

208

C

پاسخنامه آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد فاپیوسته داخل
سال ۱۳۹۲

مجموعه مهندسی عمران - کد ۱۲۶۴

دفترچه پاسخنامه

۱- گزینه ۲			
(۱) پشتکار	(۲) پیوستگی	(۳) تعادل	(۴) استنباط
(۲)- گزینه ۱			
(۱) برگریز	(۲) همزی	(۳) تغییرناپذیر	(۴) نامتقارن
(۳)- گزینه ۱			
(۱) صمیمی	(۲) اجتنابناپذیر	(۳) بسیار گرسنه	(۴) افسرده
(۴)- گزینه ۴			
(۱) هیبت - شکوه	(۲) مرگ	(۳) بازداری	(۴) شان - مقام
(۵)- گزینه ۳			
(۱) تغییرشکل دادن	(۲) مجبور کردن	(۳) سرزنش کردن	(۴) مجبور کردن
(۶)- گزینه ۲			
(۱) ضمیمه	(۲) کارنامه‌ای (مجموعه‌ای)	(۳) آغاز	(۴) مهارت
(۷)- گزینه ۴			
(۱) نوسان کردن	(۲) استخراج کردن	(۳) حواس (کسی را) پرت کردن	(۴) تسکین دادن
(۸)- گزینه ۲			
(۱) بیان کردن	(۲) حمایت کردن	(۳) تکریم کردن	(۴) تایید کردن
(۹)- گزینه ۱			
(۱) یکسان	(۲) ناپایدار	(۳) مجاور	(۴) سازگار
(۱۰)- گزینه ۳			
(۱) تمایز	(۲) بی‌طرفی	(۳) سازگاری	(۴) وضوح
(۱۱)- گزینه ۳			

برای ارتباط دو فعل is و give به ضمیر موصولی نیاز داریم، بنابراین تنها گزینه ۳ می‌تواند صحیح باشد. برای ارتباط دو جمله نیاز به ضمیر موصولی دارم. گزینه‌های (۱) و (۲) بدون ضمیر موصولی و نادرست هستند. در صورت انتخاب ضمیر موصولی whose دیگر دو فعل در جمله قرار ندارد و این گزینه نیز نمی‌تواند پاسخ صحیحی باشد.

۱۲- گزینه ۴

۱۳- گزینه ۱

جایگزین also و too می‌گردد و با توجه به مشیت بودن این جمله گزینه ۱ صحیح است.

۱۴- گزینه ۲

تست فوق از مبحث حذف ضمایر موصولی است و تنها گزینه ۲ می‌تواند صحیح باشد.

۱۵- گزینه ۲

با توجه به وجود تضاد در جمله و ویرگول بعد از جای خالی، گزینه ۲ صحیح است.

بخش اول: درک مطلب

متن اول:

در سال ۱۸۸۹ از برج ایفل در بازار جهانی پاریس رونمایی گردید، علیرغم بحث‌های اولیه در خصوص جذابیت ظاهری (مریبوط به زیبایی سازه) آن، طی مدت کوتاهی تبدیل به نماد شهر و سمبل پیشرفت تکنیکی گردید. بیش از صد سال بعد، در بازی‌های المپیک ۲۰۰۸ پکن، چین از شاهکار عماری خودش رونمایی کرد که مانند برج ایفل یک ابر پروژه فولادی بود. استادیوم ملی پکن که غالباً آن را به نام لانه پرنده می‌شناسند ۵ سال طول کشید تا تکمیل گردد و از ۴۲۰۰۰ تن فولاد ساخته شد که آن را تبدیل به بزرگترین سازه فولادی در جهان کرد.

با طول ۳۳۰ متر، عرض ۲۲۰ متر و ارتفاع ۶۹/۲ متر، طراحی استادیوم لانه پرنده برمبنای ۲۴ ستون خربیایی هر یک به وزن ۱۰۰۰ تن می‌باشد. هنگامی که در سال ۲۰۰۵ ساخت پوسته فولادی بیرونی استادیوم آغاز شد، بهعلت وزن ستون‌ها، هیچ جرثقیلی قادر به بلند کردن آنها نبود. در نتیجه، ستون‌ها در تکه‌هایی (جزا) به پکن منتقل شدند و در موقعیت موردنظر نصب گردیدند. وقتی که هر ۲۴ ستون در موقعیت قرار گرفتند، تبرهای کوچکتر میان آنها جوش داده شدند تا سختی بیشتری به سازه ببخشند و ظاهر منحصر به فرد، بیضوی شکل و بطور اریب هاشور خورده آن را بهبود بخشند. در نهایت مجموعه سوم تیرها اضافه شد تا بخش شفاف، (همان) پوسته پلیمری را که پوشش بین تیرهای فولادی را تامین می‌کند، نگه دارند.

سه ماه تحقیق منجر به تولید فولادی جدید با محتوای پایین فسفر و سولفور در آهن جدید کاهش یافته بوده) که آن را Q35 نامیدند. Q35 فولادی با سختی بالاست که قادر به تحمل تنש‌هایی تا ۳۵۰۰۰۰۰ پاسکال می‌باشد. این امر می‌تواند در ساخت ۲۴ ستون خرپایی که هر کدامشان ۳۰۰ متر طول داشتند و انتظار می‌رفت که ۱۱۲۰۰ تن بار را تحمل نمایند، تعیین‌کننده باشد. با این همه، فولادهای با مقاومت بالا مشکلات خاص خودشان را نیز طی ساخت داشتند. مثلاً اینکه غالباً در موقعیت‌های مخاطره‌آمیز و مرتفع به دماهای بالاتری برای جوشکاری نیاز داشتند. علاوه بر این، جوشکاری صرفاً در دمای ۱۶-۱۵ درجه سانتی‌گراد قابل انجام بود که به این معنا بود که کارگران مجبور بودند در ساعت‌های عصر جوشکاری کنند. در اگوست سال ۲۰۰۶ بیش از ۴۰۰ جوشکار سه شب کار کردند تا ۳۲۰ کیلومتر درز جوش موردنیاز برای نصب قاب فولادی شمایلی و مشبک استادیوم را جوش دهند.

در سپتامبر ۲۰۰۶ به نظر می‌رسید که سازه قادر است که روی پای خودش بایستند و ۷۸ پایه نگهدارنده در مقابل تیم‌های مضطرب طراحی و ساخت یک به یک برداشته شوند و کل سازه برای ایستادن روی پای خودش راه گردید. مانند برج ایفل، لانه کبوتر نیز بدون نقد نبوده است خصوصاً برای سبک و ظاهر غیرستینی‌اش. با این حال لانه کبوتر تبدیل به سمبولی تکان‌دهنده از چین مدرن و توانمندی مهندسی بشر گردیده است.

۱۶- گزینه ۲

اصلی‌ترین ویژگی سازه‌ای ستون‌های در استادیوم چیست؟

- | | | |
|---------------------|----------------------------|-----------------|
| ۴) تحمل بارهای ثقلی | ۲) تحمل بارها در زمان ساخت | ۳) تحمل بار باد |
|---------------------|----------------------------|-----------------|

۱۷- گزینه ۴

با توجه به متن، کدام گزینه صحیح است؟

- | | |
|---|--|
| ۲) با افزایش میزان سولفور شکل‌پذیری فولاد افزایش می‌یابد. | ۱) با افزایش میزان سولفور کاهش یافته فولاد کاهش می‌یابد. |
| ۴) با افزایش میزان سولفور سختی فولاد افزایش می‌یابد. | ۳) با افزایش میزان سولفور سختی فولاد کاهش می‌یابد. |

۱۸- گزینه ۱

وزن تیرها و سقف‌های استادیوم بازی‌های المپیک پکن چقدر است؟

- | | | |
|--|-------------|-------------|
| ۱) ۱۸۰۰۰ تن | ۲) ۴۲۰۰۰ تن | ۳) ۲۴۰۰۰ تن |
| وزن تیرها و سقف‌ها، از کم کردن وزن ستون‌ها از وزن کل سازه به دست می‌آید. | | |
- $۴۲۰۰۰ - (۲۴ \times ۱۰۰۰) = ۱۸۰۰۰$

۱۹- گزینه ۱

بزرگترین سازه فولادی در جهان کدام است؟

- | | |
|--------------------|----------------------|
| ۱) لانه کبوتر | ۲) بازار جهانی پاریس |
| ۴) پل سانفرانسیسکو | ۳) برج ایفل |

۲۰- گزینه ۴

قبل از اینکه برج ایفل ساخته شود اصلی‌ترین چالش چه بوده است؟

- | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|
| ۱) آسانسور سازه | ۲) اندازه سازه | ۳) پایداری سازه |
|-----------------|----------------|-----------------|

متن دوم:

انتخاب مدل‌های پیش‌بینی حرکت زمین و تعیین سهم وزنی هر یک از آنها جهت تخصیص، یک مولفه اساسی از تحلیل خطر زلزله است. نشان داده شد که عدم قطعیت مرتبط با انتخاب مدل میرایی بیش از سایر جنبه‌های مدل‌سازی لرزه‌ای بر روی نتایج خطر تاثیر می‌گذارد. با این عدم قطعیت شناختی غالباً بوسیله یک رویکرد نظر کارشناسی و در قابل یک چهارچوب درخت منطقی برخورد می‌گردد. وزن‌های شاخه‌ای در چهارچوب درخت منطقی متناظر با درجه اعتقاد متخصصان به مدل‌های مختلف پیش‌بینی است. هرچند که به نظر ساده می‌رسد، رویکرد درخت منطقی ابزاری چالش‌برانگیز برای غلبه بر این عدم قطعیت است بسیاری از متخصصان بر این باورند که هر تلاشی برای تخصیص اعداد به درجات باور یک اشتباه استراتژیک است. از نقطه نظری دیگر، اشاره شده است که به دلیل انتخاب غیررسمی مدل‌های شاخه و وزن آنها، مشکلات بالقوه در ساخت و استفاده از درخت‌های منطقی انتظاری معقول است. علاوه بر این ملاحظات عمومی، فقدان متخصصین بومی مجرب مانع مضاعف برای استفاده از درخت‌های منطقی در مناطقی در مناطقی نظیر ایران است.

۲۱- گزینه ۳

متن کدام گزینه صحیح است؟

- | |
|---|
| ۱) صرفاً یک مدل میرایی می‌تواند برای تحلیل خطر زلزله مورد استفاده قرار بگیرد. |
| ۲) تحلیل خطر زلزله وابسته به مدل میرایی نیست. |
| ۳) امکان استفاده از مدل‌های میرایی در تحلیل خطر زلزله وجود دارد. |
| ۴) مدل میرایی وابسته به ویژگی‌های خطر زلزله نیست. |

۲۲- گزینه (۲)

نوعی از عدم قطعیت که در انتخاب مدل میرایی وجود دارد، چیست؟

- (۱) عدم قطعیتشناسی (۲) عدم قطعیتشناختی (۳) عدم قطعیت تصادفی

۲۳- گزینه (۱)

واژه pitfall چه معنایی دارد؟

- (۱) مشکل (۲) درخت منطقی (۳) عدم قطعیت

۲۴- گزینه (۳)

چالش اصلی دلیل عدمه استفاده از درخت منطقی برای تحلیل خطر زلزله در ایران کدام است؟

- (۱) فقدان مدل‌های میرایی (۲) فقدان حرکات زمین (۳) فقدان متخصصین

۲۵- گزینه (۱)

با توجه به متن معنی کلمه *impediment* چیست؟

- (۱) مشکل (۲) تحلیل عدم قطعیت (۳) تحلیل درخت منطق

۲۶- گزینه (۲)

مصالح ساخت و ساز که به احتمال زیاد به طور فراوان در سازه‌های بنایی یافت می‌شود، است.

- (۱) فولاد (۲) آجر (۳) آلومینیم (۴) بتن مسطح

۲۷- گزینه (۲)

خرش خصوصیتی است که به وسیله آن بتن به تغییر شکل تحت بارهای ادامه می‌دهد.

- (۱) مناسب (۲) پایدار (۳) معلق (۴) اساسی

۲۸- گزینه (۴)

پدیده شکست که مرتبط با تنفس دوره‌ای است:

- (۱) سخت‌شدگی کرنش (۲) مفصل پلاستیک (۳) شکست نرم (۴) خستگی

۲۹- گزینه (۳)

تنش‌هایی که در اثر خم شدن و راست کردن، سرد کردن بعد از نورد یا به وسیله جوشکاری ایجاد می‌گردند، نامیده می‌شوند.

- (۱) تنش‌های تسلیم (۲) تنش‌های نهایی (۳) تنش‌های پسماند (۴) تنش‌های بار بهره‌برداری

۳۰- گزینه (۴)

شخصی که می‌تواند بین شن و ماسه با بازرگانی بصری

- (۱) حل کردن - تصمیم گرفتن (۲) تعیین کردن (۳) تحمل کردن (۴) تمایز قائل شدن

(۲) - گزینه ۳۱

$$\sum_{k=1}^{17} f'(k) = \sum_{k=1}^{17} k^r - 1 = \sum_{k=1}^{17} k^r - \sum_{k=1}^{17} 1 = 11^r + 12^r + \dots + 17^r - 6 = 1393$$

(۱) - گزینه ۳۲

$$\int_0^1 f(x) dx = \int_0^1 x \ln(1+x) dx$$

$$u = \ln(1+x) \Rightarrow du = \frac{dx}{1+x}$$

$$dv = x dx \Rightarrow v = \frac{x^r}{r}$$

$$\begin{aligned} \int_0^1 x \ln(1+x) dx &= \left. \frac{x^r}{r} \ln(1+x) \right|_0^1 - \frac{1}{r} \int_0^1 \frac{x^r - 1 + 1}{1+x} dx = \frac{1}{r} \ln 2 - \frac{1}{r} \int_0^1 \left(x - 1 + \frac{1}{1+x} \right) dx \\ &= \frac{1}{r} \ln 2 - \frac{1}{r} \left(\frac{x^r}{r} - x + \ln(1+x) \right) \Big|_0^1 = \frac{1}{r} \ln 2 - \frac{1}{r} \left(\frac{1}{r} - 1 + \ln 2 \right) = \frac{1}{r} \end{aligned}$$

بنابراین جواب حد برابر $e^{\frac{1}{r}}$ یا $\sqrt[r]{e}$ است.

(۳) - گزینه ۳۳

انتگرال را به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم:

$$\int_0^1 \frac{\ln(x+1) - \ln(x+2)}{(x+2)^r} dx = \int_0^1 \underbrace{(\ln(x+2) - \ln(x+1))}_{u} \cdot \underbrace{\frac{-dx}{(x+2)^r}}_{dv}$$

$$\begin{cases} du = \frac{dx}{x+2} - \frac{dx}{x+1} \\ v = \frac{1}{x+3} \end{cases}$$

$$\text{روش جز به جز} \quad \left. \frac{\ln(x+2) - \ln(x+1)}{x+3} \right|_0^1 - \int_0^1 \frac{1}{x+3} \left(\frac{1}{x+2} - \frac{1}{x+1} \right) dx$$

$$= \left(\frac{\ln 3}{r} - \frac{\ln 2}{r} \right) - \left(\frac{\ln 2}{r} \right) - \int_0^1 \left(\frac{1}{(x+3)(x+2)} - \frac{1}{(x+3)(x+1)} \right) dx$$

حال در انتگرال دوم با کمک تجزیه کسر داریم:

$$= \frac{1}{r} \ln 3 - \frac{1}{12} \ln 2 - \int_0^1 \frac{1}{x+2} + \frac{\frac{-1}{2}}{x+1} + \frac{\frac{-1}{2}}{x+3} dx = \frac{1}{r} \ln 3 - \frac{1}{12} \ln 2 - \left(\ln(x+2) - \frac{1}{2} \ln(x+1) - \frac{1}{2} \ln(x+3) \right) \Big|_0^1$$

$$= \frac{1}{r} \ln 3 - \frac{1}{12} \ln 2 - \left(\ln 3 - \frac{1}{2} \ln 2 - \underbrace{\frac{1}{2} \ln 4}_{\ln 2} - \ln 2 + \frac{1}{2} \ln 1 + \frac{1}{2} \ln 3 \right)$$

$$= \underbrace{\left(\frac{1}{r} - 1 - \frac{1}{2} \right)}_{-\frac{5}{r}} \ln 3 + \underbrace{\left(-\frac{1}{12} + \frac{1}{2} + 1 + 1 \right)}_{\frac{23}{12}} \ln 2 = -\frac{5}{r} \ln 3 + \frac{23}{12} \ln 2$$

(۴) - ۳۴ گزینه

$$x^r + 2x + 3 = 0$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = -2 \\ x_1 x_2 = 3 \end{cases}$$

حال $(x_1^{q_1} + x_2^{q_1})$ را در $(x_1 + x_2)$ ضرب می کنیم:

$$\underbrace{(x_1^{q_1} + x_2^{q_1})(x_1 + x_2)}_{B} = \underbrace{(x_1^{q_2} + x_2^{q_2})}_{C} + \underbrace{x_1 x_2 (x_1^{q_0} + x_2^{q_0})}_{A}$$

$$-2B = C + 3A \Rightarrow C = -3A - 2B$$

(۱) گزینه - ۳۵

همگرایی سری را در نقاط $x = 1$ و $x = -1$ بررسی کنیم:

$$x = 1: \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n}} > \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$$

با آزمون مقایسه، نتیجه می گیریم سری در $x = 1$ واگراست.

$$b) x = -1: \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n}} = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n a_n$$

$$a_n = \frac{1}{1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n}}, \quad \left. \begin{array}{l} \text{ثبت و نزولی} \\ \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n}} = \frac{1}{\infty} = 0 \end{array} \right\} \text{همگرا به صفر.}$$

با آزمون سری متناوب، سری در $x = -1$ همگراست.بنابراین بازه همگرایی این سری توانی برابر $(-1, 1)$ است.

(۱) گزینه - ۳۶

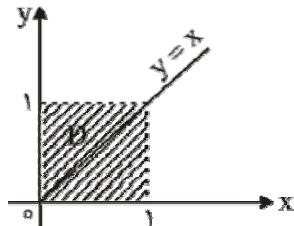
$$\frac{x^r}{9} - \frac{y^r}{4} = 1 \xrightarrow{\text{دوران حول محور } x \text{ ها}} \frac{x^r}{9} - \frac{(\sqrt{y^r + z^r})}{4} = 1 \Rightarrow \frac{x^r}{9} - \frac{y^r}{4} - \frac{z^r}{4} = 1$$

(۲) گزینه - ۳۷

$$xu_{xx} - yu_{xy} + u_x = xy^r u_{\beta\beta} - yu_{\beta} - y^r u_{\beta\alpha} - xy^r u_{\beta\beta} + yu_{\beta} = 0$$

$$\Rightarrow -y^r u_{\beta\alpha} = 0 \xrightarrow{y=\alpha} -\alpha^r u_{\beta\alpha} = 0 \xrightarrow{\alpha \neq 0} u_{\beta\alpha} = 0 \quad \text{لیکن } u_{\beta\alpha} = 0$$

(۳) گزینه - ۳۸



$$= \int_0^1 \left(\int_0^y \frac{x}{1+y} dx + \int_{y/1+y}^1 \frac{y}{1+x} dx \right) dy = \int_0^1 \left(\left[\frac{x^r}{r(1+y)} \right]_0^y + y \ln(1+x) \Big|_{y/1+y}^1 \right) dy$$

$$= \int_0^1 \left(\frac{y^r}{r(1+y)} + y \ln 2 - y \ln(1+y) \right) dy = \left(\left[\frac{y^r}{r} \ln 2 - \frac{y^r}{r} \ln(1+y) \right]_0^y + \int_0^1 \frac{y^r dy}{1+y} \right)$$

$$= \int_0^1 \frac{(y^r - 1 + 1) dy}{1+y} = \int_0^1 \left(y - 1 + \frac{1}{1+y} \right) dy = \left(\left[\frac{y^r}{r} - y + \ln(1+y) \right]_0^1 \right) = \frac{1}{r} - 1 + \ln 2 = \ln 2 - \frac{1}{r}$$

(۱) - ۳۹ گزینه

$$a(t) : \begin{cases} x = \cos t \\ y = b \sin t \end{cases} \quad \pi < t < 0.$$

$$\begin{aligned} \int_C F.dR &= \int_{\pi}^0 \underbrace{(-\gamma b^2 \sin^2 t + 2, 16 \cos t)}_{f(\alpha(t))} \cdot \underbrace{(-\sin t, b \cos t)}_{\alpha'(t)} dt = \int_{\pi}^0 (-\gamma b^2 \sin^2 t - 2 \sin t + 16 b \cos^2 t) dt \\ &= -\gamma b^2 \int_{\pi}^0 \sin(1 - \cos^2 t) dt - 2 \int_{\pi}^0 \sin t dt + 16 b \int_{\pi}^0 \frac{1 + \cos 2t}{2} dt \\ &= \gamma b^2 \cos t \Big|_{\pi}^0 - b^2 \cos^2 t \Big|_{\pi}^0 + 2 \cos t \Big|_{\pi}^0 + 16 b \left(\frac{1}{2} t + \frac{1}{4} \sin 2t \right) \Big|_{\pi}^0 = \gamma b^2 - 2b^2 + 4 - 8b\pi = 0 \Rightarrow \gamma b^2 - 8b\pi + 4 = 0 \end{aligned}$$

حال برای آنکه مقدار مینیمم را بیابیم، مشتق را برابر صفر قرار می‌دهیم:

$$\xrightarrow{\text{مشتق}} 8b - 8\pi = 0 \Rightarrow b = \pi$$

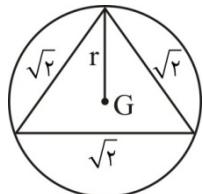
(۲) - ۴۰ گزینه

با توجه به قضیه استوکس می‌توان نوشت:

$$\oint_C zdx + xdy + ydz = \iint_S \operatorname{curl} f \cdot n ds$$

$$f = (z, x, y) \Rightarrow \operatorname{curl} f = (1, 1, 1)$$

سطح محدود به C در فضای xyz است. شکل را بینید.



$$g : x + y + z - 1 = 0$$

$$n = \pm \frac{\nabla g}{|\nabla g|} = -\frac{(1, 1, 1)}{\sqrt{3}}$$

$$\iint_S \operatorname{curl} f \cdot n ds = \iint_S -\frac{r}{\sqrt{3}} ds = -\sqrt{3} \iint_S ds = -\sqrt{3} \times \text{مساحت دایره} \quad , \quad r = \frac{2}{3} \times \text{ارتفاع}$$

$$r = \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{3}{2}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$-\sqrt{3} \times \text{مساحت دایره} = -\sqrt{3} \times \pi \times \left(\sqrt{\frac{2}{3}} \right)^2 = -\frac{2\pi}{\sqrt{3}} = -\frac{2\pi\sqrt{3}}{3} = \frac{2\pi\sqrt{3}}{3}$$

(۳) - ۴۱ گزینه

معادله $\sqrt{x+y} dx = dy$ را با تغییر متغیر $y = x + u$ به صورت زیر می‌نویسیم:

$$u = x + y \Rightarrow du = dx + dy \Rightarrow dy = du - dx$$

$$\sqrt{u} dx = du - dx \Rightarrow (1 + \sqrt{u}) dx = du \Rightarrow dx = \frac{du}{1 + \sqrt{u}}$$

$$\xrightarrow{\text{از طرفین انتگرال می‌گیریم}} x = \int \frac{du}{1 + \sqrt{u}}$$

برای حل انتگرال از تغییر متغیر $u = z^2$ استفاده می‌کنیم:

$$u = z^2 \Rightarrow du = 2z dz$$

$$x = \int \frac{2z dz}{1+z} = 2 \int \frac{z+1-1}{z+1} dz$$

$$x = 2(z - \ln(1+z)) + k \Rightarrow \frac{x}{2} - z + \ln(1+z) = c$$

و نهایتاً به جایگذاری $z = \sqrt{x+y}$ داریم:

$$\sqrt{x+y} - \ln(1 + \sqrt{x+y}) - \frac{1}{\gamma}x = c$$

(۲) گزینه -۴۲

با استفاده از روش کاهش مرتبه داریم:

$$u = y'$$

$$xu' + 2u - e^{-x^r} = 0 \xrightarrow{u' = \frac{du}{dx}} \underbrace{(2u - e^{-x^r})}_{M} dx + \underbrace{x du}_{N} = 0$$

پس فاکتور انتگرال برابر است با:

$$\begin{cases} \frac{\partial M}{\partial u} = 2 \\ \frac{\partial N}{\partial x} = 1 \end{cases} \Rightarrow \frac{\frac{\partial M}{\partial u} - \frac{\partial N}{\partial x}}{N} = \frac{2-1}{x} = \frac{1}{x} = f(x)$$

$$\mu(x) = e^{\int f(x) dx} = e^{\int \frac{1}{x} dx} = x$$

$$\xrightarrow{x \rightarrow x} (2ux - xe^{-x^r}) dx + x^r du = 0 \xrightarrow{\text{کامل}} x^r u + \frac{1}{2} e^{-x^r} = c \xrightarrow{y'(1)=2, u(1)=2} 2 + \frac{1}{2} e^{-1} = c$$

$$\Rightarrow x^r u + \frac{1}{2} e^{-x^r} = 2 + \frac{1}{2} e^{-1} \quad \text{جواب معادله}$$

$$\xrightarrow{x=1} u(-1) + \frac{1}{2} e^{-1} = 2 + \frac{1}{2} e^{-1} \Rightarrow u(-1) = 2 \xrightarrow{u=y'} y'(-1) = 2$$

(۳) گزینه -۴۳

روش اول: می‌دانیم اگر y_1 یک جواب معادله $y'' + P(x)y' + q(x)y = 0$ باشد، جواب دیگر آن به صورت $y_2 = y_1 \cdot \int \frac{e^{-\int P(x) dx}}{y_1} dx$ است،

پس داریم:

$$xy'' - (x+n)y' + ny = 0 \Rightarrow y'' - \underbrace{\left(1 + \frac{n}{x}\right)y'}_{P(x)} + \frac{n}{x}y = 0 \Rightarrow \int P(x) dx = - \int \left(1 + \frac{n}{x}\right) dx = -(x + n \ln x)$$

$$\Rightarrow \int \frac{e^{-\int P(x) dx}}{y_1} dx = \int \frac{x^n e^x}{e^{rx}} dx = \int x^n e^{-x} dx$$

$$\xrightarrow{\text{جز ب ۴ جز}} -(x^n e^{-x} + nx^{n-1} e^{-x} + n(n-1)x^{n-2} e^{-x} + \dots + n!e^{-x}) \Rightarrow y_2 = y_1 \int \frac{e^{-\int P(x) dx}}{y_1} dx$$

$$y_2 = e^x [(x^n e^{-x} + \dots + n!e^{-x})] = -(x^n + nx^{n-1} + \dots + n!) = -\sum_{k=0}^n \frac{n!x^k}{k!}$$

و از آنجا که معادله همگن است، واضح است که اگر y_2 یک جواب معادله باشد، آنگاه $y_2 - \frac{1}{n!}y_1$ نیز جواب معادله است، پس می‌توان نوشت:

$$-\frac{1}{n!}y_1 = \sum_{k=0}^n \frac{x^k}{k!}$$

روش دوم: با در نظر گرفتن $n = 1$ با مشتق‌گیری و جایگذاری گزینه‌ها در معادله موردنظر، به سادگی می‌توان دریافت که گزینه ۳ صحیح است.

(۳) گزینه -۴۴

معادله انتگرالی را به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم:

$$f(t) = te^{-t} + \int_0^t f(t-x)xe^{-x} dx$$

با توجه به تعریف کائلوشن داریم:

$$\Rightarrow f(t) = te^{-t} + f(t) \underbrace{*}_{کائلوشن} (te^{-t})$$

حال از طرفین لاپلاس می‌گیریم:

$$\xrightarrow{L} L(f(t)) = L(te^{-t}) + L(f(t)).L(te^{-t})$$

$$L(te^{-t}) = -\frac{d}{ds}L(e^{-t}) = -\frac{d}{ds}\left(\frac{1}{s+1}\right) = \frac{1}{(s+1)^2}$$

$$L(f(t)) = \frac{1}{(s+1)^2} + \frac{1}{(s+1)^2} L(f(t))$$

$$L(f(t))\left(1 - \frac{1}{(s+1)^2}\right) = \frac{1}{(s+1)^2} \Rightarrow L(f(t)) = \frac{1}{s^2 + 2s} = \frac{1}{s(s+2)} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{s} - \frac{1}{s+2}\right)$$

و در نهایت بر طرفین رابطه فوق معکوس تبدیل لاپلاس را داریم:

$$\xrightarrow{L^{-1}} f(t) = \frac{1}{2}(1 - e^{-2t})$$

(۱)- گزینه ۴۵

می‌دانیم در نقاط تکین منظم اگر جواب معادله برابر r_1 و r_2 شود و $r_1 > r_2$ باشد، بهطوری که اختلاف آنها عدد صحیح شود ($r_1 - r_2 \in \mathbb{Z}$)، دو جواب بهصورت زیر است:

$$y_1 = x^{r_1} \sum_{n=1}^{\infty} a_n x^n \quad \text{جواب متناظر } r_1$$

$$y_2 = \alpha y_1 \ln x + x^{r_2} \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n \quad \text{جواب متناظر } r_2$$

$$y_2 = \alpha \left(x^{r_1} \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n \right) \ln x + x^{r_2} \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$$

پس همانطور که مشاهده مالی کنید جواب متناظر با ریشه کوچکتر (یعنی y_2) هر دو جواب را در خود دارد.

(۴۶)- گزینه ۳

در لوزی در فواصل $\frac{h}{\lambda}$ از محور خنثی تنش برشی ماقزیم مقدار است.

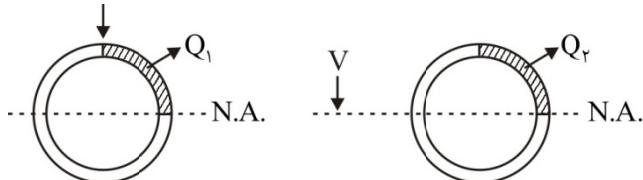
ثابت می‌شود که در یک مقطع لوزی شکل، تنش برشی ماقزیم در فاصله $\frac{1}{\lambda}h$ در بالا و پایین محور خنثی رخ داده و توزیع آن در هر طرف محور

خنثی، به صورت سهمی شکل بوده و ضریب K برابر $\frac{9}{\lambda}$ است.

(۴۷)- گزینه ۴

$$\Delta L = \frac{FL}{AE} \Rightarrow E = \frac{FL}{A\Delta L} = \frac{(30 \times 10^3) \times 100}{300 \times 5} = \frac{10^5}{5} = 200 \text{ N/mm}^2$$

(۴۸)- گزینه ۲

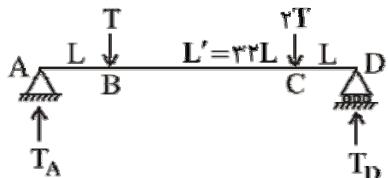


$$\tau_{\max}^{(1)} = \frac{VQ_1}{It}, \quad \tau_{\max}^{(2)} = \frac{VQ_2}{It} \Rightarrow \frac{\tau_{\max}^{(1)}}{\tau_{\max}^{(2)}} = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{Q_1}{2Q_1} = \frac{1}{2}$$

(۴۹)- گزینه ۴۹

(۵۰)- گزینه ۱

اگر شعاع تیر معادل برابر $4R$ فرض شود طول قسمت‌های AB و CD که شعاعشان همان $4R$ است تغییر نمی‌کند و L باقی می‌ماند ولی طول قسمت میانی BC که شعاعش برابر $2R$ است، باید اصلاح شود. چنانچه طول معادل BC برابر L' فرض شود، داریم:



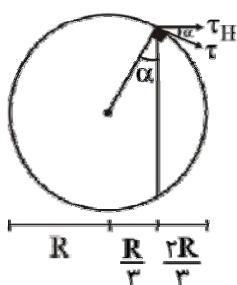
$$\begin{aligned} \frac{G \times \frac{1}{2} \pi (2R)^4}{2L} &= \frac{G \times \frac{1}{2} \pi (4R)^4}{L'} \Rightarrow L' = 32L \\ \sum MA = 0 &\Rightarrow T_D \times 34L - T \times L - 2T \times 22L = 0 \\ \Rightarrow T_D = \frac{67}{34}T, \quad T_A = 7T - T_D &= \frac{35}{34}T \end{aligned}$$

(۵۱)- گزینه ۴

(۱) براساس ظرفیت چوب، تنش برشی ماقزیم در چوب در محیط دایروی به دست می‌آید و داریم:

$$(\tau_{\max})_w = \frac{TR}{J} = (\tau_{all})_w = 2/\delta r \Rightarrow T_r = 2/\delta \times \frac{J}{R} \tau = 2/\delta \times \frac{\frac{1}{2}\pi R^4}{R} \tau = 1/25\pi R^3 \tau$$

(۲) براساس ظرفیت چسب: مولفه‌ای از تنش برشی که بر امتداد چسب عمود است، سهم چسب شده و آن را به برش می‌اندازد. با توجه به شکل زیر داریم:



$$\sin \alpha = \frac{R \sin \alpha}{R} = \frac{1}{3} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

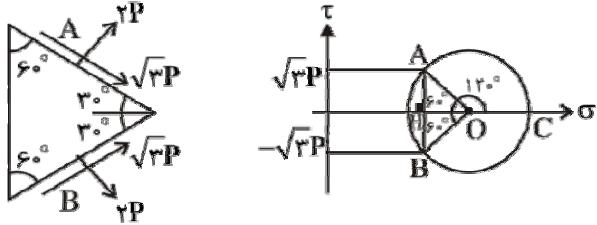
$$(\tau_{\max})_g = \tau_H = \tau \cos \alpha = \frac{TR}{J} \times \frac{2\sqrt{2}}{3} = (\tau_{all})_g = \tau$$

$$\Rightarrow T_r = \frac{3}{2\sqrt{2}} \frac{J}{R} \tau = \frac{3}{2\sqrt{2}} \times \frac{\frac{1}{2}\pi R^4}{R} \tau = \frac{3\pi}{4\sqrt{2}} R^3 \tau$$

$$T_{\max} = \min(T_r, T_v) = \min(1/25\pi R^3 \tau, \frac{3\pi}{4\sqrt{2}} R^3 \tau) = \frac{3\pi}{4\sqrt{2}} R^3 \tau$$

(۲) - گزینه ۵۲

با توجه به زاویه بین صفحات A و B در المان (60°)، زاویه بین نقاط متناظر این صفحات در دایره مورد تنش برابر است با $120^\circ = 2 \times 60^\circ$. دایره مور المان تنش داده شده به صورت زیر است:



$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{AH}{OA} = \frac{\sqrt{3}R}{R} \Rightarrow R = 2P$$

$$\sigma_{ave} = 2P + R \cos 60^\circ = 2P + 2P \times \frac{1}{2} = 3P$$

برای رسیدن به صفحه قائم باید صفحه مایل A به میزان 60° درجه در جهت ساعتگرد بچرخد که نتیجه می‌شود نقطه متناظر صفحه A باید در دایره مور المان تنش به میزان 120° درجه در جهت ساعتگرد بچرخد که با توجه به دایره مور فوق به نقطه C می‌رسیم که در آن تنش عمودی ماکزیمم و تنش برشی برابر صفر است و داریم:

$$\sigma_x = \sigma_c = \sigma_{max} = \sigma_{ave} + R = 3P + 2P = 5P, \quad \tau_{xy} = \tau_c = 0$$

(۳) - گزینه ۵۳

با توجه به هندسه نتیجه می‌شود طول عضو مایل AB برابر است با $\frac{L}{\cos \theta}$ ، اگر تنش مجاز مصالح برابر σ باشد، داریم:

$$F_{AB} \sin \theta = P \Rightarrow F_{AB} = \frac{P}{\sin \theta} \Rightarrow A_{AB} = \frac{P}{\sigma \sin \theta}$$

$$(Volume)_{AB} = A_{AB} \times L_{AB} = \frac{P}{\sigma \sin \theta} \times \frac{L}{\cos \theta} = \frac{PL}{\sigma \sin \theta \cos \theta} = \frac{2PL}{\sigma \sin 2\theta}$$

با توجه به رابطه فوق دیده می‌شود که برای مینیمم شدن حجم میله AB، باید $\sin 2\theta$ ماکزیمم شود که به ازای $\theta = \frac{\pi}{4}$ این اتفاق می‌افتد.

(۴) - گزینه ۵۴

نمودار لنگر خمی تیر، یک مثلث به شکل زیر است که با توجه به آن دیده می‌شود لنگر خمی ماکزیمم و در نتیجه تنش خمی ماکزیمم در تکیه‌گاه A به وجود می‌آید و داریم:



$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{S} = \frac{M}{\frac{b^3}{6}} = \frac{6M}{b^3} = \sigma_{all} = \sigma_a \Rightarrow b = \sqrt[3]{\frac{6M}{\sigma_a}}$$

(۵) - گزینه ۵۵

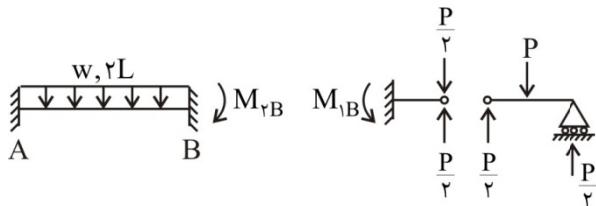
تغییر مکان گره B تنها در راستای بارگذاری به طرف پایین بوده و سه میله مانند سه فنر موازی عمل می‌کند، چون نیروی P بین این سه میله توزیع می‌شود و همچنین تغییر مکان قائم B در هر سه میله یکسان است. با توجه به اینکه در فنرهای موازی نیرو به نسبت سختی توزیع می‌شود، داریم:

$$F_{BC} = \frac{k_{BC}}{\Sigma k} \times P = \frac{\frac{A_2 E}{L}}{\frac{A_2 E}{L} + 2 \times \frac{A_1 E}{L} \cos^2(90^\circ - \theta)} \times P = \frac{A_2}{A_2 + 2A_1 \sin^2 \theta} \times P$$

$$\xrightarrow{\text{ تقسیم صورت و مخرج کسر برابر}} F_{BC} = \frac{\frac{A_2}{A_1} P}{\frac{A_2}{A_1} + 2 \sin^2 \theta}$$

(۶) - گزینه ۵۶

اگر لنگری به گره B از این ستون وارد شود نصف آن به تکیه‌گاه D منتقل می‌شود. بنابراین باید چرخش گره B صفر شود. برای این منظور باید لنگر گیرداری گره B از تیر AB با لنگرگاه B از تیر طریق راست B برابر باشد:



$$M_{AB} = M_{PB} \Rightarrow \left(\frac{P}{2} + \frac{P}{2} \right) \times L = \frac{w(2L)^3}{12} \Rightarrow PL = \frac{wL^3}{3} \Rightarrow P = \frac{wL^2}{3}$$

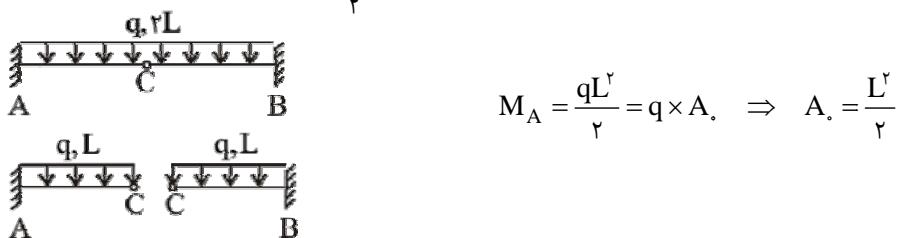
(۳)-۵۷ گزینه

با توجه به توزیع شدن نیروی P بین تیر AB و فنر انتقالی و همچنین با توجه به اینکه تغییر مکان B برابر است با کاهش طول فنر انتقالی، نتیجه می‌شود که تیر AB و فنر انتقالی به صورت فنرهای موازی عمل می‌کنند و داریم:

$$A \xrightarrow[L, EI]{} B \xrightarrow[k = \frac{\Delta EI}{L}]{} \Delta_B = \frac{P}{k_{beam} + k_s} = \frac{P}{\frac{3EI}{(2L)^3} + \frac{5EI}{L^3}} = \frac{\lambda PL^3}{43EI}$$

(۱)-۵۸ گزینه

با توجه به تقارن سازه و بارگذاری در تیر زیر، تیرهای AC و BC در مفصل C به یکدیگر برشی وارد نمی‌کنند و هر یک از آنها مانند یک تیر طره تحت اثر بار گسترده یکنواخت q عمل می‌کنند و ما می‌دانیم که لنگر تکیه‌گاه‌های A و B برابر است با $\frac{qL^2}{2}$ بنابراین داریم:



(۳)-۵۹ گزینه

ستون‌ها مانند فنرهای موازی عمل می‌کنند و در این فنرهای موازی، برش ستون‌ها به نسبت سختی آنها بوده و داریم:

$$\frac{M_A}{M_B} = \frac{V_A \times L_{AC}}{V_B \times L_{BH}} = \frac{V_A \times 4}{V_B \times 2} = 2 \times \frac{V_A}{V_B} = 2 \times \frac{K_{AC}}{K_{BH}} = 2 \times \frac{\frac{3EI}{4^3}}{\frac{3EI}{2^3}} = 2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

(۰)-۶۰ گزینه

$$d\theta = \frac{x dx}{EI} \Rightarrow k(x) = \frac{d\theta}{dx} = \frac{x}{EI} = \frac{M(x)}{EI} \Rightarrow M(x) = x$$

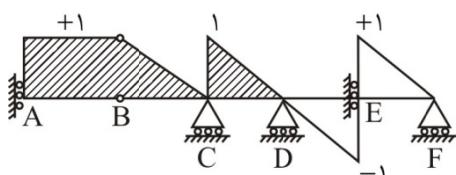
با توجه به اینکه $M(x)$ برابر X به دست آمد نتیجه می‌شود که بارگذاری تیر به صورت بار واحد در انتهای تیر طره AB بوده است. برای محاسبه تغییر مکان گره C می‌توانیم بار را از B به C منتقل کنیم که در این صورت علاوه بر نیروی واحد، یک لنگر متتمرکز برابر $\frac{3}{4}L$ در گره C وارد می‌شود. با جمع آثار داریم:

$$\Delta_C = \frac{PL^3}{3EI} + \frac{ML^2}{2EI} = \frac{1 \times 1^3}{3EI} + \frac{3 \times 1^2}{2EI} = \frac{1/83}{EI}$$

با توجه به اینکه تغییر مکان تیر به سمت پایین است و محور قائم y به سمت بالا است، این تغییر مکان منفی در نظر گرفته شده است.

(۴)-۶۱ گزینه

با توجه به شکل تاثیر دیده می‌شود که حداقل نیروی برشی سمت راست تکیه‌گاه C وقتی به وجود می‌آید که بار گسترده روی سه دهانه مجاور AB ، BC و CD اثر کند و در این صورت داریم:

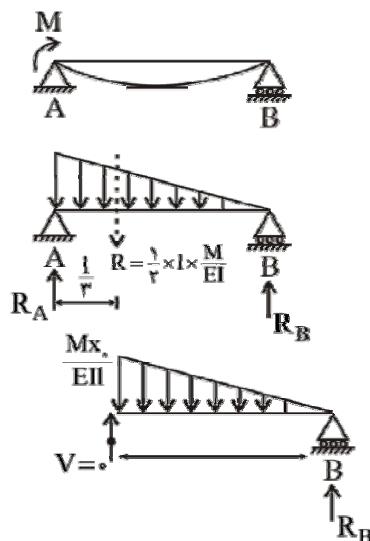


۶۲- گزینه (۴)

از آنجا که تکیه‌گاه‌های A و C گیردار هستند، چرخش آنها برابر صفر است. چرخش گره B در جهت مثلثاتی (پاد ساعتگرد) است که چون به سمت بالاست و موجب چرخش پاد ساعتگرد AB شده است، منفی است. برای عضو BC، تغییر مکان افقی B به منزله Δ است که چون به سمت راست است و موجب چرخش ساعتگرد EC شده است، مثبت است و داریم:

$$\begin{aligned} U_{AB} &= \frac{\gamma EI}{l^r} (\theta_A^r + \theta_A \theta_B + \theta_B^r) - \frac{\gamma EI \Delta_{VB}}{l^r} (\theta_A + \theta_B) + \frac{\gamma EI \Delta_{VB}^r}{l^r} \\ U_{BC} &= \frac{\gamma EI}{l^r} (\theta_B^r + \theta_B \theta_C + \theta_C^r) - \frac{\gamma EI \Delta_{HB}}{l^r} (\theta_B + \theta_C) + \frac{\gamma EI \Delta_{HB}^r}{l^r} \\ \theta_A = \theta_C &= 0, \quad U_{ABC} = U_{AB} + U_{BC} = \frac{\gamma EI}{l^r} \theta_B^r - \frac{\gamma EI \theta_B}{l^r} (\Delta_{VB} + \Delta_{HB}) + \frac{\gamma EI}{l^r} (\Delta_{VB}^r + \Delta_{HB}^r) \\ &= \frac{\gamma EI}{l^r} (-\theta / \theta) - \frac{\gamma EI}{l^r} (-\theta / \theta) (-\theta / \theta) l + \frac{\gamma EI}{l^r} [(-\theta / \theta) l + (\theta / \theta) l] \\ &= \frac{\gamma \times 10^{-4} EI}{1} - \frac{\gamma \times 10^{-4} EI}{1} + \frac{\gamma \times 10^{-4} EI}{1} = 18 \times 10^{-4} \frac{EI}{1} \end{aligned}$$

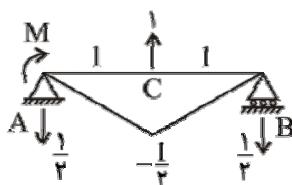
(۲) - گزینه ۶۳



$$\begin{aligned} \Sigma M_A = 0 &\Rightarrow R_B \times 1 - R \times \frac{1}{r} = 0 \Rightarrow R_B = \frac{R}{r} = \frac{1}{r} \times \left(\frac{1}{r} \times 1 \times \frac{M}{EI} \right) = \frac{ML}{8EI} \\ \Sigma F_y = 0 &\Rightarrow \frac{1}{r} x_0 \times \frac{Mx_0}{EI} - R_B = 0 \\ \frac{Mx_0^2}{rEI} = \frac{ML}{8EI} &\Rightarrow x_0^2 = \frac{1}{r^2} \Rightarrow x_0 = \frac{1}{\sqrt{r}} \\ x = 1 - x_0 &= 1 - \frac{1}{\sqrt{r}} = \left(1 - \frac{\sqrt{r}}{r} \right) l \end{aligned}$$

(۱) گزینه - ۶۴

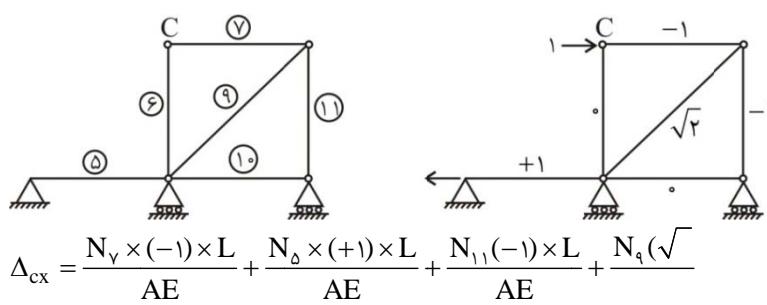
برای صفر شدن تغییر مکان قائم دهانه تیر باید تغییر مکان قائم گره C ناشی از گرادیان حرارتی برابر $\frac{PL^3}{2EI}$ به سمت بالا باشد. از کار مجازی برای محاسبه ΔT استفاده می‌کنیم:



$$\begin{aligned}\Delta V_C &= \int_{\cdot}^{\tau l} \frac{\alpha \Delta T}{h} m(x) dx \\ &= \frac{\alpha \Delta T}{h} \int_{\cdot}^{\tau l} m(x) dx = \frac{\alpha \Delta T}{h} \times \left[\frac{1}{2} \times \tau l \times \left(-\frac{1}{2} \right) \right] \\ &= -\frac{\alpha l^2 \Delta T}{2h} = \frac{PL^2}{2EI} \Rightarrow \Delta T = -\frac{Plh}{\alpha EI}\end{aligned}$$

۶۵- گزینه (۴)

با انتخاب بخشی پایدار و معین از خرپا داریم:



(۳)- گزینه ۶۶

$$\gamma = \frac{G_s(1+\omega)}{1+e} \gamma_w \Rightarrow 1/5 = \frac{2/5 \times (1+0/2)}{1+e} \times 1 \Rightarrow e=1$$

در حالت اول داریم:

$$\omega = 0/2 = 0\%$$

در حالت دوم که خاک اشباع می‌شود، با توجه به ثابت ماندن حجم خاک، e نیز ثابت بوده و همان $e=1$ است. بنابراین خواهیم داشت:
 $\omega G_s = s_r e \Rightarrow \omega \times 2/5 = 1 \times 1 \Rightarrow \omega = 0/4 = 0\%$

پس افزایش درصد رطوبت خاک برابر است با:

$$\Delta \omega = 0/4 - 0/2 = 0/2$$

(۳)- گزینه ۶۷

با توجه به شکل مقابل نوشت:

$$\left. \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right\} \text{شн} = \frac{500}{1000} \times 1000 = 0.50$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right\} \text{ماسه} = \frac{300}{1000} \times 1000 = 0.30$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right\} \text{ریزدانه} = \frac{200}{1000} \times 1000 = 0.20$$

الف) حرف اول:

$$P_{\text{شن}} = 20\% < 50\% \Rightarrow S \text{ یا } G \xrightarrow{\text{شن بیشتر از ماسه است}} G$$

ب) حرف دوم:

$$P_{\text{شن}} = 20\% > 12\% \Rightarrow \text{حرف دوم C یا M است}$$

$$PI_A = 0/73(60-20) = 29/2 > PI = 60-40 = 20 \Rightarrow \text{خاک زیر خط A است و لای (M) می‌باشد.}$$

بنابراین نام خاک GM است.

(۳)- گزینه ۶۸

هرچه خاک درشت‌دانه‌تر باشد و انرژی تراکم بیشتر باشد، تراکم بهتر یعنی حرکت منحنی تراکم به سمت راست و بالا با توجه به این توضیحات شکل‌های ب و د صحیح هستند. یعنی گزینه (۳) صحیح است.

توجه کنید که اولاً تعداد ضربات بیشتر در تراکم به معنی انرژی بیشتر است، ثانیاً شن (G) درشت‌دانه‌تر از ماسه (S) و ماسه درشت‌دانه‌تر از رس (C) است.

(۱)- گزینه ۶۹

با توجه به تقارن بارگذاری وارد بر پی واضح است که $\sum M$ حول مرکز پی صفر بوده و هیچگونه خروج از مرکزیتی نداریم. در نتیجه توزیع تنش در زیر پی یکنواخت بوده و برابر است با:

$$q = \frac{\sum P}{A} = \frac{1000 + 4 \times 400 + 2 \times 500 + 2 \times 450}{10 \times 15} = 30 < 20 \text{ kPa}$$

(۴) - ۷۰ گزینه

$$P = \gamma_w \Delta H = 10 \times 2 = 20 \text{ kN/m}^2 \quad \text{یا} \quad P = iz\gamma_w = \left(\frac{2}{4}\right) \times 4 \times 10 = 20 \text{ kN/m}^2$$

$$F_p = P \times A = 20 \times 200 \times 10^{-4} = 0.4 \text{ kN}$$

(۱) - ۷۱ گزینه

$$\begin{cases} \frac{\Delta \sigma_{z_A}}{\Delta \sigma_{z_B}} = \frac{q_A \times I_A}{q_B \times I_B} \xrightarrow{q_A=q_B=q} \frac{\Delta \sigma_{z_A}}{\Delta \sigma_{z_B}} = \frac{I_A}{I_B} \\ I_A = 4I'_A \quad , \quad I'_A = f \left(m = n = \frac{2}{a} = 0.5 \right) \xrightarrow{\text{نمودار}} 0.8 \Rightarrow I_A = 4 \times 0.8 = 3.2 \\ I_B = f \left(m = n = \frac{a}{a} = 1 \right) \xrightarrow{\text{نمودار}} 1.8 \\ \Rightarrow \frac{\Delta \sigma_{z_A}}{\Delta \sigma_{z_B}} = \frac{3.2}{1.8} = 1.78 \approx 1.8 \end{cases}$$

(۱) - ۷۲ گزینه

$$\theta = 30^\circ, \quad \tau_f = 173 = 100\sqrt{3} \text{ kPa}, \quad \sigma_f = 346 = 200\sqrt{3} \text{ kPa}$$

$$\begin{cases} \tau_f = \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \right) \sin 2\theta \Rightarrow 100\sqrt{3} = \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \right) \times \sin 60^\circ \Rightarrow \sigma_1 - \sigma_3 = 400 \text{ kPa} \\ \sigma_f = \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \right) \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \right) \cos 2\theta \Rightarrow 346 = \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \right) + \left(\frac{400}{2} \right) \times \cos 60^\circ \Rightarrow \sigma_1 + \sigma_3 = 492 \\ \Rightarrow \sigma_1 = 446, \quad \sigma_3 = 46 \end{cases}$$

(۲) - ۷۳ گزینه

توصیف خاک	A_f
خاک‌های رسی با حساسیت زیاد	بزرگتر از یک
خاک با قابلیت فشردگی زیاد یا رس عادی تحکیم‌یافته ($OCR = 1$)	بین ۱ تا ۵ / ۰
خاک با قابلیت فشردگی کم یا رس با پیش‌تحکیمی جزئی ($OCR < 1$)	بین ۵ / ۰ تا صفر
خاک با قابلیت فشردگی بسیار کم یا رس بسیار پیش‌تحکیم‌یافته ($OCR > 1$)	بین صفر تا ۵ / ۰

۹۹۹ - ۷۴ گزینه

(۱) - ۷۵ گزینه

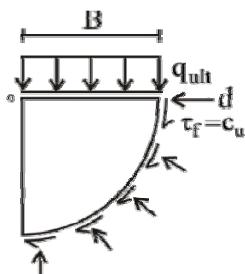
$$T_v = \frac{C_v \times t}{H_{dr}^r} = \frac{(5 \times 10^3)(5)}{\left(10 \times 100 \times \frac{1}{4}\right)^r} = 0.1 \Rightarrow U_z = 0.06 = 6\%.$$

(۲) - ۷۶ گزینه

$$U_A = U_B = 90\%. \Rightarrow T_{vA} = T_{vB} \Rightarrow \frac{C_{v_A} \times t_A}{H_{dr_A}^r} = \frac{C_{v_B} \times t_B}{H_{dr_B}^r}$$

$$\frac{t_A}{t_B} = \left(\frac{H_{dr_A}}{H_{dr_B}} \right)^r = \left(\frac{5 \times \frac{1}{2}}{4} \right)^r = \frac{25}{64} = 0.39$$

جنس دلایه پکسان است
 $C_{v_A} = C_{v_B}$



(۲) گزینه -۷۷

$$\sum M_o = 0 \Rightarrow q_{ult} \times (B \times L) \times \left(\frac{B}{2} \right) = c_u \times \left(\frac{\pi B}{2} \times L \right) \times (B)$$

$$\Rightarrow q_{ult} = \pi c_u = 3 / 14 \times 50 = 157 \text{ kPa}$$

(۳) گزینه -۷۸

$$F.S. = \frac{P \tan \delta + C_1 A}{Q}$$

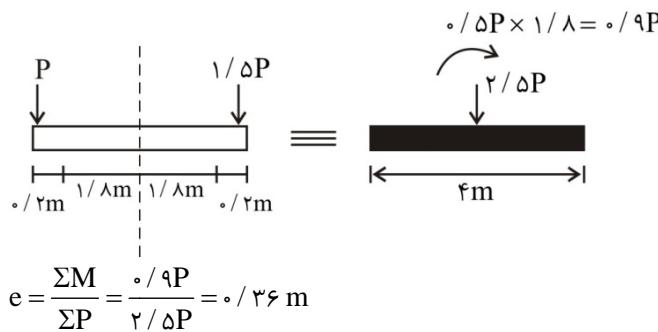
که با توجه به اطلاعات صورت سوال داریم:

$$P = 100 \text{ kN}, Q = 200 \text{ kN}, \delta = \tan^{-1} \left(\frac{2}{3} \times 0 / 45 \right) \Rightarrow \tan \delta = 0 / 3$$

$$C_1 = \frac{2}{3} = \frac{2}{3} \times 90 = 60 \text{ kPa}, A = 2 \times 2 = 4 \text{ m}$$

$$F.S. = \frac{1000 \times 0 / 3 + 60 \times 4}{200} = 2 / 7$$

(۱) گزینه -۷۹



$$e = \frac{\sum M}{\sum P} = \frac{0 / 9P}{2 / 5P} = 0 / 36 \text{ m}$$

$$B', L' = \min, \max \{B - 2e_B, L - 2e_L\} = \min, \max \{2 - 0, 4 - 2 \times 0 / 36\} \Rightarrow B' = 2, L' = 3 / 28$$

$$S_\gamma = 1 - 0 / 4 \frac{B'}{L'} = 1 - 0 / 4 \times \left(\frac{2}{3 / 28} \right) = 0 / 75$$

(۴) گزینه -۸۰

پس سمت چپ را با اندیس (۱) و پی سمت راست را با اندیس (۲) نشان دهیم، در آن صورت خواهیم داشت:

$$\frac{q_{ult_1}}{q_{ult_2}} = \frac{0 / 5B_1 \gamma N_\gamma S_\gamma}{0 / 5B_2 \gamma N_\gamma S_\gamma} \xrightarrow{(جراحت)} \frac{q_{ult_1}}{q_{ult_2}} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{1 / 5}{2} = 0 / 5$$

(۴) گزینه -۸۱

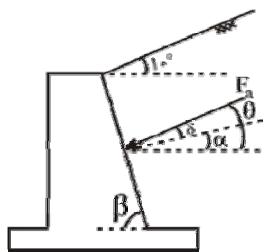
با استفاده از روابط تعادل استاتیکی، عکس العمل‌های قائم تکیه‌گاه‌های A و B را می‌یابیم که در واقع نیروهای قائم وارد بر پی‌های A و B هستند:

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow R_{y_B} \times 4 = 5 \times 4 + (10 \times 4) \times 2 \Rightarrow R_{y_B} = 25 \text{ ton}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow (10 \times 4) = 25 + R_{y_A} \Rightarrow R_{y_A} = 15 \text{ ton}$$

حال با توجه به یکسان بودن μ ، E و I_P نسبت نشستهای الاستیک را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\delta_B}{\delta_A} = \frac{q_B \times B_B \times \left(\frac{1 - \mu^2}{E} \right) \times I_P}{q_A \times B_A \times \left(\frac{1 - \mu^2}{E} \right) \times I_P} = \frac{\left(\frac{25}{2 \times 2} \right) \times 2}{\left(\frac{15}{1 / 5 \times 1 / 5} \right) \times 1 / 5} = 1 / 25$$



(۴) گزینه -۸۲

$$\beta = 90^\circ - \alpha \Rightarrow 75 = 90^\circ - \alpha \Rightarrow \alpha = 15^\circ$$

$$\delta = \frac{2}{3}\phi = \frac{2}{3} \times 30^\circ = 20^\circ$$

$$\theta = \delta + \alpha = 20^\circ + 15^\circ = 35^\circ$$

(۳) گزینه -۸۳

$$F.S. = \frac{M_R}{M_d} = \frac{W \times l_G + F_P \times l_P}{F_a \times l_a} = \frac{W \times l_G + \frac{1}{r} k_p \gamma H_1 \times \frac{H_1}{r}}{\frac{1}{r} k_a \gamma H_a \times \frac{H_a}{r} + q k_a H_a \times \frac{H_a}{r}}$$

$$\Rightarrow r = \frac{100 \times 1 / 19 + \frac{1}{r} \times 3 \times 20 \times H_1 \times \frac{H_1}{r}}{\frac{1}{r} \times \frac{1}{r} \times 20 \times 9 \times \frac{9}{r} + 30 \times \frac{1}{r} \times 9 \times \frac{9}{r}} \Rightarrow H_1 = 4 \text{ m}$$

(۳) گزینه -۸۴

$$Q_P = q' N_q^* A_P = \gamma h \times N_q^* \times \frac{\pi D^r}{r} = \left(\frac{\pi}{r} \gamma N_q^* \right) h D^r$$

$$Q_s = P \int_0^h f_s dz = P \int_0^h k \sigma'_V \tan \delta dz = (\pi D) \int_0^h k \gamma z \tan \delta dz = \pi D k \gamma \tan \delta \int_0^h z dz = \left(\frac{\pi}{r} \gamma k \tan \delta \right) h^2 D$$

$$Q_{P_r} = Q_{P_r} \Rightarrow \left(\frac{\pi}{r} \gamma N_q^* \right) (h) (D^r) = \left(\frac{\pi}{r} \gamma N_q^* \right) (r h) (D_r^r) \Rightarrow D_r = \frac{\sqrt{r}}{r} D$$

$$\frac{Q_{s_r}}{Q_{s_l}} = \frac{h_r^r D_r}{h_l^r D_l} = \frac{(rh)^r \left(\frac{\sqrt{r}}{r} D \right)}{(h)^r (D)} = r \sqrt{r}$$

(۳) گزینه -۸۵

$$\left(\frac{EA}{L} \right)_l = \left(\frac{EA}{L} \right)_r \xrightarrow{E_l = E_r} \frac{A_l}{L_l} = \frac{A_r}{L_r}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{\pi D_l^r}{r}}{L_l} = \frac{\frac{\pi D_r^r}{r}}{L_r} \Rightarrow \frac{1^r}{1^o} = \frac{D_r^r}{1^r / r} \Rightarrow D_r^r = 1 / 1^r \Rightarrow D_r = 1 / 2 \text{ m}$$

(۳) - گزینه ۸۶

باید این عدد در مدل و نمونه اصلی یکسان باشد.

$$Fr_m = Fr_p \Rightarrow \left(\frac{V}{\sqrt{gL}} \right)_m = \left(\frac{V}{\sqrt{gL}} \right)_p \Rightarrow \frac{V_m}{V_p} = \sqrt{\frac{L_m}{L_p}}$$

برای محاسبه توان، از رابطه $P = F \cdot V$ استفاده کرده و در آن نیروی $F = \rho V^r A$ در نظر می‌گیریم.

$$\frac{P_m}{P_p} = \frac{(F \cdot V)_m}{(F \cdot V)_p} = \frac{(\rho V^r A)_m}{(\rho V^r A)_p} \quad \rho_m = \rho_p \left(\frac{V_m}{V_p} \right)^r \times \left(\frac{L_m}{L_p} \right)^r$$

$$\begin{cases} P_m = 1 \\ \frac{L_m}{L_p} = \frac{1}{50} \Rightarrow \frac{V_m}{V_p} = \left(\frac{1}{50} \right)^{\frac{1}{r}} \Rightarrow \frac{1}{P_p} = \left(\frac{1}{50} \right)^{\frac{1}{r}} \times \left(\frac{1}{50} \right)^{\frac{1}{r}} = \frac{1}{50^{\frac{2}{r}}} \Rightarrow P_p = 50^{\frac{2}{r}} \end{cases}$$

با توجه به کلمه نظیر در صورت سوال می‌توان برداشت دیگر از مساله داشت:

$$W = F \times L \Rightarrow \frac{W_m}{W_p} = \frac{(FL)_m}{(FL)_p} = \frac{(\rho V^r L^r)_m}{(\rho V^r L^r)_p} = \left(\frac{V_m}{V_p} \right)^r \times \left(\frac{L_m}{L_p} \right)^r = \left(\frac{1}{50} \right)^r \Rightarrow W_p = 50^r j$$

مالحظه می‌کنید که با این تعبیر گزینه (۴) صحیح خواهد شد.

(۱) - گزینه ۸۷

با نوشتن رابطه بونولی بین نقاط A و B خواهیم داشت:

$$\frac{P_A}{\gamma} + z_A + \frac{V_A^2}{2g} = \frac{P_B}{\gamma} + z_B + \frac{V_B^2}{2g} + \Delta H_{AB}$$

$$\frac{P_A}{\gamma} : \text{ ارتفاع سیال در نقطه A}$$

$$\frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g} : \text{ ارتفاع سیال در نقطه B}$$

اختلاف ارتفاع بین لوله‌های پیزومتر و پیستوت:

$$z_A = z_B$$

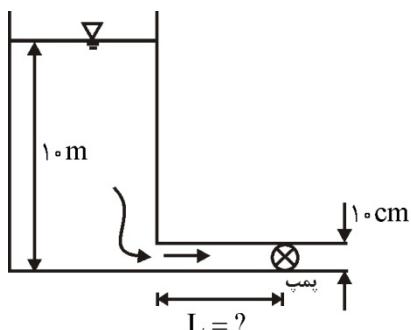
$$\frac{P_A}{\gamma} - \left(\frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g} \right) = h \quad (\text{مجھول})$$

$$\Delta H_{AB} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = 0.2 \times \frac{5}{0.25} \times \frac{1^2}{2} = 0.2 m$$

$$h = \frac{1^2}{2} = 0.5 \Rightarrow h = 0.15 m \quad \text{جاگذاری در رابطه بونولی}$$

(۲) - گزینه ۸۸

(۱) - گزینه ۸۹



$$P_g = P_{V_g} = P_v - P_{atm} = 10 - 100 = -90 \text{ kPa}$$

اکنون رابطه بونولی را بین نقاط (۱) و (۲) می‌نویسیم:

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + z_r + \frac{V_r^2}{2g} + \Delta H$$

$$P_1 = 0, V_1 = 0, z_1 - z_r = 10m$$

$$V_r = \frac{Q}{A} = \frac{\pi \times 0.1^2}{4} = 2 \text{ mls}, P_r = -90 \text{ kPa}$$

$$\Delta H = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$-90 + 0 + 0 = -\frac{90}{10} + \frac{2^2}{20} + 0.2 \times \frac{L}{0.1} \times \frac{2^2}{20} \Rightarrow L = 470 \text{ m}$$

(۳) گزینه ۹۰

معادله ناویر - استوکس را برای جریان یک بعدی، یکنواخت و غیردائمی داده شده به صورت زیر در نظر بگیرید.

$$\rho \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial t} \right) = - \frac{\partial P}{\partial x} + \gamma \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right)$$

حریان یکنواخت بوده و برای صفر می باشد

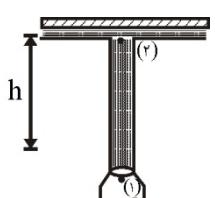
$$\Rightarrow \rho u \frac{\partial u}{\partial t} = - \frac{\partial P}{\partial x}$$

$$u = \frac{Q}{A} \Rightarrow \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{1}{A} \frac{\partial Q}{\partial t} \xrightarrow{Q = 0.2 + 0.1t} \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{1}{A} \times 0.1 = \frac{0.1}{\pi \times 0.1^2} = \frac{4}{\pi}$$

$$\lambda \times \frac{4}{\pi} = - \frac{\partial P}{\partial x} \Rightarrow \frac{\partial P}{\partial x} = - \frac{3200}{\pi} \text{ N/m}^2$$

(۴) گزینه ۹۱

رابطه برونی را بین نقطه (۱) در خروجی نازل و نقطه (۲) در محل برخورد جت با صفحه، می نویسیم:



$$\begin{aligned} \frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} &= \frac{P_r}{\gamma} + z_r + \frac{V_r^2}{2g} \\ P_1 = P_r = 0, z_r - z_1 &= h, V_1 = 12 \text{ mls} \\ \Rightarrow 0 + \frac{12^2}{20} &= 0 + h + \frac{V_r^2}{20} \Rightarrow h = \frac{144 - V_r^2}{20} \end{aligned}$$

ملحوظه می کنید که برای تعیین h باید V_r را بیابیم. با در نظر گرفتن تعادل نیروها برای صفحه مسطح قابل تحرک، خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \Rightarrow W = F_j = \rho Q V_r \\ W &= Q = V_1 A_1 = 12 \times \frac{\pi \times 0.05^2}{4} = 75 \pi \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \\ \Rightarrow 60\pi &= 10^3 \times 75\pi \times 10^{-4} \times V_r \Rightarrow V_r = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

با جایگذاری مقدار به دست آمده برای V_r ، h برابر خواهد شد با:

$$h = \frac{144 - V_r^2}{20} = \frac{144 - 36}{20} = 4 \text{ m}$$

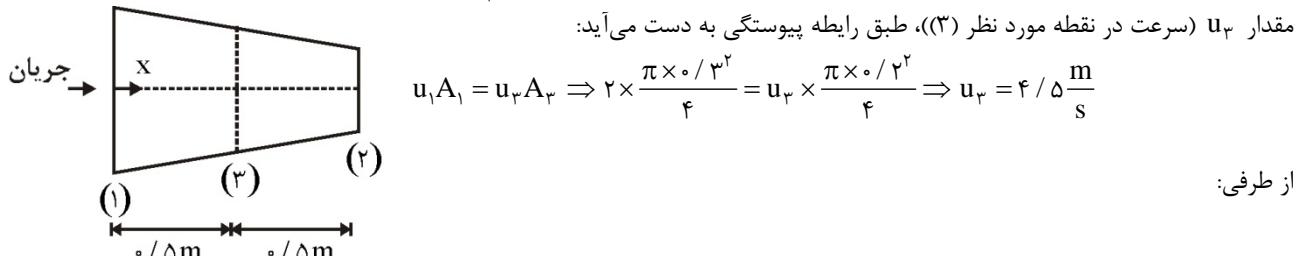
(۳) گزینه ۹۲

$$h = \frac{144 - V_r^2}{20} = \frac{144 - 36}{20} = 4 \text{ m}$$

شتاب ذره

مقدار u_r (سرعت در نقطه مورد نظر (۳)، طبق رایطه پیوستگی به دست می آید:

$$u_1 A_1 = u_r A_r \Rightarrow 2 \times \frac{\pi \times 0.1^2}{4} = u_r \times \frac{\pi \times 0.2^2}{4} \Rightarrow u_r = 4/5 \text{ m/s}$$



از طرفی:

$$\frac{\partial u(x)}{\partial x} = \frac{\partial \left(\frac{Q}{A(x)} \right)}{\partial x} = Q \times \frac{\partial A(x)}{\partial x} = -\frac{Q}{A'(x)} \frac{\partial A(x)}{\partial x}$$

$$\frac{Q}{A(x = 0/\Delta)} = u_r \Rightarrow \frac{\partial u(x)}{\partial x} = -\frac{u_r}{A(x = 0/\Delta)} \frac{\partial A(x)}{\partial x}$$

$$\frac{\partial A(x)}{\partial x} = \frac{\partial \frac{\pi}{r}(D'(x))}{\partial x} = \frac{\pi}{r} D(x = 0/\Delta) \frac{\partial D(x)}{\partial x} = \frac{\pi}{r} \times 0/2 \times (-0/0.2\pi) = -0/0.2\pi$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)_r = -\left(\frac{r/\Delta}{\pi \times 0/2\pi} \right) \times (-0/0.2\pi) = 9$$

بنابراین شتاب در نقطه (۳) برابر است با:

$$a_{x_r} = u \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)_r = 9/0.5 \times 9 = 9/0.5 \frac{m}{s^2}$$

$$u(x) = \frac{Q}{A(x)}$$

$$A(x) = \frac{\pi}{r} D'(x)$$

$$D(x) = 0/3 - 0/2x$$

(۲) گزینه

$$u = \frac{dx}{dt} \Rightarrow x = \frac{dx}{dt} \Rightarrow \frac{dx}{x} = dt \Rightarrow \ln x = t + C_1$$

$$(t=0, x=1) \Rightarrow \ln 1 = 0 + C_1 \Rightarrow C_1 = 0 \Rightarrow \ln x = t$$

$$t = r \text{ موقعیت } x \text{ ذره در لحظه} \rightarrow \ln x = r \Rightarrow x = e^r$$

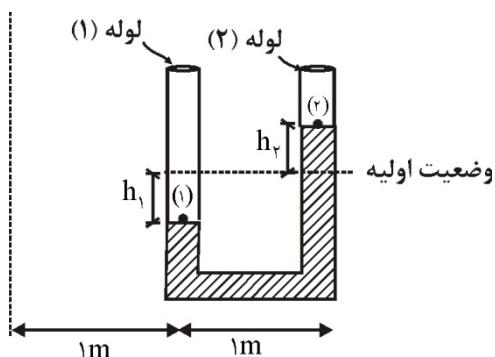
$$v = \frac{dy}{dt} \Rightarrow -y = \frac{dy}{dt} \Rightarrow \frac{dy}{y} = -dt \Rightarrow \ln y = -t + C_2$$

$$(t=0, y=2) \Rightarrow \ln 2 = 0 + C_2 \Rightarrow C_2 = \ln 2 \Rightarrow \ln y = -t + \ln 2 \Rightarrow t = \ln \frac{y}{2}$$

$$t = r \text{ موقعیت } y \text{ ذره در لحظه} \rightarrow r = \ln \frac{y}{2} \Rightarrow \frac{y}{2} = e^r \Rightarrow y = 2e^r$$

(۱) گزینه

می خواهیم مقدار h_1 را بیابیم.



$$P_1 = P_r = 0$$

$$P = P_0 + \frac{\rho \omega^2 r^2}{2} - \gamma_y$$

فشار هر یک از نقاط

$$P_1 = P_r \Rightarrow P_r + \frac{\rho \omega^r r_1}{2} - \gamma y_1 = P_r + \frac{\rho \omega^r r_2}{2} - \gamma y_2 \Rightarrow \gamma \Delta y = \frac{\rho \omega^r (r_2 - r_1)}{2} \Rightarrow \Delta y = \frac{\omega^r (r_2 - r_1)}{2g}$$

$$\Delta y = h_1 + h_2$$

حجم سیال پایین رفته در لوله (۱) یا حجم سیال بالا آمده در لوله (۲) برابر است.

$$\forall_1 = \forall_2 \Rightarrow h_1 A_1 = h_2 A_2 \xrightarrow{A_2 = 2A_1} h_1 = 2h_2 \text{ یا } h_2 = -\frac{h_1}{2} \Rightarrow \Delta y = -h_1 + h_2 = h_1 + \frac{h_1}{2} = \frac{3}{2} h_1$$

$$\Delta y = \frac{\omega^r (r_2 - r_1)}{2g} \Rightarrow \frac{r}{2} h_1 = \frac{1 \times (r_2 - r_1)}{2g} \Rightarrow h_1 = \frac{1}{g}$$

به عبارت دیگر سطح سیال در لوله (۱)، نسبت به حالت سکون، به اندازه $\frac{1}{g}$ پایین‌تر می‌رود.

گزینه (۲)

نیروهای وارد بر این کره، مطابق شکل مقابل می‌باشند.

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_B = F_y + W$$

$$W = \gamma_{\text{رسان}} \quad \forall_{\text{کره}} = 0 / 9.81 \times \frac{4}{3} \pi R^3 = 1/2 \gamma_{\text{رسان}} \pi R^3$$

$$F_y = \gamma_{\text{سیال}} \quad \forall_1 = \gamma_{\text{رسان}} \times \frac{\pi \times (2a)^2}{4} \times (h - 2R) = \pi \gamma_{\text{رسان}} a^2 h - 2\pi \gamma_{\text{رسان}} a^2 R$$

$$F_B = \gamma_{\text{رسان}} (\forall_{\text{کره}} - \forall_2) = \gamma_{\text{رسان}} \left(\frac{4}{3} \pi R^3 - \pi \times \frac{(2a)^2}{4} \times 2R \right) = \frac{4}{3} \pi \gamma_{\text{رسان}} R^3 - 2\pi \gamma_{\text{رسان}} a^2 R$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3} \pi \gamma_{\text{رسان}} R^3 - 2\pi \gamma_{\text{رسان}} a^2 R = \pi \gamma_{\text{رسان}} a^2 h - 2\pi \gamma_{\text{رسان}} a^2 R + 1/2 \gamma_{\text{رسان}} \pi R^3$$

$$\Rightarrow ha^2 = \left(\frac{4}{3} - 1/2 \right) R^3 = \frac{1/4}{3} R^3 = \frac{2}{15} R^3 \Rightarrow h = \frac{2}{15} \frac{R^3}{a^2}$$

گزینه (۳)

لوله مذکور، افقی بوده و لذا با توجه به رابطه برنولی می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \Delta P = \gamma \Delta H \Rightarrow \frac{\Delta P}{L} = \frac{\gamma \Delta H}{L} \\ \Delta H = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta P}{L} = \gamma f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

نقطه وقوع نشست: E

P_E فشار وارد بر نقطه نشست:

از نقطه (E) به بعد، مقدار دبی جریان (و نیز سرعت) کاهش می‌یابد. به همین علت و براساس رابطه به دست آمده در ابتدای حل، نرخ تغییرات

فشار در واحد طول لوله‌ها، برای نقاط قبل از نقطه E مقدار $\frac{f}{D} \frac{V^2}{2g}$ بین هر دو نقطه از جریان ثابت می‌یابد. لذا ثابت بوده و می‌توان

نوشت:

$$\frac{\Delta P_{AB}}{L_{AB}} = \frac{\Delta P_{BE}}{L_{BE}} \Rightarrow \frac{6 - 4}{1000} = \frac{4 - P_E}{x} \Rightarrow P_E = 4 - 2 \times 10^{-3} x$$

از طرفی برای نقاط بعد از E نیز، مقدار $\frac{f}{D} \frac{V^2}{2g}$ بین هر دو نقطه ثابت است. لذا $\frac{\Delta P}{L}$ برای نقاط این بخش از جریان نیز ثابت بوده و می‌توان

نوشت:

$$\frac{\Delta P_{EC}}{L_{EC}} = \frac{\Delta P_{CD}}{L_{CD}} \Rightarrow \frac{P_E - 1/5}{1500 - x} = \frac{1/5 - 1}{1000}$$

حال با قرار دادن x در رابطه فوق، مقدار x را می‌یابیم.

$$\frac{(4 - 2 \times 10^{-3} x) - 1/5}{1500 - x} = \frac{0/5}{1000} \Rightarrow \frac{0/5}{1000} \Rightarrow 2500 - 2x = 750 - 0/5x \Rightarrow 1/5x = 1750 \Rightarrow x = 1166/6 m = 1/17 km$$

(۳)- گزینه ۹۸

$$E_1 = E_\gamma - \Delta z + \Delta H$$

$$E_1 = y_1 + \frac{V^2}{2g} = 1 + \frac{\left(\sqrt{\frac{g}{2}}\right)^2}{2g} = 1/25 \text{ m}$$

$$E_\gamma = E_{\min \text{ مثلثی}} = \frac{5}{4} y_c$$

$$y_c = \left(\frac{2Q^2}{g z^2} \right)^{\frac{1}{5}}, Q = V_1 A_1 = \sqrt{\frac{g}{2}} \times 1 \times 1 = \sqrt{\frac{g}{2}} \Rightarrow y_c = \left(\frac{2 \times \left(\sqrt{\frac{g}{2}} \right)^2}{g \times 1^2} \right)^{\frac{1}{5}} = 1 \text{ m} \Rightarrow E_\gamma = \frac{5}{4} \times 1 = 1/25 \text{ m}$$

با جایگذاری مقادیر به دست آمده برای انرژی‌های مخصوص و نیز $\Delta H = 0/15$ طبق صورت سوال $\Delta z = 0/15$ به دست می‌آید:

$$1/25 = 1/25 - \Delta z + 0/15 \Rightarrow \Delta z = 0/15 \text{ m}$$

(۱)- گزینه ۹۹

در جریان پایدار (یا دائمی)، دبی و عمق جریان در هر مقطع مشخص، ثابت بوده و با گذشت زمان تغییر نمی‌کنند ولی در جریان غیر یکنواخت تدریجی، عمق جریان در مقاطع مختلف، متفاوت خواهد بود. توجه شود که در این نوع جریان، با توجه به رابطه پیوستگی، دبی در مقاطع مختلف، یکسان و ثابت است. لذا گزینه (۱) پاسخ صحیح می‌باشد.

(۱۰۰)- گزینه (۱)

$$Q = VA$$

$$\frac{V^2}{2g} \text{ فاصله سطح آب تا خط انرژی}$$

$$\frac{V^2}{2g} = 0/2 \Rightarrow V = 4 \Rightarrow V = 2 \frac{m}{s}$$

از طرفی چون جریان بحرانی است، $Fr = 1$ می‌باشد.

$$Fr = 1 \Rightarrow \frac{V}{\sqrt{gD}} = 1 \Rightarrow \frac{2}{\sqrt{1 \cdot D}} = 1 \Rightarrow D = 0/4 \text{ m} \Rightarrow \frac{A}{T} = 0/4 \Rightarrow A = 0/4 T = 0/4 \times 5 = 2 \text{ m}^2$$

بنابراین مقدار دبی برابر است با:

$$Q = VA = 2 \times 2 = 4 \frac{m^3}{s}$$

(۱۰۱)- گزینه (۲)

استفاده از رابطه مانینگ عمق نرمال جریان (y_*) را می‌یابیم:

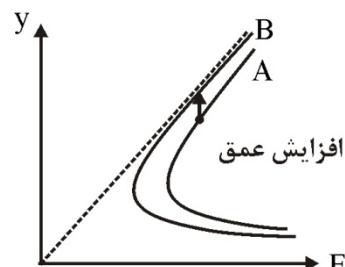
$$q = \frac{1}{n} y_*^{\frac{5}{3}} S_*^{\frac{1}{2}} \Rightarrow 4 = \frac{1}{0.01} y_*^{\frac{5}{3}} (0/0025)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow y_* = 1 \text{ m}$$

$$y_c = \left(\frac{q^2}{g} \right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{4^2}{10} \right)^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{2/5} \text{ m}$$

واضح است که $y_* > y_c > y$ می‌باشد. بنابراین پروفیل تشکیل شده S_1 نام دارد. ($y_c > y_*$: شیب کanal تنداست، y_* و y : در

ناحیه (۱) قرار داریم).

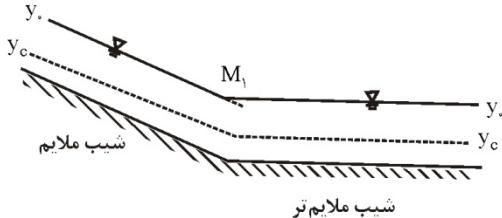
(۱۰۲)- گزینه (۳)



منحنی‌های $E - y$ مربوط به مقاطع A و B را در نظر بگیریم، از آنجا که $Q_B < Q_A$ است، منحنی $E - y$ مربوط به مقطع B، در سمت چپ منحنی مربوط به مقطع A قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه جریان تحت بحرانی است، لذا مطابق شکل، عمق جریان از A تا B افزایش خواهد یافت.

(۱۰۳)- گزینه (۲)

جریان تمایل دارد با عمق نرمال به حرکت خود ادامه دهد. با توجه به عمق نرمال در سوال، واضح است که با تشکیل پروفیل متغیر تدریجی M_1 عمق جریان افزایش می‌یابد.



(۱۰۴)- گزینه (۳)

با نوشتن اصل انرژی بین مقاطع (۱) داخل دریاچه و (۲) در مقطع ورودی کانال خواهیم داشت:

$$E_1 = E_2$$

$$E_1 = H = 2 / 5 m, \quad E_2 = E_{min} = \frac{5}{4} y_c$$

$$\Rightarrow 2 / 5 = \frac{5}{4} y_c \Rightarrow y_c = 2m \Rightarrow \left(\frac{2Q^2}{g z^2} \right)^{\frac{1}{5}} = 2 \Rightarrow \frac{2Q^2}{g \times 1^2} = 2^5 \Rightarrow Q = 4 \sqrt{g} \frac{m^3}{s}$$

(۱۰۵)- گزینه (۴)

در شکل (الف)، با توجه به آنکه برش هیدرولیکی با مقداری انرژی تلف شده همراه است. برای تعیین y_2 نمی‌توان از اصل انرژی استفاده نمود. در این حالت از اصل اندازه حرکت و رابطه پیوستگی استفاده می‌شود.

در شکل (ب) نیز چون نیروی ناشی از جریان وارد بر دریچه مجھول است، اصل اندازه حرکت برای تعیین y_2 کاربرد نخواهد داشت. برای تعیین y_2 در شکل (ب) اصل انرژی در کنار رابطه پیوستگی به کار می‌آیند. لذا گزینه (۴) پاسخ صحیح می‌باشد.

(۳) - گزینه ۱۰۶

۱) معیار تسليم: این معیار روی سطح ناخالص ورق کنترل می‌شود.

$$T_1 = A_g \times 0 / 6 F_y = (10 \times 1) \times 0 / 6 \times 2400 = 14400 \text{ kg} = 14 / 4 \text{ ton}$$

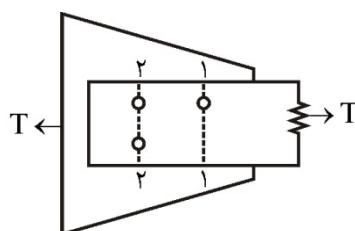
۲) معیار گسیختگی: این معیار روی سطح خالص ورق کنترل می‌شود و دو سطح سوراخ‌دار را در نظر می‌گیریم و ظرفیت کششی ورق را برای آنها محاسبه می‌کنیم:

(الف) سطح ۱-۱) در این سطح یک سوراخ وجود دارد و همه نیروی کششی T اثر می‌کند و داریم:

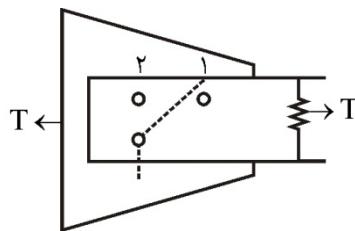
$$T_r = A_{in} \times 0 / 5 F_u = (10 - 1 \times 2) \times 1 \times 0 / 5 \times 3700 \Rightarrow T_r = 14800 \text{ kg} = 14 / 8 \text{ ton}$$

(ب) سطح ۲-۲) در این سطح دو سوراخ وجود دارد و اگر سهم هر یک از پیچ‌ها در تحمل نیروی وارد را برابر $\frac{T}{3}$ فرض کنیم، در این سطح نیروی

$\frac{2}{3} T$ اثر می‌کند و داریم:



$$\begin{aligned} \frac{2}{3} T &= A_{in} \times 0 / 5 F_u = (10 - 2 \times 2) \times 1 \times 0 / 5 \times 3700 = 11100 \text{ kg} \\ &= 11 / 1 \text{ ton} \Rightarrow T = T_r = \frac{3}{2} \times 11 / 1 = 16 / 65 \text{ ton} \\ T &= \min(T_1, T_r, T_r) \\ &= \min(14 / 4 \text{ t}, 14 / 8 \text{ t}, 16 / 65 \text{ t}) = 14 / 4 \text{ ton} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} T_r &= 0 / 5 F_u \times A_{in} = 0 / 5 F_u \times \left[\left(b - nD + \sum \frac{s_i}{f_g} \right) t \right] \\ &= 0 / 5 \times 3700 \times \left[10 - 2 \times 2 + \frac{4}{4 \times 4} \right] \times 1 = 12950 \text{ kg} = 12 / 95 \text{ ton} \end{aligned}$$

(۴) - گزینه ۱۰۷

محورهای اصلی، مقطع، محورهای افقی و قائم گذرنده از مرکز سطح مقطع هستند که با استی شاعرهای ژیراسیون را حول آنها محاسبه کنیم:

$$I'_x = 2I_x \quad , \quad r'_x = \sqrt{\frac{I'_x}{2A}} = \sqrt{\frac{2 \times I_x}{2 \times A}} = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{2140}{40}} = \sqrt{53 / 5}$$

$$I'_y = 2 \left[I_y + A \left(\frac{b}{2} \right)^2 \right] = 2 \left[190 + 40 \left(\frac{9}{2} \right)^2 \right] = 2000 \text{ cm}^4$$

$$r'_y = \sqrt{\frac{I'_y}{2A}} = \sqrt{\frac{2000}{2 \times 40}} = 5 \text{ cm} \quad , \quad r_{min} = \min(r'_x, r'_y) = r'_y = 5 \text{ cm}$$

(۱) - گزینه ۱۰۸

با توجه به اینکه نیروی محوری بر مقطع اثر نمی‌کند، رابطه اندرکنشی تنش‌های خمشی حول محورهای x و y به صورت زیر خواهد بود:

$$\frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 / 0 \quad , \quad F_{bx} = F_{by} = 1440 \Rightarrow f_{bx} + f_{by} \leq 1440 \Rightarrow \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq 1440$$

$$\Rightarrow \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_x} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{\gamma / 2 M_y}{W_x} \leq 1440 \Rightarrow W_x \geq \frac{M_x + \gamma / 2 M_y}{1440}$$

در سمت راست تیرآهن هر دو لنگر خمشی M_x و M_y صفر است. ولی رابطه فوق هم با استی در سمت چپ تیر و هم در وسط تیر کنترل شود:

$$M_x = 0 \quad , \quad M_y = 1 / 8 \text{ t.m} \Rightarrow W_x \geq \frac{M_x + \gamma / 2 M_y}{1440} = \frac{0 + \gamma / 2 \times 1 / 8 \times 10^5}{1440} \Rightarrow W_x \geq 900 \text{ cm}^3 \quad (1)$$

$$\text{و سطح تیر: } M_x = 3 / 6 \text{ t.m} \quad , \quad M_y = \frac{1}{2} \times 1 / 8 = 0 / 9 \text{ t.m}$$

$$\Rightarrow W_x = \frac{M_x + \gamma / 2 M_y}{1440} = \frac{(3 / 6 + \gamma / 2 \times 0 / 9) \times 10^5}{1440} \Rightarrow W_x \geq 700 \text{ cm}^3 \quad (2) \Rightarrow (1), (2) \Rightarrow W_x \geq 900 \text{ cm}^3$$

(۲)-گزینه ۱۰۹

در هر طرف وصله جمua ۳۴ سانتی‌متر ($6\text{cm} + 2 \times 12\text{cm}$) چوش گوشé وجود دارد که خود به پرش افتاده و نیروهای کششی و فشاری را در محل وصله برای تحمل لنگر خمshi تامین می‌کنند. فاصله بین نیروهای کششی و فشاری برابر ارتفاع پروفیل (20cm) بوده و داریم:

$$F = L \times 650a = 60 \times 650 = 16500\text{kg} = 16500/\text{ton}$$

$$M = F \times d = 16500/\text{ton} \times 0.2\text{m} = 3/\text{ton.m}$$

(۱۱۰)-گزینه ۹۹

(۱۱۱)-گزینه ۴

گزینه‌های اول و دوم که بارگذاری جانبی روی تیر ستون اثر نمی‌کند می‌توان از رابطه $C_m = 0.6 - 0.4 \frac{M_1}{M_\gamma} \geq 0.6 - 0.4$ استفاده کرد:

$$C_m = 0.6 - 0.4 \frac{M_1}{M_\gamma} = 0.6 - 0.4 \times \left(\frac{-\frac{M}{2}}{M} \right) = 0.8$$

$$C_m = 0.6 - 0.4 \frac{M_1}{M_\gamma} = 0.6 - 0.4 \frac{M}{M} = 0.2 < 0.4 \Rightarrow C_m = 0.4$$

در گزینه‌های سوم و چهارم بارگذاری جانبی روی تیر ستون اثر می‌کند. در گزینه سوم تکیه‌گاههای سازه مفصلی و گیردار است و لنگر بازگردانده تکیه‌گاه گیردار اثر $\Delta - P$ را کاهش می‌دهد، ولی در تیر ستون چهارم لنگر هر دو تکیه‌گاه آزاد شده است و اثر $P - \Delta$ ماقزیم است. قابل ذکر است که در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان در حالتی که بر روی تیر ستون بار جانبی اثر می‌کند چنانچه تکیه‌گاهها هر دو گیردار باشد $C_m = 0.85$ و چنانچه تکیه‌گاه هر دو مفصلی باشد C_m برابر $1/0$ در نظر گرفته می‌شود. C_m در گزینه سوم عددی بین 0.85 و $1/0$ است که از C_m در گزینه چهارم کوچکتر است.

(۱۱۲)-گزینه ۱

نیروی P را به مرکز سطح پیچ‌ها منتقل می‌کنیم که در نتیجه آن لنگر خمshi پیچشی ساعتگرد Pe بر مجموعه پیچ‌ها اثر می‌کند. در پیچ سمت راست که نزدیک‌ترین پیچ به بارگذاری است، تنفس برشی ناشی از برش و تنفس برشی ناشی از لنگر پیچشی هم‌جهت بوده و بحرانی‌ترین حالت ایجاد می‌شود. در ادامه تنفس‌های برشی ناشی از برش و پیچش را در این پیچ بحرانی محاسبه کرده و توجه داریم که فاصله هر چهار پیچ از مرکز سطح مجموعه پیچ‌ها برابر 10 سانتی‌متر است.

$$f_{vy} = \frac{P}{nA} = \frac{P}{4A} = \frac{2 \times 10^3}{4 \times 2} = 250\text{kg/cm}^2$$

$$f_{Ty} = \frac{Tx}{J} = \frac{Pe \times r}{\sum A_i d_i} = \frac{2000e \times 10}{2(10^3 + 10^3 + 10^3 + 10^3)} = 25e$$

$$(f_v)_{\max} = f_{vy} + f_{Ty} = 250 + 25e = F_v = 2800 \Rightarrow 25e = 2800 - 250 = 2550 \Rightarrow e = 10.2\text{cm} \approx 10.0\text{cm}$$

(۱۱۳)-گزینه ۳

در تیرهای کوتاه، برش و در تیرهای متوسط و بلند، خمس تعیین‌کننده طراحی است. بنابراین درستی گزینه‌های دوم و چهارم رد می‌شود. برای محاسبه طولی برای تیر که برش تعیین‌کننده است باید دنبال حالتی باشیم که در آن تنفس‌های خمshi بطور اتوماتیک کوچکتر از تنفس خمshi مجاز ($F_y / 6 = F_b$) باشند. توجه داریم که برش ماقزیم تیر در تکیه‌گاههای آن ایجاد شده و برابر $\frac{qL}{2}$ است و لنگر ماقزیم تیر در وسط آن

ایجاد شده و برابر $\frac{qL}{\lambda}$ است.

$$\frac{h}{t_w} = \frac{20}{0.5} = 40 < \frac{3185}{\sqrt{F_y}} = \frac{3185}{\sqrt{2400}} \approx 65 \Rightarrow F_v = 0.4 F_y$$

$$S_x = \frac{I_x}{c} = \frac{I_x}{h} = \frac{2000}{20} = 200\text{cm}^3$$

اگر در یک محدوده طولی همواره رابطه $F_b \leq F_b$ برقرار باشد، داریم:

$$f_b \leq F_b \Rightarrow \frac{qL}{S_x} \leq 0.6F_y \Rightarrow \frac{L \times V_{max}}{200} \leq 0.6F_y \Rightarrow L \leq \frac{480F_y}{V_{max}}$$

$$V_{max} = A_w \times F_v = A_w \times 0.4F_y = 20 \times 0.5 \times 0.4F_y = 4F_y \Rightarrow L \leq \frac{480F_y}{4F_y} = 120 \text{ cm}$$

(۱۱۴)-گزینه ۱

۱) قبل از رسیدن مقطع بر M_{cr} ، به دلیل باز توزیع تنش‌ها، در قسمت‌هایی از ناحیه کششی مقطع، توزیع تنش به صورت غیرخطی خواهد شد. لذا منحنی لنگر - انحنا نیز باید اندکی غیرخطی باشد.

۲) با توجه به اینکه M_{cr} به صورت یک عدد مشخص برای هر مقطع ارائه می‌شود، ولی فرآیند تک خوردگی در ناحیه کششی یک تیر به صورت تدریجی است. بنابراین در عمل شب منحنی لنگر - انحنا در حوالی نقطه M_{cr} باید به صورت تدریجی کاسته شود (گزینه ۱) و نه به صورت دفعی (گزینه ۳)

(۱۱۵)-گزینه ۴

با فرض اینکه عملکرد هر یک از دو نوار دال، مانند یک تیر ساده است و سهم نوارهای جهات طولی و عرضی از کل بار کف، برابر w_1 و w_2 است، حال با توجه به این مطلب که خیر نوارهای مذکور در وسط دهانه باید مساوی باشد، نتیجه می‌شود که:

$$\Delta_1 = \Delta_2 \Rightarrow \frac{5}{384} \frac{w_1 L_1^3}{EI} = \frac{5}{384} \frac{w_2 L_2^3}{EI} \Rightarrow \frac{w_1}{w_2} = \left(\frac{L_2}{L_1} \right)^{\frac{1}{3}}$$

در ادامه سهم برابر دال در جهت کوتاه‌تر برابر است با:

$$\frac{w_a}{w_b} = \left(\frac{L_b}{L_a} \right)^{\frac{1}{3}} = (1/5)^{\frac{1}{3}} = 5/06$$

$$w_a + w_b = 12 \Rightarrow 5/06w_b + w_b = 12 \Rightarrow w_b = 1/98 \text{ kN/m}^3$$

$$w_a = 12 - w_b = 12 - 1/98 = 10/02 \text{ kN/m}^3$$

حداکثر لنگر خمی مثبت در راستای دهانه کوچکتر، مشابه یک تیر دو سر ساده تحت بار گستردگی است.

$$M_{max}^+ = \frac{w_a L^3}{8} = \frac{10/02 \times 12^3}{8} = 11/27$$

(۱۱۶)-گزینه ۴

مقدار حداکثر لنگر در تکیه‌گاه گیردار برابر $\frac{qL^3}{8}$ است. با برابر قرار دادن لنگر ایجاد شده با لنگر مقاوم که برابر q به دست می‌آید.

$$\frac{qL^3}{8} = \frac{wL^3}{8} \Rightarrow q = 1 = w$$

لنگر مقاوم لنگر اعمالی

بنابراین به ازای $w = q$ ، تکیه‌گاه گیردار مفصل می‌شود؛ ولی به دلیل باز توزیع لنگر، هنوز تیر می‌تواند در برابر بارهای بیشتر مقاومت کند.



تیر دوم بیشینه لنگر در وسط تیر و برابر $\frac{q'L^3}{8}$ است. اما باید توجه داشت که در وسط تیر (۱) لنگری به اندازه $\frac{q'L^3}{16}$ از مرحله اول بارگذاری

(یعنی تا جایی که تکیه‌گاه گیردار مفصل شده) وجود داشته است و این موضوع با تحلیل سازه اثبات می‌شود. لذا در تیر دوم، مجموع این دو لنگر باید برابر با لنگر مقاوم شود.

لنگر مقاوم = لنگر وسط تیر در مرحله دوم + لنگر وسط تیر در مرحله اول

$$\frac{wL^3}{16} + \frac{q'L^3}{8} = \frac{wL^3}{8} \Rightarrow q' = \frac{w}{2}$$

$$= \text{بار مرحله دوم} + \text{بار مرحله اول} = \text{بار گستردگی نهایی}$$

در مجموع می‌توان گفت که با افزایش بار گستردگی تیر، هنگامی که q به مقدار w می‌رسد، تکیه‌گاه گیردار تبدیل به مفصل شده و از این به بعد رفتار تیر مشابه یک تیر دو سر ساده می‌شود. بعد از آن هنگامی که q به مقدار $1/5w$ می‌رسد، در وسط تیر نیز یک مفصل دیگر ایجاد می‌شود

بنابراین به دلیل ایجاد سه مفصل در یک راستا، تیر گسیخته می‌شود.
۱۱۷- گزینه ؟؟

الف) مقطع با فولاد مضاعف با فرض اینکه فولاد فشاری نیز جاری شده است.
در مورد گزینه ۱ :

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow \phi_s f_y A_s = 0 / 85 \phi_c f_c ab + \phi_s f_y A'_s \Rightarrow a_1 = \frac{\phi_s f_y (A_s - A'_s)}{0 / 85 \phi_c f_c b}$$

در مورد گزینه ۲ ، فرض طراح احتمالاً مقطع بدون فولاد فشاری در حالت بالانس بوده است.

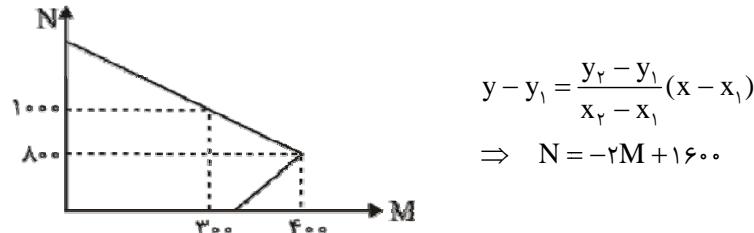
$$\Sigma F = 0 \Rightarrow \phi_s f_y A_s = 0 / 85 \phi_c f_c ab \Rightarrow a_2 = \frac{\phi_s f_y}{0 / 85 \phi_c f_c b} A_{sb}$$

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{\beta_1 a_1}{\beta_2 a_2} = \frac{A_s - A'_s}{A_{sb}} = \frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$$

در یک مقطع با فولاد مضاعف، تنها هنگامی فولاد کششی تسليیم می‌شود که ρ کمتر از $\bar{\rho}_b$ باشد و این مورد ربطی به جاری شدن با نشدن فولادهای فشاری ندارد، پس این گزینه همواره درست نیست.

گزینه ۳: در هر مقطع خمی، هرگاه مقدار فولاد کششی افزایش یابد حتماً لنگر مقاوم مقطع نیز زیاد می‌شود (هرچند به صورت جزئی باشد).
 افزایش لنگر چشمگیر است \Rightarrow شکست مقطع نرم باشد
 افزایش لنگر کم است \Rightarrow شکست مقطع ترد باشد

گزینه ۴: اگر در یک مقطع میزان فولاد کششی کمتر از فولاد بالانس باشد، فولاد فشاری، مقدار ناچیزی بر لنگر مقاوم مقطع افزوده می‌شود. بنابراین در مجموع باید گفت که گزینه ۳ همواره درست بوده و پاسخ سوال است؛ اما در صورتی که فرضیات گفته شده در پاسخ گزینه ۱ از نظر طراح وجود داشته باشد، ممکن است گزینه ۱ به عنوان پاسخ ارائه شود و طراح از مقدار افزایش لنگر در حالت ترد در گزینه ۳ صرف نظر کرده باشد و گزینه ۱ را انتخاب کرده باشد.



۱۱۸- گزینه ۴

حال می‌توان مقدار نیروی محوری ستون به ازای لنگر صفر و ۲۰۰ را محاسبه کرد.

$$M = 0 \Rightarrow N = 1600 \text{ kN}$$

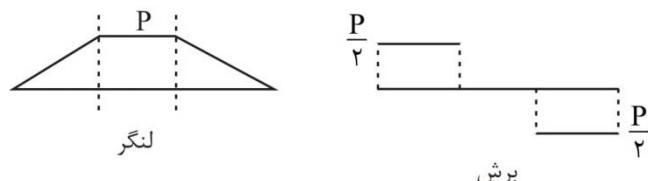
$$M = 200 \Rightarrow N = 1200 \text{ kN}$$

برای به دست آوردن ظرفیت ستون وقتی که تحت $M_{ux} = M_{uy} = 200 \text{ kN.m}$ است، از روش معکوس بار استفاده می‌شود.

$$\frac{1}{N} = \frac{1}{N_{tx}} + \frac{1}{N_{ty}} - \frac{1}{N} \Rightarrow \frac{1}{N} = \frac{1}{1200} + \frac{1}{1200} - \frac{1}{1600} = \frac{5}{4800} \Rightarrow N = \frac{4800}{5} = 960 \text{ kN}$$

۱۱۹- گزینه ۲

ابتدا تغییرات لنگر و برش را در طول تیر به دست می‌آوریم:



حداکثر لنگر در وسط دهانه و حداکثر برش در دهانه‌های کناری است. از طرف دیگر لنگر مقاوم تیر 600 kN.m است و برش مقاوم تیر برابر است:
با:

۱- تیر بدون فولاد برشی \Leftarrow برش مقاوم 50 kN است.

۲- تیر با فولاد برشی \Leftarrow پس برش مقاوم مقطع حداکثر $(1+4) \times 250 = 1250 \text{ kN}$ است.

بنابراین در هر مرحله از بارگذاری می‌توان بار گسیختگی را براساس معیار برش حداکثر و لنگر حداکثر محاسبه کرد.

حالت اول: تیر بدون فولاد برشی

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{براساس لنگر حداکثر} \Rightarrow P'_1 = 600 \text{ kN} \\ \text{براساس برش حداکثر} \Rightarrow \frac{P''_1}{2} = 50 \text{ kN} \Rightarrow P''_1 = 100 \text{ kN} \end{array} \right. \Rightarrow P_1 = \min\{P'_1, P''_1\} = 100 \text{ kN}$$

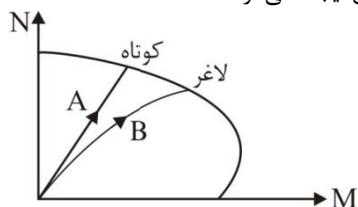
حالت دوم: تیر با فولاد برشی

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{براساس لنگر حداکثر} \Rightarrow P'_1 = 600 \text{ kN} \\ \text{براساس برش حداکثر} \Rightarrow \frac{P''_1}{2} = 250 \text{ kN} \Rightarrow P''_1 = 500 \text{ kN} \end{array} \right. \Rightarrow P_1 = \min\{P'_1, P''_1\} = 500 \text{ kN}$$

بنابراین بار گسیختگی کل تیر از 100 kN به 500 kN افزایش می‌یابد. توجه شود که در هر دو مرحله، معیار برش حداکثر تعیین‌کننده است.

(۱۲۰- گزینه ۳)

اگر ستون در حالت اول مسیر A را تا گسیختگی طی کند و در حالت دوم با افزایش بار محوری، مقدار لنگر به صورت غیرخطی زیاد شده و ستون رفتار B را طی می‌کند. پس ستون در بار محوری کمتر و لنگر خمشی بیشتری گسیخته می‌شود. ستون لاغری که تحت بار محوری و لنگر خمشی قرار بگیرد، با کاهش مقاومت رو به رو می‌شود زیرا به جهت تغییر شکل جانی ستون، لنگر ثانویه‌ای در ستون ایجاد می‌گردد.



(۱۲۱- گزینه ۱)

وقتی که تیر عمیق و ستون کم عرض باشد، مقاومت خمشی تیر از ستون بیشتر شده و بنابراین امکان تشکیل مفصل پلاستیک (خمیری) در ستون بیشتر می‌شود. در این صورت در یک زلزله شدید، پایداری سازه دچار مشکل خواهد شد.

(۱۲۲- گزینه ۲)

نقاط A و B نقطه‌های تعادلی هستند و کل حجم خاکی بین نقاط A و B برابر مجموع ارتفاع قسمت‌های صعودی در نمودار صورت سوال است.

$$4800 + 1200 + 1800 = 7800 \text{ m}^3$$

(۱۲۳- گزینه ۳)

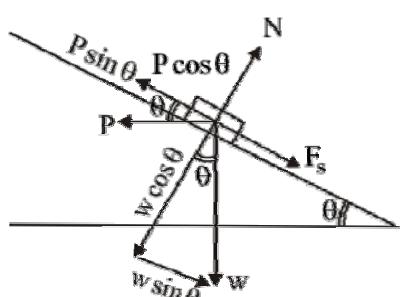
$$\frac{V^t}{\text{طول خط ترمز}} + \text{عكس العمل} = \text{فاصله دید توقف}$$

(۱۲۴- گزینه ۱)

زمان توصیه شده برای رویت، ادراک و عکس العمل در محاسبه فاصله دید توقف $2/5$ ثانیه است.

(۱۲۵- گزینه ۱)

با توجه به شکل می‌توان نوشت:



$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N = w \cos \theta + P \sin \theta$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_s - P \cos \theta + w \sin \theta = 0$$

$$\frac{\div w}{f \cdot N} \rightarrow \frac{P}{w} f \sin \theta + f \cos \theta - \frac{P}{w} \cos \theta + \sin \theta = 0$$

$$\frac{P}{w} = \frac{-f \cos \theta - \sin \theta}{f \sin \theta - \cos \theta} = \frac{\sin \theta + f \cos \theta}{\cos \theta - f \sin \theta} \Rightarrow \frac{P}{w} = \frac{\tan \theta + f}{1 - f \tan \theta}$$

(۱۲۶- گزینه ۱)

$$\left\{ \begin{array}{l} 280 = \frac{\left(\frac{90}{3/4}\right)^2}{10(e+f)} \\ \frac{e}{e+f} = 0/4 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} e + f = 0/2232 \\ \frac{e}{e+f} = 0/4 \end{array} \right. \Rightarrow e = 0/09$$

- ۱۲۷ - گزینه (۴)

با توجه به رابطه زیر:

$$L = \frac{As^r}{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

بنابراین افزایش h_1 (ارتفاع چشم راننده) باعث کاهش طول قوس قائم می‌شود.

- ۱۲۸ - گزینه (۳)

با توجه به رابطه فاصله خارجی قوس قائم داریم:

$$E = \left| \frac{g_2 - g_1}{\lambda} L \right| \Rightarrow 1/\lambda = \left| \frac{0.05 + 0.04}{\lambda} \times L \right| \Rightarrow L = 160 \text{ m}$$

- ۱۲۹ - گزینه (۴)

حداقل ارزش ماسه‌ای مصالح لایه اساس < حداقل ارزش ماسه‌ای مصالح لایه زیراساس \Rightarrow کیفیت لایه زیراساس > کیفیت مصالح لایه اساس
- ۱۳۰ - گزینه (۲)

اندود سطحی بین دو لایه آسفالتی بندر و توپکا استفاده می‌شود. از آنجا که اندود نفوذی باید در لایه اساس نفوذ کند. پس ویسکوزیته کمتری نسبت به اندود سطحی دارد.

- ۱۳۱ - گزینه (۱)

در نموگرام شل سختی مخلوط آسفالتی، تابعی از سختی قیر و درصد حجمی مصالح و درصد حجمی قیر است. منحنی وان در پول برای تعیین سفتی قیر استفاده می‌شود.

- ۱۳۲ - گزینه (۱)

آزمایش لعاب نازک قیر، پیرشدگی کوتاه‌مدت قیر را که به هنگام اختلاط و تراکم رخ می‌دهد، شبیه‌سازی می‌کند.
- ۱۳۳ - گزینه (۳)

حساسیت دمایی قیرها، به خاصیت انگمی قیر بستگی دارد.

- ۱۳۴ - گزینه (۲)

با توجه به رابطه عدد سازه‌ای روسازی SN داریم:

$$SN = \frac{1}{2/5} (\alpha_1 D_1 m_1 + \alpha_2 D_2 m_2 + \alpha_3 D_3 m_3)$$

(SN) را می‌توان میانگین وزنی ضخامت لایه‌های روسازی با توجه به جنس لایه در نظر گرفت.

- ۱۳۵ - گزینه (۳)

صرف بیش از حد مقدار فیلر (بیش از ۶٪) در بتن آسفالتی باعث کاهش تخلخل، مقاومت در برابر تراکم و کاهش استقامت مصالح می‌شود.