

(This question paper contains 12 printed pages)

Roll Number:

Serial Number of question paper : 5067
 Unique Paper Code : 2274000014
 Name of the Paper : Basic Econometrics
 Name-of the Course : Common Pool of GE
 Semester : IV/VII/VIII

Duration : 3 hours

Maximum Marks : 90

Instructions for Candidates:

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Answers may be written in English or Hindi but the same medium should be used throughout the paper.
3. The question paper consists of six questions. Answer any five questions.
4. All questions carry equal marks.
5. Use of simple non-programmable calculator is allowed.
6. Statistical tables are attached for your reference.

Qs 1 (a) What is the Gauss-Markov Theorem? List the properties required for it and explain the significance of the theorem in regression analysis.

(b)

$$Y_i = 102,192 - 9075X_{1i} + 0.3547 X_{2i} + 1.288X_{3i}$$

$$\text{SE} \quad (2053) \quad (0.0727) \quad (0.543)$$

$$t = \quad -4.42 \quad 4.88 \quad 2.37$$

$$N = 33 \quad R^2 = 0.579$$

- (i) Define Type I and Type II errors in the context of this test and explain their practical implications. State the null and alternate hypothesis clearly for each coefficient.
- (ii) Calculate the test statistic and determine whether the result is statistically significant for X_{2i} at 5 % level of significance.

(c) Explain what is meant by a confidence interval in this context.

(6+6+6)

Qs 2 You are given the following data set with three observations:

Observations	X	Y
1	1	5
2	2	8
3	3	10

- Calculate the estimates of the slope coefficient β_1 and intercept β_0 using Ordinary Least Squares (OLS). Using the estimated equation, predict Y when X=4.
- Explain the difference between the error term and the residual in regression analysis.
- Consider the estimated regression equation:

$$\hat{Y}_i = 10 + 5X_i$$

If $X_i = 4$ and the actual observed $Y_i = 32$, calculate residual e_i . (6+6+6)

Qs 3 (a) List and briefly explain the classical assumptions of Ordinary Least Squares (OLS)

(b) Consider the following regression model based on 5 observations:

Sum of Squared Residuals (SSR) = 60

Total Sum of Squares (TSS) = 200

Calculate the coefficient of determination (R^2) and interpret your answer.

(c) Consider the following equation:

$$\widehat{size}_i = -290 + 3.62 price_i$$

Where size = size of the i th house (in sq feet)

Price = price of that house (in thousands of dollars)

- Explain the meaning of estimated regression
- How will the interpretation change if we had measured price in dollars and not in thousands of dollars.

(6+6+6)

Qs 4 (a) What is meant by serial correlation? How would you detect serial correlation in the residuals?

(b) Consider the regression model:

$$\hat{Y}_t = 27.7 - 0.11PC_t + 0.03PF_t + 0.23DI_t$$

$$N=29 \quad \bar{R}^2=0.9904 \quad d=0.99$$

Y = per capita milk consumption

PC = price of milk

PF = price of almond milk

DI = disposable income

Hypothesis testing would be unreliable if serial correlation exists.

- (i) Explain the estimated regression.
- (ii) If the critical values are $d_L = 1.20$ & $d_U = 1.65$, what is your conclusion about serial correlation? State the null, alternate hypothesis and decision rules clearly. (9+9)

Qs 5 Consider a cross-sectional model of petroleum consumption by state:

$$\widehat{pcons}_i = 4101 + 0.16Reg_i - 1885price_i;$$

$$N=50 \quad \bar{R}^2=0.76$$

where pcons = petroleum consumption in the i^{th} state

reg = motor vehicle registrations in the i^{th} state

price = price of petrol in the i^{th} state

- (i) Interpret the estimated regression. Are the signs of the coefficient according to your expectation?
- (ii) To investigate the possibility of heteroscedasticity caused by variation in the size of the states, explain the steps in White's test methodology.
- (iii) If the estimated $R^2 = 0.85$ for the auxiliary regression, what do you conclude? State the null and alternate hypotheses clearly. What will be the degree of freedom? Critical chi-square value at 5% level of significance being 11.07.

(6+6+6)

Qs 6 (a) Define multicollinearity with examples. What are the consequences of severe multicollinearity for the OLS estimates? How can you detect multicollinearity in a regression model, and what remedial measures do you suggest to address it?

(b) Suppose you are studying the effect of gender on starting salaries after graduation. You have the following estimated regression model:

$$\text{Salary}_i = 30 + 5\text{Gender}_i + 2\text{GPA}_i$$

where:

Salary is measured in thousand rupees per month,

GENDER is a dummy where Gender = 1 if the graduate is male, 0 if female,

GPA is the grade point average on a 10-point scale

- (i) What is a dummy variable? Why are dummy variables important in econometric modelling
- (ii) Interpret the coefficient of the dummy variable GENDER.
- (iii) What is the expected salary for a male graduate with a GPA of 8? What is the expected salary for a female graduate with a GPA of 8?
- (iv) What is the salary differential between male and female graduates, holding GPA constant?
- (v) What is the dummy variable trap? (8+10)

प्रश्न 1 (a) गॉस-मार्कोव प्रमेय (Gauss-Markov Theorem) क्या है? इसके लिए आवश्यक गुणों की सूची बनाइए और प्रतिगमन विश्लेषण (regression analysis) में इस प्रमेय के महत्व की व्याख्या कीजिए।

(b)

$$Y_i = 102,192 - 9075X_{1i} + 0.3547 X_{2i} + 1.288X_{3i}$$

$$\text{SE} \quad (2053) \quad (0.0727) \quad (0.543)$$

$$t = \quad -4.42 \quad 4.88 \quad 2.37$$

$$N = 33 \quad R^2 = 0.579$$

(i) इस परीक्षण के संदर्भ में टाइप I और टाइप II त्रुटियों (errors) को परिभाषित कीजिए और उनके व्यावहारिक निहितार्थ (practical implications) की व्याख्या कीजिए। प्रत्येक गुणांक (coefficient) के लिए शून्य और वैकल्पिक परिकल्पना (null and alternate hypothesis) को स्पष्ट रूप से लिखिए।

(ii) परीक्षण आँकड़ों (test statistic) की गणना कीजिए और निर्धारित कीजिए कि क्या परिणाम 5 प्रतिशत सार्थकता स्तर (level of significance) पर X_{2i} के लिए सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण है।

(c) इस संदर्भ में विश्वास अंतराल (confidence interval) का क्या अर्थ है, इसकी व्याख्या कीजिए।

(6+6+6)

प्रश्न 2 आपको तीन अवलोकनों (observations) के साथ निम्नलिखित डेटा सेट दिया गया है:

अवलोकन	X	Y
1	1	5
2	2	8
3	3	10

i. साधारण न्यूनतम वर्ग (OLS) का उपयोग करते हुए ढाल गुणांक (slope coefficient) β_1 और अंतःखंड (intercept) β_0 के प्राक्कलनों की गणना कीजिए। जब $X=4$ हो, तो प्राक्कलित समीकरणों का उपयोग करते हुए, Y का पूर्वानुमान लगाइए।

ii. प्रतिगमन विश्लेषण (regression analysis) में त्रुटि पद (error term) और अवशेष (residual) के बीच अंतर स्पष्ट कीजिए।

iii. निम्नलिखित प्राक्कलित प्रतिगमन समीकरण (estimated regression equation) पर विचार कीजिए:

$$\hat{Y}_i = 10 + 5X_i$$

यदि $X_i = 4$ और वास्तविक प्रेक्षित $Y_i = 32$ है तो, अवशेष e_i की गणना कीजिए। (6+6+6)

प्रश्न 3 (a) साधारण न्यूनतम वर्ग (OLS) की शास्त्रीय मान्यताओं (classical assumptions) की सूची बनाइए और संक्षेप में उनकी व्याख्या कीजिए।

(b) 5 अवलोकनों पर आधारित निम्नलिखित प्रतिगमन मॉडल पर विचार कीजिए:

अवशेष वर्गों का योग (SSR) = 60 है

कुल वर्गों का योग (TSS) = 200 है

निर्धारण गुणांक (R^2) की गणना कीजिए और अपने उत्तर की व्याख्या कीजिए।

(c) निम्नलिखित समीकरण पर विचार कीजिए:

$$size_i = -290 + 3.62 price_i$$

जहाँ size = iवें घर का आकार (वर्ग फुट में) है।

Price = उस घर की कीमत (हज़ार डॉलर में) है।

i. प्राक्कलित प्रतिगमन (estimated regression) के अर्थ की व्याख्या कीजिए।

ii. यदि हमने कीमत को हज़ार डॉलर में के स्थान पर डॉलर में मापा होता, तो व्याख्या (interpretation) किस प्रकार बदल जाएगी?

(6+6+6)

प्रश्न 4 (a) क्रमिक सहसंबंध (serial correlation) से क्या तात्पर्य है? आप अवशेषों (residuals) में क्रमिक सहसंबंध का पता कैसे लगाएंगे?

(b) निम्नलिखित प्रतिगमन मॉडल (regression model) पर विचार कीजिए:

$$\hat{Y}_t = 27.7 - 0.11PC_t + 0.03PF_t + 0.23DI_t$$

N=29 $\bar{R}^2=0.9904$ d=0.99

Y = प्रति व्यक्ति दूध की खपत है।

PC = दूध की कीमत है price of milk

PF = दूध की कीमत है।

DI = बादाम दूध की कीमत है।

DI = प्रयोज्य आय (disposable income) है।

यदि क्रमिक सहसंबंध (serial correlation) विद्यमान है, तो परिकल्पना परीक्षण (hypothesis testing) अविश्वसनीय होगी।

(i) प्राक्कलित प्रतिगमन (estimated regression) की व्याख्या कीजिए।

(ii) यदि क्रांतिक मान (critical values) $d_L = 1.20$ & $d_U = 1.65$ हैं, तो क्रमिक सहसंबंध के बारे में आपका क्या निष्कर्ष है? शून्य परिकल्पना, वैकल्पिक परिकल्पना और निर्णय के नियमों (decision rules) को स्पष्ट रूप से लिखिए।

(9+9)

प्रश्न 5 राज्य द्वारा पेट्रोलियम खपत के निम्नलिखित अनुप्रस्थ काट मॉडल (cross-sectional model) पर विचार कीजिए

$$pcons_i = 4101 + 0.16Reg_i - 1885price_i;$$

N=50 $\bar{R}^2=0.76$

जहाँ pcons = i-वें राज्य में पेट्रोलियम की खपत है।

reg = i-वें राज्य में मोटर वाहन पंजीकरण है।

price = i-वें राज्य में पेट्रोल की कीमत है।

(i) प्राक्कलित प्रतिगमन (estimated regression) की व्याख्या कीजिए। क्या गुणांकों के चिह्न (signs of the coefficient) आपकी अपेक्षा के अनुरूप हैं?

(ii) राज्यों के आकार में भिन्नता के कारण होने वाली विषमविचालिता (heteroscedasticity) की संभावना की जांच करने के लिए, व्हाइट परीक्षण (White's test) की कार्यप्रणाली के चरणों की व्याख्या कीजिए।

(iii) यदि सहायक प्रतिगमन (auxiliary regression) के लिए प्राक्कलित $R^2 = 0.85$ है, तो आपका निष्कर्ष क्या होगा? शून्य और वैकल्पिक परिकल्पनाओं को स्पष्ट रूप से लिखिए। स्वतंत्रता की कोटि (degree of freedom) क्या होगी? 5 प्रतिशत सार्थकता स्तर पर क्रांतिक काई-स्क्वायर (chi-square) मान 11.07 है।

(6+6+6)

प्रश्न 6 (a) बहु-सहसंयोजकता (multicollinearity) को सोदाहरण परिभाषित कीजिए। ओएलएस (OLS) प्राक्कलनों के लिए गंभीर बहु-सहसंयोजकता के क्या परिणाम होते हैं? आप किसी प्रतिगमन मॉडल में बहु-सहसंयोजकता का पता किस प्रकार लगा सकते हैं और आप इसे दूर करने के लिए कौनसे उपचारात्मक उपायों का सुझाव देंगे?

(b) मान लीजिए कि आप स्नातक पश्चात प्रारंभिक वेतन के संबंध में लैंगिकता (gender) के प्रभाव का अध्ययन कर रहे हैं। आपके पास निम्नलिखित प्राक्कलित प्रतिगमन मॉडल है:

$$Salary_i = 30 + 5Gender_i + 2GPA_i$$

जहाँ:

Salary (वेतन) प्रतिमाह हजार रुपयों में मापी गयी है।

GENDER मूक (dummy) चर है जहाँ यदि स्नातक पुरुष है तो Gender = 1 है और यदि स्नातक महिला है, तो Gender = 0 है।

GPA 10-बिन्दू पैमाने पर ग्रेड बिन्दू का औसत है।

(i) मूक चर (dummy variable) क्या है? अर्थमितीय मॉडलिंग (econometric modelling) में डमी चर क्यों महत्वपूर्ण हैं?

(ii) मूक चर GENDER के गुणांक (coefficient) की व्याख्या कीजिए।

(iii) 8 GPA वाले पुरुष स्नातक का अपेक्षित वेतन क्या होगा? 8 GPA वाली महिला स्नातक का अपेक्षित वेतन क्या होगा?

(iv) GPA को स्थिर रखते हुए, पुरुष और महिला स्नातकों के बीच वेतन का अंतर (salary differential) कितना है?

(v) मूक चर ट्रैप (dummy variable trap) क्या है?

(8+10)

Table B-1 Critical Values of the t-Distribution

Degrees of Freedom	Level of Significance				
	One-Sided: 10% Two-Sided: 20%	5% 10%	2.5% 5%	1% 2%	0.5% 1%
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
(Normal)					
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Source: Reprinted from Table IV in Sir Ronald A. Fisher, *Statistical Methods for Research Workers*, 14th ed. (copyright © 1970, University of Adelaide) with permission of Hafner, a division of the Macmillan Publishing Company, Inc.

Table B-2 Critical Values of the F-Statistic: 5-Percent Level of Significance

$v_2 \parallel$ Degrees of Freedom for Denominator	$v_1 =$ Degrees of Freedom for Numerator												
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	20	∞	
1	161	200	216	225	230	234	237	239	242	244	248	254	
2	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5	
3	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.79	8.74	8.66	8.53	
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	5.96	5.91	5.80	5.63	
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.74	4.68	4.56	4.36	
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.06	4.00	3.87	3.67	
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.64	3.57	3.44	3.23	
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.35	3.28	3.15	2.93	
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.14	3.07	2.94	2.71	
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	2.98	2.91	2.77	2.54	
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.85	2.79	2.65	2.40	
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.75	2.69	2.54	2.30	
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.67	2.60	2.46	2.21	
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.60	2.53	2.39	2.13	
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.54	2.48	2.33	2.07	
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.49	2.42	2.28	2.01	
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.45	2.38	2.23	1.96	
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.41	2.34	2.19	1.92	
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.38	2.31	2.16	1.88	
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.35	2.28	2.12	1.84	
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.32	2.25	2.10	1.81	
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.30	2.23	2.07	1.78	
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.27	2.20	2.05	1.76	
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.25	2.18	2.03	1.73	
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.24	2.16	2.01	1.71	
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.16	2.09	1.93	1.62	
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.08	2.00	1.84	1.51	
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	1.99	1.92	1.75	1.39	
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.91	1.83	1.66	1.25	
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.83	1.75	1.57	1.00	

Source: Abridged from M. Merrington and C. M. Thompson, "Tables of percentage points of the inverted beta (F) distribution," *Biometrika*, Vol. 33, 1943, p. 73, by permission of the Biometrika trustees.

Table B-3 Critical Values of the F-Statistic: 1-Percent Level of Significance

	$v_1 = \text{Degrees of Freedom for Numerator}$												
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	20	∞	
1	4052	5000	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6056	6106	6209	6366	
2	98.5	99.0	99.2	99.2	99.3	99.3	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4	99.5	
3	34.1	30.8	29.5	28.7	28.2	27.9	27.7	27.5	27.2	27.1	26.7	26.1	
4	21.2	18.0	16.7	16.0	15.5	15.2	15.0	14.8	14.5	14.4	14.0	13.5	
5	16.3	13.3	12.1	11.4	11.0	10.7	10.5	10.3	10.1	9.89	9.55	9.02	
6	13.7	10.9	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.87	7.72	7.40	6.88	
7	12.2	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.62	6.47	6.16	5.65	
8	11.3	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.81	5.67	5.36	4.86	
9	10.6	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.26	5.11	4.81	4.31	
10	10.0	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.85	4.71	4.41	3.91	
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.54	4.40	4.10	3.60	
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.30	4.16	3.86	3.36	
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.10	3.96	3.66	3.17	
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.70	4.46	4.28	4.14	3.94	3.80	3.51	3.00	
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.80	3.67	3.37	2.87	
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.69	3.55	3.26	2.75	
17	8.40	6.11	5.19	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.59	3.46	3.16	2.65	
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.51	3.37	3.08	2.57	
19	8.19	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.43	3.30	3.00	2.49	
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.37	3.23	2.94	2.42	
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.31	3.17	2.88	2.36	
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.26	3.12	2.83	2.31	
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.21	3.07	2.78	2.26	
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.17	3.03	2.74	2.21	
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.86	3.63	3.46	3.32	3.13	2.99	2.70	2.17	
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	2.98	2.84	2.55	2.01	
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.80	2.66	2.37	1.80	
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.63	2.50	2.20	1.60	
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.47	2.34	2.03	1.38	
∞	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.32	2.18	1.88	1.00	

$v_2 = \text{Degrees of Freedom for Denominator}$

 $v_2 = \text{Degrees of Freedom for Denominator}$

Source: Abridged from M. Merrington and C. M. Thompson, "Tables of percentage points of the inverted beta (F') distribution," *Biometrika*, Vol. 3, 1943, p. 73, by permission of the *Biometrika* trustees.

Table B-4 Critical Values of the Durbin-Watson Test Statistics d_L and d_U :
5-Percent One-Sided Level of Significance
(10-Percent Two-Sided Level of Significance)

N	K = 1		K = 2		K = 3		K = 4		K = 5		K = 6		K = 7	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
15	1.08	1.36	0.95	1.54	0.81	1.75	0.69	1.97	0.56	2.21	0.45	2.47	0.34	2.73
16	1.11	1.37	0.98	1.54	0.86	1.73	0.73	1.93	0.62	2.15	0.50	2.39	0.40	2.62
17	1.13	1.38	1.02	1.54	0.90	1.71	0.78	1.90	0.66	2.10	0.55	2.32	0.45	2.54
18	1.16	1.39	1.05	1.53	0.93	1.69	0.82	1.87	0.71	2.06	0.60	2.26	0.50	2.46
19	1.18	1.40	1.07	1.53	0.97	1.68	0.86	1.85	0.75	2.02	0.65	2.21	0.55	2.40
20	1.20	1.41	1.10	1.54	1.00	1.68	0.89	1.83	0.79	1.99	0.69	2.16	0.60	2.34
21	1.22	1.42	1.13	1.54	1.03	1.67	0.93	1.81	0.83	1.96	0.73	2.12	0.64	2.29
22	1.24	1.43	1.15	1.54	1.05	1.66	0.96	1.80	0.86	1.94	0.77	2.09	0.68	2.25
23	1.26	1.44	1.17	1.54	1.08	1.66	0.99	1.79	0.90	1.92	0.80	2.06	0.72	2.21
24	1.27	1.45	1.19	1.55	1.10	1.66	1.01	1.78	0.93	1.90	0.84	2.04	0.75	2.17
25	1.29	1.45	1.21	1.55	1.12	1.66	1.04	1.77	0.95	1.89	0.87	2.01	0.78	2.14
26	1.30	1.46	1.22	1.55	1.14	1.65	1.06	1.76	0.98	1.88	0.90	1.99	0.82	2.12
27	1.32	1.47	1.24	1.56	1.16	1.65	1.08	1.76	1.00	1.86	0.93	1.97	0.85	2.09
28	1.33	1.48	1.26	1.56	1.18	1.65	1.10	1.75	1.03	1.85	0.95	1.96	0.87	2.07
29	1.34	1.48	1.27	1.56	1.20	1.65	1.12	1.74	1.05	1.84	0.98	1.94	0.90	2.05
30	1.35	1.49	1.28	1.57	1.21	1.65	1.14	1.74	1.07	1.83	1.00	1.93	0.93	2.03
31	1.36	1.50	1.30	1.57	1.23	1.65	1.16	1.74	1.09	1.83	1.02	1.92	0.95	2.02
32	1.37	1.50	1.31	1.57	1.24	1.65	1.18	1.73	1.11	1.82	1.04	1.91	0.97	2.00
33	1.38	1.51	1.32	1.58	1.26	1.65	1.19	1.73	1.13	1.81	1.06	1.90	0.99	1.99
34	1.39	1.51	1.33	1.58	1.27	1.65	1.21	1.73	1.14	1.81	1.08	1.89	1.02	1.98
35	1.40	1.52	1.34	1.58	1.28	1.65	1.22	1.73	1.16	1.80	1.10	1.88	1.03	1.97
36	1.41	1.52	1.35	1.59	1.30	1.65	1.24	1.73	1.18	1.80	1.11	1.88	1.05	1.96
37	1.42	1.53	1.36	1.59	1.31	1.66	1.25	1.72	1.19	1.80	1.13	1.87	1.07	1.95
38	1.43	1.54	1.37	1.59	1.32	1.66	1.26	1.72	1.20	1.79	1.15	1.86	1.09	1.94
39	1.43	1.54	1.38	1.60	1.33	1.66	1.27	1.72	1.22	1.79	1.16	1.86	1.10	1.93
40	1.44	1.54	1.39	1.60	1.34	1.66	1.29	1.72	1.23	1.79	1.18	1.85	1.12	1.93
45	1.48	1.57	1.43	1.62	1.38	1.67	1.34	1.72	1.29	1.78	1.24	1.84	1.19	1.90
50	1.50	1.59	1.46	1.63	1.42	1.67	1.38	1.72	1.34	1.77	1.29	1.82	1.25	1.88
55	1.53	1.60	1.49	1.64	1.45	1.68	1.41	1.72	1.37	1.77	1.33	1.81	1.29	1.86
60	1.55	1.62	1.51	1.65	1.48	1.69	1.44	1.73	1.41	1.77	1.37	1.81	1.34	1.85
65	1.57	1.63	1.54	1.66	1.50	1.70	1.47	1.73	1.44	1.77	1.40	1.81	1.37	1.84
70	1.58	1.64	1.55	1.67	1.53	1.70	1.49	1.74	1.46	1.77	1.43	1.80	1.40	1.84
75	1.60	1.65	1.57	1.68	1.54	1.71	1.52	1.74	1.49	1.77	1.46	1.80	1.43	1.83
80	1.61	1.66	1.59	1.69	1.56	1.72	1.53	1.74	1.51	1.77	1.48	1.80	1.45	1.83
85	1.62	1.67	1.60	1.70	1.58	1.72	1.55	1.75	1.53	1.77	1.50	1.80	1.47	1.83
90	1.63	1.68	1.61	1.70	1.59	1.73	1.57	1.75	1.54	1.78	1.52	1.80	1.49	1.83
95	1.64	1.69	1.62	1.71	1.60	1.73	1.58	1.75	1.56	1.78	1.54	1.80	1.51	1.83
100	1.65	1.69	1.63	1.72	1.61	1.74	1.59	1.76	1.57	1.78	1.55	1.80	1.53	1.83

Source: N. E. Savin and Kenneth J. White, "The Durbin-Watson Test for Serial Correlation with Extreme Sample Sizes or Many Regressors," *Econometrica*, November 1977, p. 1994. Reprinted with permission.

Note: N = number of observations, K = number of explanatory variables excluding the constant term. We assume that the equation contains a constant term and no lagged dependent variables.

Table B-6 The Chi-Square Distribution

Degrees of Freedom	Level of Significance (Probability of a Value at Least as Large as the Table Entry)			
	10%	5%	2.5%	1%
1	2.71	3.84	5.02	6.63
2	4.61	5.99	7.38	9.21
3	6.25	7.81	9.35	11.34
4	7.78	9.49	11.14	13.28
5	9.24	11.07	12.83	15.09
6	10.64	12.59	14.45	16.81
7	12.02	14.07	16.01	18.48
8	13.36	15.51	17.53	20.1
9	14.68	16.92	19.02	21.7
10	15.99	18.31	20.5	23.2
11	17.28	19.68	21.9	24.7
12	18.55	21.0	23.3	26.2
13	19.81	22.4	24.7	27.7
14	21.1	23.7	26.1	29.1
15	22.3	25.0	27.5	30.6
16	23.5	26.3	28.8	32.0
17	24.8	27.6	30.2	33.4
18	26.0	28.9	31.5	34.8
19	27.2	30.1	32.9	36.2
20	28.4	31.4	34.2	37.6

Source: Based on *Biometrika Tables for Statisticians*, Vol. 1, 3rd ed., 1966, with the permission of the *Biometrika* trustees.

Note: The table plots the cumulative probability $Z > Z_0$.