

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Tambahan
Sidang Akademik 1991/92

Jun 1992

JSE 353 - Ekonomi Kuantitatif

Masa: [3 jam]

ARAHAN

1. Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 16 muka surat yang bercetak.
2. Jawab mana-mana EMPAT soalan.
3. Alat mesin kira tak berprogram boleh digunakan.

...2/-

1. (a) Pihak kerajaan memutuskan akan mengawal harga barangan X jika min harganya di kedai-kedai runcit naik melebihi paras \$2.50.

(i) Jalankan ujian hipotesis pada paras keertian 1% sekiranya min harga dalam satu sampel rawak 40 buah kedai runcit ialah \$2.52 dengan sisihan piawai sampel \$0.10.

(ii) Apakah implikasi keputusan anda?

(b) Jadual berikut menunjukkan kos pengeluaran seunit (\$) bagi satu barangan tertentu mengikut saiz firma. 15 buah firma dipilih secara rawak dari industri berkenaan. Adakah data-data ini memberi bukti yang mencukupi untuk menandakan bahawa firma-firma yang berlainan saiz mempunyai min kos pengeluaran seunit yang berbeza-beza? Gunakan paras keertian 5% untuk menguji hipotesis tersebut.

<u>Saiz Firma</u>		
<u>Kecil</u>	<u>Sederhana</u>	<u>Besar</u>
10	5	9
9	6	10
9	6	10
8	4	11
8	6	6

(c) Seorang penyelidik ingin menguji hipotesis min sesuatu populasi yang tak tertabur secara normal.

(i) Apakah langkah yang harus beliau ambil untuk membolehkan beliau menggunakan teori taburan normal dalam ujian beliau?

(ii) Apakah asas teori yang membolehkan beliau berbuat demikian? Jelaskan sedikit tentang teori tersebut.

(iii) Sekiranya sisihan piawai populasi beliau tidak diketahui, apakah statistik serta formula ujian yang patut beliau gunakan?

(25 markah)

...3/-

2. (a) Berikan empat andaian yang kerap dibuat dalam ujian z bagi dua sampel bersandar.
- (b) Jualan seminggu (\$000) 10 buah cawangan kedai XYZ sebelum dan selepas suatu kempen pengiklanan melalui televisyen adalah seperti berikut:

Cawangan Kedai XYZ	Jualan sebelum kempen (\$000)	Jualan selepas kempen (\$000)
1	30	33
2	45	40
3	48	46
4	37	47
5	43	50
6	31	30
7	45	46
8	28	32

Gunakan paras keertian 5% untuk menguji sama ada kempen pengiklanan tersebut telah meningkatkan jualan.

- (c) Tunjukkan empat jenis transformasi regresi tak linear. Bagi setiap jenis, berikan satu contoh bagaimana sesuatu fungsi tak linear itu ditransformasikan.

(25 markah)

...4/-

3. (a) Nyatakan sama ada anda setuju dengan pernyataan-pernyataan berikut. Huraikan sedikit tentang jawapan anda.
- (i) Indeks harga Laspeyres semestinya menunjukkan kadar inflasi yang lebih tinggi daripada indeks harga Paasche.
 - (ii) Nilai R^2 yang tinggi dalam sesuatu regresi tidak semestinya bermakna keputusan model itu boleh dipercayai.
 - (iii) Kaedah purata bergerak mempunyai satu kelemahan sahaja, iaitu kita kehilangan butiran data yang terbaru dalam siri masa berkenaan.

(b) Persamaan berikut dianggarkan melalui kuasadua terkecil dengan menggunakan data keratan lintang daripada 44 negara membangun pada tahun 1980.

$$\text{I. } \log E = 1.2 - 2.44 \log C$$

(0.70)

$$\text{II. } \log E = -2.2 - 0.10 \log C + 1.16 \log Y + 0.99S$$

(0.47) (0.18) (0.33)

di mana

E = Perbelanjaan pendidikan per kanak-kanak dalam dolar AS

C = Pecahan penduduk di antara umur 0-14

Y = Pendapatan per kapita dalam dolar AS

S = Pembolehubah patung, 1 = negara-negara sosialis
0 = negara-negara bukan sosialis

- (i) Terangkan mengapa pekali log C berlainan di antara persamaan I dan II.
- (ii) Bagi persamaan II, ujikan pada paras keertian 5% sama ada pekali log Y bermakna.
- (iii) Mengapakah pembolehubah patung digunakan dalam persamaan II?
- (iv) Berdasarkan dua persamaan anggaran itu, nilaikan pendapat bahawa perbelanjaan pendidikan per kanak-kanak berkecenderungan menurun apabila C meningkat.

(25 markah)

...5/-

44. (a) Dalam model regresi pelbagai

$$Y_t = \beta_1 X_{1t} + \dots + \beta_k X_{kt} + U_t$$

selalunya kita andaikan:

- (i) U_t adalah saling tak bersandar
- (ii) $X_{1t} \dots X_{kt}$ adalah tak bersandar secara linear
- (iii) U_t adalah tak bersandar dengan setiap X_{1t}

Terangkan peranan setiap andaian tak bersandar itu dalam menentukan sifat penganggar regresi kuasadua terkecil. Bagi setiap kes di atas, tunjukkan sama ada model regresi boleh dianggarkan sekiranya wujud persandaran.

- (b) (i) Sebutkan tiga masalah berkenaan dengan pengenalpastian dan spesifikasi model regresi.
- (ii) Sejauh manakah teori ekonomi *a priori* dapat mengatasi masalah-masalah itu?

(25 markah)

...6/-

5. (a) Terangkan secara ringkas komponen-komponen siri masa.
- (b) Berikan dua kegunaan utama analisis siri masa dalam bidang ekonomi.
- (c) Data-data berikut adalah baki jumlah deposit Bank ABC (dalam \$ juta) dari 1989 - 1991.

<u>Suku Tahun</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Q ₁	6	10	12
Q ₂	10	15	20
Q ₃	9	12	14
Q ₄	9	14	16

- (i) Anggarkan arah aliran linear bagi data-data siri masa di atas dengan menggunakan kaedah kuasadua terkecil.
- Apakah nilai baki jumlah deposit suku tahun pertama 1992 mengikut anggaran arah aliran linear itu?
- (ii) Hitungkan indeks musim untuk baki jumlah deposit suku tahunan Bank ABC dengan menggunakan kaedah nisbah ke purata bergerak.
- (iii) Berikan dua kegunaan utama indeks musim.
- (iv) Nyah-musimkan data-data asal bagi suku-suku tahun 1990.

(25 markah)

...7/-

6. (a) Jelaskan hubungan di antara ralat jenis I, ralat jenis II dan kuasa sesuatu ujian.
- (b) 10 buah kilang di satu kawasan perindustrian telah dikaji daripada segi jumlah jualan (SALES, dalam \$ juta), perbelanjaan pengiklanan (ADV. EXP., dalam \$000) dan bahagian pasaran (MKT. SHR., dalam %). Data-data regresi pelbagai yang dihasilkan melalui program komputer SPSS adalah seperti berikut:

Multiple R = .7845
 Multiple R-Square = .6154
 Adjusted R-Square = .5055
 Std Error of Estimate = 1.1517

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F-Ratio
Regression	2	14.85844	7.429219	5.600559
Residual	7	9.285598	1.326514	
Total	9	24.14404		

Variables in the Equation

Variable	Coefficient	Beta Weight	Std Error	T-Value
ADV.EXP.	.9124706	.5002219	.4611879	1.979
MKT.SHR.	.2213275	.8202042	.6822365-001	3.244
Intercept	= 1.707049			

Berdasarkan data-data tersebut:

- (i) Nyatakan fungsi regresi linear jumlah jualan.
- (ii) Apakah tafsiran ekonomi fungsi tersebut?
- (iii) Berikan tafsiran ekonomi ke atas pekali penentuan berganda dan ralat piawai anggaran.
- (iv) Adakah pekali-pekali regresi dalam fungsi tersebut bererti? Ujikan pada paras keertian 5%.
- (v) Apakah implikasinya jikalau sesuatu pekali regresi itu tidak bererti?
- (vi) Berdasarkan kriteria ekonomi a priori dan kriteria statistik, jelaskan tentang kesesuaian fungsi di atas.

(25 markah)

JSE 353 - EKONOMI KUANTITATIF

I. Teori Cabutan Dan Ujian Hipotesis

1. Cabutan

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum X_i^2 - \frac{\sum X_i^2}{n} \right]$$

2. Ujian Hipotesis Untuk Kes Satu Cabutan

$$\text{Statistik ujian } Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

$$\text{Statistik ujian } t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

3. Ujian Hipotesis Untuk Kes Dua Cabutan

$$\text{Statistik ujian } Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{Statistik ujian } Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{Statistik ujian } t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

dengan $n_1 + n_2 - 2$ darjah kebebasan..

...9 /-

$$\text{Statistik ujian } t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{dengan } \frac{(S_1^2/n_1 + S_2^2/n_2)^2}{\frac{(S_1^2/n_1)^2}{n_1} + \frac{(S_2^2/n_2)^2}{n_2}} \text{ derajat kebebasan.}$$

$$\text{Statistik ujian } z = \frac{\bar{D} - \mu_D}{\sigma_D/\sqrt{n}}$$

$$\text{Statistik ujian } t = \frac{\bar{D} - \mu_D}{S_D/\sqrt{n}}$$

dengan $n - 1$ derajat kebebasan.

II. Analisis Varians

I. Analisis Varians Bagi Rekabentuk Rawak Lengkap

$$TSS = \sum_{j=1}^a \sum_{i=1}^{n_j} Y_{ij}^2 - \frac{T_{..}^2}{n}$$

$$SSTr = \sum_{j=1}^a \frac{T_j^2}{n_j} - \frac{T_{..}^2}{n}$$

$$SSE = TSS - SSTr$$

Statistik ujian $F = \frac{SSTr/(a-1)}{SSE/(n-a)}$ dengan $(a-1)$ dan $(n-a)$ derajat kebebasan.

2. Analisis Varians Bagi Rekabentuk Blok Rawakan

$$TSS = \sum_{j=1}^a \sum_{i=1}^b Y_{ij}^2 - \frac{T_{..}^2}{ab}$$

... 10/-

$$SSTr = \sum_{j=1}^a \frac{T_j^2}{b} - \frac{T_{..}^2}{ab}$$

$$SSB = \sum_{i=1}^b \frac{T_i^2}{a} - \frac{T_{..}^2}{ab}$$

$$SSE = TSS - SSTr - SSB$$

Statistik ujian F = $\frac{SSTr/(a-1)}{SSE/(a-1)(b-1)}$ dengan $(a-1)$ dan $(a-1)(b-1)$ derajat kebebasan.

Statistik ujian F = $\frac{SSB/(b-1)}{SSE/(a-1)(b-1)}$ dengan $(b-1)$ dan $(a-1)(b-1)$ derajat kebebasan.

III. Regresi Linear Dan Korelasi

1. Regresi Linear Mudah

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$$

$$b_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}$$

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X}$$

Ujian Hipotesis Tentang β_1

$$\text{Statistik ujian } t = \frac{b_1 - \beta_1}{s_{b_1}}$$

$$s_{b_1}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / n - 2}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n}} = \frac{SSE / n - 2}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n}}$$

$$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 = b_1 \left(\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n} \right)$$

$$TSS = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_i\right)^2}{n}$$

$$SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = TSS - SSR$$

2. Regresi Linear Berganda

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i}$$

$$b_1 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_{1i} y_i\right) \left(\sum_{i=1}^n x_{2i}^2\right) - \left(\sum_{i=1}^n x_{2i} y_i\right) \left(\sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i}\right)}{\left(\sum_{i=1}^n x_{1i}^2\right) \left(\sum_{i=1}^n x_{2i}^2\right) - \left(\sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i}\right)^2}$$

$$b_2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_{2i} y_i\right) \left(\sum_{i=1}^n x_{1i}^2\right) - \left(\sum_{i=1}^n x_{1i} y_i\right) \left(\sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i}\right)}{\left(\sum_{i=1}^n x_{1i}^2\right) \left(\sum_{i=1}^n x_{2i}^2\right) - \left(\sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i}\right)^2}$$

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2$$

Ujian Hipotesis Tentang B_j

bertaburan t dengan $n - K$ derajat kebebasan.

$$t = \frac{b_j - \beta_j}{S_{b_j}}$$

...12/-

3. Analisis Varians

$$\begin{aligned} SSR &= \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 \\ &= \sum_{j=1}^K b_j \left(\sum_{i=1}^n X_{ji} Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n X_{ji} \sum_{i=1}^n Y_i}{n} \right) \\ &= b_1 \sum x_1 y + b_2 \sum x_2 y + \dots + b_k \sum x_k y \end{aligned}$$

$$TSS = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2}{n}$$

$$SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = TSS - SSR$$

Statistik ujian F = $\frac{SSR/K - 1}{SSE/n - K}$ bertarburan F dengan K - 1 dan n - K darjah kebebasan.

Statistik ujian F marginal

F = $\frac{\{SSR(Q) - SSR(K)\}/Q - K}{SSE(Q)/n - Q}$ bertarburan F dengan Q - K dan n - Q darjah kebebasan.

IV. Nombor Indeks:

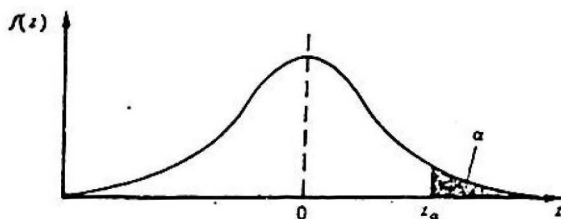
1. Indeks harga Laspeyres: $L_p = \frac{\sum p_{ij} q_{oj}}{\sum p_{oj} q_{oj}} \times 100$

2. Indeks harga Paasche: $P_p = \frac{\sum p_{ij} q_{ij}}{\sum p_{oj} q_{ij}} \times 100$

3. Indeks kuantiti Laspeyres: $L_p = \frac{\sum q_{ij} p_{oj}}{\sum q_{oj} p_{oj}} \times 100$

4. Indeks kuantiti Paasche: $P_q = \frac{\sum q_{ij} p_{ij}}{\sum q_{oj} p_{ij}} \times 100$

Normal distribution (areas)

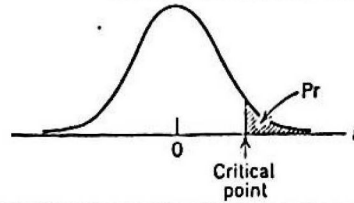


Area (α) in the tail of the standardised Normal curve, $N(0, 1)$, for different values of z . Example: Area beyond $z = 1.96$ (or below $z = -1.96$) is $\alpha = 0.02500$. For Normal curve with $\mu = 10$ and $\sigma = 2$, area beyond $x = 12$, say, is the same as area beyond $z = \frac{x - \mu}{\sigma} = \frac{12 - 10}{2} = 1$, i.e. $\alpha = 0.15866$.

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	.50000	.49601	.49202	.48803	.48405	.48006	.47608	.47210	.46812	.46414
0.1	.46017	.45620	.45224	.44828	.44433	.44038	.43644	.43251	.42858	.42465
0.2	.42074	.41683	.41294	.40905	.40517	.40129	.39743	.39358	.38974	.38591
0.3	.38209	.37828	.37448	.37070	.36693	.36317	.35942	.35569	.35197	.34827
0.4	.34458	.34090	.33724	.33360	.32997	.32636	.32276	.31918	.31561	.31207
0.5	.30854	.30503	.30153	.29806	.29460	.29116	.28774	.28434	.28096	.27760
0.6	.27425	.27093	.26763	.26435	.26109	.25785	.25463	.25143	.24825	.24510
0.7	.24196	.23885	.23576	.23270	.22965	.22663	.22363	.22065	.21770	.21476
0.8	.21186	.20897	.20611	.20327	.20045	.19766	.19489	.19215	.18943	.18673
0.9	.18406	.18141	.17879	.17619	.17361	.17106	.16853	.16602	.16354	.16109
1.0	.15866	.15625	.15386	.15150	.14917	.14686	.14457	.14231	.14007	.13786
1.1	.13567	.13350	.13136	.12924	.12714	.12507	.12302	.12100	.11900	.11702
1.2	.11507	.11314	.11123	.10935	.10749	.10565	.10383	.10204	.10027	.09853
1.3	.09680	.09510	.09342	.09176	.09012	.08851	.08692	.08534	.08379	.08226
1.4	.08076	.07927	.07780	.07636	.07493	.07353	.07214	.07078	.06944	.06811
1.5	.06681	.06552	.06426	.06301	.06178	.06057	.05938	.05821	.05705	.05592
1.6	.05480	.05370	.05262	.05155	.05050	.04947	.04846	.04746	.04648	.04551
1.7	.04457	.04363	.04272	.04182	.04093	.04006	.03920	.03836	.03754	.03673
1.8	.03593	.03515	.03438	.03362	.03288	.03216	.03144	.03074	.03005	.02938
1.9	.02872	.02807	.02743	.02680	.02619	.02559	.02500	.02442	.02385	.02330
2.0	.02275	.02222	.02169	.02118	.02068	.02018	.01970	.01923	.01876	.01831
2.1	.01786	.01743	.01700	.01659	.01618	.01578	.01539	.01500	.01463	.01426
2.2	.01390	.01355	.01321	.01287	.01254	.01222	.01191	.01160	.01130	.01101
2.3	.01072	.01044	.01017	.00990	.00964	.00939	.00914	.00889	.00866	.00842
2.4	.00820	.00798	.00776	.00755	.00734	.00714	.00695	.00676	.00657	.00639
2.5	.00621	.00604	.00587	.00570	.00554	.00539	.00523	.00509	.00494	.00480
2.6	.00466	.00453	.00440	.00427	.00415	.00403	.00391	.00379	.00368	.00357
2.7	.00347	.00336	.00326	.00317	.00307	.00298	.00289	.00280	.00272	.00263
2.8	.00256	.00248	.00240	.00233	.00226	.00219	.00212	.00205	.00199	.00193
2.9	.00187	.00181	.00175	.00169	.00164	.00159	.00154	.00149	.00144	.00139
3.0	.00135	.00131	.00126	.00122	.00118	.00114	.00111	.00107	.00104	.00100
3.1	.00097	.00094	.00090	.00087	.00085	.00082	.00079	.00076	.00074	.00071
3.2	.00069	.00066	.00064	.00062	.00060	.00058	.00056	.00054	.00052	.00050
3.3	.00048	.00047	.00045	.00043	.00042	.00040	.00039	.00038	.00036	.00035
3.4	.00034	.00032	.00031	.00030	.00029	.00028	.00027	.00026	.00025	.00024
3.5	.00023	.00022	.00022	.00021	.00020	.00019	.00019	.00018	.00017	.00017
3.6	.00016	.00015	.00015	.00014	.00014	.00013	.00013	.00012	.00012	.00011
3.7	.00011	.00010	.00010	.00010	.00009	.00009	.00009	.00008	.00008	.00008
3.8	.00007	.00007	.00007	.00006	.00006	.00006	.00006	.00005	.00005	.00005
3.9	.00005	.00005	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00003
4.0	.00003	.00003	.00003	.00003	.00003	.00002	.00002	.00002	.00002	.00002

α	0.4	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
z_α	.2533	.6745	.8416	1.0364	1.2816	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758	3.0902

Student's *t* Critical Points

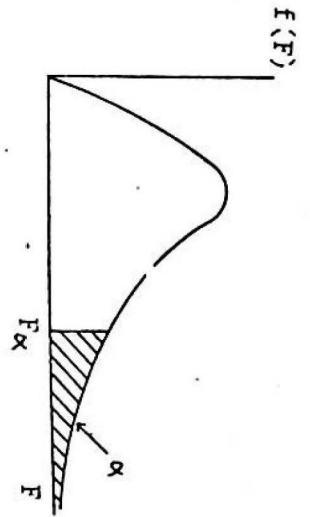


d.f. \ Pr	.10	.05	.025	.01	.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Values of F_{α, ν_1, ν_2}

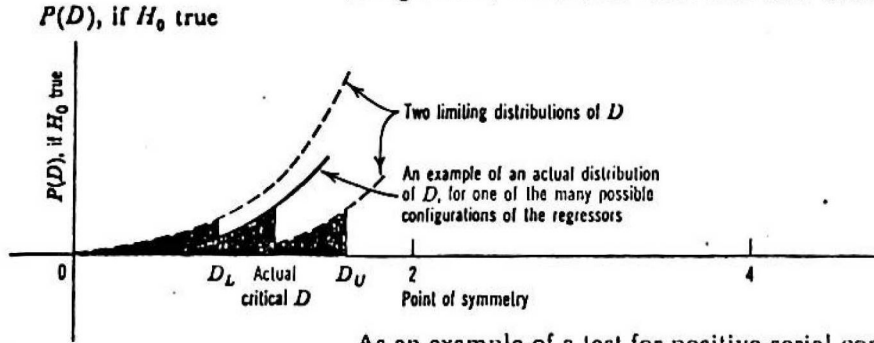
	$\nu_1 = \text{degrees of freedom for numerator}$																				∞
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	200		
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	246	248	249	250	251	252	253	254		
2	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5		
3	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53		
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63		
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.37		
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67		
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23		
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93		
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71		
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54		
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40		
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30		
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21		
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13		
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07		
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01		
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96		
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92		
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88		
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84		
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81		
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78		
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76		
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73		
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71		
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62		
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51		
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39		
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25		
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00		

$\nu_2 = \text{degrees of freedom for denominator}$



Critical Points of the Durbin-Watson Test for Autocorrelation

This table gives two limiting values of critical D (D_L and D_U), corresponding to the two most extreme configurations of the regressors; thus, for every possible configuration, the critical value of D will be somewhere between D_L and D_U :



As an example of a test for positive serial correlation, suppose that there are $n = 15$ observations and $k = 3$ regressors (excluding the constant) and we wish to test $\rho = 0$ versus $\rho > 0$ at the level $\alpha = .05$. Then if D falls below $D_L = .82$, reject H_0 . If D falls above $D_U = 1.75$, do not reject H_0 . If D falls between D_L and D_U , this test is indecisive.

To test for negative serial correlation ($\rho = 0$ versus $\rho < 0$), the right-hand tail of the distribution defines the critical region. The symmetry of the distribution permits us to calculate these values very easily. With the same sample size, number of regressors, and level α as before, our new critical values would be $4 - D_L = 4 - .82 = 3.18$, and $4 - D_U = 4 - 1.75 = 2.25$. Accordingly, if D falls beyond 3.18, reject H_0 . If D falls short of 2.25, do not reject H_0 . If D falls between 2.25 and 3.18, this test is indecisive.

SAMPLE SIZE = n	PROBABILITY IN LOWER TAIL (LEVEL, α)	k NUMBER OF REGRESSORS EXCLUDING THE CONSTANT									
		1		2		3		4		5	
		D_L	D_U	D_L	D_U	D_L	D_U	D_L	D_U	D_L	D_U
15	.01	.81	1.07	.70	1.25	.59	1.46	.49	1.70	.39	1.96
	.025	.95	1.23	.83	1.40	.71	1.61	.59	1.84	.48	2.09
	.05	1.08	1.36	.95	1.54	.82	1.75	.69	1.97	.56	2.21
20	.01	.95	1.15	.86	1.27	.77	1.41	.68	1.57	.60	1.74
	.025	1.08	1.28	.99	1.41	.89	1.55	.79	1.70	.70	1.87
	.05	1.20	1.41	1.10	1.54	1.00	1.68	.90	1.83	.79	1.99
30	.01	1.13	1.26	1.07	1.34	1.01	1.42	.94	1.51	.88	1.61
	.025	1.25	1.38	1.18	1.46	1.12	1.54	1.05	1.63	.98	1.73
	.05	1.35	1.49	1.28	1.57	1.21	1.65	1.14	1.74	1.07	1.83
40	.01	1.25	1.34	1.20	1.40	1.15	1.46	1.10	1.52	1.05	1.58
	.025	1.35	1.45	1.30	1.51	1.25	1.57	1.20	1.63	1.15	1.69
	.05	1.44	1.54	1.39	1.60	1.34	1.66	1.29	1.72	1.23	1.79
60	.01	1.38	1.45	1.35	1.48	1.32	1.52	1.28	1.56	1.25	1.60
	.025	1.47	1.54	1.44	1.57	1.40	1.61	1.37	1.65	1.33	1.69
	.05	1.55	1.62	1.51	1.65	1.48	1.69	1.44	1.73	1.41	1.77
80	.01	1.47	1.52	1.44	1.54	1.42	1.57	1.39	1.60	1.36	1.62
	.025	1.54	1.59	1.52	1.62	1.49	1.65	1.47	1.67	1.44	1.70
	.05	1.61	1.66	1.59	1.69	1.56	1.72	1.53	1.74	1.51	1.77
100	.01	1.52	1.56	1.50	1.58	1.48	1.60	1.46	1.63	1.44	1.65
	.025	1.59	1.63	1.57	1.65	1.55	1.67	1.53	1.70	1.51	1.72
	.05	1.65	1.69	1.63	1.72	1.61	1.74	1.59	1.76	1.57	1.78