# الفصل التاسع
# التجارب العاملية

## (9,1) مقدمة:

تجرى التجارب العاملية لدراسة تأثير أكثر من عامل علي الصفة تحت الدراسة، وذلك للحصول علي معلومات عن كل عامل من عوامل التجربة من ناحية، والتعرف علي التداخل بين هذه العوامل من ناحية أخرى، وتطبق هذه التجارب في أي من التصميمات البسيطة السابق دراستها، وتكون فيها المعالجات عبارة عن مجموعة من التوافيق بين عدة مستويات لعدة عوامل، والتجربة العاملية ليست بتصميم ولكنها مجرد تنظيم للمعاملات داخل أي تصميم من التصميمات البسيطة، ومن خلال التجربة العاملية تتاح الفرصة لدراسة وتقييم التأثيرات المشتركة لاثنين أو أكثر من العوامل عند اشتراكهما معا في نفس التجربة علي أساس أنها تهيئ الفرصة لتقييم ودراسة أثر التفاعل بين العوامل تحث الدراسة في التجربة العاملية، والمقصود بأثر التفاعل بأنه التأثير الذي ينتج عن اشتراك المتغيرات المستقلة أو العوامل معا في تأثيرها علي الظاهرة المدروسة، وهذا الأثر الناتج عن اشتراك العوامل معا يختلف كليا ويفوق ذلك التأثير الناتج عن عوامل التجربة لو أخذ كل عامل بشكل منفرد اذ أنه يعطي أفضل توليفة بين العوامل المدروسة.
كما أن هذه التجارب تحتاج الى دقة في التطبيق، وأن زيادة عدد مستويات العوامل المدروسة يزيد من صعوبة التحليل لصعوبة تفسير التفاعل.

## (9,2) أهداف واستخدامات ومزايا وعيوب التجارب العاملية:

### (9,2,1) أهداف التجارب العاملية:

- دراسة التأثير العام Main Effect لكل عامل من العوامل تحت مدى واسع من العوامل الاخرى.
- دراسة التفاعل بين العوامل Interaction .

### (9,2,2) استخدامات التجارب العاملية:

تستخدم التجارب العاملية بشكل واسع في ميادين البحث العلمي، ومن الأمثلة على ذلك ما يلي:

- تستخدم عند دراسة ظاهرة معينة حيث لا يكون معروفاً أي العوامل أكثر تأثيير علي الصفات المدروسة وهو ما يعرف في التجارب الاستكشافية Exploration Experiments.

- تستخدم التجارب العاملية في الدراسات المكثفة حيث يلزم دراسة العديد من العوامل بمستويات مختلفة بهدف التوصل إلي تحديد أكثر هذه العوامل مساهمة في التأثير علي الصفات تحت الدراسة واستخلاص حزمة من التوصيات الجيدة منها والتي يمكن تطبيقها في حدود واسعة كما هو الحال في التجارب القومية بغرض استخراج النتائج والتوصيات عن نتائج العوامل والتفاعلات بينها علي الصفات تحت الدراسة وإلقاء الضوء علي أفضلها للاستفادة منها في المجال التطبيقي.

### (9,2,3)مميزات التجارب العاملية:

- تقليل التكلفة والوقت، فإذا استخدمنا تجربة لكل عامل على حدة، سنحتاج ضعف عدد الوحدات التجريبية التي تستخدم في حالة التجارب العاملية للحصول على نفس الدقة المطلوبة.
- سهلة التحليل حيث لا يوجد إلا خطأ تجريبي واحد.
- زيادة الدقة في التجربة مقارنة مع التجارب البسيطة نتيجة انخفاض قيمة الخطأ التجريبي.
- إمكانية اكتشاف وتقدير التفاعلات التي تتضمنها التجربة العاملية وهذا غير ممكن في التجارب البسيطة.

### (9,2,4)عيوب استخدام التجارب العاملية:

- يكبر حجم التجربة بازدياد عدد العوامل ومستوياتها، مما يجعل إجراء التجربة وفقا لتصميم معين مكلف.
- يصعب تفسير التفاعلات ذات الدرجات العليا.
- يصعب تطبيق التجارب العاملية الكبيرة في الحقل أو المعمل.

**ملاحظات:**

1-يمكن تنفيذ التجارب العاملية فى التصميمات السابقة ( التصميم التام التعشية – تصميم القطاعات الكاملة العشوائية – تصميم المربع اللاتيني)، مع الأخذ في الاعتبار أن المعاملات ( المعالجات) تتركب من التوليفات المكونة من مستويات جميع العوامل المدروسة.

3-يستحسن ان لا يزيد عدد العوامل عن 4 حتى يمكن تفسير التفاعلات (عبد المحسن،2010).

## (9,3) التجارب العاملية ذات العاملين

## Two – Factor Factorial Experiments

هي تلك التجارب التي تنفذ لدراسة تأثير اثنين من العوامل في وقت واحد بهدف الحصول علي معلومات عن تأثير كل من العاملين إضافة إلي التعرف علي العلاقة بين العاملين (أي معرفة مدي وجود أم عدم وجود تداخل بين العاملين) وتجرى التجارب ذات العاملين بسبب كون التجارب ذات العامل الواحد تتصف بمحدوديتها في عامل واحد وتهتم مثل هذه الدراسات بمستويات هذا العامل الواحد دون الحصول علي تفاصيل أخرى من المعلومات، وكذلك فإنه في حالة اجراء تجارب بأكثر من عامل واحد يمكن الاقتصاد في الجهود والوقت والتكاليف.

### (9,3,1) التصميمات المستخدمة في التجارب ذات العاملين

- تجارب ذات عاملين في تصميم التام التعشية
- تجارب ذات عاملين في تصميم القطاعات الكاملة العشوائية .
- تجارب ذات عاملين في تصميم المربع اللاتيني

يتم اختيار التصميم المناسب حسب الظروف الخاصة بكل تجربة، وأكثر التصميمات استخداما تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، ويتكون جدول تحليل التباين للتجربة العاملية من جدول تحليل التباين للتصميم المستخدم مع تجزئة مجموع مربعات المعالجات إلي أجزاء خاصة بالعوامل والتفاعلات التي بينها.

### (9,3,2)التجارب العاملية ذات العاملين في تصميم التام التعشية

سنفرض أن هناك عاملين A,B ولكل عامل مستويات حيث أن مستويات العامل A ثابتة وهي a ومستويات العامل B ثابتة وتساوي b فالنموذج في حالة استخدام التصميم التام التعشية هو النموذج الخطي الثابت

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \qquad (9,1)$$

حيث:

$k = 1,2,\ldots\ldots,r\ ,\ j = 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots,b\ ,\ i = 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots,a$

$y_{ijk}$ : هي المشاهدة k من مستوى i من العامل A ومستوى j من العامل B .

$\mu$ : المتوسط العام

$\alpha_i$ :تأثير مستوى $i$ من العامل A

$\beta_j$ : تأثير مستوى $j$ من العامل B

$(\alpha\beta)_{ij}$ : تأثير التفاعل بين $\alpha_i$ و $\beta_j$

$\varepsilon_{ijk}$ : تأثير الخطأ العشوائي الخاص بالوحدات التجريبية k .

وذلك تحت القيود التالية:

$$\sum_i \alpha_i = 0 , \quad \Sigma \beta_j = 0 \quad , \quad \sum_i (\alpha\beta)_{ij} = 0 \quad , \sum_j (\alpha\beta)_{ij} = 0$$

**تحليل التباين في التجارب العاملية:**

يحسب جدول تحليل التباين للتجربة العاملية a x b في هذا التصميم بنفس طريقة تحليل التباين للتصميم التام التعشية حيث تجزأ مجموع مربعات المعالجات الى ثلاثة أجزاء وهم: جزء خاص بالعامل A وجزء خاص بالعامل B والجزء الثالث خاص بالتفاعل AB . وكما نعلم أن تحليل التباين عبارة عن اختبار فرضيات وهي نقطة مهمة في مجال اتخاذ القرار وهذا الإدعاء يبقي رفضه أو قبوله موضع اختبار الفرضيات وهي الفرضية العدمية ( $H_0$) والفرضية البديلة، ومن المعادلة ( 9,1) يكون اختبار الفرضيات الثلاث التالية:

**الفرضية الأولي** : اختبار فعالية العامل الأول A علي الصفة المختارة

الفرضية العدمية $H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = ..... = \alpha_a = 0$

الفرضية البديلة $H_1$ : على الأقل واحدة من $\alpha_i$ لا تساوي صفر

**الفرضية الثانية**: اختبار فعالية العامل الثاني B علي الصفة المختارة

الفرضية العدمية $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ..... = \beta_b = 0$

الفرضية البديلة $H_1$ : على الأقل واحدة من $\beta_j$ لا تساوي صفر

**الفرضية الثالثة**: اختبار التفاعل بين العوامل المدروسة AB علي الصفة المختارة

الفرضية العدمية $H_0 : \alpha_1\beta_1 = \alpha_1\beta_2 = ..... = \alpha_a\beta_b = 0$

الفرضية البديلة $H_1$ : على الأقل واحدة من $(\alpha\beta)_{ij}$ لا تساوي صفر

ويكون جدول تحليل التباينANOVA لتجربة عاملية axb في التصميم التام التعشية كالتالي:

| S.O.V. | df | S.S. | M.S. | F (calc | F Table |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatments | ab-1 | SST | MST | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | a-1 | SSA | MSA | $F_A$ =MSA/MSE | |
| B | b-1 | SSB | MSB | $F_B$ =MSB/MSE | |
| AB | (a-1)(b-1) | SSAB | MSAB | $F_{AB}$ =MSAB/MSE | |
| Error | ab(r-1) | SSE | MSE | | |
| total | (abr-1) | SSTO | | | |

## (9,3,3)التجارب العاملية ذات العاملين في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة:

تستخدم هذه التجربة في حالة عدم تجانس الوحدات التجريبية للعوامل المؤثرة في الصفة المدروسة وامكانية مجانستها بشكل قطاعات كما تمت الاشارة الى ذلك في الفصل السادس، وبفرض أننا لدينا تجربة عاملية ذات عاملين في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة يكون النموذج الخطي لهذه التجربة كما يلي:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \varepsilon_{ijk} \qquad (9,2)$$

حيث:

$k = 1,2,\ldots\ldots,r$ , $j = 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots,b$ , $i = 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots,a$

$y_{ijk}$ : هي قيمة أي مشاهدة

$\mu$ : المتوسط العام

$\alpha_i$ :تأثير مستوى $i$ من العامل A

$\beta_j$ : تأثير مستوى $j$ من العامل B

$(\alpha\beta)_{ij}$ : تأثير التفاعل بين $\alpha_i$ و $\beta_j$

$\rho_k$ تأثير القطاع k حيث $\rho_k \sim NI(0,\sigma_\rho^2)$

$\varepsilon_{ijk}$ : تأثير الخطأ العشوائي الخاص بالوحدات التجريبية k ونفترض أنه $\varepsilon_{ijk} \sim NI(0,\sigma^2)$ .

ويكون جدول تحليل التباين لتجربة عاملية axb لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة في حالة ثبات مستويات العاملين A و B

| S.O.V. | df | S.S. | M.S. | $F_{(calc}$ |
|---|---|---|---|---|
| Blocks | r-1 | SSR | MSR | |
| A | a-1 | SSA | MSA | $F_A$ =MSA/MSE |
| B | b-1 | SSB | MSB | $F_B$ =MSB/MSE |
| AB | (a-1)(b-1) | SSAB | MSAB | $F_{AB}$ =MSAB/MSE |
| Error | (ab-1)(r-1) | SSE | MSE | |
| total | abr-1 | SSTO | | |

## (9,4) استخدام برنامج SPSS في الحصول على نتائج التجارب العاملية

تجرى التجارب العاملية لدراسة تأثير أكثر من عامل علي الصفة تحت الدراسة، وذلك للحصول علي معلومات عن كل عامل من عوامل التجربة من ناحية، والتعرف علي التداخل بين هذه العوامل من ناحية أخرى، وتطبق هذه التجارب في أي من التصميمات البسيطة السابق دراستها، وتكون فيها المعالجات عبارة عن مجموعة من التوليفات بين مستويات العوامل. يمكن استخدام برنامج SPSS في الحصول على كافة النتائج الخاصة بتطبيق التجارب العاملية وفقا لأي من التصميمات التجريبية السابقة، حيث يتم الأخذ في الاعتبار أن المدخلات في برنامج SPSS تشمل كل من المتغير التابع، وكذلك المتغيرات المستقلة الوصفية والتي تمثل العوامل قيد الدراسة، ولبيان ذلك سوف يتم عرض تطبيق (**9,1**) باستخدام البرنامج.

### تطبيق (9,1)

في أحد مصانع الغزل والنسيج، أراد أحد الباحثين دراسة أثر الدورة التدريبية ومستوى الخبرة على إنتاجية العامل من الخيوط الرفيعة التي يحققها خلال الوردية، حيث يشمل العامل الأول (الدورة التدريبية) ويرمز له بالرمز$A$ مستويان من العمال ( تم تعينه بدون دورة: $A_1$ ، أو أخذ دورة تدريبية قبل التعين: $A_2$)

، ويشمل العامل الثاني (الخبرة ) ويرمز له بالرمز $B$ ثلاث مستويات للخبرة (أقل من 10 سنوات:$B_1$ ، 10 إلى 20 : $B_2$، أكثر من 20: $B_2$) ، إختير أحد الورديات عشوائيا ، واختيرت عينة عشوائية حجمها 3 سجلات من كل توليفة من التوليفات الستة $A_1B_1, A_1B_2, A_1B_3, A_2B_1, A_2B_2, A_2B_3$ والمكونة من مستويي العاملين، وتم فحص كل سجل ومشاهدة بيانات كل عامل ولخصت كمية الإنتاج من الخيوط مقاسة بالكجم خلال الوردية وفقا لمستويات العاملين في الجدول التالي:

| | | العامل $A$ (دورة تدريبية) | |
|---|---|---|---|
| | | تعين بدون دورة $A_1$ | أخذ دورة تدريبية $A_2$ |
| العامل $B$ (مستوى الخبرة) | أقل من 10 سنوات $B_1$ | 5.73 | 7.55 |
| | | 5.62 | 6.04 |
| | | 5.76 | 7.17 |
| | من 10- 20 سنة $B_2$ | 5.96 | 7.81 |
| | | 6.98 | 7.14 |
| | | 6.14 | 7.39 |
| | أكثر من 20 سنة $B3$ | 7.24 | 7.16 |
| | | 7.95 | 7.86 |
| | | 7.31 | 6.22 |

والمطلوب:

**أولا**: استخدام برنامج SAS في الحصول على النتائج التالية:

- جدول تحليل التباين للمعالجات.
- جدول تحليل التباين للعاملين والتفاعل.
- اختبار تجانس تباينات الأخطاء العشوائية.
- المقارنات الثنائية بين مستويات العامل $B$ (سنوات الخبرة) باستخدام طريقة دنكن.
- المقارنات الثنائية للمعالجات باستخدام طريقة $LSD$

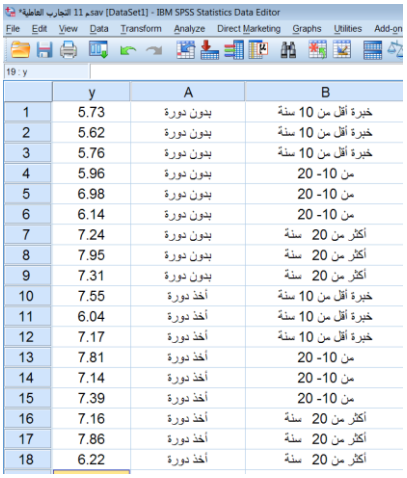
**ثانيا**: التحليل الإحصائي للنتائج المتحصل عليها.

**الحل**:

يتم ادخال البيانات كما سبق كالتالي:

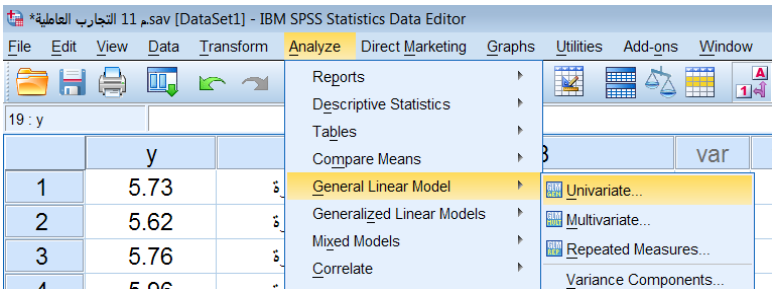
- إدخال المتغير التابع باسم (Y) في أول أعمدة الملف الفارغ من جهة اليسار والخاص بإنتاجية العامل بالكيلوجرام خلال الوردية.
- إدخال المتغير المستقل الأول (الدورة التدريبية A) ويمثل العامل الأول وله مستويان يرمز لهما بالرموز A1, A2..
- إدخال المتغير المستقل الثاني (سنوات الخبرة B) : يمثل العامل الثاني وله ثلاث مستويات يرمز لها بالرموز B1, B2, B3.

- تسمية المتغيرات التي تم إدخالها وذلك بالضغط على [ Variable View ]، بشريط التعليمات السفلي كما سبق فتظهر البيانات كالتالي:

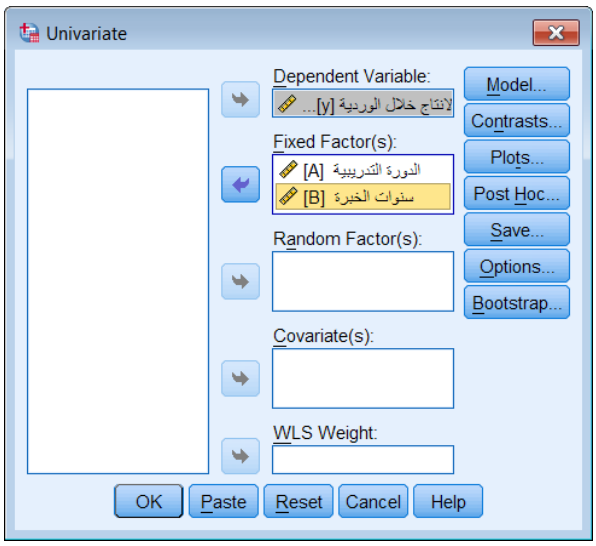


| | y | A | B |
|---|---|---|---|
| 1 | 5.73 | بدون دورة | خبرة أقل من 10 سنة |
| 2 | 5.62 | بدون دورة | خبرة أقل من 10 سنة |
| 3 | 5.76 | بدون دورة | خبرة أقل من 10 سنة |
| 4 | 5.96 | بدون دورة | من 10 -20 |
| 5 | 6.98 | بدون دورة | من 10 -20 |
| 6 | 6.14 | بدون دورة | من 10 -20 |
| 7 | 7.24 | بدون دورة | أكثر من 20 سنة |
| 8 | 7.95 | بدون دورة | أكثر من 20 سنة |
| 9 | 7.31 | بدون دورة | أكثر من 20 سنة |
| 10 | 7.55 | أخذ دورة | خبرة أقل من 10 سنة |
| 11 | 6.04 | أخذ دورة | خبرة أقل من 10 سنة |
| 12 | 7.17 | أخذ دورة | خبرة أقل من 10 سنة |
| 13 | 7.81 | أخذ دورة | من 10 -20 |
| 14 | 7.14 | أخذ دورة | من 10 -20 |
| 15 | 7.39 | أخذ دورة | من 10 -20 |
| 16 | 7.16 | أخذ دورة | أكثر من 20 سنة |
| 17 | 7.86 | أخذ دورة | أكثر من 20 سنة |
| 18 | 6.22 | أخذ دورة | أكثر من 20 سنة |

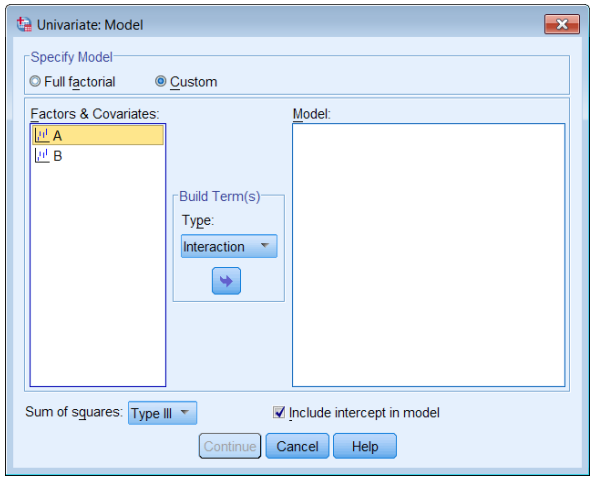
بعد اتمام ادخال البيانات من القائمة Analyze اختر General Linear Model ومن القائمة الفرعية اختر Univariate

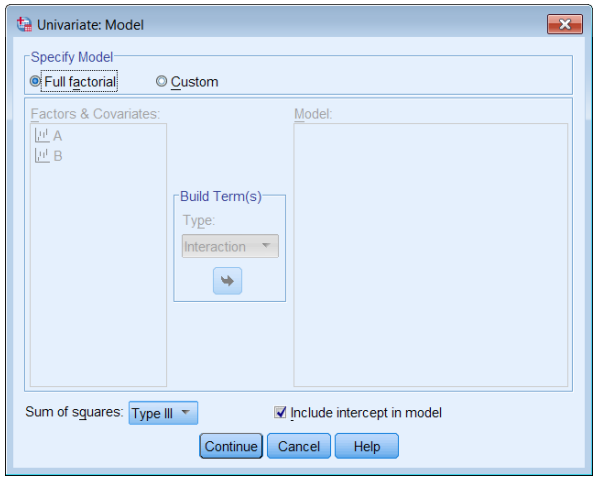



يظهر مربع الحوار التالي:

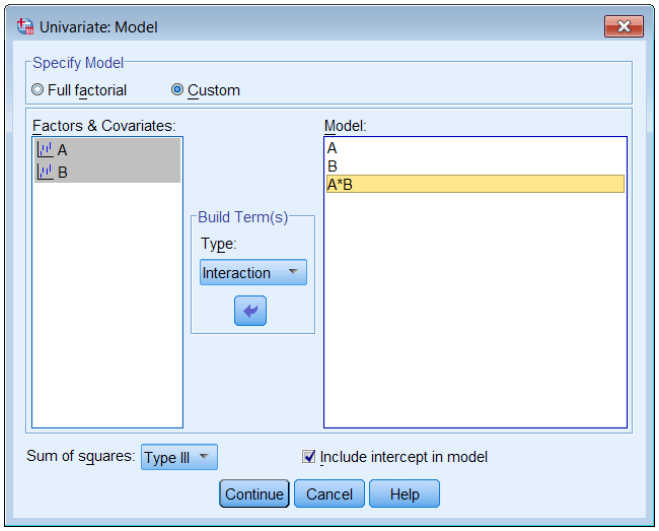


- ننقل المتغير كمية الإنتاج خلال الوردية الى المستطيل أسفل Dependent Variable والمتغيران الدورة التدريبية، وسنوات الخبرة إلى المستطيل أسفل Fixed Factor(s) .
- اضغط على Model يظهر مربع الحوار التالي:

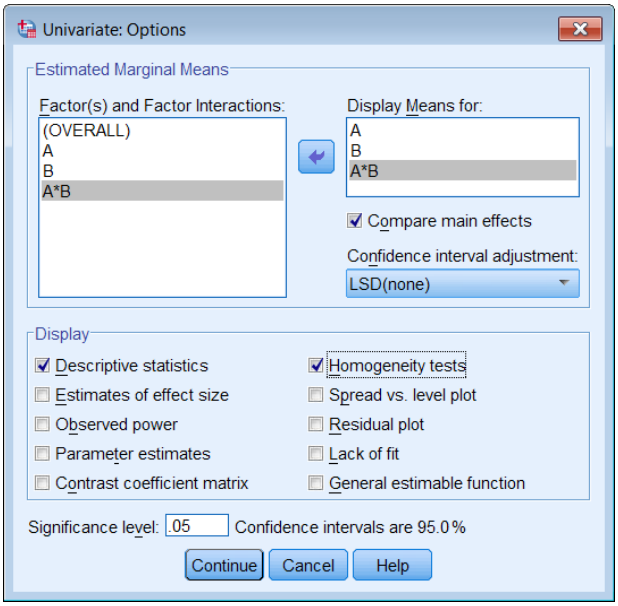


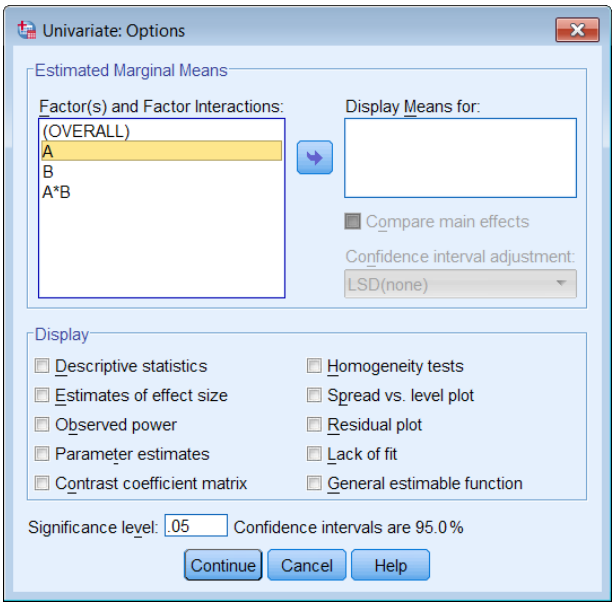




اختر Custom وانقل المتغيران A و B وكذلك التفاعل A*B وذلك بعد تظليل كلا من A و B معا الى المستطيل أسفل Model




- اضغط Continue سنعود الى المربع الاصلي.
- اضغط على Options ليظهر مربع الحوار التالي:




- انقل المتغيران A و B وكذلك التفاعل A*B أسفل المستطيل Display Mean For:
- اختار Compare main effects للمقارنة بين متوسط المعالجات ثم اضغط Continue سنعود الى المربع الاصلي.
- الضغط على Continue ثم OK فيظهر المخرجات التالية:

**مخرجات (1)**: معلومات عن مستويات الدورة التدريبية وسنوات الخبرة ويلاحظ أن الدورة التدريبية

تتكون من مستويين فقط وسنوات الخبرة تتكون من ثلاث مستويات.

**مخرجات (1): معلومات عن مستويات العاملان**

| Between-Subjects Factors | | | |
|---|---|---|---|
| | | Value Label | N |
| الدورة التدريبية | 1.00 | بدون دورة | 9 |
| | 2.00 | أخذ دورة | 9 |
| سنوات الخبرة | 1.00 | خبرة أقل من 10 سنة | 6 |
| | 2.00 | من 10 - 20 | 6 |
| | 3.00 | أكثر من 20 سنة | 6 |

**مخرجات (2)**: وصف إحصائي كمية الانتاج خلال الوردية للمعالجات الست ويحتوي على الوسط الحسابي والانحراف المعياري للمعالجات الست.

**مخرجات (2): وصف إحصائي لكمية إنتاجية المحصول للمعالجات الست**

| Descriptive Statistics | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dependent Variable: انتاجية العامل خلال الوردية | | | | |
| الدورة التدريبية | سنوات الخبرة | Mean | Std. Deviation | N |
| بدون دورة | خبرة أقل من 10 سنة | 5.7033 | .07371 | 3 |
| | من 10 - 20 | 6.3600 | .54443 | 3 |
| | أكثر من 20 سنة | 7.5000 | .39128 | 3 |
| | Total | 6.5211 | .85650 | 9 |
| أخذ دورة | خبرة أقل من 10 سنة | 6.9200 | .78543 | 3 |
| | من 10 - 20 | 7.4467 | .33858 | 3 |
| | أكثر من 20 سنة | 7.0800 | .82292 | 3 |
| | Total | 7.1489 | .63786 | 9 |
| Total | خبرة أقل من 10 سنة | 6.3117 | .83248 | 6 |
| | من 10 - 20 | 6.9033 | .72019 | 6 |
| | أكثر من 20 سنة | 7.2900 | .62052 | 6 |
| | Total | 6.8350 | .80063 | 18 |

**مخرجات (3)**: نتائج اختبار تجانس التباين

**مخرجات (3): احصائية ليفين ودرجات الحرية والقيمة الاحتمالية**

| Levene's Test of Equality of Error Variances[a] | | | |
|---|---|---|---|
| Dependent Variable: انتاجية العامل خلال الوردية | | | |
| F | df1 | df2 | Sig. |
| 2.040 | 5 | 12 | .145 |

| Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups. |
|---|
| a. Design: Intercept + A + B + A * B |

يلاحظ أن الجدول يحتوي على احصائية ليفين ودرجات الحرية والقيمة الاحتمالية (Sig = 0.145) وحيث أنها أكبر من 0.05 لذا يمكن قبول فرض تجانس تباينات إنتاجية العامل خلال الوردية للمعالجات متساوية.

**مخرجات** (4): **جدول تحليل التباين** ويلاحظ أن قيمة إحصائية الاختبار $F = 4.617$، وأن القيمة الاحتمالية (sig.=0.014) وحيث أنها أقل من 0.05 مما يدل على أن النموذج الخطي الذي يمثل العلاقة بين انتاجية العامل خلال الوردية كمتغير تابع، والمتغيران A و B وكذلك التفاعل A*B كمتغيرات مستقلة مناسب عند مستوى معنوية أقل من 5%.

بالنسبة للعامل الأول *A* (الدورة التدريبية) تدل قيمة إحصائية الاختبار ($F = 5.71$)، وأن القيمة الاحتمالية (sig.=0.034) على أن للدورة التدريبية أثر معنوي على الإنتاجية عند مستوى معنوية لصالح من أخذوا دورة تدريبية. وبالنسبة للعامل الثاني *B* (سنوات الخبرة) تدل قيمة إحصائية الاختبار ($F = 4.69$)، وأن القيمة الاحتمالية (sig.=0.031) على أن لسنوات الخبرة أثر معنوي على الإنتاجية عند مستوى معنوية 0.05، وأن هناك على الأقل مجموعتين من مجموعات سنوات الخبرة بين متوسطيهما فرق معنوي. كذلك بالنسبة للتفاعل والذي يدل على التأثير المشترك للعاملين، فإن قيمة إحصائية الاختبار ($F = 4.00$)، وأن القيمة الاحتمالية (sig.=0.047) تدل على أن للتفاعل أثر معنوي على الإنتاجية عند مستوى معنوية 0.05.

**مخرجات** (4): **جدول تحليل التباين**

| **Tests of Between-Subjects Effects** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Dependent Variable: انتاجية العامل خلال الوردية | | | | | |
| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Corrected Model | 7.170[a] | 5 | 1.434 | 4.617 | .014 |
| Intercept | 840.910 | 1 | 840.910 | 2707.276 | .000 |
| A | 1.773 | 1 | 1.773 | 5.710 | .034 |
| B | 2.913 | 2 | 1.457 | 4.690 | .031 |
| A * B | 2.483 | 2 | 1.241 | 3.997 | .047 |
| Error | 3.727 | 12 | .311 | | |
| Total | 851.807 | 18 | | | |
| Corrected Total | 10.897 | 17 | | | |

| a. R Squared = .658 (Adjusted R Squared = .515) |
|---|

**مخرجات** (5): وصف إحصائي لانتاجية العامل خلال الوردية لمستويي عامل الدورة التدريبية

**مخرجات** (5): **وصف إحصائي لمستويي عامل الدورة التدريبية**

| **Estimates** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dependent Variable: انتاجية العامل خلال الوردية | | | | |
| الدورة التدريبية | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| بدون دورة | 6.521 | .186 | 6.116 | 6.926 |
| أخذ دورة | 7.149 | .186 | 6.744 | 7.554 |

**مخرجات** (6): مقارنة انتاجية العامل خلال الوردية لمستويي عامل الدورة التدريبية ( بدون دورة، أخذ دورة)

**Pairwise Comparisons**

Dependent Variable: انتاجية العامل خلال الوردية

| الدورة التدريبية(I) | الدورة التدريبية(J) | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig.[b] | 95% Confidence Interval for Difference[b] | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| بدون دورة | أخذ دورة | -.628* | .263 | .034 | -1.200 | -.055 |
| أخذ دورة | بدون دورة | .628* | .263 | .034 | .055 | 1.200 |

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

ويلاحظ من الجدول أن للدورة التدريبية أثر معنوي على الإنتاجية عند مستوى معنوية 0.05 لصالح من أخذوا دورة تدريبية.

**مخرجات** (7): وصف إحصائي لانتاجية العامل خلال الوردية لمستويات عامل الخبرة

**مخرجات** (7): **وصف إحصائي لمستويات عامل الخبرة**

| Estimates | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dependent Variable: انتاجية العامل خلال الوردية | | | | |
| سنوات الخبرة | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| خبرة أقل من 10 سنة | 6.312 | .228 | 5.816 | 6.807 |
| من 10 - 20 | 6.903 | .228 | 6.408 | 7.399 |
| أكثر من 20 سنة | 7.290 | .228 | 6.794 | 7.786 |

**مخرجات** (8): مقارنة انتاجية العامل خلال الوردية لمستويات عامل الخبرة الثلاثة

| Pairwise Comparisons | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dependent Variable: انتاجية العامل خلال الوردية | | | | | | |
| (I)سنوات الخبرة | (J)سنوات الخبرة | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig.[b] | 95% Confidence Interval for Difference[b] | |
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| خبرة أقل من 10 سنة | من 10 - 20 | -.592 | .322 | .091 | -1.293 | .109 |
| | أكثر من 20 سنة | -.978* | .322 | .010 | -1.679 | -.277 |
| من 10 - 20 | خبرة أقل من 10 سنة | .592 | .322 | .091 | -.109 | 1.293 |
| | أكثر من 20 سنة | -.387 | .322 | .253 | -1.088 | .314 |
| أكثر من 20 سنة | خبرة أقل من 10 سنة | .978* | .322 | .010 | .277 | 1.679 |
| | من 10 - 20 | .387 | .322 | .253 | -.314 | 1.088 |
| Based on estimated marginal means | | | | | | |
| *. The mean difference is significant at the .05 level. | | | | | | |
| b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments). | | | | | | |

ويلاحظ من الجدول أن عامل الخبرة له أثر معنوي على الإنتاجية عند مستوى معنوية 0.05 لصالح من خبرتهم أكثر من 20 سنة في مقابل من خبرتهم أقل من 10 سنة.

**مخرجات** (9): وصف إحصائي لانتاجية العامل خلال الوردية لمعالجات التفاعل الست تحتوي على المتوسطات والانحراف المعياري وفترات الثقة للمعالجات الست

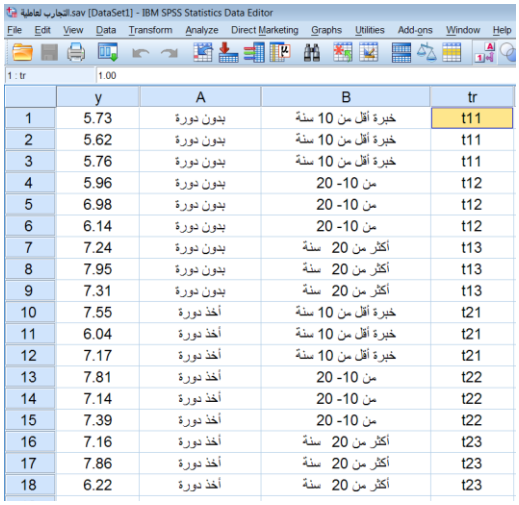
**مخرجات** (9): **وصف إحصائي لمعالجات التفاعل الست**

| الدورة التدريبية * سنوات الخبرة | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Dependent Variable: انتاجية العامل خلال الوردية | | | | | |
| الدورة التدريبية | سنوات الخبرة | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
| | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| بدون دورة | خبرة أقل من 10 سنة | 5.703 | .322 | 5.002 | 6.404 |
| | من10- 20 | 6.360 | .322 | 5.659 | 7.061 |
| | أكثر من 20 سنة | 7.500 | .322 | 6.799 | 8.201 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| أخذ دورة | خبرة أقل من 10 سنة | 6.920 | .322 | 6.219 | 7.621 |
| | من10- 20 | 7.447 | .322 | 6.746 | 8.148 |
| | أكثر من 20 سنة | 7.080 | .322 | 6.379 | 7.781 |

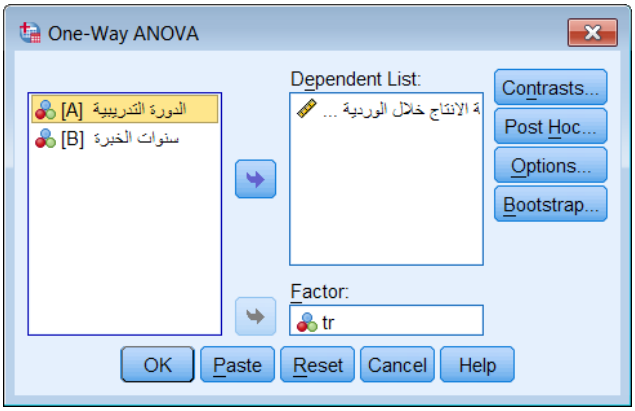
نلاحظ هنا أن البرنامج لم يقارن بين المعالجات ( التوليفات الست) وأعطى الوصف الاحصائي فقط ولذلك نقوم بادخال متغير جديد وهو tr وهو ترميز للمعالجات الست من الرقم (1) الى (6) ثم تعريفه في Value Labels كما بالشكل:

وبذلك تصبح البيانات كالتالي:



| | y | A | B | tr |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 5.73 | بدون دورة | خبرة أقل من 10 سنة | t11 |
| 2 | 5.62 | بدون دورة | خبرة أقل من 10 سنة | t11 |
| 3 | 5.76 | بدون دورة | خبرة أقل من 10 سنة | t11 |
| 4 | 5.96 | بدون دورة | من 10- 20 | t12 |
| 5 | 6.98 | بدون دورة | من 10- 20 | t12 |
| 6 | 6.14 | بدون دورة | من 10- 20 | t12 |
| 7 | 7.24 | بدون دورة | أكثر من 20 سنة | t13 |
| 8 | 7.95 | بدون دورة | أكثر من 20 سنة | t13 |
| 9 | 7.31 | بدون دورة | أكثر من 20 سنة | t13 |
| 10 | 7.55 | أخذ دورة | خبرة أقل من 10 سنة | t21 |
| 11 | 6.04 | أخذ دورة | خبرة أقل من 10 سنة | t21 |
| 12 | 7.17 | أخذ دورة | خبرة أقل من 10 سنة | t21 |
| 13 | 7.81 | أخذ دورة | من 10- 20 | t22 |
| 14 | 7.14 | أخذ دورة | من 10- 20 | t22 |
| 15 | 7.39 | أخذ دورة | من 10- 20 | t22 |
| 16 | 7.16 | أخذ دورة | أكثر من 20 سنة | t23 |
| 17 | 7.86 | أخذ دورة | أكثر من 20 سنة | t23 |
| 18 | 6.22 | أخذ دورة | أكثر من 20 سنة | t23 |

- من القائمة Analyzes نختار Compare Mean ومن القائمة الفرعية نختار One-Way ANOVA... يظهر المربع التالي:




- ثم التظليل على المتغير المستهدف وهو كمية الانتاج خلال الوردية ثم ننقل هذا المتغير إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة Dependent List وننقل المتغير tr إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة Factor
- اضغط على Post Hoc ثم اختر اختبارDuncan للمقارنات البعدية من قائمة الاختبارات البعدية Equal Variance Assumed .
- الضغط على Continue ثم OK فيظهر الناتج التالي:

| ANOVA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| انتاجية العامل خلال الوردية | | | | | |
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 7.170 | 5 | 1.434 | 4.617 | .014 |
| Within Groups | 3.727 | 12 | .311 | | |
| Total | 10.897 | 17 | | | |

ويلاحظ من الجدول أن المعالجات لها أثر معنوي على الإنتاجية عند مستوى معنوية 0.05 ولتحديد أي المعالجات بين متوسطيهما فرق معنوي تم استخدام اختبار Duncan وكان النتائج كالتالي:

| انتاجية العامل خلال الوردية | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Duncan[a] | | | | |
| التوليفات | N | Subset for alpha = 0.05 | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| t11 | 3 | 5.7033 | | |
| t12 | 3 | 6.3600 | 6.3600 | |
| t21 | 3 | | 6.9200 | 6.9200 |
| t23 | 3 | | 7.0800 | 7.0800 |
| t22 | 3 | | | 7.4467 |
| t13 | 3 | | | 7.5000 |
| Sig. | | .175 | .158 | .260 |

| Means for groups in homogeneous subsets are displayed. |
| --- |
| a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000. |

ويلاحظ من الجدول أن وجود فرق معنوي بين متوسط إنتاجية العامل للمعالجة ($t_{11}$) وكل من متوسط الإنتاجية للمعالجة ($t_{21}$)، ومتوسط الإنتاجية للمعالجة ($t_{22}$ )، ومتوسط إنتاجية المعالجة ($t_{23}$)، ومتوسط المعالجة ($t_{13}$) . كما يوجد فرق معنوي بين متوسط إنتاجية العامل للمعالجة ($t_{12}$) وكل من متوسط الإنتاجية للمعالجة ($t_{22}$)، ومتوسط الإنتاجية للمعالجة ($t_{13}$).

## تطبيقات

## استخدام برنامج SPSS للاجابة على التطبيقات التالية

1- إذا رغب أحد الباحثين، في دراسة تأثير عاملين على مستوي السكر، حيث اختير العامل الأول $(A)$ليشمل أربع تركيزات مختلفة لفيتامين د (0%, 10%, 20%,30%) خلال تسعة أشهر، وكان العامل الثاني ( $B$ ) هو ثلاث نظم للأغذية تتركز فيها سعرات حرارية (200, 400, 600) ، وقد تم تطبيق النظام الأول (200 سعر) خلال الثلاثة أشهر الأولى، والثاني (400 سعر) خلال الثلاثة أشهر الثانية، والثالث (600 سعر) خلال الثلاثة أشهر الباقية، وقد تم قياس مستوى السكر لثلاث فئات عمرية (20-30، 30-40، 40- 50) ، حيث اختير من كل فئة خمسة أشخاص، وطبقت التجربة وتم الحصول على بيانات قياسات السكر التالية:

| | | فئات عمرية | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 20-30 | | | 30-40 | | | 40-50 | | |
| | | 3أشهر أولى 200 | 3 أشهر ثانية 400 | 3 أشهر ثالثة 600 | 3أشهر أولى 200 | 3 أشهر ثانية 400 | 3 أشهر ثالثة 600 | 3أشهر أولى 200 | 3 أشهر ثانية 400 | 3 أشهر ثالثة 600 |
| تركيزات فيتامين د | 0% | 59.1 | 92.5 | 107.1 | 73.6 | 91.8 | 101.1 | 95.8 | 127.6 | 109.4 |
| | 10% | 81.1 | 96.6 | 110.1 | 91.7 | 100.2 | 114.6 | 97.1 | 130.8 | 122.0 |
| | 20% | 71.9 | 91.9 | 90.9 | 78.4 | 93.4 | 106.5 | 95.6 | 105.4 | 133.9 |
| | 30% | 84.0 | 115.9 | 120.5 | 92.9 | 111.3 | 138.5 | 99.6 | 144.2 | 134.2 |

- اختبر فرض تساوي متوسطات السكر تحت تأثير تركيزات فيتامين د.
- هل اختلاف الفئات العمرية له دور في التأثير على السكر؟
- أجري المقارنات المتعددة بين متوسطات السكر تحت تأثير نظم الغذاء ذات السعرات الحرارية المختلفة باستخدام اختبار *LSD* .

2- فيما يلي بيانات تجربة لمحصول الأرز لثلاث أصناف مزروعة عند خمس مستويات من النيتروجين ( 0, 40, 70, 100, 130) kg / ha صممت على هيئة تجربة عاملية 3×5 في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة :

| Nitrogen Level | Rep1 | Rep2 | Rep3 | Rep4 |
|---|---|---|---|---|
| Grain Yield ton/ha | | | | |
| | V1 | | | |
| N0 (0Kg/ha N) | 3852 | 2606 | 3144 | 2894 |
| N1 (40 Kg/ha N) | 4788 | 4936 | 4562 | 4608 |
| N2 (70 Kg/ha N) | 4576 | 4454 | 4884 | 3924 |
| N3 (100 Kg/ha N) | 6034 | 2276 | 5906 | 5652 |
| N4 (170 Kg/ha N) | 5874 | 5916 | 5984 | 5518 |
| | V2 | | | |
| N0 (0Kg/ha N) | 2846 | 3794 | 4108 | 3444 |
| N1 (40 Kg/ha N) | 4956 | 5128 | 4150 | 4990 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| N2 (70 Kg/ha N) | 5928 | 5698 | 5810 | 4308 |
| N3 (100 Kg/ha N) | 5664 | 5362 | 6458 | 5474 |
| N4 (170 Kg/ha N) | 5458 | 5546 | 5786 | 5932 |
| | V3 | | | |
| N0 (0Kg/ha N) | 4192 | 3754 | 3738 | 3424 |
| N1 (40 Kg/ha N) | 5250 | 4582 | 4896 | 4286 |
| N2 (70 Kg/ha N) | 5822 | 4848 | 5678 | 4932 |
| N3 (100 Kg/ha N) | 5888 | 5524 | 6042 | 4756 |
| N4 (170 Kg/ha N) | 5864 | 6264 | 6056 | 5362 |

(Gomez and Gomez, page 92)

والمطلوب:

- إجراء التحليل الاحصائي المناسب لهذه البيانات.
- مثل المتوسطات للمعالجات بيانيا، ثم علق على الشكل البياني.

3- أجريت تجربة عاملية لدراسة تأثير عاملين على حامض الاسكربك في الفاصوليا الخضراء، حيث كان العامل الأول ($A$)الحرارة بثلاث مستويات مختلفة (15- ,10- ,5-)، وكان العامل الثاني ( $B$ ) هو مدة التخزين بالأسابيع (2،4،6،8) ، حيث كررت كل فئة ثلاث مرات، وطبقت التجربة وتم الحصول على كمية حامض الاسكربك (mg/100gr ) التالية:

| Temp | Weeks | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 6 | 8 |
| T1= -20 | 15 | 17 | 15 | 14 |
| | 16 | 15 | 16 | 17 |
| | 14 | 15 | 14 | 16 |
| T2= -15 | 15 | 12 | 13 | 12 |
| | 15 | 15 | 15 | 13 |
| | 16 | 15 | 14 | 11 |
| T3= -10 | 11 | 11 | 8 | 6 |
| | 11 | 9 | 7 | 5 |
| | 12 | 8 | 6 | 6 |

- اختبر تأثير التفاعل والتأثيرات الرئيسية ولخص النتائج في جداول ملائمة مع الرسوم البيانية.
- أجري المقارنات المتعددة بين المتوسطات التي اختلفت معنوياًباستخدام اختبار $LSD$ .

4- أجريت تجربة عاملية لدراسة تأثير نوع السماد المضاف $A$ وهو ثلاث أنواع $A_1, A_2, A_3$ على إنتاجية البطاطس والتي تم زراعتها في نوعين من التربة $B$ (طينية $B_1$ ، ورملية $B_2$ ) ، وتم قياس الإنتاجية كما في الجدول التالي.

| | $A_1$ | | $A_2$ | | $A_3$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| k | $B_1$ | $B_2$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_1$ | $B_2$ |
| 1 | 226 | 252 | 235 | 198 | 183 | 256 |
| 2 | 225 | 251 | 235 | 201 | 198 | 269 |
| 3 | 216 | 240 | 230 | 208 | 202 | 236 |
| 4 | 213 | 237 | 240 | 213 | 197 | 239 |

والمطلوب:

- كون جدول تحليل تباين لهذه التجربة.
- أختبر معنوية أثر التفاعل ، $\alpha = 0.05$ .
- إجراء المقارنات الثنائية بين متوسطات الإنتاجية للسماد مستخدما مستوى معنوية 5 % .

5- أجريت تجربة عاملية لدراسة تأثير عاملين لعلاج السمنة المفرطة والتي تقاس بمؤشر كتلة الجسم (40 فأكثر)، ويمثل العامل الأول $A$ الحمية والتي تشمل أربع حالات ( $A_1$ حمية منخفضة الدهون، $A_2$ حمية منخفضة الكربوهيدرات، $A_3$ حمية منخفضة السعرات الحرارية، $A_4$ حمية منخفضة السعرات الحرارية جداً)، بينما كان العامل الثاني $B$ هو ممارسة النشاط البدني والذي يشمل حالتين ($B_1$ المشي السريع لمدة 30 دقيقة خمس مرات في الأسبوع، $B_2$ ركوب الدراجة لمدة 30 دقية خمس مرات في الأسبوع)، تم إجراء التجربة على 32 مصاب بالسمنة المفرطة، وتم تسجيل مقدار النقص في السمنة (مؤشر كتلة الجسم) بعد سنة تطبيق العاملين.

| | $A_1$ | | $A_2$ | | $A_3$ | | $A_4$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $B_1$ | $B_2$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_1$ | $B_2$ |
| 1 | 3.3 | 3.0 | 4.1 | 5.0 | 3.9 | 8.3 | 4.5 | 3.5 |
| 2 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 4.2 | 5.7 | 7.4 | 4.4 | 3.7 |
| 3 | 2.1 | 3.2 | 3.9 | 4.8 | 6.5 | 6.7 | 5.2 | 3.9 |
| 4 | 2.1 | 4.0 | 3.6 | 4.5 | 6.1 | 5.4 | 4.8 | 4.5 |

والمطلوب:

أ. تكوين جدول تحليل التباين، ثم أختبر الفروض التالية، مستخدما مستوى معنوية 5 % .

- التداخل بين حالات الحمية وطريقتي ممارسة الرياضة البدنية له أثر معنوي على مقدار النقص في السمنة المفرطة .
- يوجد فرق معنوي بين متوسط النقص في السمنة في حالة المشي السريع ومتوسط النقص في السمنة في حالة ركوب الدراجة.
- ادخال حالات الحمية في التحليل يؤثر معنويا على النقص في السمنة.

ب. إجراء المقارنات الثنائية باستخدام طريقة "شيفيه" للمعالجات الستة، $\alpha = 0.05$ .