الجزء الثاني

تصميم التجارب

الفصل الرابع

تصاميم العشوائية الكاملة

4-1-مقدمة:

التجربة هي أساس للحصول على الخبرات و المعارف الجديدة لكل العلوم الطبيعية و التقنية الحديثة . و هذه الأهمية للتجربة تنبع من كون التجربة من الأشكال الأساسية العملية للعلوم الطبيعية و بالتالي فهي التطبيق العملي الاجتماعي للإنسان لاختبار الفرضيات و تطوير النظريات من جهة و نقطة الانطلاق أو البدء بنظريات أو فرضيات جديدة من جهة أخرى.

باعتبار أن التجارب هي بمثابة المفتاح في عمليات التطوير فإن التحضير و التخطيط السليم بالإضافة للتنفيذ الصحيح لها يلعب دورا" أساسيا" في فعالية و نجاح التجربة .

إن التجارب المطبقة تساهم بشكل كبير و فعال في حل المشاكل العلمية و بالتالي التسريع في التقدم العلمي و التقني إلى حد كبير . التجربة الزراعية الحقلية هي بالتعريف هي عبارة عن تجربة حقلية على نباتات زراعية (مزروعة) تتميز التجربة

الزراعية من حيث أن الصفات المدروسة لمادة التجربة تختلف قليلا" أو كثيرا" أي أنها (أي هذه الصفات) تتضمن اختلافات كثيرة أو قليلة لنفس الصفة .
هذه الاختلافات تعود أساساً إلى ا اختلافات وراثية، كيميائية وفيزيائية تركيبية والتي تتجاوب أو تتأثر بشكل مختلف لتأثير المعاملات ولتأثير عوامل خارجية لا يمكن التحكم بها عديدة وبشكل غير متماثل.
هذه الاختلافات المذكورة تتبلور من خلال القياسات غير المتماثلة (هو الحال الإنتاجيات المختلفة لصفة ما).
شئ مهم في التجربة الحقلية وهو معرفة تأثير العوامل على التجربة ودرجة التأثير والإحاطة بها ومن ثم التحري عن العلاقة مابين هذه التغيرات أو الاختلافات وهذه العوامل المؤثرة على التجربة .
كل جزء عن الاختلافات التي نجهل أسبابها تعتبر على أساس أنها اختلافات عائدة للصدفة(احتمالية)
إن هناك العديد من العوامل التي تؤثر على المادة التجريبية وبالتحديد على الصفة أو الصفات المدروسة . هذه العوامل هي العوامل المختبرة ومستوياتها ، العوامل الثابتة خلال التجربة ، والعوامل الغريبة وأخيراً المؤثرات الاحتمالية (الشكل 1)
مادة التجربة وهي إما نباتات أو عينة من التربة أو ما شابه ذلك وهي التي سيتم تطبيق المعاملات عليها (والتي تؤثر عليها المؤثرات المختلفة في التجربة)وذلك من خلال دراسة تأثير هذه المؤثرات على صفات معينة لهذه المادة التجريبية نسميها الصفات المختبرة .
كمثال على الصفات المختبرة يمكن أن تذكر الإنتاج لمحصول معيَّن أو (الإنتاج اليومي لأحد حيوانات المزرعة) أو ارتفاع النباتات أو معدّل النمو ...الخ .
العوامل المختبرة يمكن أن تكون متدرجة (في مستويات) كمية أو نوعية .
العوامل المتدرجة كمياً تستخدم بشكل كميات مختلفة متزايدة كما هو الحال عند استخدام السماد كعامل مختبر في تجارب التسميد حيث يتم دراسة تأثير هذه الكميات المتدرجة على المادة
التجريبية أثناء التجربة.
هذه الكميات المختلفة نطلق عليها مستويات العامل المختبر في التجارب العاملية كما نطلق عليها المعاملات في التجارب البسيطة وحيدة العامل .
العوامل المتدرجة نوعيا" هي العوامل التي تدرجاتها أو مستوياتها غير واضحة أو محددة تماما" بشكل كمي مثل استخدام مواد كيميائية ، مواعيد البذار أو ما شابه ذلك .
كمثال نموذجي على العوامل المختبرة النوعية هي الأصناف أو الأصول التربوية المرباة لأحد الأنواع النباتية .
الهدف الرئيسي هو أن يكون دراسة تأثير العامل المختبر بعيدا" قدر الإمكان عن التأثيرات الأخرى الخارجية .
لهذا يعمد دائما" إلى إبقاء العوامل الأخرى في التجربة (عدا العامل المختبر) ثابتا" و لو خلال مدة التجربة فقط .
كلما كانت العوامل الأخرى و خاصة العوامل الشخصية و عوامل الخدمة موحدة و متجانسة كلما كانت النتائج أدق و مقدرة أكبر (إمكانية أكبر) في معرفة تأثير العامل المختبر .
كعوامل ثابتة في التجربة يمكن اعتبار كل من الإجراءات الزراعية المختلفة مثل مواعيد البذر ، المكافحة و غيرها ...الخ في تجارب التسميد .
أما العوامل الغريبة فيأتي في المقدمة عوامل المناخ المحيطة و الأمراض و الأضرار و غيرها تلك التي لا يمكن التحكم بها على الأقل أثناء التجربة . و يعود تأثير هذه العوامل إلى أنها تؤثر أحيانا" تأثيرات متماثلة (بشكل متماثل) على المعاملات و القطع التجريبية للتجربة ، من جهة أخرى تؤثر غالبا"
بشكل غير متماثل على القطع التجريبية و بالتالي تزيد من فعالية التأثيرات الاحتمالية .
و هذا ينطبق على الأمثلة التالية :

1- اختلاف خصوبة التربة الذي لا يمكن استبعاده كليا" باستخدام القطاعات .
2- الإصابة بالأمراض الفطرية ، التي تؤثر أو تضر بجزء من التجربة بشكل قوي .

إن المؤثرات الاحتمالية تنتج من تقصير أثناء تنفيذ التجربة و عوامل خارجية أثناء تنفيذ التجربة من جهة و من جهة أخرى يبقى هناك أسباب غير معروفة تماما" منها الاختلافات الفردية للنباتات أو الحيوانات المستخدمة في التجربة .
الاختلافات الاحتمالية غالبا" ما تسبب صعوبات جمة للباحث أو المجرب عند تقدير التأثير الناتج عن العامل المختبر بشكل دقيق .
لكن تبقى المهمة الأساسية قائمة و هي دراسة التأثير للعامل المدروس بدقة قدر الإمكان مهما كانت الاختلافات المصادفة الاحتمالية عند تخطيط التجارب كبيرة أو صغيرة .
بالإضافة لذلك هناك مهمة أساسية أخرى عند تنفيذ التجارب و أحيانا" عند تخطيط التجارب هي جعل الاختلافات الاحتمالية الموجودة أقل ما يمكن و كلما كانت الاختلافات أقل كلما كانت إمكانية تقدير تأثير العوامل المختبرة أكبر .
التجربة أو الاختبار يمكن أن يكون عملية استقراء مخططة للإجابة على تساؤلات علمية معينة.
من خلال الحصول على نتائج تجريبية من القطع التجريبية لتجربة حقلية و التي تمثل " عينات " التجربة يمكن تعميمها على كامل التجربة و التي تمثل المجتمع العام للمادة التجريبية المستخدمة .
إن المساحة التي تقام عليها التجربة في تجربة حقلية (التي اعتبرت الأرضية الخاصة بالمجتمع العام)
إن مجال التجربة الفعلي يمكن اعتبارها أيضا" مجال غالبا" ما يكون محددا" بالظروف الجوية . هذا يعني أن النتائج التي أمكن الحصول عليها تكون صالحة فقط ضمن الشروط الزمانية و المكانية و المناخية للتجربة .

عند إجراء عدة تجارب لنفس الهدف العلمي أو الموضوع في أماكن مختلفة و لسنوات متعددة نطلق على مثل هذه التجارب بسلسلة التجارب .
في مثل هذه الحالة تعتبر سنوات التجربة على أنها عينات متكررة ممثلة أو مأخوذة من المجتمع العام للمناخ .
يمكن تقسيم التجارب أو الاختبارات إلى المجموعات التالية من حيث إمكانية التكرار :
(1) تجارب تحت ظروف يمكن تكرارها (تجارب مخبرية) .
(2) تجارب تحت ظروف يمكن تكرارها بشكل محدد(تجارب البيوت الزجاجية)
(3) تجارب تحت الشروط الطبيعية : تجارب حقلية .
(4) تجارب تحت شروط الإنتاج (اختبارات الإنتاج) .
إن العلاقات ما بين كفاءة التمثيل و إمكانية التكرار للتجارب ذات أهمية بالغة .
فكلما اقتربنا من الشروط الطبيعية العملية أدى هذا إلى رفع كفاءة التمثيل للتجربة.
إن تأثير العوامل الغريبة يزداد بشكل ملحوظ مع التطبيق أو الاقتراب أكثر للشروط الطبيعية .
بالمقابل فإن إمكانية المادة أو تكرر النتائج التجريبية للتجارب المنفردة يتناقص باستمرار بشكل واضح لأن اختلافات كبيرة ناتجة ع
ن تأثيرات أقوى للعوامل الغريبة ستتولد نتيجة لذلك .
من أجل تجارب أكثر كفاءة و ثباتا" في النتائج يمكن اتباع المخطط التالي (انظر الصفحة المقابلة البيضاء غير المخططة) .
انطلاقا من توضيح المشكلة العلمية يتم تحديد الغرض الأساس أو الهدف من التجربة .
بعد ذلك يتم وضع الخطة التجريبية " خطة التجربة " بمراعاة أسس و مبادئ تخطيط التجارب و من ثم تنفيذ التجربة على أرض الواقع .
تؤخذ المعطيات التجريبية و يتم تقسيم المعطيات إحصائيا" و رياضيا" و على ضوء ذلك يتم تفسير النتائج و معرفة فيما إذا تم التوصل إلى حل أو جواب على المسألة المطروحة .
و للتأكد من النتائج تجرى اختبارات خاصة على الواقع و ضمن الظروف الطبيعية السائدة تماما" .
وفي حال عدم الوصول إلى النتائج المطلوبة تماما" يمكن تعديل خط التجربة .
كما يمكن أن نعزو ذلك إلى عدم توفر الدقة الكافية و ليس الخطأ في الخطة أو المسألة الأساسية .
و في مثل هذه الحالة تعاد كامل أو جزء من التجربة و تعدل الخطة بحيث يتناسب ذلك مع تأمين الدقة الكافية للتنفيذ و ربما زيادة عدد المكررات كحل في معظم الأحيان .

4-2- عناصر تصميم التجارب :

إن تصميم التجربة يحدد الكثير من العوامل الواجب أخذها بعين الاعتبار عند تنفيذ التجربة ميدانياً.كما أن تخطيط التجربة يتطلب تحديد العناصر الأساسية للتجربة .هذه العناصر سيتم شرهها الآن من خلال تحديد ودراسة العناصر الأساسية التالية:

4-2-1- القطعة التجريبية: أو ما نسميه " الوحدة التجريبية ": و هي أصغر وحدة في التجربة و التي عليها تتم كافة العمليات الزراعية و المعاملات المراد اختيارها بشكل موحد و متساوي . و على أرض القطعة التجريبية يجب أن تسمح كافة الظروف بشكل يؤمن الفرص لكل العمليات و المعاملات حتى تمارس تأثيرها بشكل كامل .
بعد تحديد عدد القطع التجريبية يتم تحديد :

- مساحة القطعة
- شكل القطعة
- الممرات و خطوط الحماية

تبقى القطعة التجريبية هي أصغر وحدة سواء عند دراسة الصفة أو الصفات و عليها تتم العمليات الكاملة و أخذ القياسات و الحصول على قيم الصفات المختبرة .
فإذا كانت الصفة المدروسة هي الإنتاج (الغلة) فإنه يتم استخدام كافة القطعة التجريبية بينما إذا كانت لدينا صفة أخرى (مثل عدد السنابل على النبات أو عدد السنيبلات في السنبلة الواحدة) يمكن أخذ قياسات عديدة من القطعة التجريبية و بالتالي يكون لدينا عدة عينات و بذلك تؤمن الحصول على قيم دقيقة و صحيحة .
إن القطعة التجريبية تؤمن أربع مهام و هي :

- تعتبر ممثلة بشكل كامل النباتات المزروعة عليها التي تشكل موضوع التجربة .
- تعتبر عينة ممثلة لشروط مكان التجربة .
- تؤمن الموضع لتأثير كافة المعاملات التجريبية .
- تؤمن القياس الدقيق للصفة أو للصفات المدروسة .

• مواصفات القطعة التجريبية :تتصف القطعة التجريبية بالمواصفات التالية:

- مساحة القطعة : إن مساحة القطعة التجريبية تتعلق بشكل أساسي بـ :

1) طبيعة الاختلافات الفردية للنباتات .
2) متطلبات عوامل الاختبار .
3) الإمكانية المتاحة من الآليات و الأجهزة .

و يجب أن تحتوي القطعة التجريبية عدد من النباتات على الأقل بحيث تكون تأثير الاختلافات الفردية للنباتات متساوية .
عادة يكون هناك من 80 - 100 نبات / قطعة .
و بحيث يكون تأثير الاختلافات للنباتات غير معنوي بتقدير أو المجرب .
بالنسبة للمحاصيل التي تزرع على مسافات كبيرة (مثل البطاطا ، الشوندر السكري) يكفي زراعة من 30 - 50 نبات / القطعة التجريبية .
بالنسبة لهذه المحاصيل يلعب أقل عدد لازم من النباتات دورا" في تحديد حجم القطعة التجريبية .
هناك مجموعة من عوامل الاختبار تتطلب متطلبات خاصة بالنسبة لمساحة القطعة التجريبية - فمثلا" تجارب الري أو عمليات الخدمة تتطلب دوما" قطع تجريبية كبيرة نسبيا" .
أخيرا" يجب التنويه إلى أن مساحة القطعة التجريبية يجب أن يتناسب و الإمكانية التقنية المؤثرة من الآليات و الأجهزة و توابعها و يجعلها ممكنة الاستخدام بأعلى طاقة ممكنة و إلا فإن دقة التجربة سوف تتأثر .
يلعب تحديد المتطلبات من الدقة التجريبية دورا خاصا وبالعلاقة مع خصوبة التربة واختلاف يمكن من خلال قطع تجريبية وعدد مكررات أقل فأنه يمكن التوصل إلى فرق حدي مثلما هو الحال عند استخدام قطع أصغر وعدد مكررات أكبر .
أخيرا فأن حجم القطع التجريبية يتجدد من خلال اختيار تصميم التجربة حيث أنه في بعض التصاميم مثل القطاعات غير العشوائية يمكن اختيار قطع ذات حجم أكبر مما هو عليه وفي التصاميم ذات القطاعات الكاملة .
ان العلاقة المتعدية مابين حجم القطعة التجريبية والنوع النباتي توضح على أنه لكل نوع نباتي يحتاج إلى حجم معين وبالتالي تختلف حجم القطعة اختلافا" شديدا" ففي بعض الحالات يحتاج المرء (وذلك

طبقا" لطبيعة النبات) إلى قطع تجريبية صغيرة جدا" لا تتجاوز (ا) م2 وهذه الحالة اكثر ماترد إلى حد ما بالدقة التجريبية .

ويمكن رفع الدقة التجريبية أو تحسينها وذلك باستخدام أودراسة صفات تأثرها قليل بتفاوت خصوبة التربة . هناك مشكلة انخفاض دقة التجارب المجزاة على قطع تجريبية صغيرة جدا" والتي لايمكن دوما تنفيذها باستخدام عدد كبير من المكررات . لايمكن حل هذه المشكلة الامن خلال تنفيذ هذه التجربة على خطوات وضمن برنامج حيث يستخدم فيه الانتقال من مستوى لاخر وذلك بتخفيض عدد المعاملات ، إلى حجم القطع التجريبية ، زيادة عدد المكررات وبالتالي زيادة مضطردة من الدقة التجريبية ، ان التخطيط الأمثل للقطع التجريبية يتطلب أساسا أنه لكل مكان يفضل استخدام التجارب الأولية (التمهيدية ما قبل التجربة) لكشف أفضل حجم وشكل للقطع التجريبية وهذه المهمة ليست سهلة ونادرة الحل . حتى الآن يستعمل بشكل عام قطع تجريبية والتي تؤمن بشكل متوسط دقة تجريبية معقولة .

وحاليا يستعمل قطع تجريبية مابين 10 - 20 م2 وذلك حسب طبيعة التربة والملكية المتوفرة وما إلى ذلك .

- شكل القطعة: شكل القطعة يعني النسبة مابين العرض والطول وهذه له الأهمية من أجل :

1 - تأمين المساواة في خصوبة التربة ضمن القطاع الواحد .

2 - مناسب الآلات والأجهزة المتوفرة .

يفضل عادة قطع تجريبية طويلة وضيقة . إذا النسبة المفضلة مابين عرض وطول القطعة هو 1 - 5 أو1:5 وهذا متعلق أيضا بحجم القطعة المطلوب وعدد المعاملات وطبيعة العوامل المختبرة .

أما القطع التجريبية الأقرب إلى الشكل المربع تحتوي على أقصر حواف (أطراف) وهذا مفيد طبعا في التجارب التي تتم فيها اختبار مواد المكافحة والوقاية .
بينما في حال استعمال قطع تجريبية طويلة وضيقة (كما في تجارب الأمراض ومكافحة الآفات) فيمكن أن يكون تأثير الجوار عال على العوامل المختبرة .

ولاستخدام القطع التجريبية المربعة (بشكل تقريبي) يشترط تجانسا" عاليا" في ظروف التربة ضمن القطاعات وإلا لابد من البحث عن أشكال أخرى أنسب .

توجيه القطع التجريبية : إن التأثير الضار عن اختلاف خصوبة التربة ضمن القطاعات يمكن أن يزال إلى حد كبير وذلك من خلال اختيار شكل القطع التجريبية وتوجيهها بشكل صحيح .

وهذا ممكن خاصة عندما تزداد خصوبة التربة باتجاه واحد وتكون القطع التجريبية ضيقة وطويلة موجهة باتجاه خصوبة التربة .

4-2-2-القطاعات : BLOCKS

آن فعالية إنشاء القطاعات في التجربة الحقلية تحدد من خلال مساحة وشكل هذه القطاعات بالعلاقة مع اختلاف أو تباين خصوبة التربة في مكان التجربة.

1- مساحة القطاع :كلما كانت تربة التجربة الحقلية أكثر تجانساً كلما أمكن زيادة مساحة القطاع أكثر ،ولكن عندما تكون خصوبة التربة متباينة أكثر كلما دعت الحاجة إلى تخفيض مساحة القطاع أكثر بحيث تكون التربة ضمن القطاع الواحد إلى حد ما متماثلة.

تكون مساحة القطاع من 200- 500 م^2 وذلك حسب طبيعة أرض التجربة وهذا كافٍ لجعل التربة ضمن القطاع متماثلة إلى حدٍ ما.

إذا كان عدد العوامل المختبرة (أو المعاملات)كبيراً جداً أو أن هناك حاجة لقطع كبيرة وبالتالي لابد من أن نتجاوز المساحة للقطاع عن الحد المسوح أو المطلوب فإنه من الواجب في هذه الحالة استخدام تصاميم ذات قطاعات غير كاملة.المهم أن يكون الهدف الأساسي هو تقليل مساحة القطاع بما يضمن أبعاد تأثير اختلاف خصوبة التربة.

-شكل القطاع: إن شكل القطاع يعلق باتجاه تغير التربة. بالتالي عندما لا تتوفر أية معلومات عن طبيعة تغيرات التربة فأنه من المفيد استخدام قطاعات ذات أشكال مربعة أو قريبة إلى الشكل المربع قدر الإمكان.بذلك يكون قد أمكن تقليل تأثير تغيرات التربة إلى أدنى حد ممكن.أما إذا أمكن التعرف على اتجاه تغير خصوبة التربة فأنه من الأفضل إنشاء قطاعات صغيرة نسبياً تتعامد في اتجاهها مع جهة تغير خصوبة التربة .

الممرات بين القطاعات :من المفيد جدا ترك مسافات فارغة كطرق أو ممرات بين القطاعات من أجل القيام بكافة الأعمال اللازمة لتنفيذ خطوات التجربة والقيام بأعمال الخدمات الزراعية الضرورية حسب ما هو وارد في خطة التجربة. إن عرض الممرات اللازم يتعلق بالدرجة الأولى بالآلات الزراعية المتوفرة واللازمة لتأدية الخدمات الزراعية. من الناحية العملية يستحسن أن تكون الممرات بين القطاعات كافية لتأمين كل الخدمات اللازمة دون إعاقة أو تأخير ،لذلك فأنه يوصى بأن تكون الممرات ذات عرض لا يقل عن متران ونصف المتر.

4-2-3- المكررات Replicates:المكرر هو بالتعريف تكرار المعاملة الواحدة أكثر من مرة في نفس التجربة.وهذا يعتبر من أهم المبادئ الأساسية في تصميم التجارب. وتفيد المكررات في تحقيق مايلي :

1. رفع الدقة التجريبية حيث كلما زاد عدد المكررات زادت دقة التجربة الكلية.
2. زيادة حجم التجربة مما يجعل التجربة أكثر تمثيلاً للواقع .
3. إمكانية حساب المؤشرات الإحصائية الأساسية اللازمة للتجربة مثل مقاييس النزعة المركزية ومقاييس التشتت.

وعلى المجرب أن يتوخى تأمين أعلى دقة تجريبية ممكنة.لذلك فإنه يتم تحديد أقل دقة تجريبية ممكنة في خطة التجربة والتي لا يجوز التنازل عنها وإلا فإن النتائج التجريبية سوف لن تكون مقبولة إذا لم يتحقق المستوى المحدد من الدقة التجريبية في خطة التجربة.

كما أن من العوامل الهامة التي تزيد من دقة التجربة هو تكرار التجربة أكثر من مرة في أوقات مختلفة وأماكن مختلفة أي ما يطلق عليه سلسلة تجارب.

من خلال الخبرات العديدة في هذا المجال أمكن التوصل إلى أن عدد المكررات المناسب في معظم الحالات يتراوح مابين (4-8) مكررات.أما العدد المثالي فهو أربعة.

4-2-4- المباديء الأساسية في تخطيط التجارب :من أجل ضمان الوصول الى تجربة باجحة ذات نتائج تجريبية موثوقة لابد من تطبيق المباديء الأساسية في تخطيط التجارب الاربع المعروفة وان أي خلل في تطبيق هذه المباديء سيؤدي حتما الى انخفاض دقة التجربة وبالتالي الى زيادة الخطأ التجريبي وهذه هي المباديء التالية:

1. استخدام المكررات Replicates في التجربة:في الفقرة السابقة تم شرح موضوع المكررات بشكل مفصل ،ويكفي هنا أن نشير الى أنه يمكن تطبيق تجارب بدون مكررات تعد تجارب غير علمية ولايمكن الاعتماد عليها في البحث العلمي ولكنها تستخدم فقط في مجال الارشاد الزراعي وفي مجال الدعاية والاعلان.

2. استخدام القطاعات : BLOCKS في التجربة: في الفقرة السابقة تم شرح موضوع القطاعات بشكل مفصل،ويكفي هنا أن نشير الى أنه يمكن تطبيق تجارب بدون قطاعات كما سنرى في الفصل القادم ، ولكن مثل هذه التجارب قليلة الاسستخدام الا في ظروف خاصة وهي الظروف المخبرية؛وعند توفر شروط معينة ستذكر لاحقا في الفصل القادم.

3. التوزيع العشوائي للمعاملات :يقصد بهذا المبدأ المعاملات على الوحدات أو القطع التجريبية توزيعا عشوائيا كاملا بدون أي تحيز،وبشكل عشوائي

4-2-5- الخطأ التجريبي : Residual error : ان مصادر الخطأ التجريبي عديدة ومتنوعة .ولكن يمكن أن نقسمها الى مجموعتين رئيسيتين هما :

- أخطاء تجريبية يمكن التحكم بها :وتشمل هذه الأخطاء التجريبية الاخطاء الناتجة عن الاسباب التالية :

1. عدم تطبيق المبدأ الاخير من مبادىء تخطيط التجارب وهو مبدأ "وحدة الشروط المتبقية"
2. عدم توخي الدقة في أخذ القراءات أو القياسات نتيجة للإهمال أو السرعة وهذا عبارة عن خطأ شخصي بحت.

- أخطاء تجريبية لا يمكن التحكم بها: وتشمل هذه الأخطاء التجريبية الاخطاء الناتجة عن الاسباب التالية :

1. الاخطاء الناتجة عن استخدام آليات زراعية أو خدمية غير دقيقة تماما ،أو أن هذه الآليات الزراعية أو الخدمية لايمكن ضبطها أو لم يتم ضبطها بشكل دقيق .
2. الاخطاء الناتجة عن الاختلافات العائدة للاختلاف في التركيب الوراثي للمادة التجريبية الحية (سواء كانت نباتية أم حيوانية أو غير ذلك) أو الاختلاف في التركيب الوراثي للمادة الوراثية أو العوامل الوراثية للصفة المختارة.
3. الاخطاء الناتجة عن الاختلافات العائدة للاختلاف في خصوبة تربة التجربة وعدم تجانسها بشكل جيد.
4. الاخطاء الناتجة عن الاصابة المفاجئة بأحد الامراض (سواء كانت أمراض نباتية أم حيوانية أو غير ذلك) والذي قد يكون مرضا ظاهرا أو لا.

ويجدر الاشارة الى أنه يمكن أيضا أن نقسم الخطأ التجريبي حسب نوع الخطأ الى مجموعتين رئيسيتين هما :

- أخطاء لا عشوائية(نظامية) : وتشمل هذه الأخطاء التجريبية الاخطاء التي تتكرر خلال تنفيذ التجربة بشكل نظامي او على وتيرة ثابتة .وكمثال على ذلك الاخطاء الناتجة عن استخدام آليات زراعية أو خدمية غير دقيقة تماما أو عن استخدام أجهزة قياس ذات أخطاء ثابتة زمثل هذه الاخطاء تؤثر بشكل مباشر على دقة القياس وتؤدي عادة الى خلل في تقدير القيم التقديرية (التي سيرد شرحها في الفقرة التالية 4-2-5).
- أخطاء عشوائية: وتشمل هذه الأخطاء التجريبية الاخطاء التي تتكرر بشكل عشوائي وبالتالي من الصعب تقديرها ويرجع سببها الرئيسي الى الصدفة.وكمثال على هذه الاخطاء يمكن أن نجملها في الاخطاء الناتجة عن الظروف البيئية والاختلافات الوراثية.

4-2-6 - دقة التجربة : ان هو من أهم المواضيع الواجب مراعاتها والاهتمام بها ذلك لان دقة التجربة تحدد مصير النتائج التجريبية وتحدد مدى نجاح التجربة وقبول نتائجها .لذلك يتوجب على الباحث أو المجرب معرفة موضوع دقة التجربة معرفة كافية ان لم نقل معرفة تامة .

ان دقة التجربة تحدد من خلال العديد من العوامل والإجراءات التي يمكن أن يراعيها أو يطبقها أثناء التنفيذ . لقد أجمع العديد من العلماء والمهتمين من ان دقة التجربة تأتي من مصدرين أساسيين هما :

- دقة التقدير (القياس) : تحت هذا التعبير يمكن أن نفهم بأن دقة التقدير هي درجة الدقة الواجب توفرها عند تقدير القياسات الاساسية اللازمة مثل المتوسط الحسابي وما الى ذلك من مؤشرات احصائية أساسية أخرى.وأكثر ما يفيدنا في رفع دقة التجربة هو ان نعتمد الاساليب التالية:

  1- الاقلال من الاخطاء النظامية.

  2- اجراء سلسلة التجارب EXPERIMENT SERIES وليس التجارب الوحيدة .

  3- استعمال الشاهد CONTROL في التجربة

- دقة التكرار : تحت هذا التعبير يمكن أن نفهم بأن دقة التكرار هي درجة التطابق مابين القياسات المتكررة . وأكثر ما يفيدنا أيضا في رفع دقة التجربة هو ان نعتمد الاساليب التالية:

  1- استخدام المكررات في التجربة .

  2- استبعاد القيم الشاذة

  3- زيادة حجم التجربة الى أكبر قدر ممكن حسب الامكانيات المتوفرة.

مما سبق يمكننا اذن أن نستنتج أن البلحث لديه وسائل متعددة لرفع دقة التجربة،وعلى الباحث أيضا أن يتوخى أعلى دقة تجريبية ممكنة.

وكمقياس للدقة التجريبية يتم عادة استخدام المؤشر الاحصائي المعروف وهو عامل الاختلاف Coefficient of variation والذي يرمز له بـ C.V أو S% .

هذا ويمكن الاعتماد على الخبرات السابقة (وهي معرفة المادة التجريبية بدقة) في تحديد دقة التجربة التقريبية والمتوقعة ،والتي يطلق عليها " أقل دقة تجريبية ممكنة" ،وعلى الباحث الحفاظ على مثل هذه الدقة أو بالاحرى تأمين دقة أعلى قدر الامكان من خلال الوسائل المتعددة لرفع دقة التجربة والآنفة الذكر.
هناك العديد من أنواع تصاميم التجارب ، ونكتفي في كتابنا العملي بشرح التصاميم الأكثر شهرة واستخداماً في التجارب الزراعية ، التصاميم تصلح عندما يكون عدد المعاملات محدوداً وأقل من عشرين معاملة . وهي :

1-تصاميم عشوائية تامة (بسيطة).
2-تصاميم القطاعات العشوائية الكاملة.
3-تصاميم المربع اللاتيني.

فيما يلي سنتعرض لدراسة كل من التصاميم الأنفة الذكر بشكل مفصل حيث نعرف كل تصميم ثم نذكر أهم الميزات التي تميزه عن بقية التصاميم ،بعد ذلك نعرج على خطوات تحليل التباين من خلال تحديد أهم الوسائل المتبعة وأيسرها وأخيراً نورد بعض الأمثلة المدعمة بالتجارب الحقلية حول تحليل البيانات التجريبية وكيفية تفسيرها وإجراء المقارنات اللازمة إن تطلب الأمر.

3-4- التصميم العشوائي الكامل

يعتبر هذا التصميم من أكثر التصاميم التجريبية بساطة من الناحية التطبيقية وأكثر هاو استعمالا في التجارب المخبرية والبيوت الزجاجية ، كما يعتبر أساساً لبقية التصاميم الأخرى.
يتم في هذا التصميم توزيع مكررات كل معاملة من المعاملات المدروسة بشكل عشوائي على الوحدات أو القطع التجريبية بحيث تكون الفرص متساوية لكل معاملة من المعاملات المدروسة . ولهذا الفرض يمكن استخدام الجداول العشوائية أو بطريق السحب العشوائي .
مزايا التصميم :
1- يسمح باستعمال أي عدد من المعاملات ، علما بأن عدد المكررات يمكن أن يكون مختلفاً من المعاملات الأخرى.
2- يبقى التحليل الإحصائي للتجربة سهلاً حتى عند عدم تساوي مكررات المعاملات أو عند غياب بيانات بعض الوحدات التجريبية .
شروط التصميم :
1- يجب أن تكون الوحدات التجريبية كافة متجانسة تماماً ضمن التجربة .
2-توزع مكررات المعاملات عشوائياً ضمن التجربة ككل.
مراحل تحليل التباين :
يمكن وصف تصميم العشوائي الكامل بالنموذج الرياضي التالي الذي يبين مصادر التباين المختلفة:

$$X_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

حيث أن:

X_{ij} = القيمة الإحصائية للوحدة التجريبية في التجربة.

μ = المتوسط الحسابي العام للتجربة

T_i = تأثير المعاملات

ε_{ij} = تأثير الخطأ .

ويمكن إجراء تحليل التباين وفق الخطوات التالية :

1 - معامل التصحيح Correction Factor :

$$C.F = \frac{G^2}{N}$$

حيث أن :

G:المجموع الكلي للقيم الناتجة لكل المفردات في التجربة .

N: عدد القطع التجريبية في التجربة ، أو عدد القيم الناتجة في التجربة .

2- مربعات الانحرافات الكلية SSO:

$$SSO = \sum X_i^2 - CF$$

$$= X_1^2 + X_2^2 + \ldots + X_i^2$$

حيث أن :

Xi^2 :مربع كل قيمة ظهرت في التجربة .

C.F :معامل التصحيح .

درجة الحرية :Degree Of FREEDOM

d.f =N-1

3-مجموع مربعات الانحرافات بين المعاملات المدروسة SST:

$$SST = \sum \frac{Ti^2}{r} - C.F$$

$$= [\frac{T_1^2}{r} + \frac{T_2^2}{r} + \ldots + \frac{T_i^2}{r_i}] - CF$$

Ti^2/r : مربع مجموع كل معاملة على حدة مقسوماً على تكرار هذه المعاملة .

درجة الحرية :

d.f = t - 1

متوسط مربعات الانحرافات بين المعاملات MST:

MST=SST/t - 1

4- مجموع مربعات الانحرافات ضمن المعاملات ، أو ما يسمى بالخطأ التجريبي sse:

SSE = SSO - SST

-درجة الحرية d.f:

d.f = (N-1) -(t-1) =N-1-t+1

-متوسط مربعات الانحرافات ضمن المعاملات :MSE

MSE=SSE/ N-t

قيمة F المحسوبة

F=MST/MSE

تقارن F المحسوبة مع F الجدولة عند درجة حرية .tVariance)و (N-1) عمودياً باحتمال خطأ مسموح به 5% و 1%

.

- تلخص النتائج في جدول تحليل التباين التالي رقم (1) :

6- جدول تحليل التباين Table Of The Analysis Of Variance .

مصادر التباين s.o.v	d.f	S.S	M.S	F
بين المعا ملات	t-1	S S T	M S T	F= M S T/ MSE
ضمن المعا ملات (خطأ تجريبي)	N-t	SSE	MSE	
المجموع	N-1	SSO		

مثال :لدى مقارنة إنتاج خمسة أصناف من القمح هي : (A-B-C-D-E)
زرع كل منها في خمس قطع تجريبية ، ضمن تجربة بتصميم عشوائي تام (بسيط) . وبعد الحصاد حصلنا على النتائج التالية في الجدول رقم (1):

(58)	E 16	C 11	A 9	B 14	A 8
(66)	D 13	B 17	E 14	C 12	A 10
(61)	C 15	A 12	A 11	B 11	D 12
(68)	B 12	D 15	C 13	D 14	C 14
(82)	D 16	E 18	B 16	E 16	E 16
335	72	73	63	67	60

والمطلوب :
- تحليل التجربة باستخدام تحليل التباين
- اختبار معنوية الفروق بين المعاملات باستخدام اختبار F
- إذا أثبت اختبار F وجود فروق معنوية بين المعاملات المطلوب إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات
- تفسير النتائج .

أولاً: تحليل التباين

- حساب معامل التصحيح :

$$CF = G^2 / N$$
$$= (335)^2 / 25$$
$$= 4489$$

- حساب مجموع مربعات الانحرافات الكلية :

$$SS0 = \Sigma X^2_i - CF$$
$$= 4649 - 4489$$
$$= 160$$

- حساب مجموع مربعات الانحرافات بين المعاملات (الأصناف):

$$SST = (\Sigma T^2_i / r) - CF$$
$$= 4585 - 4489$$
$$= 96$$

- حساب مجموع مربعات الانحرافات للخطأ التجريبي :

$$SSE = SS0 - SST$$
$$= 160 - 90$$
$$= 64$$

- حساب متوسطات مربعات الانحرافات لمصادر التباين السابقة وذلك بقسمة مجموع مربعات الانحرافات د لكل مصدر من مصادر التباين السابقة الذكر على درجة حريته.
نقوم بعد ذلك بعمل جدول تحليل التباين على الشكل التالي في الجدول رقم (2) :

مصادر التباين	SS	DF	MS	F_{cal}	F_{tab} 1% 5%
بين المعاملات (الأصناف)	96	4	24	7.5	4.43 2.87
الخطأ التجريبي (المتبقي)	64	20	3.2		
التباين الكلي	160	24			

من الجدول السابق نلاحظ أن قيمة F_{cal} أي المحسوبة أكبر من قيمتي F_{tab} الجدولة عند مستويي المعنوية 1% و 5% .هذه النتيجة تدل على أنه يوجد فروق معنوية بين المعاملات أي الأصناف .في مثل هذه الحالة يمكن إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات إذا كنا نريد مقارنة المعاملات مع الشاهد أو مع بعضها البعض.
لذا يمكن الانتقال إلى الفصل القادم للإطلاع على كيفية إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات .

الفصل الخامس

القطاعات الكاملة

5-1- مقدمة :
يعتبر تصميم القطاعات الكاملة من أهم وأكثر التصاميم استخداماً وشيوعاً نظراً لسهولة الاستخدام والتحليل وكذلك دقة النتائج وخاصة في التجارب الحقلية سواء في مجال الإنتاج الحيواني أو النباتي.
وحيث أنه قلما تتأمن الشروط اللازمة لاستخدام التصميم العشوائي الكامل مثل التجانس التام للمادة التجريبية أو أرض التجربة فإننا نجد أن تصميم القطاعات الكاملة هو الأفضل والأمثل لإجراء التجارب ضمن الشروط البيئية الطبيعية.

5-2- ميزات التصميم :
1- إن تجميع القطع التجريبية في قطاعات متجانسة يؤدي حكماً إلى تقليل قيمة الخطأ التجريبي لأنه يقلل إلى حد بعيد من الاختلافات في خصوبة التربة كما يؤدي إلى عزل تأثير العوامل المرافقة .
2-يمكن استخدام العدد المطلوب من المعاملات أو المكررات حسب الخطة بدون أية زيادة معنوية في الخطأ التجريبي عندما تتوفر الإمكانيات اللازمة.
3-تتوفر إمكانية التوزيع العشوائي ضمن القطاعات وبذلك يتحقق المبدأ الأساسي في تخطيط وتصميم التجارب.
4- التحليل الإحصائي لهذا التصميم سهل غير معقد بالإضافة إلى أنه يمكن تقدير القيمة في حال فقدان قيمة وحدة تجريبية أو أكثر با ستخدام العلاقات المستخدمة لهذا الغرض.

5-3- شروط التصميم :
1- يجب أن تظهر كل معاملة من المعاملات مرة واحدة فقط ضمن كل قطاع في التجربة .
2- يجب توزيع المعاملات بشكل عشوائي ضمن كل قطاع في التجربة .

تحليل التباين :
يتشابه تحليل التباين للتجربة المصممة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية إلى حد كبير مع مثيلتها المصممة باستخدام التصميم العشوائي الكامل عدا بعض التعديلات البسيطة التي سنذكرها فيما يلي .
يمكن وصف تصميم القطاعات العشوائية بالنموذج الرياضي التالي الذي يبين مصادر التباين المختلفة:

$$X_{ij} = \mu + T_i + R_j + \varepsilon_{ij}$$

حيث أن:
X_{ij} = القيمة الإحصائية للوحدة التجريبية في التجربة.
μ = المتوسط الحسابي العام للتجربة
T_i = تأثير المعاملات
R_j = تأثير القطاعات
ε_{ij} = تأثير الخطأ .

بتم تحليل التباين للتجربة بتصميم القطاعات الكاملة بإتباع الخطوات التالية:

1 - معامل التصحيح Correction Factor :

$$C.F = \frac{G^2}{N}$$

حيث أن :

G:المجموع الكلي للقيم الناتجة لكل المفردات في التجربة .

N: عدد القطع التجريبية في التجربة ، أو عدد القيم الناتجة في التجربة .

2- مربعات الانحرافات الكلية SSO:

$$SSO = \sum X_i^2 - CF$$

$$= X_1^2 + X_2^2 + \ldots + X_i^2$$

حيث أن :

X_i^2 :مربع كل قيمة ظهرت في التجربة .

C.F :معامل التصحيح .

df درجة الحرية Degree Of FREEDOM

d.f =N-1

3-مجموع مربعات الانحرافات بين المعاملات المدروسة SST:

$$SST = \sum \frac{Ti^2}{r} - C.F$$

$$= [\frac{T_1^2}{r} + \frac{T_2^2}{r} + \ldots + \frac{T_i^2}{r_i}] - CF$$

T2i /r:مربع مجموع كل معاملة على حدة مقسوماً على تكرار هذه المعاملة .

درجة الحرية :

d.f = t - 1

متوسط مربعات الانحرافات بين المعاملات MST:

MST=SST / t - 1

4 - مجموع مربعات الانحرافات للقطاعات SSR :

SSR = Σ R2i / t - CF

$$SSR = [\frac{R_1^2}{t} + \frac{R_2^2}{t} + \ldots + \frac{R_i^2}{t_i}] - CF$$

حيث أن :

R2i : مربع مجموع القطاع Ri

i =1 ..... r

5- مجموع مربعات الانحرافات ضمن المعاملات ، أو ما يسمى بالخطأ التجريبي sse:

SSE = SSO - SST

-درجة الحرية d.f:

d.f = (N-1) -(t-1) =N-1-t+1

-متوسط مربعات الانحرافات ضمن المعاملات :MSE

MSE=SSE/ N-t

6- قيمة F المحسوبة

F = MST / MSE

تقارن F المحسوبة مع F الجدولة عند درجة حرية (t-1) أفقياً و (N-1) عمودياً باحتمال خطأ مسموح به 5% و1% .

7- تلخص النتائج في جدول تحليل التباين في الجدول رقم (1): :

جدول تحليل التباين Table Of The Analysis Of Variance

مصادر التباين s.o.v	d.f	S.S	M.S	F
بين المعا ملات القطاعات	t-1	S S T	M S T	F= M S T/ MSE
ضمن المعا ملات (خطأ تجريبي)	r-1	SSR	MSR	F = MSR / MSE
	(t-1)*(r-1)	SSE	MSE	
المجموع	N-1	SS0		

بعد تنفيذ الخطوات السابقة نحصل عال قيمة F المحسوبة لكل من المعاملات والقطاعات .يمكن الاستفادة من قيم F لمقارنتها مع نظيرتها الجدولة عند مستويي المعنوية 1% و 5% ولدرجات الحرية المناسبة سواء للمعاملات أو القطاعات .للتأكد من وجود فروق معنوية بين معاملات التجربة نقارن F المحسوبة مع F الجدولة عند درجة حرية (t-1) أفقياً و (N-1) عمودياً باحتمال خطأ مسموح به 5% و1% .

إذا كانت قيمة F المحسوبة أقل من F الجدولة عند كلا المستويين دل ذلك على عدم وجود فروق معنوية بين معاملات التجربة .

أما إذا كانت قيمة F المحسوبة اكبر من F الجدولة عند كلا المستويين دل ذلك على وجود فروق معنوية عالية بين معاملات التجربة .

و إذا كانت قيمة F المحسوبة اكبر من F الجدولة عند مستوى المعنوية 5% وأصغر منها عند مستوى المعنوية 1% دل ذلك على وجود فروق معنوية فقط بين معاملات التجربة .

وهذا الكلام ينطبق تماماً على اختبار معنوية القطاعات .

مثال :أجريت تجربة حقلية لدراسة إنتاج خمسة أصناف من الكرز بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة استخدمت في هذه التجربة أربع مكررات . الجدول التالي يبين البيانات الاولية للتجربة في الجدول رقم (2):

R1= 60	A	8	B	11	C	13	D	14	E	14	
R2 = 70	A	10	C	14	D	15	B	16	E	15	
R3 = 75	E	17	A	12	B	15	C	16	D	15	
R4 = 75	A	10	C	17	B	15	D	16	E	17	
Σ Ri = 280											

والمطلوب :

- تحليل التجربة باستخدام تحليل التباين في حالة تصميم القطاعات الكاملة.
- اختبار معنوية الفروق بين المعاملات باستخدام اختبار F
- إذا أثبت اختبار F وجود فروق معنوية بين المعاملات المطلوب إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات
- تفسير النتائج .

أولاً: تحليل التباين

- حساب معامل التصحيح :

$$CF = G^2 / N$$
$$= (280)^2 / 20$$
$$= 3920$$

- حساب مجموع مربعات الانحرافات الكلية :

$$SS0 = \Sigma X^2_i - CF$$
$$= 4046 - 3920$$
$$= 126$$

- حساب مجموع مربعات الانحرافات بين المعاملات (الأصناف) كما في الجدول رقم (3):

A	B	C	D	E
8	11	13	14	14
10	16	14	15	15
12	15	16	15	17
10	15	17	16	17
Σ= 40	Σ= 57	Σ= 60	Σ= 60	Σ = 63

$SST = (\Sigma T_i^2 / r) - CF$
$= 4004.5 - 3969$
$= 84.5$

-حساب مجموع مربعات الانحرافات للقطاعات :

$SSR = (\Sigma R_i^2 / t) - CF$
$= 3950 - 3920$
$= 30$

- حساب مجموع مربعات الانحرافات للخطأ التجريبي :

$SSE = SS0 - SST - SSR$
$= 126 - 84.5 - 30$
$= 11.5$

- حساب متوسطات مربعات الانحرافات لمصادر التباين السابقة وذلك بقسمة مجموع مربعات الانحرافات د لكل مصدر من مصادر التباين السابقة الذكر على درجة حريته.
نقوم بعد ذلك بعمل جدول تحليل التباين على الشكل التالي كما في الجدول رقم (4) :

مصادر التباين	**SS**	**DF**	**MS**	F_{cal}	F_{tab} 1% 5%
بين المعاملات (الأصناف)	84.5	4	21.1	21.98	5.41 3.26
بين القطاعات	30	3	10	10.42	5.95 3.49
الخطأ التجريبي (المتبقي)	11.5	12	0.96		
التباين الكلي	126	19			

من الجدول السابق نلاحظ أن قيمة F_{cal} أي المحسوبة أكبر من قيمتي F_{tab} الجدولة عند مستويي المعنوية 1% و 5% .هذه النتيجة تدل على أنه يوجد فروق معنوية عالية بين المعاملات أي الأصناف .في مثل هذه الحالة يمكن إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات إذا كنا نريد مقارنة المعاملات مع الشاهد أو مع بعضها البعض.
لذا يمكن الانتقال إلى الفصل القادم للإطلاع على كيفية إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات .
كما نلاحظ أيضاً أن قيمة F_{cal} أي المحسوبة أكبر من قيمتي F_{tab} الجدولة عند مستويي المعنوية 1% و 5% بالنسبة للقطاعات .هذه النتيجة تدل على أنه يوجد فروق معنوية عالية بين القطاعات أي أن تأثير القطاعات كان معنوياً جداً في هذه التجربة .

الفصـــــــــل السادس

المـربع اللاتيـنـي

6-1- مقدمة : ذكرنا في الفصول السابقة بأن هناك عدة عوامل تؤثر على دقة التجربة وتتحكم بها كما وضحنا فيما مضى الدور الهام للقطاعات في التجربة الحقلية حيث أنها ترفع من كفاءة التجربة وتؤدي إلى تقليل الاختلافات الناتجة عن عدم تجانس التربة وبالتالي زيادة دقة التجربة.هذا ويمكن زيادة دقة التجربة أيضاً بتقسيم الوحدات التجريبية إلى مجموعات في اتجاهين متعامدين أي استعمال نوعين من القطاعات النوع الأول ونطلق علبه الصفوف ROWS والنوع الثاني ونطلق عليه الأعمدة COLUMNS .

لقد لاحظنا في التصميم السابق ،تصميم القطاعات العشوائية الكاملة ، أنه يتم توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية في القطاعات الكاملة بحيث يتم ظهور كل معاملة مرة واحدة في كل قطاع أو مكرر ؛بينما في هذا التصميم، أي المربع اللاتيني،يتم ظهور كل معاملة بشكل مزدوج أي أن كل معاملة تظهر مرة في كل صف ومرة في كل عمود .هذا التحديد المزدوج يطلق عليه ما نسميه التجميع أو Double grouping .بناءً على ذلك فإن أهم ما يميز تصميم المربع اللاتيني هو أنه يتساوى عدد المعاملات (T) مع عدد الصفوف (R) مع عدد الأعمدة (C) .ويكون بذلك يكون عدد الوحدات التجريبية N مساوً إلى مربع عدد المعاملات أو عدد المكررات ومن هنا أطلق على هذا التصميم أسم المربع اللاتيني .

يستخدم هذا التصميم عادة في التجارب الحقلية للتخلص من تأثير اختلاف خصوبة التربة في اتجاهين إذا كنا نعلم مسبقاً أن خصوبة تتغير في اتجاهين اثنين وذلك من خلال إزالة الفروق بين الصفوف والأعمدة من قيمة الخطأ التجريبي .

والجدير بالذكر أنه يجب أن يراعى عند تصميم التجربة بهذا التصميم أن يكون شكل القطع التجريبية على شكل مربع بحيث يكون الشكل الكلي للتجربة على شكل مربع يتساوى فيها عدد الأسطر مع الأعمدة .

أما أهم ميزات تصميم المربع اللاتيني فهي :

1. يعتبر أكثر كفاءة من تصميم القطاعات العشوائية للتجارب الحقلية لأنه يعزل تأثير العوامل المرافقة في اتجاهين اثنين .
2. سهل التحليل الإحصائي والتقويم
3. يمكن إيجاد قيمة القطعة المفقودة.

ومن الانتقادات التي يمكن أن توجه إلى هذا التصميم قليل جداً ويمكن أن نذكر على سبيل المثال أنه في حال زيادة عدد المكررات عن 10 مكررات فإنه يتعذر استخدام تصميم المربع اللاتيني نظراً لارتفاع عدد الوحدات التجريبية المطلوبة وبالتالي ازدياد احتمال عدم التجانس وظهور اختلافات أكبر فيما بين الوحدات التجريبية.هذا الإشكال يطلق عليه ضعف المرونة بالنسبة للتصميم.

شروط التصميم :

1- يجب أن يكون عدد المعاملات (T) متساوياً مع عدد الأسطر (R)وعدد الأعمدة (C)

2- يجب أن تظهر كل معاملة من المعاملات مرة واحدة فقط ضمن كل صف وكل عمود في التجربة .

3- يجب توزيع المعاملات بشكل عشوائي ضمن الصفوف والأعمدة في التجربة .

6-2- تحليل التباين :

يتشابه تحليل التباين للتجربة المصممة باستخدام تصميم المربع اللاتيني إلى حد كبير مع مثيلتها المصممة باستخدام تصميم القطاعات الكاملة عدا بعض التعديلات البسيطة التي سنذكرها فيما يلي .

يمكن وصف تصميم المربع اللاتيني بالنموذج الرياضي التالي الذي يبين مصادر التباين المختلفة:

$$X_{ijk} = \mu + T_i + R_j + C_k + \varepsilon_{ijk}$$

حيث أن:

X_{ijk} = القيمة الاحصائية للوحدة التجريبية في التجربة.

μ = المتوسط الحسابي العام للتجربة

T_i = تأثير المعاملات

R_j = تأثير الأسطر(القطاعات)

C_k = تأثير الأعمدة

ε_{ijk} = تأثير الخطأ .

بتم تحليل التباين للتجربة بتصميم المربع اللاتيني بإتباع الخطوات التالية:

1 - معامل التصحيح Correction Factor :

$$C.F = \frac{G^2}{N}$$

حيث أن :

G:المجموع الكلي للقيم الناتجة لكل المفردات في التجربة .

N: عدد القطع التجريبية في التجربة ، أو عدد القيم الناتجة في التجربة .

2- مربعات الانحرافات الكلية SS0:

$$SSO = \sum X_i^2 - CF$$

$$= X_1^2 + X_2^2 + \ldots + X_i^2$$

حيث أن :

X_i^2 :مربع كل قيمة ظهرت في التجربة .

C.F :معامل التصحيح .

df درجة الحرية Degree Of FREEDOM

d.f =N-1

3-مجموع مربعات الانحرافات بين المعاملات المدروسة SST:

$$SST = \sum \frac{Ti^{2}}{r} - C.F = [\frac{T_1^{2}}{r} + \frac{T_2^{2}}{r} + \ldots + \frac{T_i^{2}}{r_i}] - CF$$

T2i /r:مربع مجموع كل معاملة على حدة مقسوماً على تكرار هذه المعاملة .

درجة الحرية :

d.f = t - 1

متوسط مربعات الانحرافات بين المعاملات MST:

MST=SST / t - 1

4 - مجموع مربعات الانحرافات للأسطر SSR :

$SSR = \Sigma R^2_i /r - CF$

$$SSR = [\frac{R_1^{2}}{r} + \frac{R_2^{2}}{r} + \ldots + \frac{R_i^{2}}{r_i}] - CF$$

حيث أن :

R2i : مربع مجموع السطر Ri

i =1 ..... r

5- مجموع مربعات الانحرافات للأعمدة SSc :

$SSC = \Sigma C^2_i /r - CF$

$$SSC = [\frac{C_1^{2}}{r} + \frac{C_2^{2}}{r} + \ldots + \frac{C_i^{2}}{r_i}] - CF$$

حيث أن :

C^2_i: مربع مجموع السطر C_i

i =1 ..... r

5- مجموع مربعات الانحرافات ضمن المعاملات، أو ما يسمى بالخطأ التجريبي sse:

SSE = SS0 - SST- SSC - SSR

-درجة الحرية d.f:

d.f = (N-1) -(t-1) =N-1-t+1

-متوسط مربعات الانحرافات ضمن المعاملات :MSE

$MSE=SSE/(r^2-3r+2)$

5-قيمة F المحسوبة :

ا- للمعاملات:

F = MST / MSE

ب- للأعمدة :

F = MSR / MSE

ج- للأسطر :

$$F = MSC / MSE$$

تقارن F المحسوبة مع F الجدولية عند درجة حرية (t-1) أفقياً و (N-1) عمودياً باحتمال خطأ مسموح به 5% و1% .

6- تلخص النتائج في جدول تحليل التباين كما في الجدول التالي رقم (1) :

جدول تحليل التباين Table Of The Analysis Of Variance

مصادر التباين s.o.v	S.S	d.f	M.S	F
المعا ملات	SST	t - 1	MST	F = M S T/ MSE
الأعمدة	SSR	r – 1	MSR	F = MSR / MSE
الأسطر	SSC	r - 1	MSC	F = MSC / MSE
خطأ تجريبي	SSE	r^2 -3r + 2	MSE	
المجموع	SS0	N-1		

بعد تنفيذ الخطوات السابقة نحصل عال قيمة F المحسوبة لكل من المعاملات والقطاعات .يمكن الاستفادة من قيم F لمقارنتها مع نظيرتها الجدولية عند مستويي المعنوية 1% و 5% ولدرجات الحرية المناسبة سواء للمعاملات أو القطاعات .للتأكد من وجود فروق معنوية بين معاملات التجربة نقارن F المحسوبة مع F الجدولية عند درجة حرية (t-1) أفقياً و (N-1) عمودياً باحتمال خطأ مسموح به 5% و1% .

إذا كانت قيمة F المحسوبة أقل من F الجدولية عند كلا المستويين دل ذلك على عدم وجود فروق معنوية بين معاملات التجربة .

أما إذا كانت قيمة F المحسوبة اكبر من F الجدولية عند كلا المستويين دل ذلك على وجود فروق معنوية عالية بين معاملات التجربة .

و إذا كانت قيمة F المحسوبة اكبر من F الجدولية عند مستوى المعنوية 5% وأصغر منها عند مستوى المعنوية 1% دل ذلك على وجود فروق معنوية فقط بين معاملات التجربة .

وهذا الكلام ينطبق تماماً على اختبار معنوية الأسطر والأعمدة .

مثال 1:أجريت تجربة بتصميم المربع اللاتيني على محصول البطاطا لمقارنة خمسة أصناف من حيث الغلة باستخدام خمسة مكررات وحصلنا على النتائج الأولية التالية كما في الجدول رقم (2) التالي :

الأسطر	الأعمـــــــــد ة				
	I	II	III	IV	V
1	E 188	D 126	C 133	B 160	A 166
2	B 151	C 177	A 169	E 185	D 117
3	A 140	E 204	D 118	C 177	B 164
4	C 106	A 166	B 126	D 129	E 189
5	D 138	B 142	E 166	A 141	C 126

المجموع	723	815	712	782	756

يمكن الاستعانة بالجدول التالي لاتمام التحليل كما في الجدول رقم (3) التالي:

مجموع الأسطر	757	799	803	716	713
مجموع المعاملات	A = 776	B = 733	C = 719	D = 628	E = 932

المطلوب :

- تحليل التجربة المذكوره أعلاه باستخدام تصميم المربع اللاتيني .
- سرد النتائج في جدول تحليل التباين.
- حساب قيمة F ومناقشة النتيجة .

تم تحليل التجربة كما في المثال السابق وحصلنا على جدول تحليل التباين التالي الذي يلخص النتائج التي أمكن الحصول عليها :

بتم تحليل التباين للتجربة بتصميم المربع اللاتيني بإتباع الخطوات التالية:

1 - معامل التصحيح Correction Factor :

$$C.F = \frac{G^2}{N}$$

$= (3788)^2 / 25$

$= 52$

2- مربعات الانحرافات الكلية SS0:

$$SSO = \sum X_i^2 - CF$$

$$= X_1^2 + X_2^2 + \ldots + X_i^2 \quad - CF$$

$= (188)^2 + ... + (126)^2$

$= 16430$

3-مجموع مربعات الانحرافات بين المعاملات المدروسة SST:

$$SST = \sum \frac{Ti^2}{r} - C.F$$

$$= [\frac{T_1^2}{r} + \frac{T_2^2}{r} + \ldots + \frac{T_i^2}{r_i}] - CF$$

4 - مجموع مربعات الانحرافات للأسطر SSR :

$SSR = \Sigma R_i^2 / r - CF$

$$SSR = [\frac{R_1^2}{r} + \frac{R_2^2}{r} + \ldots + \frac{R_i^2}{r_i}] - CF$$

$=[(757)^2 + ... + (767)^2 / 5] - 52$

$= 150$

5- مجموع مربعات الانحرافات للأعمدة SSc :

$$SSC = \Sigma C^2_i /r - CF$$

$$SSC = [\frac{C_1^{\ 2}}{r} + \frac{C_2^2}{r} + \ldots + \frac{C_i^2}{r_i}] - CF$$

$= [(723)^2 + ... + (756)^2] - 52$
$= 1463$

5- مجموع مربعات الانحرافات ضمن المعاملات ، أو ما يسمى بالخطأ التجريبي sse:

SSE = SS0 - SST- SSC - SSR
= 16430 - 1550 - 1463 - 9767
= 670

6- تلخص النتائج في جدول تحليل التباين كما في الجدول رقم (4) التالي:

Table Of The Analysis Of Variance جدول تحليل التباين

مصادر التباين s.o.v	S.S	d.f	M.S	F_{tab} 1%	F_{cal} 5%
بين المعا ملات	9797	4	2449.2	3.25 5.41	8.01
الأعمدة	150	4			
الأسطر	1463	4			
خطأ تجريبي	3670	12			
المجموع	16340	24			

نلاحظ من الجدول المذكور أعلاه أن قيمة F_{cal} المحسوبة أكبر من كلاً من قيمتي F_{tab} عند مستويي المعنوية 1% و 5% ، أي أنه يوجد فروق معنوية عالية مؤكدة احصائياً .وهنا يمكن أن نقوم باختبار الفروق مابين متوسطات المعاملات (الأصناف) باستخدام اختبارات مقارنة المتوسطات الواردة في الفصل القادم.

مثال (2):أجريت تجربة بتصميم المربع اللاتيني لدراسة تأثير الغلوكوز على إفراز الأنسولين في دم الأرانب حيث تم اختيار أربعة أرانب (الأعمدة أو القطاعات) وتم اختبار أربعة جرعات مختلفة من الغلوكوز (المعاملات) لمدة أربعة أيام (الأسطر) وكانت النتائج الأولية كما في الجدول رقم (4) التالي:

الأيام	ألأرانب ـــــــــــــــــــ، I	II	III	IV	المجموع
1	B 47	A 90	C 79	D 50	266

2	D 46	C 74	B 63	A 69	252
3	A 62	B 61	D 58	C 66	247
4	C 76	D 63	A 87	B 59	285
المجموع	231	288	277	244	1050

المطلوب :

- تحليل التجربة المذكوره أعلاه باستخدام تصميم المربع اللاتيني .
- سرد النتائج في جدول تحليل التباين.

تم تحليل التجربة كما في المثال السابق وحصلنا على جدول تحليل التباين التالي الذي يلخص النتائج التي أمكن الحصول عليها كما في الجدول رقم (5) التالي:

جدول تحليل التباين Table Of The Analysis Of Variance

مصادر التباين s.o.v	S.S	d.f	M.S	F_{tab} 5%	F_{tab} 1%	F_{cal}
بين المعا ملات	1563.2	3	521.1	4.76	9.78	26.27
الأعمدة	646.25	3	215.4			
الأسطر	217.25	3	72.4			
ضمن المعا ملات (خطأ تجريبي)	119	6	19.83			
المجموع	2545.7	15				

كما في المثال السابق نلاحظ أيضاً من الجدول المذكور أعلاه أن قيمة F_{cal} المحسوبة أكبر من كلاً من قيمتي F_{tab} عند مستويي المعنوية 1% و 5% ، أي أنه يوجد فروق معنوية عالية مؤكدة احصائياً .وهنا يمكن أن نقوم باختبار الفروق مابين متوسطات المعاملات (الأصناف) باستخدام اختبارات مقارنة المتوسطات الواردة في الفصل القادم.

هذا ويمكن مراجعة الكتاب الثاني " الجزء العملي " للإطلاع على أمثلة أخرى حول تصميم المربع اللاتيني وكيفية تحليل تجربة مصممة بهذا التصميم .

حتى الآن نكون قد شرحنا بشكل واضح اجراء تحليل التباين لتجربة بتصميم القطاعات الكاملة بالطريقة التقليدية ،ولكن لابد من استعراض كيفية استخدام تحليل التباين بالطريقة الحديثة باستخدام **برامج الحاسوب الالكتروني المعروفة عالميا كما في المثال التالي :**

مثـــال(3) اجريت تجربة بتصميم المربع اللاتيني لمقارنة ثلاث انواع المبيدات من حيث تأثيرها في القضاء على الاعشاب الضارة المرافقة مع محصول القطن وحصلنا على النتائج التالية كما في الجدول رقم (6) التالي:

	المعاملة	المعاملة	المعاملة

A	B	C	المكررات
54	78	98	I
45	89	78	II
46	95	79	III

والمطلوب :

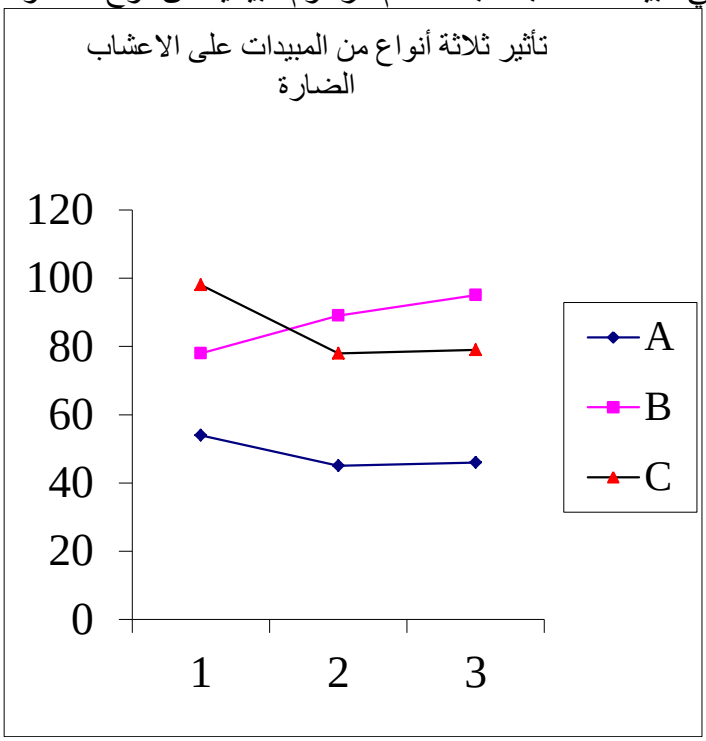
- ارسم المخطط البياني للبيانات السابقة باستخدام الرسوم البيانية من نوع الخطوط البيانية .
- احسب المؤشرات الإحصائية اللازمة التي تم شرحها في الفصول السابقة في الجدول السابق
- تطبيق تحليل التباين باستخدام تصميم المربع اللاتيني
- طبق اختبار f-test واختبر الفروق بين المعاملات وفسر النتيجة.

- هل نحتاج لاختبارات مقارنة المتوسطات ؟ وما هو هذا الاختبار إن كنا بحاجة إليه؟

- طبق اختبار f-test واختبر تأثير القطاعات BLOCKS (الأعمدة) والأسطر

الحـــــل :

- المخطط البياني للبيانات السابقة باستخدام الرسوم البيانية من نوع الخطوط البيانية :



- المؤشرات الإحصائية اللازمة كما في الجدول رقم (7) التالي:

A		B		C	
Mean	48.33	Mean	87.3	Mean	85
Standard Error	2.848	Standard Error	4.98	Standard Error	6.51
Median	46	Median	89	Median	79

Mode		Mode		Mode	
Standard Deviation	4.933	Standard Deviation	8.62	Standard Deviation	11.3
Sample Variance	24.33	Sample Variance	74.3	Sample Variance	127
Kurtosis		Kurtosis		Kurtosis	
Skewness	1.652	Skewness	-0.8	Skewness	1.72
Range	9	Range	17	Range	20
Minimum	45	Minimum	78	Minimum	78
Maximum	54	Maximum	95	Maximum	98
Sum	145	Sum	262	Sum	255
Count	3	Count	3	Count	3

- تطبيق تحليل التباين باستخدام تصميم تصميم المربع اللاتيني للبيانات:

تم اجراء تحليل التباين وحصلنا على النتائج كما في الجدول رقم (8) التالي:

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
A	3	145	48.33	24.333		
B	3	262	87.33	74.333		
C	3	255	85	127		
ANOVA						
مصادر التباين	SS	df	MS	F	P-value	F crit
المعاملات	2871	2	1435	11.423	0.003	5.143
الاعمدة	100	2	50	0.3979	0.077	5.143
الاسطر	100	2	50	0.3979	0.077	5.143
الخطأ التجريبي	251.3	2	125.7			
Total المجموع	3322	8				

- اختبار f-test واختبار الفروق بين المعاملات :

بالنظر الى الجدول السابق نجد أن قيمة F المحسوبة للمعاملات هي 11.423 بينما نجد أن قيمة F الجدولية عند مستوى المعنوية 5% ودرجتي حرية 2 للمعاملات و8 للخطأ التجريبي نجد أنها تساوي 5.143 ، وهذا يعني أن الاولى أكبر من الثانية وهذا يدل أيضا أن الفروق بين المعاملات هي فروق معنوية و مؤكدة احصائيا و ليست عائدة للصدفة.

◄ من الجدير بالاشارة أنه يمكن أن نقرأ نتيجة اختبار f-test مباشرة من الجدول السابق حيث ان قيمة F الاحتمالية هي 0.05 ويتم الحكم على هذه القيمة كما يلي:

- اذا كانت قيمة F الاحتمالية (Fsig) < 0.05 هذا يعني أن أن الفروق بين المعاملات هي فروق معنوية ومؤكدة احصائيا وليست عائدة للصدفة.

- اذا كانت قيمة F الاحتمالية (Fsig) => 0.05 هذا يعني أن أن الفروق بين المعاملات هي فروق غير معنوية وليست مؤكدة احصائيا و عائدة للصدفة.
- بناء على ذلك في هذه التجربة: فان الفروق بين المعاملات هي فروق معنوية و مؤكدة احصائيا وليست عائدة للصدفة.وهذا ينطبق تماما مع النتيجة السابقة.

أما الاجابة على السؤال هل نحتاج لاختبارات مقارنة المتوسطات ؟ نعم نحن نحتاج لاختبارات مقارنة المتوسطات لان الفروق بين المعاملات هي فروق معنوية و مؤكدة احصائيا و ليست عائدة للصدفة.وبالتالي نحن نحتاج لتطبيق اختبار LSD لان عدد المعاملات أقل من خمسة وهذا ينطبق تماما مع النتيجة السابقة..وللتعرف على كيفية اجراء اختبار LSD يمكن متابعة ذلك في الفصل القادم.

تطبيق اختبار f-test واختبار تأثير القطاعات (الاعمدة) BLOCKS :

بالنظر الى الجدول السابق نجد أن قيمة F المحسوبة للقطاعات هي 0.3979 بينما نجد أن قيمة F الجدولية عند مستوى المعنوية 5% ودرجتي حرية 2 للمعاملات و8 للخطأ التجريبي نجد أنها تساوي 5.143 ، وهذا يعني أن الاولى أصغر من الثانية وهذا يدل أيضا أن تأثير القطاعات (الاعمدة) BLOCKS غير معنوي وبالتالي يمكن القول أن استخدام القطاعات لم يكن ضروريا في هذه التجربة.

تطبيق اختبار f-test واختبار تأثير الاسطر ROWS :

بالنظر الى الجدول السابق نجد أن قيمة F المحسوبة للاسطر هي 0.3979 بينما نجد أن قيمة F الجدولية عند مستوى المعنوية 5% ودرجتي حرية 2 للمعاملات و 8 للخطأ التجريبي نجد أنها تساوي 5.143 ، وهذا يعني أن الاولى أصغر من الثانية وهذا يدل أيضا أن تأثير الاسطر ROWS أيضا هو غير معنوي وبالتالي يمكن القول أن استخدام الاسطر ROWS لم يكن ضروريا في هذه التجربة.

خلاصة الفصل

ABSTRACT

- في تصميم المربع اللاتيني،يتم ظهور كل معاملة بشكل مزدوج أي أن كل معاملة تظهر مرة في كل صف ومرة في كل عمود .هذا التحديد المزدوج يطلق عليه ما نسميه التجميع أو Double grouping .بناءً على ذلك فإن أهم ما يميز تصميم المربع اللاتيني هو أنه يتساوى عدد المعاملات (T) مع عدد الصفوف (R) مع عدد الأعمدة (C) .ويكون بذلك يكون عدد الوحدات التجريبية N مساوً إلى مربع عدد المعاملات أو عدد المكررات ومن هنا أطلق على هذا التصميم أسم المربع اللاتيني .
- أما أهم ميزات تصميم المربع اللاتيني فهي :
  1. يعتبر أكثر كفاءة من تصميم القطاعات العشوائية للتجارب الحقلية لأنه يعزل تأثير العوامل المرافقة في اتجاهين اثنين .
  2. سهل التحليل الإحصائي والتقويم

3. يمكن إيجاد قيمة القطعة المفقودة.

- شروط التصميم :

1. يجب أن يكون عدد المعاملات(T) متساوياً مع عدد الأسطر (R)وعدد الأعمدة (C)
2. يجب أن تظهر كل معاملة من المعاملات مرة واحدة فقط ضمن كل صف وكل عمود في التجربة .
3. يجب توزيع المعاملات بشكل عشوائي ضمن الصفوف والأعمدة في التجربة.

تمارين غير محلولة

2. لدينا البيانات التالية التي تبين تطور الإنتاج من أحد المحاصيل الزراعية وهو القمح خلال الفترة 1998-2001:

والمطلوب :

الصنف / المكررات	a	b	c	d
I	453	345	367	563
II	300	555	258	536
III	584	965	896	895
IV	500	545	765	565

- ارسم المخطط البياني للبيانات السابقة باستخدام الرسوم البيانية من نوع الخطوط البيانية .
- احسب معدل الإنتاج من محصول الشعير خلال الفترة للأصناف المختلفة.
- احسب المؤشرات الإحصائية اللازمة التي تم شرحها في الفصول السابقة.
- طبق على تحليل التباين باستخدام المربع اللاتيني للبيانات الواردة في الجدول السابق
- طبق اختبار f-test للبيانات السابقة وفسر النتيجة

3. لدينا البيانات التالية التي تبين تطور عدد الطلاب في الجامعة خلال الفترة 1999 - 2002:

السنة / عدد الطلاب	1999	2000	2001	2002
I	50000	60000	50000	30000
II	20000	27000	22000	21000
III	45000	67000	50000	4000
IV	30000	27000	25555	19000
V	90000	89660	58990	80000

والمطلوب:

- مثل البيانات السابقة في الجدول أعلاه بالطريقة البيانية المناسبة.
- احسب المؤشرات الإحصائية اللازمة لعدد الطلاب التي تم شرحها في الفصول السابقة.

a. طبق تحليل التباين البسيط باستخدام المربع اللاتيني على البيانات الواردة في الجدول السابق

b. طبق اختبار f-test للبيانات السابقة وفسر النتيجة

c. لو طبقنا تحليل التباين البسيط باستخدام تصميم العشوائي الكامل ماذا يترتب عن ذلك؟

d. لو طبقنا تحليل التباين البسيط باستخدام تصميم القطاعات الكاملة ماذا يترتب عن ذلك؟

الفصل السابع

التجارب العاملية Factor Experiments

7-**1- مقدمة:** في التجارب العاملية يتم اختبار تأثير توافيق عاملين أو أكثر (معاملات مركبة) على الصفة المختبرة ، أي أن التجربة العاملية تحتوي على عاملين مختبرين أو أكثر .
في مثل هذه التجارب يتم تحديد التأثير المركب من عاملين أو أكثر في التجربة ، وهذا التأثير يمكن تجزأ ته إلى مصدرين اثنين :

- التأثير الرئيسي للعوامل المختبرة لكل عامل على حدا أي التأثير الفردي لكل منها .
- التأثير المتبادل ما بين العوامل أو ما يسمى "الفعل المتبادل"

أما المعاملات في التجارب العاملية فهي ليست فقط مستويات كل عامل مدروس وإنما هي توافيق مستويات كل العوامل المختبرة في التجربة .

7-**2- ميزات التجارب العاملية** :تتميز التجارب العاملية بميزات فريدة وهي :

- ذات فعالية عالية ، لأنه يتم في مثل هذه التجارب اختبار الفصل المتبادل ما بين كل مستوى من المستويات للعوامل الأخرى في نفس التجربة
- ذات كفاءة تمثيل عالية للواقع أو الشروط الطبيعية وذلك لأنه من خلال اختبار توافيق العوامل ضمن مجال واسع ومتعدد لكل منها وبالتالي التجريب في عدة مجالات تجريبية ضمن مستويات متعددة مما يجعل التجارب العاملية أقرب ما يمكن إلى الظروف الطبيعية حيث أن كل ظاهرة في الطبيعة ناتجة عن تأثير مجموعة من العوامل المتداخلة مع بعضها البعض .
- توفير الوقت والجهد حيث يمكن تطبيق عدد كبير من المعاملات والاختبارات في تجربة واحدة وبالتالي الحصول على معلومات مهمة ومتنوعة وبنفس الدقة التجريبية تقريباً .

7-3- مساوئ التجارب العاملية: يوجه بعض الانتقادات للتجارب العاملية نذكر منها:

- تتطلب خبرة في تصميمها وتنفيذها ، حيث أن أي خطأ في خطة التجربة سيؤدي إلى خلل محتمل في النتائج ويصعب جداً إعادة مثل هذه التجارب نظراً لأنها مكلفة وتحتاج إلى وقت طويل لتكرارها .
- التحليل الإحصائي لهذه التجارب معقد نسبياً ، كما أنه يتم في بعض الأحيان اختبار تصميم معقد أيضاً لتحقيق مثل هذه التجارب .
- قد نضطر لإدراج بعض المعاملات أو الوحدات التجريبية رغم عدم الحاجة إليها .

ومن الجدير بالذكر أن التجارب العاملية ليست إلا طريقة تجريبية ولا يمكن اعتبارها تصميماً خاصاً . ويمكن أن نقول بكل وضوح إن التجارب العاملية ليست آلا عدة تجارب بسيطة (تجربتين أو أكثر) تنفذ مع بعضها البعض في آن واحد .
لذلك فإن التصاميم المستخدمة في تصميم التجارب البسيطة تستخدم هي نفسها في التجارب العاملية مثل التصميم العشوائي الكامل ، تصميم القطاعات العشوائية والكاملة أو المربع اللاتيني بالإضافة إلى بعض التصاميم الأخرى التي سنذكرها في الفصل القادم.
فيما يلي سندرس بشيء من التفصيل التجارب العاملية من الدرجة الأولى (أي التجارب التي تحتوي على عاملين اثنين بآن واحد) وكذلك التجارب العاملية من الدرجة الثانية التي تحتوي على ثلاثة عوامل بآن واحد .

7-4- تحليل التجارب العاملية :تختلف مصادر التباين لأية تجربة باختلاف التصميم التجريبي المتبع .وبما أن التجارب العاملية ليست تصاميماً بل هي عبارة عن تجارب تحتوي أكثر من عامل مختبر وبالتالي يمكن استخدام التصاميم المذكورة في الفصول السابقة والمتبعة مع التجارب البسيطة مع بعض التعديل نتيجة لوجود أفعال متبادلة بالإضافة للأفعال الرئيسية.
إذا كانت لدينا تجربة من الدرجة الأولى ، أي تحتوي عاملين اثنين، فإن مصدر التباين يمكن التعبير عنها بالموديل الرياضي التالي وذلك عند استخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة.

$$X_{ijk} = \mu + R_k + A_i + B_j + Ab_{ij} + e_{ijk}$$

حيث أن : μ المتوسط العام للتجربة
R_k تأثير القطاعات
A_i تأثير المعاملات للعامل A
B_j تأثير المعاملات للعامل B
Ab_{ij} تأثير الفعل المتبادل للعاملين A و B

من النموذج السابق الذكر أعلاه يمكن التعرف على مصادر التباين في التجربة، بعد ذلك نقوم بالخطوات التالية :

1. ترتيب المعطيات التجريبية (القيم الإحصائية التجريبية) في جدول كما هو الحال عند تصميم التجربة بالقطاعات العشوائية .
2. حساب كل من المتوسط الحسابي والمجموع لكل من البيانات التجريبية الكلية والمعاملات والمكررات والفعل المتبادل.
3. حسب التباينات الكلية للتجربة كما هو الحال في التصاميم لدى التجارب البسيطة .

4. تجزئة التباين الكلي إلى مصادر التباين الفرعية وهي تتشكل من مجموعتين :
   - التباينات للأفعال المباشرة للعوامل A و B
   - التباينات للأفعال المتبادلة AB

فيما يلي سنذكر العلاقات المتبعة في حساب التباينات للأفعال الفردية والمتبادلة من خلال الجدول التالي رقم (1) :

مصادر التباين s.o.v	d.f	S.S
العامل A	a - 1	$\Sigma (T_a^2 /b.r)- CF$
العامل B	b - 1	$\Sigma (T_b^2 /a.r)- CF$
الفعل المتبادلAB	a - 1	$\Sigma (T_{ab}^2 /r)-CF-SSA- SSB$ $= SST - SSA - SSB$

أما بالنسبة لحساب التباينات الرئيسية فقد تم ذكر ذلك في الفصول السابقة.

5- ترتيب النتائج في جدول تحليل التباين الذي يكون على الشكل التالي كما في الجدول التالي رقم (2) :

مصادر التباين s.o.v	d.f	S.S	M.S	F
المعا ملات	t-1	S S T	M S T	F= M S T/ MSE
القطاعات	r-1	SSR	MSR	F = MSR / MSE
خطأ تجريبي	(t-1)*(r-1)	SSE	MSE	
العامل A	a -1	SSA	MSA	F = MSA / MSE
العامل B	b - 1	SSB	MSB	F = MSB / MSE
الفعل المتبادلAB	(a-1) * (b-1)	SSAB	MSAB	F = MSAB / MSE
المجموع	N-1	SS0		

فيما يلي سيتم شرح تحليل التجارب العاملية سواء أكانت من الدرجة الأولى أم من الدرجة الثانية من خلال الأمثلة التطبيقية التالية:

7-4- 1 التجارب العاملية من الدرجة الأولى :

وهي كما ذكرنا آنفاً عبارة عن التجارب العاملية التي تحتوي على عاملين اثنين في آن واحد . يمكن استخدام التصاميم المعروفة (المذكورة في الدروس السابقة) مثل التصميم العشوائي الكامل ، القطاعات العشوائية الكاملة ، والمربع اللاتيني عند وضع التصميم المناسب ويراعي في ذلك نفس الشروط المتبعة عند استخدام مثل هذه التصاميم في التجارب البسيطة تماماً.

كمثال على التجارب العاملية من الدرجة الأولى سنستخدم المثال التالي :

أجريت تجربه عامليه من الدرجة الأولى بالتصميم الكامل العشوائية لدراسة تأثير خلطتين من ألا سمده المعدنية (العامل A) على غلة ثلاثة أصناف من الشعير المحلي (العامل B) وكانت النتائج التالية علماً أنه تم استخدام 4 مكررات كما في الجدول التالي رقم (3) :

جدول محصول تجربة الشعير (الإنتاج 70 كغ/ها)

العامل A	العامل B	المكررات ـــــــــــ،				المجموع
a_0	b_0	17	16	16	17	66
	b_1	19	21	21	19	79
	b2	14	13	15	14	14
a_1	b_0	26	25	26	27	74
	b_1	30	29	27	28	114
	b_2	31	30	31	30	122
المجموع						541

أما تحليل مثل هذه التجارب فيتم على الشكل التالي:

1- المرحلة الأولى : ويتم حساب مصادر التباين الرئيسية وهي التالية:

- معامل التصحيح (C.F) : ويحسب من العلاقة :

$$CF = G^2 / N$$

$$=(541)^2 /24$$

$$=12195.04$$

- مجموع المربعات الكلية (SS_0) :

$$SS_0 = \sum X^2 - CF$$

$$= [(31)^2 + (30)^2 ..... (17)^2]- 12195.04$$

$$=925.96$$

- مجموع مربعات المعاملات (SST) :

$$SST= \Sigma T_i^2 - CF$$

$$=[(66)^2 + (79)^2 + ... +(122)^2 /4] - 12195.041$$

$$= 912.209$$

- مجموع المربعات للخطأ (SSE) :

$$SSE = SS_0 - SST$$
$$= 912.209 - 925.96$$
$$= 13.751$$

المرحلة الثانية: تتلخص هذه المرحلة بتجزئة التأثير الكلي للمعاملات إلى التأثير الفردي لكل من العامل A والعامل B ثم الفعل المتبادل للعاملين معاً AB :

- مجموع المعاملات للعامل A (SSA) :

$$SSA= (\Sigma T_A^2 / br) - CF$$
$$=[((201)^2 + (340)^2) / (3*4)] - 12195.041$$
$$= 805.042$$

- مجموع المربعات للعامل B (SSB) :

$$SSB = (\Sigma T_B^2 / ar) - CF$$
$$=[((170)^2 + (163)^2 + (178)^2) / (2*4)] - 12195.041$$
$$= 34.084$$

- مجموع المربعات للفعل المتبادل AB (SSAB) :

$$SSAB = SST - SSA -SSB$$
$$= 912.209 - 805.042 - 34.084$$
$$= 73.083$$

هذا ويمكن تكوين جدول مساعد لتسهيل حساب الافعال الرئيسية والمتبادلة بدلاً من الاعتماد على الجدول الأساسي السابق حيث يأخذ الجدول المساعد الشكل التالي كما في الجدول التالي رقم (4) :

جدول ( ) للفعل المتبادل A x B

	b_0	b	b_1	المجموع
a_0	66	79	56	201
a_1	47	114	122	340
المجموع	170	193	178	

بعد ذلك يمكننا من ترتيب النتائج النهائية في جدول تحليل التباين كما في الجدول التالي رقم (5) :

مصادر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية DF	موسط المربعات	F المحسوبة	F الجدولية
المعاملات	912.209	5	182.44		
الخطأ	13.751	15	0.92		
العامل A	805.042	1	805.042	875.1	8.68
العامل B	34.084	2	17.02	18.5	6.36
الفعل المتبادل	73.083	2	36.54	39.72	6.36

AB				
التباين الكلي	1838.179	25		

مناقشة النتائج : من مقارنة قيمة F المحسوبة مع نظيرتها الجدولين نجد أنه يوجد فروق معنوية عالية عند مستوى المعنوية 0.01 و 0.05 في هذه الحالة يمكن إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات (LSD أو دنكان) لاختيار المعاملات المرغوبة وترتيبها حسب ألا فضليه . أما كيفية إجراء ذلك فهو متشابه تماماً لما ذكر في تصاميم التجارب البسيطة (راجع الدروس العملية السابقة حول استخدام اختبارات المتوسطات (أو المقارنات الفردية).

◄ هنا يجدر التنويه الى اننا في المثال السابق قد اتبعنا الاسلوب التقليدي القديم في تحليل التجارب سواء كانت بسيطة أم عاملية،من خلال المثال التالي سنقدم الطريقة الحديثة في التحليل الاحصائي للتجارب الزراعية والحيوية المتبعة باستخدام الحاسب الالكتروني وسنعرض النتائج بالاسلوب الحديث المتبع حاليا في العالم ، والامثلة التالية توضح ذلك:

مثـــال (2) : لدينا البيانات التالية من التجربة الزراعية التي اجريت لتبيان العلاقة ما بين كلا من عامل السماد (X : 0, 50) بالكغ/ها والاصناف (A,B,C) مع صفة الإنتاج (Y) طن/ها من أحد المحاصيل الزراعية وهو القطن حيث حصلنا على البيانات التجريبية التالية كما في الجدول التالي رقم (6):

المكررات	X	A	B	C
I	0	5	6	4
	0	3	7	3
	0	6	4	2
II	50	3	8	3
	50	3	3	4
	50	8	9	2

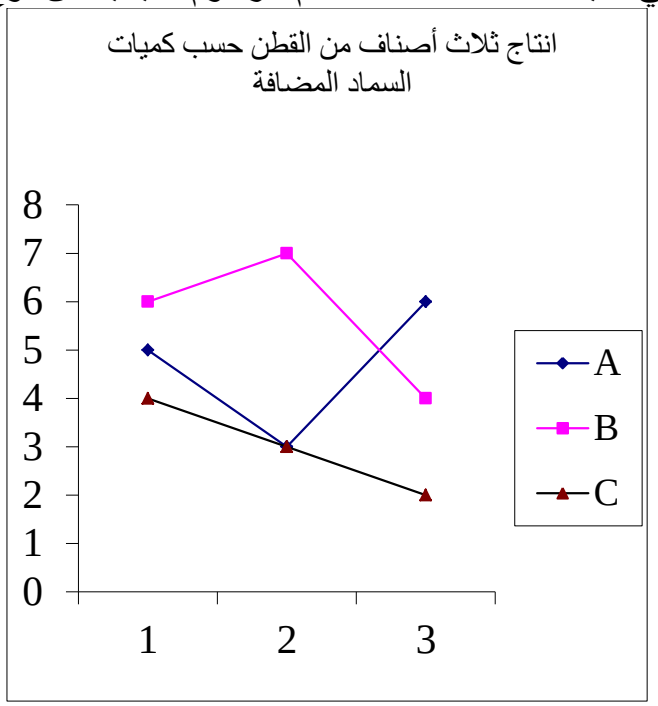
والمطلوب :

- ارسم المخطط البياني للبيانات السابقة باستخدام الرسوم البيانية من نوع الخطوط البيانية .
- احسب المؤشرات الإحصائية اللازمة التي تم شرحها في الفصول السابقة.
- طبق على البيانات السابقة تحليل التباين باستخدام القطاعات الكاملة للبيانات الواردة في الجدول السابق
- طبق اختبار f-test واختبر الفروق بين المعاملات وفسر النتيجة.

- طبق اختبار f-test واختبر تأثير الأفعال الرئيسية والمتبادلة وفسر النتيجة
- هل نحتاج لاختبارات مقارنة المتوسطات ؟ وما هو هذا الاختبار إن كنا بحاجة إليه؟

الحـــــل :

- المخطط البياني للبيانات السابقة باستخدام الرسوم البيانية من نوع الخطوط البيانية :



المؤشرات الإحصائية اللازمة كما في الجدول التالي رقم (7):

A		*B*		*C*	
Mean	4.667	Mean	6.1667	Mean	3
Standard Error	0.843	Standard Error	0.9458	Standard Error	0.365
Median	4	Median	6.5	Median	3
Mode	3	Mode		Mode	4
Standard Deviation	2.066	Standard Deviation	2.3166	Standard Deviation	0.894
Sample Variance	4.267	Sample Variance	5.3667	Sample Variance	0.8
Kurtosis	-0.491	Kurtosis	-1.418	Kurtosis	-1.88
Skewness	0.87	Skewness	-0.3	Skewness	0
Range	5	Range	6	Range	2
Minimum	3	Minimum	3	Minimum	2
Maximum	8	Maximum	9	Maximum	4
Sum	28	Sum	37	Sum	18
Count	6	Count	6	Count	6

- أجري تحليل التباين للبيانات وحصلنا على النتائج التالية كما في الجدول التالي رقم (8):

Anova: Two-Factor With Replication						
SUMMARY	A	B	C	Total		
Count	3	3	3	9		
Sum	14	17	9	40		
Average	4.666667	5.666667	3	4.444444		
Variance	2.333333	2.333333	1	2.777778		
II						
Count	3	3	3	9		
Sum	14	20	9	43		
Average	4.666667	6.666667	3	4.777778		
Variance	8.333333	10.33333	1	7.444444		
Total						
Count	6	6	6			
Sum	28	37	18			
Average	4.666667	6.166667	3			
Variance	4.266667	5.366667	0.8			
ANOVA			تحليل التباين في جدول التباين التالي:			
Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
القطاعات	0.5	1	0.5	0.088816	0.736708	5.12
المعاملات	30.11111	2	15.05556	2.674342	0.060895	4.26
العامل A	20.11111	1	20.11	3.572171	0.736708	5.12
العامل B	8	2	4	0.710526	0.060895	4.26
الفعل المتبادل AB	1	2	0.5	0.118421	0.889347	4.26
المتبقي	50.66667	9	5.62963			
Total	82.27778	17				

- تم اجراء اختبار f-test واختبار الفروق بين المعاملات كما في الجدول التالي رقم (9) :

	F	*P-value*	*F crit*
العامل A	2.674342	0.060895	4.26
العامل B	3.572171	0.736708	5.12
Interaction الفعل A×B المتبادل	0.710526	0.060895	4.26

يبن اختبار f-test السابق النتائج التالية :

1. بالنسبة للعامل A : بالمقارنة مابين قيمة F الجدولية والتي تساوي $F\ crit = 4.26$ عند مستوى المعنوية 5% ودرجتي حرية 2 للعامل A و 8 للخطأ التجريبي مع قيمة F المحسوبة وهي تساوي 2.674342 نلاحظ أن الاولى أكبر من الثانية وهذا يعني أن تأثير العامل A هو تأثير غير معنوي وغير مؤكد احصائيا وبالتالي فان الفروق بين معاملات هذا العامل هي فروق غير معنوية و ليست مؤكدة احصائيا و ناتجة عن الصدفة.
2. بالنسبة للعامل B : بالمقارنة مابين قيمة F الجدولية والتي تساوي $F\ crit = 5.12$ عند مستوى المعنوية 5% ودرجتي حرية 1 للعامل B و 8 للخطأ التجريبي مع قيمة F المحسوبة وهي تساوي 3.572171 نلاحظ أن الاولى أكبر من الثانية وهذا يعني أن تأثير العامل B هو تأثير غير معنوي وغير مؤكد احصائيا وبالتالي فان الفروق بين معاملات هذا العامل هي فروق غير معنوية و ليست مؤكدة احصائيا و ناتجة عن الصدفة..
3. بالنسبة للفعل المتبادل Interaction A×B: بالمقارنة مابين قيمة F الجدولية والتي تساوي $F\ crit = 4.26$ عند مستوى المعنوية 5% ودرجتي حرية 2 للفعل المتبادل و 8 للخطأ التجريبي مع قيمة F المحسوبة وهي تساوي 0.710526 نلاحظ أن الاولى أكبر من الثانية وهذا يعني أن تأثير الفعل المتبادل هو تأثير غير معنوي وغير مؤكد احصائيا وبالتالي فان الفروق بين معاملات الفعل المتبادل هذا هي فروق غير معنوية و ليست مؤكدة احصائيا و ناتجة عن الصدفة..
4. هل نحتاج لاختبارات مقارنة المتوسطات ؟ لا نحن لا نحتاج لاختبارات مقارنة المتوسطات لان الفروق بين معاملات كل العوامل الآنفة الذكر غير معنوية كما وجدنا أعلاه.

7-4-2- التجارب العاملية من الدرجة الثانية :

تتميز التجارب العاملية من الدرجة الثانية بوجود ثلاثة عوامل متميزة في نفس التجربة . كما تستخدم نفس التصاميم المطبقة لدى التجارب العاملية من الدرجة الأولى .

أما طريقة تحليل مثل هذه التجارب فلا تختلف عن سابقتها (من الدرجة الأولى) إلا بشكل ضئيل ويمكن الاستئناس بالمثال التالي لتوضيح ذلك .
أجريت تجربه حقليه بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة لدراسة واختبار ثلاث أنواع من ألا سمده
(N, P , K) وكل سماد بمستوين اثنين . كما استخدمت 8 مكررات . الجدول التالي يتضمن البيانات التجريبية من التجربة المذكورة كما في الجدول التالي رقم (10) :

	القطاعات								المجموع
	1	2	3	4	5	6	7	8	
معاملات									
(1)	189	152	191	199	189	167	110	139	1333
N	216	189	224	218	140	104	187	230	1508
P	220	175	113	223	192	143	187	230	1449
NP	244	141	192	171	168	186	159	121	1382
K	314	283	184	157	101	149	136	198	1512
NK	288	166	266	255	218	277	268	177	1915
PK	240	188	205	130	171	223	219	174	1560
NPK	251	249	210	224	168	225	173	191	1693
المجموع	1952	1543	1585	1584	1347	1476	1455	1410	12352

خطوات التحليل : حساب مجموع المربعات :
- معامل التصحيح :

$$CF = (12352)^2 /64$$
$$= 2383936$$

- مجموع مربعات الانحرافات الكلية:

$$SS_0 = (189)^2 + ...+ (191)^2 - 2383936$$
$$= 135464$$

- مجموع مربعات الانحرافات للمكررات (للقطاعات):

$$SSR = [((1952)^2 + ...+ (1410)^2) / 8] - 2383936$$
$$= 20882$$

- مجموع مربعات الانحرافات للمعاملات :

$$SST = [((1333)^2 + ...+ (1693)^2) / 8] - 2383936$$
$$= 30276$$

الآن علينا تجزئة مجموع مربعات المعاملات إلى المكونات الفردية بالاستعانة بالجداول التالية:
ا- جدول معاملات A x B , B , A وهو الجدول التالي رقم (11) ::
جدول معاملات A x B , B , A

المجموع	**P**	**N**

	p_0	p_1	
5854	3009	2845	n_0
6468	3075	3433	n_1
12352	6084	6268	المجموع

- مجموع مربعات الانحرافات للعامل A :

$$SSA = [((5854)^2 + (6268)^2) / 35] - 2383936$$
$$= 6480.25$$

- مجموع مربعات الانحرافات للعامل B :

$$SSB = [((6268)^2 + (6084)^2) / 35] - 238393$$
$$= 529$$

-مجموع مربعات الانحرافات للفعل المتبادل A x B :

$$SSAB = [((2845)^2 + (3075)^2) / 16] - CF - SSA - SSB$$
$$= 4096$$

ب-جدول معاملات A x C , C , A كما في الجدول التالي رقم (12) :

جدول معاملات A x C , C , A :

المجموع	**K**		**N**
	k_0	k_1	
5854	3072	2782	n_0
6468	3608	2890	n_1
12352	6680	5672	المجموع

- مجموع مربعات العامل C :

$$SSC = [((1680)^2 + (5672)^2) / 35] - 238393$$
$$= 15876$$

- مجموع مربعات الفعل المتبادل A x C :

$$SSAC = [((2782)^2 + ... + (3608)^2) / 16] - CF - SSA - SSC$$
$$= 2862.25$$

ج- جدول معاملات B x C , C , B كما في الجدول التالي رقم (13):

جدول معاملات B x C , C , B

المجموع	**P**		**K**
	p_0	p_1	
5672	2831	2841	k_0
6680	3252	3427	k_1
12352	6084	6268	المجموع

- مجموع مربعات الفعل المتبادل B x C :

$$SSBC = [((2851)^2 + ...+ (3253)^2) / 16] - CF - SSB - SSC$$

= 420.25

- مجموع مربعات الفعل المتبادل A x B x C :

SSABC =SST- SSA-SSB-SSC-SSAB-SSAC-SSBC

= 12.25

في الختام ننشئ جدول تحليل التباين الذي يلخص النتائج النهائية الجدول رقم (14) :

مصادر التباين	SS	DF	MS	F
القطاعات	29882	7		
المعاملات	30270	7		
A	6480.25	1	6480.25	4.22
B	529	1	529	
AB	4096	1	4029	2.66
C	15876	1	15876	10.33
AC	2862.25	1	2862.25	1.86
BC	420.25	1	420.25	
ABC	12.25	1		
الخطأ	75306	49		

خلاصة

ABSTRACT

- في التجارب العاملية يتم اختبار تأثير توافيق عاملين أو أكثر (معاملات مركبة) على الصفة المختبرة ، أي أن التجربة العاملية تحتوي على عاملين مختبرين أو أكثر .
- في التجارب العاملية يتم تحديد التأثير المركب من عاملين أو أكثر في التجربة ، وهذا التأثير يمكن تجزأ ته إلى مصدرين اثنين :

1. التأثير الرئيسي للعوامل المختبرة لكل عامل على حدا أي التأثير الفردي لكل منها .

2. التأثير المتبادل ما بين العوامل أو ما يسمى "الفعل المتبادل"

- تتميز التجارب العاملية بميزات فريدة وهي :

1. ذات فعالية عالية ، لأنه يتم في مثل هذه التجارب اختبار الفصل المتبادل ما بين كل مستوى من المستويات للعوامل الأخرى في نفس التجربة
2. ذات كفاءة تمثيل عالية للواقع أو الشروط الطبيعية وذلك لأنه من خلال اختبار توافيق العوامل ضمن مجال واسع ومتعدد لكل منها وبالتالي التجريب في عدة مجالات تجريبية ضمن مستويات متعددة مما يجعل التجارب العاملية أقرب ما يمكن إلى الظروف الطبيعية حيث أن كل ظاهرة في الطبيعة ناتجة عن تأثير مجموعة من العوامل المتداخلة مع بعضها البعض .
3. توفير الوقت والجهد حيث يمكن تطبيق عدد كبير من المعاملات والاختبارات في تجربة واحدة وبالتالي الحصول على معلومات مهمة ومتنوعة وبنفس الدقة التجريبية تقريباً .

- يوجه بعض الانتقادات للتجارب العاملية نذكر منها

1. تتطلب خبرة في تصميمها وتنفيذها ، حيث أن أي خطأ في خطة التجربة سيؤدي إلى خلل محتمل في النتائج ويصعب جداً إعادة مثل هذه التجارب نظراً لأنها مكلفة وتحتاج إلى وقت طويل لتكرارها .
2. التحليل الإحصائي لهذه التجارب معقد نسبياً ، كما أنه يتم في بعض الأحيان اختبار تصميم معقد أيضاً لتحقيق مثل هذه التجارب .
3. قد نضطر لإدراج بعض المعاملات أو الوحدات التجريبية رغم عدم الحاجة إليها .

- أن التجارب العاملية ليست إلا طريقة تجريبية ولا يمكن اعتبارها تصميماً خاصاً . ويمكن أن نقول بكل وضوح إن التجارب العاملية ليست آلا عدة تجارب بسيطة (تجربتين أو أكثر) تنفذ مع بعضها البعض في آن واحد .
- يمكن التعرف على مصادر التباين في التجربة، من خلال القيام بالخطوات التالية

5. ترتيب المعطيات التجريبية (القيم الإحصائية التجريبية) في جدول كما هو الحال عند تصميم التجربة بالقطاعات العشوائية .
6. حساب كل من المتوسط الحسابي والمجموع لكل من البيانات التجريبية الكلية والمعاملات والمكررات والفعل المتبادل.
7. حسب التباينات الكلية للتجربة كما هو الحال في التصاميم لدى التجارب البسيطة .
8. تجزئة التباين الكلي إلى مصادر التباين الفرعية وهي تتشكل من مجموعتين :
   - التباينات للأفعال المباشرة للعوامل A و B
   - التباينات للأفعال المتبادلة AB

- **التجارب العاملية من الدرجة الأولى :**عبارة عن التجارب العاملية التي تحتوي على عاملين اثنين في آن واحد .
- **التجارب العاملية من الدرجة الثانية :**تتميز التجارب العاملية من الدرجة الثانية بوجود ثلاثة عوامل متميزة في نفس التجربة . كما تستخدم نفس التصاميم المطبقة لدى التجارب العاملية من الدرجة الأولى .

تمارين غير محلولة

4. لدينا البيانات التالية التي تبين تطور الإنتاج من أحد المحاصيل الزراعية وهو الشعير باستخدام صنفين وطريقتين من الزراعة:

الصنف المكررات	A		B	
	a_1	a_0	b_1	b_0
I	76	34	67	87
II	77	89	675	87
III	58	96	86	89
IV	13	21	21	11

والمطلوب

- ارسم المخطط البياني للبيانات السابقة باستخدام الرسوم البيانية من نوع الخطوط البيانية .
- احسب معدل الإنتاج من محصول الشعير خلال فترة للأصناف المختلفة.
- احسب المؤشرات الإحصائية اللازمة التي تم شرحها في الفصول السابقة.
- طبق على تحليل التباين باستخدام القطاعات الكاملة للبيانات الواردة في الجدول السابق
- طبق اختبار f-test واختبر الفروق بين المعاملات وفسر النتيجة.
- طبق اختبار f-test واختبر تأثير الأفعال الرئيسية والمتبادلة وفسر النتيجة
- هل نحتاج لاختبارات مقارنة المتوسطات ؟ وما هو هذا الاختبار إن كنا بحاجة إليه؟

5. لدينا البيانات التالية التي تبين تطور عدد من سلالات البكتريا في أوساط نمو مختلفة :

السلالات المكررات	A		B		C	
	a_1	a_0	b_1	b_0	c_1	c_0
I	45670	60000	30000	50000	5678	8764
II	78760	23454	21000	76678	9657	6789
III	45000	67000	40600	45678	1156	4324
IV	39870	27000	19000	11111	6778	7654
V	90000	89660	80000	58990	8898	5647
VI	56780	86456	67834	78328	3425	7890
VII	76589	54478	23345	54678	8678	3345
VIII	34567	8764	45678	77806	5467	3234

والمطلوب:

- مثل البيانات السابقة في الجدول أعلاه بالطريقة البيانية المناسبة.
- احسب المؤشرات الإحصائية اللازمة لعدد الطلاب التي تم شرحها في الفصول السابقة.

a. طبق تحليل التباين باستخدام المربع اللاتيني على البيانات الواردة في الجدول المذكور كما شرح سابقا.
b. طبق اختبار f-test واختبر الفروق بين المعاملات وفسر النتيجة.
c. طبق اختبار f-test واختبر تأثير الأفعال الرئيسية والمتبادلة وفسر النتيجة
d. هل نحتاج لاختبارات مقارنة المتوسطات ؟ وما هو هذا الاختبار إن كنا بحاجة إليه؟
e. طبق اختبار f-test واختبر تأثير القطاعات والأسطر وفسر النتيجة

الفصل الثامن

اختيار نوع التصميم وطريقة التحليل المناسبة
EXPERIMENT PLAN

8 –1 – مقدمة : إن نجاح البحث العلمي يعتمد بالدرجة الاولى على نجاح التجارب والاختبارات العلمية في كل ميادين الحياة ،كما أن نجاح التجارب والاختبارات يعتمد بالمقابل على نجاح خطة التجربة أولا ،ثم توفير وسائل التقنيات الحديثة واستثمار الخبرات بالصورة المثلى.

اذن يتفق الجميع على أن نجاح خطة التجربة أولا وقبل كل شيء يحتاج الى توفر مجموعة من العوامل على رأسها الخبرة .وهنا تثار مجموعة من الأسئلة مثل ماهي خطة التجربة ، وما هي عناصرها أو مكوناتها ،ما هي أسس صحتها وأخيرا كيف يمكن الحكم على مدى صلاحيتها ..كل هذه التساؤلات يمكن الاجابة عليها لاحقا.

8–2–اعداد خطة التجربة EXPERIMENT PLAN :

تتضمن خطة التجربة العناصر الاساسية التالية :

1. أهداف التجربة EXPERIMENT OBJECTS:يتم تحديد خطة التجربة بناء على فكرة التجربة التي يتم التعرض لها من خلالها القاء الضوء على المشكلة أو الموضوع

العلمي .وعادة يتم صياغة خطة التجربة على شكل سؤال أو عدة أسئلة باسلوب علمي واضح ومحدد وبدون التباس كما في الامثلة التالية :

- هل يؤثر الميد الجديد بشكل فعال ..؟
- ماهي الجرعة المثلى من الدواء التي تحقق أعلى فعالية..؟
- هل يوجد فروق حقيقية بين المستحضرات الجديدة ..؟

2. المادة التجريبية EXPERIMENTS MATERIAL:هي عبارة عن المادة أو المواد التي تستخدم لتطبيق المعاملات التجريبية حسب الخطة عليها .وتختلف المادة التجريبية من تجربة إلى أخرى فقد تكحون حيوانات أو نباتات أو ربما أحياء دقيقة وغيرها وأخيرا قد تكون المادة التجريبية مجموعة من البشر المتطوعين .
3. العوامل التجريبية PLAN FACTORS: وهذه العوامل الموجودة في كل تجربة تنقسم الى ثلاث مجموعات :

- العوامل المدروسة PLAN FACTORS:وهي العامل أو العوامل (اذ قد يكون في التجربة أكثر من عامل مدروس) التي يختبر الباحث تأثير تغيرها(سواء تغير كمياتها او أشكالها) على قيم الصفة المختارة.ويتم تسمية العوامل المدروسة في التجربة باسم محدد وبدون شرح مثل : السماد ،طرق الري ،أصناف القمح،سلالات الأغنام،سلالات البكتريا وهكذا ...
- العوامل الثابتة CONSTANT FACTORS :وهي العوامل التي يبقى تأثيرها ثابت طوال التجربة أو تلك التي يجب أن يبقى تأثيرها ثابت طوال التجربة مثل عمليات الخدمة سواء أكان للتجربة الزراعية النباتية أو الحيوانية ،للحقل أو الحظائر؛ وهذا يشمل مختلف العمليات الضرورية كالتهوية والعزيق والتعشيب والتنظيف وغيرها .
- العامل الخارجية EXOGEN FACTORS: وهي مجمل العوامل الضارة التي تسبب الخلل والخطأ أو مايسمى الخطأ التجريبي .ان أهم هذه العوامل تندرج ضمن مجموعتين هما العوامل البيئية (وتشمل الرطوبة الجوية،الرياح،الأمطار،الحرارة الجوية..) والعوامل الوراثية(اختلافات التركيب الو راثي) .

4. المعاملات TREATMENTS:تختلف المعاملات حسب نوع التجربة هل هي بسيطة أم عاملية ،فاذا كانت تجربة بسيطة فان المعاملات هي عبارة عن الكميات أو الاشكال

المختلفة للعامل المدروس ؛ أما اذا كانت التجربة عاملية فان المعاملات كما هو معروف عبارة عن توافيق مستويات العوامل المدروسة .في الحالة الاخيرة علينا أن ننشيء جدول التوافيق لحساب أو استنتاج توافيق المستويات ومن ثم نعمل جدول الرموز والأسماء كما شرحنا سابقا عند شرح التجارب العاملية في الفصل السابق.

5. الصفة المختارة SELECTED CATEGORY: وهي عبارة عن الصفة التي يختارها الباحث ليدرس أثر تغير العوامل المدروسة على قيمها . و الصفة المختارة يجب ان يتم اختيارها من قبل الباحث بحيث تكون تتوفر فيها الخصائص التالية :
   - أن تكون سهلة القياس وواضحة .
   - أن تكون مهمة من الناحية العلمية والاقتصادية .
   - ان تكون صفة كمية اذا امكن.
   - أن تكون بسيطة غير معقدة.

ولعل صفة الانتاج خير مثال على الصفة المختارة في تجارب الانتاج النباتي والحيواني وتتوفر فيها الشروط السابقة بشكل كامل.

6. المكررات REPLICATES :إن هذه النقطة مهمة لانها تؤثر بشكل جيد على مسار التجربة ،ومسألة تحديد عدد المكررات في التجربة أمر ممكن اذا ما اخذنا بعين الاعتبار الأشياء التالية :
   - نحدد نوع التجربة هل هي مخبرية أم حقلية . فذا كانت التجربة مخبرية فهذا يعني أنه بامكاننا زيادة عدد المكررات الى أكبر عدد ممكن بدون أية مصاعب وعادة نختار عدد ضمن المجال 8 – 12 مكرر.أما اذا كانت التجربة حقلية فهذا يعني أنه ليس بامكاننا زيادة عدد المكررات الى أكبر عدد ممكن بل نختا ر العدد ضمن الامكانات المتوفرة وعادة نختار عدد ضمن المجال 2 – 8 مكرر وذلك حسب الاعتبارات التالية:

ا–التجربة في مجال الانتاج الحيواني : في مثل هذه الحالة علينا أن نختار عدد مناسبا للامكانات المتوفرة مع مراعات التكلفة المادية للمادة التجريبية عادة نختار عدد ضمن المجال 2 – 5 مكرر.

ب –التجربة في مجال الانتاج النباتي: في مثل هذه الحالة علينا أن نختار عددا مناسبا للامكانات المتوفرة أيضا مع وجود حرية أكبر في استخدام المادة التجريبية

نتيجة لأن التكلفة المادية عادة تكون أقل من سابقتها لذلك عادة نختار عدد ضمن المجال 4 – 8 مكرر.

ولمزيد من المعلومات عن هذه الفقرة يمكن العودة الى الفصل السابق الخاص بالفقرة " المباديء الأساسية في تصميم التجارب في الفصل الأول"بالاضافة الى الفقرة الخاصة بعناصر التجربة في الفصل الأول .

7. حجم التجربة EXPERIMENT SIZE :وهذا يعني عدد القطع أو الوحدات التجريبية اللازمة للتجربة وهي تحسب على الشكل التالي :

ا – التجربة بسيطة:

$$n = r * t$$

حيث أن: n عدد القطع أو الوحدات التجريبية

r عدد المكررات في التجربة

t عدد المعاملات في التجربة .

ب– التجربة عاملية :

$$n = r * t$$
$$n = r * a*b$$

حيث أن: a عدد مستويات العامل المدروس الاول A

b عدد مستويات العامل المدروس الثاني B

8. دقة التجربة: يلزم في خطة التجربة تحديد دقة التجربة مسبقا ويطلق عليها احيانا "أقل دقة تجريبية ممكنة" والتي لايمكن التنازل عنها أو أقال منها اطلاقا ؛ويتم تحديد دقة التجربة كما يلي :

- نحدد نوع التجربة هل هي مخبرية أم حقلية . فاذا كانت التجربة مخبرية فهذا يعني أنه بامكاننا زيادة دقة التجربة الى أكبر قدر ممكن بدون أية مصاعب وعادة نختار دقة التجربة 1% أو أقل.أما اذا كانت التجربة حقلية فهذا يعني أنه ليس بامكاننا ان نختار دقة تجربة قليلة جدا بل نختا ر دقة التجربة ضمن الامكانات المتوفرة للتجربة وعادة نختار دقة التجربة 5% أو 1% .

9. الفرضيات الاحصائية :ان الفرضية الاحصائية عبارة عن ترجمة أو تعبير عن أهداف التجربة بطريقة أو أسلوب رياضي حيث يتم اختبار هذه الفرضيات الاحصائية من قبل الباحث ليتم

رفضها أو قبولها كما شرحنا سابقا في الفصل السادس.عند تحديد الفرضيات الاحصائية يتم تحديد مايلي:

- تحديد الفرضية الابتدائية: وهذه تسمى أحيانا فرضية العدم ويرمزلها بـ H0 .وهذه تختلف من تجربة لاخرى.
- تحديد الفرضية البديلة : ويرمز لهذه الفرضية بـ H1 . ويجدر التنويه الى أنه يمكن العودة ومراجعة ما شرحنا سابقا في الفصل السادس حول هذا الموضوع.

10. التصميم التجريبي : التصميم التجريبي حسب ظروف التجربة(طبيعة العوامل الخارجية واختلاف خصوبة التجربة وتغير الاختلافات الوراثية) ونوعها (تجربة بسيطة أم عاملية).أيضا يمكن العودة الى الفصل السابع والاطلاع على مزيد من التفاصيل حول هذه الفقرة.
11. التحاليل والاختبارات اللازمة : يتم اختيار التحاليل والاختبارات اللازمة حسب كلا من النقاط التالية التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار :
    - طبيعة العوامل المدروسة في التجربة (هل هي كمية أم نوعية)
    - العلاقة بين العوامل المدروسة و الصفة المختارة من حيث طريقة التأثير.
12. ملاحظات عامة : في الملاحظات العامة يم ذك بعض المعلومات الإضافية مثل ما يلي :
    - المكان
    - الزمان
    - الادوات اللازمة
    - الكادر الفني
    - معلومات أخرى أضافية.

ان اعداد خطة تجربة سليمة ،كاملة ومتكاملة هو الاساس في نجاح التجربة الزراعية والحيوية سواء أكانت حقلية أم مخبرية.

وفي حالات كثيرة يتم تنفيذ التجربة بدون وضع خطة تجربة أو أحيانا بوجود خطة تجربة لكن غير دقيقة ويمكن ان نقول عنها "شبه خطة" موضوعة عادة من باحثين غير متخصصين مثل طلاب الدراسات العليا وغيرهم مما يجعل من التجربة عرضة للفشل في بعض الأحيان أو للحصول على نتائج غير مرضية مع صعوبة في التحليل أيضا.

فيما يلي نذكر أهم الإشكالات التي قد تظهر في خطة التجربة مع الآثار المترتبة عن هذه الإشكالات :

- الاشكال الاول : قد يوجد خطأ في الفرضيات الاحصائية وربما وجود التباس في صياغة الفرضيات الاحصائية لانها تحتاج عادة الى استشارة اخصائي أو خبير في الاحصاء الرياضي ،ولقد تكرر مثل هذا الاشكال في العديد من خطط التجارب ولم يكشف النقاب عن مثل هذا الاشكال وما يترتب عنه من أخطاء في تحليل وتقويم التجارب ؛ وأكثر الاخطاء المترتبة عن هذا الشكال هي التالية:

1. الخطا في تطبيق اختبارات المعنوية مثل اختبار ت t-test واختبار ف -f test عند تحديد نوع الاختبار هل هو وحيد أم ثنائي الجانب.
2. الخطا في تطبيق اختبارات مقارنة المتوسطات لانها هي الاخرى مرتبطة مع اختبارات المعنوية مثل اختبار ت -t test .
3. الوقوع في أحد نموذجي الخطآ الاول (ERROR TYPE I) أو الثاني(ERROR TYPE II) واللذان تم شرحهما في الفصل السادس لذا يمكن العودة اليهما عند الرغبة بمزيد من المعلومات.

- الاشكال الثاني : يتمثل الاشكال الثاني في عدم القدرة على تحديد العدد المثالي اللازم من المستويات للعوامل المدروسة بالعلاقة مع عدد المكررات . ان هذا الاشكال يمثل تحد كبير لكثير من الباحثين لذا نلاحظ الوقوع في مثل هذا الاشكال في أغلب خطط التجارب خاصة اذا كانت التجربة عاملية.

لقد تم نشر العديد من الابحاث والتي تضمنت العديد من التوصيات الهامة في هذا المجال حتى لايقع مثل هذا الاشكال ولكن للأسف لم يعر لها أحدا انتباها .ويمكن أن نذكر بعض النصائح هنا في هذا المجال حتى لايقع مثل هذا الاشكال في المستقبل وهي التالية:

1. اذا كان الهدف الرئيسي من التجربة هو التوصل الى النقطة المثلى وكان النموذج الرياضي المتوقع هو معادلة من الدرجة الثانية فيكون عدد المستويات المناسب هو ثلاثة وهي : المستوى الاول مستوى الصفر(الشاهد) والمستوى الثاني ما بعد النقطة العظمى ،أما المستوى الثالث

فيقع في وسط المجال تماما بين المستويين الاول والثاني.وبالتالي نحاول أن نعمل اكبر عدد ممكن من المكررات.

2. اذا كان النموذج الرياضي المتوقع للبيانات التجريبية غير معروف فعلينا حينئذ أن نعمل عدد المستويات المناسب هو أكثر من ثلاثة أي خمسة وربما أكثر إن امكن وبالتالي نحاول أن نعمل اكبر عدد ممكن من المكررات أيضا ولكن حسب الامكانات المتوفرة بحيث لا يصبح حجم التجربة كبي نسبيا.

- الاشكال الثالث : يتمثل الاشكال الثالث في الخطأ في اختيار التصميم المناسب.هذا الاشكال أيضا كثير الحدوث ويترتب عنه اخطاء كثيرة توضحها في مايلي :

1. اذا كان التصميم المناسب هو التصميم العشوائي وتم اختيار تصميم القطاعات الكاملة أو تصميم المربع اللاتيني بدلا عنه، فانه ينتج عن ذلك مايلي :
   - اضافة مصادر تباين جديدة قد تكون غير ضرورية مثل تباين القطاعات خاصة اذا لم يكن تأثيرها معنويا.
   - زيادة بعض الاجراءات والاعمال التي قد لا تكن ضرورية مثل تقسيم التجربة الى قطاعات وتنفيذها على هذا الأساس.
2. اذا كان التصميم المناسب القطاعات الكاملة هو وتم اختيار التصميم العشوائي الكامل بدلا عنه، فانه ينتج عن ذلك مايلي :
   - زيادة الخطأ التجريبي (المتبقي) نتيجة لدمج تأثير القطاعات مع الخطأ التجريبي.
   - فقدان مصدر تباين مهم وهو تباين القطاعات وهو ضروري(يتم التأكد من أهمية استخدام القطاعات من خلال استخدام اختبار ف f-test والتأكد من أن تأثير القطاعات معنوي).
   - الخلل في استخدام اختبار ف f-test عند اختبار معنوية الفروق بين المعاملات نتيجة لزيادة الخطأ التجريبي كما ذكرنا أعلاه عن القيمة الحقيقية.

- الخلل في استخدام اختبار مقارنة المتوسطات نتيجة لزيادة الخطأ التجريبي عن القيمة الحقيقية. كما ذكرنا آنفا.

3. اذا كان التصميم المناسب القطاعات الكاملة وتم اختيار تصميم المربع اللاتيني بدلا عنه، فانه ينتج عن ذلك مايلي

- اضافة مصادر تباين جديدة قد تكون غير ضرورية مثل تباين الأسطر خاصة اذا لم يكن تأثيرها معنويا.
- الخلل في استخدام اختبار ف f-test نتيجة لنقص الخطأ التجريبي كما ذكرنا أعلاه عن القيمة الحقيقية من خلال اضافة تباين الأسطر رغم أنه غير ضروري.
- انخفاض الدقة في استخدام اختبار مقارنة المتوسطات نتيجة لنقص الخطأ التجريبي عن القيمة الحقيقية كما ذكرنا آنفا من خلال اضافة مصدر من مصادر التباين وهو تباين الأسطر رغم أنه غير ضروري.

اذا كان التصميم المناسب هو تصميم المربع اللاتيني وتم اختيار التصميم العشوائي أو تصميم القطاعات الكاملة بدلا عنه، فانه ينتج عن ذلك مايلي :

- زيادة الخطأ التجريبي (المتبقي) نتيجة لدمج تأثير القطاعات أو الأسطر مع الخطأ التجريبي.
- فقدان مصدر تباين مهم وهو تباين الأسطر وهو ضروري اذا تم اختيار القطاعات الكاملة أو فقدان تباين القطاعات و الأسطر اذا تم استخدام التصميم العشوائي الكامل .
- الخلل في استخدام اختبار ف f-test عند اختبار معنوية الفروق بين المعاملات نتيجة لزيادة الخطأ التجريبي عن القيمة الحقيقية كما ذكرنا آنفا.
- الخلل في استخدام اختبار مقارنة المتوسطات نتيجة لزيادة الخطأ التجريبي عن القيمة الحقيقية كما ذكرنا آنفا.
-

- الخلل في استخدام اختبار ف f-test عند اختبار معنوية الفروق بين المعاملات أو اختبار معنوية القطاعات نتيجة لزيادة الخطأ التجريبي عن القيمة الحقيقية كما ذكرنا أعلاه.
- الخلل في استخدام اختبار مقارنة المتوسطات للمعاملات نتيجة لزيادة الخطأ التجريبي عن القيمة الحقيقية كما ذكرنا آنفا.

3. الاشكال الخامس: يتمثل الاشكال الخامس في الخطأ في اختيار التحاليل والاختبارات المناسبة.ان وقوع مثل هذا الاشكال يؤدي الى ضياع الهدف من التجربة نتيجة للوصول الى النتائج غير المطلوبة.ان هذا الاشكال من أكثر الاشكالات خطرا على التجربة وهو يحصل عادة نتيجة لضعف الخبرة لدى الباحث في كيفية اختيار التحاليل والاختبارات المناسبة ؛ ولابد من استشارة الاخصائي في التحليل الاحصائي والعودة الى المراجع المناسبة التي تساعد في التعرف على كيفية اختيار التحاليل والاختبارات المناسبة وشروط استخدامها .ومن حسن الحظ أنه يتوفر للباحث حاليا العديد من البرامج المتطورة للحاسب الالكتروني من اجل التحليل الاحصائي وتقديم كافة

أشكال المساعدة في هذا المجال.

الآن بعد أن تم شرح كيفية وضع خطة تجربة كاملة، كما تم شرح أهم الاشكالات التي قد يقع فيها الباحث وما يترتب عن ذلك ون أخطاء وملابسات بالاضافة لتقديم الحلول المناسبة لكل منها عند وضع الخطة ؛يتوجب علينا بعد ذلك تقديم بعض الامثلة الهامة كتطبيق عملي على كيفية وضع خطة تجربة كاملة في مجالات متعددة ولحالات مختلف حتى يتم تغطية الموضوع بشك كامل:

- مثال ( ) :نرغب في اجراء ميدانية لاختبار فعالية مستحضر كيميائي جديد (سماد كيميائي) على انتاج محاصيل الخضار .

والمطلوب : وضع خطة تجربة كاملة.

خطـــــة التجربـــــة:

1. أهداف التجربة:

- هل استخدام السماد فعال في التأثير على الانتاج؟.
- ماهي الكمية المثلى من السماد التي تؤدي أعلى نسبة انتاج؟

2. المادة التجريبية :
   - عينات من السماد المختبر حسب خطة التجربة
   - حقول مزروعة بأنواع مختلفة من محاصيل الخضار
3. العوامل في التجربة :
   1. مدروسة: السماد (تجربة بسيط بعامل واحد)
   2. العوامل الثابتة : مواعيد الرش– عمليات الخدمة الزراعية
   3. العوامل الخارجية: وهي تشمل العوامل البيئية والعوامل الوراثية (الاختلافات الوراثية) وأخيرا اختلاف خصوبة التربة.

4. المعاملات : نقترح ثلاث معاملات وهي ثلاث كميات مختلفة متدرجة من السماد وهي :

$a = 0$ كغ/هكتار

$b = 50$ كغ/هكتار

$c = 100$ كغ/هكتار

5. الصفة المختارة :الصفة هنا هي انتاج محاصيل الخضار كغ/دونم.
6. المكررات : بما أن التجربة حقلية في مجال الانتاج النباتي فان عدد المكررات المقترح هو 6 .
7. حجم التجربة : حجم التجربة n هو كما يلي :

$$n = r * t$$
$$n = 6 * 3$$
$$n = 18$$

8. :ان التجربة حقلية في مجال الانتاج النباتي وبالتالي نقتر دقة التجربة 5% .
9. الفرضيات الاحصائية : تتم صياغة الفرضيات الاحصائية كما يلي:

- الفرضية الاولى :اختبار فعالية السماد:

- الفرضية الابتدائية : السماد لايؤثر على الانتاج: $H0: X_i =$

$$X_j = \ldots = X_n$$

- الفرضية البديلة : السماد يؤثرعلى الانتاج بشكل فعال : $H1:$

$$X_i \neq X_j \neq \ldots \neq X_n$$

- الفرضية الثانية :اختبار الكمية المثلى السماد:

الفرضية الابتدائية :معاملات السماد متماثلة في التأثير $H0: a_i =$

$$b_j = c_i$$

- الفرضية البديلة :

$$H1: a_i \neq b_j \neq c_i$$

10. التصميم التجريبي :بما أن التجربة حقلية بسيطة في مجال الانتاج النباتي فان التصميم المقترح هو القطاعات الكاملة (لان عدد تامعاملات لايساوي عدد المكررات)

11. التحاليل والاختبارت اللازمة :

- التحاليل : تحليل الانحدار (لان العامل المدروس كمي والتأثير من جهة واحدة ولايوجد تبادل للتأثير بين السماد والانتاج)
- الاختبارات : اختبار ت t-test أو اختبار ف f-test لاختبار معنوية عامل الانحدار .

12. ملاحظات : التجربة تابعة لمركز بحوث الجامعة.

- المكان :
- الزمان
- فريق العمل – الكادر الفني ...
- ملاحظات اخرى.

- مثال ( ) :نرغب في اجراء تجربة ميدانية لاختبار فعالية ثلاث أنواع من اللقاح (مستحضر دوائي) على نسبة الشفاء من أحد ألامراض المعدية وهو " الانفلوانزا" الذي يصيب الانسان والحيوان.

والمطلوب : وضع خطة تجربة كاملة.

خطـــــة التجربـــــة:

1. أهداف التجربة:

- هل استخدام اللقاح فعال في التأثير على نسبة الشفاء من أحد ألامراض المعدية وهو " الانفلوانزا"؟.
- ما هونوع اللقاح الأكثر فعالية والذي يؤدي الى أعلى نسبة شفاء؟

2. المادة التجريبية :

- عينات من ثلاث أنواع من اللقاح حسب خطة التجربة
- متطوعين لاجراء الاختبار حسب خطة التجربة

3. العوامل في التجربة :

أ- مدروسة: اللقاح (تجربة بسيطة بعامل واحد)

ب- العوامل الثابتة : مواعيد اعطاء اللقاح – عمليات الخدمة وارعاية للمتطوعين

ت- العوامل الخارجية: وهي تشمل العوامل البيئية والعوامل الوراثية (الاختلافات الوراثية.

4. المعاملات : نقترح ثلاث معاملات وهي ثلاث أنواع من اللقاح وهي :

اللقاح الاول = a

اللقاح الثاني = b

اللقاح الثاني = c

5. الصفة المختارة :الصفة هنا هي نسبة الشفاء من أحد ألامراض المعدية وهو " الانفلوانزا"

6. المكررات : بما أن التجربة ميدانية في مجال الابحاث الحيوية فان عدد المكررات المقترح هو 3 .

7. حجم التجربة : حجم التجربة n هو كما يلي :

$$n = r * t$$
$$n = 3 * 3$$
$$n = 9$$

8. :ان التجربة ميدانية في مجال الابحاث الحيوية وبالتالي نقتر دقة التجربة 1%

.

9. الفرضيات الاحصائية : تتم صياغة الفرضيات الاحصائية كما يلي:

- الفرضية الاولى :اختبار فعالية ثلاث أنواع من اللقاح :

- الفرضية الابتدائية : اللقاح لايؤثر على نسبة الشفاء: $H0: X_i = X_j = \ldots = X_n$
- الفرضية البديلة : اللقاح يؤثر على نسبة الشفاء بشكل فعال :

$$H1: X_i \neq X_j \neq \ldots \neq X_n$$

- الفرضية الثانية :اختبار اللقاح الاكثر فعالية من بين الثلاث أنواع من اللقاح :

الفرضية الابتدائية:المعاملات (ثلاث أنواع من اللقاح) متماثلة في التأثير $H0: a_i = b_j = c_i$

- الفرضية البديلة :المعاملات (ثلاث أنواع من اللقاح) غير متماثلة في التأثير :

$$H1: a_i \neq b_j \neq c_i$$

10. التصميم التجريبي :بما أن التجربة التجربة ميدانية في مجال الابحاث الحيوية فان التصميم المقترح هو المربع اللاتيني (لان عدد المعاملات يساوي عدد المكررات)

11. التحاليل والاختبارت اللازمة :

- التحاليل : تحليل التباين (لان نوعي)
- الاختبارات : اختبار ف f-test لاختبار معنوية تأثير العامل المدروس أو معنوية الفروق بين المعاملات للعامل المدروس.
- اذا أثبت اختبار ف f-test وجود فروق معنوية مؤكدة احصائيا بين المعاملات للعامل المدروس نلجأ الى اختبار مقارنة المتوسطات (اما LSD أو LSR) وبما أن عدد المعاملات هو ثلاثة فقط نختار اختبار مقارنة المتوسطات LSD طبعا.

12. ملاحظات : التجربة تابعة لمركز بحوث الجامعة.

- المكان :

- الزمان
- فريق العمل – الكادر الفني ...
- ملاحظات اخرى.

- مثال ( ) :نرغب في اجراء ميدانية لاختبار تأثير ساعات الاضاءة ونوع الهرمون (طبيعي،صناعي)على انتاج محاصيل الحبوب .

والمطلوب : وضع خطة تجربة كاملة.

خطـــــة التجربـــــة:

1. أهداف التجربة:
   - هل استخدام السماد فعال في التأثير على الانتاج؟.
   - هل تؤثر طريقة الري على الانتاج ؟
   - ماهي الكمية المثلى من السماد التي تؤدي الى أعلى نسبة انتاج؟
   - ما هو أفضل توافق بين كل من عامل السماد وعام الري التي تؤدي الى أعلى نسبة انتاج؟
2. المادة التجريبية :
   - عينات من السماد المختبر حسب خطة التجربة
   - حقول مزروعة بأنواع مختلفة من محاصيل الحبوب
3. العوامل في التجربة :

أ- مدروسة: العامل الاول السماد العامل الثاني طرق الري ، (تجربة عاملية بعاملين اثنين)

ب- العوامل الثابتة : مواعيد الرش بالسماد – مواعيد الري – عمليات الخدمة الزراعية

ت- العوامل الخارجية: وهي تشمل العوامل البيئية والعوامل الوراثية (الاختلافات الوراثية) وأخيرا اختلاف خصوبة التربة.

4. المعاملات : بالنسبة للعامل الاول السماد: نقترح ثلاث مستويات وهي ثلاث كميات مختلفة متدرجة من السماد :

a_0 = 0 كغ/هكتار

a_1 = 50 كغ/هكتار

الشكل التالي:

- نعمل جدول التوافيق بين مستويات العاملين A و B

		العامل الاول السماد: A		
		a_0	a_1	a_2
العامل الثاني طرق الري: B	b_0	a_0b_0	a_1b_0	b_0 a_2
	b_1	b_1 a_0	a_1b_1	b_1 a_2
	b_2	b_2 a_0	a_1b_2	b_2 a_2

- نعمل جدول المعاملات حيث تحتسب على الشكل التالي:

المعاملات بالرموز	المعاملات بالأسماء
a_0b_0	بدون تسميد و الري بالغمر
a_1b_0	تسميد 50 كغ/هكتار و الري بالغمر
a_2b_0	تسميد 100 كغ/هكتار والري بالغمر
a_0b_1	بدون تسميد والري بالرش
a_1b_1	تسميد 50 كغ/هكتار والري بالرش
a_2b_1	تسميد 100 كغ/هكتار والري بالرش

a_0b_2	بدون تسميد والري بالتنقيط
a_1b_2	اضاءة 50 كغ/هكتار والري بالتنقيط
$b_2\ a_2$	اضاءة 100 كغ/هكتار والري بالتنقيط

اذن عدد المعاملات هو : $t = a * b$

$$t = 3 * 3$$
$$t = 9$$

5. المكررات : بما أن التجربة حقلية عاملي في مجال الانتاج النباتي فان عدد المكررات المقترح هو 5 .
6. الصفة المختارة :الصفة هنا هي انتاج محاصيل الحبوب طن/هكتار
7. حجم التجربة : حجم التجربة n هو كما يلي :

$$n = r * t$$
$$n = 5 * 9$$
$$n = 45$$

8. الدقة التجريبية:ان التجربة حقلية ميدانية وعاملية في مجال الانتاج النباتي وبالتالي نحدد دقة التجربة بـ 5% .
9. الفرضيات الاحصائية : تتم صياغة الفرضيات الاحصائية كما يلي:

- الفرضية الاولى :اختبار فعالية السماد:

- الفرضية الابتدائية : السماد لايؤثر على الانتاج: $H0: a_i = a_j = \ldots = a_n$
- الفرضية البديلة : السماد يؤثر على الانتاج بشكل فعال :

$$H1: a_i \neq a_j \neq \ldots \neq a_n$$

- الفرضية الثانية :اختبار الكمية المثلى السماد:

الفرضية الابتدائية :معاملات السماد متماثلة في التأثير $H0: a_0 = a_1 = a_2$

- الفرضية البديلة :

$$H1: a_0 \neq a_1 \neq a_2$$

- الفرضية الثالثة :اختبار فعالية طريقة الري:

- الفرضية الابتدائية : طريقة الري لا تؤثر على الانتاج: H0:

$$b_i = b_j = \ldots = b_n$$

- الفرضية البديلة : طريقة الري تؤثر على الانتاج بشكل فعال :

$$H1: b_i \neq b_j \neq \ldots \neq b_n$$

- الفرضية الرابعة :اختبار التوافق المثالي Combination لعامل السماد مع عامل الري :

- الفرضية الابتدائية :لا يوجد توافق مثاليCombination لعامل السماد مع عامل الري

$$H0: a_i b_i = a_j b_j = a_n b_n$$

- الفرضية البديلة : يوجد توافق مثاليCombination لعامل السماد مع عامل الري

$$H1: a_i b_i \neq a_j b_j \neq a_n b_n$$

10. التصميم التجريبي :بما أن التجربة حقلية عاملية في مجال الانتاج النباتي والعامل الاول السماد ونفس الشيء بالنسبة للعامل الثاني طرق الري أي ان كلا العاملين يحتاج الى قطع تجريبية كبيرة وبالتالي فان التصميم المقترح هو القطاعات المنشقة (كما يمكن ان نستخدم القطاعات الكاملة لان عدد المعاملات لا يساوي عدد المكررات)

11. التحاليل و الاختبارت اللازمة :

- التحاليل : بالنسبة للعامل الاول السماد فالتحليل المناسب هو تحليل الانحدار (لان العامل المدروس هنا كمي والتأثير من جهة واحدة ولايوجد تبادل للتأثير بين السماد والانتاج)
- الاختبارات : اختبار ت t-test أو اختبار ف f-test لاختبار معنوية عامل الانحدار .
- بالنسبة للعامل الثاني طرق الري فالتحليل المناسب هو تحليل التباين (لان العامل المدروس هنا نوعي)
- الاختبارات : اختبار ف f-test لاختبار معنوية تأثير العامل الثاني طرق الري ،أي الثلاث(طرق الري) هل هي فروق معنوية مؤكدة احصائيا أم لا.

- اذا أثبت اختبار ف f-test وجود فروق معنوية مؤكدة احصائيا بين المعاملات الثلاث(طرق الري) فانه يتوجب استخدام اختبارات مقارنة المتوسطات (LSD , LSR) وبما أن عدد المعاملات ثلاثة (طرق الري) فانه يمكن استخدام اختبار LSD.
- بالنسبة للفعل المتبادل (AB) : اختبار ف f-test لاختبار الفروق بين معاملات الفعل المتبادل AB INTERACTION هل هي فروق معنوية مؤكدة احصائيا أم لا.
- اذا أثبت اختبار ف f-test وجود فروق معنوية مؤكدة احصائيا بين معاملات الفعل المتبادل AB فانه يتوجب استخدام اختبارات مقارنة المتوسطات (LSD , LSR) وبما أن عدد المعاملات للفعل المتبادل تسعة (كما هو مذكور سابقا في جدول التوافيق) فانه يمكن استخدام اختبار LSR (اختبار DUNCAN).
-

12. ملاحظات : التجربة تابعة لمركز بحوث الجامعة.
    - المكان :
    - الزمان
    - فريق العمل – الكادر الفني ...
    - ملاحظات اخرى.

- مثال ( ) :نرغب في اجراء ميدانية لاختبار تأثير عدد ساعات الاضاءة و نوع الغذاء (طبيعي،صناعي)على انتاج البيض لدى الدجاج البياض .

والمطلوب : وضع خطة تجربة كاملة.

خطـــــة التجربـــــة:

1. أهداف التجربة:
    - هل عدد ساعات الاضاءة فعال في التأثير على الانتاج؟.
    - هل يؤثر نوع الغذاء على الانتاج ؟
    - ماهو العدد الامثل من ساعات الاضاءة الذي يؤدي الى أعلى نسبة انتاج؟
    - ما هو أفضل توافق بين كل من عامل ساعات الاضاءة و نوع الغذاء (طبيعي،صناعي) الذي يؤدي الى أعلى نسبة انتاج؟
2. المادة التجريبية :
    - عينات من الغذاء (طبيعي،صناعي) المختبر حسب خطة التجربة
    - عدد محدد من الدجاج البياض حسب خطة التجربة
3. العوامل في التجربة :

أ- مدروسة: العامل الاول عدد ساعات الاضاءة والعامل الثاني نوع الغذاء ، (تجربة عاملية بعاملين اثنين)

ب- العوامل الثابتة : مواعيد تشغيل ساعات الاضاءة – مواعيد تقديم الغذاء – عمليات الخدمة المختلفة

ت- العوامل الخارجية: وهي تشمل العوامل البيئية(الرطوبة،الحرارة...) عدا الاضاءة أو الضوء لانه عامل مدروس والعوامل الوراثية (الاختلافات الوراثية بين الدجاج البياض المختبر)

4. المعاملات : بالنسبة للعامل الاول ساعات الاضاءة : نقترح ثلاث مستويات وهي ثلاث كميات مختلفة متدرجة من ساعات الاضاءة :

$a_0 = 0$ ساعة

$a_1 = 6$ ساعة

$a_2 = 12$ ساعة

بالنسبة للعامل الثاني نوع الغذاء (طبيعي،صناعي) فيوجد مستويين هما :

$b_0 =$ غذاء طبيعي

$b_1 =$ غذاء صناعي

بذلك يتم استنتاج المعاملات على الشكل التالي:

- نعمل جدول التوافيق بين مستويات العاملين A و B

		العامل الاول ساعات الاضاءة : A		
		a_0	a_1	a_2
العامل الثاني نوع الغذاء B	b_0	a_0b_0	a_1b_0	$b_0\ a_2$
	b_1	$b_1\ a_0$	a_1b_1	$b_1\ a_2$

- نعمل جدول المعاملات حيث تحتسب على الشكل التالي:

المعاملات بالرموز	المعاملات بالأسماء
a_0b_0	بدون اضاءة و غذاء طبيعي
a_1b_0	اضاءة 6 ساعات و غذاء طبيعي
a_2b_0	اضاءة 12 ساعة و غذاء طبيعي
a_0b_1	بدون اضاءة وغذاء صناعي
a_1b_1	اضاءة 6 ساعات و غذاء صناعي
a_2b_1	اضاءة 12 ساعة و غذاء صناعي

اذن عدد المعاملات هو : $t = a * b$

$t = 3 * 2$

$t = 6$

5. المكررات : بما أن التجربة حقلية عاملية في مجال الانتاج الحيواني والمادة التجريبية متوفرة فان عدد المكررات المقترح هو 5 .

7. الصفة المختارة :الصفة هنا هي انتاج البيض اليومي للسلالة المختبرة حسب خطة التجربة.

8. حجم التجربة : حجم التجربة n هو كما يلي :

$$n = r * t$$
$$n = 5 * 6$$
$$n = 30$$

9. الدقة التجريبية:ان التجربة حقلية ميدانية وعاملية في مجال الانتاج الحيواني وبالتالي نحدد دقة التجربة بـ 5% .

10. الفرضيات الاحصائية : تتم صياغة الفرضيات الاحصائية كما يلي:

- الفرضية الاولى :اختبار فعالية عدد ساعات الاضاءة :
  - الفرضية الابتدائية :عدد ساعات الاضاءة لايؤثر على الانتاج: $H0: a_i = a_j = \ldots = a_n$
  - الفرضية البديلة : ساعات الاضاءة يؤثر على الانتاج بشكل فعال : $H1: a_i \neq a_j \neq \ldots \neq a_n$
- الفرضية الثانية :اختبار الكمية المثلى من عدد ساعات الاضاءة :
  - الفرضية الابتدائية :معاملات ساعات الاضاءة متماثلة في التأثير $H0: a_0 = a_1 = a_2$
  - الفرضية البديلة : ساعات الاضاءة غير متماثلة في التأثير: $H1: a_0 \neq a_1 \neq a_2$

- الفرضية الثالثة :اختبار فعالية نوع الغذاء (طبيعي،صناعي):
  - الفرضية الابتدائية : نوع الغذاء لا يؤثر على الانتاج: $H0: b_i = b_j = \ldots = b_n$
  - الفرضية البديلة : نوع الغذاء يؤثر على الانتاج بشكل فعال : $H1: b_i \neq b_j \neq \ldots \neq b_n$
- الفرضية الرابعة :اختبار التوافق المثالي Combination لعامل ساعات الاضاءة مع عامل نوع الغذاء:
  - الفرضية الابتدائية :لا يوجد توافق مثاليCombination لعامل ساعات الاضاءة مع عامل نوع الغذاء : $H0: a_i b_i = a_j b_j = a_n b_n$
  - الفرضية البديلة : يوجد توافق مثاليCombination لعامل ساعات الاضاءة مع عامل نوع الغذاء : $H1: a_i b_i \neq a_j b_j \neq a_n b_n$

11. التصميم التجريبي :بما أن التجربة حقلية عاملية في مجال الانتاج الحيواني فان التصميم المقترح هو القطاعات الكاملة لان عدد المعاملات لا يساوي عدد المكررات(في حال اذا كان عدد المعاملات يساوي عدد المكررات فان التصميم المقترح هو المربع اللاتيني).
12. التحاليل و الاختبارت اللازمة :

- التحاليل : بالنسبة للعامل الاول ساعات الاضاءة فالتحليل المناسب هو تحليل الانحدار (لان العامل المدروس هنا كمي والتأثير من جهة واحدة ولايوجد تبادل للتأثير بين ساعات الاضاءة والانتاج)
  - الاختبارات : اختبار ت t-test أو اختبار ف f-test لاختبار معنوية عامل الانحدار .
  - بالنسبة للعامل الثاني نوع الغذاء فالتحليل المناسب هو تحليل التباين (لان العامل المدروس هنا نوعي)
- الاختبارات : اختبار ف f-test لاختبار معنوية تأثير العامل الثاني نوع الغذاء ،أي اختبار الفروق بين معاملتي نوع الغذاء(طبيعي ،صناعي) هل هي فروق معنوية مؤكدة احصائيا أم لا.
  - اذا أثبت اختبار ف f-test وجود فروق معنوية مؤكدة احصائيا بين معاملتي نوع الغذاء(طبيعي ،صناعي) فانه يتوجب استخدام اختبارات مقارنة المتوسطات (LSD , LSR) وبما أن عدد المعاملات اثنان (نوع الغذاء) فانه يمكن استخدام اختبار LSD.
  - **بالنسبة للفعل المتبادل** (INTERACTION) بين العاملين المدروسين: ساعات الاضاءة و نوع الغذاء (طبيعي،صناعي):
  - اختبار ف f-test لاختبار الفروق بين معاملات الفعل المتبادل ABهل هي فروق معنوية مؤكدة احصائيا أم لا.
  - اذا أثبت اختبار ف f-test وجود فروق معنوية مؤكدة احصائيا بين معاملات الفعل المتبادل AB فانه يتوجب استخدام اختبارات مقارنة المتوسطات (LSD , LSR) وبما أن عدد المعاملات للفعل المتبادل ستة (كما هو مذكور سابقا في جدول التوافيق) فانه يمكن استخدام اختبار LSR (اختبار DUNCAN).
  -

13. ملاحظات : التجربة تابعة لمركز بحوث الجامعة.

- المكان :
- الزمان
- فريق العمل – الكادر الفني ...
- ملاحظات اخرى.

بهذا نكون قد قد قدمنا العديد من الامثلة المناسبة لتوضيح كيفية وضع خطة تجربة سليمة كاملة ومتكاملة.

الفصل التاسع

القطع المنشقة

9-1 – مقدمة:

إن تصاميم القطع المنشقة والمخططة مصممة لكي تستخدم للتجارب العاملية FACTOR ANALYSIS فقط، ولا تستخدم للتجارب البسيطة SIMPLE EXPERIMENTS, بالإضافة إلى التصاميم المعروفة المشروحة سابقا مثل تصميم كامل العشوائية، القطاعات الكاملة، والمربع اللاتيني؛ لكن هذه التصاميم أي تصاميم القطع المنشقة تستخدم في حالات خاصة سيتم شرها في حينها.

ويجدر التنويه إلى أن المنشقة قد يطلق عليها البعض أحيانا تصاميم القطاعات المنشقة وسنعتمد هذه التسمية من خلال هذا الفصل.

إن كلا من تصميم القطاعات المنشقة وتصميم القطع المخططة يعتبران تصاميم خاصة ولا تستخدم إلا في الحالات التالية:

- عندما لا يمكن تطبيق العوامل المدروسة كلها أو أحدا منها، من الناحية التقنية، إلا على قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا.
- إن تأثير الجوار يكون أكبر نسبيا عند تطبيق بعض العوامل المدروسة وبالتالي هذا يتطلب إنشاء خطوط حماية كبيرة كما هو الحال في تجارب التسميد.
- عندما لا يمكن تطبيق العوامل المدروسة كلها أو أحدا منها إلا على قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا لان جزء من تأثير هذه العوامل قد يضيع أو أن أو لا يكون المجال اللازم متوفرا بشكل كافي ليظهر تأثيرها دون أية إعاقة.

وفيما يلي سندرس بالتفصيل كلا من التصميمين لسابقي الذكر دون التعرض إلى تحليل التباين لهما نظرا لان تحليل مثل هذه التصاميم معقد نسبيا وعادة يتم باستخدام برامج الحاسب الالكتروني المتوفرة على نطاق واسع.

9-2- تصاميم القطاعات المنشقة:

9-2-1- مقدمة: تستخدم مثل هذه التصاميم أي تصاميم القطاعات المنشقة للتجارب العاملية في حالة خاصة وهي الحالة التالية : عندما لا يمكن تطبيق العوامل المدروسة كلها أو أحدا منها ،من الناحية التقنية، إلا على قطع أو وحدات تجريبية إما كبيرة أو صغيرة نسبيا.فمثلا هناك بعض العوامل المدروسة مثل السماد، الري وغيرها تحتاج إلى قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا حتى يمكن تطبيقها أو تنفيذها على أرض الواقع، كما أن هناك بعض العوامل مثل عمليات خدمة التربة أو الحظائر أو المخابر أيضا تحتاج إلى قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا إما حتى يمكن تنفيذها أو حتى يظهر تأثيرها بشكل واضح.بالمقابل أيضا يمكن أن نجد أن بعض العوامل المدروسة تحتاج إلى قطع أو وحدات تجريبية صغيرة نسبيا إما حتى يمكن تنفيذها أو حتى يظهر تأثيرها بشكل واضح؛ فما هو الحل في هذه الحلة هندما تكون متطلبات بعض العوامل المدروسة مختلفة عن الأخرى، أي بتعبير آخر إذا كان في التجربة عاملا مدروسا يحتاج إلى قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا وعامل آخر يحتاج إلى قطع أو وحدات تجريبية صغيرة نسبيا؟

إن تصاميم القطاعات المنشقة هي في الواقع مخصصة لهذه الحالة تماما.

فمثلا إذا كان لدينا تجربة عاملية تتضمن عاملين مدروسين هما السماد العضوي (A)والعامل الآخر هو مجموعة من أصناف محاصيل الأعلاف (B) فكيف يمكن تنفيذ هذه التجربة علما أن العامل

المدروس A يلزم لتنفيذه قطع أو وحدات تجريبية كبيرة بينما العامل المدروس B يلزم لتنفيذه قطع أو وحدات تجريبية صغيرة فانه يتوجب علينا عمل ما يلي:

- يتم تجزئة أو شطر مكان التجربة إلى قطاعات كبيرة عددها يساوي عدد مستويات العامل المدروس A.
- ثم تجزئة أو شطر القطاعات الكبيرة إلى قطع أصغر عددها يساوي عدد مستويات العامل المدروس B.
- إنشاء ممرات حماية وطرق مرور عريضة وذلك لتجنب تأثير الجوار.

بذلك نكون قد وفرنا لكل عامل من العوامل المدروسة المتطلبات الكاملة حيث أن السماد يظهر تأثيره على قطع كبيرة بينما عامل الأصناف يظهر تأثيره على قطع أو وحدات تجريبية صغيرة.

لذلك ينتج لدينا الرمز الذي يعبر عن تصميم القطاعات المنشقة في حال وجود عاملين مدروسين A و B على الشكل التالي:

$$A/B -R$$

وهذا في حال وجود أكثر من عاملين مدروسين Aو B و C على الشكل التالي:

$$A/B/C -R$$

- هذا ويرمز للتصميم بـ A/B –RF تعني أن مستويات العامل المدروس Aتشطر إلى عدد من القطع أو الوحدات التجريبية الصغيرة تسوي عدد مستويات العامل المدروس B . ويتم توزيع مستويات العامل المدروس Aبشكل عشوائي على القطع الكبيرة بينما توزيع مستويات العامل المدروس B بشكل عشوائي على القطع الصغيرة.ويرمز للمستويات بأحرف صغيرة عادة (a,b,c) أو (a0,a1,a2…)
- إجراء اختبار F-TEST لمعرفة مدى تأثير العوامل المدروسة بالإضافة دراسة الفروق بين المعاملات ومقارنة متوسطاتها مع بعضها البعض.
- إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات للمعاملات لكلا العاملين الذي يتم تنفيذه على قطع أو وحدات تجريبية كبيرة و الذي يتم تنفيذه على قطع أو وحدات تجريبية صغيرة أيضا ليس صحيحا من وجهة النظر الاحصائية، لأنه لابد من وجود بعض الخلل ذلك لأنه تتم مقارنة المتوسطات على أساس دقة متباينة ذلك لان المتوسطات للمعاملات لكلا العاملين هي نفسها لها انحرافات قياسية متباينة ؛ الأمر الذي يجعل إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات للمعاملات لكلا العاملين في هذه الحالة متحيز وغير مضبوط.

9-2-3- النموذج الرياضي ومصادر التباين:

إذا كانت لدينا تجربة عاملية و تحتوي عاملين اثنين هما العامل المدروس A يلزم لتنفيذه قطع أو وحدات تجريبية كبيرة بينما العامل المدروس B يلزم لتنفيذه قطع أو وحدات تجريبية صغيرة وبالتالي نجري التجربة بتصميم القطاعات المنشقة ثم نقوم بتحليل التجربة بناء على مصادر التباين التي يمكن التعبير عنها بالموديل الرياضي التالي:

$$X_{ijk} = \mu + R_k + A_i + B_j + Ab_{ij} + e_A + e_{ijk}$$

حيث أن: μ المتوسط العام للتجربة

R_k تأثير القطاعات

A_i تأثير المعاملات للعامل A

B_j تأثير المعاملات للعامل B

eb_{ij} تأثير الفعل المتبادل للعاملين A و B

e_A الخطأ الناتج عن القطع الكبيرة للعامل A

eijk الخطأ التجريبي المتبقي.

من النموذج السابق الذكر أعلاه يمكن التعرف على مصادر التباين في التجربة، بعد ذلك نقوم بالخطوات التالية:

1- ترتيب المعطيات التجريبية (القيم الإحصائية التجريبية) في جدول كما هو الحال عند تصميم التجربة بالقطاعات العشوائية.

2- حساب كل من المتوسط الحسابي والمجموع لكل من البيانات التجريبية الكلية والمعاملات والمكررات والفعل المتبادل.

3- حسب التباينات الكلية للتجربة كما هو الحال في التصاميم لدى التجارب البسيطة.

4- تجزئة التباين الكلي إلى مصادر التباين الفرعية وهي تتشكل من مجموعتين:

ا-التباينات للأفعال المباشرة للعوامل Aو B

ب- التباينات للأفعال المتبادلة AB

جـ - الخطأ الناتج عن القطع الكبيرة للعامل A وهو e_A

فيما يلي سنذكر العلاقات المتبعة في حساب التباينات للأفعال الفردية والمتبادلة كما في الجدول التالي رقم (1):

مصادر التباين		

s.o.v	d.f	S.S
العامل A	a - 1	$\Sigma (T_a^2 /b.r)- CF$
العامل B	b - 1	$\Sigma (T_b^2 /a.r)- CF$
القطاعات R	r - 1	$\Sigma (R_i^2 /a.b)- CF$
الفعل المتبادلAB	(a – 1)*(b-1)	$\Sigma (T_{ab}^2 /r)$-CF-SSA- SSB = SST - SSA - SSB
الخطأ الناتج عن القطع الكبيرة e_A	(a-1)*(r-1)	SSEA=SS0A-SSA-SSR
الخطأ المتبقي e	n –a-b-r	SSE = SS0 -SSA-SSB -SSAB – SSR- SSEA

ويجدر التنويه إلى أن التباينات الرئيسية قد تم ذكرها في الفصول السابقة.

5- ترتيب النتائج في جدول تحليل التباين الذي يكون على الشكل التالي **كما في الجدول التالي** رقم (2) :

مصادر التباين s.o.v	d.f	S.S	M.S	F
المعا ملات	t-1	S S T	M S T	M S T/ MSE F=
القطاعات	r-1	SSR	MSR	F = MSR / MSE
خطأ تجريبي	(t-1)*(r-1)	SSE	MSE	
العامل A	a -1	SSA	MSA	F = MSA / MSE
العامل B	b - 1	SSB	MSB	F = MSB / MSE
الفعل المتبادلAB	(a-1) * (b-1)	SSAB	MSAB	F=MSAB/MSE
خطأ القطاعات الكبيرة e_A	(a-1)*(r-1)	SSEA	SSEA=SS0A-SSA-SSR	
المجموع	N-1	SS0		

إذن نلاحظ أن مصادر التباين لتصميم القطاعات المنشقة لا تختلف عن مصادر التباين لتصميم القطاعات العشوائية إلا بشيء واحد وهو وجود مصدر تباين جديد وهو الخطأ الناتج عن القطع الكبيرة e_A.

في الواقع أنه يكفي هذا الشرح حول تصميم القطاعات المنشقة ولا حاجة للتوسع أكثر من ذلك خاصة بالنسبة لغير المتخصصين.

9-3- تصميم القطع المخططة:

9-3-1- مقدمة: تستخدم مثل هذه التصاميم أي تصاميم القطع المخططة للتجارب العاملية إلى قطع حالة خاصة وهي الحالة التالية : عندما لا يمكن تطبيق العوامل المدروسة كلها، من الناحية التقنية، إلا على قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا. فمثلا هناك بعض العوامل المدروسة تحتاج إلى قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا حتى يمكن تطبيقها أو تنفيذها على أرض الواقع، كما أن هناك بعض العوامل مثل عمليات خدمة التربة أو الحظائر أو المخابر أيضا تحتاج إلى قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا حتى يمكن تنفيذها أو حتى يظهر تأثيرها بشكل واضح. فما هو الحل في هذه الحالة عندما تكون متطلبات بعض العوامل المدروسة مختلفة عن المعتاد ،أي بتعبير آخر إذا كان في التجربة عاملان مدروسان يحتاج كلا منهما إلى قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا ؟

إن تصاميم القطع المخططة هي في الواقع مخصصة لهذه الحالة تماما.

فمثلا إذا كان لدينا تجربة عاملية تتضمن عاملين مدروسين هما السماد العضوي (A)والعامل الآخر هو الري (B) فكيف يمكن تنفيذ هذه التجربة علما أنه في التجربة عاملان مدروسان يحتاج كلا منهما إلى قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا ؟

في الواقع يتوجب علينا عمل ما يلي:

- تجزئة أو شطر مكان التجربة إلى عددها يساوي عدد مستويات العامل المدروس A.
- ثم تجزئة أو شطر مكان التجربة مرة ثانية إلى قطاعات كبيرة عددها يساوي عدد مستويات العامل المدروس B ولكن في اتجاه متعامد مع الاتجاه السابق بحيث يتم الشطر بشكل متعامد وليس في نفس الاتجاه فيبدو بذلك مكان التجربة وكأنه مخطط كرقعة الشطرنج ولكن ليست مربعة بالضرورة.
- إنشاء ممرات حماية وطرق مرور عريضة وذلك لتجنب تأثير الجوار.

بذلك نكون قد وفرنا لكل عامل من العوامل المدروسة المتطلبات الكاملة حيث أن السماد والري يظهران تأثيريهما على قطع كبيرة حسب الطلب.

لذلك ينتج لدينا الرمز الذي يعبر عن تصميم القطع المخططة في حال وجود عاملين مدروسين A و B على الشكل التالي:

$$A \times B - R$$

وهذا في حال وجود أكثر من عاملين مدروسين A و B و C على الشكل التالي:

$$A \times B \times C - R$$

هذه الطريقة في الكتابة $A \times B - R$ تعني أن مستويات العامل المدروس Aتشطر إلى عدد من القطع أو الوحدات التجريبية الكبيرة تساوي عدد مستويات العامل المدروس B ويتم توزيع مستويات العامل المدروس A والعامل المدروس B بشكل عشوائي على القطع الكبيرة مرة في الاتجاه الأول من أجل مستويات العامل المدروس A وفي الاتجاه الثاني المتعامد معه في المرة الثانية من أجل العامل المدروس B.ويرمز للمستويات عادة بأحرف صغيرة (a,b,c) أو ($a_0,a_1,a_2\ldots$) وهكذا كما رأينا في الفصل السابق .

9-3-2 – مزايا تصميم القطع المخططة:

بالرغم من أن تصميم القطع المخططة يمتلك الكثير من المزايا الجيدة وهي التالية:

- إن كلا العاملين المدروسين يتم هنا تنفيذ هما على قطع أو وحدات تجريبية كبيرة وهذا الذي يجب أن يأخذ بعين الاعتبار في التحليل الإحصائي وإجراء الاختبارات للازمة.
- إن إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات للمعاملات لكلا العاملين اللذان يتم تنفيذ هما على قطع أو وحدات تجريبية كبيرة وبنفس الطريقة فانه لا يوجد إي خلل لان مقارنة المتوسطات تتم على أساس دقة متماثلة، كما أن المتوسطات للمعاملات لكلا العاملين لها نفس الانحرافات القياسية أيضا متماثلة؛ الأمر الذي يجعل إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات للمعاملات لكلا العاملين في هذه الحالة مضبوط وصحيح تماما.

ويجدر التنويه هنا إلى أنه عند استخدام تصميم القطع المخططة يجب أن نراعي أن تكون التربة في مكان التجربة متجانسة قدر الامكان ضمن القطاعات استخدام الشكل المربع للقطع التجريبية إذا أمكن تجنبا لتأثير الجوار.

9-3-3- النموذج الرياضي ومصادر التباين:

إذا كانت لدينا تجربة عاملية و تحتوي عاملين اثنين هما العامل المدروس A والعامل المدروس B وكلاهما يلزم لتنفيذه قطع أو وحدات تجريبية كبيرة وبالتالي نجري التجربة بتصميم القطع المخططة ثم نقوم بتحليل التجربة بناء على مصادر التباين التي يمكن التعبير عنها بالموديل الرياضي التالي:

$$X_{ijk} = \mu + R_k + A_i + B_j + AB_{ij} + e_A + e_B + e_{ijk}$$

حيث أن: μ المتوسط العام للتجربة

R_k تأثير القطاعات

A_i تأثير المعاملات للعامل A

B_j تأثير المعاملات للعامل B

AB_{ij} تأثير الفعل المتبادل للعاملين A و B

e_A الخطأ الناتج عن القطع الكبيرة للعامل A

e_B الخطأ الناتج عن القطع الكبيرة للعامل B

e_{ijk} الخطأ التجريبي المتبقي .

من النموذج السابق الذكر أعلاه يمكن التعرف على مصادر التباين في التجربة، بعد ذلك نقوم بالخطوات التالية :

1- ترتيب المعطيات التجريبية (القيم الإحصائية التجريبية) في جدول كما هو الحال عند تصميم التجربة بالقطاعات العشوائية أو تصميم القطاعات المنشقة.

2- حساب كل من المتوسط الحسابي والمجموع لكل من البيانات التجريبية الكلية والمعاملات والمكررات والفعل المتبادل.

3- حسب التباينات الكلية للتجربة كما هو الحال في التصاميم لدى التجارب البسيطة.

4- تجزئة التباين الكلي إلى مصادر التباين الفرعية وهي تتشكل من مجموعتين:

ا-التباينات للأفعال المباشرة للعوامل Aو B

ب- التباينات للأفعال المتبادلة AB

جـ - الخطأ الناتج عن القطع الكبيرة للعامل A وهو e_A

د - الخطأ الناتج عن القطع الكبيرة للعامل B وهو e_B

فيما يلي سنذكر العلاقات المتبعة في حساب التباينات للأفعال الفردية والمتبادلة كما في الجدول التالي رقم (3):

مصادر التباين s.o.v	d.f	S.S
العامل A	a - 1	$\Sigma (T_a^2 /b.r)- CF$
العامل B	b - 1	$\Sigma (T_b^2 /a.r)- CF$
الفعل المتبادلAB	(a – 1)*(b-1)	$\Sigma (T_{ab}^2 /r)$-CF-SSA-SSB = SST - SSA - SSB
خطأ القطع الكبيرة e_A	(a-1)*(r-1)	SSEA=SS0A-SSA-SSR
خطأ القطع الكبيرة e_B	(a-1)*(r-1)	SSEB=SS0B-SSB-SSR

ويجدر التنويه إلى أن التباينات الرئيسية فقد تم ذكر ذلك في الفصول السابقة.

5- ترتيب النتائج في جدول تحليل التباين الذي يكون كما في الجدول التالي رقم (4)

مصادر التباين s.o.v	d.f	S.S	M.S	F
بين المعاملات القطاعات ضمن المعاملات (خطأ تجريبي)	t-1 r-1 (t-1)*(r-1)	S S T SSR SSE	M S T MSR MSE	M S T/ MSE F= F = MSR / MSE
العامل A	a -1	SSA	MSA	F = MSA / MSE
العامل B	b - 1	SSB	MSB	F = MSB / MSE
الفعل المتبادلAB	(a-1) * (b-1)	SSAB	MSAB	F = MSAB / MSE

الخطأ الناتج عن القطع الكبيرة e_A	(a-1)*(r-1)	SSEA	SSEA=SS0A-SSA-SSR	
الخطأ الناتج عن القطع الكبيرة e_B	(b-1)*(r-1)	SSEB	SSEB=SS0B-SSB-SSR	
المجموع	N-1	SS0		

إذن نلاحظ أن مصادر التباين لتصميم القطع المخططة لا تختلف عن مصادر التباين لتصميم القطاعات المنشقة إلا بشيء واحد وهو وجود مصدرين من مصادر التباين وهما الخطأ الناتج عن القطع الكبيرة e_A و الخطأ الناتج عن القطع الكبيرة e_B.

أخيرا يمكن القول أيضا أنه يكفي هذا الشرح حول تصميم القطع المخططة ولا حاجة للتوسع أكثر من ذلك خاصة بالنسبة لغير المتخصصين نتيجة لتوفر برامج الحاسب الالكتروني الخاصة بتحليل التجارب المصممة بأحد التصميمين السابقين.

خلاصة

ABSTRACT

- إن تصاميم القطع المنشقة والمخططة مصممة لكي تستخدم للتجارب العاملية FACTOR ANALYSIS فقط، ولا تستخدم للتجارب البسيطة
- إن كلا من تصميم القطاعات المنشقة وتصميم القطع المخططة يعتبران تصاميم خاصة ولا تستخدم إلا في الحالات التالية:

1. عندما لا يمكن تطبيق العوامل المدروسة كلها أو أحدا منها، من الناحية التقنية، إلا على قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا.

2. إن تأثير الجوار يكون أكبر نسبيا عند تطبيق بعض العوامل المدروسة وبالتالي هذا يتطلب إنشاء خطوط حماية كبيرة كما هو الحال في تجارب التسميد.
3. عندما لا يمكن تطبيق العوامل المدروسة كلها أو أحدا منها إلا على قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا لان جزء من تأثير هذه العوامل قد يضيع أو أن أو لا يكون المجال اللازم متوفرا بشكل كافي ليظهر تأثيرها دون أية إعاقة.

- تصاميم القطاعات المنشقة تستخدم مثل هذه التصاميم للتجارب العاملية في حالة خاصة وهي الحالة التالية : عندما لا يمكن تطبيق العوامل المدروسة كلها أو أحدا منها ،من الناحية التقنية، إلا على قطع أو وحدات تجريبية إما كبيرة أو صغيرة نسبيا.
- يرمز للتصميم بـ A/B –RF تعني أن مستويات العامل المدروس Aتشطر إلى عدد من القطع أو الوحدات التجريبية الصغيرة تسوي عدد مستويات العامل المدروس B . ويتم توزيع مستويات العامل المدروس Aبشكل عشوائي على القطع الكبيرة بينما توزيع مستويات العامل المدروس B بشكل عشوائي على القطع الصغيرة.
- تصميم القطع المخططة: تستخدم مثل هذه التصاميم أي تصاميم القطع المخططة للتجارب العاملية في حالة خاصة وهي الحالة التالية : عندما لا يمكن تطبيق العوامل المدروسة كلها، من الناحية التقنية، إلا على قطع أو وحدات تجريبية كبيرة نسبيا.
- أن تصميم القطع المخططة يمتلك الكثير من المزايا الجيدة وهي التالية:

1. إن كلا العاملين المدروسين يتم هنا تنفيذ هما على قطع أو وحدات تجريبية كبيرة وهذا الذي يجب أن يأخذ بعين الاعتبار في التحليل الإحصائي وإجراء الاختبارات للازمة.
2. إن إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات للمعاملات لكلا العاملين اللذان يتم تنفيذ هما على قطع أو وحدات تجريبية كبيرة وبنفس الطريقة فانه لا يوجد إي خلل لان مقارنة المتوسطات تتم على أساس دقة متماثلة، كما أن المتوسطات للمعاملات لكلا العاملين لها نفس الانحرافات القياسية أيضا متماثلة؛ الأمر الذي يجعل إجراء اختبارات مقارنة المتوسطات للمعاملات لكلا العاملين في هذه الحالة مضبوط وصحيح تماما.

تمارين غير محلولة

لدينا البيانات التالية التي تبين الإنتاج من أحد المحاصيل الزراعية وهو الشعير حيث استخدم صنفان (محلي ومستورد) واستخدام نوعين من السماد(بلدي،كيمائي) :

والمطلوب :

الصنف / المكررات	A		B	
	a_1	a_0	b_1	b_0
I	760	304	67	87
II	757	859	673	877
III	508	796	863	489
IV	153	218	219	115

- ارسم المخطط البياني للبيانات السابقة باستخدام الرسوم البيانية من نوع الخطوط البيانية .
- احسب معدل الإنتاج من محصول الشعير للأصناف المختلفة.
- احسب المؤشرات الإحصائية اللازمة التي تم شرحها في الفصول السابقة.
- طبق على تحليل التباين باستخدام تصميم القطاعات المنشقة للبيانات الواردة في الجدول السابق
- طبق اختبار f-test واختبر الفروق بين المعاملات وفسر النتيجة.
- طبق اختبار f-test واختبر تأثير الأفعال الرئيسية والمتبادلة وفسر النتيجة
- هل نحتاج لاختبارات مقارنة المتوسطات ؟ وما هو هذا الاختبار إن كنا بحاجة إليه؟

6. لدينا البيانات التالية التي تبين تأثير عدد من اللقاحات وبكميتين مختلفتين على درجة المقاومة لأحد أمراض الدواجن:

السلالات / المكررات	A		B		C	
	a_1	a_0	b_1	b_0	c_1	c_0
I	45	60	30	50	56	87
II	78	23	20	76	96	67
III	45	67	46	45	16	43
IV	39	27	19	11	67	76
V	90	89	80	58	88	56

والمطلوب:

- مثل البيانات السابقة في الجدول أعلاه بالطريقة البيانية المناسبة.
- احسب المؤشرات الإحصائية اللازمة لعدد الطلاب التي تم شرحها في الفصول السابقة.

a. طبق تحليل التباين باستخدام تصميم القطع المخططة على البيانات الواردة في الجدول المذكور كما شرح سابقا.

b. طبق اختبار f-test واختبر الفروق بين المعاملات وفسر النتيجة.
c. طبق اختبار f-test واختبر تأثير الأفعال الرئيسية والمتبادلة وفسر النتيجة
d. هل نحتاج لاختبارات مقارنة المتوسطات ؟ وما هو هذا الاختبار إن كنا بحاجة إليه؟
e. طبق اختبار f-test واختبر تأثير القطاعات وفسر النتيجة.