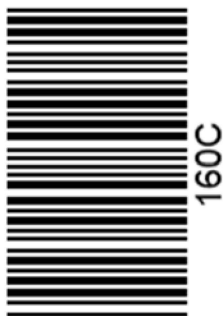


کد کنترل

160

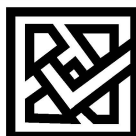
C



160C

صبح جمعه

۱۴۰۲/۱۲/۰۴



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان سنجش آموزش کشور

«در زمینه مسائل علمی، باید دنبال قله بود.»
مقام معظم رهبری

آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپوسته داخل - سال ۱۴۰۳

مهندسی صنایع (کد ۱۲۵۹)

مدت زمان پاسخگویی: ۲۲۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۷۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۲۵	۱	۲۵
۲	تحقیق در عملیات (۱ و ۲)	۲۰	۲۶	۴۵
۳	تئوری احتمال و آمار مهندسی	۲۰	۴۶	۶۵
۴	درس تخصصی (طرح‌ریزی واحدهای صنعتی، کنترل کیفیت آماری، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، برنامه‌ریزی و کنترل تولید و موجودی‌ها، اقتصاد مهندسی)	۵۰	۶۶	۱۱۵
۵	ریاضی عمومی (۱ و ۲)	۲۰	۱۱۶	۱۳۵
۶	اقتصاد عمومی (۱ و ۲)	۲۰	۱۳۶	۱۵۵
۷	اصول مدیریت و تئوری سازمان	۲۰	۱۵۶	۱۷۵

این آزمون، نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

purpose. Wealthy families (9) private tutors to teach their children at home, while less well-off children were taught in groups. Teaching conditions for teachers could differ greatly. Tutors who taught in a wealthy family did so in comfort and with facilities; (10) been brought to Rome as slaves, and they may have been highly educated.

- 8- 1) which depending 2) and depended
3) for depended 4) that depended
- 9- 1) have employed 2) employed
3) were employed 4) employing
- 10- 1) some of these tutors could have 2) because of these tutors who have
3) that some of them could have 4) some of they should have

PART C: Reading Comprehension

Directions: Read the following three passages and answer the questions by choosing the best choice (1), (2), (3), or (4). Then mark the correct choice on your answer sheet.

PASSAGE 1:

The idea of the role of an industrial designer in the life of the society and in the eyes of the people is completely different. But it can be said that its main task is to invent and implement conceptual solutions to overcome the problems of form and ergonomics, functionality and aesthetics, and sometimes marketing, branding, sustainability and sales.

It follows that an industrial designer is at the same time directly related not only to the design of the product but also to other aspects of it. Thanks to the inventions of many industrial designers from around the world, this area is still receiving a lot of attention.

Industrial design is based on a combination of art and technology. Its mission is to create an attractive look for a variety of industrial products, from simple items and furniture to all types of vehicles (cars, trains and airplanes). Industrial design consists of three main pillars: technology, art, and marketing. The scale of industrial design extends from home appliances to high-tech scientific products. The main task of industrial design is to improve the ergonomics and aesthetics of work equipment, household appliances, complex technical mechanisms, and various types of transport.

- 11- The phrase “it follows that” in paragraph 2 is closest in meaning to
1) however 2) moreover 3) in other words 4) consequently
- 12- The word “it” in paragraph 2 refers to
1) task 2) design 3) product 4) branding
- 13- According to paragraph 2, which of the following statements is true?
1) Industrial designers solely deal with the design of a product.
2) Industrial design is nowadays pushed to the margins in terms of importance.
3) There is no general agreement about the role of an industrial designer in the life of a society and in the eyes of the people.
4) The primary job of industrial designers is to help the manufacturing company to properly market the product.

- 14- According to paragraph 2, which of the following statements is true?
- 1) In industrial design, function is more important than beauty.
 - 2) Industrial design is where art and technology intersect.
 - 3) Industrial design is more related to the theoretical aspects of industrial products.
 - 4) The range of products in industrial design is more varied in the artistic section as opposed to the technological.
- 15- Which of the following best describes the purpose of the passage?
- 1) Explaining a concept
 - 2) Reviving a forgotten field
 - 3) Arguing for a course of action
 - 4) Tracing the origin of a phenomenon

PASSAGE 2:

Industrial work design in its classical form incorporates the principles of specialization, repetitiveness, reduction of skill content, and minimum influence on the production process. The dehumanizing effects of such a design are manifested through monotony, lack of challenge, strict adherence to work method and production standard, and a hierarchical social order. Adler (1991) maintained that traditional work design attempts to make the jobs idiot-proof and thus promotes the deskilling myth. Traditionally the designers believe that the most effective work designs will be those that minimize on users' skills and users' involvement in the production process. [1] Salzman (1992) contended that the traditional approach, which considers workers as unreliable system components, goes against the strategies that require greater worker involvement for improving productivity and quality. [2]

For too long, management has taken for granted that specialization is the key organizing principle of modern industry and the main source of its remarkable productivity. The resulting effect of this concept is that jobs or tasks in industry have become repetitive and routine, simple and non-challenging. [3] No doubt, specialization has contributed toward increased industrial worker productivity. However, some social scientists believe that industry has gone too far in incorporating specialization, resulting in a diminished return. They argue that specialization has not only resulted in reducing worker motivation for effective performance but has caused greater dissatisfaction and turnover. [4]

- 16- The term "idiot-proof" in paragraph 1 is closest in meaning to
- 1) uncomplicated
 - 2) inexpensive
 - 3) well-paid
 - 4) appealing
- 17- The phrase "this concept" in paragraph 2 refers to
- 1) management
 - 2) specialization
 - 3) productivity
 - 4) modern industry
- 18- According to the passage, which of the following statements is true?
- 1) In the classical definition of industrial design, workers' skill plays a crucial role.
 - 2) It may not be necessarily beneficial to move towards more specialization in the industry.
 - 3) The dehumanizing effects of industrial work result from the lack of a mechanized process.
 - 4) Specialization is a term recently introduced and adopted within the discipline of management.

- 19- In which position marked by [1], [2], [3] or [4], can the following sentence best be inserted in the passage?
 These theorists have given importance to the worker's social and affiliation needs in their search for optimum methods of work design.
 1) [1] 2) [2] 3) [3] 4) [4]
- 20- The passage provides sufficient information to answer which of the following questions?
 I. Who is the founding figure of the classical approach to work design?
 II. Which industrial design scholar was the first figure to raise doubt about the role of specialization in the industry?
 III. How did designers traditionally characterize the most effective work designs?
 1) Only I 2) Only II 3) Only III 4) II and III

PASSAGE 3:

Communication between designers and human factors specialists needs to be improved and there is evidence to suggest that human factors specialists need to concentrate on the users of their knowledge and data (Rouse *et al*, 1991). Over the past few years, we have been conducting a range of studies to explore and identify this communication deficit. [1] Our studies were specifically related to the development of novel interfaces for consumer products.

Initially, our studies were concerned with the development of appropriate and relevant guidelines that were based on user (designer) needs. Our studies revealed that designers found it difficult to define or articulate a design problem in 'guideline terms'. [2] Even with the aid of our support in defining specific guidelines to suit their needs, the active use of conventional guidelines in interface design decision making was poor.

[3] When the designers were asked why this was the case, they stated that even quite simple design problems were considered within the context of other higher level and stronger 'determining' design decisions. For example the placement, style and functionality of a particular control device could be determined by other decisions that have already been made in the organization. Local interface design decisions were rarely made without consultation at other levels in the organization. [4]

- 21- The word "deficit" in paragraph 1 is closest in meaning to
 1) inadequacy 2) technique 3) guideline 4) consideration
- 22- According to paragraph 3, what is the main problem mentioned by the designers regarding the lack of proper implementation of conventional guidelines?
 1) The inability to match the guidelines to the pressing needs
 2) The difficulty of identifying the root cause of the problems
 3) The inter-connectedness of factors related to design decisions
 4) Lack of proper support teams in facilitating the formulation of a solution

- 23- According to the passage, which of the following statements is true?
 1) Previous scholarship indicates that human factors specialists should focus on the requirements of final consumers of industrial products.
 2) After defining guidelines for the designers' needs, the use of conventional guidelines in interface design was nevertheless not satisfactory.
 3) Previously, the studies focused on the revival of efficient interfaces that were once successfully used for consumer products.
 4) Human factors specialists had difficulty understanding the guidelines provided by the support team.
- 24- Which of the following techniques is used in paragraph 3?
 1) Definition 2) Classification
 3) Exemplification 4) Statistics
- 25- In which position marked by [1], [2], [3] or [4], can the following sentence best be inserted in the passage?
This made the inclusion or use of design guidelines difficult in this context.
 1) [1] 2) [2] 3) [3] 4) [4]

تحقیق در عملیات (۱ و ۲):

- ۲۶- چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد ماتریس AA^T ، درست است؟
 - همه مقادیر ویژه این ماتریس حقیقی هستند.
 - همه مقادیر ویژه حقیقی این ماتریس نامنفی هستند.
 - ماتریس معکوس پذیر است.

- (۱) صفر (۲) ۱
 (۳) ۲ (۴) ۳

- ۲۷- فرض کنید A مربعی و معکوس پذیر است و $B = A^T A$ ، آنگاه کدام رابطه درست است؟

- (۱) $A^T B^{-1} = A^{-1}$ (۲) $B^{-1} A^T = A$
 (۳) $A^T B^{-1} = A$ (۴) $B^{-1} A^T = A^{-1}$

- ۲۸- جدول سیمپلکس بهینه زیر را در نظر بگیرید. در صورت تغییر C_1 (ضریب X_1 در تابع هدف) تا حدی که منتج به تغییر پایه فعلی شود، کدام مورد درست است؟

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	
							(۱) X_2 جای خود را با X_5 عوض می‌کند.
X_2	۰	۱	$-\frac{2}{7}$	$-\frac{1}{7}$	$\frac{3}{35}$	۰	(۲) X_1 جای خود را با X_4 عوض می‌کند.
							(۳) X_6 جای خود را با X_4 عوض می‌کند.
X_6	۰	۰	$-\frac{11}{7}$	$-\frac{2}{7}$	$\frac{1}{14}$	۱	(۴) X_6 جای خود را با X_5 عوض می‌کند.
X_1	۱	۰	$\frac{11}{7}$	$\frac{2}{7}$	$-\frac{1}{14}$	۰	
	۰	۰	$-\frac{4}{7}$	$-\frac{11}{14}$	$-\frac{1}{35}$	۰	$-\frac{3}{51}$

۲۹- مقدار بهینه مدل برنامه ریزی خطی زیر چه مقدار است؟

$$\begin{aligned} \max z &= 8x_1 + 17x_2 + 10x_3 && 11,650 \quad (1) \\ \text{s.t.} \quad x_1 + 2x_2 + 4x_3 &\leq 2000 && 17,000 \quad (2) \\ 2x_1 + x_2 + x_3 &\leq 3600 && 24,000 \quad (3) \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 &\leq 2400 && 32,500 \quad (4) \\ x_1 &\leq 30 && \\ x_1, x_2, x_3 &\geq 0 && \end{aligned}$$

۳۰- برای یک مسئله کمینه سازی جدول سیمپلکس زیر را در نظر بگیرید که در آن s_1, s_2, s_3 متغیرهای کمکی برای خطی سازی هستند. مقدار مجموع ضرایب تابع هدف $(c_1 + c_2 + c_3)$ کدام است؟

	x_1	x_2	x_3	s_1	s_2	s_3	
							-۵ (۱)
s_1	$\frac{1}{2}$	۰	۱	۱	۰	$-\frac{1}{2}$	۶۵۰ (۲)
							-۱۵ (۳)
s_2	$\frac{1}{2}$	۰	۰	۰	۱	$-\frac{1}{2}$	۱۵۰ (۴)
							-۲۰ (۴)
x_3	$\frac{1}{2}$	۱	۰	۰	۰	$\frac{1}{2}$	۳۵۰
z	۱	۰	۴	۰	۰	-۵	

۳۱- جدول مندرج در سؤال ۳۰ را در نظر بگیرید. مجموع ضرایب متغیر x_3 در سه محدودیت مدل چه مقداری است؟

- ۶ (۱)
- ۵ (۲)
- ۴ (۳)
- ۳ (۴)

۳۲- توابع $f, g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ محدب هستند و می دانیم f غیر نزولی است. چه تعداد از توابع مرکب زیر همواره محدب هستند؟

$$f(f(x)), f(g(x)), g(f(x)), g(g(x))$$

- ۱) صفر
- ۲) ۱
- ۳) ۲
- ۴) ۳

۳۳- می دانیم $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ محدب است و تابع g و مجموعه S را به شکل زیر تعریف می کنیم. کدام گزینه همواره

$$g(x) = \frac{f(x)}{a^T x + b}, \quad S = \{x \in \mathbb{R}^n : g(x) \leq \alpha, a^T x + b > 0\}$$

(α یک عدد مشخص است)

- ۱) هر یک از S و g می توانند محدب نباشند.
- ۲) S و g هر دو محدب هستند.
- ۳) S محدب است.
- ۴) g محدب است.

۳۴- برای خطی سازی تابع هدف زیر به حداقل چه تعداد محدودیت و متغیر جدید نیاز است، که در آنها x_1, \dots, x_7

متغیرهای نامنفی و کوچک تر یا مساوی ۵ هستند؟

$$\max z = \min \{x_1, x_7, x_3\} - \min \{x_4, x_5\} + x_6 + x_7 \quad (1) \quad 7$$

(۲) ۸

(۳) ۹

(۴) ۱۰

۳۵- تابع دومتغیره $f(x,y)$ را در نظر بگیرید و توابع g و h را به شکل زیر تعریف کنید. کدام رابطه برای مقادیر

بهینه $g^* = \max_{x \in X} g(x)$ و $h^* = \min_{y \in Y} h(y)$ برقرار است؟

$$g(x) = \min_{y \in Y} f(x,y)$$

$$h(y) = \max_{x \in X} f(x,y)$$

(۱) $h^* \geq g^*$

(۲) $h^* = g^*$

(۳) $h^* \leq g^*$

(۴) مقادیر h^* و g^* در حالت کلی قابل مقایسه نیستند.

۳۶- مقدار بهینه مدل زیر کدام است؟ ($a, b, c > 0$ اعداد مشخص هستند).

$$\max xyz$$

$$\text{s.t. } ax + by + cz = 1$$

$$x, y, z \geq 0$$

(۱) $27abc$

(۲) 27

(۳) $\frac{1}{27}$

(۴) $\frac{1}{27abc}$

۳۷- در حل مسئله حمل و نقل زیر با نقطه شروع حاصل از روش گوشه شمال غربی، در تکرار اول به روش سیمپلکس

حمل و نقل به چه میزان بهبود حاصل می شود؟

	۲۰۰	۳۰۰	۳۵۰	۱۵۰	
۲۵۰	۳	۱	۷	۴	
۳۵۰	۲	۶	۵	۹	
۴۰۰	۸	۳	۳	۲	

(۱) ۱۰۰۰

(۲) ۱۱۰۰

(۳) ۱۲۰۰

(۴) ۱۳۰۰

۳۸- تابع زیر را در نظر بگیرید که در آن $p \geq 0$ و $c < a$ پارامترهای مشخص هستند. X^* نشان دهنده مجموعه

جوابهایی است که تابع f را بیشینه می کنند. کدام مورد نادرست است؟ (\bar{x} نقطه ای است که تابع درجه دوم

$(x-c)(a-x)$ در آن بیشینه می شود.)

$$f(x) = \begin{cases} (x-c)(a-x) & 0 \leq x < p \\ \frac{1}{2}(x-c)(a-x) & x = p \\ 0 & x > p \end{cases}$$

(۱) اگر $p = c$ ، آنگاه $X^* = \{x \geq p\}$

(۲) اگر $p < c$ ، آنگاه $X^* = \{x \geq p\}$

(۳) اگر $c < p \leq \bar{x}$ ، آنگاه $X^* = \emptyset$

(۴) اگر $\bar{x} < p$ ، آنگاه $X^* = \{\bar{x}\}$

۳۹- برای خطی سازی تابع هدف زیر حداقل به چه تعداد متغیر و محدودیت جدید نیاز است؟ (x_i ها متغیرهای صفرویک هستند.)

$$\min (b - \sum_{i=1}^n a_i x_i)^2$$

$$\frac{3}{2} (n^2 - n) \quad (1)$$

$$3(n^2 - n) \quad (2)$$

$$3n^2 \quad (3)$$

$$n^2 - n \quad (4)$$

۴۰- دوگان مدل برنامه ریزی خطی روبه رو کدام است؟

$$\begin{aligned} \min \quad & a^T x + b^T z \\ \text{s.t.} \quad & Ax - d \leq Cz \\ & x \geq 0, z \leq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max \quad & d^T y \\ \text{s.t.} \quad & A^T y \leq -a, C^T y \leq b, y \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \max \quad & d^T y \\ \text{s.t.} \quad & A^T y \leq a, C^T y \leq -b, y \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \max \quad & d^T y \\ \text{s.t.} \quad & A^T y \leq -a, C^T y \leq b, y \leq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \max \quad & d^T y \\ \text{s.t.} \quad & A^T y \leq a, C^T y \leq -b, y \leq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

۴۱- مسئله حمل و نقل را در نظر بگیرید با این فرض که دو روش حمل و نقل برای انتقال مواد از عرضه کنندگان به متقاضیان وجود دارد: از طریق لوله ($k=1$) و از طریق کشتی ($k=2$). متغیر x_{ijk} مقدار انتقال از مبدأ i به مقصد j از طریق روش k ام را نشان می دهد. انتقال از طریق کشتی باعث اتلاف ۱۵ درصد از مواد مورد حمل است. s_i حداکثر میزان عرضه مبدأ i ام و d_j حداقل تقاضای مقصد j ام است. کدام محدودیت برای مدل سازی نادرست است؟

$$\forall i \quad \sum_k \sum_j x_{ijk} \leq s_i \quad (1)$$

$$\forall i \quad \sum_k \sum_j x_{ijk} \leq s_i \quad (2)$$

$$\forall j \quad \sum_i x_{ij1} + 0.15 \sum_i x_{ij2} \geq d_j \quad (3)$$

$$\forall j \quad \sum_k \sum_i x_{ijk} \geq d_j + 0.15 \sum_i x_{ij2} \quad (4)$$

۴۲- مسئله کوله‌پشتی که به صورت زیر مدل شده است را در نظر بگیرید. در حل مدل زیر به روش برنامه‌ریزی پویای پَسرو، در مرحله دوم ($n=2$) به جدول زیر رسیده‌ایم، که در آن s_p متغیر حالت مرحله دوم است. چنانچه مقدار w یک واحد کاهش پیدا کند، مقدار بهینه تابع هدف چند درصد کاهش می‌یابد؟

$$\begin{aligned} \max z &= 3 \cdot x_1 + \sum_{j=2}^n r_j x_j && 20 \quad (1) \\ \text{s.t.} \quad 2x_1 + \sum_{j=2}^n d_j x_j &\leq w && 25 \quad (2) \\ &&& 30 \quad (3) \\ &&& 50 \quad (4) \end{aligned}$$

عدد صحیح $x_j \geq 0, j=1, \dots, n$

s_p	$f_p^*(s_p)$
0	20
$w-3$	30
$w-2$	40
$w-1$	50
w	60

۴۳- دو نفر در یک بازی هر کدام دارای یک سکه ۵۰ تومانی و ۲۵۰ تومانی هستند. آنها به طور همزمان بازی می‌کنند و یک سکه را ارائه می‌دهند. اگر هر دو سکه یکسان باشد، بازیکن ۲ به بازیکن ۱ برابر میانگین اعداد سکه‌ها می‌پردازد و در غیراین صورت بازیکن ۱ به بازیکن ۲ برابر میانگین سکه‌ها خواهد پرداخت. عایدی مورد انتظار بازیکن ۱ چه میزان است؟

$$\begin{aligned} &-\frac{50}{3} \quad (1) \\ &\frac{250}{3} \quad (2) \\ &-150 \quad (3) \\ &50 \quad (4) \end{aligned}$$

۴۴- بعد از انجام تغییرات لازم برای حل مدل زیر با روش جمعی (بالاس) مجموع متغیرها و محدودیت‌های مدل نهایی حداقل چه تعداد است؟

$$\begin{aligned} \max z &= -3x_1 + 4x_2 + 2x_3 - x_4 + 4x_5 - \sum_{j=6}^n c_j x_j && 4n - 12 \quad (1) \\ \text{s.t.} \quad -2x_1 + 2x_2 - 3x_3 + 4x_4 - 5x_5 + \sum_{j=6}^n a_{1j} x_j &\leq -6 && 4n - 13 \quad (2) \\ &&& 5n - 17 \quad (3) \\ &&& 5n - 18 \quad (4) \end{aligned}$$

$$3x_1 + 2x_2 - 3x_3 - x_4 + 6x_5 + \sum_{j=6}^n a_{2j} x_j \leq 5$$

$$x_j \leq 10 \quad j=6, \dots, n$$

$$x_1, \dots, x_5 \in \{0, 1\}$$

عدد صحیح $x_j \geq 0, j=6, \dots, n$

۴۵- مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مخلوط زیر را در نظر بگیرید. حل بهینه آزادسازی این مدل به صورت $x = \frac{20}{7}$ و $y = 3, s_3 = \frac{23}{7}$ است (سایر متغیرها صفر هستند). اگر اولین برش گومری به صورت $a_1 s_1 + a_2 s_2 + a_3 s_3 \geq b$ باشد، چه مقدار است؟ (s_1, s_2, s_3 متغیرهای لقی هستند).

$$\begin{aligned} \max z &= 4x - y && \frac{3}{7} \quad (1) \\ \text{s.t.} \quad 7x - 2y &\leq 14 && \frac{1}{7} \quad (2) \\ &y \leq 3 && -\frac{1}{7} \quad (3) \\ &2x - 2y \leq 3 && -\frac{3}{7} \quad (4) \\ &x, y \geq 0, x \in \mathbb{Z} \end{aligned}$$

تئوری احتمال و آمار مهندسی:

۴۶- فرض کنید هواپیمایی در مسیر پرواز خود ناپدید شده‌است. طبق اطلاعات با احتمال یکسان در یکی از مناطق سه‌گانه سقوط کرده‌است. چنانچه در منطقه i سقوط کرده باشد، هواپیما در نتیجه این جستجو با احتمال $\frac{1}{(i+1)}$ پیدا خواهد شد. اگر بدانیم جستجو در منطقه اول ناموفق باشد، با چه احتمالی در منطقه اول سقوط کرده‌است؟

- $\frac{1}{5}$ (۱)
- $\frac{2}{5}$ (۲)
- $\frac{3}{5}$ (۳)
- $\frac{4}{5}$ (۴)

۴۷- تابع چگالی احتمال (pdf) متغیر تصادفی X به صورت زیر است. مقدار $P(|X-2| > 2)$ کدام است؟

$$f_X(x) = \begin{cases} 2^{-x} & , x = 1, 2, \dots \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

- $\frac{7}{8}$ (۱)
- $\frac{1}{2}$ (۲)
- $\frac{3}{8}$ (۳)
- $\frac{1}{8}$ (۴)

۴۸- تابع چگالی احتمال (pdf) متغیر تصادفی X به صورت زیر تعریف می شود. تابع چگالی احتمال متغیر تصادفی $Y = 4X^2$ کدام است؟

$$f(x) = \begin{cases} 2x & 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{در غیراین صورت} \end{cases}$$

$$g(y) = \begin{cases} \frac{1}{4} & 0 \leq y \leq 4 \\ 0 & \text{در غیراین صورت} \end{cases} \quad (1)$$

$$g(y) = \begin{cases} \frac{1}{2}\sqrt{y} & 0 \leq y \leq 4 \\ 0 & \text{در غیراین صورت} \end{cases} \quad (2)$$

$$g(y) = \begin{cases} \frac{1}{2} & 0 \leq y \leq 4 \\ 0 & \text{در غیراین صورت} \end{cases} \quad (3)$$

$$g(y) = \begin{cases} \frac{1}{4}\sqrt{y} & 0 \leq y \leq 4 \\ 0 & \text{در غیراین صورت} \end{cases} \quad (4)$$

۴۹- فرض کنید طول عمر قطعه‌ای در کامپیوتر دارای تابع احتمال زیر باشد:

$$F_T(t) = 1 - e^{-\frac{t}{4}}$$

که t بر حسب هفته است. احتمال اینکه در یک بازه ۸ هفته‌ای تنها یک قطعه خراب شود، کدام است؟

$$e^{-8} \quad (1)$$

$$2e^{-8} \quad (2)$$

$$e^{-2} \quad (3)$$

$$2e^{-2} \quad (4)$$

۵۰- تابع احتمال متغیر تصادفی X به صورت زیر است. مقدار $E(X)$ کدام است؟

$$F_X(x) = \begin{cases} 0 & , x < 0 \\ \frac{x^2}{4} & , 0 \leq x < 1 \\ \frac{1}{2} & , 1 \leq x < 2 \\ \frac{x+4}{8} & , 2 \leq x < 3 \\ 1 & , x \geq 3 \end{cases}$$

$$\frac{36}{49} \quad (2)$$

$$\frac{23}{16} \quad (4)$$

$$\frac{11}{12} \quad (1)$$

$$\frac{59}{48} \quad (3)$$

۵۱- متغیر تصادفی X با توزیع یکنواخت در بازه $(0, 1)$ و متغیر تصادفی $Y = -2 \ln X$ مفروض است، گشتاور مرتبه سوم متغیر تصادفی Y یعنی $E\{Y^3\}$ کدام است؟

(۱) ۸

(۲) ۲۴

(۳) ۴۸

(۴) ۶۴

۵۲- مصرف روزانه آب یک شهر (به میلیون لیتر) تقریباً دارای توزیع گاما با پارامترهای $\alpha = 2$ و $\beta = 3$ است. اگر گنجایش منابع آب شهر ۹ میلیون لیتر باشد، احتمال اینکه در یک روز معین این شهر دچار کمبود آب شود، کدام است؟

(۱) e^{-3}

(۲) $4e^{-3}$

(۳) $1 - e^{-3}$

(۴) $1 - 4e^{-3}$

۵۳- متغیر تصادفی X دارای تابع چگالی احتمال (pdf) به صورت زیر است. مقدار $E(X^2)$ کدام است؟

$$f_X(x) = \frac{1}{\sqrt{8\pi}} e^{-\frac{1}{8}(x+1)^2} \quad x \in \mathbb{R}$$

(۱) $2\sqrt{2}$

(۲) ۴

(۳) ۵

(۴) ۸

۵۴- فرض کنید متغیرهای تصادفی X و Y دو متغیر نرمال با میانگین‌های $E(X) = E(Y) = 1$ و واریانس‌های

$$\sigma_X^2 = \sigma_Y^2 = 1 \text{ و ضریب همبستگی آنها برابر } \frac{1}{4} \text{ باشد. مقدار } a \text{ چقدر باشد که متغیرهای تصادفی } Z = X + aY$$

و Y از هم مستقل باشند؟

(۱) -۱

(۲) $-\frac{1}{2}$

(۳) ۱

(۴) به‌ازای هیچ مقدار a ، Z و Y مستقل نیستند.

۵۵- یک نمونه ۴۹ تایی از یک مجموعه بزرگ لامپ که در آن احتمال سالم‌بودن هر لامپ $0/9$ است، انتخاب می‌شود. احتمال اینکه کمتر از ۳ لامپ خراب در این نمونه ۴۹ تایی باشد، تقریباً کدام است؟

(۱) $0/87$

(۲) $0/82$

(۳) $0/18$

(۴) $0/13$

۵۶- فرض کنید X_1, X_2, X_3 یک نمونه تصادفی از طول عمر لامپ‌های تلویزیونی با توزیع نمایی با میانگین ۳ ساعت باشد. احتمال اینکه اولین لامپی که می‌سوزد عمری کمتر از ۳ ساعت داشته باشد، کدام است؟

(۱) $1 - e^{-3}$

(۲) $1 - e^{-\frac{1}{3}}$

(۳) $(1 - e^{-1})^3$

(۴) $(1 - e^{-1})^3$

۵۷- یک مونتاژ شامل سه قطعه است. اگر طول قطعات از یکدیگر مستقل و دارای توزیع نرمال با میانگین $1/5$ و انحراف معیار $0/1$ سانتی‌متر باشد، احتمال اینکه طول بلندترین قطعه بیشتر از $1/6$ سانتی‌متر باشد، تقریباً کدام است؟

(۱) $0/41$

(۲) $0/45$

(۳) $0/59$

(۴) $0/68$

۵۸- از جامعه‌ای با تابع مولد گشتاور، $t < 1$ و $M(t) = \frac{1}{(1-t)^2}$ یک نمونه تصادفی به صورت X_1, X_2, \dots و

X_n اختیار کرده‌ایم. میانگین آماره \bar{X} ، کدام است؟

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) $\frac{n}{2}$

(۴) $2n$

۵۹- جمعیتی دارای توزیع یکنواخت گسسته به صورت زیر است. نمونه‌ای ۵ تایی به طور تصادفی و با جایگزینی از این جمعیت گرفته می‌شود. احتمال آنکه میانگین این نمونه تصادفی بزرگ‌تر از $1/5$ و کمتر از $3/5$ شود، کدام است؟

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{4} & x = 1, 2, 3, 4 \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

(۱) کوچک‌تر از $0/75$

(۲) بزرگ‌تر از $0/75$

(۳) برابر $0/95$

(۴) بزرگ‌تر از $0/95$

۶۰- متغیر تصادفی X دارای توزیع برنولی به پارامتر p است. براساس یک نمونه تصادفی به اندازه n برآوردکننده

$$\hat{p} = \frac{\sqrt{n} X}{n + \sqrt{n}}$$

(۱) $1 + \sqrt{n}$

(۲) $n + \sqrt{n}$

(۳) $\frac{\sqrt{n}}{n + \sqrt{n}}$

(۴) $\frac{1 + \sqrt{n}}{n + \sqrt{n}}$

۶۱- اگر X_1, X_2, X_3 و X_4 یک نمونه تصادفی از جامعه‌ای با توزیع یکنواخت در بازه $[0, a]$ باشد، آنگاه

متغیر تصادفی $W = k \sum_{i=1}^4 X_i^2$ به‌ازای کدام مقدار k یک برآورد نأریب برای واریانس این جامعه است؟

(۱) $\frac{1}{3}$

(۲) $\frac{1}{4}$

(۳) $\frac{1}{12}$

(۴) $\frac{1}{16}$

۶۲- اگر \bar{X}_1 و \bar{X}_2 میانگین‌های دو نمونه تصادفی به‌اندازه‌های به‌ترتیب n_1 و n_2 از جامعه‌ای با میانگین μ و انحراف معیار σ باشند، مقدار a در رابطه $\bar{X} = a\bar{X}_1 + (1-a)\bar{X}_2$ که باعث حداقل‌شدن انحراف معیار \bar{X} می‌شود، کدام است؟

(۱) $\frac{1}{n_1 + n_2}$

(۲) $\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$

(۳) $\frac{n_1}{n_1 + n_2}$

(۴) $\frac{n_2}{n_1 + n_2}$

۶۳- برای برآورد کردن میانگین جمعیتی نرمال به واریانس $0/64$ از میانگین نمونه‌ای به اندازه n استفاده می‌شود. حداقل اندازه نمونه چند باید در نظر گرفته شود تا با اطمینان $0/95$ حداکثر خطای برآورد $0/2$ شود؟

(۱) ۶۴

(۲) ۶۳

(۳) ۶۲

(۴) ۶۱

۶۴- از جمعیتی نرمال به میانگین ۱۵ و واریانس ۲۵، چهار بار نمونه‌های ۱۶ تایی گرفته و هر بار میانگین نمونه‌ای محاسبه می‌شود. احتمال تقریبی آنکه بیش از یکی از این میانگین‌ها بزرگ‌تر از $16/6$ شود، کدام است؟

(۱) $0/95$

(۲) $0/90$

(۳) $0/10$

(۴) $0/05$

۶۵- ادعا می‌شود که حداقل ۷۰٪ منازل در یک منطقه از نعمت گاز طبیعی برخوردار هستند. برای بررسی این ادعا ۱۵ منزل به‌طور تصادفی انتخاب و مورد بازرسی قرار می‌گیرند. مشاهده شد که فقط ۸ منزل به گاز طبیعی متصل هستند. مقدار احتمال (P-Value) برای این ادعا کدام است؟

- (۱) ۰/۰۸۰۸
- (۲) ۰/۱۳۱۱
- (۳) ۰/۱۶۱۶
- (۴) ۰/۲۶۲۲

دروس تخصصی (طرح‌ریزی واحدهای صنعتی، کنترل کیفیت آماری، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، برنامه‌ریزی و کنترل تولید و موجودی‌ها، اقتصاد مهندسی):

۶۶- زمان تولید یک قطعه روی دستگاهی ۴ دقیقه است. میزان تقاضای احتمالی از جدول زیر قابل محاسبه است. ضریب بهره‌گیری از ماشین ۹۰ درصد و درصد ضایعات ۵ است. با در اختیار داشتن زمان در دسترس برای یک شیفت کاری، کسر ماشین مورد نیاز ۲/۳۹۲ به‌دست آمده‌است. تصمیم مدیریت، خرید ۲ دستگاه است و لذا لازم است که کسر ماشین‌آلات مورد نیاز به ۲ کاهش یابد. به‌همین‌منظور به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده‌است که ضریب بهره‌گیری از ماشین به ۹۵ درصد برسد. همچنین لازم است که ساعات کار اضافه‌کاری نیز برنامه‌ریزی شود. حداقل چند ساعت برای اضافه‌کاری در طول سال باید در نظر گرفته شود تا کسر ماشین ۲ دستگاه محقق شود؟

احتمال	۰/۲	۰/۵	۰/۳
تقاضای سالیانه	۱۰۰۰	۱۶۰۰	۲۰۰۰

- (۱) ۶
- (۲) ۶/۵
- (۳) ۷
- (۴) ۷/۵

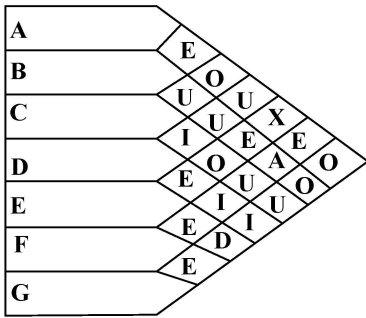
۶۷- موقعیت بهینه یک سالن ورزشی در یک منطقه (۸ و ۶) تعیین شده‌است. اگر این منطقه شامل ۴ بخش A، B، C و D به‌ترتیب با موقعیت‌های (۷ و ۸)، (۸ و ۵)، (۱۵ و ۱۰) و (۵ و ۶) باشد و تعداد ساکنین بخش‌های A، C و D به‌ترتیب ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ نفر باشند، حداقل و حداکثر تعداد ساکنین منطقه B به‌ترتیب چند نفر است؟ (ارتباط بخش‌های منطقه با سالن ورزشی از طریق خیابان‌های عمود برهم صورت می‌گیرد.)

- (۱) ۱۵۰ و ۴۵۰
- (۲) ۱۵۱ و ۴۴۹
- (۳) ۶۰۰ و ۹۰۰
- (۴) ۶۰۱ و ۸۹۹

۶۸- در انباری قرار است ۵ نوع کالای A، B، C، D و E نگهداری شود. واحد بار نگهداری کالا در انبار کارتن است که هر ۵ کالای A و هر ۳ کالای B و هر ۲ کالای C، D و E در یک کارتن جای داده می‌شوند. اگر ابعاد کارتن ۱×۱×۱ مترمربع باشد و هر سه کارتن مشابه بتوانند بر روی هم چینش شوند و ضمناً حداکثر موجودی برای هر یک از کالاها به‌ترتیب برابر $A = 300$ ، $B = 150$ ، $C = 200$ ، $D = 400$ و $E = 100$ باشد و با فرض آنکه فضای راهرویی ۳۰٪ کل انبار باشد، میزان فضای لازم برای این انبار چند مترمربع است؟

- (۱) ۱۸۶
- (۲) ۲۰۰
- (۳) ۲۲۲
- (۴) ۲۳۴

۶۹- براساس الگوریتم کورلپ و براساس جدول زیر، ترتیب انتخاب ۳ بخش برای استقرار در طرح، کدام خواهد بود؟



(۱) به ترتیب $E \leftarrow F \leftarrow B$

(۲) به ترتیب $D \leftarrow A \leftarrow B$

(۳) به ترتیب $F \leftarrow B \leftarrow E$

(۴) به ترتیب $A \leftarrow B \leftarrow F$

۷۰- در یک دپارتمان، چهار دستگاه به صورت زیر مستقر هستند:

$$A_1 = (2, 5), A_2 = (3, 4), A_3 = (8, 3), A_4 = (3, 5)$$

قرار است ۲ ماشین جدید بین این دستگاه‌ها مستقر شوند. فاصله‌ها به صورت مستقیم در نظر گرفته می‌شوند

و ارتباط بین دستگاه‌ها و ۲ ماشین یکسان است. منحنی همتراز چگونه است؟

(۱) دوایری به مرکز نقاط بهینه

(۲) مثلث‌هایی با مرکز ثقلی نقاط بهینه

(۳) مربع‌هایی با مرکز ثقلی نقاط بهینه

(۴) هیچ‌کدام

۷۱- در مسئله $f(x, y) = 3|x-1| + 2|y-1| + |y-4|$ هزینه منحنی تراز که از نقطه $(1, 0.5)$ می‌گذرد، چند

درصد از هزینه بهینه بیشتر است؟

(۱) ۲۰

(۲) ۳۰

(۳) ۴۰

(۴) ۵۰

۷۲- اگر تابع هزینه حمل‌ونقل برای استقرار یک ماشین بین ماشین‌آلات موجود به صورت زیر باشد، هزینه حمل-ونقل بهینه، کدام است؟

$$f(x, y) = 2(x-2)^2 + 4(x-5)^2 + (y-4)^2 + 2(y-1)^2 + 3(y-2)^2$$

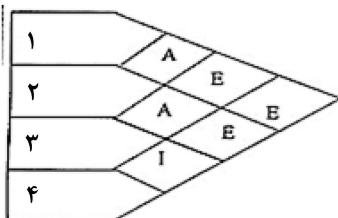
(۱) ۱۶

(۲) ۱۸

(۳) ۱۲

(۴) ۱۰

۷۳- براساس اطلاعات زیر، کدام موقعیت مشخص شده برای دپارتمان شماره ۴ براساس الگوریتم کورلپ، مناسب‌تر است؟



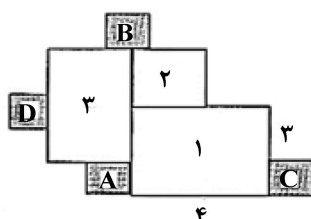
بخش	۱	۲	۳	۴
مساحت	۱۲	۴	۸	۱

A (۱)

B (۲)

C (۳)

D (۴)



۷۴- هدف از روش مارییچی در طراحی کارخانه، کدام است؟

- (۱) حداقل کردن فاصله بین دپارتمان‌ها
- (۲) حداکثر کردن درجه نزدیکی دپارتمان‌های همسایه
- (۳) حداکثر کردن حاصلضرب فاصله در حجم حمل‌ونقل
- (۴) حداکثر کردن جریان مواد بین دپارتمان‌های همسایه

۷۵- برای ساخت محصولی دو قطعه X و Y از دو ماشین A و B استفاده می‌شود. دو قطعه X و سه قطعه Y با هم مونتاژ شده و به صورت یک محصول به بازار عرضه می‌شوند. اگر ۵۰۰ عدد از این محصول در روز مورد نیاز باشد، با توجه به اطلاعات زیر، به ترتیب چند قطعه از X و Y مورد نیاز است؟

قطعه	ترتیب ساخت	ماشین	درصد ضایعات
X	ABA	A	۲۰
Y	BA	B	۵۰

- (۱) ۳۰۰۰ و ۲۰۰۰
- (۲) ۲۷۵۰ و ۲۱۲۵
- (۳) ۴۰۰۰ و ۳۰۰۰
- (۴) ۳۷۵۰ و ۳۱۲۵

۷۶- قطر داخلی حلقه‌ای حساس در فرایند تولید، با نمودارهای \bar{X} و S کنترل آماری می‌شود. اندازه نمونه ۴، متوسط طول دنباله وقتی میانگین در کنترل آماری است ۲۰۰ و شاخص کارایی فرایند ۱/۳۳ می‌باشد. در یک لحظه میانگین فرایند به مقدار یک انحراف معیار به سمت چپ (پایین) منحرف می‌شود. انتظار می‌رود که در چندمین نمونه‌گیری این انحراف کشف شود؟

- (۱) ۲
- (۲) ۳
- (۳) ۴
- (۴) ۵

۷۷- محصولی با طول طراحی ۲۰ سانتی‌متر و با تولرانس بالای ۴ و تولرانس پایین ۵ در فرایندی تولید می‌شود که مرکزیت آن بر مقدار اسمی منطبق و در کنترل آماری است. شاخص قابلیت این فرایند ۱ (یک) است. چنانچه میانگین فرایند به مقدار دو انحراف معیار به سمت چپ (پایین) منحرف شود، انتظار می‌رود چند درصد محصول معیوب تولید شود؟ (اندازه نمونه ۴ است.)

- (۱) ۲
- (۲) ۴
- (۳) ۶
- (۴) ۱۰

۷۸- اگر از آزمون سری نقاط پشت سرهم ۷ نقطه برای کنترل میانگین استفاده شود یعنی اگر هر هفت نقطه در یک طرف خط مرکزی واقع شود، نتیجه گرفته می‌شود که تولید از کنترل خارج است. در شرایطی که واقعاً تولید تحت کنترل باشد، خطای نوع اول کدام است؟

- (۱) ۰/۰۰۲۳
- (۲) ۰/۰۱۲۷
- (۳) ۰/۰۱۵۶
- (۴) ۰/۲۳

۷۹- فرایندی به وسیله نمودارهای کنترل \bar{X} و R با اندازه نمونه ۴ تایی کنترل آماری می‌شود. یک بازرس از محصولات تولیدی نمونه‌های ۲ تایی انتخاب و پس از اندازه‌گیری دقیق، هر یک از مشاهدات را بر روی نمودار \bar{X} رسم می‌کند. هر دو مشاهده خارج از کنترل رسم می‌شود. در این صورت کدام نتیجه حاصل می‌شود؟

- (۱) فرایند خارج از کنترل است.
- (۲) هم میانگین و هم پراکندگی خارج از کنترل است.
- (۳) از نمودارهای کنترل طراحی شده درست استفاده نشده است.
- (۴) میانگین فرایند خارج از کنترل ولی پراکندگی تحت کنترل است.

۸۰- در طراحی نمودار کنترل، نسبت اقلام معیوب با حدود ۳ انحراف معیار در یک فرایند با $p_0 = 0.009$ ، چنانچه مقدار حد پایین کنترل غیرمنفی باشد و ۳ برابر شدن نسبت اقلام معیوب با احتمال ۵۰٪ تشخیص داده شود، مقدار n کدام است؟

- (۱) ۲۴۸
(۲) ۴۹۸
(۳) ۹۹۱
(۴) ۱۹۹۱

۸۱- تولیدکننده یک آبگرمکن گازی قصد دارد از یک نوع نمودار کنترل در مرحله نهایی بازرسی آب گرم کن‌ها استفاده کند. فرض کنید در ۲۲ روز اخیر تعداد ۱۷۶ آبگرمکن بازرسی و تعداد کل نقص‌ها ۹۲۴ شده باشد. واحد بازرسی را ۲ آبگرمکن در نظر بگیرید. اگر حد بالای نمودار کنترل ۳ باشد، انحراف معیار کدام است؟

- (۱) $42 - 3\sqrt{42}$
(۲) $10.5 + 3\sqrt{\frac{10.5}{4}}$
(۳) $10.5 + 3\sqrt{10.5}$
(۴) $42 + 3\sqrt{\frac{42}{4}}$

۸۲- در یک نمودار برای کنترل تعداد نقص در هر واحد بازرسی، خط مرکزی $CL = 16$ و $LCL = 0$ است. حد بالای نمودار کنترل کدام باشد که خطای نوع اول آن برابر ۰/۰۲۵ شود؟

- (۱) ۱۸
(۲) ۲۲
(۳) ۲۴
(۴) ۲۸

۸۳- برای کنترل تعداد نقص‌ها در یک فرایند تولید ورق فولادی که در حلقه‌های ۵۰ متری بسته‌بندی می‌شوند، از نمودار کنترل یک طرفه C استفاده می‌شود تا تعداد نقص‌ها در هر ۱۰ متر طول ورق کنترل شود. در یک روز کاری به تعداد ۲۰ حلقه ورق تولیدی مورد بررسی و بازرسی قرار گرفت که در مجموع به تعداد ۲۰۰ نقص مشاهده شد. اگر احتمال دریافت هشدار بی‌دلیل حداکثر ۰/۰۲ باشد، حد بالای این نمودار کنترل کدام است؟

- (۱) ۴
(۲) ۴/۷
(۳) ۵
(۴) ۶/۳

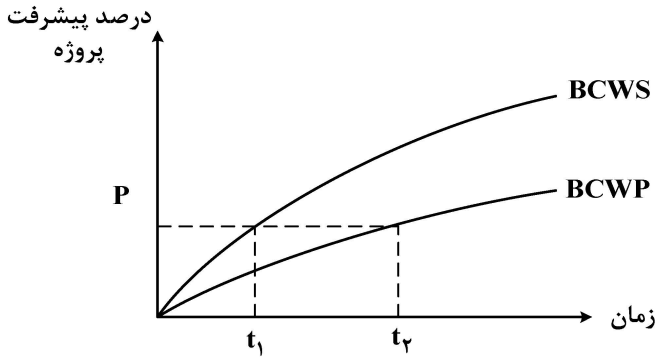
۸۴- برای بازرسی انباشته‌ای با N بزرگ از منحنی OC ایده‌آل که نقطه توافقی آن $P_A = 0.05$ است، استفاده می‌شود. در بازرسی نمونه‌ای تصادفی به اندازه ۷۵ از این انباشته، ۳ عدد معیوب مشاهده شد. احتمال پذیرفتن انباشته کدام است؟

- (۱) ۰/۹۱
(۲) ۰/۹۵
(۳) ۰/۹۶
(۴) ۱

۸۵- انباشته‌های ۱۰۰۰ تایی از یک خط تولید تأمین‌کننده به کمک روش نمونه‌گیری پذیرش $n = 50$ و $C = 2$ مورد بازرسی قرار می‌گیرند. اگر میزان ضایعات واقعی خط تولید ۰/۰۲ باشد، احتمال پذیرش انباشته‌ها و متوسط کیفیت خروجی با این روش نمونه‌گیری به ترتیب چقدر است؟

- (۱) ۰/۹۱ و ۰/۱۸۲
(۲) ۰/۹۲ و ۰/۱۸۴
(۳) ۰/۹۵۲ و ۰/۱۹۰
(۴) ۰/۹۸ و ۰/۱۹۸

۸۶- با توجه به شکل زیر، کدام مورد درست است؟



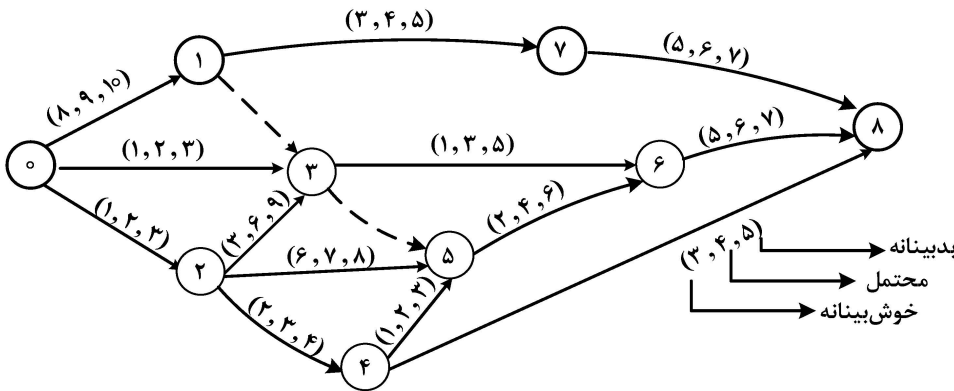
(۱) پیشرفت واقعی پروژه در لحظه t_1 ، به اندازه $P\%$ است.

(۲) پروژه در لحظه t_2 ، به اندازه $(t_2 - t_1)$ واحد زمانی، عقب است.

(۳) پروژه در لحظه t_1 ، به اندازه $(t_2 - t_1)$ واحد زمانی، عقب است.

(۴) پیشرفت برنامه‌ریزی‌شده پروژه در لحظه t_2 کمتر از $P\%$ است.

۸۷- شبکه (PERT) زیر در سیستم صفر تا صد تعریف شده است. زمان‌های خوش‌بینانه، بدبینانه و محتمل انجام هر فعالیت بر روی کمان مربوطه نوشته شده است. متوسط زمان کل پروژه و واریانس آن به ترتیب کدام است؟



(۱) ۱۹ و ۷/۹

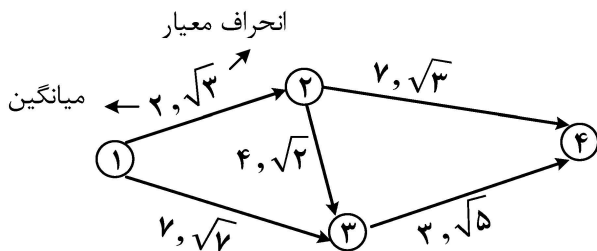
(۲) ۱۹ و ۶/۹

(۳) ۱۸ و ۳/۹

(۴) ۱۸ و ۱۵/۹

۸۸- شبکه پرت (PERT) زیر را در نظر بگیرید، به طوری که میانگین و انحراف معیار هر بردار فعالیت روی شکل شبکه

نشان داده شده است. حداقل فرجه رویداد ۲ با اطمینان ۴۰ درصد، کدام است؟ $(p(z \leq 0.25) = 0.6)$



(۱) ۰/۷۹

(۲) ۱

(۳) ۱/۷۹

(۴) ۲/۸۹

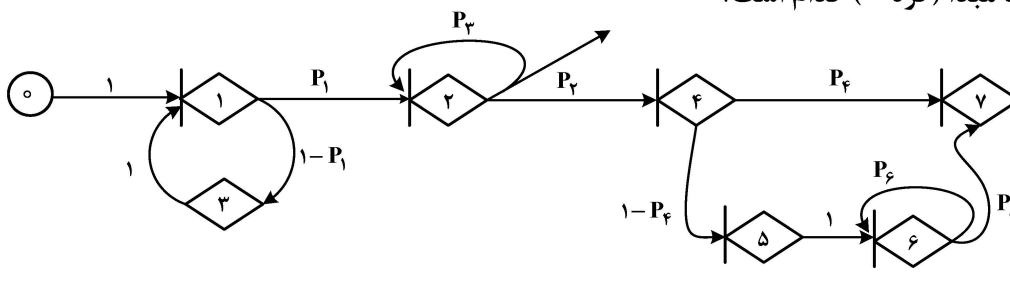
۸۹- پروژه زیر را در نظر بگیرید. اگر توزیع نیاز منابع مصرفی فعالیت‌ها به‌طور یکنواخت با توجه به زمان فعالیت‌ها باشد و حداکثر تعداد منابع مصرفی که در هر روز به انبار می‌رسد، روزانه ۲۰ واحد باشد، در این صورت چه تعداد از جملات زیر درست است؟

فعالیت	زمان (روز)	پیش‌نیاز	منبع مصرفی مورد نیاز
A	۳	-	۳۰
B	۲	-	۴۰
C	۱	$S_B S_C^{min} (+1)$	۳۰
D	۱	$S_A S_D^{min} (+2), F_E F_D^{min} (+1)$	۲۰
E	۱	$S_B S_E^{min} (0), F_C S_E^{min} (0)$	۴۰

- الف - مجموعه EAS (مجموعه فعالیت‌های واجد شرایط) در ابتدای روز دوم، فعالیت‌های A و C است.
 ب - مجموعه EAS در ابتدای روز دوم، فعالیت‌های B و C است.
 ج - در ابتدای روز سوم، فعالیت C شروع به آغاز می‌کند.
 د - در ابتدای روز سوم، فعالیت A شروع به آغاز می‌کند.
 هـ - در ابتدای روز سوم، هیچ منبع مازادی در پروژه وجود ندارد.

- (۱) ۳
 (۲) ۲
 (۳) ۱
 (۴) صفر

۹۰- شبکه (GERT) زیر داده شده است. اگر عبارت‌های ذکر شده بر روی کمان‌ها احتمالات نظیر وقوع هر کمان را نشان دهند، با فرض اینکه: $P_1 = 0.6, P_2 = 0.2, P_3 = 0.3, P_4 = 0.7, P_5 = 0.7$ باشند، احتمال رسیدن به گره ۷ از گره مبدأ (گره ۰) کدام است؟

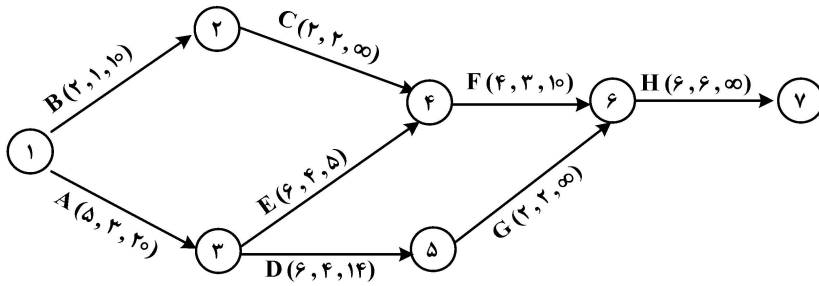


- (۱) 0.3
 (۲) 0.5
 (۳) $\frac{2}{7}$
 (۴) $\frac{4}{7}$

۹۱- در یک پروژه ۱۲ ماهه در هر ماه، ۲ واحد محصول تحویل می‌شود که هزینه برنامه‌ای هر واحد محصول ۱۰۰ واحد مالی است. چنانچه در حال حاضر در ابتدای ماه دهم پروژه باشیم و تاکنون ۲۰ واحد محصول تحویل شده‌باشد و $CPI = 0.90$ باشد، با فرض اینکه واریانس هزینه فعلی ادامه یابد، تا تکمیل پروژه چقدر هزینه اضافی لازم است؟

- (۱) ۵۵۰
 (۲) ۴۶۰
 (۳) ۴۴۵
 (۴) ۴۰۰

۹۲- در شبکه CPM زیر، مقادیر زمان‌های نرمال، فشرده و شیب هزینه (که معرف هزینه لازم برای کاهش زمان فعالیت به میزان یک واحد است)، از چپ به راست نشان داده شده است. قرار است پروژه در ۱۸ واحد زمان به اتمام برسد. به ترتیب هزینه مورد نیاز بابت کاهش بر حسب واحد پول و تعداد مسیر بحرانی پروژه پس از کاهش، کدام است؟



- (۱) ۳۴ و ۱
- (۲) ۳۰ و ۱
- (۳) ۳۴ و ۲
- (۴) ۳۰ و ۲

۹۳- در جدول زیر، اطلاعات زمان و منابع چهار فعالیت داده شده است. اگر حداکثر تعداد منابع تجدیدپذیر در دسترس ۳ منبع در هر روز بوده و هر روز ۸ ساعت کاری باشد، در حالت بهینه برای منابع چند منبع - ساعت

بیکاری خواهیم داشت؟

فعالیت	پیش‌نیاز	زمان (روز)	منابع تجدیدپذیر مورد نیاز
A	-	۳	۲
B	-	۶	۳
C	A	۵	۲
D	B	۴	۱

- (۱) ۸
- (۲) ۱۶
- (۳) ۲۴
- (۴) ۳۲

۹۴- چند مورد از جملات زیر، نادرست است؟

الف - به قراردادهایی که شرکت سرمایه‌گذار تمام یا بخشی از هزینه‌های تجهیزات، نصب و راه‌اندازی و انتقال تکنولوژی پروژه را به عهده می‌گیرد و پس از بهره‌برداری از طریق دریافت محصولات و فرآورده‌های پروژه کسب سود می‌کند، قرارداد بیع متقابل (Buy Back) می‌گویند.

ب - در قراردادهای کلید در دست (Turn key)، مسئولیت اجراء و مهندسی به عهده پیمانکار بوده ولی طراحی را خود پیمانکار انجام می‌دهد.

ج - به قراردادهایی که امور مهندسی، تأمین، ساخت و اجرا توسط پیمانکار انجام شود، قرارداد E.P.C گویند.

د - منشور پروژه سندی است که اهداف یا توجیه پروژه، اختیارات قانونی تیم پروژه، ریسک‌های سطح بالای پروژه، مایلستون‌های اصلی پروژه و ... را تشکیل می‌دهد و قبل از انعقاد قرارداد پروژه تهیه می‌شود.

- (۱) صفر
- (۲) ۱
- (۳) ۲
- (۴) ۳

۹۵- یک پروژه با n فعالیت و فعالیت $i = 0$ و $i = n+1$ به ترتیب اولین و آخرین فعالیت مجازی اضافه شده، در نظر بگیرید. اگر d_i مدت زمان پیش‌بینی فعالیت i ام و نیز ef_i و lf_i به ترتیب زودترین و دیرترین زمان اجرای فعالیت i باشند که از محاسبات CPM یا نظرات کارشناسان به دست آمده‌اند، r_{ik} میزان منبع تجدیدپذیر مورد نیاز نوع k ام برای انجام فعالیت i ام باشد و نیز میزان حداکثر منبع تجدیدپذیر k ام در اختیار R_k واحد در هر واحد زمانی در افق برنامه‌ریزی T واحد زمانی باشد و در نهایت، متغیر تصمیم x_{it} را به صورت زیر تعریف کنیم:

$$x_{it} = \begin{cases} 1 & \text{اگر فعالیت } i \text{ ام در زمان } t \text{ پایان یابد} \\ 0 & \text{در غیراین صورت} \end{cases}$$

در این صورت کدام مورد، تابع هدف زمان و محدودیت تخصیص منابع را بهتر نشان می‌دهد؟

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T x_{it} \tag{۱}$$

s.t: ...

$$\sum_{i=1}^n r_{ik} \sum_{s=\max\{t, ef_i\}}^{\text{Min}\{t+d_i-1, lf_i\}} x_{is} \leq R_k \quad \begin{matrix} \forall k = 1, 2, \dots, K \\ \forall t = 1, 2, \dots, T \end{matrix}$$

$$\text{Min} \sum_{t=ef_n}^{lf_n} t \cdot x_{nt} \tag{۲}$$

s.t: ...

$$\sum_{i=1}^n r_{ik} \sum_{s=ef_i}^{lf_i} x_{is} \leq R_k \quad \begin{matrix} \forall k = 1, 2, \dots, K \\ \forall t = 1, 2, \dots, T \end{matrix}$$

$$\text{Min} \sum_{t=ef_{n+1}}^{lf_{n+1}} t \cdot x_{(n+1)t} \tag{۳}$$

s.t: ...

$$\sum_{i=1}^n r_{ik} \sum_{s=\max\{t, ef_i\}}^{\text{Min}\{t+d_i-1, lf_i\}} x_{is} \leq R_k \quad \begin{matrix} \forall k = 1, 2, \dots, K \\ \forall t = 1, 2, \dots, T \end{matrix}$$

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T x_{it} \tag{۴}$$

s.t: ...

$$\sum_{i=1}^n r_{ik} \sum_{s=ef_i}^{lf_i} x_{is} \leq R_k \quad \begin{matrix} \forall k = 1, 2, \dots, K \\ \forall t = 1, 2, \dots, T \end{matrix}$$

۹۶- اگر مدت تحویل (Lead Time) برای سفارش دادن محصول ۴ برابر شود، آنگاه مقدار سفارش اقتصادی و تعداد سفارشات بین راهی به ترتیب چه تغییری خواهند کرد؟

(۱) هر دو ثابت می‌مانند.

(۲) نصف می‌شود - ثابت می‌ماند.

(۳) ثابت می‌ماند - ممکن است افزایش یابد.

(۴) چهل درصد افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

۹۷- یک قطعه خریداری شده دارای نرخ تقاضای سالیانه ۴۰۰۰ واحد است، هزینه ثابت سفارش ۶۰ تومان بوده و قیمت خرید هر واحد ۴ تومان است. نرخ هزینه نگهداری موجودی سالیانه ۰/۱۵ است. کمبود موجودی مجاز بوده و به صورت سفارشات تأخیر شده درمی‌آیند. هزینه سالیانه هر واحدی که به تأخیر می‌افتد، ۱ تومان است. اگر LT برابر ۲ هفته و یک سال ۵۰ هفته در نظر گرفته شود، کدام مورد، در خصوص نقطه سفارش مجدد درست است؟

(۱) در لحظه سفارش مجدد، مقدار موجودی کالا برابر صفر است.

(۲) در لحظه سفارش مجدد، موجودی کالا ۱۶۰ واحد است.

(۳) در لحظه سفارش مجدد، موجودی کالا مثبت است.

(۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

۹۸- متوسط جمع کل هزینه‌های سفارش‌دهی و نگهداری بهینه محصولی که به صورت دسته‌ای تولید می‌شود و دارای نرخ تقاضای ۷۰۰۰ واحد در سال با نرخ تولید ۱۴۰۰۰ واحد در سال و هزینه‌های آماده‌سازی ماشین برای هر بار تولید ۵۲۵ تومان و هزینه نگهداری هر واحد ۳۰ تومان در سال است، برابر ۱۰۵۰۰ تومان است. اگر این کالا به صورت آماده خریداری شود، کل هزینه‌های نگهداری سالیانه نسبت به کل هزینه‌های نگهداری در حالت تولید دسته‌ای چه تغییراتی خواهد داشت؟

(۱) ثابت باقی خواهد ماند.

(۲) کاهش خواهد یافت.

(۳) افزایش خواهد یافت.

(۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

۹۹- دو محصول I و II با هم سفارش داده می‌شوند. هزینه‌های ثابت هر بار سفارش کالای I برابر ۲۰ تومان و کالای II برابر ۸۰ تومان، هزینه نگهداری هر واحد محصول I و II برابر و معادل ۱۰ تومان در سال است. تقاضای سالیانه محصول I برابر ۵۰۰ واحد و محصول II برابر ۱۵۰۰ واحد است. اگر هزینه‌های سفارش‌دهی هر یک از این دو کالا برابر ۵۰ تومان در نظر گرفته شود، مجموع کل هزینه‌های نگهداری سالیانه این دو کالا نسبت به حالت قبل کدام است؟

(۱) تغییر خواهد کرد.

(۲) ثابت باقی خواهد ماند.

(۳) تقریباً ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.

(۴) تقریباً ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.

۱۰۰- در یک سیستم نقطه سفارش هر زمان سطح موجودی کالا به S رسید، به اندازه Q واحد سفارش داده می‌شود. مصرف روزانه این کالا (D) یک متغیر تصادفی و پیش‌زمان تأمین کالا (LT) نیز یک متغیر تصادفی است. متوسط سطح موجودی این کالا در طول یک سال برابر با کدام رابطه است؟

$$Q - \frac{D.LT}{2} \quad (1) \quad \frac{Q}{2}$$

$$\frac{Q}{2} + S - \overline{D.LT} \quad (2) \quad \frac{Q+S}{2} - D.LT \quad (3)$$

۱۰۱- در یک سیستم دو ظرفی (TWO - BIN)، اگر هزینه‌های سفارش‌دهی افزایش یابد، آنگاه:

(۱) حجم هر دو ظرف باید افزایش یابد.

(۲) حجم هر دو ظرف ثابت می‌ماند.

(۳) فقط حجم ظرف بزرگ را باید افزایش داد.

(۴) فقط حجم ظرف کوچک را باید افزایش داد.

۱۰۲- تقاضای واقعی ماهیانه محصولی برای ۱۲ ماه قبل، به صورت جدول زیر است. اگر پیش‌بینی تقاضا بر اساس مدل میانگین متحرک ۹ ماهه برای ماه بیست و دوم برابر ۱۹۰ واحد باشد، پیش‌بینی تقاضا برای ماه بعد (۲۴) براساس روش پیش‌بینی هموارسازی نمایی، چقدر است؟

ماه	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳
تقاضا	۱۶۰	۱۸۰	۱۷۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۵	۱۷۰	۱۶۰	۱۸۰	۲۰۰	۱۹۵	۱۷۱

(۱) ۱۶۹

(۲) ۱۷۶

(۳) ۱۸۷

(۴) ۱۹۸

۱۰۳- در یک سیستم سفارشات، براساس روش حداقل هزینه واحد کالا (LUC)، اگر در یک دوره بخصوص تقاضای کالا برابر صفر باشد، کدام گزاره همواره درست است؟

(۱) میزان موجودی ابتدای آن دوره برابر صفر است.

(۲) باید میزان موجودی ابتدای آن دوره برابر صفر باشد.

(۳) مقدار سفارش و موجودی ابتدای آن دوره هر دو برابر صفر است.

(۴) مقدار سفارش در ابتدای آن دوره صفر اما موجودی ابتدای دوره الزاماً برابر صفر نیست.

۱۰۴- تقاضای کالایی در هر دوره مطابق جدول زیر است. قیمت خرید هر واحد این کالا ۵۰ تومان، قیمت فروش هر واحد ۱۲۰ تومان، هزینه کمبود هر واحد ۳۰ تومان و هزینه نگهداری هر واحد ۲۵ تومان در دوره است. کالای مصرف‌نشده در هر دوره با قیمت حراجی (اسقاطی) به‌ازای هر واحد ۱۵ تومان به‌فروش می‌رسد. اگر هزینه انتقال هر واحد کالا تا محل حراجی برابر ۵ تومان باشد، متوسط هزینه‌های نگهداری این کالا در هر دوره چقدر است؟

(۱) ۴۵

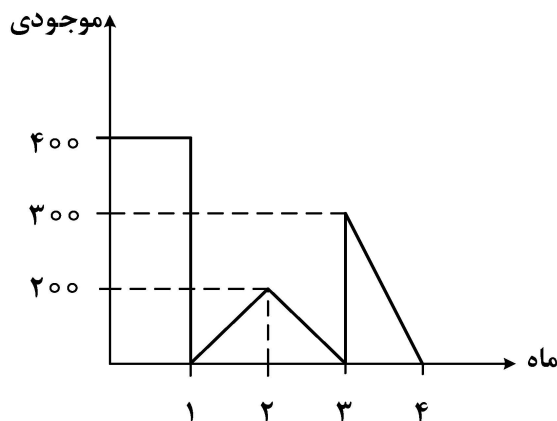
(۲) ۳۵

(۳) ۲۶

(۴) ۱۱

تقاضا	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶
احتمال	۰/۱۵	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱

۱۰۵- پیش‌زمان تأمین کالایی (LT) برابر ۱۵ روز و موجودی این کالای چهار ماه گذشته مطابق نمودار زیر است. اگر هزینه نگهداری هر واحد این کالا ۲۰ تومان در ماه و هزینه هر بار سفارش‌دهی ۱۰۰۰ تومان باشد، کل هزینه موجودی‌ها در طول چهار ماه کدام است؟



(۱) ۱۷۰۰۰

(۲) ۱۵۰۰۰

(۳) ۱۸۰۰۰

(۴) ۲۱۰۰۰

۱۰۶- در بین تکنیک‌های معمول ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها، یکی از خصوصیت‌های اساسی روش نرخ بازگشت سرمایه (ROR) در مقایسه با سایر روش‌ها این است که در این روش،

(۱) ارزش زمانی پول، موردنظر قرار نمی‌گیرد.

(۲) سود حاصل در تمام عمر اقتصادی پروژه‌ها، در نظر گرفته نمی‌شود.

(۳) صرفاً نمی‌توان در مقایسه بین دو پروژه برای پذیرش به نرخ بازگشت بالاتر اکتفا نمود.

(۴) مقایسه اقتصادی بیش از دو پروژه با استفاده از این روش امکان‌پذیر نیست.

۱۰۷- قبل از اتمام پروژه‌ای، جریان‌های نقدی خالص مثبت ایجاد می‌شود. این جریان‌های نقدی را می‌توان با نرخ بهره‌ای بزرگ‌تر از نرخ برگشت داخلی پروژه، مجدداً سرمایه‌گذاری کرد، در این صورت نرخ برگشت مرکب چگونه خواهد بود؟

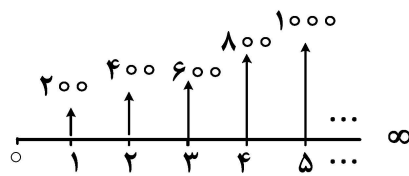
(۱) برابر نرخ بهره سرمایه‌گذاری مجدد

(۲) برابر نرخ برگشت داخلی پروژه

(۳) کمتر از نرخ برگشت داخلی پروژه

(۴) بزرگتر از نرخ برگشت داخلی پروژه

۱۰۸- اگر نرخ بهره ۲۰٪ باشد، مقدار X چقدر باشد تا دو جریان نقدی زیر ارزش فعلی یکسان داشته باشند؟



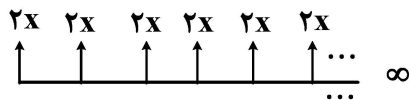
طرح ۱:

(۱) ۱۰۰۰

(۲) ۵۰۰

(۳) ۲۰۰

(۴) ۱۰۰



طرح ۲:

۱۰۹- سرمایه‌گذاری قصد دارد تا اقتصادی‌ترین پروژه را از بین سه طرح A، B و C انتخاب کند. در صورتی که هیچ‌کدام از طرح‌ها صرفه اقتصادی نداشته باشند، هیچ‌کدام از آنها انتخاب نخواهند شد (حالت DN). اگر عمر مفید طرح‌ها بی‌نهایت فرض شود، کدام مورد درست است؟

طرح	A	B	C
هزینه اولیه	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰
درآمد سالیانه	۱۰۰	۳۰۰	۴۰۰

(۱) اگر $MARR = 12\%$ باشد، طرح C انتخاب می‌شود.

(۲) اگر $MARR \leq 10\%$ باشد، طرح A انتخاب می‌شود.

(۳) اگر $15\% \leq MARR \leq 20\%$ باشد، طرح B انتخاب می‌شود.

(۴) هیچ‌کدام از گزینه‌ها درست نیست.

۱۱۰- درآمد ابتدای سال سوم پروژه‌ای ۱۱,۶۱۶ واحد پولی است. این درآمد در هر سال نسبت به سال قبل تا انتهای سال ششم ۴۵/۲٪ افزایش می‌یابد. اگر نرخ تورم در سال ۲۰٪ و نرخ بهره نیز ۲۰٪ باشد و بهره هر ۶ ماه یک‌بار محاسبه شود، ارزش فعلی درآمدها در انتهای سال یکم چند واحد پولی است؟

(۱) ۳۰,۰۰۰

(۲) ۴۰,۰۰۰

(۳) ۵۰,۰۰۰

(۴) ۶۰,۰۰۰

۱۱۱- در جدول زیر، ارزش فعلی هزینه‌ها (C) و نسبت منافع به مخارج ($\frac{B}{C}$) برای چهار پروژه رقیب ارائه شده است. کدام پروژه اقتصادی تر است؟

پروژه	ارزش فعلی هزینه‌ها (C)	نسبت $\frac{B}{C}$
۱	۵۰۰	۱/۵
۲	۳۰۰	۱/۴
۳	۲۰۰	۰/۸
۴	۴۰۰	۱/۱

۱۱۲- تخمین‌های غیرقطعی از ارزش فعلی درآمدها و هزینه‌های یک طرح سرمایه‌گذاری با عمر ۶ سال در جدول زیر مفروض است. به‌ازای چه مقادیری از x، این طرح اقتصادی است؟

تخمین‌ها	خوش‌بینانه	محتمل	بدبینانه
ارزش فعلی درآمدها	$x + 40$	۶۰	$x - 20$
ارزش فعلی هزینه‌ها	۴۰	۵۰	۸۰

- (۱) $x \leq 30$
- (۲) $x \leq 25$
- (۳) $x \geq 30$
- (۴) $x \geq 25$

۱۱۳- طرحی دارای هزینه اولیه ۱۲۰,۰۰۰ واحد پولی و درآمد سالیانه آن از شرایط احتمالی زیر برخوردار است. با عمر مفید ۱۰ سال و حداکثر نرخ جذب‌کننده ۱۵٪، حدود P چقدر باشد تا طرح اقتصادی شود؟

درآمد سالانه	۲۵۰۰۰	۲۰۰۰۰
احتمال	P	۱-P

$$\left(\frac{A}{P}, 10, 15\right) = 0.2$$

$$\left(\frac{P}{A}, 10, 15\right) = 5$$

- (۱) $P \geq 0.8$
- (۲) $P \geq 0.5$
- (۳) $0.2 \leq P < 0.8$
- (۴) P در هر محدوده‌ای باشد، طرح اقتصادی خواهد بود.

۱۱۴- شرکتی یک دستگاه فتوکپی به مبلغ ۶۰,۰۰۰ واحد پولی خریداری کرده است. عمر مفید آن ۱۰ سال و ارزش اسقاطی آن ۱۰,۰۰۰ واحد پولی پیش‌بینی می‌شود. اگر استهلاک سالانه این دستگاه به روش جمع ارقام سنوات (SOYD) محاسبه شود، ارزش دفتری آن در انتهای سال چهارم، کدام است؟

- (۱) ۲۴,۵۴۵
- (۲) ۲۹,۰۹۱
- (۳) ۳۰,۹۰۹
- (۴) ۳۵,۴۵۵

۱۱۵- وسیله‌ای صنعتی به مبلغ ۹,۰۰۰ واحد پولی خریداری می‌شود. اگر ارزش اسقاطی آن پس از ۵ سال ۶۰۰ واحد پولی باشد، مقدار استهلاک آن به روش موجودی نزولی دوپل (DDB) در سال سوم، چند واحد پولی است؟

- (۱) ۱,۵۱۲
- (۲) ۱,۳۲۳
- (۳) ۱,۲۹۶
- (۴) ۱,۲۰۹

۱۱۶- فرض کنید $(a, b \in \mathbb{R})$ ، $z = \frac{1+ai}{b+i} = re^{i\theta}$ ، اگر $\theta \in [-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}]$ ، آنگاه a و b در کدام شرط صدق می‌کنند؟

(۱) $a - b \geq 0$

(۲) $a + b \geq 0$

(۳) $a + b \geq b^2 + 1$

(۴) $a - b \geq b^2 + 1$

۱۱۷- اگر $(n \in \mathbb{N})$ ، $e^A = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\ln(e + \frac{1}{n}) \right)^n$ ، آنگاه مقدار A ، کدام است؟

(۱) $-e$

(۲) صفر

(۳) e^{-1}

(۴) e

۱۱۸- فرض کنید $A = \int_0^2 e^{(x^2-x)} dx$ ، کدام مورد درست است؟

(۱) $A \leq 1$

(۲) $A \geq \frac{1+3e^2}{2}$

(۳) $A \leq 2e^{-\frac{1}{4}}$

(۴) $A \leq 2e^2$

۱۱۹- مقدار $\int_0^{\pi} \frac{dx}{1 + \sec(\frac{x}{2})}$ کدام است؟

(۱) $\frac{\pi-1}{2}$

(۲) $\pi-2$

(۳) $\frac{\pi+1}{2}$

(۴) $\pi-1$

۱۲۰- شعاع همگرایی سری $\sum_{n=5}^{\infty} (\sinh(2n)) x^n$ ، کدام است؟

(۱) e^{-2}

(۲) e^{-1}

(۳) ۱

(۴) e^2

۱۲۱- فرض کنید $f(x, y) = \sqrt{x^2 + y^2}$. معادلهٔ صفحه مماس بر رویهٔ f در نقطهٔ $(2, 2)$ ، کدام است؟

(۱) $x + y - 3z = -2$

(۲) $x + y - z = 2$

(۳) $2x + 2y - z = 6$

(۴) $3x + 3y - z = 10$

۱۲۲- فرض کنید $z = z(x, y)$ و $t = yz^2$ و $z^3y^2 + 2xz = 3$ تابعی از متغیرهای مستقل x و y باشد. مقدار

$\frac{\partial t}{\partial y}(1, -1, 1)$ ، کدام است؟

(۱) -5

(۲) $-\frac{1}{5}$

(۳) $\frac{1}{5}$

(۴) 5

۱۲۳- فاصلهٔ نقطه $P(1, 2, 3)$ از صفحهٔ $(t, s \in \mathbb{R})$ ، $\begin{cases} x = 1+t-s \\ y = -1+2t+s \\ z = 1+t+2s \end{cases}$ ، کدام است؟

(۱) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

(۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

(۳) $\sqrt{2}$

(۴) $\sqrt{3}$

۱۲۴- از دوران منحنی $y = x^2$ حول محور y ها، رویه‌ای با کدام معادله حاصل خواهد شد؟

(۱) $y^2 + x^2 + z = 0$

(۲) $y^2 + x - z^2 = 0$

(۳) $y^2 - x^2 - z^2 = 0$

(۴) $y - x^2 - z^2 = 0$

۱۲۵- بیشینه و کمینه مقدار تابع $f(x, y, z) = x(y+z)$ روی نقاط واقع بر منحنی فصل مشترک رویه‌های

$xz = 1$ و $x^2 + y^2 = 1$ ، به ترتیب، کدام‌اند؟

(۱) $\frac{3}{2}$ و $\frac{5}{2}$

(۲) $\frac{1}{2}$ و $\frac{5}{2}$

(۳) 1 و $\frac{3}{2}$

(۴) $\frac{1}{2}$ و $\frac{3}{2}$

۱۲۶- بر منحنی $r = 2 \cos \theta$ دو خط مماس گذرا از نقطه $P(4, 0)$ رسم می‌کنیم. اگر زاویه بین دو مماس 2α باشد، آنگاه مقدار $\cot \alpha$ ، کدام است؟

(۱) $\sqrt{2}$

(۲) $\sqrt{3}$

(۳) ۲

(۴) $2\sqrt{2}$

۱۲۷- فرض کنید تابع مشتق‌پذیر f به ازای هر $x, y \in \mathbb{R}$ در رابطه $f(x+y) = 2f(x)f(y)$ صدق کند و به ازای

هر $x \in \mathbb{R}$ ، $\frac{f'(x)}{f(x)} = 3$ مقدار $f'(0)$ کدام است؟

(۱) $\frac{3}{2}$

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۶

۱۲۸- فرض کنید $(n \in \mathbb{N})$ ، $S_n = \sum_{k=1}^n \frac{1}{n} \tan^{-1}\left(\frac{2k-1}{2n}\right)$ مقدار $\lim_{n \rightarrow \infty} S_n$ ، کدام است؟

(۱) $\frac{1}{4}(\pi - 2 \ln 2)$

(۲) $\frac{1}{4}(\pi + \ln 2)$

(۳) $\frac{1}{4}(\pi + 2 \ln 2)$

(۴) مقدار حد وجود ندارد.

۱۲۹- مساحت ناحیه محصور به منحنی $r^2 \cos^2 \theta = 1 - \tan^2 \theta$ ، $(r \geq 0)$ در بازه $[-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}]$ ، کدام است؟

(۱) $\frac{1}{3}$

(۲) $\frac{2}{3}$

(۳) $\frac{4}{3}$

(۴) ۲

۱۳۰- فرض کنید $A = \iint_D \frac{dx dy}{\cos^2\left(\frac{y^3 + x^3}{xy}\right)}$ ، که در آن D ناحیهٔ محصور به سهمی‌های $3y = x^2$ ، $4y = x^2$ ،

$x = y^2$ و $2x = y^2$ است. مقدار e^{3A} کدام است؟

(۱) $\frac{\cos^2 5}{\cos^4 \cos 6}$

(۲) $\frac{\sec^2 5}{\sec^4 \sec 6}$

(۳) $\frac{\cos 4}{\cos 6}$

(۴) $\frac{\sec 4}{\sec 6}$

۱۳۱- منحنی $y = \cosh x$ را در بازهٔ $[0, \ln 2]$ حول محور y ‌ها دوران می‌دهیم. مساحت سطح جسم حاصل کدام است؟

(۱) $\frac{\pi}{4}(3 \ln 2 - 1)$

(۲) $\frac{\pi}{2}(3 \ln 2 - 1)$

(۳) $\frac{\pi}{4}(\Delta - 3 \ln 2)$

(۴) $\frac{\pi}{2}(\Delta - 3 \ln 2)$

۱۳۲- اگر C مسیر طی‌شده روی منحنی $y = \sqrt{2x - x^2}$ از نقطهٔ $(0, 0)$ به نقطهٔ $(2, 0)$ باشد، آنگاه مقدار

$\int_C (y \cos x + x e^{2y}) dx + (\sin x + x^2 e^{2y} + 2y) dy$ ، کدام است؟

(۱) -۲

(۲) -۱

(۳) صفر

(۴) ۲

۱۳۳- کار انجام شده توسط نیروی $\vec{F}(x, y, z) = (y^2 z)\hat{i} - (x^2 z)\hat{j} + ((x+y)\sin z)\hat{k}$ ، که باعث جابه‌جایی

جسمی روی منحنی حاصل از تقاطع مخروط $z = 1 - \sqrt{x^2 + y^2}$ و صفحهٔ $z = -1$ در جهت ساعتگرد می‌شود،

کدام است؟

(۱) -24π

(۲) صفر

(۳) 16π

(۴) 24π

۱۳۴- شار گذرا از سطح $x^2 + y^2 + z^2 = 4, z \geq 0$ توسط نیروی $\vec{F}(x,y,z) = (yz + y^2)\hat{i} + (x^2 + xz)\hat{j} + (x^2y^2z)\hat{k}$ کدام است؟

(۱) صفر

(۲) $\frac{32}{105}\pi$

(۳) $\frac{128}{105}\pi$

(۴) $\frac{256}{105}\pi$

۱۳۵- مقدار $\oint_C (2xy^3 + 4e^{-x}) dx + (3x^2y^2 - \pi \sin(\pi y)) dy$ که در آن C منحنی جهت دار $r = 1 + \sin^2 \theta$

در مختصات قطبی به ازای $-\pi \leq \theta \leq \pi$ در جهت پادساعتگرد می باشد، کدام است؟

(۱) $4 - e$

(۲) $-e$

(۳) صفر

(۴) $2 - e$

اقتصاد عمومی (۱ و ۲):

۱۳۶- یک بنگاه چه زمانی در حال حداکثر کردن سود خود است؟

(۱) درآمد نهایی با هزینه نهایی برابر باشد.

(۲) هزینه نهایی از درآمد نهایی بیشتر باشد.

(۳) درآمد نهایی از هزینه نهایی بیشتر باشد.

(۴) هزینه نهایی کمتر از هزینه کل متوسط باشد.

۱۳۷- در تابع تولید کوتاه مدت (نیروی کار، نهاده متغیر)، کدام شرایط زیر برقرار است؟

(۱) تولید کل سریع تر از تولید نهایی به حداکثر خود می رسد.

(۲) تولید کل سریع تر از تولید متوسط به حداکثر خود می رسد.

(۳) تولید متوسط سریع تر از تولید نهایی به حداکثر خود می رسد.

(۴) تولید نهایی سریع تر از تولید متوسط به حداکثر خود می رسد.

۱۳۸- در ترسیم منحنی قیمت - مصرف، کدام عامل ثابت فرض می شود؟

(۱) شیب خط بودجه

(۲) نسبت قیمت دو کالا

(۳) قیمت کالای مورد نظر

(۴) درآمد مصرف کننده و قیمت یکی از کالاها

۱۳۹- اگر منحنی های عرضه و تقاضا شیب عادی خود را داشته باشند، چه اتفاقی می افتد؟

(۱) حداقل یک نقطه تعادل وجود خواهد داشت.

(۲) ممکن است تعادلی وجود نداشته باشد.

(۳) فقط یک نقطه تعادل وجود خواهد داشت.

(۴) دو نقطه تعادل وجود خواهد داشت.

۱۴۰- به دنبال افزایش ۱۰ درصدی در قیمت اتومبیل، میزان تقاضا برای بنزین، ۱۲ درصد کاهش می یابد. در این

شرایط کشش متقاطع تقاضا برای بنزین با توجه به قیمت ماشین چه مقدار خواهد بود و کالاها چگونه هستند؟

(۱) $-1/2$ و مکمل

(۲) $1/2$ و مکمل

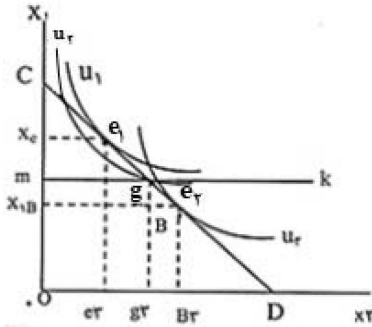
(۳) $0/83-$ و جانشین

(۴) $0/83$ و مکمل

۱۴۱- اگر قیمت کالا ۸۰۰۰ ریال و مقدار تقاضای آن در بازار برابر ۳۲۰۰۰ واحد و شیب تابع تقاضا برابر $0.5-$ باشد، کشش قیمتی کالا کدام است؟

- (۱) -2 (۲) -8
 (۳) $0.5-$ (۴) $0.125-$

۱۴۲- نمودار زیر رفتار مصرف‌کننده‌ای را نشان می‌دهد که در نقطه بهینه مصرف کالا e_1 قرار دارد. چنانچه برای این مصرف‌کننده محدودیت سقف مصرف به اندازه پاره خط mk قرار داده شود، به ترتیب از کدام نقطه به کدام نقطه انتقال می‌یابد؟



- (۱) e_2, g_1
 (۲) g_2, e_2
 (۳) g_2, e_1
 (۴) e_2, e_1

۱۴۳- در تابع تولید $q = -10L^3 + 5L^2$ ، کشش تولیدی نیروی کار در $L = 1$ ، کدام است؟

- (۱) ۴ (۲) ۳
 (۳) ۲ (۴) ۱

۱۴۴- در فضای دو کالایی x و y با منحنی بی‌تفاوتی $\bar{U} = xy$ اگر $P_x = 2P_y$ در نقطه تعادل مصرف، مقدار y کدام است؟ (M درآمد است.)

- (۱) $\frac{M}{2P_x}$ (۲) $\frac{M}{2P_y}$
 (۳) $\frac{2M}{P_x}$ (۴) $\frac{2M}{P_y}$

۱۴۵- اگر قیمت تولیدی یک محصول ۲۰ دلار، یارانه دریافتی ۵ دلار و مالیات پرداختی بابت تولید ۳ دلار باشد، قیمت بازاری محصول کدام است؟

- (۱) ۱۸ (۲) ۲۲
 (۳) ۲۳ (۴) ۲۵

۱۴۶- از راه‌های مختلف سیاست پولی انقباضی نرخ ذخیره قانونی، نرخ تنزیل مجدد و اوراق قرضه است.

- (۱) کاهش - کاهش - خرید
 (۲) کاهش - افزایش - فروش
 (۳) افزایش - افزایش - فروش
 (۴) افزایش - افزایش - خرید

۱۴۷- در وضعیت دام نقدینگی، اثر سیاست مالی انقباضی کدام است؟

- (۱) تغییر هم‌زمان محصول و نرخ بهره
 (۲) ثبات نرخ بهره و کاهش محصول
 (۳) ثبات نرخ بهره و افزایش محصول
 (۴) ثبات محصول و کاهش محصول

۱۴۸- با توجه به نظر اقتصاددانان پول‌گرا، چه زمانی «نرخ طبیعی بیکاری» رخ می‌دهد؟

- (۱) همه بیکاری‌ها از نوع نرخ بیکاری ادواری باشند.
 (۲) سطح تقاضای کل با سطح تولید در حالت اشتغال کامل برابر باشد.
 (۳) همه افراد بیکار به دلخواه خود از کارکردن در نرخ طبیعی دستمزد رایج خودداری کنند.
 (۴) همه افراد بیکار بالاچاره در نرخ طبیعی دستمزد از کار اخراج شوند.

۱۴۹- چرا بانک‌ها در ایران تمایل دارند به جای دادن تسهیلات، املاک خریداری کنند؟

- (۱) تمایل به مالکیت، ذاتی همه انسان‌ها است.
- (۲) ریسک‌گریز هستند و املاک را ترجیح می‌دهند.
- (۳) نفع املاک به خودشان می‌رسد و نفع تسهیلات به دیگران می‌رسد.
- (۴) بهره‌دریافتی آنها از تسهیلات، کمتر از افزایش قیمت املاک است.

۱۵۰- یکی از علت‌های اصلی ناترازی بانک‌ها در ایران، کدام است؟

- (۱) ممانعت‌نکردن بانک مرکزی بر عملیات برداشت وجوه بانک‌ها از بانک مرکزی
- (۲) برداشت خودسرانه بانک‌های دولتی از حساب بانک مرکزی
- (۳) استقراض دولت از بانک‌های خصوصی
- (۴) استقراض دولت از بانک مرکزی

۱۵۱- در شرایط رکود تورمی، در سیاست‌گذاری میان کاهش تورم و ایجاد رشد اقتصادی، کدام سیاست بهتر است؟

- (۱) در هیچ شرایطی هیچ‌یک از این دو برتری ندارند.
- (۲) سیاست افزایش‌دهنده رشد اقتصادی بهتر از سیاست مهارکننده تورم است.
- (۳) سیاست مهارکننده تورم بهتر از سیاست افزایش‌دهنده رشد اقتصادی است.
- (۴) در شرایط رشد منفی، سیاست کنترل تورم بهتر از سیاست افزایش‌دهنده رشد اقتصادی است.

۱۵۲- با فرض وجود سرمایه و نیروی کار کافی، با اجرای همزمان سیاست پولی انبساطی و سیاست مالی انبساطی

به ترتیب، نرخ بهره و تولید چگونه تغییر می‌کند؟

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| (۱) کاهش - افزایش | (۲) افزایش - افزایش |
| (۳) افزایش یا کاهش - افزایش | (۴) افزایش - افزایش یا کاهش |

۱۵۳- اگر میزان سپرده اولیه در یک سیستم بانکی ۱۵۰ واحد و نرخ ذخیره قانونی ۱۵٪ باشد، کل سپرده خلق شده

چقدر خواهد شد؟

- | | |
|---------|----------|
| (۱) ۷۰۰ | (۲) ۸۰۰ |
| (۳) ۹۰۰ | (۴) ۱۰۰۰ |

۱۵۴- اگر نسبت شاخص مخارج به شاخص پاشه در دو سال متوالی بزرگتر از یک باشد، برای مصرف‌کننده چه

اتفاقی رخ می‌دهد؟

- | | |
|--|---------------------------------------|
| (۱) رفاه مصرف‌کننده کاهش یافته است. | (۲) رفاه مصرف‌کننده افزایش یافته است. |
| (۳) مخارج مصرف‌کننده افزایش یافته است. | (۴) مخارج مصرف‌کننده کاهش یافته است. |

۱۵۵- اگر در یک الگوی سه‌بخشی (بنگاه، خانوار و دولت)، میل نهایی به مصرف برابر ۸/۰ و نرخ نهایی مالیات ۲/۰

و میزان افزایش مخارج دولت ۳۶۰ واحد باشد، میزان افزایش درآمد ملی تعادلی، کدام است؟

- | | |
|---------|----------|
| (۱) ۷۰۰ | (۲) ۸۰۰ |
| (۳) ۹۰۰ | (۴) ۱۰۰۰ |

اصول مدیریت و تئوری سازمان:

۱۵۶- در کدام سیستم کنترل سازمانی، بر عوامل مؤثر بر عملکرد تأکید می‌شود؟

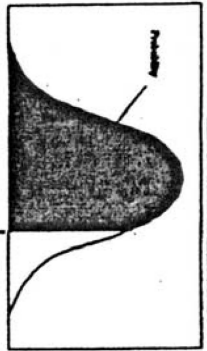
- | | |
|------------|------------|
| (۱) ارزشی | (۲) تحدیدی |
| (۳) تشخیصی | (۴) تعاملی |

۱۵۷- حیطة کنترل در فناوری غیر تکراری، چگونه است؟

- | | |
|-------------------|--------------------|
| (۱) وسیع | (۲) متوسط |
| (۳) متوسط به بالا | (۴) متوسط به پایین |

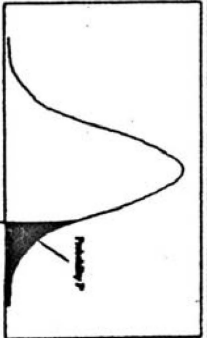
- ۱۵۸- «مسئله‌یابی از طریق مافوق‌ها» و «تغییر روندهای قبلی»، به ترتیب جزو کدام روش‌های مسئله‌یابی است؟
 (۱) مستقیم - مستقیم
 (۲) غیرمستقیم - مستقیم
 (۳) غیرمستقیم - غیرمستقیم
 (۴) مستقیم - غیرمستقیم
- ۱۵۹- اعتصاب برای اخذ امتیازات غیرقانونی، جزو کدام نوع بحران است؟
 (۱) سازمانی - اجتماعی خارجی
 (۲) سازمانی - اجتماعی داخلی
 (۳) فنی - اقتصادی خارجی
 (۴) فنی - اقتصادی داخلی
- ۱۶۰- کانون‌های MFO و EFO، در کدام مدل اثربخشی مطرح است؟
 (۱) روابط انسانی
 (۲) سیستم‌های باز
 (۳) فرایند داخلی
 (۴) هدف عقلایی
- ۱۶۱- در کدام تعریف، سازمان‌ها پدیده‌هایی هستند که به صورت مصنوعی ایجاد شده‌اند؟
 (۱) ائتلاف ذی‌نفعان قدرتمند
 (۲) سیستم‌های به‌هم‌پیوسته منعطف
 (۳) نظام‌های معنا ساز
 (۴) ابزار سلطه
- ۱۶۲- در کدام مرحله حیات سازمان‌ها، مدیریت در پی شیوه‌های جدیدی برای حفظ بازار خود بوده و فرصت‌های جدیدی را پیگیری می‌کند؟
 (۱) افول
 (۲) کارآفرینی
 (۳) رسمیت و کنترل
 (۴) پیچیده‌شدن ساختار
- ۱۶۳- در سبک تفویضی رهبری، رفتارهای وظیفه‌ای و رابطه‌ای به ترتیب چگونه است؟
 (۱) کم - کم
 (۲) کم - زیاد
 (۳) زیاد - کم
 (۴) زیاد - زیاد
- ۱۶۴- کدام نوع کنترل، متکی به مداخله برخی ابزارهای علمی بوده و جایگزینی برای وجود سرپرست است؟
 (۱) بوروکراتیک
 (۲) فرهنگی
 (۳) ساده
 (۴) فنی
- ۱۶۵- امنیت شغلی بالا و وفور منابع، به ترتیب جزو کدام متغیرهای محرک‌های نوآوری هستند؟
 (۱) ساختاری - ساختاری
 (۲) منابع انسانی - ساختاری
 (۳) فرهنگی - منابع انسانی
 (۴) منابع انسانی - منابع انسانی
- ۱۶۶- نوع سازمان در تولید انبوه و تولید مستمر، به ترتیب چگونه است؟
 (۱) ارگانیک - ارگانیک
 (۲) ارگانیک - مکانیکی
 (۳) مکانیکی - مکانیکی
 (۴) مکانیکی - ارگانیک
- ۱۶۷- در سبک رفتاری، شیوه‌های تفکر و تحمل ابهام، به ترتیب چگونه‌اند؟
 (۱) عقلانی - کم
 (۲) عقلانی - زیاد
 (۳) شهودی - کم
 (۴) شهودی - زیاد
- ۱۶۸- کدام فرهنگ سازمانی، خدمت به ارباب رجوع یا مشتریانی خاص در محیط بیرونی را مورد توجه قرار می‌دهد و نیازی به تغییرات سریع احساس نمی‌کند؟
 (۱) بوروکراتیک
 (۲) قبیله‌ای
 (۳) کارآفرینانه
 (۴) مأموریت
- ۱۶۹- در مدل فرهنگ سازمانی ادگار شاین، ارزش‌ها و ارتباط محیط، به ترتیب جزو کدام سطوح فرهنگ سازمانی هستند؟
 (۱) دوم - دوم
 (۲) دوم - سوم
 (۳) سوم - دوم
 (۴) سوم - سوم

- ۱۷۰- برای علاج کدام بحران، فرایند کنترل اجتماعی و خودکنترلی جای کنترل رسمی را می‌گیرد؟
 (۱) رهبری
 (۲) کنترل
 (۳) استقلال
 (۴) تشریفات زائد
- ۱۷۱- مدیر در کدام نقش باید مراقب باشد تا سیستم به گونه‌ای کار کند که برای آن طراحی شده است؟
 (۱) ابداعی
 (۲) اجرایی
 (۳) ترکیبی
 (۴) تولیدی
- ۱۷۲- تأثیر سازمان بر جامعه، موضوع اصلی مورد بررسی کدام دیدگاه سازمانی است؟
 (۱) کلاسیک
 (۲) تفسیری
 (۳) نوگرایی
 (۴) فرانوگرایی
- ۱۷۳- محیط با عدم اطمینان درک شده متوسط به پایین، چگونه محیطی است؟
 (۱) ساده و ایستا
 (۲) ساده و پویا
 (۳) پیچیده و ایستا
 (۴) پیچیده و پویا
- ۱۷۴- در کدام تفکر، ذهن به طور عمیق با یک مسئله درگیر می‌شود و به تجسم و واضح‌سازی آن می‌پردازد؟
 (۱) قیاسی
 (۲) سببی
 (۳) خلاق
 (۴) تحلیلی
- ۱۷۵- نسبت کارگران ماهر و پیچیدگی کلی، به ترتیب در تولید انبوه چگونه است؟
 (۱) کم - زیاد
 (۲) کم - کم
 (۳) زیاد - زیاد
 (۴) زیاد - کم



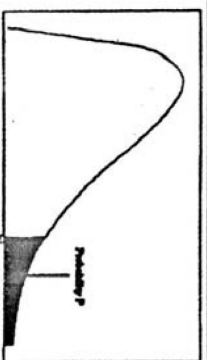
سطح زیر منحنی نرمال سمت راست

z	0.0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
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	7390	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	9279	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	9725	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	9978	9979	9980	9981	9982	9983
2.9	9984	9985	9986	9987	9988	9989	9990	9991	9992	9993
3.0	9994	9995	9996	9997	9998	9999	9999	9999	9999	9999



مقادیر بحرانی توزیع z

df	10	05	025	01	005
1	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66
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	2.238	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



مقادیر بحرانی توزیع مربع کای

df	995	990	975	950	050	025	010	005
1	4E-5	0.0001	0.0009	0.0039	3.8414	5.0238	6.6349	7.879
2	0.010	0.0201	0.0506	0.1025	5.9914	7.3777	9.2103	10.596
3	0.071	0.1148	0.2158	0.3518	7.8791	9.3484	11.344	12.838
4	0.206	0.2971	0.4844	0.7107	9.4877	11.143	13.276	14.860
5	0.411	0.5543	0.8312	1.1454	11.070	12.832	15.086	16.749
6	0.675	0.8720	1.2373	1.6351	12.591	14.449	16.811	18.547
7	0.989	1.3790	1.6998	2.1673	14.067	16.012	18.475	20.277
8	1.344	1.8465	2.1797	2.7326	15.507	17.534	20.090	21.954
9	1.734	2.2079	2.7003	3.3251	16.918	19.022	21.665	23.589
10	2.155	2.5582	3.2469	3.9403	18.307	20.483	23.165	25.188
11	2.603	2.9154	3.8157	4.5748	19.675	21.920	24.724	26.756
12	3.073	3.2795	4.4017	5.2260	21.026	23.336	26.216	28.299
13	3.565	3.6564	5.0087	5.8918	22.362	24.735	27.688	29.819
14	4.074	4.0604	5.6287	6.5706	23.684	26.118	29.141	31.319
15	4.600	4.4864	6.2621	7.2609	24.995	27.488	30.577	32.801
16	5.142	4.9322	6.9076	7.9616	26.296	28.845	31.999	34.267
17	5.697	5.4077	7.5641	8.6717	27.587	30.191	33.408	35.718
18	6.264	5.9149	8.2307	9.3904	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.843	6.4527	8.9165	10.117	30.143	32.852	36.190	38.582
20	7.433	7.0304	9.5907	10.850	31.410	34.169	37.566	39.996
21	8.033	7.6372	10.282	11.591	32.670	35.478	38.932	41.401
22	8.642	8.2692	10.982	12.338	33.924	36.780	40.289	42.795
23	9.260	8.9360	11.688	13.090	35.172	38.075	41.638	44.181
24	9.886	9.6355	12.401	13.848	36.415	39.364	42.979	45.558
25	10.52	10.352	13.119	14.611	37.652	40.646	44.314	46.927
26	11.16	11.083	13.843	15.379	38.883	41.923	45.641	48.289
27	11.80	11.827	14.573	16.151	40.117	43.194	46.962	49.644
28	12.46	12.584	15.307	16.927	41.337	44.460	48.278	50.993
29	13.12	13.356	16.047	17.708	42.586	45.722	49.587	52.335
30	13.78	14.153	16.790	18.492	43.772	46.979	50.892	53.671

720

APPENDIX VI
Factors for Constructing Variables Control Charts

Observations in Sample, n	Chart for Averages			Chart for Standard Deviations						Chart for Ranges						
	Factors for Control Limits			Factors for Center Line			Factors for Control Limits			Factors for Center Line		Factors for Control Limits				
A	A ₂	A ₃	c ₄	1/c ₄	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

For n > 25.

$$A = \frac{3}{\sqrt{n}} \quad A_3 = \frac{3}{c_4 \sqrt{n}} \quad c_4 \approx \frac{4(n-1)}{4n-3}$$

$$B_3 = 1 - \frac{3}{c_4 \sqrt{2(n-1)}} \quad B_4 = 1 + \frac{3}{c_4 \sqrt{2(n-1)}}$$

$$B_5 = c_4 - \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}} \quad B_6 = c_4 + \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}$$

