بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

درباره کلاس‌ها و آزمون‌های آزمایشی سری عمران بیشتر بدانیم

مؤسسه سری عمران از آغاز شکل‌گیری تاکنون (حدود یک دهه) با انجام فعالیت‌های آموزشی مختلف و ارائه خدمات متنوع در زمینهٔ آزمون کارشناسی ارشد، آزمون نظام مهندسی و آموزش نرم‌افزارهای مهندسی عمران، به عنوان برترین مؤسسهٔ تخصصی عمران در سال‌های اخیر مطرح شده است. نشر کتاب‌های باکیفیت که منطبق بر علم روز دنیا می‌باشد، برگزاری کلاس توسط برترین اساتید کشور در فضای دانشگاه و نیز برگزاری کنکورهای آزمایشی استاندارد با بیشترین جامعهٔ آماری، همگی سبب شده است تا اعتماد مهندسین عزیز به مؤسسهٔ سری عمران بیشتر شده و هر روز تعداد بیشتری از شما عزیزان به خانوادهٔ بزرگ سری عمران اضافه شوید. عناوین ناشر نمونهٔ سال ۹۱، ناشر تخصصی تقدیر شده در سال ۹۲، ناشر و برند منتخب سال ۹۳ و برترین مؤسسه تخصصی در سال ۹۴ نتیجهٔ اعتماد شما مهندسان عزیز به مؤسسه سری عمران می‌باشد.

امسال نیز (سال تحصیلی ۹۵-۹۶) همگام با سایر فعالیت‌های مؤسسه، برگزاری کلاس‌های آمادگی کنکور کارشناسی ارشد در سه دورهٔ تابستان، پاییز و زمستان در دستور کار موسسه قرار دارد و علاوه بر آن با توجه به تجربه موفق آزمون‌های آزمایشی در دو سال گذشته، برگزاری کنکورهای آزمایشی مرحله‌ای و جامع جهت آمادگی هر چه بیشتر داوطلبین، مورد نظر مؤسسه می‌باشد. هدف مؤسسه سری عمران از برگزاری کلاس‌های آمادگی آزمون کارشناسی ارشد و برگزاری کنکورهای آزمایشی، ارتقاء سطح علمی دانشجویان و مهندسان و سپس موفقیت این عزیزان در آزمون کارشناسی ارشد است. برخی از ویژگی‌های این خدمات آموزشی که توسط سری عمران ارائه می‌شود به شرح زیر است:

الف) کلاس‌های آمادگی آزمون کارشناسی ارشد

- حضور برترین اساتید کشور
- تدریس کامل و جامع کلیه مطالب درسی، ارائه نکات کنکوری و راه حل‌های سریع جهت پاسخگویی به سؤالات کنکور، حل تست‌های متنوع تألیفی و بررسی سؤالات آزمون‌های کارشناسی ارشد سال‌های گذشته
- برگزاری آزمون‌های کلاسی منظم جهت حفظ آمادگی دانشجویان
- کلاس‌های حل تمرین حین دوره و یا پس از آن
- جلسات مشاوره و برنامه‌ریزی درسی توسط گروه مشاوران سری عمران

ب) کنکورهای آزمایشی آزمون کارشناسی ارشد

- طرح سؤالات استاندارد و منطبق بر مطالب و سرفصل‌های کنکورهای سراسری شش سال اخیر که طراحی آنها توسط اساتید سری عمران صورت می‌گیرد.
- شباهت فراوان سؤالات با سؤالات مطرح شده در کنکورهای سراسری و پیش‌بینی سؤالات احتمالی کنکور
- بالاترین جامعهٔ آماری در کل کشور (بیش از ۴۰۰۰ نفر)
- ارائه خدمات جانبی پس از آزمون مثل خلاصه درس، مجلهٔ مشاوره‌ای و ...
- حضور دانشجویان دانشگاه‌های برتر کشور در این آزمون‌ها

جهت کسب اطلاعات بیشتر لطفاً با شماره تلفن‌های مؤسسه سری عمران ۸۸۳۰۰۴۷۴ - ۸۸۳۱۲۵۲۷ تماس حاصل نموده و یا به سایت www.serieomran.ir مراجعه نمائید.

سخن مدیر تألیف

به دنبال استقبال گسترده دانشجویان عزیز از کتاب‌های آمادگی کنکور کارشناسی ارشد مؤسسه سری عمران و انتشارات سیمای دانش، بر آن شدیم تا با تهیه کتاب ***مجموعه سؤالات و پاسخ‌های تشریحی کنکور سراسری مهندسی عمران*** در جهت ارائه خدمتی دیگر به داوطلبان آزمون کارشناسی ارشد مهندسی عمران گام برداریم.

هدف اصلی در آماده کردن این کتاب (۲ جلدی)، تدوین مجموعه‌ای کم ایراد زیر نظر اساتید نام آشنا بود تا داوطلبان آزمون با اطمینان کامل و خاطری آسوده، سؤالات آزمون‌های کارشناسی ارشد را با حل تشریحی صحیح در اختیار داشته باشند. کتاب حاضر با ویژگی‌های متمایز زیر به شما عزیزان تقدیم می‌شود:

۱- گروه مؤلفین این اثر که از دوستان گرامی بنده می‌باشند، همگی از اساتید شناخته شده و مشهور کنکور کارشناسی ارشد هستند که پیش از این نیز تألیف کتاب‌های ایشان و تدریس آن‌ها در کلاس‌های حضوری آمادگی آزمون عمران، مورد استقبال فراوان شما داوطلبان گرامی قرار گرفته است.

۲- سؤالات کنکور با کمترین تغییرات، به صورتی در آمده که در حل آنها نیازی به استفاده از ماشین حساب نمی‌باشد.

۳- تنظیم پاسخنامه و حل تشریحی سؤالات آزمون، به صورت مختصر، مفید و در عین حال جامع است یعنی در عین تشریحی بودن، طولانی نبوده و باعث اتلاف وقت داوطلب نمی‌گردد.

۴- کتاب در دو جلد تهیه شده است. جلد اول دفترچه سؤالات را به همراه کلید آزمون در اختیار داوطلب قرار می‌دهد و در جلد دوم پاسخ تشریحی سؤالات آمده است. جدا کردن این دو بخش از یکدیگر، امکان کنترل و بررسی پاسخ سؤالات را آسان‌تر می‌سازد.

۵- کتاب توسط برترین دانشجویان مهندسی عمران (نفرات ممتاز المپیادها - رتبه‌های برتر کنکور) چندین بار ویرایش شده است تا کتابی کم‌نقص در اختیار شما داوطلبان عزیز قرار گیرد.

۶- کیفیت شکل‌های کتاب و نیز تایپ سؤالات و پاسخنامه آن در مقایسه با کتاب‌های مشابه بسیار بهتر می‌باشد.

امید است تلاش مجموعه سری عمران - سیمای دانش در ارائه این کتاب، مورد قبول و توجه دانشجویان عزیز قرار گیرد. ارائه پیشنهادهای سازنده شما عزیزان، مجموعه را بهتر و پربارتر خواهد کرد و ما را که به دنبال کیفیت برتر هستیم یاری می‌کند.

موفق و پیروز باشید

ساسان امیرافشاری

فهرست مطالب

آزمون سراسری سال ۱۳۸۰

زبان تخصصی ۸
ریاضیات ۱۱
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) ۱۲
مکانیک خاک و پی ۱۷
مکانیک سیالات و هیدرولیک ۲۰
طراحی (سازه‌های فولادی و بتنی) ۲۴
طراحی (راهسازی و روسازی راه) ۲۷

آزمون سراسری سال ۱۳۸۱

زبان تخصصی ۳۲
ریاضیات ۳۵
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) ۳۶
مکانیک خاک و پی ۴۱
مکانیک سیالات و هیدرولیک ۴۴
طراحی (سازه‌های فولادی و بتنی) ۴۸
طراحی (راهسازی و روسازی راه) ۵۱

آزمون سراسری سال ۱۳۸۲

زبان تخصصی ۶۰
ریاضیات ۶۳
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) ۶۵
مکانیک خاک و پی ۷۰
مکانیک سیالات و هیدرولیک ۷۳
طراحی (سازه‌های فولادی و بتنی) ۷۶
طراحی (راهسازی و روسازی راه) ۸۰

آزمون سراسری سال ۱۳۸۳

زبان تخصصی ۸۶
ریاضیات ۹۱
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) ۹۳
مکانیک خاک ۹۸
مکانیک سیالات ۱۰۱

آزمون سراسری سال ۱۳۸۴

زبان تخصصی ۱۰۶
ریاضیات ۱۰۹
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) ۱۱۱
مکانیک خاک ۱۱۷
مکانیک سیالات ۱۲۰

آزمون سراسری سال ۱۳۸۵

زبان تخصصی ۱۲۶
ریاضیات ۱۲۸
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) .. ۱۳۰
مکانیک خاک ۱۳۶
مکانیک سیالات ۱۳۹

آزمون سراسری سال ۱۳۸۶

زبان تخصصی ۱۴۴
ریاضیات ۱۴۷
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) .. ۱۴۹
مکانیک خاک ۱۵۵
مکانیک سیالات ۱۵۸

آزمون سراسری سال ۱۳۸۷

زبان عمومی و تخصصی ۱۶۲
ریاضیات ۱۶۵
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) .. ۱۶۷
مکانیک خاک ۱۷۳
مکانیک سیالات ۱۷۶

آزمون سراسری سال ۱۳۸۸

زبان عمومی و تخصصی ۱۸۲
ریاضیات ۱۸۵
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) .. ۱۸۷
مکانیک خاک ۱۹۳
مکانیک سیالات ۱۹۶

آزمون سراسری سال ۱۳۸۹

زبان عمومی و تخصصی ۲۰۲
ریاضیات ۲۰۵
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) .. ۲۰۶
مکانیک خاک و پی ۲۰۹
مکانیک سیالات و هیدرولیک ۲۱۳
طراحی (سازه‌های فولادی و بتنی) ۲۱۵
طراحی (راهسازی و روسازی راه) ۲۱۸

آزمون سراسری سال ۱۳۹۰

زبان عمومی و تخصصی ۲۲۲
ریاضیات ۲۲۵
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) ۲۲۷
مکانیک خاک و پی ۲۳۰
مکانیک سیالات و هیدرولیک ۲۳۴
طراحی (سازه‌های فولادی و بتنی) ۲۳۷
طراحی (راهسازی و روسازی راه) ۲۴۰

آزمون سراسری سال ۱۳۹۱

زبان عمومی و تخصصی ۲۴۴
ریاضیات ۲۴۶
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) ۲۴۸
مکانیک خاک و پی ۲۵۱
مکانیک سیالات و هیدرولیک ۲۵۴
طراحی (سازه‌های فولادی و بتنی) ۲۵۸
طراحی (راهسازی و روسازی راه) ۲۶۰

آزمون سراسری سال ۱۳۹۲

زبان عمومی و تخصصی ۲۶۴
ریاضیات ۲۶۶
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) ۲۶۸
مکانیک خاک و پی ۲۷۱
مکانیک سیالات و هیدرولیک ۲۷۴
طراحی (سازه‌های فولادی و بتنی) ۲۷۷
طراحی (راهسازی و روسازی راه) ۲۸۰

آزمون سراسری سال ۱۳۹۳

زبان عمومی و تخصصی ۲۸۴
ریاضیات ۲۸۶
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) ۲۸۸
مکانیک خاک و پی ۲۹۲
مکانیک سیالات و هیدرولیک ۲۹۵
طراحی (سازه‌های فولادی و بتنی) ۲۹۸
طراحی (راهسازی و روسازی راه) ۳۰۱

آزمون سراسری سال ۱۳۹۴

زبان عمومی و تخصصی ۳۰۴
ریاضیات ۳۰۶
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) ۳۰۷
مکانیک خاک و پی ۳۱۱
مکانیک سیالات و هیدرولیک ۳۱۴
طراحی (سازه‌های فولادی و بتنی) ۳۱۷
طراحی (راهسازی و روسازی راه) ۳۱۹

آزمون سراسری سال ۱۳۹۵

زبان عمومی و تخصصی ۳۲۲
ریاضیات ۳۲۴
مکانیک جامدات (مقاومت مصالح – تحلیل سازه‌ها) ۳۲۵
مکانیک خاک و پی ۳۲۹
مکانیک سیالات و هیدرولیک ۳۳۲
طراحی (سازه‌های فولادی و بتنی) ۳۳۵
طراحی (راهسازی و روسازی راه) ۳۳۸

پاسخنامهٔ کلیدی

پاسخنامهٔ کلیدی سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ ..... ۳۴۱
پاسخنامهٔ کلیدی سال ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ ..... ۳۴۲
پاسخنامهٔ کلیدی سال ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ ..... ۳۴۳
پاسخنامهٔ کلیدی سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ ..... ۳۴۴
پاسخنامهٔ کلیدی سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ ..... ۳۴۵
پاسخنامهٔ کلیدی سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ ..... ۳۴۶
پاسخنامهٔ کلیدی سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ..... ۳۴۷
پاسخنامهٔ کلیدی سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ ..... ۳۴۸

سیمای دانش

سری عمران

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

مجموعه سوالات

آزمون سراسری سال ۱۳۸۰

کارشناسی ارشد

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سوالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سوالات	از شماره	تا شماره
۱	زبان تخصصی	۱۵	۱	۱۵
۲	ریاضیات	۱۵	۱۶	۳۰
۳	مکانیک جامدات (مقاومت مصالح ـ تحلیل سازه‌ها)	۳۰	۳۱	۶۰
۴	مکانیک خاک و پی	۲۵	۶۱	۸۵
۵	مکانیک سیالات و هیدرولیک	۳۰	۸۶	۱۱۵
۶	طراحی (سازه‌های فولادی و بتنی ـ راهسازی و روسازی راه)	۴۱	۱۱۶	۱۵۷

" استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد. "

زبان تخصصی

Read the Reading A and answer the 4 following questions:

READING A

The principal aims of earthquake-resistant design should be:

(a) To prevent total collapse of structures. In every major earthquake there have been examples of lives lost because of collapse of buildings that lacked continuity or lacked alternative load paths after failure of principal members. Brittle forms of construction are particularly …… for sudden and total collapse. It should be possible to design buildings with sufficient ductility and redundancy so that people may be evacuated without loss of life even if gross distortions of buildings necessitate total reconstruction eventually.

(b) To control damage to a repairable extent. The economic consequences of an earthquake are usually very severe and therefore there is a strong incentive to implement methods of design that enable a structure to absorb the energy of an earthquake with minimal costs of subsequent repair. Furthermore, buildings and structures of strategic importance, such as hospitals, power generating facilities, telecommunications buildings, dams and bridges, should be capable of surviving a large earthquake and still keep …… .

1- The best synonym for "redundancy" in the first paragraph is:

1) Brutality 2) superfluity 3) perspicuity 4) impermissibility

2- Choose the best word for the blank in the first paragraph.

1) patulous 2) notorious 3) fastidious 4) rambunctious

3- The best synonym for "incentive" in the second paragraph is:

1) motive 2) motion 3) mechanism 4) manoeuvre

4- Choose the best word for the blank in the second paragraph.

1) function 2) functioned 3) functional 4) functioning

Read the Reading B and answer the 4 following questions:

READING B

Soil Stabilization:

Motorways are usually made of reinforced concrete about 20 to 25 cm thick, placed on a granular sub-base or base course, which in turn is placed on a well-compacted earth sub-grade. Sometimes rock which has been excavated can be crushed and used for the base-course; at other times, a lean concrete base-course is used. The base course can be created by soil stabilization, i. e. increasing the bearing strength of the existing subsoil, rather than by replacing it with another material. This process consists of mixing a percentage of stabilizing agents – which may be cement, bitumen or other substances into the soil.

The engineer has classified soils into four principal groups according to particle size: gravel, comprising particles from 60 mm down to 2 mm; sand, comprising particles from 2 mm to 0.06 mm; silt, comprising particles from 0.06 mm to 0.002 mm in size; and clay, having particles less that 0.002 mm in size. Soils rarely consist of just one of these groups; usually there is a mixture resulting in compound soils, such as sandy silt or sandy clay. The engineer is more concerned with the grading. A soil may be well-graded, uniformly graded or poorly graded. A well-graded soil has a particle size distribution which includes a wide range of sizes without an excess or deficiency of any size. A uniformly graded soil is one having a high percentage of one certain size of particle and a low percentage of other sizes. A poorly graded soil is one containing an excess of some sizes and a deficiency in others. It is a poorly graded soil that exhibits weakness. This is because the voids between the particles existing in excess are not filled by the next smaller size particles. The result is a soil containing more water and air than is desirable and which will not compact. The stabilizing agent has little effect on a poorly graded soil unless material having the missing particle sizes is added and the whole mixture thoroughly compacted.

زبان تخصصی

متن A را خوانده و به ۴ سؤال زیر پاسخ دهید:

متن A

اهداف اصلی طرح مقاوم در برابر زمین‌لرزه باید:

a) از تخریب کامل سازه‌ها جلوگیری کند. در هر زمین‌لرزه‌ای بزرگ، نمونه‌هایی از تلفات جانی وجود داشته است که دلیل آن فرو ریختن ساختمان‌هایی بوده است که فاقد پیوستگی یا فاقد مسیرهای جایگزین (انتقال) بار پس از خرابی اعضای اصلی بوده‌اند. گونه‌های شکننده ساختمان به‌ویژه برای فروپاشی کامل و ناگهانی ..... باید امکان طراحی ساختمان‌ها با شکل‌پذیری و نامعینی کافی وجود داشته باشد که مردم بتوانند بدون تلفات جانی محل را تخلیه کنند حتی اگر تغییر شکل‌های ناخالص ساختمان‌ها در نهایت مستلزم بازسازی کل آن شوند.

b) خسارت را در حدی که قابل بازسازی باشد، کنترل کند. پیامدهای اقتصادی یک زمین‌لرزه معمولاً خیلی شدید است و در نتیجه انگیزه محکمی برای پیاده کردن روش‌هایی از طراحی با کمترین هزینه‌های تعمیر(ات) بعدی وجود دارد که به یک سازه امکان جذب انرژی یک زمین‌لرزه را می‌دهد. به‌علاوه ساختمان‌ها، سازه‌های با اهمیت استراتژیک، مثل بیمارستان‌ها، تجهیزات تولید انرژی، ساختمان‌های ارتباط از راه دور (مخابرات)، سدها و پل‌ها، باید قابلیت ادامه بقا بعد از یک زمین‌لرزه بزرگ را داشته باشند و کماکان به عملکرد خود ادامه دهند ..... .

۱- بهترین مترادف برای "redundancy" در پاراگراف اول ..... است.

۱) خشونت ۲) فراوانی ۳) شفافیت ۴) غیر مجاز

گزینه ۲ صحیح است.

۲- بهترین کلمه را برای جای خالی پاراگراف اول انتخاب کنید.

۱) گسترش می‌یابد ۲) بدنام هستند ۳) سخت‌گیر ۴) بی‌قاعده می‌باشند

گزینه ۲ صحیح است.

۳- بهترین مترادف برای "incentive" در پاراگراف دوم ..... است.

۱) انگیزه ۲) حرکت ۳) مکانیزم ۴) مانور

گزینه ۱ صحیح است.

۴- بهترین کلمه را برای جای خالی پاراگراف دوم انتخاب کنید.

۱) تابع، عملکرد ۲) تحت عمل و کارکرد ۳) کاربردی ۴) در حالت سرویس‌دهی

بعد از فعل keep فعل بعدی با ing می‌آید.

گزینه ۴ صحیح است.

متن B را خوانده و به ۴ سؤال زیر پاسخ دهید:

متن B

تثبیت خاک:

آزادراه‌ها معمولاً از بتن مسلح با ضخامت حدود ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر ساخته می‌شود که آن روی یک زیراساس دانه‌ای یا اساس جای گرفته است که آن هم روی یک بستر خوب کوبیده شده خاکی قرار می‌گیرد. بعضی اوقات، سنگ حاصل از حفاری می‌تواند خرد شده و برای اساس استفاده شود. در موارد دیگر یک اساس بتن مگر استفاده می‌شود. اساس می‌تواند با تثبیت خاک به‌دست آید، به‌عبارت دیگر به‌جای اینکه خاک موجود را با مصالح دیگر جایگزین کنیم، مقاومت لهیدگی‌اش را بالا ببریم. این روند شامل مخلوط کردن یک درصدی از ماده تثبیت‌کننده در خاک است که ممکن است سیمان، قیر یا ماده دیگر باشد.

مهندسین خاک‌ها را براساس اندازه ذرات به چهار گروه اصلی طبقه‌بندی کرده‌اند: شن شامل ذرات از ۶۰ میلی‌متر تا ۲ میلی‌متر، ماسه، شامل ذرات از ۲ میلی‌متر تا ۰/۰۶ میلی‌متر، لای، شامل ذرات از ۰/۰۶ میلی‌متر تا ۰/۰۰۲ میلی‌متر و رس شامل ذرات کوچکتر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر است. خاک‌ها به‌ندرت فقط شامل یک گروه هستند. معمولاً یک مخلوط به شکل خاک‌های مرکب حاصل می‌شود مثل لای ماسه‌ای یا رس ماسه‌ای. یک مهندس بیشتر به دانه‌بندی توجه می‌کند. یک خاک ممکن است خوب دانه‌بندی شده یا یکنواخت یا بد دانه‌بندی شده باشد. یک خاک با دانه‌بندی خوب یک توزیع اندازهٔ مشخص دارد که شامل بازهٔ گسترده‌ای از اندازه‌هاست بدون زیادی یا کمبود هیچ اندازه‌ای. یک خاک با دانه‌بندی یکنواخت، خاکی است که دارای درصد بالایی از یک اندازه خاص ذره است و درصد کمی از آن را ذرات با اندازه‌های دیگر می‌سازند. یک خاک با دانه‌بندی بد، خاکی است که در

بعضی اندازه‌ها زیاد و در دیگر اندازه‌ها کمبود دارد. این خاک بد دانه‌بندی شده است که از خود ضعف نشان می‌دهد. این کمبود به این دلیل است که در حفره‌های بین ذرات موجود که (درصد) زیادی دارند با دانه‌های کوچکتر بعدی پر نمی‌شوند. در نتیجه خاک (حاصل) شامل آب و هوای بیشتر از دلخواه است که متراکم نمی‌شود. ماده تثبیت‌کننده تأثیر کمی روی خاک با دانه‌بندی بد دارد مگر اینکه مصالحی اضافه گردد که شامل اندازه ذراتی باشد که وجود ندارند و کل مخلوط به‌طور کامل متراکم شود.

۵- با توجه به متن *B* و با مراجعه به جدول زیر کدام خاک خوب دانه‌بندی شده است؟

	اندازه ذرات به میلی‌متر			
	۶۰-۲	۲-۰/۰۶	۰/۰۶-۰/۰۰۲	کمتر از ۰/۰۰۲
خاک A	۶٪	۷٪	۸٪	۷۹٪
خاک B	۲۵٪	۲۸٪	۲۳٪	۲۴٪
خاک C	۱۰٪	۴۵٪	۵٪	۴۰٪

۱) خاک A ۲) خاک B ۳) خاک C ۴) خاک B و A

گزینه ۲ صحیح است.

۶- با توجه به متن *B* ، چهار جمله زیر درست هستند ولی جمله‌ای را انتخاب کنید که به‌نظر شما مهم‌ترین است.

۱) سنگ خرد شده را می‌توان برای لایهٔ اساس استفاده کرد.

۲) سیمان و قیر می‌توانند به‌عنوان ماده تثبیت‌کننده استفاده شود.

۳) یک خاک خوب دانه‌بندی شده هیچ ذره با اندازه خاص زیادی ندارد.

۴) مواد تثبیت‌کننده تأثیر کمی روی خاک بد دانه‌بندی شده دارند مگر اینکه مصالحی اضافه گردد که شامل اندازه ذراتی باشد که وجود ندارند.

با توجه به عبارت زیر گزینه ۴ صحیح است.

The stabilizing agent has little effect on a poorly graded soil unless material having the missing particle sizes is added.

۷- با توجه به متن *B* ، کدام عبارت صحیح است؟

۱) خاک‌ها معمولاً از یگ گروه خاک اصلی تشکیل شده‌اند.

۲) مواد تثبیت‌کننده تأثیر قابل توجهی روی خاک بد دانه‌بندی شده دارد.

۳) اساس می‌تواند با زیاد کردن مقاومت لهیدگی خاک بستر موجود، حاصل شود.

۴) یک مهندس به دانه‌بندی، کمتر از گروه خاک توجه می‌کند.

با توجه به عبارت زیر گزینه ۳ صحیح است.

The base course can be created by soil stabilization, i. e. increasing the bearing strength of existing subsoil rather than by replacing it with another material.

۸-با توجه به متن *B* ، کدام عبارت غلط است؟

۱) خاک‌ها به‌ندرت فقط از یک نوع گروه اندازه ساخته شده‌اند.

۲) اساس می‌تواند با تثبیت خاک به‌وجود آید.

۳) از نظر یک مهندس دانه‌بندی یک خاک، از اندازه ذرات مهم‌تر است.

۴) یک خاک بد دانه‌بندی شده شامل دامنه گسترده‌ای است از اندازه ذرات بدون زیادی یا کمبود هیچ اندازه‌ای.

با توجه به عبارت زیر گزینه ۴ صحیح است.

A well graded soil …… includes a wide range of sizes without an excess or deficiency of any sizes

متن C را خوانده و به ۳ سؤال زیر پاسخ دهید:

متن C

مخازن تعادل:

طراحی خطوط لوله بلند برای فشار حاصله از ضربه آبی (ضربه قوچ) یا برای به‌کار انداختن آهسته یک دریچه برای کاستن این فشارها، اقتصادی نمی‌باشد. معمولاً یک مخزن تعادل نزدیک دریچه‌ها، در انتهای لوله‌های بلند نصب می‌کنند. یک مخزن تعادل، مخزنی است حاوی آب، که به لوله‌ها متصل است. در اثر آن، ستون آب روی خط (لوله) شناور می‌شود.

هنگامی که یک دریچه ناگهان بسته می‌شود، ستون آب داخل خط (لوله) سریعاً به داخل مخزن تعادل فرستاده می‌شود. سطح آب داخل مخزن تا (هنگامی‌که) فشار افزایش یافته داخل مخزن تعادل به اندازه حرکت (ممان) آب غلبه کند، بالا می‌رود.
هنگامی که یک دریچه ناگهان باز می‌شود، مخزن تعادل، آب را زمانی که فشار پایین می‌آید به داخل خط (لوله) منتقل می‌کند. مقطع لوله در حد فاصل مخزن کنترل و شیر نیز می‌بایست با در نظر گرفتن ضربه قوچ آب طراحی شود. با این حال زمان انسداد برای کاهش فشارهای این قسمت فقط یک کسری از زمان مورد نیاز است در صورتی که مخزن تعادل وجود نداشته باشد.
اگرچه یک مخزن تعادل یکی از معمول‌ترین وسایل مورد استفاده برای جلوگیری از ضربه قوچ است، به هیچ عنوان تنها وسیلهٔ موجود نیست. گونه‌های مختلف شیر اطمینان و محفظه‌های هوا به‌طور وسیع در خطوط (لوله) با قطر کم، جایی که فشار ضربه قوچ با خارج کردن مقدار نسبتاً کم آب برطرف می‌شود، استفاده می‌شوند.

با توجه به متن *C* گزینه‌ای را انتخاب کنید که هر کدام از ۳ سؤال زیر را به بهترین حالت کامل کنند.

۹- هدف از استفاده مخزن تعادل ..... .

۱) بهینه کردن هزینه و طراحی خط لوله است.
۲) بالا بردن فشار آب در خط لوله است.
۳) کاهش سریع فشار در خطوط لوله بلند است.
۴) تأمین آب هنگامی که فشار آب کافی نیست.

با توجه به عبارت زیر گزینه ۳ صحیح است.
شاید گزینه «۱» نیز به نظر پاسخ سؤال بیاید اما چون جملهٔ "… to operate" بعد از "or" آمده لذا گزینه «۳» بهترین پاسخ است.
It is uneconomical to design long pipeline for pressures created by water hammers or to operate a valve slowly enough to reduce these pressures usually a surge tank is connected to the conduit.

۱۰- برای جلوگیری از ضربه قوچ ..... .

۱) مقدار کمی از آب باید خارج شود.
۲) مخزن تعادل تنها وسیله است.
۳) به جز مخزن تعادل، گونه‌های بخصوصی از دریچه‌ها و محفظه‌های هوا استفاده می‌شوند.
۴) بسته به قطر خط لوله، گونه‌های مختلف شیرهای اطمینان و محفظه‌های هوا عرضه می‌شوند.

با توجه به عبارت زیر گزینه ۳ صحیح است.
Although a surge tank is one of the most commonly used devices to prevent water hammer, it is by no means the only device. Various types of relief valves and air chambers are widely used …

۱۱- ضربه قوچ ..... .

۱) به خطوط لوله قوی نیاز دارد.
۲) ممکن است به مخزن تعادل ضربه بزند و به آن آسیب وارد کند.
۳) به افزایش فشار کمک می‌کند و آب را راحت‌تر منتقل می‌کند.
۴) نتیجه مومنتم آب است و باید در طراحی خط لوله بلند مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به متن گزینه ۴ صحیح است.

متن D را بخوانید و به ۳ سؤال زیر پاسخ دهید:

متن D

سدهای مخزنی:

سدهایی که در اینجا مورد بحث قرار می‌گیرند معمولاً برای ذخیره آب برای آبیاری تکمیلی، تأمین آب شهری، مقاصد تفریحی، لوله‌های ذخیره یا کنترل کمکی سیل در شاخه‌های فرعی جویبارهای اصلی، استفاده می‌شوند.
عملکرد آن‌ها به ندرت نیاز به توجه مداوم دارد مگر در فاصله زمانی فصلی یک خانه جهت سکونت اپراتور به همراه سرویس تلفن در محل و یا در نزدیکی کارهای کنترل سدها نیز در صورت وجود درخواست رسمی احداث می‌گردد.
تقویت و محافظت از رشد پوشش گیاهی برای کند کردن تخریب روی شیب‌های منبع، در منابع قرضه که در ساخت استفاده می‌شوند ورودی شیب‌های سدهای خاکی که به شکل دیگری محافظت شده‌اند، یک قسمت مهم از نگه‌داری است که لازم است با دقت مورد توجه قرار گیرد. این پوشش (همانند زیباسازی سازه) یک قسمت حیاتی محافظت در برابر تخریب و باتلاقی شدن کناره‌های رودخانه است و ممکن است اثر مهمی در هزینه تعمیرات داشته باشد.
توصیه کارشناسی در جلوگیری از رشد جلبک در منابع را باید اخذ و اجرا کرد و هیچ‌گونه ماده شیمیایی نباید بدون تجویز افراد ماهر به داخل مخزن وارد شود.

با توجه به متن D گزینه‌ای را انتخاب کنید که هر کدام از ۳ سؤال زیر را به بهترین حالت ممکن کامل کند.

۱۲- مواد شیمیایی ..... در یک منبع برای ..... رشد جلبک‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

۱) می‌توانند، متوقف کردن ۲) می‌توانند، سرعت بخشیدن ۳) نباید، به‌جز برای ۴) نباید، چون آسیب می‌زند به

با توجه به عبارت زیر گزینه ۳ صحیح است.

Expert advice on suppression of algae growth in reservoirs should be obtained and followed and no chemicals should be introduced into a reservoir without competent advice.

۱۳- تقویت و محافظت از پوشش گیاهی ..... .

۱) به توجه دقیق نیاز دارد.

۲) ممکن است هزینه تعمیرات را بالا ببرد.

۳) یک مورد مهم نگه‌داری و کاهش هزینه است.

۴) فقط روی شیب‌های سدهای خاکی که به طریق دیگری محافظت نشده‌اند مناسب است.

با توجه به عبارت زیر گزینه ۳ صحیح است.

The simulation and protection of growth of vegetative cover …… is an important item of maintenance …… and may have an important influence on the cost repairs.

۱۴- "recreational" در متن چه معنی دارد؟

۱) مصنوعی ۲) کشاورزی ۳) تفریحی ۴) بازآفرینی

گزینه ۳ صحیح است.

۱۵- در پاراگراف زیر، بهترین کلمه را برای جای خالی انتخاب کنید.

نیومارک و هال (۱۹۷۳) آنها طیف‌های بازگشته تعداد زیادی از گزارش‌های زمین‌لرزه را میانگین‌گیری کرده‌اند، همگی با یک شتاب حداکثر معمول زمین مقیاس‌بندی شوند و بعد از تعدادی …… از منحنی‌ها، طیف نرمال و ساده شده‌ای را تولید کردند. منحنی‌ها برای یک شتاب حداکثر برابر ۱/۰۰g، سرعت ۱۲۲ سانتی‌متر بر ثانیه و فاصله ۹۱ سانتی‌متر رسم شده‌اند.

۱) هموارسازی ۲) به صورت هموار ۳) هموار ۴) هموار شده

گزینه ۱ صحیح است.

* توضیح: در گزینه ۲ نیازی به اضافه کردن پسوند y - به کلمه smooth نمی‌باشد چون خود این کلمه صفت می‌باشد و اضافه کردن y - اشتباه است.

ریاضیات

۱۶- (۲)

شرط استقلال این انتگرال از مسیر، پایستار بودن میدان برداری آن است و پایستار بودن این میدان وقتی رخ می‌هد که کرل آن برابر صفر باشد:

$$\vec{F} = (۲axz + y^۲)\vec{i} + y(bx + az)\vec{j} + (ax^۲ + y^۲)\vec{k}$$

$$\overrightarrow{curl}\, F = \begin{vmatrix} i & j & k \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ ۲axz + y^۲ & y(bx + az) & ax^۲ + y^۲ \end{vmatrix} = (۲y - ay)\vec{i} - (۲ax - ۲ax)\vec{j} + (by - ۲y)\vec{k} = \vec{۰}$$

$$\overrightarrow{curl}\, F = \vec{۰} \;\Leftrightarrow\; a = ۲\ ,\ b = ۲$$

۱۷- (۱)

توابع $P(x\ ,\ y) = ۶y + x$ و $Q(x\ ,\ y) = y + ۲x$ و مشتقات جزئی آن‌ها در داخل مسیر بسته c پیوسته بوده و لذا طبق قضیه گرین می‌توان نوشت:

$$I = \oint_c (۶y + x)\,dx + (y + ۲x)\,dy = \iint_D \left[\frac{\partial}{\partial x}(y + ۲x) - \frac{\partial}{\partial y}(۶y + x)\right] dx\ dy$$

که در آن D ناحیه دایره‌ای شکل درون مرز بسته c می‌باشد. بنابراین:

$$I = \iint_D -۴\,dx\ dy = -۴ \iint_D dx\ dy = -۴\,(D \text{ مساحت ناحیه}) = -۴(\pi \times ۲^۲) = -۱۶\pi$$

چنانچه جهت پیمودن مسیر c در جهت عقربه‌های ساعت بود، جواب نهایی در یک منفی ضرب می‌گردید.

(۴) -۱۸

نقطه $x=0$ یک نقطه غیرعادی معادله است؛ با تقسیم طرفین معادله بر ضریب y''، داریم:

$$y''+\frac{3}{x}y'+\frac{(1+x)}{x^2}y=0 \Rightarrow P(x)=\frac{3}{x}\ ,\ Q(x)=\frac{1+x}{x^2}$$

برای بررسی منظم بودن نقطهٔ $x=0$، داریم: $\alpha=\lim\limits_{x\to 0}\ x\cdot P(x)=\lim\limits_{x\to 0}\ x\cdot\frac{3}{x}=3\ ;\ \beta=\lim\limits_{x\to 0}\ x^2.Q(x)=\lim\limits_{x\to 0}\ x^2\ \frac{1+x}{x^2}=1$

وجود هر دو حد فوق دلیل بر منظم بودن نقطه $x=0$ بوده و بنابر روش فروبنیوس، معادله مشخصه عبارت است از:

$$r^2+(\alpha-1)r+\beta=0 \Rightarrow r^2+2r+1=0 \Rightarrow r=-1,-1$$

لذا جواب‌های پایه معادله دیفرانسیل به صورت مقابل خواهد بود: $y_1=x^{-1}\sum\limits_{n=0}^{\infty}a_n x^n\ ;\ y_2=y_1 ln\,x+x^{-1}\sum\limits_{n=0}^{\infty}b_n x^n$

(۱) -۱۹

ابتدا معادله دیفرانسیل را حل می‌کنیم:

جواب عمومی معادله: $y=c_1 e^{\frac{1}{2}t}+c_2 e^{-\frac{1}{2}t}$ ؛ معادله مشخصه: $4m^2-1=0 \Rightarrow m=\pm\frac{1}{2} \Rightarrow$

با اعمال شرایط اولیه نتیجه می‌شود:

$$\left.\begin{array}{l} y(0)=2 \Rightarrow c_1+c_2=2 \\ y'(0)=\beta \Rightarrow \frac{1}{2}c_1-\frac{1}{2}c_2=\beta \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{cases} c_1+c_2=2 \\ c_1-c_2=2\beta \end{cases} \Rightarrow c_1=\frac{2\beta+2}{2}=\beta+1$$

برای آنکه به‌ازای $t\to+\infty$ ، مقدار تابع جواب به سمت صفر میل کند؛ لازم است ضریب c_1 برابر صفر باشد. بنابراین:

$$c_1=0 \Rightarrow \beta+1=0 \Rightarrow \beta=-1$$

(۲) -۲۰

از طرفین معادله دیفرانسیل تبدیل لاپلاس می‌گیریم:

$$L\{y''+y\}=L\{\delta(t-2\pi)cos\,t\} \Rightarrow s^2Y(s)-sy(0)-y'(0)+Y(s)=e^{-2\pi s}cos\,2\pi=e^{-2\pi s}$$

لازم به یادآوری است که در سطر فوق از فرمول $L\{\delta(t-a)f(t)\}=e^{-as}f(a)$ استفاده گردید. بنابراین، با اعمال شرایط اولیه نتیجه می‌شود:

$$(s^2+1)Y(s)-1=e^{-2\pi s} \Rightarrow Y(s)=\frac{1+e^{-2\pi s}}{s^2+1}$$

(۲) -۲۱

با توجه به روابط زیر داریم:

$$\begin{cases} \lambda_1+\lambda_2+\lambda_3=tr(A) \\ \lambda_1\lambda_2\lambda_3=det(A) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2+\lambda_2+\lambda_3=11 \\ 2\lambda_2\lambda_3=36 \end{cases} \Rightarrow \lambda_2=3\ ,\ \lambda_3=6$$

(۳) -۲۲

با استفاده از فرمول مشتق انتگرال داریم:

$$f(x)=\int_0^x(1+t^3)^{\frac{-1}{2}}dx \Rightarrow f'(x)=(1+x^3)^{\frac{-1}{2}} \Rightarrow f''(x)=\frac{-3}{2}x^2(1+x^3)^{\frac{-3}{2}}$$

از طرفی اگر $g(x)$ معکوس تابع $f(x)$ باشد، می‌توان نوشت: $g=f^{-1} \Rightarrow g''(y)=-\frac{f''(x)}{(f'(x))^3}$

$$\left.\begin{array}{l} \Rightarrow g''(y)=\dfrac{-\frac{3}{2}x^2(1+x^3)^{-\frac{3}{2}}}{(1+x^3)^{-\frac{3}{2}}}=\frac{3}{2}x^2 \\ y=f(x) \xrightarrow{g=f^{-1}} x=g(y) \text{ از طرفی} \end{array}\right\} \Rightarrow g''(y)=\frac{3}{2}g^2(y) \Rightarrow g''(x)=\frac{3}{2}g^2(x)$$

(۴) -۲۳

انتگرال داده شده در $x=\infty$ ناسره است، پس هم ارز تابع تحت انتگرال را وقتی $x \to \infty$ می‌نویسیم:

$$x \to \infty : \frac{x}{2x^2+2c} - \frac{c}{x+1} \sim \left(\frac{1}{2}-c\right)\frac{1}{x}$$

می‌دانیم $\int_1^\infty \frac{1}{x}dx$ واگراست، پس شرط همگرایی انتگرال ناسره فوق آن است که:

$$\frac{1}{2}-c=0 \Rightarrow \boxed{c=\frac{1}{2}}$$

(۱) -۲۴

ابتدا هم ارز $(1+x)^{\frac{1}{x}}$ را وقتی $x \to 0$، می‌یابیم:

$$(1+x)^{\frac{1}{x}} = e^{\frac{1}{x}ln(1+x)} = e^{\frac{1}{x}(x-\frac{x^2}{2})} = e^{(1-\frac{x}{2})}$$

لذا:

$$I = \lim_{x\to 0}\frac{(1+x)^{\frac{1}{x}}-e}{x} = \lim_{x\to 0}\frac{e^{(1-\frac{x}{2})}-e}{x} = \frac{0}{0}$$

حال با استفاده از قاعده هوپیتال داریم:

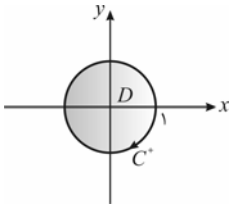
$$I = \lim_{x\to 0}\frac{\frac{-1}{2}e^{(1-\frac{x}{2})}-0}{1} = \frac{-1}{2}e$$

(۱) -۲۵

S، سطح باز با منحنی مرزی زیر است:

$$C:\begin{cases} x^2+y^2+3z^2=1 \\ z=0 \end{cases} \Rightarrow x^2+y^2=1, z=0$$

طبق قضیه استوکس داریم:



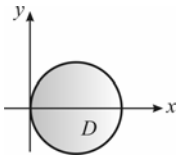
$$I = \iint_s \overrightarrow{curl}F\cdot\vec{n}\,ds = \oint_c \vec{F}\cdot\overrightarrow{dr} = \oint_c P\,dx + Q\,dy + R\,dz$$
$$= \oint_c y\,dx - x\,dy + z\,x^3y^2dz$$

با توجه به معادله منحنی c داریم $z=0$ و درنتیجه $dz=0$:

$$\Rightarrow I = \oint_c y\,dx - x\,dy \overset{\text{قضیه گرین}}{=\!=\!=} -\iint_D \left[\frac{\partial}{\partial x}(-x) - \frac{\partial}{\partial y}(y)\right]dx\,dy$$
$$= -\iint_D (-1-1)\,dx\,dy = 2\iint_D dx\,dy = 2\,(\text{مساحت دایره}) = 2\pi$$

به علامت منفی در هنگام استفاده از قضیه گرین توجه نمایید. دلیل این علامت آن است که جهت مسیر c در خلاف جهت مثلثاتی می‌باشد.

(۳) -۲۶



در مختصات استوانه‌ای معادله سهمی‌گون به صورت $az=r^2$ و معادله استوانه به صورت $r=2a\cos\theta$ می‌باشد. تصویر این حجم در صفحه xy به صورت مقابل است:

این حجم نسبت به محور z ها منظم بوده و هر خط موازی محور z از صفحه $z=0$ وارد ناحیه و از سطح $az=r^2$ خارج می‌شود، لذا داریم:

$$0 \le z \le \frac{r^2}{a}$$

$$V = \int_{\theta=\frac{-\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}\int_{r=0}^{2a\cos\theta}\int_{z=0}^{\frac{r^2}{a}} r\,dz\,dr\,d\theta = \int_{\frac{-\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}\int_0^{2a\cos\theta} r\left(\frac{r^2}{a}\right)dr\,d\theta = \int_{\theta=\frac{-\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}\left(\frac{r^4}{4a}\right)\Big|_{r=0}^{2a\cos\theta}d\theta$$

$$= \int_{\frac{-\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}\frac{16a^4}{4a}\cos^4\theta\,d\theta = 4a^3\int_{\frac{-\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}\underbrace{\cos^4\theta}_{\text{زوج}}d\theta = 8a^3\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^4\theta\,d\theta = 8a^3\int_0^{\frac{\pi}{2}}\left(\frac{1+\cos 2\theta}{2}\right)^2 d\theta$$

$$= \frac{8a^3}{4}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(1+2\cos 2\theta+\cos^2 2\theta)d\theta = 2a^3\int_0^{\frac{\pi}{2}}(1+2\cos 2\theta+\frac{1+\cos 4\theta}{2})d\theta = 2a^3\left(\theta+\sin 2\theta+\frac{1}{2}\theta+\frac{1}{8}\sin 4\theta\right)\Big|_{\theta=0}^{\frac{\pi}{2}}$$

$$= 2a^3\left(\frac{3\pi}{4}-0\right) = \frac{3}{2}\pi a^3$$

۲۷- (۳)

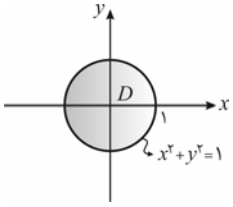
مساحت مورد نظر را S نامیده که بخشی از صفحه $z = cx$ می‌باشد. مساحت این سطح عبارت است از: (ds: المان مساحت)

$$S = \iint_s ds$$

$$S : z = cx \;\Rightarrow\; ds = \sqrt{1 + z_x^2 + z_y^2}\; dx\, dy = \sqrt{1+c^2}\; dx\, dy$$

$$\Rightarrow\; S = \iint_s ds = \iint_D \sqrt{1+c^2}\; dx\, dy = \sqrt{1+c^2} \iint_D dx\, dy$$

D تصویر این سطح (S) روی صفحه xy می‌باشد و چون این سطح (S) توسط استوانه $x^2 + y^2 = 1$ بریده شده است، این ناحیه دایره‌ای به صورت زیر است:



$$\Rightarrow\; S = \sqrt{1+c^2} \iint_D dx\, dy = \sqrt{1+c^2}\; (D \text{ مساحت ناحیه}) = \pi\sqrt{1+c^2}$$

۲۸- (۲)

با تغییر متغیر شبه قطبی (یعنی؛ $x = ar\cos\theta$ و $y = br\sin\theta$) نتیجه می‌شود:

$$\begin{cases} dx\, dy = abr\, dr\, d\theta & (abr = \text{ژاکوبی}) \\ 0 \le r \le 1\ ,\ 0 \le \theta \le 2\pi & (\text{توجه کنید که با تغییر متغیر فوق بیضی } \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \text{ معادل با } r = 1 \text{ است.}) \end{cases}$$

بنابراین، داریم:

$$\text{انتگرال} = \int_{\theta=0}^{2\pi} \int_{r=0}^{1} a^2 r^2 \cos^2\theta\, (abr)\, dr\, d\theta = a^3 b \left(\int_0^{2\pi} \cos^2\theta\, d\theta\right) \int_0^1 r^3 dr$$

$$= a^3 b \left(\int_0^{2\pi} \frac{1+\cos 2\theta}{2}\, d\theta\right)\left(\frac{r^4}{4}\right)\Big|_{r=0}^{1} = \frac{1}{4} a^3 b \left(\frac{1}{2}\theta + \frac{1}{4}\sin 2\theta\right)\Big|_{\theta=0}^{2\pi} = \frac{1}{4} a^3 b\, (\pi) = \frac{\pi}{4} a^3 b$$

۲۹- (۴)

از قضیه گرین می‌توان استفاده نمود: (توجه کنید که $z = 0$ و $dz = 0$ سبب دوبعدی شدن مسأله می‌گردد.)

$$I = \oint_c x^2 y^3 dx + dy = \iint_D \left[\frac{\partial}{\partial x}(1) - \frac{\partial}{\partial y}(x^2 y^3)\right] dx\, dy \quad (D \text{ دیسک } x^2 + y^2 \le R \text{ است})$$

$$= \iint_D (0 - 3x^2 y^2)\, dx\, dy \xrightarrow[\text{قطبی}]{\text{مختصات}} -3 \int_{\theta=0}^{2\pi} \int_{r=0}^{R} r^2\cos^2\theta \cdot r^2 \sin^2\theta . r . dr\, d\theta$$

$$= -3\left(\frac{r^6}{6}\right)\Big|_{r=0}^{R} \int_{\theta=0}^{2\pi} \sin^2\theta \cdot \cos^2\theta\, d\theta = \frac{-R^6}{2} \cdot \int_0^{2\pi} \frac{1}{4}\sin^2 2\theta\, d\theta = \frac{-R^6}{8} \int_0^{2\pi} \frac{1-\cos 4\theta}{2}\, d\theta$$

$$= \frac{-R^6}{8}\left(\frac{\theta}{2} - \frac{1}{8}\sin 4\theta\right)\Big|_0^{2\pi} = \frac{-\pi R^6}{8}$$

۳۰- (۳)

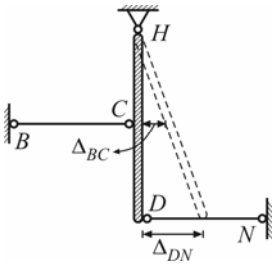
با توجه به اینکه تفاوت گزینه‌ها در جواب خصوصی آنها می‌باشد، تنها جواب خصوصی این معادله را از روش عملگر معکوس پیدا می‌کنیم:

$$y_p = \frac{1}{D^2+4}\{3\sin 2x\} = 3\frac{1}{D^2+4}\{\sin 2x\} = 3x\,\frac{1}{2D}\{\sin 2x\}$$

$$= \frac{3}{2}x \int \sin 2x\, dx = \frac{3}{2}x\left(\frac{-1}{2}\cos 2x\right) = \frac{-3}{4}x\cos 2x$$

مقاومت مصالح و تحلیل سازه‌ها

(۱) -۳۱

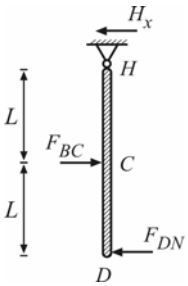


افزایش دمای میله BC، تغییر شکلی به صورت روبرو در سازه ایجاد می‌کند. با توجه به هندسه تغییر شکل رسم شده، می‌توان رابطه سازگاری را به صورت زیر نوشت:

رابطه سازگاری: $\Delta_{DN} = ۲\Delta_{BC}$

$$\Rightarrow \frac{F_{DN}L}{EA} = ۲(\alpha \Delta T L - \frac{F_{BC}L}{EA})$$

از طرفی با استفاده از نمودار جسم آزاد عضو صلب می‌توان نوشت:



$$\sum M_H = ۰ \Rightarrow F_{BC} \times L = F_{DN} \times ۲L \Rightarrow F_{DN} = \frac{۱}{۲}F_{BC}$$

با جایگذاری $F_{DN} = \frac{۱}{۲}F_{BC}$ در رابطه سازگاری، داریم:

$$\frac{F_{BC}L}{۲EA} = ۲(\alpha \Delta T L - \frac{F_{BC}L}{EA}) \Rightarrow F_{BC} = ۰/۸\alpha \Delta T EA$$

و ازآنجا H_x به‌صورت زیر بدست می‌آید:

$$\sum M_D = ۰ \Rightarrow H_x \times ۲L = F_{BC} \times L \Rightarrow H_x = \frac{۱}{۲}F_{BC} = ۰/۴\alpha \Delta T EA$$

(۱) -۳۲

انتهای C در اعضای AC و BC ،مشترک بوده و جابجایی قائم این گره از این اعضا با هم برابر است. لذا AB و BC مانند فنرهای موازی عمل کرده و بار P به نسبت سختی هریک از اعضاء بین آنها توزیع می‌شود.

$$\begin{cases} P_{CA} = P \times \dfrac{(\frac{۳EI}{L^۳})_{CA}}{(\frac{۳EI}{L^۳})_{CA} + (\frac{۳EI}{L^۳})_{CB}} \\ I_{CA} = I_{CB} \ , \ L_{CA} = ۲L_{CB} = ۲L \end{cases} \Rightarrow P_{CA} = P \times \frac{\frac{۱}{۸L^۳}}{\frac{۱}{۸L^۳} + \frac{۱}{L^۳}} = \frac{P}{۹} \Rightarrow M_A = \frac{۲PL}{۹}$$

$$P_{CB} = P - P_{CA} = P - \frac{P}{۹} = \frac{۸P}{۹} \Rightarrow M_B = \frac{۸PL}{۹}$$

بنابراین نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{\sigma_{max_A}}{\sigma_{max_B}} = \frac{\frac{M_A}{S_A}}{\frac{M_B}{S_B}} \overset{\text{مقطع ثابت}}{\underset{S_A = S_B}{=}} \frac{M_A}{M_B} \Rightarrow \frac{\sigma_{max_A}}{\sigma_{max_B}} = \frac{\frac{۲PL}{۹}}{\frac{۸PL}{۹}} = \frac{۱}{۴}$$

(۲) -۳۳

در مقطع جدار نازک بسته داده شده، مقاومت و صلبیت پیچشی برابرند با:

$$\begin{cases} \text{مقاومت پیچشی} = ۲A_m t \times \tau_{all} = ۲a^۲ t \times \tau_{all} \\ \text{صلبیت پیچشی} = GJ = Ga^۳ t \end{cases}$$

باتوجه به مشخصات داده شده برای مقطع در حالت‌های (۱) و (۲)، داریم:

$$\frac{a_۱}{a_۲} = ۲ \ , \ \frac{t_۱}{t_۲} = \frac{۱}{۲}$$

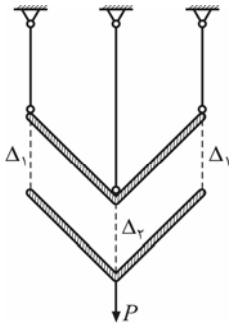
$$\alpha = \frac{۲a_۱^۲ t_۱}{۲a_۲^۲ t_۲} = ۲^۲ \times \frac{۱}{۲} = ۲ \qquad \beta = \frac{a_۱^۳ t_۱}{a_۲^۳ t_۲} = ۲^۳ \times \frac{۱}{۲} = ۴$$

(۴) -۳۴

سازه و بارگذاری روی آن متقارن می‌باشند. بنابراین تغییر شکل سازه به‌صورت زیر بوده و تغییرطول میله‌های قائم باهم برابر است.

$\Delta_۱ = \Delta_۲$

بنابراین میله‌های قائم مانند فنرهای موازی عمل کرده و نیروی P به نسبت سختی محوری اعضا بین آنها توزیع می‌شود.



$$K_۱ = \frac{EA}{a} \ , \ K_۲ = \frac{EA}{۲a}$$

$$F_۱ = P \times \frac{K_۱}{\sum K} = P \times \frac{\frac{EA}{a}}{۲ \times \frac{EA}{a} + \frac{EA}{۲a}} = ۰/۴P$$

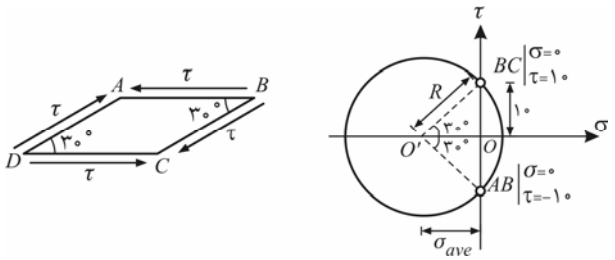
$$F_۲ = P \times \frac{K_۲}{\sum K} = P \times \frac{\frac{EA}{۲a}}{۲ \times \frac{EA}{a} + \frac{EA}{۲a}} = ۰/۲\,P$$

(۳) -۳۵

تغییرمکان نقاط مختلف تیر (ازجمله تغییرمکان ماکزیمم تیر) به‌صورت کلی از رابطه $\Delta = \frac{kPL^۳}{EI}$ به‌دست می‌آید که در این رابطه، k عددی ثابت است. اگر تمام ابعاد تیر (ابعاد مقطع و طول آن) α برابر شوند، ترم‌های $L^۳$ و I به ترتیب $\alpha^۳$ برابر و $\alpha^۴$ برابر می‌شوند. بنابراین تغییرمکان نقاط تیر، $\frac{۱}{\alpha}$ برابر می‌شود.

(۴) -۳۶

دایره موهر این المان به‌صورت مقابل می‌باشد:



با توجه به دایره موهر رسم شده، داریم:

$$tan ۳۰^\circ = \frac{|۱۰|}{|OO'|} \ \Rightarrow \ \frac{\sqrt{۳}}{۳} = \frac{۱۰}{|\sigma_{ave}|} \ \Rightarrow \ \sigma_{ave} = -۱۰\sqrt{۳}\ MPa$$

$$|\sigma_{ave}| = R \times cos\, ۳۰^\circ \ \Rightarrow \ ۱۰\sqrt{۳} = \frac{R\sqrt{۳}}{۲} \ \Rightarrow \ R = ۲۰\ MPa$$

بنابراین تنش‌های اصلی المان برابرند با:

$$\sigma_۱ = \sigma_{ave} + R = -۱۰\sqrt{۳} + ۲۰$$
$$\sigma_۲ = \sigma_{ave} - R = -۱۰\sqrt{۳} - ۲۰$$

(۲) -۳۷

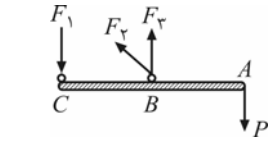
استوانه طویل فرض شده است. لذا کرنش طولی در آن صفر می‌باشد:

$$\varepsilon_l = ۰ \ \Rightarrow \ \frac{\sigma_l}{E} - \frac{\nu\sigma_r}{E} = ۰$$
$$\Rightarrow \ \sigma_l = \nu\sigma_r = \nu\frac{PR}{t}$$
$$\Rightarrow \ \sigma_l = ۰/۳ \times \frac{۶ \times ۵۰}{۳} = ۳۰\ MPa$$

۳۸- (۳)

تغییرشکل هریک از سازه‌ها را یک به یک بررسی می‌کنیم:

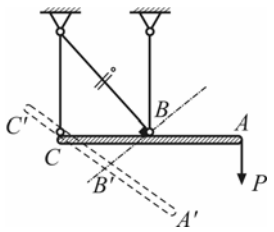
الف) در این سازه گره A فقط به سمت پایین جابجا شده و در راستای افق جابجا نمی‌شود.



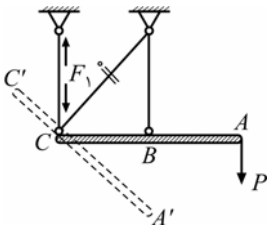
ب) از بررسی نیروهای وارد بر عضو صلب، داریم:

$$\sum F_x = ۰ \Rightarrow F_۲ = ۰$$
$$\sum M_B = ۰ \Rightarrow F_۱ = P \text{ (فشاری)}$$

چون نیروی عضو بادبندی صفر بدست آمد، این عضو تغییرطول نمی‌دهد و نقطه B در راستای عمود بر عضو مایل جابجا می‌شود. از طرفی باتوجه به فشاری بودن $F_۱$، گره C باید به سمت بالا برود. بنابراین تغییرشکل سازه به‌صورت مقابل است که در آن A به سمت پایین و چپ می‌رود.



ج) در این سازه نیز با استدلالی مشابه سازه (ب)، نیروی عضو مایل صفر و $F_۱$ فشاری بدست می‌آید. تغییرشکل این سازه به‌صورت مقابل بوده که در آن گره A به سمت پایین و چپ می‌رود.

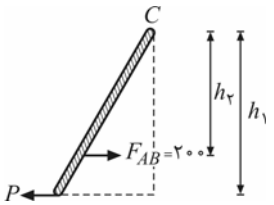


۳۹- (۲)

تغییرطول کابل $۲\ mm$ می‌باشد، لذا نیروی ایجاد شده در آن به‌صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\Delta = \frac{FL}{EA} \Rightarrow ۲\times۱۰^{-۱} = \frac{F\times۱۵۰}{۱۰\times۱۰^{۴}\times۱/۵} \Rightarrow F = ۲۰۰\,kg$$

نمودار جسم آزاد یکی از اعضای مایل را در نظر گرفته و می‌نویسیم:



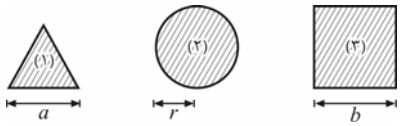
$$\begin{cases} \sum M_C = ۰ \Rightarrow Ph_۱ = F_{AB}\,h_۲ \Rightarrow P = F_{AB}\dfrac{h_۲}{h_۱} \\ \dfrac{h_۲}{h_۱} = \dfrac{۱۵۰}{۲۰۰} = \dfrac{۳}{۴} \end{cases} \Rightarrow P = ۲۰۰\times\frac{۳}{۴} = ۱۵۰$$

۴۰- (۱)

در یک ستون دو سر مفصل، بار بحرانی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P_{cr} = \frac{\pi^{۲}EI}{L^{۲}}$$

E و L برای ستون‌های ذکر شده، یکسان است. لذا برای ستون با I بیشتر، P_{cr} بزرگتر خواهد بود. باتوجه به برابری سطح مقطع ستون‌ها داریم:



$$A_۱ = A_۲ = A_۳ \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۴}a^{۲} = \pi r^{۲} = b^{۲} \Rightarrow a = \frac{۲\sqrt{\pi}}{\sqrt[۴]{۳}}r = \frac{۲}{\sqrt[۴]{۳}}b$$

$$I_۱ = \frac{ah^{۳}}{۳۶} = \frac{a\times(\frac{\sqrt{۳}}{۲}a)^{۳}}{۳۶} = \frac{\sqrt{۳}}{۹۶}a^{۴}$$

$$I_۲ = \frac{\pi r^{۴}}{۴} = \frac{\pi\times\left[\frac{\sqrt[۴]{۳}}{۲\sqrt{\pi}}a\right]^{۴}}{۴} = \frac{\frac{\pi\times۳}{۱۶\pi^{۲}}a^{۴}}{۴} = \frac{۳}{۶۴\pi}a^{۴}$$

$$I_۳ = \frac{b^{۴}}{۱۲} = \frac{\left[\frac{\sqrt[۴]{۳}}{۲}a\right]^{۴}}{۱۲} = \frac{۱}{۶۴}a^{۴}$$

$$I_۱ > I_۳ > I_۲ \Rightarrow P_{cr_۱} > P_{cr_۳} > P_{cr_۲}$$

(۱) -۴۱

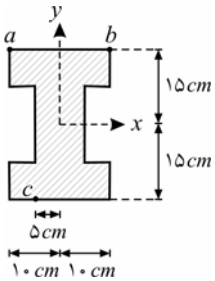
باتوجه به اطلاعات داده شده برای کرنش در نقاط a، b و c می‌توان ۲ مطلب زیر را پیرامون موقعیت این نقاط نسبت به محور خنثی بیان کرد:

۱- نقاط a و c در یک طرف و نقطه b در طرف دیگر محور خنثی واقع‌اند.

۲- در مورد فاصله این ۳ نقطه از محور خنثی داریم: فاصله a > فاصله b > فاصله c

بنابراین محور خنثی نمی‌تواند از مرکز سطح مقطع عبور کند. لذا مقطع تحت خمش مرکب قرار دارد.

فرض کنید نیروی کششی T و لنگرهای M_x و M_y (در جهت مثبت محورهای مشخص شده) به مقطع اعمال شده باشد. داریم:



$$\sigma_a = E\,\varepsilon_a \;\Rightarrow\; \frac{T}{A}+\frac{M_x\times ۱۵}{I_x}+\frac{M_y\times ۱۰}{I_y}=۱/۵\times ۱۰^{-۳}E \qquad (۱)$$

$$\sigma_b = E\,\varepsilon_b \;\Rightarrow\; \frac{T}{A}+\frac{M_x\times ۱۵}{I_x}-\frac{M_y\times ۱۰}{I_y}=-۲/۵\times ۱۰^{-۳}E \qquad (۲)$$

$$\sigma_c = E\,\varepsilon_c \;\Rightarrow\; \frac{T}{A}-\frac{M_x\times ۱۵}{I_x}+\frac{M_y\times ۵}{I_y}=۳/۵\times ۱۰^{-۳}E \qquad (۳)$$

اگر طرفین تساوی‌های (۱) و (۲) را از هم کم کنیم، داریم:

$$(۱)-(۲) \;\Rightarrow\; \frac{۲۰M_y}{I_y}=۴\times ۱۰^{-۳}E \;\Rightarrow\; \frac{M_y}{I_y}=۲\times ۱۰^{-۴}E \;\Rightarrow\; M_y=۲\times ۱۰^{-۴}EI_y$$

همچنین از تفاضل طرفین روابط (۲) و (۳) به‌دست می‌آید:

$$(۲)-(۳) \;\Rightarrow\; \frac{۳۰M_x}{I_x}-\frac{۱۵M_y}{I_y}=-۶\times ۱۰^{-۳}E \;\Rightarrow\; \frac{۳۰M_x}{I_x}-۱۵\times ۲\times ۱۰^{-۴}E=-۶\times ۱۰^{-۳}E$$

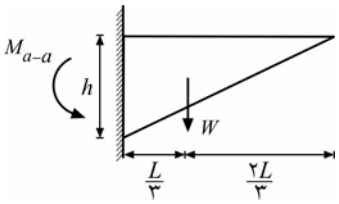
$$\Rightarrow\; \frac{M_x}{I_x}=-۱۰^{-۴}E \;\Rightarrow\; M_x=-۱۰^{-۴}EI_x$$

بنابراین نسبت $\frac{|M_x|}{|M_y|}$ برابر است با:

$$\frac{|M_x|}{|M_y|}=\frac{۱۰^{-۴}EI_x}{۲\times ۱۰^{-۴}EI_y}=\frac{I_x}{۲I_y}=\frac{۱۰۰I}{۲I}=۵۰ \;\Rightarrow\; |M_x|=۵۰|M_y|$$

(۳) -۴۲

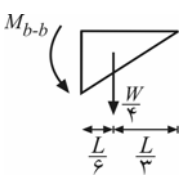
لنگر خمشی در مقطع $a-a$، ناشی از وزن کل تیر (W) می‌باشد که در محل مرکز ثقل تیر اثر می‌کند. لذا تنش خمشی حداکثر در مقطع $a-a$ به صورت زیر به‌دست می‌آید:



$$M_{a-a}=\frac{WL}{۳}$$

$$\sigma_{max_a}=\left(\frac{M}{S}\right)_a=\frac{\frac{WL}{۳}}{\frac{bh^۲}{۶}}=\frac{۲WL}{bh^۲}$$

لنگر خمشی در مقطع $b-b$، ناشی از $\frac{۱}{۴}$ وزن تیر می‌باشد که در فاصلهٔ $\frac{L}{۶}$ از این مقطع ($b-b$) اثر می‌کند. بنابراین تنش خمشی ماکزیمم در مقطع $b-b$ به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:



$$M_{b-b}=\frac{W}{۴}\times\frac{L}{۶}=\frac{WL}{۲۴}$$

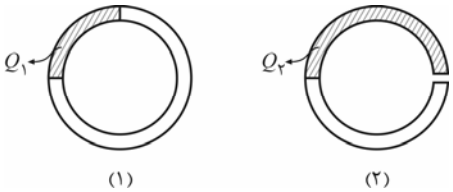
$$\sigma_{max_b}=\left(\frac{M}{S}\right)_b=\frac{\frac{WL}{۲۴}}{\frac{b\left(\frac{h}{۲}\right)^۲}{۶}}=\frac{WL}{bh^۲}$$

بنابراین نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{\sigma_{max_a}}{\sigma_{max_b}}=\frac{\frac{۲WL}{bh^۲}}{\frac{WL}{bh^۲}}=۲ \;\Rightarrow\; \sigma_{a-a}=۲\sigma_{b-b}$$

(۳) -۴۳

تنش برشی ماکزیمم در هر مقطع برابر است با:



$$\begin{cases}\tau_{max_1}=\dfrac{VQ_1}{It}\ ,\ Q_1=(A\bar{y})_1=\dfrac{\pi}{2}Rt\times\dfrac{2R}{\pi}=R^2t\\ \tau_{max_2}=\dfrac{VQ_2}{It}\ ,\ Q_2=(A\bar{y})_2=\pi Rt\times\dfrac{2R}{\pi}=2R^2t\end{cases}$$

$$\Rightarrow\ \frac{\tau_{max_1}}{\tau_{max_2}}=\frac{Q_1}{Q_2}=\frac{R^2t}{2R^2t}=\frac{1}{2}$$

(۴) -۴۴

$$\tau_A=\frac{T}{2A_mt}=\frac{T}{2a^2t}$$

$$\tau_B=\frac{Tt}{J}=\frac{Tt}{\frac{1}{3}(2a\times4)\times t^3}=\frac{3T}{8at^2}\ \Rightarrow\ \frac{\tau_B}{\tau_A}=\frac{\frac{3T}{8at^2}}{\frac{T}{2a^2t}}=\frac{3}{4}\times\frac{a}{t}=\frac{3}{4}\times20=15$$

(۲) -۴۵

در اثر اعمال لنگر پیچشی T_w به میله، داریم:

$$\tau_w=\frac{T_w\times\frac{d}{2}}{J}=\frac{T_w\,d}{2J}$$

همچنین درحالتی‌که میله تحت لنگر خمشی قرار دارد، داریم:

$$\sigma_w=\frac{M_w\times\frac{d}{2}}{I}=\frac{M_w\,d}{2I}$$

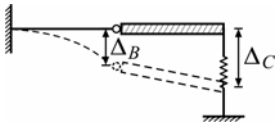
حال کافیست عبارت‌های بدست آمده برای τ_w و σ_w را در رابطه $\tau_w=0/6\,\sigma_w$ جایگذاری کنیم. (می‌دانیم در مقطع دایروی، $J=2I$ می‌باشد):

$$\frac{T_w\,d}{2J}=0/6\times\frac{M_w\,d}{2I}\ \Rightarrow\ \frac{T_w}{2}=0/6M_w\ \Rightarrow\ T_w=1/2M_w$$

با مقایسه رابطه فوق با رابطه $T_w=\alpha M_w$ که در صورت سؤال داده شده، $\alpha=1/2$ بدست می‌آید.

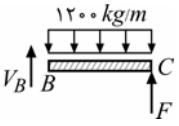
(۴) -۴۶

تغییرشکل این سازه به صورت مقابل است:



$$\Delta_{\text{وسط قطعه صلب}}=\frac{\Delta_B+\Delta_C}{2}$$

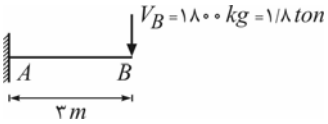
Δ_C در واقع همان تغییر طول فنر است. برای یافتن آن، ابتدا نیروی فنر را از تعادل نیروها در عضو BC می‌یابیم:



$$\sum M_B=0\ \Rightarrow\ F\times3=1200\times\frac{3^2}{2}\ \Rightarrow\ F=1800\,kg$$

$$\Delta_C=\Delta_{\text{فنر}}=\frac{F}{K}=\frac{1800}{15\times10^3}\times10^3=120\,mm$$

برای Δ_B نیز داریم:



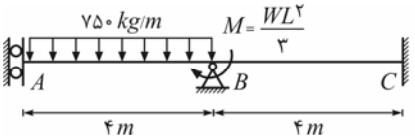
$$\Delta_B=\frac{V_BL^3}{3EI}=\frac{1/8\times3^3\times10^3}{3\times100}=162\,mm$$

در نهایت تغییر مکان وسط BC به صورت مقابل به‌دست می‌آید:

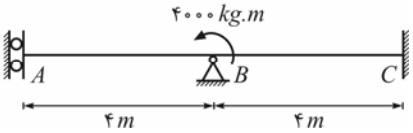
$$\Delta_{BC\ \text{وسط}}=\frac{\Delta_C+\Delta_B}{2}=\frac{120+162}{2}=141\,mm$$

(۲) -۴۷

سازه‌های (۱) و (۲) را مطابق شکل زیر در نظر بگیرید. در سازه (۱) با اعمال لنگر M ، دوران گره B را صفر می‌کنیم. در این صورت B مانند تکیه‌گاه گیردار برای تیر AB عمل می‌کند و $M = \frac{WL^۲}{۳}$ می‌باشد. سپس با اعمال M در سازه (۲) در جهت عکس و استفاده از اصل جمع آثار قوا در ۲ سازه، M_{BC} به‌دست می‌آید.



سازه (۱)



سازه (۲)

در سازهٔ (۱) : $M_{BC_۱} = ۰ \quad , \quad M = \frac{WL^۲}{۳} = \frac{۷۵۰ \times ۴^۲}{۳} = ۴۰۰۰\, kg.m$

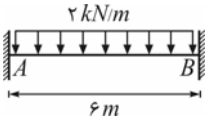
در سازهٔ (۲) : $M_{BC_۲} = ۴۰۰۰ \times \frac{\frac{۴EI}{L_{BC}}}{\frac{۴EI}{L_{BC}} + \frac{EI}{L_{AB}}} = ۴۰۰۰ \times \frac{۴}{۵} = ۳۲۰۰\, kg.m$

$$M_{BC} = M_{BC_۱} + M_{BC_۲} = ۰ + ۳۲۰۰ = ۳۲۰۰\, kg.m$$

$$M_{CB} = M_{BC} \times (C.O.F.) = ۳۲۰۰ \times \frac{۱}{۲} = ۱۶۰۰\, kg.m$$

(۱) -۴۸

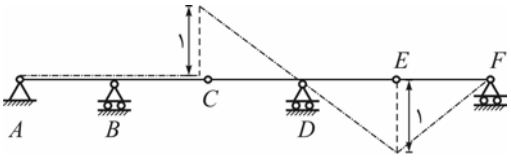
اگر θ_A و θ_B همزمان صفر شوند، تیر AB مانند یک تیر دوسرگیردار عمل کرده و M_A و M_B نیز لنگر گیرداری تکیه‌گاه‌های آن می‌باشند.



$$M_A = M_B = \frac{WL^۲}{۱۲} = \frac{۲ \times ۶^۲}{۱۲} = ۶\, kN.m$$

(۳) -۴۹

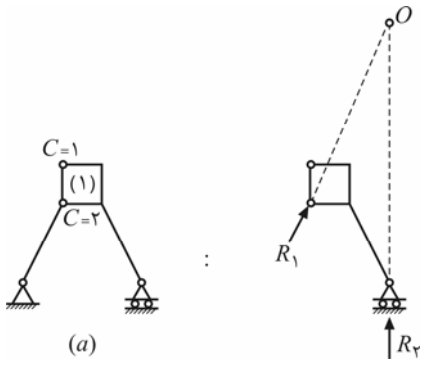
خط تأثیر برش در C به صورت زیر است. ملاحظه می‌شود که ارتفاع آن در E ، برابر واحد است.



(۴) -۵۰

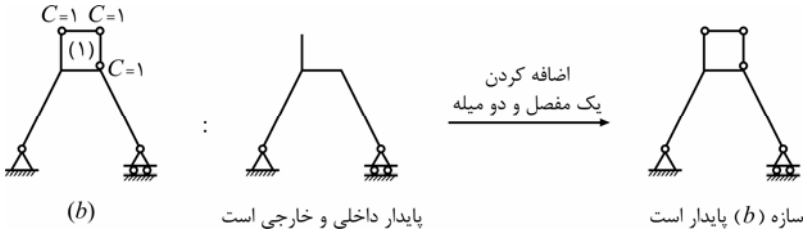
سازه‌های a تا d را یک‌به‌یک بررسی می‌کنیم:

(a) در این سازه مولفه‌های عکس‌العمل تکیه‌گاهی در نقطه O همرس می‌باشند. بنابراین اگر نیرویی به این سازه وارد شود، به‌نحوی که امتداد آن از O عبور نکند، رابطه تعادل $\sum M_O = ۰$ برقرار نخواهد بود. لذا سازه (a) ناپایدار است.



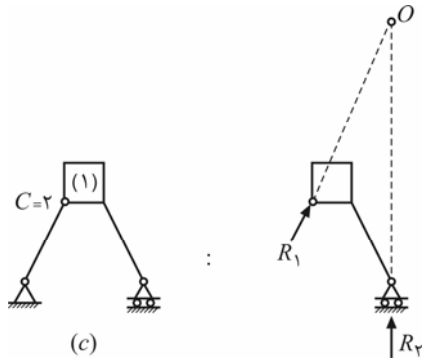
$$n = ۳k + r - (C + ۳) = ۳ \times ۱ + ۳ - (۳ + ۳) = ۰ \rightarrow$$ معین است.

(b) باتوجه به شکل مقابل، سازه b پایدار است.



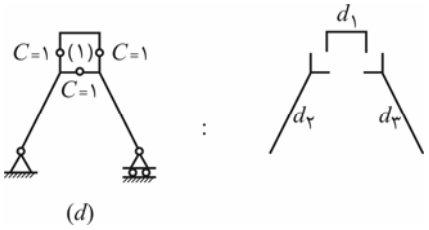
$n = ۳k + r - (C + ۳) = ۳\times۱ + ۳ - (۳ + ۳) = ۰ \rightarrow$ معین است.

(c) در این سازه نیز عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی در O همرس می‌شوند. بنابراین سازه ناپایدار خواهد بود.



$n = ۳k + r - (C + ۳) = ۳\times۱ + ۳ - (۲ + ۳) = ۱ \rightarrow$ یک درجه نامعین است.

(d) قطعات $d_۱$ و $d_۲$ و $d_۳$ مطابق شکل مقابل، پایدار داخلی می‌باشند. زیرا چند عضو توسط اتصال صلب به‌هم متصل شده‌اند.



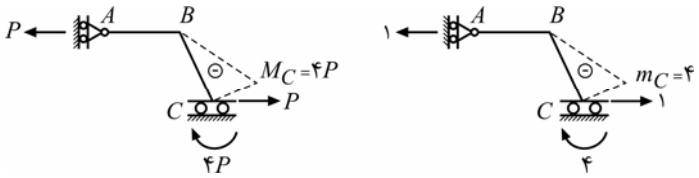
هر ۲ قسمت از این ۳ قسمت پایدار توسط مفصل‌های خمشی که در یک امتداد نیستند، به هم متصل شده‌اند، بنابراین سازه d ازنظر داخلی پایدار می‌باشد و ازنظر خارجی نیز قیدهای لازم برای پایداری این سازه موجود است، لذا کل سازه پایدار است.

$n = ۳k + r - (C + ۳) = ۳\times۱ + ۳ - (۳ + ۳) = ۰ \rightarrow$ معین است.

بنابراین سازه‌های b و d، پایدار و معین می‌باشند.

(۳) -۵۱

از روش بار واحد استفاده می‌کنیم. تحلیل هر دو سازه مشابه هم می‌باشد. به عنوان مثال عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی سازهٔ اصلی را می‌یابیم:

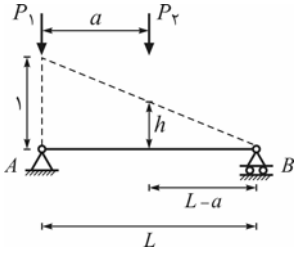


$$\sum F_x = ۰ \Rightarrow R_{A_x} = P$$
$$\sum F_y = ۰ \Rightarrow R_{C_y} = ۰$$
$$\sum M_A = ۰ \Rightarrow M_C = ۴P$$

$$\Delta_C \times ۱ + ۰ = \int \frac{M(x)\, m(x)}{EI} dx = \frac{A_M \bar{m}}{EI} = \frac{\left[\frac{۱}{۲}(۴P \times ۵)\right] \times (\frac{۲}{۳} \times ۴)}{EI} = \frac{۸۰P}{۳EI}$$

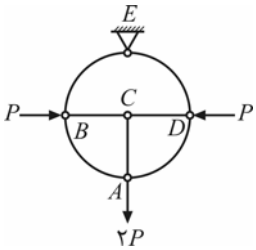
(۴) -۵۲

برش ماکزیمم در یک تیر دوسر مفصل، روی یکی از دو تکیه‌گاه ایجاد می‌شود. خط تأثیر برش در تکیه‌گاه سمت چپ (یا همان خط تأثیر عکس‌العمل تکیه‌گاه) را درنظر می‌گیریم. (زیرا $P_۱ > P_۲$ بوده و $P_۱$ در سمت چپ قرار دارد.)



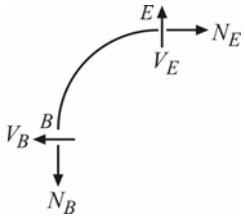
$$\begin{cases} V_{max} = V_A = P_۱ \times ۱ + P_۲ \times h \\ \frac{h}{۱} = \frac{L-a}{L} \Rightarrow h = \frac{L-a}{L} \end{cases} \Rightarrow V_{max} = P_۱ + \frac{L-a}{L} P_۲$$

(۲) -۵۳



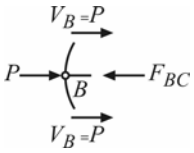
عضوهای BC و CD در یک راستا هستند. بنابراین با توجه به نحوهٔ اتصال این اعضا به عضو AC در گرهٔ C (AC در راستای آنها نیست) و این‌که بار خارجی به گره C اعمال نشده است، می‌توان گفت AC یک عضو صفر نیرویی می‌باشد. ($F_{AC}=۰$)

$$\sum F_y = ۰ \Rightarrow R_{E_y} = ۲P \uparrow$$
$$\sum F_x = ۰ \Rightarrow R_{E_x} = ۰$$



حال قطعه BE را جداگانه بررسی می‌نماییم. با توجه به تقارن سازه اصلی، نیروی برشی V_E در BE و DE باهم برابر بوده و برابر با مقدار P می‌باشد.

$$\sum F_y = ۰ \Rightarrow V_E = N_B = P$$
$$\sum M_E = ۰ \Rightarrow N_B \cdot R = V_B \cdot R \Rightarrow N_B = V_B = P$$



به همین ترتیب V_B در عضو AB نیز P بدست می‌آید. در نهایت از تعادل نیروها در گره B، خواهیم داشت:

$\sum F_x = ۰ \Rightarrow F_{BC} = ۳P$ فشاری

(۳) -۵۴

اعضای CE و CD هیچ‌گونه سختی خمشی‌ای نداشته و $M_{CE}=M_{CD}=۰$ می‌باشد. لذا لنگر خمشی M بین اعضای AC و BC توزیع خواهد شد. با توجه به این‌که سختی خمشی هر دو عضو یکسان است (زیرا مشابه هم هستند)، می‌توان نوشت:

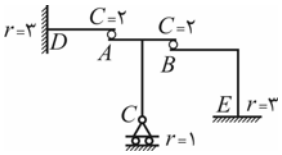
$$M_{CB} = M_{CA} = \frac{M}{۲}$$

حال می‌توان M_{BC} را به‌دست آورد:

$$M_{BC} = M_{CB} \times C.O.F. = \frac{M}{۲} \times \frac{۱}{۲} = \frac{M}{۴}$$

(۱) -۵۵

ابتدا درجه نامعینی سازه را به روش حلقه می‌یابیم:

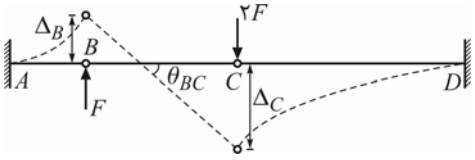


$n = ۳k + r - (C + ۳) = ۰ + ۷ - (۴ + ۳) = ۰ \rightarrow$ معین است

قطعه ABC هیچ‌گونه قیدی در مقابل نیروهای افقی ندارد، به‌عبارتی دیگر هرگاه یک نیروی افقی به آن وارد شود، هیچ مولفه افقی برای تحمل این نیرو وجود نداشته و $\sum F_x = ۰$ برای ABC برقرار نمی‌گردد. لذا این قسمت از سازه، عامل ناپایداری کل سازه است.

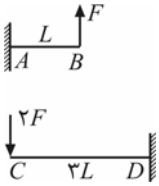
(۱) -۵۶

تغییرشکل این سازه به‌صورت مقابل می‌باشد:



عضو BC دوسر مفصل بوده و لنگر خمشی و نیروی برشی در طول آن صفر است. بنابراین کل بار F به AB و کل بار $۲F$ به CD می‌رسد.

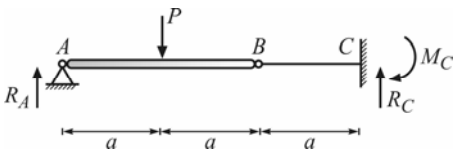
باتوجه به شکل: $\theta_{BC} = \dfrac{\Delta_B + \Delta_C}{L_{BC}}$



$$\begin{cases} \Delta_B = \dfrac{FL^۳}{۳EI} \\ \Delta_C = \dfrac{۲F(۳L)^۳}{۳EI} = \dfrac{۱۸FL^۳}{EI} \end{cases} \Rightarrow \theta_{BC} = \frac{\frac{FL^۳}{۳EI} + \frac{۱۸FL^۳}{EI}}{۲L} = \frac{۵۵FL^۲}{۶EI}$$

(۴) -۵۷

از روش تیر مزدوج استفاده می‌کنیم. زیرا اختلاف شیب در طرفین مفصل خمشی خواسته شده است. برای رسم تیر مزدوج و بارگذاری آن، باید نمودار لنگر خمشی در قسمت‌های الاستیک (غیر صلب) سازه رسم شود (قطعه BC در تیر داده شده). داریم:

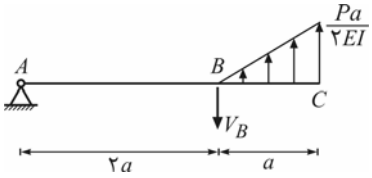


$$\sum M_{B_L} = ۰ \Rightarrow R_A \times ۲a = P \times a \Rightarrow R_A = \frac{P}{۲}$$

$$\sum F_y = ۰ \Rightarrow R_C + R_A = P \Rightarrow R_C = P - \frac{P}{۲} = \frac{P}{۲}$$

$$\sum M_{B_R} = ۰ \Rightarrow M_C = R_C \times a = \frac{Pa}{۲}$$

تیر مزدوج به‌صورت زیر رسم شده و بارگذاری می‌شود:



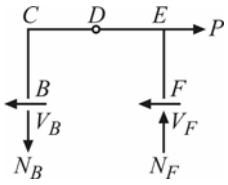
$$\sum M_A = ۰ \Rightarrow V_B \times ۲a = \frac{۱}{۲}\left(\frac{Pa}{۲EI} \times a\right) \times \left(۲a + \frac{۲a}{۳}\right)$$

$$\Rightarrow V_B = \frac{Pa^۲}{۳EI}$$

V_B در تیر مزدوج، همان $\Delta\theta$ طرفین B در تیر اصلی است.

(۲) -۵۸

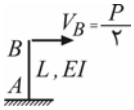
قطعه $BCDEF$ را مطابق شکل به‌طور جداگانه تحلیل می‌کنیم. توجه شود که در B و F، لنگر خمشی صفر است.



$$\sum M_F = ۰ \Rightarrow N_B \times ۲L = P \times L \Rightarrow N_B = \frac{P}{۲}$$

$$BCD: \sum M_D = ۰ \Rightarrow N_B \times L = V_B \times L \Rightarrow V_B = N_B = \frac{P}{۲}$$

برش V_B به ستون AB می‌رسد:



$$\Delta_B = \frac{V_B L^۳}{۳EI} = \frac{PL^۳}{۶EI}$$

(۳) -۵۹

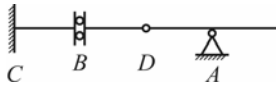
چون M_A خواسته شده و $M_B = ۰$ می‌باشد، می‌توان از رابطه شیب افت اصلاح شده استفاده کرد:

$$M_A = M_{AB} = \frac{۳EI}{L}\left(\theta_A - \frac{\Delta_{B/A}}{L}\right) + \bar{M}_{AB} - \frac{۱}{۲}\bar{M}_{BA} = \frac{۳EI}{L}\left(۰ - \frac{(-۲+۱)}{L}\right) + ۰ - ۰ = \frac{۳EI}{L^۲}$$

تذکر: علت علامت منفی به‌کار رفته در $\Delta_{B/A}$ آن است که نشست تکیه‌گاه A نسبت به B به سمت پایین می‌باشد.

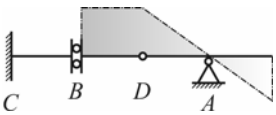
(۴) -۶۰

برای رسم خط تأثیر نیروی برشی در نقطه B، یک مفصل برشی فرضی در این نقطه قرار می‌دهیم و به دو طرف اختلاف خیزی برابر با واحد اعمال می‌نماییم. توجه شود که شیب تیر در طرفین مفصل برشی فرضی در B باید با هم برابر باشد.



همانطور که دیده می‌شود، تکیه‌گاه C گیردار است و اجازه هیچ‌گونه تغییرشکلی را به قطعه BC نمی‌دهد. به همین علت خیز و شیب سمت چپ نقطه B صفر خواهد بود، بنابراین شیب قطعه BD هم صفر می‌باشد و خیز آن برابر واحد خواهد بود.

خط تأثیرنیروی برشی در B به‌صورت روبرو خواهد بود:



ملاحظه می‌شود که نمودار خط تأثیر از یک مستطیل و دو مثلث تشکیل شده است.

مکانیک خاک و پی

۶۱- (۱)

در آزمایش تحکیم یک‌بعدی به علت عدم تغییر شکل جانبی نمونه، بایستی برای به‌دست آوردن فشار جانبی وارد بر سطح استوانه از رابطهٔ محاسبهٔ فشار جانبی در حالت سکون استفاده کنیم. بنابراین تنش کل افقی را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\sigma_h = \sigma'_h + u = K_\circ \sigma'_v + u$$

از طرفی می‌دانیم اضافه‌فشار آب حفره‌ای در ابتدای تحکیم برابر فشار وارده و در انتهای آن صفر است. در مورد اضافه تنش مؤثر نیز عکس این مطلب صحت دارد، لذا خواهیم داشت:

حالت ۱) ابتدای تحکیم (بلافاصله پس از اعمال فشار قائم): $\sigma' = \circ \ , \ u = P \ \rightarrow \ \sigma_h = \circ + P = P$

حالت ۲) انتهای تحکیم (پس از خاتمه تحکیم): $\sigma' = P \ , \ u = \circ \ \rightarrow \ \sigma_h = k_\circ P + \circ = k_\circ P$

۶۲- (۲)

با توجه به صورت سؤال واضح است که هدف به‌دست آوردن عمق مجاز گودبرداری می‌باشد، بنابراین می‌نویسیم:

$$\phi = ۳۰^\circ \ \Rightarrow \ K_a = tan^۲\left(۴۵ - \frac{\phi}{۲}\right) = \frac{۱}{۳} \qquad c = ۰/۱ \ kg/cm^۲ = ۱۰۰ \ gr/cm^۲$$

$$H = \frac{۴c}{\gamma\sqrt{K_a}} = \frac{۴\times ۱۰۰}{۱/۷۳\times\sqrt{\frac{۱}{۳}}} = ۴۰۰ cm = ۴ m$$

توجه: $\sqrt{۳} = ۱/۷۳$

۶۳- (۱)

به دلیل واحد بودن چگالی آب، سه برابر شدن حجم آب موجود در خاک، به معنی سه‌برابر شدن وزن آب نیز می‌باشد که باتوجه به ثابت بودن وزن دانه‌های جامد، نتیجه می‌شود که میزان رطوبت خاک نیز سه‌برابر خواهد شد:

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \ \Rightarrow \ \omega \text{ سه برابر می‌شود}$$

(W_w: سه برابر شده است. W_s: ثابت است)

اما با سه برابر شدن حجم آب نمی‌توان به‌طور دقیق درمورد تغییرات درجه اشباع اظهارنظر کرد. در این حالت بایستی حتماً درجه اشباع اولیه خاک مشخص باشد.

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \ \Rightarrow \begin{cases} \text{اولیه } S_r \le \frac{۱}{۳} \ \Rightarrow \ V_v \text{ ثابت می‌ماند} \ \Rightarrow \ S_r \text{ سه‌برابر خواهد شد} \\ \frac{۱}{۳} < \text{اولیه } S_r < ۱ \ \Rightarrow \ \begin{matrix} V_v \text{ زیاد می‌شود} \\ \text{ولی سه برابر نمی‌شود} \end{matrix} \ \Rightarrow \ \begin{matrix} S_r \text{ زیاد می‌شود} \\ \text{ولی سه برابر نمی‌شود} \end{matrix} \\ \text{اولیه } S_r = ۱ \ \Rightarrow \ V_v \text{ سه برابر می‌شود} \ \Rightarrow \ S_r \text{ ثابت می‌ماند} \end{cases}$$

(V_w: سه برابر شده است. V_v: ?)

توجه کنید که ماکزیمم مقدار S_r برابر یک است.

۶۴- (۴)

براساس معیار مور-کولمب تنش قائم و برشی حداکثر هیچ‌یک به تنهایی سبب گسیختگی خاک نمی‌گردد، بلکه ترکیبی بحرانی از آن‌هاست که منجر به گسیختگی خاک می‌گردد بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

۶۵- (۲)

$$\begin{cases} Q = kA\left(\frac{\Delta H}{L}\right) \\ L = \sqrt{۶۰^۲ + ۸۰^۲} = ۱۰۰ \end{cases} \Rightarrow \ Q = (۲)\left(\frac{\pi}{۴}\times ۱۰^۲\right)\left(\frac{۶۰}{۱۰۰}\right) = ۳۰\pi \ cm^۳/s$$

توجه کنید که ΔH فاصله قائم بین ترازهای پیزومتری دو نقطه است و همانطور که در شکل ملاحظه می‌کنید برابر $۶۰cm$ است.

(۳) -۶۶

با نوشتن رابطهٔ پیوستگی جریان خواهیم داشت:

$$Q_۱ = Q_۲ \Rightarrow k_۱ A_۱ (\frac{\Delta h_۱}{L_۱}) = k_۲ A_۲ (\frac{\Delta h_۲}{L_۲})$$

$$\xrightarrow[L_۱ = L_۲ = ۱m]{A_۱ = A_۲} (k_۱)(\Delta h_۱) = (۲k_۱)(\Delta h_۲) \Rightarrow \Delta h_۱ = ۲\Delta h_۲ \quad (I) \text{ رابطه}$$

از طرفی می‌دانیم افت انرژی کل برابر مجموع افت تک‌تک لایه‌هاست، بنابراین می‌نویسیم:

$$\Delta h_۱ + \Delta h_۲ = h \quad (II) \text{ رابطه}$$

از روابط (I) و (II) مقادیر $\Delta h_۱$ و $\Delta h_۲$ به‌صورت زیر به‌دست می‌آیند:

$$\Delta h_۱ = \frac{۲h}{۳} \quad , \quad \Delta h_۲ = \frac{h}{۳}$$

حال شرط جوشش در خاک (۱) را می‌نویسیم:

$$FS_{\text{جوشش}} = ۱ \Rightarrow (i_{cr})_۱ = i_۱ = \frac{\Delta h_۱}{L_۱} \Rightarrow ۱ = \frac{(\frac{۲h}{۳})}{۱} \Rightarrow h = ۱/۵ m$$

(۴) -۶۷

با استفاده از رابطه زیر در آزمایش CU خواهیم داشت:

$$(\sigma_۱ - u_f) = (\sigma_۳ - u_f) tan^۲ (۴۵ + \frac{\phi'}{۲}) + ۲c' tan (۴۵ + \frac{\phi'}{۲})$$

$$\Rightarrow (۱۲۰ + ۱۲۰ - u_f) = (۱۲۰ - u_f) tan^۲ (۴۵ + \frac{۳۰}{۲}) + ۰ \Rightarrow u_f = ۶۰ kN/m^۲$$

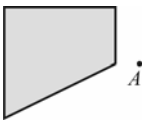
(۲) -۶۸

آب جذب سطحی با ویسکوزیته بالا مثل یک چسب لزج ذرات رس را به هم چسبانده و توده خاک را خمیری می‌کند. این در حالی است که آب موجود در حفرات خاک که جاذبه‌ای با ذرات رس نداشته و با ویسکوزیته پایین به‌راحتی در خاک روان است (آب آزاد) باعث روان شدن خاک می‌گردد. پس می‌توان گفت که آب جذب سطحی عامل رفتار خمیری خاک رسی و آب آزاد باعث بروز خاصیت روانی آن است.

(۲) -۶۹

درصد تراکم خاک می‌تواند بیش از ٪۱۰۰ شود و آن زمانی است که خاک موردنظر در کارگاه بیشتر از مقدار تعیین شده در آزمایشگاه متراکم شود. (به‌عنوان مثال در خاکهایی که ذرات درشت‌تر از الک $\frac{۳}{۴}$ اینچ را بیشتر داشته باشند و همچنین در حالتی که انرژی تراکم در کارگاه بیشتر است، چنین حالتی اتفاق می‌افتد.)

(۳) -۷۰



برای نقطه‌ای که می‌خواهیم اضافه تنش قائم آن را محاسبه کنیم، محدودیتی وجود ندارد. این نقطه می‌تواند در هر مکانی از جمله خارج از سطح بارگذاری هم قرار داشته باشد. به‌عنوان مثال می‌توان به اضافه تنش قائم نقطهٔ A در سطح بارگذاریِ شکل مقابل اشاره کرد. از این رو گزینه (۳)نادرست است.

(۱) -۷۱

$F_{۲۰۰} = ۱۶٪ < ۵۰٪ \Rightarrow$ خاک درشت‌دانه است $(S$ یا $G)$

$F_۴^* = (\frac{F_۴ - F_{۲۰۰}}{۱۰۰ - F_{۲۰۰}}) \times ۱۰۰ = (\frac{۷۷ - ۱۶}{۱۰۰ - ۱۶}) \times ۱۰۰ = ۷۲/۶٪ \Rightarrow$ خاک ماسه‌ای (S) است.

باتوجه به گزینه‌ها واضح است که تنها گزینه (۱) می‌تواند صحیح باشد. نام کامل خاک را که SC است، خودتان به‌دست آورید.