائج:

Acceptance Sampling by Attributes

Measurement type: Go/no go
Lot quality in percent defective
Lot size: 5000
Use binomial distribution to calculate probability of acceptance

Method

Acceptable Quality Level (AQL)	1.5
Producer's Risk (α)	0.05
Rejectable Quality Level (RQL or LTPD)	10
Consumer's Risk (β)	0.1

Generated Plan(s)

Sample Size	52
Acceptance Number	2

Accept lot if defective items in 52 sampled ≤ 2; Otherwise reject.

Percent Defective	Probability Accepting	Probability Rejecting	AOQ	ATI
1.5	0.957	0.043	1.420	266.2
10.0	0.097	0.903	0.956	4521.9

Average Outgoing Quality Limit(s) (AOQL)

AOQL	At Percent Defective
2.603	4.300

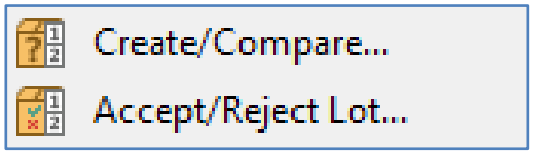
التحليل :

- ✓ لكل مجموعة من 5000 قلم ، يجب على مندوب المبيعات اختيار وفحص 52 قلمًا عشوائيًا. إذا تم العثور على أكثر من 2 أقلام معيبة ، يرفض مندوب المبيعات (المستهلك) المجموعة بأكملها، اما اذا كان فيها 2 أو أقل قلم فيقبل مندوب المبيعات المجموعة كاملة.
- ✓ في هذه الحالة ، يكون احتمال القبول AQL عند (1.5٪) هو 0.957 واحتمال الرفض 0.043. وافق مندوب المبيعات والبائع على أنه سيتم قبول المجموعة المعيبة بنسبة 1.5٪ وبهذا فقد حافظ على ما نسبتة 95٪ من وقت المنتج. احتمال القبول عند 10% هو 0.097 واحتمال الرفض 0.903. إتفق مندوب المبيعات والبائع على أنه سيتم رفض المجموعة المعيبة بنسبة 10٪ في معظم الوقت لحماية المستهلك.
- ✓ عندما يتم رفض المجموعة ، فإنها تخضع عادة لفحص بنسبة 100٪ ، مع استبدال أو إعادة تصنيع العناصر المعيبة. ويسمى هذا النوع من المعاينة (بالفحص التصحيحي).
- ✓ يتم استخدام المقاييس التالية لفهم تأثير الفحص وإعادة التصنيع:

1- يمثل متوسط الجودة الناتجة (Average Outgoing Quality (AOQ)) بعد الفحص الإضافي وإعادة التصنيع. مستوىAOQ هو 1.4٪ عند AQL و تقريبا 1٪ عند RQL . متوسط حد الجودة الناتج (Average Outgoing Quality Limit (AOQL)) = 2.603% عند 4.3% معيبة ويمثل أسوأ مستوى جودة ناتج.

2- يمثل متوسط إجمالي الفحص (Average Total Inspection (ATI)) متوسط عدد العناصر التي تم فحصها بعد (الاختبار وإعادة التصنيع الإضافيين). يمثل ATI متوسط عدد الأقلام التي تم فحصها على مستوى جودة معين واحتمال القبول. بالنسبة لمستوى الجودة 1.5٪ معيب ، فان متوسط العدد الإجمالي للأقلام التي تم فحصها لكل دفعة (Lot) هو 266.2. بالنسبة لمستوى جودة 10٪ معيب فانه يبلغ متوسط عدد الأقلام التي تم فحصها لكل دفعة 4521.9.

قبول المعاينه بالاعتماد على اساس المتغيرات: (Acceptance Sampling by Variables)



Create/Compare :

- ✓ يستخدم لإنشاء خطة فحص لقبول أو رفض المواد الواردة (المشتريات) بناءً على البيانات من عينة ممثلة.
- ✓ يمكن مقارنة المعاينة المتعددة لفهم كيف يؤثر تغيير حجم العينة والمسافة الحرجة k – Critical Distance على مخاطر المعاينة.
- ✓ باستخدام بيانات المتغيرات ، تقوم كل معاينة بتقييم خاصية واحدة تم قياسها ، مثل السمك أو التركيز أو خشونة السطح ، مقابل مواصفة (Specification) واحدة على الأقل.
- ✓ لا يؤدي قبول المعاينة إلى تحسين جودة العملية بأي شكل من الأشكال ، ولا يعد بديلاً لعمليات مراقبة الجودة الجيدة.
- ✓ يعتبر قبول المعاينة مفيدًا كأداة لصنع القرار لقبول أو رفض المنتجات والخدمات. على وجه الخصوص ، في الحالات التي تكون فيها جودة عملية المورد غير معروفة ، قد يكون قبول المعاينة خيارًا جيدًا بدلاً من الفحص بنسبة 100٪.
- ✓ من شروطه:

1- يجب اختيار العينة بشكل عشوائي.

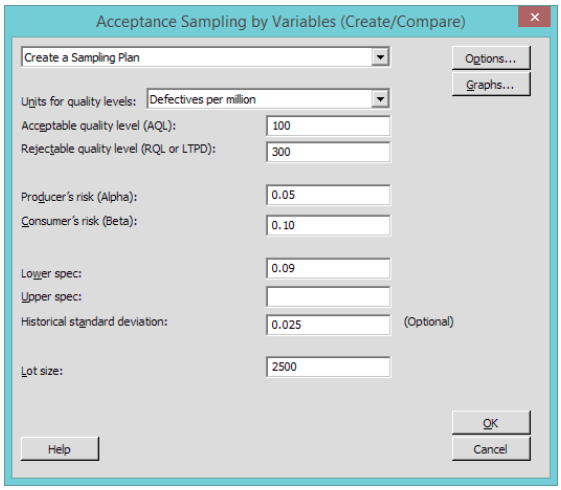
2- يجب أن تكون البيانات متصلة .

3- يجب أن تكون القرعة الفردية /المجموعة المختارة متجانسة .

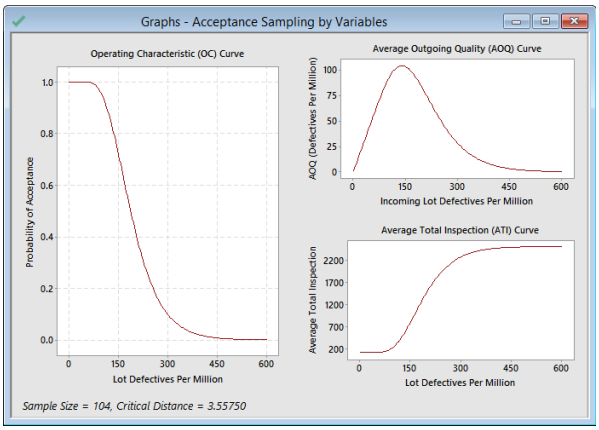
4- يجب أن يوافق المستهلك والمورد على مستويات الجودة المستهدفة .

مثال :

يتلقى مهندس تصنيع شحنات أسبوعية من انابيب بلاستيكية حجم 2 بوصة من اجل عملية تجميع. حجم المجموعة 2500 انبوب . يقرر المهندس تنفيذ خطة معاينة للتحقق من سمك الأنبوب. المواصفة الدنيا لسمك الأنابيب 0.09 بوصة. يوافق المهندس والمورد على أن AQL= 100 معيب لكل مليون و RQL=300 معيب لكل مليون (اعتبر الانحراف المعياري 0.025)



النتائج :



Method

Lower Specification Limit (LSL)	0.09
Historical Standard Deviation	0.025
Lot Size	2500
Acceptable Quality Level (AQL)	100
Producer's Risk (α)	0.05
Rejectable Quality Level (RQL or LTPD)	300
Consumer's Risk (β)	0.1

Generated Plan(s)

Sample Size	104
Critical Distance (k Value)	3.55750

Z.LSL = (mean - lower spec)/historical standard deviation
Accept lot if Z.LSL ≥ k; otherwise reject.

Defectives Per Million	Probability Accepting	Probability Rejecting	AOQ	ATI
100	0.950	0.050	91.1	223.2
300	0.100	0.900	28.6	2261.4

Average Outgoing Quality Limit(s) (AOQL)

AOQL	At Defectives per Million
104.6	140.0

التحليل : انظر تحليل **قبول المعاينه بالاعتماد على اساس السمات** .

<u>Accept/Reject Lot</u> :

- ✓ يستخدم لتحديد ما إذا سيتم قبول أو رفض المواد الواردة (المشتريات) بناءً على البيانات من عينة ممثلة.
- ✓ من شروطه :

1- يجب اختيار العينة بشكل عشوائي.

2- يجب أن تكون البيانات متصلة.

3- يجب أن تكون القرعة الفردية /المجموعة متجانسة.

4- يجب أن يوافق المستهلك والمورد على مستويات الجودة المستهدفة.

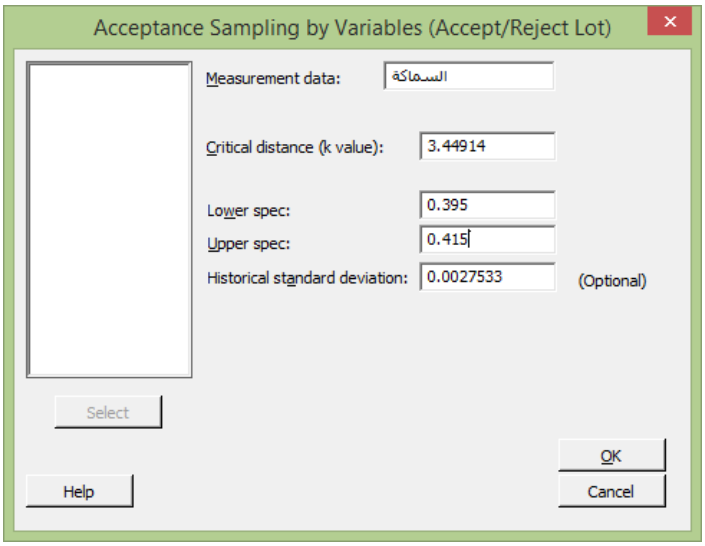
- ✓ يتم قبول المواد اذا (كان الانحراف المعياري اقل من MSD وكلا (Z.LSL, Z.USL) اكبر من او يساوي k).

مثال :

تستلم شركة مصنعة للكاميرات شحنات من 3600 عدسة عدة مرات في الأسبوع. يأخذ فريق الجودة عينات من 259 عدسة بعد كل شحنة ويقيس السمك لتحديد ما إذا كان سيتم قبول أو رفض المجموعة الكاملة. العدسة المعيبة يكون سمكها اكبر من 0.415 بوصة ، وهو حد المواصفات الأعلى (USL) ، أو سمكها اقل من 0.395 بوصة ، وهو حد المواصفات الأدنى (LSL) . من مجموعة 3600 عدسة ، توافق الشركة المصنعة وموردها على تعيين مستوى الجودة المقبول(AQL) = 100 عيب لكل مليون ومستوى جودة يمكن رفضه (RQL) = 600 عيب لكل مليون. باستخدام خطر المنتج (Alpha) =0.05 وخطر المستهلك (Beta) = 0.10 ، يحدد Minitab أن المعاينة المناسبة هي اختيار وفحص 259 من العدسات البالغ عددها 3600 بشكل عشوائي. القيمة الحرجة 3.44914 ، والحد الأقصى للانحراف المعياري هو 0.0027533. يقوم فريق الجودة بجمع البيانات من أحدث شحنة لتحديد ما إذا كان سيتم قبول أو رفض الشحنة.

	السماكة
1	0.401459
2	0.406743
3	0.347453
4	0.372065
5	0.370939
6	0.407762
7	0.381300
8	0.347981
9	0.403961
10	0.396370
11	0.288167
12	0.402929
13	0.487866
14	0.411347

** ملاحظة : عدد السجلات (259) . انظر CameraLensThickness.MTW



النتائج:

Acceptance Sampling by Variables - Accept/Reject Lot

Make Accept or Reject Decision Using السماكة

Sample Size	259
Mean	0.403108
Standard Deviation	0.0469204
Lower Specification Limit (LSL)	0.395
Upper Specification Limit (USL)	0.415
Z.LSL	0.172803
Z.USL	0.253452
Critical Distance (k Value)	3.44914
Maximum Standard Deviation (MSD)	0.0027533

Decision: Reject lot.

التحليل :

- ✓ يختار فريق الجودة ويقيس بشكل عشوائي سمك 259 عدسة من الشحنة الحالية التي تبلغ 3600 عدسة. من هذه القياسات ، يحدد Minitab المتوسط والانحراف المعياري لحساب القيم Z :

1- Z.LSL = (المتوسط – المواصفة الدنيا) / الانحراف المعياري = 0.172803

2- Z.USL = (المواصفة العليا – المتوسط) / الانحراف المعياري = 0.253452

- ✓ قيم Z أقل من المسافة الحرجة (3.44914) ، والانحراف المعياري (0.0469204) أكبر من MSD= (0.0027533). وبالتالي يرفض الفريق الكثير.

مخطط متعدد المتغيرات (Multi-Vari Chart) :

- ✓ يستخدم كأداة أولية للتحقق من التباين في البيانات ، بما في ذلك التباينات الدورية والتفاعلات بين العوامل.
- ✓ يوفر تمثيلًا رسوميًا للعلاقات بين العوامل (المتغيرات المستقلة) والاستجابة/ المتغيرالتابع.
- ✓ يعرض المتوسطات الحسابية على كل مستوى عامل لكل عامل.
- ✓ في Minitab ، يمكن أن يعرض كل مخطط متعدد المتغيرات ما يصل إلى أربعة عوامل.
- ✓ من شروطه:

1- يجب أن تكون الاستجابة قيمة عددية.

2- يجب أن يكون لكل عامل مستويين على الأقل.

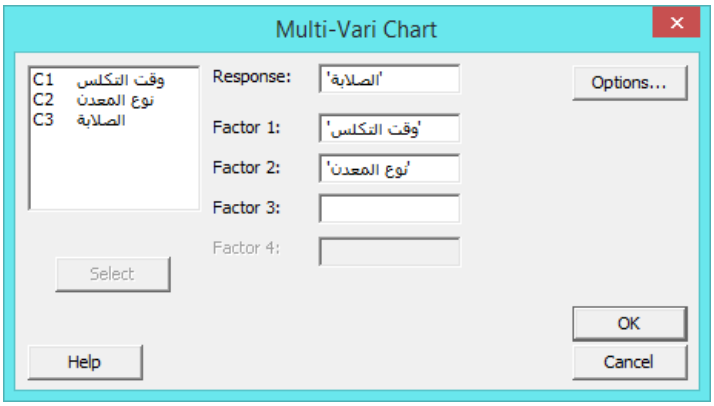
3- يجب أن يكون هناك مشاهدات لمجموعات كافية على مستوى العامل .

مثال :

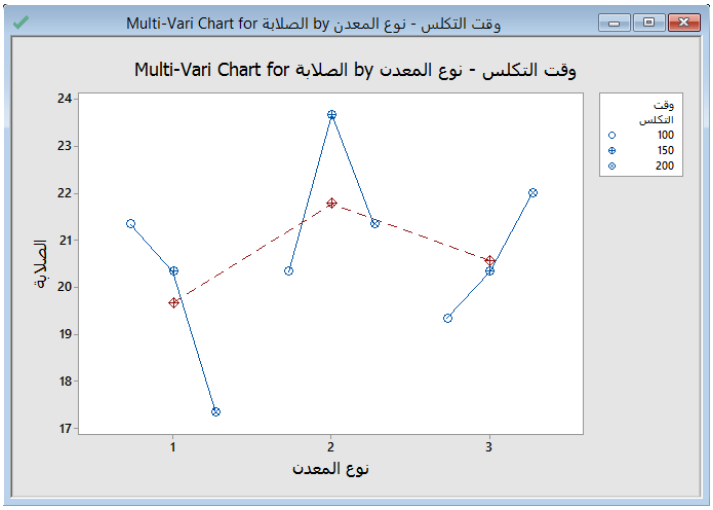
يريد مهندس صناعي تقييم العلاقة بين وقت التكلس وقوة الضغط لثلاثة معادن مختلفة. يقيس المهندس قوة الضغط ل 3 عينات من كل نوع من المعادن في كل وقت التكلس : 100 دقيقة و 150 دقيقة و 200 دقيقة ، يقوم المهندس بإنشاء Multi-Vari Chart للبحث عن الاتجاهات والتفاعلات المحتملة في البيانات.

	وقت التكلس	نوع المعدن	الصلابة
1	100	1	23
2	100	1	20
3	100	1	21
4	100	2	22
5	100	2	19
6	100	2	20
7	100	3	19
8	100	3	18
9	100	3	21
10	150	1	22
11	150	1	20
12	150	1	19
13	150	2	24

** ملاحظة : عدد السجلات (27) . انظر SinteringTime.MTW



النتائج:



التحليل :

يشير الرسم البياني متعدد المتغيرات إلى تفاعل محتمل بين نوع المعدن وطول فترة التكلس. يتم الحصول على أكبر قوة ضغط لنوع المعدن 1 عن طريق التكلس لمدة 100 دقيقة ، ولنوع المعدن 2 عن طريق التكلس لمدة 150 دقيقة ، ولنوع المعدن 3 عن طريق التكلس لمدة 200 دقيقة.

مخطط التماثل (Symmetry Plot):

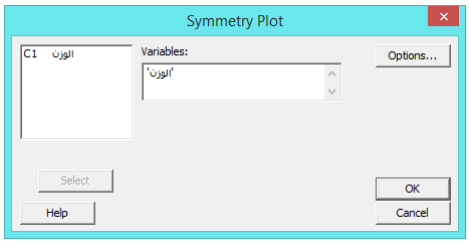
- ✓ يستخدم لتقييم ما إذا كانت بيانات العينة تتبع توزيع متماثل.
- ✓ تتطلب بعض الإجراءات الإحصائية أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي ، و هناك العديد من الإجراءات التي تنتهك شرط Normality. وبالتالي فإن الحصول على بيانات من توزيع متماثل غالبًا ما يكون كافيًا.
- ✓ يجب ان تكون البيانات عددية.
- ✓ حجم العينة يجب ان لا يقل عن 25.

مثال :

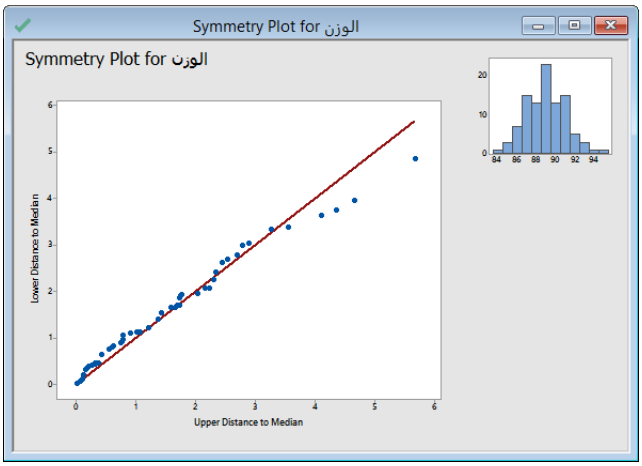
يرغب مهندس مسؤول عن خط تعبئة الحبوب في توصيف عملية تعبئة العبوة وتحديد ما إذا كانت بيانات العينة تأتي من توزيع متماثل. يسجل المهندس أوزان التعبئة لـ 100 صندوق حبوب. يقوم المهندس بإنشاء مخطط تماثل لفحص تناظر توزيع البيانات.

	الوزن
1	87.3733
2	87.6280
3	89.5787
4	86.2406
5	89.0082
6	86.9615
7	85.9849
8	88.2681
9	87.9071
10	89.4005
11	90.6034

**ملاحظة : عدد السجلات (100) . انظر CerealBoxWeight.MTW

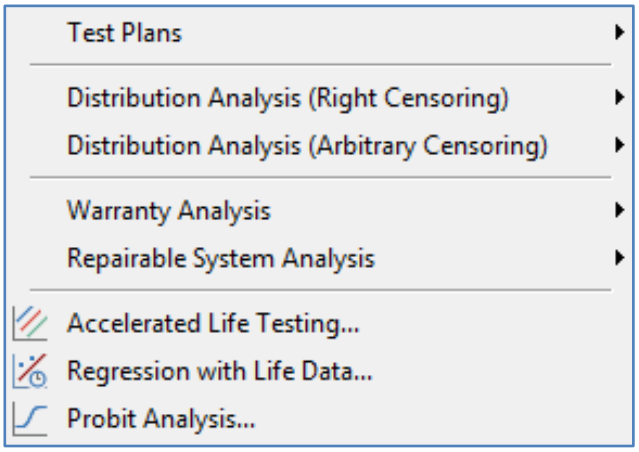


النتائج:

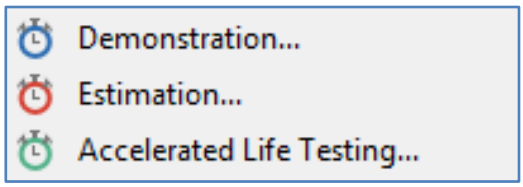


التحليل : يبدو أن البيانات متماثلة إلى حد ما. لاحظ النقاط أسفل الخط في الزاوية اليمنى العليا من شكل التماثل. تشير هذه النقاط إلى اختلاف قليل للغاية في الجانب الأيمن. نظرًا لأن النقاط لا تبتعد عن الخط ، فإن الانحراف في البيانات يكون معتدلًا.

اختبارات الثبات / البقاء (Reliability/Survival) :



Test Plans :



اختبار Demonstration :

- ✓ يستخدم لتحديد حجم العينة أو وقت الاختبار المطلوب ، ومع مستوى ثقة للتحقق بان الثبات يتجاوز معيارًا محدد.
- ✓ الهدف منه :

1- توفير دليلاً إحصائيًا على أن النظام المعاد تصميمه قد قلل بشكل كبير سببًا معروفًا للفشل.

2- توفر دليلاً إحصائيًا على تحقيق مواصفات الثبات.

- ✓ يوفر Minitab خطة اختبار M-failure لاختبار الثبات. في حال وجود أكثر من M فشل ، يفشل الاختبار(M هو الحد الأقصى لعدد مرات الفشل المسموح بها).
- ✓ تقسّم الاختبارات الى نوعين (اختبارات الاثبات Substantiation test ، اختبارات الثبات Reliability tests بناء على قيمة محددة).
- ✓ فرضيات الاختبار :

1- في اختبارات الاثبات : H0: لا يختلف النظام المعاد تصميمه عن النظام الحالي ، H1: النظام المعاد تصميمه أفضل من النظام الحالي.

2- في اختبارات الثبات : H0: ثبات النظام تساوي قيمة محددة ، H1: ثبات النظام أكبر من قيمة محددة.

- ✓ يمكن ان تعتمد الفرضيات بناء على الهدف من قياس الثبات (Reliability goal) :

1- Scale (توزيع Weibull أو Exponential) أو Location (توزيعات أخرى) : H0: location scale) Weibull)
H1: location + ((Exponential/ Weibull) scale) < T ، location + ((Exponential/ Weibull) scale) = T.

2- المئينات Percentiles : H0: Pth percentile = T ، H1: Pth percentile < T.

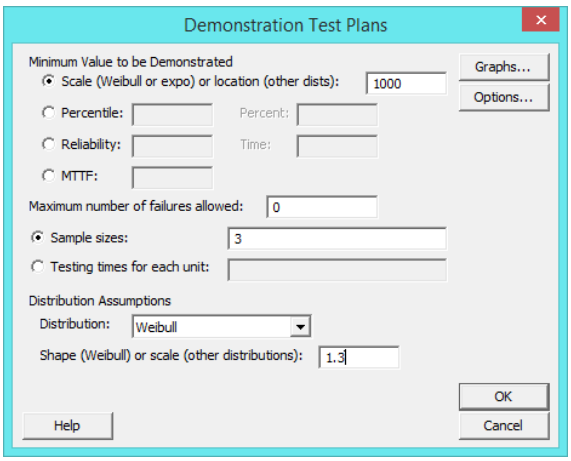
3- الثبات Reliability في وقت محدد T : H0: الثبات في الوقت p = T، H1: الثبات في الوقت p < T.

4- متوسط وقت الفشل (Mean Time to Failure MTTF) : H0: MTTF = T ، H1 : MTTF > T.

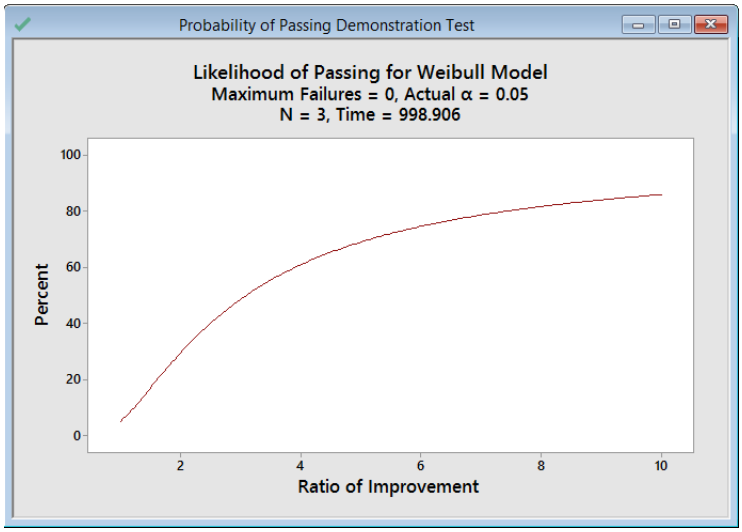
- ✓ إذا نجح اختبار Demonestration (عدد حالات الفشل ≥ M) ، فيتم رفض H0 عند مستوى الثقة الذي تم تحديده (الافتراضي هو 95٪).
- ✓ إذا فشل اختبار Demonestration (عدد مرات الفشل < M) ، فيتم قبول الفرض الصفري H0 .

مثال :

يحدد المهندسون أن حالات الفشل المبكر التي تحدث على (الجرار المجنزر) ترجع إلى فشل الحامل الكروي. يتبع أوقات فشل هذه الكرات (توزيع Weibull مع Shape =1.3 و Scale =1000 ساعة). لدى المهندسين 3 وحدات معاد تصميمها متاحة للاختبار يجب تحديد مدة اختبار كل وحدة باستخدام 0-failure test plan .



النتائج :



Demonstration Test Plans

Substantiation Test Plan
Distribution: Weibull, Shape = 1.3
Scale Goal = 1000, Actual Confidence Level = 95%

Test Plans

Failure Test	Sample Size	Testing Time
0	3	998.906

التحليل :

عند مستوى ثقة 95٪ ، فإن وقت الاختبار المطلوب لإثبات أن مقياس النظام الجديد يتجاوز 1000 ساعة هو 998.906 ساعة. يُظهر رسم احتمال النجاح أن احتمالية اجتياز 0–failure test تزداد بثبات مع زيادة نسبة التحسين من 0 إلى 10. ومع ذلك ، حتى عند نسبة تصل إلى 10 ، فإن الاختبار لديه فرصة 85٪ تقريبا للنجاح. إذا كانت Scale = 4000 ، فإن نسبة التحسن = 1000 / 4000 = 4 ، واحتمال اجتياز الاختبار حوالي 61٪. نظرًا لأن احتمال اجتياز هذا الاختبار ليس مرتفعًا جدًا ، حتى عندما تكون نسبة التحسين مرتفعة إلى حد ما ، فقد يرغب المهندس في زيادة حجم العينة أو زيادة الحد الأقصى لعدد حالات الفشل المسموح بها.

خطة اختبار التقدير (Estimation) :

- ✓ تستخدم لتحديد حجم العينة التي تحتاجها لتقدير المئينات Percentiles (الوقت الذي ستفشل فيه نسبة معينة من الوحدات) أو قيم الثبات Reliability values (تقدير النسبة المئوية للوحدات التي ستبقى لفترة معينة من الزمن) بدرجة محددة من الدقة.
- ✓ يمكن استخدامها للإجابة على أسئلة مثل:

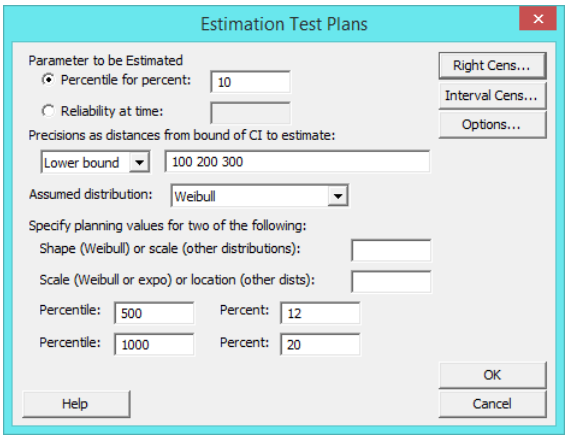
1- كم عدد الوحدات التي يجب اختبارها لتقدير المئين العاشر مع الحد السفلي لفترة الثقة 95٪ قريب من 100 ساعة ؟

2- كم عدد الكابلات التي يحتاج المهندس لاختبارها حتى الوصول للفشل في التنبؤ باحتمال بقاء الكابلات بقوة 5000 باوند؟

- ✓ يتم تنفيذها قبل جمع بيانات الثبات وتتطلب معلومات مسبقة حول توزيع البيانات.

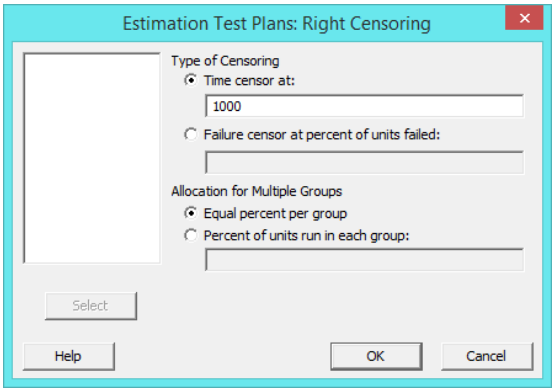
مثال :

يقوم مهندس بتطوير نوع جديد من العزل. بحيث يريد تحديد أحجام العينات اللازمة لتقدير المئين العاشر عندما تكون المسافة للحد الأدنى للتقدير ضمن 100 أو 200 أو 300 ساعة. سيقوم المهندس بإجراء اختبارات الثبات على عينات صغيرة لمدة 1000 ساعة. يستخدم المعلومات التالية لخطة الاختبار: (من المتوقع أن تفشل حوالي 12٪ من العينات في أول 500 ساعة من الاختبار ، من المتوقع أن تفشل حوالي 20٪ من العينات بنهاية 1000 ساعة ، تتبع أوقات الفشل في العزل توزيع Weibull).



** Percentile for percent: تقدير الوقت الذي ستفشل فيه نسبة معينة من الوحدات. أدخل قيمة بين 0 و 100 للإشارة إلى النسبة المئوية للوحدات التي ستفشل. هذه القيمة مفيدة لتحديد فترة الضمان للمنتج.

** Reliability time: تقدير النسبة المئوية للوحدات التي ستبقى لفترة معينة من الزمن. هذه القيمة مفيدة لتقدير عدد الوحدات التي ستبقى خلال فترة الضمان. يمكن أن يكون الوقت (عدد الساعات ، أو عدد الدورات ، أو عدد وحدات الوزن ، ...).



النتائج :

Estimation Test Plans

Type I right-censored data (Single Censoring)
Estimated parameter: 10th percentile
Calculated planning estimate = 393.094
Target Confidence Level = 95%
Precision in terms of a one-sided confidence interval that gives a lower bound for the parameter.
Planning Values
Percentile values 500, 1000 for percents 12, 20

Planning Distribution

Distribution	Scale	Shape
Weibull	6464.18	0.803708

Test Plans

Censoring Time	Precision	Sample Size	Actual Confidence Level
1000	100	354	95.0011
1000	200	61	95.0892
1000	300	15	95.1695

التحليل :

لحساب أحجام العينات ، يستخدم Minitab توزيع Weibull مع scale 6464.18 و shape 0.8037. مع وقت توقف يبلغ 1000 ساعة وفترة ثقة 95٪ لحد ثقة أحادي الجانب one-side confidence ، تكون أحجام العينات المحسوبة لتقدير الحد الأدنى للمئين العاشر لكل قيمة كما يلي: (اختبار 354 ووقت 100 ساعة ، اختبار 61 ووقت 200 ساعة ، اختبار 15 ووقت 300 ساعة).

خطة اختبار الحياة المعجلة (Accelerated Life Test Plan) :

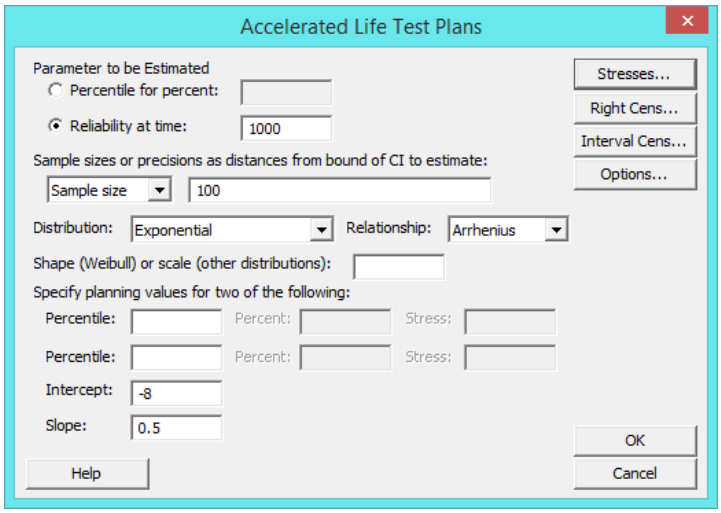
- ✓ تستخدم لتحديد حجم العينة المراد اختبارها واخضاعها لمستويات ضغط اكبر من الحدود الطبيعية.
- ✓ كما ويستخدم لتحديد الخطأ المعياري للمعلمة التي تريد تقديرها لعدد ثابت من وحدات الاختبار(حجم العينة موجود).
- ✓ يستخدم للإجابة على أسئلة مثل:

1- كم عدد الوحدات التي يجب اختبارها لتقدير المئين العاشر مع حد ثقة سفلي قريب من 100 ساعة في فترة ثقة 95٪ ؟

2- عند توفر 20 وحدة للاختبار، ما الخطأ المعياري الذي يمكن أن تتوقعه لتقدير ثبات لمدة 500 ساعة؟

مثال :

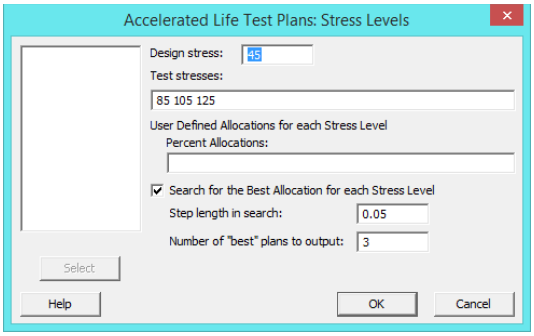
يقوم مهندس باختبار المكثفات capacitors عند درجات حرارة متسارعة تبلغ 85 و 105 و 125 درجة لتحديد الثبات 1000 ساعة في ظروف الاستخدام الطبيعية التي تبلغ 45 درجة. اذا كان هناك 100 مكثف متاح للاختبار، يستخدم المهندس المعلومات التالية للتخطيط للاختبار(تميل أوقات الفشل إلى اتباع توزيع exponential ، ان علاقة Arrhenius (معادلة تربط درجة الحرارة بمعدل رد الفعل) مع تقاطع -8 وميل 0.5 تعطي شكل مناسب للعلاقة بين وقت الفشل ودرجة الحرارة).



** ... Specify planning : مثال (اذا كنت تتوقع ان 15% (Percent) من الوحدات ستفشل بعد 200 ساعة (Percentile)عمل تحت ضغط 5 فولت(Stress)).

** Intercept: أدخل تقاطع العلاقة مع المتغير المتسارع.

** Slope: أدخل ميل العلاقة مع المتغير المتسارع.



النتائج :

Accelerated Life Testing Test Plans

Planning Distribution

Distribution	Intercept	Slope
Exponential	-8	0.5

Uncensored data
Arrhenius model
Estimated parameter: Reliability at time = 1000
Calculated planning estimate = 0.964857
Design stress value = 45
Selected test plans: "Optimum" allocations test plans

Total available sample units = 100

1st Best "Optimum" Allocations Test Plan

Test Stress	Percent Failure	Percent Alloc	Sample Units	Expected Failures
85	100	63.3333	63	63
105	100	3.9583	4	4
125	100	32.7083	33	33

Standard error of the parameter of interest = 0.0123437

2nd Best "Optimum" Allocations Test Plan

Test Stress	Percent Failure	Percent Alloc	Sample Units	Expected Failures
85	100	68.3333	68	68
105	100	3.9583	4	4
125	100	27.7083	28	28

Standard error of the parameter of interest = 0.0124673

3rd Best "Optimum" Allocations Test Plan

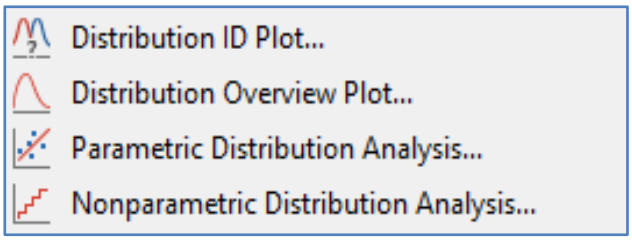
Test Stress	Percent Failure	Percent Alloc	Sample Units	Expected Failures
85	100	58.3333	58	58
105	100	8.9583	9	9
125	100	32.7083	33	33

Standard error of the parameter of interest = 0.0126711

التحليل :

يقوم Minitab بتقييم خطط الاختبار الناتجة وعرض أفضل الخطط فيما يتعلق بتقليل الخطأ المعياري أو حجم العينة. إذا تم تحديد حجم العينة ، فإن أفضل خطة اختبار هي الخطة التي تحتوي على أصغر خطأ معياري لمعلمة الهدف . لتقدير قيم الثبات عند 1000 ساعة مع ضغط التصميم 45 درجة ، يجب على المهندس اختبار العدد التالي من الوحدات عند كل درجة حرارة متسارعة: (اختبار 63 وحدة عند 85 درجة ، من المتوقع أن تفشل جميع ال 63 ، اختبار 4 وحدات عند 105 درجة ، من المتوقع أن تفشل جميع الأربعة ، اختبار 33 وحدة عند 125 درجة ، من المتوقع أن تفشل جميع ال 33) لأن الخطأ المعياري لجميع الخطط الثلاثة قريب جدًا ، يجب على المهندس أيضًا مراعاة معايير إضافية عند اختيار الخطة ، مثل الخطة التي تؤدي إلى المزيد من الفشل أو الأقل تكلفة للتنفيذ.

تحليل التوزيع (البيانات المبتورة من اليمين) Distribution Analysis (Right Censoring) :



Distribution ID Plot :

- ✓ يستخدم لتحديد التوزيع الذي يناسب البيانات بشكل أفضل عندما يكون هناك بيانات فشل مع وقت فشل محدد و / أو مشاهدات مبتورة من جهة اليمين. عندما تكون البيانات مبتورة من جهة اليمين يتم تسجيل الفشل فقط إذا حدث قبل وقت معين. تعتبر الوحدة التي تبقى لفترة أطول من ذلك الوقت مبتورة من جهة اليمين.
- ✓ يسمح هذا التحليل بتقييم مدى ملاءمة 11 توزيع معلمي تُستخدم عادةً لنمذجة بيانات الثبات: smallest extreme value, Weibull, 3-parameter Weibull, exponential, 2-parameter exponential, normal, lognormal, 3-parameter lognormal, logistic, loglogistic, and 3-parameter loglogistic.
- ✓ يقوم Minitab بإنشاء مخططات احتمالية للتوزيعات التي تحددها. تساعد مخططات الاحتمالات في تحديد أي من التوزيعات المعلمية يناسب البيانات بشكل أفضل. بالإضافة إلى ذلك ، يقوم Minitab باحتساب المئينات و MTTF لكل توزيع ، والتي توفر معلومات إضافية يجب مراعاتها عند اختيار نموذج توزيع لتحليل الثبات. يساعد Distribution ID PLot (للبيانات المبتورة من جهة اليمين) على تحديد استخدام تحليل توزيع معلمي أو غير معلمي لتقييم البيانات بشكل أكبر.
- ✓ من شروطه :

1- البيانات التي يتم جمعها هي أوقات فشل.

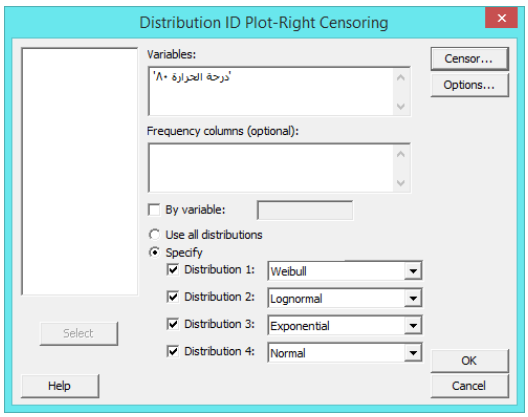
2- أن تكون البيانات مبتورة من جهة اليمين أو بيانات غير مبتورة اصلا.

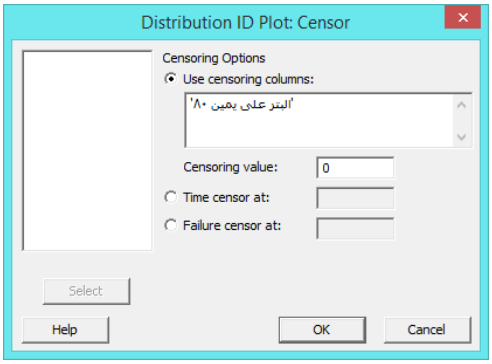
مثال :

يدرس مهندس في قياس الثبات معدلات الفشل في لف المحركات التوربينية لتحديد الأوقات التي تفشل فيها اللفات. في درجات الحرارة المرتفعة ، قد تتلف اللفات بسرعة كبيرة. يسجل المهندس أوقات فشل لفات المحرك عند درجات حرارة مختلفة. ومع ذلك ، يجب إزالة بعض الوحدات من الاختبار قبل أن تفشل. لذلك ، تخضع البيانات للبتر من الجهة اليمنى. لتحديد نموذج توزيع للبيانات التي تم جمعها عند 80 درجة مئوية ، يستخدم المهندس Distibution ID Plot (مبتورة من جهة اليمين).

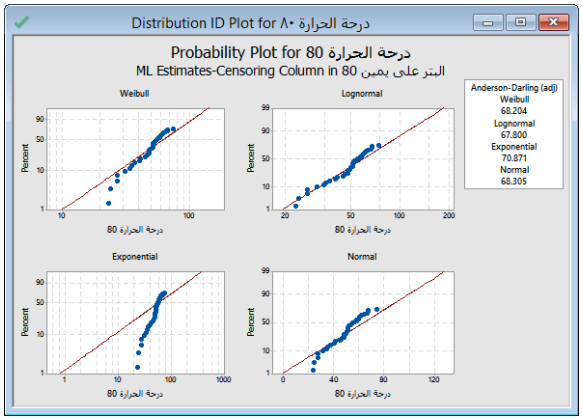
	درجة الحرارة ٨٠	البتر على يمين ٨٠
1	50	1
2	60	1
3	53	1
4	40	1
5	51	1
6	99	0
7	35	1

**ملاحظة : عدد السجلات (50) . انظر EngineWindingReliability.MTW





النتائج:



Distribution ID Plot: درجة الحرارة 80

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)
Weibull	68.204
Lognormal	67.800
Exponential	70.871
Normal	68.305

Table of Percentiles

Distribution	Percent	Percentile	Standard Error	95% Normal CI Lower	95% Normal CI Upper
Weibull	1	10.0765	2.78453	5.86263	17.3193
Lognormal	1	19.3281	2.83750	14.4953	25.7722
Exponential	1	0.809731	0.133119	0.586684	1.11758
Normal	1	-0.549323	8.37183	-16.9578	15.8592
Weibull	5	20.3592	3.79130	14.1335	29.3273
Lognormal	5	26.9212	3.02621	21.5978	33.5566
Exponential	5	4.13258	0.679391	2.99422	5.70371
Normal	5	18.2289	6.40367	5.67790	30.7798
Weibull	10	27.7750	4.11994	20.7680	37.1463
Lognormal	10	32.1225	3.09409	26.5962	38.7970
Exponential	10	8.48864	1.39552	6.15037	11.7159
Normal	10	28.2394	5.48103	17.4968	38.9820
Weibull	50	62.6158	4.62515	54.1763	72.3700
Lognormal	50	59.8995	4.31085	52.0192	68.9735
Exponential	50	55.8452	9.18089	40.4622	77.0766
Normal	50	63.5518	4.06944	55.5759	71.5278

Table of MTTF

Distribution	Mean	Standard Error	95% Normal CI Lower	95% Normal CI Upper
Weibull	64.9829	4.6102	56.5472	74.677
Lognormal	67.4153	5.5525	57.3656	79.225
Exponential	80.5676	13.2452	58.3746	111.198
Normal	63.5518	4.0694	55.5759	71.528

التحليل :

تقع نقاط أوقات الفشل تقريبًا على الخط المستقيم في lognormal probability plot. لذلك ، يوفر lognormal ملاءمة جيدة. وهكذا قرر المهندس استخدام توزيع lognormal لنمذجة البيانات التي تم جمعها عند درجة الحرارة 80 درجة مئوية. يعرض Minitab أيضًا جدول المئينات وجدول متوسط وقت الفشل (MTTF) ، والذي يوفر أوقات الفشل المحسوبة لكل توزيع. يمكن مقارنة القيم المحسوبة لمعرفة كيف يمكن أن تتغير الاستنتاجات مع توزيعات مختلفة. إذا كانت العديد من التوزيعات تناسب البيانات بشكل جيد ، فقد نحتاج إلى استخدام التوزيع الذي يوفر أكثر النتائج تحفظًا.

نظرة عامة على التوزيع (Distribution Overview Plo right-censored) :

- ✓ يستخدم لفحص بيانات الثبات الذي يناسب البيانات بشكل أفضل عندما يكون هناك بيانات فشل مع وقت فشل محدد و / أو مشاهدات مبتورة من جهة اليمين على مخططات متعددة في مخطط واحد. توفر هذه المخططات طرقًا مشتركة لوصف وتقييم توزيع بيانات وقت الفشل. عندما تكون البيانات مبتورة من جهة اليمين ، يتم تسجيل الفشل فقط إذا حدثت قبل وقت معين. تعتبر الوحدة التي تعيش لفترة أطول من ذلك الوقت مشاهدة تخضع للبتر من جهة اليمين.
- ✓ يستفاد من المخطط ما يلي:

1- تقييم مدى ملاءمة التوزيع المحدد لكل متغير (أو عينة).

2- تقدير وعرض وظائف الثبات / البقاء والمخاطر لكل متغير (أو عينة) بشكل مستقل.

3- نقارن نتائج جميع المتغيرات (أو العينات) في كل قطعة.

4- عند انشاء المخطط فإنه يتم اختيار عرض مخطط parametric (عن طريق تحديد توزيع البيانات) ، أو مخطط nonparametric. يتضمن (شكل التوزيع ، مخطط الثبات Survaival function، دالة كثافة الاحتمال PDF ، ومخطط الخطر Hazard Function).

5- عادةً ما تكون البيانات التي يتم جمعها تمثل اوقات الفشل.

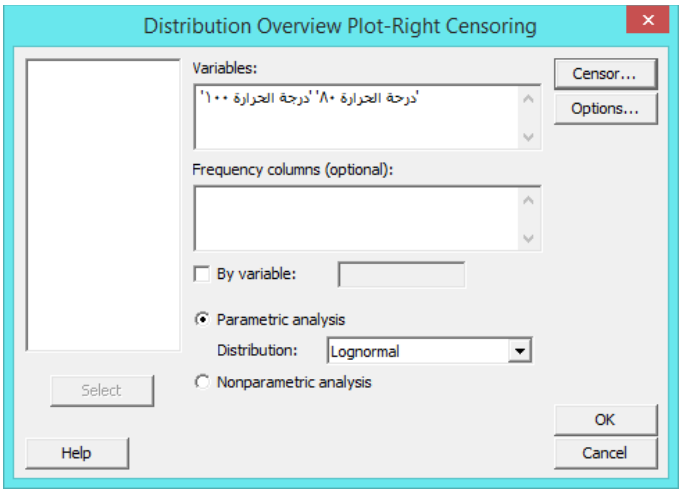
6- يجب أن تكون البيانات مبتورة من اليمين أو ليست مبتورة.

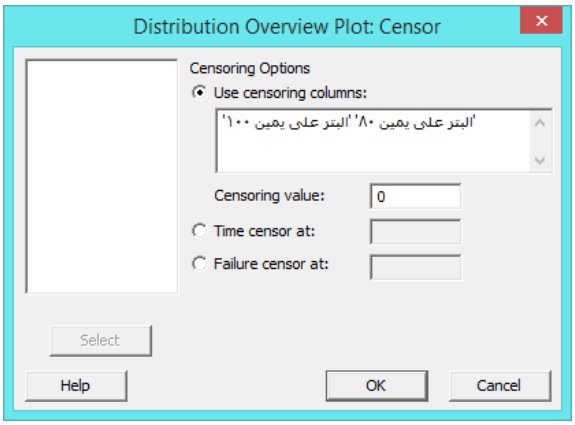
مثال :

يدرس مهندس في قياس الثبات معدلات الفشل في لف المحركات التوربينية لتحديد الأوقات التي تفشل فيها اللفات. في درجات الحرارة المرتفعة ، قد تتلف اللفات بسرعة كبيرة. يسجل المهندس أوقات فشل لفات المحرك عند درجات حرارة مختلفة. ومع ذلك ، يجب إزالة بعض الوحدات من الاختبار قبل أن تفشل. لذلك ، تخضع البيانات للبتر من الجهة اليمنى. لتحديد نموذج توزيع للبيانات التي تم جمعها عند 80 درجة مئوية ، يستخدم المهندس Distribution Overview Plo right-censored (مبتورة من جهة اليمين).

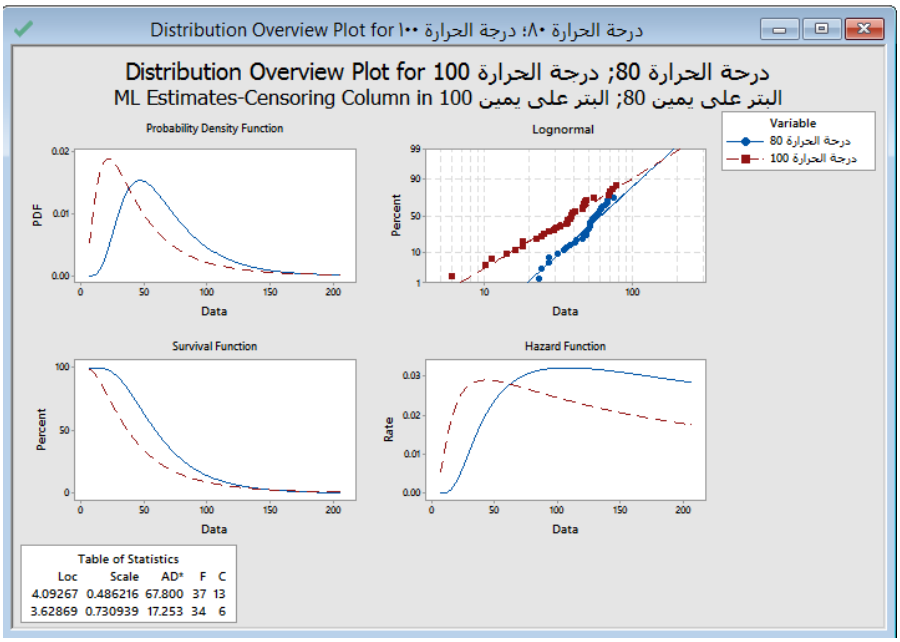
	درجة الحرارة ٨٠	البتر على يمين ٨٠	درجة الحرارة ١٠٠	البتر على يمين ١٠٠
1	50	1	101	0
2	60	1	11	1
3	53	1	48	1
4	40	1	32	1
5	51	1	36	1
6	99	0	22	1
7	35	1	72	1
8	55	1	69	1
9	74	1	35	1
10	101	0	29	1
11	56	1	18	1
12	45	1	38	1

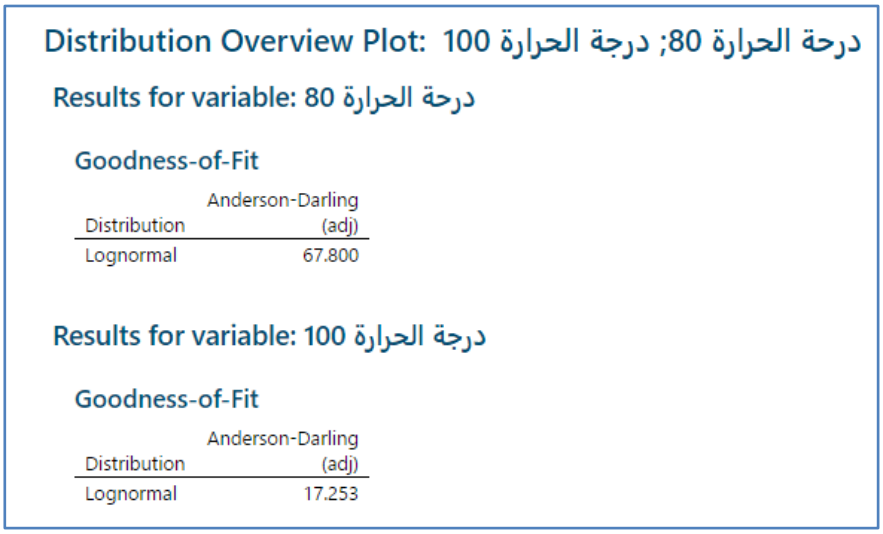
**ملاحظة : عدد السجلات (50) . انظر EngineWindingReliability.MTW


Distribution Overview Plot-Right Censoring
Variables:
'درجة الحرارة ٨٠' 'درجة الحرارة ١٠٠'
Censor...
Options...
Frequency columns (optional):
By variable:
Parametric analysis
Distribution: Lognormal
Nonparametric analysis
Select
Help
OK
Cancel


Distribution Overview Plot: Censor
Censoring Options
Use censoring columns:
'البتر على يمين ٨٠' 'البتر على يمين ١٠٠'
Censoring value: 0
Time censor at:
Failure censor at:
Select
Help
OK
Cancel

النتائج:


Distribution Overview Plot for ١٠٠ درجة الحرارة ؛٨٠ درجة الحرارة
Distribution Overview Plot for 100 درجة الحرارة ;80 درجة الحرارة
ML Estimates-Censoring Column in 100 البتر على يمين ;80 البتر على يمين
Probability Density Function
Lognormal
Survival Function
Hazard Function
Variable
80 درجة الحرارة
100 درجة الحرارة
PDF
Percent
Rate
Data
Table of Statistics
Loc Scale AD* F C
4.09267 0.486216 67.800 37 13
3.62869 0.730939 17.253 34 6



Distribution Overview Plot: درجة الحرارة 80; درجة الحرارة 100

Results for variable: درجة الحرارة 80

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)
Lognormal	67.800

Results for variable: درجة الحرارة 100

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)
Lognormal	17.253

التحليل :

يوضح المخطط أن نقاط أوقات الفشل تقع تقريبًا على الخط المستقيم لكلا المتغيرين. لذلك ، يعتبر توزيع lognormal مناسبًا للبيانات لكلا المتغيرين. استخدم مخطط دالة الخطر hazard لمقارنة معدل الفشل للمتغيرات المختلفة. على سبيل المثال ، عند 100 درجة مئوية ، يكون معدل الفشل في البداية أكبر من 80 درجة مئوية ، ليصل إلى ذروة ما يقرب من 0.03 في حوالي 40 ساعة. عند 80 درجة مئوية ، يزداد معدل الفشل ببطء أكثر ، ليصل إلى ذروة تزيد عن 0.032 في حوالي 50 ساعة.

استخدم مخطط دالة البقاء survival لمقارنة معدل البقاء للمتغيرات المختلفة. على سبيل المثال ، في أوقات أقل من 150 ساعة تقريبًا ، تكون النسبة المئوية للفات التي تبقى موجودة أكبر بكثير عند 80 درجة مئوية من عند 100 درجة مئوية. بعد 150 ساعة ، تصبح النسبة المئوية للفات التي تبقى هي نفسها تقريبًا في درجتي الحرارة.

تحليل التوزيع المعلمي مبتورة من اليمين (Parametric distribution analysis right-censored) :

- ✓ يستخدم لتقدير الثبات عندما تتبع بيانات اوقات فشل محدد توزيع معلمي و / أو مشاهدات مبتورة من جهة اليمين. عندما تكون البيانات مبتورة من اليمين يتم تسجيل الفشل فقط إذا حدثت قبل وقت معين. تعتبر الوحدة التي تبقى لفترة أطول من ذلك الوقت مشاهدة مبتورة من اليمين.
- ✓ يمكن الاختيار من بين 11 توزيع معلمي تُستخدم عادةً لنمذجة بيانات الثبات: 3- smallest extreme value, Weibull, parameter Weibull, exponential, 2-parameter exponential, normal, lognormal, 3-parameter lognormal, logistic, loglogistic, 3-parameter loglogistic.
- ✓ بناءً على التوزيع يمكن القيام بما يلي:

1- عرض تقديرات المعلمات وخصائص التوزيع ، مثل: متوسط وقت الفشل (MTTF).

2- تقدير المئينات ، واحتمالات البقاء survival probabilities، واحتمالات الفشل التراكمي ، وفترات الثقة الخاصة بهم.

3- عرض مخططات البقاء ومخططات الفشل التراكمية ومخططات الخطر لتحليل احتمال الفشل أو البقاء/الثبات .

4- تقييم مدى ملاءمة التوزيع المحدد بشكل احتمالي.

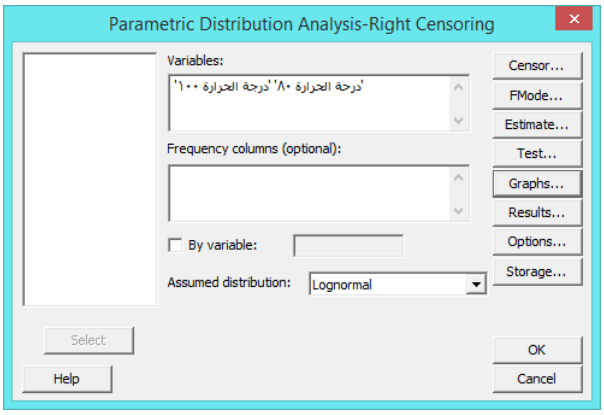
- ✓ عندما يفشل المنتج بطرق مختلفة ، يمكنك إدخال معلومات وضع الفشل لهذا التحليل لتقييم تأثير كل نوع من الفشل على الثبات العام. يُفترض أن يكون كل وضع فشل مستقلاً وقد يتم نمذجته من خلال توزيعات مختلفة. من خلال تحليل كل وضع فشل بشكل فردي ، يمكن بسهولة تحديد أولويات التحسين.
- ✓ عادةً ما تكون البيانات التي يتم جمعها عبارة عن أوقات فشل.
- ✓ يجب أن تكون البيانات مبتورة من اليمين أو ليست مبتورة .
- ✓ إذا كانت البيانات متعددة البتر فيجب أن يكون هناك عمود من مؤشرات البتر.
- ✓ لتقييم كل سبب من أسباب الفشل بشكل منفصل ، يتم تسجيل نماذج الفشل.
- ✓ يجب أن يتناسب التوزيع الذي يتم تحديده مع البيانات بشكل مناسب.

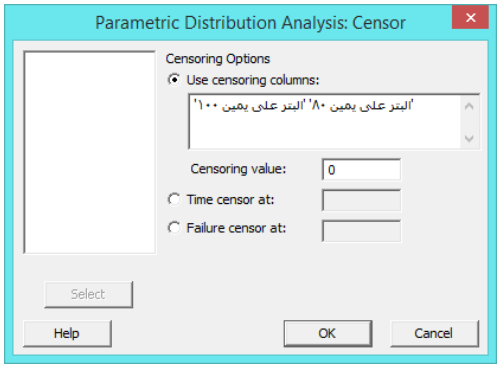
مثال :

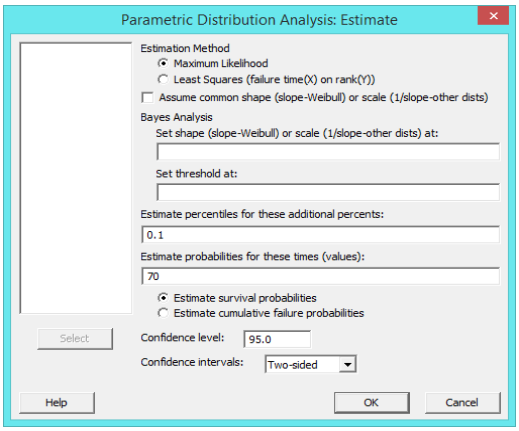
يدرس مهندس قياس الثبات معدلات الفشل في لف المحركات للمحركات التوربينية لتحديد الأوقات التي تفشل فيها اللفات. في درجات الحرارة المرتفعة ، قد تتعطل اللفات بسرعة كبيرة. يسجل المهندس أوقات فشل لفات المحرك عند درجات حرارة مختلفة. ومع ذلك ، يجب إزالة بعض الوحدات من الاختبار قبل أن تفشل. لذلك ، تخضع البيانات للبتر من الجهة اليمنى. يستخدم المهندس Parametric distribution analysis right-censored لتحديد ما يلي: (* الأوقات التي تفشل فيها النسب المختلفة للملفات، يهتم المهندس بشكل خاص بالمئين 0.1 ، * النسبة المئوية للفات التي استمرت لل 70 ساعة الماضية ، * دالة بقاء لفات المحرك (كما هو موضح في مخطط البقاء) ، * ملاءمة توزيع Lognormal للبيانات (كما هو موضح في مخطط الاحتمال Probability plot)).

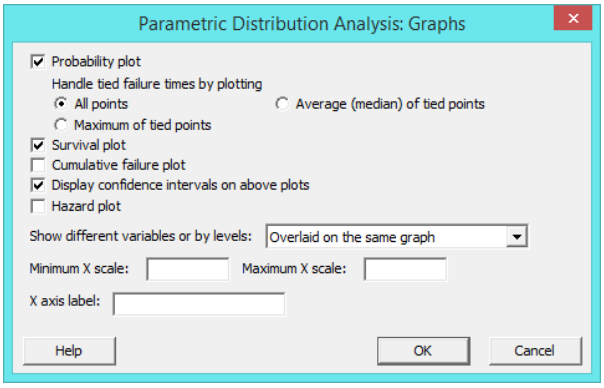
	درجة الحرارة ٨٠	البتر على يمين ٨٠	درجة الحرارة ١٠٠	البتر على يمين ١٠٠
1	50	1	101	0
2	60	1	11	1
3	53	1	48	1
4	40	1	32	1
5	51	1	36	1
6	99	0	22	1
7	35	1	72	1
8	55	1	69	1
9	74	1	35	1
10	101	0	29	1
11	56	1	18	1
12	45	1	38	1

**ملاحظة : عدد السجلات (50) . انظر EngineWindingReliability.MTW

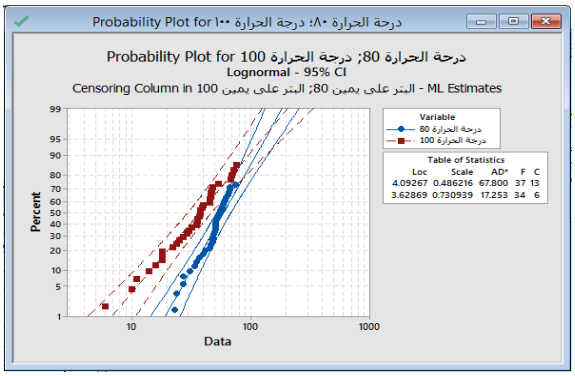

Parametric Distribution Analysis-Right Censoring
Variables:
'درجة الحرارة ٨٠' 'درجة الحرارة ١٠٠'
Frequency columns (optional):
By variable:
Assumed distribution:
Lognormal
Censor...
FMode...
Estimate...
Test...
Graphs...
Results...
Options...
Storage...
Select
Help
OK
Cancel

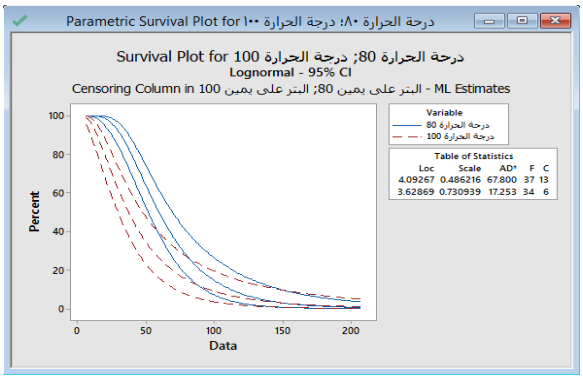

Parametric Distribution Analysis: Censor
Censoring Options
Use censoring columns:
'البتر على يمين ٨٠' 'البتر على يمين ١٠٠'
Censoring value:
0
Time censor at:
Failure censor at:
Select
Help
OK
Cancel


Parametric Distribution Analysis: Estimate
Estimation Method
Maximum Likelihood
Least Squares (failure time(X) on rank(Y))
Assume common shape (slope-Weibull) or scale (1/slope-other dists)
Bayes Analysis
Set shape (slope-Weibull) or scale (1/slope-other dists) at:
Set threshold at:
Estimate percentiles for these additional percents:
0.1
Estimate probabilities for these times (values):
70
Estimate survival probabilities
Estimate cumulative failure probabilities
Select
Confidence level:
95.0
Confidence intervals:
Two-sided
Help
OK
Cancel


Parametric Distribution Analysis: Graphs
Probability plot
Handle tied failure times by plotting
All points
Average (median) of tied points
Maximum of tied points
Survival plot
Cumulative failure plot
Display confidence intervals on above plots
Hazard plot
Show different variables or by levels:
Overlaid on the same graph
Minimum X scale:
Maximum X scale:
X axis label:
Help
OK
Cancel

النتائج:





Distribution Analysis: 80 درجة الحرارة

Variable: 80 درجة الحرارة

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	37
Right censored value	13

Censoring value: 0 = 80 البتر على يمين

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Lognormal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
Location	4.09267	0.0719681	3.95161	4.23372
Scale	0.486216	0.0606247	0.380799	0.620816

Log-Likelihood = -181.625

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)
67.800

Characteristics of Distribution

	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
Mean(MTTF)	67.4153	5.55245	57.3656	79.2255
Standard Deviation	34.8145	6.79827	23.7435	51.0476
Median	59.8995	4.31085	52.0192	68.9735
First Quartile(Q1)	43.1516	3.29526	37.1531	50.1186
Third Quartile(Q3)	83.1475	7.37690	69.8763	98.9392
Interquartile Range(IQR)	39.9959	6.33317	29.3245	54.5505

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
0.1	13.3317	2.51559	9.21026	19.2975
1	19.3281	2.83750	14.4953	25.7722
2	22.0674	2.92559	17.0178	28.6154
3	24.0034	2.97261	18.8304	30.5975
4	25.5709	3.00355	20.3126	32.1906
5	26.9212	3.02621	21.5978	33.5566
6	28.1265	3.04403	22.7506	34.7727
7	29.2276	3.05881	23.8074	35.8819
8	30.2501	3.07165	24.7910	36.9113
9	31.2110	3.08326	25.7170	37.8788
10	32.1225	3.09409	26.5962	38.7970

Table of Survival Probabilities

Time	Probability	95.0% Normal CI Lower	Upper
70	0.374299	0.263102	0.497141

Distribution Analysis: 100 درجة الحرارة

Variable: 100 درجة الحرارة

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	34
Right censored value	6

Censoring value: 0 = 100 البتر على يمين

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Lognormal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
Location	3.62869	0.117785	3.39784	3.85955
Scale	0.730939	0.0919808	0.571172	0.935397

Log-Likelihood = -160.688

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)
17.253

Characteristics of Distribution

	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
Mean(MTTF)	49.1969	6.91761	37.3465	64.8076
Standard Deviation	41.3431	11.0416	24.4947	69.7806
Median	37.6636	4.43620	29.8995	47.4439
First Quartile(Q1)	23.0044	2.95055	17.8910	29.5791
Third Quartile(Q3)	61.6643	8.49843	47.0677	80.7876
Interquartile Range(IQR)	38.6600	7.24495	26.7759	55.8185

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
0.1	3.93505	1.17289	2.19401	7.05767
1	6.87764	1.61698	4.33827	10.9034
2	8.39410	1.79420	5.52121	12.7619

70	55.2572	7.24447	42.7359	71.4473
80	69.6769	10.2054	52.2896	92.8456
90	96.1040	16.6968	68.3686	135.091
91	100.354	17.8420	70.8271	142.191
92	105.185	19.1727	73.5864	150.351
93	110.765	20.7464	76.7308	159.894
94	117.347	22.6502	80.3853	171.305
95	125.334	25.0242	84.7457	185.362
96	135.414	28.1141	90.1452	203.417
97	148.925	32.4050	97.2189	228.130
98	168.993	39.0628	107.427	265.843
99	206.255	52.1976	125.600	338.704

Table of Survival Probabilities

		95.0% Normal CI	
Time	Probability	Lower	Upper
70	0.198233	0.107187	0.324816

التحليل:

باستخدام جدول المئينات ، يمكن للمهندس تحديد الأوقات التي تفشل فيها النسب المئوية المختلفة للملفات. من Table of percentiles عند درجة 80 مئوية ، تفشل 1٪ من اللفات بمقدار 19.3281 ساعة. يتم أيضًا عرض قيم المئين 0.1 ، التي طلب تحليلها في الجدول. عند درجة 80 مئوية ، يفشل 0.1٪ من اللفات بمقدار 13.3317 ساعة. عند درجة 100 مئوية ، يفشل 0.1٪ من اللفات بمقدار 3.93505 ساعة. لذلك فإن الزيادة في درجة الحرارة تقلل المئين 0.1 بقيمة 9.5 ساعة تقريبًا. باستخدام Table of survival probabilites ، يمكن للمهندس تحديد نسبة اللفات المتوقعة لبقاء أكثر من 70 ساعة. عند درجة 80 مئوية ، من المتوقع أن تبقى 37.43٪ من اللفات لأكثر من 70 ساعة. عند درجة 100 مئوية ، من المتوقع أن تبقى 19.82٪ من اللفات لأكثر من 70 ساعة. يستخدم المهندس مخطط البقاء لعرض احتمالات البقاء بمرور الوقت ، ومخطط الاحتمال للتحقق من أن توزيع lognormal يناسب البيانات بشكل ملائم.

تحليل التوزيع اللامعلمي مبتور من اليمين (Nonparametric distribution analysis right-censored) :

- ✓ يستخدم لتقدير ثبات المنتج عندما لا يوجد توزيع يناسب البيانات بشكل ملائم. عندما تكون البيانات مبتورة من جهة اليمين، يتم تسجيل الفشل فقط إذا حدثت قبل وقت محدد. تعتبر الوحدة التي تعيش لفترة أطول من ذلك مشاهدة مبتورة من جهة اليمين.
- ✓ اعتمادًا على الطريقة اللامعلمية التي يتم اختيارها يمكن القيام بما يلي:
  - 1- تقدير النسبة المئوية للعناصر التي ستفشل أو ستبقى لفترات زمنية مختلفة.
  - 2- عرض مخططات الخطر ومخططات البقاء لعرض احتمالات الفشل والبقاء.
  - 3- اختبار مساواة منحنيات البقاء لعينات متعددة.
- ✓ يمكن أيضًا استخدام هذا التحليل للتحقق من صحة ومقارنة النتائج من تحليل التوزيع المعلمي. يعتبر تحليل التوزيع اللامعلمي أقل كفاءة من التحليل المعلمي مع نموذج توزيع مناسب ، وبالتالي ينتج عنه فترات ثقة أوسع. ومع ذلك نظرًا لأن التحليل اللامعلمي لا يتطلب ملاءمة أي توزيع للبيانات ، فلن تتأثر نتائجه بشكل سلبي بسبب سوء ملائمة التوزيع.
- ✓ عندما يفشل المنتج بطرق مختلفة ، يتم استخدام تحليل نماذج الفشل لتقييم تأثير كل نوع من الفشل على الثبات العام. يُفترض أن يكون هناك وضع فشل مستقل. من خلال تحليل كل وضع فشل بشكل فردي ، يمكن بسهولة تحديد أولويات جهود التحسين.

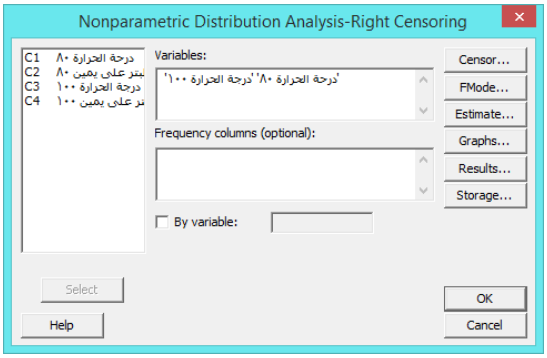
- ✓ عادةً ما تكون البيانات التي يتم جمعها أوقات فشل .
- ✓ يجب أن تكون البيانات مبتورة من اليمين او ليست مبتورة .
- ✓ إذا كانت البيانات مبتورة متعددة البتر ، فيجب أن يكون هناك عمود من مؤشرات البتر.
- ✓ لتقييم كل سبب من أسباب الفشل بشكل منفصل يتم بتسجيل أوضاع الفشل.

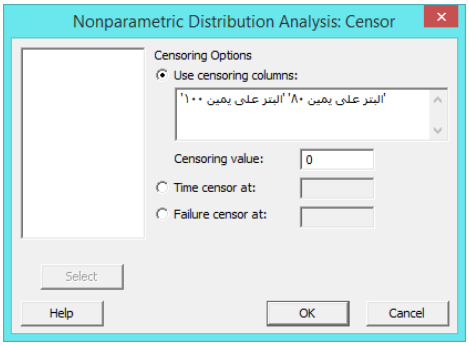
مثال :

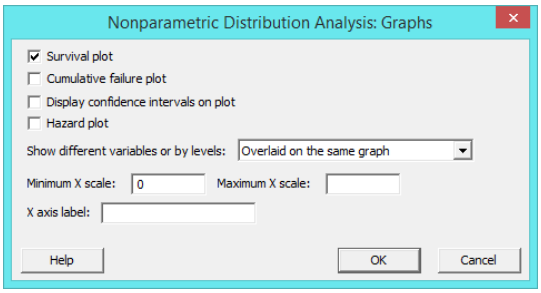
يدرس مهندس لقياس الثبات معدلات الفشل في لف المحركات للمحركات التوربينية لتحديد الأوقات التي تفشل فيها اللفات. في درجات الحرارة المرتفعة ، قد تتعطل اللفات بسرعة كبيرة. يسجل المهندس أوقات فشل لفات المحرك عند درجات حرارة مختلفة. ومع ذلك ، يجب إزالة بعض الوحدات من الاختبار قبل أن تفشل. لذلك ، تخضع البيانات للبتر من الجهة اليمنى. يستخدم المهندس Nonparametric distribution analysis right–censored لتحديد ما يلي: (* الأوقات التي تفشل فيها النسب المختلفة للفلات * النسبة المئوية للفلات التي ستبقى في أوقات مختلفة * دالة بقاء لفات المحرك (كما هو موضح في مخطط الثبات) لتوضيح فيما إذا كانت منحنيات البقاء عند درجات الحرارة مختلفة بشكل كبير أم لا) .

	درجة الحرارة ٨٠	البتر على يمين ٨٠	درجة الحرارة ١٠٠	البتر على يمين ١٠٠
1	50	1	101	0
2	60	1	11	1
3	53	1	48	1
4	40	1	32	1
5	51	1	36	1
6	99	0	22	1
7	35	1	72	1
8	55	1	69	1
9	74	1	35	1
10	101	0	29	1
11	56	1	18	1
12	45	1	38	1

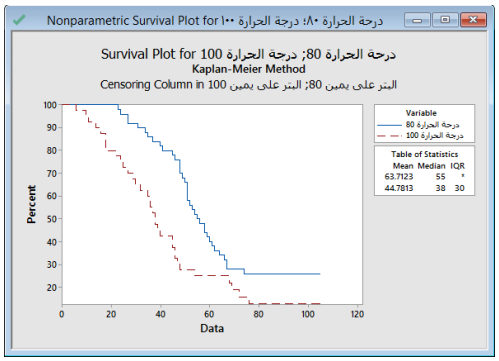
**ملاحظة : عدد السجلات (50) . انظر EngineWindingReliability.MTW







النتائج:



Distribution Analysis: درجة الحرارة 80

Variable: درجة الحرارة 80

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	37
Right censored value	13

Censoring value: 0 = البتر على يمين 80

Nonparametric Estimates

Characteristics of Variable

Mean(MTTF)	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	95.0% Normal CI Upper	Q1	Median	Q3	IQR
63.7123	3.83453	56.1968	71.2279	48	55	*	*

Kaplan-Meier Estimates

Time	Number at Risk	Number Failed	Survival Probability	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	95.0% Normal CI Upper
23	50	1	0.980000	0.0197990	0.941195	1.00000
24	49	1	0.960000	0.0277128	0.905684	1.00000
27	48	2	0.920000	0.0383667	0.844803	0.99520
31	46	1	0.900000	0.0424264	0.816846	0.98315

Distribution Analysis: درجة الحرارة 100

Variable: درجة الحرارة 100

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	34
Right censored value	6

Censoring value: 0 = البتر على يمين 100

Nonparametric Estimates

Characteristics of Variable

Mean(MTTF)	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	95.0% Normal CI Upper	Q1	Median	Q3	IQR
44.7813	4.43366	36.0914	53.4711	24	38	54	30

Kaplan-Meier Estimates

Time	Number at Risk	Number Failed	Survival Probability	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
6	40	1	0.97500	0.0246855	0.926617	1.00000
10	39	1	0.95000	0.0344601	0.882459	1.00000
11	38	1	0.92500	0.0416458	0.843376	1.00000
14	37	1	0.90000	0.0474342	0.807031	0.99297
16	36	1	0.87500	0.0522913	0.772511	0.97749
18	35	3	0.80000	0.0632456	0.676041	0.92396
22	32	1	0.77500	0.0660256	0.645592	0.90441
24	31	1	0.75000	0.0684653	0.615810	0.88419
25	30	1	0.72500	0.0706001	0.586626	0.86337
27	29	1	0.70000	0.0724569	0.557987	0.84201
29	28	1	0.67500	0.0740566	0.529852	0.82015
30	27	1	0.65000	0.0754155	0.502188	0.79781
32	26	1	0.62500	0.0765466	0.474972	0.77503
35	25	1	0.60000	0.0774597	0.448182	0.75182
36	24	2	0.55000	0.0786607	0.395828	0.70417
37	22	1	0.52500	0.0789581	0.370245	0.67975
38	21	2	0.47500	0.0789581	0.320245	0.62975
39	19	1	0.45000	0.0786607	0.295828	0.60417
40	18	1	0.42500	0.0781625	0.271804	0.57820
45	17	2	0.37500	0.0765466	0.224972	0.52503
46	15	2	0.32500	0.0740566	0.179852	0.47015
47	13	1	0.30000	0.0724569	0.157987	0.44201
48	12	1	0.27500	0.0706001	0.136626	0.41337
54	11	1	0.25000	0.0684653	0.115810	0.38419
68	8	1	0.21875	0.0666585	0.088102	0.34940
69	7	1	0.18750	0.0640434	0.061977	0.31302
72	6	1	0.15625	0.0605154	0.037642	0.27486
76	5	1	0.12500	0.0559017	0.015435	0.23457

Distribution Analysis: 100 درجة الحرارة ;80 درجة الحرارة

Comparison of Survival Curves

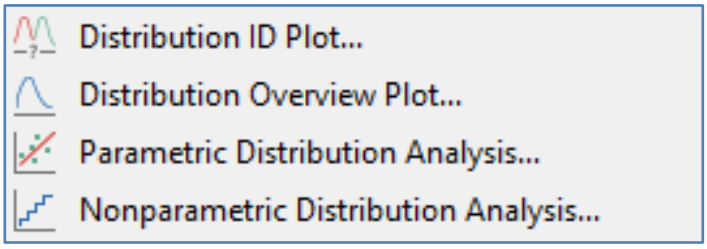
Test Statistics

Method	Chi-Square	DF	P-Value
Log-Rank	7.7152	1	0.005
Wilcoxon	13.1326	1	0.000

التحليل:

الوسيط المقدر لوقت الفشل لدرجة الحرارة 80 هو 55 ساعة و الوسيط المقدر لوقت الفشل لدرجة الحرارة 100 مئوية هو 38 ساعة. لذلك ، فإن الزيادة في درجة الحرارة تقلل من وسيط وقت الفشل بنحو 17 ساعة. يعرض Minitab تقديرات البقاء في جدول تقديرات Kaplan-Meier . عند درجة 80 مئوية ، فإن 0.9000 (90٪) من اللفات تبقى على قيد الحياة بعد 31 ساعة. عند درجة 100 مئوية ، فإن 0.9000 (90٪) من اللفات تبقى على قيد الحياة بعد 14 ساعة. في جدول إحصائيات الاختبار Test statistics table، تشير قيمة P-Value <α (عادة α = 0.05) إلى أن منحنيات البقاء مختلفة بشكل كبير. في هذه الحالة ، تكون قيمتا P-Value (0.005) و (0.00) وهما أقل من قيمة α ، مما يشير إلى أن التغيير بمقدار 20 درجة مئوية له تأثير على فشل ملفات المحرك.

تحليل التوزيع – البتر غير المحدد Distribution Analysis (Arbitrary censoring) :



Distribution ID Plot :

- ✓ يستخدم لتحديد التوزيع الأنسب للبيانات عندما تكون هناك بيانات فشل مع مشاهدات غير محددة البتر.
- ✓ تتضمن بيانات البتر غير المحدد البتر من الجهة اليسرى و / أو المشاهدات المبتورة بفترة معينة .
- ✓ يسمح هذا التحليل بتقييم مدى ملاءمة 11 توزيع معلمي والتي تُستخدم عادةً لنمذجة بيانات الثبات: Weibull, 3-parameter Weibull, exponential, 2-parameter exponential, normal, lognormal, 3-parameter lognormal, logistic, loglogistic, and 3-parameter loglogistic.
- ✓ يقوم Minitab بإنشاء مخططات احتمالية للتوزيعات التي يتم تحديدها. هذه المخططات الاحتمالات تساعد في تحديد أي من التوزيعات المعلمية – إن وجدت – يناسب البيانات بشكل أفضل. بالإضافة إلى ذلك يقوم Minitab باحتساب المئينات ومتوسط وقت الفشل (MTTF) لكل توزيع ، والتي توفر معلومات إضافية يجب مراعاتها عند اختيار نموذج توزيع لتحليل الثبات.
- ✓ Distribution ID Plot يمكن أن يساعد في تحديد استخدام او عدم استخدام تحليل توزيع معلمي او لامعلمي لتقييم البيانات بشكل أكبر.
- ✓ من شروطه :

1- عادةً ما تكون البيانات التي يتم جمعها هي أوقات فشل.

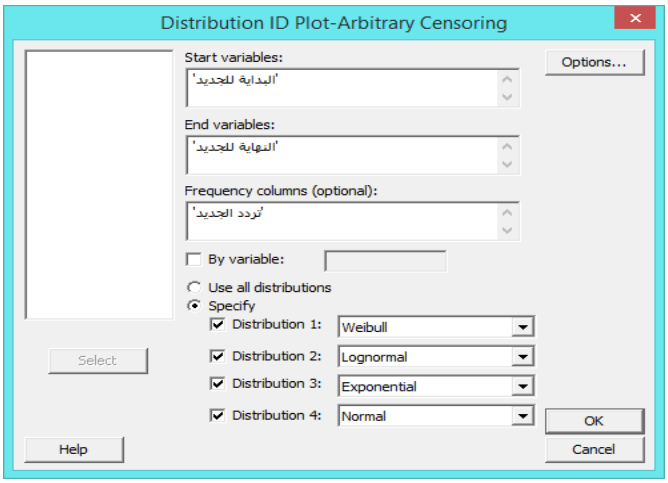
2- يجب أن تكون البيانات مبتورة بترا غير محدد.

مثال :

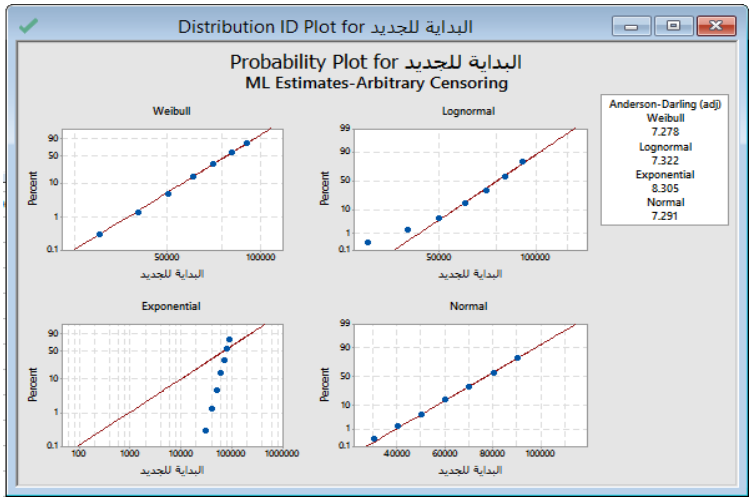
يرغب مهندس يقيس الثبات في تقييم ثبات نوع جديد من كاتم الصوت وتقدير نسبة الكفالة التي تبلغ 50000 ميل. يجمع المهندس بيانات الفشل لكل من النوع القديم والجديد من كاتمات الصوت. تم فحص فشل كاتمات الصوت كل 10000 ميل .يسجل المهندس عدد حالات الفشل لكل فترة من 10000 ميل. البيانات هنا من النوع غير محدد البتر. قبل تحليل بيانات الفشل في كاتمات الصوت الجديدة باستخدام تحليل توزيع معلمي (بتر غير محدد) يستخدم المهندس Distribution ID Plot لتحديد نموذج توزيع للتحليل.

	بداية القديم	نهاية القديم	التكرار للقديم	بداية الجديد	نهاية الجديد	تكرار الجديد
1	*	10000	1	*	10000	0
2	10000	20000	6	10000	20000	0
3	20000	30000	28	20000	30000	3
4	30000	40000	79	30000	40000	11
5	40000	50000	145	40000	50000	34
6	50000	60000	202	50000	60000	108
7	60000	70000	240	60000	70000	179

**ملاحظة : انظر : MufflerReliability.MTW



النتائج:



Distribution ID Plot: Start = بداية الجديد and End = نهاية الجديد

Using frequencies in تكرار الجديد

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)
Weibull	7.278
Lognormal	7.322
Exponential	8.305
Normal	7.291

Table of Percentiles

Distribution	Percent	Percentile	Standard Error	95% Normal CI Lower	Upper
Weibull	1	37265.1	938.485	35470.3	39150.6
Lognormal	1	43817.7	688.033	42489.7	45187.2
Exponential	1	941.789	32.5296	880.143	1007.75
Normal	1	39810.3	1047.34	37757.6	41863.1
Weibull	5	49434.9	841.147	47813.5	51111.3
Lognormal	5	51458.9	624.451	50249.5	52697.5
Exponential	5	4806.55	166.019	4491.93	5143.21
Normal	5	50694.9	810.524	49106.3	52283.5

Weibull	5	49434.9	841.147	47813.5	51111.3
Lognormal	5	51458.9	624.451	50249.5	52697.5
Exponential	5	4806.55	166.019	4491.93	5143.21
Normal	5	50694.9	810.524	49106.3	52283.5
Weibull	10	56006.1	759.186	54537.7	57514.0
Lognormal	10	56063.1	585.905	54926.4	57223.3
Exponential	10	9873.05	341.017	9226.79	10564.6
Normal	10	56497.5	699.183	55127.1	57867.8
Weibull	50	77639.9	501.312	76663.5	78628.7
Lognormal	50	75850.3	576.625	74728.5	76988.9
Exponential	50	64952.9	2243.49	60701.3	69502.3
Normal	50	76966.0	514.756	75957.1	77974.9

Table of MTTF

Distribution	Mean	Standard Error	95% Normal CI Lower	Upper
Weibull	76585.0	488.71	75633.1	77549
Lognormal	77989.9	615.96	76792.0	79207
Exponential	93707.3	3236.67	87573.5	100271
Normal	76966.0	514.76	75957.1	77975

التحليل:

في مخطط الاحتمال Weibull ، تقع النقاط تقريبًا على الخط المستقيم. لذلك يوفر توزيع Weibull ملاءمة جيدة. وهكذا قرر المهندس استخدام توزيع Weibull لنمذجة بيانات تحليل توزيع معلمي (بتر غير محدد) . يعرض Minitab أيضًا جدول المئينات وجدول متوسط وقت الفشل (MTTF) ، والذي يوفر أوقات الفشل المحسوبة لكل توزيع. يمكن مقارنة القيم المحسوبة لمعرفة كيف يمكن أن تتغير الاستنتاجات مع توزيعات مختلفة.

** كلما كانت قيمة AD اقل كان التوزيع اكثر مناسبة.

نظرة عامة على التوزيع – بيانات غير محددة البتر (Distribution Overview Plot (Arbitrary Censoring :

- ✓ يستخدم لفحص بيانات غير محددة البتر على مخططات متعددة من رسم بياني واحد.
- ✓ تتضمن بيانات البتر غير المحدد البتر من الجهة اليسرى و / أو المشاهدات المبتورة بفترة معينة
- ✓ يوفر هذا التحليل مخططات متعددة لوصف وتقييم توزيع بيانات وقت الفشل.
- ✓ باستخدام المخططات يمكن القيام بما يلي:
  1- تقييم مدى ملاءمة التوزيع المحدد لكل متغير (عينة) .
  2- تقدير وعرض دوال البقاء والخطر لكل متغير (عينة) بشكل مستقل.
  3- مقارنة نتائج جميع المتغيرات (العينات) في كل مخطط.
- ✓ عندما يتم إنشاء مخطط Distribution Overview Plot فإنه يتم اختيار عرض إما مخطط معلمي (عن طريق تحديد توزيع للبيانات) ، أو مخطط لامعلمي.
- ✓ تتضمن Distribution Overview Plot المعلمي (* مخططات احتمالية التوزيع المحدد ، * و مخططات البقاء ، * دالة كثافة الاحتمال probability density function ، * مخططات الخطر).

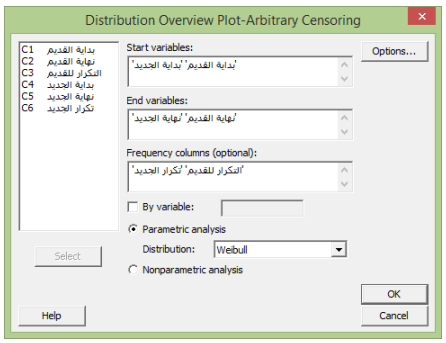
- ✓ بالنسبة للبيانات غير محددة البتر فان مخطط Overview Plot اللامعلمي يتضمن (مخطط بقاء Turnbull أو مخطط البقاء الاكتواري Actuarial survival plot ومخطط الخطر).
- ✓ عادةً ما تكون البيانات التي يتم جمعها عبارة عن أوقات فشل.
- ✓ يجب أن تكون البيانات من النوع غير محدد البتر .

مثال :

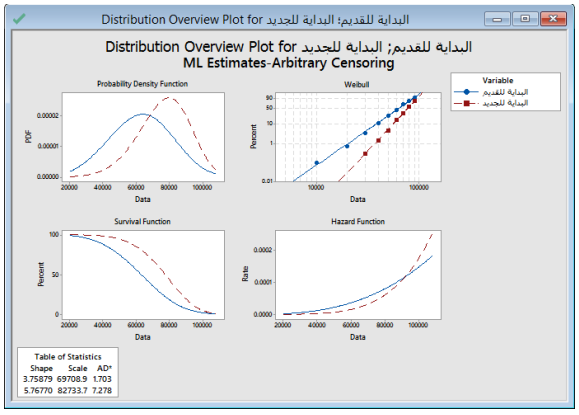
يرغب مهندس يقيس الثبات في تقييم ثبات نوع جديد من كاتم الصوت وتقدير نسبة الكفالة التي تبلغ 50000 ميل. يجمع المهندس بيانات الفشل لكل من النوع القديم والجديد من كاتمات الصوت. تم فحص فشل كاتمات الصوت كل 10000 ميل. يسجل المهندس عدد حالات الفشل لكل فترة من 10000 ميل. البيانات هنا من النوع غير محدد البتر. قبل تحليل بيانات الفشل في كاتمات الصوت الجديدة باستخدام تحليل توزيع معلمي (بتر غير محدد) يستخدم المهندس Distribution Overview Plot (Arbitrary Censoring) لتناسب توزيع Weibull للبيانات ولتقييم معدلات البقاء والفشل بمرور الوقت

	بداية القديم	نهاية القديم	تردد القديم	بداية الجديد	نهاية الجديد	تردد الجديد
1	*	10000	1	*	10000	0
2	10000	20000	6	10000	20000	0
3	20000	30000	28	20000	30000	3
4	30000	40000	79	30000	40000	11
5	40000	50000	145	40000	50000	34
6	50000	60000	202	50000	60000	108
7	60000	70000	240	60000	70000	179
8	70000	80000	142	70000	80000	261
9	90000	*	83	90000	*	210
10	80000	90000	123	80000	90000	243

**ملاحظة : انظر : MufflerReliability.MTW



النتائج:



Distribution Overview Plot: Start = البداية للقديم; البداية ... ; End = النهاية للجديد

Using frequencies in تردد القديم; تردد الجديد

Results for variable Start = البداية للقديم and End = النهاية للقديم

Using frequencies in تردد القديم

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)
Weibull	1.703

Results for variable Start = البداية للجديد and End = النهاية للجديد

Using frequencies in تردد الجديد

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)
Weibull	7.278

التحليل :

يتبين من مخططات الاحتمال إلى أن توزيع Weibull مناسب بشكل جيد لهذه البيانات لكلا المتغيرين. يتم استخدم مخطط دالة الخطر لمقارنة معدل الفشل للمتغيرات المختلفة. على سبيل المثال ، معدل الفشل في تصميم كاتم الصوت الجديد أقل من معدل الفشل في التصميم القديم عند استخدام أقل من 90000 ميل تقريبًا. يتم استخدم مخطط دالة البقاء لمقارنة معدل البقاء للمتغيرات المختلفة. على سبيل المثال ، النسبة المئوية لكاتمات الصوت التي تبقى على قيد الحياة أكبر لتصميم كاتم الصوت الجديد من التصميم القديم عبر جميع أميال الاستخدام.

الثبات لتوزيع معلمي – بيانات غير محددة البتر (Parametric Distribution Analysis (Arbitrary Censoring :

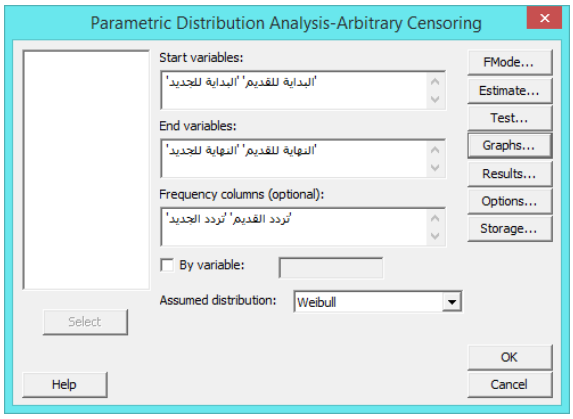
- ✓ يستخدم لتقدير الثبات لنظام عندما تتبع البيانات توزيعًا معلميا (البيانات غير محددة البتر).
- ✓ يمكن الاختيار من بين 11 توزيعا لنمذجة البقاء : Weibull, 3-parameter Weibull, exponential, 2-parameter exponential, normal, lognormal, 3-parameter lognormal, logistic, loglogistic, and 3-parameter loglogistic.
- ✓ بناءً على التوزيع المناسب يمكن القيام بما يلي:
  - 1- عرض تقديرات المعلمات وخصائص التوزيع ، مثل متوسط وقت الفشل (MTTF) .
  - 2- تقديرات المئينات ، واحتمالات البقاء ، واحتمالات الفشل التراكمي ، وفترات الثقة.
  - 3- عرض مخططات البقاء ومخططات الفشل التراكمية ومخططات الخطر لتحليل احتمال الفشل أو البقاء.
  - 4- تقييم مدى ملاءمة التوزيع المحدد بمخطط الاحتمال .
- ✓ عندما يفشل المنتج بطرق مختلفة ، يمكن إدخال معلومات وضع الفشل لهذا التحليل لتقييم تأثير كل نوع من الفشل على الثبات.
- ✓ يُفترض أن يكون كل وضع فشل مستقلاً وقد يتم تمثيله من خلال توزيعات مختلفة.
- ✓ من خلال تحليل كل وضع فشل بشكل فردي ، يمكن بسهولة تحديد أولويات جهود التحسين.
- ✓ عادةً ما تكون البيانات التي يتم جمعها هي أوقات فشل.
- ✓ يجب أن تكون البيانات غير محددة البتر .
- ✓ لتقييم كل سبب من أسباب الفشل بشكل منفصل ، يتم تسجيل أوضاع الفشل.
- ✓ يجب أن يتناسب التوزيع الذي يتم تحديده مع البيانات بشكل مناسب.

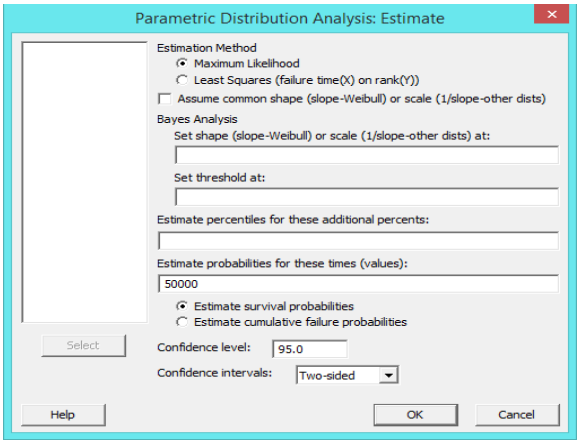
مثال :

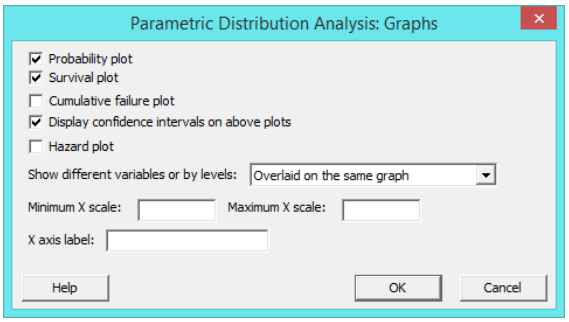
يرغب مهندس يقيس الثبات في تقييم ثبات نوع جديد من كاتم الصوت وتقدير نسبة الكفالة التي تبلغ 50000 ميل. يجمع المهندس بيانات الفشل لكل من النوع القديم والجديد من كاتمات الصوت. تم فحص فشل كاتمات الصوت كل 10000 ميل. يسجل المهندس عدد حالات الفشل لكل فترة من 10000 ميل. البيانات هنا من النوع غير محدد البتر. قبل تحليل بيانات الفشل في كاتمات الصوت الجديدة باستخدام تحليل توزيع معلمي (بتر غير محدد) . يستخدم المهندس Parametric Distribution Analysis (Arbitrary Censoring) لتحديد (* المسافة المقطوعة التي تفشل فيها نسب مختلفة من كاتمات الصوت ، * نسبة كاتمات الصوت التي ستبقى لمسافة 50000 ميل ، * دالة بقاء كاتمات الصوت (يكون موضح في مخطط البقاء) ، * ملاءمة توزيع Weibull للبيانات) .

	البداية للقديم	النهاية للقديم	تردد القديم	البداية للجديد	النهاية للجديد	تردد الجديد
1	*	10000	1	*	10000	0
2	10000	20000	6	10000	20000	0
3	20000	30000	28	20000	30000	3
4	30000	40000	79	30000	40000	11
5	40000	50000	145	40000	50000	34
6	50000	60000	202	50000	60000	108
7	60000	70000	240	60000	70000	179
8	70000	80000	142	70000	80000	261
9	90000	*	83	90000	*	210
10	80000	90000	123	80000	90000	243

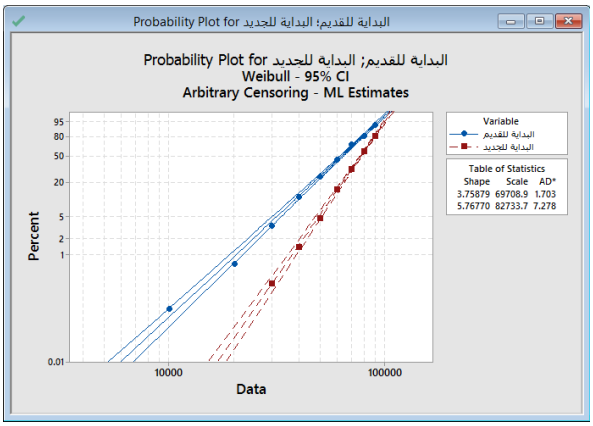
**ملاحظة : انظر : MufflerReliability.MTW

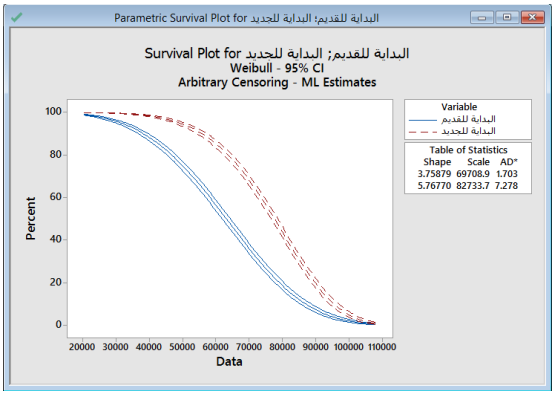






النتائج :





** بالنسبة للثلاث منحنيات فهي تمثل (Percent, Lower bound, Upper bound) ، فقط ضع الماوس فقط الرسم.

Distribution Analysis, Start = بداية القديم and End = نهاية القديم

Variable Start: بداية القديم End: نهاية القديم
Frequency: التكرار للقديم

Censoring

Censoring Information	Count
Right censored value	83
Interval censored value	965
Left censored value	1

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
Shape	3.75879	0.100226	3.56739	3.96045
Scale	69708.9	618.000	68508.1	70930.7

Log-Likelihood = -2083.927

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)
1.703

Characteristics of Distribution

	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
Mean(MTTF)	62963.8	585.834	61826.0	64122.5
Standard Deviation	18685.0	417.812	17883.8	19522.1
Median	63232.6	618.048	62032.7	64455.6
First Quartile(Q1)	50042.1	692.162	48703.7	51417.3
Third Quartile(Q3)	76037.5	658.037	74758.6	77338.2
Interquartile Range(IQR)	25995.4	610.478	24826.0	27219.9

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
1	20501.3	730.973	19117.5	21985.2
2	24686.2	762.138	23236.7	26226.0
3	27535.4	773.441	26060.5	29093.8
4	29766.4	777.507	28280.8	31329.9
5	31630.7	778.040	30141.9	33193.0

Table of Survival Probabilities

Time	Probability	95.0% Normal CI Lower	Upper
50000	0.750682	0.727911	0.771856

Distribution Analysis, Start = بداية الجديد and End = نهاية الجديد

Variable Start: بداية الجديد End: نهاية الجديد
Frequency: تكرار الجديد

* NOTE * 8 cases were used

* NOTE * 2 cases contained missing values or was a case with zero frequency.

Censoring

Censoring Information	Count
Right censored value	210
Interval censored value	839

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
Shape	5.76770	0.174361	5.43589	6.11977
Scale	82733.7	501.285	81757.0	83722.0

Log-Likelihood = -1804.510

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)
7.278

Characteristics of Distribution

	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
Mean(MTTF)	76585.0	488.710	75633.1	77548.8
Standard Deviation	15389.5	407.421	14611.4	16209.1
Median	77639.9	501.312	76663.5	78628.7
First Quartile(Q1)	66660.6	610.001	65475.7	67866.9
Third Quartile(Q3)	87554.2	543.215	86496.0	88625.4
Interquartile Range(IQR)	20893.7	591.844	19765.3	22086.5

7	52500.3	804.776	50946.5	54101.6
8	53779.7	788.572	52256.1	55347.7
9	54940.5	773.424	53445.3	56477.5
10	56006.1	759.186	54537.7	57514.0
20	63788.2	649.873	62527.1	65074.7
30	69192.0	576.979	68070.3	70332.1
40	73638.2	528.302	72609.9	74680.9
50	77639.9	501.312	76663.5	78628.7
60	81489.1	497.212	80520.4	82469.5
70	85439.7	519.747	84427.0	86464.5
80	89849.4	577.132	88725.4	90987.7
90	95605.5	695.279	94252.5	96978.0
91	96350.1	713.480	94961.8	97758.6
92	97151.1	733.704	95723.7	98599.9
93	98022.8	756.429	96551.4	99516.6
94	98985.2	782.340	97463.6	100530
95	100069	812.488	98488.8	101674
96	101323	848.595	99673.3	103000
97	102838	893.813	101101	104605
98	104808	955.006	102952	106696
99	107814	1053.11	105770	109898

Table of Survival Probabilities

		95.0% Normal CI	
Time	Probability	Lower	Upper
50000	0.946704	0.935996	0.955664

التحليل :

باستخدام جدول المئينات ، يمكن للمهندس تحديد عدد الأميال التي تفشل عندها النسب المئوية المختلفة من كاتمات الصوت القديمة وكاتمات الصوت الجديدة. من Table of percentiles مثلا بالنسبة لكاتمات الصوت القديمة ، يفشل 5 ٪ من كاتمات الصوت بمقدار 31630 ميل. من Table of percentiles مثلا بالنسبة كاتمات الصوت الجديدة ، فشل 10 ٪ من كاتمات الصوت بمقدار 56006 ميل. باستخدام جدول احتمالات البقاء ، يمكن للمهندس تحديد نسبة كاتمات الصوت المتوقع بقاءها على الأقل 50000 ميل. بالنسبة لكاتمات الصوت القديمة ، فإن احتمال البقاء بعد 50000 ميل تقريبًا هو 75.07٪. بالنسبة كاتمات الصوت الجديدة ، فإن احتمالية البقاء بعد مرور 50000 ميل تبلغ حوالي 94.67٪. يستخدم المهندس مخطط البقاء لعرض احتمالات البقاء عند مستويات مختلفة ، ومخطط الاحتمالية للتحقق من أن توزيع Weibull يناسب البيانات بشكل ملائم.

الثبات لتوزيع لامعلمي – بيانات غير محددة البتر (Nonparametric Distribution Analysis (Arbitrary Censoring :

- ✓ يستخدم لتقدير ثبات المنتج عندما تكون البيانات غير محددة البتر ولا يوجد توزيع يناسب البيانات.
- ✓ تتضمن البيانات غير محددة البتر المشاهدات غير محددة البتر من اليسار و / أو المشاهدات المبتورة على شكل فترة.
- ✓ اعتمادًا على الطريقة اللامعلمية التي يتم اختيارها يمكن القيام بما يلي:
  - 1- تقدير النسبة المئوية للعناصر التي ستفشل أو ستبقى في فترات زمنية مختلفة.
  - 2- عرض مخططات الخطر ومخططات البقاء لعرض احتمالات الفشل والبقاء.
  - 3- اختبار المساواة في منحنيات البقاء لعينات متعددة.
- ✓ يمكنك استخدام هذا التحليل للتحقق من صحة ومقارنة النتائج من تحليل التوزيع المعلمي.

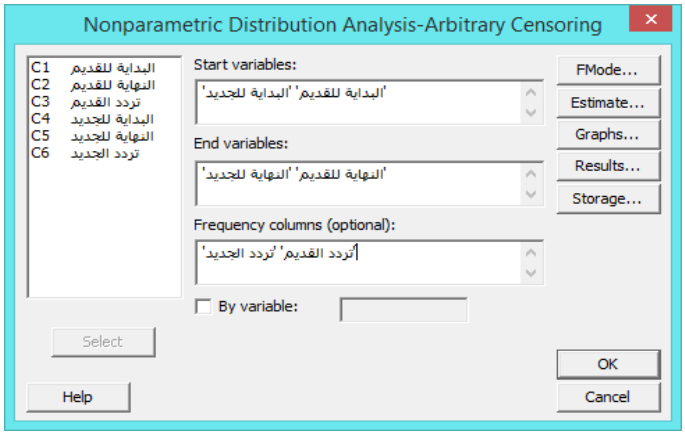
- ✓ يعتبر تحليل التوزيع اللامعلمي أقل كفاءة من التحليل المعلمي مع نموذج التوزيع المناسب ، وبالتالي ينتج عنه فترات ثقة أوسع. ومع ذلك ، نظرًا لأن التحليل اللامعلمي لا يتطلب ملاءمة أي توزيع للبيانات ، فلن تتأثر نتائجه بشكل سلبي بسبب سوء تقدير التوزيع.
- ✓ عندما يفشل المنتج بطرق مختلفة ، يستخدم تحليل وضع الفشل لتقييم تأثير كل نوع من الفشل على الثبات .
- ✓ يُفترض أن يكون كل وضع فشل مستقلاً. من خلال تحليل كل وضع فشل بشكل فردي ، يمكن بسهولة تحديد أولويات جهود التحسين.
- ✓ عادةً ما تكون البيانات التي يتم جمعها تمثل أوقات فشل.
- ✓ يجب أن تكون البيانات من النوع غير محدد البتر.
- ✓ لتقييم كل سبب من أسباب الفشل بشكل منفصل يتم تسجيل أوضاع الفشل.

مثال :

يرغب مهندس يقيس الثبات في تقييم ثبات نوع جديد من كاتم الصوت وتقدير نسبة الكفالة التي تبلغ 50000 ميل. يجمع المهندس بيانات الفشل لكل من النوع القديم والجديد من كاتمات الصوت. تم فحص فشل كاتمات الصوت كل 10000 ميل. يسجل المهندس عدد حالات الفشل لكل فترة من 10000 ميل. البيانات هنا من النوع غير محدد البتر. قبل تحليل بيانات الفشل في كاتمات الصوت الجديدة باستخدام تحليل توزيع معلمي (بتر غير محدد) يستخدم المهندس تحليل Nonparametric Distribution Analysis (Arbitrary Censoring) لتحديد احتمال الفشل لفترات مختلفة من الأميال ، ولتقدير النسبة المئوية من كاتمات الصوت التي ستبقى حتى 50000 ميل على الأقل. يريد المهندس أيضًا التحقق من النتائج المقابلة التي تم الحصول عليها باستخدام تحليل معلمي.

	البداية للقديم	النهاية للقديم	تردد القديم	البداية للجديد	النهاية للجديد	تردد الجديد
1	*	10000	1	*	10000	0
2	10000	20000	6	10000	20000	0
3	20000	30000	28	20000	30000	3
4	30000	40000	79	30000	40000	11
5	40000	50000	145	40000	50000	34
6	50000	60000	202	50000	60000	108
7	60000	70000	240	60000	70000	179
8	70000	80000	142	70000	80000	261
9	90000	*	83	90000	*	210
10	80000	90000	123	80000	90000	243

**ملاحظة : انظر : MufflerReliability.MTW



النتائج:

Distribution Analysis, Start = بداية القديم and End = نهاية القديم

Variable Start: بداية القديم End: نهاية القديم
Frequency: التكرار للقديم

Censoring

Censoring Information	Count
Right censored value	83
Interval censored value	965
Left censored value	1

Turnbull Estimates

Interval Lower	Interval Upper	Probability of Failure	Standard Error
*	10000	0.000953	0.0009528
10000	20000	0.005720	0.0023284
20000	30000	0.026692	0.0049766
30000	40000	0.075310	0.0081477
40000	50000	0.138227	0.0106563
50000	60000	0.192564	0.0121746
60000	70000	0.228789	0.0129693
70000	80000	0.135367	0.0105629
80000	90000	0.117255	0.0099333
90000	*	0.079123	*

Table of Survival Probabilities

Time	Survival Probability	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	95.0% Normal CI Upper
10000	0.999047	0.0009528	0.997179	1.00000
20000	0.993327	0.0025137	0.988400	0.99825
30000	0.966635	0.0055448	0.955767	0.97750
40000	0.891325	0.0096094	0.872491	0.91016
50000	0.753098	0.0133137	0.727004	0.77919
60000	0.560534	0.0153241	0.530499	0.59057
70000	0.331745	0.0145374	0.303252	0.36024
80000	0.196378	0.0122655	0.172338	0.22042
90000	0.079123	0.0083342	0.062788	0.09546

Distribution Analysis, Start = بداية الجديد and End = نهاية الجديد

Variable Start: بداية الجديد End: نهاية الجديد
Frequency: تكرار الجديد

* NOTE * 8 cases were used

* NOTE * 2 cases contained missing values or was a case with zero frequency.

Censoring

Censoring Information	Count
Right censored value	210
Interval censored value	839

Turnbull Estimates

Interval Lower	Interval Upper	Probability of Failure	Standard Error
20000	30000	0.002860	0.0016488
30000	40000	0.010486	0.0031451
40000	50000	0.032412	0.0054678
50000	60000	0.102955	0.0093830
60000	70000	0.170639	0.0116151
70000	80000	0.248808	0.0133481
80000	90000	0.231649	0.0130259
90000	*	0.200191	*

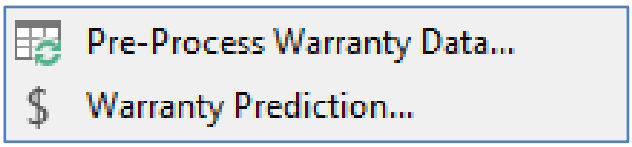
Table of Survival Probabilities

Time	Survival Probability	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	95.0% Normal CI Upper
30000	0.997140	0.0016488	0.993909	1.00000
40000	0.986654	0.0035430	0.979710	0.99360
50000	0.954242	0.0064517	0.941597	0.96689

التحليل :

باستخدام جدول تقديرات Turnbull ، يمكن للمهندس تحديد احتمال الفشل على مسافات مختلفة من الأميال. بالنسبة للنوع القديم من كاتمات الصوت ، من المتوقع أن يفشل ما يقرب من 19.3٪ من كاتمات الصوت بين 50000 و 60000 ميل. بالنسبة للنوع الجديد من كاتمات الصوت ، من المتوقع أن تفشل حوالي 10.3٪ بين 50000 و 60000 ميل. يمكن للمهندس أيضًا تحديد نسبة كاتمات الصوت المتوقع بقاءها على الأقل 50000 ميل. بالنسبة لكاتمات الصوت القديمة ، فإن احتمالية البقاء بعد مرور 50000 ميل تبلغ حوالي 75.3٪. بالنسبة كاتمات الصوت الجديدة ، فإن احتمالية البقاء بعد مرور 50000 ميل تبلغ حوالي 95.4٪. تتوافق هذه الاحتمالات مع النتائج التي حصل عليها المهندس باستخدام تحليل معلمي مع توزيع Weibull.

تحليل الكفالة (Warranty Analysis) :



بيانات الكفالة ما قبل المعالجة (Pre-Process Data) :

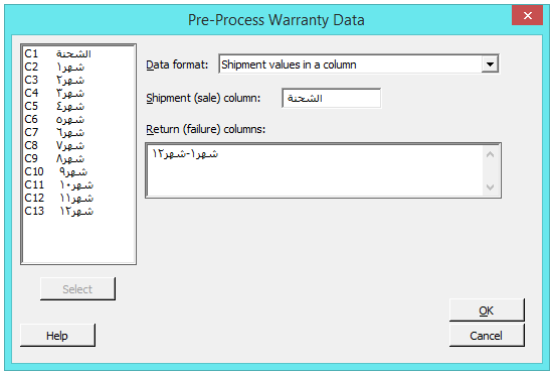
- ✓ تستخدم لإعادة تنسيق البيانات الأولية إلى تنسيق مناسب في ثلاث اعمدة (بداية ، نهاية ، تكرار) لإجراء تحليل البقاء و التنبؤ بالكفالة.
- ✓ في كثير من الأحيان يتم تتبع البيانات الميدانية وتسجيلها في شكل عدد الوحدات التي يتم شحنها وعدد الوحدات التي يتم إرجاعها (التي تفشل) من الشحنة في فترات زمنية لاحقة.
- ✓ عندما يتم شحن الوحدات في تواريخ مختلفة ويلاحظ انها ترجع للمنتج بسبب العيوب ، فغالبًا ما تظهر بياناتها في ورقة العمل على شكل مصفوفة ثلاثية الرتبة.
- ✓ على الرغم من أن تسجيل البيانات بتنسيق مصفوفة ثلاثية الرتبة يكون ملائم ، إلا أن التنسيق غير متوافق مع الطريقة التي يجب إدخال البيانات بها لتحليل وقت الفشل. لذلك يمكن استخدام هذا الأمر لإعادة تنسيق البيانات إلى بيانات غير محددة البتر يتم تجميعها في فترات زمنية.
- ✓ يتم بعد ذلك ترتيب البيانات بشكل صحيح في ورقة العمل لإجراء تحليل البقاء ، مثل تنبؤ الكفالة Warranty Prediction.
- ✓ يجب أن تشير البيانات إلى عدد الوحدات التي تم شحنها والوحدات المعادة في كل فترة.
- ✓ يجب أن تكون البيانات على شكل مصفوفة ثلاثية الرتبة.

مثال :

يريد مهندس الاعتمادية التنبؤ بمتطلبات الكفالة Warranty Prediction التي تنتج عن امكانية حصول عيوب في ماتورات ثلاجات خلال 12 شهر. يقوم المهندس بجمع وتحليل بيانات الفشل الشهرية للسنة السابقة. (12 شهر) . يستخدم المهندس بيانات الكفالة قبل المعالجة لترتيب البيانات في تنسيق بيانات منتظم من اوقات فشل، الذي يعد الخطوة الضرورية للتنبؤ بالكفالة.

	الشحنة	شهر١	شهر٢	شهر٣	شهر٤	شهر٥	شهر٦	شهر٧	شهر٨	شهر٩	شهر١٠	شهر١١	شهر١٢
1	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1000			0	0	1	4	3	1	1	2	4	5
4	1000				1	1	0	1	0	0	1	2	1
5	1000					0	0	0	1	3	1	4	2
6	1000						2	1	2	1	3	1	2
7	1000							1	0	1	1	2	1
8	1000								0	2	1	2	1
9	1000									0	0	1	0
10	1000										0	1	1
11	1000											1	0
12	1000												2

**ملاحظة : انظر CompressorFailures.MTW



النتائج:

	الشحنة	شهر١	شهر٢	شهر٣	شهر٤	شهر٥	شهر٦	شهر٧	شهر٨	شهر٩	شهر١٠	شهر١١	شهر١٢	البداية	النهاية	التكرارات
1	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
2	1000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5
3	1000			0	0	1	4	3	1	1	2	4	5	2	3	7
4	1000				1	1	0	1	0	0	1	2	1	3	4	10
5	1000					0	0	0	1	3	1	4	2	4	5	12
6	1000						2	1	2	1	3	1	2	5	6	4
7	1000							1	0	1	1	2	1	6	7	8
8	1000								0	2	1	2	1	7	8	6
9	1000									0	0	1	0	8	9	5
10	1000										0	1	1	9	10	5
11	1000											1	0	10	11	0
12	1000												2	11	12	0
13														1	*	998
14														2	*	999
15														3	*	998
16														4	*	999

** عدد السجلات (24).

التحليل:

يقوم Minitab بإعادة تنسيق البيانات الأصلية في ورقة العمل إلى بيانات خاضعة للرقابة العشوائية يتم تجميعها في فواصل زمنية. يتم تخزين بيانات وقت الفشل التي تمت إعادة تنسيقها في 3 أعمدة جديدة: وقت البدء ووقت الانتهاء والتكرارات ، والتي تظهر مباشرة بعد أعمدة البيانات الأصلية. في ورقة العمل هذه ، يُظهر أول 12 صفًا من البيانات المعاد تنسيقها (الأعمدة C14–C16) عدد العائد من الماتورات (حالات الفشل) في كل فترة شهرية بعد الشحن. على سبيل المثال يتم تمثيل إجمالي عدد المرتجعات في الشهر الأول بعد الشحن بالصف 1 من ورقة العمل ، مع وقت بدء 0 ووقت الانتهاء 1. تم إرجاع إجمالي 7 ماتورات في الشهر الأول بعد الشحن. تُظهر الصفوف الـ 12 التالية من البيانات التي تمت إعادة تنسيقها عدد الماتورات التي تم شحنها ولكن لم يتم إرجاعها في كل شحنة. على سبيل المثال ، تظهر الشحنة الأولى في الصف الأخير من ورقة العمل. خلال فترة 12 شهرًا منذ شحن 1000 ماتور في الشحنة الأولى ، لم يتم إرجاع أي ماتورات من الشحنة الأولى. لذلك ، فإن العدد الإجمالي للماتورات غير المرتجعة من الشحنة هو 1000.

تنبؤ الكفالة (Warranty Prediction) :

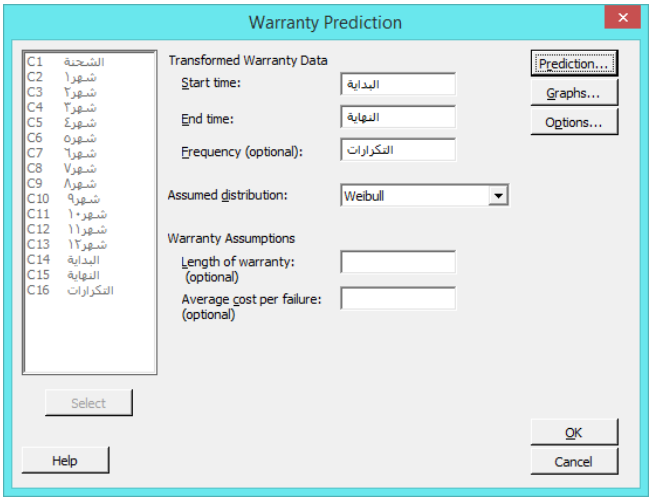
- ✓ يستخدم للتنبؤ بقيم المرتجعات المستقبلية بناء على قيم بيانات الكفالة وبيانات الشحن و المرتجعات بسبب العيوب السابقة.
- ✓ من خلال تحديد ملائمة توزيع لبيانات الكفالة ، يمكن تقدير عدد حالات الفشل المتوقعة في الشهر التالي أو العام التالي أو فترة زمنية أخرى.
- ✓ باستخدام نتائج التحليل ، يمكن تخصيص الموارد بشكل أفضل لمعالجة إخفاقات المنتج المستقبلية بشكل ملائم.
- ✓ يجب أن تشير البيانات إلى عدد العناصر المشحونة والمعادة في كل فترة.
- ✓ يجب أن تكون البيانات على شكل غير محددة البتر.
- ✓ يجب أن يتناسب التوزيع الذي يتم تحديده مع البيانات بشكل مناسب.

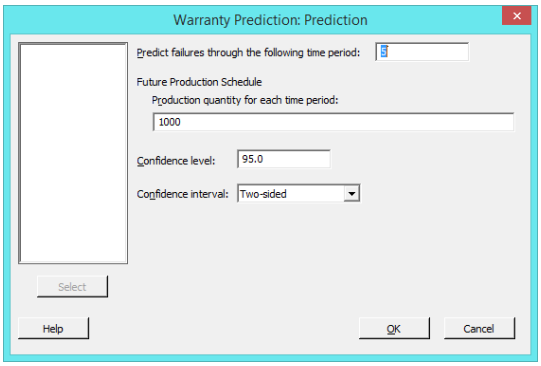
مثال :

يريد مهندس الاعتمادية التنبؤ بمتطلبات الكفالة Warranty Prediction التي تنتج عن امكانية حصول عيوب في ماتورات ثلاجات خلال 12 شهر. يقوم المهندس بجمع بيانات الفشل الشهرية للسنة السابقة. (12 شهر) . يمكن نمذجة بيانات الفشل باستخدام توزيع Weibull. بعد إعادة تهيئة بيانات الكفالة قبل المعالجة ، يستخدم المهندس البيانات السابقة للتنبؤ بقيم الفشل المستقبلية اذا علمت ان قيمة الشحنة المستقبلية هي (1000) وحدة.

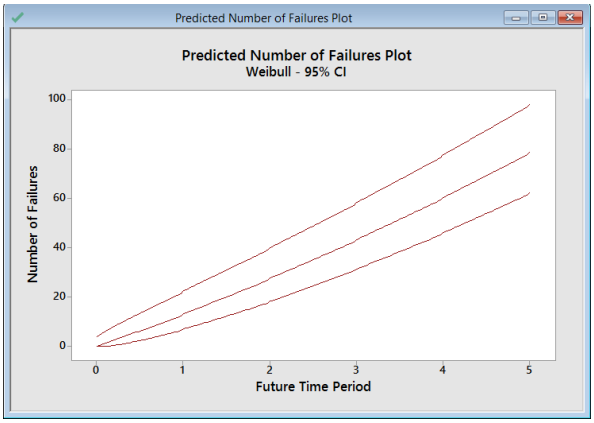
	الشحنة	شهر١	شهر٢	شهر٣	شهر٤	شهر٥	شهر٦	شهر٧	شهر٨	شهر٩	شهر١٠	شهر١١	شهر١٢	البداية	النهاية	التكرارات
1	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
2	1000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5
3	1000			0	0	1	4	3	1	1	2	4	5	2	3	7
4	1000				1	1	0	1	0	0	1	2	1	3	4	10
5	1000					0	0	0	1	3	1	4	2	4	5	12
6	1000						2	1	2	1	3	1	2	5	6	4
7	1000							1	0	1	1	2	1	6	7	8
8	1000								0	2	1	2	1	7	8	6
9	1000									0	0	1	0	8	9	5
10	1000										0	1	1	9	10	5
11	1000											1	0	10	11	0
12	1000												2	11	12	0
13														1	*	998
14														2	*	999
15														3	*	998
16														4	*	999

** عدد السجلات (24).





النتائج :



Distribution Parameters

Distribution	Shape	Scale
Weibull	1.26494	398.062

Maximum likelihood estimation method

Summary of Current Warranty Claims

Total number of units	12000
Observed number of failures	69
Expected number of failures	68.5201
95% Poisson CI	(53.2630; 86.7876)
Number of units at risk for future time periods	11931

Production Schedule

Future time period	1	2	3	4	5
Production quantity	1000	1000	1000	1000	1000

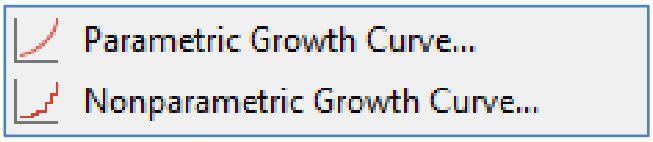
Table of Predicted Number of Failures

Future Time Period	Potential Number of Failures	Predicted Number of Failures	95% Poisson CI Lower	95% Poisson CI Upper
1	12931	13.1073	7.0000	22.3660
2	13931	27.4930	18.1933	39.8678
3	14931	43.1798	31.2722	58.1271
4	15931	60.1892	45.9516	77.4449
5	16931	78.5416	62.1373	97.9488

التحليل :

تشير النتائج في جدول ملخص مطالبات الكفالة الحالية إلى أنه من بين ال 12000 ماتور خلال فترة جمع البيانات ، فشل 69 ماتور. وايضا كان من المتوقع ان يفشل 69 ماتورا. باستخدام جدول العدد المتوقع لفشل الماتورات والمخططات المتوقعة للأعطال ، يمكن للمهندس أن يخلص 95٪ من الثقة إلى أن عدد الماتورات الإضافية التي من المتوقع أن تفشل خلال الأشهر الخمسة القادمة تقع ضمن الفاصل الزمني من 62 إلى 98 ماتورا تقريبًا .

تحليل نظام قابل للإصلاح Repairable System Analysis :



منحنى النمو المعلمي (Parametric Growth Curve) :

- ✓ يستخدم لتحليل البيانات من نظام قابل للإصلاح ، من أجل تقدير متوسط عدد حالات الفشل ومعدل حدوث الفشل Rate of Occurrence of Failure – ROCOF ، الذي يُطلق عليه أيضًا معدل الإصلاح Repair Rate بمرور الوقت.
- ✓ النظام القابل للإصلاح هو نظام يتم فيه إصلاح الأجزاء بدلاً من استبدالها عندما تفشل. على سبيل المثال ، عادة ما يتم إصلاح محركات السيارات عدة مرات قبل استبدالها.
- ✓ يوفر Minitab نوعين من النماذج لتقدير منحنيات النمو المعلمية:

1- نموذج Power-law: يستخدم لنمذجة أوقات الفشل / الإصلاح التي تحدث بمعدل يمكن أن يكون متزايدًا أو متناقصًا أو ثابتًا. معدل الفشل في عملية Power-law هو دالة الوقت.

2- نموذج Poisson: يُستخدم لنمذجة أوقات الفشل / الإصلاح التي تحدث بمعدل ثابت مع مرور الوقت.

- ✓ تستخدم منحنيات النمو المقدرة Estimated growth curves لفحص معدل الفشل والعدد التراكمي المتوقع للفشل كدالة للوقت ، ولتحديد ما إذا كان النمط موجودًا في أوقات الفشل المتتالي. على سبيل المثال ، يمكن تحديد ما إذا كان فشل النظام أصبح أكثر تكرار أو أقل تكرارًا أو ثابتًا.
- ✓ يمكن أن تساعد منحنيات النمو في إنشاء:

1- كم مرة سيتطلب النظام صيانة .

2- عدد قطع الغيار الموجودة في المخزون.

3- ما إذا كان النظام يعمل بمستوى مقبول.

4- تكاليف الإصلاح المحتملة خلال عمر النظام.

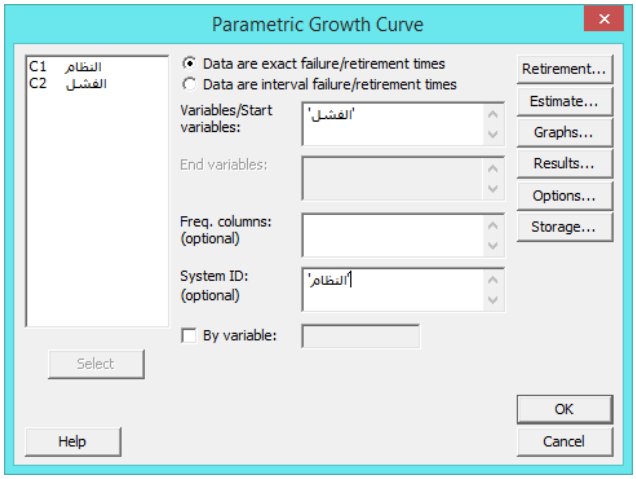
- ✓ يجب جمع أوقات الفشل لنظام قابل للإصلاح .
- ✓ يمكن أن يكون البتر في البيانات أو في بيانات الوقت .
- ✓ يمكن أن تكون البيانات أوقات الفشل الحقيقية أو الفشل خلال فترات زمنية.
- ✓ تحديد البيانات من عدة أنظمة .
- ✓ يجب أن يتناسب النموذج الذي يتم استخدامه مع البيانات بشكل ملائم.

مثال :

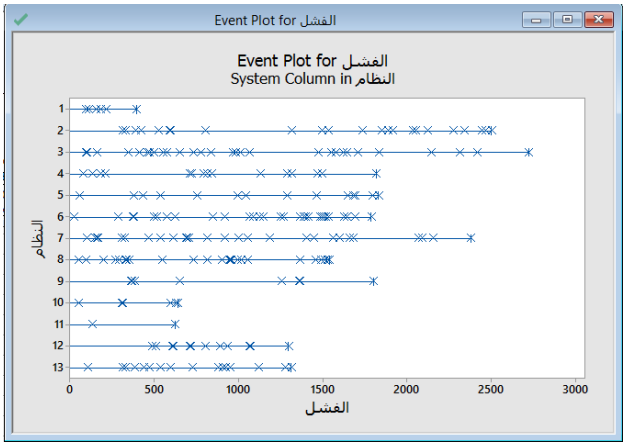
يقوم مهندس يقيس الثبات بتقييم معدل الفشل لوحدة تكييف الهواء مستخدمة في الطائرات النفاثة التجارية. يقوم المهندس بجمع بيانات الفشل الحقيقية لوحدات تكييف الهواء في 13 طائرة. في كل مرة تفشل الوحدة يتم إصلاحها وإعادتها إلى الخدمة. يريد المهندس تحديد ما إذا كان معدل الفشل في ازدياد أم تناقص أم ثبات مع مرور الوقت مستخدما Parametric Growth Curve . جميع البيانات هي أوقات الفشل بالضبط.

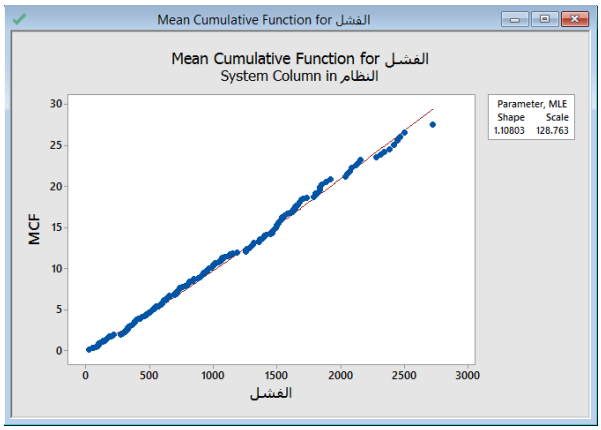
	النظام	الفشل
1	1	94
2	1	109
3	1	150
4	1	179
5	1	212
6	1	393
7	2	313
8	2	327
9	2	385

**ملاحظة : عدد السجلات (213) . انظر AirConditionerReliability.MTW .



النتائج:





** يستفاد منه تحديد إذا ما كان النظام يتحسن أو يتدهور أو يبقى ثابتًا.

** يمكن ان يكون الرسم (خط مستقيم: النظام مستقر ، مقعر للاعلى : النظام يتدهور ، مقعر للاسفل : النظام يتحسن).

Parametric Growth Curve: الفشل

System: النظام
Model: Power-Law Process
Estimation Method: Maximum Likelihood

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95% Normal CI Lower	Upper
Shape	1.10803	0.067	0.984256	1.24738
Scale	128.763	22.489	91.4369	181.325

Test for Equal Shape Parameters

Bartlett's Modified Likelihood Ratio Chi-Square

Test Statistic	10.88
P-Value	0.539
DF	12

Trend Tests

	MIL-Hdbk-189 TTT-based	MIL-Hdbk-189 Pooled	Laplace's TTT-based	Laplace's Pooled	Anderson-Darling
Test Statistic	378.17	378.28	0.86	-0.40	0.94
P-Value	0.107	0.448	0.388	0.688	0.389
DF	424	400			

** TTT: اختصار Total Time on test

التحليل :

تقدير معلمة shape هو (1.10803) قريب من 1 ، مما يشير إلى أن معدل الفشل ثابت تقريبًا بمرور الوقت. يمكن أن يثق المهندس بنسبة 95٪ في أن الفاصل الزمني (0.984256 ، 1.24738) يحتوي على معلمة shape الفعلية للتوزيع بالنسبة للمجتمع الاحصائي. يشير Test of equal shape parameters إلى عدم وجود أدلة كافية لاستنتاج أن الأنظمة تأتي من مجموعات ذات shapes مختلفة قيمة (P–Value = 0.539) لذلك ، يمكن للمهندس أن يفترض أن التقدير المجمع للشكل pooled estimate معقول. عند مستوى α 0.05 لا يوجد أي من اختبارات الانماط Trend tests مهم (P–Value = 0.107, 0.448, 0.388, 0.688, 0.389) لذلك ، ليس لدى المهندس أدلة لرفض الفرضية الصفرية واستنتاج وجود نمط. لا تُظهر مخططات الحدث event plot اتجاهًا تنازليًا أو تصاعدي. يبدو أن الفترات الفاصلة بين الفشل ثابتة. يوضح مخطط دالة متوسط التراكم Mean cumulative function للفشل وجود علاقة خطية ، والتي تشير أيضًا إلى أن معدل فشل النظام ثابت نسبيًا.

منحنى النمو اللامعلمي (Nonparametric Growth Curve) :

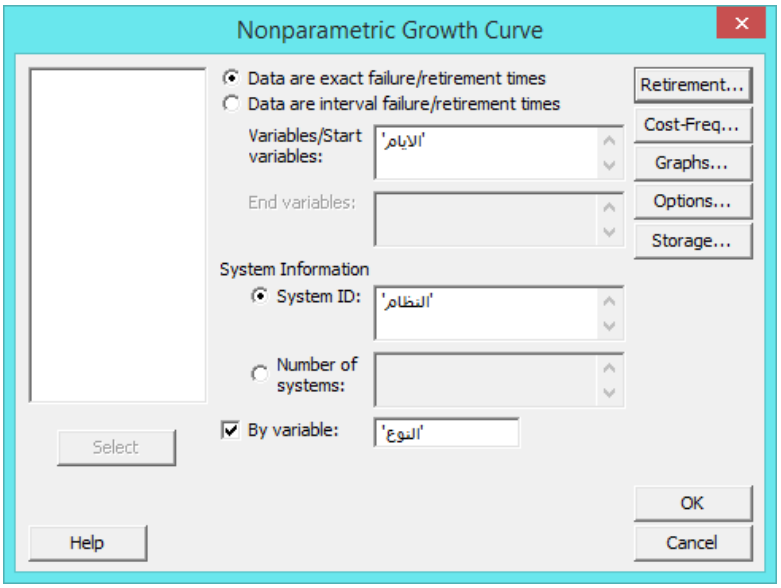
- ✓ يستخدم لتحليل البيانات من نظام قابل للإصلاح ، بدون افتراضات حول توزيع التكلفة أو توزيع عدد الإصلاحات.
- ✓ يستخدم لتقدير متوسط تكلفة الحفاظ على النظام أو متوسط عدد الإصلاحات بمرور الوقت.
- ✓ يمكن استخدام النتائج لتحديد ما إذا كان هناك نمط موجود في أوقات الفشل المتتالي. على سبيل المثال ، يمكن تحديد ما إذا كان فشل النظام أصبح أكثر تكرارا أو أقل تكرارًا أو ثابتًا.
- ✓ ترسم منحنيات النمو أداء الأنظمة القابلة للإصلاح للمساعدة في إنشاء ما يلي:
  1- كم مرة سيتطلب النظام الصيانة ؟
  2- عدد قطع الغيار الموجودة في المخزون ؟
  3- ما إذا كان النظام يعمل بمستوى مقبول ؟
  4- ما تكاليف الإصلاح المحتملة خلال عمر النظام ؟
- ✓ يجب جمع أوقات الفشل لنظام قابل للإصلاح.
- ✓ يمكن أن تكون البيانات أوقات الفشل الحقيقة أو الفشل على شكل فترات زمنية .
- ✓ يمكن أن يتم بتر البيانات الدقيقة أو يتم بتر الوقت.
- ✓ يمكن اختيار البيانات من عدة أنظمة .

مثال :

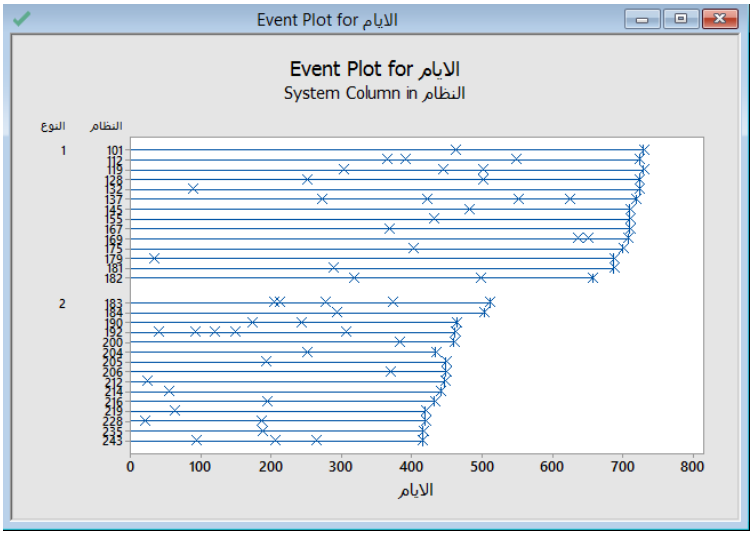
يريد مهندس يقيس الثبات مقارنة معدل الفشل لنوعين مختلفين من مكونات المكابح المستخدمة في قطارات مترو الأنفاق. يقوم المهندس بجمع بيانات وقت الاستبدال ونوع المكون لـ 29 قطارًا. في كل مرة تفشل الوحدة يتم إصلاحها وإعادتها إلى الخدمة. يستخدم المهندس Nonparametric Growth Curve لتقييم البيانات دون افتراض نموذج توزيع. جميع البيانات هي أوقات الفشل بالضبط.

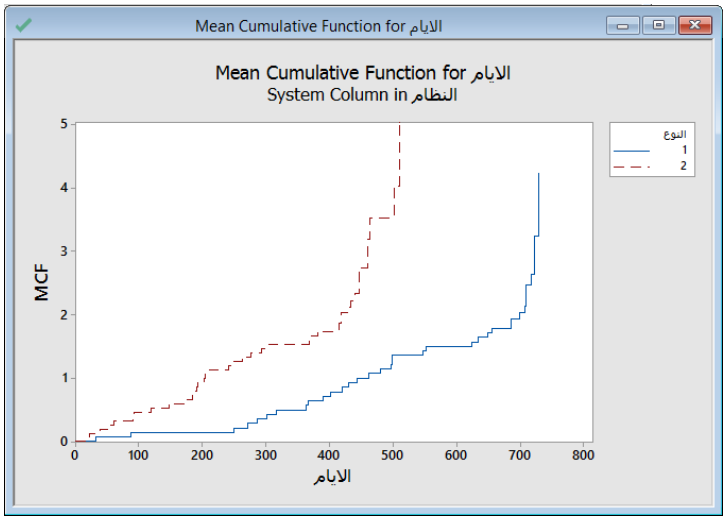
	النظام	الايام	النوع
1	101	462	1
2	101	730	1
3	112	364	1
4	112	391	1
5	112	548	1
6	112	724	1
7	119	302	1
8	119	444	1

**ملاحظة: عدد السجلات (79) . انظر BrakeReliability.MTW


Nonparametric Growth Curve
Data are exact failure/retirement times
Data are interval failure/retirement times
Variables/Start variables:
'الايام'
End variables:
System Information
System ID:
'النظام'
Number of systems:
By variable:
'النوع'
Select
Retirement...
Cost-Freq...
Graphs...
Options...
Storage...
OK
Cancel
Help

النتائج:


Event Plot for الايام
Event Plot for الايام
System Column in النظام
النوع
النظام
1
2
0
100
200
300
400
500
600
700
800
الايام


Mean Cumulative Function for الايام
Mean Cumulative Function for الايام
System Column in النظام
MCF
النوع
1
2
0
1
2
3
4
5
0
100
200
300
400
500
600
700
800
الايام

Nonparametric Growth Curve: ايام الفشل

Results for 1 = النوع

System: النظام
Nonparametric Estimates

Table of Mean Cumulative Function

Time	Mean Cumulative Function	Standard Error	95% Normal CI Lower	95% Normal CI Upper	System
33	0.07143	0.068830	0.01081	0.47218	179
88	0.14286	0.093522	0.03960	0.51540	132
250	0.21429	0.109664	0.07859	0.58426	128
272	0.28571	0.120736	0.12481	0.65408	137
287	0.35714	0.128060	0.17686	0.72120	181
302	0.42857	0.132260	0.23407	0.78471	119
317	0.50000	0.133631	0.29613	0.84423	182
364	0.57143	0.132260	0.36303	0.89945	112
367	0.64286	0.128060	0.43506	0.94990	167
391	0.71429	0.157421	0.46374	1.10019	112
402	0.78571	0.149098	0.54168	1.13970	175
421	0.85714	0.170747	0.58008	1.26653	137
431	0.92857	0.158574	0.66444	1.29771	155
444	1.00000	0.174964	0.70969	1.40906	119
462	1.07143	0.158574	0.80165	1.43200	101
481	1.14286	0.137661	0.90253	1.44718	145
498	1.21429	0.149098	0.95456	1.54468	182
500	1.28571	0.187044	0.96675	1.70992	119
500	1.35714	0.191853	1.02872	1.79042	128
548	1.42857	0.219328	1.05735	1.93013	112
552	1.50000	0.242226	1.09304	2.05848	137
625	1.57143	0.280566	1.10744	2.22982	137
635	1.64286	0.259653	1.20522	2.23940	169
650	1.71429	0.256120	1.27912	2.29750	169
657	1.78571	0.270649	1.32679	2.40338	182
687	1.86264	0.266655	1.40692	2.46596	179
687	1.93956	0.260862	1.49012	2.52456	181
700	2.03047	0.254826	1.58771	2.59671	175
708	2.13047	0.274527	1.65498	2.74258	169
710	2.24158	0.268755	1.77214	2.83537	145
710	2.35269	0.257586	1.89833	2.91581	155
710	2.46380	0.240267	2.03516	2.98273	167
719	2.63047	0.347216	2.03084	3.40714	137
724	2.83047	0.425594	2.10800	3.80055	112
724	3.03047	0.443994	2.27405	4.03849	128
724	3.23047	0.410559	2.51818	4.14424	132
730	3.73047	0.471307	2.91221	4.77864	101
730	4.23047	0.410559	3.49769	5.11677	119

Results for 2 = النوع

System: النظام
Nonparametric Estimates

Table of Mean Cumulative Function

Time	Mean Cumulative Function	Standard Error	95% Normal CI Lower	95% Normal CI Upper	System
19	0.06667	0.064406	0.01004	0.44284	228
22	0.13333	0.087771	0.03670	0.48447	212
39	0.20000	0.103280	0.07269	0.55029	192
54	0.26667	0.114180	0.11521	0.61721	214
61	0.33333	0.121716	0.16295	0.68186	219
91	0.40000	0.157762	0.18465	0.86652	192

93	0.46667	0.159629	0.23869	0.91237	243
119	0.53333	0.207989	0.24834	1.14538	192
148	0.60000	0.263312	0.25386	1.41809	192
173	0.66667	0.261052	0.30945	1.43622	190
185	0.73333	0.274334	0.35227	1.52661	228
187	0.80000	0.269979	0.41289	1.55006	235
192	0.86667	0.264435	0.47658	1.57604	205
194	0.93333	0.257624	0.54335	1.60321	216
203	1.00000	0.249444	0.61330	1.63052	183
205	1.06667	0.257624	0.66442	1.71243	243
211	1.13333	0.264435	0.71738	1.79046	183
242	1.20000	0.269979	0.77210	1.86504	190
250	1.26667	0.257624	0.85023	1.88706	204
264	1.33333	0.277555	0.88664	2.00507	243
277	1.40000	0.295146	0.92615	2.11630	183
293	1.46667	0.280740	1.00786	2.13434	184
306	1.53333	0.324779	1.01238	2.32237	192
369	1.60000	0.309839	1.09468	2.33859	206
373	1.66667	0.335548	1.12325	2.47298	183
382	1.73333	0.319258	1.20810	2.48693	200
415	1.80000	0.342540	1.23962	2.61370	243
416	1.87143	0.340512	1.31007	2.67333	235
419	1.94835	0.338097	1.38662	2.73764	219
419	2.02527	0.349310	1.44435	2.83985	228
432	2.11618	0.347441	1.53391	2.91948	216
434	2.21618	0.345034	1.63337	3.00696	204
441	2.32729	0.341839	1.74512	3.10369	214

447	2.45229	0.337430	1.87262	3.21141	212
448	2.59515	0.331033	2.02109	3.33227	205
448	2.73801	0.315398	2.18466	3.43152	206
460	2.93801	0.298009	2.40832	3.58420	200
461	3.18801	0.449834	2.41776	4.20364	192
464	3.52134	0.511478	2.64893	4.68108	190
503	4.02134	0.535360	3.09778	5.22025	184
511	5.02134	0.535360	4.07443	6.18831	183

Event Plot for ايام الفشل

Mean Cumulative Function for ايام الفشل

omparisons for ايام الفشل

Comparison: (2 = النوع) - (1 = النوع)

Table of Mean Cumulative Difference Function

Time	Mean Cumulative Difference Function	Standard Error	95% Normal CI Lower	Upper
19	-0.06667	0.064406	-0.19290	0.05957
22	-0.13333	0.087771	-0.30536	0.03869
33	-0.06190	0.111541	-0.28052	0.15671
39	-0.12857	0.124114	-0.37183	0.11469
54	-0.19524	0.133322	-0.45654	0.06607

61	-0.26190	0.139830	-0.53597	0.01216
88	-0.19048	0.153496	-0.49132	0.11037
91	-0.25714	0.183399	-0.61660	0.10231
93	-0.32381	0.185008	-0.68642	0.03880
119	-0.39048	0.228047	-0.83744	0.05649
148	-0.45714	0.279427	-1.00481	0.09052
173	-0.52381	0.277299	-1.06730	0.01969
185	-0.59048	0.289837	-1.15855	-0.02241
187	-0.65714	0.285719	-1.21714	-0.09714
192	-0.72381	0.280486	-1.27355	-0.17407
194	-0.79048	0.274074	-1.32765	-0.25330
203	-0.85714	0.266399	-1.37928	-0.33501
205	-0.92381	0.274074	-1.46099	-0.38663
211	-0.99048	0.280486	-1.54022	-0.44073
242	-1.05714	0.285719	-1.61714	-0.49714
250	-1.05238	0.279994	-1.60116	-0.50360

441	-1.39872	0.376828	-2.13729	-0.66015
444	-1.32729	0.384013	-2.07995	-0.57464
447	-1.45229	0.380094	-2.19726	-0.70733
448	-1.73801	0.360677	-2.44492	-1.03109
460	-1.93801	0.345574	-2.61532	-1.26070
461	-2.18801	0.482663	-3.13401	-1.24201
462	-2.11658	0.476966	-3.05142	-1.18174
464	-2.44991	0.535496	-3.49947	-1.40036
481	-2.37849	0.529680	-3.41664	-1.34033
498	-2.30706	0.532767	-3.35126	-1.26285
500	-2.16420	0.546276	-3.23488	-1.09352
503	-2.66420	0.568698	-3.77883	-1.54957
511	-3.66420	0.568698	-4.77883	-2.54957
548	-3.59277	0.578546	-4.72670	-2.45884
552	-3.52134	0.587608	-4.67303	-2.36965
625	-3.44991	0.604423	-4.63456	-2.26527
635	-3.37849	0.595004	-4.54467	-2.21230
650	-3.30706	0.593471	-4.47024	-2.14387
657	-3.23563	0.599884	-4.41138	-2.05988
687	-3.08178	0.595533	-4.24900	-1.91456
700	-2.99087	0.592914	-4.15296	-1.82878
708	-2.89087	0.601644	-4.07007	-1.71167
710	-2.55754	0.586803	-3.70765	-1.40743
719	-2.39087	0.638098	-3.64152	-1.14022
724	-1.79087	0.674662	-3.11319	-0.46856
730	-0.79087	0.674662	-2.11319	0.53144

التحليل:

يعرض Minitab تقديرات لامعلمية لمخطط دالة متوسط التراكمMCF Mean Cummulative function وحدود الخطأ والثقة المعيارية المقابلة لكل مجموعة على حدة. على سبيل المثال بالنسبة لمكون الفرامل من النوع 1 ، فإن MCF عند 650 يومًا هي 1.71429. وهذا يعني أن متوسط العدد التراكمي للإصلاحات في 650 يومًا بمتوسط جميع الأنظمة هو تقريبًا 1.7. يمكن للمهندس أن يكون واثقًا بنسبة 95٪ من أن MCF الحقيقية لمكون النوع 1 عند 650 يومًا موجودة ضمن الفترة الزمنية 1.27912 و 2.29750.

يستخدم المهندس MCF لإجراء مقارنات عبر المجموعات. على سبيل المثال ، في 500 يوم ، كان المتوسط لمكون الفرامل من النوع 2 2.16420 عطلا أكثر من مكون الفرامل من النوع 1. يمكن أن يكون المهندس واثقًا بنسبة 95٪ من أنه في 500 يوم يكون الفرق التراكمي المتوسط الحقيقي (النوع 1 − النوع 2) ضمن الفترة الزمني −3.23488 ، −1.09352 .

يظهر event plot وقت حدوث الفشل لكل نظام. كل سطر يمتد حتى اليوم الأخير من المشاهدات. يظهر المخطط أيضًا الاتجاهات داخل المجموعات وعبرها. في هذه المخططات يحدث فشل النظام بشكل عام بمعدل ثابت. في 200 يوم هناك حالات الفشل لمكون الفرامل من النوع 2 اكثر من مكون الفرامل من النوع 1.

من مخطط MCF لكل مجموعة يستنتج المهندس ما يلي:

1- الدالة التي تمثل مكون الفرامل من النوع 2 هي خطية نسبيًا ، وليست منحنية حتى 450 يومًا تقريبًا. لذلك ، يكون معدل الفشل لمكون الفرامل من النوع 2 ثابتًا نسبيًا حتى 450 يومًا.

2- تكون الدالة التي تمثل مكون الفرامل من النوع 1 خطية من حوالي 200 يوم إلى 700 يوم ، ثم تزداد بسرعة. لذلك ، فإن معدل الفشل لمكون الفرامل من النوع 1 ثابت إلى حد ما حتى 700 يوم ، ثم يزداد بسرعة.

اختبار الحياة المعجل/المتسارع (Accelerated Life Testing) :

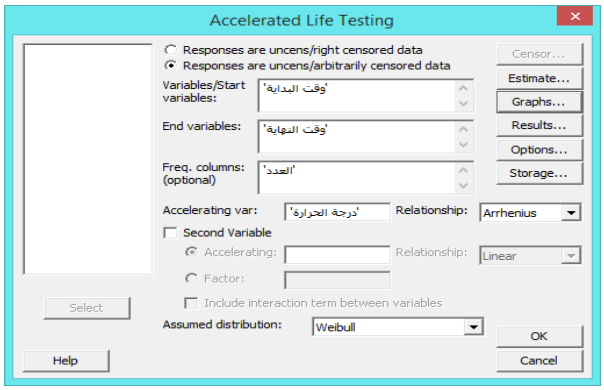
- ✓ الهدف منه تعجيل عملية الفشل للحصول على معلومات حول وقت الفشل المناسب لمعرفة طول عمر المنتج. تتضمن طرق التسريع وضع الاختبار تحت (درجة الحرارة القصوى ، الجهد، والضغط) وما إلى ذلك.
- ✓ يستخدم لنمذجة أداء المنتج (عادةً أوقات الفشل) عند مستويات الضغط القصوى ولاستنباط النتائج مرة أخرى من ظروف الاستخدام العادي.
- ✓ على سبيل المثال ، في الظروف العادية قد لا تفشل شريحة ذكية لسنوات عديدة. ومع ذلك ، ستفشل الشريحة الذكية نفسها في غضون ساعات عندما تتعرض لدرجات حرارة عالية، ومن هنا يمكن استخدام المعلومات حول وقت فشل الشرائح الذكية في درجات الحرارة المرتفعة للتنبؤ بالموعد المحتمل حدوثه في ظروف التشغيل العادية.
- ✓ يقيّم اختبار الحياة المعجّل العلاقة بين وقت الفشل ومتغير تسارع واحد على الأقل (العامل).
- ✓ يستخدم هذا الاختبار للإجابة على أسئلة مثل ما يلي:
  1- متى يتوقع فشل المكونات في الظروف العادية؟
  2- ما هو تأثير العامل على عمر المنتج؟
  3- ما هي إعدادات العوامل التي ستزيد عمر المنتج لاطول فترة ممكنة؟
- ✓ يجب أن يكون متغير الاستجابة/المتغير التابع متصلا.
- ✓ يجب عد البيانات المبتورة.
- ✓ يجب أن يكون يوجد متغير تسارع واحد على الأقل (العامل).
- ✓ يجب أن يناسب النموذج البيانات المستخدمة.

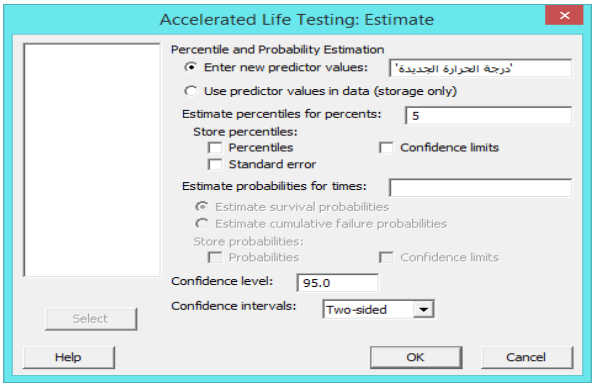
مثال :

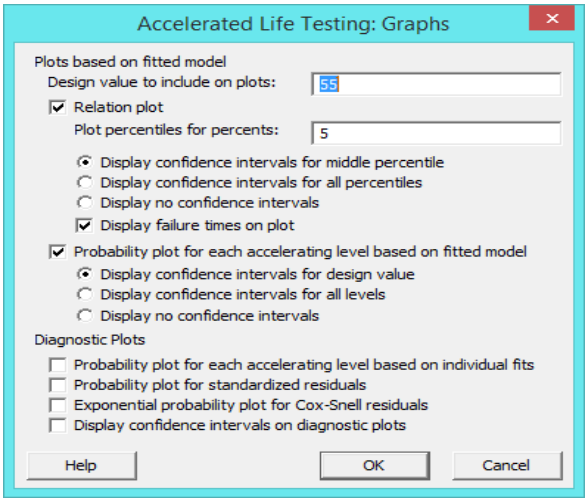
يريد مهندس يقيس الثبات التحقق من تشتت التيار الكهربائي بين الترانزستورات في جهاز إلكتروني. عندما يصل التشتت الحالي إلى قيمة (55 درجة مئوية) يفشل الجهاز الإلكتروني. لتسريع الفشل في الاختبار تم اختبار الأجهزة تحت درجات حرارة أعلى بكثير من درجات الحرارة العادية (85 درجة مئوية). تم فحص الأجهزة لمعرفة وقت الفشل كل يومين تحت تاثير درجة الحرارة. يقوم المهندس بإجراء اختبار الحياة المعجل لتقدير وقت فشل الجهاز في ظروف التشغيل العادية (55 درجة مئوية) وظروف التشغيل الأسوأ (85 درجة مئوية). يريد المهندس تحديد عمر P_5 (وهو المقدار المقدر للوقت حتى تفشل 5٪ من الأجهزة الالكترونية).

	وقت البداية	وقت النهاية	العدد	درجة الحرارة	درجة الحرارة الجديدة
1	0	2	0	125	55
2	2	4	1	125	85
3	4	6	1	125	
4	6	8	0	125	
5	8	10	0	125	
6	10	12	1	125	
7	12	14	1	125	
8	14	*	46	125	
9	0	2	5	150	
10	2	4	2	150	

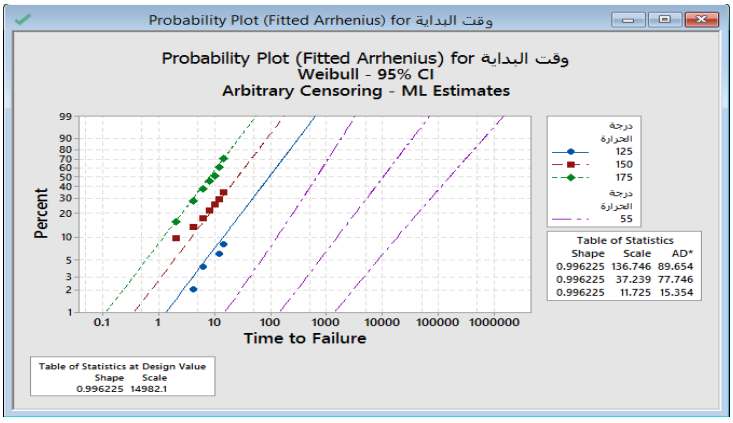
**ملاحظة : عدد السجلات (24) . انظر CurrentLeakage.MTW

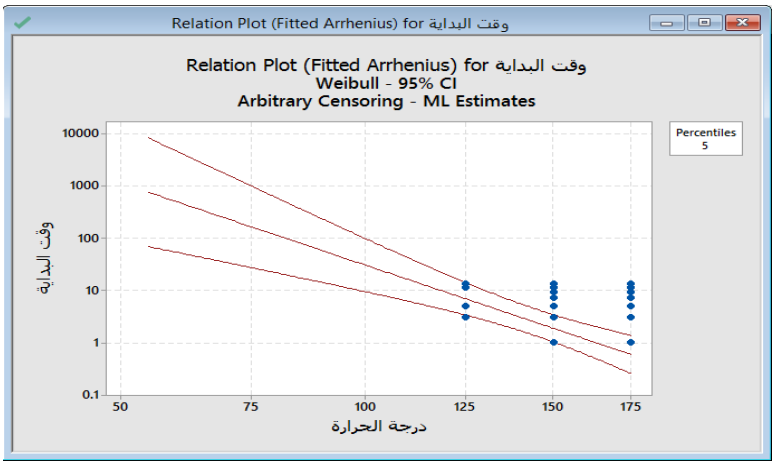

Accelerated Life Testing
Responses are uncens/right censored data
Responses are uncens/arbitrarily censored data
Variables/Start variables:
'وقت البداية'
End variables:
'وقت النهاية'
Freq. columns: (optional)
'العدد'
Accelerating var:
'درجة الحرارة'
Relationship:
Arrhenius
Second Variable
Accelerating:
Relationship:
Linear
Factor:
Include interaction term between variables
Assumed distribution:
Weibull
Censor...
Estimate...
Graphs...
Results...
Options...
Storage...
Select
Help
OK
Cancel


Accelerated Life Testing: Estimate
Percentile and Probability Estimation
Enter new predictor values:
'درجة الحرارة الجديدة'
Use predictor values in data (storage only)
Estimate percentiles for percents:
5
Store percentiles:
Percentiles
Confidence limits
Standard error
Estimate probabilities for times:
Estimate survival probabilities
Estimate cumulative failure probabilities
Store probabilities:
Probabilities
Confidence limits
Confidence level:
95.0
Confidence intervals:
Two-sided
Select
Help
OK
Cancel


Accelerated Life Testing: Graphs
Plots based on fitted model
Design value to include on plots:
55
Relation plot
Plot percentiles for percents:
5
Display confidence intervals for middle percentile
Display confidence intervals for all percentiles
Display no confidence intervals
Display failure times on plot
Probability plot for each accelerating level based on fitted model
Display confidence intervals for design value
Display confidence intervals for all levels
Display no confidence intervals
Diagnostic Plots
Probability plot for each accelerating level based on individual fits
Probability plot for standardized residuals
Exponential probability plot for Cox-Snell residuals
Display confidence intervals on diagnostic plots
Help
OK
Cancel

النتائج:


Probability Plot (Fitted Arrhenius) for وقت البداية
Probability Plot (Fitted Arrhenius) for وقت البداية
Weibull - 95% CI
Arbitrary Censoring - ML Estimates
Percent
Time to Failure
درجة الحرارة
125
150
175
درجة الحرارة
55
Table of Statistics
Shape Scale AD*
0.996225 136.746 89.654
0.996225 37.239 77.746
0.996225 11.725 15.354
Table of Statistics at Design Value
Shape Scale
0.996225 14982.1



Accelerated Life Testing: وقت البداية versus درجة الحرارة

* NOTE * 21 cases were used

* NOTE * 3 cases contained missing values or was a case with zero frequency.

Response Variable Start: وقت البداية End: وقت النهاية
Frequency: التكرار

Censoring

Censoring Information	Count
Right censored value	95
Interval censored value	58

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Weibull

Relationship with accelerating variable(s): Arrhenius

Regression Table

Predictor	Coef	Standard Error	Z	P	95.0% Normal CI Lower	Upper
Intercept	-17.0990	4.13633	-4.13	0.000	-25.2061	-8.99195
درجة الحرارة	0.755405	0.157076	4.81	0.000	0.447542	1.06327
Shape	0.996225	0.136187			0.762071	1.30232

Log-Likelihood = -191.130

Probability Plot (Fitted Arrhenius) for وقت البداية

Anderson-Darling (adjusted) Goodness-of-Fit

At each accelerating level

Level	Fitted Model
125	89.654
150	77.746
175	15.354

Table of Percentiles

Percent	درجة الحرارة	Percentile	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
5	55	759.882	928.717	69.2500	8338.21
5	85	81.0926	63.2317	17.5897	373.855

التحليل:

- ✓ بناءً على النتائج الواردة في جدول المئينات Table of Percentiles أو من خلال Relation Plot ، يمكن للمهندس أن يستنتج ما يلي:
  1- عند درجة حرارة التصميم (55 درجة مئوية) ، ستفشل 5٪ من الأجهزة بعد حوالي 760 يومًا (أكثر بقليل من عامين).
  2- في أسوأ درجات الحرارة (85 درجة مئوية) ، ستفشل 5٪ من الأجهزة بعد 81 يومًا تقريبًا.
- ✓ يمكن أن يساعد مخطط الاحتمال Probability plot المستند إلى النموذج المجهز في تحديد ما إذا كان distribution, transformation, and assumption of equal shape لتوزيع (Weibull) في كل مستوى من متغير التسارع مناسبًا. لهذه البيانات تتبع النقاط خط مستقيم تقريبي.

<u>الانحدار مع بيانات الحياة (Regression with Life Data)</u> :

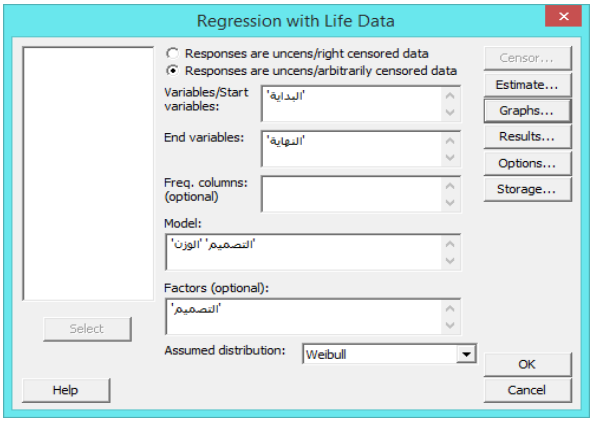
- ✓ يستخدم لتحديد ما إذا كان أحد المُتبئات/العوامل أو أكثر يؤثر على وقت فشل المنتج.
- ✓ يحدد هذا التحليل نموذجًا يقدّر وقت الفشل المتوقع للعنصر بناءً على قيم التنبّؤات. باستخدام المتغيرات التفسيرية لشرح التغييرات في متغير الاستجابة ، ويساعد النموذج على تحديد سبب فشل بعض العناصر بسرعة وبقاء البعض الآخر على قيد الحياة لفترة اطول.
- ✓ باستخدام تنبؤات النموذج ، يمكن تقدير ثبات المنتج أو النظام.
- ✓ يمكن أن يتضمن نموذج الانحدار مع بيانات الحياة (متغيرات فئوية : مثل الشركة المصنعة أو التصميم أو الموقع) ، (متغيرات مشتركة) (متغيرات متصلة مثل: درجة الحرارة أو الجهد أو الضغط) ، بالإضافة إلى التفاعلات بين هذه المتغيرات.
- ✓ على عكس تحليلات الانحدار الأخرى ، يقبل الانحدار البيانات المبتورة ويستخدم توزيعات مختلفة لنمذجة البيانات.
- ✓ يمكن أيضًا استخدام هذا التحليل لتقدير مئينات أخرى إلى جانب المئين 50.
- ✓ يجب أن يكون متغير الاستجابة متصلا.
- ✓ غالبًا ما تكون بيانات الاستجابة هي أوقات الفشل.
- ✓ يجب أن تكون أوقات الفشل مستقلة.
- ✓ يجب عد البيانات المبتورة.
- ✓ يمكن أن يشمل النموذج الى ما يصل إلى 9 عوامل و 50 متغيرًا مشتركا.
- ✓ يجب أن يلائم النموذج البيانات بشكل مناسب .
- ✓ يجب أن يكون النموذج رتيبا كاملا ومتسلسلًا هرميًا (في النموذج الهرمي ، إذا تم تضمين التفاعل فيجب أن تكون جميع التفاعلات ذات المستوى الأدنى والتنبؤات التي تشكل التفاعل موجودة ايضا في النموذج. يتضمن النموذج الرتيب الكامل بيانات كافية لتقدير جميع المتغيرات في النموذج. البيانات المفقودة أو البيانات غير الكافية أو التعددية الخطية يمكن أن تمنع النموذج من أن يكون في رتيب كامل. إذا لم يكن النموذج رتيبا بالكامل ، فسيقوم Minitab بالتنبيه عند إجراء التحليل. يمكن غالبًا حل هذه المشكلة عن طريق إزالة التفاعلات غير المهمة من النموذج).

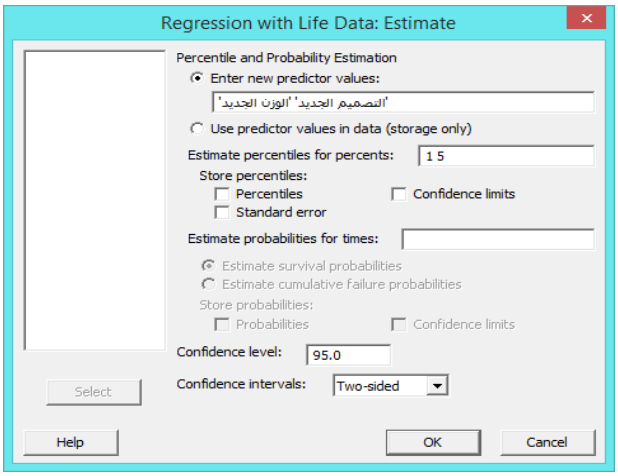
مثال :

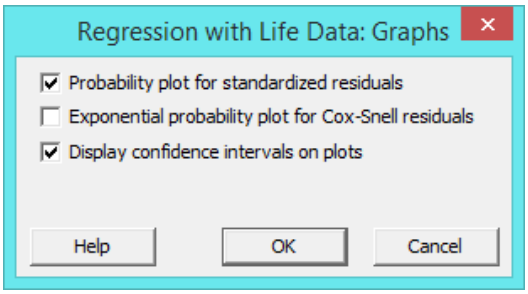
يرغب مهندس في تقييم ثبات علبة ضاغط أعيد تصميمها للمحركات النفاثة. لاختبار التصاميم (standard, new)، يستخدم المهندس آلة لرمي قذيفة واحدة في كل علبة ضاغط . بعد الاصطدام بالقذيفة ، يقوم المهندس بفحص الضاغط كل اثنتي عشرة ساعة للتأكد من عدم وجود عطل. يقوم المهندس باجراء اختبار Regression with Life Data لتقييم العلاقة بين تصميم العلبة ووزن المقذوف ووقت الفشل. كما يريد تقدير أوقات الفشل التي يمكن فيها توقع فشل 1٪ و 5٪ من المحركات. يستخدم المهندس توزيع Weibull لنمذجة البيانات.

	البداية	النهاية	التصميم	الوزن	التصميم الجديد	الوزن الجديد
1	132	144	Standard	10.0	Standard	5.0
2	144	156	Standard	10.0	Standard	7.5
3	156	168	Standard	10.0	Standard	10.0
4	192	204	Standard	10.0	New	5.0
5	192	204	Standard	10.0	New	7.5
6	204	216	Standard	10.0	New	10.0
7	240	*	Standard	10.0		
8	240	*	Standard	10.0		
9	168	180	Standard	7.5		
10	216	228	Standard	7.5		
11	216	228	Standard	7.5		
12	240	*	Standard	7.5		
13	240	*	Standard	7.5		

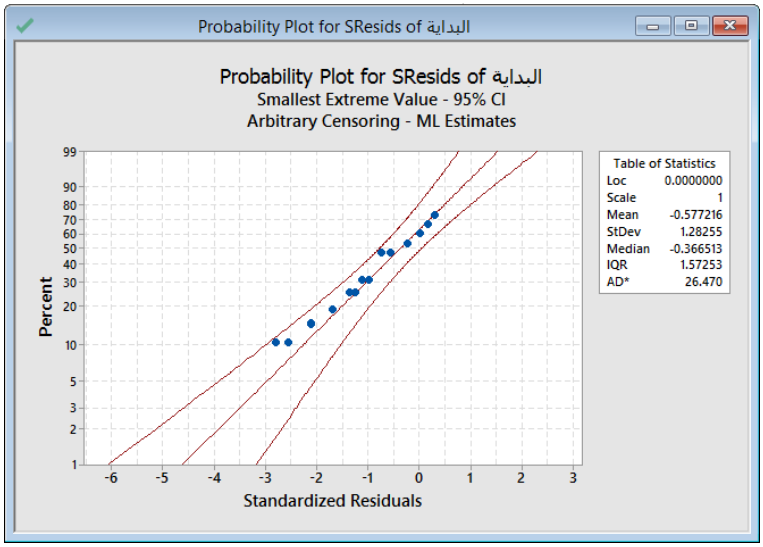
**ملاحظة : عدد السجلات (48) . انظر JetEngineReliability.MTW







النتائج:



Regression with Life Data: البداية versus التصميم; الوزن

Response Variable Start: البداية End: النهاية

Censoring

Censoring Information	Count
Right censored value	25
Interval censored value	23

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Weibull

Relationship with accelerating variable(s): Linear

Regression Table

Predictor	Coef	Standard Error	Z	P	95.0% Normal CI Lower	95.0% Normal CI Upper
Intercept	6.68731	0.193766	34.51	0.000	6.30754	7.06709
التصميم						
Standard	-0.705643	0.0725597	-9.72	0.000	-0.847857	-0.563428
الوزن	-0.0565899	0.0212396	-2.66	0.008	-0.0982187	-0.0149611
Shape	5.79286	1.07980			4.02001	8.34755

Log-Likelihood = -88.282

Log-Likelihood = -88.282

Anderson-Darling (adjusted) Goodness-of-Fit

Standardized Residuals = 26.470

Table of Percentiles

Percent	التصميم	الوزن	Percentile	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
1	Standard	5.0	134.911	17.6574	104.385	174.363
1	Standard	7.5	117.113	16.0279	89.5591	153.144
1	Standard	10.0	101.663	16.3830	74.1295	139.423
1	New	5.0	273.214	36.8022	209.819	355.763
1	New	7.5	237.171	32.6878	181.028	310.726
1	New	10.0	205.882	32.8675	150.568	281.518
5	Standard	5.0	178.749	16.9676	148.404	215.300
5	Standard	7.5	155.168	14.1107	129.836	185.443
5	Standard	10.0	134.698	15.4568	107.568	168.670
5	New	5.0	361.994	36.0778	297.761	440.084
5	New	7.5	314.239	28.8741	262.450	376.247
5	New	10.0	272.783	30.6102	218.928	339.887

التحليل:

في جدول الانحدار تكون قيم P–Valu للتصميم والوزن ذات اهمية عند مستوى اهمية $\alpha = 0.05$. لذلك يخلص المهندس إلى أن كل من التصميم ووزن المقذوف لهما تأثير على أوقات الفشل. يمكن استخدام معاملات التنبّؤات Coef لتحديد معادلة تصف العلاقة بين تصميم العلبة ووزن المقذوف ووقت الفشل . يوضح جدول المئينات، المئين الأول والخامس لكل تركيبة من تصميم العلبة ووزن المقذوف. الوقت الذي يمر قبل فشل 1٪ أو 5٪ من المحركات أطول لتصميم الهيكل الجديد من التصميم القياسي ، في جميع أوزان المقذوفات. على سبيل المثال ، بعد التعرض لمقذوف بوزن 10 رطل ، يمكن توقع فشل 1٪ من المحركات ذات التصميم القياسي بعد 101.663 ساعة تقريبًا. مع التصميم الجديد للحالة ، من المتوقع أن تفشل 1٪ من المحركات بعد حوالي 205.882 ساعة. يظهر مخطط الاحتمال للبواقي أن النقاط تتبع خط مستقيم تقريبي. لذلك يمكن للمهندس أن يفترض أن النموذج مناسب.

تحليل التحمل (Probit Analysis) :

- ✓ يستخدم لتقدير عدد الوحدات التي يمكن توقع فشلها في الاستجابة لكمية معينة من الضغط أو التحفيز.
- ✓ يفحص العلاقة بين (متغير الاستجابة) من النوع ذي الحدين و(متغير الضغط) من النوع المتصل. لإجراء التحليل ، يجب اجراء الضغط (أو التحفيز) على عدد من الوحدات ثم تسجيل ما إذا كانت كل وحدة تتكسر/تفشل (تُعرف على أنها حدث Event) أو تتحمل الضغط.
- ✓ استنادًا إلى بيانات العينة يحسب Minitab معادلة التحمل probit equation التي يمكن استخدامها للقيام بما يلي:
  1- فحص كيف تتغير احتمالية الحدث مع تغير متغيرات الضغط.
  2- توقع احتمالية وقوع حدث لأي قيمة إجهاد في المدى التجريبي .
- ✓ في العلوم يمكن استخدام تحليل التحمل لتقييم ما إذا كان من المحتمل أن يعيش كائن حي عند تعرضه لمستويات مختلفة من الإجهاد البدني أو البيئي. على سبيل المثال يريد باحث في الحياة البرية تحديد التركيز الذي يؤدي الى نفوق 50٪ من الأسماك. أو يريد عالم حشرات معرفة احتمالية موت الحشرة عند تعرضها لكمية معينة من المبيدات الحشرية.

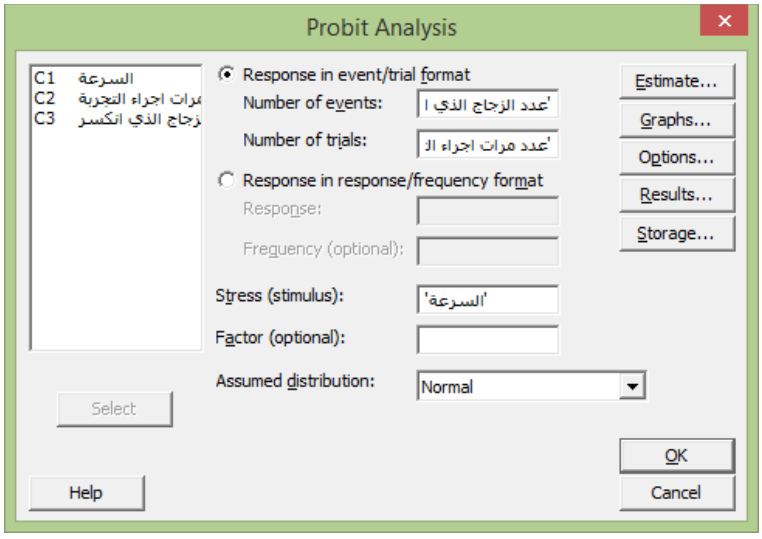
- ✓ في العلوم الهندسية ، يمكن استخدام تحليل التحمل مع (اختبارات التدمير destructive testing). على سبيل المثال ، يرغب مهندس في تحديد مدى جودة مواد بدن الغواصات عندما تتعرض لانفجارات تحت الماء. يقوم المهندس بإخضاع المواد لمقادير مختلفة من الانفجارات ثم يسجل ما إذا كان هناك تشقق في الهيكل أم لا. يستخدم المهندس تحليل التحمل لتحديد على اي مستوى من الصدمة من المتوقع أن يتكسر 10٪ من البدن ؟
- ✓ يجب أن تكون الاستجابة ثنائية.
- ✓ يجب أن يكون هناك متغير إجهاد.

مثال :

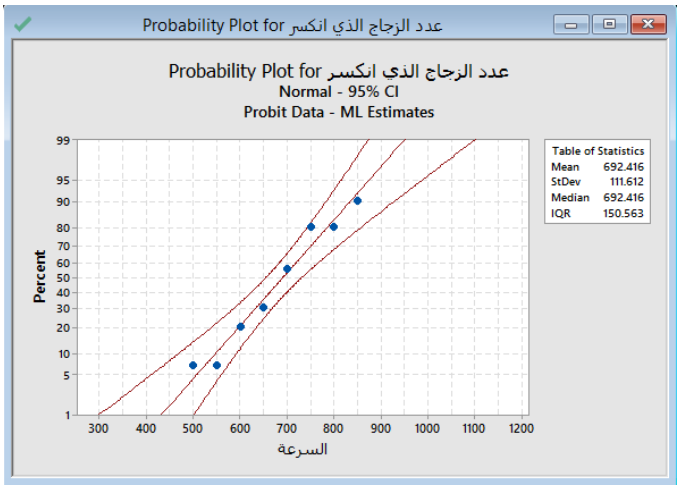
يرغب مهندس (زجاج امامي للطائرات) في التحقيق في مدى تحمل الزجاج الأمامي للصدمات القوية عند السرعات المختلفة. يقوم المهندس بإخضاع عينة عشوائية من الزجاج الأمامي إلى مقذوفات بإحدى السرعات الثمانية ويسجل ما إذا كانت الزجاج الأمامي قد صمد أمام الصدمات. يقوم المهندس بتحليل التحمل لتحديد نطاق السرعات التي تتكسر عندها نسبة معينة من الزجاج الأمامي عند تعرضه لتأثير المقذوف.

	السرعة	عدد مرات اجراء التجربة	عدد الزجاج الذي انكسر
1	500	15	1
2	550	15	1
3	600	10	2
4	650	10	3
5	700	9	5
6	750	10	8
7	800	10	8
8	850	10	9

** انظر WindshieldStress.MTW



النتائج :



Probit Analysis: عدد الزجاج الذي انكسر ; عدد مرات اجراء التجربة versus السرعة

Distribution: Normal

Response Information

Variable	Value	Count
عدد الزجاج الذي انكسر	Event	37
	Non-event	52
عدد مرات اجراء التجربة	Total	89

Estimation Method: Maximum Likelihood

Regression Table

Variable	Coef	Standard Error	Z	P
Constant	-6.20376	1.06565	-5.82	0.000
السرعة	0.0089596	0.0015615	5.74	0.000
Natural Response	0			

Log-Likelihood = -38.516

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	1.19972	6	0.977
Deviance	1.22858	6	0.975

Tolerance Distribution

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
Mean	692.416	18.3649	656.421	728.410
StDev	111.612	19.4518	79.3167	157.058

Table of Percentiles

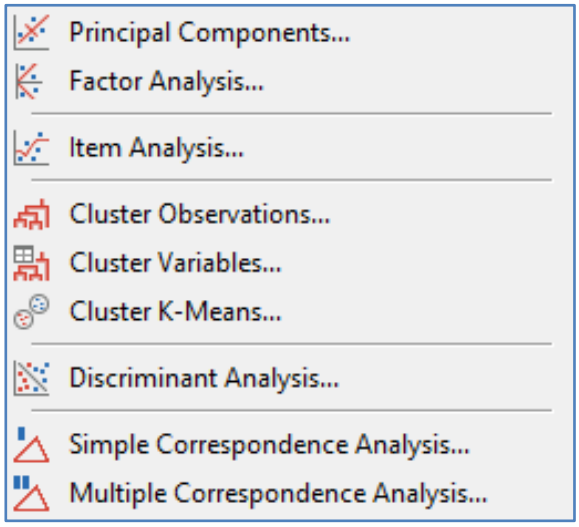
Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Fiducial CI Lower	Upper
1	432.767	45.8542	300.019	501.649
2	463.192	41.0355	345.266	525.291
3	482.496	38.0450	373.838	540.427
4	497.018	35.8391	395.242	551.902
5	508.830	34.0781	412.585	561.304
6	518.884	32.6067	427.289	569.364
7	527.699	31.3403	440.133	576.480
8	535.592	30.2277	451.589	582.896

9	542.771	29.2352	461.967	588.771
10	549.379	28.3398	471.482	594.217
20	598.480	22.4304	540.595	636.280
30	633.886	19.4337	587.639	669.400
40	664.139	18.1881	624.815	700.723
50	692.416	18.3649	656.409	733.152
60	720.692	19.8068	685.039	768.545
70	750.945	22.4716	713.104	808.979
80	786.351	26.5977	743.723	858.524
90	835.453	33.3805	783.926	929.497
91	842.060	34.3538	789.210	939.174
92	849.239	35.4233	794.925	949.712
93	857.132	36.6126	801.183	961.326
94	865.948	37.9558	808.140	974.328
95	876.002	39.5048	816.041	989.192
96	887.814	41.3455	825.280	1006.70
97	902.335	43.6350	836.585	1028.27
98	921.639	46.7171	851.535	1057.03
99	952.065	51.6465	874.954	1102.50

التحليل:

تعد قيم اختبار حسن المطابقة Goodness-of-fit (0.977 و 0.975) أكبر من مستوى الأهمية (0.05)، كما ان النقاط في probability plot قريبة من الخط المستقيم. لذلك ، يمكن للمهندس أن يفترض أن نموذج التوزيع الطبيعي يوفر ملاءمة جيدة للبيانات. من Regression table ولأن قيمة P-Value=0.00 أقل من مستوى الأهمية (0.05) ، يخلص المهندس إلى أن سرعة المقذوف لها تأثير مهم إحصائيًا على تكسر الزجاج الأمامي. يشير Table of percentile إلى أن المهندس يمكن أن يكون واثقًا بنسبة 95٪ من أن 1٪ من الزجاج الأمامي سيفشل بسرعة تتراوح بين 300.019 ميل في الساعة و 501.649 ميل في الساعة.

اختبارات المتغيرات المتعددة Multivariate :



المكونات الرئيسية (Principal Component) :

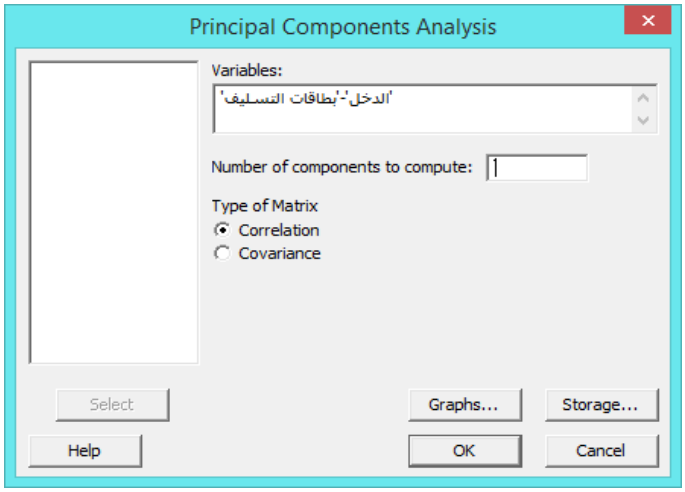
- ✓ يستخدم لتحديد عدد أقل من المتغيرات المستقلة العددية ، تسمى "المكونات الرئيسية" ، من مجموعة كبيرة من البيانات العددية.
- ✓ باستخدام هذا التحليل يمكن إنشاء متغيرات جديدة (مكونات رئيسية) والتي تكون عبارة عن مجموعات خطية من المتغيرات المشاهدة.
- ✓ الهدف من تحليل المكونات الرئيسية هو تفسير اكبر قدر من التباين مع أقل عدد من المكونات الرئيسية.
- ✓ على سبيل المثال ، يستخدم المحلل تحليل المكونات الرئيسية لتحليل استجابات العملاء للعديد من خصائص الشامبو الجديد. يرغب المحلل في تحديد ما إذا كان من الممكن تكوين عدد أقل من المتغيرات غير المترابطة التي يسهل تفسيرها وتحليلها من المتغيرات التي تمت مشاهدتها.
- ✓ يستخدم هذا التحليل كخطوة اولى في سلسلة من التحليلات. على سبيل المثال يمكنك استخدام المكونات الرئيسية قبل إجراء تحليل الانحدار لتجنب التعددية الخطية multicollinearity أو لتقليل عدد المتنبئات (متغيرات مستقلة) بالنسبة لعدد المشاهدات.
- ✓ يجب أن يكون هناك متغيرين على الأقل عدديين(يجب ادخال قيم كل متغير في عمود منفصل).

مثال :

يطلب احد البنوك ثمانية معلومات من المتقدمين للحصول على قروض: (الدخل ، ومستوى التعليم ، والعمر ، وطول الوقت في مكان الإقامة الحالي ، عدد سنوات الخدمة ، والتوفير ، والديون ، وعدد بطاقات التسليف) . يريد مسؤول البنك تحليل هذه البيانات لتحديد أفضل طريقة لتجميعها والخروج بتقرير. يقوم المسؤول بجمع هذه المعلومات لـ 30 من المتقدمين للحصول على قرض.

	الدخل	التعليم	العمر	طول الوقت في مكان الاقامة	عدد سنوات الخدمة	التوفير	الديون	بطاقات التسليف
1	50000	16	28	2	2	5000	1200	2
2	72000	18	35	10	8	12000	5400	4
3	61000	18	36	6	5	15000	1000	2
4	88000	20	35	4	4	980	1100	4
5	91100	18	38	8	9	20000	0	1
6	45100	14	41	15	14	3900	22000	4
7	36200	14	29	6	5	100	7000	5
8	41000	12	34	9	8	5000	200	3
9	40000	16	32	8	7	19000	1760	2
10	32000	16	30	2	2	16000	550	1
11	29000	16	28	1	4	2100	4600	2

**ملاحظة : عدد السجلات (30) . انظر LoanApplicant.MTW



النتائج:

Principal Component Analysis: الدخل; التعليم; العمر; طول ... اقات التسليف

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	3.5476	2.1320	1.0447	0.5315	0.4112	0.1665	0.1254	0.0411
Proportion	0.443	0.266	0.131	0.066	0.051	0.021	0.016	0.005
Cumulative	0.443	0.710	0.841	0.907	0.958	0.979	0.995	1.000

Eigenvectors

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
الدخل	0.314	0.145	-0.676	-0.347	-0.241	0.494	0.018	-0.030
التعليم	0.237	0.444	-0.401	0.240	0.622	-0.357	0.103	0.057
العمر	0.484	-0.135	-0.004	-0.212	-0.175	-0.487	-0.657	-0.052
طول الوقت في مكان الاقامة	0.466	-0.277	0.091	0.116	-0.035	-0.085	0.487	-0.662
عدد سنوات الخدمة	0.459	-0.304	0.122	-0.017	-0.014	-0.023	0.368	0.739
التوفير	0.404	0.219	0.366	0.436	0.143	0.568	-0.348	-0.017
الديون	-0.067	-0.585	-0.078	-0.281	0.681	0.245	-0.196	-0.075
بطاقات التسليف	-0.123	-0.452	-0.468	0.703	-0.195	-0.022	-0.158	0.058

التحليل :

يمثل المكون الرئيسي الأول 44.3٪ من إجمالي التباين. المتغيرات الأكثر ارتباطًا بالمكون الرئيسي الأول (PC1) هي العمر (0.484) والإقامة (0.466) والتوظيف (0.459) والادخار (0.404). يرتبط المكون الرئيسي الأول بشكل إيجابي بكل هذه المتغيرات الأربعة. لذلك ، فإن زيادة قيم العمر والإقامة والتوظيف والادخار تزيد من قيمة المكون الرئيسي الأول. تفسر المكونات الرئيسية الأربعة الأولى 90.7٪ من التباين في البيانات. لذلك ، يقرر المسؤول استخدام هذه المكونات لتحليل المتقدمين للحصول على قرض.

التحليل العاملي (Factor Analysis):

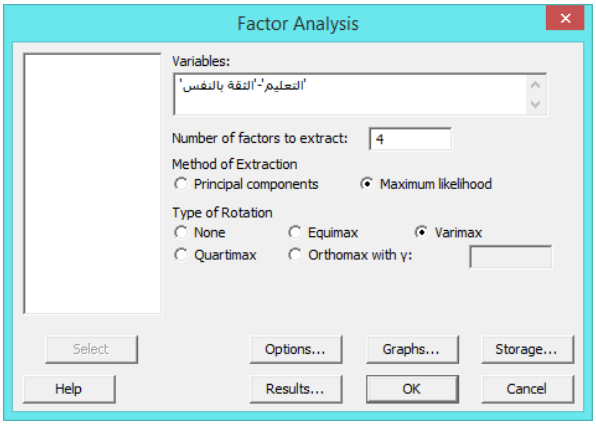
- ✓ يستخدم لتقييم بناء البيانات من خلال تقييم الارتباطات بين المتغيرات. يلخص التحليل العاملي البيانات في عوامل قليلة من خلال دمج عدد كبير من المتغيرات في مجموعة أصغر من العوامل الكامنة التي لا يتم قياسها أو ملاحظتها بشكل مباشر ، ولكن قد يكون من الأسهل تفسيرها. باستخدام هذا التحليل ، يمكن نمذجة كل متغير أصلي كدالة خطية لهذه العوامل الأساسية. يُستخدم تحليل العوامل بشكل شائع في العلوم الاجتماعية وأبحاث السوق والصناعات الأخرى التي تستخدم مجموعات كبيرة من البيانات.
- ✓ يجب أن يكون هناك متغيرين على الأقل .
- ✓ بشكل عام يجب ألا يكون هناك أكثر من عامل واحد لكل 3 متغيرات في البيانات. على سبيل المثال ، إذا كان هناك 12 متغيرًا ، فيجب استخراج 4 عوامل على الأكثر.
- ✓ يجب أن تكون مجموعات المتغيرات مرتبطة بشكل كبير (لكي تكون نتائج التحليل مفيدة ، يجب أن تكون مجموعات المتغيرات مرتبطة ارتباطًا وثيقًا مع وجود ارتباطات صغيرة بين المتغيرات من مجموعات مختلفة).

مثال :

يريد مدير الموارد البشرية تحديد العوامل الأساسية التي تشرح المتغيرات الـ 12 التي يقيّمها قسم الموارد البشرية لكل متقدم للوظيفة. يقوم موظفو الموارد البشرية بتقييم كل متقدم للوظيفة بناءً على خصائص مختلفة باستخدام مقياس من 1 (منخفض) إلى 10 (مرتفع). يقوم المدير بجمع تقييمات 50 من المتقدمين للعمل.

	التعليم	المظهر	التواصل	المطابقة مع شروط المؤسسة	الخبرة	مطابقة مواصفات الوظيفة	رسائل توصية	القبول	الماسسة	التحمل	المتابعة	الثقة بالنفس
1	6	8	7	5	6	5	7	7	7	6	7	7
2	9	8	8	8	10	9	8	9	8	9	9	9
3	6	7	7	6	6	7	7	8	8	6	6	8
4	7	8	6	5	8	5	9	8	7	8	7	7
5	4	7	8	6	6	6	6	7	8	5	4	6
6	7	7	7	5	5	6	5	7	8	7	4	6
7	6	8	6	7	7	7	8	7	5	7	8	7
8	7	6	6	5	8	6	7	6	5	7	6	6
9	9	8	8	9	9	8	10	7	8	8	9	8
10	6	8	7	8	6	7	8	7	8	6	7	7

** ملاحظة : عدد السجلات (50) . انظر JobApplicants.MTW



** Principle component: يستخدم اذا لم يتم معرفة عدد العوامل التي ترغب باستخراجها.

** Maximum likelihood: يستخدم اذا تم معرفة عدد العوامل (الذي ينصح به).

** equimax: يقوم بتدوير الأحمال ، يمثل حل وسط بين دوران Varimax و Quartimax. ، Varimax: هو الأكثر استخدامًا. يقوم بزيادة الأحمال الكبيرة ويتم تقليل الأحمال الصغيرة ، Quartimax: يقوم بزيادة التباين في تحميل عامل التربيع في كل متغير ، Orthomax with y : يستخدم التحميلات على أساس قيمة جاما (بين 0 و 1).

النتائج:

Factor Analysis: التعليم; المظهر; التواصل; المطابقة مع شروط ... لثقة بالنفس

Maximum Likelihood Factor Analysis of the Correlation Matrix

Unrotated Factor Loadings and Communalities

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Communality
التعليم	0.380	0.455	0.340	0.259	0.534
المظهر	0.359	0.530	-0.040	0.523	0.685
التواصل	0.465	0.660	-0.377	-0.023	0.795
المطابقة مع شروط المؤسسة	0.523	0.677	0.266	-0.253	0.866
الخبرة	0.508	0.194	0.450	0.232	0.553
مطابقة مواصفات الوظيفة	0.532	0.632	0.415	-0.201	0.895
رسائل توصية	0.992	-0.094	-0.012	-0.007	0.994
القبول	0.412	0.529	0.032	0.377	0.593
الماسسة	0.406	0.761	-0.424	-0.055	0.926
التحمل	0.446	0.548	0.431	0.172	0.714
المتابعة	0.850	0.040	0.096	0.283	0.814
الثقة بالنفس	0.293	0.575	0.083	0.506	0.679
Variance	3.6320	3.3193	1.0883	1.0095	9.0491
% Var	0.303	0.277	0.091	0.084	0.754

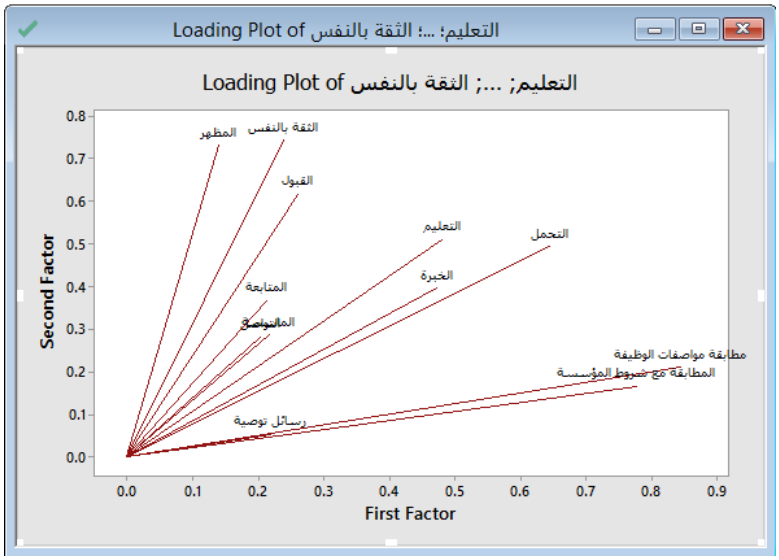
Rotated Factor Loadings and Communalities

Varimax Rotation

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Communality
التعليم	0.481	0.510	0.086	0.188	0.534
المظهر	0.140	0.730	0.319	0.175	0.685
التواصل	0.203	0.280	0.802	0.181	0.795
المطابقة مع شروط المؤسسة	0.778	0.165	0.445	0.189	0.866
الخبرة	0.472	0.395	-0.112	0.401	0.553
مطابقة مواصفات الوظيفة	0.844	0.209	0.305	0.215	0.895
رسائل توصية	0.219	0.052	0.217	0.947	0.994
القبول	0.261	0.615	0.321	0.208	0.593
الماسسة	0.217	0.285	0.889	0.086	0.926
التحمل	0.645	0.492	0.121	0.202	0.714
المتابعة	0.214	0.365	0.113	0.789	0.814
الثقة بالنفس	0.239	0.743	0.249	0.092	0.679
Variance	2.5153	2.4880	2.0863	1.9594	9.0491
% Var	0.210	0.207	0.174	0.163	0.754

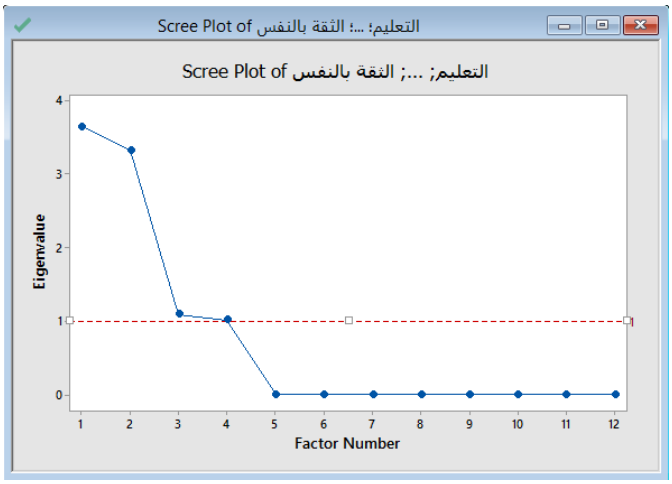
Factor Score Coefficients

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
التعليم	0.045	0.134	-0.068	-0.003
المظهر	-0.109	0.339	-0.034	0.012
التواصل	-0.089	0.014	0.258	-0.036
المطابقة مع شروط المؤسسة	0.454	-0.225	0.066	-0.105
الخبرة	0.062	0.120	-0.104	0.006
مطابقة مواصفات الوظيفة	0.662	-0.181	-0.079	-0.123
رسائل توصية	-0.159	-0.428	0.090	1.068
القبول	-0.039	0.199	-0.022	0.002
الماسسة	-0.239	-0.027	0.822	-0.131
التحمل	0.136	0.173	-0.115	-0.017
المتابعة	-0.065	0.300	-0.117	0.049
الثقة بالنفس	-0.064	0.332	-0.061	0.006



** يلاحظ ان (مطابقة مواصفات الوظيفة ، المطابقة مع شروط المؤسسة) هما الاكثر تاثيرا في العامل الاول.

** يلاحظ ان (الثقة بالنفس ، المظهر) هما الاكثر تاثيرا في العامل الثاني.



** هناك اربعة عوامل (قيمة EigenValue) اكبر من 1 ، فهي الاكثر اهمية.

التحليل :

تشير الأحمال إلى مقدار العامل الذي يفسر كل متغير. تشير الأحمال الكبيرة (الإيجابية أو السلبية) إلى أن العامل يؤثر بقوة على المتغير. غالبًا ما يصعب تفسير عمليات تحميل العوامل غير المدورة Unrotated. يعمل دوران العامل Rotated على تبسيط هيكل التحميل ، ويجعل تفسير عوامل التحميل أسهل. باستخدام الأحمال التي تم تدويرها ، يخلص المدير إلى ما يلي:

- ✓ المطابقة مع شروط المؤسسة = (0.778) ومطابقة مواصفات الوظيفة = (0.844) والتحمل= (0.645) هي عمليات تحميل إيجابية كبيرة على العامل 1 ، لذلك يصف هذا العامل المطابقة مع شروط المؤسسة ومطابقة مواصفات الوظيفة في الشركة.
- ✓ المظهر =(0.730) ، والقبول =(0.615) ، والثقة بال
- ✓ نفس =(0.743) لها عمليات تحميل إيجابية كبيرة على العامل 2 ، لذلك يصف هذا العامل الصفات الشخصية.
- ✓ التواصل =(0.802) واالماسسة = (0.889) لها تحميلات إيجابية كبيرة على العامل 3 ، لذلك يصف هذا العامل مهارات العمل.
- ✓ رسائل التوصية = (0.947) المتابعة = (0.789) على عمليات تحميل إيجابية كبيرة على العامل 4 ، لذلك يصف هذا العامل مهارات الكتابة.
- ✓ تفسر العوامل الأربعة مجتمعة 75.4٪ من التباين في البيانات.

<u>تحليل العنصر (Item Analysis) :</u>

- ✓ يستخدم لتقييم مدى جودة عناصر/متغيرات متعددة في المسح أو الاختبار لقياس نفس الخاصية (قياس الثبات).
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكن القيام بما يلي:

1- تقييم قوة واتجاه العلاقة بين أزواج العناصر.

2- تقييم الاتساق الداخلي العام للاختبار أو المسح (من خلال اختبار كرونباخ الفا).

3- يبين فيما إذا كان حذف العناصر يحسّن الاتساق الداخلي.

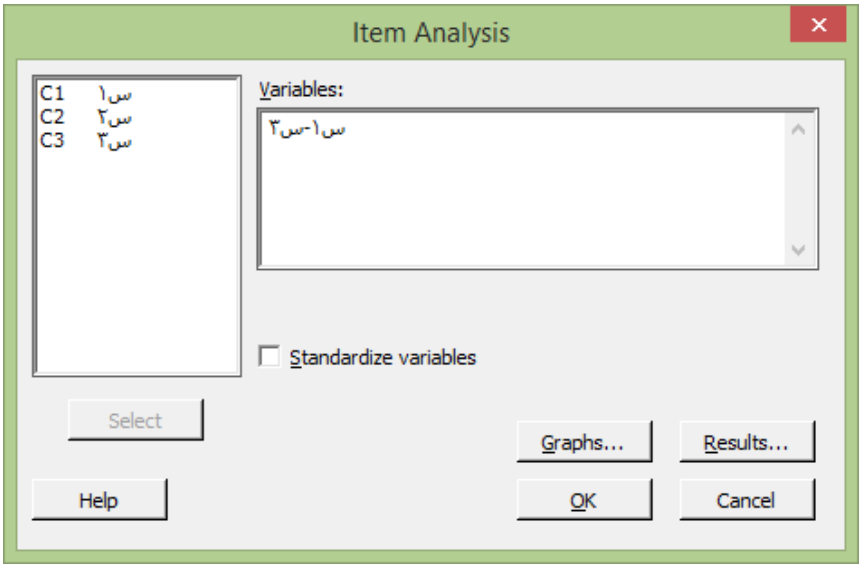
- ✓ يجب أن يكون هناك متغيرين على الأقل.
- ✓ يجب أن تقيس العناصر نفس الخاصية.

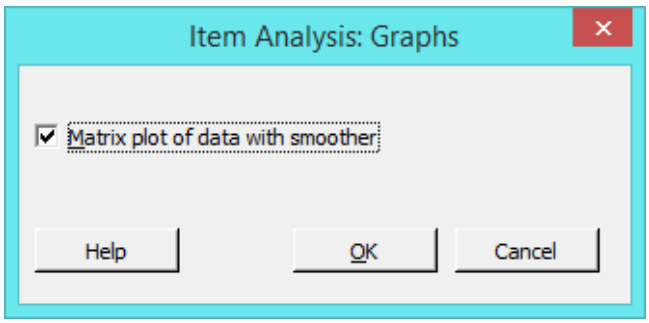
مثال :

يريد مدير علاقات العملاء في سلسلة مطاعم استخدام استطلاع الراي لتقييم رضا العملاء. يقوم مدير المطعم باختبار أسئلة الاستبيان في دراسة تجريبية للتأكد من أن الأسئلة تقيس باستمرار رضا العملاء. يختار المدير بشكل عشوائي 50 عميلًا ، ويسألهم ثلاثة أسئلة ، ويسجل ردودهم على مقياس ليكرت من 5 نقاط ، حيث 1 غير راض / غير محبب و 5 راضٍ جدًا / محبب جدًا.

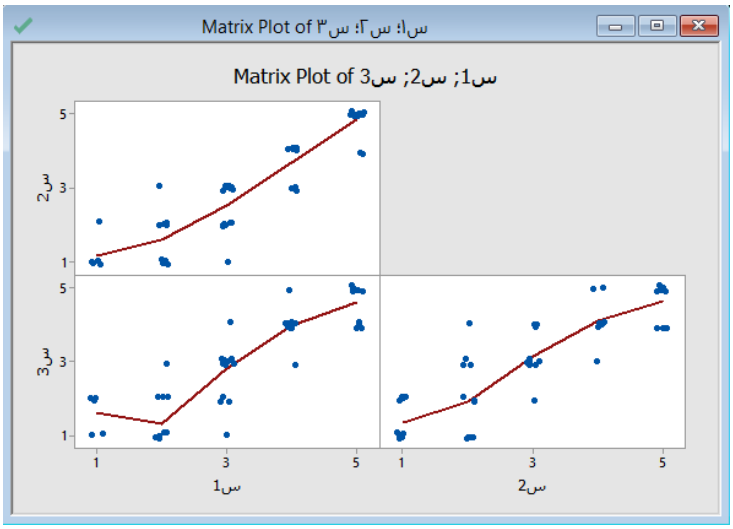
	س١	س٢	س٣
1	5	5	5
2	2	2	1
3	3	2	4
4	1	1	1
5	3	2	2
6	3	3	3
7	4	4	4
8	3	3	3

**ملاحظة : عدد السجلات (50) . انظر CustomerSatisfaction.MTW





النتائج :



Item Analysis of س1; س2; س3

Correlation Matrix

	س1	س2
س2	0.903	
س3	0.867	0.864

Cell Contents
Pearson correlation

Item and Total Statistics

Variable	Total Count	Mean	StDev
س1	50	3.1600	1.2675
س2	50	2.8400	1.3607
س3	50	2.9400	1.3463
Total	50	8.9400	3.8087

Cronbach's Alpha

Alpha
0.9550

Omitted Item Statistics

Omitted Variable	Adj. Total Mean	Adj. Total StDev	Item-Adj. Total Corr	Squared Multiple Corr	Cronbach's Alpha
س1	5.780	2.613	0.9166	0.8447	0.9268
س2	6.100	2.525	0.9134	0.8413	0.9277
س3	6.000	2.563	0.8870	0.7869	0.9476

التحليل :

تشير القيم الإيجابية العالية في جدول مصفوفة الارتباط Correlation Matrix إلى أن جميع العناصر مرتبطة ارتباطًا وثيقًا ببعضها البعض. يظهر matrix Plot أن جميع العناصر لها علاقة خطية وإيجابية. يبلغ إجمالي ألفا كرونباخ 0.9550 ، وهو أكبر من المعيار القياسي البالغ 0.7. لذلك يخلص المدير إلى أن جميع أسئلة الاستطلاع تقيس نفس الخاصية (إرضاء العملاء).

تكوين عناقيد من المشاهدات (Cluster Observations) :

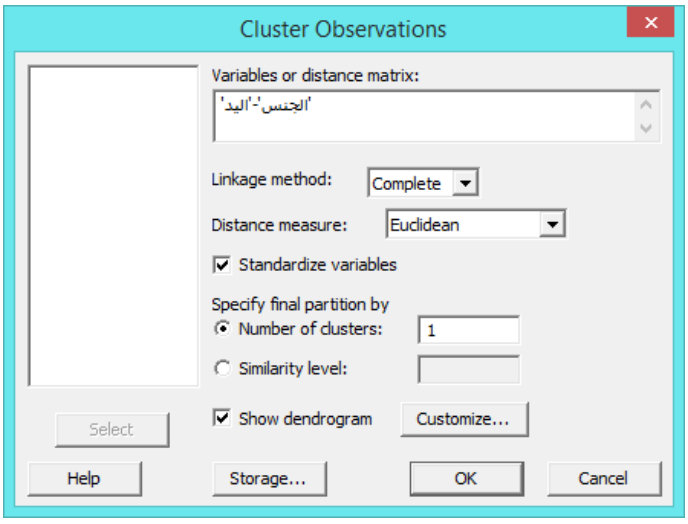
- ✓ تستخدم لتجميع المشاهدات التي تشترك في الخصائص المشتركة في مجموعات.
- ✓ هذا التحليل مناسب عندما لا يكون هناك أي معلومات أولية حول كيفية تشكيل المجموعات.
- ✓ تستخدم المشاهدات العنقودية إجراء هرمي لتشكيل المجموعات. في كل خطوة ، يتم جمع مجموعتين (مجموعات) ، حتى تحتوي مجموعة واحدة فقط على جميع المشاهدات في الخطوة النهائية. في كل خطوة من عملية التجميع ، يحسب Minitab قيم التشابه والمسافة للمجموعات لتحديد التجميع النهائي للمشاهدات. يمكن أيضًا عرض مخطط شوكي dendrogram لتصور نتائج التجميع في كل خطوة.
- ✓ يمكن الحصول على بيانات أولية أو مصفوفة المسافات .
- ✓ يجب أن تكون البيانات عددية.
- ✓ لا يمكن ان تكون البيانات اسمية او رتبية (ان امكنك تحويلها الى اعداد فلا بأس).

مثال :

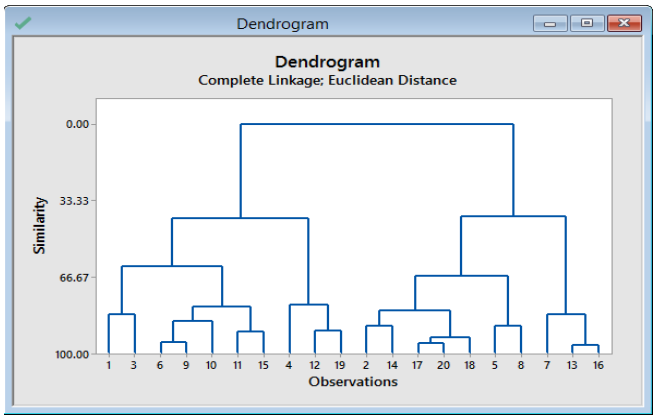
يريد مصمم لشركة السلع الرياضية اختبار قفاز حارس مرمى كرة قدم جديد. المصمم لديه 20 رياضيًا يرتدون القفازات الجديدة ويجمع معلومات الجنس والطول والوزن واليد للرياضيين. يريد المصمم تجميع الرياضيين حسب أوجه الشبه بينهم.

	الجنس	الطول	الوزن	اليد
1	2	67	140	1
2	1	74	186	1
3	2	66	164	1
4	2	65	121	0
5	1	75	208	1
6	2	63	120	1
7	1	69	172	0
8	1	77	197	1
9	2	62	118	1
10	2	60	125	1
11	2	62	134	1
12	2	68	145	0

**ملاحظة : عدد السجلات (20) . انظر GloveTesters.MTW



النتائج:



Cluster Analysis of Observations: الجنس; الطول; الوزن; اليد

Standardized Variables, Euclidean Distance, Complete Linkage

Amalgamation Steps

Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined		New cluster	Number of obs. in new cluster
1	19	96.6005	0.16275	13	16	13	2
2	18	95.4642	0.21715	17	20	17	2
3	17	95.2648	0.22669	6	9	6	2
4	16	92.9178	0.33905	17	18	17	3
5	15	90.5296	0.45339	11	15	11	2
6	14	90.3124	0.46378	12	19	12	2
7	13	88.2431	0.56285	5	8	5	2
8	12	88.2431	0.56285	2	14	2	2
9	11	85.9744	0.67146	6	10	6	3
10	10	83.0639	0.81080	7	13	7	3
11	9	83.0639	0.81080	1	3	1	2
12	8	81.4039	0.89027	2	17	2	5
13	7	79.8185	0.96617	6	11	6	5
14	6	78.7534	1.01716	4	12	4	3
15	5	66.2112	1.61760	2	5	2	7
16	4	62.0036	1.81904	1	6	1	7
17	3	41.0474	2.82229	1	4	1	10
18	2	40.1718	2.86421	2	7	2	10
19	1	0.0000	4.78739	1	2	1	20

Final Partition

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	20	76	1.91323	2.53613

التحليل :

- ✓ يوضح الجدول العناقيد التي تم ربطها في كل خطوة ، والمسافة بين العناقيد ، والتشابه بين العناقيد.

1- ينخفض مستوى التشابه بزيادات تقارب 3 أو أقل حتى الخطوة 15. ينخفض التشابه بأكثر من 20 (من 62.0036 إلى 41.0474) عند الخطوتين 16 و 17 ، عندما يتغير عدد العناقيد من 4 إلى 3.

2- تزداد المسافة بين العناقيد المترابطة أولاً بنحو 0.6 أو أقل. تزيد المسافة بأكثر من 1 (من 1.81904 إلى 2.82229) في الخطوتين 16 و 17 ، عندما يتغير عدد العناقيد من 4 إلى 3.

- ✓ تشير نتائج المسافة والتشابه إلى أن 4 مجموعات تكفي بشكل معقول للقسم النهائي. إذا كان هذا التجميع منطقيًا بالنسبة للمصمم ، فمن المحتمل أنه خيار جيد. يعرض dendrogram المعلومات في الجدول في شكل مخطط شجرة.
- ✓ يجب على المصمم إعادة تشغيل التحليل وتحديد 4 مجموعات في القسم النهائي. عند تحديد قسم نهائي ، يعرض Minitab جداول إضافية تصف خصائص كل مجموعة يتم تضمينها في القسم النهائي.

تكوين عناقيد من المتغيرات (Cluster Variables) :

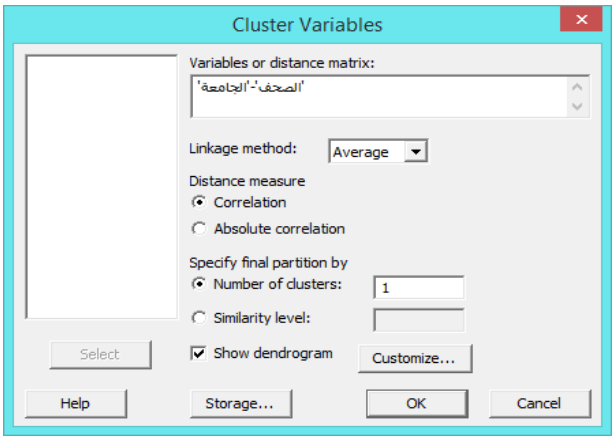
- ✓ يستخدم لتجميع المتغيرات في مجموعات لها خصائص مشتركة.
- ✓ تسمح متغيرات التجميع بتقليل عدد المتغيرات للتحليل. هذا التحليل مناسب عندما لا يكون هناك أي معلومات أولية حول كيفية تشكيل المجموعات.
- ✓ تستخدم إجراء هرمي لتكوين العناقيد. يتم تجميع المتغيرات معًا والتي تكون متشابهة (مرتبطة) مع بعضها البعض.
- ✓ في كل خطوة ، يتم ربط مجموعتين ، حتى يتم تكوين مجموعة واحدة فقط في الخطوة النهائية.
- ✓ يحسب Minitab قيم التشابه والمسافة للمجموعات في كل خطوة لتحديد التجميع النهائي للمتغيرات.
- ✓ يمكن أيضًا عرض مخطط شريطي dendrgram لتصور نتائج المجموعات في كل خطوة.
- ✓ يستخدم للحصول على بيانات أولية أو مصفوفة المسافات .
- ✓ يجب أن تكون البيانات عددية.

مثال :

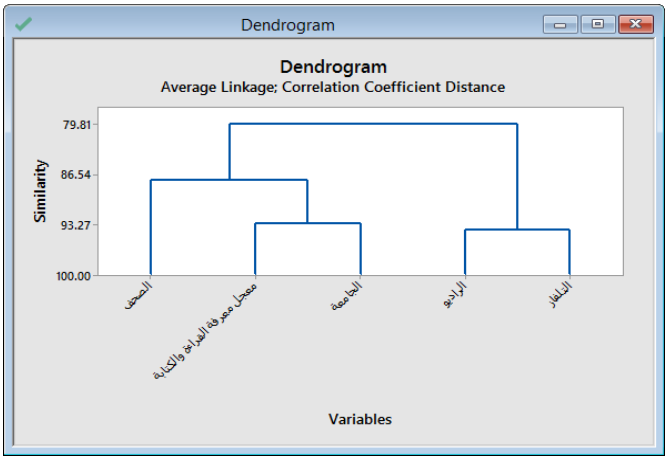
يريد باحث اجتماع أن يدرس آثار عدد وسائل الإعلام والجامعات ومعدل معرفة القراءة والكتابة على القبول في الجامعة. بالنسبة لعشر مدن حول العالم يحدد الباحث عدد الصحف وأجهزة الراديو وأجهزة التلفزيون لكل 1000 شخص. يسجل الباحث أيضًا معدل معرفة القراءة والكتابة وما إذا كانت هناك جامعة في المدينة. يريد الباحث تقليل العدد الإجمالي للمتغيرات من خلال الجمع بين المتغيرات ذات الخصائص المتشابهة.

	الصحف	الراديو	التلفاز	معدل معرفة القراءة والكتابة	الجامعة
1	279	265	227	0.98	1
2	143	231	201	0.94	1
3	9	113	4	0.25	0
4	392	314	226	0.98	1
5	85	328	83	0.79	1
6	18	43	12	0.73	0
7	20	48	15	0.32	0
8	315	1690	473	0.99	1
9	332	429	182	0.99	1
10	92	183	91	0.83	1

**ملاحظة : انظر CollegeAdmissions.MTW



النتائج:



Cluster Analysis of Variables: الصحف; الراديو; التلفاز; معجل ... تابة; الجامعة

Correlation Coefficient Distance, Average Linkage

Amalgamation Steps

Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined		New cluster	Number of obs. in new cluster
1	4	93.9666	0.120669	2	3	2	2
2	3	93.1548	0.136904	4	5	4	2
3	2	87.3150	0.253700	1	4	1	3
4	1	79.8113	0.403775	1	2	1	5

التحليل:

- ✓ يوضح الجدول العناقيد التي تم ربطها في كل خطوة ، والمسافة بين العنقود ، والتشابه بين العناقيد.
- ✓ ينخفض مستوى التشابه قليلاً من الخطوة 1 (93.9666) إلى الخطوة 2 (93.1548) ، ثم ينخفض فجأة في الخطوة 3 (87.3150) ، عندما يتغير عدد العناقيد من 3 إلى 2.

- ✓ تزداد المسافة بين العناقيد المرتبطة قليلاً بمقدار 0.017 تقريبًا من الخطوة 1 إلى الخطوة 2 ، ثم تزداد فجأة في الخطوة 3 ، عندما يتغير عدد العناقيد من 3 إلى 2.
- ✓ تشير نتائج المسافة والتشابه إلى أن 3 مجموعات تكفي بشكل معقول للقسم النهائي.

تكوين عناقيد بطريقة (Cluster K-Means):

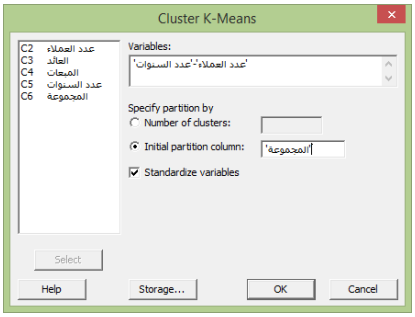
- ✓ يستخدم لتجميع المشاهدات في مجموعات لها خصائص مشتركة.
- ✓ تعتبر هذه الطريقة مناسبة عندما يكون هناك معلومات كافية لإجراء عملية التجميع.
- ✓ يستخدم التحليل طريقة غير هرمية لتجميع المشاهدات.
- ✓ يجب استخدام بيانات خام بحيث: (يحتوي كل صف على عنصر واحد، يكون هناك عمودان على شكل اعداد أو أكثر ويمثل كل عمود قياسًا مختلفًا، يجب حذف الصفوف التي تحتوي على بيانات مفقودة من ورقة العمل قبل استخدام هذا التحليل).
- ✓ تعمل عملية التجميع بشكل أفضل عندما يبنى التجميع الأولي على المعرفة العملية و / أو الهندسية .
- ✓ لاجراء عملية التجميع تستخدم البيانات في اعمدة ، يجب أن يكون هناك عمود يحتوي على قيم يشير تبعيته الى عنقود.
- ✓ يمكن أن تؤثر القيم المتطرفة بشكل كبير على النتائج .

مثال :

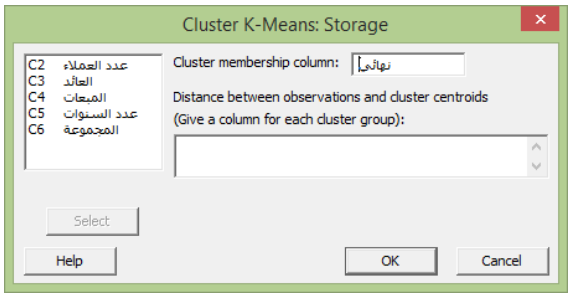
يريد محلل احصائي تصنيف 22 شركة تصنيع ناجحة صغيرة إلى متوسطة الحجم في مجموعات لاستخدامها في التحليلات المستقبلية. يقوم المحلل بجمع البيانات عن (عدد العملاء ، ومعدل العائد ، والمبيعات ، والسنوات التي كانت الشركات تعمل فيها). لبدء عملية التصنيف، يقسم المحلل الشركات إلى ثلاث مجموعات أولية: منشأة ، ومتوسطة النمو ، وناشئة.

	الشركة	عدد العملاء	العائد	المبيعات	عدد السنوات	المجموعة
13	M	79	12.7	19800800	7	3
14	N	103	11.5	32568740	6	3
15	O	140	13.9	47635980	13	1
16	P	130	11.5	47005600	14	2
17	Q	74	8.6	24652000	6	3
18	R	49	9.8	14568990	6	3
19	S	75	11.7	37555000	8	3

**ملاحظة: عدد السجلات (22) . انظر BusinessMetrics.MTW



** يوصى باستخدام Standarized variables عندما تكون المتغيرات مختلفة بوحدة القياس (دينار ، طول،...)



النتائج :

	الشركة	عدد العملاء	العائد	المبيعات	عدد السنوات	المجموعة	نهائى
13	M	79	12.7	19800800	7	3	3
14	N	103	11.5	32568740	6	3	3
15	O	140	13.9	47635980	13	1	1
16	P	130	11.5	47005600	14	2	2
17	Q	74	8.6	24652000	6	3	3
18	R	49	9.8	14568990	6	3	3

K-means Cluster Analysis: عدد العملاء; العائد; المبيعات; عدد السنوات

Method

Number of clusters	3
Standardized variables	Yes

Final Partition

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	4	1.593	0.578	0.884
Cluster2	8	8.736	0.964	1.656
Cluster3	10	12.921	1.093	1.463

Cluster Centroids

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Grand centroid
عدد العملاء	1.2318	0.5225	-0.9108	0.0000
العائد	1.2942	0.2217	-0.6950	0.0000
المبيعات	1.1866	0.5157	-0.8872	0.0000
عدد السنوات	1.2030	0.5479	-0.9195	0.0000

Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3
Cluster1	0.0000	1.5915	4.1658
Cluster2	1.5915	0.0000	2.6488
Cluster3	4.1658	2.6488	0.0000

التحليل:

استنادًا إلى التجميع الأولي الذي قدمه المحلل الاحصائي ، يصنف التحليل الشركات الـ 22 إلى 3 مجموعات: 4 منشأة، و 8 شركات متوسطة النمو ، و 10 ناشئة. يقوم Minitab بتخزين عضوية المجموعة لكل مشاهدة في العمود الجديد (نهائي) في ورقة العمل. المجموعة 1 (المنشأة) لديها أقل تغير في العناقيد الثلاث ، مع أقل قيمة لمتوسط المسافة من المركز (0.578). تحتوي المجموعة 1 أيضًا على أقل عدد من المشاهدات وعددها (4).

التحليل التمييزي (Discriminant Analysis):

- ✓ يستخدم لتصنيف المشاهدات إلى مجموعات (مجموعتين أو أكثر) عندما يكون هناك عينة بمجموعات معروفة.
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكن القيام بما يلي:

1- تحديد مدى دقة تصنيف المشاهدات في المجموعات المعروفة (تكون موزعه في اصل البيانات) .

2- تنبؤ المجموعات للمشاهدات التي لها مجموعات غير معروفة.

3- يجب أن تكون متغيرات التنبؤ كمية.

4- لا يجب أن يكون المتنبئان مرتبطين بشكل كبير.

5- يجب أن يشير متغير الاستجابة/المتغير التابع إلى المجموعة.

6- يجب أن تتبع بيانات متغيرات التنبؤ التوزيع الطبيعي Normal distribution لكل مجموعة.

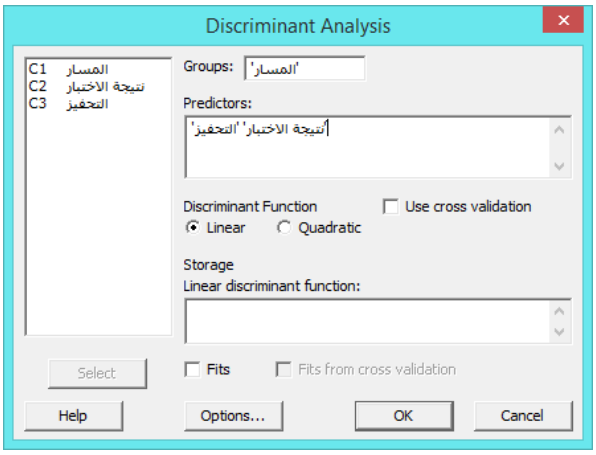
7- يتم ادخال الاحتمالات السابقة للتحليل ، عندما يكون ذلك ممكنًا (في بعض الأحيان من الممكن معرفة المحلل لاحتمالية مشاهدة تنتمي إلى مجموعة قبل إجراء تحليل تمييزي. فعلى سبيل المثال إذا كان المحلل يقوم بتصنيف مشتري لسيارة معينة ، فقد يعلم بالفعل أن 60٪ من المشترين من الذكور و 40٪ من الإناث. إذا كان يعرف أو يمكن تقدير الاحتمالات السابقة ، فيجب ادخالها في التحليل لزيادة دقة النتائج) .

مثال :

يريد مدير مدرسة ثانوية إنشاء نموذج لتصنيف الطلاب المستقبليين إلى أحد المسارات التعليمية الثلاثة. يختار المسؤول عشوائيًا 180 طالبًا ويسجل نتيجة اختبار التحصيل ، ودرجة التحفيز ، والمسار الحالي لكل منهم.

	المسار	نتيجة الاختبار	التحفيز
1	1	1120	55
2	1	1134	56
3	1	1120	55
4	1	1114	50
5	1	1117	54
6	1	1125	56
7	1	1130	57
8	1	1140	58

**ملاحظة : عدد السجلات (180) . انظر EducationPlacement.MTW



النتائج:

Discriminant Analysis: نتيجة الاختبار; التحفيز versus المسار

Linear Method for Response: المسار

Predictors: نتيجة الاختبار; التحفيز

Groups

Group	1	2	3
Count	60	60	60

Summary of Classification

	True Group		
Put into Group	1	2	3
1	59	5	0
2	1	53	3
3	0	2	57
Total N	60	60	60
N correct	59	53	57
Proportion	0.983	0.883	0.950

Correct Classifications

N	Correct	Proportion
180	169	0.939

Squared Distance Between Groups

	1	2	3
1	0.0000	12.9853	48.0911
2	12.9853	0.0000	11.3197
3	48.0911	11.3197	0.0000

Linear Discriminant Function for Groups

	1	2	3
Constant	-9707.5	-9269.0	-8921.1
نتيجة الاختبار	17.4	17.0	16.7
التحفيز	-3.2	-3.7	-4.3

Summary of Misclassified Observations

Observation	True Group	Pred Group	Group	Squared Distance	Probability
4**	1	2	1	3.524	0.438
			2	3.028	0.562
			3	25.579	0.000
65**	2	1	1	2.764	0.677
			2	4.244	0.323
			3	29.419	0.000
71**	2	1	1	3.357	0.592
			2	4.101	0.408
			3	27.097	0.000

			3	27.097	0.000
78**	2	1	1	2.327	0.775
			2	4.801	0.225
			3	29.695	0.000
79**	2	1	1	1.528	0.891
			2	5.732	0.109
			3	32.524	0.000
100**	2	1	1	5.016	0.878
			2	8.962	0.122
			3	38.213	0.000
107**	2	3	1	39.0226	0.000
			2	7.3604	0.032
			3	0.5249	0.968
116**	2	3	1	31.898	0.000
			2	7.913	0.285
			3	6.070	0.715
123**	3	2	1	30.164	0.000
			2	5.662	0.823
			3	8.738	0.177
124**	3	2	1	26.328	0.000
			2	4.054	0.918
			3	8.887	0.082
125**	3	2	1	28.542	0.000
			2	3.059	0.521
			3	3.230	0.479

التحليل:

يوضح جدول Summary of Classification نسبة المشاهدات التي تم وضعها بشكل صحيح في مجموعاتها الحقيقية بواسطة النموذج. تم وضع 93.9٪ من الطلاب في المسار التعليمي الصحيح. حصلت المجموعة 2 على أقل نسبة من المسار الصحيح ، حيث تم وضع 53 طالبًا فقط من 60 طالبًا ، أو 88.3٪ ، بشكل صحيح في هذا المسار التعليمي. جدول ملخص الملاحظات الخاطئة Summary of Misclassified يشير إلى المجموعة التي يجب وضع المشاهدة فيها. يستخدم مدير المدرسة النتائج لمعرفة الطلاب الذين تم تصنيفهم بشكل خاطئ. على سبيل المثال ، يجب وضع الطالب 4 في المجموعة 2 ، ولكن تم وضعه بشكل غير صحيح في المجموعة 1.

تحليل الارتباط البسيط (Simple Correspondence Analysis) :

- ✓ يستخدم لاستكشاف العلاقات في تصنيف ثنائي الاتجاه.
- ✓ يقوم هذا الإجراء بتحليل الجدول ثنائي الاتجاه (صفوف ×اعمدة) contingency table بطريقة مشابهة لكيفية تحليل المكونات الرئيسية Principle component.
- ✓ يتم إجراء تحليل eigen للبيانات ، ويتم تقسيم التباين إلى أبعاد أساسية وترتبط بالصفوف و / أو الأعمدة.
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكن إنشاء رسوم بيانية لتمثيل القيم في الصفوف والأعمدة بشكل مرئي وفحص العلاقات الهيكلية الشاملة بين الفئات المتغيرة.
- ✓ يجب أن يكون هناك بيانات تصنيف ثنائية الاتجاه (صفوف ×اعمدة) .
- ✓ يمكن الحصول على بيانات خام أو بيانات في نموذج جدول contingency.
- ✓ يمكن استخدام البيانات التكميلية ، يمكن أن تكون البيانات التكميلية معلومات إضافية من نفس الدراسة ، أو معلومات من دراسات أخرى. يمكن استخدام البيانات التكميلية للتحقق من صحة المكونات ، غالبًا بقيمة تاريخية أو معيار معروف.
- ✓ Inertia: القصور/الجمود الذاتي للخلية هو قيمة مربع كاي في الخلية مقسومًا على إجمالي التكرارات للجدول الثنائي.

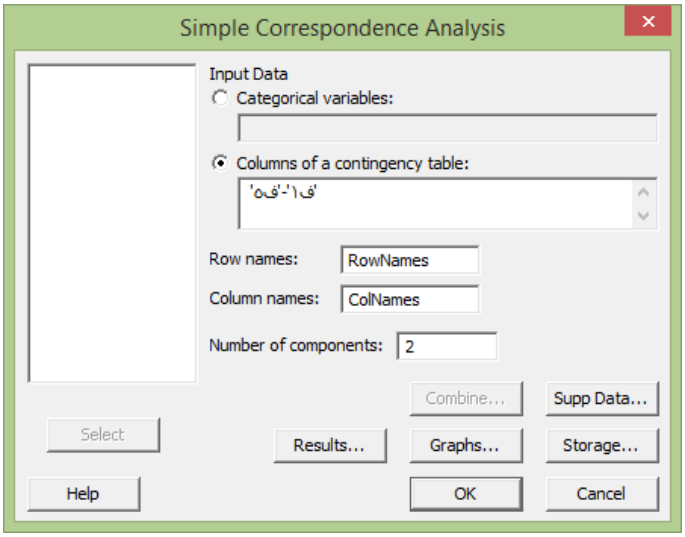
- ✓ Row Inertia: قصور الصف هو مجموع القصور الذاتي للصف.
- ✓ يستخدم القصور الذاتي لتقييم الارتباطات بين الفئات والمساهمات في التباين في البيانات. تشير القيم الأعلى بشكل عام إلى ارتباط أقوى واختلاف أكبر. كما يستخدام القصور الذاتي لتحديد المكونات الرئيسية التي تمثل معظم الانحراف عن القيم المتوقعة في البيانات.

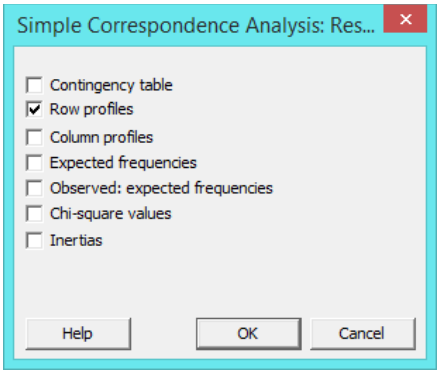
مثال :

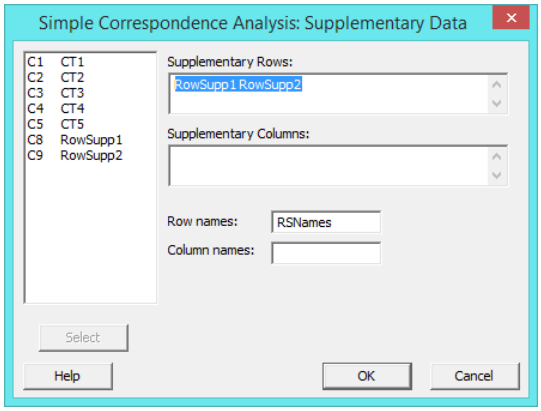
يريد مدير أبحاث جامعي تحديد كيفية مقارنة عشرة تخصصات أكاديمية ببعضها البعض فيما يتعلق بخمس فئات تمويل مختلفة. يقوم المدير بجمع بيانات التصنيف ثنائية الاتجاه لـ 796 باحثًا. بالنسبة لهذا التصنيف ذو الاتجاهين فإن التخصصات الأكاديمية عبارة عن صفوف وتكون فئات التمويل عبارة عن الأعمدة . هناك بيانات تكميلية مثل (A هي أعلى فئة تمويل ، D هي الأدنى ، والفئة E غير ممولة). يقوم المدير باستخدام تحليل Simple Correspondence Analysis لتمثيل الارتباطات بين الصفوف والأعمدة. يريد المدير أيضًا فحص البيانات التكميلية غير المدرجة في مجموعة البيانات الرئيسية. تتضمن البيانات التكميلية صفًا إضافيًا للباحثين في تخصص المتاحف ، وصفًا لعلوم الرياضيات وهو (مجموع الرياضيات والإحصاء).

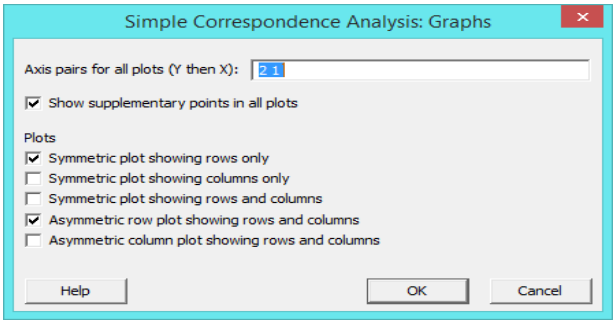
↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6-T	C7-T	C8	C9	C10-T
	ف١	ف٢	ف٣	ف٤	ف٥	RowNames	ColNames	RowSupp1	RowSupp2	RSNames
1	3	19	39	14	10	Geology	A	4	4	Museums
2	1	2	13	1	12	Biochemistry	B	12	16	MathSci
3	6	25	49	21	29	Chemistry	C	11	48	
4	3	15	41	35	26	Zoology	D	19	12	
5	10	22	47	9	26	Physics	E	7	27	
6	3	11	25	15	34	Engineering				
7	1	6	14	5	11	Microbiology				

**ملاحظة: عدد السجلات (10).انظر ResearchFunding.MTW

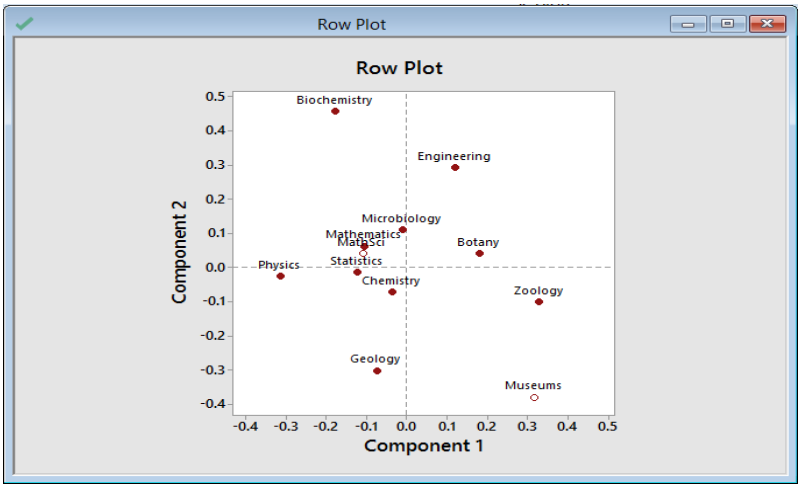


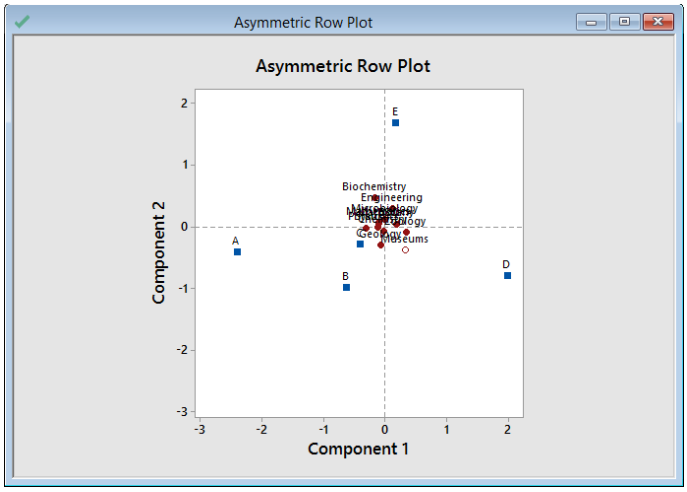

Simple Correspondence Analysis: Res...
Contingency table
Row profiles
Column profiles
Expected frequencies
Observed: expected frequencies
Chi-square values
Inertias
Help
OK
Cancel


Simple Correspondence Analysis: Supplementary Data
C1 CT1
C2 CT2
C3 CT3
C4 CT4
C5 CT5
C8 RowSupp1
C9 RowSupp2
Supplementary Rows:
RowSupp1 RowSupp2
Supplementary Columns:
Row names:
RSNames
Column names:
Select
Help
OK
Cancel


Simple Correspondence Analysis: Graphs
Axis pairs for all plots (Y then X):
2 1
Show supplementary points in all plots
Plots
Symmetric plot showing rows only
Symmetric plot showing columns only
Symmetric plot showing rows and columns
Asymmetric row plot showing rows and columns
Asymmetric column plot showing rows and columns
Help
OK
Cancel

النتائج:


Row Plot
Row Plot
Biochemistry
Engineering
Microbiology
Mathematics
Mat Sci
Botany
Statistics
Physics
Chemistry
Zoology
Geology
Museums
Component 2
Component 1
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
-0.4 -0.3 -0.2 -0.1 0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5



Simple Correspondence Analysis: ف1; ف2; ف3; ف4; ف5

Row Profiles

	A	B	C	D	E	Mass
Geology	0.035	0.224	0.459	0.165	0.118	0.107
Biochemistry	0.034	0.069	0.448	0.034	0.414	0.036
Chemistry	0.046	0.192	0.377	0.162	0.223	0.163
Zoology	0.025	0.125	0.342	0.292	0.217	0.151
Physics	0.088	0.193	0.412	0.079	0.228	0.143
Engineering	0.034	0.125	0.284	0.170	0.386	0.111
Microbiology	0.027	0.162	0.378	0.135	0.297	0.046
Botany	0.000	0.140	0.395	0.198	0.267	0.108
Statistics	0.069	0.172	0.379	0.138	0.241	0.036
Mathematics	0.026	0.141	0.474	0.103	0.256	0.098
Mass	0.039	0.161	0.389	0.162	0.249	

Analysis of Contingency Table

Axis	Inertia	Proportion	Cumulative
1	0.0391	0.4720	0.4720
2	0.0304	0.3666	0.8385
3	0.0109	0.1311	0.9697
4	0.0025	0.0303	1.0000
Total	0.0829		

Row Contributions

					Component 1			Component 2		
ID	Name	Qual	Mass	Inert	Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
1	Geology	0.916	0.107	0.137	-0.076	0.055	0.016	-0.303	0.861	0.322
2	Biochemistry	0.881	0.036	0.119	-0.180	0.119	0.030	0.455	0.762	0.248
3	Chemistry	0.644	0.163	0.021	-0.038	0.134	0.006	-0.073	0.510	0.029
4	Zoology	0.929	0.151	0.230	0.327	0.846	0.413	-0.102	0.083	0.052
5	Physics	0.886	0.143	0.196	-0.316	0.880	0.365	-0.027	0.006	0.003
6	Engineering	0.870	0.111	0.152	0.117	0.121	0.039	0.292	0.749	0.310
7	Microbiology	0.680	0.046	0.010	-0.013	0.009	0.000	0.110	0.671	0.018
8	Botany	0.654	0.108	0.067	0.179	0.625	0.088	0.039	0.029	0.005
9	Statistics	0.561	0.036	0.012	-0.125	0.554	0.014	-0.014	0.007	0.000
10	Mathematics	0.319	0.098	0.056	-0.107	0.240	0.029	0.061	0.079	0.012

Supplementary Rows

					Component 1			Component 2		
ID	Name	Qual	Mass	Inert	Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
1	Museums	0.556	0.067	0.353	0.314	0.225	0.168	-0.381	0.331	0.318
2	MathSci	0.559	0.134	0.041	-0.112	0.493	0.043	0.041	0.066	0.007

Column Contributions

					Component 1			Component 2		
ID	Name	Qual	Mass	Inert	Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
1	A	0.587	0.039	0.187	-0.478	0.574	0.228	-0.072	0.013	0.007
2	B	0.816	0.161	0.110	-0.127	0.286	0.067	-0.173	0.531	0.159
3	C	0.465	0.389	0.094	-0.083	0.341	0.068	-0.050	0.124	0.032
4	D	0.968	0.162	0.347	0.390	0.859	0.632	-0.139	0.109	0.103
5	E	0.990	0.249	0.262	0.032	0.012	0.006	0.292	0.978	0.699

**Qual اختصار (Quality) : هي (مربع المسافة للنقطة من نقطة الأصل في عدد الأبعاد المختار) مقسومًا على (مربع المسافة من نقطة الأصل في المساحة المحددة بالحد الأقصى لعدد الأبعاد).

** Row Mass: هي (مجموع كل التكرارات في الصف) مقسومًا على (مجموع كل الترددات في الجدول الثنائي).

التحليل :

- ✓ يعرض جدول Row profile نسب كل فئة صف حسب العمود. على سبيل المثال ، بالنسبة للجيولوجيا ، يوجد 3.5٪ من الباحثين في فئة التمويل أ ، و 22.4٪ في فئة التمويل ب ، وهكذا. تشير كتلة كل صف (mass) إلى نسبة الباحثين في مجموعة البيانات بأكملها. على سبيل المثال ، كتلة الجيولوجيا / عمود (mass) هي 0.107 ، مما يشير إلى أن 10.7٪ من الباحثين في مجال الجيولوجيا.
- ✓ يمكن استخدام القيم الموجودة في جداول Row contributions, Column contributions لتفسير المكونات المختلفة. يشير العمود المسمى Qual أو الجودة إلى نسبة القصور الذاتي الذي يمثله المكونان. على سبيل المثال بالنسبة Row contributions ، يتم تمثيل حقلي علم الحيوان Zologoy (0.929) والجيولوجيا Geology (0.916) بشكل أفضل بين الحقول من خلال تقسيم المكونين. تتمتع الرياضيات بأضعف تمثيل ، بقيمة جودة تبلغ 0.319. بالنسبة Column contributions ، يفسر المكونان معظم التباين في فئات التمويل B و D و E . تساهم الفئات الممولة A و B و C و D بشكل أكبر في المكون 1 (عمود Contr) في (Component 1) ، في حين أن الفئة غير الممولة ، E، تساهم أكثر في العنصر 2. (عمود Contr) في (Component 2).
- ✓ يُظهر مخطط Row plot إحداثيات الصف الرئيسية. يوضح المكون 1 ، الذي يفسر علم الحيوان والفيزياء بشكل أفضل ، هذين الحقلين الأبعد عن الأصل ، ولكن بعلامة عكسية. لذلك ، يناقض المكون 1 العلوم البيولوجية في علم الحيوان وعلم النبات مع الفيزياء. يتناقض المكون 2 بين الكيمياء الحيوية والهندسة مع الجيولوجيا.
- ✓ في Symmetric row plot ، يتم تمثيل مقياس الصفوف في المحاور الرئيسية ويتم تمثيل قياس الأعمدة في المحاور القياسية. من بين فئات التمويل ، يتباين المكون 1 بين مستويات التمويل ، بينما يتباين المكون 2 بين التمويل (من A إلى D) مع عدم التمويل (E). من بين التخصصات ، يميل الفيزياء إلى الحصول على أعلى مستوى للتمويل وعلم الحيوان لديه أدنى مستوى. تميل الكيمياء الحيوية إلى أن تكون في منتصف مستوى التمويل ، ولكنها الأعلى بين الباحثين غير الممولين. تميل المتاحف إلى التمويل ، ولكن على مستوى أقل من الباحثين الأكاديميين.

تحليل الارتباط المتعدد (Multiple Correspondence Analysis) :

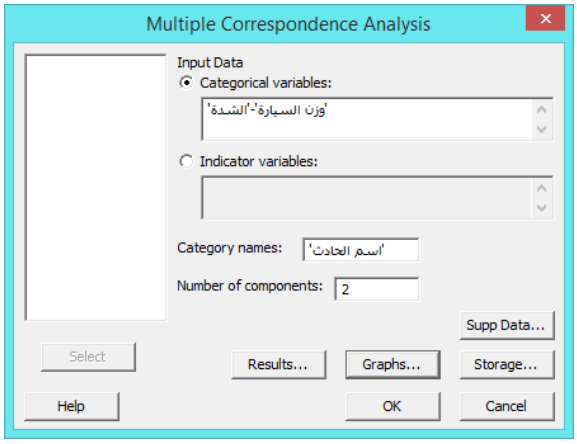
- ✓ يستخدم لاكتشاف العلاقات بين ثلاثة أو أكثر من المتغيرات الفئوية.
- ✓ يُجري Simple Correspondence Analysis على مصفوفة متغيرات المؤشر ، حيث يتوافق كل عمود في المصفوفة مع مستوى متغير فئوي.
- ✓ بدلاً من تقييم الجدول ثنائي الاتجاه لتحليل الارتباط البسيط ، يتم طي الجدول متعدد الاتجاهات في بُعد واحد لهذا التحليل. من خلال الانتقال من الإجراء البسيط إلى الإجراء المتعدد ، يمكن الحصول على معلومات حول عدد أكبر من المتغيرات المحتملة ، ولكن قد تفقد معلومات حول كيفية ارتباط الصفوف والأعمدة ببعضها البعض.
- ✓ يمكن الحصول على بيانات خام أو بيانات في شكل متغير مؤشر.
- ✓ يمكن استخدام البيانات التكميلية.

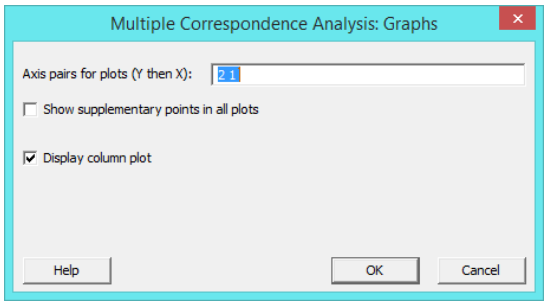
مثال :

يريد باحث استكشاف كيفية ارتباط فئات مختلفة من حوادث السيارات ببعضها البعض. يتم تصنيف حوادث السيارات حسب النوع والشدة وحجم السيارة وخروج السائق خارج السيارة. يقوم الباحث باستخدام Multiple Correspondence Analysis لفحص كيفية ارتباط الفئات في جدول رباعي مع بعضها البعض.

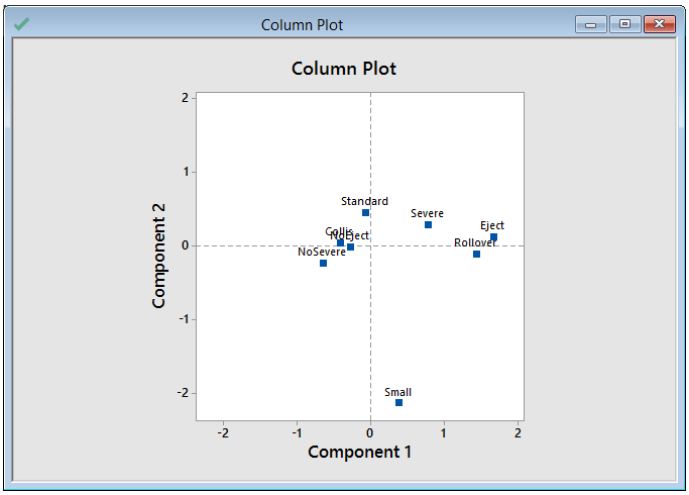
	اسم الحادث	الشدة	نوع الحادث	خروج السائق	وزن السيارة
1	Small	1	1	1	1
2	Standard	1	1	1	1
3	NoEject	1	1	1	1
4	Eject	1	1	1	1
5	Collis	1	1	1	1
6	Rollover	1	1	1	1
7	NoSevere	1	1	1	1
8	Severe	1	1	1	1
9		1	1	1	1

**ملاحظة : عدد السجلات (4831) . انظر AutomobileAccident.MTW





النتائج:



Multiple Correspondence Analysis: وزن السيارة; خروج ... وع الحادث; الشدة

Analysis of Indicator Matrix

Axis	Inertia	Proportion	Cumulative	Histogram
1	0.4032	0.4032	0.4032	**********
2	0.2520	0.2520	0.6552	******
3	0.1899	0.1899	0.8451	*****
4	0.1549	0.1549	1.0000	****
Total	1.0000			

Column Contributions

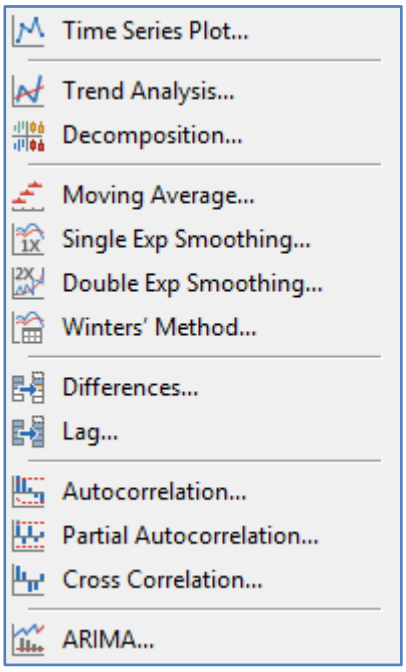
					Component 1			Component 2		
ID	Name	Qual	Mass	Inert	Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
1	Small	0.9655	0.0424	0.2076	0.3814	0.0297	0.0153	-2.1394	0.9357	0.7707
2	Standard	0.9655	0.2076	0.0424	-0.0780	0.0297	0.0031	0.4374	0.9357	0.1576
3	NoEject	0.4739	0.2134	0.0366	-0.2844	0.4717	0.0428	-0.0197	0.0023	0.0003
4	Eject	0.4739	0.0366	0.2134	1.6587	0.4717	0.2497	0.1151	0.0023	0.0019
5	Collis	0.6133	0.1926	0.0574	-0.4264	0.6095	0.0868	0.0338	0.0038	0.0009
6	Rollover	0.6133	0.0574	0.1926	1.4294	0.6095	0.2911	-0.1133	0.0038	0.0029
7	NoSevere	0.5680	0.1353	0.1147	-0.6523	0.5018	0.1428	-0.2371	0.0663	0.0302
8	Severe	0.5680	0.1147	0.1353	0.7692	0.5018	0.1684	0.2795	0.0663	0.0356

التحليل :

- ✓ يلخص Analysis of indicator matrix تفكك المتغيرات ويظهر القصور الذي يحسبه كل مكون. من إجمالي القصور الذاتي لـ 1 ، يتم احتساب ما يقرب من 40.3٪ من خلال المكون (المحور) 1 ، ويتم حساب 25.2٪ من خلال المكون (المحور) 2 ، ويتم حساب 19٪ من خلال المكون (المحور) 3 ، ويتم حساب 15.5٪ من حسب المكون (المحور) 4. تراكميًا ، يتم احتساب 84.5٪ تقريبًا من إجمالي القصور الذاتي من خلال المكونات الثلاثة الأولى.

- ✓ باستخدام Column contributions و Column plot ، يمكن تفسير المكونات بالنسبة للفئات. في الجدول تشير قيمة الجودة (Qual) إلى نسبة القصور الذاتي في العمود الذي تمثله المكونات المحسوبة. في هذا المثال ، أفضل تمثيل لفئات حجم السيارة الصغيرة والقياسية بالمكونين .(Qual = 0.965) فئات ejection هي الأقل تمثيلاً بالمكونين .(Qual = 0.474) العمود المسمى mass هو نسبة الفئة في مجموعة البيانات بأكملها. Eject (0.037) و Rollover (0.057) نادران نسبيًا.
- ✓ يوفر عمود Coord إحداثيات العمود Column coordinates، التي يتم عرضها في Column plot. يمثل الارتباط (Corr) مساهمة المكون المعني في القصور الذاتي لكل فئة. على سبيل المثال ، يمثل المكون (1) ما نسبته 61٪ من القصور الذاتي لفئات أنواع الحوادث (Collis and Rollover) يمثل المكون(2) ما نسبته 93.6٪ من القصور الذاتي لفئات حجم السيارة الصغيرة والقياسية Small and standard .
- ✓ Contr وهو مساهمة الصف في القصور الذاتي للمحور فتظهر أن Eject (Contr = 0.250) و Rollover (Contr = 0.291) يساهمون بشكل أكبر في المكون 1. أحجام السيارات الصغيرة (0.771) والقياسية (0.158) تساهم أكثر في المكون 2.
- ✓ في Column plot يكون Eject and Rollover بعيدًا جدًا عن الأصل على طول المحور الأفقي للمكون 1. ويتوافق هذا مع المساهمة العالية نسبيًا (Contr) لهذه الفئات للمكون 1. لأن Eject و No Eject ، وكذلك الشدة Sever و NoSevere ، على جانبين متقابلين من الأصل ، يتعارض المكون 1 مع قيم الفئة هذه. يظهر المكون 2 على المحور الرأسي. يقع حجم السيارة الصغيرة بعيدًا عن الفئات الأخرى على جانب واحد من المحور الرأسي. لذلك ، يقارن المكون 2 حجم السيارة الصغيرة مع الفئات الأخرى.

السلاسل الزمنية (Time Series) :



مخطط السلاسل الزمنية (Time Series Plot) :

- ✓ يستخدم للبحث عن الأنماط في الموجودة في البيانات المتعلقة بالوقت ، مثل المؤشرات أو الأنماط في زمن ما.
- ✓ يساعد المخطط في اختيار تحليل سلسلة زمنية لنمذجة البيانات.
- ✓ من شروطه :

1- يجب تسجيل البيانات بترتيب زمني .

2- جمع البيانات على فترات زمنية منتظمة ومناسبة .

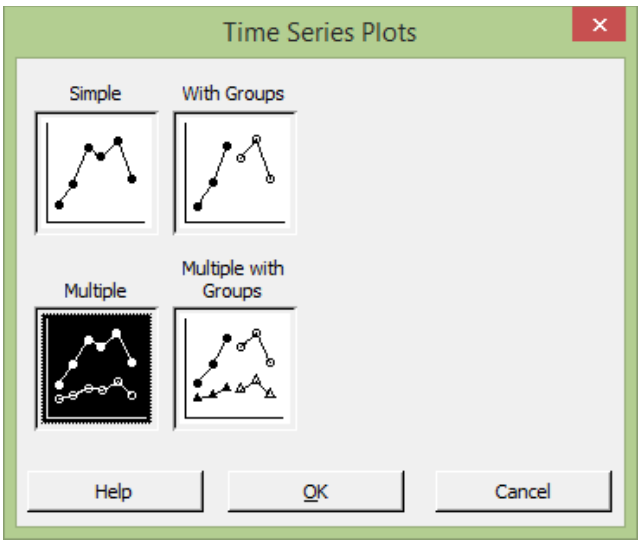
3- جمع البيانات الكافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط .

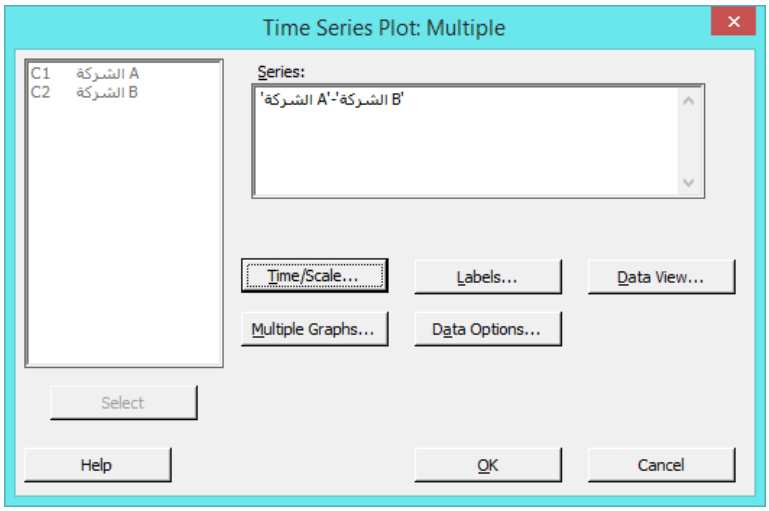
مثال :

يقارن سمسار الأسهم الأداء الشهري لسهمين خلال العامين الماضيين. يقوم وسيط الأوراق المالية بإنشاء مخطط تسلسل زمني لتصور أداء السهمين.

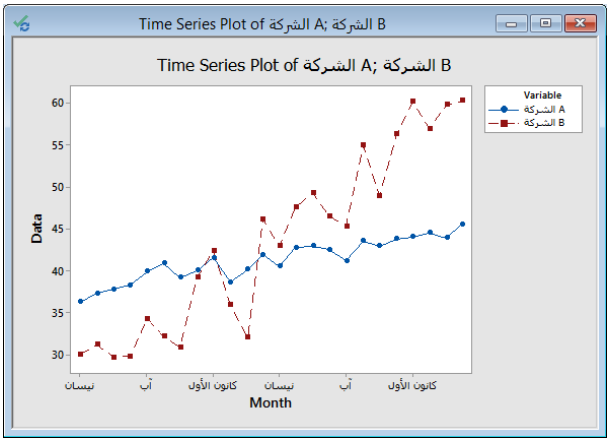
	الشركة A	الشركة B
1	36.25	30.00
2	37.25	31.13
3	37.75	29.63
4	38.25	29.75
5	39.88	34.25
6	40.88	32.13
7	39.13	30.88
8	40.00	39.13

**ملاحظة : عدد السجلات (24) . انظر StockPrice.MTW





النتائج:



التحليل :

يُظهر الخط الثابت للشركة A زيادة بطيئة على مدار عامين. كما يظهر الخط المتقطع للشركة B زيادة عامة للسنتين ، لكنه يتقلب أكثر من الشركة A. تبدأ الشركة B أقل من الشركة A ، لكن الشركة B تفوق الشركة A بحلول أبريل.

تحليل الاتجاه (Trend Analysis):

- ✓ يستخدم للتنبؤ بالاتجاه العام لبيانات السلاسل الزمنية ولتوفير التوقعات للازمان في المستقبل.
- ✓ يمكن الاختيار من بين النماذج الخطية Linear، والتربيعية Quadratic، والنمو الأسي Exponential ونماذج الاتجاه المنحني S– curve trend models. استخدم هذا الإجراء لملاءمة الاتجاه عندما يكون للبيانات اتجاه ثابت وليس موسمي Seasonal.
- ✓ شروطه :

1- تسجيل البيانات بترتيب زمني .

2- جمع بيانات كافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط .

3- جمع البيانات في فترات زمنية مناسبة .

4- يجب أن يكون للبيانات اتجاه بدون مكون موسمي .

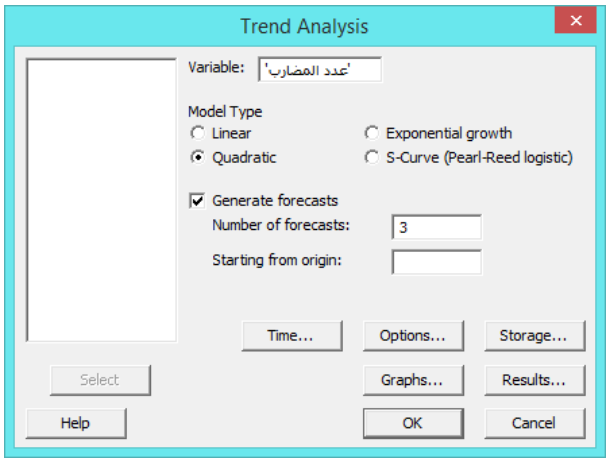
5- يجب أن يتبع الاتجاه شكلاً ثابتًا بدون تحولات أو انعكاسات .

مثال :

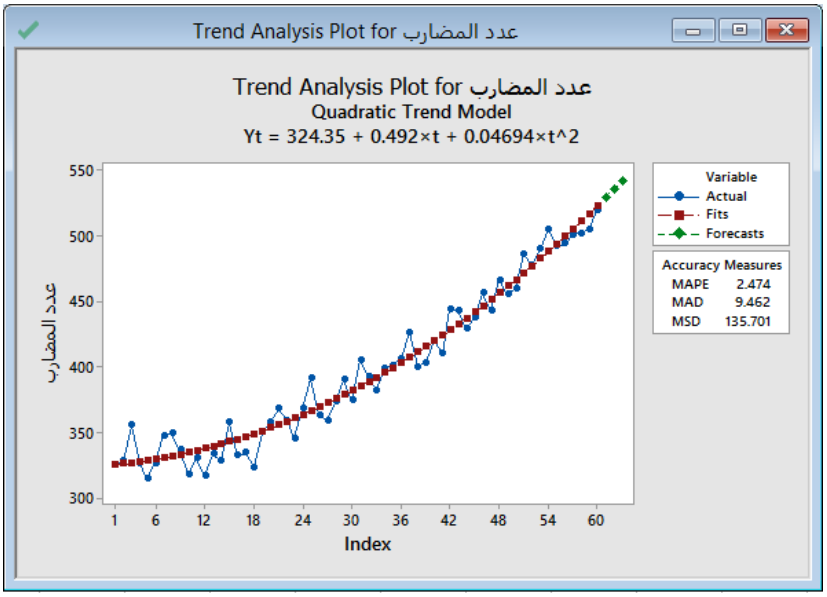
يريد محلل تسويق تقييم الاتجاه في مبيعات مضرب التنس. يقوم المحلل بجمع بيانات المبيعات من السنوات الخمس السابقة من اجل التنبؤ بمبيعات مضارب التنس للأشهر الثلاثة المقبلة.

	عدد المضارب	المستودع
4	326	10
5	314	16
6	326	13
7	347	13
8	349	9
9	336	11
10	318	11
11	330	12
12	317	10
13	333	12

**ملاحظة : عدد السجلات (60) . انظر TennisRacquetSales.MTW



النتائج:



Trend Analysis for عدد المضارب

Method

Model type	Quadratic Trend Model
Data	عدد المضارب
Length	60
NMissing	0

Fitted Trend Equation

Yt = 324.35 + 0.492×t + 0.04694×t^2

Accuracy Measures

MAPE	2.474
MAD	9.462
MSD	135.701

Forecasts

Period	Forecast
61	528.984
62	535.249
63	541.608

التحليل :

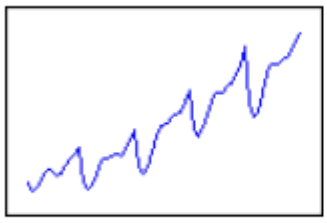
- ✓ يظهر مخطط Trend analysis plot اتجاها تصاعديا عاما. هناك انحناء ويبدو أن النموذج يناسب البيانات جيدًا ، مما يشير إلى ملاءمة جيدة. يمكن أن يكون المحلل واثقًا في التوقعات للأشهر الثلاثة المقبلة.
- ✓ قم بتفحص نهاية مخطط تحليل الاتجاه والتنبؤات لتحديد ما إذا كان من المحتمل أن تكون التوقعات دقيقة. يجب تتبع تغير البيانات عن كثب ، خاصة في نهاية السلسلة. إذا بدأت التنبؤات في التحول بعيدًا عن البيانات في نهاية السلسلة ، فقد يتغير الاتجاه

الأساسي. إذا كان الاتجاه يتغير ، فقد لا يولد النموذج توقعات دقيقة. في هذه الحالة ، فقط يجب جمع المزيد من البيانات لتحديد ما إذا كان الاتجاه على مدى فترة زمنية أطول أقل اتساقًا.

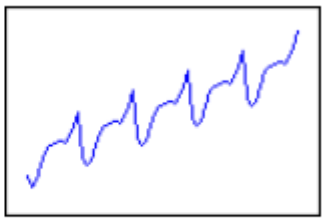
- ✓ حتى إذا بدت التوقعات دقيقة ، يجب ان يكون المحلل حذرًا بشأن التوقعات التي تزيد عن 3 فترات في المستقبل. يمكن أن تكون الاتجاهات التي تمت ملاحظتها على مدى فترة قصيرة من البيانات جزءًا من دورة أكبر وقد لا تستمر في المستقبل. نظرًا لأن الاتجاهات يمكن أن تكون متقلبة ، يجب توقع فترتين أو ثلاث فترات في المستقبل.
- ✓ يعّبر خطأ النسبة المئوية المطلقة (Mean Absolute Percent Error MAPE) عن الدقة كنسبة مئوية من الخطأ. نظرًا لأن MAPE يمثل نسبة مئوية ، فقد يكون من الأسهل فهمه من إحصائيات قياس الدقة الأخرى.القيمة الاقل هي الافضل وتعبر عن ملائمة النموذج.
- ✓ يعبر متوسط الانحراف المطلق (Mean Absolute Deviation MAD) عن الدقة في نفس البيانات ، مما يساعد اعلى تصور مقدار الخطأ. يكون للقيم المتطرفة تأثير أقل على MAD منه على MSD.القيمة الاقل هي الافضل.
- ✓ يقيس متوسط الانحراف التربيعي (Mean Square Deviation MSD) دقة قيم السلاسل الزمنية . القيم المتطرفة لها تأثير أكبر على MSD منه على MAD. القيمة الاقل هي الافضل.

التجزئة / التفكيك (Decomposition) :

- ✓ يستخدم لتجزئة / فصل سلسلة زمنية إلى (مكونات اتجاه خطي Trend و مكونات موسمية وأخطاء Seasonal and error components ولتوفير التنبؤات Forecasts).
- ✓ يمكن اختيار ما إذا كان المكون الموسمي مضافًا Additive أو مضروبا Multiplicative مع الاتجاه (مع البيانات المضروبة ، يتغير حجم النمط الموسمي مع تغير مستوى البيانات. مع البيانات المضافة ، يظل حجم النمط الموسمي ثابتًا مع تغير مستوى البيانات).

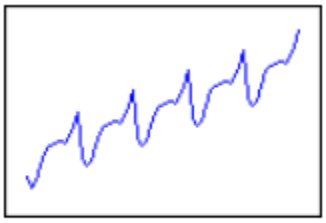


Multiplicative

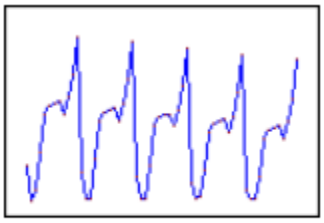


Additive

✓ مكونات النموذج Model Components : (Trend plus sesonal, Sesonal Only).



Trend plus seasonal



Seasonal only

✓ يستخدم هذا التحليل لإنشاء توقعات وتقييم المكونات عندما تحتوي السلسلة الزمنية على مكون موسمي.

✓ شروطه :

1- تسجيل البيانات بترتيب زمني.

2- جمع بيانات كافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط.

3- جمع البيانات في فترات زمنية مناسبة .

4- يجب أن تحتوي البيانات على مكون موسمي. (اذا لم يكن للبيانات اتجاه ولا تحتوي على مكون موسمي ، فيستخدم Moving Average أو Single Exponential Smoothing ، اذا كانت البيانات تحتوي على اتجاه ولكن ليس لها مكون موسمي ، فيستخدم Trend Analysis أو Double Exponential Smoothing).

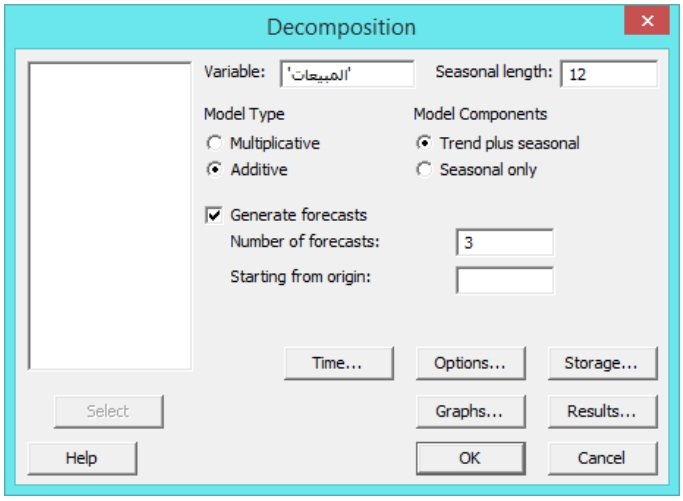
5- يجب أن تحتوي البيانات على 4 أو 5 دورات موسمية كاملة على الأقل.

مثال :

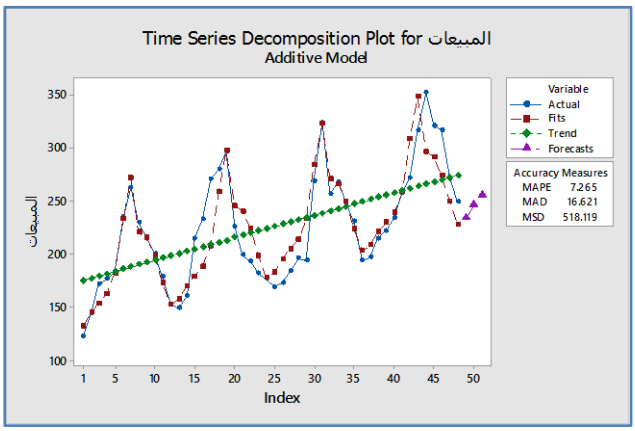
يرغب محل تسويق في توقع مبيعات مضارب الغولف. يقوم المحل بجمع بيانات المبيعات السابقة من اجل التنبؤ بمبيعات المنتج للأشهر الثلاثة المقبلة.

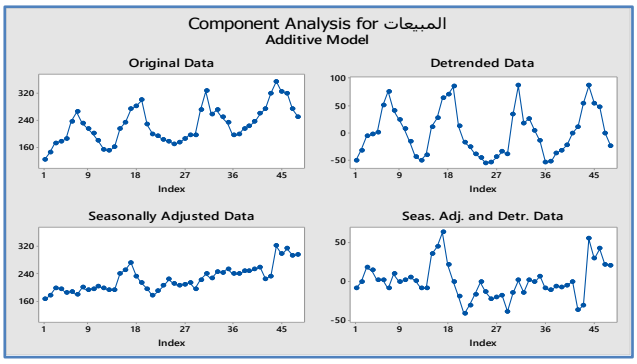
	C1	C2
	المبيعات	عدد المواقع
1	123	10
2	144	11
3	172	12
4	177	15
5	184	14
6	235	20
7	263	19
8	230	18
9	215	19

**ملاحظة: عدد السجلات (48) . انظر GolfDriverSales0.MTW



النتائج:

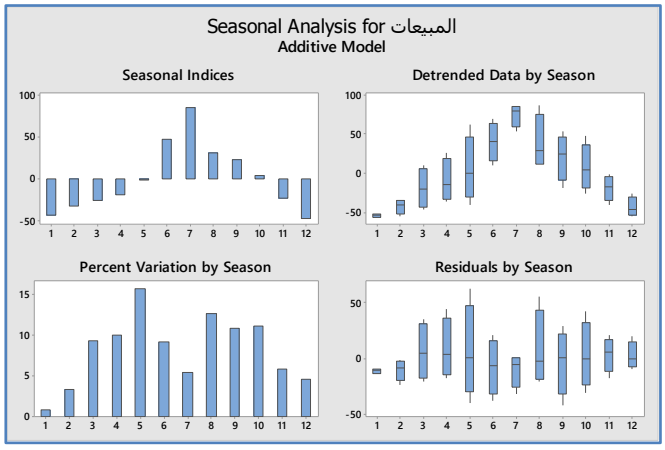




** Detrend data : البيانات بدون خط الاتجاه (اذا كان هناك اختلاف عن Original هذا يؤكد وجود الاتجاه).

** Seasonally Adjusted Data : البيانات بعد ازالة المكون الموسمي (اذا كان هناك اختلاف عن Original هذا يؤكد وجود متغير موسمي).

** Seas. Adj. and Detr. Data : تسمى ايضا البواقي (Residuals) ، يجب أن تتوزع البواقي بشكل عشوائي مع عدم وجود أنماط واضحة ولا قيم غير عادية.



** Seasonal Indices : المؤشرات الموسمية هي التأثيرات الموسمية مع تغير الزمن. استخدم المخطط لتحديد اتجاه التأثير الموسمي.

** Detrended Data by Season : تستخدم مخططات الصندوق لتحديد الفترة الموسمية التي تحتوي على أكبر أو اقل قدر من التباين.

** Percent Variation by Season : يظهر المخطط نسبة التباين بالنسبة لكل موسم.

** Residuals by Season : يستخدم االمخططة لتحديد ما إذا كان هناك تأثير موسمي على البواقي.

Time Series Decomposition for المبيعات

Method

Model type	Additive Model
Data	المبيعات
Length	48
NMissing	0

Fitted Trend Equation

Yt = 173.06 + 2.111×t

Seasonal Indices

Period	Index
1	-42.8472
2	-32.2639
3	-25.4306
4	-18.5972
5	-1.3056
6	47.3194
7	84.1111
8	30.5278
9	23.2361
10	4.1111
11	-22.8472
12	-46.0139

Accuracy Measures

MAPE	7.265
MAD	16.621
MSD	518.119

Forecasts

Period	Forecast
49	233.672
50	246.367
51	255.312

التحليل:

تُظهر مخططات تجزئة السلاسل الزمنية أن النموذج لا يتوقع البيانات في نهاية السلسلة . هذا يشير إلى أن Decompostion لا يصمم بشكل كاف الاتجاه أو النمط الموسمي. يجب على المحلل أن يجرب طريقة Winters لتحديد ما إذا كان يوفر ملاءمة أفضل للبيانات.

المتوسط المتحرك (Moving Average) :

- ✓ يستخدم لجعل المخطط اكثر نعومة (Smooth) ولتوفير توقعات قصيرة المدى عندما لا يكون للبيانات اتجاه.
- ✓ يمكن استخدام المتوسط المتحرك عندما يكون للبيانات نمط موسمي إذا قمت بتعيين طول المتوسط المتحرك بحيث يساوي طول النمط الموسمي.
- ✓ شروطه:

1- تسجيل البيانات بترتيب زمني.

2- اجمع بيانات كافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط .

3- جمع البيانات في فترات زمنية مناسبة.

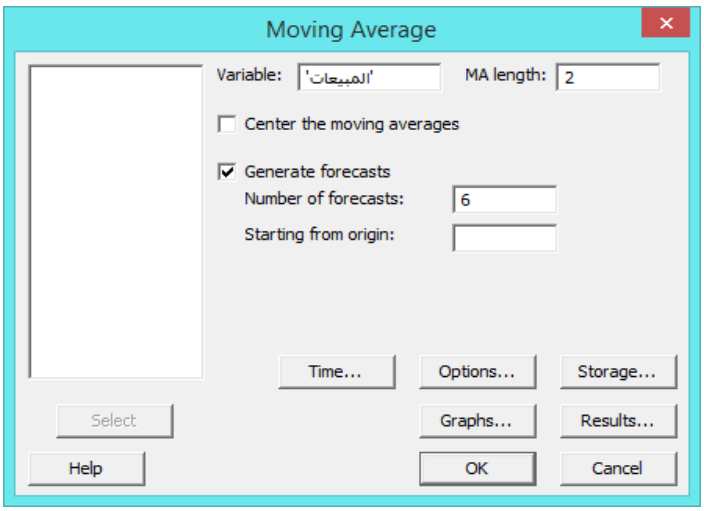
4- يجب ألا تحتوي البيانات على عنصر اتجاه أو مكون موسمي.

مثال :

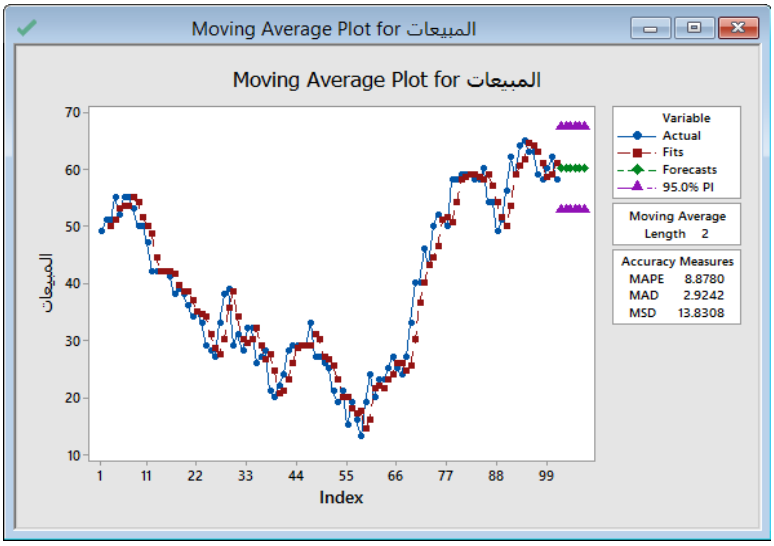
يقوم بائع معجون الأسنان بجمع بيانات المبيعات وعدد الإعلانات التجارية التي تم بثها خلال الـ 60 أسبوعًا الماضية. يقوم البائع بإنشاء نموذج سلسلة زمنية (Moving Average) (كل اسبوعين) للتنبؤ بالمبيعات في ال(6) اسابيع القادمة.

	المبيعات	عدد الاعلانات التجارية
1	49	26
2	51	26
3	51	27
4	55	28
5	52	31
6	55	30
7	55	25
8	53	26
9	50	23
10	50	25

**ملاحظة : عدد السجلات (101). انظر ToothpasteSales.MTW



النتائج:



Moving Average for المبيعات

Method

Data	المبيعات
Length	101
NMissing	0

Moving Average

Length	2

Accuracy Measures

MAPE	8.8780
MAD	2.9242
MSD	13.8308

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
102	60	52.7109	67.2891
103	60	52.7109	67.2891
104	60	52.7109	67.2891
105	60	52.7109	67.2891
106	60	52.7109	67.2891
107	60	52.7109	67.2891

التحليل:

على المخطط تتبع التوقعات والخط للبيانات عن كثب خاصة في نهاية السلسلة. يمكن أن يكون بائع التجزئة واثقًا بنسبة 95٪ من أن المبيعات ستكون بين 53 و 67 تقريبًا خلال الاسابيع الستة المقبلة.

تحليل النعومة (الشكل الاملس) ألاسي المفرد (Single Exponential Smoothing) :

- ✓ يستخدم لجعل تمثيل البيانات اكثر نعومة Smoothing عن طريق حساب المتوسطات الأسية بشكل كبير كما ويستخدم لتوفير توقعات قصيرة المدى.
- ✓ يعمل هذا التحليل بشكل أفضل للبيانات بدون اتجاه أو مكون موسمي.
- ✓ شروطه :

1- تسجيل البيانات بترتيب زمني .

2- جمع بيانات كافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط .

3- جمع البيانات في فترات زمنية مناسبة.

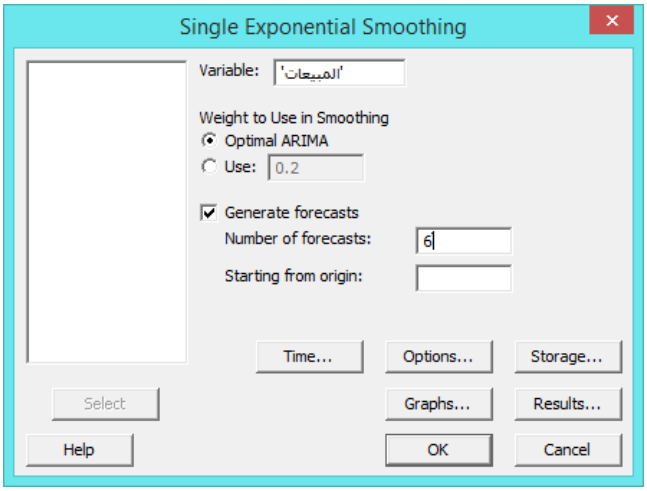
4- يجب ألا تحتوي بياناتك على عنصر اتجاه أو مكون موسمي.

مثال:

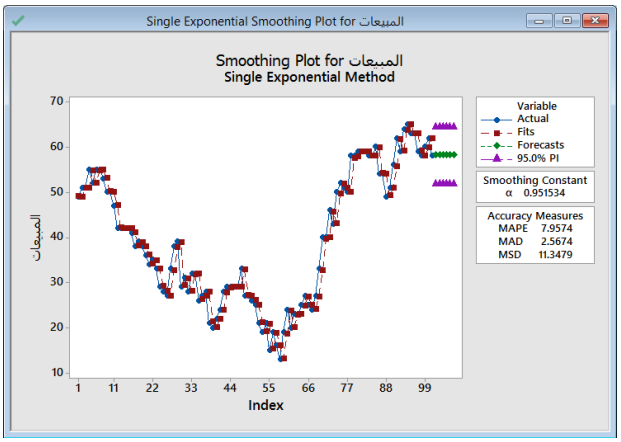
يقوم بائع معجون الأسنان بجمع بيانات المبيعات وعدد الإعلانات التجارية التي تم بثها خلال الـ 60 أسبوعًا الماضية. يقوم البائع بإنشاء نموذج سلسلة زمنية (Single Exponential Smoothing) للتنبؤ بالمبيعات في ال(6) اسابيع القادمة.

	المبيعات	عدد الاعلانات التجارية
1	49	26
2	51	26
3	51	27
4	55	28
5	52	31
6	55	30
7	55	25
8	53	26
9	50	23
10	50	25

**ملاحظة : عدد السجلات (101). انظر ToothpasteSales.MTW



النتائج:



Single Exponential Smoothing for المبيعات

Method

Data	المبيعات
Length	101

Smoothing Constant

α 0.951534

Accuracy Measures

MAPE	7.9574
MAD	2.5674
MSD	11.3479

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
102	58.1889	51.8989	64.4790
103	58.1889	51.8989	64.4790
104	58.1889	51.8989	64.4790
105	58.1889	51.8989	64.4790
106	58.1889	51.8989	64.4790
107	58.1889	51.8989	64.4790

التحليل :

في مخطط Smoothing تتبع التوقعات والخط البيانات بشكل قريب جدا ، خاصة في نهاية السلسلة. يمكن أن يكون البائع واثقًا بنسبة 95٪ من أن المبيعات ستكون بين 52 و 65 تقريبًا للأشهر الستة المقبلة.

تحليل النعومة (الشكل الاملس) الاسي المزدوج Double Exponential Smoothing :

- ✓ يستخدم لجعل تمثيل البيانات اكثر نعومة ولتوفير توقعات قصيرة المدى عندما يكون للبيانات اتجاه ولا يكون لها مكون موسمي. يحسب هذا الإجراء التقديرات الديناميكية لمكونين: المستوى والاتجاه.
- ✓ شروطه :

1- تسجيل البيانات بترتيب زمني.

2- جمع بيانات كافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط.

3- جمع البيانات في فترات زمنية مناسبة.

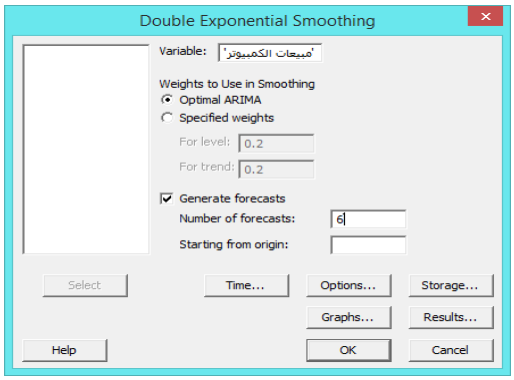
4- يجب أن يكون للبيانات اتجاه بدون مكون موسمي.

مثال :

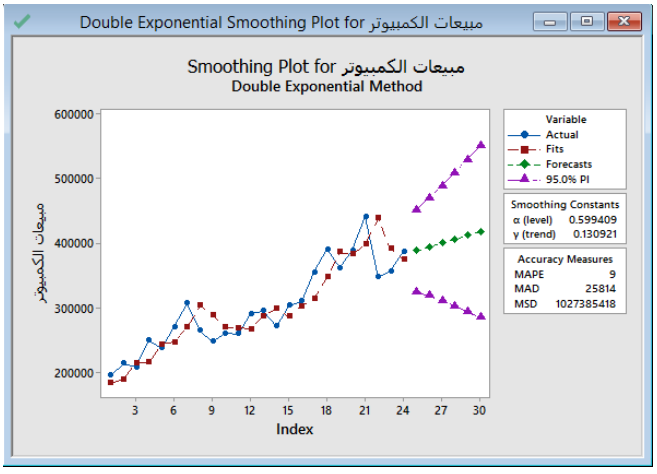
يريد بائع تجزئة عبر الإنترنت التنبؤ بمبيعات الكمبيوتر للأشهر الستة المقبلة. يجمع بائع التجزئة بيانات عن مبيعات الكمبيوتر ومبيعات البرامج من العامين الماضيين للتنبؤ بالقيم المستقبلية.

	مبيعات الكمبيوتر	مبيعات البرمجيات
1	195000	80500
2	213330	88000
3	208005	89000
4	249000	110520
5	237040	120050
6	270412	134000
7	306200	140500
8	264500	135600
9	247800	140506
10	260500	156800

**ملاحظة: عدد السجلات (24) . انظر ComputerSales.MTW



النتائج:



Double Exponential Smoothing for مبيعات الكمبيوتر

Method

Data	مبيعات الكمبيوتر
Length	24

Smoothing Constants

α (level)	0.599409
γ (trend)	0.130921

Accuracy Measures

MAPE	9
MAD	25814
MSD	1027385418

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
25	387788	324546	451030
26	393620	318188	469051
27	399452	310644	488260
28	405284	302374	508193
29	411116	293640	528591
30	416948	284595	549300

التحليل :

في المخطط التنعيم تتبع القيم المتوقعة عن كثب البيانات الفعلية. تتوقع وجود اتجاه تصاعدي طفيف في المبيعات للأشهر الستة المقبلة.

تحليل بطريقة (Winters' Method) :

- ✓ تستخدم لجعل تمثيل البيانات اكثر نعومة (جعل الشكل املس) ولتوفير توقعات متوسطة المدى.
- ✓ يمكن استخدام هذا الإجراء عندما يكون للبيانات اتجاه ومكون موسمي ، مع كون هذين المكونين إما مضافة أو مضاعفة.
- ✓ تحسب طريقة Winter التقديرات الديناميكية لثلاثة مكونات: المستوى والاتجاه والموسم.
- ✓ شروطه:

1- تسجيل البيانات بترتيب زمني .

2- جمع بيانات كافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط .

3- جمع البيانات في فترات زمنية مناسبة .

4- يجب أن تحتوي البياناتك على مكون موسمي.

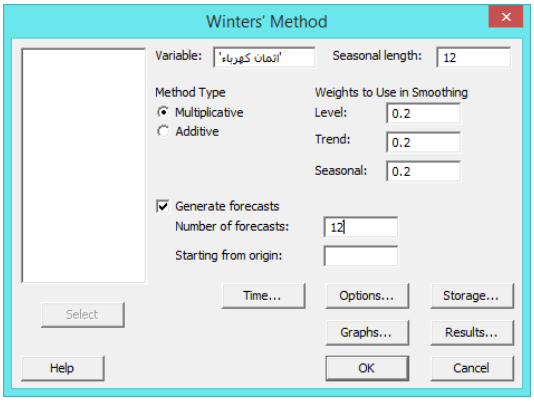
5- يجب أن تحتوي البيانات على 4 أو 5 دورات موسمية كاملة على الأقل.

مثال :

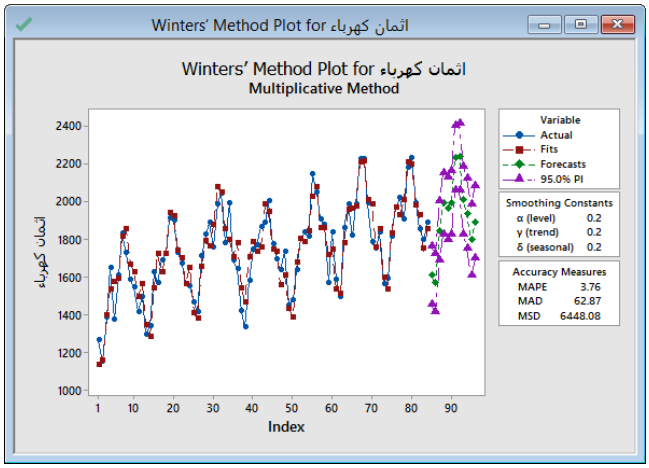
يريد مخطط ميزانية لمكتب اعمال محلي التنبؤ بتكاليف الكهرباء للعام المقبل. يجمع البيانات السابقة خلال فترات الفوترة وعددها (84) للتنبؤ بالاستخدام المستقبلي.

	اثمان كهرباء
1	1264
2	1150
3	1384
4	1651
5	1374
6	1608
7	1830
8	1727
9	1584
10	1545

**ملاحظة: عدد السجلات (84) . انظر UtilityUsage.MTW



النتائج:



التحليل:

في المخطط تتبع المقاييس عن قرب البيانات والنمط الموسمي والاتجاه مستقران في نهاية البيانات. يمكن لمخططي الميزانية أن يستنتجوا أن توقعات تكاليف الكهرباء من المرجح أن تكون دقيقة للعام المقبل.

حساب الفروق (Differences) :

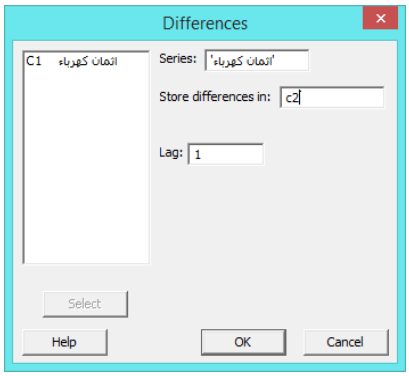
- ✓ يستخدم لحساب الاختلافات بين القيم في بيانات السلاسل الزمنية وحفظها في عمود جديد.
- ✓ يمكن استخدام عمود الاختلافات لإنشاء تحليلات ومخططات مخصصة.
- ✓ يمكن أن تساعد الاختلافات في القضاء على الاتجاهات والمكون الموسمي وهي خطوة شائعة في تقييم نماذج ARIMA.

مثال :

يوضح المثال التالي كيفية حساب الاختلافات بين قيم البيانات لسلسلة زمنية.

	اثمان كهرباء
1	1264
2	1150
3	1384
4	1651
5	1374
6	1608
7	1830
8	1727
9	1584
10	1545

**ملاحظة: عدد السجلات (84) . انظر UtilityUsage.MTW



النتائج:

	اثمان كهرباء	الاختلافات
1	1264	*
2	1150	-114
3	1384	234
4	1651	267
5	1374	-277
6	1608	234
7	1830	222
8	1727	-103
9	1584	-143
10	1545	-39

التحليل: يحتوي العمود C2 على الاختلافات بين القيم المتتالية في عمود اثمان الكهرباء.

تحليل التاخير (Lag) :

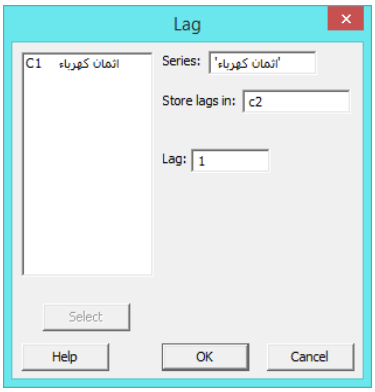
- ✓ يستخدم لتحويل بيانات السلاسل الزمنية إلى الاسفل (نقل القيم للاسفل) بعدد معين من الصفوف وحفظها في عمود جديد.
- ✓ يقوم Minitab بإدراج رمز القيمة المفقودة * في أعلى العمود الجديد.
- ✓ يعتمد عدد القيم المفقودة على قيمة التحويل.
- ✓ يمكن استخدام عمود التأخير لإنشاء تحليلات ومخططات مخصصة.

مثال :

يوضح المثال التالي كيفية حساب تحليل Lag.

	اثمان كهرباء
1	1264
2	1150
3	1384
4	1651
5	1374
6	1608
7	1830
8	1727
9	1584
10	1545

**ملاحظة: عدد السجلات (84) . انظر UtilityUsage.MTW



النتائج:

	اثمان كهرباء	
1	1264	*
2	1150	1264
3	1384	1150
4	1651	1384
5	1374	1651
6	1608	1374
7	1830	1608
8	1727	1830
9	1584	1727

التحليل :

يحتوي العمود C2 على بيانات السلاسل الزمنية التي نقلها Minitab لأسفل بمقدار صف واحد.

الارتباط الذاتي (Autocorrelation) :

- ✓ يستخدم لحساب ورسم العلاقة/الارتباط بين المشاهدات في سلسلة زمنية.
- ✓ عرض مخطط دالة الارتباط الذاتي لتوجيه الاختيار للمتغيرات الواجب تضمنيها في نموذج ARIMA.
- ✓ شروطه:

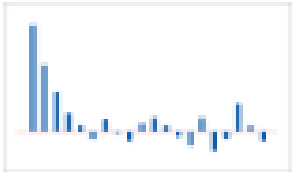
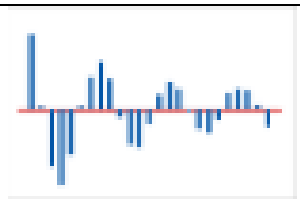
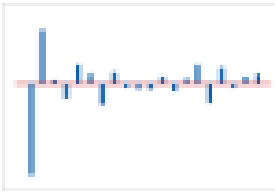
1- تسجيل البيانات بترتيب زمني .

2- جمع بيانات كافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط.

3- جمع البيانات في فترات وقت مناسبة.

4- يجب أن تكون البيانات ثابتة .

- ✓ بعض الانماط وتفسيرها :

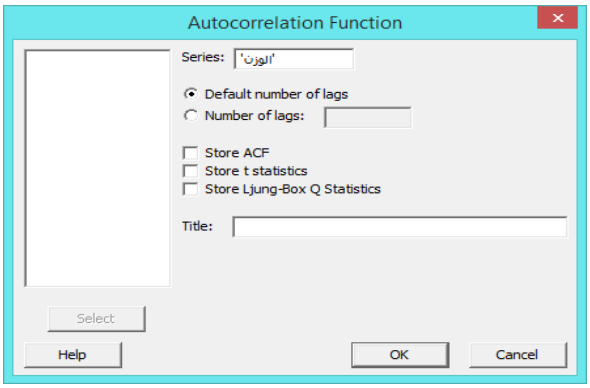
النمط (شكل)	النمط	تفسره
	ارتفاع كبير ثم انخفاض بعد عدة فترات تأخير.	يدل على وجود تراجع ذاتي/انحدار ذاتي Autoregressive في البيانات. تستخدم دالة الارتباط الذاتي الجزئي partial autocorrelation function لتحديد ترتيب الانحدار الذاتي.
	ارتفاع كبير في Lag الاول متبوعًا بموجة تنازلية تتناوب بين الارتباطات الإيجابية والسلبية.	يدل على وجود انحدار ذاتي عالي في البيانات. تستخدم دالة الارتباط الذاتي الجزئي لتحديد ترتيب الانحدار الذاتي.
	هناك ارتباطات هامة في Lag الأول أو الثاني ، متبوعة بارتباطات غير هامة.	يدل على وجود متوسط متحرك في البيانات. يشير عدد الارتباطات الهامة إلى ترتيب المتوسط المتحرك.

مثال :

يريد مدير ساحة الشحن دراسة كمية البضائع المنقولة. يستخدم المدير دالة الارتباط الذاتي لتحديد المتغيرات التي يجب تضمينها في نموذج ARIMA.

	الوزن
1	43.2
2	44.8
3	43.1
4	41.9
5	44.4
6	37.8
7	35.7
8	35.2
9	31.7

**ملاحظة: عدد السجلات (107) . انظر Shipping.MTW



** Default number of lags: يقوم بحساب الارتباط بين عمود المتغيرات في كل مره مع عمود (Lag = 1 ثم Lag=2 ثم Lag=3 وهكذا حتى Lag = عدد المشاهدات / 4).

** Number oof lags: قم بتحديد الحساب لاي Lag تريده مثل : 1 ، 2 ، 3 ، .... ، (عدد المشاهدات /4).

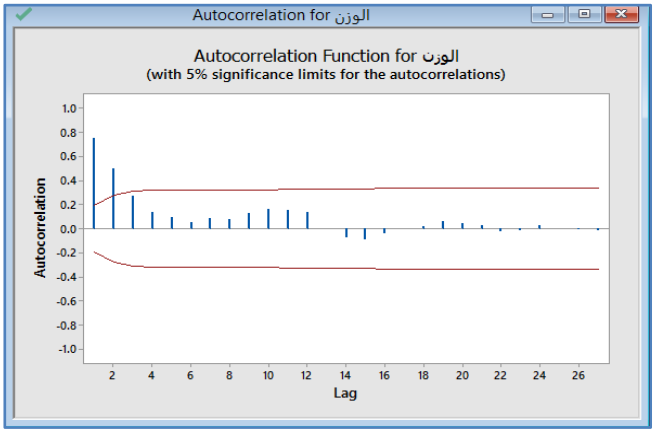
** Store ACF: حفظ قيم Autocorrelate values في عمود في ورقة العمل.

** Store t statistics: قيمة t . فاذا كانت القيمة المطلقة لقيمة t اكبر من (2) فهذا يدل على وجود ارتباط ذاتي لا يساوي 0.

** Store Ljung–Box Q Statistics LBQ : تستخدم لتحديد ما إذا كانت جميع الارتباطات التلقائية حتى فترة زمنية معينة تساوي 0.

إذا كان LBQ أكبر من قيمة حرجة محددة ، فيمكن استنتاج أن الارتباط الذاتي لا يساوي 0.

النتائج:



Autocorrelation Function: الوزن

Autocorrelations

Lag	ACF	T	LBQ
1	0.749964	7.76	61.88
2	0.498029	3.53	89.44
3	0.269184	1.72	97.56
4	0.131431	0.82	99.52
5	0.092071	0.57	100.49
6	0.046505	0.29	100.74
7	0.081655	0.50	101.51

** المعروض جزء من النتائج ، عدد Lag هو (27)

التحليل:

يُظهر الرسم البياني ارتفاعًا كبيرًا في التأخر Lag الذي ينخفض ببطء بعد بعض التأخيرات. تشير هذه النتائج إلى أن المدير يجب أن يدرج حد الارتباط الذاتي في نموذج ARIMA. يجب على المدير أيضًا استخدام دالة الارتباط الذاتي الجزئي لتحديد ترتيب حد الارتباط الذاتي.

الارتباط الذاتي الجزئي Partial Autocorrelation :

- ✓ يستخدم لحساب ورسم العلاقة/الارتباط بين المشاهدات في سلسلة زمنية.
- ✓ هو الارتباط بين المشاهدات في سلسلة زمنية لا يتم حسابها من خلال جميع الفترات الأقصر بين تلك المشاهدات.
- ✓ من شروطه :

1- تسجيل البيانات بترتيب زمني .

2- جمع بيانات كافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط.

3- جمع البيانات في فترات زمنية مناسبة.

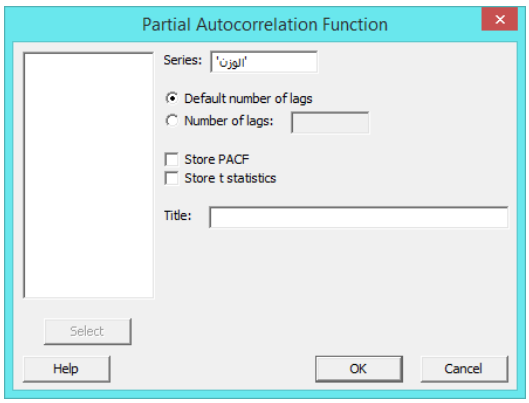
4- يجب أن تكون البيانات ثابتة (البيانات غير الثابتة تكون عندما يكون هناك ارتفاع كبير في التأخير Lag رقم (1) ويتناقص ببطء على مدار عدة فترات تأخير).

مثال :

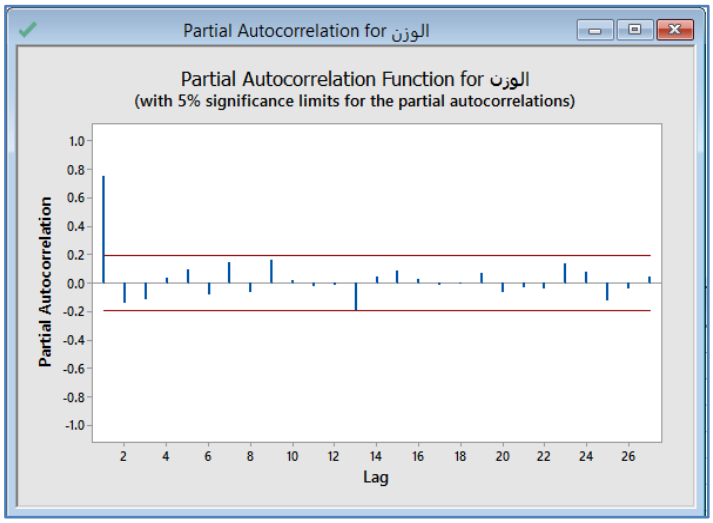
يريد مدير ساحة الشحن دراسة كمية البضائع المنقولة. يستخدم المدير Partial Autocorrelation لتحديد المتغيرات/الحدود التي يجب تضمينها في نموذج ARIMA.

	الوزن
1	43.2
2	44.8
3	43.1
4	41.9
5	44.4
6	37.8
7	35.7
8	35.2
9	31.7

**ملاحظة: عدد السجلات (107) . انظر Shipping.MTW



النتائج:



Partial Autocorrelation Function: الوزن

Partial Autocorrelations

Lag	PACF	T
1	0.749964	7.76
2	-0.147218	-1.52
3	-0.114229	-1.18
4	0.034083	0.35
5	0.092566	0.96
6	-0.087899	-0.91

** المعروض جزء من النتائج ، عدد Lag هو (27)

التحليل:

يوضح المخطط أن هناك ارتباطًا هامًا يحدث عند التأخير Lag رقم (1) ويتبعه ارتباطات غير مهمة. تشير هذه النتائج إلى أن المدير يجب أن يضمن الانحدار الذاتي عند Lag (1) في نموذج ARIMA.

تحليل الارتباط المتقاطع (Cross Correlation) :

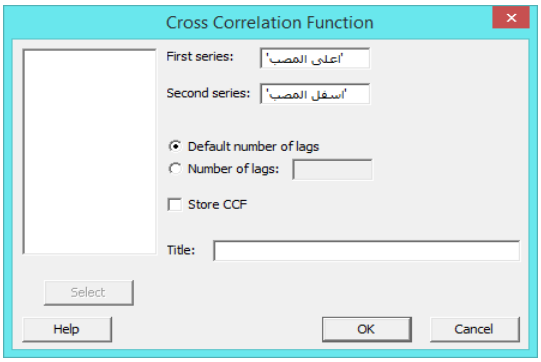
- ✓ يستخدم لحساب ورسم الارتباطات بين سلسلتين زمنيتين في فترات مختلفة.
- ✓ يساعد رسم الارتباطات المتقاطعة في تحديد ما إذا كانت سلسلة من البيانات تقود سلسلة أخرى وبكم.
- ✓ شروطه :
  1- تسجيل البيانات بترتيب زمني .
  2- جمع بيانات كافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط .
  3- جمع البيانات في فترات زمنية مناسبة .
- ✓ يجب ألا يكون هناك ارتباط ذاتي (للبحث عن دليل على الترابط الذاتي بين سلسلتين ، يجب فحص دالة cross correlation لتحديد وجود ارتباط كبير ، مع وجود حركة انخفاض للارتباطات على كلا الجانبين ببطء لتصل إلى 0. عادة ما يسبب الارتباط الذاتي صعوبة في تحديد علاقات ذات مغزى بين سلسلتين زمنيتين).

مثال :

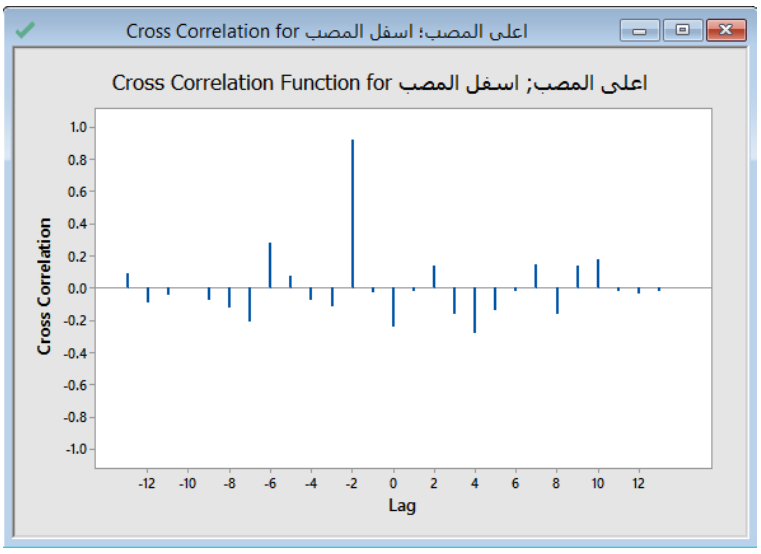
مهندس بيئي يقيس الرواسب العالقة في الماء في موقعين للنهر في فترة 15 يومًا. يتوقع المهندس وجود علاقة بين الموقعين. نظرًا لأن موقعًا واحدًا يقع في اتجاه المصب ، يتوقع المهندس أن نمط الارتباط متناسق مع الوقت اللازم لنقل المياه بين الموقعين. يقوم المهندس بتحليل Cross Correlation لتحديد عدد الأيام التي تستغرقها المياه للانتقال من أعلى إلى أسفل النهر.

	اعلى المصب	اسفل المصب	التاريخ
1	40.29	39.75	10/12
2	39.24	40.95	10/13
3	39.69	40.68	10/14
4	40.91	41.05	10/15
5	40.62	39.58	10/16
6	41.01	40.52	10/17
7	39.52	40.65	10/18
8	40.48	40.42	10/19
9	40.59	38.78	10/20
10	40.38	40.28	10/21
11	38.72	40.22	10/22
12	40.24	39.32	10/23
13	40.16	40.32	10/24
14	39.28	40.42	10/25
15	40.26	40.45	10/26

**ملاحظة: انظر RiverSediment.MTW



النتائج:



Cross Correlation Function: اعلى المصب; اسفل المصب

CCF - correlates اعلى المصب(t) and اسفل المصب(t+k)

Cross Correlations

Lag	CCF
-13	0.088605
-12	-0.094967
-11	-0.044034
-10	0.002249
-9	-0.075707
-8	-0.129418
-7	-0.211479
-6	0.274646
-5	0.070625

** المعروض جزء من النتائج ، عدد Lag هو (27)

التحليل:

يجب البحث عن الارتباطات المهمة (والارتباط المهم هو الارتباط الذي تكون القيمة قيمته اكبر من قيمة $\frac{2}{\sqrt{n-|k|}}$ هذه قاعدة حساب الإبهام التي تشير إلى أن الارتباط هو أكثر من انحرافين معياريين من 0. تظهر دالة الارتباط المتقاطع ارتفاعًا كبيرًا عند التأخر Lag (−2) قيمته (0.92) ، هذه القيمة ذات ارتباط مهم لأنها أكبر من 0.55 ($\frac{2}{\sqrt{15-2}} = 0.55$) يمكن للمهندس أن يستنتج أن الماء يتحرك من اعلى النهار الى اسفل النهر (المصب) في يومين.

تحليل المتوسط المتحرك المتكامل للانحدار الذاتي (AutoRegressive Integrated Moving Average ARIMA):

- ✓ يستخدم ARIMA لتحديد نموذج لبيانات السلاسل الزمنية التي يمكن أن تحتوي على مكونات (انحدار ذاتي Autoregressive، اختلافاتDifference ، متوسط متحرك Moving Range) ،هذا النموذج يستخدم لإنشاء توقعات forecasts.
- ✓ الخطوات التي يتم اتخاذها في بناء النموذج حتى يبقى فقط متغير الضوضاء العشوائي.
- ✓ على عكس طرق السلاسل الزمنية الأخرى ، تستخدم نمذجة ARIMA تقنيات الارتباط.
- ✓ يمكن استخدام ARIMA لنمذجة الأنماط التي قد لا تكون مرئية في البيانات المرسومة.
- ✓ شروطه:

1- تسجيل البيانات بترتيب زمني.

2- جمع بيانات كافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط .

3- جمع البيانات في فترات زمنية مناسبة .

- ✓ Stationary time series : يكون للسلسلة متوسط وتباين ودالة ارتباط ذاتي ثابتة بالنسبة الزمن.
- ✓ non-stationary : في رسم Time series Plot يكون هناك Trend في البيانات وايضا في autocorrelation يكون هناك اول Lag كبير ثم يتناقص ببطء على عدة فترات تالية. إذا وجد هذا النمط ، يجب ايجاد Differences اولا قبل محاولة تحديد

النموذج وحفظها في عمود ، ثم مرة اخرى قم بايجاد مخطط autocorrelation للفروق .

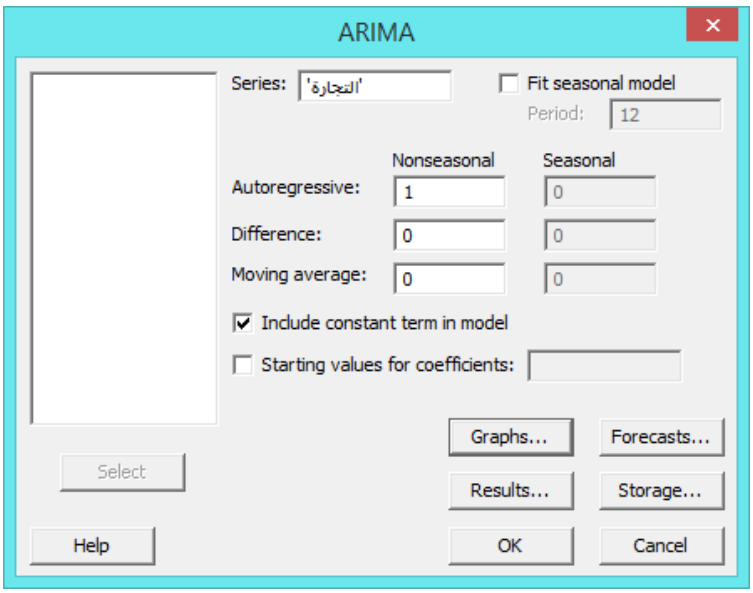
- ✓ اذا كانت البيانات Seasonal وكان هناك Lag أول كبير ثم يتناقص ببطء وتكرر ذلك كل season ، فيجب ايجاد قيم Differences وحفظها في عمود ويكون هنا Lag مساويا لطول الموسم قبل البدء في بناء النموذج.

مثال :

محلل في شركة توظيف يدرس اتجاهات العمالة في ثلاث مجالات (التجارة ، الغذاء ، التعدين) عبر خمس سنوات (60 شهرًا). يقوم المحلل بإجراء ملائمة نموذج ARIMA ليناسب مجال (التجارة).

	التجارة	الغذاء	التعدين
1	102	53.5	44.2
2	99	53.0	44.3
3	101	53.2	44.4
4	97	52.5	43.4
5	102	53.4	42.8
6	100	56.5	44.3
7	101	65.3	44.4
8	96	70.7	44.8
9	105	66.9	44.4
10	99	58.2	43.1
11	100	55.3	42.6

**ملاحظة: عدد السجلات (60) . انظر EmploymentTrends.MTW



** نختار autoregressive (Nonseasonal p) : من autocorrelation (اذا كان هناك لا يوجد اي lag له ارتباط مهم استخدم القيمة 0 ، اذا كان الارتباط مهم استخدم 1 أو 2).

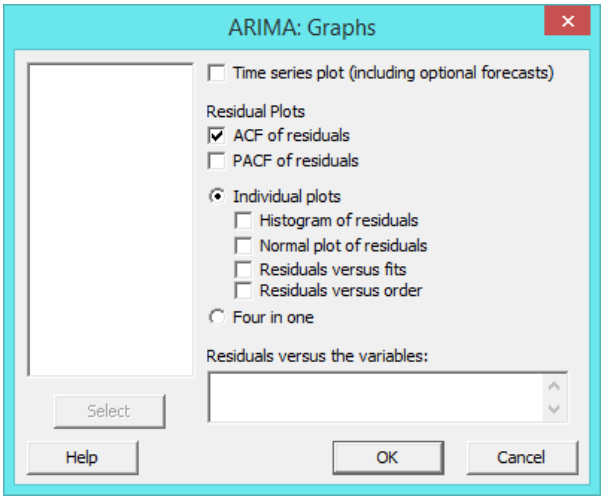
** نختار Difference (Nonseasonal d) : اذا كان لا يوجد Trend للبيانات والمتوسط الحسابي ثابت اختر القيمة 0 ، اذا كان Trend خطي او اذا كان المتوسط غير ثابت اختر اقيمة 1 ، اما اذا كان هناك Trend خطي غير ثابت اختر القيمة 2)

** نختار Difference (seasonal D) : اذا كان اظهرت البيانات نمط موسمي ، اختر القيمة 1.

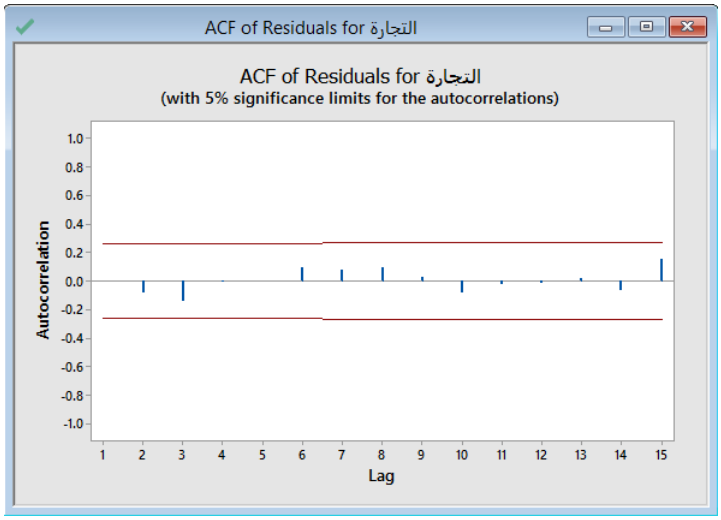
** نختار Moving average (Nonseasonal q) : هو عدد الحدود الخطأ السابقة (تأخيرات أخطاء التنبؤ) التي تؤثر على القيمة الحالية. من Partial aurocorrelation function.

** نختار Moving average (seasonal Q) : اختر القيمة 1 لمعظم النماذج الموسمية.

** Include constant term in model : نختار هذا الخيار اذا كان عدد Differences = 0 أو اذا كان عدد Differences هو 1 وكان للبيانات Trend.



النتائج:



ARIMA Model: التجارة

Estimates at Each Iteration

Iteration	SSE	Parameters	
0	543.908	0.100	90.090
1	467.180	-0.050	105.068
2	412.206	-0.200	120.046
3	378.980	-0.350	135.024
4	367.545	-0.494	149.372
5	367.492	-0.503	150.341
6	367.492	-0.504	150.410
7	367.492	-0.504	150.415

Relative change in each estimate less than 0.001

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	-0.504	0.114	-4.42	0.000
Constant	150.415	0.325	463.34	0.000
Mean	100.000	0.216		

Number of observations: 60

Residual Sums of Squares

DF	SS	MS
58	366.733	6.32299

Back forecasts excluded

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	4.05	12.13	25.62	32.09
DF	10	22	34	46
P-Value	0.945	0.955	0.849	0.940

** النظر اولا الى Final estimates of parameters الى قيمة P–Value اذا كانت القيمة اقل من 0.05 فان الحد AR (ممكن ان يكون موجود MA ايضا في النموذج) دال احصائيا وله اثر في النموذج .

** النظر الى Mean Square MS : متوسط مربع الخطأ ، يجب ان تكون القيمة صغيرة.

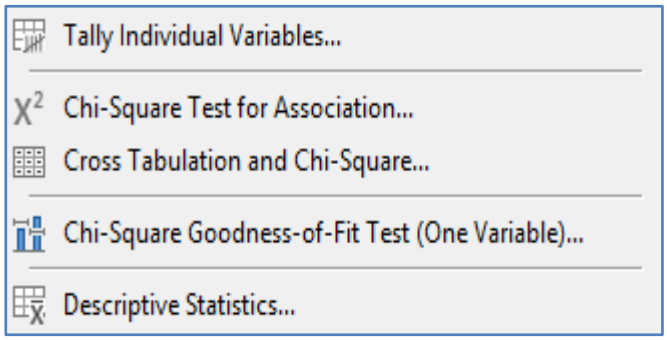
Sum Square of Residuals SSE : يجب ان تكون القيمة صغيرة و هذه القيمة تعبر عن التباين الغير مفسر في النموذج.

** النظر الى P–Value في تحليل Modified Box–Pierce ، يجب ان تكون اكبر من 0.05 (البواقي مستقله) حتى ان يكون النموذج ملائم .

التحليل:

الانحدار الذاتي (Autoregressive term AR1) له قيمة P–Value أقل من مستوى الأهمية 0.05 ، لذا يحافظ على AR في نموذج الانحدار. تكون قيم P–value لإحصاءات مربع Ljung–Box أكبر من 0.05 ، ولا يوجد أي ارتباط بين دالة الارتباط الذاتي للبواقي. يستنتج المحلل أن النموذج يفي بالغرض كون البواقي مستقلين.

الجداول (Tables) :



جداول تفصيلية لتكرارات المتغيرات المفردة (Tally Individual Variables) :

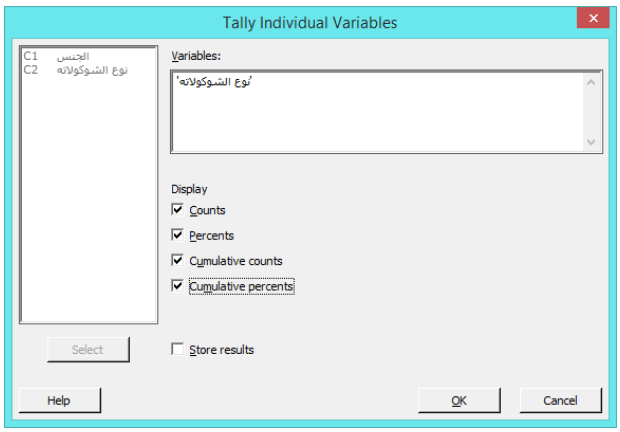
- ✓ تستخدم لسرد القيم المنفردة/الفئات في عمود مع تكراراتها وتكراراتها التراكمية والنسب المئوية والنسب المئوية التراكمية.
- ✓ جمع البيانات الخام ليتم ايجاد تكراراتها.
- ✓ يتم عد القيم المفقودة ، ولكن لا يتم تضمينها في الحسابات .

مثال :

يريد محل في شركة لبيع شوكولاتة تحديد ما إذا كان الجنس و الشوكولاته المفضلة (غامق ، حليب ، أو أبيض) مرتبطان. يتم تسجيل الجنس والشوكولاتة لـ 400 عميل تم اختيارهم عشوائيًا. يرغب المحلل في حساب عدد ونسبة المستجيبين الذين يفضلون الشوكولاتة الداكنة Dark، شوكولاتة الحليب Milk، والشوكولاتة البيضاء White قبل اختبار الارتباط.

	الجنس	نوع الشوكولاته
1	Female	Dark
2	Male	Dark
3	Female	Dark
4	Female	Dark
5	Male	Dark
6	Male	Milk
7	Female	White
8	Female	Dark
9	Male	Milk
10	Female	Dark
11	Female	Dark

**ملاحظة: عدد السجلات (400) . انظر ChocolatePreferences.MTW



النتائج:

Tally for Discrete Variables: نوع الشوكولاته

Tally

نوع الشوكولاته	Count	Percent	CumCnt	CumPct
Dark	203	50.75	203	50.75
Milk	114	28.50	317	79.25
White	83	20.75	400	100.00
N=	400			

التحليل:

يبلغ عدد العملاء الذين يفضلون الشوكولاتة الداكنة 203 ، وهو ما يمثل 50.75٪ من جميع العملاء الذين شملهم الاستطلاع. 114 عميلاً يفضلون شوكولاتة الحليب ، و 83 عميلاً يفضلون الشوكولاتة البيضاء. يمثل العدد التراكمي (317) عدد العملاء الذين يفضلون الشوكولاته الداكنة أو شوكولاتة الحليب. تشير النسبة التراكمية إلى أن 79.25٪ = (317÷400) من العملاء يفضلون الشوكولاتة الداكنة أو شوكلاتة الحليب. مجموع النسب المئوية لانوع الشوكولاتة (White + Milk + Dark) هو 100٪ = (20.75 + 28.50 + 50.75).

اختبار مربع كاي للارتباط (Chi-Square Test for Association) :

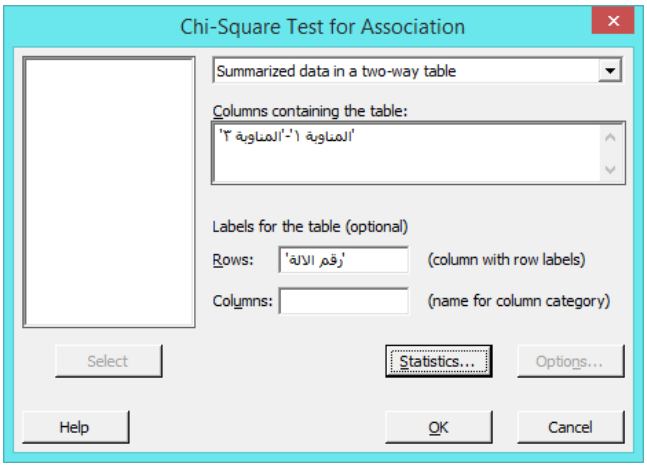
- ✓ يستخدم لتحديد ما إذا كان متغيران فئويان مرتبطان. أي لتحديد ما إذا كان توزيع المشاهدات لمتغير واحد يختلف اعتمادًا على فئة المتغير الثاني.
- ✓ يستخدم هذا الاختبار عندما يكون هناك بيانات خام أو بيانات مرتبة في جدول ثنائي الاتجاه ((صفوف واعمدة) Contingency or (two-way table).
- ✓ الفرضيات : لاختبار مربع كاي للارتباط (H0: المتغيرات مستقلة ؛ لا يوجد ارتباط بين المتغيرات ، H1: المتغيرات ليست مستقلة ؛ يوجد ارتباط بين المتغيرات) .
- ✓ يجب جمع البيانات مفردة /الخام أو البيانات الملخصة Summary.
- ✓ يجب اختيار العينة بشكل عشوائي.
- ✓ يجب أن تكون كل مشاهدة مستقلة عن جميع المشاهدات الأخرى.
- ✓ يجب أن تكون البيانات فئوية.
- ✓ يجب ان تكون البيانات على شكل فئات غير متقاطعة (لا يوجد تداخل بينها) .
- ✓ يجب ألا تكون الأعداد المتوقعة Expected صغيرة جدًا (يجب أن تكون كل عينة كبيرة بما يكفي بحيث تكون هناك فرصة معقولة لملاحظة النتائج في كل فئة. إذا كانت الأعداد المتوقعة منخفضة للغاية ، فقد لا تكون قيمة P-value للاختبار دقيقة. يشير Minitab إلى ما إذا كانت الأعداد المتوقعة منخفضة للغاية ومقدار كل عينة لتحقق صحة الاختبار . إذا كان العدد المتوقع للفئة منخفضًا جدًا ، فنقوم بدمج هذه الفئة مع الفئات المجاورة لتحقيق الحد الأدنى من العدد المتوقع).

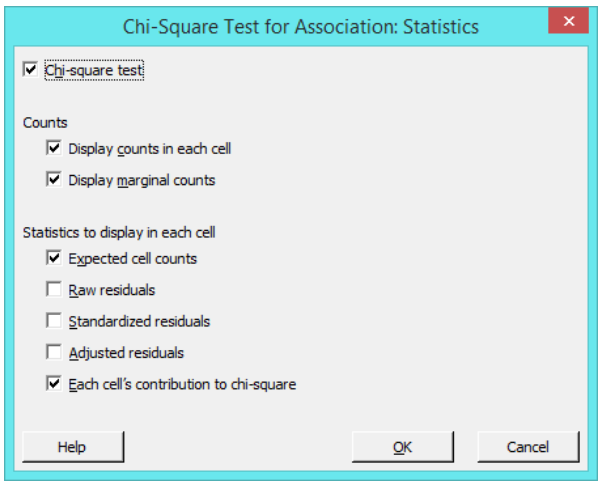
مثال :

في منشأة لتصنيع المظلات ، يتم قياس مقابض المظلة ثم إزالة تلك التي لا تستوفي المواصفات (المرفوضة) من خط التجميع. يشير تقرير يومي إلى عدد المقابض المرفوضة التي تم إنتاجها بواسطة آلات ثلاث خلال مناوبات ثلاث تعمل في المنشأة. يريد مهندس الجودة تحديد ما إذا كانت الالة والمناوبة بينهما ارتباط. يقوم المهندس بإجراء اختبار مربع كاي لتحديد ما إذا كانت الالة والمناوبة التي أنتجت المقابض المرفوضة بينها ارتباط.

	رقم الالة	المناوبة ١	المناوبة ٢	المناوبة ٣
1	1	48	47	48
2	2	76	47	32
3	3	36	40	34

**ملاحظة : انظر UmbrellaHandles.MTW .





** Display marginal counts : يعرض مجموع المشاهدات في كل صف وفي كل عمود.
** Row Residuals : وتساوي القيمة المشاهدة Observed – القيمة المتوقعة Expexted
** Standardized residuals: وتساوي Row Residuals / الجذر التربيعي (للقيمة المتوقعة (خلية)).
** Adjusted Residuals: (للخلية) هي قيمة Row Residuals / estimate of the standard error .
** each cell's contribution to chi-square: وهو مربع standardized residual لكل خلية.

النتائج:

Chi-Square Test for Association: رقم الالة; Worksheet columns

Rows: رقم الالة Columns: Worksheet columns

	المناوبة 1	المناوبة 2	المناوبة 3	All
1	48	47	48	143
	56.08	46.97	39.96	
	1.1637	0.0000	1.6195	
2	76	47	32	155
	60.78	50.91	43.31	
	3.8088	0.2998	2.9530	
3	36	40	34	110
	43.14	36.13	30.74	
	1.1809	0.4151	0.3468	
All	160	134	114	408

** القيم (56.08, 46.97, 39.96) هي Expected cell counts وتنتج من (مجموع الصف × مجموع العمود) / (العدد الكلي للمشاهدات).

Chi-Square Test

	Chi-Square	DF	P-Value
Pearson	11.788	4	0.019
Likelihood Ratio	11.816	4	0.019

التحليل :

قيمة Pearson chi-square هي 11.788 (قيمة P-Value = 0.019) وقيمة Likelihood ratio chi-square = 11.816 (قيمة P-Value = 0.019) . كلا القيمتين أقل من مستوى الأهمية 0.05. وهكذا ، يخلص المهندس إلى أن المتغيرات مرتبطة وأن أداء الالات يختلف باختلاف المناوبة. تنتج المناوبة الأولى المقابض الأكثر رفضًا (160) ، وعدد كبير من المقابض المرفوضة تأتي من الالة 2 (76) في المناوبة الاولى . عدد المقابض المرفوضة الناتجة عن الالة 2 أثناء المناوبة 1 أكبر بكثير مما هو متوقع إذا كانت المتغيرات مستقلة. يستخدم المهندس هذه المعلومات للتحقق من المقابض المرفوضة من الالة 2 ، والتي تم إجراؤها في أول مناوبة. يشير المتبقي Ressidual الإيجابي الصغير إلى أن الأعداد الفعلية والمتوقعة قريبة إلى حد ما. ولكن من الالة 2 ، خلال المناوبة الثالثة ، تم عمل 32 مقبض معيب ، وكان من المتوقع 43.31. يشير المتبقي Resudual السلبي الأكبر إلى أنه تم إنتاج مقابض أقل عيبًا مما كان متوقعًا.

<u>اختبار مربع كاي لمتغيرين فئويين (Cross Tabulation and Chi-Square):</u>

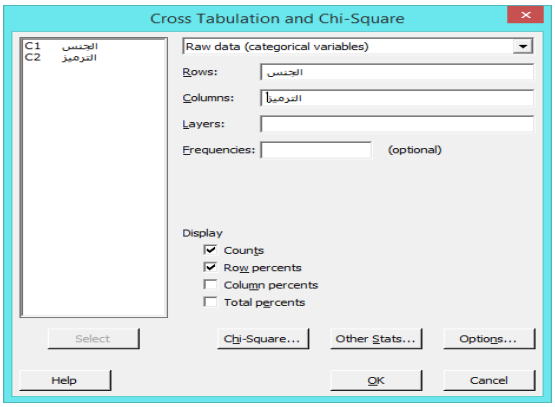
- ✓ يستخدم عند مقارنة الاوساط الحسابية لمجتمعين احصائيين من نوع فئوي .
- ✓ من شروطه :
  1- يكون نوع البيانات من النوع الفئوي / Categorical.
  2- حجم العينة كبير نوعا ما.
- ✓ يستخدم هذا الاختبار للتاكد من استقلالية متغيرين فئويين.
- ✓ يستخدم مقياس Craimer في هذا الاختبار لفحص قوة العلاقة بين المتغيرين.
- ✓ الفرضيات : (H0: المتغيرات مستقلة ؛ لا يوجد ارتباط بين المتغيرات ، H1: المتغيرات ليست مستقلة ؛ يوجد ارتباط بين المتغيرات).

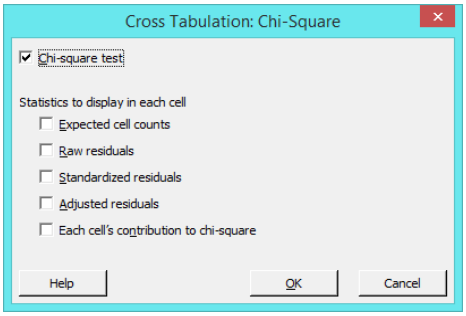
مثال:

اراد احد المدرسين الجامعيين التحقق من وجود علاقة بين جنس (60) طالبا ودرجاتهم في اختبار ، بحيث تعطى الدرجة من خلال الترميز (A,B+,B,C+,C) ؟

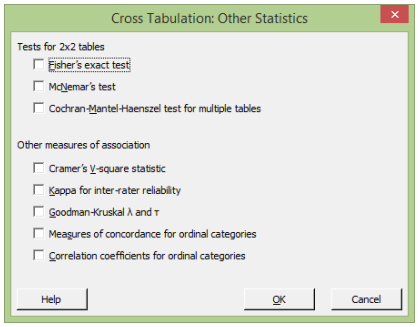
الجنس	الترميز
m	C
f	A
m	C+
f	A
f	C
m	C
m	B+
m	B+
f	C
m	C

**ملاحظة : عدد السجلات (60) . انظر chi-test.mtw





** لمزيد من المعلومات حول Statistics to display in each cell: راجع Chi-Square Test for Association .



** Fisher exact test: يستخدم هذا الاختبار للتحقق من استقلالية متغير الصف ومتغير العمود (P-value > 0.05 مستقلان).

** McNemar's test: يستخدم لتحديد ما إذا كانت النسب مختلفة بين عمودين (متغيرين) شرط أن يحتوي كل عمود فقط قيمتين مختلفتين

** Cochran–Mantel–Haenszel test : يستخدم لاختبار الارتباط الشرطي لمتغيرين ثنائيين في وجود متغير فئوي ثالث.

** Cramer's V–square statistics : يقيس الارتباط بين متغيرين (متغير الصف ومتغير العمود). تتراوح قيمته من 0 إلى 1. تشير القيم الأكبر إلى علاقة أقوى بين المتغيرات ، وتشير القيمة الأصغر إلى علاقة أضعف. تشير القيمة 0 إلى عدم وجود ارتباط. تشير القيمة 1 إلى وجود ارتباط قوي جدًا بين المتغيرات.

** Kappa for inter–rater reliability : يقيس درجة توافق التقييمات الاسمية أو الترتيبية التي يتم إجراؤها من قبل مجموعة من المثمنين عند تقييم نفس العينات. عندما يكون هناك تقييمات ترتيبية ، مثل (تصنيفات شدة العيب على مقياس من 1 إلى 5) ، فإن مقاييس التوافق للفئات الترتيبية والتي تأخذ في الاعتبار الترتيب تكون عادةً إحصائيات أكثر ملاءمة لتحديد الارتباط من Kappa لوحدها. (Kappa = 1 ، يوجد اتفاق مثالي ، Kappa = 0 ، الاتفاق هو نفسه المتوقع بالصدفة ، Kappa <0 ، الاتفاق أضعف من المتوقع بالصدفة ؛ نادرا ما يحدث).

** Goodman–Kruskal statistics : يقيس ارتباط الجداول المتقاطعة لمتغيرات من النوع الاسمي.

** Measures of concordance for ordinal categories : تستخدم لعرض مقاييس الأزواج المتوافقة وغير المتوافقة ، مثل: Goodman–Kruskal y ، و Somer d ، و Kendall's tau–b. التي تستخدم للبيانات الترتيبية.

** Correlation coefficients for ordinal categories : تستخدم لعرض Spearman's rho and Pearson's r statistics، والتي تستخدم فقط لقياس قوة العلاقة بين متغيرين من النوع Ordinal وتاخذ قيم من (−1 الى +1).

النتائج:

Tabulated Statistics: الجنس; الترميز

* NOTE * Fisher's exact test is available only for 2 x 2 tables.

Rows: الجنس Columns: الترميز

	A	B	B+	C	C+	All
f	26.67	26.67	20.00	23.33	3.33	100.00
m	13.33	33.33	30.00	16.67	6.67	100.00
All	20.00	30.00	25.00	20.00	5.00	100.00

Cell Contents
% of Row

Chi-Square Test

	Chi-Square	DF	P-Value
Pearson	2.822	4	0.588
Likelihood Ratio	2.861	4	0.581

2 cell(s) with expected counts less than 5.

Cramer's Measure of Association

Cramer's V-square 0.0470370

التحليل :

بما ان قيمة P–Value اكبر من (0.05) ، نقبل الفرض الصفري ، ومنه نستنتج انه لا توجد علاقة بين جنس الطلاب ودرجاتهم في الاختبار(مستقلين). من خلال عمود Cramers V–square تتضح ضعف العلاقة والبالغة (4.7%).

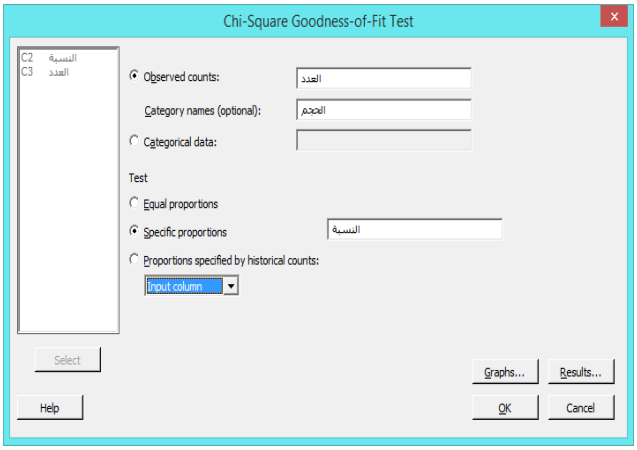
قياس حسن المطابقة (Goodness-of-Fit Test) :

- ✓ يستخدم اختبار حسن المطابقة للتحقق فيما اذا كان اختيار عينة من مجتمع ما قد تم بصورة صحيحة ، وايضا (للتحقق فيما اذا كان التوزيع المشاهد في فئات معينة يختلف بشكل كبير عن التوزيع الذي كان متوقعًا) وذلك من خلال اجراء مقارنة ما بين القيمة المشاهدة (الاصلية) والقيم المتوقعة .
- ✓ يتم الحصول على البيانات من عينة واحدة فقط من النوع الفئوي .
- ✓ الفرضيات (H_0: الفرضية الصفرية ، هناك مطابقة ، H_1 : الفرضية البديلة، لا يوجد مطابقة).

مثال :

ينتج احد المصانع قمصان من عدة احجام (S,M,L,XL) ، والمراد التحقق فيما اذا كانت اعداد القمصان المنتجة من هذه الاصناف مناسب؟

الحجم	النسبة	العدد
S	0.1	25
M	0.2	41
L	0.4	91
XL	0.3	68



النتائج:

Chi-Square Goodness-of-Fit Test for Observed Counts in ... iable: العدد

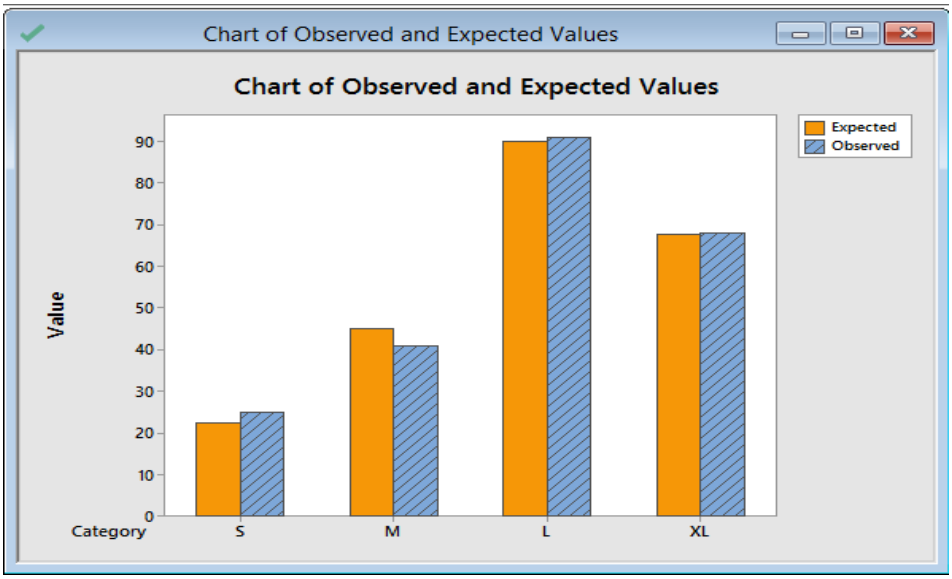
Using category names in الحجم

Observed and Expected Counts

Category	Observed	Test Proportion	Expected	Contribution to Chi-Square
S	25	0.1	22.5	0.277778
M	41	0.2	45.0	0.355556
L	91	0.4	90.0	0.011111
XL	68	0.3	67.5	0.003704

Chi-Square Test

N	DF	Chi-Sq	P-Value
225	3	0.648148	0.885



التحليل:

- في عمود (Expected) تظهر اعداد القمصان من كل نوع المتوجب ان يتم انتاجها حتى يكون الاختبار معنوي.
- من قيمة (P–value) ، بما ان القيمة اكبر من (0.05) اذا نقبل الفرض الصفري ، وينتج بذلك انه لا يوجد فروق ذات دلالة احصائية بين عدد القيم التي تم انتاجها والقمصان الواجب انتاجها.

الاحصاءات الوصفية (Descriptive Statistics (Tables) :

- ✓ يستخدم لإنشاء جدول إحصاءات (لعد للمتغيرات الفئوية) واحصاءات الملخّصة (لمتغيرات عددية).
- ✓ شروطه:

1- جمع البيانات الخام أو تكرارات.

2- يمكن استخدام بيانات كمية وكذلك بيانات فئوية.

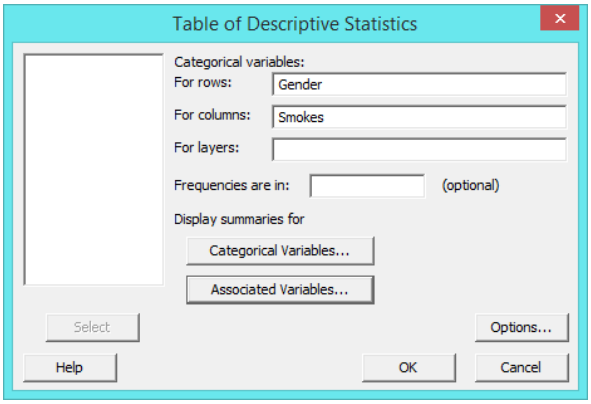
3- يتم حساب القيم المفقودة ، ولكن لا يتم تضمينها في الحسابات .

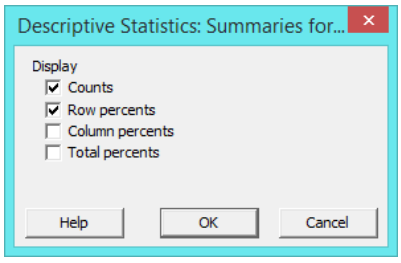
مثال :

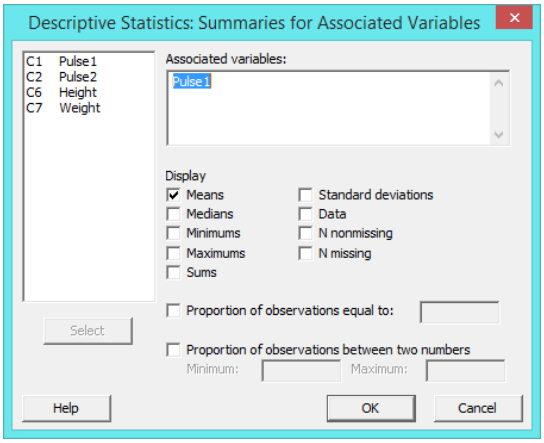
يريد باحث طبي دراسة تأثيرات عوامل مختلفة على معدلات النبض. يسجل الباحث (الطول Height والوزن Weight والجنس Gender وتفضيل التدخين Smokes ومستوى النشاط Activity ومعدل النبض Pulse1 أثناء الراحة لـ 91 طالبًا جامعيًا. ثم يقسم الباحث الطلاب بشكل عشوائي إلى مجموعتين. تتحرك المجموعة الأولى في مكانها لمدة دقيقة Ran=Yes بينما تقف المجموعة الأخرى ثابتة Ran=No. ثم يسجل الباحث معدلات نبض الطلاب مرة أخرى Pulse2 . يركز الباحث على متغيرات (الجنس والتدخين).

	Pulse1	Pulse2	Ran	Smokes	Gender	Height	Weight	Activity
1	64	88	Yes	No	M	66.00	140	Moderate
2	58	70	Yes	No	M	72.00	145	Moderate
3	62	76	Yes	Yes	M	73.50	160	A lot
4	66	78	Yes	Yes	M	73.00	190	Slight
5	64	80	Yes	No	M	69.00	155	Moderate
6	74	84	Yes	No	M	73.00	165	Slight
7	84	84	Yes	No	M	72.00	150	A lot
8	68	72	Yes	No	M	74.00	190	Moderate
9	62	75	Yes	No	M	72.00	195	Moderate
10	76	118	Yes	No	M	71.00	138	Moderate
11	90	94	Yes	Yes	M	74.00	160	Slight
12	80	96	Yes	No	M	72.00	155	Moderate

**ملاحظة : عدد السجلات (91) . انظر PulseRates.MTW







النتائج:

Tabulated Statistics: Gender; Smokes

Rows: Gender Columns: Smokes

	No	Yes	All
F	74.59	84.50	76.86
	27	8	35
	77.14	22.86	100.00
M	70.00	72.42	70.82
	37	19	56
	66.07	33.93	100.00
All	71.94	76.00	73.14
	64	27	91
	70.33	29.67	100.00

Cell Contents
Pulse1 : Mean
Count
% of Row

** القيمة مثلا (74.59) = المتوسط الحسابي لقيمة Pulse1 للاناث من غير المدخنات.

** القيمة مثلا (27) = عدد الاناث من غير المدخنات.

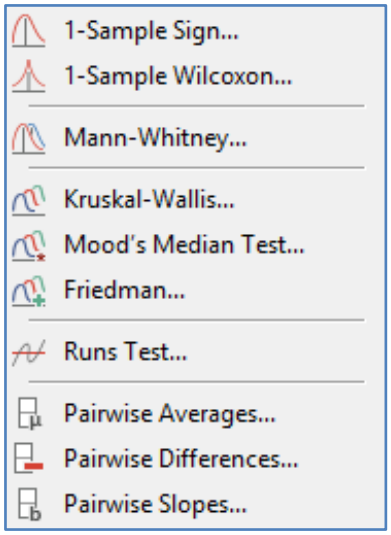
** القيمة مثلا (76.86) = المتوسط الحسابي لقيمة Pulse1 للاناث ...stat> basic statistics> display disc.

** القيمة مثلا (77.14) = المتوسط الحسابي للاناث غير المدخنات من عدد الاناث الكلي (35/27).

التحليل :

في كل خلية في الجدول ، يعرض Minitab متوسط معدل النبض والعدد والنسب المئوية للصف ، مصنفة حسب الجنس وحالة التدخين. من بين الذكور 56 الذين شملتهم الدراسة ، هناك 19 مدخنا ، وهو ما يمثل 33.93 ٪ من الذكور في الدراسة. معدل نبضمم هو 72.42 نبضة في الدقيقة.

الاختبارات اللامعلمية Nonparametric :



** NonParametric Distr. : يطبق على البيانات التي ليس لها نوزيع معلوم. كما يصفه البعض بانه التوزيعات التي لا تتبع بياناتها التوزيع الطبيعي Normal Distr. .

** بدائل الاختبارات للتوزيعات المعلمية باختبارات غير معلمية.

Test that assumes normality	Nonparametric test equivalents
1-Sample Z, 1-sample-t	1-Sample Sign, 1-Sample Wilcoxon
2-Sample t	Mann-Whitney
ANOVA	Kruskal-Wallis, Mood's median, Friedman

اختبار 1-Sample Sign :

- ✓ يستخدم لتقدير وسيط المجتمع الاحصائي لا معلمي ومقارنته بقيمة مستهدفة أو قيمة مرجعية.
- ✓ باستخدام هذا الاختبار ، يمكن القيام بما يلي:

1- تحديد ما إذا كان وسيط المجتمع الاحصائي يختلف عن الوسيط المفترض الذي يتم تحديده.

2- حساب مجموعة من القيم التي من المحتمل أن تشمل وسيط المجتمع الاحصائي.

3- لا يفترض هذا الاختبار وجود تماثل Symmetry.

4- إذا كانت البيانات تتبع توزيع متماثل فيستخدم اختبار 1-Sample Wilcoxon.

5- إذا كان حجم العينة اكبر من 20 أو إذا لم تكن البيانات ملتوية كثيرا فيستخدم الاختبار المعلمي 1-Sample t لأن الاختبار يتمتع بقوة أكبر.

- ✓ فرضيات الاختبار :

1- H0: $\eta = \eta 0$ (وسيط المجتمع (η) يساوي القيمة المستهدفة $\eta 0$).

2- H1: $\eta \neq \eta 0$ (وسيط المجتمع (η) لا يساوي القيمة المستهدفة $\eta 0$).

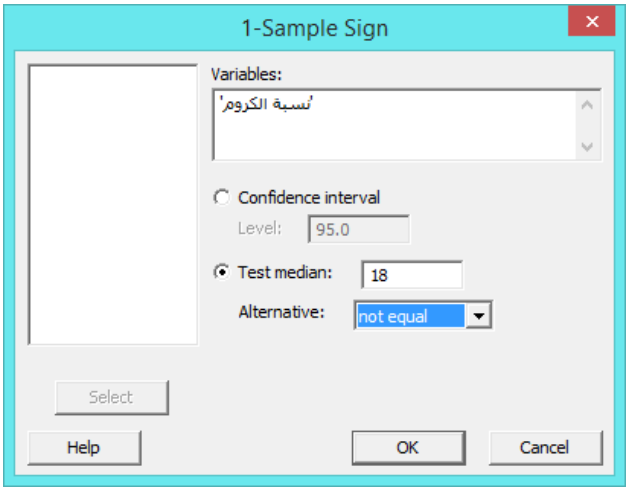
- ✓ لا يلزم التوزيع الطبيعي Normal للبيانات.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي .
- ✓ يجب أن تكون كل مشاهدة مستقلة عن جميع المشاهدات الأخرى.

مثال :

يريد مهندس معادن تحديد ما إذا كان وسيط محتوى الكروم في مجموعة من عينات الفولاذ المقاوم للصدأ يساوي 18٪. يختار المهندس عشوائيًا 12 عينة ويقيس محتوى الكروم. يقوم المهندس بإجراء 1-Sample Sign لتحديد ما إذا كان محتوى الكروم الوسيط يختلف عن 18٪.

	نسبة الكروم
1	17.4
2	17.8
3	17.6
4	18.1
5	17.6
6	19.0
7	16.9
8	17.5
9	17.8
10	17.4
11	24.6
12	25.9

**ملاحظة : انظر StainlessSteelComposition.MTW



النتائج:

Sign Test for Median: نسبة الكروم

Method

η: median of نسبة الكروم

Descriptive Statistics

Sample	N	Median
نسبة الكروم	12	17.7

Test

Null hypothesis $H_0: \eta = 18$

Alternative hypothesis $H_1: \eta \neq 18$

Sample	Number < 18	Number = 18	Number > 18	P-Value
نسبة الكروم	8	0	4	0.388

التحليل :

تنص الفرضية الصفرية على أن متوسط محتوى الكروم يساوي 18٪. نظرًا لأن قيمة P–Value هي 0.388 ، وهي أكبر من مستوى الأهمية البالغ 0.05 ، لا يمكن للمهندس رفض الفرضية الصفرية. لا يمتلك المهندس أدلة كافية لاستنتاج أن متوسط محتوى الكروم يختلف عن 18٪.

اختبار 1-Sample Wilcoxon :

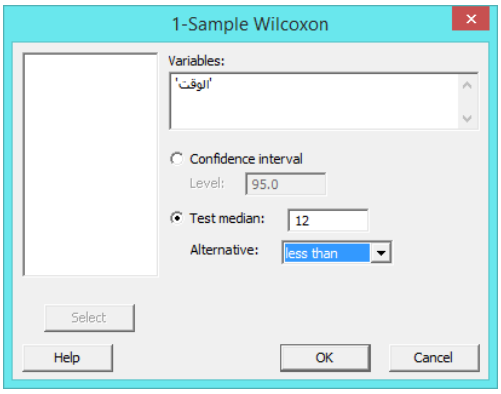
- ✓ يستخدم الاختبار لتقدير وسيط المجتمع الاحصائي ومقارنته بقيمة مستهدفة أو قيمة مرجعية.
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكن القيام بما يلي:
  1- تحديد ما إذا كان وسيط المجتمع يختلف عن الوسيط المستهدف الذي يتم تحديده.
  2- حساب مجموعة من القيم التي من المحتمل أن تشمل وسيط المجتمع الاحصائي.
- ✓ يفترض الاختبار أن البيانات مسحوبة من توزيع متماثل Symmetric مثل: التوزيع المنتظم Uniform أو توزيع Cauchy .
- ✓ فرضيات الاختبار :
  1- H0: $\eta = \eta 0$ (وسيط المجتمع (η) يساوي القيمة المستهدفة $\eta 0$).
  2- H1: $\eta \neq \eta 0$ (وسيط المجتمع (η) لا يساوي القيمة المستهدفة $\eta 0$).
- ✓ ليس شرطا ان تتوزع البيانات توزيع طبيعي.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي .
- ✓ يجب أن تكون كل مشاهدة مستقلة عن جميع الممشاهدات الأخرى.

مثال :

يريد كيميائي في شركة أدوية تحديد ما إذا كان وسيط وقت رد الفعل لمضاد الحموضة المطور حديثًا أقل من 12 دقيقة. يقيس الكيميائي وقت رد الفعل لـ 16 عينة من مضاد الحموضة. يقوم الكيميائي باختبار 1–Sample Wilcoxon لتحديد ما إذا كان وسيط وقت التفاعل أقل من 12 دقيقة.

	الوقت
1	10.9
2	15.0
3	11.9
4	8.8
5	8.2
6	14.8
7	9.2
8	8.8
9	16.0
10	15.2
11	15.9
12	9.2
13	9.2
14	7.7
15	8.0
16	12.5

**ملاحظة: انظر AntacidReactionTime.MTW



النتائج:

Wilcoxon Signed Rank Test: الوقت

Method

η: median of الوقت

Descriptive Statistics

Sample	N	Median
الوقت	16	11.55

Test

Null hypothesis	H_0: η = 12
Alternative hypothesis	H_1: η < 12

Sample	N for Test	Wilcoxon Statistic	P-Value
الوقت	16	53.00	0.227

التحليل :

تنص الفرضية الصفرية على أن وسيط زمن رد الفعل هو 12 دقيقة. نظرًا لأن قيمة P–Value تقارب 0.23 تقريبًا ، وهي أكبر من مستوى الأهمية البالغ 0.05 ، فقد فشل الكيميائي في رفض الفرضية الصفرية ولا يمكنه أن يستنتج أن متوسط وقت التفاعل أقل من 12 دقيقة.

اختبار (Mann-Whitney) :

- ✓ يستخدم اختبار مان ويتني للقيام بما يلي:
  - 1- تحديد ما إذا كان وسيط مجتمعين احصائيين مختلفين.
  - 2- حساب مجموعة من القيم التي من المحتمل أن تحتوي الفرق بين وسيطي مجتمعين احصائيين.
- ✓ فرضيات الاختبار :
  - 1- H0: η1 = η2 (وسيط المجتمع الاحصائي الاول (η1) يساوي وسيط المجتمع الاحصائي الثاني (η2)).
  - 2- H_1: η1 ≠ η2 (وسيط المجتمع الاحصائي الاول (η1) لا يساوي وسيط المجتمع الاحصائي الثاني (η2)).

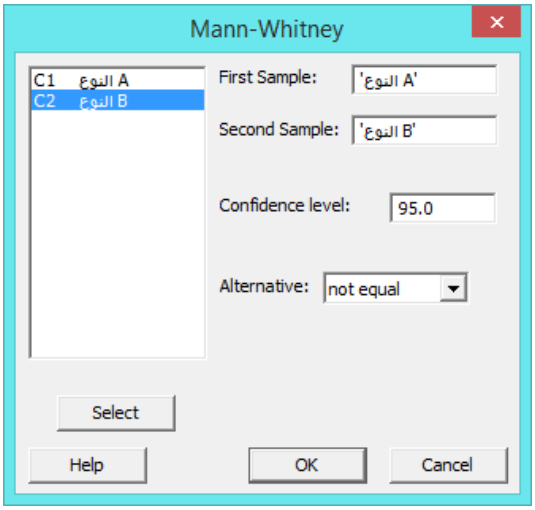
- ✓ يجب أن يكون لمجتمعات كل عينة نفس الشكل ونفس الانتشار (إذا كان لدى المجتمعات الاحصائية أشكال مختلفة ، فنستخدم اختبار 2-Sample t بدون تجميع التباين) .
- ✓ لا يشترط ان تتوزع البيانات توزيعا طبيعيا (إذا كان هناك أكثر من 15 مشاهدة في كل عينة أو لم تكن البيانات ملتوية كثيرا ، فنستخدم اختبار 2-Sample t لأن الاختبار يتمتع بالقوة) .
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي .
- ✓ يجب أن تكون كل مشاهدة مستقلة عن جميع المشاهدات الأخرى.

مثال :

يستخدم قسم الطرق السريعة في احد الولايات نوعين من الطلاء لخطوط الطلاء على الطرق. يريد أحد مسؤولي الطرق السريعة معرفة ما إذا كانت متانة انواع الطلاء مختلفة. لكل طلاء يسجل المسؤول عدد الأشهر التي يستمر فيها الطلاء على الطريق السريع. يقوم المسؤول بإجراء اختبار Mann-Whitney لتحديد ما إذا كان وسيط عدد الأشهر التي يستمر فيها الطلاء يختلف بين النوعين.

	النوع A	النوع B
1	35.6	37.2
2	37.0	39.7
3	34.9	37.2
4	36.0	38.8
5	36.6	37.7
6	36.1	36.4
7	35.8	37.5
8	34.9	40.5
9	38.8	38.2
10	36.5	37.5
11	34.9	

**ملاحظة : انظر HighwayPaint.MTW



النتائج:

Method

η_1: median of النوع A
η_2: median of النوع B
Difference: $\eta_1 - \eta_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Median
النوع A	11	36.0
النوع B	10	37.6

Estimation for Difference

Difference	CI for Difference	Achieved Confidence
-1.85	(-3; -0.9)	95.52%

Test

Null hypothesis	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
Alternative hypothesis	$H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Method	W-Value	P-Value
Not adjusted for ties	76.50	0.002
Adjusted for ties	76.50	0.002

التحليل :

تنص الفرضية الصفرية على أن الفرق في وسيط عدد الأشهر التي يستمر فيها الطلاء بين النوعين من الطلاء هو 0. نظرًا لأن قيمة P– Value هي 0.002 وهو أقل من مستوى أهمية 0.05 ، يرفض المسؤول الفرضية الصفرية. ويخلص إلى أن الفرق في وسيط عدد الأشهر التي تستمر فيها الدهانات بين النوعين ليس 0. يشير 95.5 % CI (فترة الثقة) إلى أن وسيط المجتمع للنوع B من المحتمل أن يكون أكبر من النوع A.

اختبار (Kruskal-Wallis):

- ✓ يستخدم لتحديد ما إذا كان هناك اختلاف بين وسيط مجموعتين أو أكثر.
- ✓ يجب أن تحتوي البيانات على عامل فئوي واحد ، واستجابة /متغير تابع متصل .
- ✓ يجب أن يكون للبيانات الفرعية نفس شكل التوزيع.
- ✓ يجب أن يكون متغير الاستجابة متصل.
- ✓ لا يشترط ان تتبع البيانات التوزيع الطبيعي.
- ✓ يجب أن يكون حجم العينة أقل من 15 أو 20 أو يجب أن يكون الوسيط هو الاحصائية الافضل للبيانات.
- ✓ يجب أن يكون حجم العينة لكل مجموعة فرعية خمسة على الأقل.
- ✓ يجب أن تكون كل مشاهدة مستقلة عن جميع المشاهدات الأخرى.
- ✓ للتأكد من صحة النتائج يجب مراعاة الامور التالية:

1- التأكد من أن العينة ممثلة.

2- جمع بيانات كافية لتوفير الدقة اللازمة.

3- قياس المتغيرات بدقة قدر الإمكان.

4- تسجيل البيانات بالترتيب الذي يتم جمعها فيه.

مثال :

يريد مسؤول الصحة مقارنة عدد الأسرّة غير المشغولة لثلاث مستشفيات في نفس المدينة. يختار المسؤول بشكل عشوائي 11 يومًا مختلفًا من سجلات كل مستشفى ويدخل عدد الأسرة غير المشغولة لكل يوم. لتحديد ما إذا كان وسيط عدد الأسرة غير المشغولة يختلف ، يستخدم المسؤول اختبار Kruskal–Wallis.

	عدد الاسرة	المستشفى
1	6	1
2	37	1
3	3	1
4	17	1
5	11	1
6	30	1
7	15	1
8	16	1

**ملاحظة : عدد السجلات (33) . انظر HospitalBeds.MTW

النتائج:

Kruskal-Wallis Test: عدد الاسرة versus المستشفى

Descriptive Statistics

المستشفى	N	Median	Mean Rank	Z-Value
1	11	16	14.0	-1.28
2	11	31	23.3	2.65
3	11	17	13.7	-1.37
Overall	33		17.0	

Test

Null hypothesis H_0: All medians are equal
Alternative hypothesis H_1: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	7.05	0.029
Adjusted for ties	2	7.05	0.029

التحليل :

وسيط العينات للمستشفيات الثلاثة هو 16.00 و 31.00 و 17.00. يُظهر معدل الرتب أن المستشفى 2 يختلف أكثر عن معدل الرتب لجميع المشاهدات وأن هذا المستشفى أعلى من الوسيط العام. كلا القيمتين P–Value أقل من 0.05 تشير قيم P–Value إلى أن العدد الوسيط للأسرة غير المشغولة يختلف عن مستشفى واحد على الأقل .

اختبار (Mood's Median) :

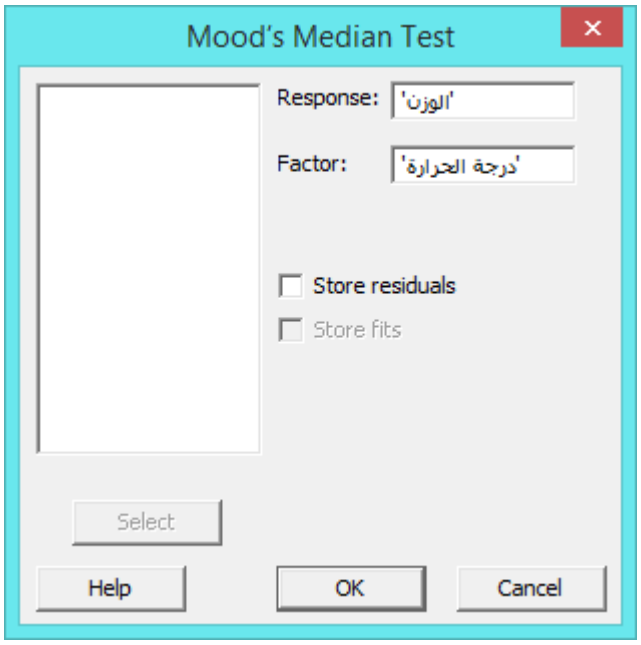
- ✓ يستخدم الاختبار عندما يكون هناك عامل فئوي واحد واستجابة /متغير تابع متصلة.
- ✓ يتحقق شرط أن البيانات في كل المجموعات الفرعية لها توزيع متشابه.
- ✓ باستخدام هذا التحليل ، يمكن القيام بما يلي:
  1- تحديد اختلاف وسيط مجموعتين أو أكثر.
  2- حساب مجموعة من القيم التي من المحتمل نتتضمن الفرق بين وسيط المجتمعات الاحصائية.
- ✓ يجب أن تتضمن البيانات متغير فئوي واحد فقط وهو نفسه العامل الثابت.
- ✓ يجب أن يكون متغير الاستجابة متصلا.
- ✓ ليس من الضروري ان تتبع البيانات التوزيع الطبيعي .
- ✓ يجب أن يكون حجم العينة أقل من 15 أو 20 أو يجب أن يكون الوسيط هو الاحصائية الافضل للبيانات.
- ✓ يجب أن تكون كل مشاهدة مستقلة عن جميع المشاهدات الأخرى.
- ✓ يجب جمع البيانات باستخدام أفضل الممارسات.

مثال :

يريد عالم بيئي تحديد ما إذا كانت التغيرات في درجات الحرارة في محيط محطة للطاقة النووية تؤثر على نمو الأسماك. يقسّم العالم عشوائياً 25 سمكة فقست حديثاً إلى أربع مجموعات ويضع كل مجموعة في بيئة محيطية منفصلة محاكاة لبيئة المحيطات. بيئات المحاكاة متطابقة باستثناء درجة الحرارة. بعد ستة أشهر يقيس العالم أوزان الأسماك. لتحديد ما إذا كان الوزن الوسيط للأسماك يختلف بين المجموعات الأربع ، يستخدم العالم اختبار Mood's median.

	الوزن	درجة الحرارة
1	22	38
2	18	38
3	22	38
4	24	38
5	16	38
6	18	38
7	19	38
8	15	42

**ملاحظة: عدد السجلات (25) . انظر FishWeights.MTW



النتائج:

Mood's Median Test: الوزن versus درجة الحرارة

Descriptive Statistics

درجة الحرارة	Median	N <= Overall Median	N > Overall Median	Q3 – Q1	95% Median CI
38	19	4	3	4.00	(17.4667; 22.5333)
42	19	3	3	9.50	(15.3571; 25.6429)
46	22	2	4	7.25	(15.7857; 26.5714)
50	18	4	2	4.25	(14.4286; 20.6429)
Overall	19				

Test

Null hypothesis	H_0: The population medians are all equal
Alternative hypothesis	H_1: The population medians are not all equal

DF	Chi-Square	P-Value
3	1.44	0.697

التحليل :

لكل مستوى من العوامل ، يعرض Minitab الوسيط ، والمدى الربعي ، وفترة الثقة لوسيط المجتمع الاحصائي. هناك ثقة بنسبة 95٪ من أن وسيط كل مجموعة يقع ضمن الفترة المحددة. نظرًا لأن قيمة P–Value= 0.697 وهي أكبر من مستوى الدلالة = 0.05 ، فقد فشل العالم في رفض الفرضية الصفرية. والنتائج ان الاختلافات بين الأوزان الوسيطية ليست ذات دلالة إحصائية.

اختبار (Friedman) :

- ✓ يستخدم لتحديد ما إذا كان تأثير وسيط متغير المعالجة /المتغيرالمستقل يختلف في تصميم الكتلة العشوائية Randomize Block Design .
- ✓ الكتل Block: هي مجموعة من التجارب التجريبية التي يتم إجراؤها في ظل ظروف ثابتة. عند حساب تأثيرات متغير الكتلة ، يمكن تقيم تأثير متغير المعالجات بدقة أكبر.
- ✓ مع هذا الاختبار يجب ان تتحقق الشروط :
  1- أن يكون متغير الاستجابة متصلا أو ترتيبيًا.
  2- أن يكون متغير المعالجة من النوع الفئوي.
- ✓ يجب أن يكون هناك متغير كتلة فئوي واحد Categorical block variable. اختبار فريدمان هو البديل اللامعلمي لنموذج DOE مع الكتل ، ونموذج ANOVA بعاملين.
- ✓ يجب أن تتضمن البيانات عاملين من النوع الفئوي.
- ✓ لا يشترط ان يتبع توزيع البيانات التوزيع الطبيعي.
- ✓ يجب أن يتضمن التصميم 5 كتل أو معالجات على الأقل.
- ✓ يجب أن تكون كل مشاهدة مستقلة عن جميع المشاهدات الأخرى.
- ✓ يجب جمع البيانات باستخدام أفضل الممارسات.

مثال :

يريد محلل تسويق مقارنة تاثير الارتباط لثلاثة أنواع من الإعلانات: البريد المباشرdirect-mail والصحف newspaper والمجلات magazine. يقوم المحلل بإجراء تجربة كتلة عشوائية. بالنسبة إلى 12 عميلًا فقد استخدمت شركة التسويق جميع أنواع الإعلانات الثلاثة على مدار عام واحد وسجلت النسبة المئوية للاستجابة لكل نوع من الإعلانات. لتحديد ما إذا كان تأثير وسيط متغير المعالجة يختلف بالنسبة لنوع الإعلان ، يستخدم المحلل اختبار Friedman .

	الاستجابة	الشركة	نوع الاعلان
1	7.2	1	direct-mail
2	9.4	2	direct-mail
3	4.3	3	direct-mail
4	11.3	4	direct-mail
5	3.3	5	direct-mail
6	4.2	6	direct-mail
7	5.9	7	direct-mail
8	6.2	8	direct-mail

**ملاحظة: عدد السجلات (36) . انظر AdvertisingEffectiveness.MTW

النتائج:

Friedman Test: الاستجابة vs الشركة ;نوع الاعلان

Method

Treatment = نوع الاعلان
Block = الشركة

Descriptive Statistics

نوع الاعلان	N	Median	Sum of Ranks
direct-mail	12	6.1000	16.0
magazine	12	8.1500	24.0
newspaper	12	13.3000	32.0
Overall	36	9.1833	

Test

Null hypothesis H_0: All treatment effects are zero
Alternative hypothesis H_1: Not all treatment effects are zero

DF	Chi-Square	P-Value
2	10.67	0.005

التحليل:

نظرًا لأن قيمة P–Value للإعلان أقل من مستوى الأهمية 0.05 ، يرفض المحلل الفرضية الصفرية ويستنتج أن نوعًا واحدًا على الأقل من ثلاثة أنواع من الإعلانات له تأثير مختلف. كذلك فإن الاستجابات الوسيطية للبريد المباشر direct–mail (6.100) والمجلة magazine (8.150) قريبة من الوسيط العام Overall (9.183) ، ولكن الاستجابة الوسيطية لإعلانات الصحف Newspaper (13.300) أعلى . تشير هذه النتائج إلى أن الإعلان في الصحف قد يكون أكثر فعالية من الأنواع الأخرى من الإعلانات.

اختبار Run :

- ✓ يستخدم لتحديد ما إذا كان اختيار البيانات تم بطريقة عشوائية.
- ✓ إذا كان عدد مرات التنفيذ Run المشاهدة أكبر من أو أقل من عدد مرات التنفيذ المتوقعة فمن المحتمل أن البيانات ليست بترتيب عشوائي.
- ✓ الفرضيات :

1- H0: البيانات بترتيب عشوائي.

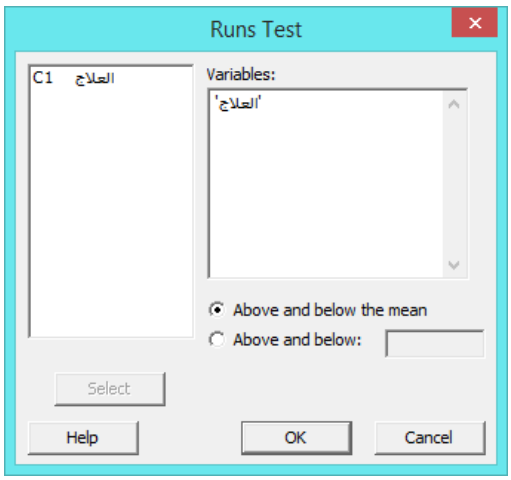
2- H1: البيانات ليست بترتيب عشوائي.

- ✓ يجب أن تكون البيانات عددية.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي .
- ✓ يجب جمع عينة كبيرة بما يكفي.
- ✓ لا يجوز أن يكون هناك بيانات مفقودة بين قيمتين عدديتين في العينة.

مثال : يريد باحث في إحدى شركات الأدوية مقارنة تأثيرات ثلاثة علاجات على 35 مريضًا. يعين الباحث علاجًا لكل مريض. يريد الباحث تحديد ما إذا كانت البيانات عشوائية. لتحديد ذلك يستخدم الباحث اختبار Run.

	العلاج	رقم المريض
1	1	SDA10001
2	1	SDA10002
3	2	SDA10003
4	3	SDA10004
5	2	SDA10005
6	1	SDA10006
7	3	SDA10007
8	2	SDA10008

**ملاحظة: عدد السجلات (35). انظر TreatmentAssignments.MTW



النتائج:

Runs Test: العلاج

Descriptive Statistics

N	K	Number of Observations ≤ K	> K
35	2	23	12

K = sample mean

Test

Null hypothesis H_0: The order of the data is random
Alternative hypothesis H_1: The order of the data is not random

Number of Runs Observed	Expected	P-Value
17	16.77	0.930

التحليل :

القيمة الاحتمالية P–Value = 0.930 ، وهي أكبر من مستوى الأهمية البالغ 0.05. ليس لدى الباحث ما يكفي من الأدلة لاستنتاج أن البيانات ليست عشوائية .

اختبار متوسطات الازواج – تسمى أيضًا متوسطات والش Walsh (Pairwise Averages) :

✓ يستخدم لحساب وتخزين المتوسطات الحسابية لكل زوج ممكن من القيم في مجموعة البيانات ، بما في ذلك قيمة كل زوج مع نفسه.

✓ يحفظ ايضا مواقع القيم التي تم ايجاد المتوسط لها في عمودين ، العمود الاول يمثل رقم صف الفيمة الاولى والعمود الثاني رقم صف القيمة الثانية.

✓ يتم استخدام متوسطات الازواج ، على سبيل المثال لطريقة Wilcoxon.

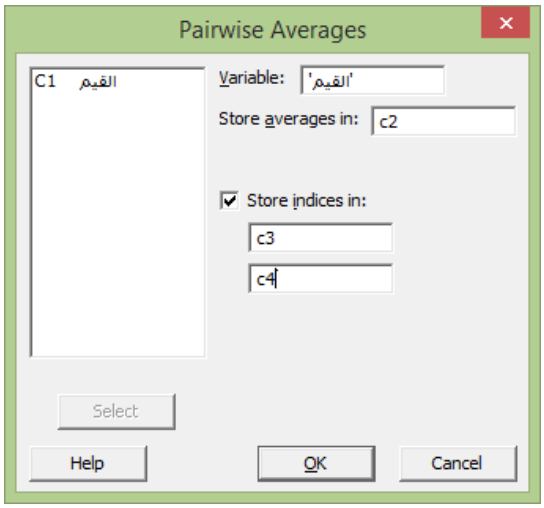
✓ لحساب الاختلافات بين الازواج يستخدم اختبار Pairwise differencies.

✓ لحساب الميل بين ألازواج يستخدم Pairwise slopes.

مثال :

يوضح هذا المثال كيفية حساب متوسطات كل زوج من القيم المحتملة ، بما في ذلك كل قيمة بنفسها.

	القيم
1	1
2	2
3	3



النتائج:

	القيم	c2	c3	c4
1	1	1.0	1	1
2	2	1.5	1	2
3	3	2.0	2	2
4		2.0	1	3
5		2.5	2	3
6		3.0	3	3

التحليل :

- ✓ يحتوي العمود C2 على متوسطات الازواج. يشير العمودان C3 و C4 إلى صف القيم التي يستخدمها Minitab لحساب المتوسط.
- ✓ يتم تحديد موقع حفظ رقم صف القيمتين اللتين يستخدمهما Minitab لحساب متوسط الازواج. في المثال إذا قام Minitab بحساب متوسط الازواج للقيم في الصفين الأول والثالث ، فإن قيم المواقع هي 1 و 3

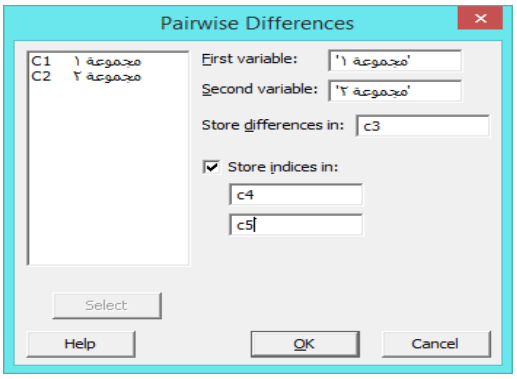
فروق الازواج (Pairwise Differences) :

- ✓ يستخدم لحساب الفروق بين كل زوج ممكن من القيم من عمودين وحفظها.

مثال :

يوضح المثال التالي كيفية حساب الفروق بين كل زوج ممكن من القيم من عمودين.

	مجموعة ١	مجموعة ٢
1	3	1.1
2	5	2.0
3	2	1.1



النتائج:

	C1	C2	C3	C4	C5
	مجموعة ١	مجموعة ٢			
1	3	1.1	1.9	1	1
2	5	2.0	1.0	1	2
3	2	1.1	1.9	1	3
4			3.9	2	1
5			3.0	2	2
6			3.9	2	3
7			0.9	3	1
8			0.0	3	2

التحليل :

يحتوي العمود C3 على الفروق الزوجية. يشير العمودان C4 و C5 إلى رقم صف القيم التي يستخدمها Minitab لحساب الفرق. على سبيل المثال ، يشير الصف الأول من العمودين C4 و C5 إلى أن Minitab استخدم القيم الأولى في العمودين C1 و C2 لحساب الفرق.

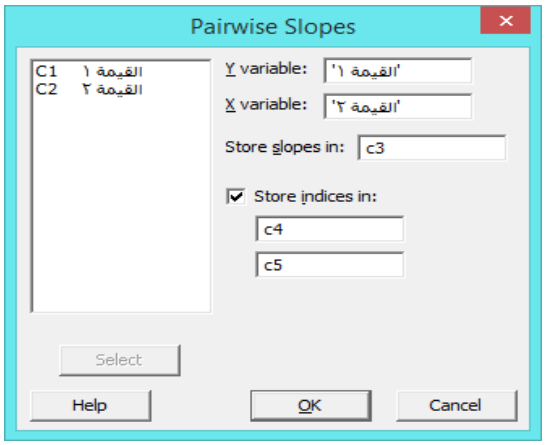
<u>ميل الازواج (Pairwise Slopes)</u> :

- ✓ يستخدم لحساب الميل بين عمودين عندما يمثل كل صف نقطة إحداثيات في المستوى الديكارتي .

مثال :

يوضح المثال التالي كيفية حساب ميل كل زوج ممكن من القيم من عمودين.

	y	x
1	3	1.1
2	5	2.0
3	2	1.1
4	6	3.0



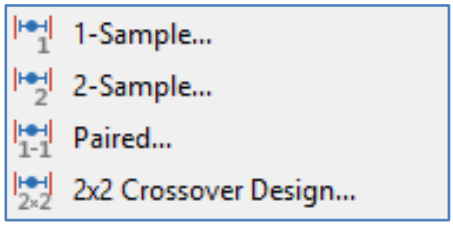
النتائج:

	y	x	Slope		
1	3	1.1	2.22222	2	1
2	5	2.0	*	3	1
3	2	1.1	3.33333	3	2
4	6	3.0	1.57895	4	1
5			1.00000	4	2
6			2.10526	4	3

التحليل:

يحتوي العمود C3 على ميل الازواج. يشير العمودان C4 و C5 إلى صف القيم التي يستخدمها Minitab لحساب الميل. الميل بين النقاط في الصفين 1 و 3 غير معرّف لأن الحساب يتضمن القسمة على 0. ولهذا السبب ، يخزن Minitab قيمة مفقودة.

اختبارات التكافؤ (Equivalence Test) :



** يستخدم اختبار التكافؤ لتحديد ما إذا كانت مقاييس متوسطات المنتج أو مقاييس العملية قريبة بما يكفي لتكون متكافئة.

1- Sample :

- ✓ يستخدم لتقييم ما إذا كان متوسط المجتمع الاحصائي قريبًا بما يكفي من القيمة المستهدفة أو القيمة المرجعية التي تعتبر مكافئة له.عند استخدام الاختبار يجب تحديد مدى من القيم "القريبة بما فيه الكفاية" ليتم اعتبارها مساوية للمستهدف. تعتمد فترة التكافؤ (منطقة التكافؤ) على خبرة المحلل بالمنتج أو العملية ويجب تحديده قبل إجراء الاختبار. ثم يحدد التحليل فيما إذا كان هناك أدلة كافية للادعاء بأن الفرق بين متوسط المجتمع الاحصائي والقيمة المستهدفة يقع ضمن فترة التكافؤ.
- ✓ لإثبات أن متوسط المجتمع الاحصائي لا يساوي القيمة المستهدفة يجب استخدام اختبار 1-Sample t.
- ✓ الفرضيات :

1- H0: $\Delta \leq \delta 1$ (الفرق (Δ) بين متوسط المجتمع الاحصائي والقيمة المستهدفة هو أقل من أو يساوي حد التكافؤ الأدنى (δ1))
H0: $\Delta \geq \delta 2$ (الفرق (Δ) بين متوسط المجتمع الاحصائي والقيمة المستهدفة هو اكبر من أو يساوي حد التكافؤ الاعلى (δ2))

2- H1: $\delta 1 < \Delta < \delta 2$ (الفرق (Δ) بين متوسط المجتمع الاحصائي والقيمة المستهدفة هو اكبر من حد التكافؤ الادنى (δ1) وادنى من الحد الاعلى للتكافؤ (δ2))

3- أو

Option	Hypotheses
Test mean > target	H_0: Test mean – target (Δ) ≤ 0 H_1: Test mean – target (Δ) > 0
Test mean < target	H_0: Test mean – target (Δ) ≥ 0 H_1: Test mean – target (Δ) < 0
Test mean - target > lower limit	H_0: Test mean – target (Δ) ≤ δ_1 H_1: Test mean – target (Δ) > δ_1
Test mean - target < upper limit	H_0: Test mean – target (Δ) ≥ δ_2 H_1: Test mean – target (Δ) < δ_2

- ✓ من شروطه:

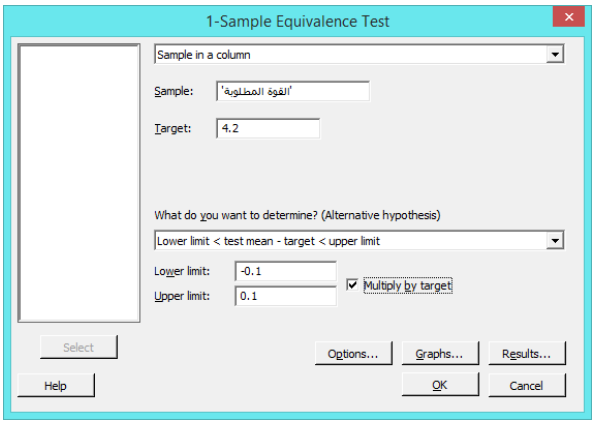
1- يجب ألا يكون شكل البيانات في العينة ملتوية بشكل كبير ، ويجب أن يكون حجم العينة أكبر من 20 .
2- يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي .
3- يجب أن تكون كل مشاهدة مستقلة عن جميع المشاهدات الأخرى (اذا كانت البيانات مرتبطة استخدم اختبار Equivalence Test with Paired Data).
4- تحديد حجم العينة المناسب .

مثال :

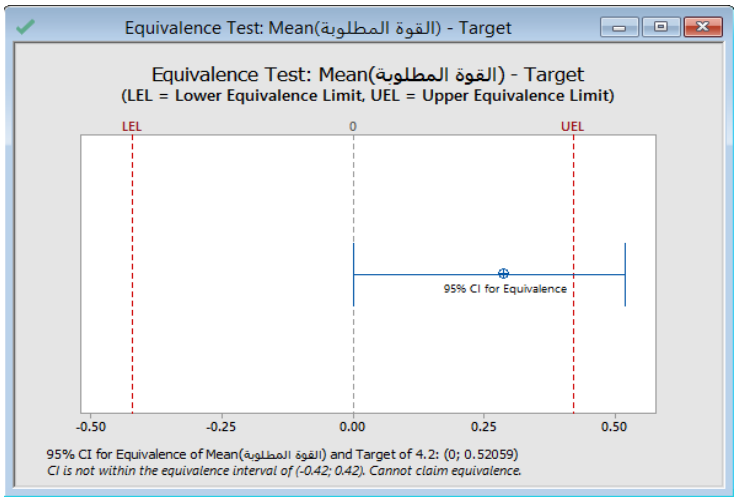
يريد مهندس التعبئة والتغليف اختبار طريقة جديدة لإغلاق أكياس الوجبات السريعة. يجب أن تكون القوة المطلوبة لفتح الأكياس في حدود 10٪ من القيمة المستهدفة 4.2 نيوتن. يقوم المهندس بشكل عشوائي بأخذ 28 كيسًا مختومة باستخدام الطريقة الجديدة ويسجل القوة المطلوبة لفتح كل كيس. يقوم المهندس بإجراء اختبار 1-Sample لتحديد ما إذا كانت القوة المتوسطة المطلوبة لفتح الأكياس باستخدام الختم الجديد تقع ضمن 10٪ من الهدف البالغ 4.2 نيوتن.

	القوة المطلوبة
1	5.88
2	4.12
3	4.56
4	3.56
5	4.64
6	4.66
7	4.16
8	4.13

** عدد السجلات (28). انظر SnackBagSeal.MTW



النتائج :



Method

Target = 4.2
Lower equivalence limit = -0.1 × target = -0.42
Upper equivalence limit = 0.1 × target = 0.42

Descriptive Statistics

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean
القوة المطلوبة	28	4.4850	0.73188	0.13831

Difference: Mean(القوة المطلوبة) - Target

Difference	SE	95% CI for Equivalence	Equivalence Interval
0.28500	0.13831	(0; 0.520586)	(-0.42; 0.42)

CI is not within the equivalence interval. Cannot claim equivalence.

Test

Null hypothesis: Difference ≤ -0.42 or Difference ≥ 0.42
Alternative hypothesis: -0.42 < Difference < 0.42
α level: 0.05

Null Hypothesis	DF	T-Value	P-Value
Difference ≤ -0.42	27	5.0972	0.000
Difference ≥ 0.42	27	-0.97605	0.169

The greater of the two P-Values is 0.169. Cannot claim equivalence.

التحليل:

لا تقع فترة الثقة بالكامل ضمن فترة التكافؤ. لذلك ، لا يمكن للمهندس أن يدعي أن القوة المطلوبة لفتح الأكياس بختم جديد مساوية للقيمة المستهدفة 4.2 نيوتن.

اختبار التكافؤ لعينتين (2- Sample Equivalence) :

- ✓ يستخدم لتقييم فيما إذا كان متوسط المجتمع الاحصائي مساو لمتوسط مجموعة مرجعية عندوجود عينتين مستقلتين.
- ✓ يجب تحديد مدى من القيم "قريبة كفاية" ليتم اعتبارها مكافئة لمتوسط المرجع.
- ✓ تعتمد فترة التكافؤ (منطقة التكافؤ) على خبرة المحلل بالمنتج أو العملية ويجب تحديده قبل إجراء الاختبار، ويحدد التحليل بعدها فيما إذا كان هناك ما يكفي من الأدلة للادعاء بأن الفرق (أو النسبة) بين متوسطات المجتمعات الاحصائية يقع ضمن فترة التكافؤ.
- ✓ يستخدام لإجراء اختبارات التفوق واختبارات النقص ، ولتقييم ما إذا كان متوسط مجتمع احصائي أكبر من متوسط مجتمع المرجع أو أقل منه.
- ✓ الفرضيات :

1- H0: $\Delta \leq \delta 1$ (الفرق (Δ) بين متوسط المجتمع الاحصائي الهدف ومتوسط المجتمع الاحصائي المرجعي هو أقل من أو يساوي حد التكافؤ الأدنى ($\delta 1$)) .

H0: $\Delta \geq \delta 2$ (الفرق (Δ) بين متوسط المجتمع الاحصائي الهدف ومتوسط المجتمع الاحصائي المرجعي هو اكبر من أو يساوي حد التكافؤ الاعلى ($\delta 2$)).

2- H1: $\delta 1 < \Delta < \delta 2$ (الفرق (Δ) بين متوسط المجتمع الاحصائي الهدف ومتوسط المجتمع الاحصائي المرجعي هو اكبر من حد التكافؤ الادنى ($\delta 1$) وادنى من الحد الاعلى للتكافؤ ($\delta 2$)).

3- أو

Option	Hypotheses
Test mean > reference mean	H_0: Test mean – reference mean (Δ) ≤ 0 H_1: Test mean – reference mean (Δ) > 0
Test mean < reference mean	H_0: Test mean – reference mean (Δ) ≥ 0 H_1: Test mean – reference mean (Δ) < 0
Test mean - reference mean > lower limit	H_0: Test mean – reference mean (Δ) ≤ δ_1 H_1: Test mean – reference mean (Δ) > δ_1
Test mean - reference mean < upper limit	H_0: Test mean – reference mean (Δ) ≥ δ_2 H_1: Test mean – reference mean (Δ) < δ_2

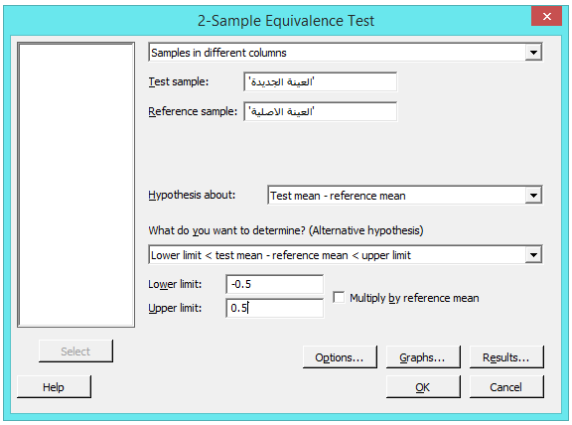
- ✓ يجب ألا تكون البيانات في العينة ملتوية بشكل كبير ، ويجب أن يكون حجم العينة أكبر من 15.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي .
- ✓ يجب أن تكون كل مشاهدة مستقلة عن جميع المشاهدات الأخرى.
- ✓ تحديد حجم العينة المناسب.

مثال :

يختبر مهندس في (علم أغذية الحيوانات الاليفة) تركيبة جديدة أقل تكلفة من طعام القطط. يريد المهندس التأكد من أن محتوى البروتين في التركيبة الأقل تكلفة هو نفس محتوى البروتين في الطعام الأصلي. يقيس المهندس كمية البروتين في 100 جرام من عينات كل من تركيبات الطعام لاختبار ما إذا كانت ضمن ± 0.5 جرام. يقوم المهندس باختبار التكافؤ لعينتين لتحديد ما إذا كان الفرق في البروتين بين الصيغتين في حدود ± 0.5 جم. لا يعرف المهندس ما إذا كانت تباينات محتوى البروتين متساوية للصيغتين.

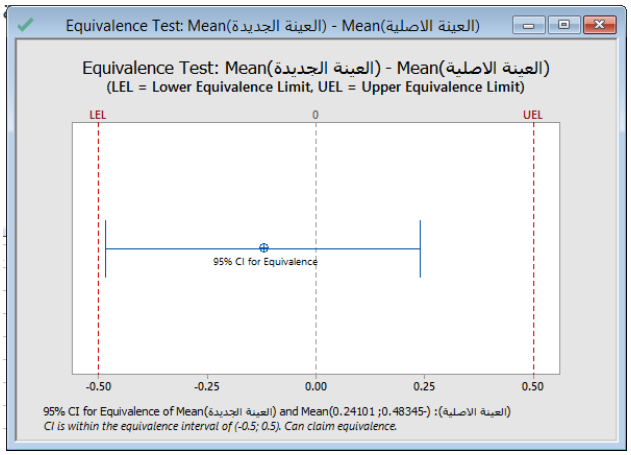
	العينة الاصلية	العينة الجديدة
1	33.96	34.32
2	34.32	33.71
3	34.16	33.04
4	34.24	34.40
5	33.97	34.83
6	34.42	33.29
7	33.59	33.50
8	33.89	33.94
9	34.28	34.56
10		34.12

**ملاحظة: انظر CatFoodProtein.MTW



** لاحظ اننا لا نقوم بتفعيل Multiple by reference mean لان المدى ± 0.5 جرام هو اضافة وليس نسبة مئوية (5% مثلا).

النتائج:



Method

Test mean = mean of العينة الجديدة
Reference mean = mean of العينة الاصلية
Equal variances were not assumed for the analysis.

Descriptive Statistics

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean
العينة الجديدة	10	33.971	0.58064	0.18361
العينة الاصلية	9	34.092	0.26138	0.087127

Difference: Mean(العينة الجديدة) - Mean(العينة الاصلية)

Difference	SE	95% CI for Equivalence	Equivalence Interval
-0.12122	0.20324	(-0.483449; 0.241005)	(-0.5; 0.5)

CI is within the equivalence interval. Can claim equivalence.

Test

Null hypothesis: Difference ≤ -0.5 or Difference ≥ 0.5
Alternative hypothesis: -0.5 < Difference < 0.5
α level: 0.05

Null Hypothesis	DF	T-Value	P-Value
Difference ≤ -0.5	12	1.8637	0.044
Difference ≥ 0.5	12	-3.0566	0.005

التحليل:

نظرًا لأن فترة الثقة تقع تمامًا ضمن فترة التكافؤ ، يستنتج المهندس أن صيغتي طعام القطط تحتويان على كميات متساوية من البروتين.

اختبار تكافؤ عينتين مرتبطتين (Equivalence Test with Paired Data) :

- ✓ يستخدم لتقييم ما إذا كان متوسط مجتمع احصائي مساويا لمتوسط مجتمع احصائي مرجعي عندما تكون المشاهدات مرتبطة.
- ✓ يجب تحديد مدى من القيم "القريبة كفاية" ليتم اعتبارها مكافئة للمتوسط المرجعي.
- ✓ تعتمد فترة التكافؤ (منطقة النكافؤ) على خبرة المحلل بالمنتج أو العملية ويجب تحديده قبل إجراء الاختبار، ويحدد التحليل بعدها فيما إذا كان هناك ما يكفي من الأدلة للادعاء بأن الفرق (أو النسبة) بين متوسطات المجتمعات الاحصائية يقع ضمن فترة التكافؤ.
- ✓ يستخدم الاختبار ايضا مع البيانات المرتبطة لإجراء اختبارات التفوق واختبارات النقص ، لتقييم ما إذا كان متوسط المجتمع الاحصائي المراد اختباره أكبر من متوسط المجتمع الاحصائي المرجعي أو أقل منه.
- ✓ الفرضيات :

1- $H0: \Delta \leq \delta 1$ (الفرق (Δ) بين متوسط المجتمع الاحصائي الهدف ومتوسط المجتمع الاحصائي المرجعي هو أقل من أو يساوي حد التكافؤ الأدنى ($\delta 1$))

$H0: \Delta \geq \delta 2$ (الفرق (Δ) بين متوسط المجتمع الاحصائي الهدف ومتوسط المجتمع الاحصائي المرجعي هو اكبر من أو يساوي حد التكافؤ الاعلى ($\delta 2$))

2- $H1: \delta 1 < \Delta < \delta 2$ (الفرق (Δ) بين متوسط المجتمع الاحصائي الهدف ومتوسط المجتمع الاحصائي المرجعي هو اكبر من حد التكافؤ الادنى ($\delta 1$) وادنى من الحد الاعلى للتكافؤ ($\delta 2$))

3- أو

Option	Hypotheses
Test mean > reference mean	H_0: Test mean – reference mean (Δ) ≤ 0 H_1: Test mean – reference mean (Δ) > 0
Test mean < reference mean	H_0: Test mean – reference mean (Δ) ≥ 0 H_1: Test mean – reference mean (Δ) < 0
Test mean - reference mean > lower limit	H_0: Test mean – reference mean (Δ) ≤ δ_1 H_1: Test mean – reference mean (Δ) > δ_1
Test mean - reference mean < upper limit	H_0: Test mean – reference mean (Δ) ≥ δ_2 H_1: Test mean – reference mean (Δ) < δ_2

- ✓ يجب ألا تكون البيانات في العينة ملتوية بشكل كبير ، ويجب أن يكون حجم العينة أكبر من 20.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي.
- ✓ يجب أن يكون هناك مجموعة من المشاهدات المرتبطة ، مثل(قراءتين لضغط الدم مأخوذة من نفس المريض) .
- ✓ تحديد حجم العينة المناسب.

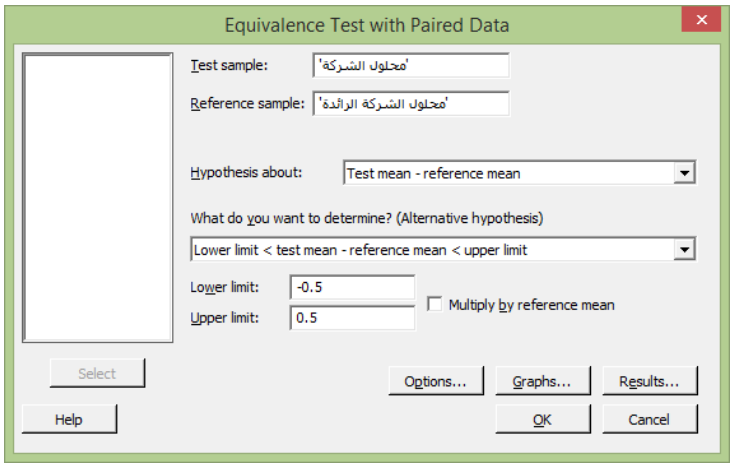
مثال :

يختبر مهندس في شركة لتصنيع عدسات العيون اللاصقة محلول تنظيف جديد للعدسات اللاصقة. يريد المهندس التحقق من أن المحلول الجديد ينظف العدسات كمحاليل العلامة التجارية الرائدة. لدى المهندس 14 مشاركًا يرتدون العدسات اللاصقة لمدة يوم ، ثم ينظفون العدسات. يقوم كل مشارك بتنظيف عدسة واحدة باستخدام المحلول الجديد والعدسة الأخرى باستخدام محلول العلامة التجارية الرائدة. يقوم المهندس بتقييم

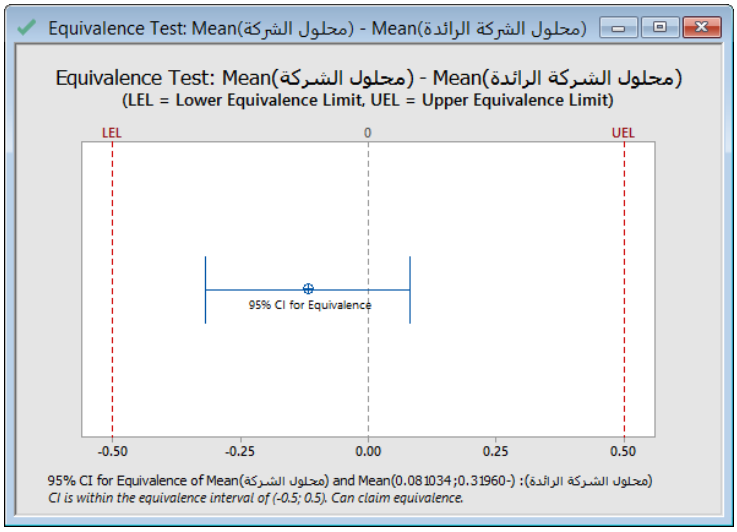
نظافة كل عدسة عن طريق قياس زاوية التلامس للحصول على قطرة سائل على العدسة. تتأثر زاوية التلامس بفيلم أو رواسب على العدسة. لكي يكون المحلول مكافئًا يجب أن تكون الزاوية المتوسطة للمحلول الجديد ضمن ± 0.5 درجة من الزاوية المتوسطة لمحلول العلامة التجارية الرائدة. يقوم المهندس بإجراء Equivalence Test with Paired Data لتحديد ما إذا كان محلولا التنظيف متكافئين.

	محلول الشركة الرائدة	محلول الشركة
1	87.41	87.91
2	86.40	85.94
3	91.02	90.89
4	88.36	88.51
5	89.25	89.13
6	91.08	91.10
7	87.67	86.83

** عدد السجلات (14) . انظر ContactLensCleaner.MTW



النتائج:



Equivalence Test with Paired Data: محلول الشركة, محلول الشركة الرائدة

Method

Test mean = mean of محلول الشركة
Reference mean = mean of محلول الشركة الرائدة

Descriptive Statistics

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean
محلول الشركة	14	88.604	1.5578	0.41634
محلول الشركة الرائدة	14	88.724	1.5907	0.42514

Difference: Mean(محلول الشركة) - Mean(محلول الشركة الرائدة)

Difference	StDev	SE	95% CI for Equivalence	Equivalence Interval
-0.11929	0.42324	0.11312	(-0.319605; 0.0810335)	(-0.5; 0.5)

CI is within the equivalence interval. Can claim equivalence.

Test

Null hypothesis:	Difference ≤ -0.5 or Difference ≥ 0.5
Alternative hypothesis:	-0.5 < Difference < 0.5
α level:	0.05

Null Hypothesis	DF	T-Value	P-Value
Difference ≤ -0.5	13	3.3657	0.003
Difference ≥ 0.5	13	-5.4748	0.000

The greater of the two P-Values is 0.003. Can claim equivalence.

التحليل:

نظرًا لأن فترة الثقة تقع تمامًا ضمن فترة التكافؤ ، يخلص المهندس إلى أن محاليل التنظيف متكافئة.

اختبار (Equivalence Test for a 2x2 Crossover Design) :

- ✓ يستخدم لمقارنة المتوسطات الحسابية لمتغيرات المعالجات للبيانات التي تم جمعها في دراسة 2x2 Crossover .
- ✓ يمكن أن يساعد هذا التحليل في تحديد ما إذا كانت تأثيرات دواء اختبار مكافئة لتأثيرات الدواء المرجعي.
- ✓ عند استخدام اختبار التكافؤ لتصميم كروس 2x2 Crossover يجب تحديد مجموعة من القيم "القريبة كفاية" ليتم اعتبارها مكافئة لمتوسط الدواء المرجعي.
- ✓ تعتمد فترة التكافؤ (منطقة النكافؤ) على خبرة المحلل بالمنتج أو العملية ويجب تحديده قبل إجراء الاختبار، ويحدد التحليل بعدها فيما إذا كان هناك ما يكفي من الأدلة للادعاء بأن الفرق (أو النسبة) بين متوسطات المجتمعات الاحصائية يقع ضمن فترة التكافؤ.
- ✓ يمكن أيضًا استخدام الاختبار لإجراء اختبارات التفوق واختبارات النقص ، لتقييم ما إذا كان متوسط عقار الاختبار أكبر من أو أقل من متوسط الدواء المرجعي.
- ✓ الفرضيات :

H0: $\Delta \leq \delta 1 - 1$ (الفرق (Δ) بين متوسط المجتمع الاحصائي الهدف ومتوسط المجتمع الاحصائي المرجعي هو أقل من أو يساوي حد التكافؤ الأدنى ($\delta 1$))

H0: $\Delta \geq \delta 2$ (الفرق (Δ) بين متوسط المجتمع الاحصائي الهدف ومتوسط المجتمع الاحصائي المرجعي هو اكبر من أو يساوي حد التكافؤ الاعلى ($\delta 2$))

2- H1: $\delta 1 < \Delta < \delta 2$ (الفرق (Δ) بين متوسط المجتمع الاحصائي الهدف ومتوسط المجتمع الاحصائي المرجعي هو اكبر من حد التكافؤ الادنى ($\delta 1$) وادنى من الحد الاعلى للتكافؤ ($\delta 2$))

3- أو

Option	Hypotheses
Test mean > reference mean	H_0: Test mean – reference mean (Δ) ≤ 0 H_1: Test mean – reference mean (Δ) > 0
Test mean < reference mean	H_0: Test mean – reference mean (Δ) ≥ 0 H_1: Test mean – reference mean (Δ) < 0
Test mean - reference mean > lower limit	H_0: Test mean – reference mean (Δ) ≤ δ_1 H_1: Test mean – reference mean (Δ) > δ_1
Test mean - reference mean < upper limit	H_0: Test mean – reference mean (Δ) ≥ δ_2 H_1: Test mean – reference mean (Δ) < δ_2

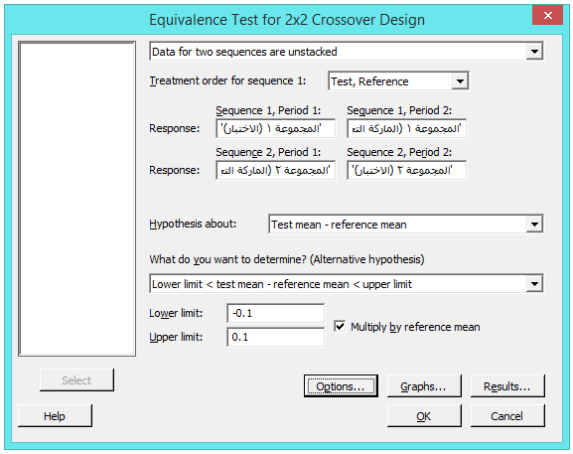
- ✓ يجب ألا تكون البيانات في العينة ملتوية بشكل كبير ، ويجب أن يكون حجم العينة أكبر من 20.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي.
- ✓ يجب أن تكون البيانات من دراسة 2x2 Crossover ، مع مجموعتين من المشاهدات المرتبطة ، واحدة لكل تسلسل من الدراسة.
- ✓ تحديد حجم العينة المناسب.

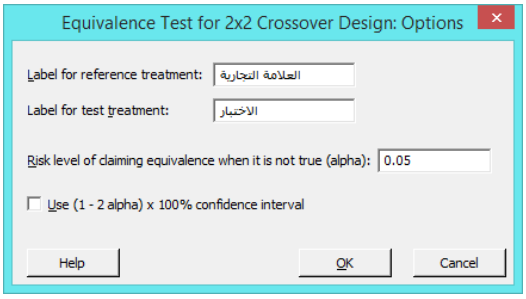
مثال :

يريد مهندس جودة في شركة رعاية صحية تحديد ما إذا كانت مضادات الحموضة الخاصة بالشركة معادلة لمضادات الحموضة لشركة اخرى تحمل علامة تجارية. تتناول مجموعتان من المشاركين ولمدة 5 أيام من أحد مضادات الحموضة ، تليها فترة غسيل لمدة أسبوعين ، ثم مرة اخرى ولمدة 5 أيام من مضادات الحموضة الأخرى. تتلقى المجموعة 1 مضاد الحموضة (الاختبار) متبوعًا بمضاد الحموضة الذي يحمل علامة تجارية (العلاج المرجعي). تتلقى المجموعة 2 مضاد للحموضة من العلامة التجارية متبوعًا بمضاد الحموضة (الاختبار). يقيس المهندس درجة الحموضة في اليوم الأخير من كل علاج. نظرًا لأن قيم الأس الهيدروجيني الأقل تكون أكثر حمضية ، فإن القيم الأعلى تعني أن الدواء أكثر فعالية. سيأخذ المهندس في الاعتبار مضادات الحموضة إذا كان الرقم الهيدروجيني للاختبار ضمن 10 ٪ من الرقم الهيدروجيني المرجعي. يقوم المهندس بإجراء اختبار 2x2 Crossover لتحديد ما إذا كان الرقم الهيدروجيني للاختبار ضمن 10 ٪ من الرقم الهيدروجيني المرجعي.

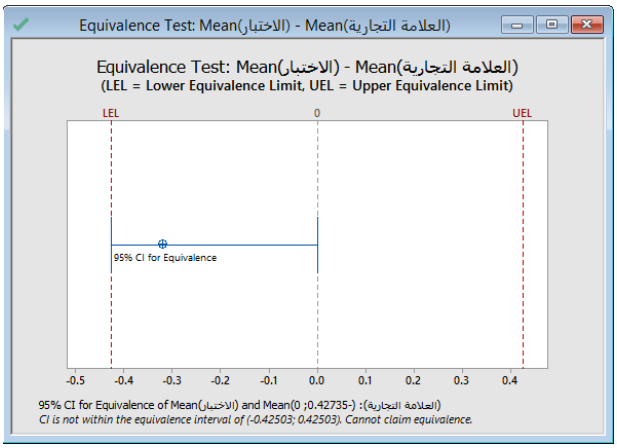
	المجموعة ١ (الاختبار)	المجموعة ١ (الماركة التجارية)	المجموعة ٢ (الماركة التجارية)	المجموعة ٢ (الاختبار)
1	3.92	4.01	3.76	3.51
2	4.22	4.66	4.69	3.73
3	5.55	5.66	4.53	3.91
4	3.66	3.93	3.31	3.21
5	4.76	4.78	3.19	2.76
6	3.91	3.87	4.24	3.83
7	3.58	4.23	4.36	4.25
8	3.93	4.17	5.41	4.94

** ملاحظة : انظر StomachAcid.MTW





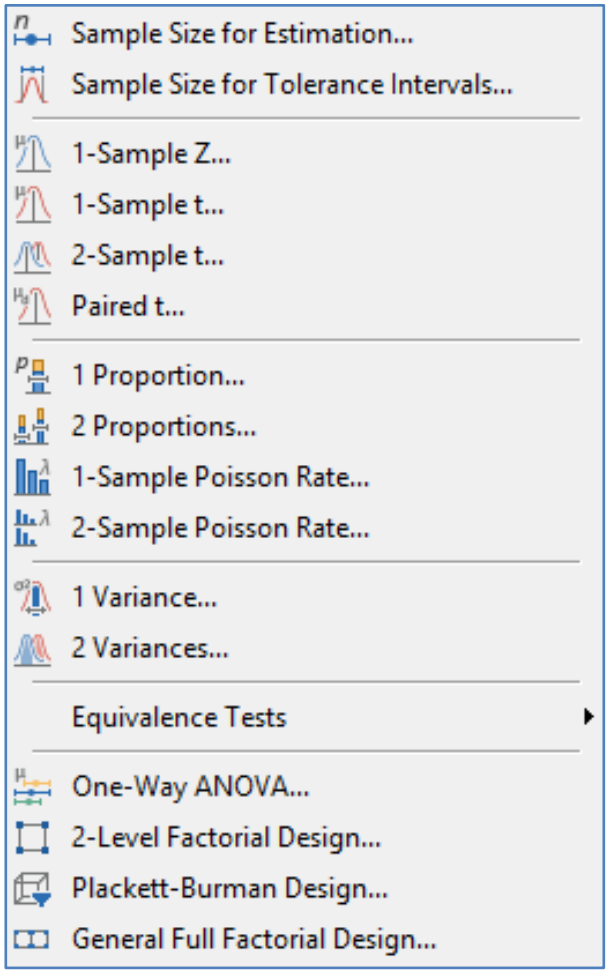
النتائج:



التحليل:

تكون قيمة P–Value لل Carryover = (0.498) وقيمة P–Value لتأثير الفترة Period = (0.128) أكبر من 0.05. وبالتالي ، فإن هذه الآثار ليست كبيرة عند مستوى 0.05. قيمة P–Value لتأثير العلاج treatment effect = (0.000) أقل من 0.05. وبالتالي فإن تأثير العلاج مهم عند مستوى 0.05. يشير تأثير العلاج الكبير إلى أن أحد مضادات الحموضة أفضل من الآخر في رفع درجة الحموضة في المعدة. لم ترفع مضادات الحموضة (الاختبار) درجة الحموضة في المعدة مثلما يرفع مضاد الحموضة الذي يحمل العلامة التجارية. متوسط درجة الحموضة في المعدة بعد استخدام مضاد الحموضة (الاختبار) كان أقل تقريبًا 0.321 من متوسط درجة الحموضة بعد استخدام مضادات الحموضة التي تحمل العلامة التجارية. تقع فترة الثقة للتكافؤ (0 ,0.42735−) جزئيًا خارج فترة التكافؤ (0.42503 ,0.42503− 0). وبالتالي ، لا يمكن للمهندس أن يدعي أن مضادات الحموضة فعالة بنفس القدر في تقليل آلام المعدة.

قوة الاختبار وحجم العينة (Power and Sample Size):

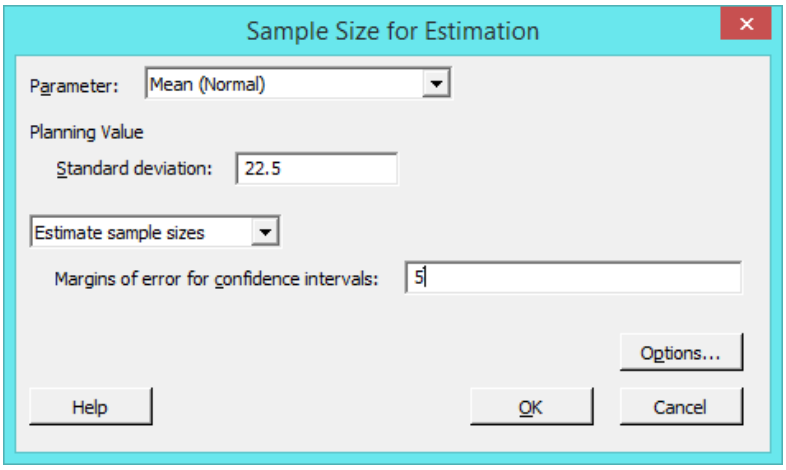


حجم العينة من اجل التقدير (Sample size for Estimaton) :

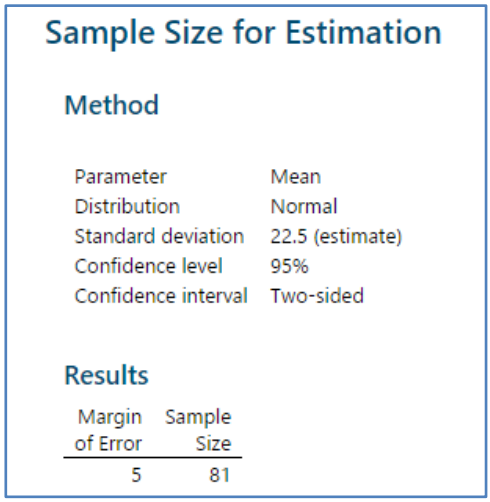
- ✓ يستخدم لتقدير حجم العينة مع تحقيق هامش خطأ معين لفترات الثقة للمتوسط حسابي أو انحراف معياري أو تباين أو نسبة أو متوسط بواسون. وبالعكس ، يمكن تقدير هامش الخطأ بناءً على حجم العينة.
- ✓ اذا رغبت بان يكون حجم العينة قليل استخدم Confidence Level = 90% ، واذا رغبت بام يكون الحجم كبير استخدم 99%.

مثال :

يستخدم محلل في شركة إلكترونيات حجم عينة لحساب التقدير قبل إجراء دراسة لتقدير متوسط الجهد لخط جديد من المقاومات المستخدمة في لوحات الدوائر. يريد المحلل أن يعرف حجم العينة المطلوب للحصول على هامش خطأ يبلغ 5 . بناءً على دراسات سابقة ، فإن الانحراف المعياري هو 22.5.



النتائج:



Sample Size for Estimation

Method

Parameter	Mean
Distribution	Normal
Standard deviation	22.5 (estimate)
Confidence level	95%
Confidence interval	Two-sided

Results

Margin of Error	Sample Size
5	81

التحليل :

لتحقيق هامش خطأ قدره 5 عند تقدير متوسط جهد المقاومات ، يحتاج المحلل إلى جمع حجم العينة البالغ 81.

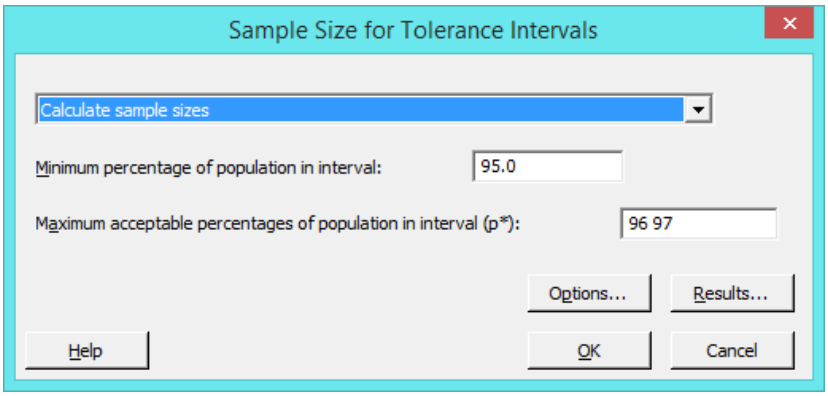
حجم العينة لفترات Tolerance (Sample Size for Tolerance Intervals) :

- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين حجم العينة والنسب المئوية القصوى المقبولة من المجتمع الاحصائي في الفاصل الزمني لفترات Tolerance.
- ✓ يعرض Minitab فترات لاسلوبين : الاسلوب العادي (المعلمي) : قابلة للتطبيق فقط عندما تتبع البيانات توزيع معلمي. اسلوب لامعلمي: يطبق على أي توزيع متصل وهو أكثر تحفظًا من الاسلوب العادي.
- ✓ بعد إجراء تحليل حجم العينة يمكن حساب فترات Tolerance.

مثال :

يريد مهندس الجودة في مصنع قطع غيار تقييم التباين في سمك الغسالات المصنوعة من المعدن المستديرة الشكل. يخطط المهندس لقياس عينة من الغسالات وحساب فترة Tolerance التي تشمل 95 ٪ من المجتمع الاحصائي. إذا كان حجم العينة صغيرًا ، فقد تكون النسبة المئوية القصوى المقبولة من المجتمع الاحصائي في الفاصل الزمني كبيرة جدًا وقد تبالغ فترة Tolerance في تقدير التغير في سمك الغسالات بشكل كبير. من البيانات التاريخية يفترض المهندس أن البيانات يتم توزيعها بشكل طبيعي. يريد المهندس تحديد حجم عينة الغسالات اللازمة للقياس لتحقيق النسب القصوى المقبولة من المجتمع الاحصائي في فترة 96٪ و 97٪ لفاصل Tolerance. يريد المهندس أيضًا معرفة النسب القصوى المقبولة لأحجام العينات التي تبلغ 50 أو 100 غسالة.

** لحساب حجم العينة:



Sample Size for Tolerance Intervals

Method

Confidence level	95%
Minimum percentage of population in interval	95%
Probability the population coverage exceeds p*	0.05

Sample size for 95% Tolerance Interval

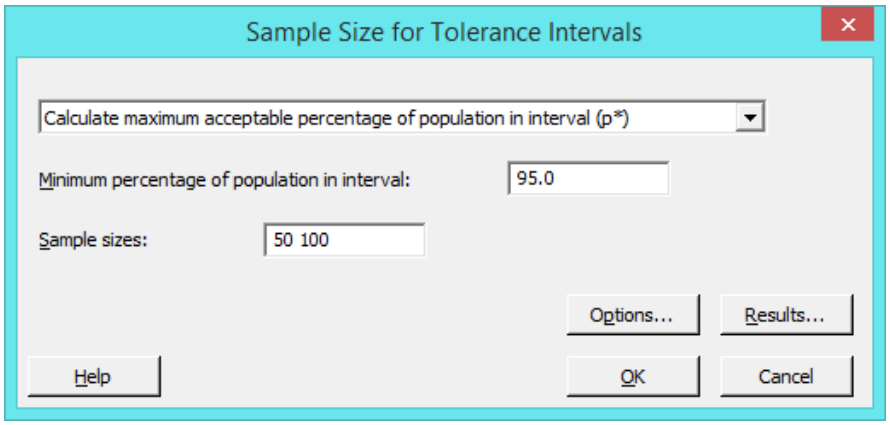
P*	Normal Method	Nonparametric Method	Achieved Confidence	Achieved Error Probability
96.000%	2480	4654	95.0%	0.049
97.000%	525	1036	95.1%	0.048

P = Maximum acceptable percentage of population in interval*
Achieved confidence and achieved error probability apply only to nonparametric method.

التحليل :

باستخدام الاسلوب المعلمي ولتحقيق أقصى نسبة مقبولة من المجتمع الاحصائي في فترة 96٪ ، يحتاج المهندس إلى جمع 2480 مشاهدة. مع 2480 ممشاهدة ، فإن احتمال أن تتجاوز تغطية فترة السماح 96٪ من المجتمع الاحصائي 0.05 فقط. إذا كان المهندس على استعداد لقبول النسبة القصوى المقبولة من المجتمع الاحصائي في فترة 97٪ ، يمكن تقليل حجم العينة إلى 525 .

** العملية العكسية حساب (Maximum acceptable percentage of population in interval(p^*) :



النتائج:

Sample Size for Tolerance Intervals

Method

Confidence level	95%
Minimum percentage of population in interval	95%
Probability the population coverage exceeds p*	0.05

Maximum Acceptable Percentages of Population for 95% Tolerance Interval

Sample Size	Normal Method	Nonparametric Method	Achieved Confidence	Achieved Error Probability
50	99.4015%	99.2846%	72.1%	0.050
100	98.6914%	99.6435%	96.3%	0.050

Achieved confidence and achieved error probability apply only to nonparametric method.

التحليل :

باستخدام الاسلوب المعلمي وعند استخدام حجم عينة (50) فان مستوى الثقة يساوي (99.4%) ، بينما اذا تم استخدام حجم عينة (100) فان مستوى الثقة يساوي (98.69%).

اختبار (Power and Sample Size for 1-Sample Z) :

- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة الاختبار وحجم العينة والفرق عند مقارنة متوسط المجتمع الاحصائي مع قيمة مستهدفة أو قيمة مرجعية.
- ✓ يتطلب معرفة الانحراف المعياري للمجتمع الاحصائي.
- ✓ يتم استخدم هذه الحسابات للأسباب التالية:

1- قبل أن يتم جمع البيانات لاختبار 1-Sample Z للتأكد من أن الاختبار يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

2- بعد اختبار 1-Sample Z لتحسين التصميم للاختبارات التالية.

- ✓ إذا كان الانحراف المعياري للمجتمع غير معلوم فيتم استخدام اختبار Power and Sample Size for 1-Sample t.
- ✓ Differences: يتم ادخال قيمة واحدة أو أكثر لتحديد الاختلاف الذي نود اكتشافه بين المتوسط الحسابي للمجتمع الاحصائي والمتوسط المفترض (القيمة المستهدفة). عادة ما يتم إدخال أصغر فرق ممكن. إذا تم تحديد Less than في Options فيجب ادخال قيمة سالبة.

Power (1-β) : β هو الخطأ من النوع الثاني الذي يود الاحصائي التقليل منه ما امكن لحساب α الخطأ من النوع الاول. مثلا : تشير قيمة Power = 0.9 إلى أن لديك فرصة بنسبة 90٪ لاكتشاف فرق بين متوسط المجتمع الاحصائي والهدف عند وجود فرق بالفعل.

أنواع الخطأ في القرارات الإحصائية :

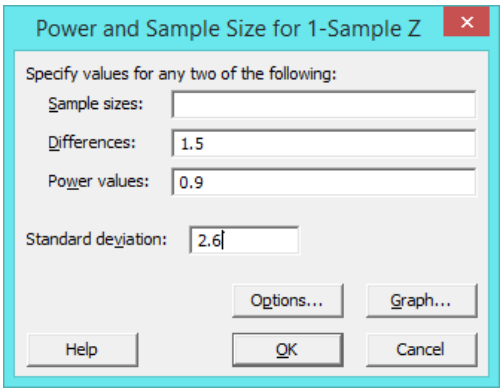
- الخطأ من النوع الأول/ خطأ الرفض α : رفض الفرض الصفري برغم أنه صحيح
- الخطأ من النوع الثاني/ خطأ القبول β : قبول الفرض الصفري وهو غير صحيح

الخطأ الأول والثاني مرتبطين بعلاقة عكسية
ولن تستطيع أن نقلل الخطأين معًا، لذا يتم تقليل الخطأ من النوع الثاني β
والسماح بظهور الخطأ من النوع الأول α وهذا هو مستوى المعنوية المقصود.
مستوى المعنوية: هو احتمال الوقوع في الخطأ من النوع الأول α.
لذلك يتم تحديده مثلا بأن لا يزيد عن (0.05) أو (0.01) .

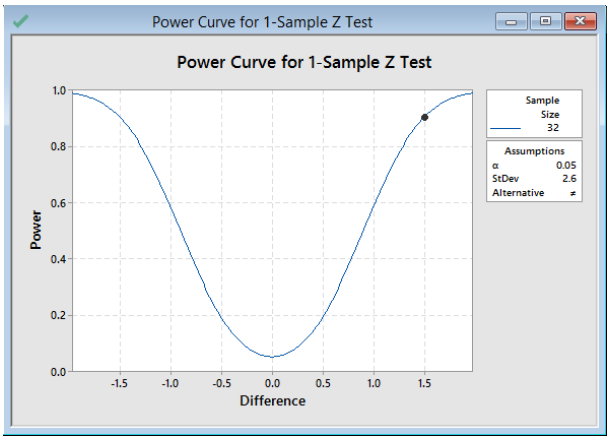
القرار	الفرض الصفري صحيح	الفرض الصفري غير صحيح
قبول الفرض الصفري	قرار صحيح	الخطأ من النوع β
رفض الفرض الصفري	الخطأ من النوع α	قرار صحيح

مثال :

يريد أحد العلماء في شركة تقوم بتصنيع المواد الغذائية المصنعة تقييم نسبة الدهون في صلصة معبأة تنتجها الشركة. النسبة المعلن عنها هي 15٪. يقيس العالم نسبة الدهون في 20 عينة عشوائية. وجدت القياسات السابقة أن الانحراف المعياري للمجتمع الاحصائي هو 2.6٪. قبل جمع البيانات الخاصة باختبار 1-Sample Z ، يستخدم العالم حساب قوة الاختبار وحجم العينة لتحديد حجم العينة المطلوب للحصول على قوة 0.9 واكتشاف فرق 1.5٪ أو أكبر.



النتائج:



Power and Sample Size

1-Sample Z Test
Testing mean = null (versus ≠ null)
Calculating power for mean = null + difference
α = 0.05 Assumed standard deviation = 2.6

Results

Difference	Sample Size	Target Power	Actual Power
1.5	32	0.9	0.903816

التحليل :

للكشف عن فرق 1.5٪ بقوة 0.9 ، يحتاج العالم إلى حجم عينة =32. يقرر العالم أن حجم العينة 32 معقول ويستمر في جمع البيانات.

اختبار (Power and Sample Size for 1-Sample t) :

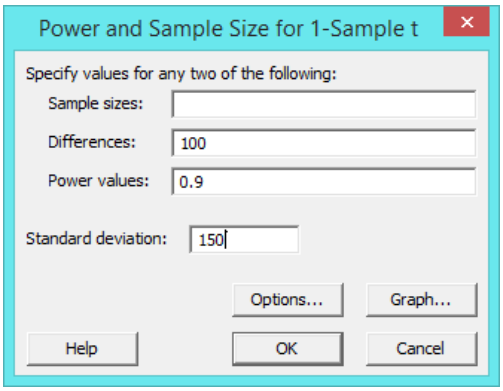
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة الاختبار وحجم العينة والفرق عند مقارنة متوسط حجم المجتمع الاحصائي بقيمة مستهدفة أو قيمة مرجعية.
- ✓ لا يتطلب معرفة الانحراف المعياري للمجتمع الاحصائي.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

1- قبل جمع البيانات الخاصة باختبار 1-sample t للتأكد من أن الاختبار يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

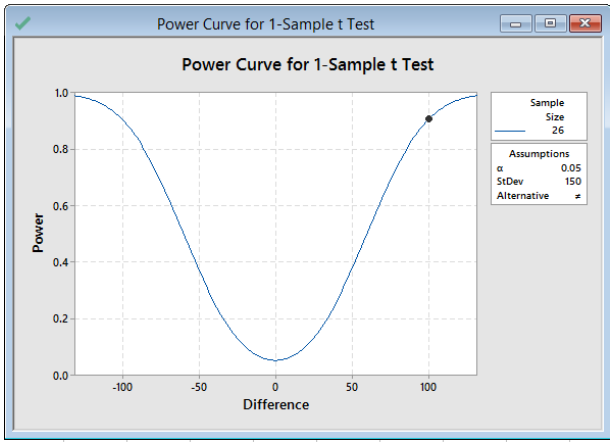
2- بعد اختبار 1-sample t لتحسين تصميم الاختبار التالي.

مثال :

يريد أحد الاقتصاديين تحديد ما إذا كانت تكلفة الطاقة الكهربائية الشهرية للعائلات قد تغيرت عن العام السابق ، عندما كان متوسط التكلفة الشهرية 200 دولار أميركي. قبل جمع البيانات الخاصة باختبار 1-Sample t يستخدم الاقتصادي حساب قوة الاختبار وحجم العينة لتحديد الحجم الذي يجب أن تكون عليه العينة للحصول على قوة اختبار 90٪ (0.9). أي فرق لا يقل عن 100 دولار في أي من الاتجاهين يعتبر ذو مغزى والانحراف المعياري المقدر هو 150 دولارًا.



النتائج:



Power and Sample Size

1-Sample t Test
Testing mean = null (versus ≠ null)
Calculating power for mean = null + difference
α = 0.05 Assumed standard deviation = 150

Results

Difference	Sample Size	Target Power	Actual Power
100	26	0.9	0.904254

التحليل:

للكشف الفرق عن 100 بقوة اختبار 0.9 ، يحتاج الاقتصادي إلى جمع عينة مقداره 26.

اختبار (Power and Sample Size for 2-Sample t) :

✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة الاختبار وحجم العينة والفرق عند مقارنة الفرق بين متوسطي مجتمعين احصائيين.

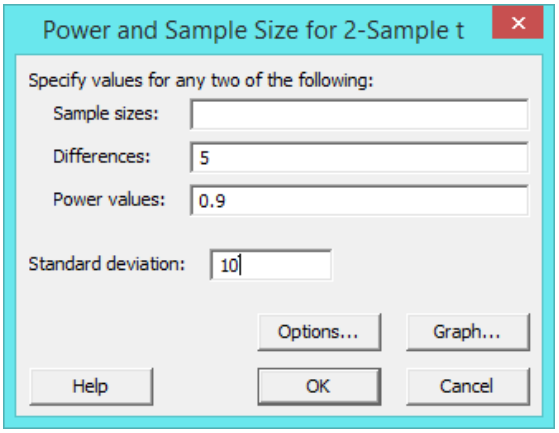
✓ يستخدم للأسباب التالية:

1- قبل جمع البيانات الخاصة باختبار 2-Sample t للتأكد من أن الاختبار يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة اختبار مقبولة

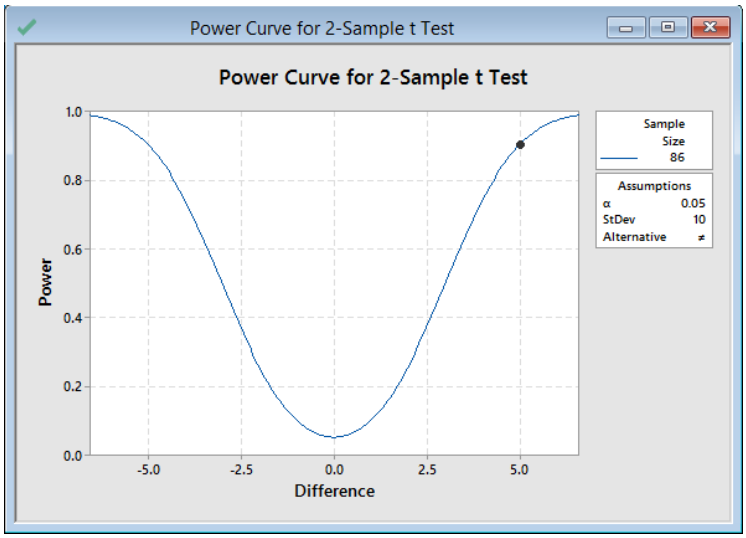
2- بعد اختبار 2-Sample t لتحسين تصميم الاختبار التالي .

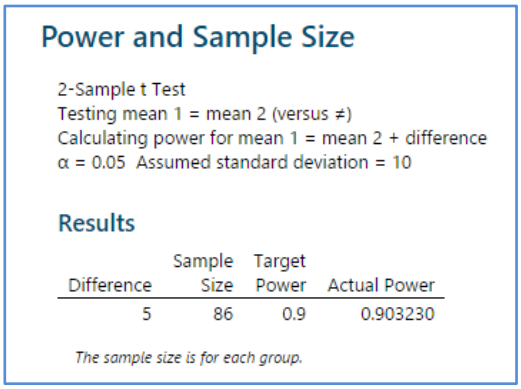
مثال :

يريد مستشار الرعاية الصحية مقارنة معدلات رضا المرضى في مستشفيين. قبل جمع البيانات الخاصة باختبار 2-Sample t يستخدم المستشار حساب قوة الاختبار وحجم العينة لتحديد حجم العينة المطلوب للكشف عن فرق مقداره 5 مع احتمال يصل إلى 90٪ (قوة 0.9). تشير الدراسات السابقة إلى أن التقييمات لها انحراف معياري يبلغ 10.



النتائج:





Power and Sample Size

2-Sample t Test
Testing mean 1 = mean 2 (versus ≠)
Calculating power for mean 1 = mean 2 + difference
α = 0.05 Assumed standard deviation = 10

Results

Difference	Sample Size	Target Power	Actual Power
5	86	0.9	0.903230

The sample size is for each group.

التحليل :

للكشف عن اختلاف مقداره5 بقوة اختبار 0.9 يحتاج المستشار إلى جمع الحد الأدنى لحجم العينة البالغ 86.

اختبار (Power and Sample Size for Paired t) :

- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة الاختبار وحجم العينة والفرق عندما تريد مقارنة المتوسطات الحسابية لمجتمعين احصائيين مرتبطين.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

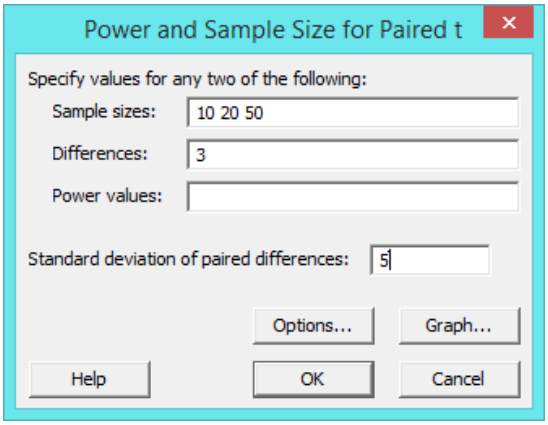
1- قبل جمع البيانات لاختبار Paired t للتأكد من أن الاختبار يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

2- بعد اختبار Paired t لتحسين تصميم الاختبار التالي.

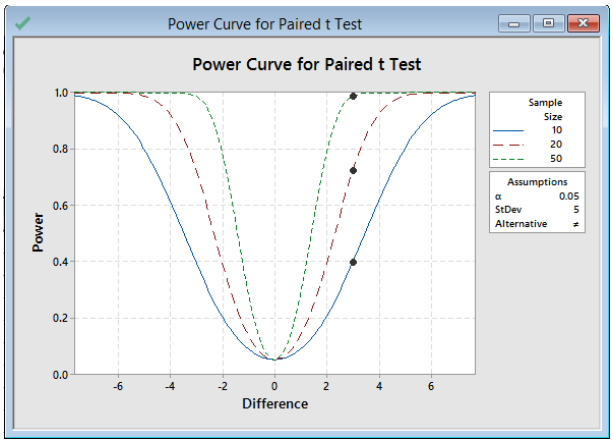
3- يُعد اختبار Paired t مفيدًا لتحليل نفس مجموعة العناصر التي تم قياسها تحت حالتين مختلفتين ، أو الاختلافات في القياسات التي أجريت على نفس الموضوع قبل المعالجة وبعده أو الاختلافات بين معالجتين تعطى لنفس الموضوع.

مثال :

يريد مدير منشأة لياقة بدنية تحديد ما إذا كان برنامج إنقاص الوزن فعالًا أم لا. يريد المدير أن يكون قادرًا على اكتشاف فرق لا يقل عن 3 كيلوغرام من الوزن. في دراسة سابقة حدد المدير أن الانحراف المعياري للاختلافات المرتبطة هو 3. قبل جمع البيانات الخاصة باختبار Paired t يستخدم المدير حساب قوة الاختبار وحجم العينة لتحديد قوة الاختبار مع أحجام عينات مختلفة.



النتائج:



Power and Sample Size

Paired t Test
Testing mean paired difference = 0 (versus ≠ 0)
Calculating power for mean paired difference = difference
α = 0.05 Assumed standard deviation of paired differences = 5

Results

Difference	Sample Size	Power
3	10	0.395918
3	20	0.721005
3	50	0.986031

التحليل:

للتحقق من فرق يبلغ 3 كيلوغرام في برنامج إنقاص الوزن ، يمكن للمدير الحصول على قيمة قوة اختبار تبلغ 0.4 تقريبًا مع حجم عينة يبلغ 10 وقيمة قوة اختبار تقارب 0.72 مع حجم عينة 20 ، وقيمة قوة اختبار تبلغ تقريبًا 0.99 مع حجم عينة 50. حجم العينة 20 أو أقل لا يعطي الاختبار القوة الكافية للكشف عن فرق 3 ، وقد يعطي حجم العينة 50 الاختبار الكثير من القوة.

اختبار (Power and Sample Size for 1 Proportion) :

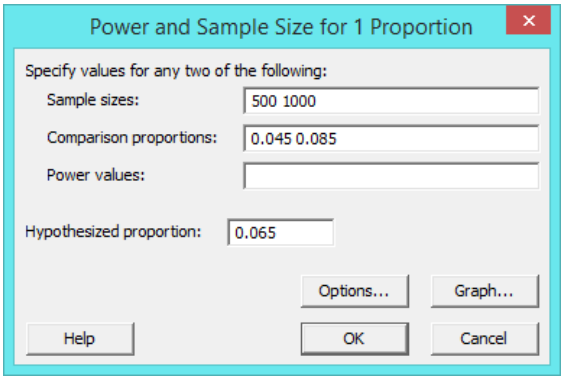
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة الاختبار وحجم العينة ونسبة المقارنة عند مقارنة نسبة proportion وجود صفة في المجتمع الاحصائي إلى قيمة مستهدفة أو قيمة مرجعية.
- ✓ يلزم أن تحتوي البيانات على فئتين فقط ، مثل (نجاح / فشل) .
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

1- قبل أن يتم جمع البيانات لاختبار نسبة proportion test 1- وذلك للتأكد من أن الاختبار يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

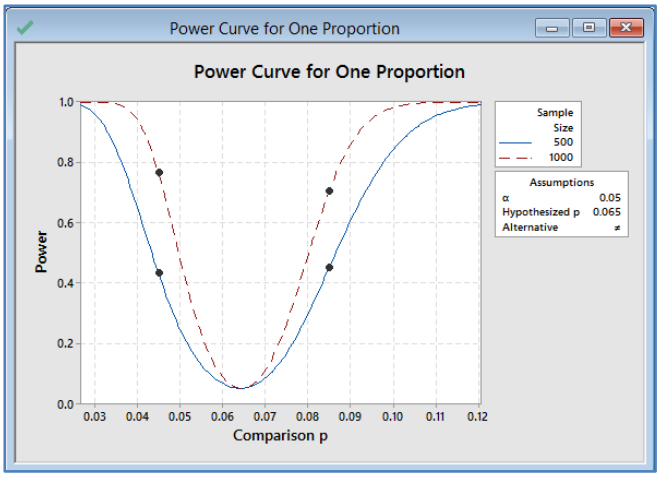
2- بعد اختبار نسب proportion test 1- ، لتحسين تصميم الاختبار التالي.

مثال :

يريد محلل تسويق تحديد ما إذا كانت الإعلانات المرسلة بالبريد التي تم إرسالها إلى عينة عشوائية من الأسر تحقق معدل استجابة مختلف عن المتوسط الوطني البالغ 6.5٪ (القيمة المستهدفة). قبل جمع البيانات لاختبار 1- proportion test ، يستخدم المحلل حساب قوة وحجم العينة. يريد المحلل تحديد قوة الاختبار عندما يكون حجم العينة إما 500 أو 1000 ويمكن للاختبار اكتشاف نسبة مقارنة 4.5٪ و 8.5٪.



النتائج:



Power and Sample Size

Test for One Proportion
Testing p = 0.065 (versus ≠ 0.065)
α = 0.05

Results

Comparison p	Sample Size	Power
0.045	500	0.431131
0.045	1000	0.764259
0.085	500	0.449114
0.085	1000	0.703796

التحليل:

مع حجم العينة 500 ، ستكون قوة الاختبار 0.431 و 0.449 للكشف عن نسبة مقارنة 0.045 و 0.085. مع حجم العينة 1000 ، ستكون قوة الاختبار 0.764 و 0.704 للكشف عن نسبة مقارنة 0.045 و 0.085. يقرر المحلل أن 0.764 ليست قوة كافية ، ويجمع حجم عينة أكبر من 1000.

اختبار (Power and Sample Size for 2 Proportions) :

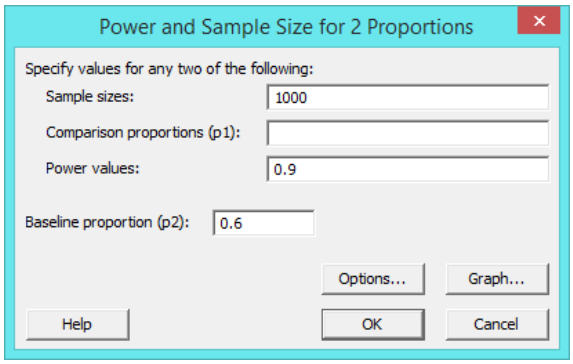
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة حجم العينة ونسبة المقارنة عند مقارنة الفرق بين نسبتين proportion 2 في مجتمعين احصائيين.
- ✓ يجب أن تحتوي البيانات على فئتين فقط مثل (نجاح / فشل).
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

1- قبل جمع بيانات اختبار نسبتين وذلك للتأكد من أن الاختبار يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

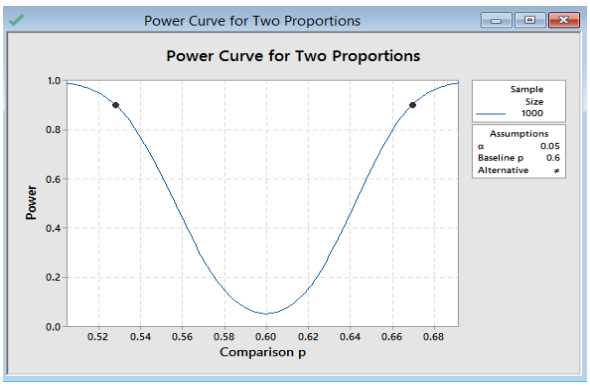
2- بعد اختبار نسبتين لتحسين تصميم الاختبار التالي.

مثال :

يريد أحد موظفي المالية بالجامعة تحديد ما إذا كان الطلاب الذكور أو الإناث هم الأكثر فرصة للحصول على وظيفة في الصيف. تشير نتائج دراسة سابقة إلى أن 60٪ من الطلاب يحصلون على عمل في الصيف. قبل جمع البيانات الخاصة باختبار نسبتين ، يستخدم الموظف حساب القوة وحجم العينة لتحديد مدى الاختلاف الصغير الذي يمكن للاختبار اكتشافه عندما يكون حجم العينة 1000 والقوة 0.9.



النتائج:



Power and Sample Size

Test for Two Proportions
Testing comparison p = baseline p (versus ≠)
Calculating power for baseline p = 0.6
α = 0.05

Results

Sample Size	Power	Comparison p
1000	0.9	0.669724
1000	0.9	0.528190

The sample size is for each group.

التحليل:

مع حجم عينة يبلغ 1000 وقوة تبلغ 0.9 ، يمكن للموظف اكتشاف الفرق بين النسب بحوالي 7٪ في أي من الاتجاهين. هذا الاختلاف كافٍ ليقوم الموظف بجمع البيانات لتحليل النسبتين.

اختبار (Power and Sample Size for 1-Sample Poisson Rate) :

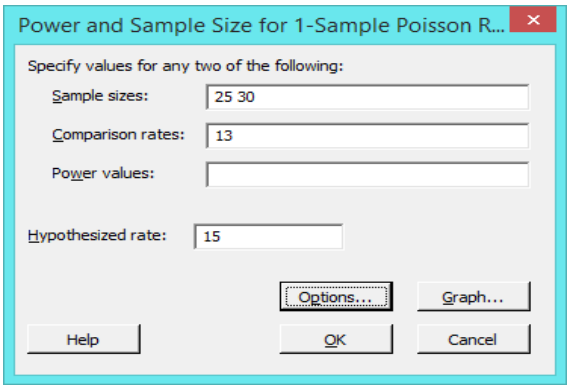
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة الاختبار وحجم العينة ومعدل المقارنة عند مقارنة معدل حدوث rate of occurrence لمجتمع احصائي مع قيمة مستهدفة أو قيمة مرجعية.
- ✓ يتطلب أن يتم حساب البيانات لكل وحدة.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

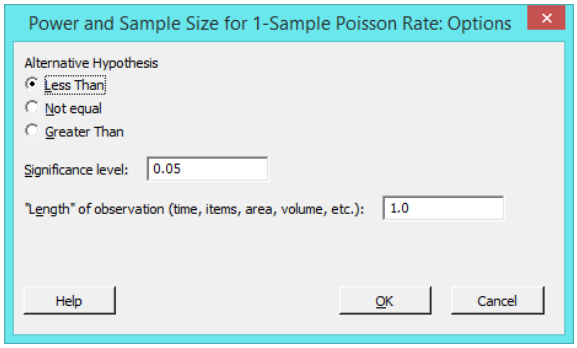
1- قبل جمع البيانات لاختبار معدل 1- Sample Poisson للتأكد من أن الاختبار يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة مقبولة.

2- بعد اختبار معدل 1- Sample Poisson لتحسين تصميم الاختبار التالي.

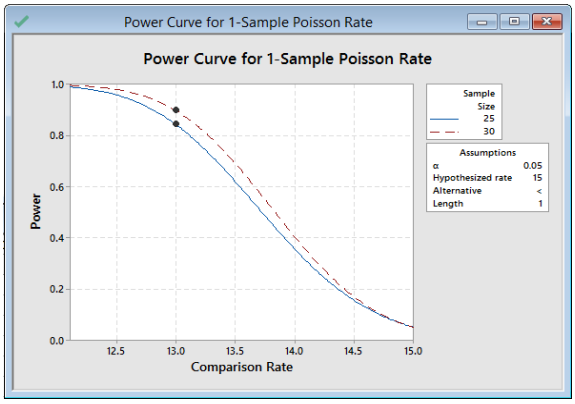
مثال :

تريد شركة تصنيع سيارات تحديد ما إذا كان عدد العيوب على أبواب السيارات قبل تجميع السيارات أقل من 15 عيب . قبل جمع البيانات لاختبار 1- Sample Poisson ، تستخدم الشركة المصنعة حساب القوة وحجم العينة. تريد الشركة المصنعة تحديد قوة الاختبار عندما يكون حجم العينة إما 25 أو 30 وعندما يمكن للاختبار اكتشاف معدل مقارنة لا يقل عن 13.





النتائج:



Power and Sample Size

Test for 1-Sample Poisson Rate
Testing rate = 15 (versus < 15)
α = 0.05
"Length" of observation = 1

Results

Comparison Rate	Sample Size	Power
13	25	0.842947
13	30	0.898200

التحليل:

للكشف عن معدل مقارنة مقداره 13 ستكون قوة الاختبار 0.843 عندما يكون حجم العينة 25 ، وقوة 0.898 عندما يكون حجم العينة 30. تقرر الشركة المصنعة أن 0.843 قوة كافية ، وجمع حجم عينة من 25.

اختبار (Power and Sample Size for 2-Sample Poisson Rate) :

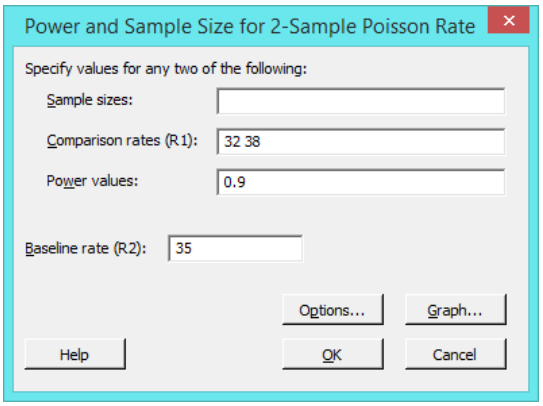
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة وحجم العينة ومعدل المقارنة عند مقارنة الفرق بين معدلين من مجتمعين احصائيين.
- ✓ يتطلب أن يتم حساب البيانات لكل وحدة.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

1- قبل جمع البيانات لاختبار معدل Sample Poisson –2 للتأكد من أن الاختبار يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

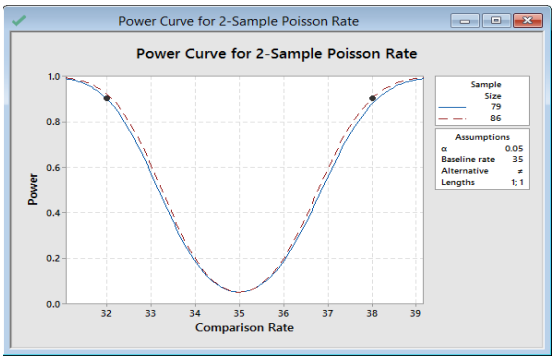
2- بعد اختبار Sample Poisson –2 لتحسين تصميم الاختبار التالي.

مثال :

يريد مستشار السلامة المرورية مقارنة عدد السيارات في الساعة التي تسير في شارعين مختلفين. قبل جمع البيانات الخاصة باختبار معدل Sample Poisson –2 يستخدم المستشار حساب القوة وحجم العينة. يريد تحديد حجم حجم العينة الذي يحتاجه الاختبار للحصول على قوة 0.9 واكتشاف معدل مقارنة 32 أو 38 (فرق 3 عن معدل خط الأساس 35).



النتائج:



Power and Sample Size

Test for 2-Sample Poisson Rate
Testing comparison rate = baseline rate (versus ≠)
Calculating power for baseline rate = 35
α = 0.05
"Lengths" of observation for sample 1, sample 2 = 1; 1

Results

Comparison Rate	Sample Size	Target Power	Actual Power
32	79	0.9	0.902793
38	86	0.9	0.902550

The sample size is for each group.

التحليل :

للكشف عن معدل مقارنة 32 بقوة اختبار 0.9 ، يحتاج المستشار إلى حجم عينة 79. للكشف عن معدل مقارنة 38 بقوة 0.9 ، يحتاج المستشار إلى حجم عينة 86. يقرر المحلل أن يجمع حجم عينة يبلغ 86 لإعطاء الاختبار قيمة قوة لا تقل عن 0.9 لكل من معدلات المقارنة.

اختبار (Power and Sample Size for 1 Variance) :

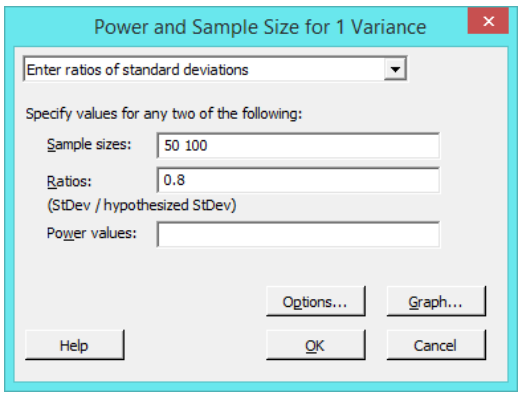
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين القوة وحجم العينة والنسبة عند مقارنة التباين أو الانحراف المعياري لمجتمع احصائي بقيمة مستهدفة أو قيمة مرجعية.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

1- قبل جمع بيانات اختبار Variance 1- للتأكد من أن الاختبار يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

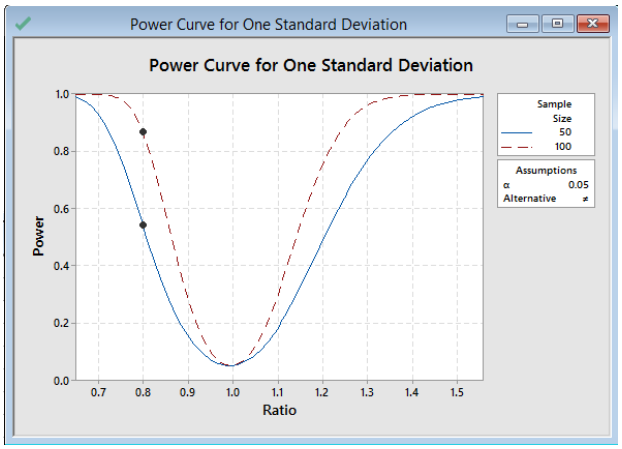
2- بعد اختبار Variance 1- لتحسين تصميم الاختبار التالي.

مثال :

يريد مدير ساحة الأخشاب تقييم أداء مطحنة المنشار التي تقطع الحزم التي من المفترض أن يبلغ طولها 100 سم. يخطط المدير لإجراء اختبار Variance-1 لتحديد التباين في عمل المطحنة. قبل جمع بيانات اختبار Variance-1 يستخدم المدير حساب قوة وحجم العينة لتحديد قوة الاختبار عندما تكون أحجام العينة 50 و 100 ويكتشف الاختبار ما نسبة 0.8 انحراف معياري بين المقارنة والمعيار.



النتائج:



Power and Sample Size

Test for One Standard Deviation
Testing StDev = null (versus ≠ null)
Calculating power for (StDev / null) = ratio
α = 0.05

Results

Ratio	Sample Size	Power
0.8	50	0.539065
0.8	100	0.865153

التحليل :

للكشف عن نسبة 0.8 ، يمكن للمدير الحصول على قوة اختبار0.539 بحجم عينة 50 وقوة 0.865 بحجم عينة 100. للحصول على قوة كافية للكشف عن نسبة 0.8 ، يقرر المدير جمع 100 عينة.

اختبار (Power and Sample Size for 2 Variances) :

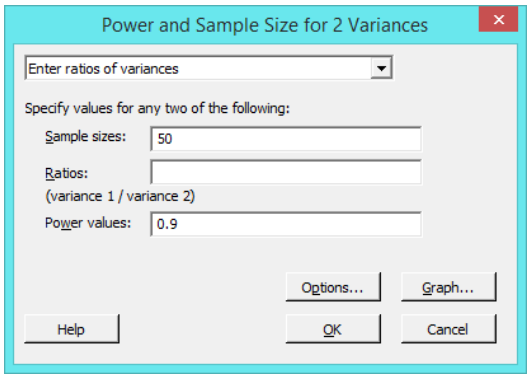
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة وحجم العينة والنسبة عند مقارنة النسبة بين اثنين من تباينات مجتمعين احصائيين أو الانحرافات المعيارية مع قيمة مستهدفة أو قيمة مرجعية.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

1- قبل جمع بيانات اختبارين Variances 2- للتأكد من أن الاختبار يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

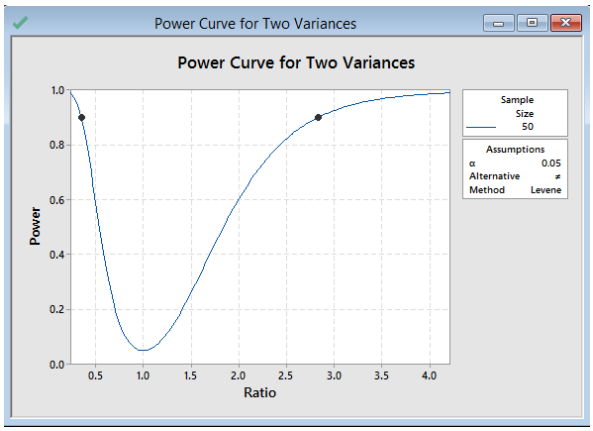
2- بعد اختبار Variances 2- لتحسين تصميم الاختبار التالي.

مثال :

يريد مدير شركة تصنيع سيارات مقارنة التباينات في اقطار أعمدة camshafts لموردين مختلفين. قبل جمع البيانات الخاصة باختبارين 2- Variances ، يستخدم المدير حساب قوة وحجم العينة لتحديد النسبة التي يمكنه اكتشافها عندما يكون حجم كلتا العيّنة 50 والقوة 0.9.



النتائج:



Power and Sample Size

Test for Two Variances
Testing (variance 1 / variance 2) = 1 (versus ≠)
Calculating power for (variance 1 / variance 2) = ratio
α = 0.05
Method: Levene's Test

Results

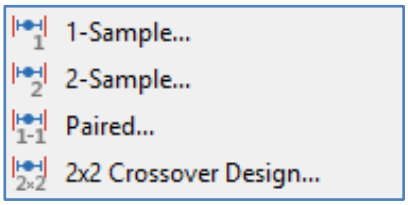
Sample Size	Power	Ratio
50	0.9	2.83320
50	0.9	0.35296

The sample size is for each group.

التحليل :

مع حجم عينة 50 وقوة 0.9 ، يمكن للاختبار الكشف عن ما نسبته 2.8 أو 0.35 تقريبًا. تشير النسبة القريبة من 1 إلى المساواة بين الانحرافين المعياريين أو التباين. تشير النسبة الأكبر من 1 إلى أن التباين أو الانحراف المعياري للمجموعة الأولى أعلى من المجموعة الثانية. تشير نسبة أقل من واحد إلى أن التباين أو الانحراف المعياري للمجموعة الأولى أقل من المجموعة الثانية. يريد المدير أن يكون قادرًا على اكتشاف النسب الأقرب إلى 1 من 2.8 أو 0.35 ، لذلك يقرر المدير جمع حجم عينة أكبر.

اختبارات (Equivalence Tests) :



اختبار (Power and Sample Size for 1-Sample Equivalence Test) :

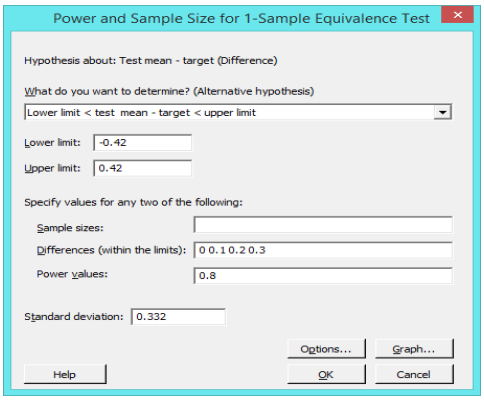
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة وحجم العينة والفرق عند تقييم التكافؤ بين متوسط المنتج أو العملية والقيمة المستهدفة.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

1- قبل جمع البيانات من أجل اختبار 1–Sample equivalence للتأكد من أن التصميم يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة مقبولة.

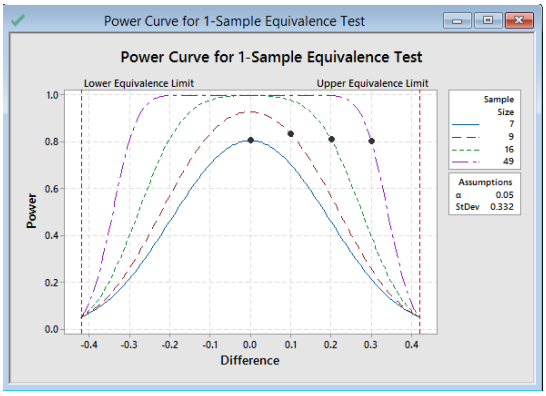
2- بعد اختبار 1– Sample equivalence لتحسين تصميم الدراسة القادمة.

مثال :

يريد مهندس التعبئة والتغليف اختبار طريقة جديدة لإغلاق أكياس الوجبات الخفيفة. يجب أن تكون القوة المطلوبة لفتح الأكياس في حدود 10٪ من القيمة المستهدفة 4.2 نيوتن. قبل جمع بيانات اختبار تكافؤ العينة الواحدة 1– Sample equivalence ، يستخدم المهندس حساب قوة وحجم العينة لتحديد الحجم الذي يجب أن تكون عليه العينة للحصول على قوة 80٪ (0.8). من العينات السابقة ، يقدر المهندس الانحراف المعياري للمجتمع الاحصائي 0.332.



النتائج:



Power and Sample Size

1-Sample Equivalence Test

Method

Power for difference:	Test mean - target
Null hypothesis:	Difference ≤ -0.42 or Difference ≥ 0.42
Alternative hypothesis:	-0.42 < Difference < 0.42
α level:	0.05
Assumed standard deviation:	0.332

Results

Difference	Sample Size	Target Power	Actual Power
0.0	7	0.8	0.805075
0.1	9	0.8	0.834590
0.2	16	0.8	0.811465
0.3	49	0.8	0.802154

التحليل :

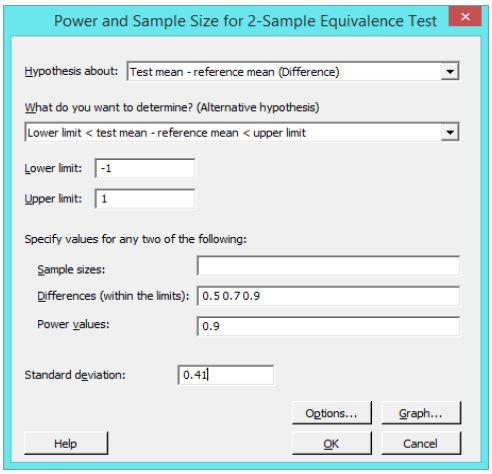
إذا كان الفرق 0 (متوسط قوة الاختبار تطابق المستهدف) ، فإن المهندس يحتاج إلى حجم عينة 7 لتحقيق قوة 0.8. إذا كان المهندس يستخدم حجم عينة يبلغ 9 ، فإن قوة الاختبار تزيد عن 0.9 بفارق 0. عندما يكون الفرق أقرب إلى حد التكافؤ الأعلى (0.42) ، يحتاج المهندس إلى حجم عينة أكبر لتحقيق نفس القوة. على سبيل المثال ، لاختلاف 0.3 ، يحتاج المهندس إلى حجم عينة 49 لتحقيق قوة 0.8. بالنسبة لأي حجم عينة ، عندما يقترب الفرق من حد التكافؤ الادنى أو حد التكافؤ الأعلى ، تقل قوة الاختبار وتقترب من α (ألفا ، وهو خطر المطالبة بالتكافؤ عندما لا يكون صحيحًا).

اختبار (Power and Sample Size for 2-Sample Equivalence Test) :

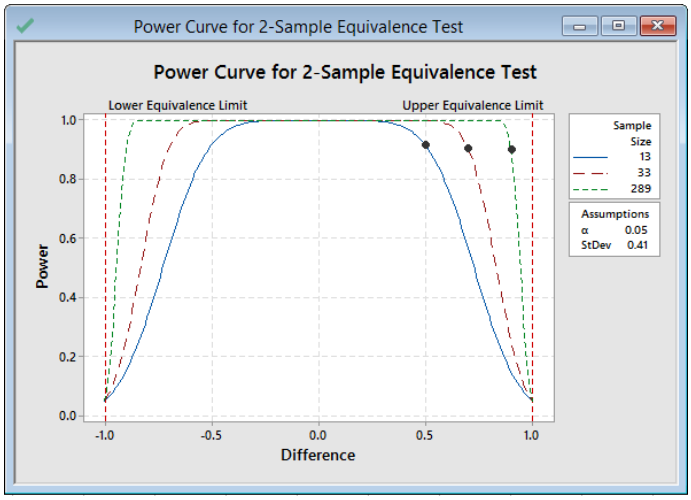
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة وحجم العينة والفرق عند تقييم التكافؤ بين متوسط الاختبار والوسط المرجعي للعينات المستقلة.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:
- ✓ قبل جمع البيانات من أجل اختبار التكافؤ 2- sample equivalence ، للتأكد من أن التصميم يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة اختبار مقبولة.
- ✓ بعد اختبار التكافؤ 2-sample equivalence لتحسين تصميم الدراسة القادمة.

مثال :

يريد محلل الجودة تحديد ما إذا كانت الكمية المتوسطة من العنصر النشط في العلامة التجارية العامة لمجتمع احصائي لمسكّن الألم في حدود 1 ملجم من متوسط الكمية في علامة تجارية شائعة لمسكن الألم. قبل جمع البيانات باختبار التكافؤ 2-sample equivalence ، يستخدم المحلل حساب القوة وحجم العينة لتحديد الحجم الذي يجب أن تكون عليه العينة للحصول على قوة 90٪ (0.9). من العينات السابقة ، يقدر المحلل أن الانحراف المعياري للمجتمع الاحصائي هو 0.41.



النتائج:



Power and Sample Size

2-Sample Equivalence Test

Method

Power for difference:	Test mean - reference mean
Null hypothesis:	Difference ≤ -1 or Difference ≥ 1
Alternative hypothesis:	-1 < Difference < 1
α level:	0.05
Assumed standard deviation:	0.41

Results

Difference	Sample Size	Target Power	Actual Power
0.5	13	0.9	0.915407
0.7	33	0.9	0.902461
0.9	289	0.9	0.900360

The sample size is for each group.

التحليل :

إذا كان الفرق هو 0.5 ، يحتاج المحلل إلى 13 مشاهدة في كل مجموعة لتحقيق قوة 0.9 على الأقل. إذا كان المحلل يستخدم حجم عينة يبلغ 13 ، فإن قوة الاختبار تبلغ حوالي 0.92. عندما يكون الفرق أقرب إلى حد التكافؤ الأقل (−1) أو الحد الأعلى للتكافؤ (1) ، عندئذ يحتاج المحلل إلى حجم عينة أكبر لتحقيق نفس القوة. على سبيل المثال ، للحصول على فرق 0.9 ، يحتاج المحلل إلى حجم عينة لا يقل عن 289 مشاهدة في كل مجموعة لتحقيق قوة 0.9. بالنسبة لأي حجم عينة ، عندما يقترب الفرق من حد التكافؤ الأقل أو حد التكافؤ الأعلى ، تقل قوة الاختبار وتقترب من α (ألفا ، وهو خطر المطالبة بالتكافؤ عندما لا يكون صحيحًا).

اختبار (Power and Sample Size for Equivalence Test with Paired Data) :

- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة وحجم العينة والفرق عند تقييم التكافؤ بين متوسط الاختبار والوسط المستهدف باستخدام المشاهدات المرتبطة.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

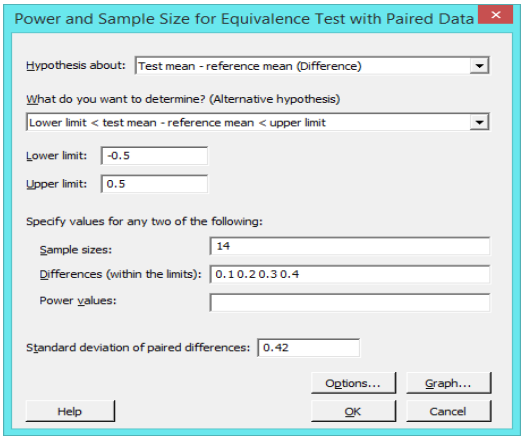
1- قبل جمع البيانات لاختبار التكافؤ مع البيانات المقترنة ، للتأكد من أن تصميمك يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق طاقة مقبولة

2- بعد اختبار التكافؤ مع البيانات المزدوجة ، لتحسين تصميم الدراسة القادمة

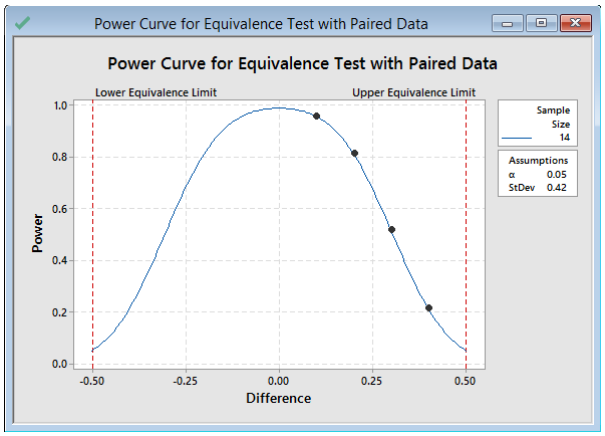
- ✓ Paired equivalence test مفيد لتحليل مجموعة من المشاهدات المرتبطة مثل نفس مجموعة العناصر التي تم قياسها تحت شرطين مختلفين أو قياسات قبل وبعدمن قبل نفس الشخص.

مثال :

يختبر مهندس في شركة تصنيع العدسات اللاصقة محلول تنظيف جديد للعدسات اللاصقة. يريد المهندس التحقق من أن المحلول الجديد ينظف العدسات كمحاليل العلامة التجارية الرائدة. لدى المهندس 14 مشاركًا يرتدون العدسات اللاصقة لمدة يوم ، ثم ينظفون العدسات. يقوم كل مشارك بتنظيف عدسة واحدة باستخدام المحلول الجديد والعدسة الأخرى باستخدام محلول العلامة التجارية الرائدة. يقوم المهندس بتقييم نظافة كل عدسة عن طريق قياس زاوية التلامس للحصول على قطرة سائل على العدسة. تتأثر زاوية التلامس بفيلم أو رواسب على العدسة. لكي يكون المحلول مكافئًا يجب أن تكون الزاوية المتوسطة للمحلول الجديد ضمن ± 0.5 درجة من الزاوية المتوسطة لمحلول العلامة التجارية الرائدة. قبل أن يقوم المهندس بجمع البيانات يستخدم حساب قوة حجم العينة لتحديد ما إذا كان حجم العينة 14 يوفر قوة كافية للاختبار. من العينات السابقة ، يقدر المهندس الانحراف المعياري للمجتمع الاحصائي 0.42 .



النتائج:



Power and Sample Size

Equivalence Test with Paired Data

Method

Power for difference:	Test mean - reference mean
Null hypothesis:	Difference ≤ -0.5 or Difference ≥ 0.5
Alternative hypothesis:	-0.5 < Difference < 0.5
α level:	0.05

Assumed standard deviation of paired differences = 0.42

Results

Difference	Sample Size	Power
0.1	14	0.957371
0.2	14	0.811858
0.3	14	0.517255
0.4	14	0.211869

التحليل :

إذا كان الفرق 0.1 وكان المهندس يستخدم حجم عينة من 14 زوجًا من المشاهدات ، فإن قوة الاختبار أكبر من 0.9. إذا كان الفرق 0.2 وكان المهندس يستخدم حجم عينة من 14 زوجًا من المشاهدات ، فإن الاختبار لديه قوة تزيد عن 0.8. ومع ذلك ، إذا كان الفرق 0.3 ، وكان المهندس يستخدم حجم عينة من 14 زوجًا من المشاهدات ، فإن الاختبار لديه قوة تبلغ 0.52 تقريبًا ، وهي غير كافية. عندما يكون الفرق أقرب إلى حد التكافؤ الأعلى (0.5) ، تكون قوة الاختبار أقل. على سبيل المثال ، لفارق 0.4 ، إذا كان المهندس يستخدم حجم عينة من 14 زوجًا من المشاهدات ، فإن الاختبار لديه قوة تقارب 0.22. بالنسبة لأي حجم عينة ، عندما يقترب الفرق من حد التكافؤ الأقل أو حد التكافؤ الأعلى ، تقل قوة الاختبار وتقترب من α (ألفا ، وهو خطر المطالبة بالمعادلة عندما لا يكون صحيحًا).

<u>اختبار (Power and Sample Size for 2x2 Crossover Design Equivalence Test)</u> :

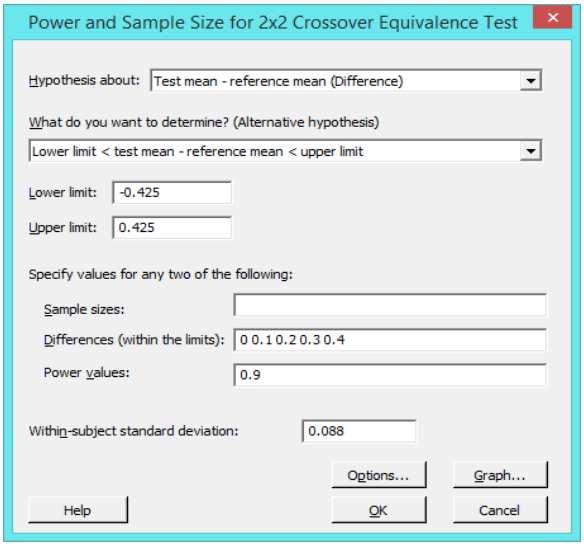
- ✓ يستخدم لاختبار العلاقة بين قوة وحجم العينة والاختلاف عند تقييم دواء الاختبار ودواء مرجعي باستخدام دراسة 2.x2 Crossover
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

1- قبل جمع البيانات لاختبار التكافؤ 2.x2 Crossover للتأكد من أن التصميم يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

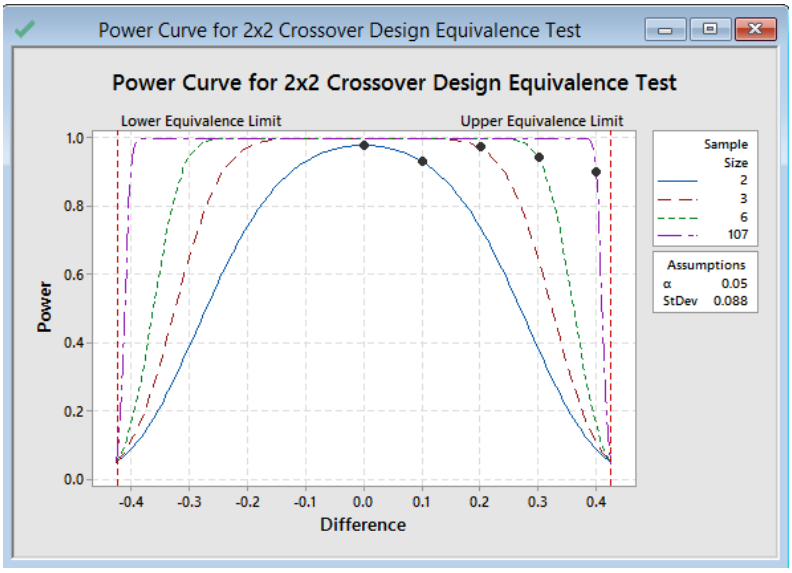
2- بعد اختبار التكافؤ 2.x2 Crossover لتحسين تصميم الدراسة القادمة .

مثال :

يريد مهندس الجودة في شركة رعاية صحية تحديد ما إذا كانت مضادات الحموضة الخاصة بالشركة معادلة لمضادات الحموضة لشركة تحمل علامة تجارية. تتناول مجموعتان من المشاركين دورة لمدة 5 أيام من أحد مضادات الحموضة ، تليها فترة غسيل لمدة أسبوعين ، ثم دورة لمدة 5 أيام من مضادات الحموضة الأخرى. تتلقى المجموعة 1 مضاد الحموضة (الاختبار) متبوعًا بمضاد الحموضة الذي يحمل علامة تجارية (العلاج المرجعي). تتلقى المجموعة 2 مضاد للحموضة من العلامة التجارية متبوعًا بمضاد الحموضة (الاختبار). يقيس المهندس درجة الحموضة في اليوم الأخير من كل علاج. نظرًا لأن قيم الأس الهيدروجيني الأقل تكون أكثر حمضية ، فإن القيم الأعلى تعني أن الدواء أكثر فعالية. سيأخذ المهندس في الاعتبار مضادات الحموضة إذا كان الرقم الهيدروجيني للاختبار ضمن 10 ٪ من الرقم الهيدروجيني المرجعي. يقوم المهندس بإجراء اختبار 2x2 Crossover لتحديد ما إذا كان الرقم الهيدروجيني متكافئين . فترة الثقة للفرق لا تقع ليس بالكامل ضمن فترة التكافؤ (0.425 ، 0.425−). لذلك ، لا يمكن للمهندس أن يدعي التكافؤ بين مضادات الحموضة. لتحسين تصميم الدراسة التالية ، يستخدم المهندس حساب قوة وحجم العينة لتقدير حجم العينة المطلوب للحصول على قوة 90٪ (0.9) للاختبار. من العينات السابقة ، يقدر المهندس الانحراف المعياري بين المجموعات للمجتمع الاحصائي بالقيمة 0.088.



النتائج:



Power and Sample Size

Equivalence Test for Treatment Means in 2x2 Crossover Designs

Method

Power for difference:	Test mean - reference mean
Null hypothesis:	Difference ≤ -0.425 or Difference ≥ 0.425
Alternative hypothesis:	-0.425 < Difference < 0.425
α level:	0.05

Assumed within-subject standard deviation = 0.088

Results

Difference	Sample Size	Target Power	Actual Power
0.0	2	0.9	0.978589
0.1	2	0.9	0.931544
0.2	3	0.9	0.972795
0.3	6	0.9	0.943646
0.4	107	0.9	0.900500

The sample size is for each sequence.

التحليل :

إذا كان الفرق 0.1 ، فإن المهندس يحتاج فقط إلى مشاركين اثنين في كل تسلسل لتحقيق قوة 0.9 على الأقل (القوة الفعلية هي 0.93 تقريبًا) عندما يكون الفرق أقرب إلى حد التكافؤ الأعلى (0.425) ، يحتاج المهندس إلى المزيد من المشاهدات لتحقيق نفس القوة. على سبيل المثال ، للفرق 0.4 يحتاج المهندس إلى 107 مشاركًا على الأقل في كل تسلسل لتحقيق قوة 0.9. بالنسبة لأي حجم عينة ، عندما يقترب الفرق من حد التكافؤ الأقل أو حد التكافؤ الأعلى ، تقل قوة الاختبار وتقترب من α (ألفا ، وهو خطر المطالبة بالتكافؤ عندما لا يكون صحيحًا).

اختبار (Power and Sample Size for One-Way ANOVA) :

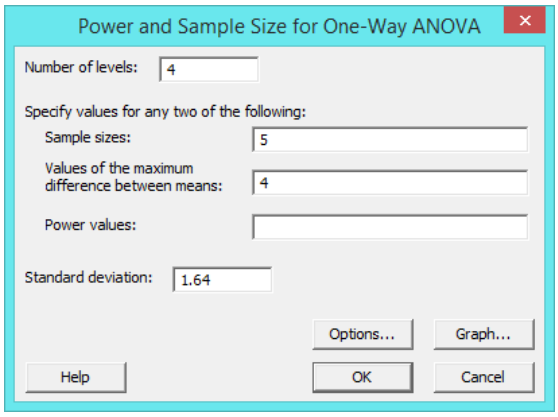
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة وحجم العينة واكبر فرق بين المتوسطات الحسابية لمجموعتين أو أكثر.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

1- قبل أن جمع بيانات اختبار One-Way ANOVA ، للتأكد من أن النموذج يحتوي على حجم عينة مناسب لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

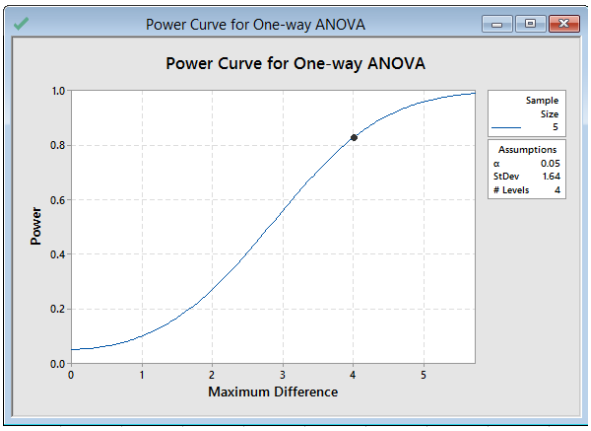
2- بعد اختبار One-Way ANOVA لتحسين تصميم الدراسة القادمة.

مثال :

يخطط محلل الجودة لتجربة ويريد تحديد ما إذا كانت التجربة ستحصل على قوة اختبار كافية. التجربة المخطط لها ستحدد ما إذا كانت 4 من مجموعات المعالجة تؤثر على إنتاج المنتج باستخدام 5 مشاهدات في كل مجموعة. يعرف المحلل أن متوسط المجموعة الضابطة يبلغ تقريبًا 8 ويود أن يجد اختلاف قيمته 4 ذو اهمية احصائية. تشير الأبحاث السابقة إلى أن الانحراف المعياري للمجتمع الاحصائي هو 1.64.



النتائج:



Power and Sample Size

One-way ANOVA
α = 0.05 Assumed standard deviation = 1.64
Factors: 1 Number of levels: 4

Results

Maximum Difference	Sample Size	Power
4	5	0.826860

The sample size is for each level.

التحليل :

إذا قام المحلل بتعيين خمس مشاهدات لكل مستوى معالجة ، فإن قوة اختبار اكتشاف فرق 4 وحدات أو أكثر بين متوسطات مجموعات المعالجة يكون 83% تقريبًا. يعرض Minitab منحنى قوة الاختبار لجميع الخيارات المحتملة لقيم القوة واكبر فرق في متوسط المجموعات الخمس. يمثل الرمز على المنحنى قيمة الفرق التي حددها المحلل.

اختبار (Power and Sample Size for 2-Level Factorial Design) :

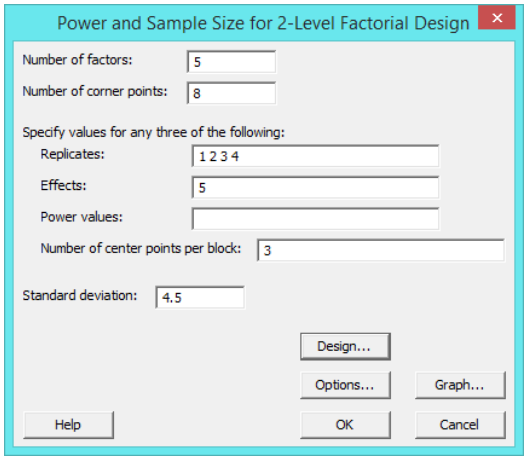
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة وعدد التكرارات Replicates وحجم التأثير وعدد النقاط المركزية.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

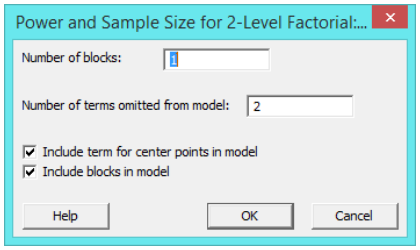
1- قبل جمع البيانات لتجربة مصممة للتأكد من أن النموذج يحتوي على نسخ مكررة Replicates كافية لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

2- بعد تجربة مصممة لتقييم ما إذا كانت التجربة المصممة تحتاج إلى المزيد من التجارب التجريبية.

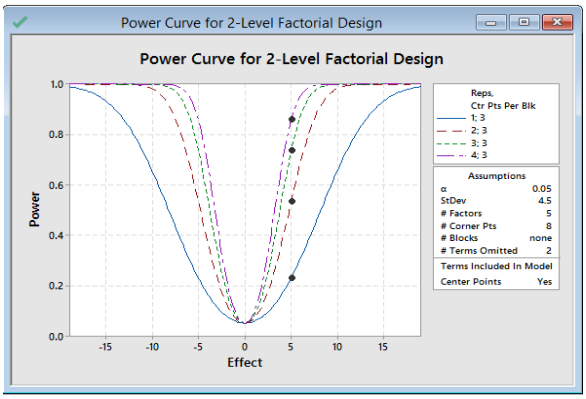
مثال :

يخطط مهندس الجودة لتجربة مصممة لدراسة شفافية جزء بلاستيكي. قبل إجراء التجربة ، يرغب المهندس في التأكد من أن التجربة ستحصل على قوة كافية. يخطط المهندس لفحص 5 عوامل رقمية. بالنسبة للتصميم الأساسي ، يختار المهندس تصميمًا يحتوي على 8 نقاط Corners و 3 Center Points. يود المهندس أن يكون قادرًا على اكتشاف تأثير 5 وحدات شفافية لا تزيد عن 4 مكررات. تشير التجارب السابقة إلى أن 4.5 هو تقدير كاف للانحراف المعياري. يقرر المهندس حساب القوة لنموذج له تأثيرات رئيسية وحد لنقاط المركز.





النتائج:



Power and Sample Size

2-Level Factorial Design
α = 0.05 Assumed standard deviation = 4.5

Method

Factors: 5 Base Design: 5; 8
Blocks: none

Number of terms omitted from model: 2
Including a term for center points in model.

Results

Center Points	Effect	Reps	Total Runs	Power
3	5	1	11	0.229128
3	5	2	19	0.533156
3	5	3	27	0.735391
3	5	4	35	0.858431

التحليل :

تبلغ قوة التصميم غير المتكرر Unreplicated حوالي 23٪. ولكن مع 4 مكررات و 35 تنفيذ إجمالي ، فإن فرصة التصميم تكاد تصل إلى 86٪ للكشف عن تأثير مهم. يعرض منحنى القوة منحنى لكل مجموعة من النسخ المكررة ونقاط المركز. تمثل الرموز على المنحنيات حجم التأثير 5 الذي حدده المهندس. يقرر المهندس استخدام التصميم المكرر 4 بحيث تكون القوة عالية قدر الإمكان.

اختبار (Power and Sample Size for Plackett-Burman Design) :

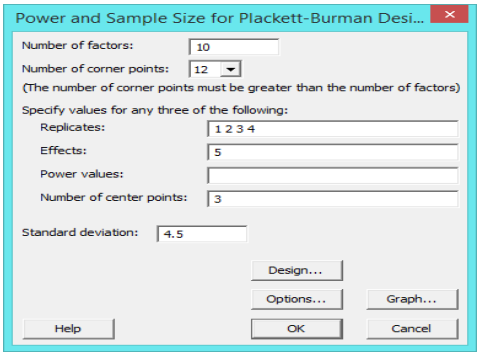
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين القوة وعدد المكررات وحجم التأثير وعدد نقاط المركز.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

1- قبل جمع البيانات لتجربة مصممة للتأكد من أن النموذج يحتوي على مكررات كافية لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

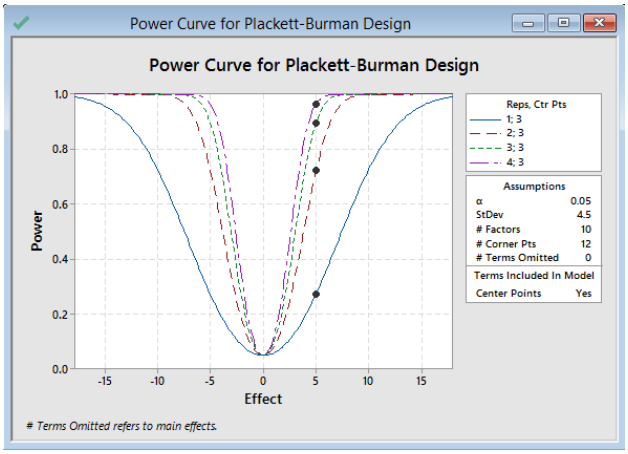
2- بعد تجربة مصممة لتقييم ما إذا كانت التجربة المصممة تحتاج إلى المزيد من التجارب التجريبية.

مثال :

يخطط مهندس الجودة لتجربة مصممة لدراسة شفافية الجزء البلاستيكي. قبل إجراء التجربة ، يرغب المهندس في التأكد من أن التجربة ستحصل على قوة كافية. يخطط المهندس لفحص 10 عوامل رقمية. بالنسبة للتصميم الأساسي ، يختار المهندس تصميمًا يحتوي على 12 Corner و 3 Center points. يود المهندس أن يكون قادرًا على اكتشاف تأثير 5 وحدات شفافية لا تزيد عن 4 مكررات. تشير التجارب السابقة إلى أن 4.5 هو تقدير كاف للانحراف المعياري. يقرر المهندس حساب القوة لنموذج له تأثيرات رئيسية وحد لنقاط المركز.



النتائج:



Power and Sample Size

Plackett-Burman Design
α = 0.05 Assumed standard deviation = 4.5

Method

Factors: 10 Design: 12
Center pts (total): 3

Including a term for center points in model.

Results

Center Points	Effect	Reps	Total Runs	Power
3	5	1	15	0.272032
3	5	2	27	0.720550
3	5	3	39	0.894838
3	5	4	51	0.963485

التحليل:

تبلغ قوة التصميم غير المتكرر 30٪ تقريبًا. مع 3 مكررات و 39 تنفيذ إجمالي ، فإن فرصة التصميم تبلغ 90٪ تقريبًا لاكتشاف تأثير مهم. مع 4 مكررات و 51 تنفيذ إجمالي ، فإن فرصة التصميم تزيد عن 95٪ للكشف عن تأثير مهم. يوضح منحنى القوة العلاقة بين القوة وحجم التأثير. تمثل الرموز على المنحنيات حجم التأثير 5 الذي حدده المهندس. يقرر المهندس أن التصميم 3 المكرر يوفر قوة كافية.

اختبار (Power and Sample Size for General Full Factorial Design) :

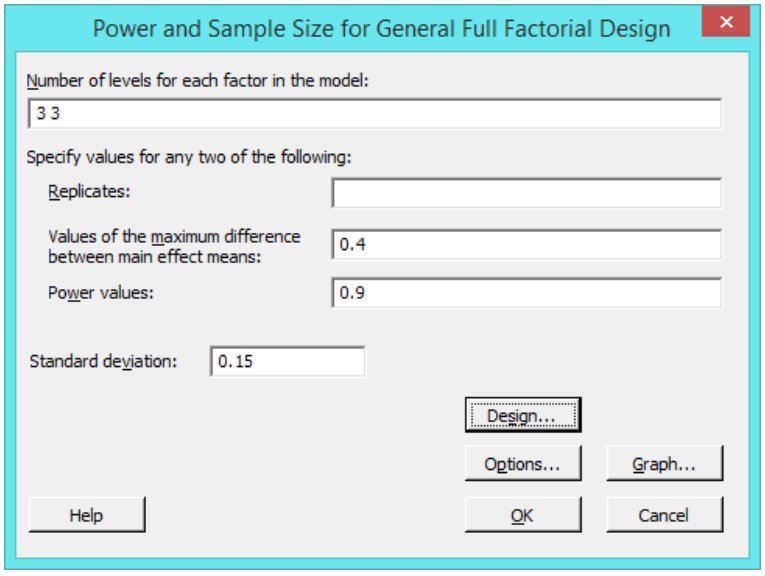
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين قوة وعدد المكررات واكبر فرق بين متوسطات التأثير الرئيسية.
- ✓ يستخدم للأسباب التالية:

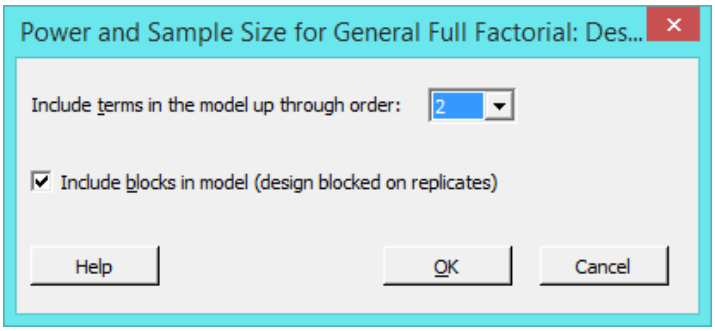
1- قبل بجمع البيانات لتجربة مصممة للتأكد من أن التصميم يحتوي على مكررات كافية لتحقيق قوة اختبار مقبولة.

2- بعد تجربة مصممة لتقييم ما إذا كانت التجربة المصممة تحتاج إلى المزيد من التجارب التجريبية.

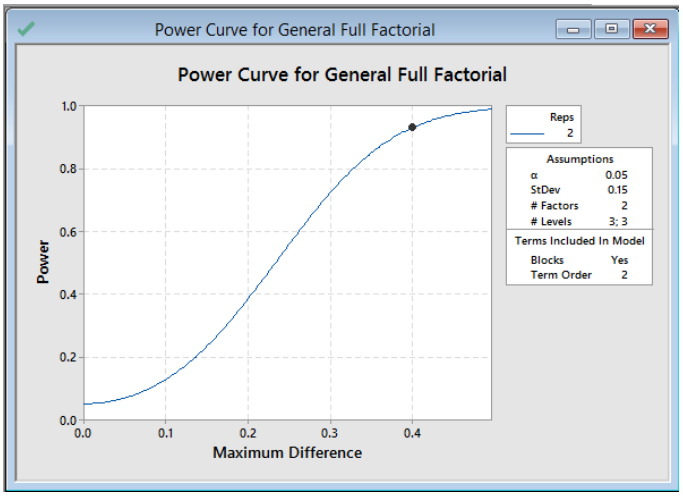
مثال :

يخطط فريق تطوير الأجزاء المعدنية لتجربة مصممة لدراسة جزء جديد للمحرك. قبل إجراء التجربة ، يرغب الفريق في التأكد من أن لديهم الموارد الكافية لإجراء تجربة بقوة كافية. يخطط الفريق لفحص 3 طلاءات خارجية و3 سبائك قادرة على مقاومة التآكل للجزء الجديد. يريد الفريق أن يتمتع تصميمه بقوة 90٪ لاكتشاف فرق 0.4 بين أفضل مستويات العوامل وأسوأها. الانحراف المعياري المقدر هو 0.15. إذا كان التصميم يتطلب أكثر من تكرار ، فإن الفريق يريد استخدام قالب منفصل من العمليات التجريبية لكل مكرر.





النتائج:



Power and Sample Size

General Full Factorial Design
α = 0.05 Assumed standard deviation = 0.15
Factors: 2 Number of levels: 3; 3
Include terms in the model up through order: 2
Include blocks in model.

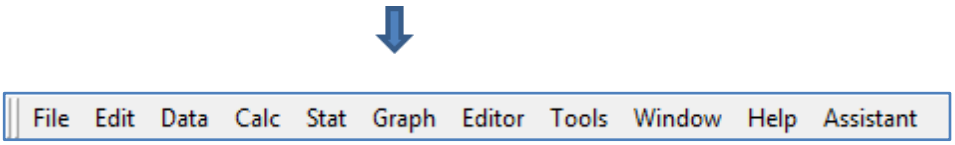
Results

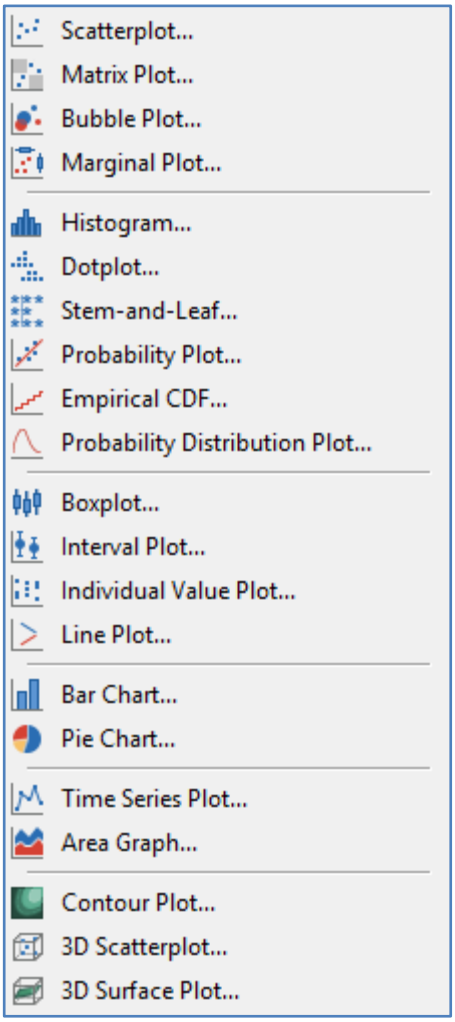
Maximum Difference	Reps	Total Runs	Target Power	Actual Power
0.4	2	18	0.9	0.930521

التحليل :

نظرًا لأن الفريق قد اعتبر قيمة واحدة للقوة وقيمة واحدة لأكبر فرق ، يتضمن الحل قيمة واحدة لعدد التكرار. يتمتع التصميم الذي يحتوي على مكررتين و 18 تنفيذا تجريبيًا بقوة أكبر من 90٪ ، مما يلبي متطلبات الفريق. يوضح منحنى القوة العلاقة بين القوة وحجم اكبر فرق. يمثل الرمز على المنحنى حجم التأثير 0.4 الذي حدده الفريق. يقرر الفريق أن لديهم موارد كافية لـ 18 تنفيذ تجريبي.

الرسم البياني Graph :





شكل الانتشار (Scatterplot) :

- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين زوج من المتغيرات المتصلة .
- ✓ يعرض أزواجا مرتبة من متغيرات X و Y في المستوى الديكارتي.
- ✓ شروطه :

1- يجب أن تتضمن البيانات زوجًا واحدًا أو أكثر من أعمدة البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت.

2- يجب أن يكون حجم العينة متوسط إلى كبير .

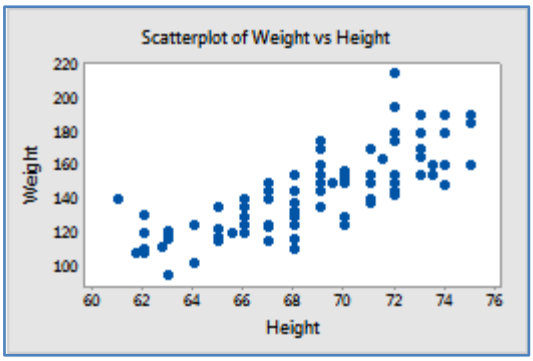
3- يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي.

4- تسجيل البيانات بالترتيب الذي تم جمعها فيه .

✓ انواعه:

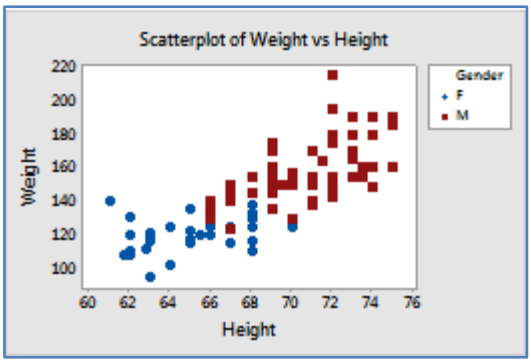
1- البسيط Simple:

❖ يستخدم لانشاء شكل انتشار يعرض قيم البيانات لزوج من المتغيرات عند إحداثياتها (x, y). على سبيل المثال ، يوضح شكل لانتشار العلاقة بين الوزن والطول.



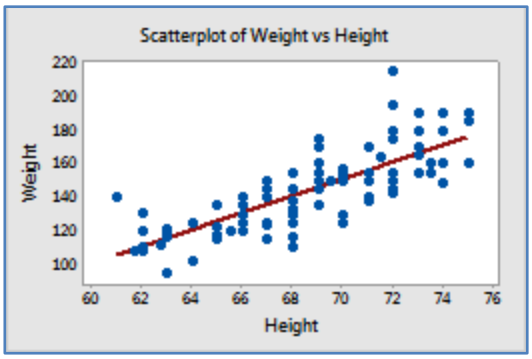
2- مجموعات With groups :

❖ يستخدم لانشاء شكل انتشار يعرض قيم البيانات لأزواج المتغيرات في إحداثياتها (x, y) ، مقسمة إلى مجموعات. يتم تمثيل المجموعات بألوان ورموز مختلفة. على سبيل المثال ، يوضح شكل الانتشار العلاقة بين الوزن والطول لكل جنس.



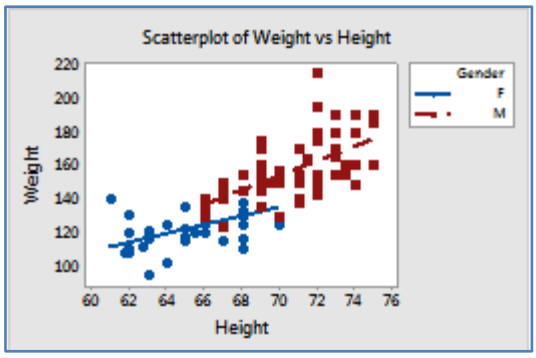
3- الانحدار With Regression:

❖ يستخدم لانشاء شكل انتشار يعرض قيم البيانات لزوج من المتغيرات عند إحداثياتها (x,y) ، ويتضمن خط الانحدار. على سبيل المثال ، يوضح شكل الانتشار العلاقة بين الطول والوزن ، مع خط ملاءمة الانحدار الذي يمثل العلاقة.



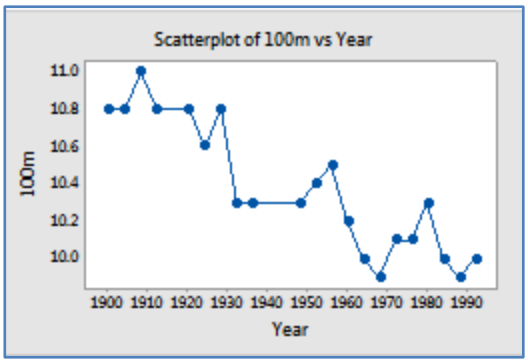
4- انحدار ومجموعات With Regression and Groups :

❖ يستخدم لانشاء شكل انتشار يعرض قيم البيانات لأزواج المتغيرات في إحداثياتها (x, y) ، مقسمة إلى مجموعات. ثم بتضمين خط احتواء الانحدار لكل مجموعة. يتم تمثيل المجموعات بألوان ورموز مختلفة. على سبيل المثال ، يوضح شكل الانتشار العلاقة بين الوزن والطول لكل جنس ، مع خطوط تناسب الانحدار التي تمثل العلاقات.



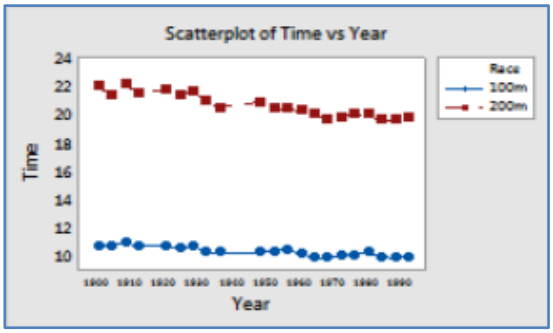
5- خط مضلع With Connect Line :

❖ يستخدم لانشاء شكل انتشار يعرض قيم البيانات لزوج من المتغيرات عند إحداثياتها (x, y) ، متصلة بخط. يمكن لشكل الانتشار المضلع ان يبين كيف تتغير قيم البيانات بمرور الوقت. على سبيل المثال ، يوضح شكل الانتشار أوقات الفوز لسباق 100 متر في السنة مع خط الاتصال.



6- خط مضلع ومجموعات With Connect Line and Groups:

❖ انشاء شكل انتشار يعرض قيم البيانات لأزواج المتغيرات في إحداثياتها (x, y) ، مقسمة إلى مجموعات. يتم تضمين خط مضلع متصل لكل مجموعة. يتم تمثيل المجموعات بألوان ورموز مختلفة. يمكن أن يوضح شكل الانتشار بخطوط متصلة كيفية تغير قيم البيانات بمرور الوقت. على سبيل المثال ، يوضح شكل الانتشار العلاقة بين أوقات الفوز في سباق 100 متر وسباق 200 متر في السنة ، مع خطوط الاتصال.

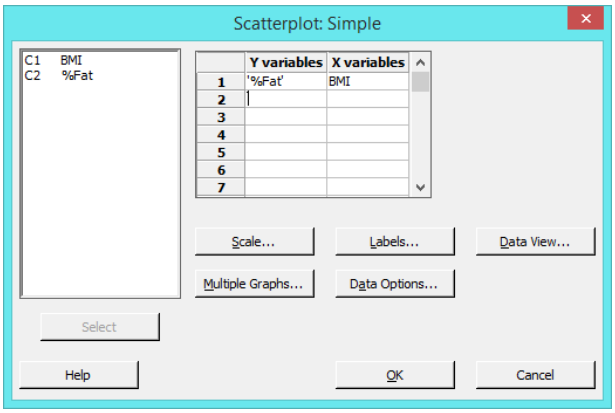


مثال :

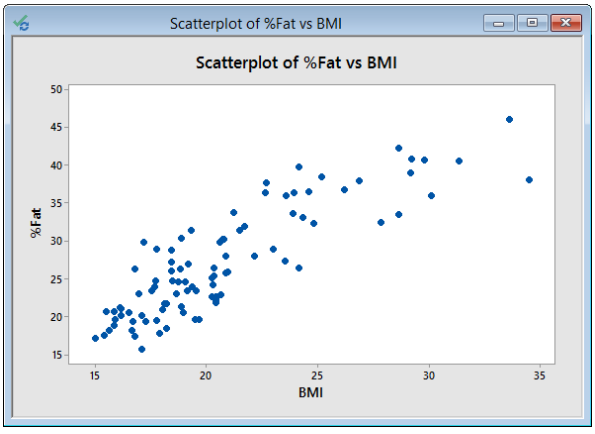
باحثة طبية تدرس السمنة لدى الفتيات المراهقات. نظرًا لأن قياس نسبة الدهون في الجسم صعب ومكلف بشكل مباشر ، تريد الباحثة تحديد ما إذا كان مؤشر كتلة الجسم (Mass Index BMI) مؤشر جيد لنسبة الدهون في الجسم. تقوم الباحثة بجمع مؤشر كتلة الجسم ونسبة الدهون في الجسم والمتغيرات الشخصية الأخرى لـ 92 مراهقة.

	BMI	%Fat	Activity	Menarche
1	19.3083	23.9	high	Yes
2	22.9642	28.8	high	Yes
3	27.7900	32.4	medium	Yes
4	20.9174	25.8	medium	Yes
5	20.3784	22.5	medium	No
6	20.3862	22.1	medium	Yes
7	19.6575	19.6	medium	Yes
8	20.2983	25.3	high	Yes

**ملاحظة: عدد السجلات (92) . انظر BodyFatPercentage.MTW



النتائج:



التحليل:

يظهر شكل الانتشار لمؤشر كتلة الجسم وبيانات الدهون في الجسم علاقة إيجابية وخطية قوية بين المتغيرين. قد يكون مؤشر كتلة الجسم (BMI) مؤشرًا جيدًا على نسبة الدهون في الجسم .

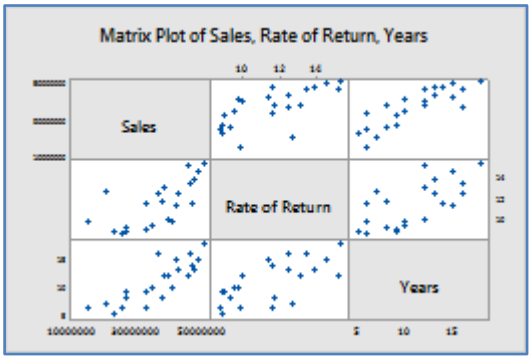
مخطط المصفوفة (Matrix Plot) :

- ✓ يستخدم لتقييم العلاقات بين عدة أزواج من المتغيرات دفعة واحدة.
- ✓ هو مجموعة من مخططات التشتت.
- ✓ هناك نوعان من مخططات المصفوفة: مصفوفة المخططات وكل Y المقابل لكل X.
- ✓ بالنسبة **لمصفوفة المخططات** ، يجب أن تتضمن البيانات من 2 إلى 20 عمودًا من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت.
- ✓ بالنسبة إلى مخطط مصفوفة **كل Y المقابل لكل X** فيجب أن تتضمن البيانات عمودًا واحدًا على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت لكل X وكل Y.
- ✓ يجب أن يكون حجم العينة متوسط إلى كبير .
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي .
- ✓ تسجيل البيانات بالترتيب الذي تم جمعها فيه .
- ✓ انواعه :

1- مصفوفة المخططات Matrix of Plots:

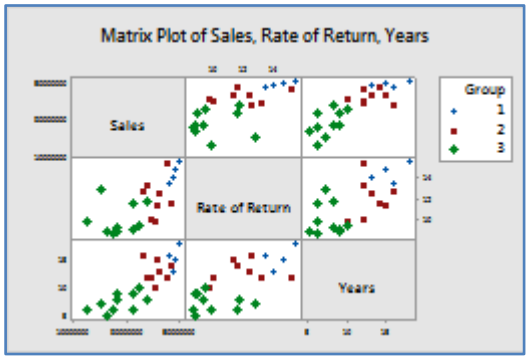
❖ البسيطة Simple:

يستخدم لانشاء مخطط مصفوفة يعرض شكل انتشار لكل مجموعة من المتغيرات. على سبيل المثال ، يوضح مخطط المصفوفة العلاقة بين كل مجموعة ممكنة من المتغيرات معدل العائد Rate of return والمبيعات Sales والسنوات Years.



❖ مجموعات With Groups:

انشاء مخطط مصفوفة يعرض شكل انتشار لكل مجموعة من المتغيرات ، مقسمة إلى مجموعات. يتم تمثيل المجموعات بألوان ورموز مختلفة. على سبيل المثال ، يوضح مخطط المصفوفة العلاقات بين كل مجموعة ممكنة من المتغيرات معدل العائد Rate of return والمبيعات Sales والسنوات Years مقسمة إلى ثلاث مجموعات.



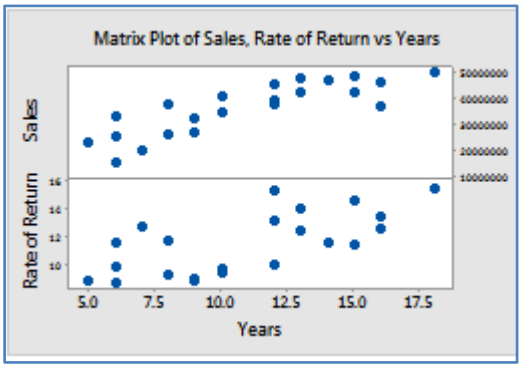
❖ منحنى With Smoother:

انشاء مخطط مصفوفة يعرض شكل انتشار لكل مجموعة من المتغيرات ، مع خطوط منحنية تساعد على تصور العلاقات. على سبيل المثال ، يوضح مخطط المصفوفة العلاقة بين كل مجموعة ممكنة من المتغيرات معدل العائد Rate of return والمبيعات Sales والسنوات Years مع خطوط منحنية.

2- كل Y المقابل لكل X :

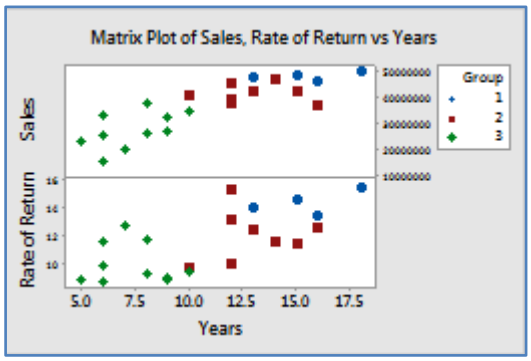
❖ البسيط Simple :

انشاء مخطط مصفوفة يعرض شكل انتشار لكل مجموعة من متغيرات x و y. على سبيل المثال ، يوضح مخطط المصفوفة العلاقات بين متغيرات y معدل العائد والمبيعات و x المتغير السنوات.



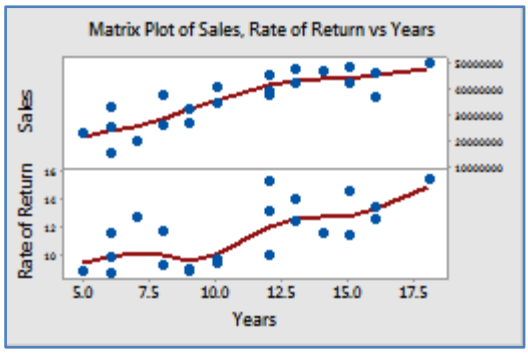
❖ مجموعات With Groups:

انشاء مخطط مصفوفة يعرض شكل انتشار لكل مجموعة من متغيرات x و y ، مقسمة إلى مجموعات. يتم تمثيل المجموعات بألوان ورموز مختلفة. على سبيل المثال ، يوضح مخطط المصفوفة العلاقات بين متغيرات y معدل العائد والمبيعات ، و x السنوات المتغيرة ، مقسمة إلى ثلاث مجموعات.



❖ منحنى With Smoother:

انشاء مخطط مصفوفة يعرض شكل انتشار لكل مجموعة من متغيرات x و y ، مع خطوط منحنية تساعد على تصور العلاقات. على سبيل المثال ، يوضح مخطط المصفوفة العلاقات بين متغيرات y معدل العائد والمبيعات ، x المتغير سنوات ، بخطوط منحنية.

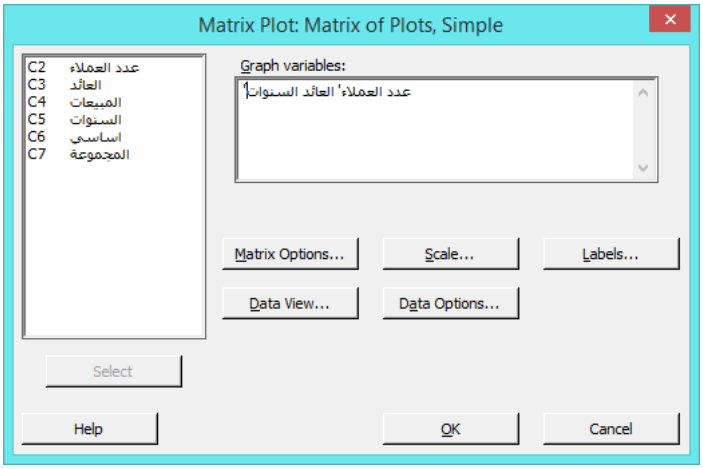


مثال :

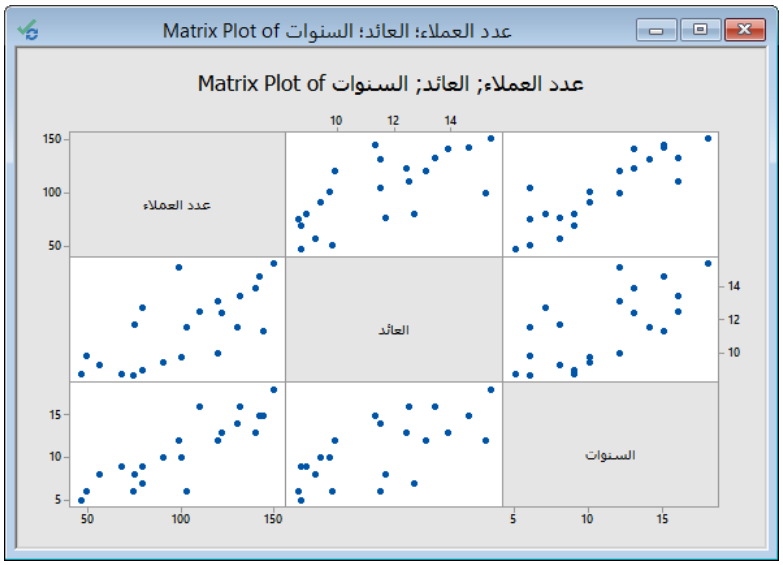
يريد محلل أعمال دراسة 22 شركة تصنيع ناجحة صغيرة إلى متوسطة الحجم. يقوم المحلل بجمع البيانات عن عدد العملاء ، ومعدل العائد ، والمبيعات ، والسنوات التي كانت الشركات تعمل فيها. كجزء من التحقيق الأولي ، ينشئ المحلل مخطط مصفوفة Matrix Plot لفحص العلاقات بين عدد العملاء ، ومعدل العائد ، والسنوات.

	الشركة	عدد العملاء	العائد	المبيعات	السنوات	اساسى	المجموعة
1	A	150	15.4	50400200	18	1	1
2	B	144	11.3	42100650	15	0	2
3	C	120	9.9	39440420	12	0	2
4	D	110	12.5	36500520	16	0	2
5	E	100	9.7	40650005	10	0	2
6	F	99	15.2	45665230	12	0	2
7	G	56	9.2	25978080	8	0	3

** ملاحظة : عدد السجلات (22) . انظر BusinessMetrics.MTW



النتائج:



التحليل :

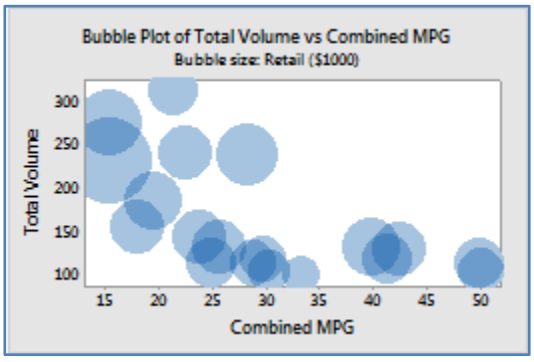
تظهر مصفوفة المخططات علاقات إيجابية محتملة بين جميع المتغيرات: عدد العملاء ، والعائد ، وعدد سنوات العمل.

مخطط الفقاعة (Bubble plot) :

- ✓ يستخدم لاستكشاف العلاقات بين ثلاثة متغيرات في مخطط واحد. مثل شكل الانتشار ، ترسم مخططات الفقاعات متغير y مقابل متغير x. ومع ذلك ، تختلف الرموز (وتسمى أيضًا الفقاعات) على مخطط الفقاعة في الحجم. تمثل مساحة كل فقاعة قيمة متغير ثالث.
- ✓ يجب أن تتضمن البيانات ثلاثة أعمدة على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت.
- ✓ يجب أن تكون العينة متوسطة الحجم.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي.
- ✓ انواعه:

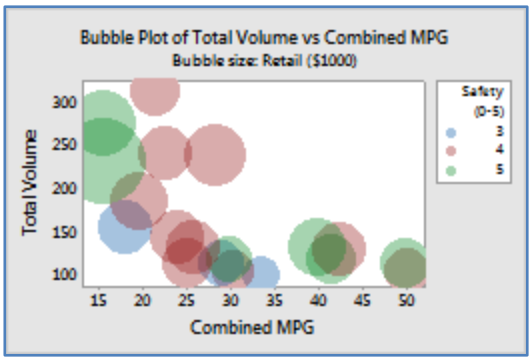
1- البسيط Simple:

- ❖ انشاء مخطط فقاعي يعرض قيم البيانات لزوج من المتغيرات إحداثياتها (x, y) باستخدام الرموز التي تختلف في الحجم وفقًا لمتغير ثالث. على سبيل المثال ، يظهر مخطط الفقاعة العلاقة بين إجمالي الحجم (Y) و MPG كفاءة الوقود (X) وتكلفة التجزئة (حجم الفقاعة).



2- مجموعات With Groups :

❖ انشاء مخطط فقاعي يعرض قيم البيانات لزوج من المتغيرات إحداثياتها (x, y) باستخدام الرموز التي تختلف في الحجم وفقًا لمتغير ثالث ، وبألوان مختلفة لتمثيل مجموعات منفصلة. على سبيل المثال ، تُظهر مخطط الفقاعات العلاقة بين إجمالي الحجم (Y) و MPG كفاءة الوقود (X) وتكلفة البيع بالتجزئة (حجم الفقاعة) ، مجمّعة حسب تصنيف الأمان.

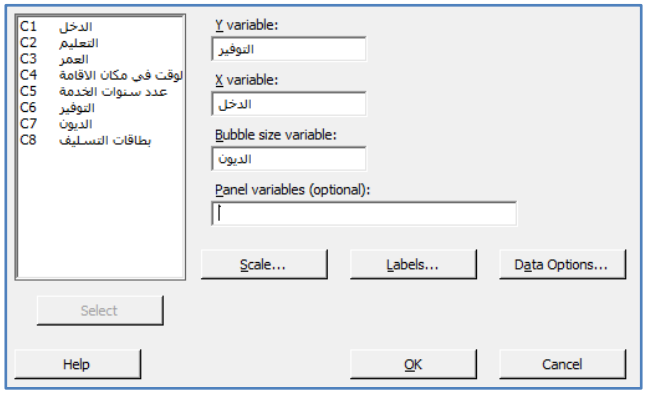


مثال :

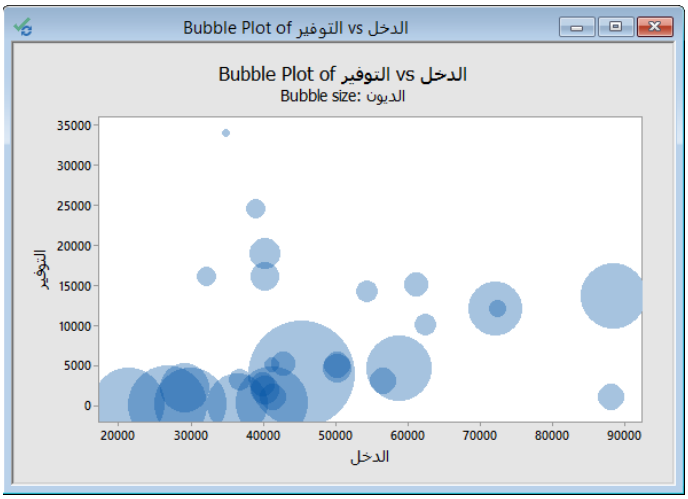
يطلب احد البنوك ثمانية معلومات من المتقدمين للحصول على قروض: (الدخل ، ومستوى التعليم ، والعمر ، وطول الوقت في مكان الإقامة الحالي ، عدد سنوات الخدمة ، والتوفير ، والديون ، وعدد بطاقات التسليف) . يريد مسؤول البنك تحليل هذه البيانات لتحديد أفضل طريقة لتجميعها والخروج بتقريريشمل (التوفير ، الدخل ، الديون). يقوم المسؤول بجمع هذه المعلومات لـ 30 من المتقدمين للحصول على قرض.

	الدخل	التعليم	العمر	طول الوقت فى مكان الاقامة	عدد سنوات الخدمة	التوفير	الديون	بطاقات التسليف
1	50000	16	28	2	2	5000	1200	2
2	72000	18	35	10	8	12000	5400	4
3	61000	18	36	6	5	15000	1000	2
4	88000	20	35	4	4	980	1100	4
5	91100	18	38	8	9	20000	0	1
6	45100	14	41	15	14	3900	22000	4
7	36200	14	29	6	5	100	7000	5
8	41000	12	34	9	8	5000	200	3
9	40000	16	32	8	7	19000	1760	2
10	32000	16	30	2	2	16000	550	1
11	29000	16	28	1	4	2100	4600	2

**ملاحظة : عدد السجلات (30) . انظر LoanApplicant.MTW



النتائج:



التحليل :

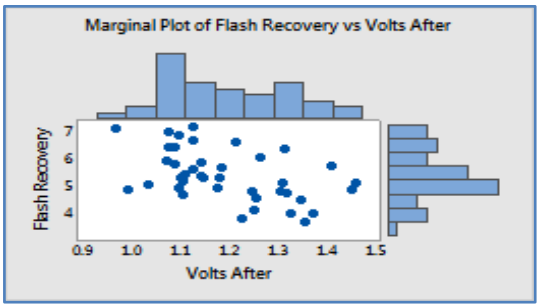
يظهر مخطط الفقاعة أن العلاقة بين الدخل والتوفير لمقدمي الطلبات ليست بسيطة. بشكل عام ، قد ترتبط الدخول الأعلى بمستويات أعلى قليلاً من التوفير. ومع ذلك ، فإن المتقدمين الحاصلين على أعلى توفير ليس لديهم أعلى دخل. يميل المتقدمون الذين لديهم أكبر دين (أكبر مساحة فقاعات) إلى توفير قليل أو معدوم. ومع ذلك ، فإن العديد من المتقدمين الذين لديهم توفير قليل أو معدوم ليس لديهم أيضًا الكثير من الديون ، كما يتضح من الفقاعات الصغيرة بالقرب من الجزء السفلي من الرسم البياني.

المخطط الهامشي (Marginal Plot) :

- ✓ يستخدم لتقييم العلاقة بين متغيرين وفحص توزيعاتهما.
- ✓ هو شكل انتشار يحتوي على مدرج تكراري أو مخطط صندوقي أو نقاط في هوامش المحورين x و y.
- ✓ يجب أن تتضمن البيانات زوجًا واحدًا من أعمدة البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت.
- ✓ يجب أن يكون حجم العينة متوسط إلى كبير.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي.
- ✓ انواعه:

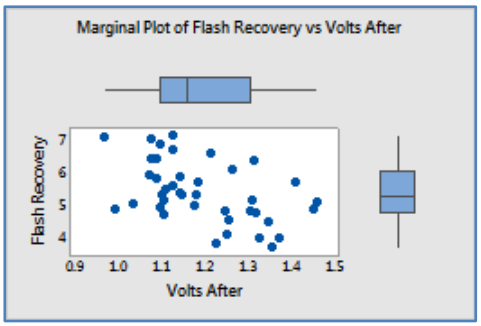
1- المدرج التكراري With Histogram:

- ❖ انشاء شكل انتشار باستخدام المدرج التكراري للمتغيرات x و y في الهوامش. على سبيل المثال ، يوضح المخطط الهامشي العلاقة بين الفولت المتبقي في بطارية الكاميرا بعد استخدام الفلاش ووقت استرداد الفلاش ، مع المدرج التكراري للمتغيرين في هوامش الرسم البياني.



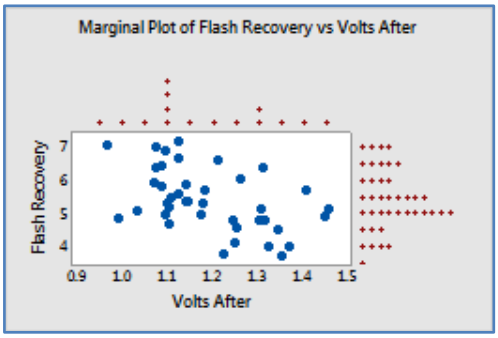
2- الصندوق With BoxPlot

❖ انشاء شكل انتشار مع مخططات الصندوق للمتغيرات x و y في الهوامش. على سبيل المثال ، تُظهر المخططات الهامشية العلاقة بين الفولت المتبقي في بطارية الكاميرا بعد الفلاش ووقت استرداد الفلاش ، مع وجود مخططات صندوقية للمتغيرين في هوامش الرسم البياني.



3- الشكل النقطي DotPLots :

❖ انشاء شكل انتشار مع اشكال نقطية لمتغيرات x و y في الهوامش. على سبيل المثال ، يُظهر المخطط الهامشي العلاقة بين الفولت المتبقي في بطارية الكاميرا بعد الفلاش ووقت استرداد الفلاش ، مع تمثيل نقطي للمتغيرين في هوامش الرسم البياني.

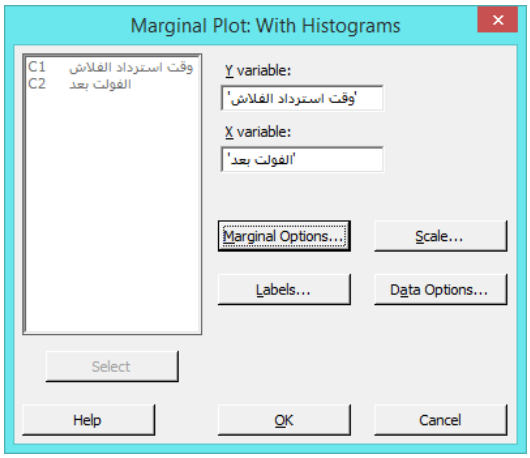


مثال :

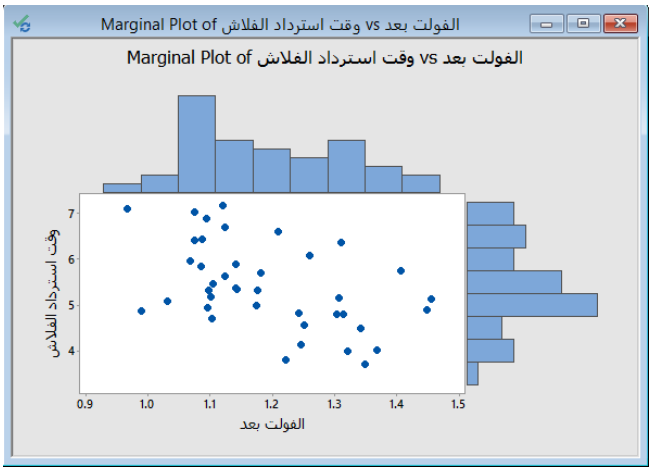
يريد مهندس الجودة في شركة مصنعة لكاميرا تقصير وقت استرداد الفلاش. وقت استرداد الفلاش هو أقل مقدار من الوقت المطلوب بين استخدام الفلاش بالتتالي. يريد المهندس تحديد ما إذا كانت هناك علاقة بين الجهد الذي يبقى في بطارية الكاميرا مباشرة بعد الفلاش ووقت استرداد الفلاش. كما ويريد تحديد ما إذا كان هناك اختلافات في وقت استرداد الفلاش بين النوع القديم والجديد للبطارية. يقوم المهندس بجمع عينات عشوائية من البطاريات المصنوعة من النوع القديم والجديد. ثم يقيس الفولت المتبقي مباشرة بعد الفلاش ووقت استرداد الفلاش لكل منهما. كجزء من الدراسة ، يقوم المهندس بانشاء مخطط هامشي لوقت استرداد الفلاش مقابل الفولت المتبقي بعد الفلاش ، لتقييم العلاقة بين المتغيرين وفحص توزيعاتهما.

	وقت استرداد الفلاش	الفولت بعد	النوع
1	4.49	1.342	Old
2	4.89	1.449	Old
3	4.69	1.103	Old
4	5.14	1.307	Old
5	4.80	1.303	Old
6	4.12	1.246	New
7	3.70	1.350	New
8	4.00	1.368	New

**ملاحظة : عدد السجلات (40) . انظر FlashRecoveryTime.MTW



النتائج:



التحليل :

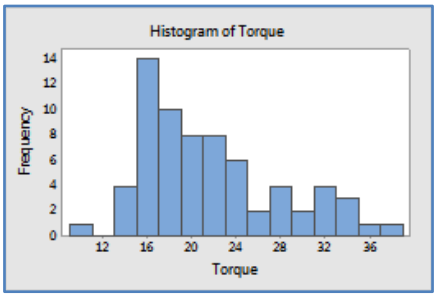
يُظهر شكل الانتشار علاقة خطية سلبية محتملة بين الفولت المتبقية بعد الفلاش ووقت استرداد الفلاش. مع بقاء الفولت المتبقي بعد انخفاض الفلاش ، يزداد وقت استرداد الفلاش.

المدرج التكراري Histogram:

- ✓ يستخدم لفحص شكل البيانات وانتشارها. يقسم المدرج التكراري قيم العينة إلى العديد من الفترات ويمثل تكرار قيم البيانات في كل فترة بشكل عمود . يعمل المدرج التكراري بشكل أفضل عندما يكون حجم العينة 20 على الأقل. ومع ذلك ، قد يمثل حجم العينة الأكبر بكثير من 20 التوزيع بشكل أفضل.
- ✓ انواعه :

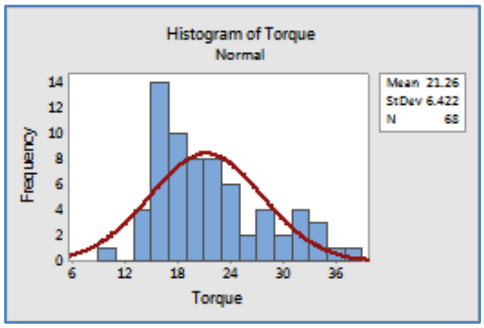
1- البسيط Simple:

انشاء مدرج تكراري يعرض توزيع القيم لمتغير واحد. على سبيل المثال ، توضيح توزيع كمية العزم المطلوبة لإزالة الأغطية في عينة من زجاجات الشامبو.



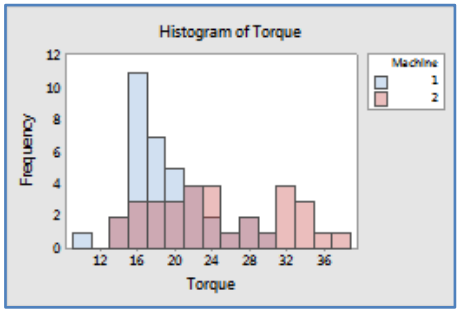
2- مع الملائمة With Fit:

انشاء مدرج تكراري يعرض توزيع القيم لمتغير واحد مع ملائمة منحنى التوزيع. على سبيل المثال ، توضيح توزيع مقدار عزم الدوران المطلوب لإزالة الأغطية من عينة من زجاجات الشامبو ذات المنحنى الطبيعي.



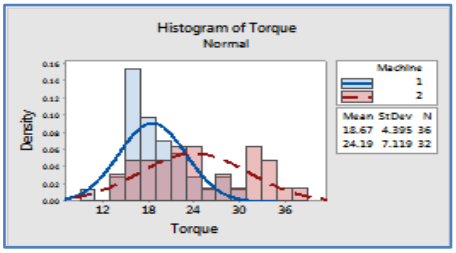
3- مجموعات With Groups:

انشاء مدرج تكراري يعرض توزيع القيم ، مقسمًا إلى مجموعات. على سبيل المثال ، توضيح توزيع كمية عزم الدوران اللازمة لإزالة الأغطية من عينة من زجاجات الشامبو ، بواسطة الجهاز الذي شد الأغطية.



4- مع ملائمة ومجموعات With Fit and Groups:

انشاء مدرج تكراري يعرض توزيع القيم ، مقسمًا إلى مجموعات ، مع ملائمة منحنى التوزيع الملائم لكل مجموعة. على سبيل المثال ، توضيح توزيع كمية عزم الدوران المطلوبة لإزالة الأغطية من عينة من زجاجات الشامبو ، بواسطة الجهاز الذي شد الأغطية ، مع المنحنى الطبيعي.

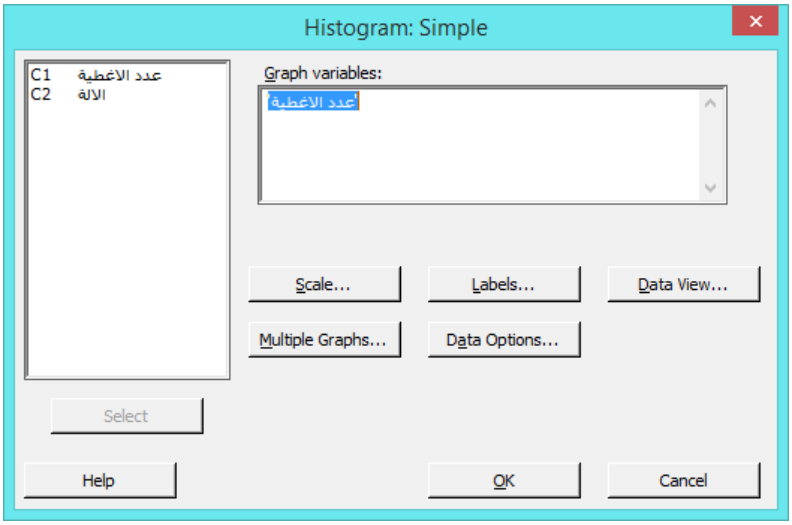


مثال :

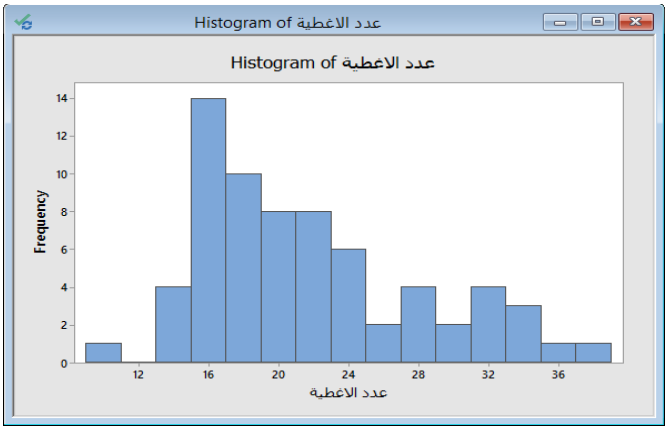
يحتاج مهندس مراقبة الجودة إلى التأكد من تثبيت الأغطية على زجاجات الشامبو بشكل صحيح. إذا تم تثبيت الاغطية بشكل متراخي فقد تسقط أثناء الشحن. إذا تم تثبيتها بإحكام شديد ، فقد يكون من الصعب إزالتها من قبل المستهلك. تبلغ قيمة عزم الدوران المستهدف لتثبيت الاغطية 18. يجمع المهندس عينة عشوائية من 68 زجاجة ويختبر كمية العزم اللازمة لإزالة الأغطية. كجزء من الدراسة ، يقوم المهندس بانشاء مدرج تكراري لعزم الدوران لتقييم توزيع البيانات.

	عدد الاغطية	الالة
1	24	2
2	14	1
3	18	1
4	27	2
5	17	2
6	32	2
7	31	2

**ملاحظة: عدد السجلات (68) . انظر CapTorque.MTW



النتائج:



التحليل :

تم تثبيت معظم الاغطية بعزم من 14 إلى 24. كان غطاء واحد فقط متراخي للغاية مع عزم دوران أقل من 11. ومع ذلك ، فإن التوزيع ملتو نحو اليمين . تتطلب العديد من الأغطية عزم دوران أكبر من 24 لإزالتها ، وتتطلب خمسة أغطية عزم دوران أكبر من 33 ، ما يقرب من ضعف القيمة المستهدفة.

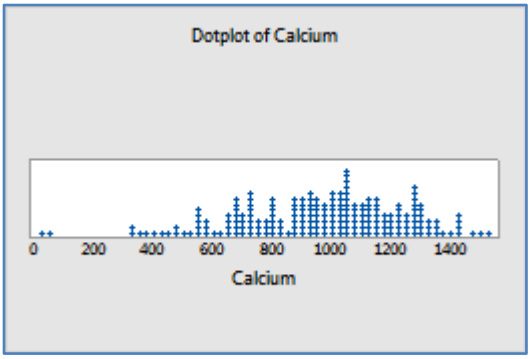
الرسم النقطي (DotPlot) :

- ✓ يستخدم لتقييم ومقارنة توزيعات البيانات النوعية.
- ✓ يقسم القيم الصغيرة الى فترات صغيرة ويمثل كل قيمة من القيم بنقطة على طول خط الأعداد.
- ✓ يعمل التمثيل بشكل أفضل عندما يكون حجم العينة أقل من 50 تقريبًا.
- ✓ انواعه:

1- **One Y:**

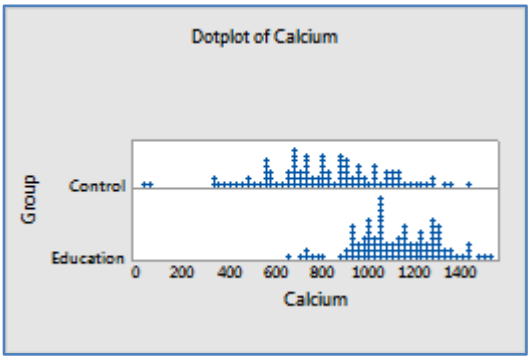
❖ البسيط Simple:

انشاء رسم نقطي يعرض توزيع القيم لمتغير واحد. يجب أن تتضمن ورقة العمل عمودًا واحدًا من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت. على سبيل المثال ، يحتوي الكالسيوم في هذا الرسم على البيانات العددية. يتم تمثيل توزيع قيم الكالسيوم بالرسم النقطي.



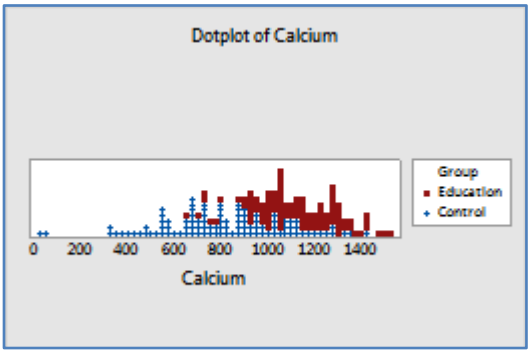
❖ مجموعات With Groups :

انشاء رسم نقطي يعرض توزيع القيم لكل مجموعة. يتم عرض المجموعات على مخططات منفصلة في نفس الرسم. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات من خلال القيم في المتغير الفئوي ، أو مجموعات مختلفة من القيم في متغيرات فئوية متعددة. على سبيل المثال ، يحتوي الكالسيوم على البيانات العددية وتحتوي المجموعة على البيانات الفئوية. يوضح الرسم النقطي توزيع قيم الكالسيوم لكل مجموعة في لوحة منفصلة.



❖ مجموعات متكدسة Stack Groups :

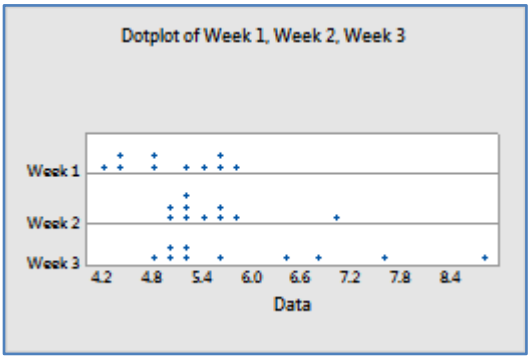
انشاء رسم نقطي يعرض توزيع القيم لكل مجموعة. يتم تمثيل المجموعات بألوان ورموز مختلفة. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات من خلال القيم في المتغير الفئوي ، أو مجموعات مختلفة من القيم في متغيرات فئوية متعددة. على سبيل المثال في ورقة العمل يحتوي الكالسيوم على البيانات العددية وتحتوي المجموعة على البيانات الفئوية. يوضح الرسم توزيع قيم الكالسيوم لكل مجموعة على نفس المخطط.



2- **Multiple Y's**:

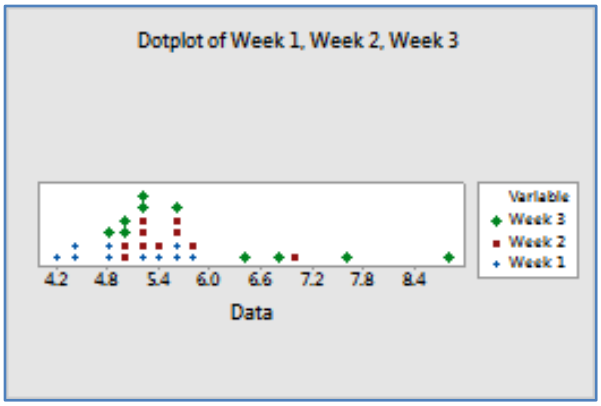
❖ البسيط Simple:

انشاء رسم نقطي يعرض توزيع القيم لمجموعات مختلفة. يتم عرض المجموعات على لوحات منفصلة في نفس الرسم. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت. كل عمود عبارة عن مجموعة. على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على أقطار الأنابيب المنتجة كل أسبوع لمدة ثلاثة أسابيع. يحتوي الأسبوع 1 والأسبوع 2 والأسبوع 3 على البيانات العددية. يوضح الرسم النقطي توزيع أقطار الأنابيب لكل أسبوع في ألواح منفصلة.



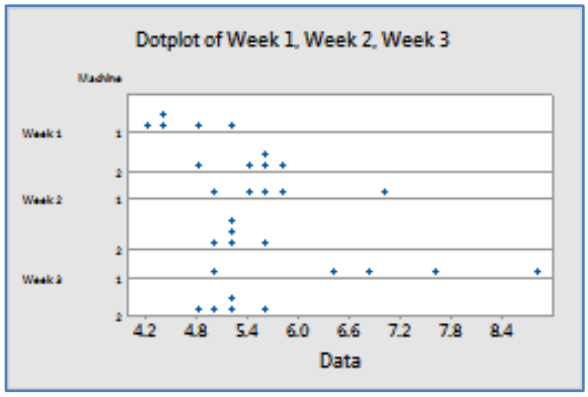
❖ متكدسة Stack Y's:

انشاء رسم نقطي يعرض توزيع القيم لمجموعات مختلفة. يتم تمثيل المجموعات بألوان ورموز مختلفة. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت. كل عمود عبارة عن مجموعة. على سبيل المثال ، تحتوي ورقة العمل على أقطار الأنابيب المنتجة كل أسبوع لمدة ثلاثة أسابيع. يحتوي الأسبوع 1 والأسبوع 2 والأسبوع 3 على البيانات العددية. يوضح الرسم النقطي توزيع أقطار الأنابيب لكل أسبوع على نفس لوحة الرسم.



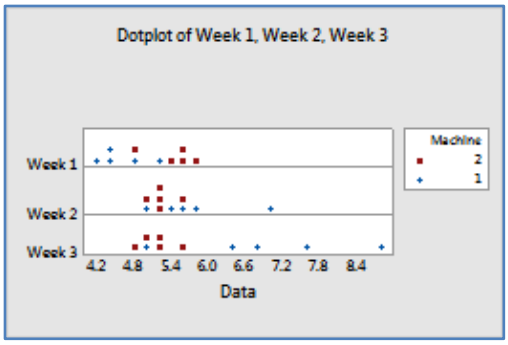
❖ مجموعات With Groups :

انشاء رسم نقطي يعرض توزيع القيم لمجموعات متعددة المستويات. يتم عرض مجموعات متعددة المستويات على لوحات منفصلة من نفس الرسم. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد على الأقل من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات بواسطة أعمدة منفصلة وقيم أو مجموعات مختلفة من القيم في المتغيرات الفئوية. على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على أقطار الأنابيب التي يتم إنتاجها كل أسبوع لمدة ثلاثة أسابيع من جهازين. يحتوي الأسبوع 1 والأسبوع 2 والأسبوع 3 على البيانات العددية. تحتوي الآلة على البيانات الفئوية. يوضح الرسم النقطي توزيع أقطار الأنابيب لكل أسبوع ولكل آلة ، مع كل مجموعة تجميع في لوحات منفصلة.



❖ مجموعات متكدسة Stack Groups :

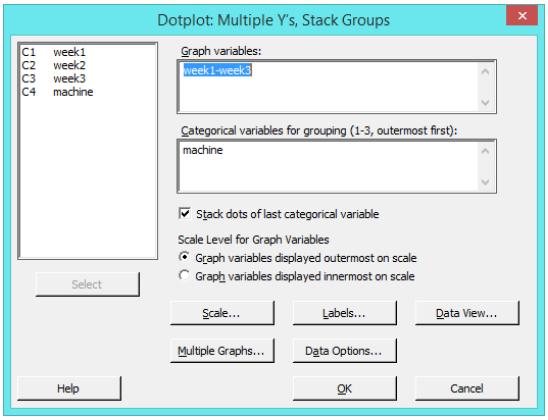
انشاء رسم نقطي يعرض توزيع القيم لمجموعات متعددة المستويات. يتم عرض مستوى واحد من المجموعات على لوحات منفصلة من نفس الرسم. يتم تمثيل مستوى منفصل من المجموعات بألوان ورموز مختلفة. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد على الأقل من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات بواسطة أعمدة منفصلة وقيم أو مجموعات مختلفة من القيم في المتغيرات الفئوية. على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على أقطار الأنابيب التي يتم إنتاجها كل أسبوع لمدة ثلاثة أسابيع من جهازين. يحتوي الأسبوع 1 والأسبوع 2 والأسبوع 3 على البيانات العددية. تحتوي الآلة على البيانات الفئوية. يوضح الرسم النقطي توزيع أقطار الأنابيب لكل أسبوع ولكل آلة. يتم عرض كل مستوى من المجموعات على لوحة منفصلة من نفس الرسم. يتم تمثيل مستوى منفصل من المجموعات بألوان ورموز مختلفة.



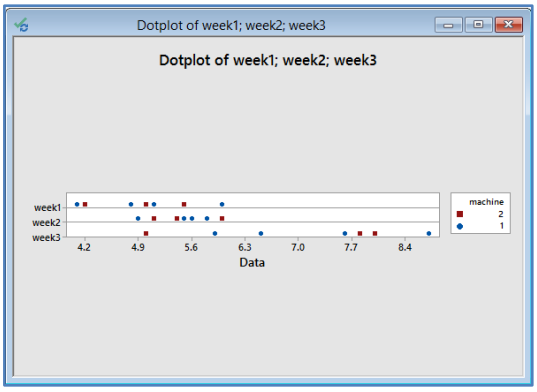
مثال :

مثل البيانات التالية من النوع Multiple Y's with stack groups .

	week1	week2	week3	machine
1	5.10	5.57	8.73	1
2	5.53	5.11	5.01	2
3	4.78	5.76	7.59	1
4	4.20	6.00	8.00	2
5	5.02	5.40	7.80	2
6	6.01	4.90	6.50	1
7	4.08	5.50	5.90	1



النتائج:



رسم الساق والورقة (Stem-and-Leaf) :

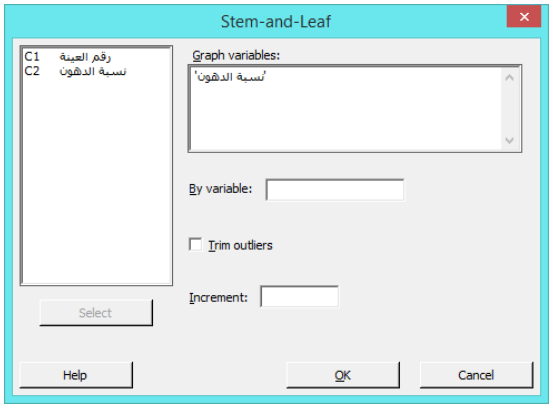
- ✓ يستخدم لفحص شكل وانتشار العينة.
- ✓ يشبه رسم المدرج التكراري الذي يرسم على الجانب Marginal Plot. ومع ذلك ، بدلاً من عرض الاعمدة يعرض مخطط الساق والورقة أرقامًا من قيم البيانات الفعلية للاشارة إلى تكرار كل صف.
- ✓ يعمل بشكل أفضل عندما يكون حجم العينة أقل من 50 تقريبًا.

مثال :

يريد أحد العلماء في شركة تقوم بتصنيع المواد الغذائية المصنعة تقييم نسبة الدهون في الصلصة المعبأة التي تنتجها الشركة. النسبة المعلن عنها هي 15٪. يقيس العالم نسبة الدهون في 20 عينة عشوائية. وجدت القياسات السابقة أن الانحراف المعياري للمجتمع الاحصائي هو 2.6٪. كجزء من الدراسة ، يستخدم العالم رسم الساق والورقة لتقييم التوزيع.

	رقم العينة	نسبة الدهون
1	1	15.2
2	2	12.4
3	3	15.4
4	4	16.5
5	5	15.9
6	6	17.1
7	7	16.9
8	8	14.3

**ملاحظة: عدد السجلات (20) . انظر FatContent.MTW



النتائج:

Stem-and-Leaf Display: نسبة الدهون

Stem-and-leaf of نسبة الدهون N = 20

3	12	348
3	13	
4	14	3
7	15	249
(5)	16	23359
8	17	19
6	18	257
3	19	12
1	20	0

Leaf Unit = 0.1

التحليل :

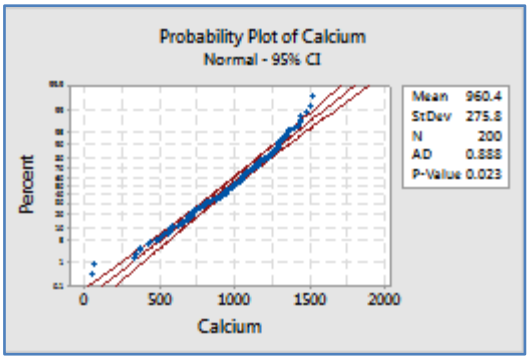
لكل صف ، يمثل الرقم في الساق (العمود الأوسط) الرقم الأول (أو الأرقام) من قيم العينة. تشير الورقة الموجودة أعلى المخطط إلى العلامة العشرية التي تمثلها قيم الأوراق. الصف الأول من قطعة الساق والورقة من نسبة الدهون يحتوي على قيمة الساق 12 ويحتوي على قيم الأوراق 3 و 4 و 8. وحدة الأوراق هي 0.1 وهكذا ، يمثل الصف الأول من الرسم البياني قيم عينة تبلغ حوالي 12.3 و 12.4 و 12.8. العمود الايسر يمثل تكرار (تكرار تراكمي) القيمة والقيمة (12) الموجودة بين قوسين تمثل (وسيط البيانات).

مخطط الاحتمال (Probability Plot) :

- ✓ يستخدم لتقييم ملاءمة التوزيع للبيانات ولتقدير النسب المئوية ومقارنة توزيعات العينة.
- ✓ يعرض كل قيمة مقابل النسبة المئوية للقيم في العينة التي تكون أقل أو تساويها ، على طول خط التوزيع المناسب.
- ✓ يتم تحويل المحور Y بحيث يشكل التوزيع الملائم خطًا مستقيمًا.
- ✓ يجب أن يكون حجم العينة بين 20 و 1000 .
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي.
- ✓ انواعه:

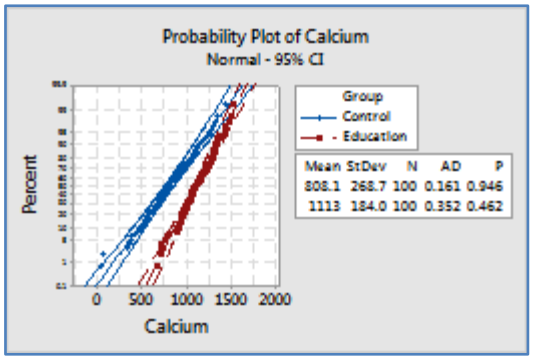
1- المفرد Single:

انشاء مخطط احتمالي يعرض توزيع القيم لمتغير واحد. على سبيل المثال ، يوضح مخطط الاحتمالات توزيع قيم الكالسيوم.



2- المتعدد Multiple :

انشاء مخطط احتمالي يعرض توزيعات مجموعات متعددة على نفس الرسم. على سبيل المثال ، يوضح مخطط الاحتمالات توزيع قيم الكالسيوم لمجموعتين.

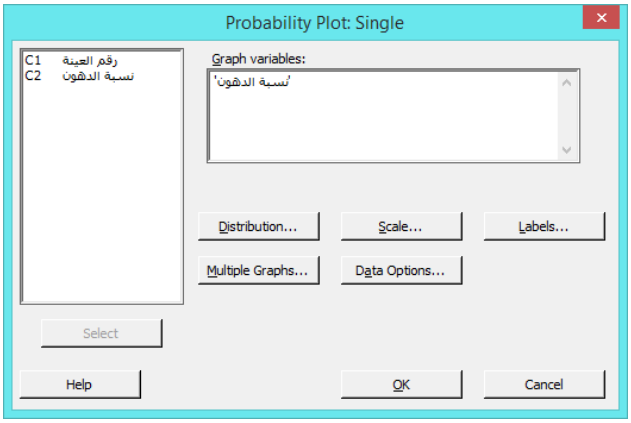


مثال :

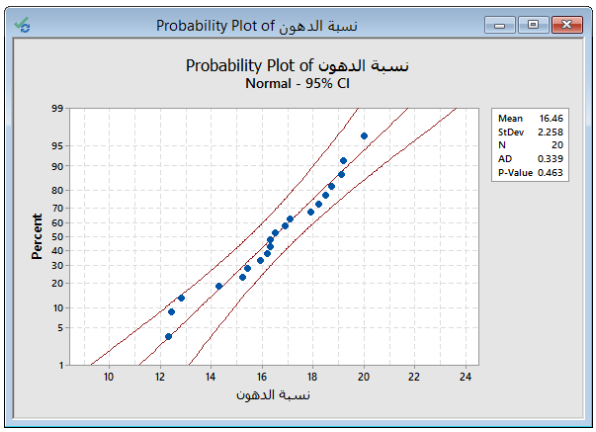
يريد أحد العلماء في شركة تقوم بتصنيع المواد الغذائية المصنعة تقييم نسبة الدهون في الصلصة المعبأة التي تنتجها الشركة. النسبة المعلن عنها هي 15٪. يقيس العالم نسبة الدهون في 20 عينة عشوائية. كجزء من التحقيق الأولي ، يرسم العالم مخطط احتمالية للتحقق من توزيع البيانات التوزيع الطبيعي وتقييم التوزيع.

	رقم العينة	نسبة الدهون
1	1	15.2
2	2	12.4
3	3	15.4
4	4	16.5
5	5	15.9
6	6	17.1
7	7	16.9
8	8	14.3

**ملاحظة: عدد السجلات (20) . انظر FatContent.MTW



النتائج:



التحليل :

نقاط البيانات قريبة نسبيًا من خط التوزيع (الخط الأوسط). قيمة P–Value أكبر من مستوى الأهمية 0.05. لذلك ، فشل العالم في رفض الفرضية الصفرية "أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي." إذا كنت تمسك المؤشر فوق خط التوزيع المجهز للرسم البياني في Minitab ،

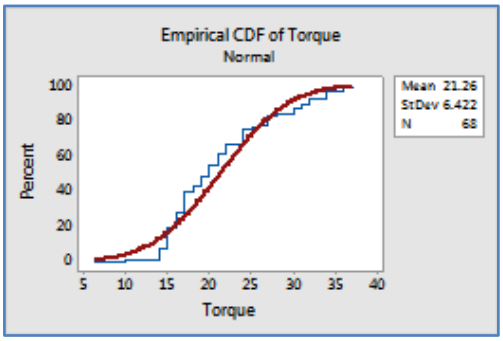
فسيعرض تلميح أداة الجدول المئينات والقيم. بالنسبة لنسبة الدهون ، يشير تلميح الأدوات إلى أن 15٪ من الدهون تكون عند المئين 30 تقريبًا. لذلك ، يحتوي ما يقرب من 30 ٪ من الصلصة على 15 ٪ على الأقل من الدهون أو أقل و 70 ٪ من الصلصة تحتوي على أكثر من 15 ٪ من الدهون.

مخطط دالة االتوزيع التراكمي التجريبي (Empirical CDF plot) :

- ✓ يستخدم لتقييم ملاءمة التوزيع للبيانات ، ولعرض المئينات المقدرة للمجتمع الاحصائي ، ولمقارنة توزيع العينات.
- ✓ يرسم Minitab قيمة كل مشاهدة مقابل الاحتمال / النسبة المئوية للقيم في العينة التي تكون أقل من أو تساوي تلك القيمة.
- ✓ ترتبط النقاط المرسومة بخط متدرج ، ويشمل المخطط خط دالة التوزيع التراكمي للتوزيع المختار.
- ✓ يشابه هذا المخطط مخطط الاحتمال Probability Plot باستثناء كلا المحورين يكون خطي ، مما يمكن أن يجعل هذا المخطط أكثر سهولة في عملية التفسير.
- ✓ يجب أن يكون حجم العينة أكبر من 20 .
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي .
- ✓ انواعه :

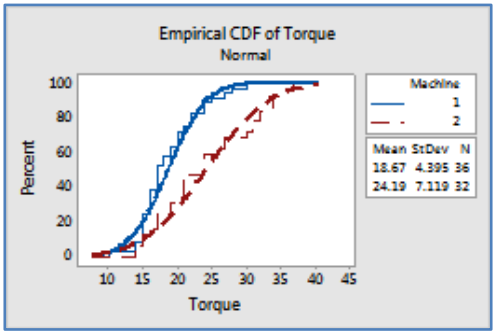
1- المفرد Single:

انشاء مخطط CDF التجريبي ليعرض توزيع القيم لمتغير واحد. على سبيل المثال يوضح مخطط CDF التجريبي توزيع كمية عزم الدوران المطلوبة لإزالة الأغطية لعينة من زجاجات الشامبو.



2- المتعدد Multiple :

انشاء مخطط CDF التجريبي ليعرض توزيع القيم لمجموعات متعددة. على سبيل المثال يُظهر مخطط CDF التجريبي توزيع قيم عزم الدوران للجهازين اللذين قاما بشد الأغطية.

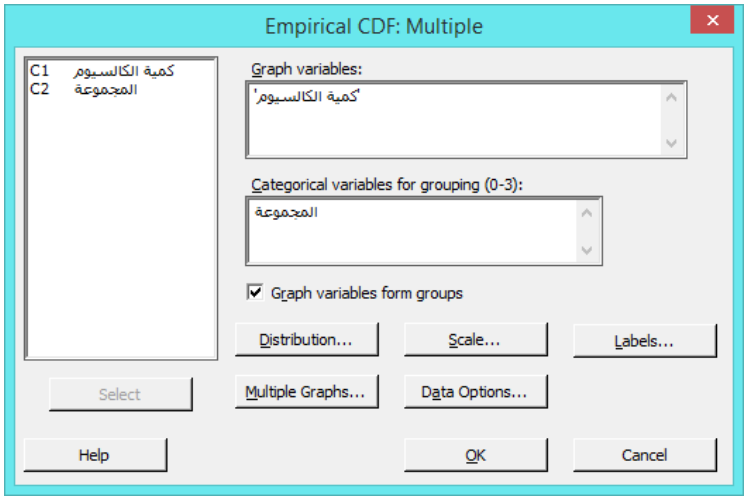


مثال :

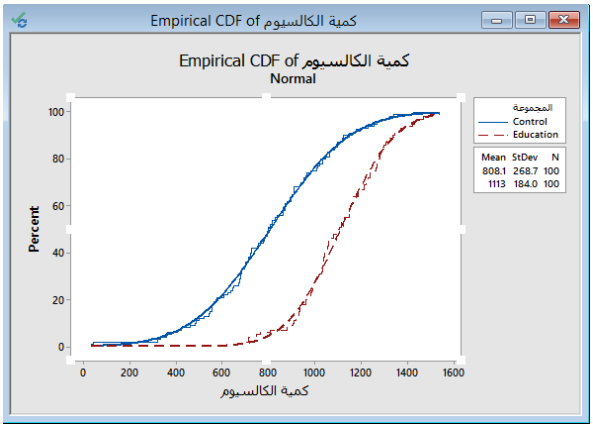
أنشأت شركة استشارية للتغذية برنامجًا تعليميًا لزيادة تناول الكالسيوم لدى الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 9 و 13 عامًا. لقياس فعالية البرنامج ، يقوم محلل بإجراء تجربة يتم فيها اختيار 200 طفل بشكل عشوائي إما إلى المجموعة الضابطة (بدون تعليم) أو المجموعة التي تلقت التعليم . يتم حساب متوسط الكالسيوم الغذائي اليومي من سجلات النظام الغذائي لمدة 3 أيام. ينشئ المحلل مخطط CDF التجريبي لفحص توزيع كمية الكالسيوم لكل مجموعة. يريد المحلل أن يعرف على وجه الخصوص قيم تناول الكالسيوم التي تقل عن المئين 50 لكل مجموعة.

	كمية الكالسيوم	المجموعة
1	646.72	Control
2	1120.67	Control
3	1067.25	Control
4	911.62	Control
5	898.90	Control
6	1088.41	Control
7	1271.49	Control
8	729.38	Control

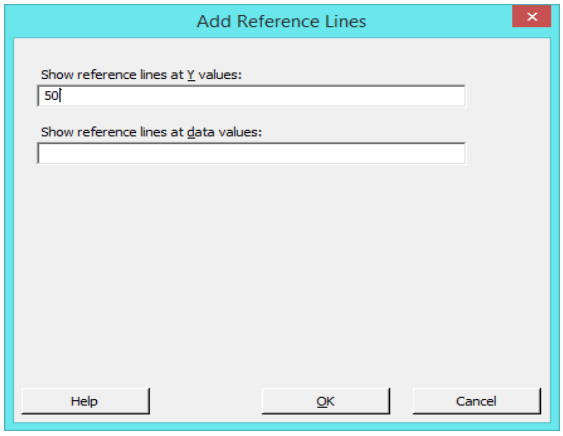
**ملاحظة: عدد السجلات (200) . انظر CalciumIntake.MTW .



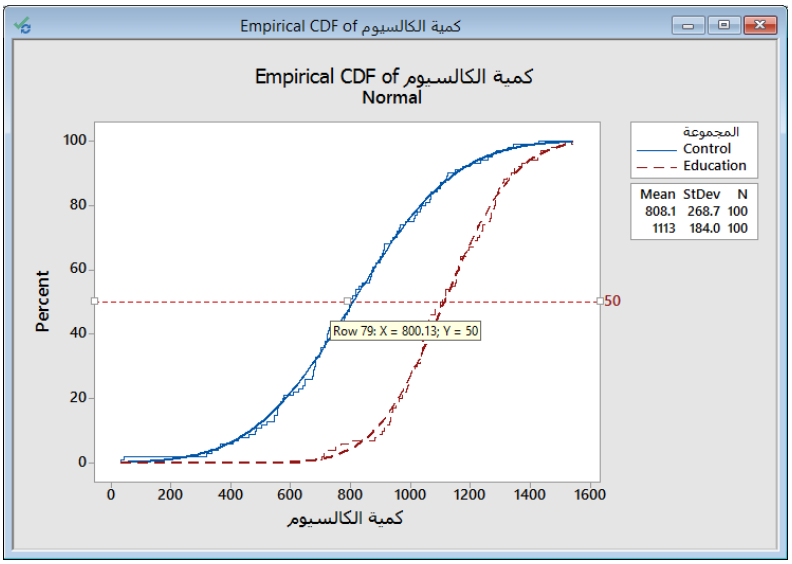
النتائج:



** بالنقر على زر الماوس الايمن . Add > Percentile Line



** مع تحريك الماوس على نقطة تقاطع الخط المنقط تظهر قيمة y الفغلية.



التحليل :

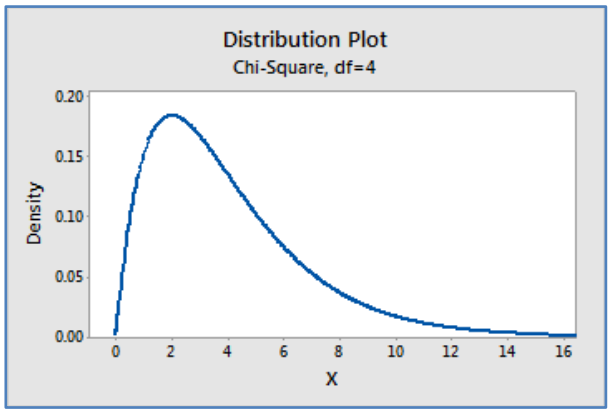
تتبع نقاط البيانات لكلا المجموعتين بشكل متقارب خطوط التوزيع الطبيعي. تُظهر خطوط المئينات أن ما يقرب من 50٪ من الأطفال في المجموعة الضابطة لديهم قيم امتصاص الكالسيوم 808 على الأقل ، بينما 50٪ من الأطفال في المجموعة التعليمية يتناولون كمية كالسيوم 1113. من خلال تحريك المؤشر على طول خطوط الاتصال ، يرى المحلل أن تناول الكالسيوم 1000 هو تقريبًا النسبة المئوية 76 للمجموعة الضابطة وحوالي 25 بالمائة لمجموعة التعليم. لذلك ، فإن ما يقرب من 76 ٪ من الأطفال في المجموعة الضابطة و 25 ٪ من الأطفال في المجموعة التعليمية لديهم كمية من الكالسيوم أقل من 1000.

مخطط التوزيع الاحتمالي (Probability distribution PDF plot) :

- ✓ يستخدم لعرض منحنيات التوزيع التي يتم تحديدها.
- ✓ عندما يتم انشاء مخطط التوزيع الاحتمالي فإنه يتم تحيدد توزيع مع معلمة واحدة أو أكثر بحيث يمكن تصور ومقارنة التوزيعات. كما يمكن أيضًا تظليل المنطقة أسفل منحنى التوزيع لتمثيل القيمة التي يتم تحديدها.
- ✓ انواعه:

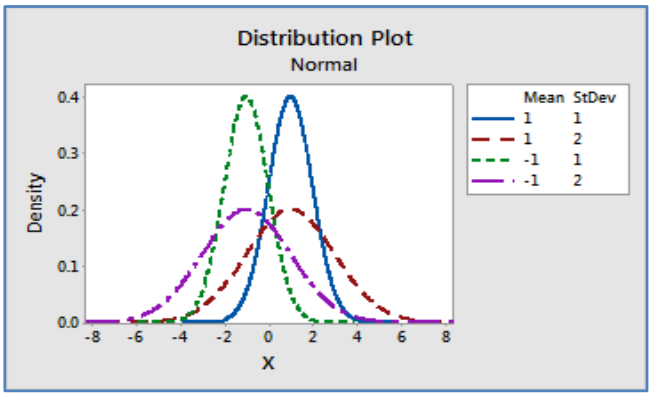
1- المفرد View Single:

انشاء مخططًا يوضح توزيعًا واحدًا بالمعلمات التي يتم تحديدها. على سبيل المثال مخطط توزيع كاي تربيع مع 4 درجات حرية.



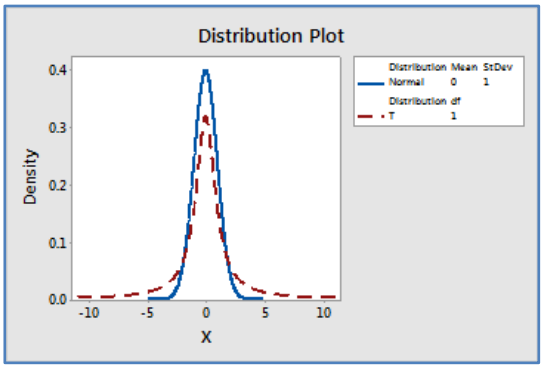
2- Vary Parameters:

انشاء مخطط يوضح التوزيع المحدد بقيم معلمات مختلفة. يُستخدم لعرض كيفية تأثير المعلمات المختلفة على التوزيع. على سبيل المثال توضيح لاربعة توزيعات Normal بقيم متوسط وانحراف المعياري متعددة.



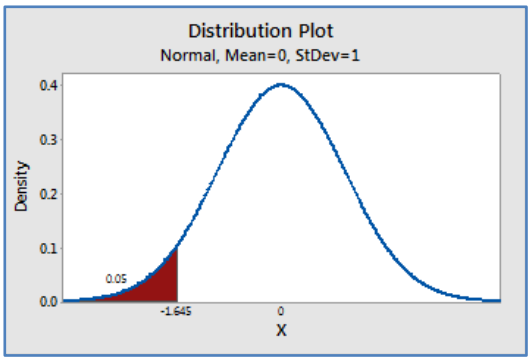
3- Two distributions:

انشاء مخطط يوضح توزيعين بالمعلمات التي يتم تحديدها. يُستخدم لمقارنة المنحنيات بناءً على دالتي توزيع مختلفتين. على سبيل المثال يظهر الرسم توزيع t مع درجة حرية واحدة ، وتوزيع طبيعي معياري Standard Normal بمتوسط = 0 وانحراف معياري = 1.



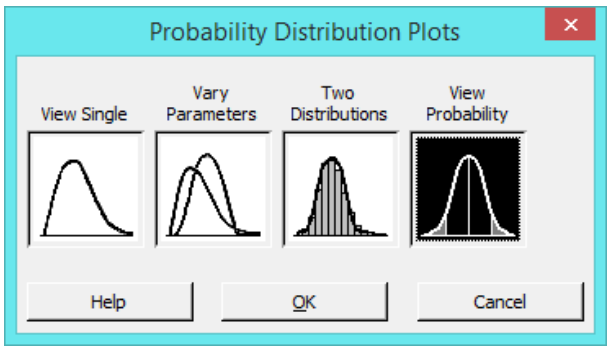
4- View Probability:

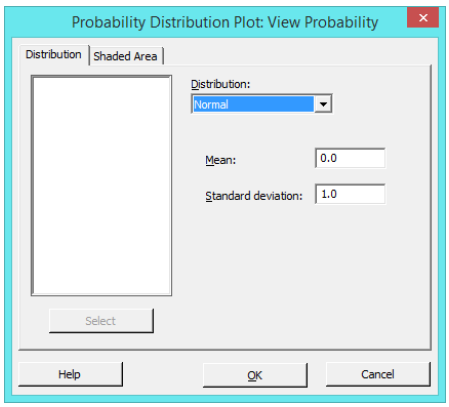
انشاء مخطط يوضح قيم X مع الاحتمال في منطقة مظللة. على سبيل المثال يظهر قيمة x في توزيع Standard Normal.

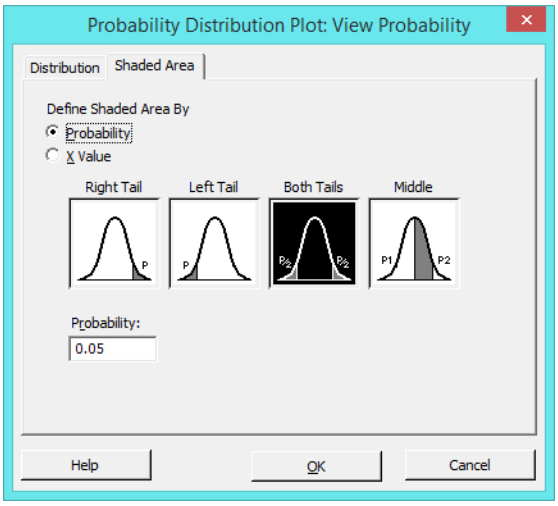


مثال:

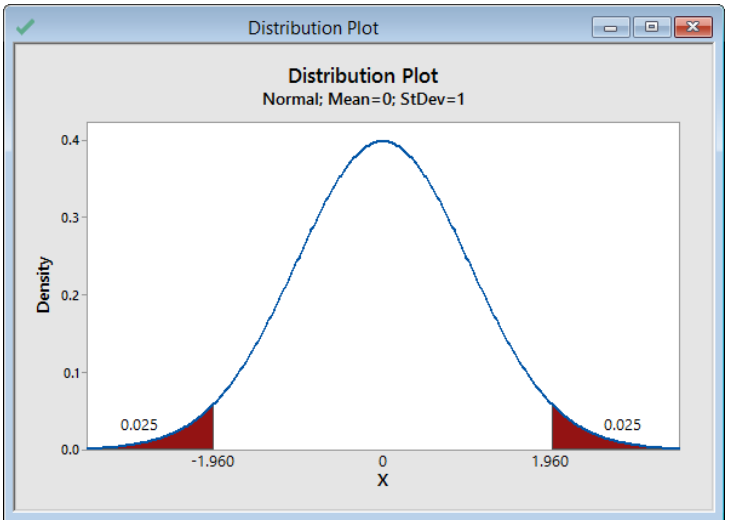
لتمثيل التوزيع الطبيعي بذيلين بفترة ثقة 95%.







الناتج:



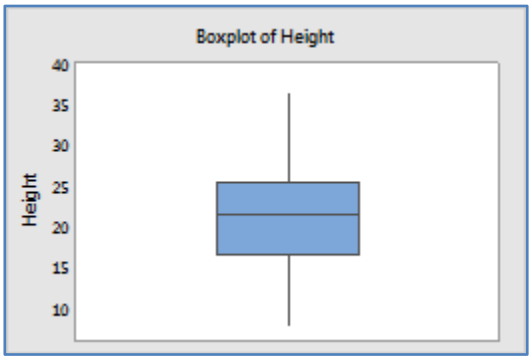
رسم الصندوق (Boxplot) :

- ✓ يستخدم لتقييم ومقارنة الشكل ومقاييس النزعة المركزية والتشتت لتوزيع العينة والبحث عن القيم المتطرفة.
- ✓ يعمل بشكل أفضل عندما يكون حجم العينة 20 على الأقل.
- ✓ بشكل افتراضي ، يعرض الوسيط والمدى الربيعي والمدى والقيم المتطرفة لكل مجموعة.
- ✓ انواعه:

1- One Y:

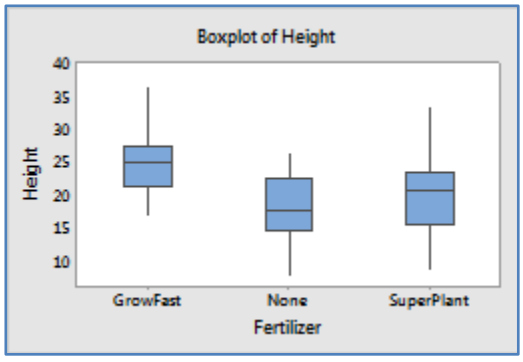
❖ البسيط Simple:

انشاء صندوق يعرض توزيع القيم لمتغير واحد. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت. على سبيل المثال في ورقة العمل يحتوي على متغير الارتفاع وهو بيانات عددية يوضح الرسم توزيع الارتفاعات.



❖ مجموعات With Groups:

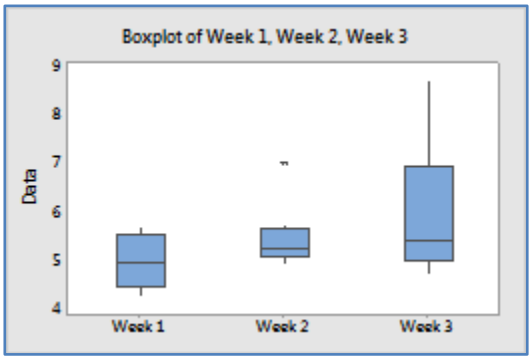
انشاء صندوق يعرض توزيعات القيم لمجموعات مختلفة. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد على الأقل من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات من خلال القيم في المتغير الفئوي، أو من خلال مجموعات مختلفة من القيم في متغيرات فئوية متعددة. على سبيل المثال في ورقة العمل يحتوي على متغير الارتفاع وهو متغير عددي ويحتوي على نوع السماد –على البيانات الفئوية– (GrowFast, None, SuperPalnt). يوضح الرسم توزيع الارتفاعات لكل مجموعة سماد.



2- **المتعدد Multiple Y's:**

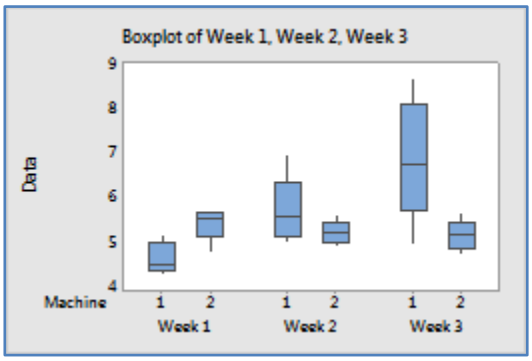
❖ البسيط Simple:

انشاء صندوق يعرض توزيع القيم لمجموعات مختلفة. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت. كل عمود عبارة عن مجموعة. على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على أقطار الأنابيب المنتجة كل أسبوع لمدة ثلاثة أسابيع. يحتوي الأسبوع 1 والأسبوع 2 والأسبوع 3 على البيانات العددية. يوضح الرسم توزيع أقطار الأنابيب لكل أسبوع.



❖ مجموعات With Groups:

انشاء صندوق يعرض توزيع القيم لمجموعات متعددة المستويات. يتم عرض المجموعات متعددة المستويات كمربعات مجمعة. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد على الأقل من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات بواسطة أعمدة البيانات الفئوية والقيم أو مجموعات مختلفة من القيم في المتغيرات الفئوية. على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على أقطار الأنابيب التي يتم إنتاجها كل أسبوع لمدة ثلاثة أسابيع ، على جهازين. يحتوي الأسبوع 1 والأسبوع 2 والأسبوع 3 على البيانات العددية. يحتوي متغير الآلة على البيانات الفئوية. يوضح الرسم توزيع أقطار الأنابيب لكل أسبوع ولكل آلة.



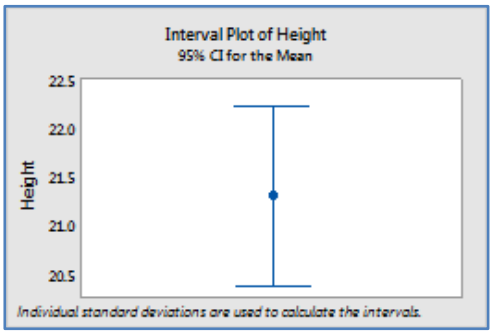
مخطط الفترة (Interval plot) :

- ✓ يستخدم لتقييم ومقارنة فترات الثقة للمتوسطات الحسابية المجموعات.
- ✓ يظهر فترة ثقة 95٪ لمتوسط كل مجموعة.
- ✓ يعمل بشكل أفضل عندما يكون حجم العينة 10 على الأقل لكل مجموعة.
- ✓ كلما كان حجم العينة أكبر ، كلما كانت فترة الثقة أصغر وأكثر دقة.
- ✓ يجب أن يكون للمجموعات نفس حجم العينة تقريبًا.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي.
- ✓ انواعه:

1- One Y:

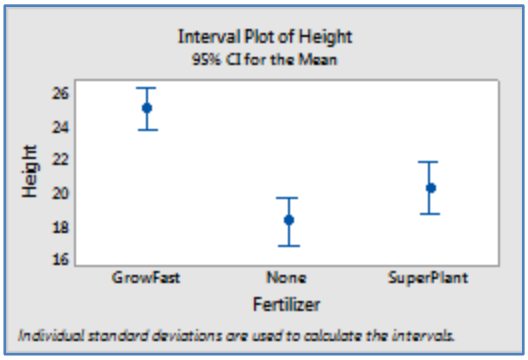
❖ البسيط Simple:

انشاء مخطط يعرض فترة ثقة لمتوسط متغير واحد. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت. على سبيل المثال في ورقة العمل متغير الارتفاع هو متغير العددي. يوضح الرسم فترة الثقة لمتوسط الارتفاعات.



❖ مجموعات With Groups :

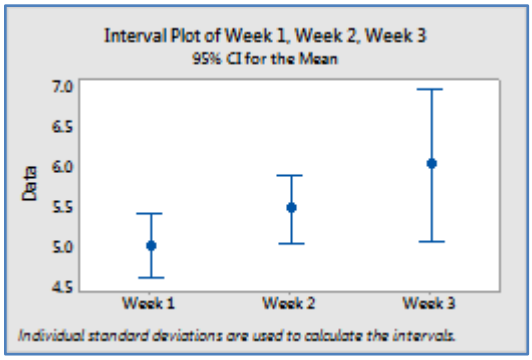
انشاء مخطط يعرض فترات الثقة لمتوسطات مجموعات مختلفة. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد على الأقل من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات من خلال القيم في المتغير الفئوي، أو من خلال مجموعات مختلفة من القيم في متغيرات فئوية متعددة. على سبيل المثال في ورقة العمل يمثل متغير الارتفاع البيانات العددية ويحتوي متغير السماد على البيانات الفئوية.



2- Multiple Y's :

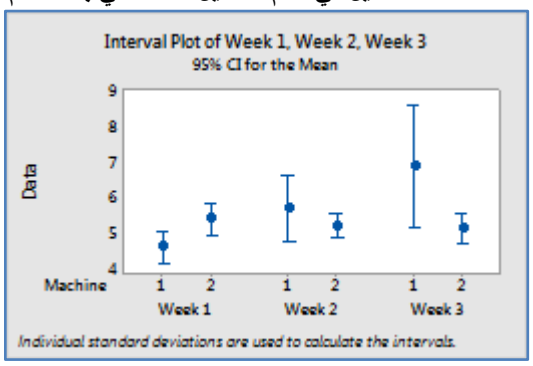
❖ البسيط Simple:

انشاء مخطط يعرض فترات الثقة لمتوسطات المجموعات. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت. كل عمود عبارة عن مجموعة. على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على أوزان التعبئة لمنتج غذائي كل أسبوع لمدة ثلاثة أسابيع. يحتوي الأسبوع 1 والأسبوع 2 والأسبوع 3 على البيانات العددية. يوضح الرسم فترات الثقة لوسائل التعبئة لكل أسبوع.



❖ مجموعات With Groups :

انشاء مخطط يعرض فترات الثقة لمتوسطات المجموعات متعددة المستويات. يتم عرض المجموعات متعددة المستويات كفترات ثقة على شكل عناقيد (قطاعات). يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد على الأقل من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات بواسطة أعمدة منفصلة والقيم أو مجموعات مختلفة من القيم في المتغيرات الفئوية. على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على أوزان التعبئة لمنتج غذائي تم إنتاجه كل أسبوع لمدة ثلاثة أسابيع من جهازين. يحتوي الأسبوع 1 والأسبوع 2 والأسبوع 3 على البيانات العددية. تحتوي الآلة على البيانات الفئوية. يوضح الرسم فترات الثقة لمتوسطات أوزان التعبئة لكل آلة ، مجمعة حسب الأسبوع.

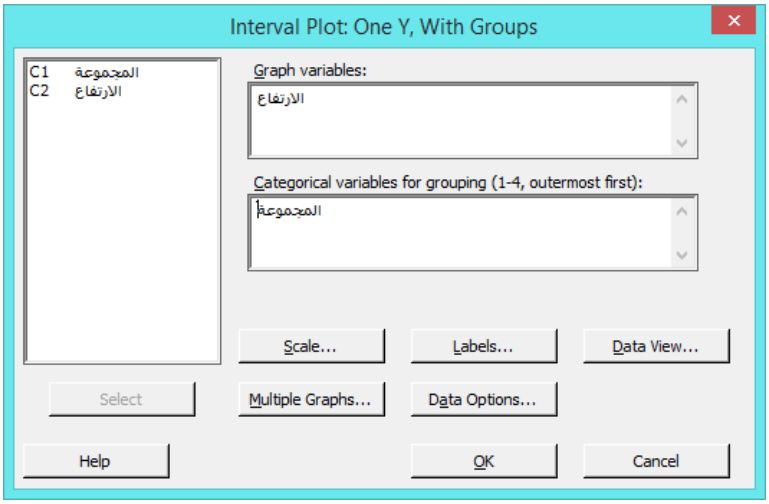


مثال :

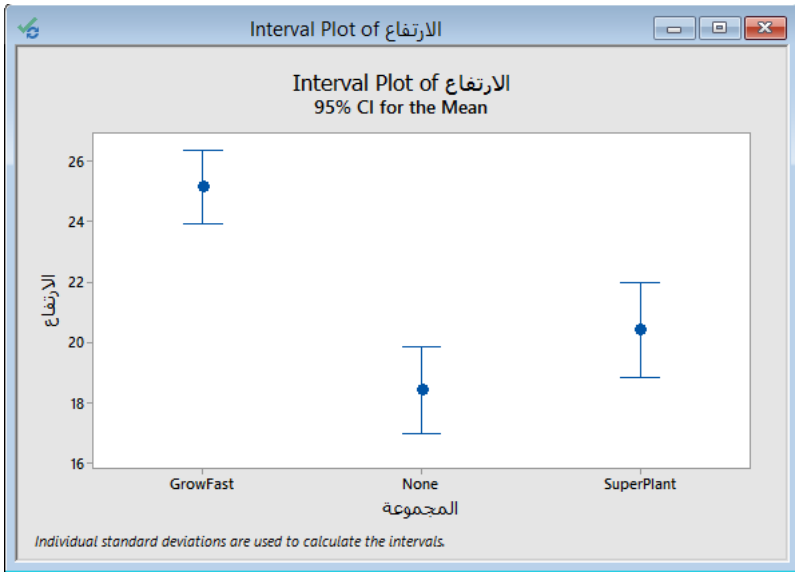
يريد مصنع سماد نباتي تطوير صيغة سماد تنتج أكبر زيادة في ارتفاع النباتات. لاختبار تركيبات الأسمدة ، يقوم أحد العلماء بإعداد ثلاث مجموعات من 50 شتلة متطابقة: مجموعة ضابطة (بدون سماد) ، ومجموعة مع سماد الشركة المصنعة ، تسمى GrowFast ، ومجموعة ذات سماد تسمى SuperPlant من شركة مصنعة منافسة. بعد أن تكون النباتات في بيئة دفيئة محكومة لمدة ثلاثة أشهر ، يقيس العالم ارتفاع النباتات. كجزء من الدراسة ، ينشئ العالم فترة ثقة لارتفاع النبات من المجموعات الثلاث لتقييم الاختلافات في نمو النبات بين النباتات بدون سماد ، والنباتات مع سماد الشركة المصنعة ، والنباتات مع سماد منافسها.

	المجموعة	الارتفاع
1	None	23
2	None	18
3	None	18
4	None	17
5	None	25
6	None	8
7	None	23
8	None	20

**ملاحظة : عدد السجلات (149) . انظر PlantGrowth.MTW



النتائج:



التحليل:

تنتج شركة GrowFast النباتات ذات أعلى متوسط ارتفاع. لا يوجد تداخل بين فترات الثقة لـ GrowFast مع فترات الثقة الأخرى ، مما يشير إلى أن الاختلاف قد يكون كبيرا. كما يزيد SuperPlant من ارتفاع النبات. ومع ذلك ، تتداخل فترات الثقة لمجموعة SuperPlant والمجموعة الضابطة (None) ، مما يشير إلى أن الاختلاف ربما لا يكون كبيرًا.

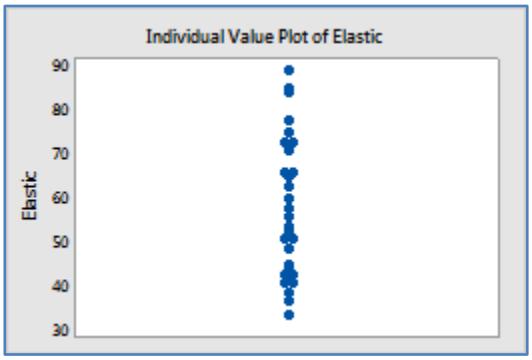
مخطط القيمة المفردة (Individual value plot) :

- ✓ يستخدم لتقييم ومقارنة توزيع البيانات.
- ✓ يُظهر نقطة للقيمة الفعلية لكل مشاهدة في مجموعة ، مما يجعل من السهل تحديد القيم المتطرفة ورؤية انتشار التوزيع.
- ✓ يعمل بشكل أفضل عندما يكون حجم العينة أقل من 50 تقريبًا.
- ✓ مثل مخطط الصندوق يساعد مخطط القيمة المنفردة على تحديد القيم المتطرفة المحتملة. ومع ذلك على عكس boxplot يعرض مخطط القيمة المنفردة كل قيمة على حدة.
- ✓ تكون القيم المنفصلة مفيدة بشكل خاص عندما يكون هناك عدد قليل نسبيًا من المشاهدات أو عندما يكون من المهم تقييم تأثير كل مشاهدة.
- ✓ انواعه:

1- **One Y**:

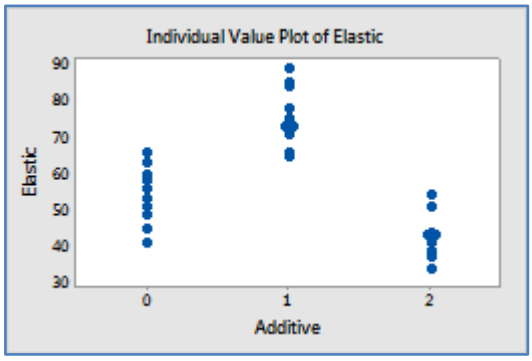
❖ البسيط Simple:

انشاء مخطط قيمة مفردة يعرض القيم لمتغير واحد. يجب أن تتضمن ورقة العمل عمودًا واحدًا من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت.



❖ مجموعات With Groups :

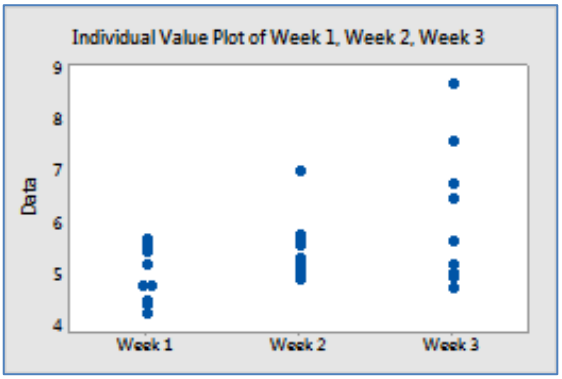
انشاء مخطط قيمة منفردة يعرض القيم لمجموعات مختلفة. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد على الأقل من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات من خلال القيم في المتغير الفئوي ، أو من خلال مجموعات مختلفة من القيم في متغيرات فئوية متعددة. على سبيل المثال في ورقة العمل يحتوي المرن على البيانات الرقمية والمضافة تحتوي على البيانات الفئوية.



2- **Multiple Y's** :

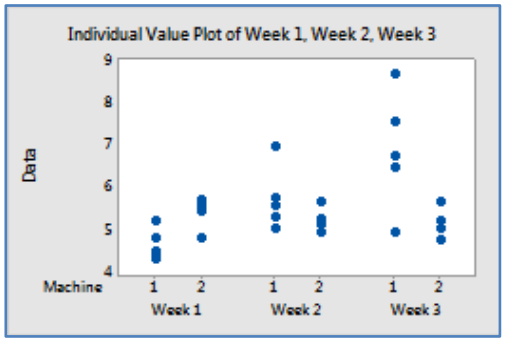
❖ البسيط Simple:

انشاء مخطط قيمة فردية يعرض القيم لمجموعات مختلفة. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت. كل عمود عبارة عن مجموعة .على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على أقطار الأنابيب المنتجة كل أسبوع لمدة ثلاثة أسابيع. يحتوي الأسبوع 1 والأسبوع 2 والأسبوع 3 على البيانات الرقمية. يوضح الرسم أقطار الأنابيب المفردة التي يتم إنتاجها كل أسبوع.



❖ مجموعات With Groups :

انشاء مخطط قيمة فردية يعرض قيم مجموعات متعددة المستويات. يتم عرض المجموعات متعددة المستويات كمجموعات متفاوتة من الرموز. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد على الأقل من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات بواسطة أعمدة منفصلة والقيم أو مجموعات مختلفة من القيم في المتغيرات الفئوية. على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على أقطار الأنابيب التي يتم إنتاجها كل أسبوع لمدة ثلاثة أسابيع ، على جهازين. يحتوي الأسبوع 1 والأسبوع 2 والأسبوع 3 على البيانات الرقمية. تمثل بيانات الآلة البيانات الفئوية. يوضح الرسم أقطار الأنابيب المفردة التي تنتجها كل آلة ، مجمعة حسب الأسبوع.

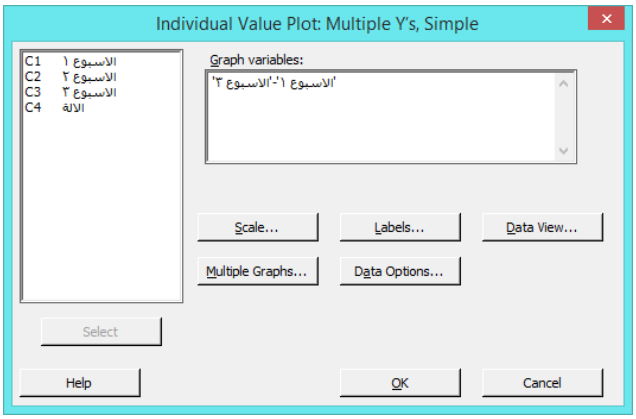


مثال :

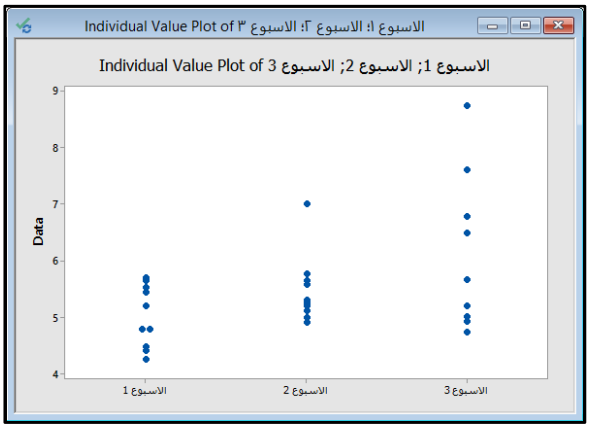
يهتم مهندس الجودة في الشركة التي تصنع الأنابيب البلاستيكية باتساق أقطار الأنابيب. يقيس المهندس 10 أنابيب في الأسبوع لمدة ثلاثة أسابيع من كل جهازين. كجزء من التحقيق الأولي ، يقوم المهندس بانشاء مخطط القيمة المفردة لمقارنة أقطار الأنابيب التي يتم قياسها كل أسبوع.

	الاسبوع ١	الاسبوع ٢	الاسبوع ٣	الالة	المشغل
1	5.19	5.57	8.73	1	A
2	5.53	5.11	5.01	2	B
3	4.78	5.76	7.59	1	A
4	5.44	5.65	4.73	2	B
5	4.47	4.99	4.93	1	A
6	4.78	5.25	5.19	2	A
7	4.26	7.00	6.77	1	B
8	5.70	5.20	5.66	2	B
9	4.40	5.30	6.48	1	A
10	5.64	4.91	5.20	2	B

**ملاحظة: انظر PipeDiameter.MTW



النتائج:



التحليل:

يبدو أن انتشار توزيع الأقطار يزيد كل أسبوع على التوالي.

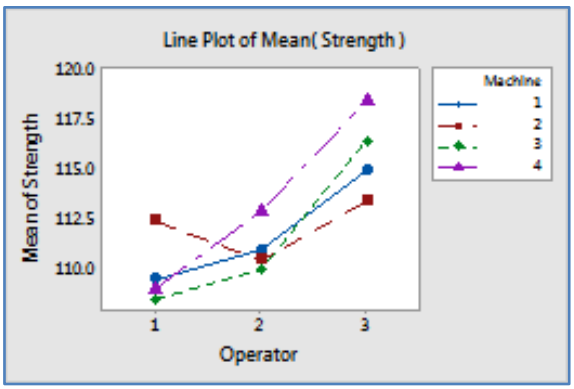
المخطط الخطي (Line Plot) :

- ✓ يستخدم لمقارنة أنماط استجابة دالة أو سلسلة.
- ✓ يمكن إنشاؤه برموز أو بدون رموز ، اعتمادًا على عدد المجموعات وطول السلسلة التي يتم مقارنتها.
- ✓ يمكن تكديس البيانات أو عدم تكديسها ، أو في جدول ثنائي الاتجاه.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي.
- ✓ انواعه:

1- **With Symbols :**

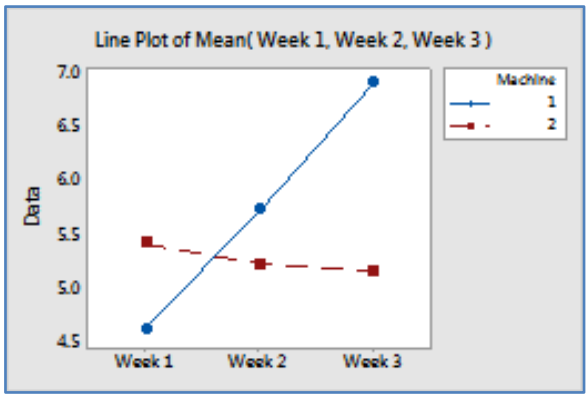
❖ One Y :

انشاء مخطط خطي يعرض عدة سلاسل من أنماط الاستجابة القصيرة. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمودين من البيانات الفئوية. يتم تعريف السلسلة بقيم في متغير فئوي. على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على قياسات قوة الألياف الاصطناعية Stringth المنتجة على أربعة آلات بواسطة ثلاثة مشغلين. يمثل متغير الصلابة البيانات العددية. يمثل متغيرا العامل والآلة البيانات الفئوية. يوضح الرسم سلسلة لكل آلة من صلابة الألياف التي ينتجها كل عامل.



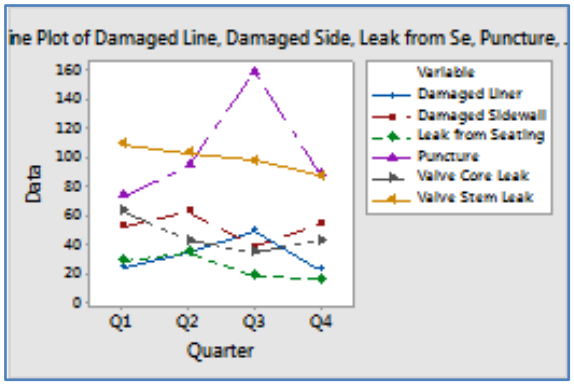
❖ Multiple Y's :

انشاء مخطط خطي يعرض عدة سلاسل من أنماط الاستجابة القصيرة. يجب أن تتضمن ورقة العمل عدة أعمدة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد من البيانات الفئوية. يتم تعريف السلسلة بواسطة أعمدة منفصلة أو بقيم في المتغير الفئوي. على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على أقطار الأنابيب التي يتم إنتاجها كل أسبوع لمدة ثلاثة أسابيع ، على آلتين. يحتوي الأسبوع 1 والأسبوع 2 والأسبوع 3 على البيانات العددين. يمثل متغير الآلة البيانات الفئوية. يوضح الرسم سلسلة لكل آلة من قطر الأنابيب المنتجة كل أسبوع.



❖ Series in Rows or Columns :

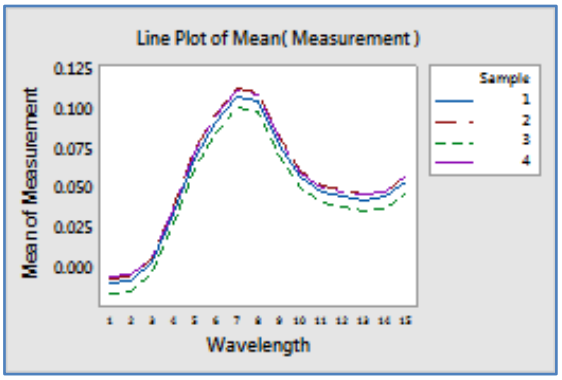
انشاء مخطط خطي يعرض عدة سلاسل من أنماط الاستجابة القصيرة. يجب أن تتضمن ورقة العمل عدة أعمدة للبيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت. يمكن أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد من البيانات الفئوية. توجد البيانات في جدول ثنائي الاتجاه حيث تحتوي كل خلية على قيمة ملخصة لتركيبة العمود / الصف. يتم تعريف السلسلة بواسطة أعمدة منفصلة أو بواسطة صفوف منفصلة .



2- **Without Symbols** :

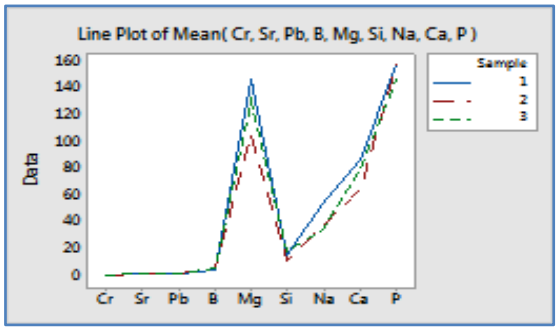
❖ One Y:

انشاء مخطط خطي يعرض سلسلة متعددة من أنماط الاستجابة الطويلة. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمودين من البيانات الفئوية. يتم تعريف السلسلة بقيم في متغير فئوي. على سبيل المثال ، تحتوي ورقة العمل على بيانات طيفية من الأشعة تحت الحمراء (Near –Infrared NIR) لأربع عينات من دقيق فول الصويا. يمثل القياس البيانات العددية. يمثل الطول الموجي والعينة البيانات الفئوية. يوضح الرسم سلسلة لكل عينة من القياسات لكل طول موجي.



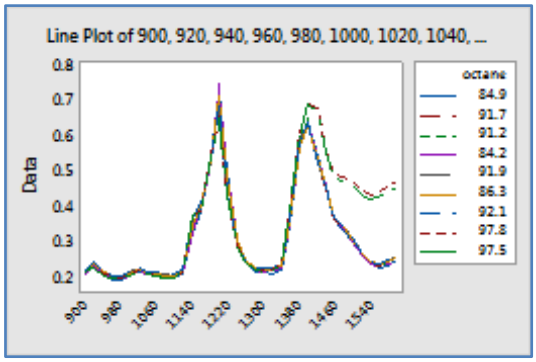
❖ Multiple Y's :

انشاء مخطط خطي يعرض سلسلة متعددة من أنماط الاستجابة الطويلة. يجب أن تحتوي ورقة العمل على أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد من البيانات الفئوية. يتم تعريف السلسلة بقيم في المتغير الفئوي. على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على تراكيز تسعة عناصر في ثلاث عينات من العصير. تحتوي Cr و Sr و Pb وما إلى ذلك التي تمثل البيانات العددية. يحتوي النموذج على البيانات الفئوية. يوضح الرسم سلسلة لكل عينة من تركيز كل عنصر.



❖ Series in Rows or Columns :

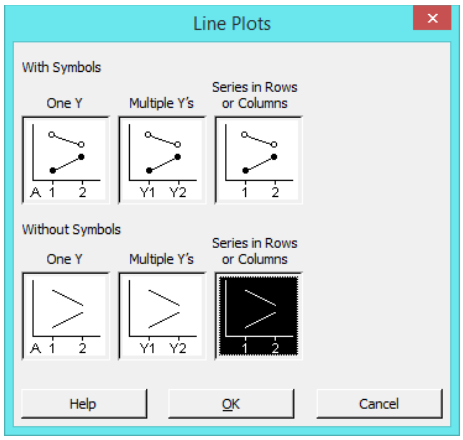
انشاء مخطط خطي يعرض سلسلة متعددة من أنماط الاستجابة الطويلة. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود واحد من البيانات الفئوية. توجد البيانات في جدول ثنائي الاتجاه حيث تحتوي كل خلية على قيمة ملخصة لتركيبة العمود / الصف. يتم تعريف السلسلة بواسطة أعمدة منفصلة أو بواسطة صفوف منفصلة. على سبيل المثال تحتوي ورقة العمل على اعمدة ملفات تعريف اللون لعينات من البنزين في أوكتانات مختلفة. 900 إلى 1600 والتي تمثل بدورها البيانات العددية. يمثل عمود الأوكتان البيانات الفئوية. يوضح الرسم الملف اللوني لكل أوكتان من البنزين.

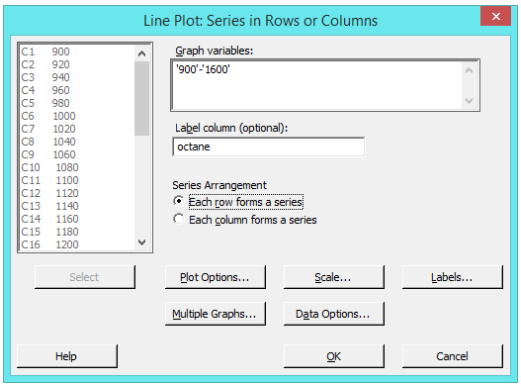


مثال:

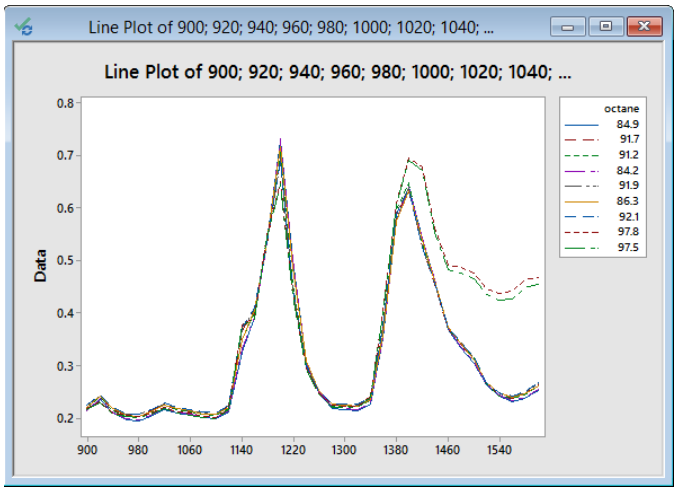
يرغب مهندس الجودة في مقارنة بروفيلات chromatogram لعينات مختلفة من بنزين أوكتان . يشير التشكيل الجانبي غير المنتظم إلى مشاكل جودة محتملة. يقوم المهندس باختبار عينات من تسع درجات أوكتان ويسجل قيم 36 مكونًا مختلفًا. يقوم المهندس بإنشاء مخطط خطي بدون رموز لمقارنة أنماط الاستجابة لعينات الأوكتان المختلفة.

**ملاحظة : انظر GasolineFormulations.MTW





النتائج:



التحليل :

تشير ملفات chromatogram التشابه في الشكل بين عينات أنواع وقود الأوكتان المختلفة.

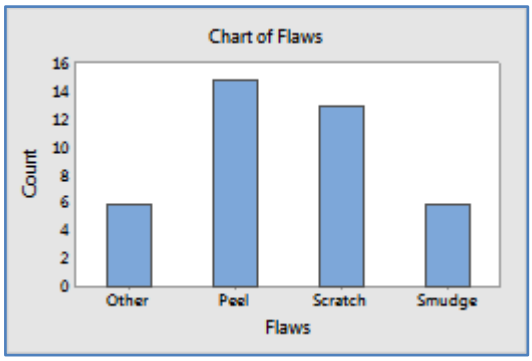
مخطط الاعمدة (Bar Chart) :

- ✓ يستخدم لمقارنة أعداد أو المتوسطات الحسابية أو ملخصات احصائية من خلال استخدام الاعمدة لتمثيل المجموعات أو الفئات.
- ✓ يُظهر ارتفاع العمود إما عدد أو الدالة المتغيرة (المتوسط ، المجموع ، الانحراف المعياري ، وما إلى ذلك) ، أو قيم ملخصة لمجموعة.
- ✓ يجب جمع ملخصات البيانات أو البيانات الخام.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي.
- ✓ انواعه:

1- عد بيانات مختلفة Counts of unique values :

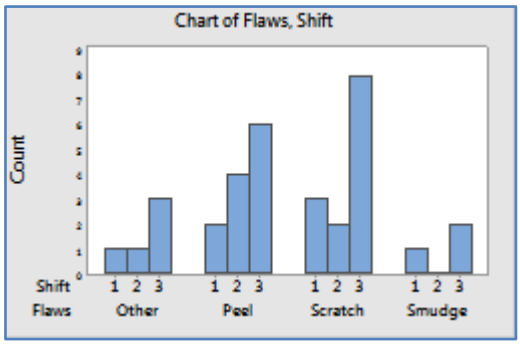
❖ البسيط Simple:

انشاء مخطط اعمدة يعرض عدد القيم المختلفة لمتغير واحد. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات الفئوية.



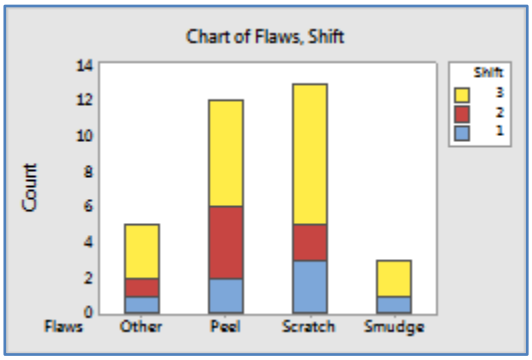
❖ قطاعات Cluster:

انشاء مخطط اعمدة يعرض عدد القيم المختلفة للمجموعات متعددة المستويات. يتم عرض المجموعات متعددة المستويات كاعمدة مجمعة. يجب أن تتضمن ورقة العمل عمودين على الأقل من البيانات الفئوية. يجب أن تحتوي الأعمدة على نفس عدد الصفوف. يتم تعريف المجموعات من خلال مجموعات مختلفة من القيم في المتغيرات الفئوية.



❖ التكديس Stack:

انشاء مخطط اعمدة يعرض عدد القيم المختلفة للمجموعات متعددة المستويات. يتم عرض المجموعات متعددة المستويات كاعمدة مكدسة. يجب أن تتضمن ورقة العمل عمودين على الأقل من البيانات الفئوية. يجب أن تحتوي الأعمدة على نفس عدد الصفوف. يتم تعريف المجموعات من خلال مجموعات مختلفة من القيم في المتغيرات الفئوية.

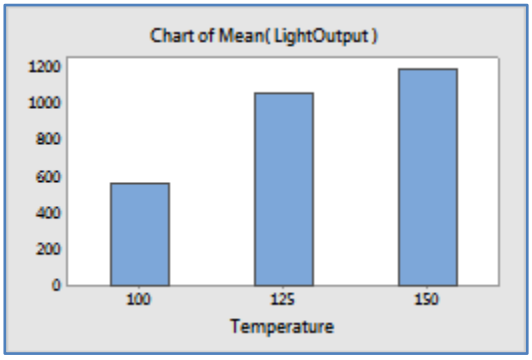


2- دوال A function of a variable :

❖ **One Y:**

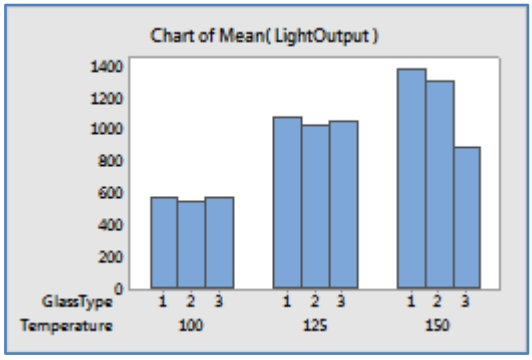
➢ البسيط Simple:

انشاء مخطط اعمدة يعرض المتوسط الحسابي أو اي دالة اخرى لمتغير ، مقسمًا إلى مجموعات. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمود مجاور من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات من خلال القيم المختلفة في المتغير الفئوي.



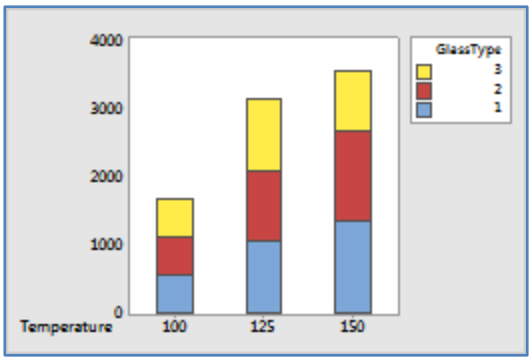
➢ قطاعات Cluster:

انشاء مخطط اعمدة يعرض المتوسط الحسابي أو اي دالة أخرى لمتغير مقسم إلى مجموعات متعددة المستويات. يتم عرض المجموعات متعددة المستويات كاعمدة مجمعة. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمودين على الأقل من البيانات الفئوية.



➢ التكديس Stack:

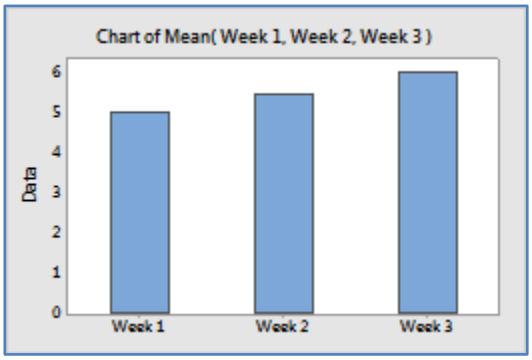
انشاء مخطط اعمدة يعرض المتوسط الحسابي أو اي دالة أخرى لمتغير مقسم إلى مجموعات متعددة المستويات. يتم عرض المجموعات متعددة المستويات كاعمدة مكدسة. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمودين على الأقل من البيانات الفئوية.



❖ **Multiple Y's :**

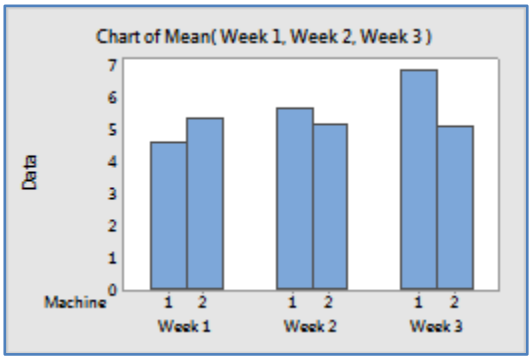
➢ البسيط Simple:

انشاء مخطط عمودي يعرض المتوسط الحسابي أو اي دالة أخرى للعديد من المتغيرات. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت.



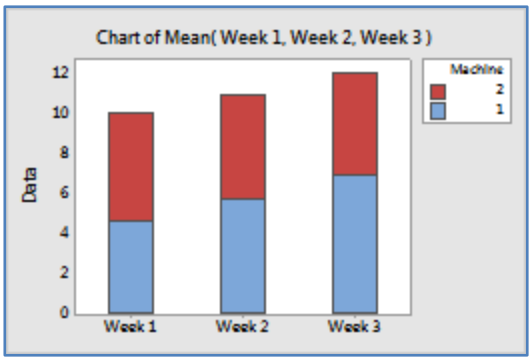
➢ قطاعات Cluster:

انشاء مخطط اعمدة يعرض المتوسط الحسابيأو اي دالة أخرى للعديد من المتغيرات المستمرة ، مقسمة إلى مجموعات. يتم عرض المجموعات كاعمدة مجمعة. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمودًا واحدًا على الأقل من البيانات الفئوية.



➢ التكديس Stack:

انشاء مخطط عمودي يعرض المتوسط الحسابي أو اي دالة أخرى للعديد من المتغيرات المتصلة ، مقسمة إلى مجموعات. يتم عرض المجموعات كاعمدة مكدسة. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت وعمودًا واحدًا على الأقل من البيانات الفئوية.

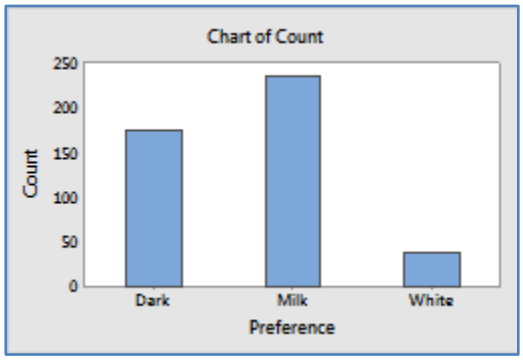


3- بيانات مجدولة Values from a table:

❖ **One column of values:**

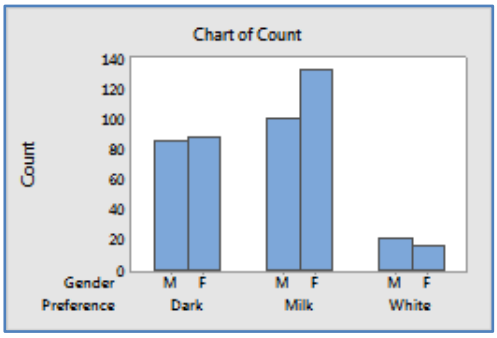
➢ البسيط Simple:

انشاء مخطط اعمدة يعرض ملخص بيانات للمجموعات. يتم تعريف المجموعات بقيم متغير فئوي. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من ملخص البيانات وعمود مناظر من البيانات الفئوية.



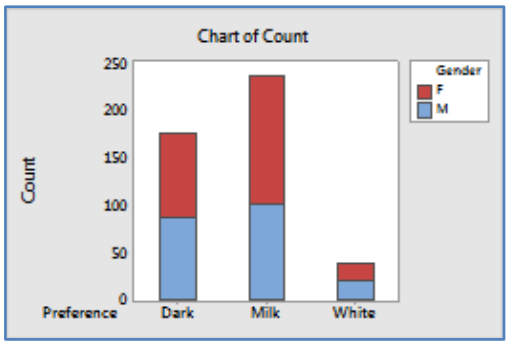
➢ قطاعات Cluster:

انشاء مخطط اعمدة يعرض ملخص بيانات لمجموعات متعددة المستويات. يتم عرض المجموعات متعددة المستويات كاعمدة مجمعة. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من ملخص بيانات وعمودين على الأقل من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات من خلال مجموعات مختلفة من القيم في المتغيرات الفئوية.



➢ التكديس Stack:

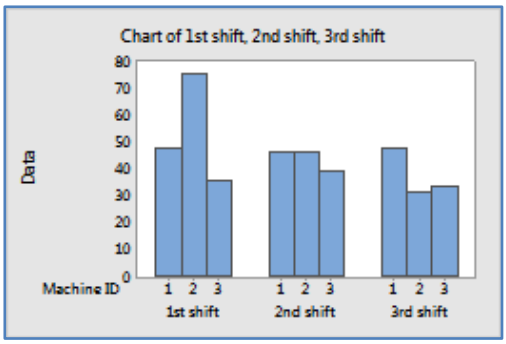
انشاء مخطط اعمدة يعرض ملخص بيانات لمجموعات متعددة المستويات. يتم عرض المجموعات متعددة المستويات كاعمدة مكدسة. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من ملخص بيانات وعمودين على الأقل من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات من خلال مجموعات مختلفة من القيم في المتغيرات الفئوية.



❖ **Two-way table :**

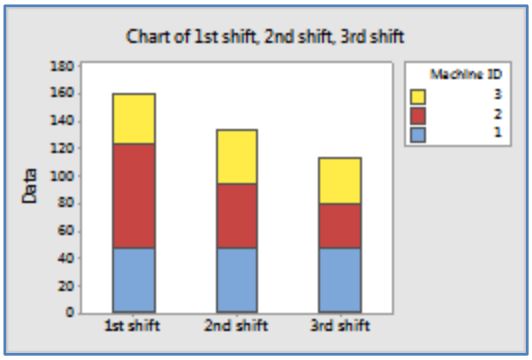
➢ قطاعات Cluster:

انشاء مخطط اعمدة يعرض ملخص بيانات لمجموعات متعددة المستويات. يتم عرض المجموعات متعددة المستويات كاعمدة . يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من ملخص بيانات وعمودين على الأقل من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات من خلال مجموعات مختلفة من القيم في المتغيرات الفئوية.



➢ التكديس Stack:

انشاء مخطط اعمدة يعرض ملخص قيم المجموعات متعددة المستويات. يتم عرض المجموعات متعددة المستويات كاعمدة مكدسة. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة من ملخص بيانات وعمود واحد من البيانات الفئوية لتسميات الصفوف. يتم تعريف المجموعات من خلال كل مجموعة عمود / صف.

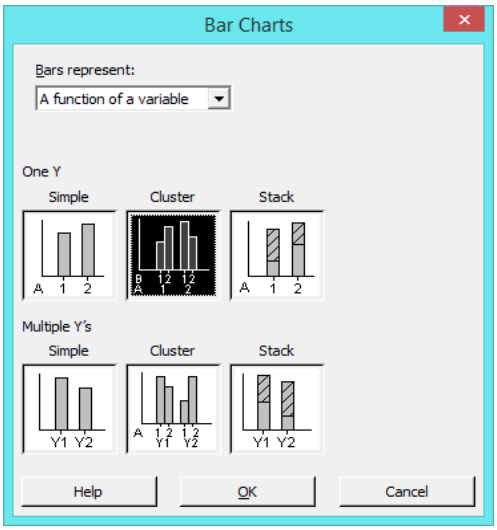


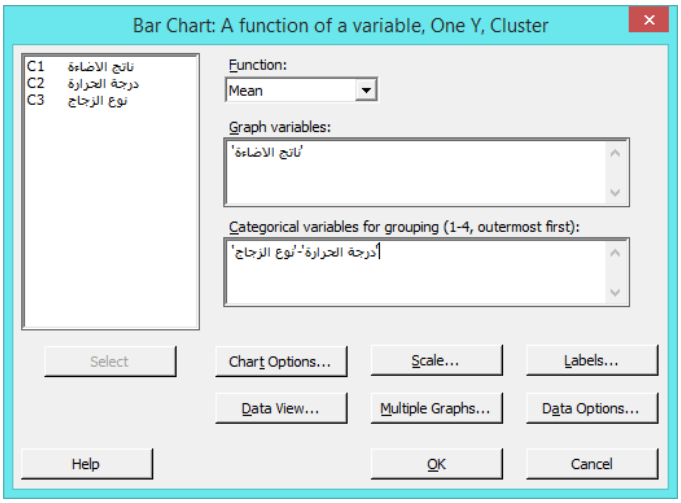
مثال:

يدرس مهندس تصميم الإلكترونيات تأثير درجة حرارة التشغيل وثلاثة أنواع من الزجاج ذي اللوح الأمامي على مخرج الضوء من أنبوب الذبذبات. كجزء من الدراسة ، يقوم المهندس بإنشاء مخطط اعمدة لمقارنة ناتج الضوء لمجموعات مختلفة من درجة الحرارة ونوع الزجاج.

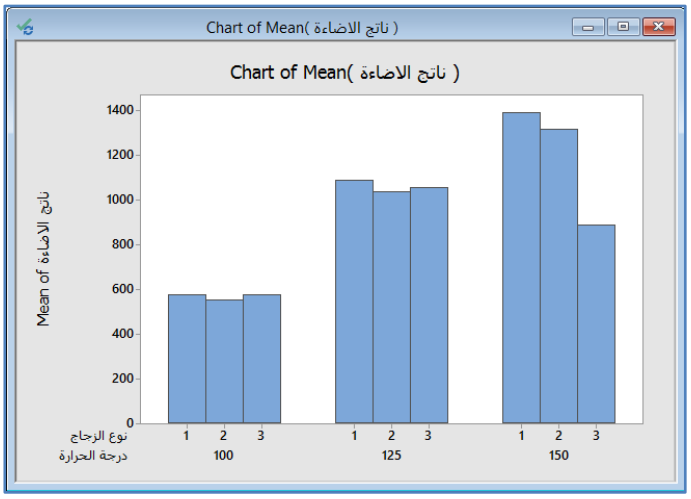
	ناتج الاضاءة	درجة الحرارة	نوع الزجاج
1	580	100	1
2	1090	125	1
3	1392	150	1
4	568	100	1
5	1087	125	1
6	1380	150	1
7	570	100	1
8	1085	125	1

**ملاحظة : عدد السجلات (27) . انظر LightOutput.MTW





الناتج :



التحليل:

درجة الحرارة التي تنتج أعلى ناتج ضوئي غالبًا هي 150 درجة. على الرغم من أن الفرق في ناتج الضوء بين أنواع الزجاج صغير ، إلا أن نوع الزجاج الذي ينتج أعلى ناتج ضوء في أغلب الأحيان هو نوع الزجاج 1. وعمومًا ، يحدث أعلى ناتج ضوء مع نوع الزجاج 1 عند 150 درجة.

مخطط قطاعات دائرية (Pie Chart) :

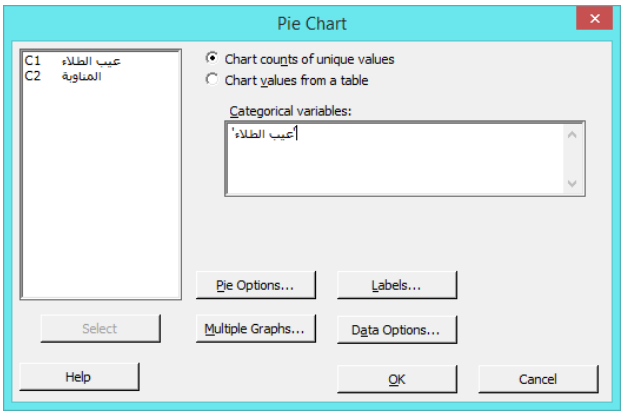
- ✓ لانشاء مخطط دائري ، يجب ان يكون هناك مجموعة من القيم تصف البيانات بشكل جيد.
- ✓ لتمثيل ملخص البيانات أو البيانات الخام.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي.

مثال :

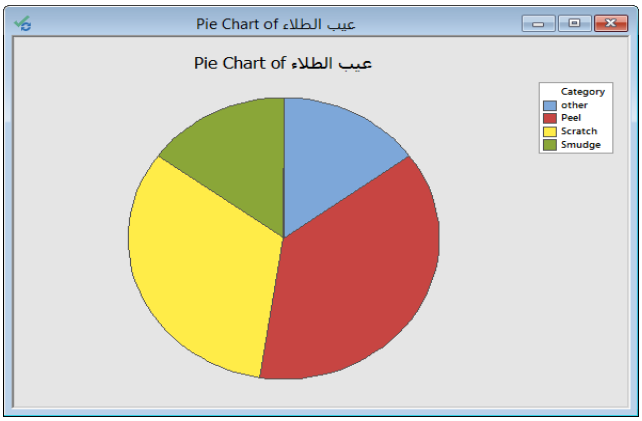
يريد مهندس الجودة لشركة توريد سيارات تقليل عدد ألواح أبواب السيارة المرفوضة بسبب عيوب الطلاء. كجزء من الدراسة ، يقوم المهندس بإنشاء مخطط قطاعات دائرية لمقارنة أعداد العيوب في كل فئة.

	عيب الطلاء	المناوبة
1	Scratch	Day
2	Scratch	Day
3	Peel	Day
4	Peel	Day
5	Smudge	Day
6	Scratch	Day
7	Other	Day
8	Other	Evening

** ملاحظة : عدد السجلات (40) . انظر PaintFlaws.MTW



النتائج:



التحليل :

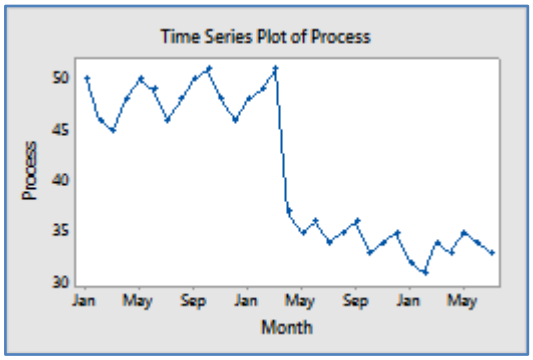
يُظهر المخطط أن الخدوش (Scratch) هو أكثر عيوب الطلاء شيوعًا وأن اللطخات (Smudge and Other) هي العيوب الأقل شيوعًا.

مخطط السلاسل الزمنية (Time Series Plot) :

- ✓ يستخدم للبحث عن الأنماط في البيانات المرتبطة بالزمن ، مثل المؤشرات أو الأنماط الموسمية.
- ✓ يساعد في اختيار تحليل سلسلة زمنية لنمذجة البيانات.
- ✓ يجب ان يتم تسجيل البيانات بترتيب زمني.
- ✓ جمع البيانات على فترات زمنية منتظمة .
- ✓ جمع البيانات في فترات زمنية مناسبة .
- ✓ جمع بيانات كافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط.
- ✓ أنواعه:

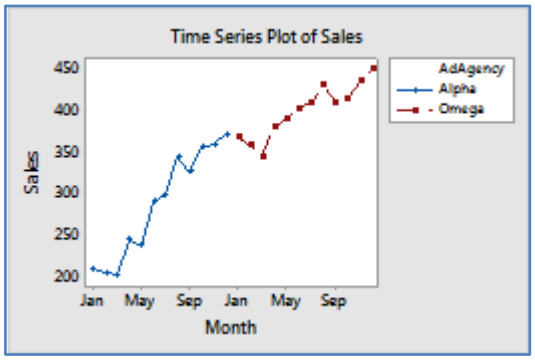
1- البسيط Simple:

انشاء مخطط سلسلة زمنية يعرض القيم مرتبة بالوقت لمتغير واحد. يجب أن تحتوي ورقة العمل على عمود واحد على الأقل من سلسلة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت.



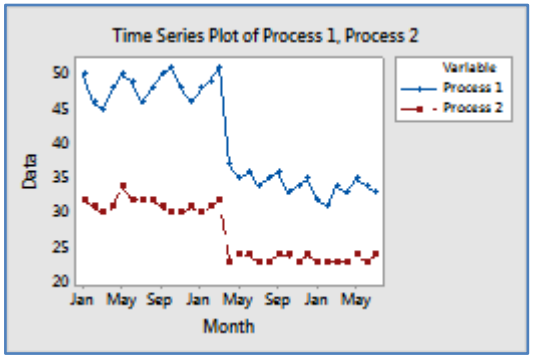
2- مجموعات With Groups:

انشاء مخطط سلسلة زمنية يعرض القيم المرتبة بالوقت للمجموعات المتتالية. هذا الخيار مفيد لتمثيل بيانات السلاسل الزمنية في مراحل منفصلة من الوقت. يجب أن تتضمن ورقة العمل عمودًا واحدًا على الأقل من سلسلة البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت ، وعمودًا واحدًا على الأقل من البيانات الفئوية. يتم تعريف المجموعات من خلال القيم في العمود الفئوي.



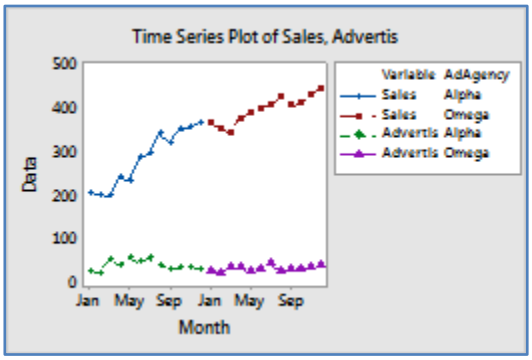
3- متعدد Multiple:

انشاء مخطط يعرض القيم المرتبة بالوقت لسلسلة متعددة. يجب أن تتضمن ورقة العمل أعمدة متعددة لسلسلة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت.



4- مجموعات ومتغيرات متعددة Multiple with Groups :

انشاء مخطط يعرض القيم المرتبة بالوقت لسلسلة متعددة مع مجموعات متتالية. يجب أن تحتوي ورقة العمل على أعمدة متعددة لسلسلة من البيانات العددية أو بيانات التاريخ / الوقت ، وعمود واحد مناظر على الأقل من البيانات الفئوية.

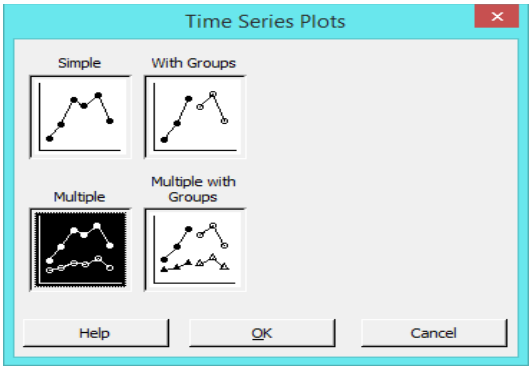


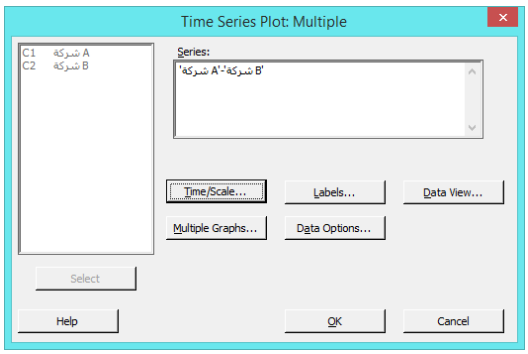
مثال:

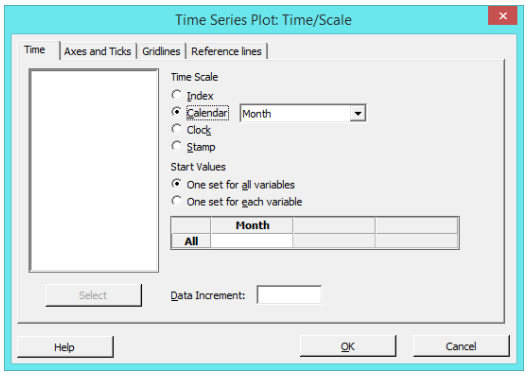
يقارن سمسار الأسهم الأداء الشهري لسهمين خلال العامين الماضيين. يقوم وسيط الأوراق المالية بإنشاء مخطط تسلسل زمني لتصور أداء السهمين.

	شركة A	شركة B
1	36.25	30.00
2	37.25	31.13
3	37.75	29.63
4	38.25	29.75
5	39.88	34.25
6	40.88	32.13
7	39.13	30.88
8	40.00	39.13

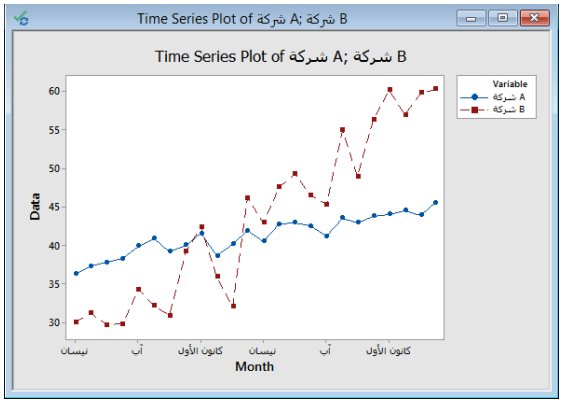
**ملاحظة : عدد السجلات (24) . انظر StockPrice.MTW







النتائج:



التحليل :

يُظهر الخط الثابت للشركة A زيادة بطيئة على مدار عامين. كما يظهر الخط المتقطع للشركة B زيادة عامة للسنتين ، لكنه يتقلب أكثر من الشركة A. تبدأ الشركة B أقل من الشركة A ، لكن الشركة B تفوق الشركة A بحلول نيسان.

مخطط المساحات (Area graph) :

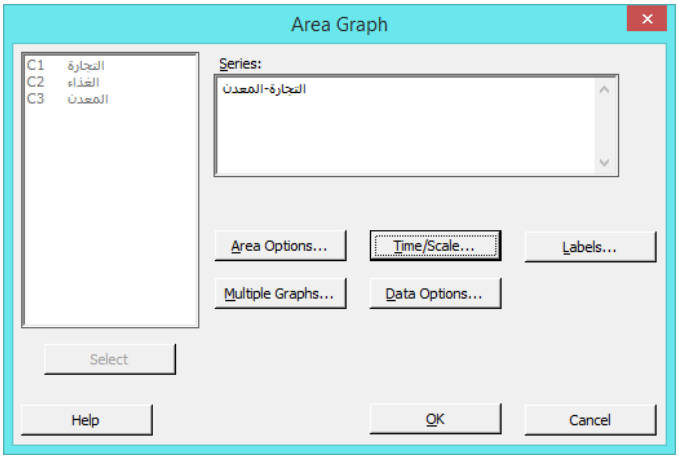
- ✓ يستخدم لرسم المجموع التراكمي للمجموعات بترتيب زمني وتقييم كيفية مساهمة كل مجموعة في الكل. تعرض ايضا سلاسل زمنية متعددة مكدسة على المحور y مقابل فترات زمنية متساوية المسافات على المحور x. كل سطر في الرسم البياني هو المجموع التراكمي ، بحيث يمكن رؤية مساهمة كل سلسلة في المجموع وكيف يتغير تكوين المجموع بمرور الوقت.
- ✓ يجب تسجيل البيانات بترتيب زمني.
- ✓ جمع البيانات على فترات زمنية منتظمة .
- ✓ جمع البيانات في فترات زمنية مناسبة .
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي .
- ✓ جمع بيانات كافية لتقييم الاتجاهات أو الأنماط.

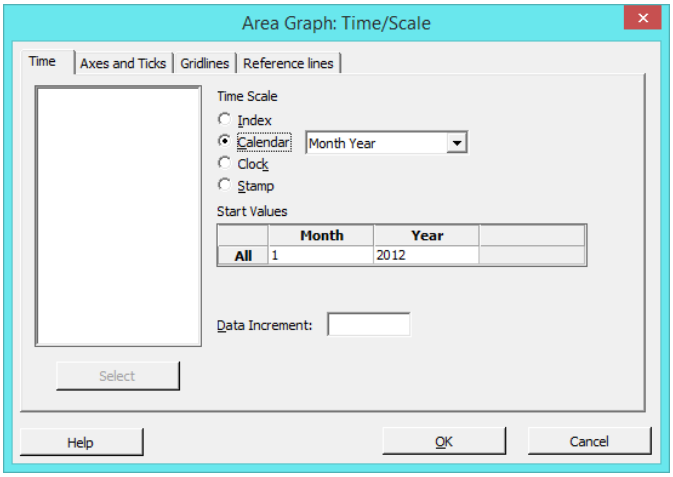
مثال:

محلل احصائي يدرس اتجاهات العمالة في ثلاث صناعات عبر خمس سنوات (60 شهرًا). يقوم المحلل بإنشاء رسم المساحات Area graph لتقييم اتجاهات التوظيف الإجمالية وكذلك الاتجاهات الفردية للصناعات الثلاث.

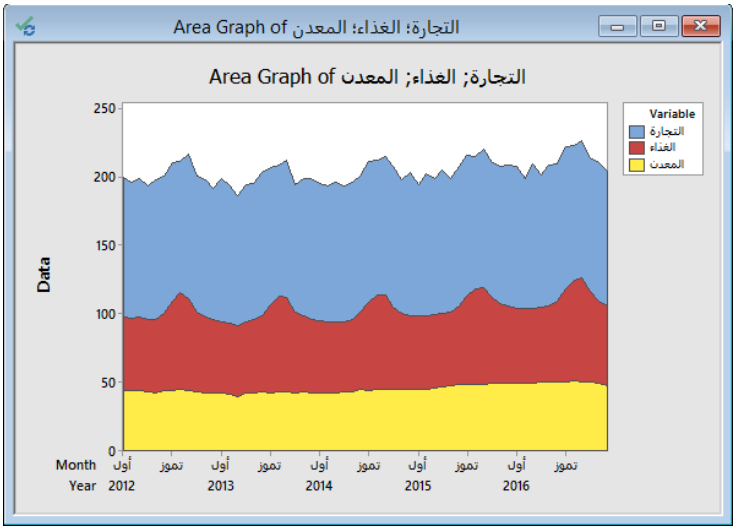
	التجارة	الغذاء	المعدن
1	102	53.5	44.2
2	99	53.0	44.3
3	101	53.2	44.4
4	97	52.5	43.4
5	102	53.4	42.8
6	100	56.5	44.3
7	101	65.3	44.4
8	96	70.7	44.8

**ملاحظة : عدد السجلات (60) . انظر EmploymentTrends.MTW





النتائج:



التحليل :

كان التوظيف في صناعة المعادن (الحد الأدنى) ثابتًا إلى حد ما. يوضح التوظيف في صناعة الأغذية (يتم تحديده بالمعدن كخط مركزي) نمطًا دوريًا ، يبلغ ذروته في تموز تقريبًا. بشكل عام ، لم يتغير التوظيف المشترك في صناعات الأغذية والمعدن بشكل ملحوظ على مدى السنوات الخمس. أظهر التوظيف المشترك لجميع الصناعات (الخط العلوي) أيضًا نمطًا دوريًا ، مع قمم في شهري تموز و اول. إجمالاً ازدادت العمالة المشتركة لجميع الصناعات معًا على مدار السنوات الخمس ، مما يعكس زيادة في العمالة التجارية.

مخطط كونتور (Contour plot) :

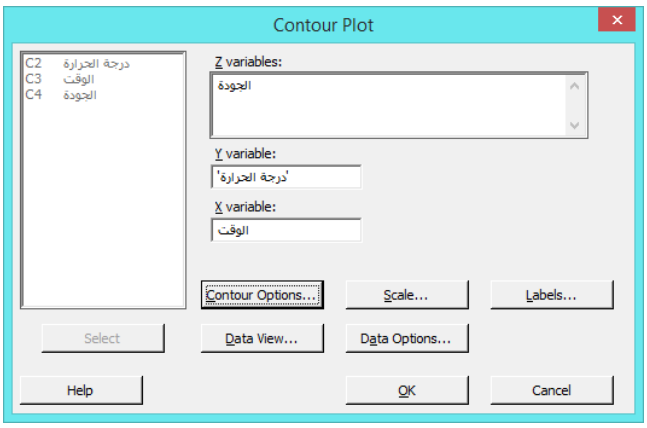
- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين متغير الاستجابة/ التابع ومتغيري تنبؤ.
- ✓ يتم تمثيل قيم متغيري التنبؤ على محوري X و Y ، ويتم تمثيل قيم متغير الاستجابة من خلال مناطق مظللة تسمى contour.
- ✓ يشبه الخريطة الطبوغرافية حيث يتم رسم قيم x و y و z بدلاً من خط الطول وخط العرض والارتفاع.
- ✓ إن أمكن يجب تباعد قيم x و y بانتظام لتشكيل شبكة .
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي .

مثال:

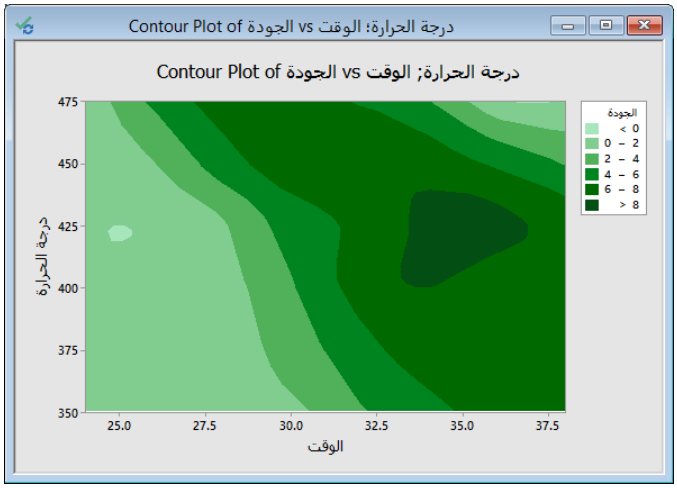
يريد عالم الأطعمة تحديد الوقت المثالي ودرجة الحرارة لتسخين طعام مجمد. يقوم العالم بإعداد 14 عينة في أوقات ودرجات حرارة مختلفة ، ثم يقوم بعد ذلك بتقييم متذوقي الطعام المحترفين لكل عينة من أجل الجودة. يرسم العالم مخطط countour لفحص النتائج.

	المشغل	درجة الحرارة	الوقت	الجودة
1	A	350	24	0.1
2	B	350	26	0.2
3	A	350	28	1.1
4	B	350	30	1.5
5	A	350	32	3.8
6	A	350	34	5.4
7	B	350	36	6.9
8	A	350	38	6.6

**ملاحظة: عدد السجلات (48). انظر FrozenDinnerPrep.MTW



النتائج:



التحليل:

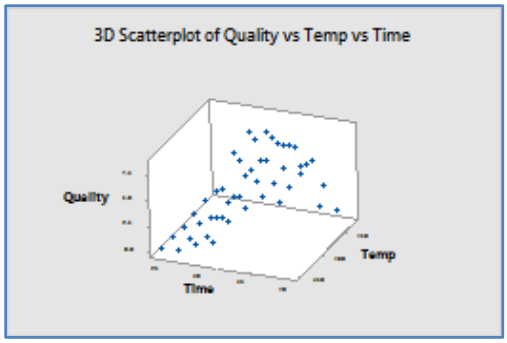
في الرسم تشير المناطق الأكثر قتامة إلى قيم z ألاعلى قيمة. يبدو أن قيم z الأعلى هذه تشكل سلسلة تمتد من أعلى يسار الرسم البياني إلى منتصف اليمين. تمثل الوديان في الجزء السفلي والجزء العلوي الأيمن تركيبات الوقت – درجة حرارة التي ينتج عنها طعام مطبوخ أو غير مطبوخ على التوالي.

مخطط انتشار ثلاثي الابعاد (3D Scatter Plot) :

- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين متغير الاستجابة (Z) ومتغيري تنبؤ (X و Y) ، من خلال عرض البيانات على ثلاثة محاور.
- ✓ يجب أن يكون حجم العينة متوسط إلى كبير.
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي.
- ✓ انواعه:

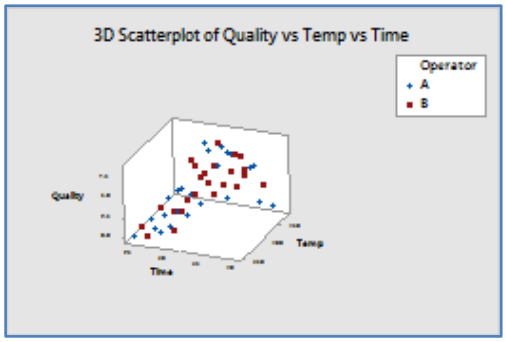
1- البسيط Simple:

انشاء مخطط ثلاثي يعرض متغيرات التنبؤ على المحور x والمحور y ومتغير الاستجابة على المحور z.



2- مجموعات With Groups:

انشاء مخطط ثلاثي يعرض متغيرات التنبؤ على المحور x والمحور y ومتغير الاستجابة على المحور z ، مقسمًا إلى مجموعات. يتم تمثيل المجموعات بألوان ورموز مختلفة.

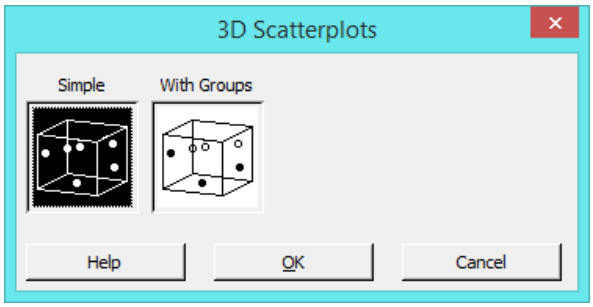


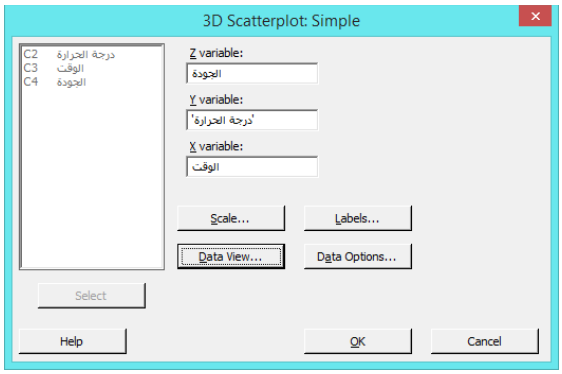
مثال :

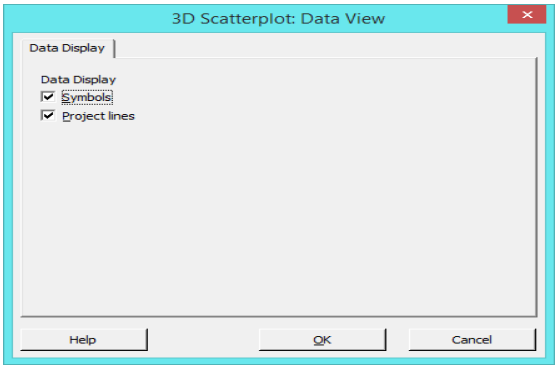
يريد عالم الأطعمة تحديد الوقت المثالي ودرجة الحرارة لتسخين طعام مجمد. يقوم العالم بإعداد 14 عينة في أوقات ودرجات حرارة مختلفة ، ثم يقوم بعد ذلك بتقييم متذوقي الطعام المحترفين لكل عينة من أجل الجودة الشاملة. يرسم العالم مخطط 3 D Scatter plot لفحص النتائج.

	المشغل	درجة الحرارة	الوقت	الجودة
1	A	350	24	0.1
2	B	350	26	0.2
3	A	350	28	1.1
4	B	350	30	1.5
5	A	350	32	3.8
6	A	350	34	5.4
7	B	350	36	6.9
8	A	350	38	6.6

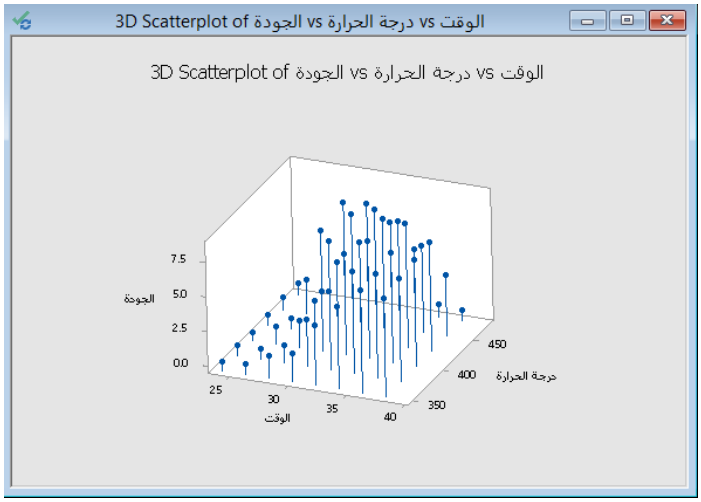
**ملاحظة: عدد السجلات (48). انظر FrozenDinnerPrep.MTW


3D Scatterplots
Simple
With Groups
Help
OK
Cancel


3D Scatterplot: Simple
C2 درجة الحرارة
C3 الوقت
C4 الجودة
Z variable:
الجودة
Y variable:
'درجة الحرارة'
X variable:
الوقت
Scale...
Labels...
Data View...
Data Options...
Select
Help
OK
Cancel


3D Scatterplot: Data View
Data Display
Data Display
Symbols
Project lines
Help
OK
Cancel

النتائج:


3D Scatterplot of الجودة vs درجة الحرارة vs الوقت
3D Scatterplot of الجودة vs درجة الحرارة vs الوقت
الجودة
7.5
5.0
2.5
0.0
25
30
35
40
الوقت
350
400
450
درجة الحرارة

التحليل :

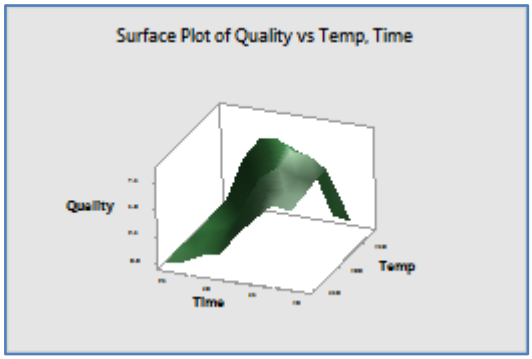
يؤدي تسخين الطعام على فترات زمنية أقصر إلى الحصول على منتج غير مطهو جيدًا ونتائج منخفضة الجودة. ومع ذلك ، فإن التسخين على أطول فترات مقترنة بأعلى درجات الحرارة يؤدي أيضًا إلى درجات منخفضة لأن الطعام يصبح مفرطًا في الطهي. يبدو أن الإعدادات المثلى تتراوح بين 400 درجة و 450 درجة وبين 30 إلى 36 دقيقة تقريبًا .

مخطط سطح ثلاثي الابعاد (3D surface plot) :

- ✓ يستخدم لفحص العلاقة بين متغير الاستجابة (Z) ومتغيري تنبؤ (X و Y).
- ✓ يمكن اختيار تمثيل الاستجابة المتوقعة كسطح أملس أو إطار سلكي.
- ✓ إذا أمكن يجب تباعد قيم x و y بانتظام لتشكيل شبكة .
- ✓ يجب اختيار البيانات بشكل عشوائي .
- ✓ انواعه:

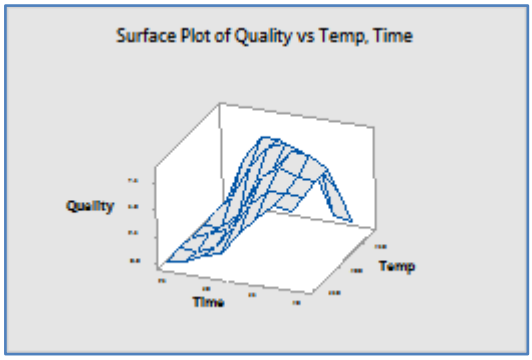
1- سطح Surface :

انشاء مخطط يعرض متغيرات المتنبأ على المحور x والمحور y وسطحًا أملسًا ثلاثي الأبعاد لمتغير الاستجابة.



2- اطار سلكيWireframe :

انشاء مخطط يعرض متغيرات التنبؤ على المحور x والمحور y و سطح إطار سلكي ثلاثي الأبعاد لمتغير الاستجابة.

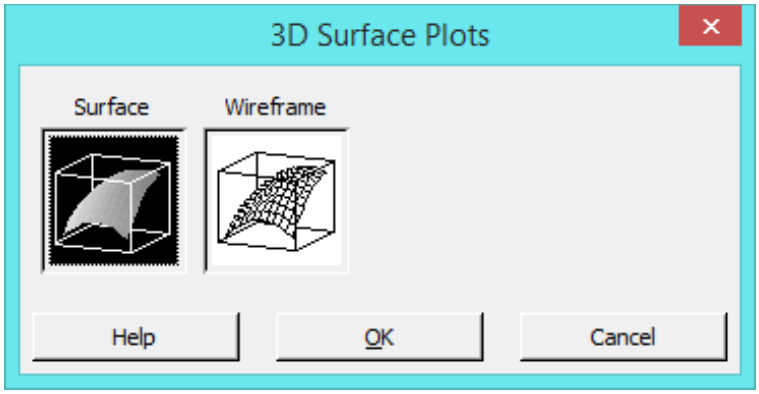


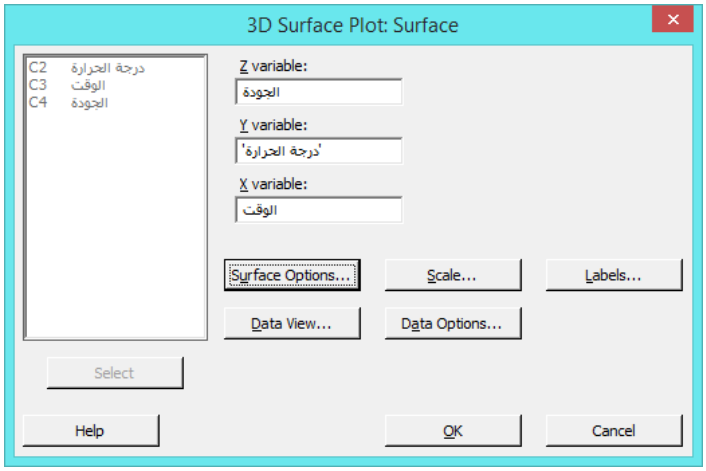
مثال:

يريد عالم الأطعمة تحديد الوقت المثالي ودرجة الحرارة لتسخين طعام مجمد. يقوم العالم بإعداد 14 عينة في أوقات ودرجات حرارة مختلفة ، ثم يقوم بعد ذلك بتقييم متذوقي الطعام المحترفين لكل عينة من أجل الجودة الشاملة. يرسم العالم مخطط 3 D Surface plot لفحص النتائج.

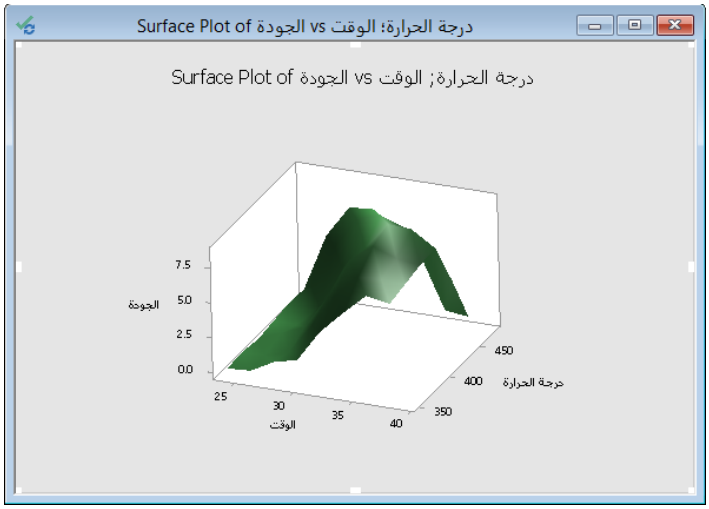
	المشغل	درجة الحرارة	الوقت	الجودة
1	A	350	24	0.1
2	B	350	26	0.2
3	A	350	28	1.1
4	B	350	30	1.5
5	A	350	32	3.8
6	A	350	34	5.4
7	B	350	36	6.9
8	A	350	38	6.6

**ملاحظة: عدد السجلات (48). انظر FrozenDinnerPrep.MTW





النتائج:

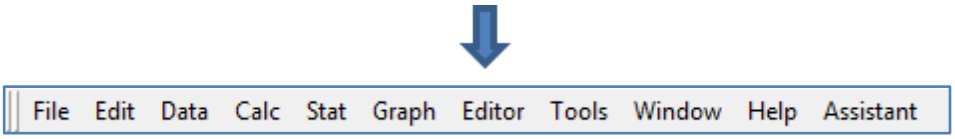


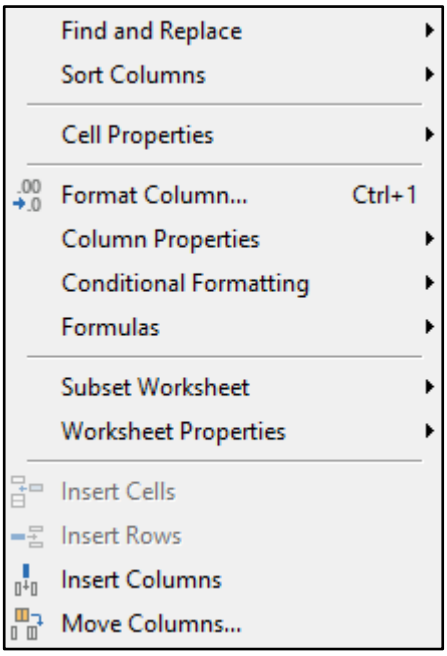
التحليل :

يؤدي التسخين على فترات زمنية أقصر إلى الحصول على منتج غير مطهو جيدًا ودرجات جودة منخفضة. ومع ذلك ، فإن التسخين على أطول فترات مقترنة بأعلى درجات الحرارة يؤدي أيضًا إلى درجات منخفضة لأن الطعام يصبح مفرطًا في الطهي. تتوافق القمة على المخطط مع أعلى درجات الجودة ، وتحدث في الوقت التقريبي = 35 و درجة الحرارة = 400.

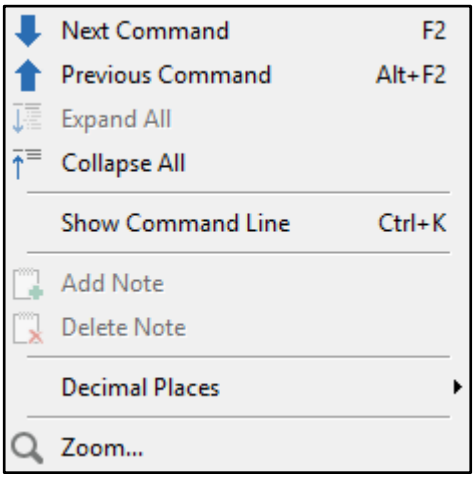
المحرر Editor :

**في حال كانت ورقة العمل فعالة ، تظهر القائمة التالية:



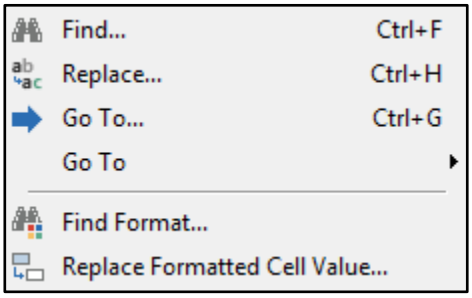


** في حال كانت شاشة الجلسة فعالة ، تظهر القائمة التالية:



** قوائم المحرر في حال كانت ورقة العمل فعالة

البحث والاستبدال (Find and Replace) :

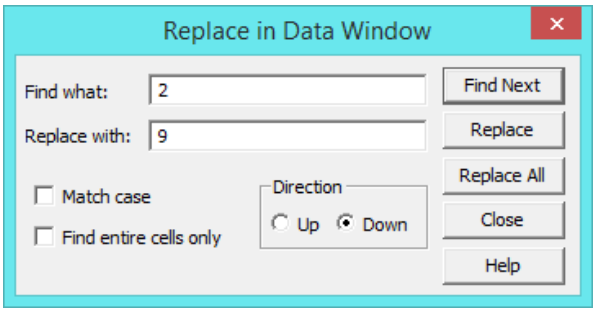


البحث والاستبدال Find and Replace :

✓ تمكن من البحث عن القيم واستبدالها في ورقة العمل. يمكن البحث عن قيم عددية أو نصية أو قيم التاريخ / الوقت أو البحث عن أي مجموعة من السلاسل الرقمية أو النصية.

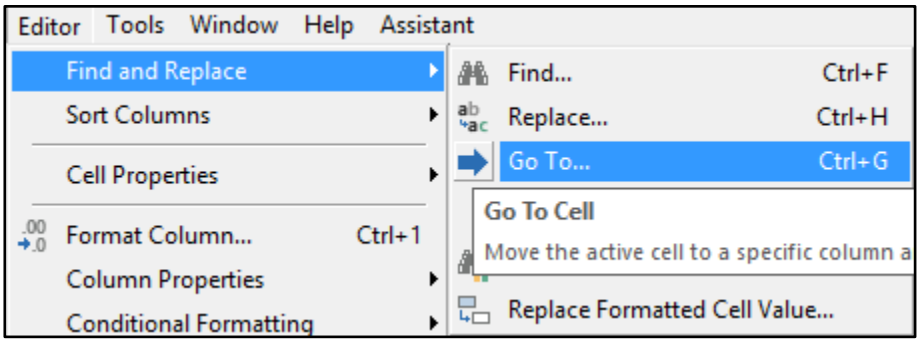
مثال :

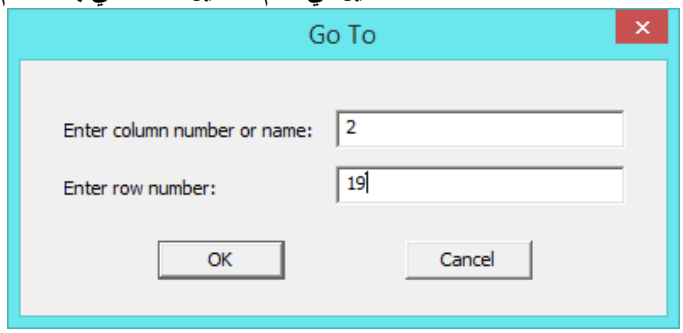
البحث عن الرقم (2) في ورقة العمل الفعالة واستبداله بالرقم (9) .



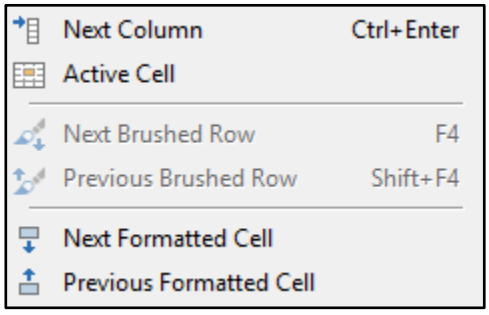
الانتقال الى Go To

- يمكن الانتقال الى صف وعمود مخصص .

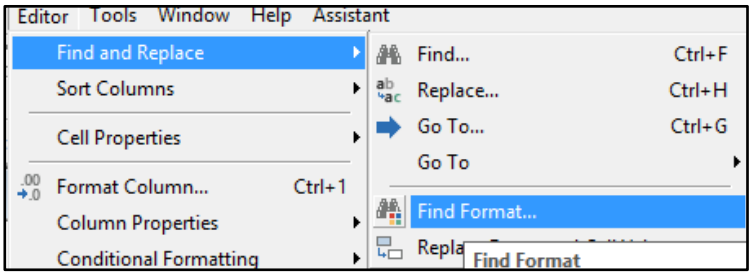


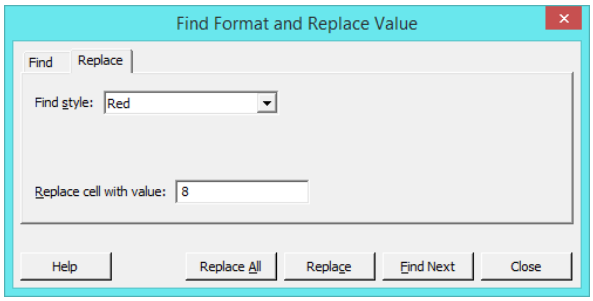


- الانتقال الى الخلايا التي تم تهيئتها وفق شروط (تغيير لون الخلفية بسبب تحقق شرط ما).



ايجاد خلية تم تهيئتها واستبدال بتهيئة اخرى (Find Format and Replace Value).



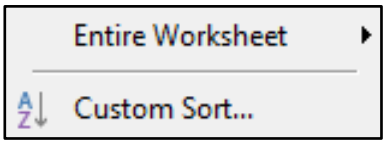


استبدال قيم في خلايا تمت تهيئتها (Replace Formatted Cell Value).

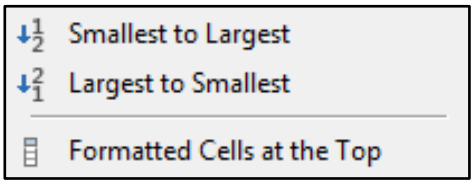
انظر Find Format and Replace Value .

ترتيب الاعمدة Sort Columns:

التحكم بعملية ترتيب البيانات داخل الاعمدة.



ترتيب ما بداخل ورقة العمل Entire Worksheet :



من القيمة الصغيرة الى الكبيرة (Smallest to Largest) :

يقوم بترتيب ورقة العمل من القيمة الصغيرة الى الكبيرة بناء على العمود الفعال في لحظة الترتيب.

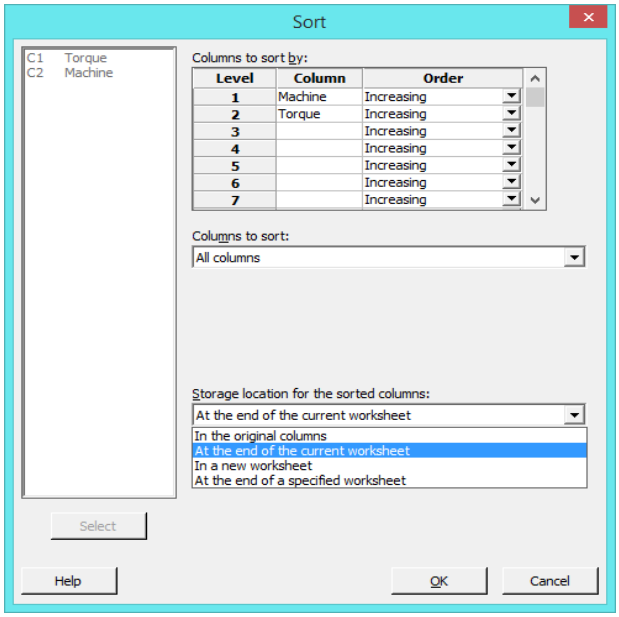
من القيمة الكبيرة الى الصغيلة (Largest to Smallest) :

يقوم بترتيب ورقة العمل من القيمة الكبيرة الى الصغيرة بناء على العمود الفعال في لحظة الترتيب.

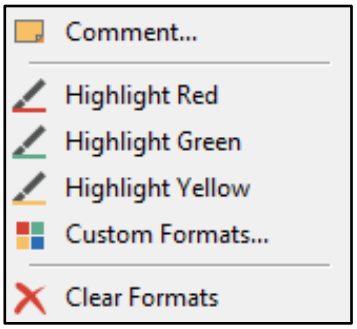
اذا كان هناك عمود يحتوي على خلايا تم تهيئتها مسبقا بناء على شرط ، فيقوم الامر **Formatted Cells at the Top** بترتيب ورقة العمل وذلك بجعل تلك الخلايا في البداية.

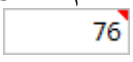
ترتيب مخصص Custom Sort :

يقوم بنسخ الاعمدة في ورقة العمل الفعالة الى (ورقة عمل جديدة ، اعمدة في نهاية ورقة العمل الفعالة ، ...)بعد ترتيبها وفق الشروط



خصائص الخلايا (Cell Properties) :



تعليق (تدوين ملاحظة) Comment : تدوين ملاحظة خاصة بالخلية المحددة وتظهر الخلية بالشكل 

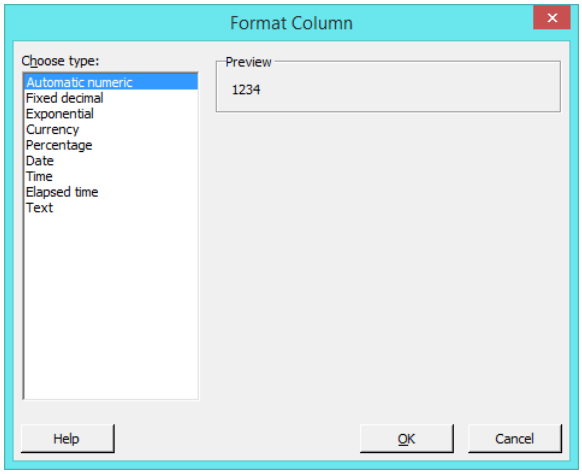
.

تغيير لون الخط (اللون الامامي وخلفية الخلية) . بمجرد النقر على الامر يقوم بتغيير لون الخط في الخلية الفعالة باحد الالوان (الاحمر ، الاخضر ، الاصفر ، او اي لون يتم اختياره من Custome Format).

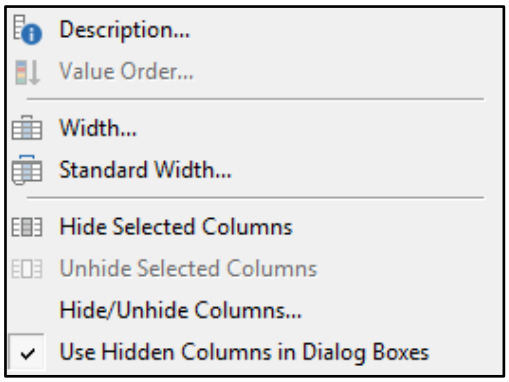
Custom Format : يساعد في تغيير لون الخط او تغيير الخلفية او تنسيق الخلية بلون غامق / مائل / تحته خط للخلية الفعالة.

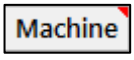
Clear Formats : حذف (التخلص) من التهئية للخلية الفعالة دون تغيير قيمة الخلية نفسها.

تغيير نوع البيانات في العمود الفعال Format Column :



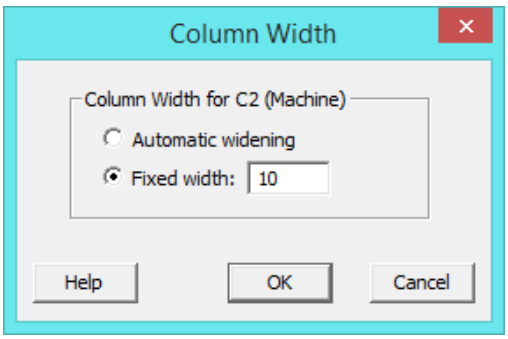
التحكم بالعمود Column Properties:



الوصف (ادراج ملاحظة للعمود) Description : يتم ادراج ملاحظة للعمود ويظهر بالشكل 

.

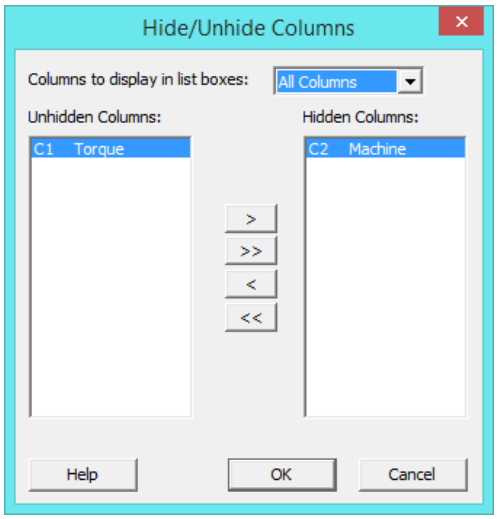
عرض العمود Width : التحكم بعرض العمود (من 1 الى 80 حرف).



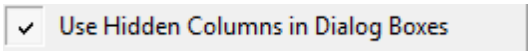
اعادة عرض العمود الى عرضه الاساسي (8 حروف) Standard Width.

اخفاء العمود /الاعمدة التي يتم اختيارها (عدم حذفها) Hide Selected Columns .

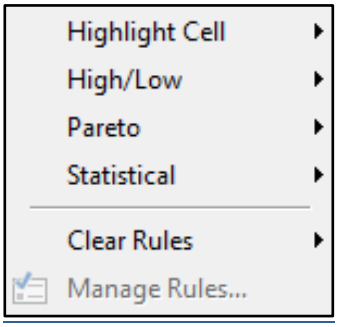
التحكم باظهار الاعمدة التي تم اخفاؤها سابقا Hide / Unhide Columns .



- التحكم باظهار او عدم اظهار الاعمدة التي تم اخفاؤها في مربعات الحوار عند العمل على Minitab .

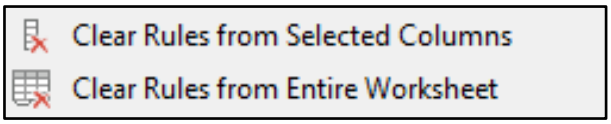


التهيئة المشروطة (Conditional Formatting) :



تم شرحها مسبقا ، انظر Data > Conditional Formatting

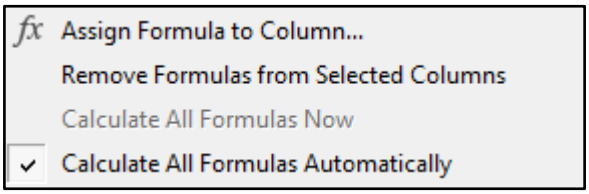
حذف القواعد Rules التي تم انشاؤها مسبقا Clear Rules:



Clear Rules from selected columns : حذف القواعد من العمود الفعال.

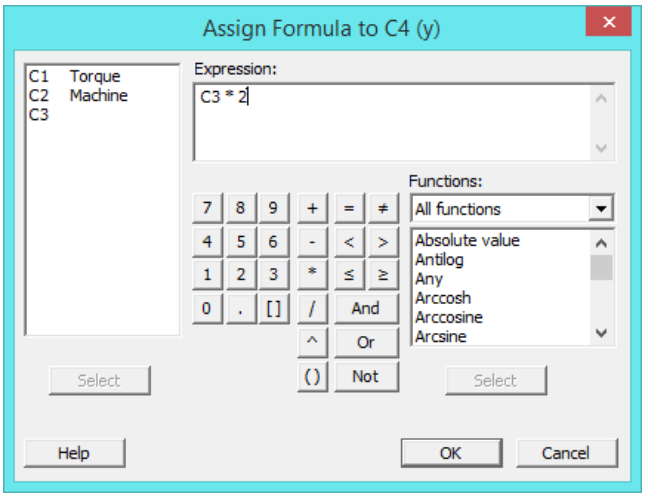
Clear Rules from Entire worksheet: حذف القواعد من ورقة العمل.

الصيغ الرياضية (Formulas) :



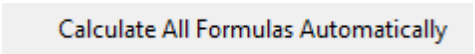
انشاء عمود بصيغة رياضية Assign Formula to Column : لانشاء صيغة رياضية مثلا في عمود C4 بالصورة :

(C4 = C3 * 2) ، يجب ان يكون العمود C4 فعالا من خلال نقل المؤشر عليه ، ثم



عندما يصبح العمود (مثلا عمود C4)يحتوي صيغة رياضية يظهر بالشكل .

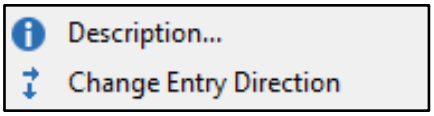
Remove Formulas from Selected Columns : لازالة الصيغة الرياضية من عمود.

Calculate All Formulas Now : تستخدم عند احداث تغيير في القيم في العمود الذي تم استخدامه لانشاء الصيغة الرياضية ، وكانت الخاصية  (غير مفعلة) ، فيمكن النقر على Calculate All Formulas Now لاعادة اجراء الحسابات بناء على الصيغة الرياضية .

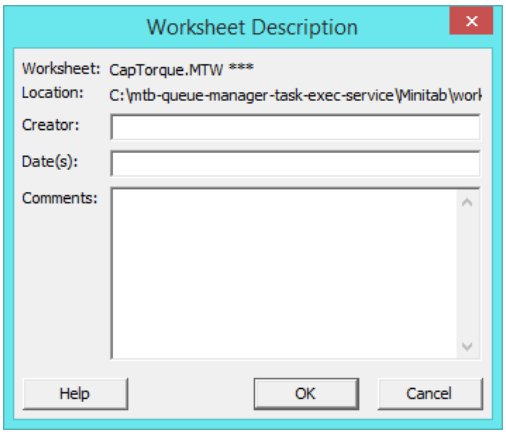
- **Calculate All Formulas Automatically** : تفعيل / عدم تفعيل اجراء الحسابات بشكل تلقائي عند احداث اي تغيير في القيم في العمود المستخدم لانشاء الصيغة الرياضية.

تقسيم ورقة العمل Subset Worksheet : انظر Data > Subset Worksheet .

خصائص ورقة العمل الفعالة Worksheet Properties :

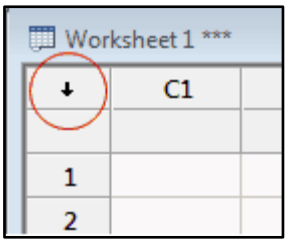


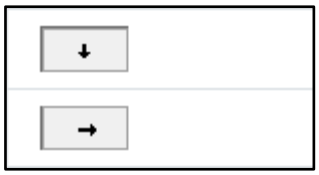
الخصائص Description :



تغيير اتجاه ادخال البيانات Change Entry Direction :

يتم تحديد اتجاه إدخال البيانات عن طريق السهم الموجود في الزاوية اليسرى العليا من ورقة العمل. يحدد اتجاه هذا السهم أيضًا كيفية عمل مفتاحي Home و End ، اذا كان السهم للاسفل فعند ادخال البيانات والنقر على مفتاح Enter سيتم الانتقال الى الخلية في الاسفل ، بينما اذا كان السهم لليمين ، فيتم الانتقال الى الخلايا في جهة اليمين.



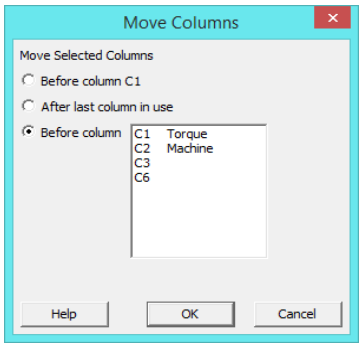


1- **ادخال خلايا Insert Cells** : يتم استحداث خلية جديدة في المكان الفعال من ورقة العمل ونقل جميع الخلايا الى الاسفل.

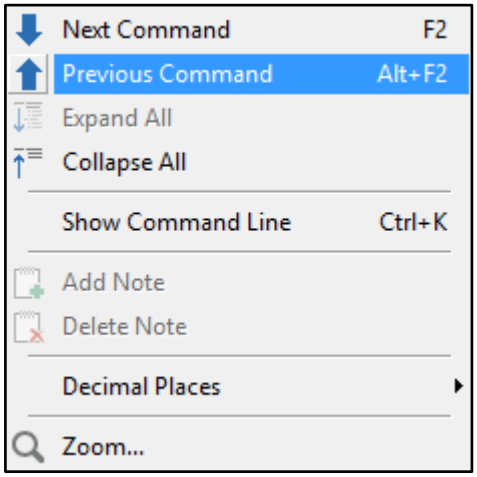
2- **ادخال صفوف Insert Rows**: يتم استحداث صف جديدة في المكان الفعال من ورقة العمل ونقل جميع الخلايا الى الاسفل.

3- **ادخال اعمدة Insert Columns**: يتم استحداث عمود جديد في المكان الفعال من ورقة العمل ونقل جميع الخلايا الى اليمين.

4- **نقل اعمدة Move Columns** : نقل العمود/الاعمدة الى مكان مخصص.



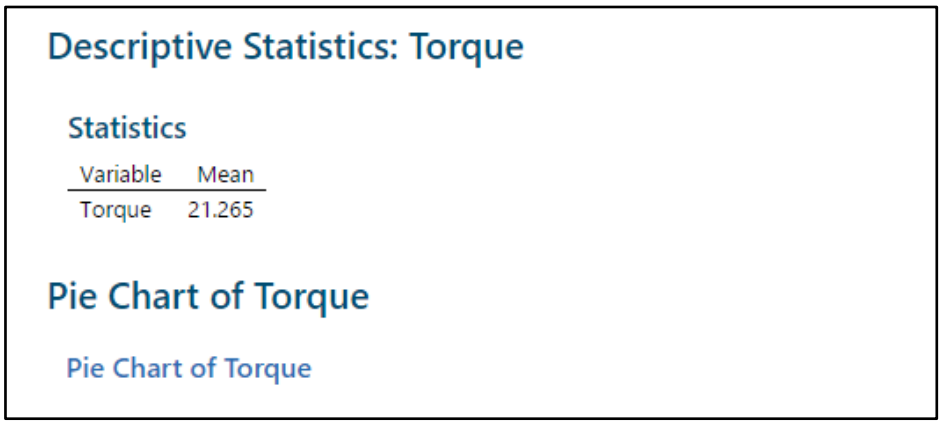
** قوائم المحرر في حال كانت شاشة الجلسة فعالة



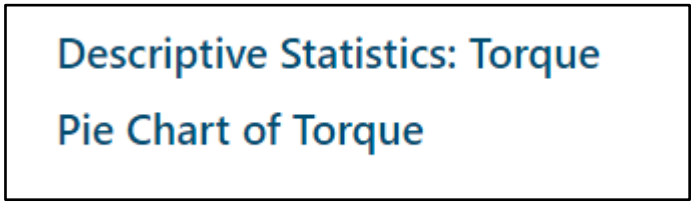
1- **الانتقال الى الامر التالي Next Command** : يتم الانتقال الى منطقة تحليل لاحقة في شاشة الجلسة.

2- **الانتقال الى الامر السابق Next Command** : يتم الانتقال الى منطقة حليل سابقة في شاشة الجلسة.

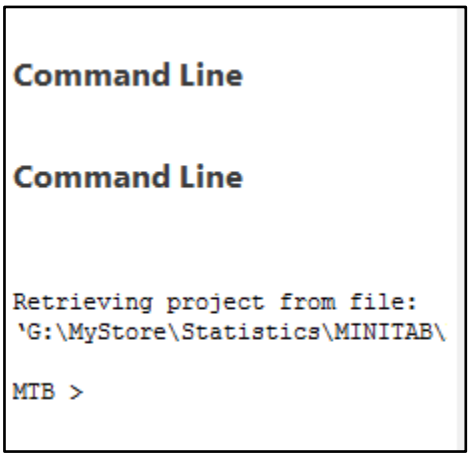
3- **يستخدم لتوسعة جميع مناطق التحليل في شاشة الجلسة Expand All** :



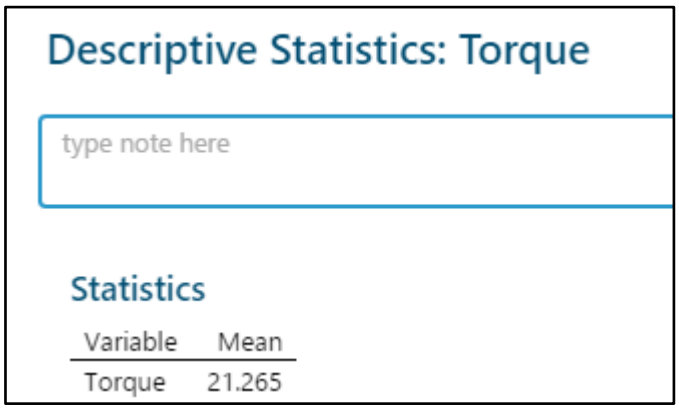
يستخدم لتجميع مناطق التحليل وانكماشها في شاشة الجلسة Collapse All : تظهر فقط العناوين الرئيسية من مناطق التحليل



اظهار سطر كتابة اوامر Minitab (Show Command Line) :



اضافة سطر لكتابة الملاحظات في مناطق التحليل في شاشة الجلسة (Add Note):

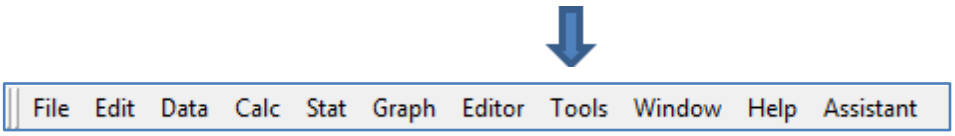


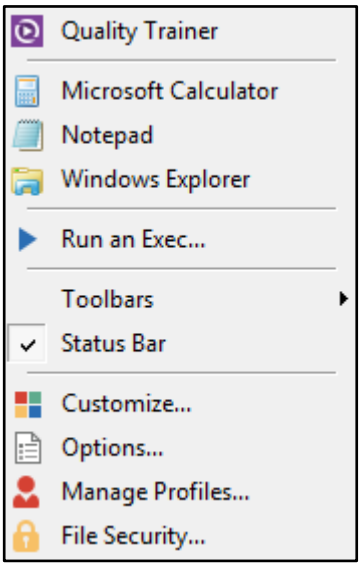
4- **حذف الملاحظات التي تمت اضافتها في منطقة التحليل في شاشةة الجلسة Delete Note :**

5- **الفاصلة العشرية Decimal Places:** التحكم بوضع الفاصلة العشرية البيانات في مخرجات شاشة الجلسة فقط.

6- **التحكم في حكم مخرجات شاشة الجلسة من حيث (تكبير ، تصغير) Zoom :**

الادوات (Tools) :





التدريب (Quality Trainer): لتفعيل هذه الخاصية يحتاج Minitab الى تفعيل من خلال شراء نسخة مرخصة.

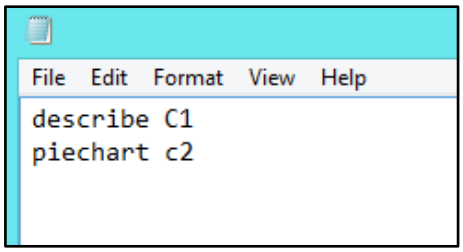
تشغيل الالة الحاسبة Microsoft Calculator.

تشغيل محرر النصوص في مايكروسوفت Microsoft Notepad.

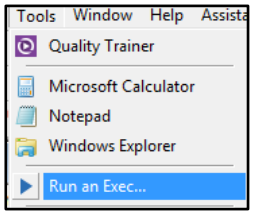
تشغيل مستكشف ويندوز Windows Explorer.

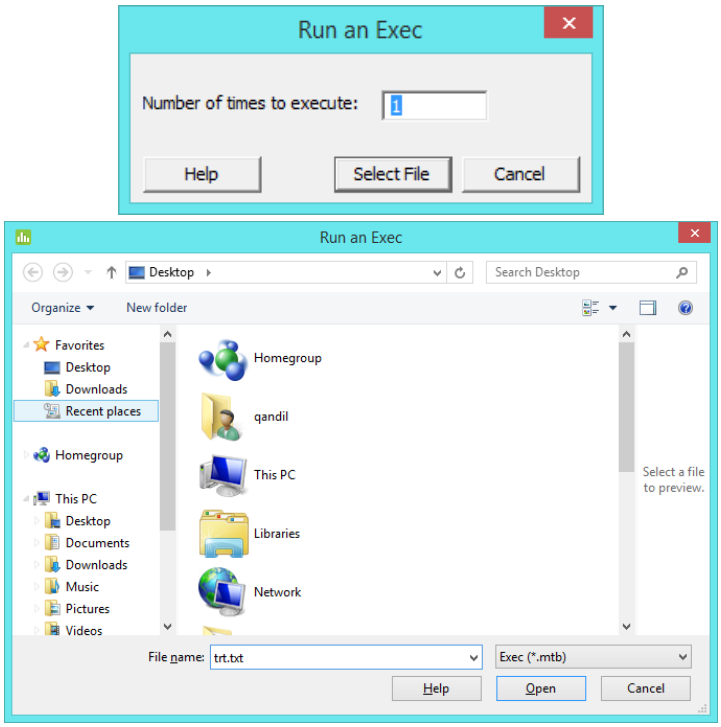
تشغيل محرر الاوامر في Minitab (Run an Exec) : يستخدم لتنفيذ اوامر Minitab التي تم حفظها بصورة صحيحة في ملف من نوع مثلا (TXT) .

الملف trt.txt والمحفوظ على سطح المكتب Desktop يحتوي على الاوامر :



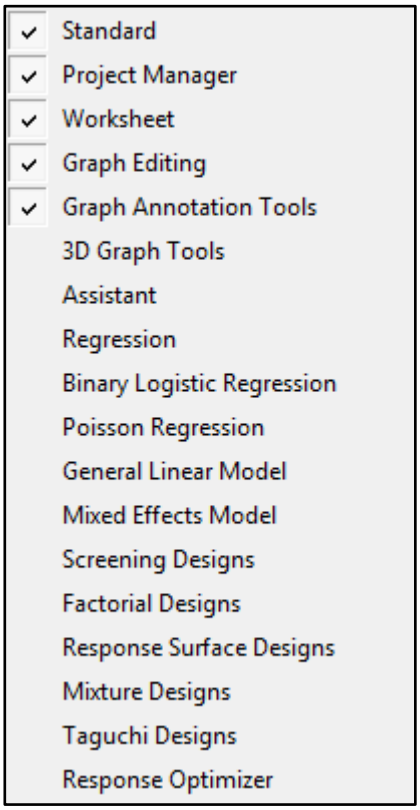
لتنفيذه :





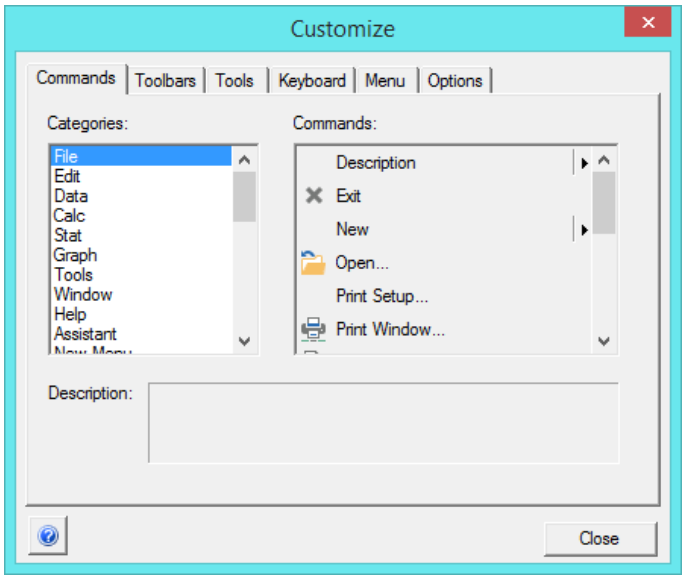
** يمكن مشاهدة جميع الاوامر في المشروع من خلال شاشة Project Manager ثم النقر على History.

التحكم في اظهار / اخفاء اشرطة الاوامر Toolbars :

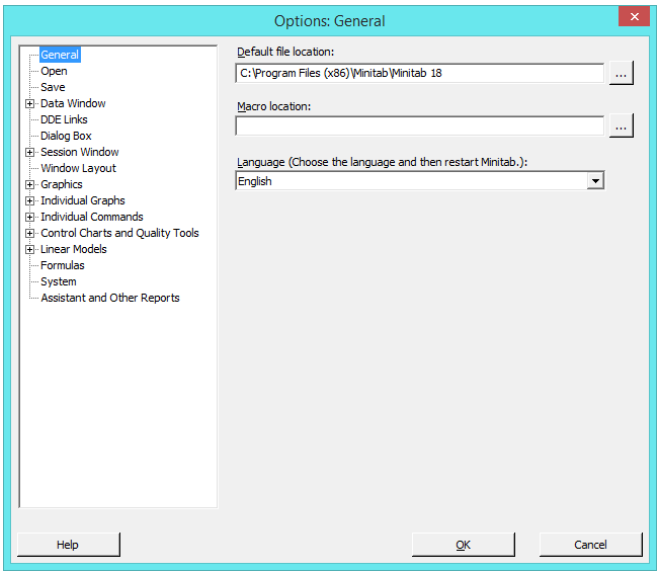


لاظهار /اخفاء شريط الحالة Status Bar:

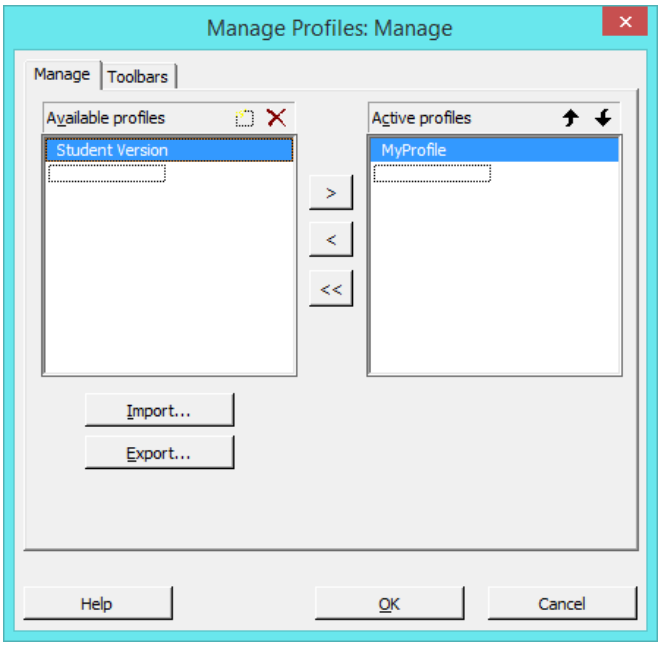
Customize : التحكم في شريط الاوامر وشريط الايقونات بالاضافة الى التحكم في تطبيقات وندوز مثل (Calculator, Notepad, Windows Explorer) ، بالاضافة الى تخصيص ايقونات في شرائط الاوامر والايقونات .



خيارات ضبط Minitab (Options) :

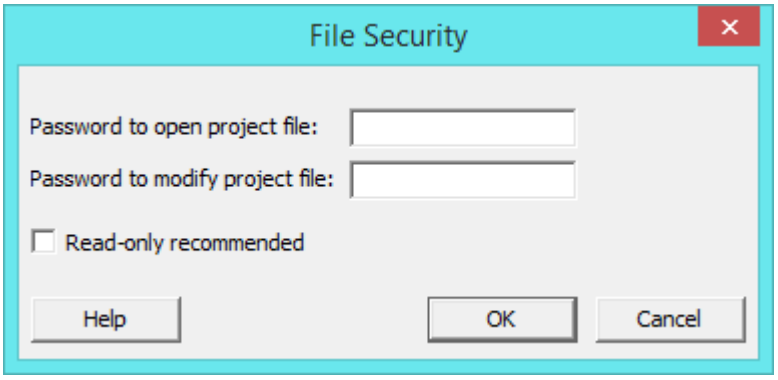


ادارة الملف الشخصي Manage Profile : يخزن كل ملف شخصي في Minitab كل التغييرات التي يتم اجراؤها في Tools> Options و Tools> Customize ، بالإضافة إلى أي تنسيقات مخصصة للتاريخ / الوقت وقوائم نصية مخصصة للملء التلقائي وإعدادات ترتيب القيمة المخصصة لبيانات النص. يمكن حفظ وإدارة ملفات تعريف متعددة. على سبيل المثال ، إذا تم انشاء تقرير أسبوعي يتضمن الرسوم البيانية التي تكون أصغر من الحجم الافتراضي ، يمكنك إنشاء ملف تعريف مخصص واستخدامه كل أسبوع لإنشاء الرسوم البيانية الأصغر. بعد ذلك ، يمكنك إعادة تنشيط ملف التعريف الافتراضي لإنشاء رسوم بيانية بحجمها الطبيعي. يمكن أيضًا استيراد وتصدير ملفات التعريف بحيث يمكن للمستخدمين مشاركة نفس مجموعة إعدادات وتخصيصات Minitab على أجهزة كمبيوتر متعددة.

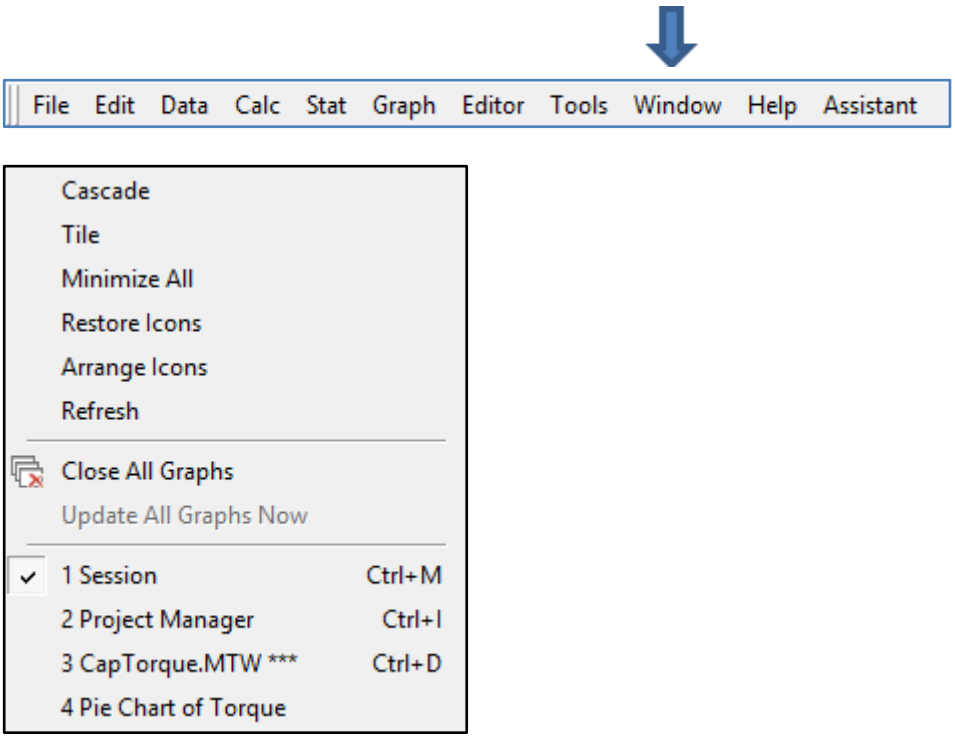


انشاء كلمة مرور للمشروع File Security : لحفظ المشروع الخاص بعدم فتحه ةالتعديل عليه الا من قبل المحل الذي قام بانشائه يمكن يستخدم هذه الخاصية .

**ملاحظة : لالغاء كلمة المرور فقط اترك الخلايا فارغة



التحكم بالشاشة Window:



عرض الشاشات بشكل متتالي Cascade:

عرض الشاشات بصورتها التي تظهر فيها عناوين الشاشات بشكل واضح Title: تظهر جميع الشاشات بشكل متجانب، ولترتيب جميع نوافذ Minitab المفتوحة بحيث تتناسب مع بعضها البعض ولا تتداخل (إن أمكن).

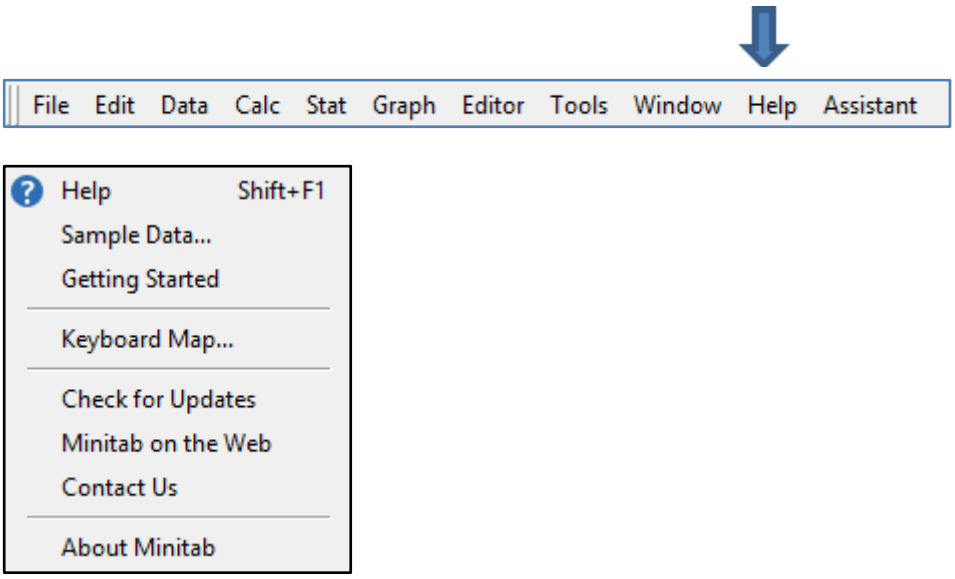
تصغير جميع الشاشات العاملة Minimize All :

لاستعادة ظهور جميع الشاشات العاملة Restore Icons :

لاغلاق جميع شاشات الرسومات والمخططات البيانية Close All Graphs:

تحديث البيانات في شاشات الرسومات Update All Graphs Now : الحالة الاصلية انه عند التعديل على البيانات في ورقة العمل يتم تحديث الرسومات بشكل تلقائي.

شاشة المساعدة Help:

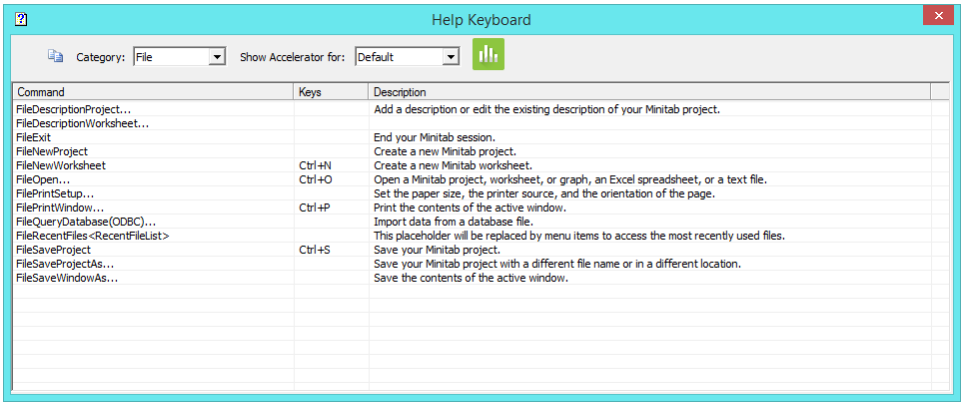


المساعدة Help: عرض شاشة المساعدة ، يجب ان يكون هناك اتصال جيد بالانترنت .

عرض الامثلة المستخدمة في Minitab ليتم الاستفادة في التطبيق عند التعلم على Minitab (Sample data) :

البداية في Minitab (Getting Starrted) : يمكن الاستعانة بالمساعدة من قبل Minitab ، ويقوم Getting Starreted مقام الكتاب الذي تستطيع قراءته لتعلم استخدام Minitab . يجب ان يكون هناك اتصال جيد بالانترنت

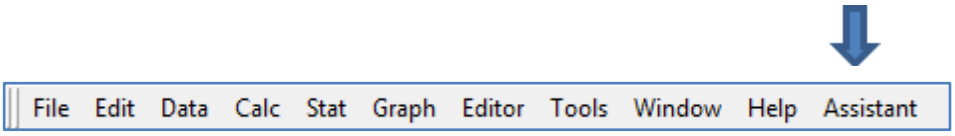
خارطة اختصارات لوحة المفاتيح Keyboard Map : تظهر جميع اختصارات مفاتيح لوحة المفاتيح المستخدمة في Minitab .

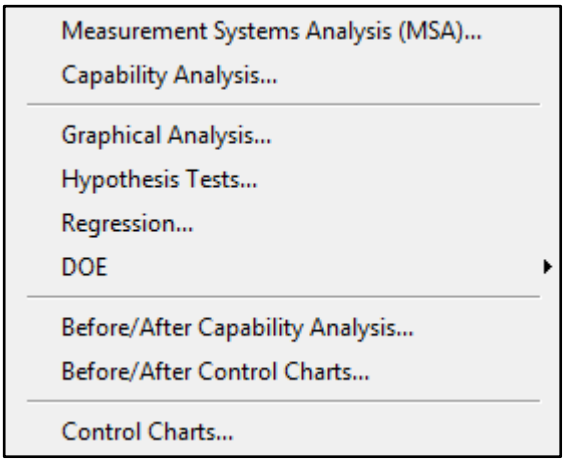


التحقق من التعديلات / التطوير على النسخة المستخدمة Check for Updates:

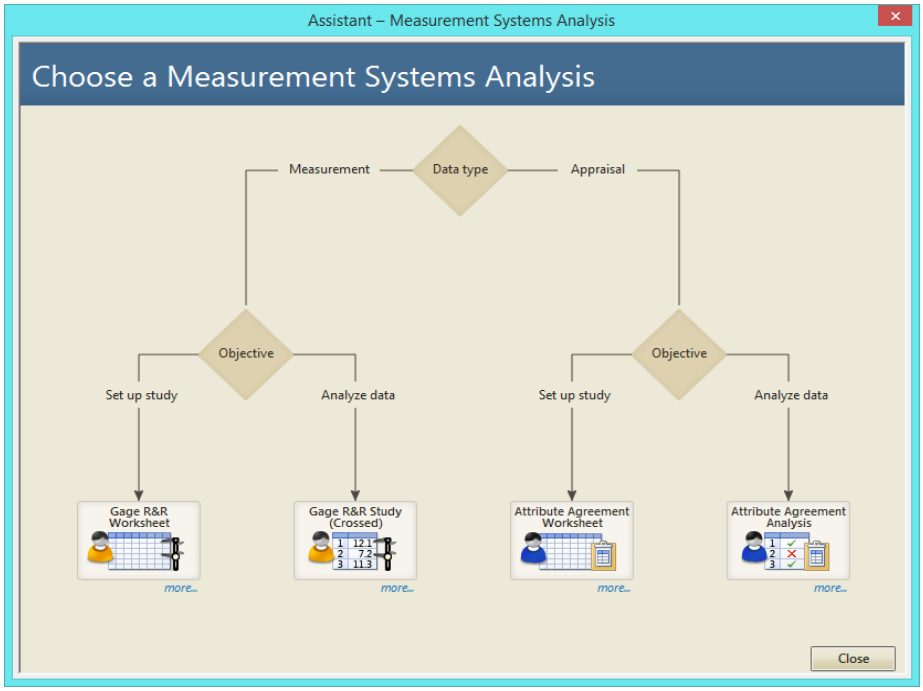
Minitab on the Web : الانتقال الى الصفحة الرئيسية لشركة Minitab على الانترنت . يجب ان يكون هناك اتصال جيد بالانترنت .

شاشة المساعدة Assistant:



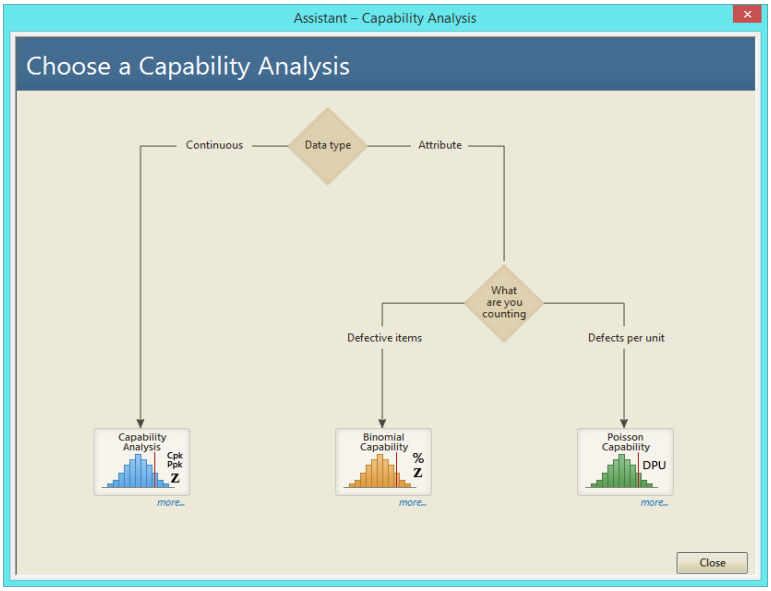


تحليل نظم القياس Measurement Systems Analysis : يعد تحليل نظام القياس مكونًا مهمًا لأي عملية تحسين في جودة المنتج. و تحليل نظام القياس هو طريقة لتحديد ما إذا كان نظام القياس مقبولاً. بالنسبة لمتغير الاستجابة المتصل يستخدم تحليل نظام القياس لتحديد مقدار الاختلاف الكلي بسبب نظام القياس. لمتغير استجابة فئوي ، يستخدم تحليل نظام القياس لتقييم اتساق ودقة المحكمين. يجب تقييم نظام القياس قبل استخدام مخططات التحكم أو تحليل القدرات /الامكانات أو التحليلات الأخرى ، لإثبات أن نظام القياس دقيقا وأن البيانات موثوقة. يوفر Minitab اسلوب شيق للعمل على تحليل نظم القياس من خلال خوارزمية التحليل التي تعطي طريقة وشروحات تساعد المحلل بشكل مرئي ومباشر ، فقط من خلال اتباع اجراءات الطريقة بالنقر على زر الماوس .



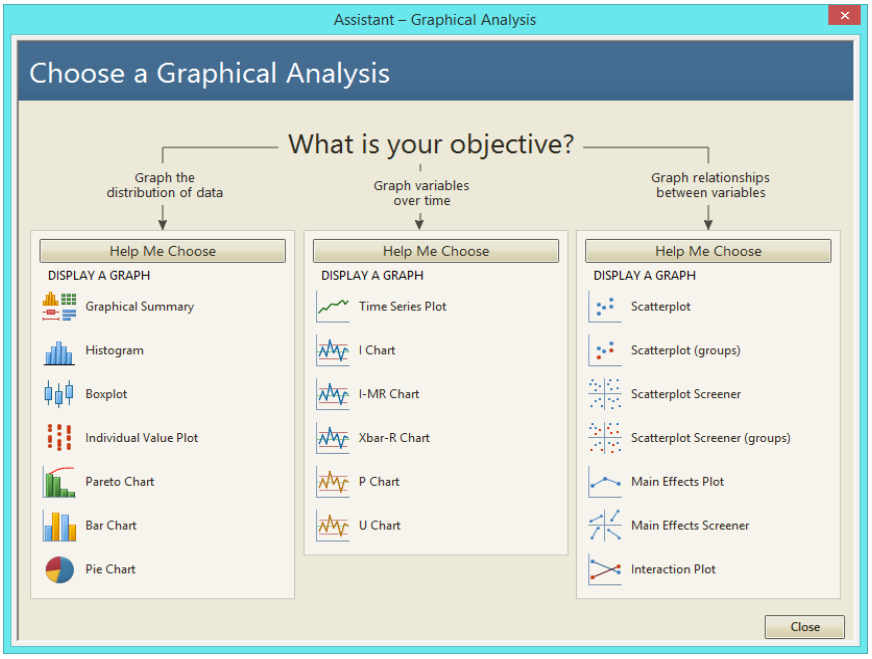
تحليل القدرات / الامكانات Capability Analysis: يمكن استخدام تحليل القدرة لتحديد ما إذا كانت العملية قادرة على إنتاج مخرجات تلبي متطلبات العملاء. عادة يتم تحديد قدرة العملية من خلال مقارنة انتشار العملية بانتشار المواصفات ، والذي يحدد الحد الأقصى لمقدار التغيير المسموح به بناءً على متطلبات العميل. عندما تكون العملية قادرة ، يكون انتشار العملية أصغر من انتشار المواصفات.

يوفر Minitab اسلوب شيق للعمل على تحليل القدرات من خلال خوارزمية التحليل التي تعطي طريقة وشروحات تساعد المحلل بشكل مرئي ومباشر ، فقط من خلال اتباع اجراءات الطريقة بالنقر على زر الماوس .



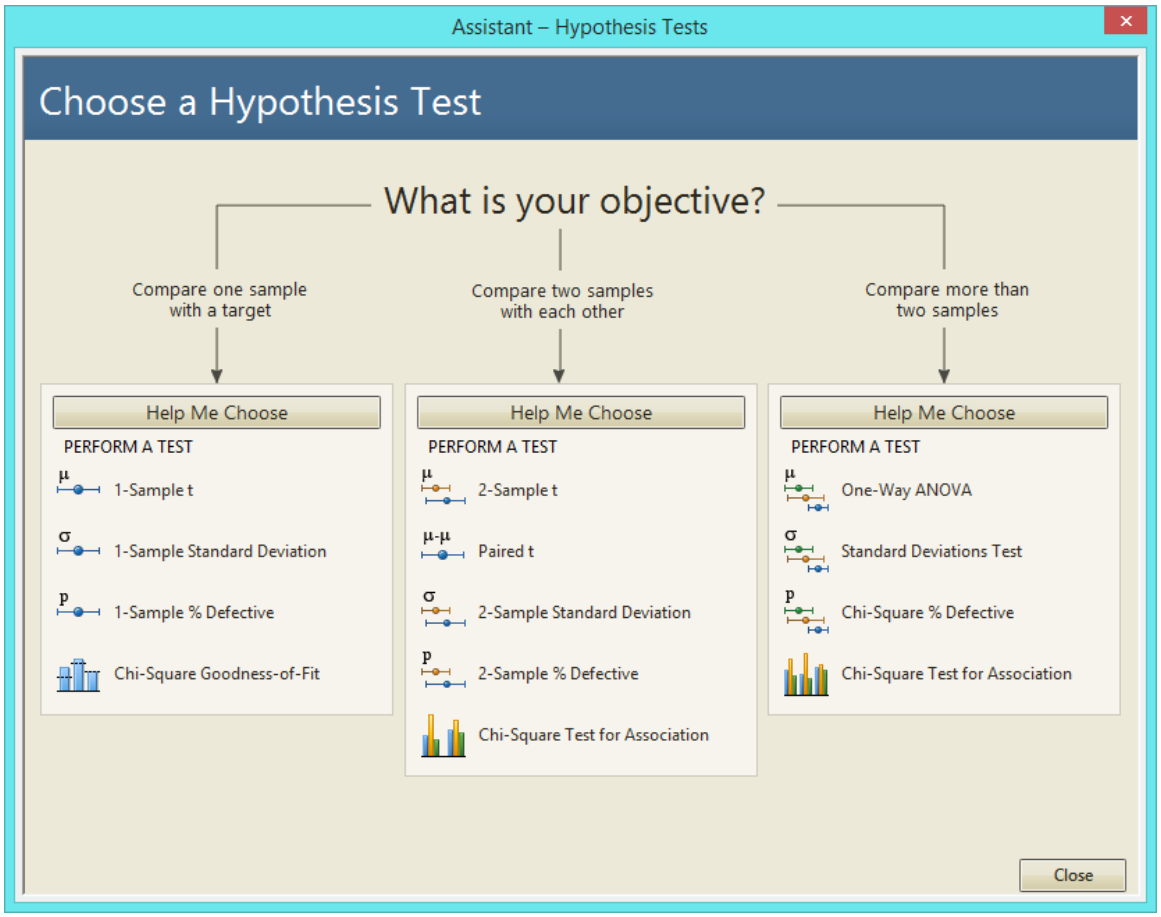
تحليل من خلال الرسوم والمخططات (Graphical Analysis) :

يوفر Minitab اسلوب شيق للعمل على التحليل الرسومي من خلال خوارزمية التحليل التي تعطي طريقة وشروحات تساعد المحلل بشكل مرئي ومباشر ، فقط من خلال اتباع اجراءات الطريقة بالنقر على زر الماوس .



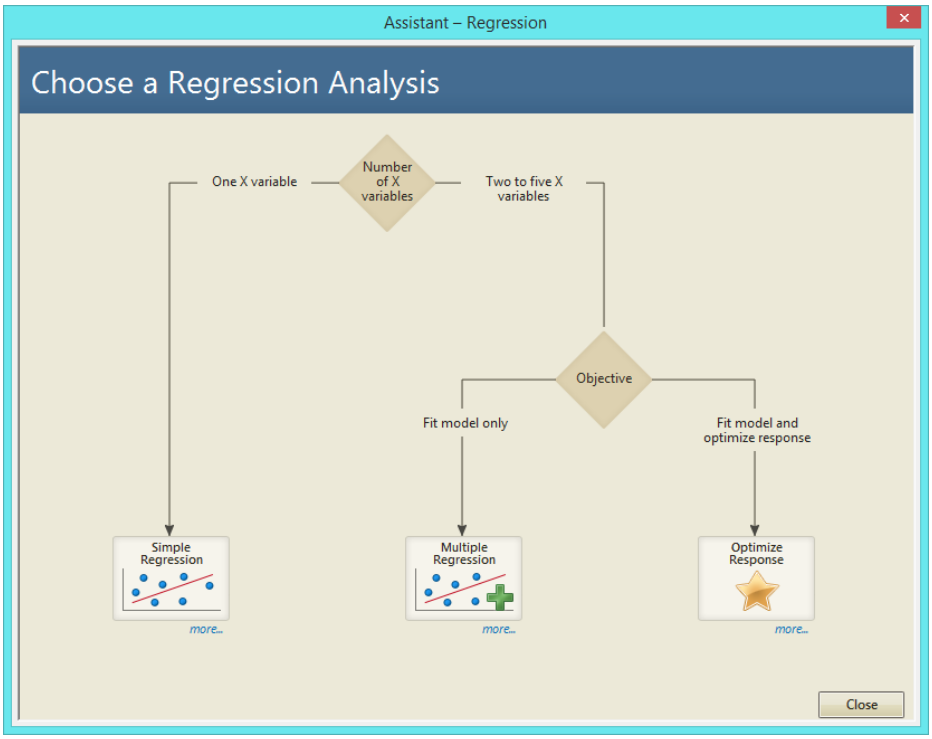
اختبار الفرضيات Hypothesis Test: اختبار الفرضية هو قاعدة تحدد ما إذا كان سيتم قبول أو رفض فرضية حول مجتمع بناءً على الأدلة المقدمة من عينة من البيانات. يفحص اختبار الفرضية فرضيتين مختلفتين حول المجتمع: الفرضية الصفرية والفرضية البديلة. الفرضية الصفرية هي العبارة قيد الاختبار. عادة ما تكون الفرضية الصفرية عبارة "لا تأثير" أو "لا فرق". الفرضية البديلة هي العبارة التي يرغب المحلل بان تكون صحيحة استنادًا إلى الأدلة المقدمة من عينة البيانات. بناءً على البيانات في العينة يحدد الاختبار ما إذا كان سيتم رفض الفرضية الصفرية. تستخدم قيمة P–Value لاتخاذ القرار. إذا كانت قيمة P–Value أقل من مستوى الدلالة (يشار إليها بـ α أو alpha) ، فيتم رفض الفرضية الصفرية. ان من المفاهيم الخاطئة الشائعة أن اختبارات الفرضيات الإحصائية مصممة لتحديد أكثر الفرضيتين احتمالًا. ومع ذلك ، عند تصميم اختبار الفرضية ، تم إعداد الفرضية الصفرية على النحو الذي يود الباحث رفضه. نظرًا لأننا نحدد مستوى الأهمية ليكون صغيرًا قبل التحليل (عادةً ما تكون القيمة 0.05) ، عندما نرفض الفرضية الصفرية ، يكون لدينا دليل إحصائي على أن البديل صحيح. وبالعكس إذا فشلنا في رفض الفرضية الصفرية فلانهلا يوجد هناك دليل إحصائي على صحة الفرضية الصفرية. بعض الأمثلة على اختبار الفرضيات: هل يختلف متوسط طول الطالبات الجامعيات عن 66 بوصة؟ هل الانحراف المعياري لاطوالهم يساوي أو أقل من 5 بوصات؟ هل يختلف الطلاب الجامعيين من الذكور والإناث في الطول من المتوسط؟

يوفر Minitab اسلوب شيق للعمل على اختبار الفرضيات من خلال خوارزمية التحليل التي تعطي طريقة وشروحات تساعد المحلل بشكل مرئي ومباشر ، فقط من خلال اتباع اجراءات الطريقة بالنقر على زر الماوس .

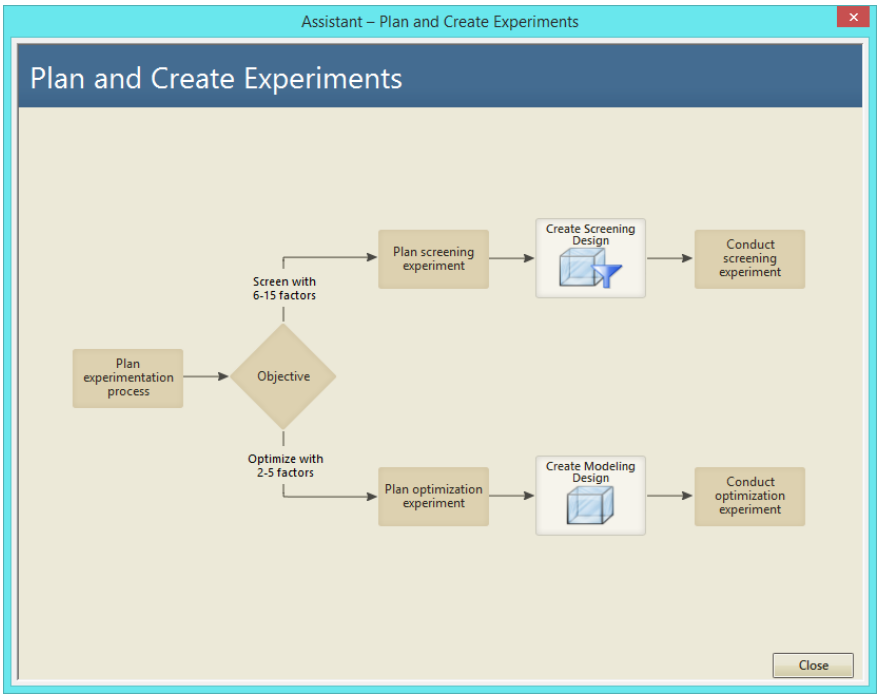


تحليل الانحدار Regression : يولد تحليل الانحدار معادلة لوصف العلاقة الإحصائية بين واحد أو أكثر من المتغيرات المستقلة ومتغير الاستجابة والتنبؤ بالمشاهدات الجديدة. عادة ما يستخدم الانحدار الخطي طريقة تقدير المربعات الصغرى العادية Ordinary Least Squares Estimation التي تستمد المعادلة قيمها بتقليل مجموع البواقي المربعة . تحدد نتائج الانحدار الاتجاه والحجم والأهمية الإحصائية للعلاقة بين المتنبئ والاستجابة. تشير علامة كل معامل إلى اتجاه العلاقة. تمثل المعاملات متوسط التغيير في الاستجابة لوحدة تغيير واحدة في المتنبئ مع الاحتفاظ بالمنبئات الأخرى في ثابت النموذج.

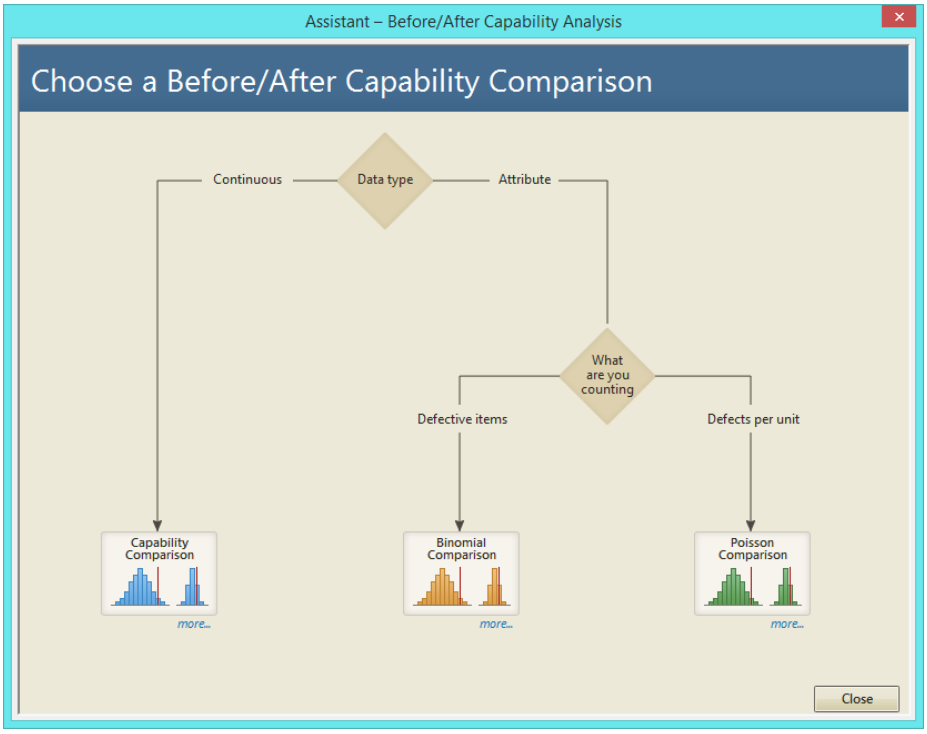
تختبر القيمة P-Value لكل معامل الفرضية الصفرية القائلة : بأن المعامل يساوي الصفر (بدون تأثير). لذلك ، تشير قيمP-Value المنخفضة إلى أن المتنبئ له تاثير في النموذج. تتنبأ المعادلة بمشاهدات جديدة بالنظر إلى قيم تنبؤية محددة. يوفر Minitab اسلوب شيق للعمل على تحليل الانحدار من خلال خوارزمية التحليل التي تعطي طريقة وشروحات تساعد المحلل بشكل مرئي ومباشر ، فقط من خلال اتباع اجراءات الطريقة بالنقر على زر الماوس .



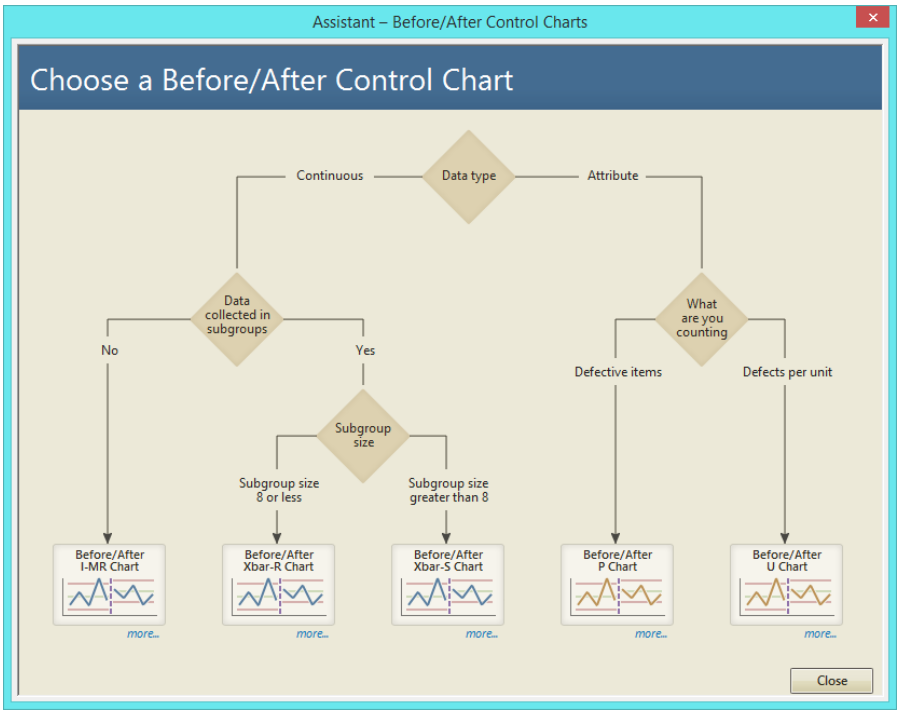
تصميم التجارب DOE : يساعد DOE (تصميم التجارب) في فحص تأثيرات متغيرات (عوامل) الإدخال على متغير الإخراج (الاستجابة). تتكون هذه التجارب من سلسلة من عمليات التنفيذ ، أو الاختبارات ، حيث يتم إجراء تغييرات ذات هدف على متغيرات الإدخال. يتم جمع البيانات عند كل تنفيذ. يمكن استخدام DOE لتحديد ظروف العملية ومكونات المنتج التي تؤثر على الجودة ، ثم تحديد العوامل التي تحسن النتائج. يقدم Minitab خمسة أنواع من التصميمات: screening designs ، designs factorial ، response surface designs ، mixture designs ، Taguchi . بعد إجراء التجربة وإدخال النتائج ، يوفر Minitab العديد من الأدوات التحليلية وأدوات الرسم البياني للمساعدة على فهم النتائج. يوفر Minitab اسلوب شيق للعمل على DOE من خلال خوارزمية التحليل التي تعطي طريقة وشروحات تساعد المحلل بشكل مرئي ومباشر ، فقط من خلال اتباع اجراءات الطريقة بالنقر على زر الماوس .



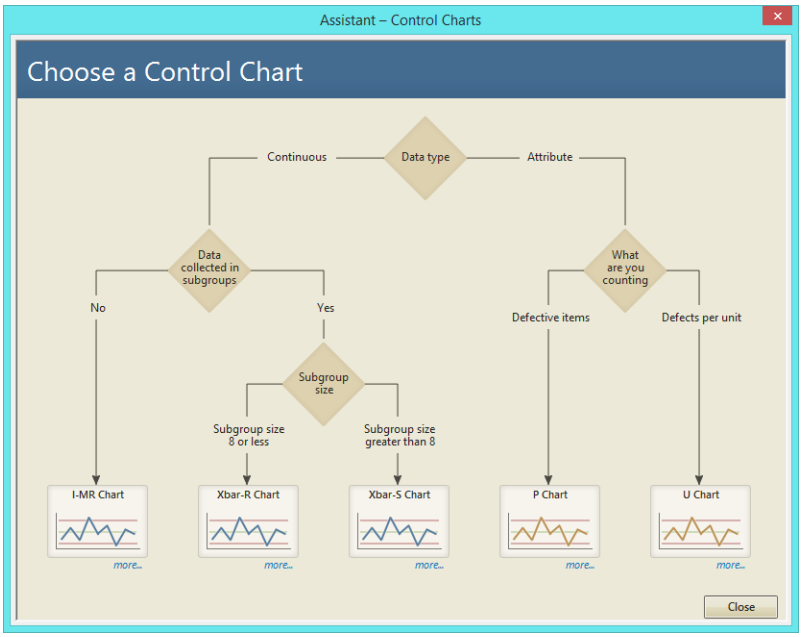
Before / After Capability Analysis : يوفر Minitab اسلوب شيق للعمل على تحليل القبلي / البعدي لتحليل القدرات / الامكانات من خلال خوارزمية التحليل التي تعطي طريقة وشروحات تساعد المحلل بشكل مرئي ومباشر ، فقط من خلال اتباع اجراءات الطريقة بالنقر على زر الماوس .



Before / After Control Analysis : يوفر Minitab اسلوب شيق للعمل على تحليل القبلي / البعدي لتحليل التحكم والسيطرة من خلال خوارزمية التحليل التي تعطي طريقة وشروحات تساعد المحلل بشكل مرئي ومباشر ، فقط من خلال اتباع اجراءات الطريقة بالنقر على زر الماوس.



مخططات التحكم Control Charts : يوفر Minitab اسلوب شيق للعمل على مخططات التحكم من خلال خوارزمية التحليل التي تعطي طريقة وشروحات تساعد المحلل بشكل مرئي ومباشر ، فقط من خلال اتباع اجراءات الطريقة بالنقر على زر الماوس.



المراجع:

1- Minitab 18® help.

2- X-bar and s Charts, NCC Statical software, NCC.com, Page(243,1-26)

3- Meet Minitab, Relase 14 for windows, Minitab Inc. September 2003

4- Minitab 18 Session Command, Minitab Inc

5- Design of Experiments with Minitab, Paul G. Mathews, ASQ Quality Press, Milwaukee, Wisconsin, 2004.

6- Minitab User's Guide 2: Data Analysis and Quality Tool, Relase 13 for windows, Fibreuray 2000

7- Minitab Manual, Michael Evans, University of Toronto, W.H. Freeman and compant, 2009

8- Minitab 17 getting started, Minitab Inc.,2016

9- Scientific Analysis, Graham Currell, OXRORD University Press, 2015

10- Essential Mathematics and Statistics for Science, Second edition, Graham Currell and Antony Dowman, The University of the West of England, UK,Willy-Blackwell,2009.

11- Minitab CookBook, Isaac Newton, Packt Publishing, 2014

12-خرائط مراقبة الجودة الاحصائية وتطبيقاتها على الحاسب الالي ، د. اسامة ربيع ، الطبعة الاولى 2008.

13-التحليل الاحصائي للبيانات باستخدام برنامج Minitab ، د. اسامة ربيع ، 2007.

14-القنديل في تعلم الاحصاء باستخدام برنامج SPSS ، د. نصر قنديل ، 2017.