

3-2007-52518

מודלים סטטיסטיים וишומיהם 52518

מועד ב: 12.4.2007

המורה: פרופ' ש. אומן

משך הבדיקה: שעותים וחצי, כולל הארכה של חצי שעה

שאלה 1 (35)

הנתונים בטבלה 1 מבטאים את התפקידות של חלקות שונות של תירס בהתאם לסוג הדשן בהן טופלו. סוג דשן A ניתן ל- 4 חלקות, סוג דשן B ל- 6 חלקות וכן הלאה.

טבלה 1

סוגי דשן

A	B	C	D	E
78.9	70.5	79.1	87.0	77.9
80.3	74.1	90.3	88.2	77.2
81.1	75.5	85.6	75.3	79.5
77.7	70.8	81.4	82.4	
	73.3	91.5	80.7	
	72.4	78.3	82.8	
			89.6	
	79.5	72.8	84.3	83.7
				78.2

$$\text{שוניות בתוך הקבוצה} = \frac{\sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 / (n_i - 1)}{2.266}$$

$$\bar{Y}_{..} = 80.05, \quad \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 = 34.91 \quad n = 26$$

א. בדוק את ההשערה של שווון בין תוחלות התפקידות של סוג הדשן השונים (השתמש ברמת מובהקות $\alpha = 0.05$).

בשני הטעיפים להלן, יש לבדוק את ההשערה ע"י חישוב רוחח-סמן, ולהציג את השימוש בשיטה בה בחרת לחישוב רוחח זה. יש להתייחס לשני הטעיפים בנפרד, כלומר אין צורך ברווח סמן בו-זמןיים לשני הטעיפים בלבד.

ב. ע"ס הרכיב הכימי של הדשן השונים, מומחה חקלאי העלה את ההשערה שההפרש בין תוחלות התפקידות של סוג דשן C וסוג דשן B שווה להפרש בין סוג דשן D לסוג דשן C. נסה את ההשערה המתאימה ובדוק אותה ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$.

ג. מהסתכלות בתוצאות בטבלה אנו רואים ש- $\bar{Y}_A = 78.4, \bar{Y}_B = 74.1, \bar{Y}_C = 81.1, \bar{Y}_D = 87.0, \bar{Y}_E = 77.9$. בדוק את ההשערה המתאימה (לגביה $\alpha = 0.05$) ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$.

בעמוד הבא נסחאות לרוחח סמן לפי שיטות שונות:

$$\hat{\mu}_i \pm t \left(\frac{\alpha}{2k} \right)^{(I-i)} \cdot s \cdot \left[\sum_i \frac{c_i^2}{n_i} \right]^{1/2} : \text{Bonferroni}$$

$$\hat{\mu}_i \pm \left[(I-i) F_{\alpha}(I-i, n-I) \right]^{1/2} \cdot s \cdot \left[\sum_i \frac{c_i^2}{n_i} \right]^{1/2} : \text{Scheffe}$$

$$\hat{\mu}_i \pm g_{\alpha}(I, n-I) \cdot s \cdot \left[\frac{1}{k} \right]^{1/2} : \text{Tukey}$$

(35) שאלה 2

כדי לבדוק את הקשר בין השתייכות פוליטית לעמדת שינוי שיטת הממשל, נערך סקר בו נבחר מוגם מקרי של 200 בוחרים מכל הבוחרים הזכרים בארץ, וכן מוגם מקרי נוסף של 200 בוחרות נקבות. אפשר לסכם את תוצאות הסקר כדלקמן:

		עמדת שינוי		עמדת שינוי		
		בוגרים	נשים	בוגרים	נשים	
השתייכות פוליטית	ימנית שمالית	השתייכות פוליטית		השתייכות פוליטית		
		בוגרים	נשים	בוגרים	נשים	
		35	55	35	60	
		40	70	50	55	

- א. נסה ובודק (ברמה של 5%) את ההשערה שהקשר בין השתייכות לעמדת שינוי, בקרב הנשים, זהה לקשר בקרב הגברים. הסבר (בשפה לא סטטיסטית) את המסקנות.
 ב. ע"ס תוצאות סעיף א', הצע מודל לוג-לינארי שונראה מועמד סביר לתיאור הקשרים בין מין, השתייכות פוליטית ועמדת שינוי. אין צורך לבדוק סטטיסטית את טיב ההתאמה של המודל שהוצע.

שאלה 3 (30)

להלן מוצגות התוצאות מרגסיה לוגיסטיית-אשר-בוצעה-ע"מ-לחקור את ההשפעה של מספר גורמים על משקל לידה נזק. המשתנה המוסבר הוא $Y=1$ אם האם ילדה תינוק במשקל נזק; $=0$ אחרת והמשתנים המסבירים הם:

משקל האם (ק"ג) בחודש השביעי של ההריון =Mothwt
 $1 = \text{אם האם עישנה במהלך ההריון}$; $0 = \text{אחרת}$
 $1 = \text{אם לאם היסטוריה של לחץ דם גבוה}$; $0 = \text{אחרת}$ =Hyper

א. נסמן ב- θ את מנת יחס הסיכויים ללידת תינוק במשקל נזק, עבור אישה שמשקל 65 ק"ג (בחודש השביעי) ועישנה במהלך ההריון, לעומת אישה שמשקל 60 ק"ג ולא עישנה (לשתי הנשים אותן המצב לגבי לחץ דם גבוה). חשב אומדן ל- θ .

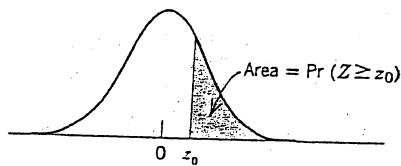
ב. חשב אומדן נקודתי להסתברות ללידת תינוק במשקל נזק עבור אישה השוקלת 55 ק"ג, שאינה מעשנת אבל יש לה היסטוריה של לחץ דם גבוה.

TERM	COEFFICIENT	ERROR	COEF/SE	EXP(COEF)	95% C.I. OF EXP(COEF)	
					LOWER-BND	UPPER-BND
mothwt	-.1676E-01	.679E-02	-2.47	.983	.970	.997
smoke	1.049	.392	2.67	2.85	1.32	6.19
hyper	1.861	.690	2.70	6.43	1.65	25.1
CONSTANT	.7335E-01	.936	.783E-01	1.08	.170	6.83

בהתלה!

ANALYSIS

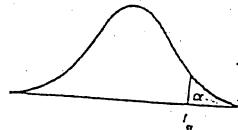
TABLE IV
Standard Normal, Cumulative Probability in Right-Hand Tail
(For Negative Values of z , Areas are Found by Symmetry)



$\downarrow z_0$	Second Decimal Place of z_0									
	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0722	.0708	.0694	.0681
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.8	.0359	.0352	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
2.9	.0019	.0018	.0017	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
3.0	.00135									
3.5	.000 233									
4.0	.000 031 7									
4.5	.000 003 40									
5.0	.000 000 287									

To interpolate carefully, see Table X.

Tables

t TableTABLE 5 Percentage Points of the *t* Distributions

	<i>t</i> .100	<i>t</i> .050	<i>t</i> .025	<i>t</i> .010	<i>t</i> .005	d.f.
	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	1
	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	2
	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	3
	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	4
	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5
	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	6
	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	7
	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	8
	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	9
	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	10
	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	11
	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	12
	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	13
	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	14
	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	15
	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	16
	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	17
	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	18
	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	19
	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	20
	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	21
	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	22
	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	23
	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	24
	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	25
	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	26
	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	27
	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	28
	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	29
	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	inf.

From "Table of Percentage Points of the *t*-Distribution."
Computed by Maxine Merrington, *Biometrika*, Vol. 32 (1941),
p. 300. Reproduced by permission of Professor E. S. Pearson.

APPENDIX II

Table 3. Percentiles of the χ^2 Distribution (Section 1.2.6)^a

$v \setminus q$	0.5	1	2.5	5	10	20	30	40
1	0.01593	0.02157	0.03482	0.05939	0.0138	0.06412	0.148	0.275
2	0.0717	0.115	0.0506	0.103	0.211	0.446	0.713	1.02
3	0.207	0.297	0.216	0.352	0.584	1.00	1.42	1.87
4	0.412	0.554	0.484	0.711	1.06	1.65	2.19	2.75
5	0.676	0.872	1.24	1.64	2.20	3.07	3.83	4.57
6	0.989	1.24	1.69	2.17	2.81	3.82	4.67	5.49
7	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	4.59	5.53	6.42
8	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	5.38	6.59	7.85
9	2.16	2.56	3.23	3.94	4.87	6.18	7.27	8.30
10	2.6	3.05	3.82	4.57	5.58	6.99	8.15	9.24
11	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	7.81	9.03	10.2
12	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	8.63	9.91	11.1
13	4.07	4.66	5.63	6.57	7.70	9.47	10.8	12.1
14	4.60	5.23	6.26	7.26	8.35	10.3	11.7	13.0
15	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.2	12.6	14.0
16	5.70	6.41	7.56	8.67	10.1	12.0	13.5	14.9
17	6.26	7.01	8.23	9.39	10.9	12.9	14.4	15.9
18	6.84	7.63	8.91	10.1	11.7	13.7	15.4	16.9
19	7.43	8.26	9.59	10.9	12.4	14.4	16.1	17.8
20	8.03	8.90	10.3	11.6	13.2	15.4	17.2	18.9
21	8.64	9.54	11.0	12.3	14.0	16.3	18.1	19.9
22	9.26	10.2	11.7	13.1	14.8	17.2	19.7	20.7
23	9.89	10.9	12.4	13.8	15.7	18.1	19.9	20.9
24	10.5	11.5	13.1	14.0	16.3	18.1	19.7	20.9
25	11.2	12.2	13.8	15.7	18.1	19.9	21.7	22.6
26	11.8	12.9	14.6	16.5	18.9	20.9	22.7	23.6
27	12.5	13.6	15.4	17.3	19.8	22.1	23.9	24.8
28	13.1	14.3	16.2	18.1	19.8	21.8	23.6	24.4
29	13.8	15.3	16.9	18.9	20.7	22.7	24.4	25.3
30	15.0	16.0	17.7	19.8	21.6	23.6	25.3	26.5
31	16.8	18.3	20.6	22.5	24.6	26.5	28.4	29.5
32	17.2	18.5	20.6	22.5	24.6	26.5	28.4	29.5
33	17.7	19.2	21.3	23.4	25.5	27.4	29.3	30.4
34	18.5	20.0	22.2	24.4	26.5	28.4	30.3	31.4
35	19.2	20.7	22.5	24.8	27.2	29.2	31.1	32.2
36	20.7	21.4	23.1	25.1	27.2	29.2	31.1	32.2
37	21.7	22.9	24.4	26.7	28.9	31.1	33.1	34.2
38	22.5	24.1	25.8	28.1	30.3	32.5	34.5	35.6
39	23.4	25.0	26.7	29.0	31.2	33.4	35.4	36.5
40	24.3	26.0	27.7	30.0	32.2	34.4	36.4	37.6
41	25.1	27.0	28.7	31.0	33.2	35.4	37.4	38.6
42	26.0	28.0	29.7	32.0	34.2	36.4	38.4	39.6
43	26.9	28.9	30.6	32.9	35.1	37.3	39.3	40.5
44	27.8	30.0	31.7	34.0	36.2	38.4	40.4	41.6
45	28.6	30.6	32.4	34.9	37.1	39.3	41.3	42.5
46	29.5	32.4	34.8	37.7	40.0	42.2	44.3	45.5
47	30.3	32.9	35.6	41.4	44.3	47.6	49.7	50.9
48	31.2	34.1	37.9	44.9	48.9	52.2	54.3	55.5
49	32.0	35.0	38.8	48.9	52.9	56.2	58.3	59.5
50	32.9	35.9	39.6	49.8	53.8	57.1	59.2	60.4
51	33.8	36.8	40.4	51.7	55.7	59.7	61.8	63.0
52	34.7	37.7	41.3	52.6	56.5	60.5	62.6	64.6
53	35.6	38.6	42.2	53.5	57.4	61.4	63.5	65.5
54	36.5	39.5	43.1	54.4	58.3	62.3	64.4	66.4
55	37.4	40.4	44.0	55.3	59.2	63.2	65.3	67.3
56	38.3	41.3	44.9	56.2	60.1	64.1	66.2	68.2
57	39.2	42.2	45.8	57.1	61.0	65.0	67.1	69.1
58	40.1	43.1	46.7	58.0	61.9	65.9	67.8	69.8
59	41.0	44.0	47.6	58.9	62.8	66.8	68.7	70.7
60	41.9	44.9	48.5	59.8	63.7	67.7	69.6	71.6
61	42.8	45.8	49.4	60.7	64.6	68.6	70.5	72.5
62	43.7	46.7	50.3	61.6	65.5	69.5	71.4	73.4
63	44.6	47.6	51.2	62.5	66.4	70.4	72.3	74.3
64	45.5	48.5	52.1	63.4	67.3	71.3	73.2	75.2
65	46.4	49.4	53.0	64.3	68.2	72.2	74.1	76.1
66	47.3	50.3	53.9	65.2	69.1	73.1	75.0	77.0
67	48.2	51.2	54.8	66.1	70.0	74.0	75.9	77.9
68	49.1	52.1	55.7	67.0	70.9	74.9	76.8	78.8
69	50.0	53.0	56.6	67.9	71.8	75.8	77.7	79.7
70	50.9	53.9	57.5	68.8	72.7	76.7	78.6	80.6
71	51.8	54.8	58.4	69.7	73.6	77.6	79.5	81.5
72	52.7	55.7	59.3	70.6	74.5	78.5	80.4	82.4
73	53.6	56.6	60.2	71.5	75.4	79.4	81.3	83.3
74	54.5	57.5	61.1	72.4	76.3	80.3	82.2	84.2
75	55.4	58.4	62.0	73.3	77.2	81.2	83.1	85.1
76	56.3	59.3	62.9	74.2	78.1	82.1	84.0	86.0
77	57.2	60.2	63.8	75.1	79.0	83.0	84.9	86.9
78	58.1	61.1	64.7	76.0	80.9	84.9	86.8	88.8
79	59.0	62.0	65.6	76.9	81.8	85.8	87.7	89.7
80	59.9	62.9	66.5	77.8	82.7	86.7	88.6	90.6
81	60.8	63.8	67.4	78.7	83.6	87.6	89.5	91.5
82	61.7	64.7	68.3	79.6	84.5	88.5	90.4	92.4
83	62.6	65.6	69.2	80.5	85.4	89.4	91.3	93.3
84	63.5	66.5	70.1	81.4	86.3	90.3	92.2	94.2
85	64.4	67.4	71.0	82.3	87.2	91.2	93.1	95.1
86	65.3	68.3	71.9	83.2	88.1	92.1	94.0	96.0
87	66.2	69.2	72.8	84.1	89.0	93.0	94.9	96.9
88	67.1	69.1	73.7	85.0	89.9	93.9	95.8	97.8
89	68.0	69.0	74.6	85.9	90.8	94.8	96.7	98.7
90	68.9	69.9	75.5	86.8	91.7	95.7	97.6	99.6
91	69.8	70.8	76.4	87.7	92.6	96.6	98.5	100.5
92	70.7	71.7	77.3	88.6	93.5	97.5	99.4	101.4
93	71.6	72.6	78.2	89.5	94.4	98.4	100.3	102.3
94	72.5	73.5	79.1	90.4	95.3	99.3	101.2	103.2
95	73.4	74.4	80.0	91.3	96.2	100.2	102.1	104.1
96	74.3	75.3	80.9	92.2	97.1	101.1	103.0	105.0
97	75.2	76.2	81.8	93.1	98.0	102.0	103.9	105.9
98	76.1	77.1	82.7	94.0	98.9	102.9	104.8	106.8
99	77.0	78.0	83.6	94.9	99.8	102.9	104.8	106.8
100	77.9	78.9	84.5	95.8	100.7	106.9	111.7	116.5

STATISTICAL TABLES

TABLE 3 (continued)^a

$v \setminus q$	50	60	70	80	90	95	97.5	99	99.5
1	1.093	1.83	2.41	3.21	4.61	5.99	7.38	9.05	10.85
2	1.372	2.95	3.67	4.64	6.25	7.81	9.43	11.16	12.85
3	1.716	4.04	4.88	5.99	7.88	9.78	11.75	14.03	16.63
4	2.114	5.13	6.06	7.10	8.91	10.81	12.81	15.11	18.03
5	2.513	6.06	7.08	8.19	10.11	12.10	14.14	16.85	20.35
6	2.912	7.00	8.08	9.24	11.24	13.24	15.24	18.04	21.94
7	3.311	7.95	9.08	10.24	12.24	14.24	16.24	19.04	22.94
8	3.710	8.93	10.08	11.24	13.24	15.24	17.24	20.04	23.94
9	4.109	9.88	11.08	12.24	14.24	16.24	18.24	21.04	24.94
10	4.508	10.82	12.08	13.24	15.24	17.24	19.24	22.04	25.94
11	4.897	11.75	13.08	14.24	16.24	18.24	20.24	23.04	26.94
12	5.286	12.68	14.08	15.24	17.24	19.24	21.24	24.04	27.94
13	5.675	13.61	15.08	16.24	18.24	20.24	22.24	25.04	28.94
14	6.064	14.54	16.08	17.24	19.24	21.24	23.24	26.04	29.94
15	6.453	15.47	17.08	18.24	20.24	22.24	24.24	27.04	30.94
16	6.842	16.40	18.08	19.24	21.24	23.24	25.24	28.04	31.94
17	7.231	17.33	19.08	20.24	22.24	24.24	26.24	29.04	32.94
18	7.620	18.26	20.08	21.24	23.24	25.24	27.24	30.04	33.94
19	8.009	19.19	21.08	22.24	24.24	26.24	28.24		

$$\alpha = 0.05$$

		$\alpha = 0.05$								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_2	n_1									
1	1	161	200	216	225	230	234	237	239	241
2	2	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4
3	3	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
co	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	

Thomson ... on to three significant figures from tables of M. Merrington and C. M. mission of the authors and the editor.

and for
 $F(v_1, v_2)$.

TABLES

$\frac{p_2}{p_1}$	10	12	15	20	24	30	40	60	120	co.
1	242	244	246	248	249	250	251	252	253	254
2	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
3	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
180	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

Thompson in *Biometrika*, Vol. 33, pp. 78-87, 1943. Reproduced with the kind permission of the authors and the editor.

studentized range $Q(k, v)$

UPPER α POINT* OF STUDENTIZED RANGE, $q_{k,r} = R/s$
 $k = \text{number of means}$, $v = \text{No. of D.F. for } s$
 $\alpha = 0.10$

$k \backslash v$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	8.93	13.4	16.4	18.5	20.2	21.5	22.6	23.6	24.5	25.2	25.9	26.5	27.1	27.6	28.1	28.5	29.0	29.3	29.7
2	4.13	5.73	6.77	7.54	8.14	8.63	9.05	9.41	9.72	10.0	10.3	10.5	10.7	10.9	11.1	11.2	11.4	11.5	11.7
3	3.33	4.47	5.20	5.74	6.16	6.51	6.81	7.06	7.29	7.49	7.67	7.83	7.98	8.12	8.25	8.37	8.48	8.58	8.68
4	3.01	3.98	4.59	5.03	5.39	5.68	5.93	6.14	6.33	6.49	6.65	6.78	6.91	7.02	7.13	7.23	7.33	7.41	7.50
5	2.85	3.72	4.26	4.66	4.98	5.24	5.46	5.65	5.82	5.97	6.10	6.22	6.34	6.44	6.54	6.63	6.71	6.79	6.86
6	2.75	3.56	4.07	4.44	4.73	4.97	5.17	5.34	5.50	5.64	5.76	5.87	5.98	6.07	6.16	6.25	6.32	6.40	6.47
7	2.68	3.45	3.93	4.28	4.55	4.78	4.97	5.14	5.28	5.41	5.53	5.64	5.74	5.83	5.91	5.99	6.06	6.13	6.19
8	2.63	3.37	3.83	4.17	4.43	4.65	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.56	5.64	5.72	5.80	5.87	5.93	6.00
9	2.59	3.32	3.76	4.08	4.34	4.54	4.72	4.87	5.01	5.13	5.23	5.33	5.42	5.51	5.58	5.66	5.72	5.79	5.85
10	2.56	3.27	3.70	4.02	4.26	4.47	4.64	4.78	4.91	5.03	5.13	5.23	5.32	5.40	5.47	5.54	5.61	5.67	5.73
11	2.54	3.23	3.66	3.96	4.20	4.40	4.57	4.71	4.84	4.95	5.05	5.15	5.23	5.31	5.38	5.45	5.51	5.57	5.63
12	2.52	3.20	3.62	3.92	4.16	4.35	4.51	4.65	4.78	4.89	4.99	5.08	5.16	5.24	5.31	5.37	5.44	5.49	5.55
13	2.50	3.18	3.59	3.88	4.12	4.30	4.46	4.60	4.72	4.83	4.93	5.02	5.10	5.18	5.25	5.31	5.37	5.43	5.48
14	2.49	3.16	3.56	3.85	4.08	4.27	4.42	4.56	4.68	4.79	4.88	4.97	5.05	5.12	5.19	5.26	5.32	5.37	5.43
15	2.48	3.14	3.54	3.83	4.05	4.23	4.39	4.52	4.64	4.75	4.84	4.93	5.01	5.08	5.15	5.21	5.27	5.32	5.38
16	2.47	3.12	3.52	3.80	4.03	4.21	4.36	4.49	4.61	4.71	4.81	4.89	4.97	5.04	5.11	5.17	5.23	5.28	5.33
17	2.46	3.11	3.50	3.78	4.00	4.18	4.33	4.46	4.58	4.68	4.77	4.86	4.93	5.01	5.07	5.13	5.19	5.24	5.30
18	2.45	3.10	3.49	3.77	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.75	4.83	4.90	4.98	5.04	5.10	5.16	5.21	5.26
19	2.45	3.09	3.47	3.75	3.97	4.14	4.29	4.42	4.53	4.63	4.72	4.80	4.88	4.95	5.01	5.07	5.13	5.18	5.23
20	2.44	3.08	3.46	3.74	3.95	4.12	4.27	4.40	4.51	4.61	4.70	4.78	4.85	4.92	4.99	5.05	5.10	5.16	5.20
24	2.42	3.05	3.42	3.69	3.90	4.07	4.21	4.34	4.44	4.54	4.63	4.71	4.78	4.85	4.91	4.97	5.02	5.07	5.12
30	2.40	3.02	3.39	3.65	3.85	4.02	4.16	4.28	4.38	4.47	4.56	4.64	4.71	4.77	4.83	4.89	4.94	4.99	5.03
40	2.38	2.99	3.35	3.60	3.80	3.96	4.10	4.21	4.32	4.41	4.49	4.56	4.63	4.69	4.75	4.81	4.86	4.90	4.95
60	2.36	2.96	3.31	3.56	3.75	3.91	4.04	4.16	4.25	4.34	4.42	4.49	4.56	4.62	4.67	4.73	4.78	4.82	4.86
120	2.34	2.93	3.28	3.52	3.71	3.86	3.99	4.10	4.19	4.28	4.35	4.42	4.48	4.54	4.60	4.65	4.69	4.74	4.78
8	2.33	2.90	3.24	3.48	3.66	3.81	3.93	4.04	4.13	4.21	4.28	4.35	4.41	4.47	4.52	4.57	4.61	4.65	4.69

* Computed under the direction of Dr. James Pachares of Hughes Aircraft Co., Culver City, Calif. Reproduced with his kind permission.

UPPER α POINT* OF STUDENTIZED RANGE, $q_{k,r} = R/s$
 $k = \text{number of means}$, $v = \text{No. of D.F. for } s$
 $\alpha = 0.05$

$k \backslash v$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	18.0	27.0	32.8	37.1	40.4	43.1	45.4	47.4	49.1	50.5	52.0	53.2	54.3	55.4	56.3	57.2	58.0	58.8	59.6
2	6.08	8.33	9.80	10.9	11.7	12.4	13.0	13.5	14.0	14.4	14.7	15.1	15.4	15.7	15.9	16.1	16.4	16.6	16.8
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.2	10.5	10.7	10.8	11.0	11.1	11.2	11.2
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66	8.79	8.91	9.03	9.13	9.23
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76	6.85	6.94	7.02	7.10	7.17
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.64
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11	6.19	6.27	6.34	6.40	6.47
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	6.06	6.13	6.20	6.27	6.33
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	5.99	6.05	6.11
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71	5.79	5.85	5.91	5.97	6.03
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	5.72	5.78	5.85	5.90	5.96
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.73	5.79	5.84	5.90
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54	5.61	5.67	5.73	5.79	5.84
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	5.49	5.55	5.61	5.66	5.71
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.49	5.55	5.59
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.47
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82	4.90	4.98	5.04	5.11	5.16	5.22	5.27	5.31	5.36
60	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73	4.81	4.88	4.94	5.00	5.06	5.11	5.15	5.20	5.24
120	2.80	3.36	3.68	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56	4.64	4.71	4.78	4.84	4.90	4.95	5.00	5.04	5.09	5.13
8	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55	4.62	4.68	4.74	4.80	4.85	4.89	4.93	4.97	5.01

* From pp. 176-177 of Biometrika Tables for Statisticians, Vol. I, by E. S. Pearson and H. O. Hartley, published by the Biometrika Trustees. Cambridge University Press, Cambridge (1954). Reproduced with the kind permission of the authors and the publisher. Corrections of ± 1 in the first figure, supplied by Dr. James Pachares, have been incorporated in 41 entries.