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

التجربة : Experiment هي وسيلة لاختبار الفرضية والكشف عن العلاقة بين المتغيرات المراد دراستها.

الوحدة التجريبية: Experimental unit هي أصغر وحدة اساسية او جزء في التجربة تطبق عليها احد معاملات العامل المتغير المراد دراسته وتجمع منها البيانات وتتمثل بحيوان أو نبات او اصيص (سندانة) او مساحة من الارض (لوح) او حتى ورقة نباتية كما هو الحال في تجارب امراض النبات.

الخطأ التجريبي: Experimental error هو الخطأ الذي يحصل نتيجة أجراء التجربة ويعود لاسباب فنية أو الجهاز المستعمل في القياس أو قلة الخبرة في العمل فضلا عن الظروف المحيطة بالتجربة ومن الممكن تقليل هذا الخطأ عن طريق زيادة عدد المشاهدات وإستعمال أحدث الطرق في القياس وأدق الاجهزة والسيطرة قدر الامكان على الظروف المحيطة في التجربة.

درجات الحرية: Degree of freedom هي عدد المقارنات المستقلة لكل مصدر من مصادر التباين

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

اختبار المعنوية **Test of Significant** : يجرى هذا الاختبار عادة لمعرفة معنوية الاختلافات بين المعاملات وذلك عند إجراء تحليل التباين واختبار **Fisher (F)** ومعرفة هل أن المعاملات المستخدمة بينها فروق معنوية أم لا ؟ونتبع الاتي

أ – اذا لم نجد فروقاً معنوية بين المعاملات فينتهي التحليل وتثبت نتائجه واستنتاجاته على ضوء هذه النتيجة علماً أنه في بعض الآراء توصي بأنه ممكن الاستمرار بأجراء اختبارات معرفة الفروق المعنوية بين المعاملات بغض النظر عن معنوية أو عدم المعنوية اختبار F وخاصة عند استخدام اختبار دنكن.

ب أما إذا وجدت فروق معنوية بين المعاملات حسب اختبار F فنذهب الى معرفة الفروق المعنوية موجودة بين أي معاملة واخرى ويقارن عادة بين متوسطاتها الحسابية ويحدد بين أي متوسط حسابي وأخر كان هذا الفرق وهذا يتم باختبارات عديدة والتي منها اختبار دنكن و L.S.D.

Dr. Ahmed Almarie

التصميم العشوائي الكامل (Completely Randomized Design –CRD)

يعد التصميم العشوائي الكامل او مايعرف ايضا بالتام التعشية واحد من أكثدر التصاميم أستعمالا في مجال الانتاج الحيواني والنباتي كما أنه سهل التطبيق فضلا الى ذلك فانه من أهم ميزاته هو أمكانية تطبيقه مهما كان عدد المعاملات في التجربة وذلك لان عدد المكررات في كل معاملة ويمكن تطبيقه حتى في حالة عدم تساوي المكرر ت بأختلاف المعاملات ك الا أن مدن أهدم محددات هذا التصميم هي عدم أمكانية تطبيقه الا أذا كانت الوحدات التجريبية على درجة عالية من التجانس.

مميزات التصميم

1- ابسط انواع التصاميم واسهلها تطبيقا على الاطلاق .

2- يسمح باستخدام اعلى ما يكمن من درجات الحرية للخطأ التجريبي مما يؤدي الى خفض القيمة المقدرة لتباين الخطأ التجريبي.

3- يتميز هذا التصميم بالمرونة لأنه لا يضع الحدود للأعداد المعاملات او التكرارات طالما تتوفر اعداد كافية من الوحدات التجريبية المتجانسة.

4- ليس من الضروري تساوي عدد التكرار لجميع المعاملات .

5- فقدان بعض المعاملات او بعض الوحدات التجريبية لا يؤثر على التحليل الاحصائي.

النموذج الرياضي للتصميم: Mathematical Model : $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

.

أذ أن:

: Y_{ij} قيمة المشاهدة j العائدة للمعاملة i .

: μ المتوسط العام للصفة المدروسة.

: T_i تأثير المعاملة i .

: e_{ij} الخطأ العشوائي الذي يتوزع توزيعا طبيعيا بمتوسط يساوي صفر وتباين قدره σ^2_e

Dr. Ahmed Almarie

علما أن:

t: عدد المعاملات في التجربة

r : عدد المشاهدات أو المكررات في كل معاملة

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

أي أن:

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

جدول تحليل التباين لهذا التصميم

S.O.V	df	مجموع المربعات S.S.	متوسطات المربعات M.S	F calculated	F tabulated
Treatments	t-1	$SSt = \frac{\Sigma Yi.\ 2}{r} - CF$	$MSt = \frac{SSt}{t-1}$	$F = \frac{MSt}{MSe}$	من الجدول
Error	t (r-1)	SSe = SST – SSt	$MSe = \frac{SSe}{t\ (r-1)}$	------	------
Total	tr-1	$SST = \Sigma Yij^2 - CF$	---------	------	------

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

	r1	r2	r3	r4	(Yi.)
t1	3	3	4	2	12
t2	4	5	3	4	16
t3	4	3	3	3	13
(y.j)	11	11	10	9	Y..=41

Dr. Ahmed Almarie

يتم حساب معامل التصحيح أولا:

$$CF = \frac{(Y..)2}{tr} = \frac{(41)^2}{12} = 140.08$$

$$SST = (3^2 + 3^2 + 4^2 + ----- + 3^2) - 140.08 = 6.92$$

$$SSt = \frac{\Sigma Yi.^2}{r} - CF = \frac{(12^2) + (16^2) + (13^2)}{4} - 140.08 = 2.17$$

$$SSe = SST - SSt = 6.92 - 2.17 = 4.75$$

S.O.V	df	S.S.	M.S	F tabulated	F calculated
Treatments	2	2.17	$MSt = \frac{2.17}{2} = 1.085$	$F = \frac{1.085}{0.53} = 2.04$	4.26 5% 8.02 1%
Error	9	4.75	$MSe = \frac{4.75}{9} = 0.53$	------	
Total	11	6.92	---------	------	------

تقارن قمية F المحسوبة وهي 2.04 مع قيمة F الجدولية في الجداول باستخدام درجات الحرية المعاملات (2) والخطأ (9) فاذا كانت F المحسوبة مساوية اعلى من F الجدولية فان تاثير المعاملات (السلالات) معنويا Significant في تاثيره في نسبة الدهن بالحليب. اما اذا كانت المحسوبة اقل من الجدولية فان تاثير للسلالات في نسبة الدهن بالحليب غير معنوي Non-Significant ويتم أختبار قيمة Fعلى مستوى أحتمالية 0.05 أي $(P<0.05)$ وأشارتها*

أو على مستوى أحتمالية 0.01 أي $(P<0.01)$ وأشارتها** وأن * تعني معنوي و ** عالي المعنوية.

Dr. Ahmed Almarie

بمعنى اخر قبول فرضية العدم ورفض الفرضية البديلة . اذ تشير فرضية العدم على عدم وجود تاثيرات معنوية بين المعاملات على الصفة المدروسة.

$H0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \text{ --- } = \mu_n$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \text{ --- } \neq \mu_n$

مثال :أجريت تجربة لدراسة تاثير اربع اصناف من نبات فول الصويا في عدد الافرع الرئيسية في النبات وقد كررت التجربة اربع مرات وحسب الجدول التالي :

Treat	r1	r2	r3	r4
t1	5	4	3	4
t2	5	6	4	6
t3	8	6	5	7
t4	10	8	7	6

المطلوب :

1- تحليل التجربة تحليلا كاملا
2- هل هناك تاثير للاصناف على عدد الافرع

الحل

$$CF = \frac{(Y..)2}{tr} = \frac{(94)^2}{16} = \mathbf{552.25}$$

$$SST = (5^2 + 4^2 + 3^2 + \text{-----} + 6^2) - 552.25 = \mathbf{49.75}$$

$$SSt = \frac{\Sigma Yi.^2}{r} - CF = \frac{(16^2) + (21^2) + (26^2) + (31^2)}{4} - 552.25 = \mathbf{31.25}$$

$$SSe = SST - SSt = 49.75 - 31.25 = \mathbf{18.5}$$

Dr. Ahmed Almarie

S.O.V	df	S.S.	M.S	F tabulated	F calculated
Treatments	3	31.25	MSt = 31.25 / ----- = 10.4	F = 10.4 / ------ = 6.75** 1.54	3.49 5% 5.95 1%
Error	12	18.5	MSe = 18.5 / ----- = 1.54 12	------	
Total	15	49.75	---------	------	------

من قيمة F المحسوبة في الجدول اعلاه والتي تشير بانها اعلى من قيمة F الجدولية عند مستوى معنوية 5و 1 % فهذا يشير الى وجود فروقات معنوية لمتوسطات الاصناف في تاثيرها على عدد الافرع بالنبات اي رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة.

Dr. Ahmed Almarie

الاختبارات المقترحة بعد اجراء التجربة

ان اختبار F يعكس اختبارا عاما للاختلافات الموجودة بين مجموعة من المعاملات . في حال ان نتيجة اختبار F جاءت معنوية فان ذلك يشير الى وجود فرق معنوي واحد في الاقل بين المتوسطات الحسابية للمعاملات . وعليه لابد من تشخيص وحساب , ومقارنة الفروقات المعنوية او الفروقات غير المعنوية بين متوسطات المعاملات . هناك عدة طرق واختبارات من بينها الفرق المعنوية الاصغر (L.S.D) واختبار دنكن (متعدد الحدود) .

اختبار اقل فرق معنوي Least Significant Difference (L.S.D)

$$\mathbf{L.S.D} = \sqrt{\frac{2MSe}{r}} \times t_{0.05}$$

اذ ان t تمثل قيمة t الجدولية لمستوى معنوية 5% و ودرجات حرية مساوية لدرجات حرية الخطأ ولايجاد قيمة اقل فرق معنوي L.S.D للمثال اعلاه.

$$\mathbf{L.S.D} = \sqrt{\frac{2\times 1.54}{4}} \times 2.179 = \underline{1.91}$$

وبالعودة الى متوسطات المعاملات نجد ان اقل فرق معنوي بين عدد الافرع بالنبات للاصناف الاربع لفول الصويا هو 1.91

t3	t2	t1	
1.25	2.5	3.75	t4
---	1.25	2.5	t3
---	---	1.25	t2

ويمكن ان نستعين بالحرف لغرض مقارنة وعرض الفروقات المعنوية بين متوسطات المعاملات

t1= 4	t2=5.25	t3 =6.5	t4= 7.75
d	cd	bc	ab

Dr. Ahmed Almarie

ملاحظة : بالامكان أستخراج معامل أختلاف التجربة (CV) وهو عبارة عن النسبة المئوية التي يشكلها الانحراف المعياري (S) من المتوسط الحسابي (X) وفق القانون الاتي :

من قسمة جذر متوسط مربعات الخطأ(MSe) يؤخذ من جدول تحليل التباين على المتوسط العام للصفة (X)× 100

اذ ان X يساوي متوسط الوحدات التجريبية

$$CV = \sqrt{\frac{MSe}{X}} \times 100 = \sqrt{\frac{1.54}{5.875}} \times 100 = 8.71\%$$

التصميم العشوائي الكامل في حالة عدم تساوي المكررات

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

حيث : Σri هو عدد المشاهدات(المكررات) في التجربة.

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

المعاملات	الزيادة الوزنية	مجموع المكررات Yi.	عدد المكررات
1	10 , 15 , 20 , 22	**67**	**4**
2	10 , 12 , 13 , --	**35**	**3**
3	7 , 7 , 8 , 10	**32**	**4**
4	14 , 12, --, --	**26**	**2**
		Y.. =160	**∑ri = 13**

أولا: التصحيح معامل حساب يتم

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

Dr. Ahmed Almarie

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

SSt = 153.81

$SST = \Sigma Yij^2 - CF$ $SST = (10^2 + \text{----------} + 12^2) - 1969.6$

SST = 261.23

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

S.O.V	df	S.S.	M.S	F tabulated	F calculated
Treatments	t-1=3	153.81	51.27	4.30	3.49 5% 5.95 1%
Error	∑ri-t = 9	107.41	11.93	------	
Total	∑ri-1=12	261.23	-----	------	------

واجب : من البيانات الموضحة في الجدول الادي(لديك ثلاث معاملات عدد مكرراتها غير متساوية .

أوجد جدول تحليل التباين لغاية قيمة F

المعاملات	الزيادة الوزنية	مجموع المكررات Yi.	عدد المكررات
1	5 , 9 , 10 , 11	**35**	**4**
2	6 , 4 , -- , ---	**10**	**2**
3	9 , 10 , 3 , 4	**26**	**4**
		Y.. =71	**∑ri = 10**

Dr. Ahmed Almarie

تصميم المربع اللاتيني LSD (Latin Square Design)

يتعذر احيانا الحصول على ارض او اي مجال تجريبي متجانس كليا او ضمن قطاعات باتجاه واحد الامر الذي يتعذر تطبيق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة فلو تبين ان هناك عدم تجانس او اختلافا في اتجاهين فلا بد من تقسيم الارض او الوحدات التجريبية المتاحة الى قطاعات باتجاهين لغرض تقليل الاختلافات بين الواحدات التجريبية داخل كل قطاع وبكلا الاتجاهين وبذلك يعمد الى تطبيق تصميم المربع اللاتيني.

يتم في هذا التصميم تجميع الوحدات التجريبية غير المتجانسة الى مجموعات تضم كل منها وحدات تجريبية متجانسة بعدد المعاملات الداخلة في التجربة على ان يتم التجميع باتجاهين هما صفوف (Rows) وأعمدة (Columns) لغرض أحداث التجانس بأتجاهين أذ لم يكفي مجانستها بأتجاه واحد كما حصل في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة. وفي تصميم المربع اللاتيني يتم توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية أو بالعكس وبصورة عشوائية لغرض أعطاء كل وحدة تجريبية نفس الفرصة ويعد هذا التصميم سهل التطبيق كما هو الحال في التصميمينRCBD و CRD.

تصميم المربع اللاتيني يعد أدق(أكفأ) من التصميمين RCBD و CRD الا أن من أهم محددات هذا التصميم هي زيادة نسبة الخطأ في حالة أستعمال أقل من ثلاث معاملات أو صفوف أو أعمدة وكذلك يصبح التحليل معقدا في حالة زيادة عدد المعاملات أو الصفوف أو الاعمدة عن ثمانية.

مما يجدر الاشارة اليه انه في حال استخدام تصميم المربع اللاتيني يكون عدد المعاملات مساويا لعدد الصفوف ومساويا لعدد الاعمدة ($t = r = c$) حيدث t تمثل المعاملات و r هي الصفوف و c تمثل الاعمدة . لذلك المربع اللاتيني يكون 3 x 3 أو 4 x 4 أو 5 x 5 وهكذا.

وكمثال توضيحي لطبيعة التجارب التي يستخدم فيها تصميم المربع اللاتيني هو دراسة خمس معاملات تسميد وعند تخطيط التجربة لوحظ ان الحقل المخصص لاجرائها يظهر اختلافا في خصوبة التربة من الشمال الى الجنوب واختلافا اخر بالملوحة من الشرق الى الغرب .

مميزاته:

Dr. Ahmed Almarie

1- يتمكن تصميم المربع اللاتيني من التحكم في الاختلافات الموجودة اصلا بين الوحدات التجريبية بدرجة اكبر من تصميمي RCBD و CRD وبالتالي يكون تباين الخطا يكون اصغر مما يؤدي الى زيادة كفاءة ودقة التجربة.

2- بساطة التحليل الاحصائي للبيانات ولا توجد تعقيداتز

3- في حالة فقد بعض القيم بالامكان تعويضها

اما عيوب او محددات هذا التصميم :

1- تحديد عدد المعاملات بعدد الاعمدة والصفوف مما يقيد حرية الباحث في عند تخطيط التجربة. اذ بزيادة عدد المعاملات يزداد عدد الوحدات التجريبية المطلوبة ففي حال لو تضاعف عدد المعاملات عن 8 معاملات فان عدد الواحدات التجريبية يجب ان تكون 64 وحدة موزعة في اعمدة وصفوف ومن المعروف انه كلما زاد عدد الوحدات التجريبية زاد الخطا التجريبي.

2- عند استخدام التصميم في حال تجارب ذات معاملات قليلة فان درجات الحرية تكون قليل بطبيعة الحال وبالتالي ترتفع قيمة تباين الخطأ .

3- ضرورة تقدير القيم المفقودة.

النموذج الرياضي للتصميم: Mathematical Model :

$$Y_{ij(k)} = \mu + \chi_i + ß_i + T_i + e_{ij(k)}$$

Yij(k) : قيمة المشاهدة

μ : المتوسط العام للصفة المدروسة.

χi : تأثير الصفوف i .

ßi : تأثير الآعمدة j .

Ti : تاثير المعاملة k .

eij(k): الخطأ العشوائي الذي يتوزع توزيعا طبيعيا بمتوسط يساوي صفر وتباين قدره $\sigma^2 e$

t1	t2	t3	t4
t2	t3	t4	t1
t3	t4	t1	t2

t1	t2	t3
t2	t3	t1
t3	t1	t2

Dr. Ahmed Almarie

t4	t1	t2	t3

تصميم مربع لاتيني 4×4 تصميم مربع لاتيني 3×3

جدول تحليل التباين لتصميم المربع اللاتيني

S.O.V	df	مجموع المربعات S.S.	متوسطات المربعات M.S	F calculated	F tabulated
Rows	r-1	$SSr = \frac{\Sigma Yi.^2}{r} - CF$	$MSr = \frac{SSr}{r-1}$	$F = \frac{MSr}{MSe}$	-----
Colums	r-1	$SSc = \frac{\Sigma Y.j^2}{r} - CF$	$MSc = \frac{SSc}{r-1}$	$F = \frac{MSc}{MSe}$	-----
Treats.	r-1	$SSt = \frac{\Sigma Y.k^2}{r} - CF$	$MSr = \frac{SSt}{r-1}$	$F = \frac{MSt}{MSe}$	من الجدول
Error	(r-1) (r-2)	SSe = SST – (SSr + SSc + SSc)	$MSe = \frac{SSe}{(r-1)(r-2)}$	------	------
Total	r^2-1	SST = ΣYij2 – CF	---------	------	------

علما أن:

t: عدد المعاملات في التجربة.

r: عدد الصفوف في التجربة.

c: عدد الاعمدة في التجربة.

وأن CF يمثل معامل التصحيح ويساوي مربع مجموع القيم مقسوما الى مربع عدد الصفوف أو العمدة أو المعاملات.

مثال : أجريت تجربة وفق تصميم المربع اللاتيني وشملت أربعة معاملات التجربة (4 x 4) والبيانات كما موضحة في الجدول الاتي.

Dr. Ahmed Almarie

الاعمدة / الصفوف	C1	C2	C3	C4	مجاميع الصفوف YI.
R1	t1− 4	t2− 3	t3 − 4	t4 − 1	12
R2	t2 − 5	t3− 2	t4 − 3	t1 − 6	16
R3	t3 − 4	t4− 2	t1 − 5	t2 − 5	16
R4	t4 − 6	t1− 6	t2 − 3	t3 − 4	19
مجاميع الاعمدة Y.j	19	13	15	16	Y..= 63 المجموع الكلي

$$CF = \frac{(Y..)2}{tr} = \frac{(63)^2}{16} = 248.06$$

$$SST = (5^2 + \text{----------} + 4^2) - 248.06 = 32.94$$

$$SSr = \frac{\Sigma yi.^2}{t} - CF = \frac{(12^2) + (16^2) + (16^2) + (19^2)}{4} - 248.06 = 6.19$$

$$SSc = \frac{\Sigma = y.j^2}{r} - CF = \frac{(19^2) + (13^2) + (15^2) + (16^2)}{4} - 248.06 = 4.69$$

Dr. Ahmed Almarie

لاستخراج قيمة SSt يتم حساب مجامع المعاملات وهي كما يلي

∑t1	∑t2	∑t3	∑t4
21	16	14	12

$$\Sigma = yk.^2 \qquad (21^2) + (16^2) + (14^2) + (12^2)$$

$$SSt = \frac{\quad}{r} - CF = \frac{\quad}{4} - 248.06 = 11.19$$

$$SSe = SST - (SSr + SSt + SSr) = 32.94 - (6.19 + 4.69 + 11.19) = 10.87$$

S.O.V	df	مجموع المربعات S.S.	متوسطات المربعات M.S	F calculated	F tabulated
Rows	3	6.19	2.06	$F = \frac{MSr}{MSe}$	من الجدول
Colums	3	4.69	1.56	$F = \frac{MSc}{MSe}$	
Treats.	3	11.19	3.73	2.06	
Error	6	10.87	1.81	------	------
Total	15	32.94	---------	------	------

Dr. Ahmed Almarie

أن قيمة F المحسوبة 2.06 أقل من الجدولية التي تستخرج على درجات حرية المعاملة(3) والخطأ (6) من جداول F والتي قيمتها 9.78 عند مستوى 1% و4.76عند مستوى 5% . وبالتالي فليس هناك فروقا معنوية بين متوسطات المعاملات.

Dr. Ahmed Almarie

تقدير بيانات القيمة المفقودة

قد تفقد أحياناً لأي سبب من الأسباب واحدة أو أكثر من المشاهدات بسبب أصابة مرضية أو سرقة أو ضرر الحيوانات أو أي سبب اخر على ان لا يكون من جراء تأثير المعاملة المستخدمة في التجربة وعلية نلجأ الى تقدير القيمة المفقودة وفق المعادلة التالية :

$$Y_{ij} = \frac{r(Y_{.j}) + t(Y_{i.}) - (Y_{..})}{(r-1)(t-1)}$$

وبعد حساب القيمة التقديرية Yij للمعاملة المفقودة ندخل هذه القيمة في مكانها المحدد ضمن جدول البيانات ثم نصحح مجموع المكرر ومجموع المعاملة التابعين للمعاملة المفقودة وكذلك المجموع الكلي ثم نحلل التجربة احصائياً ماعدا درجات الحرية للخطأ التجريبي df Error قيمة مفقودة ودرجات حرية المجموع df Total فيتم تقليلها وانقاصها درجة واحدة عن كل قيمة مفقودة.

مثال : نفذت تجربة لدراسة تأثير أربعة أنواع من الأسمدة العضوية على عدد الثمار في الرقي لكل وقد تعرضت أحد الوحدات التجريبية (Y32) الى فقدان بياناتها وكان عدد المكررات أربعة مكررات وحسب بيانات التالية أوجد جدول تحليل التباين لهذه التجربة.

T	R1	R2	R3	Yi.
t1	8	10	7	25
t2	10	11	9	30
t3	12	---	11	---
t4	9	7	6	22
	39	----	33	y.. =100

الحل : ايجاد القيمة المفقودة اولا :

$$Y_{ij} = \frac{r(Y_{.j}) + t(Y_{i.}) - (Y_{..})}{(r-1)(t-1)}$$

Dr. Ahmed Almarie

$$Y32 = \frac{3(Y.2)+4(Y3.)-(Y..)}{(3-1)(4-1)} = \frac{3(28)+4(23)-100}{(2)(3)} = 12.67$$

T	R1	R2	R3	Yi.
t1	8	10	7	25
t2	10	11	9	30
t3	12	12.67	11	35.67
t4	9	7	6	22
	39	40.67	33	y.. =112.67

بعدها يتم تحليل التجربة احصائيا

$$CF = \frac{(Y..)^2}{\Sigma ri} = \frac{(112.67)^2}{12} = 1057.88$$

$$SSt = \frac{\Sigma Yi.^2}{3} - CF = \frac{(25)^2+(30)^2+(35.67)^2+(22)^2}{3} - 1057.88 = 35.90$$

$$SSr = \frac{\Sigma Y.j^2}{4} - CF = \frac{(39)^2+(40.67)^2+(33)^2}{4} - 1057.88 = 8.13$$

$$SST = \Sigma Yij^2 - CF \qquad SST = (8^2 + \text{----------} + 6^2) - 1057.88 = 48.65$$

$$SSe = SST - SSt - SSr = 48.65-35.90 - 8.13 = 4.62$$

Dr. Ahmed Almarie

S.O.V	df	S.S.	M.S	F tab	F cal
Blocks	3	8.13	4.065	-----	1% = 12.06 5% = 5.41
Treatments	2	35.90	11.97	13.11**	
Error	5	4.62	0.92	-----	
Total	10	48.65	-----	------	------

Dr. Ahmed Almarie

التجارب العاملية Factorial Experiments

تجري التجارب العاملية في حالة وجود أكثر من عامل يراد دراسته ويكون لهما أهمية متساوية بالنسبة للباحث ولكل عامل عدة مستويات وفي هذا النوع من التجارب يمكن استخدام أي من التصاميم السابقة (CRD و RCBD و LSD المربع اللاتيني) ويحدد نوع التصميم بالاعتماد على نوع الوحدات التجريبية سواء كانت متجانسة أو غير متجانسة كون الاختلاف باتجاه واحد أو باتجاهين.

يهدف هذا النوع من التجارب الى دراسة تأثير العوامل المدروسة وتداخلاتها على الظاهرة المدروسة حيث أنها توفر فرصة لتقيم تأثير التداخلات بين العوامل الداخلة في التجربة والتي تنتج عن اشتراك المتغيرات (العوامل) معاً في التأثير على الصفة المدروسة ولذي يفوق أو يتعدى ذلك التأثير الناتج عن المتغيرات أذا أخذت كل منها بمفرده.

Dr. Ahmed Almarie

التجارب العاملية Factorial Experiments

تجري التجارب العاملية في حالة الرغبة بدراسة تاثير عاملين او اكثر ويكون لهما أهمية متساوية بالنسبة للباحث ولكل عامل عدة مستويات (معاملات) وفي هذا النوع من التجارب يمكن استخدام أي من التصاميم السابقة (CRD و RCBD و LSD المربع اللاتيني) ويحدد نوع التصميم بالاعتماد على نوع الوحدات التجريبية سواء كانت متجانسة أو غير متجانسة كون الاختلاف باتجاه واحد أو باتجاهين.

يهدف هذا النوع من التجارب الى دراسة تأثير العوامل المدروسة وتداخلاتها على الظاهرة المدروسة حيث أنها توفر فرصة لتقييم تأثير التداخلات بين العوامل الداخلة في التجربة والتي تنتج عن اشتراك المتغيرات (العوامل) معاً في التأثير على الصفة المدروسة والذي يفوق أو يتعدى ذلك التأثير الناتج عن المتغيرات أذا أخذت كل منها بمفرده.

ان التجربة العاملية لاتعتبر في حد ذاتها تصميما تجريبيا بل هي مجرد تنظيم وترتيب لمستويات العوامل المدروسة بمعاملات عاملية (تداخلات بين معاملات العوامل المراد دراستها) وان اي من التصاميم التجريبية يمكن ان يستخدم في تطبيقها.

ان الهدف الاساس من التجارب العاملية هو دراسة تاثير كل عامل على انفراد على الصفة المراد دراستها بالاضافة الى تاثيرالتداخل (Interaction) الناتج من تاثير العاملين مجتمعين على الصفة من خلال عمل توليفات بين معاملات كل عامل مع معاملات العامل الاخر .

فاذا اردنا مثلا دراسة تاثير كل من السماد النيتروجيني (N) والسماد الفوسفاتي(P) والتداخل فيما بينهما على حاصل محصول معين فاذا افترضنا ان السماد النيتروجيني له ثلاث معاملات (10 و 20 و 30 كغم) بينما معاملات السماد الفوسفاتي (20 و 40 و 60 كغم) ففي هذ الحالة سيكون لدينا تسع توليفات سمادية بالاضافة الى المعاملات الفردية لكل عامل وهي كالتالي:

Dr. Ahmed Almarie

t1 = P كغم 20 + N كغم 10

t2 = P كغم 40 + N كغم 10

t3 = P كغم 60 + N كغم 10

t4 = P كغم 20 + N كغم 20

t5 = P كغم 40 + N كغم 20

t6 = P كغم 60 + N كغم 20

t7 = P كغم 20 + Nكغم 30

t8 = p كغم 40 + Nكغم 30

t9 = p كغم 60 + Nكغم 30

مميزات التجارب العاملية

1- اكثر كفاءة من التجارب البسيطة في تقدير التاثيرات العامة الداخلة في التجربة وذلك لزيادة تكرار كل عامل فيها .
2- التجارب العاملية تعطي فرصة لتقييم تاثير التداخل بين العوامل في التجربة والناتجة من اشراك العوامل في ان واحد في تاثيرها على الصفة المدروسة.
3- الاختصار في الوقت والجهد والنفقات اذ يمكننا الحصول على معلومات عن مدى الاستجابة للصفة المراد دراستها لعدة عوامل وبتجربة واحدة مستقلة.

تمثيل عوامل التجارب العاملية

تمثل عادة العوامل المدروسة بأحرف كبيرة A,B,C وتمثل مستويات كل عامل بحروف صغيرة (a1, a2 a3) وهكذا لبقية العوامل الأخرى وتحدد عدد المعاملات الكلية للتجربة بعدد العوامل الداخلة فيها وعدد مستويات كل عامل أي جميع التوافقات بينهما. ومثال لذلك عند دراسة تأثير عاملين A و B وكل منهما بثلاثة مستويات ,(a1,a2,a3) و (b1,b2, b3) وبهذا تكون التوليفات تسع توليفات.

Dr. Ahmed Almarie

a1b1
a1b2
a1b3

a2b1
a2b2
a2b3

a3b1
a3b2
a3b3

فلو اردنا ان نكرر التجربة ثلاث مرات اي يلزم ذلك ثلاث مكررات فيكون لدينا 27 توليفة وكالتالي

المكرر الاول
a1b1r1
a1b2r1
a1b3r1
a2b1r1
a2b2r1
a2b3r1
a3b1r1
a3b2r1
a3b3r1

المكرر الثاني
a1b1r2
a1b2r2
a1b3r2
a2b1r2
a2b2r2
a2b3r2
a3b1r2
a3b2r2
a3b3r2

المكرر الثالث
a1b1r3
a1b2r3
a1b3r3
a2b1r3
a2b2r3
a2b3r3
a3b1r3
a3b2r3
a3b3r3

Dr. Ahmed Almarie

التجارب العاملية باستخدام التصميم العشوائي الكامل CRD

مثال // في احدى التجارب اريد دراسة تاثير موعد الزراعة بمعاملتين هما (مبكر او متاخر) ومعدل التسميد النيتروجيني باربع معاملات (صفر , 10,20, 30) كغم N في حاصل محصول الكتان وقد توفرت لدى الباحث قطعة ارض متجانسة تماما لذلك قرر استخدام التصميم العشوائي الكامل والجدول التالي يوضح بيانات التجربة :

المطلوب// تحليل التجربة تحليلا احصائيا

العاملa	العاملb	المشاهدات				Yij.
		r1	r2	r3	r4	
a1	b1	32	32	32	28	130.7
	b2	29	30	29	29	118
	b3	25	26	27	28	111.1
	b4	30	27	28	22	117.1
a2	b1	28	31	32	24	125.1
	b2	33	30	31	32	128.3
	b3	26	23	22	25	129.9
	b4	25	24	21	22	125.6
						Y..= 883

$$CF = \frac{(Y..)^2}{abr} = \frac{(883)^2}{2\times4\times4} = 24365.3$$

$$SST = (32^2 + \ldots\ldots + 22^2) - CF = \underline{383.7}$$

Dr. Ahmed Almarie

$$SSt = \frac{(124^2) + \ldots + (92^2)}{4} - 24365.3 = \underline{\mathbf{267.5}}$$

$$SSe = SST - SSt = 383.7 - 267.5 = \underline{\mathbf{116.25}}$$

ثم بعد ذلك يتم تنظيم جدول ذو اتجاهين A×B تنظم فيه مجاميع العاملين A و B من الجدول اعلاه

	b1	b2	b3	b4	
a1	124	117	106	107	454
a2	115	126	96	92	429
	239	243	202	199	883

$$\mathbf{SSA = \frac{(454)^2 + (429)^2}{br} - CF = \frac{(476.9)^2 + (508.9)^2}{16}} - 24365.3 = \underline{\mathbf{19.5}}$$

$$SSB = \frac{(239^2) + (243^2) + (202^2) + (199^2)}{ar} - CF$$

$$SSB = \frac{(255.8^2) + (246.3^2) + (241^2) + (242.7^2)}{8} - 24365.3 = \underline{\mathbf{206.6}}$$

$$\mathbf{SS_{(AB)} = SSt - SSA - SSB = 41.34}$$

Dr. Ahmed Almarie

S.O.V	df	S.S.	M.S	F calculated	F Tabulated
Treatments المعاملات	ab-1 =7	267.5	38.21	7.89	-----
العامل A	a-1 =1	19.5	19.5	4.02	-----
العامل B	b-1 =3	206.6	68.8	14.21**	-----
التداخل A×B	(a-1) (b-1) =3	**41.34**	13.78	2.84	-----
Error	ab(r-1) = 24	116.25	4.84	----	-----
Total	abr-1=31	383.7	----	------	------

يتبين من قيمة F المحسوبة ومقارنتها مع قيمة F الجدولية ان:

- هناك تاثير عالي المعنوية Highly Significant Difference للعامل (B) وهو التسميد النيتروجيني في صفة الحاصل
- لا يوجد تاثير معنوي للعامل (A) وهو موعد من حيث تاثيره في صفة الحاصل اي لا توجد اختلافات معنوية بين متوسطات معاملات هذا العامل.
- جاء التداخل بين عاملي الدراسة (موعد الزراعة والتسميد النيتروجيني) غير معنوي في تاثيره على صفة الحاصل .

وبعد معرفة التاثير العاملين A و B والتداخل بينهما A×B في صفة الحاصل نذهب الى تشخيص الفروق المعنوية بين متوسطات العامل المعنوي (B) فقط كونه الوحيد المعنوي من خلال التالي :

$$L.S.D_B = \sqrt{\frac{2MSe}{ar}} \times t_{0.05} =$$

$$L.S.D_B = \sqrt{\frac{2\times3.07}{2\times4}} \times 2.064 = 1.28$$

Dr.Ahmed Almarie

B1	**29.875**
B2	**30.375**
B3	**25.25**
B4	**24.87**
L.S.D. 5%	1.28

Dr. Ahmed Almarie

التجارب العاملية باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD

مثال : أجريت تجربة عاملية لدراسة تأثير فيتامين A بمستويين (2 و5%) على ثلاث سلالات من الدجاج بفئات عمرية مختلفة لذا تم استخدام قطاعين (مكررين) لعدم تجانس الوحدات التجريبية من حيث العمر. حلل التجربة تحليلا كاملا وهل يوجد تاثير معنوي للفيتامينات و السلالات والتداخل بينهما على وزن البيض . تحقق من ذلك.

الحل : من خلال المعطيات يتبين لنا ان عدد معاملات العامل A وهو فيتامين A (a1, a2) وعدد معاملات العامل B وهو السلالات (b1, b2,b3) وبواقع قطاعين لذا فان العدد الكلي للوحدات التجريبية = 2*3*2 = 12

		r1	r2	Yij.
a1	b1	70	75	145
	b2	60	65	125
	b3	50	52	102
a2	b1	70	80	150
	b2	55	65	120
	b3	45	55	100
		350	392	

$$CF = \frac{(Y..)^2}{abr} = \frac{(742)^2}{2\times3\times3} = 45880.33$$

$$SST = (70^2 + \ldots\ldots + 55^2) - CF = \mathbf{47154 - 45880.33 =} \quad \underline{\mathbf{1273.67}}$$

$$SSt = \frac{(145^2) + \ldots. + (100^2)}{2} - 45880.33 = \underline{\mathbf{1096.67}}$$

Dr. Ahmed Almarie

$$SS_r = \frac{(392^2) + (350^2)}{6} - 45880.33 = \underline{147}$$

$$SS_e = SST - SS_t - SS_r = 1273.67 - 1096.67 - 147 = \underline{30}$$

لايجاد مجموع مربعات العاملين A , B والتداخل بينهما A×B ننشئ جدول حساب مجاميع التوليفية مصنفة حسب تراكيز فيتامين A (a1,a2) وسلالات الدجاج الثلاث (b1, b2,b3) وكالتالي.

	b1	b2	b3	
a1	145	125	102	372
a2	150	120	100	370
	295	245	202	

$$\mathbf{SS_A = \frac{(372)^2 + (370)^2}{(br)\ 3\times2} - CF = \underline{0.34}}$$

$$SS_B = \frac{(295^2) + (245^2) + (202^2)}{(ar)\ 2\times2} - CF = \underline{1083.17}$$

$$\mathbf{SS_{(AB)} = SSt - SSA - SSB = 1096 - 0.34 - 1083.17 = \underline{12.49}}$$

Dr. Ahmed Almarie

S.O.V	df	S.S.	M.S	F calculated	F Tabulated
Blocks القطاعات	r-1 = **1**	147	147	29.4	----
Treatments المعاملات	ab-1 =**5**	1096.67	219.3	43.86	-----
العامل A	a-1 =**1**	0.34	0.34	0.068 ns	-----
العامل B	b-1 =**2**	1083.17	541.59	90.26**	-----
التداخل A×B	(a-1) (b-1) =**2**	12.49	6.25	1.04 ns	-----
Error	(ab-1)(r-1) = **5** او بالطرح	30	6	-----	-----
Total	abr-1=**11**	1273.67	----	------	------

يتبين من قيمة F المحسوبة ومقارنتها مع قيمة F الجدولية ان:

- هناك تاثير عالي المعنوية Highly Significant Difference للعامل (B) وهو سلالات الدجاج على وزن البيضة.
- لا يوجد تاثير معنوي للعامل (A) وهو فيتامين A من حيث تاثيره في صفة وزن اي لا توجد اختلافات معنوية بين متوسطات معاملات هذا العامل.
- جاء التداخل بين عاملي الدراسة (فيتامين A والسلالات) غير معنوي في تاثيره على صفة وزن البيضة .

وبعد معرفة التاثير العاملين A و B والتداخل بينهماA×B في صفة الحاصل نذهب الى تشخيص الفروق المعنوية بين متوسطات العامل المعنوي (B).

$$\mathbf{L.S.D_B} = \sqrt{\frac{2MSe}{ar}} \times t_{0.05}$$

Dr. Ahmed Almarie

$$L.S.D_B = \sqrt{\frac{2\times6}{4}} \times 2.447 = \underline{4.23}$$

B1	**147.5**
B2	**122.5**
B3	**101**
L.S.D 5%	**4.23**

Dr. Ahmed Almarie

df2\ df1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30
3	34.12	30.82	29.4	28.7	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.23	27.13	27.05	26.98	26.92	26.87	26.83	26.79	26.75	26.72	26.69	26.64	26.60	26.56	26.53	26.50
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.45	14.37	14.31	14.25	14.20	14.15	14.11	14.08	14.05	14.02	13.97	13.93	13.89	13.86	13.84
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.96	9.89	9.82	9.77	9.72	9.68	9.64	9.61	9.58	9.55	9.51	9.47	9.43	9.40	9.38
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.79	7.72	7.66	7.61	7.56	7.52	7.48	7.45	7.42	7.40	7.35	7.31	7.28	7.25	7.23
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.54	6.47	6.41	6.36	6.31	6.28	6.24	6.21	6.18	6.16	6.11	6.07	6.04	6.02	5.99
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.73	5.67	5.61	5.56	5.52	5.48	5.44	5.41	5.38	5.36	5.32	5.28	5.25	5.22	5.20
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.18	5.11	5.05	5.01	4.96	4.92	4.89	4.86	4.83	4.81	4.77	4.73	4.70	4.67	4.65
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.77	4.71	4.65	4.60	4.56	4.52	4.49	4.46	4.43	4.41	4.36	4.33	4.30	4.27	4.25
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40	4.34	4.29	4.25	4.21	4.18	4.15	4.12	4.10	4.06	4.02	3.99	3.96	3.94
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16	4.10	4.05	4.01	3.97	3.94	3.91	3.88	3.86	3.82	3.78	3.75	3.72	3.70
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02	3.96	3.91	3.86	3.82	3.78	3.75	3.72	3.69	3.66	3.62	3.59	3.56	3.53	3.51
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.70	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80	3.75	3.70	3.66	3.62	3.59	3.56	3.53	3.51	3.46	3.43	3.40	3.37	3.35
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67	3.61	3.56	3.52	3.49	3.45	3.42	3.40	3.37	3.33	3.29	3.26	3.24	3.21
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.62	3.55	3.50	3.45	3.41	3.37	3.34	3.31	3.28	3.26	3.22	3.18	3.15	3.12	3.10
17	8.40	6.11	5.19	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.46	3.40	3.35	3.31	3.27	3.24	3.21	3.19	3.16	3.12	3.08	3.05	3.03	3.00
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.43	3.37	3.32	3.27	3.23	3.19	3.16	3.13	3.10	3.08	3.03	3.00	2.97	2.94	2.92
19	8.19	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30	3.24	3.19	3.15	3.12	3.08	3.05	3.03	3.00	2.96	2.92	2.89	2.87	2.84
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.29	3.23	3.18	3.13	3.09	3.05	3.02	2.99	2.96	2.94	2.90	2.86	2.83	2.80	2.78
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.88	2.85	2.83	2.78	2.75	2.72	2.69	2.67
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.09	3.03	2.98	2.93	2.89	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.70	2.66	2.63	2.60	2.58
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	3.02	2.96	2.90	2.86	2.82	2.78	2.75	2.72	2.69	2.66	2.62	2.58	2.55	2.53	2.50
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.96	2.90	2.84	2.79	2.75	2.72	2.68	2.65	2.63	2.60	2.56	2.52	2.49	2.46	2.44
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.91	2.84	2.79	2.74	2.70	2.66	2.63	2.60	2.57	2.55	2.51	2.47	2.44	2.41	2.39
35	7.42	5.27	4.40	3.91	3.59	3.37	3.20	3.07	2.96	2.88	2.80	2.74	2.69	2.64	2.60	2.56	2.53	2.50	2.47	2.44	2.40	2.36	2.33	2.31	2.28
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.73	2.66	2.61	2.56	2.52	2.48	2.45	2.42	2.39	2.37	2.33	2.29	2.26	2.23	2.20
45	7.23	5.11	4.25	3.77	3.45	3.23	3.07	2.94	2.83	2.74	2.67	2.61	2.55	2.51	2.46	2.43	2.39	2.36	2.34	2.31	2.27	2.23	2.20	2.17	2.14

Dr. Ahmed Almarie

50	7.17	5.06	4.20	3.72	3.41	3.19	3.02	2.89	2.79	2.70	2.63	2.56	2.51	2.46	2.42	2.38	2.35	2.32	2.29	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.10
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.56	2.50	2.44	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20	2.15	2.12	2.08	2.05	2.03

Dr. Ahmed Almarie

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	35
3	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70	8.69	8.68	8.67	8.67	8.66	8.65	8.64	8.63	8.62	8.62	8.60
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86	5.84	5.83	5.82	5.81	5.80	5.79	5.77	5.76	5.75	5.75	5.73
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62	4.60	4.59	4.58	4.57	4.56	4.54	4.53	4.52	4.50	4.50	4.48
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94	3.92	3.91	3.90	3.88	3.87	3.86	3.84	3.83	3.82	3.81	3.79
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51	3.49	3.48	3.47	3.46	3.44	3.43	3.41	3.40	3.39	3.38	3.36
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22	3.20	3.19	3.17	3.16	3.15	3.13	3.12	3.10	3.09	3.08	3.06
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01	2.99	2.97	2.96	2.95	2.94	2.92	2.90	2.89	2.87	2.86	2.84
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85	2.83	2.81	2.80	2.79	2.77	2.75	2.74	2.72	2.71	2.70	2.68
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72	2.70	2.69	2.67	2.66	2.65	2.63	2.61	2.59	2.58	2.57	2.55
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62	2.60	2.58	2.57	2.56	2.54	2.52	2.51	2.49	2.48	2.47	2.44
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53	2.51	2.50	2.48	2.47	2.46	2.44	2.42	2.41	2.39	2.38	2.36
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46	2.44	2.43	2.41	2.40	2.39	2.37	2.35	2.33	2.32	2.31	2.28
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40	2.38	2.37	2.35	2.34	2.33	2.31	2.29	2.27	2.26	2.25	2.22
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35	2.33	2.32	2.30	2.29	2.28	2.25	2.24	2.22	2.21	2.19	2.17
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31	2.29	2.27	2.26	2.24	2.23	2.21	2.19	2.17	2.16	2.15	2.12
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27	2.25	2.23	2.22	2.20	2.19	2.17	2.15	2.13	2.12	2.11	2.08
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23	2.21	2.20	2.18	2.17	2.16	2.13	2.11	2.10	2.08	2.07	2.05
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.23	2.20	2.18	2.17	2.15	2.14	2.12	2.10	2.08	2.07	2.05	2.04	2.01
21	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15	2.13	2.11	2.10	2.08	2.07	2.05	2.03	2.01	2.00	1.98	1.96
22	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11	2.09	2.07	2.05	2.04	2.03	2.00	1.98	1.97	1.95	1.94	1.91
23	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07	2.05	2.03	2.02	2.00	1.99	1.97	1.95	1.93	1.91	1.90	1.87
24	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04	2.02	2.00	1.99	1.97	1.96	1.93	1.91	1.90	1.88	1.87	1.84
25	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01	1.99	1.98	1.96	1.95	1.93	1.91	1.89	1.87	1.85	1.84	1.81
26	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.08	2.04	2.01	1.99	1.96	1.94	1.92	1.91	1.89	1.88	1.85	1.83	1.82	1.80	1.79	1.76
27	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92	1.90	1.89	1.87	1.85	1.84	1.81	1.79	1.77	1.76	1.74	1.72
28	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89	1.87	1.86	1.84	1.82	1.81	1.78	1.76	1.74	1.73	1.71	1.68
29	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03	1.99	1.95	1.92	1.89	1.87	1.85	1.83	1.81	1.80	1.78	1.76	1.74	1.72	1.70	1.69	1.66
30	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.89	1.86	1.84	1.82	1.80	1.78	1.76	1.75	1.72	1.70	1.68	1.66	1.65	1.62
31	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.14	2.07	2.02	1.97	1.93	1.89	1.86	1.84	1.81	1.79	1.77	1.75	1.74	1.72	1.70	1.67	1.65	1.64	1.62	1.59
32	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.21	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79	1.77	1.75	1.73	1.72	1.70	1.68	1.65	1.63	1.62	1.60	1.57
33	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93	1.89	1.85	1.82	1.79	1.77	1.75	1.73	1.71	1.69	1.68	1.65	1.63	1.61	1.59	1.57	1.54
34	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72	1.69	1.67	1.66	1.64	1.62	1.60	1.57	1.55	1.53	1.52	1.48
35	3.86	3.01	2.62	2.39	2.23	2.12	2.03	1.96	1.90	1.85	1.81	1.77	1.74	1.71	1.69	1.66	1.64	1.62	1.61	1.59	1.56	1.54	1.52	1.50	1.48	1.45
36	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.11	2.02	1.95	1.89	1.84	1.80	1.76	1.73	1.70	1.68	1.65	1.63	1.61	1.60	1.58	1.55	1.53	1.51	1.49	1.47	1.43
37	1.04	3.00	2.61	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75	1.72	1.69	1.67	1.64	1.62	1.61	1.59	1.57	1.54	1.52	1.50	1.48	1.46	1.42
38	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	35

Dr.Ahmed Almarie

Dr. Ahmed Almarie