

[This question paper contains 16 printed pages.]



Sr. No. of Question Paper : 5388

Unique Paper Code : 2272101103

Name of the Paper : Introductory Statistics for Economics

Name of the Course : NEP

Semester : I

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 90

समय : 3 घण्टे

पूर्णांक : 90

Instructions for Candidates

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. All questions within each section are to be answered in a contiguous manner on the answer sheet. Start each question on a new page, and all sub-parts of a question should follow one after the other.
3. All intermediate calculations should be rounded off to 3 decimal places. The values provided in statistical tables should not be rounded off. All final calculations should be rounded off to two decimal places.
4. Simple non-programmable calculators are allowed.
5. Statistical tables are attached for your reference.
6. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. प्रत्येक अनुभाग के अंतर्गत आने वाले सभी प्रश्न उत्तर-पुस्तिका में क्रमबद्ध और लगातार लिखे जाएँ। हर प्रश्न नया पृष्ठ लेकर प्रारम्भ किया जाए तथा किसी प्रश्न के सभी उप-प्रश्न एक के बाद एक लिखे जाएँ।
3. सभी मध्यवर्ती गणनाओं (intermediate calculations) को तीन दशमलव स्थानों तक पूर्णांकित (round off) किया जाए। सांख्यिकीय सारिणियों (statistical tables) में दी गई मानों को पूर्णांकित न किया जाए। सभी अंतिम उत्तरों को दो दशमलव स्थानों तक पूर्णांकित किया जाए।
4. साधारण (गैर-प्रोग्राम योग्य) कैलकुलेटर का प्रयोग अनुमत है।
5. आपके संदर्भ के लिए सांख्यिकीय सारिणियाँ संलग्न हैं।
6. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

P.T.O.

SECTION I

Do any two questions

1. (a) A dataset contains the following values representing the test scores (out of 100) of a class of 20 students: 18, 34, 46, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 94, 98

(i) Identify mild and extreme outliers in the dataset.

(ii) What should be an appropriate trimming percentage for the above data set to trim the outliers identified above? Using the percentage determined, find the trimmed mean. (5)

- (b) A factory runs three shifts. On a given day, 1% of the items produced by the first shift are defective, 2% of the second shift's items are defective, and 5% of the third shift's items are defective. The shifts have the same productivity. If an item is defective, what is the probability that the third shift produced it? (5)

2. (a) The students A_1 , A_2 , and A_3 go to college on any given day with probability $P(A_i)$, where $i = 1, 2$, and 3 . Suppose that the event of A_1 going to college is independent of A_2 going to college on any given day, $P(A_1 \cap A_2 \cap A_3) = 0.04$, $P(A_3|A_1 \cap A_2) = 0.25$, and $P(A_2) = 4P(A_1)$. If the probability of all three students not coming to college on any given day is 0.06 , what is the probability that at least one of them will come to college on that day? Evaluate $P(A_1 \cup A_2)$. (5)

- (b) The data given below indicates the concentration of lead (mg/g) in green vegetables grown near contaminated rivers in 15 different cities.

0.20	0.22	0.25	0.30	0.34	0.41	0.55	0.56	1.42	1.70	1.83	2.20	2.25	3.07	3.25
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

(i) Do you think the above data has significant outliers?

(ii) Calculate the 12% trimmed mean of the data. (5)

3. (a) A biometric security device using fingerprints erroneously refuses to admit 1 in 1,000 authorized persons from a facility containing classified information. The device will erroneously admit 1 in 1,000,000 unauthorized persons. Assume that 95 percent of those who seek access are authorized. If the alarm goes off and a person is refused admission, what is the probability that the person was really authorized? Explain using a tree diagram. (5)

- (b) Let 'a' and 'b' be constants, and let $y_i = ax_i + b$ for $i = 1, 2, \dots, n$. What are the relationships between x and y and between s_x^2 and s_y^2 ? Give an appropriate proof for the same. (5)

SECTION II

All questions are compulsory.

4. (a) Let the random variable X be the number of days that a certain patient needs to be in the hospital. Suppose X has the following pmf.

$$f(x) = \frac{5-x}{10}, \quad x = 1, 2, 3, 4.$$

- If the patient is to receive Rs. 2000 from an insurance company for each of the first two days in the hospital and Rs. 1000 for each day after the first two days, what is the expected payment for the hospitalization? (5)

- (b) During good weather, which happens with probability 0.6, Kavita walks the 2 miles to class at a speed of $V = 5$ miles per hour, and otherwise rides her motorcycle at a speed of $V = 30$ miles per hour. What is the expected mean and variance of time T to get to the class? (5)

5. The pdf of a random variable X is

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x}{8}, & 0 < x < 4 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

- (i) Verify that $f(x)$ is a valid PDF.
 (ii) Find the cumulative distribution function $F(x)$ for all x .
 (iii) Compute $P(1 < X < 3)$.
 (iv) Find $E(X)$.
 (v) Find the 60th percentile of x . (2×5=10)

SECTION III

All questions are compulsory.

6. (a) A laptop manufacturer claims that at most 10% of its screens develop pixel defects during the warranty period. A research lab buys 25 laptops and subjects each to stress testing to simulate usage during the warranty period. Reject the manufacturer's claim if 6 or more laptops show defects; i.e., reject if $X \geq 6$. What is the probability of incorrectly rejecting the claim if the claim is true? (5)

- (b) A purchaser of electrical components buys them in lots of size 10. It is his policy to randomly inspect three components from a lot and accept the lot only if all three are non-defective. If 30 per cent of the lots have four defective components and 70 per cent have only 1, what proportion of lots does the purchaser reject? (3+2)
7. (a) The daily demand D for a product in a store follows a continuous uniform distribution between 50 and 150 units. The store wants to stock enough units so that the probability of exceeding demand is only 5%. How many units should the store stock? (5)
- (b) A high-tech server experiences failures that follow an exponential distribution with an average time between failures of 12 hours. Given that the server has already been running without failure for 10 hours, what is the probability it will run for at least another 5 hours without failing? (5)
8. (a) A Boeing aircraft has 213 seats. When someone buys a flight ticket, there is a 0.0995 probability that they will not show up for the flight. A ticket agent accepts 236 reservations for a flight operated by a Boeing aircraft. Find the probability that not enough seats will be available for the people who show up to board the flight. Is this probability low enough so that overbooking is not a real concern? Assume that there is a cause for concern, even if there is a 20% chance that not enough seats are available for the people who show up to board the flight. (5)
- (b) After receiving a large shipment of computer chips, 800 chips are randomly selected. If 3 or fewer defective chips are found, the entire lot is accepted without inspecting the remaining chips in the lot. If 4 or more chips are defective, every chip in the entire lot is carefully inspected at the supplier's expense. Assume that the true proportion of nonconforming computer chips being supplied is 0.001. Find the approximate probability that the lot will be accepted. (3+2)

SECTION IV

All questions are compulsory.

9. A fast-food restaurant has both takeaway and fine dining service counters, each with 2 payment machines. Let X = the number of machines in use on the fine dining service counter, and Y = the number of machines in use on the takeaway counter. The joint pmf of X and Y :

	Y (Takeaway Counter)			
	0	1	2	
X (Fine Dining Service Counter)	0	0.10	0.04	0.02
	1	0.08	0.20	0.06
	2	0.06	0.14	0.30

- (i) What is $P(X \leq 1 \text{ and } Y \leq 1)$?
- (ii) What is the probability that more fine dining service counters are in use than takeaway counters?
- (iii) Find marginal pmfs of X and Y.
- (iv) Find the conditional distribution of X given $Y = 0$
- (v) Compute the covariance between X and Y. (2×5=10)

10. Let X and Y be two jointly continuous random variables with joint PDF

$$f_{xy}(x, y) = \begin{cases} x^2 + \frac{1}{3}y & \text{for } -1 < x < 1, 0 < y < 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Find the following :

- (i) Verify that $f(x, y)$ is a valid PDF.
- (ii) Find the marginal PDFs $f_x(x)$ and $f_y(y)$.
- (iii) Are X and Y independent? Justify mathematically.
- (iv) Compute $\text{Cov}(A, Y)$.
- (v) Do you see a relationship between the answers obtained in parts (iii) and (iv)? (2+3+2+2+1)

अनुभाग I (SECTION I)

किसी भी दो प्रश्नों का उत्तर दीजिए।

1. (क) एक आँकड़ा-समूह (dataset) में 20 विद्यार्थियों के प्राप्तांक (100 में से) निम्नलिखित प्रकार से दिए गए हैं :

18, 34, 46, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 94, 98

- (i) उपर्युक्त आँकड़ा-समूह में हल्के (mild) और अत्यधिक (extreme) अपसारी मान (outliers) की पहचान कीजिए।
- (ii) उपर्युक्त आँकड़ा-समूह के लिए, पहचाने गए अपसारी मानों को हटाने के लिए उपयुक्त ट्रिम करने का प्रतिशत क्या होना चाहिए? निर्धारित प्रतिशत का उपयोग करते हुए ट्रिम्ड माध्य ज्ञात कीजिए। (5)

(ख) एक कारखाने में तीन पाली (shift) चलती हैं। किसी दिन, पहली पाली द्वारा उत्पादित वस्तुओं में से 1% दोषपूर्ण होती हैं, दूसरी पाली द्वारा उत्पादित वस्तुओं में से 2% दोषपूर्ण होती हैं तथा तीसरी पाली द्वारा उत्पादित वस्तुओं में से 5% दोषपूर्ण होती हैं। तीनों पालियों की उत्पादकता समान है। यदि कोई वस्तु दोषपूर्ण पाई जाती है, तो उसके तीसरी पाली द्वारा उत्पादित होने की प्रायिकता क्या होगी? (5)

2. (क) विद्यार्थी A_1 , A_2 और A_3 किसी भी दिन कॉलेज जाते हैं, जिनकी प्रायिकता क्रमशः $P(A_i)$ है, जहाँ $i = 1, 2, 3$ है। मान लीजिए कि A_1 का कॉलेज जाना, A_2 के कॉलेज जाने से स्वतंत्र (independent) घटना है; $P(A_1 \cap A_2 \cap A_3) = 0.04$, $P(A_3|A_1 \cap A_2) = 0.25$, तथा $P(A_2) = 4P(A_1)$ है। यदि किसी भी दिन तीनों विद्यार्थियों के कॉलेज न आने की प्रायिकता 0.06 है, तो इस दिन कम से कम एक के कॉलेज आने की प्रायिकता क्या होगी? $P(A_1 \cup A_2)$ का मान ज्ञात कीजिए। (5)

(ख) नीचे दिए गए आँकड़े 15 विभिन्न शहरों में प्रदूषित नदियों के पास उगाई गई हरी सब्जियों में सीसा (lead) की सान्द्रता (mg/g) को दर्शाते हैं:

0.20	0.22	0.25	0.30	0.34	0.41	0.55	0.56	1.42	1.70	1.83	2.20	2.25	3.07	3.25
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

(i) क्या आपको लगता है कि उपर्युक्त आँकड़ों में महत्वपूर्ण (significant) अपसारी मान (outliers) उपस्थित हैं?

(ii) दिए गए आँकड़ों का 12% ट्रिम्ड मान ज्ञात कीजिए। (5)

3. (क) एक बायोमेट्रिक सुरक्षा यंत्र (biometric security device), जो उँगली के निशान (fingerprints) का उपयोग करता है, किसी अत्यंत संवेदनशील (classified) सूचना-संरक्षित परिसर में प्रवेश चाहने वाले प्रत्येक 1000 अधिकृत व्यक्तियों (authorized persons) में से 1 व्यक्ति को गलती से प्रवेश नहीं देता। यह यंत्र प्रत्येक 10,00,000 अनधिकृत व्यक्तियों (unauthorized persons) में से 1 को गलती से प्रवेश दे देता है। मान लीजिए कि प्रवेश चाहने वाले

व्यक्तियों में से 95 प्रतिशत अधिकृत होते हैं। यदि अलार्म बजता है और किसी व्यक्ति को प्रवेश नहीं दिया जाता, तो उस व्यक्ति के वास्तव में अधिकृत होने की प्रायिकता क्या होगी? इसे वृक्ष आरेख (tree diagram) की सहायता से स्पष्ट कीजिए। (5)

(ख) a तथा b नियताएँ (constants) हैं, तथा $y_i = ax_i + b$, जहाँ $i = 1, 2, \dots, n$ है। x और y के बीच तथा s_x^2 और s_y^2 के बीच क्या संबंध हैं? इनके लिए उपयुक्त प्रमाण दीजिए। (5)

अनुभाग II (SECTION II)

सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।

4. (क) यादृच्छिक चर (random variable) X उस दिनों की संख्या को दर्शाता है जितने दिन कोई रोगी अस्पताल में भर्ती रहता है। मान लीजिए X का निम्न प्रायिकता द्रव्यमान फलन (pmf) है :

$$(2) \quad f(x) = \frac{5-x}{10}, \quad \text{जहाँ } x = 1, 2, 3, 4.$$

(10) यदि रोगी को बीमा कंपनी की ओर से अस्पताल में भर्ती रहने के पहले दो दिनों के लिए प्रत्येक दिन 2000 रुपये तथा पहले दो दिनों के बाद प्रत्येक दिन के लिए 1000 रुपये प्राप्त होते हैं, तो अस्पताल में भर्ती रहने के लिए अपेक्षित (expected) भुगतान कितना होगा? (5)

(ख) अच्छे मौसम की स्थिति में, जिसकी प्रायिकता 0.6 है, कविता कक्षा तक 2 मील पैदल चलकर जाती है और उसकी चाल $V = 5$ मील प्रति घंटा है। अन्यथा वह मोटरसाइकिल से जाती है जिसकी चाल $V = 30$ मील प्रति घंटा है। कक्षा तक पहुँचने में लगने वाले समय T का अपेक्षित मान (mean) तथा विचरण (variance) ज्ञात कीजिए।

(5)

5. एक यादृच्छिक चर X का प्रायिकता घनत्व फलन (pdf) इस प्रकार है :

$$(2) \quad f(x) = \begin{cases} \frac{x}{8}, & 0 < x < 4 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

(i) सत्यापित कीजिए कि $f(x)$ एक वैध प्रायिकता घनत्व फलन (valid PDF) है।

(ii) सभी x के लिए संचयी वितरण फलन $F(x)$ ज्ञात कीजिए।

- (iii) $P(1 < X < 3)$ का मान ज्ञात कीजिए।
- (iv) $E(X)$ ज्ञात कीजिए।
- (v) x का 60वाँ प्रतिशती मान (60th percentile) ज्ञात कीजिए। $(2 \times 5 = 10)$

अनुभाग III (SECTION III)

सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।

6. (क) एक लैपटॉप निर्माता यह दावा करता है कि वारंटी अवधि के दौरान अधिकतम 10% स्क्रीन में पिक्सेल दोष (pixel defects) आते हैं। एक शोध प्रयोगशाला 25 लैपटॉप स्वरीदती है और प्रत्येक पर ऐसा तनाव परीक्षण (stress testing) करती है जो वारंटी अवधि के उपयोग को दर्शाता है। यदि 6 या उससे अधिक लैपटॉप में दोष दिखाई दें, तो निर्माता का दावा अस्वीकृत कर दिया जाता है; अर्थात् यदि $X \geq 6$ हो तो दावा अस्वीकृत कर दिया जाए। यदि निर्माता का दावा सही हो, तो इस दावे को गलत तरीके से अस्वीकृत करने की प्रायिकता क्या होगी? (5)

- (ख) विद्युत अवयवों (electrical components) का एक क्रेता उन्हें 10-10 के समूह (lot) में स्वरीदता है। उसकी नीति यह है कि वह प्रत्येक लॉट में से यादृच्छिक रूप से तीन अवयवों की जाँच करता है, और केवल तभी लॉट को स्वीकार करता है जब तीनों अवयव दोषरहित हों। 30 प्रतिशत लॉट में 4 दोषपूर्ण अवयव होते हैं और 70 प्रतिशत लॉट में केवल 1 दोषपूर्ण अवयव होता है। क्रेता कुल मिलाकर कितने भाग (proportion) लॉट को अस्वीकार करता है? $(3+2)$

7. (क) किसी दुकान में किसी उत्पाद की दैनिक माँग D , 50 और 150 इकाइयों के बीच सतत समान वितरण (continuous uniform distribution) का पालन करती है। दुकान इतनी मात्रा में भंडारण (stock) करना चाहती है कि माँग उपलब्ध भंडार से अधिक होने की प्रायिकता केवल 5% रहे। दुकान को कितनी इकाइयाँ भंडार में रखनी चाहिए? (5)

- (ख) एक हाई-टेक सर्वर की विफलताएँ (failures) घातीय वितरण (exponential distribution) का पालन करती हैं, और विफलताओं के बीच औसत समय 12 घंटे है। यदि सर्वर 10 घंटे तक बिना किसी विफलता के चल चुका है, तो कम से कम अगले 5 घंटे तक बिना विफलता के चलते रहने की प्रायिकता क्या होगी? (5)

8. (क) एक बोइंग विमान में 213 सीटें हैं। जब कोई व्यक्ति फ्लाइट टिकट खरीदता है, तो उसके फ्लाइट पर उपस्थित न होने (no-show) की प्रायिकता 0.0995 है। एक टिकट एजेंट, इस बोइंग विमान से संचालित एक उड़ान के लिए 236 आरक्षण स्वीकार करता है। यह प्रायिकता ज्ञात कीजिए कि फ्लाइट पर चढ़ने के लिए उपस्थित होने वाले सभी यात्रियों के लिए पर्याप्त सीटें उपलब्ध न हों। क्या यह प्रायिकता इतनी कम है कि ओवरबुकिंग को वास्तविक चिंता का विषय न माना जाए? मान लीजिए कि यदि यह प्रायिकता 20% या उससे अधिक हो, तो इसे चिंता का कारण माना जाएगा। (5)
- (ख) कम्प्यूटर चिपों की एक बड़ी खेप प्राप्त करने के बाद, 800 चिपों को यादृच्छिक रूप से चुना जाता है। यदि 3 या उससे कम दोषपूर्ण चिपें मिलती हैं, तो शेष चिपों की जाँच किए बिना पूरी खेप स्वीकार कर ली जाती है। यदि 4 या अधिक चिपें दोषपूर्ण मिलती हैं, तो पूरी खेप की प्रत्येक चिप की विस्तृत जाँच की जाती है और इसका स्वर्च आपूर्तिकर्ता (supplier) उठाता है। मान लीजिए कि आपूर्ति की जा रही चिपों का वास्तविक दोषपूर्ण अनुपात (true proportion of nonconforming chips) 0.001 है। यह अनुमानित (approximate) प्रायिकता ज्ञात कीजिए कि खेप स्वीकार कर ली जाएगी। (3+2)

अनुभाग IV (SECTION IV)

सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।

9. एक फास्ट-फूड रेस्तराँ में टेकअवे (takeaway) और फाइन डाइनिंग (fine dining) - दोनों प्रकार के सेवा काउंटर हैं, और प्रत्येक पर 2-2 भुगतान मशीनें हैं। मान लीजिए X = फाइन डाइनिंग सेवा काउंटर पर उपयोग में चल रही मशीनों की संख्या, और Y = टेकअवे काउंटर पर उपयोग में चल रही मशीनों की संख्या। X और Y का संयुक्त pmf निम्न तालिका से दिया गया है:

	Y (Takeaway Counter) (टेकअवे काउंटर)			
	0	1	2	
X (Fine Dining Service Counter) (फाइन डाइनिंग सेवा काउंटर)	0	0.10	0.04	0.02
	1	0.08	0.20	0.06
	2	0.06	0.14	0.30

- (i) $P(X \leq 1 \text{ और } Y \leq 1)$ कितना है?

- (ii) वह प्रायिकता ज्ञात कीजिए कि फाइन डाइनिंग सेवा काउंटर पर उपयोग में चल रही मशीनें टेकअवे काउंटर की मशीनों से अधिक हों।
- (iii) X और Y के हाशिये (marginal) pmf ज्ञात कीजिए।
- (iv) $Y=0$ दिए जाने पर X का सशर्त वितरण (conditional distribution) ज्ञात कीजिए।
- (v) X और Y के बीच सहप्रसरण (covariance) का मान ज्ञात कीजिए। (2×5=10)

10. मान लीजिए X और Y दो संयुक्त रूप से सतत यादृच्छिक चर (jointly continuous random variables) हैं जिनका संयुक्त PDF इस प्रकार दिया गया है:

$$f_{xy}(x, y) = \begin{cases} x^2 + \frac{1}{3}y & \text{for } -1 < x < 1, 0 < y < 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

निम्नलिखित ज्ञात कीजिए:

- (i) यह सत्यापित कीजिए कि $f(x, y)$ एक वैध प्रायिकता घनत्व फलन (valid PDF) है।
- (ii) हाशिये के प्रायिकता घनत्व फलन $f_X(x)$ और $f_Y(y)$ ज्ञात कीजिए।
- (iii) क्या X और Y स्वतंत्र (independent) हैं? इसका गणितीय औचित्य दीजिए।
- (iv) $\text{Cov}(A, Y)$ का मान निकालिए।
- (v) क्या आपको भाग (iii) और (iv) में प्राप्त उत्तरों के बीच कोई संबंध दिखाई देता है? संक्षेप में टिप्पणी कीजिए। (2+3+2+2+1)

		Y (Takeaway Counter)		X (Fine Dining Service Counter)
		0	1	
X (Fine Dining Service Counter)	0	0.05	0.10	0.15
	1	0.05	0.08	0.13
		0.10	0.14	0.24

$$P(X \leq 1 \text{ और } Y \geq 1)$$

A-2 Appendix Tables

Table A.1 Cumulative Binomial Probabilities

$$B(x, n, p) = \sum_{y=0}^x b(y, n, p)$$

a. $n = 5$

		<i>p</i>														
		0.01	0.05	0.10	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.75	0.80	0.90	0.95	0.99
<i>x</i>	0	.951	.774	.590	.328	.237	.168	.078	.031	.010	.002	.001	.000	.000	.000	.000
	1	.999	.977	.919	.737	.633	.528	.337	.188	.087	.031	.016	.007	.000	.000	.000
	2	1.000	.999	.991	.942	.896	.837	.683	.500	.317	.163	.104	.058	.009	.001	.000
	3	1.000	1.000	1.000	.993	.984	.969	.913	.812	.663	.472	.367	.263	.081	.023	.001
	4	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.998	.990	.969	.922	.832	.763	.672	.410	.226	.049

b. $n = 10$

		<i>p</i>														
		0.01	0.05	0.10	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.75	0.80	0.90	0.95	0.99
<i>x</i>	0	.904	.599	.349	.107	.056	.028	.006	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.996	.914	.736	.376	.244	.149	.046	.011	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	2	1.000	.988	.930	.678	.526	.383	.167	.055	.012	.002	.000	.000	.000	.000	.000
	3	1.000	.999	.987	.879	.776	.650	.382	.172	.055	.011	.004	.001	.000	.000	.000
	4	1.000	1.000	.998	.967	.922	.850	.633	.377	.166	.047	.020	.006	.000	.000	.000
	5	1.000	1.000	1.000	.994	.980	.953	.834	.623	.367	.150	.078	.033	.002	.000	.000
	6	1.000	1.000	1.000	.999	.996	.989	.945	.828	.618	.350	.224	.121	.013	.001	.000
	7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.988	.945	.833	.617	.474	.322	.070	.012	.000
	8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.989	.954	.851	.756	.624	.264	.086	.004
	9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.994	.972	.944	.893	.651	.401	.096

c. $n = 15$

		<i>p</i>														
		0.01	0.05	0.10	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.75	0.80	0.90	0.95	0.99
<i>x</i>	0	.860	.463	.206	.035	.013	.005	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.990	.829	.549	.167	.080	.035	.005	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	2	1.000	.964	.816	.398	.236	.127	.027	.004	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	3	1.000	.995	.944	.648	.461	.297	.091	.018	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	4	1.000	.999	.987	.836	.686	.515	.217	.059	.009	.001	.000	.000	.000	.000	.000
	5	1.000	1.000	.998	.939	.852	.722	.403	.151	.034	.004	.001	.000	.000	.000	.000
	6	1.000	1.000	1.000	.982	.943	.869	.610	.304	.095	.015	.004	.001	.000	.000	.000
	7	1.000	1.000	1.000	.996	.983	.950	.787	.500	.213	.050	.017	.004	.000	.000	.000
	8	1.000	1.000	1.000	.999	.996	.985	.905	.696	.390	.131	.057	.018	.000	.000	.000
	9	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.996	.966	.849	.597	.278	.148	.061	.002	.000	.000
	10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.991	.941	.783	.485	.314	.164	.013	.001	.000
	11	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.982	.909	.703	.539	.352	.056	.005	.000
	12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.973	.873	.764	.602	.184	.036	.000
	13	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.995	.965	.920	.833	.451	.171	.010
	14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.995	.987	.965	.794	.537	.140

(continued)

Table A.1 Cumulative Binomial Probabilities (cont.)

$$B(x, n, p) = \sum_{y=0}^x b(y, n, p)$$

d. $n = 20$

x	p														
	0.01	0.05	0.10	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.75	0.80	0.90	0.95	0.99
0	.818	.358	.122	.012	.003	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
1	.983	.736	.392	.069	.024	.008	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
2	.999	.925	.677	.206	.091	.035	.004	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
3	1.000	.984	.867	.411	.225	.107	.016	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
4	1.000	.997	.957	.630	.415	.238	.051	.006	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
5	1.000	1.000	.989	.804	.617	.416	.126	.021	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000
6	1.000	1.000	.998	.913	.786	.608	.250	.058	.006	.000	.000	.000	.000	.000	.000
7	1.000	1.000	1.000	.968	.898	.772	.416	.132	.021	.001	.000	.000	.000	.000	.000
8	1.000	1.000	1.000	.990	.959	.887	.596	.252	.057	.005	.001	.000	.000	.000	.000
9	1.000	1.000	1.000	.997	.986	.952	.755	.412	.128	.017	.004	.001	.000	.000	.000
10	1.000	1.000	1.000	.999	.996	.983	.872	.588	.245	.048	.014	.003	.000	.000	.000
11	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.995	.943	.748	.404	.113	.041	.010	.000	.000	.000
12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.979	.868	.584	.228	.102	.032	.000	.000	.000
13	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.994	.942	.750	.392	.214	.087	.002	.000	.000
14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.979	.874	.584	.383	.196	.011	.000	.000
15	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.994	.949	.762	.585	.370	.043	.003	.000
16	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.984	.893	.775	.589	.133	.016	.000
17	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.965	.909	.794	.323	.075	.001
18	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.992	.976	.931	.608	.264	.017
19	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.997	.988	.878	.642	.182

(continued)

x	p														
	0.01	0.05	0.10	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.75	0.80	0.90	0.95	0.99
0	.818	.358	.122	.012	.003	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
1	.983	.736	.392	.069	.024	.008	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
2	.999	.925	.677	.206	.091	.035	.004	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
3	1.000	.984	.867	.411	.225	.107	.016	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
4	1.000	.997	.957	.630	.415	.238	.051	.006	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
5	1.000	1.000	.989	.804	.617	.416	.126	.021	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000
6	1.000	1.000	.998	.913	.786	.608	.250	.058	.006	.000	.000	.000	.000	.000	.000
7	1.000	1.000	1.000	.968	.898	.772	.416	.132	.021	.001	.000	.000	.000	.000	.000
8	1.000	1.000	1.000	.990	.959	.887	.596	.252	.057	.005	.001	.000	.000	.000	.000
9	1.000	1.000	1.000	.997	.986	.952	.755	.412	.128	.017	.004	.001	.000	.000	.000
10	1.000	1.000	1.000	.999	.996	.983	.872	.588	.245	.048	.014	.003	.000	.000	.000
11	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.995	.943	.748	.404	.113	.041	.010	.000	.000	.000
12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.979	.868	.584	.228	.102	.032	.000	.000	.000
13	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.994	.942	.750	.392	.214	.087	.002	.000	.000
14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.979	.874	.584	.383	.196	.011	.000	.000
15	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.994	.949	.762	.585	.370	.043	.003	.000
16	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.984	.893	.775	.589	.133	.016	.000
17	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.965	.909	.794	.323	.075	.001
18	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.992	.976	.931	.608	.264	.017
19	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.997	.988	.878	.642	.182

(continued)

A-4 Appendix Tables

Table A.1 Cumulative Binomial Probabilities (cont.)

$$B(x, n, p) = \sum_{y=0}^x b(y, n, p)$$

e. $n = 25$

		p														
		0.01	0.05	0.10	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.75	0.80	0.90	0.95	0.99
x	0	.778	.277	.072	.004	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.974	.642	.271	.027	.007	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	2	.998	.873	.537	.098	.032	.009	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	3	1.000	.966	.764	.234	.096	.033	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	4	1.000	.993	.902	.421	.214	.090	.009	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	5	1.000	.999	.967	.617	.378	.193	.029	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	6	1.000	1.000	.991	.780	.561	.341	.074	.007	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	7	1.000	1.000	.998	.891	.727	.512	.154	.022	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	8	1.000	1.000	1.000	.953	.851	.677	.274	.054	.004	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	9	1.000	1.000	1.000	.983	.929	.811	.425	.115	.013	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	10	1.000	1.000	1.000	.994	.970	.902	.586	.212	.034	.002	.000	.000	.000	.000	.000
	11	1.000	1.000	1.000	.998	.980	.956	.732	.345	.078	.006	.001	.000	.000	.000	.000
	12	1.000	1.000	1.000	1.000	.997	.983	.846	.500	.154	.017	.003	.000	.000	.000	.000
	13	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.994	.922	.655	.268	.044	.020	.002	.000	.000	.000
	14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.966	.788	.414	.098	.030	.006	.000	.000	.000
	15	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.987	.885	.575	.189	.071	.017	.000	.000	.000
	16	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.946	.726	.323	.149	.047	.000	.000	.000
	17	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.978	.846	.488	.273	.109	.002	.000	.000
	18	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.993	.926	.659	.439	.220	.009	.000	.000
	19	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.971	.807	.622	.383	.033	.001	.000
	20	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.991	.910	.786	.579	.098	.007	.000
	21	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.967	.904	.766	.236	.034	.000
	22	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.991	.968	.902	.463	.127	.002
	23	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.993	.973	.729	.358	.026
	24	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.996	.928	.723	.222

Table A.2 Cumulative Poisson Probabilities

$$F(x; \mu) = \sum_{y=0}^x \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}$$

		μ									
		.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	1.0
x	0	.905	.819	.741	.670	.607	.549	.497	.449	.407	.368
	1	.995	.982	.963	.938	.910	.878	.844	.809	.772	.736
	2	1.000	.999	.996	.992	.986	.977	.966	.953	.937	.920
	3		1.000	1.000	.999	.998	.997	.994	.991	.987	.981
	4				1.000	1.000	1.000	.999	.999	.998	.996
	5							1.000	1.000	1.000	.999
	6										1.000

(continued)

Table A.2 Cumulative Poisson Probabilities (cont.)

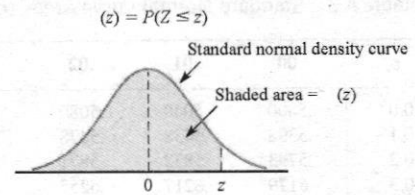
$$F(x, \mu) = \sum_{y=0}^x \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}$$

		μ												
		2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	15.0	20.0		
x	0	.135	.050	.018	.007	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.406	.199	.092	.040	.017	.007	.003	.001	.000	.000	.000	.000	.000
	2	.677	.423	.238	.125	.062	.030	.014	.006	.003	.000	.000	.000	.000
	3	.857	.647	.433	.265	.151	.082	.042	.021	.010	.000	.000	.000	.000
	4	.947	.815	.629	.440	.285	.173	.100	.055	.029	.001	.000	.000	.000
	5	.983	.916	.785	.616	.446	.301	.191	.116	.067	.003	.000	.000	.000
	6	.995	.966	.889	.762	.606	.450	.313	.207	.130	.008	.000	.000	.000
	7	.999	.988	.949	.867	.744	.599	.453	.324	.220	.018	.001	.000	.000
	8	1.000	.996	.979	.932	.847	.729	.593	.456	.333	.037	.002	.000	.000
	9		.999	.992	.968	.916	.830	.717	.587	.458	.070	.005	.000	.000
	10		1.000	.997	.986	.957	.901	.816	.706	.583	.118	.011	.000	.000
	11			.999	.995	.980	.947	.888	.803	.697	.185	.021	.000	.000
	12			1.000	.998	.991	.973	.936	.876	.792	.268	.039	.000	.000
	13				.999	.996	.987	.966	.926	.864	.363	.066	.000	.000
	14				1.000	.999	.994	.983	.959	.917	.466	.105	.000	.000
	15					.999	.998	.992	.978	.951	.568	.157	.000	.000
	16					1.000	.999	.996	.989	.973	.664	.221	.000	.000
	17						1.000	.998	.995	.986	.749	.297	.000	.000
	18							.999	.998	.993	.819	.381	.000	.000
	19							1.000	.999	.997	.875	.470	.000	.000
	20								1.000	.998	.917	.559	.000	.000
	21									.999	.947	.644	.000	.000
	22										1.000	.967	.721	.000
	23											.981	.787	.000
	24											.989	.843	.000
	25											.994	.888	.000
	26											.997	.922	.000
	27											.998	.948	.000
	28											.999	.966	.000
	29											1.000	.978	.000
	30												.987	.000
	31												.992	.000
	32												.995	.000
	33												.997	.000
	34												.999	.000
	35												.999	.000
	36												1.000	.000

A-6 Appendix Tables

Table A.3 Standard Normal Curve Areas

<i>z</i>	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2.9	.0019	.0018	.0017	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0038
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
-1.8	.0359	.0352	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0722	.0708	.0694	.0681
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3482
-0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
-0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641



(continued)

Copyright 2010 Cengage Learning. All Rights Reserved. May not be copied, scanned, or duplicated, in whole or in part. Due to electronic rights, some third party content may be suppressed from the eBook and/or eChapter(s). Editorial review has deemed that any suppressed content does not materially affect the overall learning experience. Cengage Learning reserves the right to remove additional content at any time if subsequent rights restrictions require it.

Table A.3 Standard Normal Curve Areas (cont.)

$$\Phi(z) = P(Z \leq z)$$

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9278	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

3.5	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997
3.6	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997
3.7	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997
3.8	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997
3.9	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997
4.0	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997

Copyright 2010 Cengage Learning. All Rights Reserved. May not be copied, scanned, or duplicated, in whole or in part. Due to electronic rights, some third party content may be suppressed from the eBook and/or eChapter(s). Editorial review has deemed that any suppressed content does not materially affect the overall learning experience. Cengage Learning reserves the right to remove additional content at any time if subsequent rights restrictions require it.