وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد – كلية الزراعة
قسم البستنة وهندسة الحدائق
المرحلة: الثالثة

المادة :. تصميم وتحليل تجارب
مدرس المادة :. د. مصطفى عيادة
العام الدراسي :. 2017/2016

المحاضرات النظرية

الاسبوع	النظري	العملي
1	مراجعة عامة بالإحصاء	مراجعة في الإحصاء تعاريف عامة.
2	القواعد الاساسية لتصميم وتحليل التجارب و تقدير الخطا التجريبي و السيطرة على الخطأ التجريبي	مقاييس النزعة المركزية) المتوسط ، الوسيط ، المنوال)
3	تعاريف ومفاهيم المصطلحات في تصميم وتحليل التجارب	مقاييس النزعة المركزية) المتوسط ، الوسيط ، المنوال)
4	التصميم العشوائي الكامل	مقاييس التشتت والاختلاف) المدى ، التباين ، الانحراف القياسي)
5	مقارنة المتوسطات , اختبار اقل فرق معنوي ،اختبار دنكن	مقاييس التشتت والاختلاف) المدى ، التباين ، الانحراف القياسي)
6	تصميم القطاعات العشوائية الكاملة	أمثلة تصميم العشوائي الكامل.
7	تصميم المربع اللاتيني	أمثلة تصميم القطاعات الكاملة المعشاة.
8	امتحان الفصل الاول	أمثلة تصميم المربع الا تيني.
9	التجارب العاملية بعاملين	التجارب العاملية وسبل أنواع التصميم الثلاثة.
10	التجارب العاملية بعاملين	التجارب العاملية وسبل أنواع التصميم الثلاثة.
11	تصميم الالواح المنشقة SPLIT PLOT DESIGN	التجارب العاملية وسبل أنواع التصميم الثلاثة.
12	تصميم الالواح المنشقة المنشقة split split plot design	تصميم القطاعات المنشقة
13	الارتباط والانحدار الخطي البسيط	تصميم القطاعات المنشقة
14	الارتباط والانحدار الخطي البسيط	تصميم القطاعات المنشقة
15	امتحان الفصل الثاني	تصميم القطاعات المنشقة

المقدمة

اجريت التجارب العلمية منذ زمن بعيد ، الا ان استخلاص النتائج وجمعها و تحليلها لم يكن بالشكل العلمي الصحيح ، وحتى التجارب نفسها لم تصمم او تجرى بالشكل الصحيح بل يمكن اعتبارها مشاهدات و ملاحظات يمكن ان تؤدي الى نتيجة لا بأس بها . اما اجراء التجارب العلمية بالشكل الصحيح لم يجرى الا في القرنين الاخيرين ، فمثلاً تطبيق التجارب في مجالات علم النبات بالشكل العلمي لم يتم الا في عام 1834م عندما تأسست اول محطة تجارب زراعية في Bechel حيث اجرى العالم بازنكولت تجارب فيها و كانت على احتياجات النبات من النتروجين من التربة . و بعدها توالت التجارب في جميع انحاء العالم بعدما ادركوا ان لا تقدم ولا ازدهار للأمم ما لم يقم عن طريق التجارب . و لهذا فأن من اهم المميزات البارزة التي يتميز بها القرن العشرين هي ميزة البحث العلمي و ما اكتشافات الفضاء التي نسمع عنها بين الفترة والاخرى ما هي الا دليل واضح على اهمية البحث العلمي الذي نحن بصدد الحديث عنه و هناك المئات من الادلة الواضحة على ذلك . و هكذا تنامت اهمية البحث العلمي مع مرور الزمن حتى اصبح المعيار الذي يقاس به تقدم الامم والشعوب .

مما تقدم يجب ان نحدد ماذا تعني كلمة تجربة Experiment ، فهي تعني بصورة عامة بانها عملية يمكن بواسطتها التوصل او استكشاف حقيقة واسباب ونتائج ما يجري حولنا من الظواهر التي نهتم بها في حياتنا اليومية . و قد تعرف التعرف بأنها الطريقة العلمية التي نقوم بتطبيقها لغرض الحصول على بعض النتائج التي بواسطتها يمكننا ايجاد بعض الحلول المناسبة لمشكلة معينة نحن بصدد حلها . اما تصميم التجارب Experimental Design فهو العلم الذي يقوم بوضع الاسس العلمية في كيفية تخطيط التجارب و تنفيذها و جمع النتائج و تحليلها و تفسيرها و اعطاء التوصيات بموجبها .

التجارب Experiments :جميع الابحاث العلمية عندما تقر و تعتمد لغرض التنفيذ تكون مرتبطة بهدف و ضمن خطة علمية مبرمجة ، و للباحث غاية يروم الوصول لها . وعلى هذا الاساس يمكن تقسيم التجارب البايولوجية من حيث الاهداف الى :

1. البحوث الاكاديمية .
2. البحوث التطبيقية .

البحوث الاكاديمية كثيراً ما يشاع اجراؤها في الجامعات و المعاهد العلمية لغرض توضيح فكرة او الوصول الى هدف تعليمي اكاديمي يوسع معارف الطلبة و يفتح افاقاً جديدة امام الدارسين . اما البحوث التطبيقية فهي تلك البحوث العلمية التي يراد بواسطتها حل مشكلة قائمة فعلاً او التحسب لوقوع مشكلة او ان نتائجها ستزيد من الانتاج (مجال النبات والحيوان) او التوصل الى ايجاد سلالة جديدة او هجين جديد و غيرها ، و بالرغم من كل ذلك فلا يوجد حد فاصل ما بين هذه البحوث او تللك فقد يعتبر هذا البحث اكاديمي من وجهة نظر البعض بينما يعتبروه اخرون تطبيقي لانه سيكون في النهاية ذو مردود اقتصادي و تطبيقي .

هناك بحوث تختلف فيما بينها من حيث طول الفترة التي تستغرقها ، فأما ان تكون بحوث طويلة الامد و التي قد تدوم عشرات السنين كما في بحوث الانتاج الحيواني مثل بحوث تكوين السلالات او ايجاد الهجن الجديدة ، او بحوث قصيرة الامد تدوم سنة او اقل من سنة مثل بحوث التغذية وغيرها ، لهذا يمكن تقسيم البحوث من حيث طول فترتها الى نوعين هما :

1. البحوث الطويلة الامد .
2. البحوث القصيرة الامد .

هناك بحوث قد تجرى في المختبر ، تسمى البحوث المختبرية ، و اغلب البحوث المختبرية هي بحوث اكاديمية ، وهناك بحوث تطبق في الحقل تسمى البحوث الحقلية و اغلب هذه البحوث هي بحوث تطبيقية ، و لهذا فيمكن تقسيم البحوث من حيث مكان اجرائها الى نوعين هما :

1. البحوث المختبرية .
2. البحوث الحقلية .

مراحل اجراء التجربة

لغرض القيام بأي تجربة يجب اتباع الخطوات التالية :

أولاً : تعيين المشكلة Problem Distinguish : من المفروض ان يكون هناك مسح شامل وكامل لجميع المشاكل (ضمن الاختصاص) و التي تتطلب حلاً مناسباً ، فمثلاً مشاكل تخص الحشرة واخرى تخص الشجرة . اي يجب التحري عن طبيعة ونوع المشكلة ثم تصنيفها و تبويبها على الاقسام المختلفة بالاختصاصات المعينة .

ثانياً : الهدف من التجربة Experimental Goal : لكل تجربة غاية او هدف يراد تحقيقه ، فعلى الباحث تحديد الهدف من اجراء التجربة و ما هي الغاية من اجرائها قبل البدء بتنفيذها كأن تكون هناك مشكلة بحاجة الى حل او ايجاد صنف جديد او ايجاد افضل درجة حرارة للخزن و غيرها من الاهداف المختلفة .

ثالثاً : مراجعة المصادر Review of Literature : لغرض تطبيق التجربة بشكل صحيح و تحديد هدف المشكلة و كيفية حلها يجب الاستعانة بما اجري من بحوث سابقة و ما هي النتائج التي تم الحصول عليها و التي على ضوئها يتم تحوير التجربة و تحديد مسارها و كيفية تطبيقها و ما هي الامور والمعاملات التي يجب دراستها و هل ان النتائج السابقة مقنعة ام انها بحاجة الى اعادة و تأكيد . و غيرها من الافتراضات التي يمكن ان تواجه الباحث .

رابعاً : توفير مستلزمات التجربة Requirements of the Experiment: قبل البدء بالبحث بل و قبل التفكير بالبحث نفسه يجب التفكير اولاً بتهيئة مستلزمات البحوث بصورة عامة و البحث المراد تنفيذه بصوره خاصة ومن هذه المستلزمات هو العنصر البشري (الباحثين اضافة الى المساعدين والفنيين الذين يقع عليهم جزء من التجربة) و العنصر المالي بالاضافة الى مكان اجراء البحث الذي يجب ان يكون الوصول اليه سهلاً خالياً من المؤثرات الخارجية التي تؤثر على سير التجربة .

خامساً : اختيار التصميم المناسب للتجربة Design of Experiment : ان اختيار نوع التصميم المناسب للتجربة يعتبر من اهم عوامل نجاح التجربة لأن نوع التصميم الذي يجب اختياره يعتمد على ما هو متوفر من مواد اولية لاجراء التجربة من انسان او حيوان او نبات ، و المكان الذي ستجرى فيه التجربه و تهيئة جميع متطلبات التجربة و سهولة تطبيقها و نوع المشكلة و الهدف من اجراءها .

سادساً : تنفيذ التجربة Application of Experiment : ان تنفيذ التجربة على ارض الواقع يتم بعد اختيار التصميم المناسب حيث يقسم موقع التجربة الى عدد من الاقسام يساوي عدد المعاملات مضروباً بعدد المكررات التي ستكرر بها كل معاملة . ثم توزع المعاملات على الوحدات التجريبية او توزع الوحدات الوحدات التجريبية على المعاملات بشكل عشوائي لغرض تفادي التحيز في التوزيع و تفادي الخطأ التجريبي الذي سيحصل في حالة عدم توفر عشوائية التوزيع ، و يجب ان نؤكد وبشدة على التوزيع العشوائي للمعاملات و كذلك على التجانس في

موقع التجربة اضافة الى استخدام المكررات في توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية ، اي ان هناك ثلاث مبادئ في تنفيذ التجارب هي :

1. التوزيع العشوائي Randomization .
2. التكرار Replication.
3. التجانس Homogenization .

سابعاً : جمع البيانات الاحصائية Collection of the Data : يتم جمع البيانات بعد اعداد جداول مطبوعة ومجهزة تحتوي على جميع المعلومات التي يجب الحصول عليها من التجربة ، كأسماء المعاملات و الصفة التي تدرس و تاريخ جمع البيانات و كل ما يستطيع الباحث ان يجمعه من بيانات و له علاقة بالبحث فعليه ان يقوم به ، لان لو انتهت التجربة سوف لا يستطيع ان يحصل على اي معلومة اخرى قد يحتاجها مستقبلاً .

ثامناً : التحليل الاحصائي للبيانات Analysis of the Data : هناك طرق متشابهه في التحليل الأحصائي لمظم التصاميم المختلفة لكن بجانب ذلك ايضاً هناك اختلافات ما بين تصميم و أخر في تحليل البيانات . من اشهر الطرق الأحصائية في تحليل البيانات هي الطريقة المسماة بطريقة تحليل التباين Analysis of Variance و طريقة رياضية يحسب بواسطتهامقدار الأختلاف او الأنحراف او التباين ما بين القيم المدروسة و متوسطها الحسابي اذ توضع نتائج التحليل الأحصائي في جدول خاص بهذا التحليل يدعى بجدول تحليل التباين Analysis of Variance table و يرمز له عادتاً بأخذ اول حرفين من كل كلمة انكليزية لهذا يسمى بجدول الأنوفا ANOVA Table . ثم بعد ذلك تختبر النتائج الموضوعة في الجدول المذكور بطرق متعددة للأختبار اشهرها اختبار t و اختبار F و غيرها و سنأتي على قسم منها بالتفصيل لاحقاً .

تاسعاً : مناقشة النتائج Results Discussion : قد تكون نتائج البحث المعني مؤيدة الى البحوث السابقة او مؤيدة الى بعضها او قد تكون مختلفة معها او مع بعضها و على هذا الأساس يجب ان تفسر النتائج على ضوء نتائج البحوث السابقة .

عاشراً : التوصيات Recommendations : من النتائج التي نحصل عليها من التجربة المقامة يمكن استخلاص بعض التوصيات ايجابية كانت ام سلبية . اي ان النتائج الموثوق بها

يوصى بتطبيقها و النتائج التي تتعارض مع نتائج البحوث السابقة يوصى بأعادة تجربتها مرة اخرى لغرض التأكد من صحة النتائج .

احدى عشر : نشر نتائج البحث Data Publishing : بعد الأنتهاء من اجراء البحث ، و جمع البيانات ، و تحليلها احصائياً ، و الحصول على النتائج ، و التوصل الى افضلها من حيث تحقيق اهداف التجربة ، يجب ان تكتب بأسلوب علمي و عملي دقيق لكي تنشر في احدى المجلات العلمية لكي يطلع عليها اكبر عدد ممكن من المهتمين بالحصول على نتائج هذا النوع من البحث العلمي .

بعض المصطلحات الأحصائية Same Statistical Symbols

1. **العشيرة Population او المجتمع Society** : العشيرة او المجتمع هي مجموعة من الأفراد التي تشترك في صفة واحدة او اكثر . مثلاً انتاج الحليب من ابقار محافظة من المحافظات او انتاج البيض من دجاج تلك المحافظة ، و علية فقد يكون المجتمع محدوداً Finite مثل كمية الحليب و كمية البيض التي اشرنا اليها ، او يكون المجتمع غير محدود Infinite كما في الأمثلة السابقة لكن للدولة بكاملها و التي غالباً ما يصعب اجراؤه.
2. **العينة Sample** : لغرض جمع معلومات معينة عن اي عامل من العوامل او صفة من صفات الأفراد في المجتمع يجب اخذ المعلومات الدقيقة و الحقيقية لكن في اغلب الأحيان بل معضمها يكون ذلك مستحيل لأسباب كثيرة منها الوقت الطويل او الكلفة العالية او الجهد الكثير او كثرة عدد العاملين المطلوب استخدامهم في التجربة و غيرها من الأسباب لهذا يلجأ الباحثون لأخذ جزء من المجتمع كنموذج يسمى عينة تمثل ذلك المجتمع و لهذا فالعينة هي جزء من المجتمع الذي تجري الدراسة علية و يجب ان تتوفر في العينة بعض الشروط و **هي :**

أ . **حجم العينة** : يجب ان يكون عدد افراد العينة كافياً لجمع المعلومات منه ، و كلما كان حجم العينة كبيراً كلما كان تمثيلها للمجتمع ادق و افضل .

ب . طريقة اخذ العينة : يجب ان لا يتم اختيار افراد العينة من افراد المجتمع بطريقة متحيزة كأن تؤخذ الأفراد كبيرة الحجم فقط او صغيرة الحجم فقط او الطويلة فقط او القصيرة فقط و غيرها من الأنحيازات و لهذا يجب ان تؤخذ بطريقة عشوائية لا تحيز فيها .

3. **المتغير الأحصائي Statistical Variable** : هو صفة نوعية او كمية قابلة للتغير من فرد الى اخر في نفس المجتمع او من وقت الى اخر . فالصفات النوعية Qualitative هي التي لا تقاس بالوحدات القياسية المعروفة بل يمكن تقسيمها الى درجات معينة من التقسيمات مثل صفات الذكاء و الحالة الأجتماعية و اللون و ما شابهها . اما الصفات الكمية Quantitative هي الصفات التي تقاس بالوحدات القياسية المعروفة مثل المتر و الكغم و الهكتار و ما شابه ذلك . و تقسم المتغيرات الى ثلاث انواع رئيسية :

أ . المتغير المستقل Independent Variable : هو المتغير الذي غالباً ما يتغير بذاته دون ان يتأثر بغيرة مثل عمر الحيوان او مدة التفقيس و ما شابه ذلك من الأزمان و عادةً يرمز له بالرمز (X_i) .

ب . المتغير المعتمد Dependent Variable : هو المتغير الذي يعتمد على غيرة في تغيرة مثل انتاج الحليب او مدة صناعة الجبن و في الحقيقة لا يوجد حد فاصل ما بين النوعين المذكورين من المتغيرات فمثلاً اذا رغب دارس معرفة تأثير نسبة البروتين على وزن الحيوان فيكون الوزن في هذة الحالة هو المتغير المعتمد و نسبة البروتين هي المتغير المستقل .

جـ . المتغير المضايق Nuisance Variable : هو المتغير الذي لا يقصده الباحث في الدراسة بل قد يؤثر على التجربة مثلاً الوزن الأبتدائي للحيوانات في بداية التجربة .

4. **المعاملة Treatment** : هي المستويات المختلفة للعامل الواحد او عدة مستويات لعدة عوامل متداخلة مع بعضها يراد دراسة تأثيرها على صفة ما مثلاً مستويات التسميد بالسماد الكيمياوي او مستويات مختلفة من البروتين في علائق الأبقار .
5. **الشاهد او المقارنة Control** : تستخدم احدى المعاملات المعروفة في التأثير مسبقاً على الصفة المدروسة لغرض مقارنتها بنتائج تأثير المعاملات الأخرى المراد دراستها على تلك الصفة .
6. **الوحدة التجريبية Experimental Unit** : و هي اصغر جزء من التجربة تطبق عليها المعامل ففي تجارب الأبقار مثلاً تعتبر البقره الواحدة وحدة تجريبية ، و كلما زاد عدد الوحدات التجريبية لكل معاملة كلما قل الخطأ التجريبي للتجربة . و يشترط بالوحدات التجريبية المخصصة لكل معاملة ان تكون متجانسة فيما بينها من حيث الوزن او العمر او المساحة و هكذا .

7. **العامل Factor** : في تعريفنا للمعاملة قد ذكرنا بأنها قد تكون المستويات المختلفة لعامل واحد او عدة عوامل اذاً فالعامل هو المؤثر الذي له عدة مستويات يراد معرفة مدى تأثير مستوياته المختلفة على الصفة المدروسة .

8. **المكررات Replications** : يلجأ الباحثون الى اخذ اكثر من وحدة تجريبية واحدة لكل معاملة و ذلك لأن تطبيق المعاملة الواحدة على وحدة تجريبية واحدة لا يعطي نتيجة واضحة عن تأثير تلك المعاملة على الصفة المدروسة بسبب تداخل تأثير المعاملة مع تأثير عوامل اخرى غير متحكم بها بالتجربة و التي يطلق عليها بالخطأ التجريبي و لتلافي هذا النقص توزع المعاملة الواحدة على عدة وحدات تجريبية يطلق عليها بالمكررات و ان زيادة عدد المكررات يزيد من دقة و كفاءة التجربة ، اي ان للتكرار فوائد اهمها :

أ . تقليل الخطأ التجريبي مما يزيد من دقة و كفاءة التجربة .

ب . في حال تكرار التجربة في عدة مناطق او لعدة سنوات فتكون التجربة اكثر شمولية و اكثر تعميم .

9. **القطاعات Blocks** : في اغلب التجارب النباتية و احياناً في التجارب الحيوانية لا يمكن الحصول على تجانس كامل في موقع التجربة اي بين جميع الوحدات التجريبة ، و بالتالي يجب ان يقسم موقع التجربة الى عدة اقسام بحيث يكون كل قسم متجانس بشكل كبير مع نفسه ، هذه الأقسام المتجانسة مع نفسها و مختلفة عن بعضها البعض تسمى قطاعات .

المشاهدة Observation : هي القياسات التي تؤخذ من الأفراد في كل وحدة تجريبية و التي تجري عليها التحليلات الأحصائية و يرمز للمشاهدة عادةً بالرمز (Y_i) و احياناً بالرمز (X_i)

تصميم تام التعشية Completely Randomized Design (CRD)

يمكن بواسطة هذا التصميم دراسة عامل واحد او اكثر ، ويعتبر هذا التصميم من ابسط انواع التصاميم المستخدمة عندما تكون تأثيرات البيئة متشابهة جداً على الوحدات التجريبية ، وتوزع الوحدات التجريبية في هذا التصميم عشوائياً بصورة كاملة . يستخدم هذا التصميم في التجارب المختبرية كالدراسات التي تجري في مجال العلوم الاساسية كالفيزياء والكيمياء و كذلك في المجالات الحيوية المسيطر عليها كالابحاث التي تجري في البيوت الزجاجية او البلاستيكية و الحاضنات (المختبر) .

مصادر التباين : يمكن توضيح مصادر التباين في جدول تحليل التباين الاتي

S.O.V	df	SS	MS	Fcal	Ftab
treatment	**t-1**	$\frac{\varepsilon yi2}{r} - c.f$	$\frac{ss\ treat}{df\ treat}$	$\frac{ms\ treat}{ms\ error}$	
error	**t(r-1)**	**ss Total - ss treatment**	$\frac{ss\ error}{df\ error}$		
Total	**n-1**	$\varepsilon yij2 - c.f$			

حيث ان S.O.V : مصادر التغاير (التباين) Source of Variation

df : درجات الحرية Degree of Freedom .

SS : مجموع مربعات الانحرافات Sum of Squares .

MS : متوسط مجموع مربعات الانحرافات Mean Squares .

Fcal : قيمة F المحسوبة F-Calculated .

Ftab: قيمة F من الجدول F-Table.

C.F : معامل التصحيح Correct Factor = $\frac{(Y..)}{n}$

n: عدد الوحدات التجريبية Number of experimental units . n= t×r

مثال : اريد معرفة تأثير عمق الزراعة في نسبة بزوغ بذور الذرة الصفراء عند ثلاثة اعماق للزراعة هي 5 ، 7,5 و 10 سم ، كررت كل معاملة اربع مرات .

	R1	R2	R3	R4	εyi	المعدل
5	10	9	8	10	37	9,25
7,5	7	9	7	8	31	7,75
10	4	6	3	5	18	4,5

المطلوب : ايجاد افضل عمق للزراعة للحصول على اعلى نسبة بزوغ ، اذا علمت ان قيمة F الجدوليه هي (8,02) و t الجدولية هي (3,25) .

الحل : نستخرج قيم C.F و n **حيث ان المجموع العام للتجربة (Y..) هي 86**

N = t×r , = 3×4 = **12**

C.F = $\frac{(Y..)2}{N}$, = $\frac{(86)2}{12}$ **, = 616,33**

SS Total = $\varepsilon yij2$- $c.f$, = $10^2 + 9^2+8^2+ \ldots\ldots\ldots 5^2 - 616{,}33$, = **57,67**

SS treat = $\frac{\varepsilon yi2}{r} - c.f$, = $\frac{37+31+18}{4} - 616{,}33$, = **47,17**

SS error = SS Total – SS treatment, = 57,67 – 47,17 = **10,50**

Ms treat = $\frac{ss\ treat}{df\ treat} = \frac{47.17}{2} = 23.59$

Ms error = $\frac{ss\ error}{df\ error} = \frac{10.50}{9} = 1.17$

F cal = $\frac{ms\ treat}{ms\ error} = \frac{23.59}{1.17} = 20.16$

و بالتالي يصبح جدول ANOVA كالتالي :

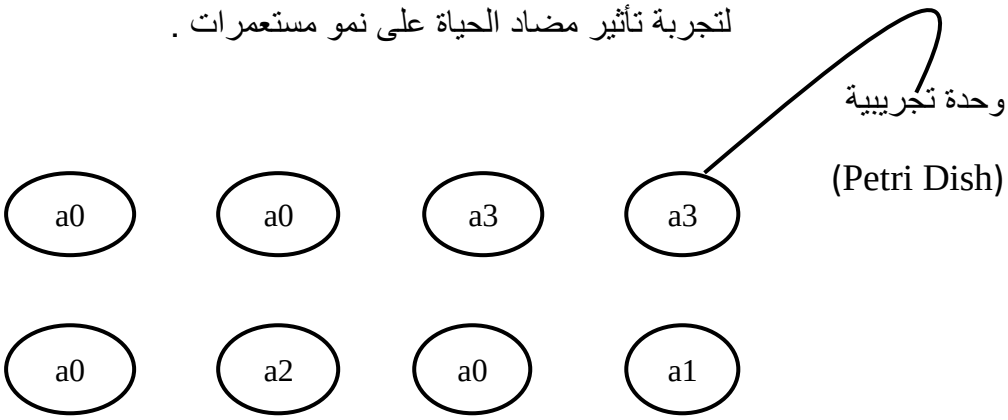
S.O.V	df	SS	MS	Fcal	Ftab
treatment	2	47.17	23.59	20.16	(8.02) %1
error	9	10.50	1.17		
Total	11	57.67			

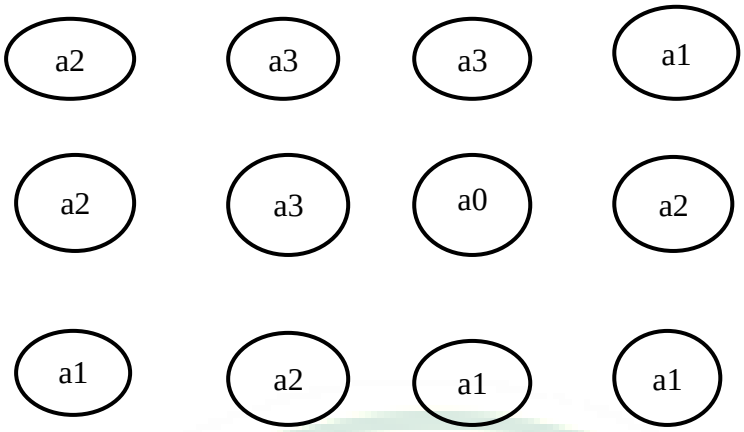
و بما انه قيمة F المحسوبة اكبر من قيمة F الجدولية على مستوى أحتمال 1 % اذن توجد هناك فروق معنوية بين اعماق الزراعة و تأثيرها في نسبة بزوغ البذور .

مثال : اراد باحث دراسة تأثير مضاد حياة على نمو مستعمرات احد انواع البكتريا وكانت مستويات مضاد الحياة 4 هي 0 و 10 و20 و 30 % والتي يرمز لها (a0,a10,a20,a30) قام الباحث بمعاملة الاوساط الغذائية الملحقة بالبكتريا في اطباق (Petri Dishes) عددها 20 طبق ووضعت في حاضنة لمدة معينة من الزمن اذ تم تكرار كل مستوى من المضاد اربع مرات وتم توزيع المضادات على الوحدات التجريبية بشكل عشوائي بحيث ان كل مستوى بخمس وحدات والمخطط ادناه يوضح شكل التجربة والارقام تمثل نتائج عدد المستعمرات بالالاف لكل وحدة تجريبية بعد نهاية التجربة .

شكل يوضح تخطيط التجربة الاحصائية Layout of experiment

لتجربة تأثير مضاد الحياة على نمو مستعمرات .





ولغرض دراسة تأثير مستويات المضاد على نمو المستعمرات يمكن وضع النتائج بشكل منظم لغرض عمل جدول تحليل التباين :

جدول يوضح وضع النتائج لتسهيل عملية التحليل الاحصائي لتجربة تأثير مضاد الحياة على نمو المستعمرات

	a0	**a1**	**a2**	**a3**	
R_1	100	125	140	160	
R_2	110	115	140	170	
R_3	95	120	135	180	
R_4	100	125	145	150	
R_5	90	120	140	165	
Total	495	605	700	825	2625
Mean	99	121	140	165	

يمكن تحليل التباين كالتالي :

$$\boldsymbol{Total\ S.S} = (100)^2 + (110)^2 + \cdots + (165)^2 - \frac{(2625)^2}{20} = \mathbf{12643.75}$$

SS treatments

$$= \frac{(495)^2 + (605)^2 + (700)^2 + (825)^2}{5} - \frac{(2625)^2}{20} = \mathbf{11803.75}$$

$$S.S\,(error) = 12643.75 - 11803.75 = \mathbf{840}$$

يكون جدول تحليل التباين ANOVA لهذه التجربة كالتالي

S.O.V	df	SS	MS	Fcal	Ftab
treatment	**3**	**11803.75**	**3134.58**	**74.92**	**(5.29) %1**
error	**16**	**840**	**52.5**		**(3.24) %5**
Total	**19**	**12643.75**			

طرق اختبار الفروقات المعنوية بين المعاملات بعد تحليل التغاير

توجد عدة طرق لاختبار الفروق المعنوية بين المعاملات و هي :

1. اختبار اقل فرق معنوي (**L.S.D**) Least Significant Difference .
2. اختبار دنكن المتعدد الحدود (**L.S.R**) Duncans multiple – range test .
3. طريقة توكي .
4. اختبار Keuls test.
5. اختبار Dunnett.
6. اختبار Scheffe .
7. اختبار LSD المعدل .

يعتبر الاختبار الاول والثاني من اهم الاختبارات و اكثرها شيوعاً في الدراسات العلمية .

اختبار اقل فرق معنوي (L.S.D)

يستخدم هذا الاختبار فقط عندما تكون قيمة F معنوية لان عدم معنوية F يعني قبول فرضية العدم اي تساوي المتوسطات و بذا لا داعي لاجراء مقارنة بينها ، يمتاز هذه الاختبار بسهولة حسابه و ذلك لاستخراج قيمة واحدة للمقارنة بين المتوسطات . و تحسب حسب القانون الاتي :

$$\text{LSD } 5\% = \sqrt{\frac{2\,MSE}{R}} \times t$$

حيث MSE = Mean squares اي متوسط مجموع مربعات الانحرافات للخطأ .

و r = Replication اي عدد المكررات .

و t = قيمة جدولية تستخرج على اساس درجات الحرية للخطأ (df error) .

نستخرج قيمة t من جدول t لمستوى معنوية معين (5 او 1%) و لدرجات حرية الخطأ التجريبي ، و لكي يكون الفرق بين متوسطين معنوياً فيجب ان يساوي او يزيد عن قيمة LSD ، اما اذا كان الفرق اقل من قيمة LSD فهذا يعني ان تأثير المعاملتين متساوياً حتى ولو اختلفت عددياً عن بعضها .

مثال : تمثل البيانات التالية متوسط عدد الصفوف في العرنوص لخمسة تراكيب وراثية من الذرة الصفراء ، ومن جدول تحليل التباين تبين من قيمة f وجود اختلافات معنوية بين التراكيب الوراثية ، المطلوب اي التراكيب الوراثية افضل باستخدام اختبار LSD ؟ علماً ان عدد المكررات هو 4 و ان قيمة MSE هي 0,139 وقيمة T الجدولية هي 2,179.

C1	C2	C3	C4	C5
16,70	16,30	15,80	15,48	16,43

الحل :

نحسب قيمة LSD

$$LSD\ 5\% = \sqrt{\frac{2\ MSE}{R}} \times t = \sqrt{\frac{2 \times 0.139}{4}} \times 2.179 = \mathbf{0.57}$$

ثم نرتب متوسطات التراكيب الوراثية تنازلياً فتكون كالاتي

C1	C5	C2	C3	C4
16,70	16,43	16,30	15,80	15,48
a	a	ab	bc	c

ثم نقارن هذه المتوسطات مع قيمة LSD **(0.57)** فكل فرق بين متوسطين اقل من **(0.57)** يعني ان المعاملتين ذات نفس القيمة اما اذا كان الفرق بين المتوسطين اكبر او يساوي **(0.57)** فهذا يعني المعاملتين مختلفتين في قيمتهما و على هذا الاساس نقوم بوضع الاحرف المميزة لكل متوسط حيث ان استخدام الحروف المتشابهة للمتوسطات يعني انها لا تختلف معنوياً اما الحروف المختلفة فيعني انها تختلف معنوياً .

اختبار دنكن المتعدد الحدود(L.S.R)

نظراً لتحديد استخدام اختبار LSD و الحاجة الى طرق اكثر دقة لعمل مقارنات و خاصة المقارنات غير المترابطة يتم استخدام اختبار مديات متعددة و ذلك للتغلب على قصور اختبار LSD ، و وضع هذا الاختبار من قبل Duncan عام 1951 الا انه يستغرق وقتاً اذا زاد عدد المعاملات عن 10، و في عام 1955 طور هذا العالم اختباره هذا و سماه اختبار دنكن الجديد للمدى المتعدد (متعدد الحدود) و الذي يمتاز عن سابقه بأنه مختصر و اكثر سهولة منه الا انه اقل قوة ، و يمكن استخدامه سواء كانت قيمة f معنوية او غير معنوية ، كما يمتاز بأنه يأخذ بنظر الاعتبار عدد المعاملات في التجربة اذ ان قيم LSR التي تستخرج يجب ان تساوي درجات الحرية للمعاملات المدروسة و يحسب كما يلي :

$$LSR = SSR \times SY$$

حيث ان SSR = قيم تستخرج من جدول خاص .

و SY = الخطأ القياسي الذي يساوي في هذه الحالة :

$$SY = \sqrt{\frac{MSE}{R}}$$

و لحساب قيمة LSR للمثال السابق نتبع الخطوات التالية

1 . نستخرج قيمة الخطأ القياسي

$$SY = \sqrt{\frac{MSE}{R}} = \sqrt{\frac{0.139}{4}} = 0.17$$

2 . استخراج قيمة SSR من جدول SSR لمستوى المعنوية المطلوب (0,05) و لدرجات حرية الخطأ (12) و التي يكون عددها بقدر درجات الحرية للمعاملات اي (4) و ذلك لان المعاملة الاولى لا تقارن لذا نبدأ من المعاملة الثانية :

2 = 3.08 , 3 = 3.23 , 4 = 3.33 , 5 = 3.36

3 . نضرب قيمة الخطأ القياسي SY بقيم SSR لاعطاء قيم LSR كما في الجدول التالي

تسلسل المعاملات				
	2	3	4	5
SSR	3.08	3.23	3.33	3.36

SY	0.17			
LSR	0,52	0,55	0,57	0,57

4 . نرتب المعاملات تصاعدياً و نستخرج الفروق بين كل متوسطين للمعاملات كما يلي

C4	C3	C2	C5	C1
15,48	15,80	16,30	16,43	16,70

5 . مقارنة الفرق بين المتوسطات و و ضع الاحرف لكل متوسط .

تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

Randomized Complete Blocks Design

(RCBD)

ذكرنا في التصميم العشوائي الكامل ، أنه يشترط فيه التجانس الكامل بين الوحدات التجريبية ، وفي حالة عدم تجانس بين الوحدات التجريبية يجب ان يقسم الحقل التجريبي وهذه التقسيمات تسمى قطاعات Blocks .

ان توزيع الوحدات التجريبية في هذا التصميم يتضمن الخطأ التجريبي الى اقل ما يمكن . وهنا يقل عدد درجات الحرية للخطأ التجريبي بمقدار عدد درجات حرية المكررات ، كما أن تغاير المكررات يطرح من تغاير الخطأ التجريبي لذا فكلما كانت التغايرات بين المكررات كبيرة يصبح التصميم أكثر كفاءة في كشف تاثير المعاملات .

* في حالة فقد معاملة أو مكرر وإذا اريد حذف معاملة لسبب ما فأن هذا لا يسبب تعقيدا في التحليل الإحصائي ، كما يمكن تقدير أي بيانات مفقودة في هذا التصميم بسهولة .

خطوات التحليل في هذا التصميم :

1) $n = t \times r$

عدد الوحدات التجريبية — عدد المعاملات — عدد المكررات

2) $C.F = \dfrac{(Y_{..})^2}{n}$

$(Y_{..})^2$ ← المجموع العام للتجربة

معامل التصحيح

3) $SS_{Total} = \Sigma Yij.^2 - C.F$

SS_{Total} ← مجموع مربعات الانحرافات الكلي

$\Sigma Yij.^2$ ← مجموع مربعات الوحدات التجريبية

مجموع مربعات مكررات المعاملة الواحدة

4) $SS_{treat.} = \dfrac{\sum Yi.^2}{r} - C.F$

$SS_{treat.}$ ← مجموع مربعات انحرافات المعاملات

مجموع مربعات المعاملات ضمن المكرر الواحد

5) $SS_{Rep} = \dfrac{\sum Y.j^2}{t} - C.F$

SS_{Rep} ← مجموع مربعات انحرافات المكررات

6) $SS_{error} = SS_{Total} - SS_{treat.} - SS_{Rep.}$

ثم نعمل جدول تحليل التباين ANOVA table

S.O.V.	d.f.	SS	MS	$F_{cal.}$	$F_{table.}$
Treat.	t-1		$\frac{SS_{traet}}{df_{treat}}$	$\frac{MS_{treat.}}{MS_{error}}$	
Rep.	r-1		$\frac{SS_{Rep}}{df_{Rep}}$		
Error			$\frac{SS_{error}}{df_{error}}$		
Total	n-1				

حيث أن :

df ..... درجات الحرية وتستخرج كما موضح في الجدول اعلاه اما درجات الحرية للخطأ التجريبي فيحسب كالآتي :

$$df_{error} = df_{total} - df_{treat.} - df_{rep}$$

أو

$$df_{error} = df_{treat.} \times df_{Rep}$$

* عند احتساب قيمة F المحسوبة تقارن مع F الجدولية بدرجة حرية (1% ، 5%) فاذا كانت قيمة F المحسوبة أكبر من الجدولية وللقيمتين (1و5 %) ، اذن توجد هناك فروق معنوية بين المعاملات وعلى مستوى إحتمال 1% ونضع علامة * * فوق قيمة F المحسوبة (F^{**})، أما إذا كانت قيمة F المحسوبة اصغر من F الجدولية لمستوى معنوية (1%) وأكبر من الجدولية للمستوى (5%) إذن توجد هناك فروق معنوية بين المعاملات وعلى مستوى إحتمال 5% ونضع علامة * واحدة فوق قيمة F المحسوبة (F^{*}) .

أما اذا كانت قيمة F المحسوبة أقل من الجدولية وللقيمتين (1و5%) إذن لا توجد هناك فروق معنوية بين المعاملات وعلى قيمة F المحسوبة نضع N.S ($F^{N.S}$) وتعني (غير معنوي) .

مثال : أجريت تجربة لمعرفة تاثير خمس مستويات من النتروجين على عدد أفرع شتلات الخوخ وبثلاث مكررات وتم الحصول على البيانات التالية :

المعاملات	R_1	R_2	R_3	Yi.	$\bar{Y}i$
N_1	1	2	2	5	1.67
N_2	2	3	2	7	2.33
N_3	3	4	6	13	4.33
N_4	7	6	9	22	7.33
N_5	9	10	13	32	10.67
Y.j	22	25	32	Y.. = 79	

1) $\mathbf{n = t \times r} = 5 \times 3 = 15$

2) $\mathbf{C.F = \frac{Y_{..}^2}{n}} = \frac{79^2}{15} = 416.067$

3) $\mathbf{SS_{Total} = \sum Yij^2 - C.F}$

$= 1^2 + 2^2 + 2^2 + \ldots\ldots\ldots + 13^2 - 416.067$

$= 186.93$

4) $\mathbf{SS_{treat} = \frac{\sum yi.^2}{r} - C.F}$

$= \frac{5^2 + 7^2 + 13^2 + 22^2 + 32^2}{3} - 416.067$

$= 167.60$

5) $\mathbf{SS_{Rep} = \frac{\sum Y.j^2}{t} - C.F}$

$= \frac{22^2 + 25^2 + 32^2}{5} - 416.067$

= 10.53

6) $\mathbf{SS_{error} = SS_{Total} - SS_{treat} - SS_{rep}}$

= 186.93 – 167.60 – 10.53

= 8.80

ثم نقوم بعمل جدول تحليل التباين ANOVA table

S.O.V.	d.f.	SS	MS	$F_{cal.}$	$F_{table.}$
Treat.	t-1 4	167.60	41.90	38.09	3.84 (%5)
Rep.	r-1 2	10.53	5.27		7.01 (%1)
Error	8	8.80	1.10		
Total	n-1 14				

df_{error} = 14 – 4 – 2 = 8

df_{error} = 4 × 2 = 8

$$\mathbf{MS_{treat.}} = \frac{SS_{treat}}{df_{treat}} = \frac{167.60}{4} = 41.90$$

$$\mathbf{MS_{Rep}} = \frac{SS_{Rep}}{df_{Rep}} = \frac{10.53}{2} = 5.27$$

$$\mathbf{MS_{error}} = \frac{SS_{error}}{df_{error}} = \frac{8.80}{8} = 1.10$$

$$\mathbf{F_{cal}} = \frac{MS_{treat}}{MS_{error}} = \frac{41.90}{1.10} = 38.09$$

الإستنتاج :

بما ان قيمة F_{cal} المحسوبة اعلى من الجدولية F_{table} وللاحتمالين (1% و 5%) إذن توجد هناك فروق معنوية بين المعاملات . إذن نستطيع إجراء إختبار L.S.D

حيث أن :

$$\mathbf{L.S.D_{\%5}} = \sqrt{\frac{2\times MSe}{r}} \quad \times \mathbf{t}\ \text{الجدولية}$$

$$= \sqrt{\frac{2\times 1.10}{3}} \times 2.306$$

$$= 1.97$$

حيث نستخرج المتوسطات تم نقوم بترتيبها تصاعديا او تنازليا :

مثلا هنا سنرتب تنازليا :

$\bar{N}_5$	$\bar{N}_4$	$\bar{N}_3$	$\bar{N}_2$	$\bar{N}_1$
10.67	7.33	4.33	2.33	1.67
a	b	c	d	d

حيث نطرح قيمة اول متوسط من الثاني فاذا كانت النتيجة أكبر أو يساوي قيمة L.S.D تأخذ رمز آخر وهكذا لبقية المتوسطات :

$$10.67 - 7.33 = 3.34$$

نلاحظ ان القيمة (3.34) اكبر من قيمة L.S.D إذن تأخذ الرمز b لأن القيمة الأكبر تأخذ الرمز a ، وهكذا لبقية المعاملات .

تحليل بيانات المشاهدة المفقودة في تصميم RCBD

تفقد احيانا بعض قيم الوحدات التجريبية إما نتيجة الإصابة بمرض أو حشرة أو نتيجة تكسر الطبق أو السندان المزروع فيها النبات في مثل هذه المشاهدات المفقودة Missing observation ويمكن إتباع القانون التالي لتقدير النتيجة المفقودة :

$$\hat{Y} = \frac{r \times Y.j + t \times Yi. - Y..}{(r-1)(t-1)}$$

حيث أن :

$\hat{Y}$: القيمة المقدرة للقيمة المفقودة.

r : عدد المكررات .

Y.j : مجموع المكرر الفاقد للقيمة .

t: عدد المعاملات .

Yi. : مجموع المعاملة الفاقدة للقيمة .

Y.. : المجموع الكلي أو العام للتجربة .

(r-1) (t-1) : درجات الحرية للخطأ التجريبي .

بعد تقدير القيمة المفقودة كما سبق ندخل هذه القيمة في الجدول ونحلل البيانات بشكل اعتيادي .

مثال : فقدت المشاهدة الموضحة في الجدول التالي :

المعاملات	R_1	R_2	R_3	R_4	
t_1	2	5	9	7	
t_2	6	6	5	8	
t_3	7		9	10	Yi.= 26
t_4	8	7	8	12	
t_5	14	17	12	9	
		y.j= 35			
Y..= 161					

$$\hat{Y} = \frac{r \times Y.j + t \times Yi. - Y..}{(r-1)(t-1)}$$

$$= \frac{4 \times 35 + 5 \times 26 - 161}{3 \times 4}$$

$$= 9.08$$

إذن القيمة المقدرة هي (9.08) توضع في الجدول ونكمل التحليل بشكل اعتيادي .

التوزيع العشوائي

يجب ان يتم توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية دون تحيز بحيث يكون لكل معاملة نفس الفرصة ان توضع فى اى قطعة تجريبية أو أن اى قطعة تجريبية لها نفس الفرصة ان تستقبل اى معاملة. ويتم ذلك بالسحب من كيس الأرقام أو باستخدام جداول الأرقام العشوائية او برمجيات الحاسب الآلى.

كيفية التوزيع العشوائى: لنفرض هناك اربع معاملات و اربع مكررات فتكون كالأتي :

فى التصميم التام العشوائية CRD: يتم توزيع المعاملات الأربعة على القطع التجريبية (16) عشوائيا دون تحكم موضعى حيث ان الأرض متجانسة . ويتم ذلك بالسحب من كيس الأرقام أو استخدام جداول الأرقام العشوائية أو برمجيات الحاسب الآلى.

فى تصميم القطاعات الكاملة العشوائية RCBD: يتم تقسيم أرض التجربة الى أربعة قطاعات عمودية على اتجاه عدم التجانس ثم توزع المعاملات الأربعة عشوائيا داخل كل قطاع بحيث تظهر جميع المعاملات فى كل مكرر ولا تكرر أى معاملة داخل المكرر الواحدة.

فى تصميم المربع اللاتينى: يتم تقسيم ارض التجربة الى اربعة اعمدة وأربعة صفوف حسب عدد المعاملات ثم توزيع المعاملات عشوائيا داخل الأعمدة والصفوف بحيث لا تظهر المعاملة الواحدة أكثر من مرة واحدة داخل كل عمود وكل صف.

المربع اللاتينى

أ	ب	ج	د
ب	ج	د	أ
ج	د	أ	ب
د	أ	ب	ج

RCBD

أ	د	ب	ج
د	ج	أ	ب
ج	ب	د	أ
ب	أ	ج	د

CRD

أ	د	ب	ج
د	ج	أ	ب
ج	ب	د	أ
ب	أ	أ	د

تصميم المربع اللاتيني The Latin Square Design

يتم في هذا التصميم دراسة عامل واحد أو اكثر من العوامل كما في التصميمين السابقين ، و يطبق عندما يكون هناك تغير اتجاهي (من الشرق الى الغرب او من الشمال الى الجنوب او بالعكس) في حقل التجربة بما يتعلق بتغاير الرياح و مواصفات التربة و عوامل البيئة الأخرى ، لذا يكون مخطط التجربة الحقلية عادة بشكل تكون فيه القطاعات بأتجاهين مختلفين هما الصفوف Rows و الأعمدة Columns و اللذان يكونان متعامدين مع بعضهما و ذلك لتقليل التغير الناتج عن اختلافات البيئة في الأتجاهين .

يؤخذ على هذا التصميم وجوب تساوي عدد الصفوف مع عدد الأعمدة مع عدد المعاملات و أن عدد الوحدات التجريبية (n) يكون ناتج من تربيع اي منهما (سواء صف او عمود او معاملات) ، بصورة عامة يتراوح عدد الوحدات التجريبية في هذا التصميم من 5×5 الى 8×8 و نادراً ما يستخدم مربعاً اكثر من 12×12 او اقل من 3×3 حيث اذا قل تقل الدقة نتيجة انخفاض درجات الحرية و اذا زاد العدد عن 12×12 يزداد الجهد والعمل .

خطوات الحل (مصادر و تحليل التغاير)

1) $\mathrm{n} = t^2$

2) $\mathrm{c.f} = \frac{(y..)^2}{n}$

3) $ss_{Total} = \Sigma yij^2 - c.f$

4) $\boldsymbol{ss_{row}} = \frac{\Sigma yi.^2}{c} - c.f$

5) $ss_{col} = \frac{\Sigma y.j^2}{c} - c.f$

6) $ss_{treat} = \frac{\Sigma y..k^2}{c} - c.f$

7) $ss_{error} = ss_{total} - ss_{row} - ss_{col} - ss_{treat}$

ثم نعمل جدول تحليل التباين ANOVA

s.o.v	df	ss	ms	fcal	Ftab
Treat	r-1		$\frac{ss\ treat}{df\ treat}$	$\frac{ms\ treat}{ms\ err}$	
Row	r-1		$\frac{ss\ row}{df\ row}$		
Col	r-1		$\frac{ss\ col}{df\ col}$		
Error	(r-1)(r-2)		$\frac{ss\ error}{df\ error}$		
total	n-1				

اما **df** للخطأ فتحسب كالأتي

$$\boldsymbol{df_{error}} = dftotal - dfrow - dfcol - df\ treat$$

$$\boldsymbol{df_{error}} = (r-1)(r-2)$$

<u>مثال</u> : اجريت تجربة ضمن التصميم المربع اللاتيني وبأربعة معاملات المطلوب اجري تحليلاً كامله للتجربة واي المعاملات هي الأفضل.

				Yi.
$\boldsymbol{a_6}$	$\boldsymbol{b_2}$	$\boldsymbol{c_3}$	$\boldsymbol{d_3}$	**14**
$\boldsymbol{b_1}$	$\boldsymbol{c_4}$	$\boldsymbol{d_4}$	$\boldsymbol{a_5}$	**14**
$\boldsymbol{c_2}$	$\boldsymbol{d_4}$	$\boldsymbol{a_7}$	$\boldsymbol{b_2}$	**15**

d_5	a_7	b_2	c_2	**16**

y.j. 14 17 16 12

ثم نرتب المعاملات كل معاملة على حده كما في الجدول

					Y..k
a	**6**	**5**	**7**	**7**	**25**
b	**2**	**1**	**2**	**2**	**7**
c	**3**	**4**	**2**	**2**	**11**
d	**3**	**4**	**4**	**5**	**16**
Y.. =					**59**

1) $n = 4^2 = 16$

2) $c.f = \frac{(y..)^2}{n}$, $c.f = \frac{(59)^2}{16}$, $c.f = 217.56$

3) $ss_{total} = Eyij^2 - cf$

$= (6)^2 + (2)^2 + (3)^2 + (3)^2 + (1)^2 + \cdots + (2)^2 - c.f$

$= 271 - 217.56 = 53.44$

4) $ss_{row} = \frac{\Sigma xi.^2}{t} - C.F$

$= \frac{14^2+14^2+14^2+16^2}{4} - 217.56 = 0.69$

5) $ss_{col} = \frac{\Sigma x.j^2}{t} - C.F$

$= \frac{14^2+17^2+16^2+12^2}{4} - 217.56 = 3.69$

6) $ss_{treat} = \frac{\Sigma y..k}{t} - c.f$

$= \frac{(25)^2+(7)^2+(11)^2+(16)^2}{4} - 217.56 = 45.19$

7) $ss_{error} = ss_{total} - ss_{row} - ss_{column} - ss_{treat}$

$= 53.44 - 0.69 - 3.69 - 45.19$

$ss_{treat} = 3.87$

ثم نعمل جدول تحليل التباين كالآتي

s.o.v	df	Ss	ms	fcal	Ftab
treat	3	45.19	15.06	23.53	5% 4.76
row	3	0.69	0.23		1% 8.78
col	3	3.69	1.23		
error	6	3.87	0.64		
total	15	53.99			

توجد هناك فروق معنوية بين معاملات عن مستوى احتمال 0.01 بان على ذلك اجري اختبار **LSD**

$$L.S.D = \sqrt{\frac{2Mse}{r}} \times t \text{ جدولية } (0.05)\ df$$

$$L.S.D = \sqrt{\frac{2(0.64)}{4}} \times 2.447 = \mathbf{L.S.D = 1.34}$$

ثم نستخرج متوسطات المعاملات و بعدها نرتب تنازلياً

$$a = \frac{45}{4} = \mathbf{6.25},\ b = \frac{7}{4} = \mathbf{1.75}\ ,\ c = \frac{11}{4} = \mathbf{2.75}\ ,\ d = \frac{16}{4} = \mathbf{4}$$

$\bar{a}$	$\bar{d}$	$\bar{c}$	$\bar{b}$
6.25	4.00	2.75	1.75
a	b	$b\ c$	c

اذن تفوق معاملة a على جميع المعاملات و لم تختلف معاملة d , c فيما بينها معنوية وكذلك معاملة c , b .

<u>مثال واجب :</u> اجريت تجربة لمعرفة تأثير خمسة مستويات من النتروجين ضمن مربعه اللاتيني . المطلوب نملئ حقول جدول تحليل التباين (Anova table)

s.o.v	d.f	ss	ms	fcal
Row	———	———	2.14	———
Col	———	16.66	———	———
treat	———	———	20.88	———
Error	———	———	———	
Total	———	240.15		

التجارب العاملية Factorial Experiments

يتم في هذا النوع من التجارب دراسة اكثر من عامل واحد و التي تكون بنفس الأهمية (لا توجد افضلية بينها) ، و يمكن استخدام اي من التصاميم السابقة (CRD و RCBD و المربع اللاتيني او غيرها من التصاميم) مثلما نستخدم في التجارب ذات العامل الواحد ، و تصلح التجارب العاملية لكافة الأبحاث المختلفة ذات العوامل المتعددة اذ يمكن بواسطتها تقليل الجهد و مواد التجربة و اختصار الزمن و دراسة جميع التداخلات اضافة الى معرفة تأثير العوامل بصورة منفصلة عن بعضها .

يقصد بالعامل Factor في التجارب العاملية : اي عامل يعطي عدة معاملات (مستويات) فمثلاً اضافة النتروجين هو العامل و الكميات المستخدمة هي المعاملات (المستويات) مثلاً 10 و 20 و 30 غم . شجرة هي مستويات النتروجين و يعد هذا العامل الأول (A) اما العامل الثاني فهو B . كما يمكن ان تكون التجارب العاملية بأكثر من عاملين فتصبح 3 أو 4 أو 5 ..... الخ .

خطوات تحليل تجربة عاملية مصممة ضمن تصميم RCBD

1) $n = a \times b \times r$

2) $c.f = \frac{y_{..}^{2}}{n}$

3) $ss_{total} = \Sigma \times ij^2 - c.f$

4) $ss_{treat} = \frac{\Sigma yi.^2}{r} - c.f$

5) $ss_{Rep} = \frac{\Sigma y.j^2}{t} - c.f$

6) $ss_{error} = ss_{total} - ss_{treat} - ss_{Rep}$

ثم نعمل جدول ذو اتجاهين

	b_1 b_2 b_3	b_4	yi..
a_1			
a_2			
a_3			
y. j..			

$$ss_a = \frac{\Sigma yi..^2}{b \times r} - c.f$$

$$ss_b = \frac{\Sigma y.j..^2}{b \times r} - c.f$$

$$ss_{a\times b} = ss_{treat} - ss_a - ss_b$$

ثم نعمل جدول تحليل التباين (Anova table)

s.o.v	d.f	Ss	ms	fcal	Ftab
$\boldsymbol{a}$	$\boldsymbol{a-1}$				
$\boldsymbol{b}$	$\boldsymbol{b-1}$				
$\boldsymbol{a\times b}$	$\boldsymbol{dfa}$×dfb				
$\boldsymbol{Rep}$	$\boldsymbol{r-1}$				
$\boldsymbol{error}$					
$\boldsymbol{Total}$	$\boldsymbol{n-1}$				

df error = df Total _ df a _df b _ df ab _ df Rep

df error = (r-1) (ab-1)

$$Ms_a = \frac{ss_a}{df_a},$$

$$Ms_b = \frac{ss_b}{df_b}$$

$$Ms_{a\times b} = \frac{ss_{a\times b}}{df_{a\times b}}$$

$$Ms_{Rep} = \frac{ss_{Rep}}{df_{Rep}}$$

$$Ms_{error} = \frac{ss_{error}}{df_{error}}$$

$$fcala = \frac{Ms_a}{Ms_{error}}$$

$$fcalb = \frac{Ms_b}{Ms_{error}}$$

$$fcad_{a\times b} = \frac{Ms_{a\times b}}{Mf_{error}}$$

خطوات تحليل تجربة عاملية مصممة ضمن تصميم CRD

1) $n = a \times b \times r$

2) $c.f = \frac{y_{..}^{2}}{n}$

3) $ss_{total} = \Sigma yij^2 - c.f$

4) $ss_{treat} = \frac{\Sigma yi.^2}{r} - c.f$

6) $ss_{error} = ss_{total} - ss_{treat}$

ثم نعمل جدول ذو اتجاهين

	b_1 b_2 b_3	b_4	yi..
a_1			
a_2			
a_3			
y. j..			

$$ss_a = \frac{\Sigma yi..^2}{b \times r} - c.f$$

$$ss_b = \frac{\Sigma y.j..^2}{a \times r} - c.f$$

$$ss_{a\times b} = ss_{treat} - ss_a - ss_b$$

ثم نعمل جدول تحليل التباين (Anova table)

s.o.v	d.f	Ss	ms	fcal	Ftab
a	$a-1$				
b	$b-1$				
$a \times b$	dfa ×dfb				
$error$					

$\boldsymbol{Total}$	$\boldsymbol{n-1}$				

df error = df Total _ df a _df b _ df ab

df error = ab(r-1)

$$Ms_a = \frac{ss_a}{df_a},$$

$$Ms_b = \frac{ss_b}{df_b}$$

$$Ms_{a\times b} = \frac{ss_{a\times b}}{df_{a\times b}}$$

$$Ms_{Rep} = \frac{ss_{Rep}}{df_{Rep}}$$

$$Ms_{error} = \frac{ss_{error}}{df_{error}}$$

$$fcala = \frac{Ms_a}{Ms_{error}}$$

$$fcalb = \frac{Ms_b}{Ms_{error}}$$

$$fcad_{a\times b} = \frac{Ms_{a\times b}}{Mf_{error}}$$

مثال : اجريت تجربة عاملية لمعرفة تأثير أربعة مستويات من النتروجين (A) ومستوين من فسفور (B) على عدد افرع اشجار الخوخ المطلوب حل التجربة بالكامل واي مستوى من النتروجين هو افضل و اي مستوى من فسفور افضل هو افضل و اي مستوى من بين التداخل هو افضل ؟

		R_1	R_2	b_3	$yi.$
a_1	b_1 b_2	2 1	2 2	3 1	7 4
a_2	b_1 b_2	4 2	5 3	2 1	11 6
a_3	b_1 b_2	7 1	4 2	4 3	15 6
a_4	b_1 b_2	6 2	7 3	6 5	19 15
$y.j$		25	28	25	78 $y..$

1) $= a \times b \times r\ ,\ = 4 \times 2 \times 3\ ;\ \boldsymbol{n = 24}$

2) $.f = \frac{y..^2}{n}\ ,\ = \frac{78^2}{24},\quad \boldsymbol{c.f = 253.5}$

3) $ss_{total} = 2^2 + 2^2 + 3^2 + 5^2 - 253.5$

$ss_{total} = 336 - 253.5,\ \boldsymbol{ss_{total} = 82.5}$

4) $ss_{treet} = \frac{\Sigma yi.^2}{r} - c.f$

$= \frac{7^2+4^2+\ldots^2+16^2}{3} - 253.5,\quad \boldsymbol{ss_{treet} = 61.16}$

5) $ss_{Rep} = \frac{\Sigma y.j^2}{t_{(a+b)}} - c.f,\quad = \frac{25^2+28^2+25^2}{8} - 253.5,\quad ss_{Rep} = \boldsymbol{0.75}$

6) $ss_{error} = ss_{total} - ss_{treat} - ss_{Rep},\ = 28.5 - 61.16 - 0.75,\ =$ $\boldsymbol{20.59}$

ثم نعمل جدول ذو اتجاهين

	b_1	b_2	$yi..$
$\boldsymbol{a_1}$	7	4	11
$\boldsymbol{a_2}$	11	6	17
$\boldsymbol{a_3}$	15	6	21
$\boldsymbol{a_4}$	19	10	29
$\boldsymbol{y.j..}$	52	26	78

$$ss_a = \frac{\Sigma yi..^2}{b \times r} - c.f, \quad = \frac{11^2+17^2+21^2+29^2}{6} - 253.5 ,$$
$$ss_a = \mathbf{28.5}$$

$$ss_b = \frac{\Sigma y.j..^2}{b \times r} - c.f, \quad = \frac{52^2+26^2}{12} - 253.5, \quad = \mathbf{28.16}$$

$$ss_{ab} = ss_{treat} - ss_a - ss_b, \quad = 61.61 - 28.5 - 28.16, \quad = \mathbf{4.5}$$

ثم نعمل جدول تحليل التباين

s.o.v	d.f	Ss	ms	fcal	Ftab
a	$a-1$ 3	28.5	9.5	6.46**	3.34 5.56
b	$b-1$ 1	28.16	28.16	19.15**	4.60 8.86
$a \times b$	3×1 3	4.5	1.5	1.02 n.s	3.34 5.56
Rep	$r-1$ 2	0.75	0.38		
$error$	14	20.59	1.47		
$Total$	$n-1$ 23				

$$df_{error} = df_{total} - df_a - df_b - df_{ab} - df_{Rep} = \mathbf{14}$$

ثم نجري اختبار اقل فرق معنوي LSD للعامل A و للعامل B فقط لان التداخل لم يكن معنوياً .

$$\mathbf{Ls.d_a} = \sqrt{\frac{\mathbf{2Mse}}{\mathbf{bxr}}} \ \mathbf{x\ t}\text{ جدولية}, \ \mathbf{Ls.d_a} = \sqrt{\frac{\mathbf{2 . 1.47}}{\mathbf{2x3}}} \ \mathbf{x\ 2.145} \ = \mathbf{1.50}$$

$$\mathbf{Ls.d_b} = \sqrt{\frac{\mathbf{2Mse}}{\mathbf{axr}}} \ \mathbf{x\ t}\text{ جدولية}, \ \mathbf{Ls.d_b} = \sqrt{\frac{\mathbf{2 . 1.47}}{\mathbf{4x3}}} \ \mathbf{x\ 2.145} \ = \mathbf{1.06}$$

ثم نرتب متوسطات العامل A و العامل B و نجري المقارنة كما ذكرناها سابقاً في محاضرة طرق اختبار الفروقات المعنوية بين المعاملات بعد تحليل التغاير .

سؤال واجب : اجريت تجربة عاملة لمعرفة تأثير ثلاثة مستويات من منظم نمو الاوكسين (A) وثلاثة مستويات من سايتوكينات (B) لمعرفة تأثيرها في نمو احدى نبات الزينة المزروعة نسيجياً المطلوب حلل التجربة بالكامل و اي مستوى هو الأفضل لكلا العاملين و للتداخل .

		R_1	R_2	b_3	R_4
a_1	b_1	1	2	3	4
	b_2	2	1	3	2
	b_3	1	0	5	1
a_2	b_1	2	3	2	1
	b_2	2	4	9	3
	b_3	5	4	5	2
a_3	b_1	3	3	4	3
	b_2	4	2	5	4
	b_3	6	7	9	6

$$Ls.d_a = \sqrt{\frac{2Mse}{bxr}} \quad x\ t$$

$$Ls.d_b = \sqrt{\frac{2Mse}{bxr}} \quad x\ t$$

$$Ls.d_{ab} = \sqrt{\frac{2Mse}{r}} \quad x\ t$$

تصميم الألواح المنشقة Split-Plot Design

يتم في هذا التصميم دراسة اكثر من عامل (تجارب عاملية) كل منها بعدة مستويات ، و يستخدم في الحالات التي تحتاج فيها بعض العوامل الى دقة اكثر من العوامل الأخرى (عندما تكون هناك حاجة الى المفاضلة في التحليل بين العوامل المدروسة) ولذا تحتاج هذه العوامل (التي تحتاج الى معلومات ادق) عوامل ثانوية توزع على الألواح الثانوية (Sub- Plots) لأنها اكثر تجانساً من الألواح الرئيسية التي تكون اكبر حجماً و تسمى (Main- Plots) ، ايضاً يمكن استخدام اي من التصاميم السابقة (CRD و RCBD و المربع اللاتيني او غيرها) .

يستخرج خطئان في هذا التصميم الأول هو (Error a) و ستخدم لأختبار معاملات الألواح الرئيسية و عادة ما يكون اكبر من الخطأ الثاني (Error b) و المستخدم لأختبار المعاملات الثانوية .

جدول وضح مصادر التغاير و درجات الحرية لتجربة مطبقة بتصميم الواح منشقة مع تصميم CRD و RCBD.

CRD		RCBD	
S.o.v	df	**S.o.v**	df
A	a-1	**Rep**	r-1
Error (a)	a (r-1)	**A**	a-1
B	b-1	**Error (a)**	(a-1) (r-1)
AB	(a-1)(b-1)	**B**	b-1
Error (b)	A (b-1)(r-1)	**AB**	(a-1)(b-1)
Total	n-1	**Error (b)**	A (b-1)(r-1)
		Total	n-1