التجارب الزراعية

تصميمها وتحليل نتائجهـــا

للاستاذ حسين ثابت : مدير قسم التجارب الزراعية بالوزارة

-٢-

دراسة نتائج التجربة :

إن الحصول على أرقام غلة المعاملات المختلفة التجربة لا يكفي وحده لاستخلاص النتائج التي تدل عليها تلك الأرقام . فقد يظهر بين نتائج معاملات تجربة ما تباين أو تفاوت محسوس ، ولكنه بعد دراسته وتحليله تحليلا إحصائيا لا يلبث لسبب أو لآخر أن يتبين أنه تفاوت لا يعتد به إحصائيا ، ذلك بأنه قد يتضح أن هذه الفروق بين نتائج المعاملات ليست نتيجة لتأثيرها بالذات وحسب ، بل تدخلت في هذه النتيجة تأثيرات عوامل أخرى فحجبت التأثير الحقيقي لمعاملات التجربة من الظهور .

لذلك كان من الضروري تحليل نتائج التجربة تحليلا إحصائيا ليمكن استخلاص النتيجة الحقيقية لها ، سواء أكانت موجبة أم سالبة ، ذلك بأن هناك عدة عوامل طبيعية لا دخل لمعاملات التجربة فيها ولا قدرة للانسان على استبعادها رغم كل احتياط وإحكام فتتدخل وتتفاعل مع العوامل الأخرى الخاصة بالمعـــاملات كالتأثيرات الناشئة من العوامل الجوية أو الإصابة بالآفات ، أو عدم تجانس أجزاء حقل التجربة في طبيعة التربة أو درجة خصبها والعوامل الناشئة عن أخطاء الانسان التي تحدث عفوا وبغير نظام اثناء إعداد أرض التجربة أو إجراء العمليات الزراعية الأخرى كالتخطيط والعزيق والري ، أو عند بذر التقاوى أو توزيع السماد وما إلى ذلك . ولو وقعت هذه الأخطاء بدرجة متجانسة بالنسبة لجميع المعاملات والقطع لهان الأمر ، وذلك بعمل تصحيح لهذه الأخطاء يردها إلى حقيقتها ، ولكن الواقع أن هذه الأخطاء لا ضابط لها كالتي تقع من عمال الزراعة مثلا ، فهي مختلفة باختلاف

طبيعة الافراد ومدى مهارتهم ودقتهم فى أداء الأعمال مما لا يتفق فيه شخصان تمام الاتفاق فضلا عن عدة أشخاص .

والمقصود بدراسة النتائج وتحليلها إحصائيا هو قياس أثر هذه العوامل المختلفة الطارئة على نتيجة التجربة عند استخلاص النتيجة النهائية من أرقامها .

ويستعان على هذه الدراسة بوسيلتين : احداهما الرسوم البيانية على اختلاف أشكالها وأهدافها لتوضح فى سهولة وبساطة نتيجة كل معامله على حدة فضلا عن نسبة المعاملات بعضها للبعض الآخر . أما الوسيله الثانية وهي أدق من الأولى وأبعد أثرا فى الحكم على نتيجة التجربة فهى التحليل الإحصائى لهذه النتيجة . وفيما يلى بيان لأهم أنواع الرسوم البيانية وإيضاح العمليات الرئيسية للتحليل الإحصائى :

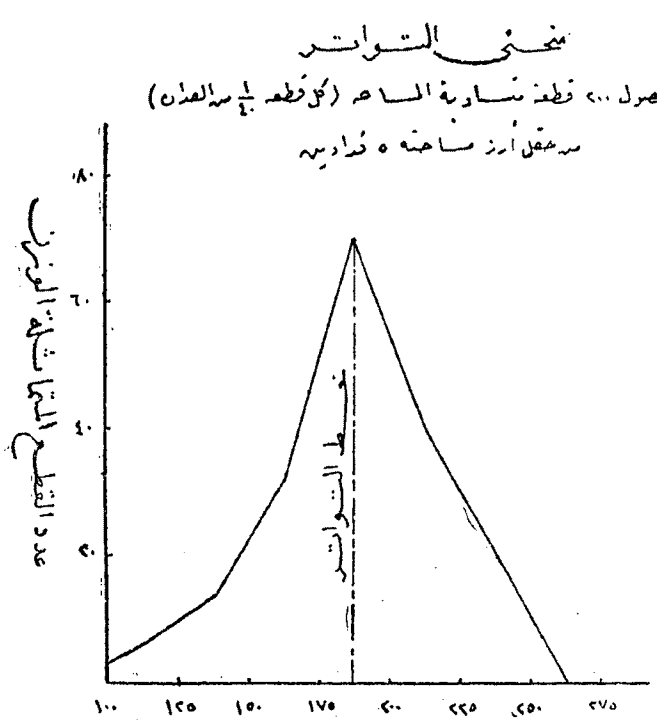
أولا — الرسوم البيانية : هى أبسط الطرق لتصوير نتائج التجربة وتكوين فكرة سريعة عنها ، وأنواع هذه الرسوم هى :

(١) الخط البيانى : وهو خط يربط بين النقط التى تقع عند تقابل كل من رقم المعاملة والمحصول الذى أنتجته . ولا يستخدم هذا الخط إلا إذا كانت المعاملات مثبتة فى سلسلة رقمية . ومثال ذلك كميات السماد أو مواعيد الزراعة :

(٢) منحنى التكرار ، أو منحنى التواتر : وهو خط بيانى يمثل التوزيع التكرارى لنتائج التجربة ، ويستخدم هذا المنحنى فى اختبار مدى تجانس الظروف الزراعية للتجربة . حيث إنه على الرغم من الحرص على توحيد الظروف الزراعية لكافة القطع التى تتكون منها التجربة ، إلا أن الملاحظ عادة أن المعاملة الواحدة لا تعطى نتيجة واحدة فى جميع المكررات ، نظرا لتأثير الظروف التى تقدم الكلام عليها . ولقياس التشتت فى نتائج كل معاملة على حده ، يعمل جدول تكرارى لفئات المحصول يمثل عدد القطع التى تعطى كل فئة منها . ومن هذا الجدول يرسم المنحنى التكرارى . وهو خط بيانى يصل بين النقط التى تقع عند تقابل مركز الفئة [١] مع عدد القطع ، كما يتضح من الشكل « رقم ١ »

(١) يقصد بمركز الفئة المتوسط بين فئتين متتاليتين ، فاذا كانت الفئات هى ١٠٠ و ١٢٥ و ١٥٠ فان مركز الفئة الأولى يكون ١١٢٫٥ ومركز الفئة الثانية يكون ١٣٧٫٥ وهكذا .

وأحياناً يعبر عن الجدول التكرارى فى شكل هستوجرام، وهو يوضح تكرار كل فئة فى شكل عمود بدلا من نقطة، كما يتبين من الشكل « رقم ٢»، وتعتبر الظروف الزراعية متماثلة، إذا كان الطرف الأيسر من المنحنى ينطبق تمام الانطباق على الطرف الأيمن، والنقطة التى تفصل بين الطرفين هى الوسط الحسابى للتوزيع التكرارى، أما إذا لم ينطبق الطرفان، فإنه يقال إن المنحنى ملتو إما إلى أيمن وإما إلى أيسر، ومعنى ذلك أن الظروف الزراعية للمعاملة لم تكن متجانسة، ولكى تكون النتيجة التى يصورها المنحنى دقيقة، يجب أن يكون عدد المفردات كبيراً.

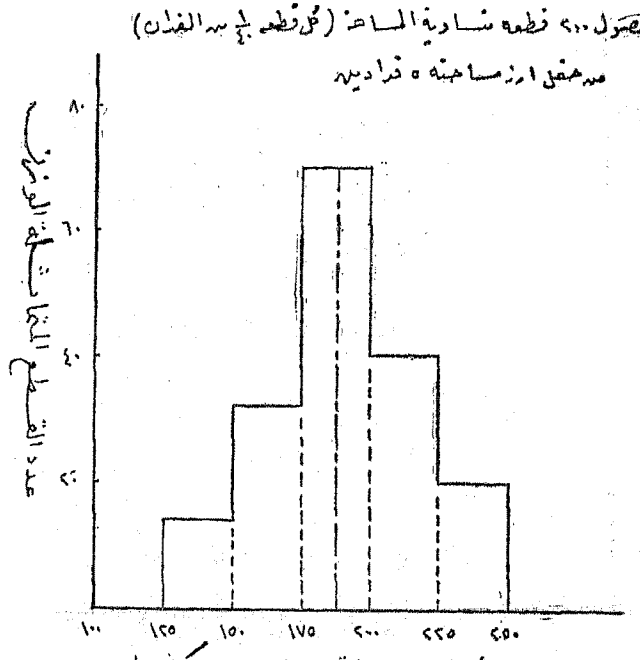


(شكل رقم ١)

(٣) الرسوم الهدفية Target diagrams : وتمثل بنقط عديدة توقع على الورق المربع، كل منها نتيجة تقابل نقطتين إحداهما على امتداد خط متعامد

على المحور الرأسى الذى يمثل إحدى صفتين ، والأخرى على امتداد خط متعامد على المحور الأفقى الذى يمثل الصفة الأخرى على غرار ما أوضحناه فى خط التواتر والهستوجرام . مثال ذلك الرسم الهدفى لصفتى وزن بزرة القطن لصنف ما وصافى حلجه . وهذا الرسم يوضح أولا ما إذا كان هناك ارتباط بين الصفتين المذكورتين ، وإذا كان ، فهل هو ارتباط إيجابى أو سلبى . وثانياً يدل على درجة نقاوة الصنف أو السلالة التى منها النباتات التى أوضحت مميزاتها فى هاتين الصفتين على الرسم الهدفى . فإن كانت النقط الممثلة لهذه النباتات متقاربة بعضها من بعض دل ذلك على نقاوة سلالتها فى هاتين الصفتين المدروستين ، وإن ظهرت تلك النقط متباعدا بعضها عن بعض دل ذلك على عدم نقاوتها فى تينك الصفتين كما فى « الشكل رقم ٣ »

هستوجرام

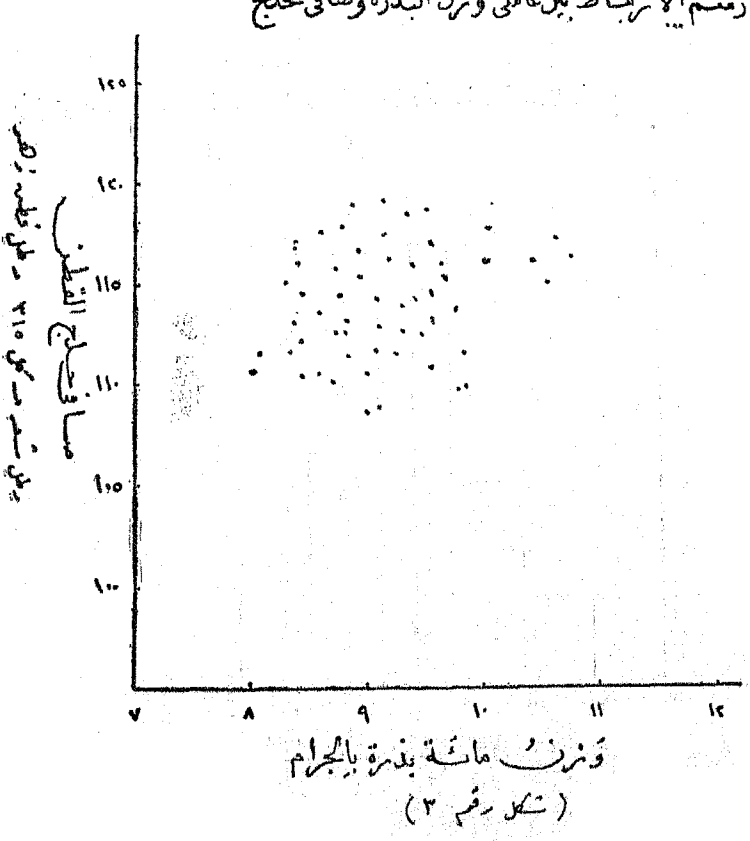


أوزان محصول قطع حقل الأرز بالكيلوجرام

شكل رقم ٣

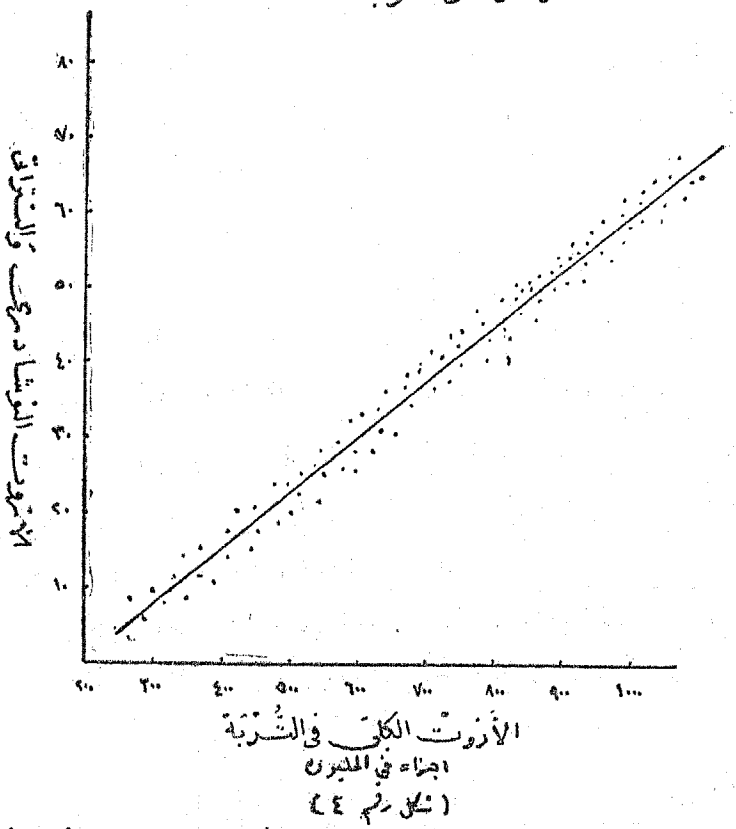
(٤) رسم التوافق أو الارتباط Correlation diagram : الغرض من هذا الرسم معرفة مدى الارتباط بين عاملين مختلفين ، مثل مقدار الأزوت الكلى والأزوت الموجود على حالة نوشادر فى التربة . ومعامل الارتباط أو التوافق يكون واحداً صحيحاً فى حالة الارتباط الكامل بين العاملين موضع الدراسة ، ولكن هذا نادر الحصول . ويعبر عن التوافق غير الكامل بكسر عشرى مسبوقا بعلامة + إذا كان التوافق أو الإرتباط إيجابياً وبعلامة - إذا كان هذا الارتباط سلبياً ، كما هو موضح فى الشكل رقم ٤ ، الذى يمثل ارتباطا موجبا ، لأنه كلما زاد مقدار الأزوت الكلى زاد تبعا لذلك مقدار الأزوت النوشادرى والنتراتى .

رسم الارتباط بين عاملى وزن البذرة وصافى المحلج



(شكل رقم ٣)

رسم الارتباط للعلاقة بين الأزوت الكلى والأزوت النوشادرى والنترات فى التربة



(شكل رقم ٤)

ثانياً — التحليل الإحصائى : أشير فيما تقدم إلى أهمية التحليل الإحصائى لنتائج التجربة وقيمته فى تبين حقيقة الفروق بين معاملاتها المختلفة ومدى الاعتماد على دلالة تلك الفروق والأخذ بها .

ويشمل التحليل الإحصائى عدة عمليات تستند إلى نظريات رياضية عالية ليس هنا مجال شرحها أو إثباتها . والغرض من تطبيق هذه النظريات على نتائج التجربة إنما هو إظهار نجاح التجربة أو عدم نجاحها ، ومدى هذا النجاح ، وذلك بتحديد مقدار الخطأ المسموح به بين نتائج مختلف المعاملات وهو الحد الأدنى للفروق التى بينها ، ويمكن التجاوز عنه عند استعراض هذه النتائج ، لأن هذا الخطأ محتم الوقوع

عن طريق المصادفة ، ولا حيلة للإنسان فى تفاديه مهما اتخذ من احتياطات فى تصميم التجربة أو عند تنفيذ معاملاتها ، وهو يؤثر فى نتائج مكررات المعاملة الواحدة فضلا عن المعاملات المختلفة مثل أثر عدم تجانس أجزاء التجربة ، أو تأثير الظروف الجوية أو الآفات الزراعية مما يجعل الفروق بين مختلف المعاملات موضعاً للشك : أهى نتيجة اختلافات طبيعية بين المعاملات ، أم أن عامل المصادفة فى وقوع هذه الأخطاء كان له نصيب فى إيجاد هذه الفروق .

وعملية تحليل التباين (Analysis of Variance) هى التى تفصل كلا من عامل الصدفة وعامل تأثير معاملات التجربة أحدهما عن الآخر ، فتبين لنا الحد الأدنى المسموح به بين فروق المعاملات المختلفة للتجربة ، وهو ما يعبر عنه بخطأ التجربة أو الخطأ التجريبى (Experimental Error) . وفوق ذلك فان عملية تحليل التباين توضح لنا احتمال نجاح التجربة ومدى هذا النجاح ، وبالتالى إلى أى حد يمكن الاعتماد على نتائجها ، وهو ما يعبر عنه بمستوى النجاح (Level of Significance)

ولكل طريقة من طرق تصميم التجارب كما لكل من التجربة البسيطة والتجربة المركبة التى تقدم الكلام عليها طريقة خاصة لتحليلها تحليلا إحصائياً . وفيما يلى أهم خطوات التحليل مع شرح موجز لأهم الاصطلاحات اللازمة لخطوات التحليل :

١ — الانحراف المقياسى (Standard deviation) ويرمزله بعلامة A : من المعلوم أن المتوسط الحسابى لأى مجموعة [1] من الأرقام يستخرج بجمع تلك الأرقام وقسمة مجموعها على عدد أفراد المجموعة . وليس من الضرورى فى جميع الحالات أن يكون المتوسط الحسابى هو المتوسط الحقيقى للمجموعة ، لأن الفرق بين أعلى وأدنى رقمين يدل على مقدار انحراف المجموعة عن متوسطها الحسابى . ولكن الانحراف المقياسى أو المعيارى إنما يظهر مدى بعثرة أفراد تلك المجموعة حول متوسطها الحسابى ، فإذا فرضنا أن المتوسط الحسابى لمجموعة من الأفراد عددها « ن »

(١) كل أرقام من نوع واحد تراد دراستها تسمى مجموعة . فنتائج كل معاملة من معاملات التجربة تعتبر مجموعة ، وأرقام قطع كل معاملة تعتبر مجموعة ، وكل رقم منها على حدة يعتبر فرداً .

هو «م» وإذا رمزنا لأى فرد من أفرادها بحرف «ى» ولمجموع الأفراد بالرمز «مج» وللانحراف المقياسي «ه» فإن قانون استخراج الانحراف المقياسى او المعيارى هو قسمة مجموع مربعات انحراف أفراد المجموعة عن متوسطها الحسابى على عدد أفرادها ناقصا واحداً صحيحاً أى $ه = \sqrt{\frac{(مج\ ى)^2}{ن - ١}}$

ومعنى «ه» لأى فرد من أفراد مجموعة ما أن هذا الفرد ينقص أو يزيد عن المتوسط الحسابى لهذه المجموعة بمقدار النتيجة الحسابية المترتبة على تطبيق قانون الانحراف المقياسى المذكور. وميزان صحة العملية الحسابية أن يكون مجموع الانحرافات الموجبة مساويا لمجموع الانحرافات السالبة.

٢ — الخطأ المقياسى «Standard Error. S. E.»: إذا كانت «ه» هى الانحراف المقياسى لأى فرد من الأفراد فى مجموعة عدد أفرادها «ن» فان الانحراف الأساسى لمتوسط هذه الأفراد يستخرج بقسمة «ه» على الجذر التربيعى لعدد الأفراد ناقصا واحدا صحيحا أى $\frac{ه}{\sqrt{ن - ١}}$ والرقم الناتج يعتبر قياساً نظرياً لمدى الانحراف الأساسى لعدد الأفراد عن المتوسط الحسابى وهو ما يعبر عنه بالخطأ المقياسى.

٣ — والغرض من استخراج الخطأ المقياسى هو مقارنة الفروق بين المعاملات المختلفة بخطئها المقياسى. فإذا بلغت هذه الفروق فى النظرة العاجلة ثلاثة أمثال الخطأ المقياسى كانت نتائج المعاملات واضحة الدلالة وناشئة غالبا عن تأثير تلك المعاملات، اما إذا قلت الفروق بين المعاملات عن المستوى المذكور كان لابد من معالجة أرقام التجربة بطريقة أخرى، وهى الرجوع إلى جداول الأستاذ فيشر لتقدير درجة الاحتمال أو درجة النجاح لهذه التجربة، وهو ما سنوضحه فيما يلى:

٤ — درجة الاحتمال «Probability» ويرمز لها بحرف P: درجة الاحتمال أو النجاح لتجربة ما هى النسبة الحسابية بين عدد المرات التى تظهر فيها نتيجة هذه التجربة، وعدد مرات تكرارها في نفس الظروف.

ولتقدير عدد الاحتمال أو النجاح تتبع الخطوات الآتية:

(ا) يستخرج مجموع مربعات معاملات التجربة Sum of Squares of trestmants

(ب) مجموع مربعات الخطأ المقياسى » » » St. Error

(ص) درجات حرية الاختيار للمعاملات والخطأ

(ء) يستخرج مربع المتوسط (Mean Square) لكل من المعاملات والخطأ وذلك بقسمة مجموع مربع كل منهما على درجة حرية الاختيار التى تقابله وهى عبارة عن عدد المعاملات ناقصا واحداً صحيحاً .

(ه) يقارن بين نتائج قسمة كل منهما لمعرفة أيهما أكبر .

(و) يقسم مربع متوسط كل معاملة من المعاملات على مربع متوسط الخطأ المقياسى لكل منها فيكون خارج القسمة هو ما يعبر عنه باصطلاح « ف الواقعية F. Value »

(ز) يرجع بعد ذلك إلى جداول الأستاذ فيشر، وهى أرقام موزعة بين أعمدة رأسية معنونة درجات حرية الاختيار لمتوسطات مربعه أكبر أى :

Degrees of freedom for greater mean Squares

وأعمدة أخرى افقيـــة معنونة درجات حرية الاختيار لمتوسطات مربعه أصغر أى : (Degrees of freedom for Smaller mean Squares)

(ح) يختار من رءوس الأعمدة الرأسية عدد حريات الاختيار للرقم الأكبر سواء أكان للمعاملات أم للخطأ ، ويختار من رءوس الأعمدة الأفقية عدد حريات الاختيار للرقم الأصغر . وعنـد تقاطع العمودين نجد رقمين نقف عنـدهما لمقارنتهما بالرقم الذى يعبر عنه باصطلاح «ف» الواقعية (E. Value) الموضح فى بند «و» أى أننا بهذه العملية نقارن بين «ف» الواقعية والحدين النظريين لأرقام التجربة .

(ط) فإذا كان رقم «ف» الواقعية أكبر من كل من الرقمين المحددين فى جداول الأستاذ فيشر كان مستوى نجاح التجربة ٩٩ ٪ ومعنى ذلك أنه إذا كررت هـذه التجربة مائة مرة فى مثل ظروفها بدقة لجاءت نتائجها متطابقة فى ٩٩ تجربة منها

مع نتيجة التجربة التي نحلل نتائجها ، ولا اختلفت عن هذه النتيجة في تجربة واحدة . ومعنى ذلك أن التجربة التي نحن بصددها ذات دلالة واضحة وضوحا جليا . Highly significant ويرمز لذلك عادة بنجمتين هكذا (* *) .

(ى) أما إذا كان رقم «ف» الواقعية أقل من الحد الأكبر وأكبر من الحد الأصغر أي واقعا بين الحدين النظريين في جداول فيشر كان معنى ذلك أن التجربة قد نجحت بمستوى ٩٥ ٪ أي Significant ويرمز لذلك عادة بنجمة واحدة (*)

(ك) فإذا كان رقم «ف» الواقعية أقل من الحدين النظريين في جداول فيشر كان معنى ذلك أن التجربة فاشلة ولا يعتد بنتائجها إحصائيا Statistically Insignificant وهـــذه النسب المئوية لمستوى نجاح التجربة إنما هي اصطلاح أقره علماء الإحصاء نتيجة لعمليات مطولة ونظريات رياضية دقيقة .

وعلى ذلك فمن الأوفق الابتداء بقياس مستوى نجاح التجربة كما أوضحناه فيما تقدم ، فإن أسفر عن عدم نجاحها استغنى عن جميع عمليات التحليل التالية :

تحليل التجارب العشوائية : أولا - استمارة رقم ١ تحليل :

(١) ترتب نتائج المعاملات « حسب المكررات » فتوضع نتيجة المعاملة (١) في المكرر الأول مثلا في العمود الخاص بهذا المكرر وبجانبها نتيجة المكرر الثاني وهكذا .

(٢) يجمع كل عمود على حدة لاستخراج نتائج المكررات .

(٣) يجمع كل سطر أفقي لاستخراج نتائج المعاملات .

(٤) تجمع نتائج المكررات أو نتائج المعاملات لاستخراج مجموع التجربة . وبديهي أن يتساوى مجموع نتائج المكررات مع مجموع نتائج المعاملات .

(٥) تربع نتائج المعاملات كل نتيجة على حدة ويرمز للمجموع بالرمز مج $(ع)^2$

(٦) تربع نتائج المكررات كل نتيجة على حدة ويرمز للمجموع بالرمز مج $(ك)^2$

(٧) تربع مفردات التجربة ويسمى الناتج بمجموع مربعات الخلايا ويرمز له بالرمز مج $(س)^2$

(٨) يربع المجموع الكلى للتجربة ويسمى الناتج مربع مجموع المعاملات ويرمز له بالرمز (مج ع)^{٢} .

ثانياً ـ الاستمارات رقم ٢ تحليل :

(١) معامل التصحيح $= \frac{(\text{مج ع})^{٢}}{\text{ك . ع}}$ ويرمز له بالرمز ح .

(٢) مجموع مربع الانحراف المقياسى للمجموع $=$ مـ (س)^{٢} $-$ ح

(٣) » » » » للمعاملات $=$ مـ (ع)^{٢} $-$ ح

(٤) » » » » للمكررات $=$ مـ (ك)^{٢} $-$ ح

(٥) » » » » للتجربة $=$ [مـ (س)^{٢} $-$ ح] $-$ ([مـ (ع)^{٢} $-$ ح] + [مـ (ك)^{٢} $-$ ح])

(٦) تستخرج درجات حرية الاختيار للمعاملات والمكررات والمجموع ، وذلك بطرح ١ صحيح من عدد كل منها ثم تستخرج درجة حرية الاختيار للانحراف بضرب درجة حرية الاختيار للمعاملات فى درجة حرية الاختيار للمكررات .

حرية الاختيار للانحراف :

(٧) يقيد ناتج مجموع مربعات الانحرافات المقياسية أمام بند المعاملات ويقيد ناتج مجموع مربع الانحرافات المقياسية للتجربة أمام بند الانحراف .

(٨) يستخرج متوسط المربعات لكل من المعاملات والانحراف وذلك بقسمة مجموع مربع الانحراف المقياسى لكل منهما على عـــدد درجات حرية الاختيار الخاص به .

(٩) يقسم متوسط مربع الانحراف المقياسى للمعاملات على متوسط مربع الانحراف المقياسي للانحراف ، وذلك لاستخراج (ف الواقعية F. Value) لقياس مستوى نجاح التجربة .

(١٠) تستخرج « ف النظرية » من جداول الأستاذ فيشر كما سبق ذكره .

(١١) يستخرج الانحراف المقيـــاسي للتجربة ، وذلك باستخراج الجذر التربيعى

لمتوسط الانحراف المقياسى للانحراف ، ويتميز هذا الرقم بالرطل أو بالكيلو ثم يحول إلى إردب أو قنطار للفدان .

(١٢) يقسم الانحراف المقياسى للتجربة على عدد المكررات لاستخراج الخطأ المقياسى للتجربة ، ثم يضرب الناتج فى معامل المعنوية الذي يستخرج من جداول فيشر لاستخراج الخطأ المسموح به ، وبذلك تنتهى الاستمارة رقم ٢

ثالثاً ـ الاستمارة رقم ٣ تحليل : وفيها تبين العمليات الزراعيـة للتجربة وملخص النتائج الإحصائية .

تحليل نتائج التجارب المركبة

تتبع فى تحليلها نفس الطريقة التى اتبعت فى تحليل التجارب العشوائية مع إضافة العمليات الآتية لفصل أثر كل من عواملها المختلفة على حدة .

١ ـ تفرغ نتائج المعاملات فى جداول مزدوجة ، فإذا كانت هذه المعاملات هي ا ، ب ، حـ فإن الجداول اللازمة هى :

(ا) جدول يشمل نتائج المعاملات المكونة من ا ، ب فقط

(ب) « « « « « « ا ، حـ فقط

(حـ) « « « « « « ب ، حـ فقط

وفيما يلى مثلان فعليان لعمليات التحليل التى تقدم إيضاحها : أحدهما لتجربة بسيطة والآخر لتجربة مركبة .

تجربة أصناف أرز فى عام ١٩٤٧

المكررات

المعاملات	محصول القطع أو المكررات بالكيلو جرام								المجموع الأفقى
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	
(١) يابانى جيزة ١٠ ب	١٥	١٥	١٣	١٨	١٩	١١	١٩	١٨	٢١١٠
(٢) « « ١٠ حـ	١٧	١٢	١٥	١٤	٢٣	١٩	١٦	١٨	٢٣٢٤
(٣) « « ١٠ ى	٩	١٢	١٠	١٢	١٠	٩	١١	١٢	٩١٥
المجموع الرأسى	٤١	٣٩	٣٨	٤٤	٥٤	٣٩	٤٦	٤٨	

٢ — التحليل الإحصائى :

ا - (ا) مجموع مربع الانحراف المعيارى للمجموع :

$$= (١٥^{٢} + ١٧^{٢} + ٩^{٢} + ١٥^{٢} + ٠٠٠٠) - \frac{(٣٤٧)^{٢}}{٢٤} = ٣٣٢$$

(ب) مجموع مربع الانحراف المعيارى للمعاملات :

$$= (٢١١٠^{٢} + ٢٣٢٤^{٢} + ٩١٥^{٢}) - \frac{(٢٤٧)^{٢}}{٢٤} = ١٧٩$$

حـ - مجموع مربع الانحراف المعيارى للمكررات :

$$= \frac{١}{٢}(٤١^{٢} + ٣٩^{٢} + ٣٨^{٢} + ٠٠٠) - \frac{(٢٤٧)^{٢}}{٢٤} = ٥٩$$

٢ — تحليل التباين بين الأصناف

	درجة حرية الاختيار	مجموع المربعات للانحراف	متوسط مربع الانحراف	F	مستوى المعنوية
ا - المجموع الكلى	١٤	٣٣٢			
ب - المعاملات	٢	١٧٩	٨٩٫٥٠	١٣٫٣٥	٩٩ ٪
حـ - المكررات	٧	٥٩			
ء - الخطأ	١٤	٩٤	٦٫٧١		

الخطأ المسموح به بين المعاملات $= \frac{\sqrt{٦٫٧١}\,_{٧}}{\sqrt{٨}\,_{٧}} \times \frac{٨٠}{١٢٠} \times ٣٫٠٣٣٥ = ١٫٨٤$

وعلى ذلك فكل فرق فى المحصول بين أى معاملة وأخرى يكون مساويا لمقدار هذا الخطأ المسموح به وهو ١٫٨٤ أو أكبر منه يعتد به من الناحية الإحصائية .

٣ — النتائج النهائيـــة

المعاملات	المحصول بالإردب	الفروق بالإردب
(ا) يابانى جيزة ١٠ ب	١٠٫٦٦	٣٫٥٨
(٢) » » ١٠ ح	١١٫١٦	٤٫٠٨
(٣) » » ١٠ ى المقارنة	٨٫٠٨	—
الخطأ المسموح به بين المعاملات	١٫٨٤	—

تجربة تجفيف أرض الأرز لبعض الأصناف

المعاملات	الأصناف: يابانى لؤلؤ — المكررات ١	٢	٣	٤	نباتات أسمر — المكررات ١	٢	٣	٤
(ا) يروى ٤ أيام ويجفف ٤ أيام على التوالى	٢٣	٢٠	٢١	١٧	٢٩	١٨	٢٤	١٩
(ب) » ٦ » » ١٢ » » »	٨	١٤	١٢	١٠	١٥	١٠	١٢	١٠
(ح) » ٩ » » ٩ » » »	١٠	١٧	١٥	١٥	٢٢	١٤	١٧	١٣

التحليل الإحصائى :

١- (ا) مجموع محصول مكررات الصنف الواحد — يابانى لؤلؤ ١٨٢ — نباتات اسمر ٢٠٣

المعاملات ا ب ح

(ب) مجموع محصول المعاملات ١٧١ ٩١ ١٢٣

المكررات ١ ٢ ٣ ٤

(ح) مجموع محصول المكررات المتشابهة ١٠٧ ٩٣ ١٠١ ٨٤

(ى) التداخل بين الأصناف والمكررات (هـ) التداخل بين الأصناف والمعاملات.

المكررات	الأصناف: يابانى لؤلؤ	الأصناف: نباتات اسمر
١	٤١	٦٦
٢	٥١	٤٢
٣	٤٨	٥٣
٤	٤٢	٤٢

المعاملات	الأصناف: يابانى لؤلؤ	الأصناف: نباتات اسمر
ا	٨١	٩٠
ب	٤٤	٤٧
حـ	٥٧	٦٦

(و) التداخل بين المعاملات والمكررات:

المعاملات	المكررات ١	٢	٣	٤
ا	٥٢	٣٨	٤٥	٣٦
ب	٢٣	٢٤	٢٤	٢٠
حـ	٣٢	٣١	٣٢	٢٨

(ا) مـ مربع الانحراف المعيارى للأصناف $= \frac{1}{12}$ ($^2182 + ^2203$)

$- 6176 = 18$

(ب) مـ « « « للمعاملات $= \frac{1}{8}$ ($^2171 + ^291 + ^2123$)

$- 6176 = 405$

(حـ) مـ « « « للمكررات $= \frac{1}{4}$ ($^2107 + ^293 + 0000$)

$- 6176 = 49$

(ى) مـ « « « للتداخل ص ك $= \frac{1}{3}$ ($^241 + ^251 + ^248 + 000$)

$- (6176 + 49 + 18) = 104$

(هـ) مـ « « « « ص . م $= \frac{1}{4}$ ($^281 + ^244 + ^257 + 000$)

$- (6176 + 405 + 18) = 3$

(و) مـ « « « « م . ك $= \frac{1}{4}$ ($^252 + ^223 + ^232 + 000$)

$- (6176 + 49 + 405) = 41$

ص = أصناف م = معاملات ك = مكررات

٢ — تحليل التباين للأصناف والمعاملات

	البنود	درجات الحرية للاختيار	مج مربع الانحراف المعيارى	متوسط مربع الانحراف المعيارى (التباين)	F	مستوى المعنوية
التباين الرئيسى	المجموع الكلى	٦	٦٣٥	—	—	—
	المعاملات	٢	٤٠٥	٢٠٢ر٥	٨٠ر٨	٪٩٩
	المكررات	٣	٤٩	—	—	—
	الاصناف	١	١٨	١٨	٧ر٢	٪٩٥
التداخل الأول	التداخل بين المعاملات والتكرارات	٦	٤١	—	—	—
	التداخل بين المعاملات والاصناف	٢	٣	—	—	—
	التداخل بين التكرارات والاصناف	٣	١٠٤	—	—	—
التداخل الثانى	التداخل الكلى	٦	١٥	٢ر٥	—	—

الخطأ المسموح للمعاملات $= \frac{\sqrt{٢ر٥}}{\sqrt{٨}} \times ٣ر٠٣٣٥ \times \frac{٤٠}{١٢٠} =$

٠ر٥٧ إردب

» » للأصناف $= \frac{\sqrt{٢٥}}{\sqrt{١٢}} \times ٢ر٩٣٣١ \times \frac{٤٠}{١٢٠} =$

٠ر٤٥ إردب

٣ — النتائج النهائية

المعاملات	يابانى لؤلؤ		نباتات أسمر		الفرق بين الأصناف بالإردب
	المحصول إردب	الفروق إردب	المحصول إردب	الفروق إردب	
ا : يروى ٤ أيام ويجفف ٤ أيام على التوالى	٦٫٧٥	٣٫٠٩	٧٫٥٠	٣٫٥٩	٠٫٧٥
ب : « ٦ « « ١٢ يوم « «	٣٫٦٦	—	٣٫٩١	—	٠٫٢٥
حـ : « ٩ « « ٩ أيام « «	٤٫٧٥	١٫٠٩	٥٫٥٠	١٫٥٩	٠٫٧٥
الخطأ المسموح به بين المعاملات	٠٫٥٧				
« « به بين الأصناف	٠٫٤٥				

وهكذا نجد أهمية بل ضرورة لتحليل نتائج التجربة تحليلا احصائيا قبل استخلاص أى نتيجة مما تدل عليه أرقام التجربة . وليس من المقبول الآن استخلاص شىء من أرقام تجربة ما دون معالجة تلك الأرقام بقواعد التحليل الاحصائى الذى يقرر مصير التجربة من ناحية الأخذ بمدلول أرقامها ومدى الاعتماد عليها أو عدم الأخذ بها إطلاقا إذا أظهر التحليل ان الفرق بين محصول المعاملات المختلفة أقل أو مساو للخطأ التجريبى الناشىء من المؤثرات الخارجية .