

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA
Peperiksaan Semester Kedua

Sidang 1986/87

B00 284/4 BIostatistik

Tarikh: 14 April 1987

Masa: 9.00 pagi - 12.00 tgh.
(3 Jam)

Jawab LIMA daripada ENAM soalan.

Tiap-tiap soalan bernilai 20 markah.

.../2

(BOO 284/4)

1. Saiz sampel (n) yang diperlu untuk mendapatkan 95% keyakinan bahawa min populasi yang dianggar (μ) berada dalam lingkungan $\bar{x} \pm L$ boleh dihitungkan kalau nilai L (iaitu ralat yang boleh diterima) ditetapkan.

(a) Berikan formula yang boleh digunakan untuk menentukan n .

(2 markah)

(b) Tunjukkan bahawa jika ralat yang boleh diterima dikurangkan menjadi setengah nilainya (iaitu daripada L kepada $L/2$), saiz sampel yang diperlukan mesti diperbesarkan empat kali.

(5 markah)

(c) Dalam satu kajian untuk menentukan panjang paruh satu spesies burung, seorang ahli ornitologi mendapati bahawa penganggar selang (pada 95% keyakinan) bagi min panjang paruh burung jantan dewasa ialah 8.14 ± 0.02 cm. Sisihan piawai sampel yang diambilnya ialah

(BOO 284/4)

0.38 cm. Apakah saiz sampel yang telah digunakan untuk kajian ini?

(5 markah)

- (d) Anda disuruh membuat persampelan kuadrat (dengan menggunakan kuadrat saiz 0.5 m^2) untuk mengkaji taburan sejenis rumput Elephantopus scaber (tutup bumi) dalam satu kawasan padang seluas 1 hektar. Dalam sesuatu kuadrat yang ditetapkan oleh anda itu, anda akan hitung beberapa pokok Elephantopus scaber yang terdapat di dalamnya. Anda perlu memperolehi data dari beberapa kuadrat (katakan 50 kuadrat).

Huraikan dengan ringkas bagaimana anda akan:-

- (i) menggunakan skema persampelan rawak ringkas ("simple random sampling") untuk membuat persampelan anda.
- (ii) menentukan sama ada rumput ini bertabur secara rawak di padang ini atau tidak.

(8 markah)

.....4/-

(BOO 284/4)

2. Seorang petani telah disyorkan membeli sejenis baja cap baru, A, yang didakwa oleh sipenjual akan meninggikan hasil padinya berbanding dengan baja yang lazim digunakan oleh petani itu (baja B).

Petani itu mendapatkan bantuan dari seorang ahli agronomi yang menjalankan eksperimen petak ladang "field plots" untuk menguji samada dakwaan penjual baja itu benar atau tidak. Keputusan daripada eksperimen itu diberikan di bawah:-

Hasil padi (kg/petak)

<u>Dengan baja baru, X_{1i}</u>	<u>Dengan baja lama, X_{2i}</u>	<u>$d_i = x_{1i} - x_{2i}$</u>
68.1	60.6	+7.5
73.5	66.6	+6.9
69.1	64.9	+4.2
66.7	61.8	+4.9
71.5	61.7	+9.8
70.3	67.2	+3.1
67.9	62.4	+5.5
69.6	61.3	+8.3
63.3	56.7	+6.6
<hr/>	<hr/>	<hr/>
Min $\bar{x}_1 = 68.89$	$\bar{x}_2 = 62.58$	$\bar{d} = 6.31$
Sisihan piawai $S_1 = 2.92$	$S_2 = 3.25$	$S_d = 2.10$

(BOO 284/4)

Jalankan ujian statistik untuk membolehkan anda membuat kesimpulan samada baja baru itu benar-benar meninggikan hasil padi jika berbanding dengan baja lama bagi setiap keadaan berikut:-

- (a) eksperimen ini direkabentuk sebagai kes dua sampel yang tak bersandaran.

(8 markah)

- (b) eksperimen ini direkabentuk sebagai kes dua sampel berpasang.

(8 markah)

Huraikan bagaimana petak ladang untuk eksperimen ini perlu disusun bagi kes dua sampel berpasang.

(4 markah)

...6/-

(BOO 284/4)

3. (a) <u>No. anak ayam</u>	<u>Berat badan, b_i (g)</u>	<u>Berat balung, C_i (mg)</u>
1	83	56
2	72	42
3	69	18
4	90	84
5	90	56
6	95	107
7	95	90
8	91	68
9	75	31
10	70	48

$$\Sigma b = 830$$

$$\Sigma c = 600$$

$$\Sigma b^2 = 69890$$

$$\Sigma c^2 = 42530$$

$$\Sigma bc = 52102$$

Ujian samada terdapat sebarang pertalian antara berat badan anak ayam dan berat balung anak ayam.

Apakah andaian-andaian yang harus dibuat?

(10 markah)

...7/-

(BOO 284/4)

(b)	<u>Jumlah bahan mangkin (mg)</u>	<u>Masa tindakbalas (min)</u>
	1.0	11
	2.0	7
	3.0	5
	4.0	4.5

Dengan menggunakan kaedah statistik yang wajar, buatlah anggaran masa tindakbalas jika kuantiti bahan mangkin digunakan ialah 2.75 mg.

(10 markah)

2

4. Air terkeluar dari daun melalui proses transpirasi. Suatu kajian telah dijalankan bagi membezakan kadar proses ini bagi 4 jenis daun. Penyelidik juga ingin tahu dari permukaan manakah lebih banyak air terkeluar. Penentuan ini dilakukan dengan menyapu jeli dipermukaan daun-daun tadi. Jumlah air yang terkeluar (mg/cm^2) direkod. Datanya ialah seperti berikut:-

...8/-

(BOO 284/4)

Permukaan daun disapu jeli

Jenis Daun	Kawalan	Atas	Bawah	Kedua-belah
Rambutan	66	20	6	0
Durian	88	24	5	1
Langsat	98	32	17	1
Ciku	59	21	15	2

- (a) Rekabentuk apakah yang telah digunakan.
- (b) Jalankan analisis statistik bagi menentukan daun yang mana lebih banyak mengeluarkan air dan apa kaitannya proses transpirasi ini dengan permukaan daun.

Gunakan $\alpha = 0.05$

5. (a) Terangkan sebab dan juga ketika bila kita perlu menggunakan rekabentuk blok rawakan.
- (b) Apakah yang dimaksudkan dengan istilah rekabentuk Blok Tak Lengkap Seimbang.

...9/-

(BOO 284/4)

- (c) Bilakah masanya kita perlu menggunakan rekabentuk segiempat sama Latin? Tunjukkan susunan data bagi eksperimen ini dan analisis variansnya.

(30 markah)

6. (a) Berikan kebaikan dan kelemahan kaedah nonparametrik.

- (b) Andaikan data berikut ini datangnya dari 10 orang yang berumur di antara 45 - 55 tahun. Nilai kolesterol ditentukan selepas 12 jam tanpa makanan dan diulangi 2 jam selepas makan:-

....10/-

(BOO 284/4)

<u>Subjek</u>	<u>Tanpa makan</u>	<u>Selepas makan</u>
1	180	185
2	210	225
3	195	200
4	220	225
5	210	200
6	190	180
7	225	235
8	260	265
9	200	195
10	210	220

Gunakan kaedah nonparametrik untuk membezakan kandungan kolesterol bagi kedua-dua kes ini:-

- (a) Berikan 2 kebaikan dan 2 kelemahan kaedah nonparametrik.

...11/-

LAMPIRAN I

FORMULA-FORMULA PANDUAN

1. Ujian - t bagi sampel takbesandaran

Formula panduan bagi anggaran varians populasi

$$(i) \quad s_p^2 = \frac{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)^2 + \sum(x_{2i} - \bar{x}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad \text{bagi } n_1 \neq n_2$$

$$(ii) \quad s_p^2 = \frac{s_1^2 + s_2^2}{2} \quad \text{bagi } n_1 = n_2 = n$$

$$s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}^2 = s_p^2 \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}$$

2. Anggaran kecerunan garis regresi linear

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

3. Anggaran pekali korelasi Pearson

$$= \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

$$4. \quad W_r = q' (r, v) \sqrt{\frac{2}{n_i}}$$

Table IV NORMAL CURVE AREAS

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4988	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.49903									
3.2	.49931									
3.3	.49952									
3.4	.49966									
3.5	.49977									
3.6	.49984									
3.7	.49989									
3.8	.49993									
3.9	.49995									
4.0	.50000									

Table III CRITICAL VALUES OF t

For any given df, the table shows the values of t corresponding to various levels of probability. Obtained t is significant at a given level if it is equal to or greater than the value shown in the table.

df	Level of significance for one-tailed test					
	.10	.05	.025	.01	.005	.0005
	Level of significance for two-tailed test					
	.20	.10	.05	.02	.01	.001
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.941
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.859
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.405
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.505	2.819	3.792
23	1.317	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.373
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

From R. A. Fisher and F. Yates, *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research*. Edinburgh: Oliver and Boyd, Ltd., 1948. Reprinted by permission of the authors and publisher.

(BBO 284/4)

TABLE A 11
CORRELATION COEFFICIENTS AT THE 5% AND 1% LEVELS OF SIGNIFICANCE

Degrees of Freedom	5%	1%	Degrees of Freedom	5%	1%
1	.997	1.000	24	.388	.496
2	.950	.990	25	.381	.487
3	.878	.959	26	.374	.478
4	.811	.917	27	.367	.470
5	.754	.874	28	.361	.463
6	.707	.834	29	.355	.456
7	.666	.798	30	.349	.449
8	.632	.765	35	.325	.418
9	.602	.735	40	.304	.393
10	.576	.708	45	.288	.372
11	.553	.684	50	.273	.354
12	.532	.661	60	.250	.325
13	.514	.641	70	.232	.302
14	.497	.623	80	.217	.283
15	.482	.606	90	.205	.267
16	.468	.590	100	.195	.254
17	.456	.575	125	.174	.228
18	.444	.561	150	.159	.208
19	.433	.549	200	.138	.181
20	.423	.537	300	.113	.148
21	.413	.526	400	.098	.128
22	.404	.515	500	.088	.115
23	.396	.505	1,000	.062	.081

Portions of this table were taken from Table VA in *Statistical Methods for Research Workers* by permission of Professor R. A. Fisher and his publishers, Oliver and Boyd.

...15/-

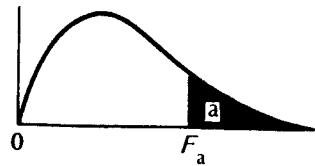
(BOO 284/4)

Table 9 Critical values for the Wilcoxon signed-rank test

		n = 5(1)50											
One-sided	Two-sided	n = 5	n = 6	n = 7	n = 8	n = 9	n = 10	n = 11	n = 12	n = 13	n = 14	n = 15	n = 16
.05	.10	1	2	4	6	8	11	14	17	21	26	30	36
.025	.05		1	2	4	6	8	11	14	17	21	25	30
.01	.02			0	2	3	5	7	10	13	16	20	24
.005	.01				0	2	3	5	7	10	13	16	19
		n = 17	n = 18	n = 19	n = 20	n = 21	n = 22	n = 23	n = 24	n = 25	n = 26	n = 27	n = 28
.05	.10	41	47	54	60	68	75	83	92	101	110	120	130
.025	.05	35	40	46	52	59	66	73	81	90	98	107	117
.01	.02	28	33	38	43	49	56	62	69	77	85	93	102
.005	.01	23	28	32	37	43	49	55	61	68	76	84	92
		n = 29	n = 30	n = 31	n = 32	n = 33	n = 34	n = 35	n = 36	n = 37	n = 38	n = 39	
.05	.10	141	152	163	175	188	201	214	228	242	256	271	
.025	.05	127	137	148	159	171	183	195	208	222	235	250	
.01	.02	111	120	130	141	151	162	174	186	198	211	224	
.005	.01	100	109	118	128	138	149	160	171	183	195	208	
		n = 40	n = 41	n = 42	n = 43	n = 44	n = 45	n = 46	n = 47	n = 48	n = 49	n = 50	
.05	.10	287	303	319	336	353	371	389	408	427	446	466	
.025	.05	264	279	295	311	327	344	361	379	397	415	434	
.01	.02	238	252	267	281	297	313	329	345	362	380	398	
.005	.01	221	234	248	262	277	292	307	323	339	356	373	

From *Some Rapid Approximate Statistical Procedures (Revised)* by Frank Wilcoxon and Roberta A. Wilcox (Pearl River, N.Y.: Lederle Laboratories, 1964), Table 2. Reproduced by permission of Lederle Laboratories, a division of American Cyanamid Company.

Table 4 Percentage points of the F distribution



Degrees of freedom (a = .05)

df1 \ df2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

Table 4 (continued)

10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	df1 df2
241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3	1
19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50	2
8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53	3
5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63	4
4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36	5
4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67	6
3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23	7
3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93	8
3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71	9
2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54	10
2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40	11
2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30	12
2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21	13
2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13	14
2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07	15
2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01	16
2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96	17
2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92	18
2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88	19
2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84	20
2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81	21
2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78	22
2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76	23
2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73	24
2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71	25
2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69	26
2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67	27
2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65	28
2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64	29
2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62	30
2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51	40
1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39	60
1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25	120
1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00	∞

(BOO 284/4)

Table 12 Percentage points of the Duncan new multiple range test

Error		<i>r</i> = number of ordered steps between means														
df	α	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	
1	.05	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	
	.01	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	
2	.05	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	
	.01	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	
3	.05	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	
	.01	8.26	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.3	
4	.05	3.93	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	
	.01	6.51	6.8	6.9	7.0	7.1	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5	
5	.05	3.64	3.74	3.79	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	
	.01	5.70	5.96	6.11	6.18	6.26	6.33	6.40	6.44	6.5	6.6	6.6	6.7	6.7	6.8	
6	.05	3.46	3.58	3.64	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	
	.01	5.24	5.51	5.65	5.73	5.81	5.88	5.95	6.00	6.0	6.1	6.2	6.2	6.3	6.3	
7	.05	3.35	3.47	3.54	3.58	3.60	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	
	.01	4.95	5.22	5.37	5.45	5.53	5.61	5.69	5.73	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	
8	.05	3.26	3.39	3.47	3.52	3.55	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	
	.01	4.74	5.00	5.14	5.23	5.32	5.40	5.47	5.51	5.5	5.6	5.7	5.7	5.8	5.8	
9	.05	3.20	3.34	3.41	3.47	3.50	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	
	.01	4.60	4.86	4.99	5.08	5.17	5.25	5.32	5.36	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	
10	.05	3.15	3.30	3.37	3.43	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.48	
	.01	4.48	4.73	4.88	4.96	5.06	5.13	5.20	5.24	5.28	5.36	5.42	5.48	5.54	5.55	
11	.05	3.11	3.27	3.35	3.39	3.43	3.44	3.45	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48	
	.01	4.39	4.63	4.77	4.86	4.94	5.01	5.06	5.12	5.15	5.24	5.28	5.34	5.38	5.39	
12	.05	3.08	3.23	3.33	3.36	3.40	3.42	3.44	3.44	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48	
	.01	4.32	4.55	4.68	4.76	4.84	4.92	4.96	5.02	5.07	5.13	5.17	5.22	5.23	5.26	
13	.05	3.06	3.21	3.30	3.35	3.38	3.41	3.42	3.44	3.45	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.28	4.48	4.62	4.69	4.74	4.84	4.88	4.94	4.98	5.04	5.08	5.13	5.14	5.15	
14	.05	3.03	3.18	3.27	3.33	3.37	3.39	3.41	3.42	3.44	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.21	4.42	4.55	4.63	4.70	4.78	4.83	4.87	4.91	4.96	5.00	5.04	5.06	5.07	
15	.05	3.01	3.16	3.25	3.31	3.36	3.38	3.40	3.42	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.17	4.37	4.50	4.58	4.64	4.72	4.77	4.81	4.84	4.90	4.94	4.97	4.99	5.00	
16	.05	3.00	3.15	3.23	3.30	3.34	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.13	4.34	4.45	4.54	4.60	4.67	4.72	4.76	4.79	4.84	4.88	4.91	4.93	4.94	
17	.05	2.98	3.13	3.22	3.28	3.33	3.36	3.38	3.40	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.10	4.30	4.41	4.50	4.56	4.63	4.68	4.72	4.75	4.80	4.83	4.86	4.88	4.89	
18	.05	2.97	3.12	3.21	3.27	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.07	4.27	4.38	4.46	4.53	4.59	4.64	4.68	4.71	4.76	4.79	4.82	4.84	4.85	
19	.05	2.96	3.11	3.19	3.26	3.31	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.05	4.24	4.35	4.43	4.50	4.56	4.61	4.64	4.67	4.72	4.76	4.79	4.81	4.82	
20	.05	2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	3.34	3.36	3.38	3.40	3.43	3.44	3.46	3.46	3.47	
	.01	4.02	4.22	4.33	4.40	4.47	4.53	4.58	4.61	4.65	4.69	4.73	4.76	4.78	4.79	
22	.05	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	
	.01	3.99	4.17	4.28	4.36	4.42	4.48	4.53	4.57	4.60	4.65	4.68	4.71	4.74	4.75	
24	.05	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38	3.41	3.44	3.45	3.46	3.47	
	.01	3.96	4.14	4.24	4.33	4.39	4.44	4.49	4.53	4.57	4.62	4.64	4.67	4.70	4.72	
26	.05	2.91	3.06	3.14	3.21	3.27	3.30	3.34	3.36	3.38	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	
	.01	3.93	4.11	4.21	4.30	4.36	4.41	4.46	4.50	4.53	4.58	4.62	4.65	4.67	4.69	
28	.05	2.90	3.04	3.13	3.20	3.26	3.30	3.33	3.35	3.37	3.40	3.43	3.45	3.46	3.47	
	.01	3.91	3.08	4.18	4.28	4.34	4.39	4.43	4.47	4.51	4.56	4.60	4.62	4.65	4.67	
30	.05	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	3.29	3.32	3.35	3.37	3.40	3.43	3.44	3.46	3.47	
	.01	3.89	4.06	4.16	4.22	4.32	4.36	4.41	4.45	4.48	4.54	4.58	4.61	4.63	4.65	
40	.05	2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30	3.33	3.35	3.39	3.42	3.44	3.46	3.47	
	.01	3.82	3.99	4.10	4.17	4.24	4.30	4.34	4.37	4.41	4.46	4.51	4.54	4.57	4.59	
60	.05	2.83	2.98	3.08	3.14	3.20	3.24	3.28	3.31	3.33	3.37	3.40	3.43	3.45	3.47	
	.01	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27	4.31	4.34	4.39	4.44	4.47	4.50	4.53	
100	.05	2.80	2.95	3.05	3.12	3.18	3.22	3.26	3.29	3.32	3.36	3.40	3.42	3.45	3.47	
	.01	3.71	3.86	3.93	4.06	4.11	4.17	4.21	4.25	4.29	4.35	4.38	4.42	4.45	4.48	
∞	.05	2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26	3.29	3.34	3.38	3.41	3.44	3.47	
	.01	3.64	3.80	3.90	3.98	4.04	4.09	4.14	4.17	4.20	4.26	4.31	4.34	4.38	4.41	