Civil Services (Main)
Examination- 2025

SLPM–B–STS

सांख्यिकी (प्रश्न-पत्र–II)

निर्धारित समय : तीन घण्टे	अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र संबंधी विशेष अनुदेश

(कृपया प्रश्नों के उत्तर देने से पूर्व निम्नलिखित प्रत्येक अनुदेश को ध्यानपूर्वक पढ़िए)

इसमें **आठ** प्रश्न हैं जो दो खण्डों में विभाजित हैं तथा **हिन्दी** और **अंग्रेजी** दोनों में छपे हुए हैं।

परीक्षार्थी को कुल **पाँच** प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

प्रश्न संख्या **1** और **5** अनिवार्य हैं तथा बाकी प्रश्नों में से प्रत्येक खण्ड से कम-से-कम **एक** प्रश्न चुनकर **तीन** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

प्रत्येक प्रश्न/भाग के लिए नियत अंक उसके सामने दिए गए हैं।

प्रश्नों के उत्तर उसी प्राधिकृत माध्यम में लिखे जाने चाहिए, जिसका उल्लेख आपके प्रवेश-पत्र में किया गया है, और इस माध्यम का स्पष्ट उल्लेख प्रश्न-सह-उत्तर (क्यू० सी० ए०) पुस्तिका के मुखपृष्ठ पर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। प्राधिकृत माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।

किसी प्रश्न का उत्तर देने के लिए जहाँ जरूरत हो, आँकड़े मान लीजिए तथा उसको स्पष्ट रूप से सूचित कीजिए।

चार्ट/चित्र, जहाँ आवश्यक हो, प्रश्न के उत्तर देने की जगह पर ही अंकित किए जाएँ।

प्रश्नों के उत्तरों की गणना क्रमानुसार की जाएगी। यदि काटा नहीं हो, तो प्रश्न के उत्तर की गणना की जाएगी चाहे वह उत्तर अंशतः दिया गया हो। प्रश्न-सह-उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़ा हुआ पृष्ठ या उसके अंश को स्पष्ट रूप से काटा जाना चाहिए।

STATISTICS (PAPER–II)

Time Allowed : Three Hours	Maximum Marks : 250

QUESTION PAPER SPECIFIC INSTRUCTIONS

(Please read each of the following instructions carefully before attempting questions)

There are EIGHT questions divided in two Sections and printed both in HINDI and in ENGLISH.

Candidate has to attempt FIVE questions in all.

Question Nos. **1** and **5** are compulsory and out of the remaining, THREE are to be attempted choosing at least ONE question from each Section.

The number of marks carried by a question/part is indicated against it.

Answers must be written in the medium authorized in the Admission Certificate which must be stated clearly on the cover of this Question-cum-Answer (QCA) Booklet in the space provided. No marks will be given for answers written in a medium other than the authorized one.

Wherever any assumptions are made for answering a question, they must be clearly indicated.

Charts/Figures, wherever required, shall be drawn in the space provided for answering the question itself.

Attempts of questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer Booklet must be clearly struck off.

खण्ड—A / SECTION—A

1\. *(a)* नियंत्रण संचित्र (चार्ट) विश्लेषण में संकारक अभिलक्षण (ओ० सी०) वक्रों के महत्त्व को बताइए। एक गुणवत्ता विशेषता के लिए प्रसामान्य बंटन की मान्यता के अन्तर्गत, माध्य ($\overline{X}$) चार्ट के तहत, ओ० सी० फलन का सामान्य व्यंजक प्राप्त कीजिए। व्यंजक का उपयोग करके एक शिफ्ट μ_0 से $\mu_1 = \mu_0 + 2\sigma$ में खोजे जाने की प्रायिकता निकालिए, जबकि एक $\overline{X}$ चार्ट का उपयोग 3σ सीमाओं के साथ किया जाता है, जहाँ उपसमूह का आमाप $n = 6$ है। (मानक प्रसामान्य तालिका प्रदान की गई है।)

State the significance of operating characteristic (OC) curves in control chart analysis. Obtain the general expression for the OC function corresponding to the mean ($\overline{X}$) chart under the assumption of normal distribution for a quality characteristic. Using the expression, find the probability that a shift will be detected from μ_0 to $\mu_1 = \mu_0 + 2\sigma$, when an $\overline{X}$ chart is used with 3σ limits, where the subgroup size is $n = 6$. (Standard normal table is provided.) 10

(b) सुधारात्मक निरीक्षण का क्या मतलब है? सुधारात्मक निरीक्षण से संबंधित मापों की व्याख्या कीजिए तथा गुणों के लिए एकल प्रतिचयन आयोजना के तहत ऐसे मापों के व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

What is meant by rectifying inspection? Explain the measures associated with rectifying inspection and derive the expressions of such measures in the case of a single sampling plan by attributes. 10

(c) एक अर्धचालक लेजर के जीवन-काल का बंटन लघुगणकीय प्रसामान्य है, जिसके प्राचल $\mu = 10$ घंटे तथा $\sigma = 1{\cdot}5$ घंटे हैं।

(i) जीवन-काल 10000 घंटे से अधिक होने की प्रायिकता ज्ञात कीजिए।

(ii) 99% लेजरों का जीवन-काल किस जीवन-काल से अधिक है?

(मानक प्रसामान्य तालिका प्रदान की गई है।)

The lifetime of a semiconductor laser has a log-normal distribution with parameters $\mu = 10$ hours and $\sigma = 1{\cdot}5$ hours.

(i) Find the probability that the lifetime exceeds 10000 hours.

(ii) What lifetime is exceeded by 99% of lasers?

(Standard normal table is provided.) 5+5=10

(d) एक थोक व्यापारी को एक उत्पाद की 400 इकाइयाँ प्रत्येक सोमवार को अपने ग्राहकों को भेजनी होती हैं। वह उत्पादक से उत्पाद ₹ 50 प्रति इकाई के हिसाब से प्राप्त करता है। उत्पादक से आदेश तथा परिवहन की कीमत ₹ 75 प्रति ऑर्डर है। मालसूची (इंवेन्ट्री) ले जाने की कीमत, उत्पाद की कीमत का 7·5% प्रति वर्ष है। ज्ञात कीजिए *(i)* मितव्ययी प्रचय परिमाण, *(ii)* कुल इष्टतम लागत (पूँजीगत लागत सम्मिलित) और *(iii)* कुल साप्ताहिक लाभ, यदि मद ₹ 55 प्रति इकाई के हिसाब से बेची जाती है।

A stockist has to supply 400 units of a product every Monday to his customers. He gets the product at ₹ 50 per unit from the manufacturer. The cost of ordering and transportation from the manufacturer is ₹ 75 per order. The cost of carrying inventory is 7·5% per year of the cost of the product. Find *(i)* the economic lot size, *(ii)* the total optimal cost (including the capital cost) and *(iii)* the total weekly profit, if the item is sold for ₹ 55 per unit. 10

सारणी : संचयी प्रसामान्य बंटन

Table : Cumulative Normal Distribution

$$\phi(x) = \int_{-\infty}^{x} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2}\, dt$$

X	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

x	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291	3.891	4.417
$\phi(x)$	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995	0.999	0.9995	0.99995	0.999995
$2[1-\phi(x)]$	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001	0.0001	0.000001

(e) औसतन 96 मरीजों को 24 घंटे प्रतिदिन आपातकालीन चिकित्सालय की सेवा की आवश्यकता है। औसतन एक मरीज को 10 मिनट के सक्रिय ध्यान की भी आवश्यकता है। मान लीजिए कि इस तरह की सुविधा एक समय में केवल एक आपातकालीन स्थिति को सँभाल सकती है। मान लीजिए कि 10 मिनट का औसत सेवा समय प्राप्त करने के लिए इलाज किए गए प्रति रोगी पर चिकित्सालय ₹ 1,000 खर्च करता है, और इस औसत समय में कमी के प्रत्येक मिनट के लिए चिकित्सालय में इलाज किए गए प्रति रोगी पर ₹ 100 खर्च आता है। पंक्ति के औसत आमाप को $1\frac{1}{3}$ रोगियों से $\frac{1}{2}$ रोगी तक कम करने के लिए चिकित्सालय द्वारा कितना बजट किया जाना चाहिए?

On the average, 96 patients per 24-hour day require the service of an emergency clinic. Also, on the average, a patient requires 10 minutes of active attention. Assume that the facility can handle only one emergency at a time. Suppose that it costs the clinic ₹ 1,000 per patient treated to obtain an average serving time of 10 minutes, and that each minute of decrease in this average time would cost the clinic ₹ 100 per patient treated. How much would have to be budgeted by the clinic to decrease the average size of the queue from $1\frac{1}{3}$ patients to $\frac{1}{2}$ patient? 10

2. (a) (i) चरों के लिए नियंत्रण संचित्र (चार्ट) तथा गुणों के लिए नियंत्रण संचित्र (चार्ट) क्या हैं?

What are control charts by variables and control charts by attributes? 5

(ii) प्रतिदर्श मानक विचलन के आधार पर माध्य और परिवर्तनशीलता के लिए नियंत्रण संचित्रों के निर्माण के लिए नियंत्रण सीमाओं को व्युत्पन्न कीजिए।

Derive the control limits for the construction of control charts for the mean and variability based on sample standard deviation. 15

(b) (i) चरों द्वारा प्रतिदर्शी निरीक्षण आयोजनाओं के अंतर्गत मान्यताओं को बताइए तथा गुणता अभिलक्षण के लिए प्रसामान्य बंटन की कल्पना के अंतर्गत, चरों द्वारा एकल प्रतिचयन आयोजना की संचालन प्रक्रिया का वर्णन कीजिए।

State the assumptions involved under sampling inspection plans by variables and describe the operating procedure of a single sampling plan by variables under the assumption of normal distribution for a quality characteristic. 5

(ii) चरों द्वारा एकल प्रतिचयन आयोजना के अंतर्गत दूषितानुपात और स्वीकरण प्रायिकता के बीच संबंध स्थापित कीजिए, जबकि गुणता अभिलक्षण एक प्रसामान्य बंटन का अनुसरण करता है, जिसका माध्य μ और प्रसरण σ^2 है (σ^2 ज्ञात नहीं है), तथा जबकि ऊपरी विनिर्देश सीमा निर्दिष्ट है। संबंध का उपयोग करते हुए प्रतिचयन आयोजना के प्राचलों को ज्ञात करने के लिए सूत्र प्राप्त कीजिए।

Establish the relationship between the fraction defective and the acceptance probability under a single sampling plan by variables when the quality characteristic follows a normal distribution with mean μ and variance σ^2, where σ^2 is unknown, and when an upper specification limit is specified. Using the relationship, obtain the formula for finding the parameters of the sampling plan. 10

(c) (i) n घटकों की एक प्रणाली के दिए जाने पर, उसके अवस्था सदिश तथा संरचना फलन को परिभाषित कीजिए। ये क्या संकेत देते हैं?

Given a system consisting of n components, define the state vector and the structure function of the system. What do they indicate? 5

(ii) (1) एक शृंखला प्रणाली, (2) एक समांतर प्रणाली तथा (3) एक n-में-से-k प्रणाली को परिभाषित करते हुए संरचना फलनों और विश्वसनीयता फलनों के लिए संबंधित व्यंजकों को प्राप्त कीजिए।

Defining (1) a series system, (2) a parallel system and (3) a k-out-of-n system, obtain the associated expressions for the structure functions and the reliability functions. 10

3. (a) एक कम्पनी प्रतिदिन 30 मदों का निर्माण करती है। उन मदों की बिक्री माँग पर निर्भर करती है, जो निम्नलिखित बंटन का अनुसरण करती है :

बिक्री (इकाई)	27	28	29	30	31	32
प्रायिकता	0·10	0·15	0·20	0·35	0·15	0·05

उत्पादन लागत तथा विक्रय मूल्य प्रति इकाई क्रमशः ₹ 400 और ₹ 500 हैं। किसी भी अनबिके उत्पाद का निपटान ₹ 150 प्रति इकाई की हानि पर किया जाता है। यदि माँग पूरी नहीं हुई, तो ₹ 50 प्रति इकाई का जुर्माना है।

निम्न यादृच्छिक संख्याओं का उपयोग करके अगले 10 दिनों के लिए कंपनी के/की कुल लाभ/हानि का आकलन कीजिए :

23, 99, 65, 99, 95, 01, 79, 11, 16, 10

यदि कंपनी प्रतिदिन 20 मदों का उत्पादन करने का निर्णय करती है, तो कम्पनी को क्या लाभ या हानि है?

A company manufactures 30 items per day. The sale of those items depends upon demand which has the following distribution :

Sale (units)	27	28	29	30	31	32
Probability	0·10	0·15	0·20	0·35	0·15	0·05

The production cost and selling price of each unit are ₹ 400 and ₹ 500 respectively. Any unsold product is to be disposed off at a loss of ₹ 150 per unit. There is a penalty of ₹ 50 per unit if the demand is not met.

Use the following random numbers to estimate total profit/loss for the company for the next 10 days :

23, 99, 65, 99, 95, 01, 79, 11, 16, 10

If the company decides to produce 20 items per day, what is the advantage or disadvantage to the company? 15

(b) एक कंपनी के पास चार प्लांट P_1, P_2, P_3 और P_4 हैं, जिनमें से यह तीन बाजारों M_1, M_2 तथा M_3 में आपूर्ति करती है। निम्न दिए गए आँकड़ों, जिसमें प्लांट से बाजार तक स्थानांतरण लागत, प्रत्येक प्लांट पर उपलब्ध मात्रा तथा प्रत्येक बाजार में आवश्यक मात्राएँ हैं, का उपयोग करके इष्टतम परिवहन योजना प्राप्त कीजिए :

बाजार ↓	प्लांट				बाजार में आवश्यक
	P_1	P_2	P_3	P_4	
M_1	19	14	23	11	11
M_2	15	16	12	21	13
M_3	30	25	16	39	19
प्लांट पर उपलब्ध	6	10	12	15	43

A company has four plants P_1, P_2, P_3 and P_4 from which it supplies to three markets M_1, M_2 and M_3. Determine the optimal transportation plan from the following data giving the plant to market shifting costs, quantities available at each plant and quantities required at each market :

Market ↓	*Plant*				*Required at market*
	P_1	P_2	P_3	P_4	
M_1	19	14	23	11	11
M_2	15	16	12	21	13
M_3	30	25	16	39	19
Available at plant	6	10	12	15	43

15

(c) जनवरी 1 (इस वर्ष) को एक वस्तु के ब्रांड A, B और C के पास बाजार शेयर के 40, 40 तथा 20 प्रतिशत थे। बाजार अनुसंधान के आधार पर यह संकलन किया गया कि ब्रांड A अपने 90 प्रतिशत ग्राहकों को बनाए रखता है, जबकि उसमें 5 प्रतिशत B के ग्राहक और 10 प्रतिशत C के ग्राहक बढ़ जाते हैं। ब्रांड B अपने 85 प्रतिशत ग्राहकों को बनाए रखता है, जबकि उसमें 5 प्रतिशत A के ग्राहक और 7 प्रतिशत C के ग्राहक बढ़ जाते हैं। ब्रांड C अपने 83 प्रतिशत ग्राहकों को बनाए रखता है, जबकि उसमें 5 प्रतिशत A के ग्राहक और 10 प्रतिशत B के ग्राहक बढ़ जाते हैं। प्रत्येक ब्रांड के शेयर जनवरी 1 (अगले वर्ष) क्या होंगे और प्रत्येक ब्रांड के शेयर संतुलित बाजार में क्या होंगे?

On January 1 (this year), brands A, B and C of a commodity had 40, 40 and 20 percent of the market share. Basing upon a market research, it is compiled that brand A retains 90 percent of its customers, while gaining 5 percent of B's customers and 10 percent of C's customers. Brand B retains 85 percent of its customers, while gaining 5 percent of A's customers and 7 percent of C's customers. Brand C retains 83 percent of its customers and gains 5 percent of A's customers and 10 percent of B's customers. What will be each brand's share on January 1 (next year) and what will be each brand's share in the market at equilibrium? 20

4. *(a)* उस खेल को हल कीजिए, जिसका भुगतान आव्यूह है

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & 8 \\ 7 & 5 & -1 \\ 6 & 0 & 12 \end{bmatrix}$$

Solve the game whose payoff matrix is

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & 8 \\ 7 & 5 & -1 \\ 6 & 0 & 12 \end{bmatrix}$$

15

(b) पेनाल्टि (बिग M) विधि का उपयोग करके निम्नलिखित रैखिक प्रोग्रामन समस्या को हल कीजिए :

न्यूनतमीकरण कीजिए $Z = 5x_1 + 3x_2$

निम्न प्रतिबंधों के अंतर्गत

$$2x_1 + 4x_2 \le 12$$
$$2x_1 + 2x_2 = 10$$
$$5x_1 + 2x_2 \ge 10$$
$$x_1, x_2 \ge 0$$

Use the penalty (Big M) method to solve the following linear programming problem :

Minimize $Z = 5x_1 + 3x_2$

subject to the constraints

$$2x_1 + 4x_2 \le 12$$
$$2x_1 + 2x_2 = 10$$
$$5x_1 + 2x_2 \ge 10$$
$$x_1, x_2 \ge 0$$

15

(c) (i) गैर-अनुरूप इकाई तथा गैर-अनुरूपता के बीच अंतर बताइए। गैर-अनुरूपताओं के लिए एक नियंत्रण संचित्र (चार्ट) के निर्माण हेतु उपयुक्त शर्तों को बताइए तथा प्रति निरीक्षण इकाई में गैर-अनुरूपताओं की औसत संख्या पर आधारित नियंत्रण संचित्र के लिए नियंत्रण सीमाओं को व्युत्पन्न कीजिए।

Distinguish between a nonconforming unit and a nonconformity. State the appropriate conditions for constructing a control chart for nonconformities and derive the control limits for a control chart based on the average number of nonconformities per inspection unit. 2+8=10

(ii) गुणों के आधार पर इकाई-दर-इकाई अनुक्रमिक प्रतिचयन आयोजना की संचालन प्रक्रिया का वर्णन कीजिए। एक अनुक्रमिक प्रतिचयन आयोजना की अद्वितीय विशेषता क्या है?

Describe the operating procedure of unit-by-unit sequential sampling plan by attributes. What is the unique feature of a sequential sampling plan? 5

(iii) एक फ्लैट पैनल डिस्प्ले यूनिट में उपयोग किए गए एक इलेक्ट्रॉनिक घटक की विफलता का समय संतोषजनक तरीके से एक वेबुल बंटन द्वारा मॉडल किया गया, जिसका आकृति प्राचल $\beta = \frac{1}{2}$ और मापक्रम प्राचल $\theta = 5000$ घंटे हैं। विफलता का माध्य समय तथा घटक का अंश, जो 20000 घंटों से अधिक जीवित रहने की आशा रखता है, प्राप्त कीजिए।

The time to failure for an electronic component used in a flat panel display unit is satisfactorily modelled by a Weibull distribution with the shape parameter $\beta = \frac{1}{2}$ and the scale parameter $\theta = 5000$ hours. Find the mean time to failure and the fraction of component that is expected to survive beyond 20000 hours. 2+3=5

खण्ड—B / SECTION—B

5. *(a)* एक समाश्रयण निदर्श में बहुसंरेखता समस्या की व्याख्या कीजिए। इसके नतीजे क्या हैं? बहुसंरेखता के विभिन्न संकेतकों को बताइए तथा उनकी व्याख्या कीजिए।

Explain the multicollinearity problem in a regression model. What are its consequences? State the different indicators of multicollinearity and explain. 10

(b) संतत आँकड़ों के संदर्भ में अशोधित जन्मदर, सामान्य प्रजनन दर और कुल प्रजनन दर के बीच संबंध स्थापित कीजिए। इन प्रजनन दरों के गुणों का भी उल्लेख कीजिए।

Establish the relationship among crude birthrate, general fertility rate and total fertility rate in the context of continuous data. Also, mention the properties of these fertility rates. 10

(c) जनसांख्यिकीय मॉडलिंग में स्थिर बनाम अर्ध-स्थिर जनसंख्या अनुमान का उपयोग करने के तात्पर्य क्या हैं?

What are the implications of using stable versus quasi-stable population assumption in demographic modelling? 10

(d) विषम विचालिता (हेटेरोस्केडैस्टिसिटी) की समस्या की विवेचना कीजिए। दिया गया है कि $Y_i = \alpha + \beta X_i + U_i$ साथ में $E(U_i^2) = K^2 X_i^2$, तो सिद्ध कीजिए कि α और β के साधारण न्यूनतम वर्ग (ओ० एल० एस०) आकलकों के प्रसरण, मूल मॉडल के रूपांतरित संस्करण के साधारण न्यूनतम वर्ग आकलकों के प्रसरण से अधिक हैं।

Discuss the problem of heteroscedasticity. Given that $Y_i = \alpha + \beta X_i + U_i$ with $E(U_i^2) = K^2 X_i^2$, prove that OLS estimates of α and β possess greater variance than OLS estimates of the transformed version of original model. 10

(e) एक परीक्षण की वैधता से क्या अर्थ मिलता है? वैधता तथा विश्वसनीयता की अवधारणाओं के बीच का अंतर बताइए।

What does it imply by validity of a test? Distinguish between the concepts of validity and reliability. 10

6. *(a)* निम्न दिए गए आँकड़ों के आधार पर, सभी आयु-वर्गों के लिए, आयु-विशिष्ट मृत्यु दर (ए० एस० डी० आर०) की गणना कीजिए। ए० एस० डी० आर० के आधार पर अशोधित मृत्यु दर (सी० डी० आर०) की भी गणना कीजिए :

आयु-वर्ग (वर्षों में)	0–10	10–30	30–50	50–70	70 और अधिक
जनसंख्या	10000	18000	26000	20000	5000
मृतकों की संख्या	220	40	62	350	2000

जब उपर्युक्त सारणी को संकलित किया गया, तो यह बाद में पता चला कि दो व्यक्ति जिनकी आयु 47 और 54 थी, उनको गलती से 37 और 45 अंकित कर लिया गया। सही आयु आँकड़ों पर आधारित पुनः ए० एस० डी० आर० तथा सी० डी० आर० की गणना कीजिए। (सभी गणनाएँ केवल 3 दशमलव तक हैं।)

On the basis of the figures given below, calculate the age-specific death rates (ASDRs) for all the age groups. Also, calculate the crude death rate (CDR) on the basis of ASDRs :

Age group (in years)	0–10	10–30	30–50	50–70	70 and above
Population	10000	18000	26000	20000	5000
Number of deaths	220	40	62	350	2000

It was later discovered that two individuals, aged 47 and 54, were incorrectly recorded as being 37 and 45, while compiling the above table. Recalculate the ASDRs and CDR based on the corrected age data. (All calculations are up to 3 decimals only.) 15

(b) एक उदाहरण के साथ अभिनिर्धारण की समस्या की चर्चा कीजिए। अभिनिर्धारण की कोटि एवं क्रम प्रतिबंधों को बताइए। नीचे दिए गए संरचनात्मक मॉडल की अभिज्ञेयता की जाँच कीजिए :

$$y_1 = \alpha_1 + \beta_{12}y_2 + \beta_{13}y_3 + \gamma_{11}x_1 + \gamma_{12}x_2 + u_1$$
$$y_2 = \alpha_2 + \beta_{23}y_3 + \gamma_{21}x_1 + \gamma_{22}x_2 + u_2$$
$$y_3 = \alpha_3 + \beta_{31}y_1 + \gamma_{31}x_1 + \gamma_{32}x_2 + u_3$$
$$y_4 = \beta_{41}y_1 + \beta_{42}y_2 + \beta_{43}x_3 + u_4$$

Discuss the problem of identification with an example. State the rank and order conditions of identification. Check the identifiability of the following structural model :

$$y_1 = \alpha_1 + \beta_{12}y_2 + \beta_{13}y_3 + \gamma_{11}x_1 + \gamma_{12}x_2 + u_1$$
$$y_2 = \alpha_2 + \beta_{23}y_3 + \gamma_{21}x_1 + \gamma_{22}x_2 + u_2$$
$$y_3 = \alpha_3 + \beta_{31}y_1 + \gamma_{31}x_1 + \gamma_{32}x_2 + u_3$$
$$y_4 = \beta_{41}y_1 + \beta_{42}y_2 + \beta_{43}x_3 + u_4$$

15

(c) किसी विशिष्ट जनसंख्या के 50 से 60 वर्ष के आयु-वर्ग के लिए वय सारणी तैयार कीजिए। मान लीजिए कि 10000 व्यक्ति 50 वर्ष की आयु में जीवित हैं और आयु x से $x+1$ के बीच मृत्यु की प्रायिकता इस प्रकार दी गई है, $q_x = 0 \cdot 001 + 0 \cdot 0002x$; $x = 50, 51, \ldots, 60$ के लिए। $x = 50, 51, 52, \ldots, 60$ के लिए स्तंभों x, l_x, q_x, d_x और L_x के साथ वय सारणी तैयार कीजिए।

Prepare a life table for an age group from age 50 to age 60 of a specific population. Assume that there are 10000 persons living at age 50 and the probability of death within age x to $x+1$ is given as $q_x = 0 \cdot 001 + 0 \cdot 0002x$ for $x = 50, 51, \ldots, 60$. Prepare the life table with columns x, l_x, q_x, d_x and L_x for $x = 50, 51, 52, \ldots, 60$. 20

7\. *(a)* सूचकांक की संकल्पना की व्याख्या कीजिए। निम्नलिखित आँकड़ों से फ़िशर के आदर्श सूचकांक की गणना कीजिए और सत्यापित कीजिए कि क्या यह कालोत्क्रमण तथा उपादान उत्क्रमण परीक्षणों को संतुष्ट करता है :

वस्तु	2006		2007	
	p_0	q_0	p_1	q_1
A	10	40	12	45
B	11	50	11	52
C	14	30	17	30
D	8	28	10	29
E	12	15	13	20

Explain the concept of index number. Calculate the Fisher's ideal index number from the following data and verify that whether it satisfies time reversal and factor reversal tests :

Commodity	2006		2007	
	p_0	q_0	p_1	q_1
A	10	40	12	45
B	11	50	11	52
C	14	30	17	30
D	8	28	10	29
E	12	15	13	20

15

(b) वृद्धिघात वृद्धि मॉडल, जिसकी वहन क्षमता $K = 10000000$ है, का उपयोग करते हुए किसी शहर की जनसंख्या वृद्धि का मॉडल तैयार किया गया। जनसंख्या आँकड़े (हजारों में), 2 वर्ष के अंतराल पर 2014 $(t = 0)$ से 2024 $(t = 10)$ तक दिए गए हैं :

वर्ष (t)	0	2	4	6	8	10
जनसंख्या $P(t)$ (1000 में)	1000	1785	2575	3400	4900	6200

(i) वृद्धिघात वृद्धि मॉडल के दो प्राचलों का आकलन कीजिए।

(ii) आकलित मॉडल का उपयोग करते हुए वर्ष 2026 के लिए शहर की जनसंख्या का प्रक्षेपण कीजिए।

The population growth of a city is modelled using logistic growth model with a carrying capacity of $K = 10000000$. The population data (in thousands) is provided at 2-year intervals from 2014 (taken as $t = 0$) to 2024 $(t = 10)$:

Year (t)	0	2	4	6	8	10
Population $P(t)$ (in 1000s)	1000	1785	2575	3400	4900	6200

(i) Estimate the two parameters of the logistic growth model.

(ii) Using the estimated model, project the population of the city for the year 2026. 16+4=20

(c) हमारे देश में क्षेत्रफल तथा उपज से संबंधित कृषि सांख्यिकी की विवेचना कीजिए। कृषि सांख्यिकी की आवश्यकता तथा महत्त्व को भी इंगित कीजिए।

Discuss the agricultural statistics relating to area and yield in our country. Also, point out the need and importance of agricultural statistics. 15

8. (a) काल श्रेणी को परिभाषित कीजिए। एक गतिमान-माध्य प्रक्रम, जिसमें यादृच्छिक घटकों $\{e_i, i = 1, 2, ...\}$ के भार $\{a_1, a_2, ..., a_m\}$ हैं, जहाँ e_i स्वतंत्र और समान रूप से $N(0, \sigma^2)$ के अनुसार बंटित हैं, के लिए सहसंबंध-चित्र फलन प्राप्त कीजिए। इसके रूप को ज्ञात कीजिए, जबकि सभी भार बराबर हैं और उनका योग 1 है।

Define time series. For a moving-average process with weights $\{a_1, a_2, ..., a_m\}$ of random components $\{e_i, i = 1, 2, ...\}$, where e_i's are i.i.d. $N(0, \sigma^2)$, obtain the correlogram function. Find its form, when all the weights are equal and their sum is 1. 15

(b) एक विद्यार्थी A ने गणित तथा भाषा की परीक्षा में, जिनमें प्रत्येक में अधिकतम अंक 150 हैं, क्रमशः 120 और 105 अंक प्राप्त किए। बताइए कि किस विषय में विद्यार्थी A, T-स्कोर के माप के आधार पर दूसरे विद्यार्थियों की अपेक्षा अधिक योग्य है। निम्नलिखित सारणी में उसी कक्षा के 15 विद्यार्थियों द्वारा प्राप्त अंकों का एक प्रतिदर्श दिया गया है :

गणित में प्राप्तांक	*भाषा में प्राप्तांक*
100	67
75	63
88	73
85	77
92	60
94	53
93	50
84	48
67	38
96	73
100	36
102	45
94	47
73	39
83	56

The marks obtained by student A in Mathematics and Language tests of maximum marks 150 each are 120 and 105 respectively. Find out in which subject, student A is more able as compared to other students based on the measure of T score. The following table gives a sample of marks obtained by 15 students of the same class :

Score in Mathematics	*Score in Language*
100	67
75	63
88	73
85	77
92	60
94	53
93	50
84	48
67	38
96	73
100	36
102	45
94	47
73	39
83	56

15

(c) रेखीय समाश्रयण मॉडल में, प्राचलों के आकलन की द्विचरण न्यूनतम वर्ग (2 एस० एल० एस०) विधि का वर्णन कीजिए। इसकी कल्पनाओं को भी बताइए तथा इसके गुणों की चर्चा कीजिए।

Describe the 2-stage least squares (2SLS) method of estimation of parameters in linear regression model. Also, state the assumptions and discuss its properties. 20

* * *