

- بعد ذلك يتطلب المقارنة بين ازواج المعاملات Pair Comparison

هناك طريقتان:

1. مقارنة معاملة المقارنة مع متوسط كل من المعاملات الأخرى.
2. اجراء الاختبار بين ازواج المعاملات بكل الاحتمالات الممكنة وتحديد أي من هذه الأزواج يختلف معنويا.

ويتم الاختبار باهم الطرق وهي:

1. طريقة دونت Dunnett Procedure
2. طريقة اقل فرق معنوي Least Significant Difference Test (LSD)
3. طريقة دنكن المتعدد المدى Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

### 1. طريقة دونت Dunnett Procedure

تستخدم للمقارنة بين متوسطات المعاملات بمتوسط معاملة المقارنة Control

مثلا اذا كان لدينا أربعة معاملات، واحدة منها هي معاملة مقارنة وثلاثة تمثل معاملات مختلفة، يمكن اجراء ثلاثة

مقارنات وتلخص كما يلي:

أ. تحسب قيمة الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي أي معاملتين

في حالة تساوي التكرارات

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

$$S_{(\bar{y}_i - \bar{y}_{i'})} = \sqrt{\frac{MSe}{r_i} + \frac{MSe}{r_{i'}}$$

في حالة عدم تساوي التكرارات

ب. استخراج قيمة t من جدول Dunnett t بالاعتماد على عدد متوسطات المعاملات ومستوى المعنوية المستخدم

في الاختبار ومن الجدول الموجود في الملاحق.

$$D = S_{(\bar{y}_i - \bar{y}_{i'})} \times \text{Dunnnett } t$$

ج. حساب قيمة الفرق المعنوي D من حاصل ضرب القيمتين في الخطوتين أعلاه.

د. يحسب الفرق بين متوسط معاملة المقارنة ومتوسط اي معاملة أخرى ويقارن بقيمة الفرق المعنوي D ، فاذا كان

الفرق بين أي متوسطين اكبر من قيمة D دل ذلك على ان الفرق معنوي والعكس صحيح.

- في مثالنا في حالة تساوي التكرار:

1. نوجد متوسطات المعاملات من قسمة مجموع كل معاملة على تكرارها.

المعاملات $t_i$	المجاميع $Y_i$	المتوسطات $\bar{y}_i$
$t_1$ (Control)	54	18
$t_2$	36	12
$t_3$	60	20
$t_4$	42	14

2. حساب قيمة الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي أي معاملتين:

$$S_{(\bar{y}_i - \bar{y}_{i'})} = \sqrt{\frac{2MSe}{r}} = \sqrt{\frac{2(9.5)}{3}} = 2.517$$

3. استخراج قيمة t من جدول Dunnnett

في مثالنا قيمة t ستحدد عند درجات حرية المعاملات (3) ودرجات حرية الخطأ (8) ومستوى احتمال 0.05 ومن

$$\text{Dunnnett's } t_{0.05, 8} = 2.81$$

جدول t

## 4. حساب قيمة الفرق المعنوي D

$$D = \sqrt{\frac{2MSe}{r}} \times Dunnett t$$

$$= 2.517 \times 2.81 = 7.07$$

## 5. مقارنة القيمة المقدرة بالفروقات بين متوسطات المعاملات.

المعاملات $t_i$	المتوسطات $\bar{y}_{i.}$	الفروقات بين متوسطات المعاملات ومتوسط معاملة المقارنة ( $\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{1.}$ )
$t_2$	12	$12 - 18 = -6^{ns}$
$t_3$	20	$20 - 18 = 2^{ns}$
$t_4$	14	$14 - 18 = -4^{ns}$

ويلاحظ ان الفروقات بين المعاملات ومعاملة المقارنة لا تختلف معنويا.

## 2. طريقة اقل فرق معنوي (Least Significant Difference Test (LSD))

يعتبر من ابسط أنواع الاختبارات وأكثرها استخداما للمقارنة بين ازواج المعاملات. ان عدد ازواج المقارنات يكون

$$n(n-1)/2, \text{ فاذا كانت خمسة معاملات } 5(5-1)/2 \text{ فان عدد ازواج المقارنات يكون عشرة.}$$

تلخص خطوات هذه الطريقة:

أ. حساب الفرق بين متوسطات المعاملات

ب. حساب قيمة الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي أي معاملتين

في حالة تساوي التكرارات

$$S_{(\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{j.})} = \sqrt{\frac{2MSe}{r}}$$

في حالة عدم تساوي التكرارات

$$S_{(\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{j.})} = \sqrt{\frac{MSe}{r_i}} + \sqrt{\frac{MSe}{r_j}}$$

ج. حساب قيمة اقل فرق معنوي LSD عند مستوى احتمال معين ( $\alpha$ )

$$LSD = t_{\alpha} \times S_{(\bar{y}_i - \bar{y}_{i'})}$$

$t_{\alpha}$  عبارة عن قيمة t الجدولية، تستخرج من جدول t عند مستوى الاحتمال المستخدم ودرجات حرية الخطأ.

د. مقارنة الفرق بين أي متوسطين (الخطوة أ) مع قيمة LSD وإعطاء القرار المناسب.

- ففي المثال السابق

$$S_{(\bar{y}_i - \bar{y}_{i'})} = \sqrt{\frac{2MSe}{r}} = \sqrt{\frac{2(9.5)}{3}} = 2.517$$

أ.

ب. قيمة t الجدولية عند مستوى احتمال 5% ودرجات حرية الخطأ (8)

$$t_{0.05, 8} = 2.306$$

ج. حساب قيمة اقل فرق معنوي من حاصل ضرب القيمتين

$$LSD = 2.306 \times 2.517 = 5.804$$

د. المقارنة:

1. في حالة المقارنة مع معاملة المقارنة

المعاملات $t_i$	المتوسطات $\bar{y}_i$	الفروقات بين متوسطات المعاملات ومتوسط معاملة المقارنة $(\bar{y}_i - \bar{y}_{1'})$
$t_1$	18	$18 - 14 = 4^{ns}$
$t_2$	12	$12 - 14 = -2^{ns}$
$t_3$	20	$20 - 14 = 6^*$
$t_4$ Control	14	

المعاملة الثالثة تفوقت معنويًا عن معاملة المقارنة لان الفرق بين متوسطيهما اعلى من قيمة LSD

2. في حالة المقارنة بكل الاحتمالات الممكنة.

يتم ترتيب متوسطات المعاملات تنازليا

t <sub>3</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>2</sub>	
20	18	14	12	يتم المقارنة بين الفرق بين أي متوسطين مع قيمة LSD (5.804)
a	ab	bc	c	
t <sub>3</sub> - t <sub>1</sub> = 2 <sup>ns</sup>				
t <sub>3</sub> - t <sub>4</sub> = 6*				
المرحلة الأولى				
t <sub>1</sub> - t <sub>4</sub> = 4 <sup>ns</sup>				
t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub> = 6*				
المرحلة الثانية				
t <sub>4</sub> - t <sub>2</sub> = 2 <sup>ns</sup>				
المرحلة الثالثة				

### 3. طريقة دنكن المتعدد المدى (DMRT) Duncan's Multiple Range Test

تستخدم هذه الطريقة عندما يكون عدد المعاملات كبير. في هذه الطريقة تستخدم عدة قيم للمقارنة بين المتوسطات، بينما في اختبار اقل فرق معنوي يتم استخدام قيمة واحدة للمقارنة.

تلخص خطوات هذه الطريقة:

أ. ترتيب متوسطات المعاملات تنازليا.

ب. حساب قيمة الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي أي معاملتين

في حالة تساوي التكرارات

$$S_{(\bar{y}_i - \bar{y}_j)} = \sqrt{\frac{2MSe}{r}}$$

$$S_{(\bar{y}_i - \bar{y}_{i'})} = \sqrt{\frac{MSe}{r_i}} + \sqrt{\frac{MSe}{r_{i'}}}$$

في حالة عدم تساوي التكرارات

ج. ايجاد قيم اقصر مدى معنوي (SSR) Shortest Significant Range من جدول دنكن في الملاحق وذلك بالاعتماد على عدد المتوسطات ودرجات حرية الخطأ ومستوى المعنوية. ان عدد قيم SSR تكون بعدد درجات حرية المعاملات.

د. حساب قيم اقل مدى معنوي (LSR) Least Significant Range

$$LSR = \frac{S_{(\bar{y}_i - \bar{y}_{i'})} \times SSR}{\sqrt{2}}$$

او في حالة تساوي التكرارات

$$LSR = \sqrt{\frac{MSe}{r}} \times SSR$$

ان المعادلة أعلاه تطبق بعدد مرات وجود قيم SSR

هـ. حساب الفروقات بين ازواج متوسطات المعاملات ومقارنة الفرق بين كل زوج من الأزواج بإحدى قيم LSSR التي حسبت في الخطوة السابقة.

إذا زاد الفرق بين أي متوسطين عن قيمة LSR او كان يساويها، فان هذا الفرق يعد معنوياً.

مثال:

لو كانت لدينا المجاميع التالية لتجربة مكونة من ثلاثة معاملات ، كل معاملة كررت أربعة مرات وكانت قيمة الخطأ

التجريبي (1.17)

أ. حساب المتوسطات

المعاملات $t_i$	المجاميع $Y_i$	المتوسطات $\bar{y}_{i..}$
$t_1$	18	4.50
$t_2$	31	7.75
$t_3$	37	9.25

ب. ترتيب المتوسطات تنازليا

$t_3$	$t_2$	$t_1$
9.25	7.75	4.50

ج. حساب قيمة الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي أي معاملتين

$$S_{(\bar{y}_i - \bar{y}_{i'})} = \sqrt{\frac{MSe}{r}} = \sqrt{\frac{1.17}{4}} = 0.54$$

د. ايجاد قيم SSR من جدول دنكن عند مستوى احتمال 5% ودرجات حرية الخطأ (9)

P	SSR (0.05)
2	4.60
3	4.86

هـ. حساب قيم LSR

$$LSR = S_{(\bar{y}_i - \bar{y}_{i'})} \times SSR$$

P	SSR (0.05)	LSR
2	4.60	$0.54 \times 4.60 = 2.48$
3	4.86	$0.54 \times 4.86 = 2.62$

---

t <sub>3</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>1</sub>
<u>9.25</u>	<u>7.75</u>	<u>4.50</u>

t <sub>3</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>1</sub>
9.25a	7.75a	4.50b

واجب بيتي:

في تجربة لدراسة تأثير درجة الحرارة في نمو بكتريا معينة . تم تحديد خمسة درجات حرارة مختلفة في الحاضنة وزرعت البكتريا في وسط غذائي خاص في ست اطباق لكل معاملة وتصميم؟؟؟؟؟؟؟؟ حسب عدد المستعمرات البكتيرية في كل طبق في نهاية الدراسة ووجدت البيانات التالية:

D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>
20	11	22	13	13	12
D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>4</sub>
11	8	0	18	11	9
D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>
1	16	12	4	9	10
D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>
14	10	17	2	10	15
D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>5</sub>
10	3	13	11	17	1

المطلوب:

هل هناك تأثيرا لدرجة الحرارة في نمو البكتريا؟ وما هي افضل درجة حرارة يوصى بها لتنمية الحرارة؟ مستخدما جميع طرق المقارنة.

جدول قيم  $t$ **t Table**

cum. prob	$t_{.50}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.998}$	$t_{.9995}$
one-tail	0.50	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
two-tails	1.00	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
<b>Z</b>	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

## جدول قيم دنكن (قيم اقصر مدى معنوي) SSR

Error df	Protection level	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	05	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
	01	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
2	05	609	609	609	609	609	609	609	609	609	609	609
	01	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
3	05	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
	01	826	85	85	86	87	88	88	89	89	90	90
4	05	393	401	401	402	402	402	402	402	402	402	402
	01	651	68	68	69	70	71	71	71	72	72	73
5	05	364	374	374	379	383	383	383	383	383	383	383
	01	570	596	596	611	618	626	626	633	640	644	65
6	05	346	358	358	364	366	368	368	368	368	368	368
	01	524	551	551	565	573	581	581	588	595	600	60
7	05	335	347	347	354	358	358	360	361	361	361	361
	01	495	522	522	537	545	553	553	561	569	573	58
8	05	326	339	339	347	352	355	355	356	356	356	356
	01	474	500	500	514	523	532	532	540	547	551	55
9	05	320	334	334	341	347	350	350	352	352	352	352
	01	460	486	486	499	508	517	517	525	532	536	54
10	05	315	330	330	337	343	346	346	347	347	347	347
	01	448	473	473	488	496	506	506	513	520	524	528
11	05	311	327	327	335	339	343	343	344	344	346	346
	01	439	463	463	477	486	494	494	501	506	512	515
12	05	308	323	323	331	336	340	340	342	344	344	346
	01	432	455	455	468	476	481	481	492	496	502	507
13	05	306	321	321	330	335	338	338	341	344	344	345
	01	426	448	448	462	469	474	474	484	488	494	498
14	05	303	318	318	327	330	337	337	339	341	342	344
	01	421	442	442	455	463	470	470	478	483	487	491
15	05	301	316	316	325	331	336	336	338	340	342	344
	01	417	437	437	450	458	464	464	472	477	485	484