

عنوان درس: تحقیق در عملیات ۲، تحقیق در عملیات ۲

رشته تحصیلی/کد درس: مهندسی صنایع (چندبخشی)، مهندسی صنایع، مهندسی صنایع ۱۱۲۲۰۲۲ -، مهندسی راه آهن - بهره برداری ۱۳۱۴۰۵۰

استفاده از ماشین حساب ساده، ماشین حساب مهندسی مجاز است

۱- اگر بخواهیم ۳ محدودیت از چهار محدودیت $4x_1 + 5x_2 \leq 6$ ، $x_1 + 5x_2 \leq 17$ ، $8x_1 + x_2 \leq 15$ و $x_1 + x_2 \leq 10$ در یک مدل صدق کند کدام گزینه این وضعیت را نشان می دهد؟ (yها متغیرهای صفر یا یک هستند).

$$4x_1 + 5x_2 \leq 6 + My_1; x_1 + 5x_2 \leq 17 + My_2; 8x_1 + x_2 \leq 15 + My_3; \quad ۱.$$

$$x_1 + x_2 \leq 10 + My_4; y_1 + y_2 + y_3 + y_4 = 1$$

$$4x_1 + 5x_2 \leq 6 + My_1; x_1 + 5x_2 \leq 17 + My_2; 8x_1 + x_2 \leq 15 + My_3; \quad ۲.$$

$$x_1 + x_2 \leq 10 + My_4; y_1 + y_2 + y_3 + y_4 = 2$$

$$4x_1 + 5x_2 \leq 6 + My_1; x_1 + 5x_2 \leq 17 + My_2; 8x_1 + x_2 \leq 15 + My_3; \quad ۳.$$

$$x_1 + x_2 \leq 10 + My_4; y_1 + y_2 + y_3 + y_4 = 3$$

$$4x_1 + 5x_2 \leq 6 + y_1; x_1 + 5x_2 \leq 17 + y_2; 8x_1 + x_2 \leq 15 + y_3; \quad ۴.$$

$$x_1 + x_2 \leq 10 + y_4; y_1 + y_2 + y_3 + y_4 = 1$$

۲- اگر X_k و X_m به ترتیب متغیرهای ۰ یا ۱ پروژه های k و m باشند، محدودیت $X_k + X_m \leq 0$ به کدام معنی است اگر مقدار ۱ برای این متغیرها به معنی انتخاب شدن باشد؟

۱. پروژه k نمی تواند انتخاب شود مگر اینکه پروژه m انتخاب شده باشد.

۲. اگر پروژه m انتخاب شده باشد پروژه k نیز باید انتخاب شود.

۳. پروژه m نمی تواند انتخاب شود مگر اینکه پروژه k انتخاب شده باشد.

۴. هیچکدام.

۳- محدودیت $x_1 + 2x_2 \leq 0 \text{ or } 10 \text{ or } 18$ چگونه فرموله می شود؟

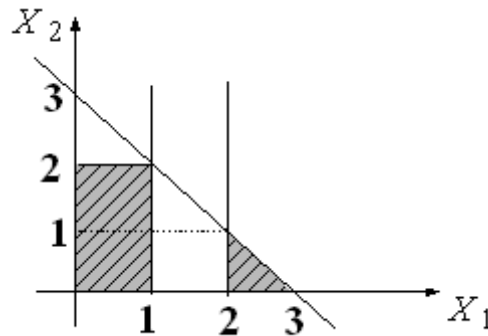
$$x_1 + 2x_2 \leq 10y_1 + 18y_2; y_1 + y_2 \leq 1; y_1, y_2 = 0 \text{ or } 1 \quad ۱.$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 10y_1 + 18y_2; y_1 + y_2 = 1; y_1, y_2 = 0 \text{ or } 1 \quad ۲.$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 28y; y = 0 \text{ or } 1 \quad ۳.$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 10y_1 + 18y_2; y_1 + y_2 \leq 1 \quad ۴.$$

۴- کدام گزینه برای نمایش فضای شدنی زیر صحیح است؟



۱. $x_1 + x_2 + M(1-y) \leq 3; x_2 - My \geq 2; x_1 - My \leq 1; x_1 - M(1-y)x_2 \geq 2; y = 0 \text{ or } 1$

۲. $x_1 + x_2 + M(1-y) \leq 3; x_2 - My \geq 2; x_1 - My \geq 1; x_1 + M(1-y)x_2 \leq 2; y = 0 \text{ or } 1$

۳. $x_1 + x_2 - M(1-y) \leq 3; x_2 + My \leq 2; x_1 + My \leq 1; x_1 + M(1-y)x_2 \geq 2; y = 0 \text{ or } 1$

۴. $x_1 + x_2 - M(1-y) \leq 3; x_2 - My \leq 2; x_1 - My \leq 1; x_1 + M(1-y) \geq 2; y = 0 \text{ or } 1$

۵- در یک مدل، لازم است یکی از دو محدودیت $x_1 + 2x_2 + \frac{1}{3}x_3 \leq 100$ یا $\frac{1}{2}x_1 + 3x_2 + \frac{1}{2}x_3 \leq 100$ برقرار باشد. نحوه فرموله کردن آن کدام است؟

($y = 0, 1$)

۱. $\frac{1}{2}x_1 + 3x_2 + \frac{1}{2}x_3 \leq 100 + My$, $x_1 + 2x_2 + \frac{1}{3}x_3 \leq 100 + My$

۲. $\frac{1}{2}x_1 + 3x_2 + \frac{1}{2}x_3 \leq 100 + M(1-y)$, $x_1 + 2x_2 + \frac{1}{3}x_3 \leq 100 + My$

۳. $\frac{1}{2}x_1 + 3x_2 + \frac{1}{2}x_3 \leq 100 - My$, $x_1 + 2x_2 + \frac{1}{3}x_3 \leq 100 + My$

۴. $\frac{1}{2}x_1 + 3x_2 + \frac{1}{2}x_3 \leq 100 + M(1-y)$, $x_1 + 2x_2 + \frac{1}{3}x_3 \leq 100 + y$

۶- در یک مسئله بودجه بندی سرمایه، در صورتی که امکان اجرای پروژه ها با متغیرهای صفر یا یک نشان داده شوند و ۶ پروژه X_1 و X_2 و X_3 و X_4 و X_5 و X_6 مورد نظر باشند کدام محدودیت بیانگر این است که دقیقاً ۲ پروژه از پروژه های ۱ و ۳ و ۵ و ۶ باید انتخاب شوند؟

۲. $x_1 + x_3 + x_5 + x_6 \geq 2$

۱. $x_1 + x_3 - x_5 - x_6 = 2$

۴. $x_1 + x_3 + x_5 + x_6 = 2$

۳. $x_1 + x_3 + x_5 + x_6 \leq 2$



عنوان درس: تحقیق در عملیات ۲، تحقیق در عملیات ۲

رشته تحصیلی/کد درس: مهندسی صنایع (چندبخشی)، مهندسی صنایع، مهندسی صنایع ۱۱۲۲۰۲۲ -، مهندسی راه آهن - بهره برداری ۱۳۱۴۰۵۰

۷- نمودار نشان داده شده در ارتباط با مسئله برنامه ریزی عدد صحیح زیر است. همچنین استفاده از روش شاخه و کران به

شکل زیر منجر شده است. مقدار Z و x_1 در انشعاب انجام شده (مستطیل سمت چپ) کدام است؟

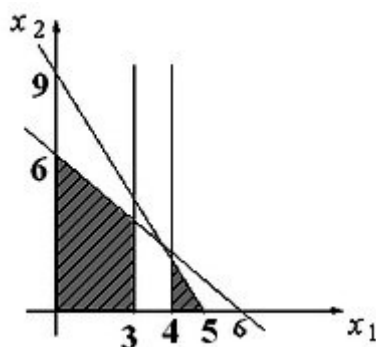
$$\text{Max } Z = 8x_1 + 5x_2$$

s.t.

$$x_1 + x_2 \leq 6$$

$$9x_1 + 5x_2 \leq 45$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \text{ and integers}$$



$$Z = \frac{165}{4}$$

$$x_1 = \frac{15}{4}; x_2 = \frac{9}{4}$$

$$x_1 \geq 4$$

$$x_1 \leq 3$$

$$Z = ?$$

$$x_1 = ?; x_2 = \frac{9}{5}$$

$$x_1 = 4; Z = 41 \quad .4$$

$$x_1 = 3; Z = 40 \quad .3$$

$$x_1 = 3; Z = 42 \quad .2$$

$$x_1 = 4; Z = 30 \quad .1$$

۸- برای حل مسئله برنامه ریزی صفر یا یک زیر، کدام متغیر برای انشعاب انتخاب می شود؟

$$Max Z = -2x_1 - x_2 - 5x_3 - 3x_4$$

s.t.

$$3x_1 - 2x_2 - 7x_3 + 4x_4 \leq -6$$

$$-x_1 - x_2 - 4x_3 + 2x_4 \leq 5$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 = 0 \text{ or } 1$$

x_4 .۴

x_3 .۳

x_2 .۲

x_1 .۱

۹- در مدل برنامه ریزی عدد صحیح زیر کدام گزینه جواب بهینه مسئله است؟

$$Max Z = 2x_1 + 3x_2$$

s.t.

$$2x_1 + 3x_2 \leq 9$$

$$x_1 - x_2 \leq 7$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \text{ and integers}$$

$$x_1 = 2; x_2 = 2; Z = 9 \quad .۲$$

$$x_1 = 2; x_2 = 3; Z = 9 \quad .۱$$

$$x_1 = 0; x_2 = 3; Z = 9 \quad .۴$$

$$x_1 = 0; x_2 = 3; Z = 8 \quad .۳$$

۱۰- در روش شاخه و کران (انشعاب و تحدید)، اگر تابع هدف حداقل سازی باشد:

۱. تمام جواب هایی که مقدار تابع هدف بیشتری از مقدار تابع هدف موجود (با عدد صحیح شدن متغیرها) تولید می کنند مورد ارزشیابی قرار می گیرند.

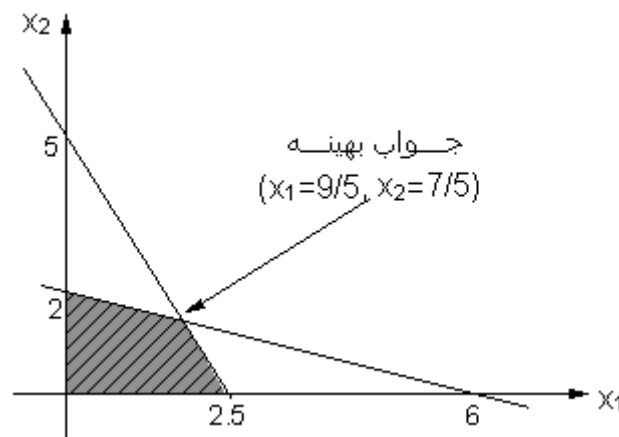
۲. از تمام جواب هایی که مقدار تابع هدفشان کمتر از مقدار تابع هدف موجود (با عدد صحیح شدن متغیرها) باشد صرف نظر می شود.

۳. تمام جواب های غیر موجه مورد ارزشیابی واقع نمی شوند.

۴. تنها جواب های موجه ای مورد ارزشیابی قرار می گیرند که مقدار تابع هدف متناظر با آنان از مقدار تابع هدف موجود (با عدد صحیح شدن متغیرها) کمتر باشند.

۱۱- در مسئله زیر که منطقه موجه برنامه ریزی خطی آن به همراه جواب بهینه اش نشان داده شده است اگر مسئله با روش شاخه و کران حل شود اولین انشعاب کدام خواهد بود؟

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 4x_1 + 2x_2 \\ \text{s.t.} \\ 2x_1 + x_2 &\leq 5 \\ x_1 + 3x_2 &\leq 6 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \text{ and integers} \end{aligned}$$



۱. $x_1 \leq 2; x_1 \geq 3$ ۲. $x_1 \leq 1; x_2 \geq 2$ ۳. $x_1 \geq 2; x_1 \leq 3$ ۴. $x_2 \leq 1; x_2 \geq 2$

۱۲- کدام عبارت در مورد روش صفحات برش برای یک مسئله برنامه ریزی عدد صحیح نادرست است؟

۱. در هر تکرار روش، نیاز به انجام روش سیمپلکس است.
۲. در هر تکرار روش، نیاز به انجام روش سیمپلکس دوگان (ثانویه) است.
۳. تعداد تکرارهای روش برای به دست آوردن جواب عدد صحیح نامشخص است.
۴. در هر تکرار روش، یک محدودیت به مسئله اضافه می شود که قسمتی از ناحیه غیر عدد صحیح را حذف می کند.

۱۳- در مدل برنامه ریزی عدد صحیح زیر محدودیت برش به صورت $\frac{4}{5}S_1 + \frac{3}{5}S_2 \geq \frac{2}{5}$ است. این محدودیت جدید به صورت کدام محدودیت در مسئله اصلی ظاهر می شود؟

$$\text{Max } Z = 4x_1 + 9x_2$$

s.t.

$$3x_1 + 7x_2 \leq 13$$

$$x_1 + 4x_2 \leq 5$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \text{ and integers}$$

$$x_2 \geq 5.4 \quad .2$$

$$x_1 \leq 13.3 \quad .1$$

$$2x_1 + 5x_2 \geq 7 \quad .4$$

$$3x_1 + 8x_2 \leq 13 \quad .3$$

۱۴- نمایش ترسیمی یک مسئله برنامه ریزی عدد صحیح به صورت زیر است. معادله برش آن کدام است؟

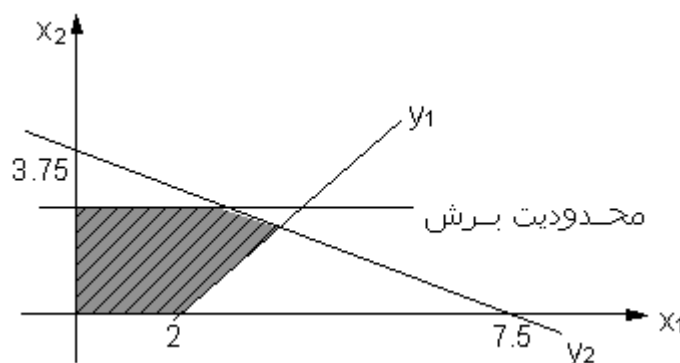
$$\text{Min } Z = x_1 - 3x_2$$

s.t.

$$x_1 - x_2 \leq 2$$

$$2x_1 + 4x_2 \leq 15$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \text{ and integers}$$



$$\frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}S_2 \geq \frac{3}{4} \quad .2$$

$$x_1 + \frac{1}{4}S_2 \geq \frac{3}{2} \quad .1$$

$$2x_1 + \frac{1}{4}S_2 \geq \frac{3}{4} \quad .4$$

$$x_1 + S_2 \geq 3 \quad .3$$



۱۵- در مسئله زیر با جدول بهینه نشان داده شده آن، کدام محدودیت بیانگر قوی ترین برش است؟

$$\text{Max } Z = -4x_1 + 5x_2$$

s.t.

$$-3x_1 + 3x_2 \leq 6$$

$$2x_1 + 4x_2 \leq 12$$

عدد صحیح و $x_1, x_2 \geq 0$

| پایه | x1 | x2 | s1 | s2 | جواب |
|------|----|----|------|-----|------|
| Z | 0 | 0 | 13/9 | 1/6 | 32/3 |
| x2 | 0 | 1 | 1/9 | 1/6 | 8/3 |
| x1 | 1 | 0 | -2/9 | 1/6 | 2/3 |

$$-\frac{7}{9}s_1 - \frac{1}{6}s_2 \leq -\frac{2}{3} \quad .2$$

$$-\frac{1}{9}s_1 - \frac{1}{6}s_2 \leq -\frac{2}{3} \quad .1$$

$$\frac{1}{9}s_1 + \frac{1}{6}s_2 \leq \frac{2}{3} \quad .4$$

$$-\frac{2}{9}s_1 + \frac{1}{6}s_2 \geq \frac{2}{3} \quad .3$$

۱۶- جدول بهینه یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح صرفنظر از صحیح بودن متغیرها به صورت جدول زیر است. معادله اولین برش کدام است؟

| پایه | x1 | x2 | x3 | s1 | s2 | جواب |
|------|-------|----|----|-------|-------|--------|
| Z | 50/17 | 0 | 0 | 14/17 | 9/17 | 358/17 |
| x2 | 1/17 | 1 | 0 | 3/17 | -2/17 | 16/17 |
| x3 | 23/17 | 0 | 1 | 1/17 | 5/17 | 62/17 |

$$-\frac{1}{17}x_1 - \frac{3}{17}s_1 - \frac{15}{17}s_2 \leq -\frac{16}{17} \quad .2$$

$$-\frac{6}{17}x_1 + \frac{1}{17}s_1 - \frac{5}{17}s_2 \leq -\frac{11}{17} \quad .1$$

$$\frac{1}{17}x_1 + \frac{3}{17}s_1 - \frac{2}{17}s_2 \leq \frac{16}{17} \quad .4$$

$$-\frac{6}{17}x_1 - \frac{1}{17}s_1 - \frac{5}{17}s_2 \leq -\frac{11}{17} \quad .3$$

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۵ تشریحی: ۵

عنوان درس: تحقیق در عملیات ۲، تحقیق در عملیات ۲

رشته تحصیلی/کد درس: مهندسی صنایع (چندبخشی)، مهندسی صنایع، مهندسی صنایع ۱۱۲۲۰۲۲ -، مهندسی راه آهن - بهره برداری ۱۳۱۴۰۵۰

۱۷- سه نوع کالا را می توان در یک کشتی حمل نمود. ظرفیت حمل کشتی ۷ واحد وزنی است. اگر وزن و سود هر واحد از این کالاها به صورت جدول زیر باشد، برای حل با استفاده از برنامه ریزی پویا، در مرحله دوم مسئله، حداکثر چند حالت (وضعیت) می تواند در نظر گرفته شود و متغیر تصمیم (اقدام) دارای چند مقدار می تواند باشد؟

| کالا | وزن (واحد وزنی) | سود (واحد پولی) |
|------|-----------------|-----------------|
| ۱ | ۴ | ۳۰ |
| ۲ | ۲ | ۱۸ |
| ۳ | ۱ | ۸ |

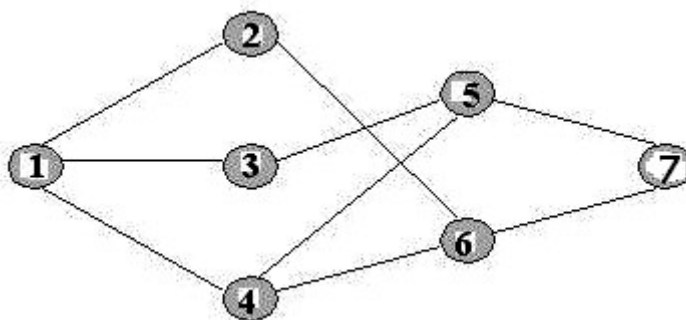
۵ و ۹ . ۴

۲ و ۸ . ۳

۴ و ۸ . ۲

۸ و ۸ . ۱

۱۸- با توجه به شکل زیر اگر هدف رسیدن از گره مبدا ۱ به گره مقصد ۷ باشد، حل مسئله با استفاده از روش حل برنامه ریزی پویا، چند مرحله خواهد داشت؟



۷ . ۴

۵ . ۳

۳ . ۲

۲ . ۱

۱۹- مطلوبست تعیین احتمال از کار افتادن سیستمی متشکل از دو عضو متوالی که هر یک دارای قابلیت اطمینان نودونه درصد می باشند.

۰،۰۵ . ۴

۰،۰۲ . ۳

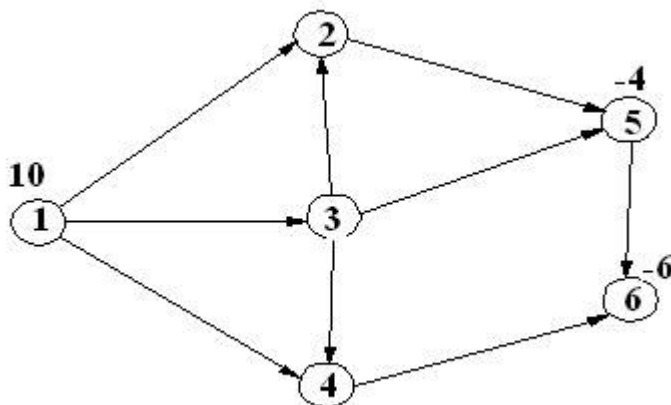
۰،۹۹ . ۲

۰،۹۸ . ۱

عنوان درس: تحقیق در عملیات ۲، تحقیق در عملیات ۲

رشته تحصیلی/کد درس: مهندسی صنایع (چندبخشی)، مهندسی صنایع، مهندسی صنایع ۱۱۲۲۰۲۲ -، مهندسی راه آهن - بهره برداری ۱۳۱۴۰۵۰

۲۰- محدودیت متناظر با گره ۳ در شبکه زیر کدام است؟



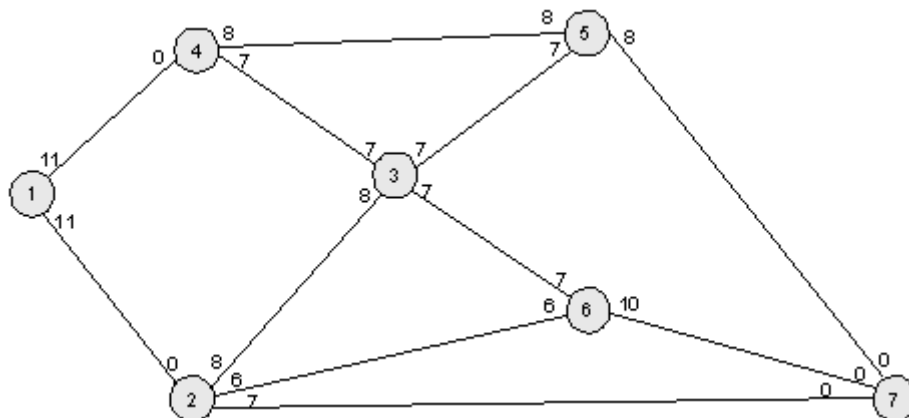
۲. $x_{13} + x_{32} + x_{34} - x_{35} = 0$

۱. $x_{13} - x_{32} - x_{34} - x_{35} = 0$

۴. $-x_{14} - x_{34} + x_{46} = 0$

۳. $-x_{12} - x_{32} + x_{25} = 0$

۲۱- حداکثر جریان انتقالی بین مراکز ۱ و ۷ در شبکه خطوط نفت رسانی زیر کدام است؟



۴. ۲۹

۳. ۲۸

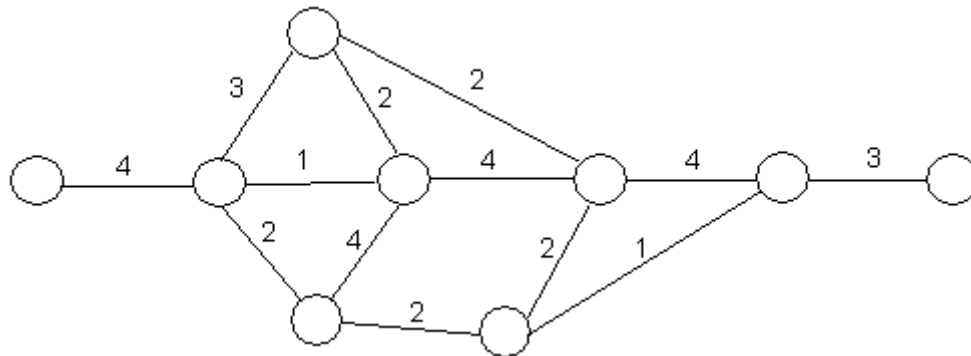
۲. ۲۲

۱. ۲۱

عنوان درس: تحقیق در عملیات ۲، تحقیق در عملیات ۲

رشته تحصیلی/کد درس: مهندسی صنایع (چندبخشی)، مهندسی صنایع، مهندسی صنایع ۱۱۲۲۰۲۲ -، مهندسی راه آهن - بهره برداری ۱۳۱۴۰۵۰

۲۲- در شبکه زیر حداقل درخت در برگیرنده (پوششی) کدام است؟



۱۷ . ۴

۲۱ . ۳

۱۶ . ۲

۱۵ . ۱

۲۳- در یک برنامه ریزی سلسله مراتبی (AHP)، یک ماتریس مقایسه زوجی گزینه ها به صورت زیر داده شده است.

| عامل قیمت | گزینه ۱ | گزینه ۲ | گزینه ۳ |
|-----------|---------|---------|---------|
| گزینه ۱ | ۱ | | |
| گزینه ۲ | ۳ | ۱ | |
| گزینه ۳ | ۴ | ۲ | ۱ |

درجه اهمیت گزینه ۳ با توجه به عامل قیمت چقدر است؟

۰.۵۵۷ . ۴

۰.۳۲۰ . ۳

۰.۰۶۶ . ۲

۰.۱۲۳ . ۱

۲۴- در یک کارواش با یک خدمت دهنده، اتومبیل ها بر اساس فرایند پواسن با میانگین سی ماشین در ساعت وارد می شوند. مدت زمان لازم برای شستشوی هر اتومبیل نمایی با میانگین یک و نیم دقیقه است. میانگین تعداد اتومبیل هایی که در صف منتظر هستند، چقدر است؟

۶.۰۰ . ۴

۴.۵۰ . ۳

۳.۰۰ . ۲

۲.۲۵ . ۱

۲۵- در تعمیرگاهی که دارای یک تعمیرکار است، ماشین ها طبق فرایند پواسن برای تعمیر (به طور متوسط هر روز ۲ ماشین) به تعمیر گاه وارد می شوند. مدت زمان تعمیر نمایی با میانگین یک سوم روز فرض می شود. ضریب بهره وری سیستم را محاسبه کنید.

۰.۳۳۳۳ . ۴

۰.۶۶۶۶ . ۳

۰.۸۳۳۳ . ۲

۰.۱۶۶۶ . ۱

سوالات تشریحی

۱۰۴۰ نمره

۱- امکان تولید محصولی توسط چهار ماشین مختلف وجود دارد. هر ماشین دارای ظرفیت تولید، هزینه ثابت راه اندازی و هزینه متغیر تولید در هر دور تولید است که در جدول زیر ارائه شده است:

| ظرفیت تولید | هزینه متغیر هر واحد تولید | هزینه راه اندازی | ماشین |
|-------------|---------------------------|------------------|-------|
| ۹۰۰ | ۱۰ | ۵۰۰ | ۱ |
| ۱۰۰۰ | ۱۲ | ۴۶۰ | ۲ |
| ۶۰۰ | ۸ | ۴۰۰ | ۳ |
| ۸۰۰ | ۱۴ | ۳۵۰ | ۴ |

در صورتی که حداقل مقدار تولید در این دور تولیدی، دو هزار واحد باشد، می خواهیم بدانیم از کدام ماشین ها و به چه میزان باید تولید کرد تا کل هزینه ها حداقل شود. این مساله را به شکل یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح (مدل برنامه ریزی مختلط با بهره گیری از متغیرهای صفر و یک) فرموله کنید.

۱۰۴۰ نمره

۲- جدول بهینه برنامه ریزی خطی مدل برنامه ریزی عدد صحیح زیر به صورت زیر است. با استفاده از روش صفحات برش، مساله را حل کنید.

$$Max Z = 6x_1 + 8x_2$$

s.t.

$$5x_1 + 2x_2 \leq 20$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 10$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \text{ and integers}$$

| پایه | x1 | x2 | s1 | s2 | جواب |
|------|----|----|------|------|------|
| Z | 0 | 0 | 1/2 | 7/2 | 45 |
| x1 | 1 | 0 | 1/4 | -1/4 | 5/2 |
| x2 | 0 | 1 | -1/8 | 5/8 | 15/4 |

عنوان درس: تحقیق در عملیات ۲، تحقیق در عملیات ۲

رشته تحصیلی/کد درس: مهندسی صنایع (چندبخشی)، مهندسی صنایع، مهندسی صنایع ۱۱۲۲۰۲۲ -، مهندسی راه آهن - بهره برداری ۱۳۱۴۰۵۰

۳- در یک پروژه فضائی، تحقیقاتی به منظور حل یک مساله فنی در جریان است. در حال حاضر، سه گروه تحقیقاتی بر روی این مساله کار می کنند. احتمال اینکه این گروه ها، که آنها را ۱ و ۲ و ۳ می نامیم، موفق به پیدا کردن جواب نشوند به ترتیب ۰،۴ و ۰،۶ و ۰،۸ بر آورد شده است. بنابراین، احتمال اینکه همه گروه ها شکست بخورند $(0,4)(0,6)(0,8)$ یا ۰،۱۹۲ خواهد بود.

| تعداد دانشمند جدید | احتمال شکست گروه | | |
|--------------------|------------------|------|------|
| | گروه | | |
| | ۱ | ۲ | ۳ |
| ۰ | ۰،۴۰ | ۰،۶۰ | ۰،۸۰ |
| ۱ | ۰،۲۰ | ۰،۴۰ | ۰،۵۰ |
| ۲ | ۰،۱۵ | ۰،۲۰ | ۰،۳۰ |

از آنجا که هدف، حداقل کردن این احتمال است، لذا تصمیم گرفته شده است که دو دانشمند دیگر به این گروه ها اضافه شوند تا احتمال شکست حتی المقدور کاهش یابد. احتمال شکست این گروه ها، با فرض اینکه یک و یا دو دانشمند جدید به آنها ملحق شود، در جدول نشان داده شده است. با استفاده از روش برنامه ریزی پویا تعیین کنید که این دو دانشمند به کدام گروه (ها) ملحق گردند تا احتمال شکست همه گروه ها به حداقل برسد.

۴- یک ماتریس مقایسه زوجی در روش AHP برای عاملی داده شده است:

| | | | |
|---|---|---|---|
| ۶ | ۴ | ۲ | ۱ |
| ۷ | ۵ | ۱ | |
| | ۱ | | |
| ۱ | ۴ | | |

نسبت سازگاری را محاسبه نمائید. $(RI = 0.9)$

۵- در یک کارگاه فتوکپی، کار تعمیراتی توسط یک تعمیرکار انجام می شود. زمان تعمیر، شامل زمان رفت و آمد، دارای توزیع نمایی با میانگین دو ساعت در هر بار است. تقاضای تعمیر در روز کاری هشت ساعته، سه بار در روز است (با فرض داشتن فرایند پواسان). موارد زیر را محاسبه کنید:
الف) میانگین زمان اوقاتی در روز که تعمیرکار بیکار است و برای تعمیر خوانده نمی شود.
ب) احتمال اینکه دو یا تعداد بیشتری از مشتریان در صف منتظر تعمیر نشسته باشند.