

327

E



نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

<p>صبح جمعه ۱۳۹۶/۱۲/۴ دفترچه شماره (۱)</p>		<p>«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.» امام خمینی (ره)</p>		
<p>جمهوری اسلامی ایران وزارت علوم، تحقیقات و فناوری سازمان سنجش آموزش کشور</p>		<p>آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۳۹۷</p>		
<p>رشته مهندسی صنایع (کد ۲۳۵۰)</p>		<p>تعداد سؤال: ۴۵</p>		
<p>مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه</p>		<p>عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات</p>		
ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: تحقیق در عملیات (۲و۱) - تئوری احتمالات و آمار مهندسی - طراحی سیستم های صنعتی	۴۵	۱	۴۵
<p>این آزمون نمره منفی دارد.</p>		<p>استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.</p>		
<p>حق چاپ و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با متخلفین براین مقررات رفتار می شود.</p>				

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... در جلسه این آزمون شرکت می نمایم.

امضا:

۱- مقدار بهینه تابع هدف مسئله زیر، کدام است؟

$$\max z = 45x_1 + 40x_2 + 140x_3 + 40x_4$$

$$\text{s.t.} \quad 10x_1 + 10x_2 + 20x_3 + 8x_4 \leq 30$$

$$x_1, x_2, x_3 \in \{0, 1\}, 0 \leq x_4 \leq 1$$

۱۸۹ (۴)

۱۸۸ (۳)

۱۸۵ (۲)

۱۸۰ (۱)

۲- نماد  $z^*(c)$  برای هر بردار  $c$ ، برابر مقدار بهینه مسئله زیر است:

$$\max z(c) = c^T x$$

$$\text{s.t.} \quad g_i(x) \leq 0, i = 1, \dots, m.$$

کدام گزینه به ازای  $\alpha, \beta \geq 0$  و بردارهای دلخواه  $c_1$  و  $c_2$  همواره درست است؟

$$\alpha z^*(c_1) + \beta z^*(c_2) \leq z^*(\alpha c_1 + \beta c_2) \quad (1)$$

$$\alpha z^*(c_1) + \beta z^*(c_2) = z^*(\alpha c_1 + \beta c_2) \quad (2) \text{ تنها اگر } \alpha + \beta = 1$$

$$\alpha z^*(c_1) + \beta z^*(c_2) = z^*(\alpha c_1 + \beta c_2) \quad (3)$$

$$\alpha z^*(c_1) + \beta z^*(c_2) \geq z^*(\alpha c_1 + \beta c_2) \quad (4)$$

۳- جدول بهینه به ازای  $\lambda = 0$  برای یک مسئله برنامه ریزی پارامتریک به صورت زیر است. به ازای چه مقادیری از  $\lambda$ ،

پایه بهینه مسئله، بدون تغییر باقی می ماند؟

$$\max z = (3 + 2\lambda)x_1 + (5 + \lambda)x_2 + (2 - \lambda)x_3$$

$$\text{s.t.} \quad -2x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 5 + 6\lambda$$

$$3x_1 + x_2 - x_3 \leq 10 - 8\lambda$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

$$0 \leq \lambda \leq 4 \quad (1)$$

$$-1 \leq \lambda \leq 7 \quad (2)$$

$$-18 \leq \lambda \leq \frac{20}{3} \quad (3)$$

$$-17/5 \leq \lambda \quad (4)$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$s_1$	$s_2$	
$z$	0	20	0	9	7	115
$x_1$	1	3	0	1	1	15
$x_3$	0	8	1	3	2	35

- ۴- برای تهیه یک واحد ماده شیمیایی خاص از دو واحد ماده (۱) و سه واحد ماده (۲) استفاده می شود. اگر  $x_1$  و  $x_2$  به ترتیب میزان موجودی مواد (۱) و (۲) باشند، تابع هدف مسئله جهت بیشینه سازی تولید از این ماده خاص معادل کدام است؟

$$Z = 2x_1 + 3x_2 \quad (۱)$$

$$Z = 3x_1 + 2x_2 \quad (۲)$$

$$Z = \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} + \left| \frac{x_1}{2} - \frac{x_2}{3} \right| \quad (۳)$$

$$Z = 3x_1 + 2x_2 - |3x_1 - 2x_2| \quad (۴)$$

- ۵- دو مسئله برنامه ریزی ریاضی زیر را در نظر بگیرید:

$$\begin{aligned} P: \min f(x) & \quad Q: \max h(\lambda_1, \dots, \lambda_m) \\ \text{s.t. } g_i(x) \leq 0, i=1, \dots, m & \quad \text{s.t. } \lambda_i \geq 0, i=1, \dots, m \end{aligned}$$

که در آن ها دامنه تمام توابع  $f, g_1, \dots, g_m$  برابر  $\mathbb{R}^n$  است و تابع  $h$  به صورت زیر تعریف می شود:

$$h(\lambda_1, \dots, \lambda_m) = \inf_{x \in \mathbb{R}^n} \left\{ f(x) + \sum_{i=1}^m \lambda_i g_i(x) \right\}$$

کدام گزینه همواره صحیح است؟

- (۱) مسئله  $Q$  موجه است اگر مسئله  $P$  موجه باشد.  
 (۲) مقدار بهینه مسئله  $Q$  متناهی است، اگر مسئله  $P$  موجه باشد.  
 (۳) مقدار بهینه مسئله  $Q$  همیشه بزرگتر یا مساوی مقدار بهینه مسئله  $P$  است.  
 (۴) مسئله  $Q$  قابل تبدیل به یک مسئله برنامه ریزی خطی با تعداد متناهی متغیر و محدودیت است.  
 ۶- جدول زیر، جدول نهایی فاز یک در روش دو فازی است. با فرض اینکه متغیرهای  $x_6, x_5, x_4$ ، متغیرهای مصنوعی هستند، به ازای چه مقادیری از  $a, b, c$  و  $d$  این مسئله یک محدودیت مازاد خواهد داشت؟

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	
$z$	۰	۰	۰	-۲	۰	-۱	
$x_1$	۱	۰	$\frac{1}{2}$	۲	۰	$\frac{1}{2}$	۳
$x_2$	۰	۱	$-\frac{3}{2}$	$-\frac{1}{2}$	۰	۴	۵
$x_5$	۰	۰	$a$	$b$	۱	$c$	$d$

- (۱)  $a = 0, d = 0$  و به ازای تمام مقادیر  $b$  و  $c$   
 (۲)  $a > 0, d = 0$  و به ازای تمام مقادیر  $b$  و  $c$   
 (۳)  $d = 0$  و به ازای تمام مقادیر  $a, b$  و  $c$   
 (۴)  $d = 0, b = 0, c = 0$  و به ازای تمام مقادیر  $a$

۷- مقدار بهینه مسئله زیر کدام است؟

$$\begin{aligned} \min f(x) &= -6x_1 - 4\sqrt{x_2} + x_1^2 + x_2 \\ \text{s.t.} \quad & -x_1 + \sqrt{x_2} \leq 2 \\ & x_1 + \sqrt{x_2} \leq 6 \\ & x_1 \leq 5 \\ & -x_2 \leq 0 \\ & -x_1 \leq 1 \end{aligned}$$

(۱) -۱۵

(۲) -۱۴

(۳) -۱۳

(۴) -۱۲

۸- مسئله زیر را در نظر بگیرید:

$$\begin{aligned} \max z &= 2x_1 + x_2 - x_3 - x_4 \\ \text{s.t.} \quad & x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 = 8 \\ & -x_1 + x_2 - 2x_3 \leq 4 \\ & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{aligned}$$

کدام گزینه در مورد این مسئله صحیح است؟

(۱) فضای موجه مسئله، بی کران است

(۲) مسئله جواب بهینه چندگانه دارد.

(۳) مقدار تابع هدف بهینه آن متناهی است.

(۴) مقدار تابع هدف بهینه آن نامتناهی است.

۹- در روش شاخه و کران برای حل یک مسئله کمینه سازی برنامه ریزی خطی عدد صحیح مخلوط، فرض کنید  $P_0$

بیانگر مسئله برنامه ریزی خطی گره ریشه درخت شاخه و کران،  $P_{01}$  و  $P_{02}$  بیانگر مسائل گره های فرزند گره ریشه

باشند. همچنین فرض کنید برای هر مسئله برنامه ریزی ریاضی  $P$ ، دو نماد  $FS(P)$  و  $z^*(P)$  به ترتیب بیانگر

فضای موجه و مقدار بهینه آن مسئله باشند. در این صورت کدام گزینه همواره صحیح است؟

$$FS(P_0) = FS(P_{01}) \cap FS(P_{02}) \quad (1)$$

$$z^*(P_0) \geq \max \{z^*(P_{01}), z^*(P_{02})\} \quad (2)$$

$$2z^*(P_0) \leq z^*(P_{01}) + z^*(P_{02}) \quad (3)$$

$$FS(P_0) = FS(P_{01}) \cup FS(P_{02}) \quad (4)$$

۱۰- مقدار بهینه مسئله روبه‌رو، به ازای  $m = 3$  و ماتریس  $C_{ij}$  زیر، کدام است؟

$$\min \sum_{i=1}^m u_i + \sum_{j=1}^m w_j$$

$$\text{s.t. } x_i + w_j \geq C_{ij}, \quad i, j = 1, 2, \dots, m$$

$$u_i, w_j \in \mathbb{R}, \quad i, j = 1, 2, \dots, m$$

$$(C_{ij}) = \begin{pmatrix} 4 & 1 & -1 \\ 2 & 4 & 5 \\ 4 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

۱ (۱)

۴ (۲)

۹ (۳)

۱۰ (۴)

۱۱- می‌خواهیم یک مسئله برنامه‌ریزی عدد صحیح خالص را با استفاده از روش صفحات برش گموری حل کنیم. جدول بهینه سیمپلکس آزادسازی این مسئله به صورت زیر است:

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	
$z$	۰	۰	$\frac{4}{7}$	$\frac{1}{7}$	۰	$a_1$
$x_1$	۱	۰	$a_2$	$a_3$	۰	$\frac{20}{7}$
$x_2$	۰	۱	$a_4$	۱	۰	۳
$x_5$	۰	۰	$-\frac{2}{7}$	$\frac{10}{7}$	$a_5$	$\frac{23}{7}$

کدام محدودیت می‌تواند معادل یک برش گموری باشد؟

$$\frac{1}{6}x_2 + \frac{1}{3}x_4 \geq 1 \quad (1)$$

$$x_2 \leq 2 \quad (2)$$

$$x_5 - x_2 + x_4 \geq 3 \quad (3)$$

$$-\frac{5}{7}x_2 + \frac{3}{7}x_4 \geq \frac{2}{7} \quad (4)$$

۱۲- در مورد مدل برنامه ریزی ریاضی زیر، کدام گزینه همواره صحیح است؟

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

(۱) قابل تبدیل به یک مدل برنامه ریزی محدب است.

(۲) قابل تبدیل به یک مدل برنامه ریزی خطی است.

(۳) یک مدل برنامه ریزی محدب است.

(۴) لزوماً یک مدل برنامه ریزی محدب نیست.

۱۳- در مسئله زیر اگر یک محدودیت حذف شود:

$$\begin{aligned} \min z = & 2x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 \\ \text{s.t.} \quad & x_1 + x_2 = 2 \\ & x_3 + x_4 = 3 \\ & x_1 + x_3 = 1 \\ & x_2 + x_4 = 4 \\ & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{aligned}$$

(۱) ناحیه موجه مسئله بزرگتر می شود.

(۲) جواب بهینه مسئله تغییری نمی کند.

(۳) رتبه ماتریس ضرایب تکنولوژی کاهش می یابد.

(۴) ممکن است جواب بهینه مسئله بهتر شود.

۱۴- در یک مدل بهینه سازی، در صورتی که بخواهیم یک متغیر عدد صحیح نامنفی کوچکتر مساوی ۲۸ را حذف نموده و به جای آن از تعدادی متغیر صفر و یک استفاده کنیم، حداقل چه تعداد متغیر صفر و یک نیاز است؟

۷ (۱)

۶ (۲)

۵ (۳)

۴ (۴)

۱۵- برای خطی کردن عبارت  $z = x_1^{a_1} x_2^{a_2} \dots x_k^{a_k}$  با فرض اینکه  $x_i$  ها متغیرهای صفر و یک و  $a_i$  ها اعداد مثبت هستند، از کدام دسته محدودیت ها می توان استفاده کرد؟

$$x_1 + x_2 + \dots + x_k \leq z + k - 1, x_i - z \geq 0, i = 1, \dots, k \quad (۱)$$

$$kz \leq x_1 + x_2 + \dots + x_k \leq z + k \quad (۲)$$

$$kz \geq x_1 + x_2 + \dots + x_k \geq z + k - 1 \quad (۳)$$

$$kz \leq x_1 + x_2 + \dots + x_k, z - x_i \geq 0, i = 1, \dots, k \quad (۴)$$



۱۶- در یک جامعه آماری پیوسته، میانگین داده‌های کمتر از دهک چهارم ۱۵، میانگین داده‌های بیشتر از دهک هشتم ۲۰ و میانگین داده‌های از دهک چهارم تا دهک هشتم ۱۷ می‌باشد. میانگین کل این داده‌ها کدام است؟

(۱)  $16/67$

(۲)  $16/80$

(۳)  $17/00$

(۴)  $17/67$

۱۷- یک تاس معمولی و سالم ۳ بار پرتاب می‌شود. احتمال این که دقیقاً ۲ پرتاب از ۳ پرتاب تاس، خال یکسان داشته باشند، کدام است؟

(۱)  $\frac{1}{36}$

(۲)  $\frac{8}{36}$

(۳)  $\frac{15}{36}$

(۴)  $\frac{20}{36}$

۱۸- فرض کنید ماشینی به‌طور متوسط در هر ساعت ۴ قطعهٔ بخصوصی را تولید می‌کند. احتمال این که فاصلهٔ زمانی بین تولید ۲ قطعهٔ متوالی حداقل برابر با نصف متوسط زمان بین تولیدات متوالی قطعات باشد، کدام است؟

(۱)  $1 - e^{-2}$

(۲)  $1 - e^{-4}$

(۳)  $e^{-2}$

(۴)  $e^{-4}$

۱۹- براساس تجربه، یک شرکت خطوط هوایی می‌داند که ۹۰٪ مسافران بلیط خریده در پرواز حضور پیدا می‌کنند. در یک پرواز این شرکت با ظرفیت ۳۰۰ صندلی، ۳۲۴ بلیط فروخته شده است. احتمال این که مسافر با بیش از تعداد صندلی حضور یابند، کدام است؟

(۱)  $0/459$

(۲)  $0/495$

(۳)  $0/545$

(۴)  $0/554$

۲۰- فرض کنید  $X \sim N(1, 4)$  باشد، مقدار  $P(1 < X^2 < 9)$ ، کدام است؟

(۱)  $0/3413$

(۲)  $0/3431$

(۳)  $0/4727$

(۴)  $0/4772$

۲۱- فرض کنید  $X \sim P(\lambda)$  باشد، اگر متغیر تصادفی  $Y$  به صورت زیر تعریف شود، مقدار  $E(Y)$  کدام است؟

$$Y = \begin{cases} X & X = 2k \\ -X & X = 2k + 1 \end{cases} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

(۱)  $\lambda e^{-2\lambda}$

(۲)  $e^{-\lambda}$

(۳)  $e^{\lambda}$

(۴)  $2\lambda$

۲۲- فرض کنید  $Z \sim U(0, 1)$  و  $X|Z=z \sim \text{Bin}(6, z)$  باشند. مقدار  $(E(X), \text{Var}(X))$ ، کدام است؟

(۱)  $(3, 4)$

(۲)  $(3, 24)$

(۳)  $(3, 3)$

(۴)  $(3, 12)$

۲۳- فرض کنید  $U_1$  و  $U_2$  دو متغیر تصادفی مستقل از توزیع یکسان  $U(0, 1)$  باشند. اگر  $X = \min(U_1, U_2)$  و

$Y = \max(U_1, U_2)$  باشند، مقدار  $P(X \leq \frac{1}{4} | Y \geq \frac{1}{4})$ ، کدام است؟

(۱)  $\frac{2}{3}$

(۲)  $\frac{1}{3}$

(۳)  $\frac{1}{4}$

(۴)  $\frac{3}{4}$

۲۴- فرض کنید متغیرهای تصادفی  $X$  و  $Y$  مقادیر  $\alpha$  و  $-\alpha$  را با شرایط زیر اختیار می کنند. مقدار  $E(X|Y = -\alpha)$ ، کدام است؟

$$P(X = \alpha) = \frac{1}{4}, P(Y = \alpha) = \frac{1}{3}, P(X = \alpha | Y = \alpha) = \frac{1}{4}$$

(۱)  $-\frac{1}{2}\alpha$

(۲)  $-\frac{2}{3}\alpha$

(۳)  $\frac{1}{2}\alpha$

(۴)  $-\frac{3}{4}\alpha$



۲۵- فرض کنید ۱, ۳, ۵, ۷, ۹ یافته‌های یک نمونه تصادفی از  $X$  با توزیع  $P(\lambda)$  باشد. برآورد  $E_{\lambda}(X(X-1))$  به روش ماکزیمم درست‌نمایی، کدام است؟

(۱) ۱۰

(۲) ۱۵

(۳) ۲۰

(۴) ۲۵

۲۶- براساس نمونه‌ای تصادفی به اندازه  $n$  از توزیعی با تابع چگالی احتمال  $f_{\theta}(x)$ ، دو برآوردکننده برای پارامتر  $\theta$  معرفی شده است. آنها را  $\hat{\theta}_1$  و  $\hat{\theta}_2$  بنامید.  $\hat{\theta}_1$  برآوردکننده‌ای ناریب با واریانس  $\frac{3}{4}\theta^2$  و برآوردکننده  $\hat{\theta}_2$  برآوردکننده‌ای اریب با واریانس  $\frac{1}{4}\theta^2$  و مقدار اریبی  $\frac{1}{4}\theta$  می‌باشد. کارایی برآوردکننده  $\hat{\theta}_1$  نسبت به برآوردکننده  $\hat{\theta}_2$ ، کدام است؟

(۱) ۱

(۲)  $\frac{2}{3}$

(۳)  $\frac{3}{2}$

(۴)  $\frac{3\theta}{2+2\theta}$

۲۷- برای استنباط آماری با ضریب اطمینان ۰/۹۵ در مورد میانگین یک جمعیت، نمونه‌ای تصادفی به اندازه  $n$  گرفته می‌شود. چنانچه حداکثر خطای برآورد یک واحد و جمعیت نرمال با انحراف معیار ۲ واحد باشد، اندازه نمونه ( $n$ ) کدام است؟

(۱) ۸

(۲) ۱۶

(۳) ۱۸

(۴) ۳۶

۲۸- فرض کنید  $x_1, x_2$  یافته‌های یک نمونه تصادفی از توزیع  $N(\mu, \frac{1}{4})$  باشد. برای آزمون فرض  $H_0: \mu \leq \frac{1}{4}$  در

مقابل  $H_1: \mu > \frac{1}{4}$ ، اگر ناحیه پذیرش به صورت  $\bar{x} \leq 0.749$  باشد، احتمال خطای نوع اول، کدام است؟

(۱) ۰/۷۲۵۷

(۲) ۰/۳۰۸۵

(۳) ۰/۲۷۴۳

(۴) ۰/۶۹۱۵

۲۹- فرض کنید  $X \sim Ge(p)$  (مدل تعداد شکست) باشد. برای آزمون  $H_0: p = \frac{1}{3}$  در مقابل  $H_1: p = \frac{2}{3}$ ، اگر ناحیه بحرانی به فرم  $x \geq k$  و  $x = 6$  مشاهده شود،  $p$  - مقدار (p-value) آزمون کدام است؟

(۱)  $(\frac{1}{3})^5$

(۲)  $(\frac{2}{3})^5$

(۳)  $(\frac{1}{3})^6$

(۴)  $(\frac{2}{3})^6$

۳۰- اگر در مدل رگرسیون خطی ساده  $y_i = B_0 + B_1 x_i + \varepsilon_i$  به اشتباه از مدل  $y_i = B^* x_i + \varepsilon_i^*$  استفاده کنیم، میزان ارببی برآوردکننده  $\hat{B}^*$  (به روش کمترین مربعات) برای پارامتر واقعی شیب یعنی  $B_1$  کدام است؟

(۱) صفر

(۲)  $B_0$

(۳)  $\frac{\sum x_i}{\sum x_i^2} B_0$

(۴)  $\frac{\sum x_i}{\sum (x_i - \bar{x})^2} B_0$

۳۱- مکان بهینه ۲ تسهیلات ۱ و ۲،  $(x_1^*, y_1^*)$  و  $(x_2^*, y_2^*)$  با توجه به اطلاعات موجود کدام است؟  $(a_i, b_i)$  ها مکان‌های نقاط تقاضا هستند.

$$w = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 4 & 0 & 5 \end{pmatrix}$$

$$n = 2$$

$$m = 3 \rightarrow \begin{cases} (a_1, b_1) = (10, 15) \\ (a_2, b_2) = (20, 25) \\ (a_3, b_3) = (40, 5) \end{cases}$$

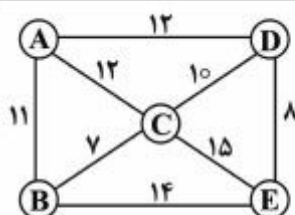
$$v_{12} = 2$$

(۱)  $(x_2^*, y_2^*) = (15, 2), (x_1^*, y_1^*) = (10, 5, 25, 1)$

(۲)  $(x_2^*, y_2^*) = (18, 25, 1), (x_1^*, y_1^*) = (15, 2, 10, 5)$

(۳)  $(x_2^*, y_2^*) = (15, 2, 10, 5), (x_1^*, y_1^*) = (18, 25, 1)$

(۴)  $(x_2^*, y_2^*) = (25, 1, 10, 5), (x_1^*, y_1^*) = (18, 15, 2)$



۳۲- ۵ نقطه تقاضا بر روی شبکه زیر قرار دارند و اعداد نشان داده شده بر روی شبکه بیانگر فاصله بین نقاط تقاضا می باشد. با فرض مسئله پوشش کامل و حداکثر فاصله پوشش ۱۲ کیلومتر، اگر بخواهیم واحدهای خدماتی را برای خدمات رسانی به ۵ نقطه تقاضا استقرار دهیم، در کدام یک از گره ها حتماً واحد خدماتی مکان یابی نخواهد شد؟

هدف، کمینه کردن تعداد واحدهای خدماتی است.

(۲) E و B

(۱) A و E

(۴) B و D

(۳) C و E

۳۳- قرار است دو تسهیلات  $M_1$  و  $M_2$  که با هم به میزان  $V$  ارتباط دارند ( $V > 0$ ) برای خدمت رسانی به ۵ نقطه تقاضا با مختصات مکان زیر استقرار یابند. اگر میزان ارتباط هر دو تسهیل با ۵ نقطه تقاضا مثبت و به صورت زیر باشد، کدام یک از مکان های زیر می تواند جواب مسئله باشد؟ فرض کنید فاصله به صورت پله ای است.

	نقاط تقاضا				
تسهیل	$P_1 = (0, 4)$	$P_2 = (3, 1)$	$P_3 = (2, 3)$	$P_4 = (5, 2)$	$P_5 = (1, 2)$
$M_1$	$w_{11}$	$w_{12}$	$w_{13}$	$w_{14}$	$w_{15}$
$M_2$	$w_{21}$	$w_{22}$	$w_{23}$	$w_{24}$	$w_{25}$

$w_{ij} > 0 \quad i = 1, 2$   
 $j = 1, 2, 3, 4, 5$

(۲)  $(6, 3)$  ,  $(2, 2)$

(۱)  $(1, 2)$  ,  $(3, 5)$

(۴)  $(5, 0)$  ,  $(3, 2)$

(۳)  $(3, 3)$  ,  $(1, 2)$

۳۴- برای مسئله تخصیص مضاعف (QAP) با تخصیص اولیه  $a = (4, 3, 5, 1, 2)$  با فرض اینکه ماتریس جریان بین

	۱	۲	۳	۴	۵
۱			۴	۶	۵
۲				۸	۹
۳					۵
۴					۳
۵					

تسهیلات به صورت زیر باشد، یک حد پایین مناسب تعیین کنید.  
 فرض کنید ترتیب ها به صورت زیر شماره گذاری شده است.

۱	۲	۳
	۴	۵

(۲) ۸۵

(۱) ۸۲

(۴) ۱۰۴

(۳) ۹۶

۳۵- در روش Steepest Descent برای حل مسئله تخصیص مضاعف (QAP) در هر مرحله، در چه صورت ۲ تسهیل جایشان با هم عوض می شود؟

- (۱) موقعیت ۲ تسهیل مجاور هم باشد و با جابه جایی دو تسهیل بیشترین کاهش هزینه را داشته باشیم.
- (۲) موقعیت ۲ تسهیل مجاور هم باشد و با جابه جایی دو تسهیل کاهش هزینه داشته باشیم.
- (۳) با جابه جایی ۲ تسهیل بیشترین کاهش هزینه را در آن مرحله داشته باشیم.
- (۴) با جابه جایی ۲ تسهیل کاهش هزینه داشته باشیم.

- ۳۶- اگر ماتریس تخصیص اولیه و ماتریس جریان بین ۴ تسهیل به صورت زیر باشد، با استفاده از روش حل VNZ در اولین مرحله، کدام دو تسهیل جهت جابه جایی ارزیابی می شوند؟  $a = (2, 3, 1, 4)$

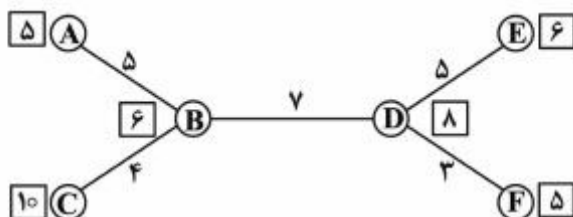
	۱	۲	۳	۴
۱		۶	۱۰	۱۲
۲			۸	۱۶
۳				۵
۴				

شماره گذاری موقعیت ها

۱	۲
۳	۴

- (۴, ۳) (۲, ۳) (۳, ۱, ۲) (۲, ۴) (۲) (۴, ۱) (۱)

- ۳۷- ۶ نقطه تقاضا به همراه وزن هر کدام از نقطه های تقاضا و همچنین فواصل بین نقاط تقاضا بر روی شبکه درختی زیر نشان داده شده است. می خواهیم یک واحد خدماتی جهت سرویس دهی به تمام نقاط تقاضا بر روی شبکه مکان یابی نماییم. مکان بهینه کدام است؟



- (۱) نقطه ای بر روی یال B - D به فاصله ۲ واحد از گره B  
(۲) نقطه ای بر روی یال B - D به فاصله ۵ واحد از گره B  
(۳) نقطه ای بر روی یال B - D به فاصله ۳/۵ از گره B  
(۴) نقطه ای بر روی گره B

- ۳۸- داده های جریان مربوط به ۶ بخش در ماتریس زیر داده شده است. با استفاده از تئوری گراف، حداکثر اختلاف بین حد بالا و حد پایین برای گراف مسطح حداکثر کدام است؟

	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱		۱۰	۵	۳	۶	۵
۲			۸	۳	۱	۴
۳				۶	۷	۸
۴					۱۲	۳
۵						۹
۶						

- (۴) ۳۲ (۳) ۲۷ (۲) ۲۵ (۱) ۱۸

- ۳۹- در حل مسئله تخصیص مضاعف (QAP) زیر به کمک روش Hillier، جدول MDT مربوط به تعویض های دو قدمی، دارای چند عضو (عدد) است؟

۱	۶	۵	۱۲
۳	۲	۱۰	۹
۴	۸	۷	۱۱

- (۴) ۲۸ (۳) ۲۰ (۲) ۱۴ (۱) ۱۰

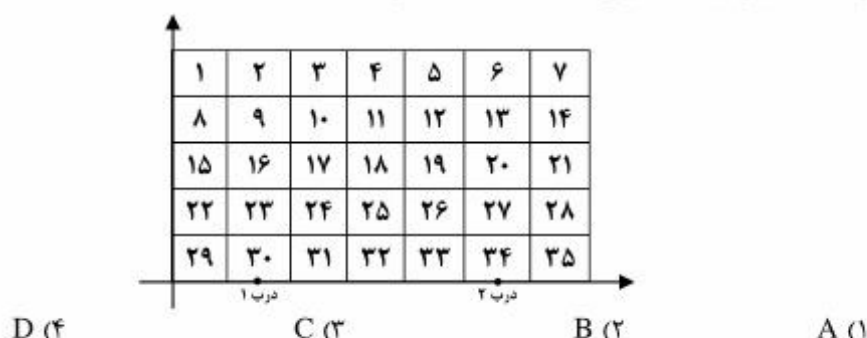
- ۴۰- اگر ماتریس  $2 \times 2$  زیر میزان جریان ۲ کالا به داخل انبار را از ۲ درب نشان دهد، در ازای چه مقدار  $M$  شرط فاکتور (Factor) برای حل مسئله برقرار است؟

$$\begin{matrix} & \text{درب ۱} & \text{درب ۲} \\ \text{کالای ۱} & M & ۶ \\ \text{کالای ۲} & ۶ & ۸ \end{matrix}$$

- ۴۱- قرار است ۴ دفتر A، B، C و D در راستای یک راهرو استقرار یابند. اگر ابعاد دفاتر به ترتیب  $A = 2 \times 2$  و  $B = 4 \times 4$  و  $C = 4 \times 4$  و  $D = 2 \times 2$  بوده و میزان رفت و آمد بین دفاتر به صورت روزانه مطابق جدول زیر باشد، ترتیب استقرار دفاتر کدام است؟

	A	B	C	D
A		۶	۱۴	۸
B	۶		۱۸	۱۲
C	۱۴	۱۸		۷
D	۸	۱۲	۷	

- ۴۲- محوطه چیدمان انباری به صورت زیر بلوک بندی شده است. این انبار دارای ۲ درب در مکان های  $(0, 5/1)$  و  $(0, 5/5)$  است و از هر ۲ درب برای ورود و خروج کالا استفاده می شود. اگر بخواهیم ۴ کالای A، B، C و D را در این انبار با هزینه کمینه چینش کنیم و هر کدام از کالاهای A، B، C و D به ترتیب به ۴، ۶، ۲ و ۵ بلوک فضا نیاز داشته باشند؛ ضمناً مربع های ۲، ۶، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۶، ۲۰، ۲۳، ۲۷، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳ و ۳۴ به عنوان راهرو در نظر گرفته شود، به نظر شما مربع ۲۵ به کدام کالا اختصاص می یابد؟ فرض کنید میزان ورود و خروج کالاها به انبار یکسان است.



- ۴۳- منحنی پرکننده فضا (SFC)، چه کمکی در طراحی چیدمان به طراح می کند؟
- (۱) امکان انتخاب سریع هر فعالیت و بخش برای استقرار در چیدمان فراهم می گردد.
  - (۲) امکان استقرار فعالیت و بخش های مرتبط نزدیک یکدیگر فراهم می گردد.
  - (۳) امکان محاسبه سریع گشتاور طرح چیدمان فراهم می گردد.
  - (۴) امکان استقرار سریع هر فعالیت و بخش انتخاب شده فراهم می گردد.



- ۴۴- می‌خواهیم ماشینی را بین ۳ ماشین موجود استقرار دهیم. مسافت‌ها به صورت «فاصلۀ اقلیدسی» فرض می‌شود. با یک مرحله تکرار، کدام گزینه به جواب بهینه نزدیک‌تر است؟ فرض کنید نقطۀ شروع بر اساس مجذور فاصلۀ اقلیدسی تعیین می‌شود.

$P_i(a_i, b_i)$	$w_i$
(۲, ۱)	۲
(۱, ۲)	۱
(۳, ۳)	۲

(۱) (۲/۶, ۲) (۲) (۲/۵, ۲/۲) (۳) (۳/۱, ۲/۱) (۴) (۲/۲, ۱/۹)

- ۴۵- در سطح کارگاهی، ۴ تسهیل در مکان‌های زیر استقرار دارند.

$P_1 = (۲, ۳)$

$P_2 = (۴, ۶)$

$P_3 = (۳, ۸)$

$P_4 = (۵, ۲)$

تسهیل جدیدی که با تسهیلات موجود به ترتیب ارتباط  $w_1$ ،  $w_2$ ،  $w_3$  و  $w_4$  دارد قرار است استقرار داده شود. در کدام حالت، مکان بهینه، نقطۀ (۴, ۳) خواهد بود؟ فرض کنید فاصله به صورت پله‌ای است.

$$w_1 > 0$$

$$w_2 > 0$$

$$w_3 > 0$$

$$w_4 > 0$$

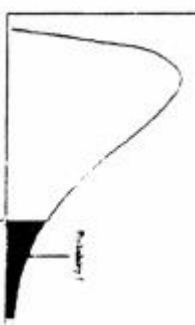
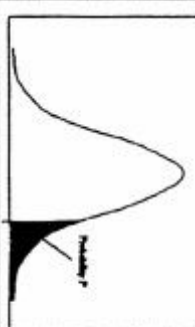
$$w_1 + w_2 + w_4 > w_3, \quad w_2 > w_4 \quad (۲)$$

$$w_1 + w_2 + w_3 > w_4, \quad w_2 > w_3 \quad (۱)$$

$$w_1 + w_3 + w_4 > w_2, \quad w_1 > w_3 \quad (۴)$$

$$w_1 + w_2 + w_3 > w_4, \quad w_4 > w_3 \quad (۳)$$





سطح زیر منحنی نرمال استاندارد

مقادیر بحرانی توزیع t

مقادیر بحرانی توزیع مربع کای

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	7389	7422	7454	7486	7517	7549
0.7	7580	7611	7642	7673	7704	7734	7764	7794	7823	7852
0.8	7881	7910	7939	7967	7995	8023	8051	8078	8106	8133
0.9	8159	8186	8212	8238	8264	8289	8315	8340	8365	8389
1.0	8413	8438	8461	8485	8508	8531	8554	8577	8599	8621
1.1	8643	8665	8686	8708	8729	8749	8770	8790	8810	8830
1.2	8849	8869	8888	8907	8925	8944	8962	8980	8997	9015
1.3	9032	9049	9066	9082	9099	9115	9131	9147	9162	9177
1.4	9192	9207	9222	9236	9251	9265	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	9726	9732	9738	9744	9750	9756	9761	9767
2.0	9772	9778	9783	9788	9793	9798	9803	9808	9812	9817
2.1	9821	9826	9830	9834	9838	9842	9846	9850	9854	9857
2.2	9861	9864	9868	9871	9875	9878	9881	9884	9887	9890
2.3	9893	9896	9898	9901	9904	9906	9909	9911	9913	9916
2.4	9918	9920	9922	9925	9927	9929	9931	9932	9934	9936
2.5	9938	9940	9941	9943	9945	9946	9948	9949	9951	9952
2.6	9953	9955	9956	9957	9959	9960	9961	9962	9963	9964
2.7	9965	9966	9967	9968	9969	9970	9971	9972	9973	9974
2.8	9974	9975	9976	9977	9977	9978	9979	9979	9980	9981
2.9	9981	9982	9982	9983	9984	9984	9985	9985	9986	9986
3.0	9987	9987	9987	9988	9988	9988	9989	9989	9990	9990
3.1	9990	9991	9991	9992	9992	9992	9993	9993	9993	9993
3.2	9993	9993	9994	9994	9994	9994	9994	9995	9995	9995
3.3	9995	9995	9995	9996	9996	9996	9996	9996	9996	9997
3.4	9997	9997	9997	9997	9997	9997	9997	9997	9997	9998

df	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
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	5.941
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.509	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

df	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.850	0.800	0.750	0.700	0.650	0.600	0.550	0.500
1	4E-5	0.0001	0.0009	0.0039	0.0143	0.0201	0.0271	0.0347	0.0429	0.0509	0.0589	0.0669	0.0749
2	0.010	0.0201	0.0506	0.1039	0.1753	0.2148	0.2448	0.2704	0.2929	0.3129	0.3309	0.3479	0.3649
3	0.071	0.1418	0.2148	0.2839	0.3543	0.4032	0.4418	0.4704	0.4904	0.5099	0.5279	0.5459	0.5629
4	0.206	0.2917	0.3747	0.4541	0.5209	0.5753	0.6193	0.6579	0.6904	0.7179	0.7404	0.7579	0.7749
5	0.411	0.5043	0.5904	0.6679	0.7379	0.7993	0.8529	0.8993	0.9379	0.9679	0.9879	0.9979	1.0000
6	0.675	0.7693	0.8469	0.9179	0.9779	1.0279	1.0693	1.1049	1.1359	1.1619	1.1829	1.1999	1.2149
7	0.989	1.0843	1.1629	1.2339	1.2929	1.3429	1.3843	1.4193	1.4493	1.4743	1.4943	1.5093	1.5219
8	1.344	1.4393	1.5079	1.5679	1.6179	1.6593	1.6943	1.7243	1.7493	1.7693	1.7843	1.7993	1.8119
9	1.734	1.8293	1.8979	1.9579	2.0079	2.0493	2.0843	2.1143	2.1393	2.1593	2.1743	2.1893	2.2019
10	2.155	2.2503	2.3189	2.3789	2.4289	2.4693	2.5043	2.5343	2.5593	2.5793	2.5943	2.6093	2.6219
11	2.603	2.6983	2.7669	2.8269	2.8769	2.9173	2.9523	2.9823	3.0073	3.0273	3.0423	3.0573	3.0693
12	3.073	3.1683	3.2369	3.2969	3.3469	3.3873	3.4223	3.4523	3.4773	3.4973	3.5123	3.5273	3.5393
13	3.565	3.6603	3.7289	3.7889	3.8389	3.8793	3.9143	3.9443	3.9693	3.9893	4.0043	4.0193	4.0313
14	4.074	4.1693	4.2379	4.2979	4.3479	4.3883	4.4233	4.4533	4.4783	4.4983	4.5133	4.5283	4.5393
15	4.600	4.6953	4.7639	4.8239	4.8739	4.9143	4.9493	4.9793	5.0043	5.0243	5.0393	5.0543	5.0663
16	5.142	5.2373	5.3059	5.3659	5.4159	5.4563	5.4913	5.5213	5.5463	5.5663	5.5813	5.5963	5.6083
17	5.687	5.7823	5.8509	5.9109	5.9609	5.9993	6.0343	6.0643	6.0893	6.1093	6.1243	6.1393	6.1513
18	6.264	6.3593	6.4279	6.4879	6.5379	6.5763	6.6113	6.6413	6.6663	6.6863	6.7013	6.7163	6.7283
19	6.843	6.9383	7.0069	7.0669	7.1169	7.1553	7.1893	7.2193	7.2443	7.2643	7.2793	7.2943	7.3063
20	7.433	7.5283	7.5969	7.6569	7.7069	7.7453	7.7793	7.8093	7.8343	7.8543	7.8693	7.8843	7.8963
21	8.033	8.1283	8.1969	8.2569	8.3069	8.3453	8.3793	8.4093	8.4343	8.4543	8.4693	8.4843	8.4963
22	8.633	8.7283	8.7969	8.8569	8.9069	8.9453	8.9793	9.0093	9.0343	9.0543	9.0693	9.0843	9.0963
23	9.264	9.3593	9.4279	9.4879	9.5379	9.5763	9.6113	9.6413	9.6663	9.6863	9.7013	9.7163	9.7283
24	9.843	9.9383	10.0069	10.0669	10.1169	10.1553	10.1893	10.2193	10.2443	10.2643	10.2793	10.2943	10.3063
25	10.52	10.6153	10.6839	10.7439	10.7939	10.8323	10.8663	10.8963	10.9213	10.9413	10.9563	10.9713	10.9833
26	11.16	11.2593	11.3279	11.3879	11.4379	11.4763	11.5103	11.5403	11.5653	11.5853	11.6003	11.6153	11.6273
27	11.80	11.8953	11.9639	12.0239	12.0739	12.1123	12.1463	12.1763	12.2013	12.2213	12.2363	12.2513	12.2633
28	12.46	12.5593	12.6279	12.6879	12.7379	12.7763	12.8103	12.8403	12.8653	12.8853	12.9003	12.9153	12.9273
29	13.12	13.2153	13.2839	13.3439	13.3939	13.4323	13.4663	13.4963	13.5213	13.5413	13.5563	13.5713	13.5833
30	13.78	13.8753	13.9439	14.0039	14.0539	14.0923	14.1263	14.1563	14.1813	14.2013	14.2163	14.2313	14.2433





... به اطلاع داوطلبان شرکت کننده در آزمون دکتری سال 1397 می رساند، این کلید اولیه غیر قابل استناد است و پس از دریافت نظرات داوطلبان و صاحب نظرات، کلید نهایی سوالات تهیه و بر اساس آن کارنامه داوطلبان استخراج خواهد شد. در صورت تمایل می توانید حداکثر تا تاریخ 1396/12/15 با مراجعه به سیستم پاسخگویی اینترنتی به نشانی request.sanjesh.org و تکمیل فرم اعتراض به کلید سوالات آزمون دکتری سال 1397 اقدام نمایید. لازم به ذکر است نظرات داوطلبان فقط از طریق اینترنت دریافت خواهد شد و به موارد ارسالی از طریق دیگر رسیدگی نخواهد شد.



عنوان دفترچه	نوع دفترچه	شماره پاسخنامه	گروه امتحانی
مهندسی صنایع	E	1	فنی و مهندسی

شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح
1	2	31	4
2	4	32	2
3	1	33	3
4	4	34	2
5	2	35	3
6	1	36	1
7	3	37	1
8	3	38	2
9	3	39	3
10	4	40	2
11	1	41	1
12	4	42	4
13	2	43	4
14	3	44	4
15	1	45	3
16	2		
17	3		
18	3		
19	2		
20	4		
21	1		
22	1		
23	1		
24	4		
25	4		
26	1		
27	2		
28	2		
29	4		
30	3		

خروج