(3)

الفصل الرابع

تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

Randomized Complete Block Design

(٤ : ١) تعريف التصميم : Definition of the Design

تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) هو التصميم الذي فيه :

١ . تجمع الوحدات التجريبية في مجاميع او تقسم الى قطاعات بحيث تكون الوحدات التجريبية الموجودة داخل اي مجموعة او اي قطاع متجانسة نسبيا .

٢ . يكون عدد الوحدات التجريبية داخل كل قطاع مساويا لعدد المعاملات المطلوب دراستها في التجربة ، اي ان كل قطاع لابد وان يحتوي على جميع المعاملات ، وهذا هو معنى القطاعات الكاملة في اسم التصميم .

٣ . توزع المعاملات على الوحدات التجريبية داخل كل قطاع توزيعا عشوائيا ومستقلا عن بقية القطاعات الاخرى .

ومن ذلك يتضح ان هذا التصميم يمكن استخدامه في حالة عدم تجانس الوحدات التجريبية بشرط ان يكون الاختلاف بينها في اتجاه واحد ويمكن على اساسه تقسيم الوحدات التجريبية الى مجموعات (او قطاعات) تضم وحدات متجانسة بعدد المعاملات ، كما يتضح من الامثلة التالية :

مثال : طلب من احد الباحثين مقارنة القدرة الانتاجية لستة اصناف من الحنطة ، وتوفرت لديه ٣٠ قطعة تجريبية لأجراء تجربته ، ودلت الملاحظات السابقة على ان هناك اختلافات في درجة الخصوبة يتجه من الشمال الى الجنوب في حقله ، بحيث ان القطع التجريبية الشمالية هي الاكثر خصوبة وتقل الخصوبة تدريجيا كلما اتجهنا جنوبا . وعلى هذا الاساس فانه لمن المعقول ان تجمع القطع التجريبية او تقسم الى خمسة قطاعات يضم كل منها ست قطع تجريبية بحيث يحتوي قطاع منها على القطع الاكثر خصوبة ، ويضم

التالي له القطع الاقل منها خصوبة وهكذا الى القطاع الخامس وهو القطاع الجنوبي الذي يحتوي على الست قطع الفقيرة في خصوبتها . ومعنى ذلك ان الاختلاف الموجود بين الوحدات التجريبية المتوفرة للتجربة يسير في اتجاه واحد من الشمال الى الجنوب ، وعند عمل القطاعات كان اتجاهها عموديا على اتجاه الاختلاف بحيث يمكن لكل قطاع ان يضم وحدات متجانسة بقدر الامكان .

وبعد عمل القطاعات توزع الاصناف الستة داخل كل من القطاعات الخمسة بطريقة عشوائية بحيث يجري توزيع جديد ومستقل داخل كل قطاع .

مثال آخر : اريد دراسة تأثير عشرة انواع من العلائق على معدل الزيادة في وزن العجول ، وتوفر لهذه التجربة ٤٠ عجلا ، لوحظ انها تختلف في الوزن ويمكن تقسيمها الى اربع مجموعات او قطاعات على اساس هذا الاختلاف في الوزن المبدئي قبل بداية تجربة التغذية بحيث يضم كل منها عشرة عجول ، اي ان القطاع الاول يضم العشرة عجول الاثقل وزنا ويضم القطاع الثاني العشرة التالية في الوزن وهكذا ، ثم توزع العلائق العشرة بعد ذلك على الحيوانات الموجودة ضمن كل من القطاعات الاربعة توزيعا عشوائيا ومستقلا .

ونلاحظ في هذا التصميم ان المعاملات تظهر باعداد متساوية في التجربة اي ان تكرارتها متساوية وتظهر كل منها عادة مرة واحدة في كل قطاع ، كما يلاحظ كذلك ان كل قطاع يحتوي على جميع المعاملات .

ويجب ان نشير هنا الى ان القطاعات (او المكررات Replicates) المستخدمة قد تكون الأيام مثلا ، الملاحظين او العمال ، مجموعات مواد ، حيوانات ، حظائر ، سلالات ، مرضى ، مدارس ، فصول ، مختبرات ، مخازن ، افران ، مناطق ... وهكذا وذلك على شرط ان هذه المجموعات او القطاعات لا تتداخل مع تأثير المعاملات .

(٤ : ٢) ميزات وعيوب التصميم :

Advantages and Disadvantages

يمكن تلخيص اهم ميزات تصميم القطاعات العشوائية الكاملة فيما يلي :

(١) الدقة : حيث ان فصل مجموع مربعات القطاعات (اي مجموع مربعات الانحرافات بين القطاعات) من مجموع مربعات الخطأ ، يؤدي عادة الى خفض تباين الخطأ وبالتالي تزداد كفاءة ودقة التجربة .

(٢) المرونة : فليس هناك قيودا على عدد المعاملات او عدد المكررات (القطاعات) في التجربة ، والمطلوب لاجراء اختبارات المعنوية - بصورة عامة - ان يكون هناك مكرران على الاقل . وبالاضافة الى ذلك ، فانه من الممكن تكرار معاملة المقارنة - او أية معاملات اخرى اكثر من مرة داخل كل قطاع اذا استدعى الامر ، ولا يستتبع ذلك غير شيء بسيط من التعقيد في التحليل .

(٣) سهولة التحليل : ان التحليل الاحصائي للبيانات باستخدام هذا التصميم يعتبر بسيطا وسهلا ، وزيادة على ذلك فانه في حالة عدم تجانس الخطأ التجريبي يكون من الممكن الحصول على مكونات مضبوطة تصلح لاختبار مقارنات معينة - كما سيتضح ذلك فيما بعد .

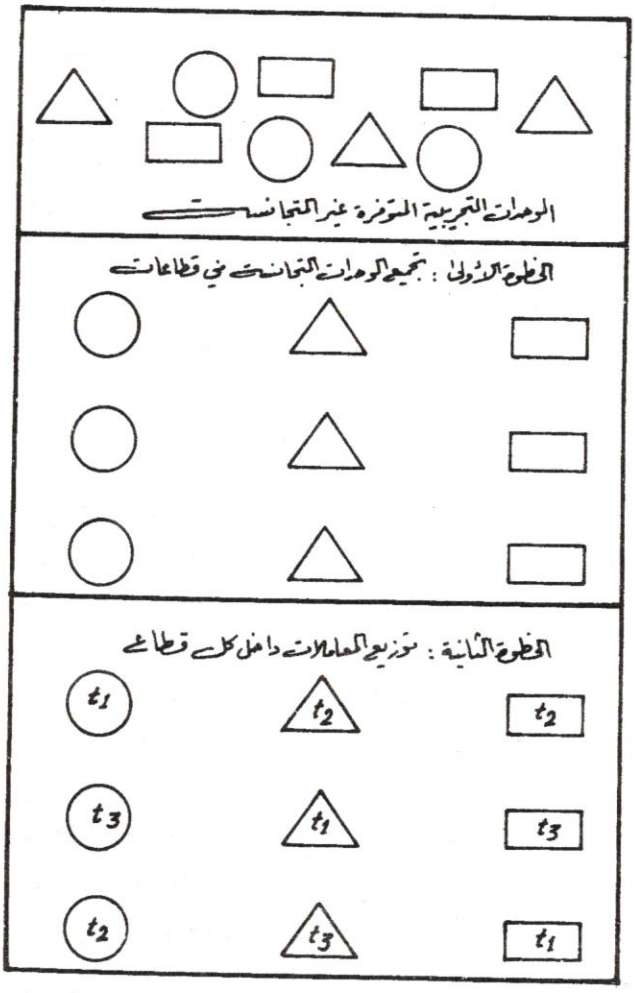
(٤) تقدير قيم المشاهدات المفقودة : في حالة فقد بعض الوحدات التجريبية او قيم مشاهداتها يمكن حساب تقديرات لها بسهولة وبالتالي يستمر التحليل الاحصائي كالمفروض عند تصميم التجربة دون ادنى تعقيدات .

(٥) الكفاءة النسبية عالية : وذلك بمقارنة هذا التصميم بالتصميم العشوائي الكامل ، ويرجع ذلك لتقسيم الوحدات التجريبية الى قطاعات تضم وحدات متجانسة وبالتالي تنخفض قيمة الخطأ التجريبي .

اما عيب هذا التصميم الاساسي فيتمثل في وجود اختلافات كبيرة بين الوحدات التجريبية داخل القطاع ، حيث يؤدي ذلك الى زيادة قيمة الخطأ التجريبي ، ويحدث ذلك عادة في حالة الفشل في تجميع وحدات تجريبية متجانسة داخل كل مجموعة او داخل كل قطاع وذلك اما لعدم معرفة اتجاه الاختلاف بين الوحدات واجراء تقسيم القطاعات في اتجاه موازٍ لاتجاه الاختلاف (كأن تكون القطاعات في مثال تجربة اصناف الحنطة - التي سبق ذكرها - متجهة من الشمال الى الجنوب وبالتالي فان القطع التجريبية الستة داخل كل قطاع تختلف فيما بينها اختلافا كبيرا في درجة الخصوبة) ، او قد يرجع ذلك - كما يحدث غالبا - لزيادة عدد المعاملات بدرجة كبيرة يصعب فيها الحصول على وحدات تجريبية متجانسة ومساوية لها في العدد داخل كل قطاع ، حيث من الطبيعي ان تزيد الاختلافات بزيادة حجم القطاع . وعلى ذلك فان هذا التصميم لا يناسب الاعداد الكبيرة من المعاملات او الحالات التي لا يمكن فيها للقطاع الكامل الا ان يضم اختلافات كبيرة تؤدي بالتالي الى كبر حجم الخطأ التجريبي وبذلك تنخفض دقة وكفاءة التجربة .

(٤ : ٣) أساس عمل القطاعات : Blocking

لكي نستطيع أن نتبع أساس عمل القطاعات دعنا نتصور أنه في أحدى التجارب أريد تطبيق ثلاث معاملات بحيث تكرر كل منها ثلاث مرات . وعلى ذلك فإن عدد الوحدات التجريبية المطلوبة لهذه التجربة هو تسع وحدات ، فإذا افترضنا بأن الوحدات التي أمكن الحصول عليها لم تكن متماثلة وان عدم التجانس بينها يمكن تمثيله بالاشكال المختلفة للوحدات الموضحة في الشكل (٤ – ١) فإن اجراء التصميم على أساس القطاعات العشوائية الكاملة يتمثل في خطوتين :



شكل (٤–١) . طريقة عمل القطاعات وتوزيع المعاملات في تجربة تحتوي على ثلاث معاملات وكررت ثلاث مرات .

الخطوة الأولى : هي تجميع الوحدات المتشابهة في الشكل معاً لتكوين مجموعة متجانسة ، وتسمى كل مجموعة مكونة على هذا الأساس قطاعاً . كما يظهر في الشكل (٤ – ١) . وعلى ذلك فإننا نلاحظ أن القطاع ببساطة هو مجموعة من الوحدات التجريبية التي تكون أما متجانسة أو على الأقل اكثر تجانساً من المجموعة الأصلية غير المقسمة . ولكي يكون القطاع كاملاً لابد – كما سبق ان ذكرنا – ان يحتوي على عدد من الوحدات التجريبية يماثل عدد المعاملات التي يراد تطبيقها في التجربة .

الخطوة الثانية : هي توزيع المعاملات المختلفة عشوائياً على الوحدات التجريبية داخل كل قطاع وبحيث لايتاثر التوزيع العشوائي للمعاملات داخل أي قطاع بما حدث في القطاعات الأخرى ، كما يظهر في الشكل (٤ – ١) .

وان طريقة اجراء التوزيع العشوائي للمعاملات هذه تعكس الفارق الأساسي بين تصميم القطاعات العشوائية الكاملة والتصميم العشوائي الكامل ، ففي التصميم العشوائي الكامل كان التوزيع العشوائي للمعاملات على الوحدات التجريبية كاملاً ودون أي قيود ، أما في حالة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة ، فإن التوزيع العشوائي مقيد بالقطاعات أي لابد أن تمثل كل معاملة داخل كل قطاع وعلى ذلك لابد من اجراء توزيع جديد عشوائي داخل كل قطاع .

(٤ : ٤) استخدام التصميم مع تسجيل مشاهدة واحدة لكل وحدة تجريبية

R.C.B.D With One Observation Per Experimental Unit

(١) تمثيل البيانات برموز جبرية

Symbolical representation of the data

بعد اجراء التجربة وتسجيل قيم المشاهدات الخاصة بالوحدات التجريبية ، فإن هذه البيانات الأولية من الممكن تنظيمها في جدول وتمثيلها برموز جبرية – تساعد في تتبع عمليات التحليل الأحصائي لهذه البيانات – كما هو موضح في جدول (٤ – ١) .

جدول (٤ : ١) . تمثيل بيانات احدى تجارب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) برموز جبرية بعد تنظيمها في جدول يساعد على التحليل الأحصائي للبيانات .

المعاملات Treatments t_i	Blocks القطاعات r_j					مجاميع المعاملات Treat. Totals	متوسطات المعاملات Treat. Means
	1	2	..	j	r	$Y_{i.}$	$\bar{y}_{i.}$
1	y_{11}	y_{12}	..	y_{1j}	y_{1r}	$Y_{1.}$	$\bar{y}_{1.}$
2	y_{21}	y_{22}	..	y_{2j}	y_{2r}	$Y_{2.}$	$\bar{y}_{2.}$
.	.	.		.	.	.	.
.	.	.		.	.	.	.
i	y_{i1}	y_{i2}	..	y_{ij}	y_{ir}	$Y_{i.}$	$\bar{y}_{i.}$
.	.	.		.	.	.	.
.	.	.		.	.	.	.
.	.	.		.	.	.	.
t	y_{t1}	y_{t2}	..	y_{tj}	y_{tr}	$Y_{t.}$	$\bar{y}_{t.}$
$Y_{.j}$ Block Totals	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$	..	$Y_{.j}$	$Y_{.r}$	$Y_{..}$ المجموع العام	
$\bar{y}_{.j}$ Block Means	$\bar{y}_{.1}$	$\bar{y}_{.2}$	..	$\bar{y}_{.j}$	$\bar{y}_{.r}$	$\bar{y}_{..}$ المتوسط العام	

حيث : $Y_{i.}$ هو مجموع المعاملة i ،

$\bar{y}_{i.}$ هو متوسط المعاملة i ،

$Y_{.j}$ هو المجموع القطاع j ،

$\bar{y}_{.j}$ هو متوسط القطاع j ،

$Y_{..}$ هو المجموع العام لجميع المشاهدات ،

$\bar{y}_{..}$ هو متوسط العام لجميع المشاهدات .

(٢) النموذج الرياضي للتجربة Linear Model

ان قيمة أي مشاهدة في تجربة ما طبقت باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة من الممكن تمثيلها بالمعادلة الرياضية (أو العلاقة الخطية) التالية :

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \rho_j + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1,2,.....,t \\ j = 1,2,.....,r \end{cases}$$

حيث أن

y_{ij} هي قيمة المشاهدة الخاصة بالوحدة التجريبية التي أخذت المعاملة i وموجودة في القطاع j أي أن y_{24} مثلاً هي قيمة المشاهدة الخاصة بالوحدة التجريبية التي عوملت بالمعاملة الثانية وكانت ضمن وحدات القطاع الرابع .

μ وهي قيمة متوسط المجتمع (مجتمع المشاهدات) وهي قيمة ثابتة ومجهولة ولكن يمكن تقديرها بالمتوسط العام لجميع المشاهدات باعتبار أن هذه المشاهدات ماهي الا عينةممثلة للمجتمع غير المحدود .

t_i وهي قيمة التأثير الحقيقي للمعاملة i وهي كذلك قيمة ثابتة ومجهولة ويمكن تقديرها بمقدار انحراف متوسط المشاهدات التي اخذت المعاملة i عن المتوسط العام لجميع المشاهدات .

ρ_j وهي قيمة التاثير الحقيقي للقطاع j وهي ايضا قيمة ثابتة ومجهولة وتقدر بمقدار انحراف متوسط المشاهدات الموجودة في القطاع j عن المتوسط العام لجميع المشاهدات .

ε_{ij} وهوقيمة التأثير الحقيقي للخطأالتجريبي الخاص بتلك المشاهدة التي اخذت المعاملة i وكانت ضمن القطاع j ، وتقدر هذه القيمةبمقدارانحراف قيمة تلك المشاهدة عن القيمة التي تحددها المقادير الثلاثة السابقة ، اي انه يقيس مدى فشل الوحدات التجريبية في ان تعكس قيما متساوية اذا عوملت بنفس المعاملة ووضعت تحت ظروف قطاع واحد . وبالاضافة الى ذلك ، فان هذا النموذج الرياضي مبني على بعض الافتراضات ، وهي ان مجموع تأثير المعاملات – مثلها مثل اي انحراف – يساوي صفرا (اي ان $\Sigma t_i = 0$) وكذلك فان مجموع تأثير القطاعات يساوي صفرا (اي ان $\Sigma r_j = 0$) ، هذا بالاضافة الى ان الخطأ التجريبي للمشاهدات ε_{ij} هو خطأ عشوائي ويسلك في توزيعه التوزيع الطبيعي المستقل Normally and Indepently Distributed بحيث ان متوسطه هو الصفر وتباينه هو σ_ε^2 (اي ان $\varepsilon_{ij} \sim NID(0,\sigma_\varepsilon^2)$) ، وكما ذكرنا في الفصل السابق ، فان تأثير المعاملات t_i قد يكون اما قياسا ثابتا اي يتبع النموذج الثابت (Fixed Model او

(Model I) او قياسا عشوائيا اي يتبع النموذج العشوائي (Random Model او Model II) .

(٣) جدول تحليل التباين ANOVA Table

يوضح الجدول (٤-٢) جدول تحليل التباين لتجارب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة موضحا به المعادلات التي تلخص طرق الحسابات المطلوبة ، وذلك في حالة تسجيل مشاهدة واحدة لكل وحدة تجريبية .

(٤) تقدير التأثيرات باتباع طريقة المربعات الصغرى

Least Squares Estimation of Effects

يمكن الوصول الى تقديرات لمتوسط المجتمع $\hat{\mu}$ ولكل من تأثيرات المعاملات $\hat{t}_1, \hat{t}_2, \ldots, \hat{t}_t$ وتأثيرات القطاعات $\hat{r}_1, \hat{r}_2, \ldots, \hat{r}_r$ باستخدام طريقة المربعات الصغرى كما سبق ان اوضحنا في الباب السابق - عند تقدير التأثيرات الخاصة بالمعادلة الرياضية للتصميم العشوائي الكامل - وذلك بمفاضلة معادلة مجموع مربع انحرافات الخطأ جزئيا بالنسبة لكل المتغيرات (وهي $\hat{\mu}, \hat{t}_i$ and $\hat{r}_j$) ومساواة النواتج بالصفر . وفي هذه الحالة فان مجموع مربع الانحرافات الذي نريده بان يكون أقل ما يمكن (وهو مجموع مربع انحرافات الخطأ) هو :

$$R = \sum_{ij} (y_{ij} - \mu - \tau_i - \rho_j)^2$$

وبذلك نحصل على معادلات التفاضل :

$$\frac{\partial R}{\partial \hat{\mu}} = -2 \sum (y_{ij} - \mu - \tau_i - \rho_j) = 0$$

$$\frac{\partial R}{\partial t_i} = -2 \Sigma (y_{ij} - \mu - \tau_i - \rho_j) = 0$$

$$\frac{\partial R}{\partial r_j} = -2 \sum (y_{ij} - \mu - \tau_i - \rho_j) = 0$$

وتؤدي مجموعة معادلات التفاضل الى المعادلات المستقلة التالية :

معادلة للمتوسط العام للمجتمع $\hat{\mu}$ وهي :

$$Y_{..} = rt\mu + r \sum t_i + t \sum r_j$$

جدول (٤ – ٢) .جدول تحليل التباين لتجارب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة :

ANOVA Table for R.C.B.D. Experiments

S O V	d.f	SS	M.S	E. M. S.		Cal. F	Tab. F
				Fixed Model I	Random Model II		
Blocks	$r-1$	$SSr = \frac{\Sigma Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$MSr = \frac{SSr}{r-1}$	$\sigma_e^2 + t\frac{\Sigma R_j^2}{r-1}$	$\sigma_e^2 + t\,\sigma_R^2$		
Treatments	$t-1$	$SSt = \frac{\Sigma Y_{i.}^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$MSt = \frac{SSt}{t-1}$	$\sigma_e^2 + r\frac{\Sigma \tau_i^2}{t-1}$	$\sigma_e^2 + r\,\sigma_\tau^2$	$Ft = \frac{MSt}{MSe}$	$F_{(t-1),(r-1)(t-1)}$
Error	$(r-1)(t-1)$	$SSe = SST - SSr - SSt$	$MSe = \frac{SSe}{(r-1)(t-1)}$	σ_e^2	σ_e^2		
Total	$rt-1$	$SST = \Sigma y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{rt}$					

معادلات لتأثيرات المعاملات $t_1, t_2, \ldots, t_t$ وهي :

$$Y_{1.} = r\hat{\mu} + rt_1 + \Sigma r_j$$

$$Y_{2.} = r\mu + rt_2 + \Sigma r_j$$

$$Y_{t.} = r\hat{\mu} + rt_t + \Sigma r_j$$

معادلات لتاثيرات القطاعات $r_1, r_2, \ldots, r_r$ وهي :

$$Y_{.1} = t\hat{\mu} + \Sigma t_i + tr_1$$

$$Y_{.2} = t\hat{\mu} + \Sigma t_i + tr_2$$

$$Y_{.r} = t\hat{\mu} + \Sigma t_i + tr_r$$

ولكي يمكن الوصول الى تقديرات للتأثيرات بحل معادلات الارتداد الجزئية السابقة لابد أن نتذكر الأفتراضات التي فرضناها سابقا عند الكلام على النموذج الرياضي وهي :

$$\Sigma \tau_i = 0 = \Sigma \rho_j$$

وعلى ذلك فان القيمة التقديرية لمتوسط المجتمع $\hat{\mu}$ هي :

$$\hat{\mu} = \frac{Y_{..}}{rt} = \bar{y}_{..}$$

أي أن متوسط المجتمع يقدر بقيمة المتوسط العام لجميع مشاهدات التجربة والقيمة التقديرية لتأثير المعاملة هي :

$$\hat{t}_i = \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..}$$

أي أن تأثير أي معاملة يقدر بمقدار انحراف متوسط تلك المعاملة عن المتوسط العام للتجربة .

والقيمة التقديرية لتأثير القطاع j هي :

$$\hat{r}_j = \bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..}$$

أي ان تاثير أي قطاع يقدر بمقدار انحراف متوسط ذلك القطاع عن المتوسط العام للتجربة .

أما القيمة التقديرية للمخطأ التجريبي الخاص بالمشاهدة y_{ij} فهي :

$$\hat{\varepsilon}_{ij} = y_{ij} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.j} + \bar{y}_{..}$$

وذلك لاننا نعرف ان قيمة المشاهدة y_{ij} حسب النموذج الرياضي هي :

$$y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_j + \varepsilon_{ij}$$

وعلى ذلك فان قيمة ε_{ij} من هذه المعادلة تساوي :

$$\varepsilon_{ij} = y_{ij} - \mu - t_i + \rho_j$$

وبالتعويض عن قيم كل من μ و t_i و r_j بقيمها التقديرية السابقة نحصل على :

$$\hat{\varepsilon}_{ij} = y_{ij} - \bar{y}_{..} - (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..}) - (\bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..})$$

وباختصار هذه المعادلة نحصل على المعادلة السابقة لتقدير ε_{ij} وهي :

$$\hat{\varepsilon}_{ij} = y_{ij} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.j} + \bar{y}_{..}$$

(٥) تقدير مكونات التباين Estimation of Variance Components

كما سبق ان لاحظنا في جدول تحليل التباين (جدول ٤-٢) ، فان التباين المتوقع للخطأ التجريبي هو σ^2_e وقيمته التقديرية هي القيمة المحسوبة من التجربة لتباين الخطأ أي ان :

$$\sigma^2_{\varepsilon} = MSe$$

وكذلك فان التباين المتوقع بين المعاملات ومكوناته هي $\sigma^2_{\varepsilon} + r\sigma^2_{\tau}$ يقدر بقيمة التباين بين المعاملات المحسوبة من التجربة وعلى ذلك فان :

$$\sigma^2_{\varepsilon} + r\sigma^2_{\tau} = MSt$$

وعليه فاننا نستطيع ان نقدر تباين تأثير المعاملات كما يلي :

$$\sigma^2_{\tau} = \frac{MSt - MSe}{r}$$

كما ان تباين أي مشاهدة في التجربة هو :

$$S^2_{y\,ij} = MSe$$

والانحراف القياسي (او الخطأ القياسي) لأي مشاهدة هو :

$$S_{yij} = \sqrt{MSe}$$

وتباين متوسط أي معاملة هو

$$S_{\bar{y}_{i\cdot}}^2 = \frac{MSe}{r}$$

والانحراف القياسي (الخطأ القياسي) لمتوسط أي معاملة هو :

$$S_{\bar{y}_{i\cdot}} = \sqrt{\frac{Mse}{r}}$$

تباين الفرق بين متوسطي أي معاملتين هو ..

$$S^2_{(\bar{y}i\cdot - \bar{y}i'\cdot)} = \frac{2MSe}{r}$$

والخطأ القياسي للفرق بين متوسطي أي معاملتين

$$S_{(\bar{y}i\cdot - \bar{y}i'\cdot)} = \sqrt{\frac{2MSe}{r}}$$

ويمكننا بمعرفة الخطاء القياسي لمتوسط اي معاملة ان نحدد حد ود الثقة حول متوسط المعاملة i (اي ان $\mu_i = \mu + t_i$) ، فاذا فرضنا اننا نريد تحديد حدود الثقة حول متوسط معاملة عند مستوى .957 مثلاً ، فاننا نستخرج قيمة t من جدول توزيع t عند مستوى 0.05 . وعند درجات حرية الخطأ ثم تحدد الحد الأعلى والحد الأدنى من حدود الثقة كما يلي :

الحد الأعلى ..

$$\text{Upper limit} = \bar{y}_{i\cdot} + t_{(0\cdot05)} \sqrt{\frac{MSe}{r}}$$

الحد الأدنى ..

$$\text{Lower limit} = \bar{y}_{i\cdot} - t_{(0\cdot05)} \sqrt{\frac{MSe}{r}}$$

ويمكن التعبير عن ذلك بان متوسط المعاملة يقع في المجال :

$$\bar{y}_{i\cdot} \pm t_{(0\cdot05)} S_{\bar{y}i\cdot}$$

(٦) مثال محلول Example

اجريت تجربة لتتبع تأثير اربعة انواع من الأسمدة على كمية حاصل صنف معين من الذرة ولقد وجد بعد معرفة ظروف المكان المخصص للتجربة والذي توفرت فيه ٢٤ قطعة

تجريبية انه من المستحسن تقسيم هذه الوحدات الى ست قطاعات بكل منها اربع قطع تجريبية . ثم وزعت المعاملات الأربع عشوائياً على تلك القطع داخل كل قطاع ، وبعد الحصاد سجلت بيانات الحاصل الموجودة في الجدول (٤–٣) حسب التخطيط الحقلي للتجربة .

جدول (٤–٣) . كمية الحاصل (كغم / للقطعة التجريبية) المسجلة من تجربة تأثير اربعة أنواع من الأسمدة على انتاجية احد أصناف الذرة .

القطاع الأول	t_3	26.0	t_4	24.4	t_2	26.2	t_1	35.2
القطاع الثاني	t_2	19.2	t_1	24.1	t_4	21.0	t_3	14.5
القطاع الثالث	t_4	13.5	t_2	8.1	t_1	14.1	t_3	9.1
القطاع الرابع	t_1	25.9	t_4	22.5	t_3	21.7	t_2	22.7
القطاع الخامس	t_3	31.3	t_1	35.3	t_2	33.5	t_4	32.7
القطاع السادس	t_2	8.5	t_3	7.6	t_4	11.1	t_1	13.6

ولكي يمكن تحليل هذه البيانات احصائياً ، يجب اعادة ترتيب هذه البيانات في جدول يساعد على اتمام عمليات التحليل كما هو موضح في الجدول (٤–٤) .

جدول (٤–٤) . بيانات كمية الحاصل المسجلة في جدول (٣–٣) بعد اعادة تنظيمها حسب المعاملات والقطاعات لتسهيل اجراء عمليات التحليل الأحصائي

المعاملات Treatments t_i	Blocks (r_j) القطاعات						مجاميع المعاملات
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	$Y_{i.}$
t_1	35.2	24.1	14.1	25.9	35.3	13.6	148.2
t_2	26.2	19.2	8.1	22.7	33.5	8.5	118.2
t_3	26.0	16.5	9.1	21.7	31.3	7.6	112.2
t_4	29.4	21.0	13.5	22.5	32.7	11.1	130.2
$Y_{.j}$	116.8	80.8	44.8	92.8	132.8	40.8	508.8

ويمكن بعد ذلك اجراء خطوات التحليل الاحصائي كما يلي :

١. حساب معامل التصحيح (Correction factor) :

$$C = \frac{(Y_{..})^2}{rt} = \frac{(508.8)^2}{(6)(4)} = 10786.56$$

٢. حساب مجموع المربعات الكلية :

$$SST = \Sigma y_{ij}^2 - C = [(35.2)^2 + (24.1)^2 + ... + (11.1)^2] - 10786.56$$

$$= 1890.20$$

٣. حساب مجموع مربعات القطاعات ..

$$SSr = \frac{\Sigma Y_{.j}^2}{t} - C = \frac{(116.8)^2 + (80.8)^2 + ... + (40.8)^2}{4} - 10786.56$$

$$= 1736.00$$

٤. حساب مجموع مربعات المعاملات :

$$SSt = \frac{\sum Y_{i.}^2}{r} - C = \frac{(148.2)^2 + (118.2)^2 + ... + (130.2)^2}{6} - 10786.56$$

$$= 126.00$$

٥. حساب مجموع مربعات الخطأ :

$$SSe = SST - SSr - SSt = 28.20$$

وبعد ذلك نلخص نتائج التحليل في جدول تحليل التباين ثم نكمل الجدول ونجري اختبار F لاختبار تأثير المعاملات كما سبق ان بينا في جدول (٤-٢) وكما هو موضح في جدول (٤-٥) .

ومن جدول تحليل التباين نلاحظ ان معاملات التسميد تختلف فيما بينها اختلافا معنويا كبيرا وذلك لأن قيمة F المحسوبة لاختبار تأثير المعاملات جاءت اكبر بكثير من قيمة F الجدولية عند مستوى معنوية ١٪ وعند درجات حرية ٣ ، ١٥ (قيمة F الجدولية هي .. $F_{(0.01)3,15} = 5.42$) . وعلى ذلك فانه لمن المهم في هذه الحالة اختيار احسن الاسمدة والتوصية به للمزارعين عن طريق المقارنة بين متوسطات الاسمدة الاربعة .

جدول (٤ – ٥) . جدول تحليل التباين لبيانات تجربة التسميد المسجلة في جدول (٣ – ٣)

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F
Blocks	5	1736.00	347.20	
Treatments	3	126.00	42.00	22.34**
Error	15	28.20	1.88	
Total	23	1890.20		

(٧) بعد تحليل التباين – مقارنة المتوسطات

After ANOVA-Comparisons of means :

١– الاختبارات المحددة قبل اجراء التجربة :

أ. المقارنات المستقلة Orthogonal Comparisons

ب. تحليل الاتجاهات Trend Analysis

٢– الاختبارات المقترحة بعد اجراء التجربة :

أ. مقارنة جميع المتوسطات بمتوسط معاملة المقارنة حسب طريقة Dunnett

ب. المقارنات المتعددة بين المتوسطات Multiple Comparisons

ولاجراء أي من هذه الاختبارات تتبع نفس طرق الحسابات التي سبق ان اوضحناها بالتفصيل في الفصل الثالث عند مناقشتنا لنفس هذه الاختبارات في حالة التصميم العشوائي الكامل ، والتي سوف نجريها باختصار لبيانات المثال التالي :

مثال محلول : Example

اجريت تجربة لدراسة تأثير التسميد النتروجيني على حاصل احد اصناف الطماطة واستخدمت لذلك اربع مستويات (معاملات) وهي N_0 (اي بدون تسميد كمعاملة مقارنة Check) وN_{10} (أي 10 كغم نتروجين للدونم) وN_{20} (أي 20 كغم نتروجين للدونم) وN_{30} (أي 30 كغم نتروجين للدونم) واستخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة باربع قطاعات وكانت بيانات الحاصل كما هو موضح في جدول (٤–٧) .