



نام :

نام خانوادگی :

محل امضاء :

صبح جمعه

۹۲/۱۲/۱۶

دفترچه شماره (۱)



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

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.  
امام خمینی (ره)

**آزمون ورودی  
دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل  
سال ۱۳۹۳**

**مجموعه ریاضی  
ریاضی کاربردی (کد ۲۲۳۴)**

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (آنالیز ریاضی ۱- جبر خطی - آنالیز عددی ۱ - آنالیز عددی پیشرفته - آنالیز حقیقی ۱- تحقیق در عملیات پیشرفته ۱)	۴۵	۱	۴۵

اسفندماه سال ۱۳۹۲

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

- ۱- در فضای متریک  $(X, d)$  کدام گزینه صحیح است؟  $(E^\circ)$  نشان دهنده مجموعه نقاط درونی  $E$  و  $E'$  نشان دهنده مجموعه نقاط حدی  $E$  است.
- (۱) اگر  $E^\circ = \emptyset$  آنگاه  $X \setminus E$  در  $X$  چگال است.
  - (۲) اگر  $E$  حداکثر شمارا باشد آنگاه  $X \setminus E$  در  $X$  چگال است.
  - (۳) اگر  $E' = \emptyset$  آنگاه  $X \setminus E$  در  $X$  چگال است.
  - (۴) هیچ کدام
- ۲- اگر از هر بازه  $\frac{1}{3}$  میانی که در حین ساختن مجموعه کانتور حذف می‌شود، یک عضو انتخاب و مجموعه  $A$  را بسازیم، آنگاه کدام گزینه صحیح است؟  $(A^\circ)$  درون  $A$  و  $\bar{A}$  بستار  $A$  است.
- (۱)  $A^\circ = \emptyset$  و  $\bar{A}$  شمارا است.
  - (۲)  $A^\circ \neq \emptyset$  و  $\bar{A}$  ناشمارا است.
  - (۳)  $A^\circ = \emptyset$  و  $\bar{A}$  ناشمارا است.
  - (۴)  $A^\circ \neq \emptyset$  و  $\bar{A}$  شمارا است.
- ۳- مقدار  $\lim_{n \rightarrow \infty} n \sin(2\pi n! e)$  کدام است؟
- (۱) ۰
  - (۲)  $\pi$
  - (۳)  $2\pi$
  - (۴) موجود نیست.
- ۴- سری  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(\cos n)(\sin(na))}{n}$  به ازای چه مقادیر  $a$  همگراست؟
- (۱) فقط برای  $a \geq 0$
  - (۲) به ازای تمام مقادیر  $a \in \mathbb{R}$
  - (۳) فقط برای  $a < 0$
  - (۴) به ازای هیچ مقدار  $a \in \mathbb{R}$
- ۵- کدام گزینه نادرست است؟
- (۱) اگر  $(X, d)$  یک فضای متریک باشد که در آن هر مجموعه باز همبند است آنگاه  $X$  تک عضوی است.
  - (۲) اگر  $(X, d)$  یک فضای متریک با خاصیت هاینه - بورل باشد آنگاه  $X$  یک فضای متریک کامل است.
  - (۳) اگر  $(X, d)$  یک فضای متریک همبند با بیش از دو عضو باشد، آنگاه  $X$  ناشمارا است.
  - (۴) اگر  $(X, d)$  یک فضای متریک فشرده باشد مجموعه نقاط تنهای آن متناهی است.

۶- تابع  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  را با ضابطه  $f(x) = \inf \{ |x - me| : m \in \mathbb{Z} \}$  در نظر بگیرید. کدام گزینه در مورد دنباله  $\{f(n)\}_{n=1}^{\infty}$  صحیح است؟  
(۱) همگراست.

(۲) مجموعه‌ی حدهای زیر دنباله‌ای آن بازه‌ی  $[\frac{1}{4}, \frac{1}{2}]$  است.

(۳) زیر دنباله‌ی همگرا ندارد.

(۴) مجموعه حدهای زیر دنباله‌ای آن حداکثر شمارا است.

۷- کدام گزینه نادرست است؟

(۱) اگر  $f: [a, b] \cap \mathbb{Q} \rightarrow \mathbb{R}$  تابعی مشتق‌پذیر باشد و  $f'$  تغییر علامت ندهد آنگاه  $f$  لزوماً یکنوا نیست.

(۲) اگر  $A \subseteq \mathbb{R}$  و  $x_0$  نقطه درونی  $A$  و  $f: A \rightarrow \mathbb{R}$  تابعی مشتق‌پذیر باشد و  $\lim_{x \rightarrow x_0} f'(x)$  موجود باشد، آنگاه  $f'$  در  $x_0$  پیوسته است.

(۳) اگر  $A \subseteq \mathbb{R}$  و  $x_0$  نقطه درونی  $A$  باشد و تابع  $f: A \rightarrow \mathbb{R}$  در نقطه  $x_0$  مشتق چپ و راست داشته باشد، آنگاه  $f$  در  $x_0$  پیوسته است.

(۴) اگر  $f: [a, b] \cap \mathbb{Q} \rightarrow \mathbb{R}$  تابعی مشتق‌پذیر باشد که مشتق آن متحد با صفر است، آنگاه  $f$  تابعی ثابت است.

۸- ماتریس‌های  $A, B \in M_p(\mathbb{R})$  موجودند که  $A^2 = B^2 = I$  در این صورت مقادیر ویژه  $AB$  کدام یک از مقادیر زیر می‌تواند باشد؟

(۱)  $1 \pm \sqrt{3}$

(۲)  $3 \pm 2\sqrt{2}$

(۳)  $\frac{1}{2}, 2$

(۴)  $2 \pm 2\sqrt{3}$

۹- فرض کنید  $T: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$  تبدیلی خطی باشد که  $T(a, b, c) = (0, a, b)$

در این صورت اگر  $f_i(x)$  چند جمله‌ای ویژه  $T^i$  باشد مقدار  $f_1 + f_2 - 2f_3$  کدام است؟

(۱) -۱

(۲) ۰

(۳) ۱

(۴) ۲

۱۰- اگر  $S$  ماتریسی باشد که  $S^T = -S$  و عدد مختلط  $\lambda = a + bi$  مقدار ویژه  $S$  باشد، کدام گزینه صحیح است؟

(۱)  $a = 0$

(۲)  $b = 0$

(۳)  $b\lambda$  مقدار ویژه  $S$  است.

(۴)  $a\lambda$  مقدار ویژه  $S$  است.

۱۱- فرض کنید  $V$  یک فضای برداری  $\mathbb{F}$  بعدی روی میدان  $F$  و  $W$  زیر فضایی  $2$  بعدی از  $V$  باشد. اگر  $T$  روی  $W$  صفر است  $S = \{T: V \rightarrow V \mid S|_W = 0\}$  آن گاه بعد  $S$  به عنوان زیر فضایی از  $L(V, V)$  برابر است با:

(۱) ۲۱

(۲) ۷

(۳) ۱۰

(۴) ۱۵

۱۲- معادله  $X^{10} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$  در  $M_2(\mathbb{R})$  دارای چند جواب است؟

(۱) ۴

(۲) ۲

(۳) ۱۰

(۴) بی نهایت

۱۳- فرض کنید  $A, B \in M_{10}(\mathbb{R})$  و  $ABA = A$  در این صورت کدام گزینه صحیح است؟

(۱)  $\text{tr}(AB) = 0$

(۲)  $5 \leq \text{tr}(AB) \leq 15$

(۳)  $0 \leq \text{tr}(AB) \leq 10$

(۴)  $\text{tr}(AB) \geq 10$

۱۴- فرض کنید  $A, B, C \in M_n(\mathbb{R})$  و معادله  $AX - XB = C$  را با ماتریس مجهول  $X \in M_n(\mathbb{R})$  در نظر بگیرید. کدام گزینه صحیح نیست؟

(۱) اگر ماتریس غیر صفر  $Y$  وجود داشته باشد که  $AY = YB$  آنگاه ماتریس  $C$  وجود دارد بطوریکه معادله مزبور حداکثر دارای  $n$  جواب است.

(۲) اگر ماتریس غیر صفر  $Y$  وجود داشته باشد که  $AY = YB$  آنگاه ماتریس  $C$  وجود دارد بطوریکه معادله مزبور دارای جواب نیست.

(۳) اگر ماتریس غیر صفر  $Y$  وجود داشته باشد که  $AY = YB$  آنگاه ماتریس  $C$  وجود دارد بطوریکه معادله مزبور حداکثر دارای بی نهایت جواب است.

(۴) اگر هیچ ماتریس غیر صفر  $Y$  وجود داشته باشد که  $AY = YB$  آنگاه معادله مورد نظر برای هر  $C \in M_n(\mathbb{R})$  دارای جواب منحصر بفرد است.



- ۱۵- تابع  $\cos x$  را با چه اندازه گام  $h$ ، در بازه‌ای به طول یک، باید جدول بندی کرد تا خطای حاصل از درون‌یابی خطی نایبتر از  $\frac{1}{3} \times 10^{-4}$  شود؟
- (۱) ۰٫۰۲۵  
(۲) ۰٫۰۳  
(۳) ۰٫۰۲  
(۴) ۰٫۰۴
- ۱۶- اگر  $n$  عددی طبیعی باشد، معادله  $\cos \lambda x = x^{2n}$  چند ریشه حقیقی دارد؟
- (۱) ۴  
(۲) ۶  
(۳) ۸  
(۴) ۱۰
- ۱۷- فرض کنید  $f(x) = e^{\sin x} - x$  می‌دانیم که یک ریشه  $f(x) = 0$  به  $[0, \pi]$  تعلق دارد. مقدار  $x_3$  به روش دو بخشی (تنبصیف) کدام است؟
- (۱)  $\frac{5\pi}{8}$   
(۲)  $\frac{\pi}{8}$   
(۳)  $\frac{3\pi}{4}$   
(۴)  $\frac{7\pi}{8}$
- ۱۸- فرض کنید  $f(x) = e^{rx}$  اگر  $x_0 = 0$  و نقاط  $x_0, x_1, \dots, x_n$  متساوی الفاصله باشند و برای هر  $0 \leq i \leq n-1$  داشته باشیم  $x_{i+1} - x_i = h$  مقدار  $\Delta^n f_0$  کدام است؟
- (۱)  $(e^{rh} + 1)^n e^{rx}$   
(۲)  $(e^{rh} - 1)^n$   
(۳)  $(e^{rh} - 1)^{n-1} e^h$   
(۴)  $(e^{rh} - 1)^n e^{rx}$
- ۱۹- چند جمله‌ای درجه‌ی سوم  $p(x)$  که در نقاط  $x_0 = 0$  و  $x_1 = 1$  با  $f(x)$  هم مقدار (به ترتیب ۰ و ۱) و  $p'(x)$  نیز در همان نقاط با  $f'(x)$  هم مقدار (به ترتیب ۳ و ۹) باشد، کدام است؟
- (۱)  $x^3 - x$   
(۲)  $x - x^3$   
(۳)  $3x^3 - 4x$   
(۴)  $4x^3 - 3x$

۲۰- فرض کنید معادله  $x^2 + ax + b = 0$  دارای دو جواب حقیقی مثبت،  $\alpha$  و  $\beta$  باشد. شرط کافی برای همگرایی دنباله  $x_{k+1} = \frac{-(ax_k + b)}{x_k}$ ،  $k = 0, 1, \dots$  با  $x_0$  بزرگتر و نزدیک  $\alpha$ ، در کدام گزینه آمده است؟

$$x_{k+1} = \frac{-(ax_k + b)}{x_k}, k = 0, 1, \dots$$

با  $x_0$  بزرگتر و نزدیک  $\alpha$ ، در کدام گزینه آمده است؟

(۱)  $|\alpha| < |\beta|$

(۲)  $|\alpha| > |\beta|$

(۳)  $|\alpha + \beta| > 1$

(۴)  $2|\alpha| < |\beta|$

۲۱- روش سری تیلر مرتبه ۲ (تا مشتق دوم  $y$ ) برای حل عددی معادله دیفرانسیل با

شرط اولیه به صورت  $y'' - xy' = 1$ ،  $y(0) = 1$ ، پس از یک تکرار به

ازای  $h = 0.1$  به مقدار ... به عنوان تخمین  $y(0.1)$  می‌رسد.

(۱) ۰.۹۰۵

(۲) ۰.۰۱۵

(۳) ۰.۹۱

(۴) ۰.۹۱۵

۲۲- فرض کنید  $\{E_n\}$  دنباله‌ای از مجموعه‌های اندازه‌پذیر در فضای اندازه

$$\mu(E_n) > \frac{1}{100}, n$$

برای مجموعه  $F = \{x \in X : x \text{ به تعداد نامتناهی } E_n \text{ تعلق دارد}\}$

کدام گزینه صحیح است؟

(۱)  $F$  لزوماً اندازه‌پذیر نیست.

(۲)  $F$  اندازه‌پذیر است و  $\mu(F) = \infty$ .

(۳)  $F$  اندازه‌پذیر است و اگر  $\mu(X) < \infty$  آنگاه  $\mu(F) \geq \frac{1}{100}$ .

(۴)  $F$  اندازه‌پذیر است و اگر  $\mu(X) < \infty$  آنگاه  $\mu(F) = 0$ .

۲۳- فرض کنید  $m$  اندازه لیگ بر  $\mathbb{R}$  و  $A$  زیر مجموعه‌ای لیگ اندازه‌پذیر از  $\mathbb{R}$  با

اندازه‌متناهی ناصفر باشد. تابع  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  را به صورت

$$f(x) = m((-\infty, x] \cap A)$$

کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(۱) تابع  $f$  پیوسته است.

(۲) تابع  $f$  روی  $\mathbb{R}$  انتگرال‌پذیر لیگ است.

(۳) تابع  $f$  در هر نقطه  $A$  ناپیوسته است.

(۴) تابع  $f$  در هر نقطه  $\mathbb{R} \setminus A$  ناپیوسته است.

۲۴- مجموعه اعداد حقیقی  $\mathbb{R}$  را با اندازه لبگ در نظر بگیرید. در مورد دنباله توابع

$$\{f_n\}_{n=1}^{\infty} \text{ روی } \mathbb{R} \text{ با ضابطه } f_n(x) = \frac{1}{n} \chi_{[0, n]}(x) \text{ کدام گزینه نادرست}$$

است؟

(۱)  $f_n \rightarrow 0$  به طور یکنواخت روی  $\mathbb{R}$

(۲)  $f_n \rightarrow 0$  در اندازه

(۳)  $f_n \rightarrow 0$  در  $L^1(\mathbb{R})$

(۴)  $f_n \rightarrow 0$  تقریباً همه جا روی  $\mathbb{R}$

۲۵- فرض کنید  $(X, M, \mu)$  یک فضای با اندازه منتهای و  $\{f_n\}$  دنباله‌ای از توابع

اندازه‌پذیر از  $X$  به  $\mathbb{R}$  باشد. برای هر  $n \in \mathbb{N}$  قرار می‌دهیم

$$E_n = \{x \in X \mid f_n(x) \neq 0\}$$

کدام گزینه نتیجه می‌دهد دنباله  $\{f_n\}$  در

اندازه به صفر همگرا است؟

(۱) به ازای هر  $n$  و  $m$  متمایز  $E_n \cap E_m = \emptyset$

(۲) به ازای هر  $n$ ,  $E_n \subseteq E_{n+1}$

(۳) به ازای هر  $n$ ,  $E_{n+1} \subseteq E_n$

(۴) به ازای هر  $n$ ,  $E_n \cap E_{n+1} \neq \emptyset$

۲۶- فرض کنید  $C^k[0, 1]$  فضای توابع  $f: [0, 1] \rightarrow \mathbb{R}$  باشد که مشتقات  $f$  تا

مرتبه  $k$  موجود و پیوسته هستند و این فضا با نرم یکنواخت

$$\|f\|_{\infty} = \sup_{0 \leq x \leq 1} |f(x)|$$

مجهز شده باشد.

نگاشت  $D: C^n[0, 1] \rightarrow C^{n-1}[0, 1]$  را برای  $n \geq 1$  با ضابطه  $Df = f'$

تعریف می‌کنیم. کدام گزینه صحیح است؟

(۱) نگاشت  $D$  خطی و کراندار است.

(۲) نگاشت  $D$  خطی و پوشا است.

(۳) نمودار (گراف)  $D$  بسته نیست.

(۴) نگاشت  $D$  گوی یک‌به‌یک فضای  $C^n[0, 1]$  را به گوی یک‌به‌یک فضای

$C^{n-1}[0, 1]$  می‌نگارد.

۲۷- فرض کنید  $X$  یک فضای برداری نرم‌دار و  $f: X \rightarrow \mathbb{R}$  تابع خطی غیر صفر

باشد. در این صورت کدام گزینه صحیح است؟

(۱) اگر  $f$  ناپیوسته باشد ممکن است هسته  $f$  در  $X$  چگال نباشد.

(۲) اگر  $f$  ناپیوسته باشد آنگاه برای هر  $a \in X$  و هر  $0 < r$ ,  $f(B(a, r)) = \mathbb{R}$ ,

که در آن  $B(a, r)$  گوی باز به مرکز  $a$  و شعاع  $r$  است.

(۳) اگر هسته  $f$  در  $X$  چگال باشد آنگاه  $f$  ممکن است پیوسته باشد.

(۴) اگر  $f$  کراندار باشد هسته  $f$  نیز در  $X$  کراندار است.

۲۸- فرض کنید  $(X, M, \mu)$  یک فضای اندازه باشد،  $1 \leq p, q < \infty$  و

$f \in L^p(x, \mu)$  کدام گزینه صحیح است؟

(۱) اگر  $q < p$  آنگاه  $f^{-1} \in L^q(X)$ .

(۲)  $f^{-1} \in L^\infty(X)$ .

(۳) اگر  $p < q$  آنگاه  $f^{-1} \in L^q(X)$ .

(۴) اگر  $\mu(X) < \infty$  آنگاه  $f^{-1} \in L^q(X)$ .

۲۹- مقدار محاسبه شده برای  $D = \frac{f(a+h) - 2f(a) + f(a-h)}{h^2}$  در یک ماشین

محاسبه باروند عدد یک برابر  $10^{-6}$ ، به ازای مقادیر  $\frac{|h|}{|a|}$  کوچک تر از  $10^{-6}$  برابر

است با ...

(۱) صفر  $10^{12} f(a)$  (۲)

(۳)  $f''(a)$  (۴)  $f'(a)$

۳۰- اگر  $L_j(x)$ ، برای  $j = 0, 1, \dots, n$ ، چند جمله‌ای‌های لاگرانژ مبتنی بر نقاط

تمایز  $x_0, \dots, x_n$  باشند و  $s_m = \sum_{j=0}^n L_j(x) x_j^m$ ، کدام گزینه نادرست

است؟

(۱)  $s_0 = 1$

(۲)  $s_n = (-1)^{n-1} x_0 \dots x_{n-1}$

(۳)  $s_{n+1} = (-1)^n x_0 x_1 \dots x_n$

(۴)  $s_m = 0$  برای  $m = 1, 2, \dots, n-1$

۳۱- فرض کنید  $(x_i, y_i)$ ،  $i = 1, \dots, n$ ،  $n \geq 2$ ، نقاط داده شده متمایز و چند

جمله‌ای‌های  $p_L(x)$  و  $p_R(x)$ ، چند جمله‌ای‌هایی از درجه‌ی  $n-2$ ، به

ترتیب درونیاب در نقاط  $x_1, \dots, x_{n-1}$  و  $x_2, \dots, x_n$  باشند. قرار دهید:

$p(x) = \frac{T_1 p_L(x) - T_2 p_R(x)}{x_1 - x_n}$  در این صورت،  $p(x)$  چند جمله‌ای

درونیاب در نقاط  $x_1, \dots, x_n$  است، اگر  $T_1$  و  $T_2$  به ترتیب برابر باشند با ...

(۱)  $(x - x_1)$  و  $(x - x_n)$  (۲)  $(x - x_1)$  و  $(x - x_n)$

(۳)  $(x_1 - x_n)$  و  $(x_n - x_1)$  (۴)  $(x_1 - x_n)$  و  $(x_1 - x_n)$



۳۲- تابع درجه دوم  $q(x) = \frac{1}{\gamma} x^T G x + x^T g$  را که در آن،  $G, n \times n, n > 1$ ، متقارن و معین مثبت است و  $g \in R^n$  در نظر بگیرید. روش نیوتن برای محاسبه مینیمم کننده  $q$  ... همگرا می شود.

(۱) با هر نقطه شروع و دست کم  $n$  تکرار

(۲) به ازای برخی نقطه‌ی شروع پس از  $n$  تکرار

(۳) به ازای برخی نقطه‌ی شروع با نرخ همگرایی خطی

(۴) با هر نقطه شروع در یک تکرار به جواب یکتای سراسری

۳۳- فرض کنید  $A, n \times m, m = \text{رتبه}(A) = QR, Q$  که در آن،  $Q, n \times n$ ، قائم نرمال ( $Q^T Q = I$ ) و  $R$  بالا مثلثی،  $n \times m$  است. در این صورت، برای هر بردار

$$c, m \times 1, \text{ مقدار } \min_x \|A^T A x - c\|_2$$

(۱) می تواند یک عدد مثبت باشد

(۲) ممکن است موجود نباشد

(۳) برابر است با صفر به ازای مینیمم کننده‌هایی بی شمار

(۴) برابر است با صفر به ازای یک مینیمم کننده‌ی یکتای بدست آمده از حل

دستگاه‌هایی مثلثی

۳۴- نقاط قاعده انتگرال گیری گاوس - چبیشف بسته  $(n+1)$  نقطه‌ای کدامند؟

$$(۱) \quad h = 1, 2, \dots, n, n+1, \cos \frac{(2h-1)\pi}{2n}$$

$$(۲) \quad h = 0, 1, \dots, n, \cos \frac{h\pi}{2n}$$

$$(۳) \quad h = 1, 2, \dots, n, n+1, \cos \frac{(2h-1)\pi}{n}$$

$$(۴) \quad h = 0, 1, 2, \dots, n, \cos \frac{h\pi}{n}$$

۳۵- تخمین انتگرال  $I = \int_a^b f(x) dx$  را با یک روش نیوتن - کوتهی

(Newton-Cotes) وفقی در نظر بگیرید. می دانیم:

$$I = I_1 + c_m \frac{(d+1)}{m-1} f(\theta_1) \left(\frac{b-a}{m}\right)^{d+1},$$

$$I = I_2 + \frac{c_m}{\gamma^{d+1}} f(\theta_2) \left(\frac{b-a}{m}\right)^{d+1},$$

که در آن،  $d$  درجه‌ی چند جمله‌ای به کار رفته در روش نیوتن -

کوته،  $I_1$  تخمین بدست آمده از فرمول نیوتن کوتهی  $m$  نقطه‌ای روی  $[a, b]$  و

$I_2$  تخمین بدست آمده از فرمول نیوتن کوتهی  $m$  نقطه‌ای روی هر یک از دو زیر

فاصله‌ی مساوی پس از تقسیم  $[a, b]$  هستند. در این صورت، تخمین خطای

انتگرال برای  $I_2$ ، یعنی  $|I - I_2|$ ، برابر است با ...

$$(۱) \quad |I_2 - I| / (\gamma^{d+1} - 1) \quad (۲) \quad |I_2 - I| / \gamma^{d+2}$$

$$(۳) \quad |I_1| / (\gamma^{d+1} - 1) \quad (۴) \quad |I_2| / (\gamma^{d+1} - 1)$$

۳۶- جدول آغازین متناظر با یک مسأله برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر است.  
مقدار  $x_1 \times x_4$  در هر جواب شدنی پایه‌ای ...

	z	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	RHS
z		۴	۳	۳	۰	۰	۰	۰
		۱	-۵	-۴	۱	۰	۰	۲
		-۲	۱	-۵	۰	۱	۰	۳
		-۳	-۲	۱	۰	۰	۱	۴

- (۱) همواره صفر است
- (۲) بین صفر و یک است
- (۳) همواره یک است
- (۴) همواره بزرگ‌تر از یک است

۳۷- فرض کنید  $\text{rank}(A_{m \times n}) = m = n - 1$  و  $S = \{x | Ax = b, x \geq 0\}$

- گزینه درست را انتخاب کنید.
- (۱)  $S$  دقیقاً دو نقطه رأسی دارد.
- (۲)  $S$  حداکثر دو نقطه رأسی دارد.
- (۳)  $S$  دقیقاً  $n$  نقطه رأسی دارد.
- (۴)  $S$  دقیقاً  $n - 1$  نقطه رأسی دارد.

۳۸- برای بردار دلخواه  $c \in \mathbb{R}^n$ ، مسأله زیر را در نظر بگیرید:

$$\begin{aligned} \min \quad & c^T x \\ \text{s.t.} \quad & x + A^T y = 0 \\ & Ax = 0 \end{aligned}$$

- گزینه درست را انتخاب کنید.
- (۱) مقدار بهینه مسأله مثبت است.
- (۲) مقدار بهینه مسأله منفی است.
- (۳) مسأله شدنی و نامتناهی است.
- (۴) مقدار بهینه مسأله صفر است.

۳۹- مسأله‌های (P) و (P') را به صورت زیر در نظر بگیرید:

$$\begin{aligned} \min Z &= c^T x \\ \text{s.t.} \quad & Ax = b \\ & x \geq 0 \end{aligned}$$

(P)

$$\min V(M) = c^T x + M \sum_{i=1}^m y_i$$

s.t.

$$Ax + y = b \quad (P')$$

$$x \geq 0$$

$$y \geq 0.$$

فرض کنید  $V(M_1)$  و  $V(M_2)$  به ترتیب مقادیر بهینه‌ی مسأله (P') به ازای  $M_1$  و  $M_2$  هستند و  $M_1 \leq M_2$ . در این صورت، ...

$$(1) \quad V(M_1) \neq V(M_2)$$

$$(2) \quad V(M_1) \leq V(M_2)$$

$$(3) \quad V(M_1) \geq V(M_2)$$

(4) رابطه‌ی مشخصی بین  $V(M_1)$  و  $V(M_2)$  وجود ندارد

۴۰- فرض کنید در هر جدول الگوریتم سیمپلکس، آزمون مقدار مینیمم نسبت‌ها برای انتخاب متغیر خارج شونده یکتاست. در این صورت، ...

(1) مسأله هرگز به دور نمی‌افتد

(2) ممکن است مسأله در حضور تباهدگی به دور بیفتد

(3) مسأله در حالت مینیمم‌سازی به دور می‌افتد

(4) قاعده ممانعت دوری بلاند کارساز نیست

۴۱- مسأله برنامه‌ریزی خطی زیر را در نظر بگیرید:

$$\min c^T x$$

s.t.

$$x \in S = \{x \mid Ax \geq b, x \geq 0\}.$$

ناحیه شدنی دو گان این مسأله را با T نمایش دهید.

در این صورت، S و T نمی‌توانند هر دو ... باشند.

(1) تهی

(2) ناتهی

(3) بی‌کران

(4) ناتهی و کران‌دار

۴۲- در الگوریتم سیمپلکس برای مسأله با متغیرهای کران‌دار، اگر عنصر لولا (محوری) منفی باشد، آن‌گاه، پس از محورگیری ...

(1) شدنی بودن از بین نمی‌رود، زیرا سمت راست متناظر با عنصر لولا (محوری) صفر است

(2) شدنی بودن از بین نمی‌رود، زیرا سمت راست به طور جداگانه به‌نگام‌سازی می‌شود

(3) در غیاب تباهدگی، شدنی بودن از دست می‌رود

(4) شدنی بودن از دست می‌رود

۴۳- فرض کنید دستگاه  $Ax = b$  جواب دارد. گزینه‌ی درست را انتخاب کنید.

(۱) دستگاه  $A^T u = 0$ ،  $u^T b \neq 0$  جواب دارد.

(۲) وجود دارد به طوری که  $A^T u = 0$  و  $u^T b < 0$ .

(۳) دستگاه  $A^T u = 0$ ،  $u^T b \neq 0$  جواب ندارد.

(۴) وجود دارد به طوری که  $A^T u = 0$  و  $u^T b > 0$ .

۴۴- مسأله‌های شدنی اولیه و دوگان زیر را در نظر بگیرید:

$$\begin{array}{ll} \text{(P)} \min c^T x & \text{(D)} \max b^T y \\ \text{s.t. } Ax \geq b & \text{s.t. } A^T y \leq c \\ x \geq 0 & y \geq 0 \end{array}$$

اگر در هر جواب بهینه‌ی مسأله (P) داشته باشیم  $x_k = 0$ ، آن گاه ...

(۱) به ازای  $y$ ، هر جواب بهینه‌ی مسأله (D) داریم  $c_k - y^T a_k > 0$ .

(۲) به ازای  $y$ ، هر جواب بهینه‌ی مسأله (D) داریم  $c_k - y^T a_k = 0$ .

(۳) جواب بهینه‌ی  $\bar{y}$  برای مسأله (D) وجود دارد به طوری که  $c_k - \bar{y}^T a_k > 0$ .

(۴) جواب بهینه‌ی  $\bar{y}$  برای مسأله (D) وجود دارد به طوری که  $c_k - \bar{y}^T a_k = 0$ .

۴۵- مسأله‌های اولیه (P) و دوگان آن (D) و مجموعه‌ی  $F^+$  را به صورت زیر در نظر بگیرید:

$$\begin{array}{ll} \text{(P)} \min z = c^T x & \text{(D)} \max u = y^T b \\ \text{s.t. } Ax = b & \text{s.t. } A^T y + s = c \\ x \geq 0, & s \geq 0, \end{array}$$

$$F^+ = \{(x, y, s) \mid Ax = b, A^T y + s = c, x \geq 0, s \geq 0\}.$$

فرض کنید  $x^*$  و  $(y^*, s^*)$  به ترتیب برای (P) و (D) بهینه هستند. در این

صورت،  $(x^*, y^*, s^*)$  ...

(۱) در مجموعه‌ی  $F^+$  قرار ندارد

(۲) در مجموعه  $F^+$  قرار دارد

(۳) ممکن است در مجموعه  $F^+$  قرار داشته باشد

(۴) در مجموعه‌ی  $F^+$  قرار دارد اگر و تنها اگر  $F^+ \neq \emptyset$