الفصل الأول
تعاريف عامة

البحث: وهو التنقيب المستمر عن المعارف والمفاهيم ، وعليه فالبحث العلمي يعني استمرار التقصي عن المعرفة والفهم في سبيل حل مشاكل محددة على ان يكون المنهاج المستخدم في حلها معتمدا على طريقة علمية.

العلم: هو مجموعة القوانين العامة التي تربط الحقائق المتباينة والتي تمكننا من صياغة فروض خاصة يستعان بها
في التنبؤ بأحداث معينة تحت ظروف محددة.

التجريب: وهو وسيلة الطريقة العلمية وتستخدم التجربة لأختبار الفرضيات وأستكشاف العلاقات الجديدة بين
المتغيرات. ويمكن تلخيص التجربة في النقاط الآتية:
أ- تحديد المشكلة.
ب- أختيار المتغير المؤثر أو المرتبط.
ج- تحديد العوامل التي سيجري تغييرها .
د- تحديد مستويات العوامل هل كمية أم وصفية وهل ثابتة أم عشوائية.
ه- كيفية الربط بين مستويات العوامل.

تطبيق الطريقة العلمية في البحوث: لتحقيق ذلك يجب اتباع النقاط الآتية:-
1- تعيين أو تحديد المشكلة المراد حلها أو دراستها.
2- فرض الفرضيات. والفرضيات نوعين:-
آ- فرضية العدم وتنص على عدم وجود فروقات بين المعاملات المستخدمة ويضعها الباحث على أمل أن
يرفضها عند عدم كفاية الأدلة لقبولها.
ب- الفرضية البديلة وتنص على وجود فروقات بين المعاملات المستخدمة في تأثيراتها وتوضع لتكون بديلة
عن فرضية العدم في حالة رفضها.
ويتم قبول أحدى الفرضيتين ورفض الأخرى أستنادا الى الأختبارات التي يقوم بها الباحث ويتخذ القرار المناسب.
وقد يقود أتخاذ القرارات الى نوعين من الأخطاء :-
1- الخطأ من النوع الأول:- وهو رفض فرضية العدم في الوقت التي تكون هي الفرضية الصحيحة.
2- الخطأ من النوع الثاني:- وهو قبول فرضية العدم في الوقت التي تكون هي الفرضية الخاطئة.

تصميم التجارب: هو عبارة عن سلسلة من الخطوات التي تتبع بهدف جمع البيانات واعدادها في جداول مناسبة
لتحليلها أحصائيا والوصول الى أستنتاجات يمكن تعميمها والأستفادة منها تباعا.
لدراسة أي مشكلة أو ظاهرة والعمل على حلها لابد من أتباع الطريقة العلمية .

أختيار التصميم التجريبي المناسب : عند أختيار تصميم تخريبي مناسب لأي تجربة ، يجب اخذ بنظر الأعتبار النقاط الآتية:-

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

1- التعرف على الوحدات التجريبية المطلوب دراسة تأثيراتها في التجربة ، هل التجربة بسيطة (ذات عامل واحد)

وتسمى تجربة بسيطة واذا كانت تتضمن أكثر من عامل تسمى تجربة عاملية.

2- التعرف على الوحدات التجريبية التي ستطبق عليها المعاملات ، هل هي متجانسة ام لا واختيار التصميم الملائم.

3- هل جميع المعاملات سوف تظهر معا في كل قطاع (تصميم قطاعات كاملة) أم أن عددا منها سوف يظهر معا في

قطاع وعدد أخر يظهر في قطاع آخر (تصميم قطاعات ناقصة).

ويمكن تلخيص التصميم في أربعة نقاط من الباحث تحديدها هي:-

أ- عدد المشاهدات المطلوب تسجيلها.

ب- الأسلوب التجريبي.

ج- طريقة تطبيق الأسلوب العشوائي.

د- النموذج الرياضي لوصف التجربة.

التحليل: وهي طريقة جمع البيانات وترتيبها وأختزالها ومن ثم أجراء أختبارات احصائية معينة يستعان بها في أتخاذ قرارات بخصوص الأهداف التي صممت التجربة لدراستها.

ويمكن تلخيص التحليل بثلاث نقاط أو مراحل:-

أ- جمع البيانات وجدولتها وأختزالها.

ب- أجراء أختبارات أحصائية.

ج- مناقشة النتائج وتفسيرها وأتخاذ القرارات.

تحليل التباين: وهو اجراء بعض العمليات الرياضية بهدف قياس التباين الموجود في البيانات ثم تقسيمه الى مصادره المختلفة وتلخيص ذلك في جدول يطلق عليه جدول تحليل التباين .

مصادر التباين Soures of Variation S.O.V.	درجات الحرية Degrees of Freedom d.f.	مجموع المربعات Sum of Squaeres S.S.	التباين المقدر (متوسط المربعات المقدر) Mean Squaer M.S.	التباين المتوقع (متوسط المربعات المتوقعة) expected Mean Squaer E.M.S.	Fالمحسوبة	Fالجدولية
ويشمل جميع مصادر التباين أو مسببات الأختلاف بين مواد التجربة وتحدد عادة بمعادلة النموذج الرياضي	وهي عدد القيم الحرة أو عدد المقارنات المستقلة التي يمكن اجراؤها لكل مصدر من مصادر التباين	مجموع مربعات الأنحرافات 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	تستخرج من الجدول لقيم F

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ولكي يكون تحليل التباينات سليما لابد من توفر الفروض الأتية:-

1- التأثيرات الأساسية تجميعية:- ويعني أن تأثير المعاملات وغيرها من التأثيرات الأخرى تضاف الى بعضها البعض

لتحديد قيمة المشاهدة ويلاحظ ذلك من خلال معادلة النموذج الرياضي الخاص بكل تصميم.وبصورة عامة فأن توفر هذا

الفرض يعني أن :

أ- تأثير المعاملات ثابت أي عدم وجود تداخل بين المعاملات والوحدات التجريبية ويعني ذلك أن المعاملة تضيف مقدار ثابت لكل وحدة تجريبية أي أن تأثير المعاملة متساو على جميع الوحدات التجريبية التي طبقت عليها.

ب- تطبيق معاملة ما على الوحدة التجريبية لايتأثر بتطبيق معاملة أخرى على وحدة تجريبية مجاورة، أي أن تأثير المعاملة مستقل.

ج- الفرق بين تأثير معاملتين يقاس بمقارنة متوسط جميع الوحدات التجريبية التي أخذت المعاملة الأولى و متوسط جميع الوحدات التجريبية التي أخذت المعاملة الثانية (الأخرى).

2- التوزيع العشوائي المستقل والطبيعي للخطأ التجريبي : عند أجراء الأختبار للفرضيات نفترض اساسا أن الأخطاء التجريبية تتوزع توزيعا طبيعيا ومستقلا وتسلك في هذا التوزيع سلوك التوزيع الطبيعي بمتوسط عام يساوي صفر

وتباين يساوي($\sigma^2 \varepsilon$) أي أن:

$$eij _ NDI(0,\sigma^2)$$

الوحدة التجريبية: هي أصغر وحدة أساسية أو هي أصغر جزء أو قسم من مواد التجربة تطبق عليها المعاملات أو توزع على المعاملة.

المعاملة: وتعني مجموعة الظروف المتغيرة التي توضع تحت سيطرة الباحث ، والتي يقوم الباحث بتوزيعها على الوحدات التجريبية أو يوزع عليها الوحدات التجريبية وحسب التصميم المختار.

تقسم التجارب على أساس العوامل الداخلة فيها الى:-

1- التجارب البسيطة : وهي التجارب التي تجري لدراسة تأثير عامل واحد فقط مثل دراسة تأثير أربع مستويات من البروتين في تغذية الدواجن وغيرها من الدراسات.

2- التجارب العاملية: وهي التجارب التي تجري لدراسة تأثير اكثر من عامل واحد في وقت واحد. وفي مثل هذه التجارب يمكن الحصول على معلومات عن كل عامل من العوامل المدروسة اضافة الى معرفة التداخل بين العوامل مثل دراسة تأثير ثلاث مستويات من الطاقة ومستويين من البروتين في تسمين العجول.

الخطأ التجريبي: هو مقياس الأختلافات الطبيعية التي توجد عادة بين مشاهدات سجلت من وحدات التجريبية عوملت بنفس المعاملة , وهناك عدة مصادر لمثل هذه الأختلافات والتي تنشأ عن عوامل لايستطيع الباحث التحكم بها ويمكن تلخيصها بثلاث مصادر وهي:-

1- الأختلافات الذاتية والتي توجد عادة بين الوحدات التجريبية ويمكن ارجاعها الى الأختلافات الوراثية أو التداخل بين التراكيب الوراثية والظروف البيئية التي يصعب السيطرة عليها.

2- الأختلافات في تطبيق المعاملة: تحدث بعض الأخطاء عند عدم تطبيق المعاملة الواحدة بصورة متساوية عند تكرارها بنفس الظروف على أكثر من وحدة تجريبية وكذلك أختلاف القائمين بتطبيق المعاملة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3- الأخطاء الفنية الأخرى والتي تحدث في التجربة وفي طرق أخذ القياسات للصفات المدروسة وتسجيل المشاهدات .

التحكم في الخطأ التجريبي:- يمكن التحكم في مقدار الخطأ التجريبي عن طريق:

1- أستخدام تصميم تجريبي أكثر كفاءة تبعا لمدى التجانس بين الوحدات التجريبية.

2- استخدام تحليل التباين المشترك .

3- أختيار حجم وشكل الوحدة التجريبية المناسب مع عدد مناسب من المكررات.

4- تحسين الطرق الفنية المستخدمة في تنفيذ ومتابعة التجربة والأهتمام بدقة القياسات وتسجيل البيانات منذ البدء وحتى الحصول على النتائج.

القواعد الأساسية لتصميم التجارب: يعتمد تصميم التجارب على ثلاث قواعد أساسية لبد من توفرها في أي تصميم والتي تعمل على تقليل الخطأ التجريبي مما يزيد من كفاءة ودقة التجربة وهذه القواعد هي:-

1- التوزيع العشوائي: ويعني ذلك اجراء توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية بشكل عشوائي بعيدا عن التحيز أو التدخل الشخصي في التوزيع (التوزيع دون نظام معين)وهذ الأسلوب يحقق الأتي:-

آ- تجنب الخطأ المنتظم ومنع ظهور أي تحيز في نتائجه.

ب- ضمان دقة تقدير الخطأ التجريبي وبالتالي زيادة دقة التجربة.

ج- ضمان توزيع الأخطاء التجريبية توزيعا حرا وبالتالي ضمان صحة أجراء الأختبارات الأحصائية اللازمة لأختبار الفرضيات.

2- التكرار: يقصد به تمثيل المعاملة الواحدة في أكثر من وحدة تجريبية للحصول على فكرة صحيحة عن تأثير المعاملة وأمكانية تقدير الخطأ التجريبي ويمكن فصله عن تأثير المعاملة مما يؤدي الى زيادة دقة التجربة وكذلك لضمان توسيع مدى تعميم نتائج التجربة، لأنة وكما سبق ذكره أن الوحدات التجريبية تختلف فيما بينها رغم وجودها تحت نفس الظروف.

3- التعرف على الوحدات التجريبية والتحكم فيها: ويم ذلك عن طريق معرفة الوحدات التجريبية وتمييز أتجاه لأختلافات فيها ومحاولة تقسيمها الى مجموعات متجانسة يتم توزيع المعاملات عليها بطريقة عشوائية ويعرف هذا التقسيم بتجميع الوحدات فيها بالمجموعات أو القطاعات.

متطلبات التجربة الجيدة: لكي يمكن اجراء تجربة جيدة لابد من توفر عدة شروط أو متطلباتوهي:-

1- غياب الخطأ المنتظم: أي عدم وجود أختلاف يأخذ أتجاه معين ، ويمكن التغلب عليها بالتوزيع العشوائي للتغلب على تأثير الأخطاء الذاتية الموجودة بين الوحدات التجريبية وبذلك يتحقق غياب الخطأ المنتظم.

2- الدقة: أن تكون التجربة على درجة عالية من الدقة وذلك عن طريق زيادة عدد الوحدات التجريبية لغرض الحصول على أقل خطأ تجريبي وكذلك زيادة عدد التكرارات مع أختيار التصميم الجيد والمناسب للتجربة والتوزيع العشوائي للمعاملات على الوحدات التجريبية فأننا نتوقع أن تقدير تأثير معاملة ما لن يختلف عن قيمته الحقيقية الأ كنتيجة لأخطاء عشوائية فقط وهي الخطاء التي تحدث طبيعيا وعادة تقاس هذه الأخطاء بما يسمى الخطأ القياسي.

3- اتساع مدى صلاحيات النتائج: أن تكون الأستنتاجات من التجربة ذات مدى واسع من الصلاحيات ينبغي أن لا تجري التجربة في ظروف مثالية جدا بحيث لايمكن أيجادها في الظروف العملية والحقلية في المستقبل بل يجب أن تطبق تحت ظروف مختلفة وعديدة وبالتالي تعطينا تأثيرا أكثر وضوحا بين المعاملات.

4- البساطة: أن يكون التصميم المستخدم في التجربة بسيط وسهل التحليل ولاحاجة للتعقيدات غير اللازمة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

5- تقدير الخطأ القياسي: من المرغوب حساب مدى التشكك في تقدير التأثيرات المختلفة التي قمنا بتقديرها على أن يكون ذلك من بيانات التجربة نفسها كلما أمكن ذلك ويعني ذلك تقدير الخطأ القياسي تقديرا جيدالنتمكن من اجراء أختبارات المعنوية وتحديد حدود الثقة أو الأختلافات الحقيقية عند مستوى الأحتمال المطلوب ويعتمد ذلك على الوحدات التجريبية التي تستجيب استجابة لتأثير أحدى المعاملات وتختلف بطريقة عشوائية تماما عن مجاميع الوحدات التجريبية الخاصة بالمعاملات الأخرى والذي يعطينا قياسا معقولا للخطأ . أما في التجارب التي تحتوي اعدادا قليلة جدا من الوحدات التجريبية فلن يكون بالأمكان تقدير الأنحراف القياسي تقديرا معقولا من نفس مشاهدات التجربة.

الخطوات التي تتبع في التجارب العلمية: يمكن تلخيص الأسلوب العلمي الذي يتبع عادة في أجراء البحوث والتجارب في عدة خطوات متتابعة وهي:-

1- تحديد المشكلة المراد دراستها تحديدا واضحا ووضع أهداف تؤدي الى حلها.
2- وضع الفرضيات التي تساعد في تحقيق الأهداف السابق ذكرها.
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- أختيار التصميم التجريبي الملائم.
7- جمع البيانات .
8- تحليل البيانات احصائيا.
9- مناقشة النتائج وتفسيرها.
10- اعداد تقرير علمي عن التجربة وما أدت اليه من نتائج.

خصائص تصميم التجارب الجيدة:

1- يجب أن يؤدي تحليل النتائج تبعا للتصميم المستخدم الى معلومات غير غامضة حول الأهداف الرئيسة من التجربة ويجب أن تكون التقديرات غير خاطئة.
2- يجب أن يكون النموذج الرياضي والأفتراضات المبنية عليه مؤاتيا لظروف ومواد التجربة.
3- يجب أن يؤدي التصميم الى الحصول على أقصى ما يمكن من معلومات بخصوص أهداف التجربة الرئيسة.
4- يجب أن يؤدي التصميم الى بعض المعلومات عن جميع أهداف التجربة.
5- يجب أن يكون التصميم ممكن التنفيذ على اساس ظروف العمل المتاحة للباحث.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الفصل الثاني
التجارب ذات العامل الواحد

أن التجارب ذات العامل الواحد هي تلك التجارب التي تتضمن عامل واحد يتغير بينما بقية العوامل تبقى ثابتة ، أو
هي تلك التجارب التي تهتم بدراسة عامل واحد فقط. وفي مثل هذه التجارب يتكون العامل المطلوب دراسته من عدة مستويات (معاملات).

التصميم العشوائي الكامل
The Completely Randomized Design (C.R.D.)

ويعرف بأنه التصميم الذي يتم فيه توزيع المعاملات المطلوب دراسة تأثيرها عشوائيا على الوحدات التجريبية المتجانسة أو توزع فيه الوحدات التجريبية المتجانسة جميعها توزيعا عشوائيا على المعاملات من غير نظام محدد.

مميزات التصميم وعيوبه

المميزات:-

1- أبسط أنواع التصاميم وأسهلها على الأطلاق.
2- يسمح بأستخدام أعلى ما يمكن من درجات الحرية للخطأ التجريبي بالمقارنة مع التصاميم الأخرى.
3- يتميز هذا التصميم بالمرونة، فهو لايضع حدودا لأعداد المعاملات أو التكرارات .
4- ليس من الضروري أن تتساوى أعداد التكرارات في المعاملات المختلفة ، وان كان من المرغوب فيه توحيدها.
5- طريقة التحليل الأحصائي بسيطة وسهلة وحتى ولو اختلفت تكرارات المعاملات.
6- فقدان بعض الوحدات التجريبية أو حتى معاملات بأكملها لايؤثر على بساطة التحليل الأحصائي.

أما عيوب التصميم فتتمثل في عيبين رئيسيين وهما:
1- لايصح استخدام هذا التصميم الا أذا كانت الوحدات التجريبية على درجة عالية من التجانس.
2- نظرا لأن الخطأ التجريبي يضم جميع الأختلافات بين الوحدات التجريبية ما عدا الأختلافات الناتجة عن لذلك فأن هذه القيمة المقدرة للخطأ التجريبي عادة تكون كبيرة مما يؤدي الى عدم دقة وكفاءة التصميم في بيان تأثير المعاملات مقارنة بالتصاميم الأخرى.

أستخدام التصميم العشوائي الكامل في حالة تسجيل مشاهدة واحدة لكل وحدة تجريبية:

معادلة النموذج الرياضي:-

$$Yij = \mu + ti + \varepsilon ij \quad \begin{cases} i= 1 , 2 , ...t \\ j= 1,2, ... r \end{cases}$$

حيث أن :

Yij هي قيمة المشاهدة j من المعاملة t

μ هو المتوسط العام للتجربة

ti هو تأثير المعاملة الخاصة بهذه المشاهدة وتقدر بمقدار انحراف متوسط هذه المعاملة عن المتوسط العام

εij مقدار الخطأ العشوائي الموجود في هذه المشاهدة ويقدر بقيمة أنحراف قيمة هذه المشاهدة عن متوسط المشاهدات التي أخذت نفس المعاملة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

جدول تحليل التباين لتجارب التصميم العشوائي الكامل

S.O.V.	d.f	S.S.	M.S.	F Cal.	F tab.
Total	tr-1	$SST= \sum yij^2 - (y..)^2/tr$			
treatment	t-1	$SSt=\sum yi^2/r - (y..)^2/tr$	Mst= SSt/t-1	F= Mst/Mse	$F_{(t-1),t(r-1)}$
error	t(r-1)	SSe= ST – SSt	Mse=SSe/t(r-1)		

$C.F.= (Y..)^2/tr$

أختبار الفرضيات : ويجري هذا الأختبار بفرض فرضية العدم بعدم وجود أختلافات في تأثير المعاملات والتي توضع على أمل رفضهاعند مستوى أحتمال معين

$Ho : \mu_1 = \mu_2 = ... \mu_t$ فرضية العدم

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2 \neq ..... \mu_t$ الفرضية البديلة

تقدير التأثيرات بأتباع طريقة المربعات الصغرى: يمكن بهذه الطريقة تقدير تأثير مكونات معادلة النموذج الرياضي للتصميم والتي تؤثر على المشاهدة لتعطيها قيمة معينة.

$$Yij = \mu + ti + \varepsilon ij$$

$\hat{u} = Y../tr = \bar{Y}..$ تأثير المتوسط العام

$t = \bar{Y}i. - \bar{Y}..$ تأثير متوسط أي معاملة

$\varepsilon_{ij}= y_{ij} - \bar{Y}i.$ تأثير الخطأ التجريبي

$\sigma^2= MSe$ تباين الخطأ التجريبي

$\sigma^2_t = MSt - Mse/r$ تباين أي معاملة

$S_{yij} = \sqrt{MSe}$ الأنحراف القياسي لأي مشاهدة

$S\bar{Y}i. = \sqrt{MSe/ r}$ الأنحراف القياسي لمتوسط أي معاملة

$S_{(\bar{Y}i. - \bar{Y}i.')} = \sqrt{2MSe/ r}$ الأنحراف القياسي للفرق بين متوسطي أي معاملتين

$C.V.\% = \sqrt{MSe}/ \bar{Y}..x100$ معامل أختلاف التحربة

بعد أكمال تحليل التباين وأجراء أختبار ( ) ولغرض معرفة هل هناك أختلافات معنوية بين المعاملات أي بين متوسطات المعاملات فأذا ثبت عدم معنوية قيمة ( ) المحسوبة فلا داعي لأجراء الأختبارات بعد التجربة أما أذا كان أختبار ( ) معنويا فأننا نستطيع أن نقرر بأن متوسطات المعاملات تختلف فيما بينها أختلافا معنويا، والسؤال هو بين أي متوسطات توجد هذه الأختلافات ، هل بين متوسط المعاملة الأولى والثانية وهكذا لبقية المتوسطات وحسب عدد عدد المعاملات الداخلة في التجربة وعليه يجب أجراء بعض الأختبارات بعد اجراء التجربة لمعرفة الفروقات المعنوية بين متوسطات المعاملات من عدمها ومن هذه الأختبارات ما يأتي:-

1- مقارنة جميع متوسطات المعاملات بمتوسط معاملة المقارنة (أختبار دنت)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وتجري هذه الطريقة بمقارنة عدد من متوسطات المعاملات مع معاملة المقارنة وتسمى معاملة السيطرة ، أي مقارنة معاملة السيطرة (الكنترول) ضد كل متوسطات المعاملات الأخرى وتتلخص خطوات هذه الطريقة بما يلي:

أ- أولاً نحسب قيمة الخطأ (الانحراف) القياسي للفرق بين متوسطي أي معاملتين:

$$S_{(\bar{Y}_i - \bar{Y}_{i'})} = \sqrt{2MSe/r}$$

ب- نستخرج قيمة ( ) من جدول دنت وذلك بمعرفة عدد متوسطات المعاملات ومستوى المعنوية المطلوب من الجداول الملحقة.

ج- نحسب قيمة الفرق المعنوي وذلك بضرب القيمتين السابقتين في الخطوتين أ و ب مع بعضهما:

$$D = S_{(\bar{Y}_i - \bar{Y}_{i'})} \times \text{Dunnett's } t$$

د- نحسب الفروق بين متوسط معاملة السيطرة ومتوسط كل من المعاملات الأخرى ثم نقارن هذه الفروق بقيمة المقدرة

وقد ذكر بعض الباحثين أن هذه الطريقة ممكن اجراءها بغض النظر عن نتيجة الأختبار العام ( )

2- المقارنات المتعددة بين المتوسطات: هناك العديد من الأختبارات التي تجري للمقارنة بين متوسطات المعاملات ببعضها للتعرف على الفروق المعنوية بينها ، وتختلف هذه الأختبارات بطريقة أجراءها وهل تعتمد المقارنة الفروق بين متوسطات أزواج المعاملات على قيمة أحصائية واحدة أم على قيم عديدة مقدرة كما تعتمد المتوسطات الداخلة في المقارنة ، كما تختلف هذه الطرق في مدى دقتها وحقيقة مستوى معنويتها عند تطبيقها وسنستعرض أختبارين منها :

أولاً- أختبار أقل فرق معنوي Least Significant Difference Test (L.S.D)

وهذا الأختبار يجري بحساب الفرق بين متوسطي معاملتين ويتم اعتبار الفرق بين متوسطي معنويا اذا كانت قيمة ( ) المحسوبة مساوية أو أكبر من قيمة ( ) الجدولية والتي نحصل عليها من جدول توزيع ( ) بمعرفة مستوى المعنوية المطلوب ودرجات حرية الخطأ (درجات الحرية الخاصة بتباين الخطأ من جدول تحليل التباين) وعليه فيمكن أعتبار أقل فرق معنوي عند مستوى معنوية 0.05 هو:

$$L.S.D_{(0.05)} = t_{(0.05)} \times S_{(\bar{Y}_i - \bar{Y}_{i'})}$$

$$= t_{(0.05)} \times \sqrt{2MSe/r}$$

$$= \sqrt{2} \times t_{(0.05)} \times \sqrt{MSe/r}$$

$$= (1.414) \times t_{(0.05)} \times S\bar{Y}i.$$

حيث أن $S_{\bar{Y}_i} = \sqrt{MSe/r}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

فأذا وجد الفرق بين متوسطي المعاملتين مساويا أو أكبر من قيمة ( )
المحسوبة فأن هذا الفرق يعتبر معنويا والعكس صحيح. وعلى هذا الاساس يمكن تلخيص خطوات أجراء هذا الأختبار في الخطوات التالية:

1- تقدير قيمة الخطأ القياسي لمتوسط أي معاملة: $S_{\bar{Y}i.} = \sqrt{MSe/r}$

2- أستخراج قيمة ( ) من جداول توزيع ( ) من الملاحق وذلك بمعرفة مستوى المعنوية ودرجات حرية الخطأ من جدول تحليل التباين.

3- حساب أقل فرق معنوي: $L.S.D. = (1.414)\ (t)\ (S_{\bar{Y}i.})$

4- تقارن الفروق بين أزواج المتوسطات بقيمة أقل فرق معنوي لتحديد معنوية الفروق من عدمه.

يعتبر هذا الأختبار من أكثر طرق الأختبار استخداما من قبل الباحثين وذلك لسهولة اجراءه ولكن لعدم ادراك الكثير منهم بقصور هذه الطريقة والذي يكمن في أن استخدام هذا الأختبار ليعتبر صحيحا الأ في حالة مقارنة معاملتين فقط، أي يكون صحيحا عندما يكون في التجربة معاملتين فقط لأنه كلما زاد عدد المعاملات ارتفع مستوى المعنوية تلقائيا مما يرفع درجةالخطأ في أتخاذ القرارات ، علما أنه لايجوز أجراء هذا الأختبار اذا كان أختبار ( ) غير معنوي.

ثانيا: أختبار دنكن Duncan's Multiple Range Test: Duncan

أقترح دنكن هذا الأختبار عام 1955 لتلافي عيوب الأختبارات السبقة ولكي يمكن أختبار جميع متوسطات المعاملات الداخلة في التجربة بنفس الدقة والكفاءة عند مستوى المعنوية المحدد للأختبار وفي هذا الأختبار فأن قيمة أقل فرق معنوي عدة قيم تعتمد على عدد المعاملات الدخلة في التجربة وعدد المقارنات المطلوبة وهذه القيم الأحصائية هي L.S.R. ويمكن أجراء هذا الأختبار بالخطوات الآتية:-

1- تقدير قيمة الخطأ القياسي لأي معاملة $S_{\bar{Y}i.} = \sqrt{MSe/r}$

2- استخراج قيم SSR من جدول دنكن وذلك بمعرفة مستوى المعنوية المطلوب ودرجات حرية الخطأ ونلاحظ أن هذه القيم تزداد بأزدياد عدد المتوسطات الداخلة في المقارنة.

3- حساب قيم أقل مدى معنوي كالآتي:-

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

4- ترتيب متوسطات المعاملات ترتيبا تصاعديا أو تنازليا.

5- مقارنة الفروق الممكنة بين المتوسطات بقيم L.S.R.

مثال تطبيقي: في دراسة اجريت لمعرفة تأثير أربع مستويات من البروتين في تسمين الحملان وبخمس مكررات وكانت البيانات كالآتي:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Treatments(ti)	r1	r2	r3	r4	r5	Yi.	$\bar{Y}$i.
t1	5	4	6	3	7	25	5
t2	6	6	5	7	7	31	6.2
t3	6	5	4	4	4	23	4.6
t4	7	7	7	7	7	35	7
						Y..	$\bar{Y}$..
						114	5.7

C.F. = $(Y..)^2/tr = (114)^2/20 = 649.8$

SST = $\sum yij^2 - C.F. = 5^2 + 4^2 + \ldots\ldots\ldots + 7^2 - 649.8 = 684 - 649.8 = 34.2$

SSt = $\sum Yi.^2/r - C.F. = 25^2 + 31^2 + 23^2 + 35^2 /5 - 649.8 = 668 - 649.8 = 18.2$

SSe = SST – SSt = 34.2 – 18.2 =16

S.O.V.	d.f.	SS	Ms	Fcal.	Ftab.
Total	19	34.2			
treatment	3	18.2	6.07	6.07	3.24
error	16	16	1.00		

$$Yij = \mu + ti + \varepsilon ij \quad \begin{cases} i = 1, 2, \ldots..4 \\ j = 1,2, \ldots\ldots 5 \end{cases}$$

$Y_{11} = 5$

$\mu = 5.7$

$ti. = \bar{Y}i. - \bar{Y}.. = 5 - 5.7 = -0.7$

$\varepsilon ij = y_{ij} - \bar{Y}i. = 5 - 5 = 0$

$5 = 5.7 + (-0.7) + 0 = 5$

أجراء الاختبارات :

بما أن F المحسوبة أكبر من الجدولية وهذا يعني أن للمعاملة تأثيرا معنويا على الصفة

المدروسة وعليه نقوم بأجراء الأختبارات بعد التجربة:-

1- أختبار دنت: نحسب قيمة الأنحراف القياسي للفرق بين متوسطي اي معاملتين

$S_{(\bar{Y}i. - \bar{Y}i.')} = \sqrt{2}MSe/r = \sqrt{2}(1)/5 = 0.63$

$D = S_{(\bar{Y}i. - \bar{Y}i.')} \times$ Dunnett's $t = 0.63 \times 2.63 = 1.66$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ti.	$\bar{Y}i.$	$\hat{Y}i.$ – Control mean(5)
2	6.2	1.2
3	4.6	-0.4
4	7	2

من مقارنة الفروقات بين معاملة السيطرة وبقية المعاملات ومقارنتها بالقيمة المحسوبة لأختبار دنت (1,66) لم نلاحظ أية فروقات معنوية بين معاملة السيطرة مع بقية المعاملات لأن جميع الفروقات كانت أقل من (1,66).

2- أختبار أقل فرق معنوي.

$$L.S.D.=(1.414)\times t_{(0.05)}\times \sqrt{MSe/r}$$

$$t\ tab.= 2.120$$

$$L.S.D.= (1.414)x2.120x\sqrt{1/5}$$
$$= 0.60$$

t1 vs t2 = 5-6.2 = - 1.2
t1 vs t3 = 5 – 4.6 = 0.4
t1 vs t4 = 5 – 7 = -2
t2 vs t3 = 6.2 – 4.6 = 1.6*
t2 vs t4 = 6.2 – 7 = 0.8*
t3 vs t4 = 4.6 – 7= - 2.4

3- أختبار دنكن:

$$S_{\bar{Y}i.} = 0.2$$

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

S.S.R. = 3.00 , 3.15 , 3,23

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$C.F. = (Y..)^2/\sum ri = (75)^2/14 = 401.79$

$SST = \sum yij^2 - C.F. = 4^2 + 5^2 + \ldots\ldots\ldots + 4^2 - 401.79 = 11.21$

$$SSt = \sum \frac{Yi.^2}{ri} - C.F.$$

$= (20)^2/4 + (19)^2/3 + (10)^2/2 + (18)^2/3 + (8)^2/2 - 401.79$

$= 100 + 120.33 + 50 + 108 + 32 - 401.79 = 410.33 - 401.79$

$= 8.54$

$SSe = 11.21 - 8.54 = 2.67$

S.O.V.	d.f.	SS	MS	F cal.
Total	13	11.21		
treat.	4	8.54	2.14	7.13
error	9	2.67	0.30	

تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

Randomized Complete Block Design

يعرف التصميم على أنه ذلك التصميم الذي يتم فيه تجميع الوحدات التجريبية في مجاميع أو تقسم الى قطاعات بحيث تكون الوحدات التجريبية الموجودة في كل قطاع متجانسة نسبيا ويكون عدد الوحدات التجريبية داخل كل قطاع مساويا لعدد المعاملات المطلوب دراستها في التجربة وتوزع المعاملات على الوحدات التجريبية داخل كل قطاع توزيعا عشوائيا ومستقلا عن بقية القطاعات الأخرى.

ويعني ذلك أن هذا التصميم يمكن أستخدامه في حالة عدم تجانس الوحدات التجريبية بشرط أن يكون الأختلاف بينها في أتجاه واحد.

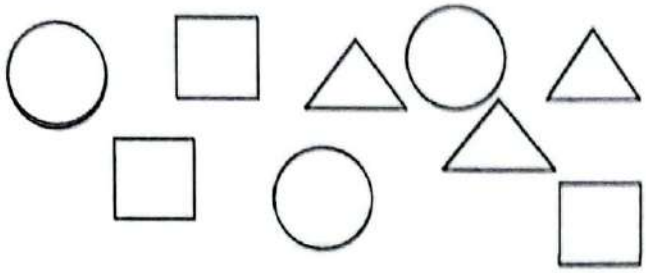
ميزات وعيوب التصميم:-

يمكن تلخيص أهم ميزات التصميم فيما يأتي؛

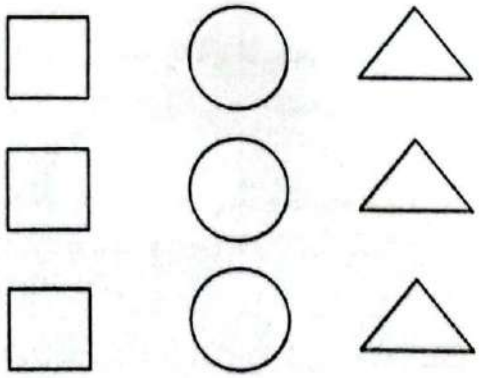
1- الدقة: وذلك عن طريق فصل مجموع مربعات القطاعات (مجموع مربعات الأنحرافات بين القطاعات) من مجموع مربعات الخطأ والذي يؤدي الى خفض تباين الخطأ وبالتالي زيادة دقة وكفاءة التجربة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- المرونة : ليس هناك قيود على عدد المعاملات أو عدد المكررات (القطاعات) في التجربة.
3- سهولة التحليل
4- تقدير المشاهدة المفقودة: في حالة فقدان بعض الوحدات التجريبية أو قيم مشاهداتها يمكن حساب تقديرات لها بسهولة وبالتالي يستمر التحليل الأحصائي دون أي تعقيدات.
5- الكفاءة النسبية عالية بالمقارنة بالتصميم العشوائي الكامل وذلك عن طريق تقسيم الوحدات التجريبية الى قطاعات مما يقلل قيمة الخطأ التجريبي.
أما عيب التصميم الأساسي فيتمثل في وجود أختلافات كبيرة بين الوحدات التجريبية داخل القطاع مما يسبب في زيادة قيمة الخطأ التجريبي.

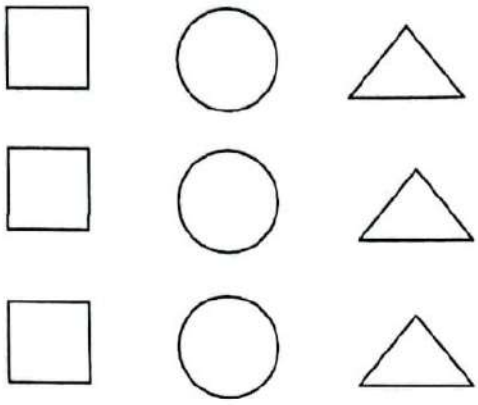


لنفرض لدينا ثلاث معاملات وكررت ثلاث مرات أي أن عدد الوحدات التجريبية المطلوبة للتجربة هو تسع وحدات وهذه الوحدات لم تكن متجانسة وهذا الأختلاف يمكن تمثيله بالأشكال أعلاه وعلى هذا الأساس يتم اجراء التصميم في خطوتين:
الخطوة الأولى هي تجميع الوحدات التجريبية المتشابهة في الشكل معا لتكون مجموعة متجانسة وتسمى كل مجموعة قطاعا.
الخطوة الثانية هي توزيع المعاملات المختلفة عشوائيا على الوحدات التجريبيةداخا كل قطاع وبمعزل عن بقية القطاعات كما في الشكل التالي:



تجميع الوحدات التجريبية المتشابهة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



توزيع المعاملات

معادلة النموذج الرياضي

$$Yij = \mu + ti + \beta j + \varepsilon ij \begin{cases} i = 1, 2, \ldots .t \\ j = 1,2, \ldots \ldots r \end{cases}$$

حيث أن:

yij

هي قيمة المشاهدة الخاصة بالوحدة التجريبية التي أخذت المعاملة( ) وموجودة في القطاع .

μ

هي قيمة المتوسط العام وهي قيمة ثابتة ومجهولة وتقدربالمتوسط العام لجميع المشاهدات

ti

هي قيمة التأثير الحقيقي للمعاملة( )وهي قيمة ثابتة ومجهولة وتقدر بمقدار أنحراف متوسط المشاهدات التي أخذت المعاملة ( )عن المتوسط العام.

βj

وهي التأثير الحقيقي للقطاع ( ) وهي قيمة ثابتة ومجهولة وتقدر بمقدار أنحراف متوسط المشاهدات الموجودة في القطاع ( ) عن المتوسط العام لجميع المشاهدات.

εij

وهو القيمة الحقيقية لتأثير الخطأ التجريبي الخاص بتلك المشاهدةالتي أخذت المعاملة( )

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وكانت ضمن القطاع ( )وتقدر بمقدار انحراف قيمة تلك المشاهدة عن القيمة التي تحددها المقادير الثلاثة السابقة.

جدول تحليل التباين:

S.O.V.	d.f.	SS	Ms	Fcal
Total	rt-1	$SST=\sum yij^2-(Y..)/rt$		
treat.	t-1	$SSt=\sum yi.2/r-(Y..)/rt$	Mst=SSt/t-1	Mst/Mse
bloesk	r-1	$SSb=\sum y.j2/t-(Y..)/rt$	MSb=SSb/r-1	
error	(t-1)(r-1)	SSe= SST-SSt-SSb	Mse=SSe/(t-1)(r-1)	

$\hat{u} = Y../tr = \bar{Y}..$ تأثير المتوسط العام

$t = \bar{Y}i. - \bar{Y}..$ تأثير متوسط أي معاملة

$bj = \bar{Y}.j - \bar{Y}..$ تأثير القطاع

$\varepsilon ij = yij - \bar{Y}i. - \bar{Y}.j + \bar{Y}..$ تأثير الخطأ التجريبي

مثال: البيانات الآتية تبين تأثير ثلاث طرق لزراعة محصول البطاطا على كمية الأنتاج بالطن علما علما أن المحصول زرع في أربع انواع من الترب المختلفة في الخصوبة:

treat.	r1	r2	r3	r4	Yi.	$\bar{Y}i.$
t1	3	2	3	3	11	2.75
t2	4	4	4	5	17	4.25
t3	3	3	4	4	14	3.5
Y.j	10	9	11	12	Y..	42
$\bar{Y}.j$	3.33	3	3.67	4	$\bar{Y}..$	3.5

C.F. = 147

SST = 193 – 147 = 46

$SSb = Y.j^2/t - C.F.$

$= 100 + 81 + 121 + 144/3 - 147 = 1.67$

SSt = 121+ 289 + 196/4-147 = 4.5

SSe = 46 – 1.67 – 4.5 = 39.83

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

S.O.V.	d.f.	SS	Ms	Fcal
Total	11	46		
blocks	3	1.67	0.56	0.08
Treat.	2	4.5	2.25	0.34
error	6	39.83	6.64	

الكفاءة النسبية للتصميم مقارنة مع تصميم العشوائي الكامل:

$$R.E.\% = \frac{(r-1)Msr + r(t-1)Mse}{(rt-1)\,Mse} \times 100$$

البيانات المفقودة وكيفية تقديرها:
قد يحدث أحيانا فقدان مشاهدة أو أكثر لأي سبب وطالما أن هذا الفقدان ليس بسبب المعاملة أن الفقدان حدث بشكل مستقل عن تأثير المعاملات فأننا لانستطيع تعويض قيمة المشاهدة وأنما ممكن حساب قيمة تقديرية للمشاهدة المفقودة لأن أي وحدة تجريبية مرتبطة مع وحدات تجريبية ضمن نفس القطاع أخذت نفس المعاملة ويمكن الأستفادة من هذه العلاقة في تقدير قيمة المشاهدة المفقودة وتحسب بالمعادلة الآتية:-

$$Yij = \frac{(tYi. + rY.j - Y..)}{(t-1)(r-1)}$$

حيث أن :
Yij هي القيمة المقدرة للمشاهدة المفقودة

t عدد المعاملات في التجربة

r عدد القطاعات المستخدمة

Yi. مجموع المشاهدات المتبقية والتي اخذت نفس المعاملة مثل المشاهدة المراد تقديرها

Y.j مجموع المشاهدات المتبقية داخل القطاع الذي فقد المشاهدة المراد تقديرها

Y.. المجموع الكلي للمشاهدات المفقودة
وبعد تقدير هذه القيمة تدخل في مكانها المحدد في جدول البيانات ثم يجري التحليل الأحصائي كالعادة مع مراعاة أنقاص درجة حرية واحدة من كل من درجات الحرية الكلية ودرجات حرية الخطأ عن

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

كل مشاهدة مفقودة وذلك لأن هذه القيمة المقدرة غير حرة. أما اذا حدث فقدان معاملة كاملة أو قطاع كامل فيمكن الأستمرار بالتحليل الأحصائي كالمعتاد بغض النظر عن المعاملة أو القطاع المفقود.

مثال محلول: حلل البيانات الآتية ولخصها في جدول تحليل التباين:-

treat.	r1	r2	r3	r4	Yi.
t1	3	4	.....	3	10
t2	6	5	4	5	20
t3	6	6	6	7	25
Y.j	15	15	10	15	Y.. = 55

$$Y13 = \frac{3(10) + 4(10) - 55}{2x3} = 2.5$$

treat.	r1	r2	r3	r4	Yi.
t1	3	4	2.5	3	12.5
t2	6	5	4	5	20
t3	6	6	6	7	25
Y.j	15	15	12.5	15	Y.. = 57.5

C.F. =275.5

SST = 319.25 – 275.5 = 43.75

SSr = 277.08 – 275.5 = 1.58

SSt = 295.31 – 275.5 = 19.81

SSe = 43.75 – 1.58 – 19.81 = 22.36

ANOV table

S.O.V.	d.f.	SS	Ms	F cal.
Total	10	43.75		
blocks	3	1.58	0.53	0.12
treatments	2	19.81	9.9	2.21
Error	5	22.36	4.47	

أن مجموع مربعات المعاملات في هذه الحالة قد حدث فيه خطأ للأعلى ولكي يمكن تصحيح هذا الخطأ نحسب مجموع المربعات الجديد (مجموع المربعات المصحح) بالمعادلة الآتية:-

$$SSt' = SSt - \frac{[Y.j - (t-1)\,yij]^2}{t(t-1)}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حيث أن:
$Y_{.j}$ هو مجموع القطاع الذي فقد المشاهدة وقبل تقدير هذه المشاهدة

yij هو قيمة المقدرة للمشاهدة المفقودة
من المثال السابق تكون قيمة مجموع المربعات المصحح

$SSt' = 19.81 - 4.17 = 15.64$
$MSt = 15.64/2 = 7.82$
$Fcal. = 7.82/4.47 = 1.75$

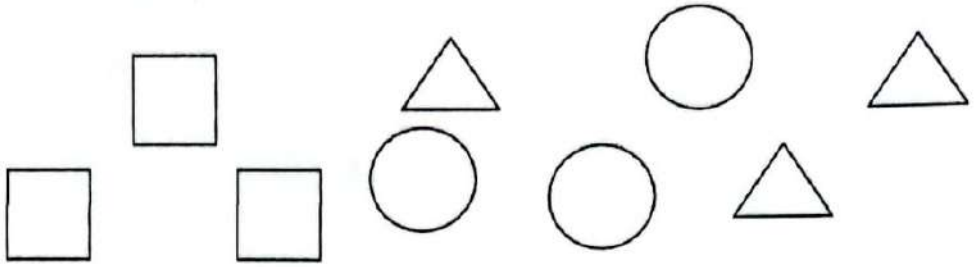
تصميم المربع اللاتيني Latin Square Design(L.S.D)

تعريف التصميم: هو ذلك التصميم الذي يتم فيه تجميع الوحدات التجريبية غير المتجانسة في مجموعات تضم كل منها وحدات تجريبية متجانسة بعدد المعاملات الداخلة في التجربة على أن يتم التجميع بأتجاهين يسمى أحدهما صفوفا ويسمى الآخر أعمدة.
وعليه فأن شروط هذا التصميم هي:
1- أن كل صف وكل عمود ما هو الا قطاع كامل (أو مكرر كامل)
2- كل معاملة لاتظهر غير مرة واحدة في كل صف أو عمود
3- أن كل من الأعمدة والصفوف يكون مساويا لعدد المعاملات
4- عدد الوحدات التجريبية المطلوبة لتطبيق التجربة مسويا لمربع عدد المعاملات المطلوب دراستها
ويستخدم هذا التصميم عندما يكون هناك مصدرين رئيسيين للاختلافات (الخطأ المنتظم) بين الوحدات التجريبية المراد استخدامها في التجربة مما يؤدي الى زيادة دقة التجربة وكفاءتها.
وبأفتراض عدم وجود تداخل بين الصفوف والأعمدة ة والمعاملات وفي حالة وجود أي تداخل بين أثنين أو بين جميع طرق التقسيم فأن أختبار المعنوية يكون غير صحيح .

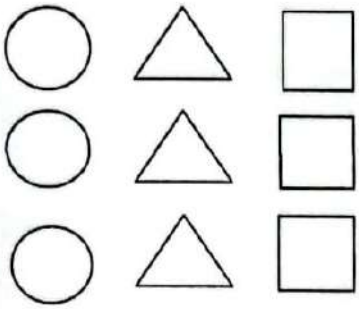
ميزات التصميم وعيوبه: يمكن تلخيص ميزات التصميم بالنقاط الآتية:-
1-عن طريق تجميع الوحدات التجريبية في صفوف وأعمدة يمكننا ذلك من التحكم في الأختلافات الموجودة أصلا بين الوحدات التجريبية بدرجة أكبر من التصميمين السابقين وبالتالي يكون تباين الخطأ أصغر مما يؤدي الى زيادة دقة التجربة.
2- التحليل الأحصائي للبيانات بسيط .
3- يبقى التحليل الأحصائي بسيط نسبيا حتى في حالة فقدان قيم بعض المشاهدات.
أنا عيوب التصميم فهي:-
1- يتحدد عدد المعاملات بعدد الصفوف وعدد الأعمدة وهو قيد على الباحث عند تخطيط التجربة وكلما زاد عدد الوحدات التجريبية زاد الخطأ التجريبي لذلك لاينصح بأستخدام أكثر من (8) معاملات.
2- عند أستخدام هذا التصميم في تجارب تحتوي على عدد قليل من المعاملات فأن درجات حرية الخطأ ستكون قليلة مما يسبب في أرتفاع قيمة تباين الخطأ التجريبي وبالتالي يسبب في أتخاذ قرارات خاطئة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

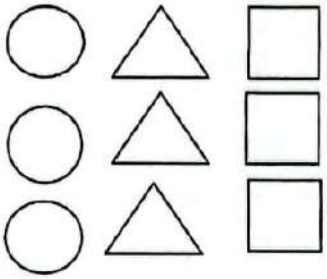
أساس عمل القطاعات بأتجاهين: لو توفرت لدينا الوحدات التجريبية غير المتجانسة التالية



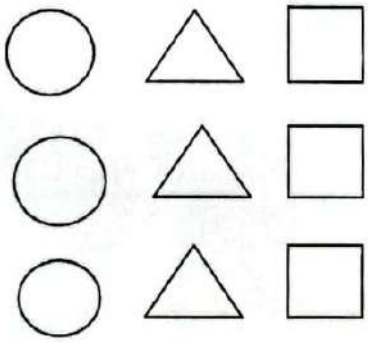
الخطوة الأولى: تجميع الوحدات القطاعات حسب الشكل (أعمدة)



الخطوة الثانية: تجميع الوحدات حسب اللون (صفوف)



الخطوة الثالثة؛ توزيع المعاملات داخل الصفوف والأعمدة



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

النموذج الرياضي: يمكن تمثيل قيمة أي مشاهدة في هذاالتصميم بالمعادلة الخطية الآتية:-

$$Y_{ij(k)} = \mu + r_i + c_j + t_k + \varepsilon_{ij(k)} \quad \left| \begin{array}{l} i = 1,2,\ldots..r \\ j = 1,2 \ldots.. c \\ k = 1,2\ldots. t \\ r = c = t \end{array} \right.$$

حيث أن :

$Y_{ij(k)}$ هي قيمة المشاهدة الخاصة بالوحدة التجريبية التي أخذت المعاملة ( ) والتي تقع في

الصف ( ) وتم وضع الرمز بين قوسين وذلك للدلالة على أنه غير مستقل عن و .

μ هي المتوسط العام للمجتمع (مجتمع المشاهدات غير المحدد) ويقدر بقيمة المتوسط العام للمشاهدات في التجربة.

r_i وهي قيمة التأثير الحقيقي للصف.

C_j وهي قيمة التأثير الحقيقي للعمود.

t_k وهي قيمة التأثير الحقيقي للمعاملة.

$\varepsilon_{ij(k)}$ وهي القيمة الحقيقية للخطأ التجريبي ويقيس مدى الفشل الوحدات التجريبية في أن تعطي قيم قيم مشاهدات متساوية اذا ما اعطيت نفس المعاملة وعرضت لنفس الظروف.

جدول تحليل التباين:

S.O.V.	d.f.	SS	Ms	F cal.
Total	$r^2 - 1$	$SST=\sum yij(k)^2 - (Y..)^2/r^2$		
Rows	r -1	$SSr = \sum yi.^2/r - (Y..)^2/r^2$	MSr = SSr/r - 1	
Columns	r -1	$SSc = \sum y.j^2/r - (Y..)^2/r^2$	MSc = SSc/r - 1	
treatments	r -1	$SSt = \sum y(k)^2/r - (Y..)^2/r^2$	MSt = SSt/r - 1	MSt/MSe
Error	(r -1)(r -2)	SSe = SST-SSr – SSc - SSt	Mse=SSe/(r-1)(r-2)	

مثال محلول: في دراسة اجريت لمعرفة تأثير اربع مستويات من البروتين على انتاج الحليب الأسبوعي في النعاج العواسية وكانت البيانات كالآتي:-

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

rows	columns				Yi.	Y(k).
	C1	C2	C3	C4		
r1	(t1) 4	(t2) 5	(t3) 5	(t4) 6	20	19
r2	(t2) 5	(t3) 5	(t4) 6	(t1) 5	21	21
r3	(t3) 6	(t4) 7	(t1) 5	(t2) 5	23	21
r4	(t4) 7	(t1) 5	(t2) 6	(t3) 5	23	26
y.j	22	22	22	21	Y..	87

$C.F. = (87)^2/16 = 473.06$

$SST = (4)^2 + (5)^2 + \ldots\ldots\ldots + (5)^2 - 473.06 = 9.94$

$SSr = (20)^2 + (21)^2 + (23)^2 + (23)^2/4 - 473.06 = 1.69$

$SSc = (22)^2 + (22)^2 + (22)^2 + (21)^2 - 473.06 = 0.19$

$SSt = (19)^2 + (21)^2 + (21)^2 + (26)^2 - 473.06 = 6.69$

$SSe = 9.94 - 1.69 - 0.19 - 6.69 = 1.37$

S.O.V.	d.f.	SS	Ms	F cal.
Total	15	9.94		
rows	3	1.69	0.56	2.43
columns	3	0.19	0.06	0.26
treatments	3	6.69	2.23	9.70
error	6	1.37	0.23	

الكفاءة النسبية لتصميم المربع اللاتيني مقارنة مع التصاميم الأخرى :

1- الكفاءة النسبية للتصميم مقارنة مع التصميم العشوائي الكامل

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

2- الكفاءة النسبية للتصميم مقارنة مع تصميم القطاعات العشوائي الكامل:

أ- بأفتراض أن الصفوف كانت تمثل القطاعات:-

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

ب- بأفتراض أن الأعمدة كانت تمثل القطاعات:-

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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

تقدير المشاهدة المفقودة: في حالة فقدان أحدى قيم المشاهدات في تصميم المربع اللاتيني فيمكن تقديرها باستخدام المعادلة الآتية:-

$$\hat{Y}ij(k) = \frac{R(Yi. + Y.j + Y(k).) - 2Y..}{(r-1)(r-2)}$$

$$SSt' = SSt - \frac{[Y.. - Yi. - Y.j - (r-1)Y(k).]^2}{[(r-1)(r-2)]^2}$$

حيث أن:

SSt هو مجموع مربعات المعاملات المحسوبة من جدول البيانات قبل أجراء التصحيح

Y.. هو المجموع العام لجميع المشاهدات قبل اضافة القيمة المقدرة للمشاهدة المفقودة

Yi. هو مجموع قيم المشاهدات في الصف الذي فيه المشاهدة المفقودة وقبل اضافتها

Y.j هو مجموع قيم المشاهدات في العمود الذي فيه المشاهدة المفقودة وقبل اضافتها

Y(k). هي مجموع قيم المشاهدات في المعاملة الذي بها المشاهدة المفقودة وقبل اضافتها

r وهي عدد المعاملات (أو الصفوف أو الأعمدة) أي عدد تكرارات كل معاملة

مثال محلول: حلل البيانات الآتية ثم لخصها في جدول تحليل التباين:-

Rows	Columns			Yi.	Y(k).
	C1	C2	C3		
r1	(t2) 10	(t3) 8	(t1) 9	27	18(25.5)
r2	(t1) -7.5-	(t2) 11	(t3) 9	20(27.5)	33
r3	(t3) 7	(t1) 9	(t2) 12	28	24
Y.j	17(24.5)	28	30	Y..	75(82.5)

$$\hat{Y}21(1) = \frac{3(20 + 17 + 18) - 2(75)}{(3-1)(3-2)} = 7.5$$

$SST = (10)^2 + \ldots\ldots\ldots + (12)^2 - 756.25 = 31$

$SSr = (27)^2 + (27.5)^2 + (28)^2/3 - 756.25 = 0.17$

$SSc = (24.5)^2 + (28)^2 + (30)^2/3 - 756.25 = 5.17$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$SSt = (25.5)^2 + (33)^2 + (24)^2/3 - 756.25 = 15.5$
$SSE = 31 - 0.17 - 5.17 - 15.5 = 20.84$

S.O.V.	d.f.	SS	Ms	F cal.
Total	7	31		
rows	2	0.17	0.09	
columns	2	5.17	2.59	
treatments	2	15.5	7.75	0.37
error	1	20.84	20.84	

التجارب العاملية
Factorial Experimental

التجارب العاملية: هي تجربة تتضمن عند من المعاملات التي هي عبارة عن جميع التوافيق بين عدة مستويات لعدد من العوامل المراد دراسة تأثيرها على ظاهرة معينة. ولاتعتبر التجارب العاملية تصميما بحد ذاتها بل هي مجرد تنظيم وترتيب لمستويات العوامل المدروسةفي معاملات عاملية.

مميزات التجارب العاملية:

1- تتيح للباحث فرصة دراسة وتقييم التأثيرات المشتركة لأثنين أو اكثر من المتغيرات التجريبية (العوامل) عند اشتراكها معا في نفس التجربة.

2- المعلومات المستفادة من التجارب العاملية تكون دائما أكثر كمالا وقيمة من التجارب ذات العامل الواحد لأنها تتيح الفرصة لتقييم تأثير التداخل بين العوامل الداخلة في التجربة.

3- يستطيع الباحث أن يقدر ما يمكن أن يحدث عند وجود المتغيرات معا علاوة على المعلومات التي يحصل عليها حول كيفية سلوك كل المتغيرات المدروسة اذا وجد منفردا.

4- ان تقدير تأثير العوامل الفردية يكون أكثر فائدة من الناحية العملية وذلك أن هذه التأثيرات تقدر كمتوسط لتأثيرات تحت مدى واسع نسبيا من المتغيرات التجريبية الأخرى (العوامل) ذات العلاقة.

5- أن المجتمع الذي من أجله نستخلص المعلومات يكون أكثر شمولا من المجتمع المقابل في حالة تجربة ذات عامل واحد.

أما العيب الوحيد للتجارب العاملية هو كبر عدد التوافيق الممكنة وبالتالي زيادة أعداد المعاملات العملية اللازمة لدراسة تأثير عدة عوامل عند عدة مستويات.

تمثل العوامل دائما بأحرف كبيرة ومستويات العامل تمثل بأحرف صغيرة مقابلة لها، فثلاث عوامل A , B , C على سبيل المثال ومستوياتها يرمزلها بالأحرف الصغيرة المقابلة لها

تجربة عاملية تطبق بأستخدام التصميم العشوائي الكامل

أولا: تجربة عاملية ذات عاملين تطبق في تصميم عشوائي كامل

النموذج الرياضي :-

$$Yijk = \mu + Ai + Bj + (AB)ij + \varepsilon ijk \quad \begin{cases} i = 1,2,.....a \\ j = 1,2,.....b \\ k = 1,2 .... r \end{cases}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حيث أنه:

yijk هي قيمة المشاهدة الخاصة بالوحدة التجريبية ( ) والتي أخذت المستوى ( ) من العامل الأول ( ) والمستوى ( ) من العامل الثاني ( )

μ هي قيمة الوسط الحسابي للمجتمع

Ai قيمة تأثير المستوى ( ) من العامل ( )

Bj قيمة تأثير المستوى ( ) من العامل ( )

ABij ترمز للتداخل أو التأثير المشترك بين المستوى ( ) من العامل ( ) والمستوى ( ) من العامل ( )

εijk وترمز لقيمة الخطأ التجريبي العشوائي والخاص بتلك الوحدة التجريبية

جدول تحليل التباين:

S.O.V.	d.f.	SS	Ms	F cal.
Total	rab – 1	$\sum Yijk^2 - (Y...)^2/abr$		
Treat. Comb.	ab – 1	$\sum Yij.^2/r - (Y...)^2/abr$		
A	a – 1	$\sum Yi..^2/br - (Y...)^2/abr$	SSa/a - 1	MSA/MSE
B	b – 1	$\sum Y.j.2/ar - (Y...)^2/abr$	SSb/b – 1	MSB/MSE
AB	(a – 1)(b – 1)	SSt.com. – SSa - SSb	SS(AB)/(a -1)(b -1)	MSAB/MSE
error	ab(r – 1)	SST – SSt.co.	SSe/ab(r – 1)	

مثال محلول: اجريت دراسة لمعرفة تأثير البروتين والطاقة في تسمين العجول أستخدم فيها نسبتين من البروتين 13% و 15 % وثلاث مستويات من الطاقة (منخفض ، متوسط ، مرتفع) وبأربع مكررات . وكانت البيانات كالآتي:-

A	B	Treat. Comb.	observations				Yij.	$\bar{Y}ij.$
a1	b1	a1b1	6	6	5	5	22	5.5
	b2	a1b2	7	7	7	7	28	7
	b2	a1b3	8	8	7	7	30	7.5
a2	b1	a2b1	7	5	6	6	24	6
	b2	a2b2	7	8	7	8	30	7.5
	b3	a2b3	9	9	8	10	36	9
	Y...						170	

$C.F. = (Y...)^2/abr = (170)^2/24 = 1204.17$

$SST = (6)^2 + ... + (10)^2 - 1204.17 = 37.83$

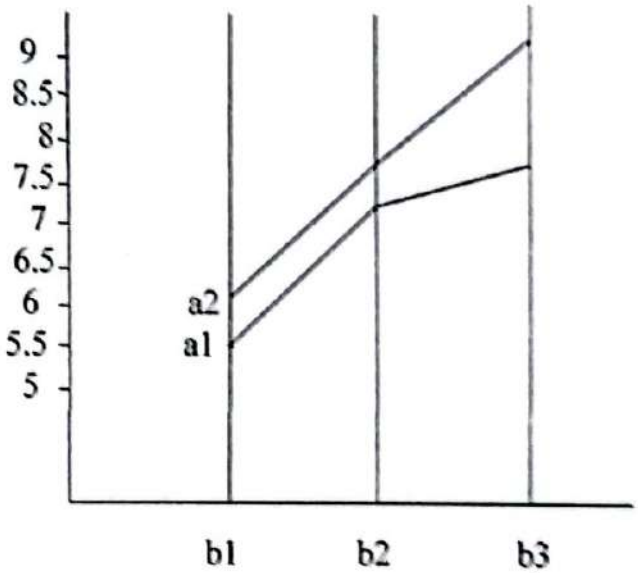
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

SStreat. Comb.= $(22)^2 + (28)^2 + (30)^2 + (24)^2 + (30)^2 + (36)^2/4 - 1204.17$
= 30.83

	b1	b2	b3	Yi..
a1	22	28	30	80
a2	24	30	36	90
Y.j.	46	58	66	170

$SSA = (80)^2 + (90)^2/12 - 1204.17 = 4.16$
$SSB = (46)^2 + (58)^2 + (66)^2/8 - 1204.17 = 25.33$
$SSAB = 30.83 - 4.16 - 25.33 = 1.34$
$SSe = 37.83 - 30.83 = 7$

S.O.V.	d.f.	SS	Ms	F cal.
Total	23	37.83		
Treat. Comb.	5	30.83	6.17	
A	1	4.16	4.16	10.67
B	2	25.33	12.67	32.49
AB	2	1.34	0.67	1.72
error	18	7	0.39	



يتضح من المخطط بأنه لايوجد تداخل

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثانيا: تجربة عاملية ذات ثلاث عوامل تطبق في تصميم عشوائي كامل
معادلة النموذج الرياضي:-

$$Yijkl = \mu + Ai + Bj + Ck + (AB)ij + (AC)ik + (BC)jk + (ABC)ijk + \varepsilon ijkl \quad \begin{matrix} i=1,2.....a \\ J=1,2\ ...b \\ K=1,2\ ...c \\ L=1,2...\ .r \end{matrix}$$

جدول تحليل التباين

S.O.V.	d.f.	SS	Ms	F cal.
Total	abcr - 1	$\sum Yijkl^2 - (Y....)^2/abcr$		
Treat. Comb.	abc - 1	$\sum Yijk^2/r - (Y....)^2/abcr$	SSt.c./d.f.	
A	a - 1	$\sum Yi...^2/bcr - (Y....)^2/abcr$	SSA/d.f.	MSA/MSe
B	b - 1	$\sum Y.j..^2/acr - (Y....)^2/abcr$	SSB/ d.f.	MSB/MSe
C	c - 1	$\sum Y..k.^2/abr - (Y....)^2/abcr$	SSC/d.f.	MSC/MSe
AB	(a – 1)(b – 1)	$\sum Yij..^2/cr - (Y....)^2/abcr$	SSAB/ d.f.	MSAB/MSe
AC	(a – 1)(c – 1)	$\sum Yi.k.^2/br - (Y....)^2/abcr$	SSAC/d.f.	MSAC/MSe
BC	(b – 1)(c – 1)	$\sum Y.jk.^2/ar - (Y....)^2/abcr$	SSBC/d.f.	MSBC/MSe
ABC	(a – 1)(b – 1) (c – 1)	SStret. Com. – SSA – SSB – SSC – SSAB – SSAC - SSBC	SSABC/d.f.	MSABC/MSe
error	abc(r – 1)	SST – Aatreat. Com.	SSe/d.f.	

تجربة عاملية تطبق في تصميم القطاعات العشوائية الكامل:
معادلة النموذج الرياضي:-

$$Yijk = \mu + Ai + Bj + (AB)ij + Rk + \varepsilon ijk \quad \begin{matrix} i = 1,2,.....a \\ j = 1,2,....b \\ k = 1,2\ ....\ r \end{matrix}$$

حيث أن:

yijk هي قيمة المشاهدة الخاصة بالوحدة التجريبية ( ) والتي أخذت المستوى ( ) من العامل

الأول ( ) والمستوى ( ) من العامل الثاني ( )

μ هي قيمة الوسط الحسابي للمجتمع

Ai قيمة تأثير المستوى ( ) من العامل ( )

Bj قيمة تأثير المستوى ( ) من العامل ( )

ABij ترمز للتداخل أو التأثير المشترك بين المستوى ( ) من العامل ( ) والمستوى ( ) من

العامل ( )

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Rk هي قيمة تأثير القطاع

εijk وترمز لقيمة الخطأ التجريبي العشوائي والخاص بتلك الوحدة التجريبية

جدول تحليل التباين:

S.O.V.	d.f.	SS	Ms	F cal.
Total	rab - 1	$\sum Y\ ijk^2 - (Y\ldots)^2/abr$		
blocks	r – 1	$\sum Y..k^2 - (Y\ldots)^2/ab$	SSR/d.f.	
Treat. Com.	rb - 1	$\sum Yij.^2/r - (Y\ldots)^2/abr$	SSt.c./d.f.	
A	a – 1	$\sum Yi..^2/br - (Y\ldots)^2/abr$	SSA/d.f.	MSA/MSe
B	b – 1	$\sum Y.j.2/ar - (Y\ldots)^2/abr$	SSB/d.f.	MSB/MSe
AB	(a – 1)(b – 1)	SSt.com. – SSa - SSb	SSAB/d.f.	MSAB/MSe
error	(r – 1)(ab – 1)	SST – SSR – SSt.c.	SSe/d.f.	

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

	2	3	4
S.S.R.	3.00	3.15	3.23
$S_{\bar{y}_i}$	0.20		
L.S.R.	0.60	0.63	0.65

Ti	$\bar{y}_i$	L.S.R.	$\bar{y}_i$ - t3(4.6)	$\bar{y}_i$ – t1(5)	$\bar{y}_i$ – t2(6.2)
t4	7.0	0.65	2.4*	2.0*	0.8*
t2	6.2	0.63	1.6*	1.2*	
t1	5.0	0.60	0.4		

التصميم العشوائي في حالة عدم تساوي التكرارات:

معادلة النموذج الرياضي:

$$Yij = \mu + ti + \varepsilon ij \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \ldots t \\ j = 1,2, \ldots ri \end{array}$$

S.O.V.	d.f.	SS	MS	F Cal.	F tab.
Total	$\sum ri - 1$	$SST = (\sum yij^2 - (Y..)^2/\sum ri$			
treat.	t - 1	$SSt = (\sum yi.^2/ri) - (Y..)^2/\sum ri$	Mst= SSt/t-1	F= Mst/Mse	F(t-1), $(\sum ri - t)$
error	$\sum ri - t$	SST – SSt	Mse=SSe/t(r-1)		

مثال: في دراسة اجريت على الدجاج البياض أستخدم فيها خمس مصادر للطاقة على انتاج البيض الأسبوعي وكانت النتائج كما يلي:

مصادر الطاقة(المعاملات)	المشاهدات				مجاميع المعاملات	عدد المكررات
	r1	r2	r3	r4		
t1	4	5	5	6	20	4
t2	6	6	7		19	3
t3	5	5			10	2
t4	6	6	6		18	3
t5	4	4			8	2

$\sum ri = 14$ $\quad$ $Y.. = 75$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner