تصميم وتحليل تجارب

حقيبة تعليمية

لطلبة المرحلة الرابعة

الكلية التقنية الزراعية الموصل

قسم تقنيات الإنتاج النباتي

الفصل الخريفي

إعداد / د. هيثم عبد الستار سعيد – استاذ مساعد

تصميم وتحليل تجارب

الجـــــزء النظـــــري

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

هيئة التعليم التقني/الكليات التقنية

التخصصات : الزراعية القسم : تقنيات الإنتاج النباتي

المفردات الدراسية

اسم المادة	باللغة العربية	تصميم وتحليل تجارب	السنة الدراسية	عدد الساعات الأسبوعية			
	باللغة الانكليزية	Experimental Design		نظرية	عملي	المجموع	عدد الوحدات
لغة التدريس للمادة		العربية	الرابعة/خريفي	2	3	5	3

الهـــدف:

تعريف الطالب بأهمية تخطيط وتنفيذ التجارب الزراعية وكيفية التحكم بالخطأ التجريبي ودراسة انواع التصاميم المستخدمة في مجال التجارب الزراعية للصفات الكمية ودراسة وتحليل المعالم الوراثية ويصبح الطالب قادرا على تخطيط وتنفيذ التصميم وتحليل بياناته .

	المفـــــــــــــردات النظـــــــــــــرية
الأسبوع	تفـــــاصـــيل المفـــــردات
الأول	تعاريف عامة ، التجربة ، التصميم ، الوحدة التجريبية العاملة ، الخطأ التجريبي ، ظروف التحكم في الخطأ التجريبي ، القواعد **الأساسية** لتصميم التجارب ، متطلبات التجربة الجيدة ، الخطوات المتبعة في التجارب العلمية .
الثانـــي والثالث	التصميم العشوائي الكامل ، المميزات ، العيوب ، استخدام التصميم في حالة تسجيل مشاهدة واحدة لكل وحدة تجريبية ، أ- في حالة تساوي عدد التكرارات ب – في حالة عدم تساوي التكرارات .
الرابـــع	تشخيص معنوية الفروق بين المتوسطات الحسابية ، معامل الاختلاف في التجربة .
الخامـــس	تصميم القطاعات العشوائية الكاملة ، شروط استخدام التصميم ، محاسن التصميم ، عيوبه ، مصادر الاختلاف.
الســـادس والسابع	تحليل التباين ، تحديد عدد المكررات ، تقدير القيمة المفقودة (أو أكثر) في القطاعات ، كفاءة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة.
الثـــامن	تصميم المربع اللاتيني ، شروط الاستخدام ، مميزات وعيوب التصميم .
التاســـع	مصادر الاختلاف في المربع اللاتيني ، تحليل التباين ، تقدير القيمة المفقودة أو أكثر .
العاشـــر	التجارب العاملية ، شروطها ، المميزات والعيوب
الحادي عشر	مصادر الاختلاف في التجارب العاملية ، تحليل التباين ، التفاعل **وأنواعه** .
الثاني عشر	تصميم الألواح المنشقة ، شروطها ، مميزاتها ، العيوب
الثالث عشر	مصادر الاختلاف في تجارب الألواح المنشقة ، تحليل التباين
الرابع عشر	تكمـلـــــــــــــــــــة
الخامس عشر	الارتبـــاط والانـــــحدار

الأسبوع : الأول

تعاريف عامة : التجربة ، التصميم ، الوحدة التجريبية ، الخطأ التجريبي ، ظروف التحكم في الخطأ التجريبي ، القواعد الأساسية لتصميم التجارب ، متطلبات التجربة الجيدة ، الخطوات المتبعة في التجارب العلمية

البحث Research تنقيب مستمر عن معارف ومفاهيم جديدة وهو استمرار استقصاء المعرفة في سبيل حل مشاكل محددة في جميع مجالات الحياة وباعتماد طريقة علمية صحيحة

التجربة Experiment هي وسيلة الطريقة العلمية وهي تتبع لاختبار الفرضيات واستكشاف علاقات جديدة بين المتغيرات

ولتنفيذ التجربة تؤخذ النقاط التالية في الاعتبار:

1. تحديد المشكلة المطلوب حلها.
2. اختيار المتغير المؤثر أو المرتبط.
3. تحديد العوامل التي سيجري تغييرها.
4. تحديد مستويات ونوعية هذه العوامل:
   - كمية أم وصفية
   - ثابتة أم عشوائية
5. كيفية الربط بين مستويات العوامل.

هذا ويمكن تقسيم التجارب بصورة عامة الى مجموعتين:

- **التجارب البسيطة Simple Experiments** تهتم بدراسة عامل واحد فقط أو هي التي يطلب منها حل مشكلة واحدة فقط ، حيث يحافظ على أن تكون جميع العوامل ثابتة أو متجانسة بقدر الإمكان ما عدا العامل المراد دراسته.

- **التجارب العاملية Factorial Experiments** الهدف منها دراسة تأثير عاملين فأكثر في وقت واحد، أي يطلب منها حل أكثر من مشكلة واحدة باستخدام جميع التوافيق الممكنة Combination بين عدة مستويات مختلفة للعوامل المراد دراستها. وفي مثل هذه التجارب يكون الهدف من إجرائها هو دراسة تأثير كل من هذه العوامل بالإضافة إلى تأثير التداخل بين هذه العوامل التي اختيرت في التجربة.

التصميم Design : تصميم التجربة ببساطة يعني تخطيطها ، بحيث يصبح بالإمكان جمع المعلومات المتعلقة بالمشكلة المراد دراستها، وعليه فان تخطيط تجربة يشمل جميع الخطوات المتتالية التي تتخذ مسبقا قبل إجراء التجربة لكي نضمن إمكانية الحصول على البيانات المناسبة بطريقة تسمح بتحليلها تحليلا سليما وموضوعيا لكي يمكن الوصول في النهاية الى استنتاجات صحيحة فيما يتعلق بالمشكلة التي حددت لهذه التجربة.

عند إجراء تصميم لتجربة ما لابد أن تؤخذ بالاعتبار نقاط هامة يطلب من الباحث تحديدها:

1. تحديد **عدد المشاهدات المطلوب تسجيلها** (حجم العينة).
2. التفكير في الأسلوب الذي ستجرى عليه التجربة والذي يجب ان يكون الأسلوب العشوائي، حيث أن إتباع العشوائية في **الأسلوب التجريبي** سوف يميل دائما لموازنة تأثيرات المتغيرات غير المتحكم فيها ، كما أن الاسلوب العشوائي سوف يسمح كذلك للباحث اعتبار أخطاء القياسات وغيرها من الأخطاء التجريبية مستقلة وهو افتراض أساسي ومألوف في معظم التحاليل الإحصائية.
3. **طريقة تطبيق الاسلوب العشوائي** ، لابد للباحث أن يفكر في كيفية أخذ الوحدات التجريبية للقياس أو الاختبار.
4. **النموذج الرياضي لوصف التجربة.**

اختيار التصميم :

ولغرض اختيار تصميم معين لتجربة ما لابد من معرفة الآتي :

1. هل التصميم المطلوب لتجربة بسيطة ذات عامل واحد Unifactor Experiment أم عاملية ذات أكثر من عامل Factorial Experiment .
2. هل أن الوحدات التجريبية التي ستنفذ عليها المعاملات متجانسة ام غير متجانسة وإذا كانت غير متجانسة هل يمكن تجميعها في مجاميع متجانسة وهل أن هذا التجميع يعمل على إزالة تأثير واحد أم أكثر من أسباب اختلاف الوحدات التجريبية
3. هل ان جميع المعاملات البسيطة أو العاملية ستكون جميعها موجودة في المجموعة الواحدة (Complete Block Design) ام جزء منها (Incomplete Block Design)

وفيما يلي جدولا يبين أهم التصاميم التي يمكن الاختيار منها حسب الإجابات عن النقاط الثلاثة السابقة الذكر

		Unifactor Experiment	**Factorial Experiment**
No Blocks	No Grouping	Completely Randomized Design	
Complete Blocks	One Grouping	Randomized Complete Block Design	
	Two Grouping	Latin Square Design	
Incomplete Blocks	One Grouping	❖ Balance Incomplete Block Design ❖ Lattice Designs	❖ Confounding Designs ❖ Factorial Replications ❖ Split Plot Designs
	Two Grouping	❖ Lattice Square Designs ❖ Youden Square Designs	❖ Quasi Latin Square Design

التحليل : تشمل طريقة جمع البيانات وترتيبها واختزالها ثم إجراء اختبارات إحصائية معينة يستعان بها لاتخاذ قرارات بخصوص الأهداف التي صممت التجربة لدراستها ، ومما تجب الإشارة اليه أنه بمجرد الانتهاء من إجراء الاختبارات الاحصائية فمن الواجب على الباحث اتخاذ القرارات وبصورة واضحة ومحددة وذات معنى مفهوم لما عكسته التجربة بخصوص الأهداف التي حددت لها قبل إجرائها.

ويمكن تلخيص التحليل في النقاط التالية:

1. جمع البيانات وجدولتها واختزالها.
2. إجراء الاختبارات الاحصائية.
3. مناقشة النتائج وتفسيرها واتخاذ القرارات.

تحليل التباين: Analysis of Variance

ويقصد بذلك إجراء بعض العمليات الرياضية لتقسيم مجموع المربعات الكلي لمجموعة من البيانات على مصادر التباين المختلفة والمسؤولة عن وجوده. وبعد انتهاء التحليل تلخص النتائج في جدول يسمى جدول تحليل التباين (Analysis of variance Table) ويمز له ANOVA Table ويكون تخطيطه كما موضح:

مصادر التباين Source of Variance **S.O.V.**	درجات الحرية Degree of Freedom **d.f.**	مجموع المربعات Sum of Square **S.S.**	التباين المقدر (متوسط المربعات المقدر) Mean Square **M.S.**	التباين المتوقع (متوسط المربعات المتوقع) Expected Mean Squares **E.M.S.**	قيمة F المحسوبة Calculated) (F	قيمة F الجدولية Tabulated) (F
ويشمل جميع مصادر التباين أو مسببات الاختلافات بين مواد التجربة ، وتحدد عادة في معادلة النموذج الرياضي لوصف التجربة	وهي عدد المقارنات المستقلة التي يمكن إجراؤها في كل مصدر من مصادر التباين	مجموع مربعات الانحرافات المسؤول عنها كل مصدر من مصادر التباين	وهو التباين الخاص بكل مصدر ويحسب بقسمة مجموع المربعات على درجات الحرية لكل مصدر	التباين المتوقع من كل مصدر ويحدد عادة بمعادلة النموذج الرياضي الموضوع للتجارب	تحسب بقسمة تباين كل مصدر على تباين الخطأ التجريبي أي انها نسبة بين تباينين	تستخرج من جدول F لكل مصدر

الوحدة التجريبية Experimental Unit هي اصغر جزء أو مادة من مواد التجربة وعليها تطبق المعاملات. وقد تكون الوحدة التجريبية حيوانا مثلا كما في تجارب تسمين العجول ، أو نباتا كاملا أو حتى ورقة من نبات كما يحدث أحيانا في تجارب أمراض النبات. أو قد تكون الوحدة التجريبية عدة أفراد كأصيص يحتوي على عدة نباتات أو قطعة أرض تضم العديد من النباتات تطبق عليها معاملة واحدة كما في التجارب الحقلية وتسمى مثل هذه القطعة بالقطعة التجريبية.

ولتسجيل المشاهدات وقياس تأثير المعاملات على المتغير أو الصفة تحت الدراسة فإما

- ان تستخدم الوحدة التجريبية ككل لقياس هذا التأثير كما في تجارب مقارنة تأثير العلائق المختلفة على تسمين العجول، فالزيادة في وزن العجل تعكس تأثير المعاملة على الوحدة التجريبية كلها.
- أو قد يؤخذ جزء أو أجزاء من الوحدة التجريبية لتسجيل المشاهدة ويسمى هذا الجزء بالعينة Sample كما يحدث في التجارب الحقلية عندما نأخذ خمسة نباتات مثلا من القطعة التجريبية ونسجل أوزانها الخضرية أو أطوالها أو عدد فروعها أو عدد ثمارها ..... وهكذا.

المعاملات Treatments مجموعة من الظروف المتغيرة يضعها الباحث تحت سيطرته لدراسة تأثيراتها وهي تطبق على الوحدات التجريبية حسب التصميم التجريبي المختار.

قد تمثل المعاملات عدة مستويات مختلفة ولكن لعامل واحد كما في التجارب البسيطة التي تهتم بدراسة تأثير عامل واحد، أو تتكون المعاملات من عدة مستويات لأكثر من عامل في توافيق مختلفة – كما في التجارب العاملية – وتسمى المعاملات في هذه الحالة بمعاملات توافقية أو عاملية.

الخطأ التجريبي Experimental Error

هو مقياس للاختلافات التي تظهر بين مشاهدات يتم تسجيلها من وحدات تجريبية طبقت فيها نفس المعاملة، ومصادره هي:

1. مصادر ذاتية ناتجة عن الاختلافات في العامل الوراثـي أو نتيجة التداخل بين الوراثة والبيئة
2. نتيجة الاختلافات في تطبيق نفس المعاملة على الوحـدات التجريبية
3. نتيجة الأخطاء الفنية التي تحدث أثناء تسجيل القياسات عن الصفات المختلفة

التحكم في الخطأ التجريبي:

يمكن التحكم في مقدار الخطأ التجريبي المقدر والسيطرة عليه عن طريق :

1. استخدام تصميم تجريبي أكثر كفاءة تبعا لمدى التجانس بين الوحدات التجريبية.
2. استخدام البيانات المتلازمة (تحليل التباين المشترك Covariance analysis).
3. اختيار حجم وشكل الوحدة التجريبية المناسب مع عدد مناسب من المكررات.
4. تحسين الطرق الفنية المستخدمة في التجربة مع الاهتمام بدقة القياسات وتسجيل البيانات.

القواعد الأساسية لتصميم التجارب

1. التوزيع العشوائي Randomization توزيع المتغيرات عشوائياً وبدون تحيز
2. التكرار Replication إعادة تطبيق نفس المعاملة على أكثر من وحدة تجريبية
3. السيطرة على الظروف Local Control التعرف على الوحدات التجريبية والتحكم فيها

وتعد هذه القواعد مهمة لضمان صحة اختبار الفرضيات وإمكانية تقدير الخطأ التجريبي وتقليل قيمته بما يؤدي الى زيادة كفاءة التجربة ودقة المعلومات التي يتم التوصل اليها

متطلبات التجربة الجيدة

1. غياب الخطأ المنتظم Absence of Systematic Error.
2. الدقة Precision .
3. اتساع مدى صلاحية النتائج Wide Range of Result Validity.
4. البساطة Simplicity .
5. تقدير الخطأ القياسي Estimating the Standard Error .

الخطوات المتبعة في التجارب العلمية

1. تحديد المشكلة المراد دراستها تحديدا واضحا ووضع أهداف تؤدي إلى حلها.
2. وضع الفرضيات التي تساعد على تحقيق الأهداف السابقة.
3. تحديد العامل أو العوامل ومستوياتها التي ستستخدم في التجربة.
4. تحديد الصفة أو الصفات التي سيتم دراستها وكيفية قياسها.
5. تعيين الوحدات التجريبية التي ستطبق عليها المعاملات.
6. اختيار التصميم التجريبي الملائم.
7. جمع البيانات.
8. تحليل البيانات إحصائيا.
9. مناقشة النتائج وتفسيرها.
10. إعداد تقرير علمي عن التجربة وما أدت اليه من نتائج.

خلاصة لبعض المفاهيم في تصميم وتحليل التجارب:

التصميم - Design : هو التخطيط البحثي لاجراء تجربة معينة للحصول على بيانات يمكن تحليلها والتوصل الى استنتاج معين.

الوحدة التجريبية – Experimental unit :هي أصغر جزء في التجربة وتتمثل بالحيوان أو النبات الذي تطبق عليه التجربة.

الخطأ التجريبي - Experimental error :هو الخطأ الذي يحصل نتيجة أجراء التجربة ويعود لأسباب فنية أو الجهاز المستعمل في القياس أو الخبرة في العمل فضل عن الظروف المحيطة بالتجربة ومن الممكن تقليل هذا الخطأ عن طريق زيادة عدد المشاهدات واستعمال أحدث الطرق في القياس وأدق الأجهزة والسيطرة قدر الإمكان على الظروف المحيطة في التجربة.

د رجات الحرية - Degree of freedom :هي عدد المقارنات المستقلة لكل مصدر من مصادر التباين.

التجربة - (experiment) :هي وسيلة لاختبار الفرضية والكشف عن العلاقة بين المتغيرات.

مصادر التباين أو الاختلاف - (Source of Variation- S.O.V) : وهي المصادر أو العوامل التي تؤثر أو تؤدي الى تباين الصفة المدروسة ويرافقها دائما خطأ تجريبي.

الأسبوع : الثانـــي والثالث

التصميم العشوائي الكامل ، المميزات ، العيوب ، استخدام التصميم في حالة تسجيل مشاهدة واحدة لكل وحدة تجريبية ، أ- في حالة تساوي عدد التكرارات ب – في حالة عدم تساوي التكرارات .

التصميم العشوائي الكامل Completely Randomized Design

هو التصميم الذي توزع فيه المعاملات عشوائياً على الوحدات التجريبية المتجانسة أو بالعكس .

من مميزاته :

1. ابسط أنواع التصاميم وأسهلها تطبيقاً وتحليلاً للبيانات.
2. يسمح باستخدام أعلى ما يمكن من درجات حرية الخطأ، مما يؤدي الى خفض القيمة المقدرة لتباين هذا الخطأ.
3. يمكن استخدام أي عدد من المعاملات وأي عدد من المكررات.
4. لا يشترط تساوي تكرارات جميع المعاملات.
5. إذا فقدت مشاهدات من لا تتأثر بساطة التحليل الإحصائي.

ويعاب عليه ما يلي :

1. لا يصح استخدامه إلا في حالة تجانس الوحدات التجريبية.
2. القيمة المقدرة لتباين الخطأ التجريبي عالية مقارنة بالتصاميم الأخرى وهذا يسبب عدم دقة وكفاءة التصميم في بيان تأثير المعاملات.

استخدام التصميم في حالة تسجيل مشاهدة واحدة لكل وحدة تجريبية:

أ- في حالة تساوي عدد التكرارات

تخطيط التجربة Layout of Experiment

هذا يعني تحديد مكان وزمان التجربة وطبيعة المواد التجريبية وطريقة توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية، ولإجراء ذلك تقسم المساحة التجريبية الى عدد من الوحدات المتجانسة ثم توزع المعاملات بحيث ان كل معاملة t_i تظهر في r من الوحدات وان عدد الوحدات التجريبية الكلي هو tr فمثلاً عند استخدم خمسة معاملات بأربعة مكررات لكل معاملة فان مخطط التجربة التي ستتكون من 20 وحدة تجريبية هو :

t_5	t_5	t_1	t_4	t_3
t_3	t_3	t_4	t_2	t_5
t_1	t_2	t_5	t_2	t_3

t_4	t_1	t_4	t_1	t_2

تمثيل البيانات بالرموز الجبرية

المعاملات Treatments t_i	المشاهدات Observations y_{ij}	مجاميع المعاملات $Y_{i.}$	متوسطات المعاملات $\bar{y}_{i.}$
t_1	$y_{11}\ y_{12}\ ..\ y_{1j}\ .....\ y_{1r}$	$Y_{1.}$	$y_{1.}$
t_2	$y_{21}\ y_{22}\ ..\ y_{2j}\ .....\ y_{2r}$	$Y_{2.}$	$y_{2.}$
t_i	$y_{i1}\ y_{i2}\ ..\ y_{ij}\ .....\ y_{ir}$	$Y_{i.}$	$y_{i.}$
t_t	$y_{t1}\ y_{t2}\ ..\ y_{tj}\ .....\ y_{tr}$	$Y_{t.}$	$y_{t.}$
		المجموع العام $Y_{..}$	المتوسط العام $\bar{y}_{..}$

النموذج الرياضي للتجربة

$$y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij} \quad \{ i = 1,2,...t \ ; \ j = 1,2,....r$$

قيمة المشاهدة = المتوسط العام + تأثير المعاملة + تأثير الخطأ

تقدير التأثيرات:

$$\hat{\mu} = \bar{y}_{..} = y_{..}/tr$$

$$\hat{t}_i = \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..} = y_{i.}/r - y_{..}/tr$$

$$\hat{e}_{ij} = y_{ij} - \mu - t_i = y_{ij} - \bar{y}_{i.} = y_{ij} - y_{i.}/r$$

$$\sum \hat{t}_i = 0$$

مثال: **t=5 r=4 using CRD**

المعاملات t_i	المشاهدات 1	2	3	4	$Y_{i.}$	$\bar{y}_{i.}$
t_1	46	40	42	40	168	42
t_2	51	48	47	42	188	47
t_3	36	42	44	46	168	42
t_4	42	42	45	43	172	43
t_5	35	36	37	36	144	36
					$Y_{..}$ 840	$\bar{y}_{..}$ 42

CF = $Y_{..}^2 / tr = 840^2 /(5)(4) = 35280$

SST = $\Sigma y_{ij}^2 - CF = [24^2+..+36^2]- 35280 = 378$

SSt = $(\Sigma Y_{i.}^2/r) - CF = (168^2+188^{2\cdots}+172^2+144^2) - 35280 = 248$

SSe = **SST – SSt** = 378 − 248 = 130

Analysis of Variance Table

SOV	df	SS	MS	Cal F	Tab F
Treats.	t-1 4	SSt 248	MSt 62.00	Ft^{**} 7.15	5% 3.06 1% 4.89
Error	t(r-1) 15	SSe 130	MSe 8.67		
Total	tr−1 19	SST 378			

برنامج SAS ، تجربة بسيطة بتصميم CRD

تسميـة البيانـات	DATA A ;
المدخـــلات	Input t y ;
بدايـة البيانـات	CARDS ;
البيانـــات	t y_{ij}
نهايـة البيانـات	;
الخـــيارات	Options ps=500 nodate nonumber ;
عنـوان التحليـل	Title ‘CRD’ ;
إجراء الطباعة	Proc Print ;
إجراء التحليل	Proc ANOVA ;
المتغيرات المستقلة	Classes t ;
النمـوذج الخطـي	Model y=t ;
اختبار المتوسطات	Means t / Duncan ;
التنفيـــذ	Run ;
	F8

ب – في حالة عدم تساوي التكرارات . (الراوي ص80)

إذا كانت المعاملات المختلفة غير متساوية في أعداد تكراراتها ، ان حساب مصادر التباين هي بنفس الطريقة التي احتسبت في حالة تساوي عدد التكرارات مع بعض التعديل البسيط ولإيضاح ذلك ندرج المثال التالي

مثال :

اجريت تجربة لدراسة بعض طرق التخزين على المستوى الرطوبي لألواح خشب الصنوبر الأبيض حيث جربت خمس طرق تخزينية واستخدمت في كل منها أعداد مختلفة من من الوحدات التجريبية (أي أن أعدادا مختلفة من الألواح خزنت في كل من الطرق الخمسة). وكانت نتائج تقدير الرطوبة (المشاهدات) كما مبين في الجدول

طرق التخزين Treatments t_i	نسبة الرطوبة Observations y_{ij}	مجاميع المعاملات $y_{i.}$	عدد المتكررات r_i
1	8.5 8.8 9.5 9.6 9.5	45.9	5
2	8.3 6.6 8.6	23.5	3
3	7.6 9.3	16.9	2
4	10.7 9.1 11.2	31.0	3
5	9.2 8.3	17.5	2
	$y_{..}$ =	134.8	15

وخطوات تحليل هذه البيانات هي :

معامل التصحيح $$C = \frac{(y_{..})^2}{\sum r_i} = \frac{(134.8)^2}{15} = 1211.402$$

مجموع المربعات الكلية $$SST = \sum y_{ij}^{\ 2} - C = (8.5)^2 + (8.8)^2 + ... + (8.3)^2 - C = 17.878$$

مجموع مربعات المعاملات $$SSt = \frac{y_{i.}^{\ 2}}{r_i} - C = \frac{(45.9)^2}{5} + \frac{(23.5)^2}{3} + ... + \frac{(17.5)^2}{2} - C = 10.306$$

مجموع مربعات الخطأ $$SSe = SST - SSt = 17.878 - 10.306 = 7.572$$

وبعد ذلك نلخص نتائج هذه التحليلات في جدول تحليل التباين (Anova Table)

Analysis of Variance Table

S.O.V	d.f	S.S	M.S	*Cal. F*	*Tab. F*
Treatments	4	10.306	2.576	3.40	3.48
Error	10	7.572	0.757		

Total	14	17.878			

لم تختلف المعاملات معنويا عند مستوى 0.05

الأسبوع : الرابــع

تصميم القطاعات العشوائية الكاملة ، شروط استخدام التصميم ، محاسن التصميم ، عيوبه ، مصادر الاختلاف.

تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design (RCBD)

هو التصميم الذي تجمع فيه الوحــدات التجريبية في مجاميع (قطاعات) بحيث أن وحدات كل مجموعة متجانسة نسبياً وان عدد الوحدات في كل مجموعـة مساوياً لعـدد المعاملات، والأخيرة توزع عشوائياً داخل كل قطاع على حده.

<u>مميزاته</u> :

1. إن فصل مجموع مربعات القطاعات من الخطأ يؤدي الى خفض تباين الخطأ ويزيد من كفاءة ودقة التجربة
2. لا توجد قيود على عدد المعاملات أو عدد القطاعات في التجربة
3. سهولة التحليل الإحصائي للبيانات
4. يمكن تقدير قيم المشاهدات المفقودة واستمرار التحليل الإحصائي
5. الكفاءة النسبية أعلى مقارنة بالتصميم العشوائي الكامل

<u>العيوب :</u>

وجود اختلافات بين الوحدات التجريبية داخل القطاع يؤدي الى زيادة الخطأ التجريبي ، ولهذا السبب فان التصميم لا يناسب الأعداد الكبيرة من المعاملات

<u>تخطيط التجربة:</u>

مثال r = 4 t = 5

تقسم ارض التجربة الى أربعة قطاعات بحيث ان كل قطاع يكون متجانساً في جميع مواقعه نسبياً، ثم يقسم كل قطـاع الى خمسـة وحدات تجريبية وتوزع عليها المعامـلات الخمسة عشوائياً وكما يلي :

القطاع الأول	t2	t4	t5	t1	t3
القطاع الثاني	t4	t3	t1	t2	t5
القطاع الثالث	t5	t2	t3	t4	t1
القطاع الرابع	t3	t1	t5	t4	t2

تمثيل البيانات بالرموز الجبرية

t_i	1 2 …. j ….. r	$Y_{i.}$	$\bar{y}_{i.}$
1 2 . . i . t	y_{11} y_{12} y_{1j} y_{1r} y_{21} y_{22} y_{2j} y_{2r} y_{i1} y_{i2} y_{ij} y_{ir} y_{t1} y_{t2} y_{tj} y_{tr}	$Y_{1.}$ $Y_{2.}$ $Y_{i.}$ $Y_{t.}$	$y_{1.}$ $y_{2.}$ $\bar{y}_{i.}$ $\bar{y}_{t.}$
$Y_{.j}$	$Y_{.1}$ $Y_{.2}$ $Y_{.j}$ $Y_{.r}$	$Y_{..}$	
$\bar{y}_{.j}$	$\bar{y}_{.1}$ $\bar{y}_{.2}$ $\bar{y}_{.j}$ $\bar{y}_{.r}$		$\bar{y}_{..}$

النموذج الرياضي :

$y_{ij} = \mu + t_i + r_j + e_{ij}$ { i=1,2,..t ; j=1,2,..r

قيمة المشاهدة= المتوسط العام + تأثير المعاملة i + تأثير القطاع j + تأثير الخطأ التجريبي للمشاهدة ij

تقدير التأثيرات:

$$\hat{\mu} = \bar{y}_{..} = y_{..}/tr$$

$$\hat{t}_i = \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..} = y_{i.}/r - y_{..}/tr$$

$$\hat{r}_i = \bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..} = y_{.j}/t - y_{..}/tr$$

$$\hat{e}_{ij} = y_{ij} - \mu - t_i - r_j = y_{ij} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..}$$

مثال: **t = 4 r = 6 tr = 24**

t_i	القطاعات						$Y_{i.}$	$y_{i.}$
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6		
t_1	35.2	24.1	14.1	25.9	35.3	13.6	148.2	
t_2	26.2	14.2	8.1	22.7	33.5	8.5	118.2	
t_3	26.0	16.5	9.1	21.7	31.3	7.6	112.2	
t_4	29.4	21.0	13.5	22.5	32.7	11.1	130.2	
$Y_{.j}$	116.8	80.8	44.8	92.8	132.8	40.8	508.8	
$y_{.j}$								

$CF = Y_{..}^2/tr = 508.8^2/(4)(6) = 10786.56$

$SST = \Sigma y_{ij}^2 - CF = (35.2^2 + .. + 11.1^2) - CF = 1980.20$

$SSr = \Sigma Y_{.j}^2/t - CF = (116.8^2 + .. + 40.8^2)/4 - CF = 1736.00$

$SSt = \Sigma Y_{i.}^2/r - CF = (148.2^2 + .. + 130.2^2/6 - CF = 126.00$

$SSe = SST - SSr - SSt = 28.20$

Analysis of Variance Table

S.O.V	d.f	SS	MS	Cal. F

Blocks	r-1=5	1736.00	347.2	22.34**
Treatments	t-1=3	126.00	42.00	
Error	(t-1)(r-1)=15	28.20	1.88	
Total	tr-1=23	1890.20		

برنامج SAS ، تجربة بسيطة بتصميم RCBD

البيانـــات	DATA A ;
المدخـــلات	Input t y ;
بدايـة البيانـات	CARDS ;
البيانـــات	r t y_{ij}
نهايـة البيانـات	;
الخـــيارات	Options ps=500 nodate nonumber ;
عنـوان التحليـل	Title 'RCBD' ;
اجـراء الطباعة	Proc Print ;
اجـراء التحليل	Proc ANOVA ;
المتغيرات المستقلة	Classes Block t ;
النمـوذج الخطـي	Model y=Block t ;
اختبار المتوسطات	Means t / Duncan ;
التنفيـــذ	Run ;
	F8

الأسبوع : الخامـس

تشخيص معنوية الفروق بين المتوسطات الحسابية ، معامل الاختلاف في التجربة .

طرق التمييز أو المفاضلة أو فصل المتوسطات

مقدمة:

إن طرق التمييز أو المفاضلة بين المتوسطات تعتمد على:

(1) نوع التجربة، هل هي:

ذات عامل واحد (أي تجربة بسيطة)

أم ذات عاملين فأكثر (أي تجربة عاملية)

(2) طبيعة العوامل تحت الدراسة، هل هي:

عوامل كمية

أم عوامل وصفية

أم عوامل وصفية وكمية

(3) طبيعة الأسئلة المراد الإجابة عليها ومتى حددت:

هل حدوث قبل إجراء التجربة ؟

أم هل حدوث بعد جمع البيانات وتحليلها ؟

(4) نتيجة تحليل التباين، وهل أن F للمعاملات أو العوامل أو التداخل بين العوامل معنوية أم لا ؟

طرق التمييز أو المقارنة بين المتوسطات في التجارب ذات العامل الواحد

الحالة الاولى: طريقة المقارنات المستقلة المتعامدة Orthogonal Contrast وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون المعاملات تمثل مستويات لعامل وصفي ومصنفة في مجاميع

مثال: مقارنة ستة معاملات مصنفة كالآتي:

t_1 = بدون سماد نيتروجيني

t_2 = سماد نيتروجيني لا عضوي من أصل نترات من إنتاج شركة A

t_3 = سماد نيتروجيني لا عضوي من أصل نترات من إنتاج شركة B

t_4 = سماد نيتروجيني عضوي

t_5 = سماد نيتروجيني لا عضوي من أصل يوريا من إنتاج شركة A

t_6 = سماد نيتروجيني لا عضوي من أصل يوريا من إنتاج شركة B

وعادة توضع مقارنات أو أسئلة حول هذه المعاملات قبل إجراء التجربة عليها. وتجرى هذه المقارنات بغض النظر عن نتيجة F للمعاملات في جدول تحليل التباين (أي سواءً أكانت معنوية أو غير معنوية) .

مثال:

البيانات التالية تمثل تأثير ستة أنواع من الأسمدة النيتروجينية على محصول البنجر السكري في تجربة مطبقة في 6 x 6 مربع لاتيني:

Column / Row	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
R_1	t_1 28.2	t_5 29.1	t_2 32.1	t_3 33.1	t_6 31.1	t_4 32.4
R_2	t_6 31.0	t_3 29.5	t_4 29.4	t_1 24.8	t_5 33.0	t_2 30.6
R_3	t_5 30.6	t_6 28.9	t_1 21.7	t_4 30.8	t_2 31.9	t_3 30.1
R_4	t_4 33.1	t_2 30.4	t_3 28.8	t_5 31.4	t_1 26.7	t_6 31.9
R_5	t_3 29.9	t_1 25.8	t_6 30.3	t_2 30.3	t_4 33.5	**t_5 32.3**
R_6	t_2 30.8	t_4 29.7	t_5 27.4	t_6 29.1	t_3 30.7	t_1 21.4

المصدر: Little & Hill مع بعض التصرف

$Y_{1.}$ = 28.2+24.8+21.7+26.7+25.8+21.4 = **148.6**

$Y_{2.}$ = = **186.1**

$Y_{3.}$ = =**182.1**

$Y_{4.}$ = = **188.9**

$Y_{5.}$ = =**183.8**

$Y_{6.}$ = =**182.2**

الأسئلة التي وضعت قبل اجراء التجربة والمراد الاجابة عليها:

1. هل هناك فروق معنوية بين النباتات المسمدة وغير المسمدة في كمية الحاصل ؟

أي: (No N vs N) Q_1: t_1 vs ($t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$)

2. هل هناك فروق معنوية بين النباتات المسمدة بالنيتروجين من اصل عضوي وتلك المسمدة بالنيتروجين من اصل غير عضوي ؟

أي: Organic N vs Inorganic N Q_2: t_4 vs ($t_2 + t_3 + t_5 + t_6$)

3. هل هناك فروق معنوية بين النباتات المسمدة بالنيتروجين (لا عضوي) من اصل النترات وتلك المسمدة بالنيتروجين من اصل اليوريا ؟

أي: Nitrate N vs Ammonium N Q_3: ($t_2 + t_3$) vs ($t_5 + t_6$)

4. هل هناك فروق معنوية بين النباتات المسمدة بالنيتروجين (لا عضوي) من اصل نترات من انتاج شركة A وتلك المسمدة بالنيتروجين من اصل نترات من انتاج شركة B ؟

أي: $(NH_4)_2SO_4$ vs NH_4NO_3 Q_4: t_2 vs t_3

5. هل هناك فروق معنوية بين النباتات المسمدة بالنيتروجين (لا عضوي) من اصل يوريا من انتاج شركة A وتلك المسمدة بالنيتروجين من اصل يوريا من انتاج شركة B ؟

أي: $Ca(NO_3)_2$ vs $NaNO_3$ Q_5: t_5 vs t_6

	Y_1. 148.6	Y_2. 186.1	Y_3. 182.1	Y_4. 188.9	Y_5. 183.8	Y_6. 182.2	Q_i	$r\sum c_i^2$	$SSQ_i = Q_i^2/r\sum c_i$
Q_1	+5	-1	-1	-1	-1	-1	-180.1	180	180.200
Q_2	0	-1	-1	+4	-1	-1	21.4	120	3.816
Q_3	0	+1	+1	0	-1	-1	2.2	24	0.202
Q_4	0	+1	-1	0	0	0	4.0	12	1.333
Q_5	0	0	0	0	+1	-1	1.6	12	0.213

$$SSQ_i = \frac{Q_i^2}{r\sum C_i^2} \qquad FQ_i = \frac{MSQ_i}{MSe}$$

Analysis of Variance Table

S.O.V	d.f	SS	MS	F
Rows	5	32.19	6.438	4.26**
Columns	5	33.67	6.734	4.45**
Treatments	5	185.77	37.154	24.56**
$Q_1 : t_1$ vs Others	1	180.200	180.20	119.1**
$Q_2 : t_4$ vs $(t_2 + t_3 + t_5 + t_6)$	1	3.816	3.816	2.52
$Q_3 : (t_2 + t_3)$ vs $(t_5 + t_6)$	1	0.202	0.202	0.13
$Q_4 : t_2$ vs t_3	1	1.333	1.333	0.88
$Q_5 : t_5$ vs t_6	1	0.213	0.213	0.14
Error	20	30.25	1.513	
Total	35	281.88		

ملاحظة: يستحسن عدم استخدام طريقة DMRT في مثل هذه الحالات لأنها لا تعطي جواباً شافياً لهذه الأسئلة.

مثال على برنامج SAS :

```
DATA LH;
INPUT R C T Y;
CARDS;
1 1 1 28.2
1 2 5 29.1
1 3 2 32.1
……
6 6 1 21.4
;
OPTIONS PS=500 NODATE NONUMBER;
```

```
TITLE ‘LS CNTRAST;
PROC PRINT;
PROC GLM;
CLASS R C T;
MODEL Y=R C T;
CONTRAST ‘1 VS OTHERS’   T +5 −1 −1 −1 −1 −1;
CONTRAST ‘4 VS 2 3 5 6’   T 0 −1 −1 +4 −1 −1;
CONTRAST ‘2 3 VS 5 6’   T 0 +1 +1 0 −1 −1;
CONTRAST ‘2 VS 3’   T 0 +1 −1 0 0 0;
CONTRAST ‘5 VS 6’   T 0 0 0 0 +1 −1;
MEANS T/DUNCAN;   RUN;   F8
```

الحالة الثانية: تحليل الاتجاه أو الانحدار Trend Analysis

العوامل متعددة الحدود Orthogonal Polynomial

تستخدم هذه الطريقة عندما تكون المعاملات تمثل مستويات لعامل كمي

والفرضية المراد اختبارها هنا هي:

هل هناك استجابة لمستويات العامل الكمي ؟

وما هي خصائص هذه الاستجابة ؟ و

ما هي المعادلة التي تصف البيانات خير تمثيل ؟

وهذه الفرضية تحدد قبل إجراء التجربة.

- تستخدم طريقة تحليل الاتجاه سواء أكانت قيمة F المحسوبة للمعاملات في جدول تحليل التباين معنوية أم لا.
- من الخطأ هنا استخدام DMRT لان هدف مثل هذه التجربة هو ليس إيجاد أحسن مستوى للعامل الكمي بل هو معرفة تغير الصفة المقاسة مع تغيرات مستوى العامل الكمي لمعرفة شكل منحنى الاستجابة وتقدير المستوى الأمثل (من المعادلة) التي تعطي أقصى حاصل.

مثال : البيانات التالية تمثل تأثير استخدام خمسة تراكيز مختلفة من السماد النيتروجيني على كمية الحاصل في الرز في تجربة مطبقة في RCBD بثلاث قطاعات

	R_1	R_2	R_3
$t_1 = N_0$	4.999	3.503	5.356
$t_2 = N_{30}$	6.351	6.316	6.582
$t_3 = N_{60}$	6.071	5.969	5.893
$t_4 = N_{90}$	4.818	4.024	5.813
$t_5 = N_{120}$	3.436	4.047	3.740
المصدر: Gomez & Gomez (1984) مع بعض التصرف			

Analysis of Variance Table

S.O.V	d.f	SS	MS	F
Blocks	2	1.242944	0.621472	10.90**
Treatments	4	13.869888	3.467472	10.23*
Linear	1	3.2432832	3.2432832	28.82**
Quadratic	1	9.154135	9.154135	4.51 n.s
Cubic	1	1.431394	1.431394	<1 n.s
Quartic	1	0.041076	0.041076	
Error	8	2.541472	0.317684	
Total	14	17.654304		

	$Y_{1.}$ $Y_{2.}$ $Y_{3.}$ $Y_{4.}$ $Y_{5.}$	O_i	$r\sum Ci^2$	$\propto = \frac{Qi}{r\sum Ci^2}$	$SS = \frac{Qi^2}{r\sum Ci^2}$
Linear	-2 -1 0 1 2	-9.864	30	-0.3288	3.24328
Quadratic	2 -1 -2 -1 2	-19.51	42	-0.46686	9.15413
Cubic	-1 2 0 -2 1	6.553	30	0.2184	1.43139
Quartic	1 -4 6 -4 1	-2.937	210	-0.01399	0.04107

$FQ_i = MSQ_i / MSe$

$F_{Linear} = 10.23^{*}$; $F_{Quadratic} = 28.82^{**}$; $F_{Cubic} = 4.51^{n.s}$; $F_{Quartic} = <1^{n.s}$

∴ معادلة من الدرجة الثانية هي التي تمثل البيانات خير تمثيل

$$y = \propto_0 + \propto_1 Z_1 + \propto_2 Z_2$$

$$\therefore y = 4.852 + 0.0513x - 0.0005x^2$$

كمية النيتروجين التي تعطي اعلى حاصل = X_{max}

$$X_{max} = \frac{-b_1}{2b_2} = \frac{-0.0513}{(2)(-0.0005)} = 51.3 \text{ kg/Acr}$$

قيمة اعلى حاصل y عند X_{max} = 51.3 هي:

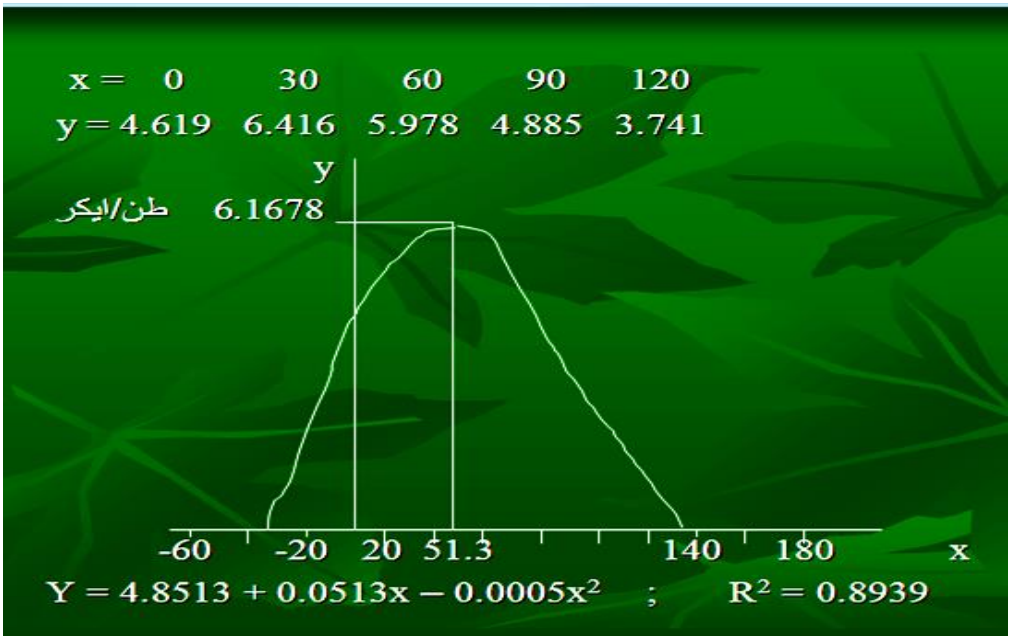
$$\hat{y} = 4.852 + 0.0513(51.3) - 0.0005(51.3)^2$$

$$= 6.1678 \text{ T/Acre}$$

ان أي زيادة في N بعد 51.3 كغم N/ايكر او أي نقصان عنه يؤدي الى نقصان في كمية المحصول (انظر الرسم)

ملاحظة: لو استخدمنا DMRT لكانت النتائج كالآتي:

0 N	30 N	60 N	90 N	120 N
BC	A	A	B	C



الحالة الثالثة: استخدام طريقة دنكن DMRT للمفاضلة بين متوسطات المعاملات

* تستخدم هذه الطريقة عندما تكون المعاملات وصفية وغير مصنفة في مجاميع.

* تحدد المقارنات هنا بعد إجراء التجربة

* تعتمد الطريقة على معنوية F المحسوبة للمعاملات في جدول تحليل التباين. (أو ان كانت F للمعاملات غير معنوية يستحسن استعمال $\propto = 0.01$ او $\propto = 0.001$ عند استخدام DMRT)

مثال: البيانات التالية تمثل كمية الحاصل في الرز من تجربة اجريت لمقارنة تأثير سبعة مبيدات على احدى الحشرات ومطبقة في RCBD بأربعة قطاعات

	R_1	R_2	R_3	R_4
t_1	2537	2069	2104	1797
t_2	3366	2591	2211	2544
t_3	2536	2459	2827	2385
t_4	2387	2453	1556	2116
t_5	1997	1679	1649	1859
t_6	1796	1704	1904	1320

t_7	1401	1516	1270	1077
المصدر Gomez & Gomez مع بعض التحوير				

Analysis of Variance Table

S.O.V	d.f	SS	MS	F
Blocks	3	719608.71	939869.57	3.40*
Treatments	6	5587174.93	931195.82	13.19**
Error	18	1270628.79	70590.49	
Total	27	7577412.43		

وخطوات استخدام DMRT هي:

1. تقدير قيمة الخطأ القياسي لأي معاملة

$$S_{\bar{y}i.} = \sqrt{Mse/r}$$

2. استخراج قيم SSR من جدول دنكن (جدول 4 في الملاحق) وذلك بمعرفة مستوى المعنوية المطلوب للاختبار ودرجات حرية الخطأ من جدول تحليل التباين ن ويلاحظ ان قيم SSR تزداد بازدياد عدد المتوسطات الداخلة في المقارنة
3. حساب قيم اقل مدى معنوي LSR

$$L.S.R = S_{\bar{y}i.} \times S.S.R$$

4. ترتيب متوسطات المعاملات ترتيباً تنازلياً او تصاعدياً وإيجاد الفروقات بينها
5. مقارنة الفروقات الممكنة بين المتوسطات مع قيم L.S.R المناسبة لأعداد المتوسطات الداخلة في كل مقارنة ، للحكم على معنوية الفروق من عدمه .

وكانت نتائج استخدام DMRT كالآتي:

y_2.	y_3.	y_4.	y_5.	y_6.	y_7.	y_1.
b	a	a	b	bc	cd	d

المتوسطات التي تشترك بنفس الحرف لا تختلف معنوياً عن بعضها

الأسبوع : السادس والسابع

تحليل التباين ، تحديد عدد المكررات ، تقدير القيمة المفقودة (أو أكثر) في القطاعات . كفاءة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة ،

تحليل التباين ، تحديد عدد المكررات لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (تم توضيحها في الأسبوع الرابع)

تقدير القيمة المفقودة (أو أكثر) في تصميم القطاعات الكاملة العشوائية

في بعض الأحيان يتعرض الباحث لفقدان البيانات الخاصة بإحدى الوحدات التجريبية أو أكثر ففي هذه الحالة يجب على الباحث معالجة هذه المشكلة بطريقة علمية بحيث لا يؤثر على دقة نتائجه ، والفقدان إما أن يكون بسبب العوامل الخارجية خارجة عن إرادة الباحث أو بسبب إهماله.

هناك طرق مختلفة لتقدير القيمة المفقودة ، وأهمها :

1- طريقة المعادلات الاحصائية.

2- الطريقة التقريبية.

توجد العديد من المعادلات لحساب القيمة المفقودة ، وان أفضلها هي المعادلة التالية:

$$X_{ijk} = \frac{tT + rR - G}{(t-1)(r-1)}$$

t = عدد المعاملات T = مجموع المعاملة التي تحتوي على القيمة المفقودة

r = عدد المكررات R = مجموع البلوك الذي يحتوي على القيمة المفقودة

G = المجموع العام للتجربة قبل حساب القيمة المفقودة للتجربة

X_{ijk} = القيمة المفقودة المحسوبة

وفي حالة وجود أكثر من قيمة مفقودة في البيانات فيتم حساب إحداهما بالمعادلة ، والبقية بطريقة تقريبية ثم نستمر في العملية بطريقة التقريب المتتالي لحين ثبوت القيم .

مثال : إذا كان لدينا قيمتان مفقودتان A و B فيتم حساب A مثلا بطريقة تقريبية ثم نضعها في مكانها وبعد ذلك نحسب B حسب المعادلة ، ونحسب مرة أخرى بالعكس B بطريقة تقريبية و A بطريقة المعادلة لحين ثبوت القيم ، وكلما زاد عدد القيم المفقودة يزداد عدد المحاولات.

نفرض بأنه لدينا ثلاث قيم مفقودة A , B , C في هذه الحالة يتم حساب اثنين منهما بطريقة تقريبية , A B أو A , C أو B , C والمتبقي حسب المعادلة وتكون هناك احتمالات كثيرة للحسابات لحين ثبوت نتيجتين متتاليتين. إن المعادلة وضعت لحساب قيمة مفقودة واحدة ، لذلك نحسب قيمة واحدة بالمعادلة والثانية بالطريقة التقريبية.

الطريقة التقريبية لحساب القيمة المفقودة :

نأخذ المعدل لبقية المكررات للمعاملة التي تحتوي على القيمة المفقودة ، فعلى سبيل المثال إذا كان لدينا معاملة تحتوي على قيمة مفقودة ولنفس المعاملة يوجد 3 مكررات أخرى وقيمتهم 5 ، 6 ، 4 ففي هذه الحالة : القيم المفقودة = (5 + 6 + 4) / 3 = 5

كفاءة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

مثال: تم تحليل بيانات تجربة لمقارنة تأثير أربع مستويات من النتروجين على معدل حاصل عباد الشمس، أستعمل فيها تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبواقع خمس مكررات (قطاعات) وكانت النتائج بعد التحليل كما موضحة في الجدول الاتي.
(المطلوب أيجاد الكفاءة النسبية لتصميم (RCBD) مقارنة مع تصميم (CRD).

S.O.V. مصادر الاختلاف	d.f. درجـــــات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	F. Value قيمة f المحسوبة
Block القطاع	4	21.46	5.36	F = 20.46**
Treat. المعاملة	3	134.45	44.83	
Experimental Error. الخطأ التجريبي	12	26.26	2.19	
Total الكلي	19	182.17	--------	

$$\text{الكفاءة النسبية R.E. \%} = \frac{(r-1)\,MSr + r\,(t-1)\,MSe}{(rt-1)\,MSe} \times 100$$

$$\text{الكفاءة النسبية R.E. \%} = \frac{(5-1)\,5.36 + 5\,(4-1)\,2.19}{(5 \times 4-1)\,2.19} \times 100$$

R.E. % = 130 %

من هذه النتيجة يتضح بأن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) أكفأ من التصميم العشوائي الكامل (CRD) بمقدار 30 % ، أي أن 130 مكرر بأستعمال تصميم (CRD) تعطي نفس نتيجة معلومات 100 مكرر وفق تصميم (RCBD) لذلك فأن التكلفة في حالة تطبيق تصميم (CRD) تكون أعلى.

الأسبوع : الثـامن

تصميم المربع اللاتيني ، شروط الاستخدام ، مميزات وعيوب التصميم .

تصميم المربع اللاتيني Latin Square Design (LSD)

هو التصميم الذي يتم فيه تجميع الوحدات التجريبية غير المتجانســة الى مجموعات تضم كل منها وحدات تجريبية متجانسة بعدد المعاملات على أن يتـم التجميع في اتجاهين، صفوف وأعمدة، وفيه عدد الصفوف وعدد الأعمدة مساوي لعدد المعاملات

مميزات التصميم:

1. باستخدام التجميع في اتجاهين يكون تباين الخطأ أصغر مما يؤدي الى زيادة كفاءة ودقة التجربة
2. التحليل الإحصائي للبيانات بسيط ويبقى كذلك حتى في حالة فقـدان قيـم بعض المشاهدات

عيوب التصميم:

1. عدد المعاملات يتحدد بعدد الصفوف وعدد الأعمدة وفي ذلك قيد على الباحث عند تخطيط التجربة، بحيث كلما يزيد عدد المعاملات بواحدة يقابله زيادة كبيرة بعـدد الوحدات التجريبية
2. في حالة قلة عدد المعاملات تكون درجات حرية الخطأ قليلة وبالتالي ترتفـع قيمة تباين الخطأ مما يؤدي الى اتخاذ قرارات خاطئة

(ينصح باستخدام التصميم عندما يكون عدد المعاملات بين 4 و 8)

تخطيط التجربة:

مثال: تجربة لدراسة تأثير أربعة معاملات، في هذه الحالة عـدد المعاملات=عدد الصفوف=عدد الأعمدة =4، عليه تقسم ارض التجربة الى أربعة صفوف r = 4 وأربعة أعمدة c = 4 ويتم عمل مخطط التجربة باختيار مربــع لاتيني قياسـي حجم 4x4 اولاً ثم عليه توزع الصفوف عشوائياً ثم الأعمدة عشوائياً وأخيرا توزع المعامــلات على الحـروف اللاتينيــة عشوائياً أيضا والمخطط التالي يبين الحالة النهائيــة وفيها كل معاملة تظهر مرة واحدة في كل صف وفي كل عمود

	c_1	c_2	c_3	c_4
r_1	t_4	t_2	t_1	t_3
r_2	t_2	t_1	t_3	t_4
r_3	t_3	t_4	t_2	t_1
r_4	t_1	t_3	t_4	t_2

تمثيل البيانات بالرموز الجبرية:

الصفوف	الأعمدة				$Y_{r.}$	$Y_{(i).}$
	c_1	c_2	c_3	c_4		
r_1	$y_{11(4)}$	$y_{12(2)}$	$y_{13(1)}$	$y_{14(3)}$	$Y_{1.}$	$Y_{(1).}$
r_2	$y_{21(2)}$	$y_{22(1)}$	$y_{23(3)}$	$y_{24(4)}$	$Y_{2.}$	$Y_{(2).}$
r_3	$y_{31(3)}$	$y_{32(4)}$	$y_{33(2)}$	$y_{34(1)}$	$Y_{3.}$	$Y_{(3).}$
r_4	$y_{41(1)}$	$y_{42(3)}$	$y_{43(4)}$	$y_{44(2)}$	$Y_{4.}$	$Y_{(4).}$
$Y_{.c}$	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$	$Y_{.3}$	$Y_{.4}$	$Y_{..}$	

$Y_{r.}$ = مجاميع الصفوف ، $Y_{(i).}$ = مجاميع المعاملات

$Y_{.C}$ = مجاميع الأعمدة ، $Y_{..}$ = المجموع العام للتجربة

الأسبوع : التاسـع

مصادر الاختلاف في المربع اللاتيني ، تحليل التباين ، تقدير القيمة المفقودة أو أكثر .

النموذج الرياضي:

$$Y_{rc(i)} = \mu + t_i + r_r + c_c + e_{rc(i)} \quad \{i=r=c= 1,2,\ldots,t$$

قيمة أي مشاهدة = المتوسط العام + تأثير المعاملة i + تأثير الصف r + تأثير العمود c + تأثير الخطأ التجريبي للمشاهدة rc(i)

تقدير التأثيرات:

$$\hat{m} = \bar{y}_{..} = y_{..}/t^2$$

$$\hat{t}_i = \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..} = y_{i.}/t - y_{..}/t^2$$

$$\hat{r}_r = \bar{y}_{r.} - \bar{y}_{..} = y_{r.}/t - y_{..}/t^2$$

$$\hat{c}_c = \bar{y}_{.c} - \bar{y}_{..} = y_{.c}/t - y_{..}/t^2$$

$$\hat{e}_{rc(i)} = y_{rc(i)} - \mu - t_i - r_r - c_c = y_{rc(i)} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{r.} - \bar{y}_{.c} + \bar{y}_{..}$$

مثال: **t= 4** **t^2 = 16**

الصفوف Rows	Columns الأعمدة				$Y_{r.}$	$Y_{(i).}$
	c_1	c_2	c_3	c_4		
r_1	t_{4} 50.5	t_{3} 50.2	t_{1} 54.6	t_{2} 50.4	206.0	216.2
r_2	t_{2} 49.7	t_{1} 53.0	t_{4} 53.2	t_{3} 51.3	207.2	202.2
r_3	t_{3} 50.2	t_{4} 52.4	t_{2} 51.3	t_{1} 55.3	209.2	203.0
r_4	t_{1} 53.3	t_{2} 50.8	t_{3} 51.3	t_{4} 54.2	209.6	210.6
$Y_{.c}$	204.0	206.4	210.4	211.2	$Y_{..}$ = 832.0	

$Y_{(1).} = 53.3 + 53.0 + 54.6 + 55.3 = 216.2$

$Y_{(2).} = 49.7 + 50.8 + 51.3 + 50.4 = 202.2$

$Y_{(3).} = 50.2 + 50.2 + 51.3 + 51.3 = 203.0$

$Y_{(4).} = 50.8 + 52.4 + 53.2 + 54.2 = 210.0$

$CF = Y..^2/t^2 = 832^2/4^2 = 43234.00$

$SST = \Sigma y_{rc(i)}^2 - CF = 50.5^2 + .. + 54.2^2 - CF = 45.46$

$SSr = (\Sigma Y_{r.}^2/t) - CF = [(206.0^2 + .. + 209.6^2)/4] - CF = 2.16$

$SSc = (\Sigma Y_{.c}^2/t) - CF = [(204.0^2 + .. + 211.2^2)/4] - CF = 8.64$

$SSt = (\Sigma Y_{(i).}^2/t) - CF = [(216.2^2 + .. + 210.6^2)/4] - CF = 33.16$

$SSe = SST - SSr - SSc - SSt = 1.50$

S.O.V.	d.f	SS	MS		
Rows	t-1=3	2.16	0.72		
Columns	t-1=3	8.64	2.88		
Treats.	t-1=3	33.16	11.05		
Error	(t-1)(t-2)=6	1.50	0.25		
Total	t^2-1=15	45.46			

برنامج SAS ، تجربة بسيطة بتصميم LSD

```
البيانـــات      DATA A ;
المدخـــلات      Input r c t y ;
بدايـة البيانـات  CARDS ;
البيانـــات      r c t yij
نهايـة البيانـات  ;
الخـــيارات      Options ps=500 nodate nonumber ;
عنـوان التحليـل  Title 'LSD' ;
اجـراء الطباعة   Proc Print ;
اجـراء التحليل   Proc ANOVA ;
```

المتغيرات المستقلة Classes r c t ;

النمـوذج الخطـي Model y= r c t ;

اختبار المتوسطات Means t / Duncan ;

التنفيـــــذ Run ;

F8

الكفاءة النسبية وتقدير القيمة المفقودة أو أكثر في تصميم المربع اللاتيني.

الكفاءة النسبية لتصميم المربع اللاتيني مقارنةً بالتصاميم الأخرى

Efficiency of L.S.D. Relative to Other Designs

1- الكفاءة النسبية لتصميم المربع اللاتيني مقارنةً بالتصميم العشوائي الكامل

Relative Efficiency of L.S.D. compared with CRD :

$$RE_{(LSD/CRD)}\% = \frac{MS_r + MS_c + (r-1)MSe_{LSD}}{(r+1)MSe_{LSD}} \times 100$$

2- الكفاءة النسبية لتصميم المربع اللاتيني مقارنةً بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة

Relative Efficiency of L.S.D. compared with CRBD :

أ) بافتراض أن الصفوف كانت تستخدم كقطاعات، و تسمى أيضاً (كفاءة الأعمدة):

$$RE_{(LSD/CRBD)}\% = \frac{MS_c + (r-1)MSe_{LSD}}{r\,MSe_{LSD}} \times 100$$

ب) بافتراض أن الأعمدة كانت تستخدم كقطاعات، و تسمى أيضاً (كفاءة الصفوف):

$$RE_{(LSD/CRBD)}\% = \frac{MS_r + (r-1)MSe_{LSD}}{r\,MSe_{LSD}} \times 100$$

القيمة المفقودة Missing Value :

في حالة فقد إحدى قيم المشاهدات في تجربة طبقت بإستخدام تصميم المربع اللاتيني (r x r) فإن قيمة المشاهدة المفقودة يمكن تقديرها بإستخدام المعادلة التالية:

$$\hat{Y}_{ij(k)} = \frac{r(Y_{i.} + Y_{.j} + Y_{(k)}) - 2Y_{(.)}}{(r-1)(r-2)}$$

حيث أن:

$\hat{Y}_{ij(k)}$: القيمة المقدرة للمشاهدة المفقودة.

$Y_{i.}$: مجموع قيم المشاهدات الموجودة في نفس الصف الذي فقدت منه المشاهدة.

$Y_{.j}$: مجموع قيم المشاهدات الموجودة في نفس العمود الذي فقدت منه المشاهدة.

$Y_{(k)}$: مجموع قيم المشاهدات الخاصة بنفس المعاملة التي فقدت منها المشاهدة.

$Y_{(.)}$: المجموع الكلي للمشاهدات الموجودة بعد فقد المشاهدة.

بعد حساب القيمة التقديرية للمشاهدة المفقودة $\hat{Y}_{ij(k)}$ ندخل هذه القيمة في مكانها المحدد ضمن جدول البيانات ، ثم نجري عمليات التحليل الأحصائي كالمعتاد مع إنقاص درجة حرية واحدة من كل من درجات حرية الخطا $\{ (r-1)(r-2)-1 \}$ و درجات الحرية الكلية $\{ r^2-2 \}$ عن كل مشاهدة مفقودة أجري تقديرها، و ذلك لأن القيمة المقدرة لا يمكن إعتبارها حرة أو مستقلة.

و بعد ذلك يجب تصحيح مجموع مربعات المعاملات (SS_t) و حساب مجموع مربعات المعاملات المصححة Revised SS_t (SS_t') و ذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$SS_t' = SS_t - \frac{\left[Y_{(.)} - Y_{i.} - Y_{.j} - (r-1)Y_{(k)}\right]^2}{\left[(r-1)(r-2)\right]^2}$$

حيث ان:

$Y_{(.)}$: المجموع العام لجميع المعاملات المحسوبة من جدول البيانات الذي فقد المشاهدة و قبل تقدير هذه المشاهدة.

$Y_{i.}$: مجموع قيم المشاهدات في الصف الذي فيه المشاهدة المفقودة و قبل إضافتها.

$Y_{.j}$: مجموع قيم المشاهدات في العمود الذي فيه المشاهدة المفقودة و قبل إضافتها.

$Y_{(k)}$: مجموع قيم المشاهدات في المعاملة التي بها المشاهدة المفقودة و قبل إضافتها .

r : عدد المعاملات (أو الصفوف أو الأعمدة) أي عند تكرار كل معاملة .

مثال لتوضيح طريقة تقدير الكفاءة النسبية لتصميم المربع اللاتيني LSD

الكفاءة النسبية لتصميم المربع اللاتيني مقارنة بالتصميمين العشوائي الكامل (CRD) والقطاعات العشوائية الكاملة (RCBD).

١- مقارنة كفاءة المربع اللاتيني مع CRD.

يتم بأستعمال المعادلة التالية:

$$R.E.\ \% = \frac{MSr + MSc + (r-1)\,MSe}{(r+1)\,MSe} \times 100$$

R.E. : الكفاءة النسبية

مثال: أذا كان لدينا جدول تحليل التباين الاتي الناتج من تحليل تجربة بتصميم المربع اللاتيني.

SOV	d.f.	SS	MS	F
Rows	4	13601	3400	
Colum.	4	6144	1536	
Treat.	4	4156	1039	0.98
Error	12	12668	1056	
Total	24	36569		

من خلال هذا الجدول يمكن حساب الكفاءة النسبية وكما يلي:

$$R.E.\ \% = \frac{MSr + MSc + (r-1)\,MSe}{(r+1)\,MSe} \times 100$$

$$R.E.\ \% = \frac{3400 + 1536 + (5-1)\,1056}{(5+1)\,1056} \times 100$$

$$R.E.\ \% = 145\ \%$$

٢- مقارنة كفاءة المربع اللاتيني مع RCBD.

- أولا بأفتراض أن الصفوف هي القطاعات يتم بأستعمال المعادلة الاتية:

$$R.E.\ \% = \frac{MSc + (r-1)\,MSe}{r\,(MSe)} \times 100$$

$$R.E.\ \% = \frac{1536 + (5-1)\,1056}{5\,(1056)} \times 100$$

$$R.E.\ \% = 109\ \%$$

- ثانيا بأفتراض أن الاعمدة هي القطاعات يتم بأستعمال المعادلة الاتية:

$$R.E.\ \% = \frac{MSr + (r-1)\,MSe}{r\,(MSe)} \times 100$$

$$R.E.\ \% = \frac{3400 + (5-1)\,1056}{5\,(1056)} \times 100$$

$$R.E.\ \% = 143\ \%$$

الأسبوع : العاشـر والحادي عشر

التجارب العاملية Factorial Experiments ، شروطها ، المميزات والعيوب ، مصادر الاختلاف في التجارب العاملية ، تحليل التباين ، التفاعل وأنواعه .

التـجـــارب الـعـامـلـيـة Factorial Experiments

التجربة العامليّة تعني تجربة على عدد من العاملات التي هي عبارة عن جميع التوافيق بين عدة مستويات لعدد من العوامل المراد دراسة تأثيرها على ظاهرة معينة.

مميزات التجربة العاملية Advantages of the Factorial Experiment :

1 -تتيح التجارب العاملية للباحث فرصة دراسة و تقييم التأثيرات المشتركة لأثنين أو أكثر من المتغيرات التجريبية (العوامل) عند إشتراكهما - أو إشتراكها - معاً في نفس التجربة . و على ذلك فإن المعلومات المستفادة من التجارب العاملية تكون دائماً أكثر كمالاً و قيمةً من تلك التي نحصل عليها من مجموعة من التجارب ذات العامل الواحد . و ذلك على أساس أن التجارب العاملية تهيء فرصة تقييم تأثيرات التداخل (Interaction Effects) بين العوامل (المتغيرات) الداخلة في التجربة. و تأثير التداخل نعني به التأثير الذي ينتج عن إشتراك المتغيرات معاً في تأثيرها على الظاهرة المدروسة، و الذي يفوق أو يتعدى ذلك التأثير الناتج عن المتغيرات إذا أخذت كلّ بمفردها.

2 -عند إتمام التجربة العاملية، فإن الباحث عادةً تتوفر لديه المعلومات التي تساعدهُ على أخذ قرارات أو توصيات يكون لها مدىً واسعاً من التطبيق . فبالأضافة الى المعلومات التي يحصل عليها حول كيفية سلوك كل من العوامل إذا وجد منفرداً، فإن الباحث يستطيع كذلك أن يقدر ما يمكن أن يحدث عند وجود العوامل معاً.

3 -إن تقدير تأثيرات العوامل الفردية في مثل هذه التجارب يكون أكثر فائدة من الناحية العلمية ، وذلك لأن هذه التأثيرات تقدر كمتوسط لتأثيرات تحت مدى واسع نسبياً من العوامل التجريبية الأخرى ذات العلاقة.

4 -إن المجتمع الذي نستخلص من أجله المعلومات يكون أكثر شمولاً من المجتمع المقابل في حالة تجربة ذات عامل واحد.

عيب التجربة العاملية Disadvantage of the Factorial Experiment :

العيب الوحيد و الحقيقي للتجربة العاملية هو كبر عدد التوافيق المكنة و بالتالي زيادة أعداد التوافيق العاملية (المعاملات العاملية) (Treatment Combinations) و اللازمة لدراسة تأثير عدة عوامل عند عدة مستويات بحيث تصبح هذه الأعداد غير عملية.

تعاريف و رموز Terminology and Notations :

1) التجربة العاملية لا تعتبر في حد ذاتها تصميماً تجريبياً، بل هي مجرد تنظيم و ترتيب لمستويات العوامل المدروسة في معاملات توافقية. و إن أي من التصاميم التجريبية السابقة من الممكن أن يستخدم في تطبيق التجارب العاملية.

2) العامل (Factor) هو مجموعة من المعاملات ذات العلاقة أو التقسيمات ذات العلاقة. و المعاملات ذات العلاقة التي تكون عاملاً تكون هي مستويات (Levels) ذلك العامل. و كمثال لذلك، فإن عامل (اللون) قد يتكون من ثلاث مستويات وهي (الأحمر، الأخضر، و الأصفر). و عامل (النتروجين) قد يتكون من أربع مستويات مثل (0، 10، 20، 30 كغم N/ دونم).

3) تمثل العوامل دائماً بأحرف كبيرة (A, B, C, ...) ويمثل المستوى المعين الذي يتبع ع املاً ما بالحرف الصغير المقابل لرمز العامل و بجانبه حرف جانبي (Subscript) يحدد المستوى (a_i, b_j, c_k, ...) ، أما عدد مستويات كل عامل فيرمز لها بالحرف الصغير المقابل لرمز العامل (a, b, c, ...).

4) تحدد أبعاد التجربة العاملية بعدد العوامل الداخلة فيها و عدد مستويات كل عامل. فمثلاً التجربة العاملية التي تشمل على عاملين أحدهما بثلاث مستويات و الآخر بأربع مستويات تسمى (تجربة عاملية 3 x 4) (3 x 4 Factorial Experiment). أما التجربة العاملية 2 x 3 x 5 (2 x 3x 5 Factorial Exp.) فيوجد بها ثلاثة عوامل مستوياتها 2 و 3 و 5 على التوالي.

5) أن التأثير الأساسي لأحد العوامل هو مقياس للتغير في مستويات هذا العامل و مقدر كمتوسط لجميع مستويات العوامل الأخرى.

6) إن التداخل يعني الأختلاف في الأستجابة لأحد العوامل تبعا لأختلاف مستويات عامل أخر طبق معهُ و إشترك في التأثير على الظاهرة المدروسة، أي أن التداخل هو تأثير إضافي يرجع الى التأثير المشترك لعاملين أو أكثر.

أن التجارب العاملية تستعمل عند دراسة تأثير أكثر من عامل واحد في صفة معينة ، مثل دراسة تأثير السلالة والموسم في صفة أنتاج الحليب وهذه التجارب تطبق بالتصاميم السابقة (CRD و RCBD و LS) وهنا يتم أستخراج تأثير كل عامل ومن ثم تأثير التداخل بين العوامل المدروسة (أن التداخل يعتبر مهم جدا ، أذ أنه يعطي أفضل توليفة بين العوامل المروسة) ، وهذه التجارب تحتاج الى دقة في التطبيق ، كما أن زيادة عدد مستويات العوامل المدروسة يزيد من صعوبة التحليل.

فمثلا عند دراستنا تاثير السلالة (عواسي ، حمداني ، عرابي) والموسم (الشتاء ، الربيع ، الصيف ، الخريف) أي أن العامل الاول فيه ثلاث مستويات والعامل الثاني فيه أربعة مستويات لذلك يطلق على هذه التجربة (3 X 4) .

أولا: تجربة عاملية بتأثير عاملين تطبق بتصميم عشوائي كامل (CRD).

الانموذج الرياضي للتجربة.

$$Yijk = \mu + Ai + + Bj + AB(ij) + eijk$$

حيث أن:

Ai : تأثير العامل الاول.

Bj : تأثير العامل الثاني.

ABij : تأثير التداخل بين العاملين.

أما باقي الرموز فهي كما تم تفسيرها أنفا وفق النماذج الرياضية السابقة.

جدول تحليل التباين للتصميم :(Anova Table).

S.O.V. مصادر الاختلاف	d.f. درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	قيم F المحسوبة
A العامل الاول	a-1	SSA	MSA	$FA = \frac{MSA}{MSe}$
B العامل الثاني	b-1	SSB	MSB	$FB = \frac{MSB}{MSe}$
AB التداخل بين العاملين	(a-1)(b-1)	SSAB	MSAB	$FAB = \frac{MSAB}{MSe}$
Experimental Error. الخطأ التجريبي	ab(r-1)	SSe	MSe	
Total الكلي	abr-1	SST	----------	----------

علما أن a يمثل عدد مستويات العامل a

و أن b يمثل عدد مستويات العامل b

وان r يمثل عدد المكررات

وان هنالك ثلاث قيم للـ F

أما القوانين المتعلقة بالحسابات في الجدول فهي كالاتي:

$$CF = \frac{(Y...)^2}{abr}$$

$$A = \frac{\sum Yi.^2}{br}$$

$$SSA = A - CF$$

$$B = \frac{\sum Y.j^2}{ar}$$

$$SSB = B - CF$$

$$AB = \frac{\sum Yij.^2}{r}$$

$$SSAB = AB - A - B + CF$$

$$RAB = \sum Yijk^2$$

$SST = RAB - CF$
$SSe = RAB - AB$

ومن ثم أستخراج متوسطات المربعات من قسمة مجموع المربعات لكل مصدر تباين على درجات الحرية لذلك المصدر .

ملاحظة : عندما نستخرج تأثير العامل A نقسم على br
عندما نستخرج تأثير العامل B نقسم على ar
عندما نستخرج تأثير العامل AB نقسم على r
كما في القوانين أعلاه
مع ضرورة التأكد من الاشارات خصوصا عند أستخراج SSAB

مثال: أجريت تجربة لدراسة تأثير السلالة (عواسي ، حمداني) ونوع الولادة (فردية ، توأمية) في الوزن عند الميلاد لدى الحملان ، أوجد تأثير السلالة ونوع الولادة وتداخلهما في الصفة المدروسة والبيانات كما في الجدول الاتي:

السلالة (A)	نوع الولادة (B)	الوزن عند الميلاد (Yijk)	المجموع Yij.
a1 عواسي	b1 فردية	5 , 4 , 6	15
	b2 توأمية	3 , 4 , 4	11
a2 الحمداني	b1 فردية	2 , 3 , 2	7
	b2 توأمية	3 , 3 , 4	10
			المجموع الكلي Y... = 43

أذن المكررات (r) في هذا المثال هي 3
ولتسهيل الحل يفضل تكوين الجدول الاتي من الجدول أعلاه لاستخراج قيم A و B للمكررات الثلاثة في كل توليفة.

B / A	b1	b2	Yi.. مجاميع الـ a
a1	15	11	26
a2	7	10	17
Y.j. مجاميع b	22	21	المجموع الكلي Y... = 43

$$CF = \frac{(Y...)^2}{abr}$$

$$CF = \frac{(43)^2}{2 \times 2 \times 3} = 154.08$$

$$A = \frac{\sum Yi.^2}{br}$$

$$A = \frac{(26)^2 + (17)^2}{2 \times 3} = 160.8$$

$$SSA = A - CF = 160.8 - 154.08 = 6.75$$

$$B = \frac{\sum Y.j^2}{ar}$$

$$B = \frac{(22)^2 + (21)^2}{2 \times 3} = 155$$

$$SSB = B - CF = 155 - 154.08 = 0.083$$

$$AB = \frac{\sum Yij.^2}{r}$$

$$AB = \frac{(15)^2 + \text{----} + (10)^2}{3} = 165$$

$$SSAB = AB - A - B + CF$$
$$SSAB = 165 - 160.8 - 155 + 154.8$$
$$SSAB = 4.08$$

$$RAB = \sum Yijk^2 = (5)^2 + \text{-------} + (4)^2$$
$$RAB = 169$$
$$SST = RAB - CF = 14.91$$
$$SSe = RAB - AB = 169 - 165 = 4$$

الان يتم تكوين جدول تحليل التباين للنتائج وكما يلي:

S.O.V.	d.f. درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	قيم F المحسوبة
A	a-1 = 1	SSA = 6.75	MSA = 6.75	MSA FA = -------= 13.5** MSe
B	b-1 = 1	SSB = 0.083	MSB = 0.083	MSB FB = -------- = 0.17ns MSe
AB	(a-1)(b-1) (2-1)(2-1) =1	SSAB = 4.08	MSAB = 4.08	MSAB FAB= -------- = 8.7** MSe
Experimental Error.	ab(r-1) 2 x 2 (3-1) = 8	SSe = 4	MSe = 0.50	----------
Total	abr-1 2 x 2 x 3 – 1 = 11	SST = 14.91	----------	----------

يتبين من قيم F المحسوبة في الجدول أعلاه بعد مقارنتها بمثيلاتها الجدولية أن تأثير السلالة وكذلك التداخل بين السلالة ونوع الولادة عالي المعنوية ($P<0.01$) في وزن الميلاد للحملان في حين لم يكن تأثير نوع الولادة معنويا في هذه الصفة.

ثانيا: تجربة عاملية بتأثير عاملين تطبق بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD).

تستعمل هذه التجربة في حالة عدم تجانس الوحدات التجريبية للعوامل المؤثرة في الصفة المدروسة وامكانية مجانستها بشكل قطاعات كما تمت الاشارة الى ذلك في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأتجاه واحد.

الانموذج الرياضي للتجربة.

$$Yijkl = \mu + Ai + Bj + AB(ij) + Pk + eijkl$$

حيث أن:

Ai : تأثير العامل الاول.

Bj : تأثير العامل الثاني.

ABij : تأثير التداخل بين العاملين.

Pk: تأثير القطاع k .

أما باقي الرموز فهي كما تم تفسيرها أنفا وفق النماذج الرياضية السابقة.

جدول تحليل التباين للتصميم :(Anova Table).

S.O.V. مصـــــــادر الاختلاف	d.f. درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	قيم F المحسوبة
Block القطاع	r-1	SSr	MSr	----------
A العامل الاول	a-1	SSA	MSA	$FA = \frac{MSA}{MSe}$
B العامل الثاني	b-1	SSB	MSB	$FB = \frac{MSB}{MSe}$
AB التـــداخل بـــين	(a-1)(b-1)	SSAB	MSAB	$FAB = \frac{MSAB}{MSe}$

العاملين				
Experimental Error. الخطأ التجريبي	(ab-1)(r-1)	SSe	MSe	----------
Total الكلي	abr-1	SST	----------	----------

علما أن a يمثل عدد مستويات العامل a .

و أن b يمثل عدد مستويات العامل b .

وان r يمثل عدد المكررات (القطاعات).

وان هنالك ثلاث قيم للـ F .

أما القوانين المتعلقة بالحسابات في الجدول فهي كالاتي:

$$CF = \frac{(Y...)^2}{abr}$$

$$R = \frac{\sum Y.k.^2}{ab}$$

$$SSr = R - CF$$

$$A = \frac{\sum Yi..^2}{br}$$

$$SSA = A - CF$$

$$B = \frac{\sum Y.j^2}{ar}$$

$$SSB = B - CF$$

$$\sum Yijk.^2$$

$$AB = \frac{\text{---------}}{r}$$

$$SSAB = AB - A - B + CF$$

$$RAB = \sum Yijk^2$$

$$SST = RAB - CF$$
$$SSe = RAB - R - AB + CF$$

ومن ثم أستخراج متوسطات المربعات من قسمة مجموع المربعات لكل مصدر تباين على درجات الحرية لذلك المصدر .

ملاحظة : عندما نستخرج تأثير العامل A نقسم على br
عندما نستخرج تأثير العامل B نقسم على ar
عندما نستخرج تأثير القطاع R نقسم على ab
عندما نستخرج تأثير العامل AB نقسم على r
كما في القوانين أعلاه
مع ضرورة التأكد من الاشارات خصوصا عند أستخراج SSABو SSe .

مثال: أجريت تجربة لدراسة تأثير فيتامين A بمستويين (2 و 5 %) وتم تطبيق كل منها على ثلاث سلالات وبواقع مكررين (قطاعين) لعدم تجانس الوحدات التجريبية . أوجد تأثير فيتامين A والسلالة وتداخلهما في وزن البيض لدى الدجاج، والبيانات كما في الجدول الاتي.

يتبين من خلال جدول البيانات بأن

$a = 2$ ، $b = 3$ و $r = 2$

ولتسهيل الحل يفضل تكوين الجدول الاتي من الجدول أعلاه لاستخراج قيم A و B للمكررين في كل توليفة وكما يلي.

B / A	b1	b2	b3	Yi.. مجاميع الـ a
a1	145	125	102	372
a2	150	120	100	370
Y.j. مجاميع b	295	245	202	المجمـــــوع الكلي Y... = 742

$$CF = \frac{(Y\ldots)^2}{abr} = \frac{(742)^2}{2 \times 3 \times 2} = 45880.33$$

$$R = \frac{\sum Y.k.^2}{ab} = \frac{(375)^2 + (367)^2}{2 \times 3}$$

$$SSr = R - CF = 5.33$$

$$A = \frac{\sum Yi..^2}{br} = \frac{(372)^2 + (370)^2}{3 \times 2}$$

$$SSA = A - CF = 0.333$$

$$B = \frac{\sum Y.j^2}{ar} = \frac{(295)^2 + (245)^2 + (202)^2}{2 \times 2}$$

$$SSB = B - CF = 915.41$$

$$AB = \frac{\sum Yijk.^2}{r} = \frac{(145)^2 + \text{----------} + (100)^2}{2}$$

$$SSAB = AB - A - B + CF = 12.08$$

$$RAB = \sum Yijk^2 = (70)^2 + \text{----------} + (50)^2 = 47053.99$$

$$SST = RAB - CF = 1173.66$$

$$SSe = RAB - R - AB + CF = 240.50$$

جدول تحليل التباين للتصميم (Anova Table):

S.O.V. مصـــــــادر الاختلاف	d.f. درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	قيم F المحسوبة
Block	r-1 = 1	SSr = 5.33	MSr = 5.33	----------

القطاع				
A العامل الاول	a-1 = 1	SSA = 0.333	MSA = 0.333	MSA / FA = -------- = 0.01ns / MSe
B العامل الثاني	b-1 = 2	SSB = 915.41	MSB = 457.70	MSB / FB = -------- = 9.52* / MSe
AB التـداخل بـين العاملين	(a-1)(b-1) (2-1)(3-1) = 2	SSAB = 12.08	MSAB = 6.04	MSAB / FAB= -------- = 0.93ns / MSe
Experimental Error. الخطـــــأ التجريبي	(ab-1)(r-1) (2 x 3)(2-1) = 6	SSe = 240.50	MSe = 48.10	----------
Total الكلي	Abr-1 2 x 3 x 2 – 1 = 11	SST= 1173.66	----------	----------

ثالثا: تجربة عاملية بتأثير ثلاث عوامل تطبق بتصميم عشوائي كامل (CRD).

$$Yijkl = \mu + Ai + Bj + Ck + AB(ij) + AC(ik) + BC(jk) + ABC(ijk) + eijkl$$

جدول تحليل التباين للتصميم يتضمن الاتي:

SOV	Df	SS
A	a-1	SSA = A – CF
B	b-1	SSB = B – CF
C	c-1	SSC = C – CF
AB	(a-1)(b-1)	SSAB = AB – A – B + CF
AC	(a-1)(c-1)	SSAC = AC – A – C + CF
BC	(b-1)(c-1)	SSBC = BC – B – C + CF
ABC	(a-1)(b-1)(c-1)	SSABC = ABC – AB – AC – BC

		+ A + B +C – CF
Error	abc(r-1)	SSe = RABC – ABC
Total	abcr-1	SST = RABC – CF

$RABC = \sum Yijkl^2$

قيم متوسطات المربعات MS تستخرج من تقسيم قيم مجموع المربعات (SS) على درجات الحرية .

ا

المصدر/
داغر ، علاوي لعيبي (2007) . تصميم وتحليل التجارب الزراعية . جامعة القادسية ، كلية الزراعة.

الأسبوع : الثاني عشر والثالث عشر والرابع عشر

تصميم الألواح المنشقة ، شروطها ، مميزاتها ، العيوب ، مصادر الاختلاف في تجارب الألواح المنشقة ، تحليل التباين

تصاميم القطع المنشقة

Split – Plot Designs

كثيراً ما تستخدم تصاميم القطع المنشقة في التجارب العاملية ، وفي هذه التصاميم يكون الاهتمام بعاملين على الأقل غير إننا في هذه الحالة لا نود أن نحصل بالنسبة لأحدهما على نفس دقة المعلومات التي نريدها للآخر . و إن الأساس العام لهذه التصاميم، هو أن القطع الكاملة أو الرئيسية (Whole or Main Plots) التي تطبق عليها مستويات أحد العوامل تجزأ الى أقسام (قطع ثانوية) (Sub Plots) لتطبق بداخلها مستويات العامل الآخر .

و يلاحظ في تجارب القطع المنشقة، أن القطع الكاملة (الرئيسية) قد يتم تنظيمها على أساس أي من التصاميم الأساسية التي سبق لنا معرفتها مثل التصميم العشوائي الكامل أو تصميم القطاعات العشوائية الكاملة أو تصميم المربع اللاتيني.

إستخدامات تصاميم القطع المنشقة Applications of Split – Plot Designs :

هنالك بعض الظروف التجريبية التي يفضل على أساسها – ويتحتم أحياناً – إستخدام تصميم القطع المنشقة و أهم هذه الظروف:

1 -قد يستخدم عندما تحتاج المعاملات المرتبطة بمستويات واحد أو أكثر من العوامل الى كميات أكبر من المواد التجريبية في الوحدة التجريبية عما تحتاجه معاملات العوامل الأخرى . و على سبيل المثال ففي التجارب الحقلية قد يكون أحد العوامل المدروسة طرق إعداد الأرض أو معدلات إستخدام أحد الأسمدة أو معدلات الرش بالمبيدات أو أعماق الحراثة أو معدلات الري مثلاً وهذه المعاملات تحتاج عادةً الى وحدات أو قطع تجريبية أكبر – و ذلك عندما نأخذ في الأعتبار سهولة التطبيق و دقة الأداء – و ذلك بالمقارنة بعوامل أخرى مثل الأصناف أو مواعيد الزراعة مثلاً . و عندئذ فإننا نطبق المعاملات التي تحتاج الى وحدات كبيرة في القطع الكاملة و نطبق المعاملات الأخرى – التي لا تحتاج لأكبر من حجم القطع الثانوية – داخل كل قطعة كاملة.

2 -كما يستخدم التصميم إذا كانت هناك رغبة في الحصول على درجة أكبر من الدقة للمقارنات داخل عومل معينة منها داخل عوامل أخرى ، حيث توضع معاملات العامل الأكثر أهمية و التي نريد زيادة دقة المعلومات عنهُ في القطع الثانوية في حين نضع العامل الأقل أهمية بالنسبة لدرجة دقة المعلومات في القطع الكاملة أو الرئيسية

و عموماً فإننا نستطيع أن نلخص ما سبق و نقول أنهُ نظراً لأنهُ في تجارب القطع المنشقة من المتوقع أن تكون الاختلافات بين القع الثانوية أقل من الاختلافات بين القطع الكاملة، فإن العوامل التي تحتاج الى كميات أقل من المواد التجريبية (أو حجم أقل من القطع التجريبية) ، تلك التي يراد عنها – لأي سبب من الأسباب – درجة أعلى من الدقة ، فإن مثل هذه العوامل هي التي تخصص لها القطع الثانوية.

عيوب تصاميم القطع المنشقة Disadvantages of Split – plot Designs :

1 -المعاملات التي تطبق على القطع الكاملة تقاس بدرجة دقة أقل.

2 -تزداد درجة تعقيد تحليل البيانات و خاصةً عند فقد قيم بعض المشاهدات.

① القطع الكاملة في التصميم العشوائي الكامل Whole Plots in a CRD :

كمثال لتجربة قطع منشقة تخطط فيها القطع الكاملة على أساس التصميم العشوائي الكامل، نفرض تجربة عاملية (3 x 4) أي أن العامل A بأربع مستويات و العامل B بثلاث مستويات وإنهُ يراد تكرار كل معاملة توافقية ثلاث مرات (r=3). فإن تخطيط التجربة قد تكون كما يلي :

b_1 b_3 a_1 b_2	b_2 b_1 a_2 b_3	b_1 b_2 a_3 b_3	b_1 b_3 a_3 b_2
b_3 b_2 a_4 b_1	b_3 b_1 a_3 b_2	b_3 b_2 a_1 b_1	b_3 b_1 a_2 b_2
b_2 b_1 a_1 b_3	b_1 b_3 a_2 b_2	b_1 b_3 a_4 b_2	b_2 b_1 a_4 b_3

مخطط لتجربة عاملية (3 x 4) في تصميم قطع منشقة مع تطبيق التصميم العشوائي الكامل على القطع الكاملة بحيث تتكرر كل معاملة توافقية ثلاث مرات.

النموذج الرياضي Linear Model:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \zeta_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad \begin{cases} i = 1,2,3,...a \\ j = 1,2,3,...b \\ k = 1,2,3,...r \end{cases}$$

$$\mu = \bar{Y}_{...}$$
$$\alpha_i = \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...}$$
$$\zeta_{ik} = \bar{Y}_{i.k} - \bar{Y}_{i..}$$
$$\beta_j = \bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...}$$
$$(\alpha\beta)_{ij} = \bar{Y}_{ij.} - \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{.j.} + \bar{Y}_{...}$$
$$\varepsilon_{ijk} = Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij.} - \bar{Y}_{i.k} + \bar{Y}_{i..}$$

حيث أن:

Y_{ijk}: قيمة المشاهدة الخاصة بالوحدة التجريبية k والتي أخذت المستوى i من العامل A و المستوى j من العامل B،

μ : المتوسط العام للمجتمع ،

α_i : قيمة تأثير المستوى i من العامل A ،

ζ_{ik} : قيمة تأثير الخطأ التجريبي للقطع الكاملة (الرئيسية).

β_j : قيمة تأثير المستوى j من العامل B ،

$(\alpha\beta)_{ij}$: قيمة التأثير المشترك بين المستوى i من العامل A و المستوى j من العامل B ،

ε_{ijk} : قيمة الخطأ التجريبي للقطع المنشقة (الثانوية) .

فرضية العدم (Null Hypothesis) $H_o : \alpha_i = \beta_j = (\alpha\beta)_{ij}$

الفرضية البديلة (Alternative Hypothesis) $H_A : \alpha_i \neq \beta_j \neq (\alpha\beta)_{ij}$

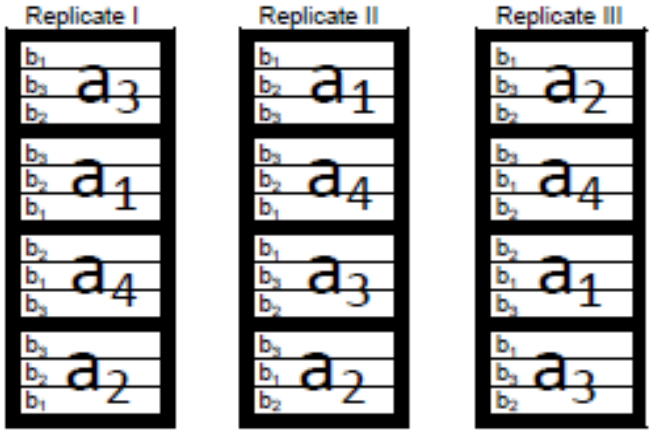
جدول تحليل التباين برموز جبرية Analysis Of Variance (ANOVA) table in algebraic symbols :

S.O.V	d.f	SS	MS	$F_{Calculate}$	F_{Table}

					$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
A	a-1	$SS_A = \frac{\sum_{i}^{a} Y_{i..}^2}{br} - CF$	$MS_A = \frac{SS_A}{df_A}$	$F_{Cal.(A)} = \frac{MS_A}{MS_{E(a)}}$	$(df_A, df_{E(a)})$	$(df_A, df_{E(a)})$
Error (a)	a(r-1)	$SS_{E(a)} = \frac{\sum_{i}^{a} Y_{i.k}^2}{b} - CF - SS_A$	$MS_{E(a)} = \frac{SS_{E(a)}}{df_{E(a)}}$			
B	b-1	$SS_B = \frac{\sum_{j}^{b} Y_{.j.}^2}{ar} - CF$	$MS_B = \frac{SS_B}{df_B}$	$F_{Cal.(B)} = \frac{MS_B}{MS_{E(b)}}$	$(df_B, df_{E(b)})$	$(df_B, df_{E(b)})$
A x B	(a-1)(b-1)	$SS_{AB} = \frac{\sum_{ij}^{ab} Y_{ij.}^2}{r} - CF - SS_A - SS_B$	$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{df_{AB}}$	$F_{Cal.(AB)} = \frac{MS_{AB}}{MS_{E(b)}}$	$(df_{AB}, df_{E(b)})$	$(df_{AB}, df_{E(b)})$
Error (b)	a (b-1)(r-1)	$SS_{E(b)} = SS_T - SS_A - SS_{E(a)} - SS_B - SS_{AB}$	$MS_{E(b)} = \frac{SS_{E(b)}}{df_{E(b)}}$			
Total	abr-1	$SS_T = \sum_{ijk}^{abr} Y_{ijk}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{abr}$	CF			

② القطع الكاملة في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Whole Plots in a CRBD :

إذا أردنا تطبيق نفس التجربة السابقة (أي أن a=4 ، b=3 ، r=3) ولكن على أساس أن تطبق القطع الكاملة في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، فإن تخطيط مثل هذه التجربة من الممكن أن تكون كما يلي:



مخطط لتجربة عاملية (4 x 3) في تصميم قطع منشقة مع تطبيق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة على القطع الكاملة بإستخدام ثلاث قطاعات.

النموذج الرياضي Linear Model :

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_k + \alpha_i + \zeta_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad \begin{cases} i = 1,2,3,...a \\ j = 1,2,3,...b \\ k = 1,2,3,...r \end{cases}$$

$$\mu = \bar{Y}_{_}$$

$$\rho_k = \bar{Y}_{.k} - \bar{Y}_{_}$$

$$\alpha_i = \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{_}$$

$$\zeta_{ik} = \bar{Y}_{i.k} - \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{.k} + \bar{Y}_{_}$$

$$\beta_j = \bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{_}$$

$$(\alpha\beta)_{ij} = \bar{Y}_{ij.} - \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{.j.} + \bar{Y}_{_}$$

$$\varepsilon_{ijk} = Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij.} - \bar{Y}_{i.k} + \bar{Y}_{i..}$$

حيث أن:

Y_{ijk} : **قيمة المشاهدة الخاصة بالوحدة التجريبية** k **والتي أخذت المستوى** i **من العامل** A **و المستوى** j **من العامل** B،

μ : **المتوسط العام للمجتمع ،**

ρ_k : **قيمة تأثير القطاع** K ،

α_i : **قيمة تأثير المستوى** i **من العامل** A ،

ζ_{ik} : **قيمة تأثير الخطأ التجريبي للقطع الكاملة (الرئيسية).**

β_j : **قيمة تأثير المستوى** j **من العامل** B ،

$(\alpha\beta)_{ij}$: **قيمة التأثير المشترك بين المستوى** i **من العامل** A **و المستوى** j **من العامل** B ،

ε_{ijk} : **قيمة الخطأ التجريبي للقطع المنشقة (الثانوية) .**

$H_o : \alpha_i = \beta_j = (\alpha\beta)_{ij}$ فرضية العدم (Null Hypothesis)

$H_A : \alpha_i \neq \beta_j \neq (\alpha\beta)_{ij}$ الفرضية البديلة (Alternative Hypothesis)

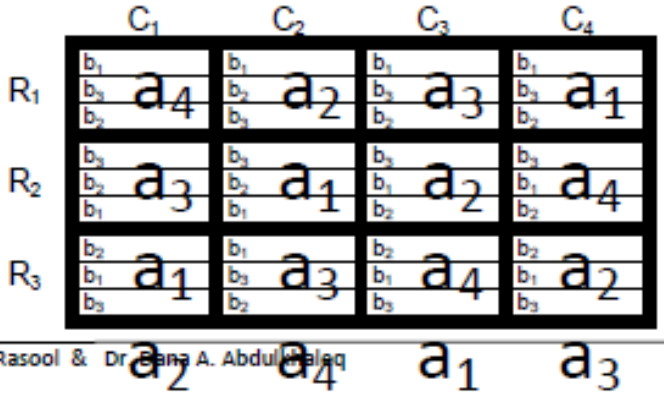
جدول تحليل التباين برموز جبرية : Analysis Of Variance (ANOVA) table in algebraic symbols

S.O.V	d.f	SS	MS	$F_{Calculate}$	F_{Table}	
					$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Replicates	r-1	$SS_R = \frac{\sum_{1}^{r} Y_{..k}^2}{ab} - CF$	$MS_R = \frac{SS_R}{df_R}$	$F_{Cal.(R)} = \frac{MS_R}{MS_{E(a)}}$	(df_R, df_e)	(df_R, df_e)
A	a-1	$SS_A = \frac{\sum_{1}^{a} Y_{i..}^2}{br} - CF$	$MS_A = \frac{SS_A}{df_A}$	$F_{Cal.(A)} = \frac{MS_A}{MS_{E(a)}}$	$(df_A, df_{E(a)})$	$(df_A, df_{E(a)})$
Error (a)	(a-1)(r-1)	$SS_{E(a)} = \frac{\sum_{1}^{a} Y_{i.k}^2}{b} - CF - SS_A - SS_R$	$MS_{E(a)} = \frac{SS_{E(a)}}{df_{E(a)}}$			
B	b-1	$SS_B = \frac{\sum_{1}^{b} Y_{.j.}^2}{ar} - CF$	$MS_B = \frac{SS_B}{df_B}$	$F_{Cal.(B)} = \frac{MS_B}{MS_e}$	$(df_B, df_{E(b)})$	$(df_B, df_{E(b)})$
A x B	(a-1)(b-1)	$SS_{AB} = \frac{\sum_{1}^{ab} Y_{ij.}^2}{r} - CF - SS_A - SS_B$	$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{df_{AB}}$	$F_{Cal.(AB)} = \frac{MS_{AB}}{MS_{E(b)}}$	$(df_{AB}, df_{E(b)})$	$(df_{AB}, df_{E(b)})$
Error (b)	a (b-1)(r-1)	$SS_{E(b)} = SS_T - SS_R - SS_A - SS_{E(a)} - SS_B - SS_{AB}$	$MS_{E(b)} = \frac{SS_{E(b)}}{df_{E(b)}}$			

Total	abr-1	$SS_T = \sum_{1}^{abr} Y_{ijk}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{abr}$	CF			

③القطع الكاملة في تصميم المربع اللاتيني Whole Plots in a L.S.D.

إذا أردنا إستخدام تصميم المربع اللاتيني بالنسبة للقطع الكاملة فإن عدد الوحدات الكاملة لابد أن يساوي مربع عدد مستويات العامل المخصص للقطع الكاملة (a^2) . إذا أردنا تطبيق التجربة السابقة (4 x 3) بهذه الصورة و كان العامل A هو المخصص للوحدات الكاملة فإننا سنحتاج الى عدد من الوحدات الكاملة يساوي ($a^2=16$) ثم تقسم كل وحدة كاملة الى عدد من الوحدات الثانوية يساوي (b) أي الى ثلاث وحدات ثانوية، و يلاحظ هنا أن عدد الصفوف و عدد الأعمدة يجب أن يساوي عدد مستويات عامل القطع الكاملة (r = c = a) . وو من الممكن أن يكون مخطط التجربة كما يلي:



R_4

b_3	b_3	b_1	b_1
b_2	b_1	b_3	b_3
b_1	b_2	b_2	b_2

مخطط لتجربة عاملية (4 x 3) في تصميم قطع منشقة مع تطبيق تصميم المربع اللاتيني على القطع الكاملة .

النموذج الرياضي Linear Model :

$$Y_{ijkl} = \mu + R_k + C_l + \alpha_i + \zeta_{i(kl)} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijkl} \qquad \begin{cases} i = 1,2,3,...a \\ j = 1,2,3,...b \\ k = 1,2,3,...ab \\ l = 1,2,3,...ab \end{cases}$$

$$\mu = \bar{Y}_{...}$$
$$R_k = \bar{Y}_{..k} - \bar{Y}_{...}$$
$$C_l = \bar{Y}_{...l} - \bar{Y}_{...}$$
$$\alpha_i = \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...}$$
$$\zeta_{i(kl)} = \bar{Y}_{i.(kl)} - \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{..k} - \bar{Y}_{...l} + 2\bar{Y}_{...}$$
$$\beta_j = \bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...}$$
$$(\alpha\beta)_{ij} = \bar{Y}_{ij.} - \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{.j.} + \bar{Y}_{...}$$
$$\varepsilon_{ijkl} = Y_{ijkl} - \bar{Y}_{i.(kl)} - \bar{Y}_{ij.} + \bar{Y}_{...}$$

حيث أن:

Y_{ijkl} : قيمة المشاهدة الخاصة بالوحدة التجريبية الموجودة في الصف l و العمود k والتي أخذت المستوى i من العامل A و المستوى j من العامل B،

μ : المتوسط العام للمجتمع ،

R_k : قيمة تأثير الصف k الموجودة فيه الوحدة التجريبية،

C_l : قيمة تأثير العمود l الموجودة فيه الوحدة التجريبية،

α_i : قيمة تـاثير المستوى i من العامل A ،

$\zeta_{i(kl)}$: قيمة تـاثير الخطا التجريبي للقطع الكاملة،

β_j : قيمة تـاثير المستوى j من العامل B ،

$(\alpha\beta)_{ij}$: قيمة التـاثير المشـترك بين المستوى i من العامل A و المستوى j من العامل B ،

ε_{ijkl} : قيمة الخـطا التجريبي للقطع الثانوية.

فرضية العدم (Null Hypothesis) $H_o : \alpha_i = \beta_j = (\alpha\beta)_{ij}$

الفرضية البديلة (Alternative Hypothesis) $H_A : \alpha_i \neq \beta_j \neq (\alpha\beta)_{ij}$

جدول تحليل التباين برموز جبرية Analysis Of Variance (ANOVA) table in algebraic symbols :

S.O.V	d.f	SS	MS	$F_{Calculate}$	F_{Table}	
					$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Rows	a-1	$SS_R = \frac{\sum_1^a Y_{k..}^2}{ab} - CF$	$MS_R = \frac{SS_R}{df_R}$	$F_{Cal.(R)} = \frac{MS_R}{MS_{E(a)}}$	df_R , $df_{E(a)}$	
Columns	a-1	$SS_R = \frac{\sum_1^a Y_{.l.}^2}{ab} - CF$	$MS_C = \frac{SS_C}{df_C}$	$F_{Cal.(C)} = \frac{MS_C}{MS_{E(a)}}$	df_C , $df_{E(a)}$	
A	a-1	$SS_A = \frac{\sum_1^a Y_{i..}^2}{ab} - CF$	$MS_A = \frac{SS_A}{df_A}$	$F_{Cal.(A)} = \frac{MS_A}{MS_{E(a)}}$	df_A , $df_{E(a)}$	

Error (a)	(a-1)(a-2)	$SS_{R(a)} = \frac{\sum_{1}^{a^2} Y^2_{i,k=1,j=1}}{b} - CF - SS_B - SS_C - SS_A$	$MS_{R(a)} = \frac{SS_{R(a)}}{df_{R(a)}}$			
B	b-1	$SS_B = \frac{\sum_{1}^{b} Y^2_{.j.}}{a^2} - CF$	$MS_B = \frac{SS_B}{df_B}$	$F_{Cal\,(B)} = \frac{MS_B}{MS_{R(b)}}$	df_B , $df_{R(b)}$	
A x B	(a-1)(b-1)	$SS_{AB} = \frac{\sum_{1}^{ab} Y^2_{ij.}}{a} - CF - SS_A - SS_B$	$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{df_{AB}}$	$F_{Cal\,(AB)} = \frac{MS_{AB}}{MS_{R(b)}}$	df_{AB} , $df_{R(b)}$	
Error (b)	a(a-1)(b-1)	$SS_{R(b)} = SS_T - SS_B - SS_C - SS_A - SS_{R(a)} - SS_B - SS_{AB}$	$MS_{R(b)} = \frac{SS_{R(b)}}{df_{R(b)}}$			
Total	a^2b-1	$SS_T = \sum_{1}^{a^2b} Y^2_{ijkl} - \frac{(Y_{...})^2}{a^2}$	CF			

الأسبوع : الخامس عشر

الارتبـاط والانـــحدار

دراسة العلاقة بين المتغيرات

أنواع المتغيرات المراد إيجاد العلاقة بينهما

١. متغير المعاملات والتي تخضع لسيطرة الباحث مثل معدلات مختلفة من التسميد، مجموعـة مـن الأصناف تجرى مقارنتها، عدة طرق مكافحة للحشائش على محصول معين.....الخ

٢. متغير الظروف البيئية المحيطة والتي لا تخضع لسيطرة الباحث كالأمطار ، أشعة الشمس، الحرارة ، الرطوبة .....الخ

٣. متغير الاستجابة Response (المتغير التابع) والتي تتمثل بالصفات البيولوجية والفـسيولوجية للوحدات التجريبية التي تطبق عليها المعاملات المطلوب اختيارها مثل الـتغير في كميـة إنتـاج المحصول، التغير في ارتفاع النبات أو أي صفة أخرى.

إن الأبحاث الزراعية التي تجرى غالبيتها للتعرف على سلوك الكائنات البيولوجية في إطار ظروف بيئة معينة أو عند تطبيق عمليات إدارية معينة (أي تطبيق معاملات معينة لدراسة تأثيرها) ولذلك لابـد من التعرف على طبيعة العلاقة التي قد تحدث بين المتغيرات السابقة ذكرها (المعـاملات ، العوامـل البيئية والاستجابة)

أولا: العلاقة بين المتغيرات

سلوك أي محصول يمكن التعرف علية من خلال ما تعكسه صفاته بعد تطبيق معاملات معينة في ايـة تجربة فتقاس هذة الصفات ومن ثم تدرس العلاقة بينهما للحصول على معلومات تفيد في التعرف على مدى تأثير المعاملات على كمية الإنتاج فعلى سبيل المثال في التجارب التي تطبق لغرض دراسة تـأثير كثافة النباتات على انتاج القمح فإن العلاقة بين الإنتاج ومكوناته كعدد الأشطاء أو وزن الحبوب في السنبلة تعتبر مؤشرات جيدة يمكن التعرف منها على التأثيرات غير المباشرة للمعاملات علـى كميـة حاصل الحبوب فمثلا من المتوقع أن يزد حاصل الحبوب بزيادة عدد الأشـطاء أو وزن الحبـوب أو التداخل بينهما . كذلك في برامج التحسين للأصناف والتي يخطط لها بهدف إنتاج صنف من محصول ما يتميز بإنتاج عالي ومحتويات عالية من البروتين فمثلا في محصول القمح إذا كانت العلاقة إيجابية بين هاتين الصفتين فيصبح من السهولة إنتاج صنف بإنتاج عالي ونسبة بروتين عالية ، وعلـى العكـس عندما تكون العلاقة سالبة بين الصفتين فيصبح من الصعوبة الحصول على مثل هذا الـصنف حيـث يتطلب مجهود ووقت كبير ولذلك لابد من وجود دراسات لتحديد العلاقات بين المتغيرات.

ثانيا:العلاقة بين الاستجابة والمعاملات

عندما تكون المعاملات التي يجرى تطبيقها في أية تجربة كمية مثل كمية السماد التي تضاف للهكتار او عدد النباتات في وحدة المساحة أو مسافة الزراعة بين النباتات وغيرها من المعاملات فإذا مـا وجـد

علاقة بين المعاملات وبين الاستجابة التي تعكس على المحصول فان العلاقة لا تكون متخصصة فقط عند المستويات المستخدمة من المعاملات بل تكون العلاقة ضمن المدى المستخدم من المعاملات مثـــل استخدام أربعة مستويات من السماد النيتروجيني (٠، ٩٠، ٥٠، ٢٠٠) حيث تكـــون العلاقـــة بـــين الحاصل ومعدلات التسميد من (٠ــــــ٩٠) .

ثالثا: العلاقة بين الاستجابة والبيئة

عند تطبيق معاملات معينة في تجربة على محصول معين في ظروف بيئة مختلفة أو مواســـم مختلفـــة أو سنين مختلفة ففي مثل هذه التجارب فإن دراسة العلاقة بين العوامل البيئة (ضوء الشمس، الأمطـــار، الحرارة، الرطوبة) والمحصول تعد من المتطلبات الضرورية في التجارب الزراعية التي تهدف إلى زيادة الإنتاج وتحسين النوعية في المحاصيل المختلفة

أمثلة لدراسة العلاقة بين المتغيرات

١. العلاقة بين نسبة الطين في التربة ودرجة مسامية التربة
٢. العلاقة بين نسبة البروتين في العليقة والزيادة في وزن الحيوانات
٣. العلاقة بين تركيز الحديد وإنتاج الأشجار
٤. العلاقة بين درجة الحرارة ونمو النبات
٥. العلاقة بين كمية الأمطار والمحصول
٦. العلاقة بين طول الأخ وطول الأخت في الأسرة

فإذا كان الهدف دراسة العلاقة بين أثر متغير أو أكثر من المتغيرات المستقلة **الكمية** على متغير تابع **كمي** . ففي هذه الحالة يستخدم تحليل **الإنحدار أو الإرتداد Regression** حيث تميز المتغيرات الى متغير مستقل Independent ويرمز له بالرمز X والمتغير الآخر بالمتغير التابع Dependent ويرمز له بالرمز Y بحيث أن Y دالة لـــX بمعنى أن أي زيادة في المتغير المستقل X يقابله زيادة أو نقص في المتغير التابع Y كصفة الإنتاجية تعتبر متغير تابع وجميع الصفات الأخرى إلى تؤثر على هذه الصفة تعد متغيرات مستقلة .

أما إذا كان الهدف دراسة العلاقة بين متغيرين كميين بغض النظر عن أيهما يؤثر على الآخر فيتم استخدام تحليل **الارتباط أو التلازم Correlation** حيث نتمكن من خلال هذه العلاقة التعرف على ونوع وقوة العلاقة التي تربط بين متغيرين أو أكثر ، وهذه المتغيرات تعد متغيرات مستقلة .

ويمكن تصنيف طرق تحليل الانحدار والارتباط على أساس عدد المتغيرات التي يتـــضمنها أي تحليـــل وشكل العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمعتمدة إلى ما يأتي:

١. انحدار وارتباط خطي بسيط
٢. انحدار وارتباط خطي متعدد
٣. انحدار وارتباط غير خطي بسيط
٤. انحدار وارتباط غير خطي متعدد

أولا: تحليل الانحدار *Regression*

الانحدار الخطي البسيط Simple Linear Regression

يهتم تحليل الانحدار بدراسة وتحليل أثر متغير أو أكثر من المتغيرات المستقلة الكمية على متغير تابع كمي . ويمكن وصف العلاقة بين المتغيرين في صورة معادلة وعلى الباحث تحديد نوع هذه المعادلة هل هي خطية أو غير خطية وذلك بفحص البيانات فإذا كانت العلاقة من النوع الذي يمكن وصفة في صورة خط مستقيم فإن هذا النوع من العلاقات يعرف باسم الانحدار الخطي وحيث أن قيمة Y دالة لمتغير مستقل واحد فيطلق عليها بالانحدار الخطي البسيط ويمكن تمثيل معادلة الانحدار كالتالي:

من الدرجة الأولى والثانية على الصورة التالية :

$$Y = a + bX$$

$$Y = a + bLX1 + b2x2$$

حيث أن :

Y:متوسط المتغير التابع الذي نريد تقديره (التنبؤ).

X:متوسط المتغير المستقل.

a,b : مقادير ثابتة يمكن حسابها من مشاهدات العينة .

وعند معرفة قيم a,b يمكن التنبؤ بقيم Y عندما تأخذ X قيماً معينة .

أما الانحدار الخطي المتعدد كالتالي:

إذا كان : y : هو المتغير التابع ، $x_1, x_2, ..., x_p$: هي المتغيرات المستقلة ، فإن نموذج الانحدار المتعدد يأخذ الشكل التالي .

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + ... + \beta_p x_p + \varepsilon$$

حيث أن ε هو خطأ عشوائي ، $\beta_0, \beta_1, ..., \beta_p$ هي معاملات الانحدار ، وهي ثوابت يراد تقديرها باستخدام بيانات العينة .

افتراضات نموذج تحليل الانحدار

يستند نموذج تحليل الانحدار على الافتراضات التالية :

١. يفترض أن المتغيرات المستقلة $x_1, x_2, ..., x_p$ محددة ، وثابتة .

٢. يوجد استقلال إحصائي بين المتغيرات المستقلة.

٣. يوجد استقلال إحصائي بين المتغيرات المستقلة $x_1, x_2, ..., x_p$ و الخطأ العشوائي ε

الأخطاء العشوائية $(\varepsilon_1, \varepsilon_2, ..., \varepsilon_n)$ مستقلة إحصائيا ، ولها توزيع طبيعي متوسطه صفر ، ولها مصفوفة تباين وتغاير $\sigma^2 I_n$

الانحدار غير الخطي البسيط Simple Non Linear Regression

عندما تكون العلاقة الدالية بين متغيرين غير ثابتة عند الحدود المأخوذة فإن العلاقة في هذه الحالة علاقة غير خطية وهذه العلاقة شائعة عندما يكون مدى القيم واسع وذلك في الكائنات البيولوجية ومن الأمثلة على العلاقة غير الخطية :

١. استجابة محصول القمح للسماد النيتروجين تكون سريعة عن د المستويات المنخفضة وتبطأ الإستجابة عند المستويات المتوسطة وتصبح سالبة عند المستويات العالية

٢. دراسة نمو النبات مع الوقت يلاحظ أن النبات في البداية بطئ النمو عندما يكون صغيرا ثم تزداد سرعتة في المراحل الوسطى ثم يبطأ عندما يكبر النبات

ثانيا: تحليل الارتباط Correlation

الارتباط الخطي البسيط ، يقيس نوع وقوة العلاقة بين متغيرين ، فإذا رمزنا لمعامل الارتباط بالرمز r ، فإن قيمته تقع بين ± 1 أي أن $-1 < r < 1$ ، ويمكن تفسير نوع العلاقة بين المتغيرين حسب نوع الإشارة التي يأخذها معامل الارتباط ، وذلك على النحو التالي :

- إذا كانت إشارة معامل الارتباط موجبة $r > 0$ توجد علاقة طردية بين المتغيرين بمعنى أن زيادة أحد المتغيرين يصاحبه زيادة في المتغير الثاني والعكس .
- إذا كان : $r = 0$ لا توجد علاقة خطية بين المتغيرين وقد توجد علاقة لكن غير خطية
- إذا كانت إشارة معامل الارتباط سالبة $r < 0$ توجد علاقة عكسية بين المتغيرين بمعنى أن زيادة أحد المتغيرين يصاحبه انخفاض في المتغير الثاني .
- إذا كان $r \pm 1$ توجد علاقة تامة بين المتغيرين .

قوة العلاقة:

يمكن الحكم على قوة العلاقة من حيث درجة قربها من ١ حيث أن قيمة معامل الإرتباط تقع في مدى (١ــ١) وقد وصف بعض الإحصائيين درجات قوة العلاقة على النحو التالي:

علاقة طردية					علاقة عكسي				
قوية جدا	قوية	متوسطة	ضعيف	ضعيفة جدا	ضعيفة جدا	ضعيف	متوسطة	قوية	قوية جدا
١	٠,٩	٠,٧	٠,٥	٠,٣	٠,٣-	٠,٥-	٠,٧-	٠,٩-	١-
				٠,٠					
تامة				لا توجد علاقة					تامة

- لا يكون هناك حاجة في تحديد أي المتغيرين هو تابع أم مستقل كما في الإنحدار
- الإشارة الموجبة أو السالبة لمعامل الإرتباط تدل على إتجاة التغير في أحد المتغيرات نسبة للتغير في المتغير الآخر حيث أن R تكون سالبة إذا كانت الزيادة في أحد المتغيرين يقابلها نقصان في الآخر . وموجبة إذا كان كلا المتغيرين يحصل فيهما تغير بنفس الإتجاة

المصدر :

الشرحي ، محمد بن محسن. التصميم والتحليل الإحصائي للتجارب البيولوجية.

الجزء العملي

المفـــــــــــردات العمليـــــــــة	
الاســـبوع	تفـــــاصـــيل المفـــــردات
الأول	أنواع التجارب ، كيفية تخطيط التجربة ، مواصفات الباحث .
الثانـــي	حل تمارين لتحليل البيانات الخاصة بتصميم تام التعشية .
الثـــالث	تكملـــــــــــــــــة .
الرابـــع	حل تمارين حول تشخيص معنوية الفروق بين المتوسطات .
الخامـــس	حل تمارين لتحليل بيانات تصميم القطاعات الكاملة المعشاة .
الســـادس	تكملـــــــــــــــــة .
الســـابع	تمارين لإيجاد القيمة المفقودة في القطاعات الكاملة المعشاة .
الثـــامن	المربع اللاتيني ، التصميم ، تحليل مصادر الاختلاف .
التاســـع والعاشر	حل تمارين لتحليل مصادر اختلاف تصميم المربع اللاتيني .
الحادي عشر والثاني عشر	حل تمارين لتصميم التجارب العاملية .
الثالث عشر والرابع عشر	حل تمارين لتحليل تباين مصادر الاختلاف في تصاميم الألواح المنشقة
الخامس عشر	حل تمارين لإيجاد معاملات الارتباط والانحدار .

الأسبوع العملي : الأول

أنواع التجارب ، كيفية تخطيط التجربة ، مواصفات الباحث .

تقسيم التجارب بحسب الهدف منها

تجارب أولية Primary experiments

يكون الغرض من إقامتها دراسة عدد كبير من المعاملات عن موضوع لم يسبق دراسة من قبل وذلك للحصول على معلومات مبدئية عن تأثير تلك المعاملات بأخذ عدد محدود من القراءات لكل من المعاملات المختلفة بغرض تصفية هذا العدد الكبير من المعاملات الى عدد أقل يتم دراسة بدقة وعناية أكبر في التجارب المستقبلية أو مايسمى بالتجارب الدقيقة أو الأساسية .

- فمثلا إذا كانت التجربة تحتوي على عدة عوامل أو سلالات ، ١٤٤ سلالة – كمية البذور بالجرامات ففي هذه الحالة التجربة تكون أولية لمعرفة مدى التأقلم للظروف المحلية وبالتالي لا تجرى عليها تجارب دقيقة بسبب صعوبة التعامل معها بسبب زيادة العدد. والتحليل يكون مبدئيا بتصميم قطاعات غير عشوائية لانتخاب مجموعة معينة ومن ثم اجري التجارب الدقيقة
- فهدف التجارب الأولية الى تثبيت العوامل الغير مهمة حتى لا تحدث تفاعلات تعقد التجربة وتزيد من الخطأ وتقلل من أهمية النتائج فمثلا:

١. اجري تجربة أولية بين عامل الرطوبة والحرارة والمواعيد لتثبيت العوامل الغير مهمة ومن ثم دراسة العامل المهم
٢. كميات الماء على أعمار النبات فالنبات يحتاج الى رطوبة بحد معين للانبات ففي هذة الحالى لابد من إجراء تجربة أولية باستخدام كميات من الماء لمعرفة احتياج التنبيت (الرطوبة الأولية) لكي أطلع بعد ذلك استخدم كميات ومواعيد لكي تحصل على تجانس متماثل

تجارب دقيقة critical experiments

هذا النوع من التجارب يتطلب دقة عالية حيث يقوم الباحث بدراسة المعاملات بالتجربة مستعملا عدد من القراءات Observations للتأكد من حقيقة الاختلافات الموجودة بين المعاملات حيث يكون الغرض منها استنتاج ظاهرة ما أو القيام بتوصية معينة في مدى واسع من الشروط وظروف التجريب.

تجارب إرشادية Experiment Extension

أي نتائج وجدت في التجارب العلمية الدقيقة من غير المنطق أن تنقلها على المستوى المعاملات التجارية مباشرة لانها تصبح نتائج غير واقعية أو غير منطقية فلابد من إجراء مثل هذة التجارب بصورة مبسطة يسهل على العامة تطبيقها دون الاستعانة بالطرق الإحصائية مثل التجارب التي يقوم به الإرشاد الزراعي التي تندرج تحت اسم التجارب الإرشادية.

فمثلا أحد طلاب الدراسات العليا درس تأثير الكثافة النباتية لنبات البنجر حيث كانت حجم الوحدة التجريبية ٢×٣ وحول النتيجة الى الهكتار وكانت ٢٤٠ طن / هكتار هذة النتائج غير واقعية حيث أن النتائج التي حصل عليها في التجارب التي أجري لم تزيد عن ١٦٠ طن/ هكتار حيث نتوقع أن هناك عوامل أخرى

- هناك أحجام قياسية للوحدات التجريبية في التجارب الإرشادية

١. ٣ خطوط بطول ٣٦ متر طولي كحد أدنى في الذرة الشامية والدخن
٢. في التجارب الدقيقة ٣×٦ م بحيث يعمل زراعة وحصاد الي حيث لابد من تماثل الظروف التجارية ٦ خطوط بطول ١٢ متر بحد أدنى في الشعير والشوفان والقمح ومحاصيل الحبوب الصغيرة

١. يلاحظ أن معايير الحقلية مختلفة عن الدقيقة
٢. الإرشادية مماثلة للتجارية

تقسيم التجارب على أساس العوامل الداخلة فيها

أولا : التجارب البسيطة Simple Experiments

وهي تجارب ذات عامل واحد فقط مثل دراسة تأثير خمسة مستويات من الأسمدة النيتروجينية على إنتاج الطماطم، أو دراسة تأثير خمسة تركيزات من المبيد لمكافحة مرض معين... الخ وأهم مايميز هذه التجارب هو عدد المعاملات الداخلة في التجربة وظروف التحكم المستخدمة في التباين المحتمل داخل التجربة.

ثانيا: التجارب العاملية Factorial Experiments

هي التجارب التي تجرى لدراسة تأثير أكثر من عامل واحد وفي وقت واحد وفي مثل هـــذه التجارب يمكن الحصول على معلومات عن كل عامل من العوامل المختلفة المدروســة بالإضـــافة الى معرفة التداخل بين العوامل.

وتتضمن عدة تصاميم :

١. **في تجارب ذات عاملين تصمم بأحد التصميمات التالية**

a. تصميم عشوائي تام
b. تصميم قطاعات عشوائي
c. تصميم القطاعات المنشقة
d. تصميم الشرائح المنشقة

٢. **تجارب ذات ثلاثة عوامل:**

a. تجارب عامليه بثلاثة عوامل ومعظمها في قطاعات عشوائية ونادرا عشوائي تام
b. تجارب عامليه في تصميم قطاعات منشقة

متطلبات التجربة الجيدة

١. أن تكون التجربة ذات هدف محدد وواضح في صورة فروض يجرى إختبارها
٢. أن يكون الباحث ملما بمعرفة طبيعة المعاملات التجريبية ومعرفة الدور الذي يلعبة كل عامل لتحقيق الهدف من التجربة
٣. إختيار التصميم المناسب والبسيط سهل التحليل
٤. تقليل أو غياب الخطأ المنتظم وذلك بفرض الرقابة على التوزيع العشوائي للمعاملات
٥. أن تكون التجربة على درجة كبيرة من الدقة من حيث زيادة عـــدد الوحـــدات التجريبيـــة وزيادة عدد المكررات والدقة في تطبيق المعاملات وأخذ القياسات بدرجة متساوية من الدقة
٦. أن تكون الاستنتاجات من التجربة ذات مدى واسع من الصلاحية عند التطبيق على نطـــاق واسع تحت ظروف مختلفة وعديدة
٧. القدرة والإمكانية للباحث الذي سيقوم بالعمل لتقليل الخطأ
٨. إتباع الأساليب الفنية في تطبيق وأخذ المعلومات

مراحل تنفيذ التجارب (محاضرة الإنتاج النباتي)

١. تحديد المشكلة قبل اختيار التصميم

- المشكلة عنصر أساس فإذا لم يوجد مشكلة حقيقية أو ظاهرة يبحث لها عن تفسير
- فمثلا درس أحد الطلاب تأثير هرمون التجذير على محصول الرمان وذكر في الدراسات السابقة أن الهرمون أعطى نتائج جيدة في التجذير ؟ ففي هذه التجربة لم يـــتم توضـــيح المشكلة ؟ ولماذا اذا أجريت التجربة ؟ وماهو السبب ؟ وماهو الهدف من التجربة حيث كرر عمل غيرك؟؟
- أحيانا التجربة التي أجراها الطالب لا تعكس المشكلة
- الأهداف عن طريق تطبيقها تستطيع حل المشكلة

- عند الانتهاء من التجربة وعند التحليل تسأل نفسك هل حققت التجربة الهدف من إجرائها وهل طبقت كل الأهداف

٢. عند تحديد الهدف حدد المعاملات والعوامل التي تؤثر على تلك المشكلة أو الظاهرة المراد دراستها

٣. حدد الصفات المدروسة التي لها دور في حل المشكلة (المتغيرات Variable)ويرمز للمتغير الإحصائي عادة بـ Y أو X depended variable

٤. جمع الدراسات السابقة لتقليص عدد العوامل وعدد المعاملات

٥. حدد مكونات التجربة من خلال الإمكانيات المتاحة (الوحدات التجريبية – المكررات – المعاملات)

٦. حدد حجم الوحدات التجريبية حيث تعد عنصر أساسي في التجربة فحجم الوحدة التجريبية تحكمها الإمكانيات والأرض المتاحة والتجهيزات المتاحة. فتباين الوحدة يغير من شكل الوحدة التجريبية (مربع ، مستطيل

٧. اختيار التصميم المناسب

كيف يتمكن الباحث من اختيار التصميم المناسب ؟؟

- خبرة الباحث
- التجارب السابقة
- نوع المعاملات المستخدمة حيث تفرض عليك توزيع معين أو تصميم معين

لتقليل الخطأ من التطبيق والتداخل بين المعاملات في قطاعات رئيسية وبالتالي نوع المعاملة تفرض على تطبيق تصميم معين ،كذلك تطبيق الميدات في قطاعات عشوائية كل ميد يمثل قطاع حتى يسهل التطبيق وعم حدوث تداخل أثناء عملية الرش

٨. تنفيذ التجربة

٩. أخذ القياسات

أكثر ما يواجه الباحثين أخذ القياسات أكثر من اللازم أو أخذ قياسات لا تعكس أهداف التجربة أو عدم أخذ قياسات مهمة تعكس أهداف التجربة . حيث أن كل قياس يحقق هدف معين في التجربة .فتحديد القياسات مهمة جدا فكلما كان الباحث دقيق في تحديد القياسات المطلوبة والموعد المناسب كلما كانت النتائج ذات قيمة أو مدلول كبير .

فمثلا معاملات النيتروجين وأخذ المساحات الورقية ونسبة النيتروجين في الأوراق . فالموعد المناسب لأخذ المساحة الورقية من خلال دراسات سابقة .كذلك متبقيات الميدات لها مواعيد محددة فكل

قياس تأخذه من دراسات سابقة وليس عشوائيا. فلكل صفة لها ظروف معينة وطرق واضحة من خلال الدراسات السابقة.

١٠. تحليل البيانات و اختبار الفروقات بين المتوسطات بإدخال البيانات المطلوب تحليلها في البرامج الإحصائية المختلفة والموجودة على أجهزة الحاسب والتي من أهمها برنامج SAS والذي يستخدم بكثرة في تحليل بيانات التجارب العلمية .

١١. تفسير البيانات ووضع الاستنتاجات

اختبار الفرضيات Hypothsis testing

يفترض على الباحث أن يضع فرضيات حول مشكلة معينة يريد دراستها وهي عبارة عن إدعاء (قد يكون صائبا وقد يكون خاطئا) وهي نقطة مهمة في مجال اتخاذ القرار وهذا الإدعاء يبقى رفضة أو قبولة فوضع إختبار وهذة الفرضيات كالتالي:

١. **فرضية العدم Null Hypothesis (H0)**

وهي تنص على عدم وجود أية فروق معنوية بين المعاملات المستخدمة. حيث يقوم الباحث بوضع هذة الفرضية على أمل أن يرفضها عند عدم توفر الأدلة الكافية على قبولها

٢. **الفرضية البديلة Alternative Hypothesis (Ha)**

وهذة الفرضية تؤكد وجود فروق معنوية بين المعاملات في تأثيراتها وعادة توضع هذة الفرضية لتكون بديلة عن فرضية العدم في حالة رفضها .ويتم قبول إحدى الفرضيتين السابقتين ورفض الأخرى استنادا إلى الاختبارات التي يقوم بها الباحث ويتخذ القرار المناسب من نتائج هذه الاختبارات.وقد تقود طريقة اتخاذ القرار الى الوقوع في نوعين من الأخطاء هي :

١. الخطأ من النوع الأول Type1 Error حيث يقع الباحث في هذا النوع من الأخطاء عندما يرفض فرضية العدم في الوقت الذي تكون هي الفرضية الصحيحة ويكون هذا الخطأ أخطر من الخطأ الثاني لأنة يعطي نتائج غير صحيحة

٢. الخطأ من النوع الثاني Type Error2 حيث يقع الباحث في هذا النوع من الأخطاء عندما قبولة فرضية العدم في الوقت الذي تكون هي الفرضية الخاطئة وفي هذة الحالة الخطأ أقل خطورة في أن الباحث يفقد معلومات دون أن يعطي نتائج غير صحيحة. ونسبة الوقوع في الخطأين متعاكسة فإذا زاد أحدهما قل الآخر فينصح بزيادة عدد المكررات لتقيل من الوقوع في الخطأئن.

كيفية تخطيط التجربة

الأسلوب العلمي المتبع في إجراء البحوث والتجارب :

1- تحديد المشكلة المراد دراستها تحديدا واضحا ووضع أهداف تؤدي إلى حلها.

2- وضع الفرضيات التي تساعد على تحقيق الأهداف السابقة.

3- تحديد العامل أو العوامل ومستوياتها التي ستستخدم في التجربة.

4- تحديد الصفة أو الصفات التي سيتم دراستها وكيفية قياسها.

5- تعيين الوحدات التجريبية التي ستطبق عليها المعاملات.

6- اختيار التصميم التجريبي الملائم.

7- جمع البيانات.

8- تحليل البيانات إحصائيا.

9- مناقشة النتائج وتفسيرها.

10- إعداد تقرير علمي عن التجربة وما أدت عليه من نتائج.

وقد أوضح لنا الرواي وخلف الله (1980) طريقة تخطيط التجربة Layout of Experiment

ان تخطيط التجربة يعني تحديد مكان وزمان التجربة وطبيعة المواد التجريبية وطريقة توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية أو العكس ، ولكي يمكن إجراء ذلك فإن المساحة التجريبية الكلية أو المواد التجريبية تقسم الى عدد من الوحدات التجريبية المتجانسة ولنقل أن عددها الكلي يساوي N ، ثم نختار من هذه الوحدات بطريقة عشوائية تماما عددا وليكن r_1 ويخصص لإحدى المعاملات المدروسة (والتي عددها t) ولنفرض أنها خصصت للمعاملة الأولى t_1 . بعد ذلك نختار عشوائيا عددا آخر من الوحدات التجريبية r_2 لتخصص لمعاملة أخرى ولتكن t_2 مثلا ... وهكذا نستمر على هذا المنوال الى أن نستوعب تطبيق جميع المعاملات . وإذا ما تكرر تطبيق كل معاملة من المعاملات بعدد متساو من المرات (أي على عدد متساو من الوحدات التجريبية) ففي هذه الحالة نجد أن :

$$r_1 = r_2 = \ldots\ldots r_t$$

$$\sum r_i = r_1 + r_2 + \ldots\ldots + r_t = rt = N$$

وكمثال لتخطيط تجربة باستخدام التصميم العشوائي الكامل . نفرض أن عدد المعاملات المراد تطبيقها خمس معاملات (أي أن t = 5) وهذه المعاملات هي (t_1 و t_2 و t_3 و t_4 و t_5) وان كل معاملة منها سوف تكرر أربع مرات ، فمن الممكن أن يكون توزيع المعاملات كما يلي :

t_5	t_5	t_1	t_4	t_3
t_3	t_4	t_4	t_2	t_5
t_1	t_2	t_5	t_2	t_3
t_3	t_1	t_4	t_1	t_2

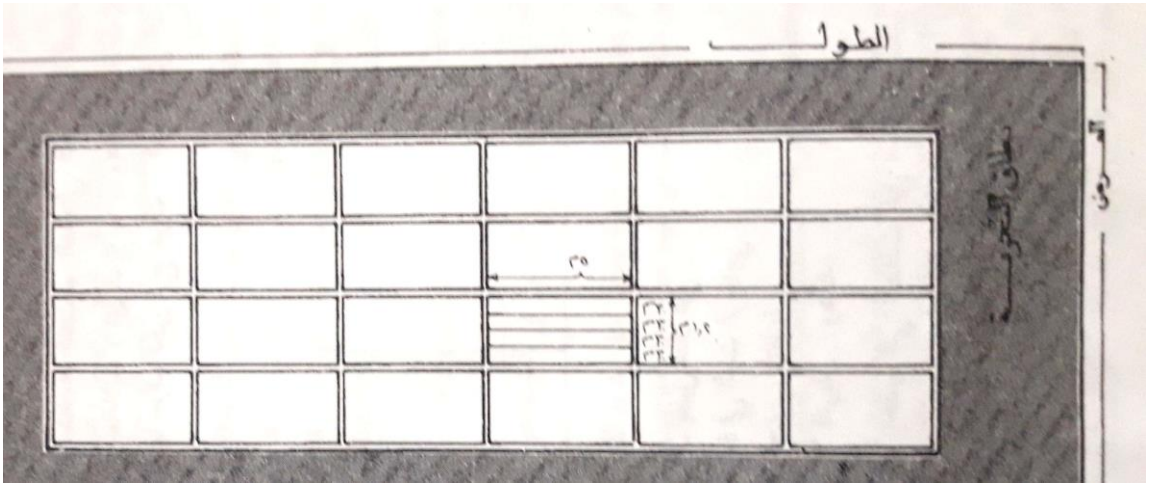
ومثل هذا التصميم من الممكن أن يطبق مثلا على :

أ- عشرين أصيصا على منضدة في البيت الزجاجي.

ب-عشرين حيوانا في أحدى تجارب التغذية .

ت-مجموعة من عشرين تحليلا للتربة .... وهكذا.

وكمثال آخر لإحدى التجارب الحقلية التي خططت على أساس التصميم العشوائي ، نسوق تجربة مقارنة ستة أصناف من القطن (فعدد المعاملات هنا ستة) وكل منها كرر أربع مرات ، أي أن كلا منها زرع في أربع قطع تجريبية اختيرت عشوائيا ، وكل قطعة تجريبية تكونت من ثلاث خطوط طولها خمسة أمتار ويبعد كل منها عن الآخر 30سم ، كما فصلت القطع التجريبية عن بعضها بفواصل عرض كل منها 50سم وترك حول الحقل التجريبي حزام حاجز زرع بأحد الأصناف ليعمل على تحديد التجربة وحمايتها ويمكن توضيح تخطيط التجربة كما في الشكل التالي:



والمساحة الكلية المطلوبة لتطبيق هذه التجربة يمكن حسابها على الوجه التالي:

المطلوب حسابه	باتجاه الطول (م)			باتجاه العرض(م)		
	العدد	الطول أو العرض بالمتر	عدد الأمتار	العدد	الطول أو العرض بالمتر	عدد الأمتار
قطعة تجريبية Plot	6	5	30	4	1.2	4.8
قنوات Cannals	.....	.....	.....	.....	.....	.....
فواصل بين القطع التجريبية	7	0.5	3.5	5	0.5	2.5
حزام حاجز Belt	2	5	10	2	1.2	2.4
القياس الكلي			43.5			9.7

وعليه فان المساحة الكلية المطلوبة تساوي (9.7 × 43.5) = 422 متر مربع

ويجب أن لا ننسى إضافة حساب القنوات في حالة التجارب الاروائية

مواصفات الباحث :

1- أن يكون ذو إطلاع واسع في مجال تخصصه وله القابلية على توظيف هذه الدراية في حل المشاكل المتعلقة بتخصصه بإتباع الأسلوب العلمي.

2- أن يكون مستوعبا للأسلوب العلمي وخطوات تنفيذ التجارب.

3- له القابلية على الاستفادة من النتائج المتحصل عليها من البحث والتنقيب.

4- له القدرة على الاستنتاج والتفسير العلمي وتحديد الفوائد المتحققة من البحث والتوصية بالدراسات اللاحقة.

5- يمتلك الخبرة الكافية في أنواع التصاميم التجريبية وطريقة تحليلها إحصائيا.

6- أن يمتلك المهارة الكافية لاستخدام البرمجيات الإحصائية لمعالجة البيانات وقدرته في قراءة مخرجات هذه البرمجيات ليتمكن من تفسير النتائج.

الأسبوع العملي : الثاني و الثالث

حل تمارين لتحليل البيانات الخاصة بتصميم تام التعشية .

جدول تحليل التباين للتصميم العشوائي الكامل Analysis of Variance for CRD Design

S.O.V. مصادر الاختلاف	d.f. درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	F. Value قيمة f المحسوبة
Treat. المعاملة	t-1	$SSt = \frac{\sum Yi.^2}{r} - CF$	$MSt = \frac{SSt}{t-1}$	
Experimental Error. الخطأ التجريبي	t(r-1)	$SSe = SST - SSt$	$MSe = \frac{SSe}{t(r-1)}$	$F = \frac{MSt}{MSe}$
Total الكلي	tr-1	$SST = \sum Yij^2 - CF$	----------	

علما أن :

t: عدد المعاملات في التجربة

r: عدد المشاهدات أو المكررات في كل معاملة

وأن CF يمثل معامل التصحيح ويساوي مربع مجموع القيم مقسوما الى عددها والعدد ناتج من ضرب عدد المعاملات (t) في عدد المكررات لكل معاملة (r).

أي أن :

$$CF = \frac{(Y..)^2}{tr}$$

مثال: أجريت تجربة شملت ثلاث سلالات (معاملات) من الابقار ، لدراسة تأثير السلالة في نسبة الدهن في الحليب وضمت كل معاملات أربعة أبقار أخذت عينة حليب (أنموذج) واحدة من كل منها لقياس نسبة الدهن وكانت كالاتي:

المعاملة (السلالة)	نسبة الدهن (Yij)	المجموع (Yi.)
فريزيان	3 , 3 , 4 , 2	12
براون سويس	4 , 5 , 3 , 4	16
جرسي	4 , 3 , 3 , 3	13
		Y.. = 41 المجموع الكلي

الحل :

يتم حساب معامل التصحيح أولا:

$$CF = \frac{(Y..)^2}{tr} = \frac{(41)^2}{3 \times 4} = 140.8$$

ثم مجموع مربعات المعاملات (SSt):

$$SSt = \frac{\sum Yi.^2}{r} - CF = \frac{(12)^2 + (16)^2 + (13)^2}{4} - 140.8$$

$$SSt = 2.166$$

يتم حساب مجموع المربعات الكلية (SST):

$$SST = \sum Yij^2 - CF$$
$$SST = 3^2 + 3^2 + 4^2 + \text{-----} + 3^2 - 140.8$$
$$SST = 6.92$$

يتم حساب مجموع مربعات الخطأ (SSe):

$$SSe = SST - SSt$$
$$SSe = 6.92 - 2.166$$
$$SSe = 4.75$$

ومن النتائج السابقة يمكن حساب متوسط مربعات كل من المعاملات والخطأ وكما يلي:

متوسط مربعات المعاملات (MSt):

$$MSt = \frac{SSt}{t-1} = \frac{2.166}{3-1} = \frac{2.166}{2} = 1.08$$

متوسط مربعات الخطأ (MSe):

$$MSe = \frac{SSe}{t(r-1)} = \frac{4.75}{3(4-1)} = \frac{4.75}{9} = 0.53$$

ومن خلال متوسط مربعات المعاملة والخطأ يمكن حساب قيمة F وكما يلي:

$$F = \frac{MSt}{MSe} = \frac{1.08}{0.53} = 2.05$$

ومن ثم يتم تكوين جدول تحليل التباين لتحليل البيانات:

جدول تحليل التباين للتصميم :(Anova Table).

S.O.V. مصـــــــــادر الاختلاف	d.f. درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	F. Value قيمـــــــة f المحسوبة
Treat. المعاملة	t-1= 3-1 = 2	SSt = 2.166	MSt = 1.08	
Experimental Error. الخطأ التجريبي	t(r-1) = 3(4-1) = 9	SSe = 4.75	MSe = 0.53	$F = \frac{1.08}{0.53}$ F = 2.05
Total الكلي	tr-1 = 3X4- 1 = 12	SST = 6.92	----------	

تقارن قيمة F المحسوبة (Calculated) وهي (2.05) مع قيمة F الجدولية (Tabulated) من جداول F (منشورة في نهاية كتب تصميم وتحليل التجارب) وفق درجات حرية المعاملة (2) ودرجات حرية الخطأ (9) فأذا كانت المحسوبة أعلى من الجدولية فأن تأثير المعاملة (السلالة) معنويا في الصفة المدروسة، وأذا كانت قيمة F المحسوبة أقل من الجدولية فأن تأثير المعاملة في نسبة الدهن غير معنوي (Non-significant) : ففي المثال السابق التأثير غير معنوي.

ويتم أختبار قيمة F على مستوى أحتمالية 0.05 أي (P<0.05) وأشارتها *

أو على مستوى أحتمالية 0.01 أي (P<0.01) وأشارتها **

وأن * تعني معنوي و ** عالي المعنوية.

سؤال١ واجب: أكمل جدول تحليل التباين الاتي :

S.O.V. مصـــــــادر الاختلاف	d.f. درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	F. Value قيمـــــــة f المحسوبة
Treat. المعاملة	3	60	----------	----------
Experimental Error. الخطـــــــأ التجريبي	--------	----------	15	
Total الكلي	19	----------		

سؤال٢ واجب: أكتب جدول تحليل التباين بالرموز للانموذج الرياضي الاتي:

$$Yij = \mu + Ti + eij$$

سؤال٣ واجب: ما هي ميزات ومحددات تطبيق التصميم العشوائي الكامل (CRD).

ملاحظة: بالامكان أستخراج معامل أختلاف التجربة (CV) وفق القانون الاتي : (من قسمة جذر متوسط مربعات الخطأ MSe (يؤخذ من جدول تحليل التباين) على المتوسط العام للصفة (X) في 100.

$$CV\% = \frac{MSe}{X} \times 100$$

ثانيا: التصميم العشوائي الكامل (CRD) في حالة عدم تساوي المكررات (مع تسجيل مشاهدة واحدة).

الانموذج الرياضي للتصميم : (Mathematical Model).(كما في حالة تساوي المكررات أنف الذكر). أي

$$Yij = \mu + Ti + eij$$

وتفسير رموزه كما في الانموذج السابق.

جدول تحليل التباين للتصميم :(Anova Table).

S.O.V. مصـــــــــادر الاختلاف	d.f. درجـــات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	F. Value قيمـــــــة f المحسوبة
Treat. المعاملة	t-1	$SSt = \frac{\sum Yi.^2}{ri} - CF$	$MSt = \frac{SSt}{t-1}$	$F = \frac{MSt}{MSe}$
Experimental Error. الخطأ التجريبي	$\sum ri-t$	$SSe = SST - SSt$	$MSe = \frac{SSe}{\sum ri-t}$	
Total الكلي	$\sum ri-1$	$SST = \sum Yij^2 - CF$	----------	

علما أن : معامل الاختلاف يحسب كما يلي في حالة عدم تساوي المكررات.

$$CF = \frac{(Y..)^2}{\sum ri}$$

حيث $\sum ri$: هو عدد المشاهدات (المكررات) في التجربة.

مثـال: في تجربة شملت أربع معاملات أستعمل فيها فيتامين (E) لدراسة تأثير نسبة الفيتامين (% 15 , 10 , 5 , 0) في العليقة على معدل الزيادة الوزنية في الدجاج المحلي وتم الحصول على البيانات التالية:

المعاملات	الزيادة الوزنية (Yij)	المجموع Yi.	عدد المشاهدات (المكررات) ri
1	10 , 15 , 20 , 22	67	4
2	10 , 12 , 13 , --	35	3

3	7 , 7 , 8 , 10	32	4
4	14 , 12 , --- , ---	26	2
		المجموع الكلي ..Y 160 =	∑ri = 13

الحل:

يتم حساب معامل التصحيح أولا:

$$CF = \frac{(Y..)^2}{\sum ri} = \frac{(160)^2}{13} = 1969.6$$

ثم مجموع مربعات المعاملات (SSt): ((مهم جدا)).

$$SSt = \frac{\sum Yi.^2}{ri} - CF = \frac{(67)^2}{4} + \frac{(35)^2}{3} + \frac{(32)^2}{4} + \frac{(26)^2}{2} - 1969.6$$

$$SSt = 153.81$$

يتم حساب مجموع المربعات الكلية (SST):

$$SST = \sum Yij^2 - CF$$
$$SST = 10^2 + \text{----------} + 12^2 - 1969.6$$
$$SST = 261.23$$

يتم حساب مجموع مربعات الخطأ (SSe):

$$SSe = SST - SSt$$
$$SSe = 261.23 - 153.81$$
$$SSe = 107.41$$

ومن النتائج السابقة يمكن حساب متوسط مربعات كل من المعاملات والخطأ وكما يلي:

متوسط مربعات المعاملات (MSt):

$$MSt = \frac{SSt}{t-1} = \frac{153.81}{4-1} = \frac{153.81}{3} = 51.27$$

متوسط مربعات الخطأ (MSe):

$$MSe = \frac{SSe}{\sum ri-t} = \frac{107.41}{13-4} = \frac{107.41}{9} = 11.93$$

ومن خلال متوسط مربعات المعاملة والخطأ يمكن حساب قيمة F وكما يلي:

$$F = \frac{MSt}{MSe} = \frac{51.23}{11.93} = 4.30$$

ومن ثم يتم تكوين جدول تحليل التباين لتحليل البيانات:

جدول تحليل التباين للتصميم (Anova Table):

S.O.V. مصادر الاختلاف	d.f. درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	F. Value قيمة f المحسوبة
Treat. المعاملة	t-1= 4-1 = 3	SSt = 153.81	MSt = 51.27	$F = \frac{51.27}{11.9}$ F = 4.30
Experimental Error. الخطأ التجريبي	∑ri-t = 13-4 = 9	SSe = 107.41	MSe = 11.93	
Total الكلي	∑ri-1 = 13-1 = 12	SST = 261.23	----------	

نقارن قيمة F المحسوبة (Calculated) وهي (4.30) مع قيمة F الجدولية (Tabulated) من جداول F وفق درجات حرية المعاملة (3) ودرجات حرية الخطأ (9)، نجد أن F المحسوبة أعلى من الجدولية لذلك فان تأثير المعاملة (الفيتامين) على معدل الزيادة الوزنية فأذا كانت المحسوبة أعلى من الجدولية فأن تأثير المعاملة معنويا في الصفة المدروسة، وأذا كانت قيمة F المحسوبة أقل من الجدولية فأن تأثير المعاملة في نسبة الدهن غير معنوي (Non-significant) : ففي المثال السابق التأثير غير معمعنويا على مستوى (P<0.05).

سؤال واجب: من البيانات الموضحة في الجدول الاتي (لديك ثلاث معاملات عدد مكرراتها غير متساوية)، أوجد جدول تحليل التباين لغاية قيمة F

المعاملات	الزيادة الوزنية (Yij)	المجموع Yi.	عدد المشاهدات
			ri (المكررات)
1	5 , 9 , 10 , 11	39	4
2	6 , 4 , -- , ---	10	2
3	9 , 10 , 3 , 4	26	4
		المجموع الكلي Y.. = 75	∑ri = 10

المصدر/

داغر ، علاوي لعيبي (2007) . تصميم وتحليل التجارب الزراعية . جامعة القادسية ، كلية الزراعة.

الأسبوع العملي :الرابع

حل تمارين حول تشخيص معنوية الفروق بين المتوسطات .

الأسبوع العملي : الخامس والسادس

حل تمارين لتحليل بيانات تصميم القطاعات الكاملة المعشاة .

الأسبوع العملي : السابع

تمارين لإيجاد القيمة المفقودة في القطاعات الكاملة المعشاة .

الأسبوع العملي : الثامن

المربع اللاتيني ، التصميم ، تحليل مصادر الاختلاف .

الأسبوع العملي : التاسع والعاشر

حل تمارين لتحليل مصادر اختلاف تصميم المربع اللاتيني .

الأسبوع العملي : الحادي عشر والثاني عشر

حل تمارين لتصميم التجارب العاملية .

الأسبوع العملي : الثالث عشر والرابع عشر

حل تمارين لتحليل تباين مصادر الاختلاف في تصاميم الألواح المنشقة

الأسبوع العملي : الخامس عشر

حل تمارين لإيجاد معاملات الارتباط والانحدار .