فهـــــرست

فصل اول: کلیات ۸
فصل دوم: علائم و تعاریف ۱۴
فصل سوم: مشخصات مکانیکی بتن ۲۰
فصل چهارم: مشخصات آرماتورها ۲۸
فصل پنجم: الزامات سیستم‌های سازه‌ای ۴۲
فصل ششم: تحلیل سیستم‌ها ۴۶
فصل هفتم: ضریب‌های بار و ترکیب‌های بارگذاری - ضریب‌های کاهش مقاومت ۶۰
فصل هشتم: ارزیابی مقاومت مقطع در خمش، بارمحوری، برش، پیچش و برش اصطکاک ۶۴
فصل نهم: دال‌های یک‌طرفه ۹۰
فصل دهم: دال‌های دوطرفه ۹۶
فصل یازدهم: تیرها ۱۱۰
فصل دوازدهم: ستون‌ها ۱۲۶
فصل سیزدهم: دیوارها ۱۳۶
فصل چهاردهم: دیافراگم‌ها ۱۴۴
فصل پانزدهم: شالوده‌های بتن‌آرمه ۱۵۰
فصل شانزدهم: ناحیه اتصال تیر به ستون و دال به ستون ۱۶۴
فصل هفدهم: اتصالات اعضای سازه‌ای به یکدیگر ۱۷۲
فصل هجدهم: مهار به بتن ۱۸۲
فصل نوزدهم: الزامات بهره‌برداری ۱۹۶
فصل بیستم: ضوابط ویژه برای طراحی در برابر زلزله ۲۱۲
فصل بیست و یکم: جزئیات آرماتورگذاری ۲۵۰
فصل بیست و دوم: مدارک طرح، الزامات ساخت و نظارت ۲۸۲
فصل بیست و سوم: ارزیابی مقاومت سازه‌های موجود ۳۲۶
پیوست اول: دوام بتن و آرماتور ۳۳۲
پیوست دوم: طراحی در برابر آتش‌سوزی ۳۵۸
پیوست سوم: روش خرپایی (روش بست و بند) ۳۶۴
پیوست چهارم: جمع‌شدگی و خزش بتن ۳۶۶
پیوست پنجم: روش ضرائب لنگر خمشی در دال‌ها ۳۷۰
پیوست ششم: روش طراحی ساده ساختمان‌های بتنی ۳۷۴

مقدمه مؤلف

مهندس عزیز سلام ؛ از اینکه موسسه انتشاراتی سری عمران را برای مطالعه و آمادگی آزمون‌های نظارت و اجرا انتخاب کردید خرسندیم. امیدواریم که با تلاش و پشتکار خود و با استفاده از محصولات و خدمات موسسه، به نتیجه مطلوب یعنی قبولی در آزمون‌های نظام مهندسی (نظارت و اجرا) دست پیدا کنید.

یکی از مهمترین منابع مشترک آزمون‌های نظارت و اجرا، مبحث نهم مقررات ملی ساختمان با عنوان «طرح و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه» می‌باشد که همواره سؤالات زیادی از آن مطرح شده و داوطلبین عزیز زمان زیادی را برای مطالعه آن اختصاص می‌دهند. با توجه به تغییر ویرایش آیین‌نامه در سال ۱۳۹۹ و تغییرات زیاد در محتوی مبحث، مؤسسه سری عمران به منظور پوشش این منبع مهم اقدام به انتشار کتاب «بانک سؤالات طرح و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه» براساس ویرایش جدید نموده و این کتاب اکنون در اختیار شما می‌باشد. در این مقدمه در تلاشیم به صورت مختصر به معرفی این کتاب در بخش‌های مختلف بپردازیم. بنابراین همراه ما باشید.

بخش اول بررسی تغییرات مبحث نهم در ویرایش جدید

با توجه به تغییر آیین‌نامه لازم است تا شما مهندسین عزیز نسبت به تغییرات کلی مبحث که در آزمون نظارت و اجرا با آن مواجه خواهشد شد آشنایی لازم را داشته باشید. در این بخش به مهمترین تغییرات آیین‌نامه در قالب موارد زیر خواهیم پرداخت:

۱ تعداد فصول و صفحات آیین‌نامه که به صورت خاص به مطالب مرتبط با آزمون‌های نظارت و اجرا پرداخته می‌شود کاهش پیدا کرده است. این فصول به صورت خاص شامل فصول ۱ تا ۴، فصل ۲۲ و پیوست ۱ می‌باشد. سایر فصول به صورت محاسباتی یا محاسباتی - نظارتی می‌باشند که در ادامه در مورد آن‌ها توضیح خواهیم داد.

۲ تعداد صفحات آیین‌نامه در حالت کلی افزایش یافته و مطالعه آن حتی به صورت روزنامه‌وار زمان زیادی از شما خواهد گرفت. بنابراین لازم است تا با یک روند مطالعاتی مناسب بررسی و تحلیل شود.

۳ مطالب مرتبط با مفاهیم نظارت و اجرا به ویژه در فصل ۲۲ اغلب به صورت کلی مطرح شده و بیشتر به آیین‌نامه بتن ایران «آبا» ارجاع داده شده است. لازم به ذکر است که تاکنون آیین‌نامه «آبا» به عنوان منابع آزمون معرفی نشده است.

بخش دوم معرفی کتاب «بانک سؤالات طرح و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه»

در این بخش به معرفی مهمترین ویژگی‌های این کتاب در قالب موارد زیر خواهیم پرداخت:

۱ مهمترین ویژگی این کتاب را می‌توان پوشش کامل مبحث نهم مقررات ملی ساختمان دانست. بدین منظور مولف با بررسی دقیق آیین‌نامه به صورت صفحه به صفحه اقدام به طرح سؤال از تمام بخش‌هایی که قابلیت طرح سؤال در آزمون‌های نظارت و اجرا را دارند، نموده است. بنابراین ترتیب طیف گسترده ای از سؤالات در تمامی فصول آیین‌نامه در اختیار شما خواهد بود.

۲ پوشش کامل تمامی سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی در ادوار گذشته تاکنون را میتوان ویژگی بارز دیگر این کتاب دانست. لازم به ذکر است در مواردی که به دلیل تغییر بند آیین‌نامه امکان پاسخگویی به سؤال خاصی نبوده، تا حد امکان سؤال مورد نظر ویرایش شده و تلاش بر این بوده است که نکته و ایده سؤال از بین نرود.

۳ از دیگر ویژگی‌های این کتاب می‌توان به ارائه پاسخ‌های کاملا تشریحی برای هر سؤال و ارائه متن کامل مرتبط از آیین‌نامه به همراه ارجاع شماره بند و شماره صفحه در هر سؤال اشاره کرد. بدین ترتیب داوطلب می‌تواند در هر مورد به آیین‌نامه مراجعه کرده و علاوه بر ارتباط با آیین‌نامه، کنترل‌های لازم را انجام دهد.

۴ طرح بیش از ۶۰۰ سؤال ۴ گزینه‌ای در قالب سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی و تالیفی مکمل، شما را نسبت به هر منبع دیگری برای مطالعه مبحث نهم مقررات ملی ساختمان بی نیاز می‌کند.

۵ طبقه‌بندی فصول کتاب براساس فصل‌های آیین‌نامه و ترتیب آن باعث ایجاد یک روند مطالعاتی مناسب برای شما خواهد شد. بدین ترتیب می‌توانید ابتدا مطالب فصل مورد نظر از آیین‌نامه را مطالعه کرده و سپس به بررسی سؤالات آن بپردازید.

۶ طرح سؤال از بخش‌های ویژه آزمون محاسبات که گاها در آزمون‌های نظارت و اجرا مورد توجه بوده اند و پوشش تمامی این بخش‌ها با رعایت سطح دشواری سؤالات در حد آزمون، باعث اطمینان شما از بررسی فصول محاسباتی خواهد شد تا شما نگران این بخش‌ها در آزمون نباشید.

۷ ایجاد ساختار شکست در فصولی که حجم مطالب بیشتر است (مانند فصل ۲۰) یا اهمیت مطالب آن بسیار زیاد است و تراکم سؤالات در آن بالا می‌باشد (مانند فصل ۲۲)، به شما کمک خواهد کرد تا بتوانید مطالب هر فصل را با تمرکز و نظم بهتری دنبال کنید. در مورد این موضوع در ادامه توضیحات لازم ارائه خواهد شد.

بخش سوم راهنمای مطالعه کتاب

در این بخش به منظور استفاده بهتر شما مهندسین عزیز از محتوی کتاب و افزایش بازدهی آن، مطالب مهمی را در قالب نکات مختلف ارائه می‌کنیم تا ضمن معرفی یک روند مطالعاتی مناسب، با توجه به شرایط و مدت زمانی که برای مطالعه در اختیار دارید، به بهترین شکل ممکن از کتاب استفاده نمایید. بهتر است قبل از بیان این موارد به جدول زیر نگاه کنید:

فصل	عنوان فصل	تعداد صفحه	اولویت مطالعه	طبقه بندی	تعداد سؤال
۱	کلیات	۶	۲	نظارت - اجرا	۱۰
۲	علائم و تعاریف	۴۵	۱	نظارت - اجرا	۱۰
۳	مشخصات مکانیکی بتن	۵	۱	نظارت - اجرا	۱۵
۴	مشخصات آرماتورها	۱۳	۱	نظارت - اجرا	۲۲
۵	الزامات سیستم‌های سازه ای	۶	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۵
۶	تحلیل سیستم‌ها	۲۰	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۲۳
۷	ضرایب بار و کاهش مقاومت	۱۰	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۶
۸	خمش ، برش ، پیچش ، بار محوری و ...	۳۱	۲	محاسبات – نظارت- اجرا	۴۲
۹	دال‌های یک طرفه	۱۱	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۱۳
۱۰	دال‌های دوطرفه	۳۷	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۲۳
۱۱	تیرها	۲۲	۲	محاسبات – نظارت- اجرا	۲۵
۱۲	ستون‌ها	۹	۲	محاسبات – نظارت- اجرا	۱۸
۱۳	دیوارها	۱۳	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۱۶
۱۴	دافراگم‌ها	۱۰	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۱۰
۱۵	شالوده‌های بتن آرمه	۱۶	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۲۶
۱۶	ناحیه اتصال تیر به ستون و دال به ستون	۷	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۱۳
۱۷	اتصالات اعضای سازه ای به یکدیگر	۱۸	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۱۹
۱۸	مهار به بتن	۴۶	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۳۰
۱۹	الزامات بهره برداری	۹	۱	محاسبات – نظارت- اجرا	۲۰
۲۰	ضوابط ویژه طراحی در برابر زلزله	۷۲	۲	محاسبات – نظارت- اجرا	۸۷
۲۱	جزئیات آرماتورگذاری	۳۲	۱	محاسبات – نظارت- اجرا	۴۵
۲۲	مدارک طرح ، الزامات ساخت و نظارت	۳۹	۱	نظارت - اجرا	۸۸
۲۳	ارزیابی مقاومت سازه‌های موجود	۸	۲	محاسبات – نظارت- اجرا	۱۰
پ ۱	دوام بتن و آرماتور	۲۷	۱	نظارت - اجرا	۳۱
پ ۲	طراحی در برابر آتش سوزی	۲۴	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۸
پ ۳	روش خرپایی (بست و بند)	۲۳	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۳
پ ۴	جمع شدگی و خزش بتن	۷	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۳
پ ۵	روش ضرایب لنگر خمشی در دال‌ها	۹	۳	محاسبات – نظارت- اجرا	۲
پ ۶	روش طراحی ساده ساختمان بتنی	۳۰	۲	نظارت - اجرا	۲
	جمع				۶۲۵

در مورد این جدول می‌توان به نکات زیر اشاره کرد:

۱ در ستون اول و دوم جدول از سمت راست، شماره و عنوان هریک از فصل‌های کتاب که کاملاً منطبق با آیین‌نامه می‌باشد آورده شده است.

۲ در ستون سوم تعداد صفحات آیین‌نامه در فصل مورد نظر آورده شده است تا شما نسبت به زمان مورد نیاز برای مطالعه برآورد مناسبی داشته باشید.

۳ در ستون چهارم، اولویت‌های مطالعه برای هریک از فصل‌ها براساس میزان اهمیت آن‌ها صرفاً در آزمون‌های نظارت و اجرا آورده شده است. بدین ترتیب می‌توانید از اطلاعات این ستون به صورت زیر نیز استفاده نمایید:

الف) اولویت شماره (۱): فصل‌های ۲، ۳، ۴، ۲۲، پیوست ۱، ۲۱ و ۱۹

ب) اولویت شماره (۲): فصل‌های ۱، ۲۰، ۸، ۱۱، ۱۲، ۲۳ و پیوست ۶

پ) اولویت شماره (۳): فصل‌های ۵، ۶، ۷، ۹، ۱۰، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و پیوست‌های ۲، ۳، ۴ و ۵

با توجه به اولویت‌بندی ارائه شده برای مطالعه مبحث ۹، حتماً فصل‌های با اولویت (۱) را مطالعه کنید. توجه داشته باشید بیشتر سؤالات مبحث نهم مقررات ملی ساختمان از این فصول مطرح می‌شود. سپس در صورت داشتن زمان به بررسی فصول با اولویت (۲) بپردازید و در نهایت می‌توانید مطالب با اولویت (۳) را بررسی نمایید.

۴ در ستون پنجم، طبقه‌بندی هر فصل با توجه به احتمال مطرح شدن سؤال از آن در آزمون‌های نظارت، اجرا و محاسبات عنوان شده است. هدف از ارائه این ستون شناخت بیشتر شما با محتوی فصل و نحوه برخورد با آن می‌باشد. البته این موضوع در اولویت‌بندی‌ها رعایت شده است.

۵ در ستون آخر تعداد سؤالات مطرح شده در هر فصل از کتاب آورده شده است و شما می‌توانید براساس تعداد سؤال و صفحات آیین‌نامه یک برنامه ریزی مناسب برای بررسی فصل مورد نظر داشته باشید.

۶ در حالت کلی و برای مطالعه این کتاب لازم است تا ابتدا پس از انتخاب فصل مورد نظر براساس اولویت، با کمک مطالب ارائه شده در صفحه اول هر فصل، نقشه راه خود را دریافت کرده و پس از بررسی و مطالعه آیین‌نامه به بررسی هر یک از سؤالات مطرح شده بپردازید. تلاش کنید تا پس از مطالعه حتماً خودتان پاسخ سؤالات را بدست آورید تا به مهارت لازم در جلسه آزمون دست پیدا کنید.

امیدواریم مجموعه تلاش اساتید، مؤلفین و پرسنل مؤسسه انتشاراتی سری عمران مورد رضایت شما مهندسین عزیز قرار گرفته باشد. تمام تلاش مؤلفین بر این بوده است که مجموعه‌ای کامل و کم‌نقص در اختیار شما عزیزان قرار گیرد. با این وجود همواره پذیرای انتقادات و پیشنهادات سازنده شما عزیزان هستیم. لطفاً چنانچه هرگونه ایراد احتمالی را در کتاب مشاهده نمودید، آن را از طریق آدرس serieomran@yahoo.com به ما اطلاع دهید.

با آرزوی موفقیت

نگاهی به آیین‌نامه

این فصل را علیرغم تعداد صفحات اندک آن، می‌توان یکی از مهمترین فصل‌های مبحث نهم مقررات ملی ساختمان در آزمون‌های نظارت و اجرا دانست. به طوری‌که مفاهیم آن بسیار مهم بوده و احتمال مطرح شدن سؤال از آن بسیار زیاد است. مطالب این فصل شامل مشخصات مکانیکی بتن مانند چگالی، مقاومت فشاری، مدول گسیختگی و الاستیسیته، ضرایب پواسون و انبساط حرارتی می‌باشد. با توجه به محدود بودن صفحات آن لطفاً ابتدا مطالب صفحات ۵۵ تا ۵۹ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان را با دقت کامل مطالعه کنید و سپس به بررسی سؤالات مطرح شده در آن بپردازید. لازم به ذکر است با توجه به تغییر زیاد آیین نامه در این فصل، تمامی سؤالات آن به صورت تالیفی ارائه شده است.

۱- کدام‌یک از عبارت‌های زیر در مورد مقاومت فشاری مشخصه بتن (f'_c) نادرست است؟

۱) در سازه‌های لرزه بر ویژه حداقل مقدار f'_c برای بتن‌های معمولی ۲۵ مگاپاسکال است.

۲) در ساختمان‌های بیش از ۲۰ طبقه از روی شالوده تحت شرایطی می‌توان f'_c را حدود ۷۰ مگاپاسکال در نظرگرفت.

۳) در ساختمان‌های متعارف حداکثر مقدار f'_c برای بتن‌های سبک ۴۰ مگاپاسکال است.

۴) در سازه‌های لرزه بر ویژه حداکثر مقدار f'_c برای بتن‌های سبک ۳۵ مگاپاسکال است.

حل: با توجه به بند ۹-۳-۳-۳ در صفحه ۵۷ از مبحث نهم مقرات ملی ساختمان، به بررسی هر یک از گزینه‌ها می‌پردازیم:

گزینهٔ (۱) و (۴): براساس مورد (ت)، در سازه‌های لرزه بر ویژه، موضوع فصل ۲۰، حداقل مقدار f'_c برای بتن‌های معمولی و سبک ۲۵ مگاپاسکال و حداکثر آن برای بتن‌های سبک ۳۵ مگاپاسکال است. بنابراین عبارت گزینه‌های (۱) و (۴) صحیح است.

گزینهٔ (۲): براساس مورد (ب)، در ساختمان‌های بلندتر از ۲۰ طبقه از روی شالوده، با تامین شرایط بند پ (از همین بند) می‌توان حداکثر مقاومت را در بتن‌های معمولی تا ۷۰ مگاپاسکال افزایش داد. بنابراین عبارت گزینه (۲) صحیح است.

گزینهٔ (۳): براساس مورد (الف)، حداقل مقدار f'_c برای انواع بتن‌های معمولی و سبک برابر ۲۰ مگاپاسکال و حداکثر آن ۵۰ مگاپاسکال است. بنابراین عبارت گزینهٔ (۳) نادرست است.

بنابراین گزینهٔ (۳) صحیح است.

۲- مقدار مدول الاستیسیته (E) و مدول برشی (G) برای بتن از ردهٔ C ۳۰ با چگالی ۲۳۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب، به‌ترتیب به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیکتر است؟

۱) ۲۵۷۴۰ مگاپاسکال - ۱۰۷۳۰ مگاپاسکال

۲) ۲۶۸۳۰ مگاپاسکال - ۱۱۱۸۰ مگاپاسکال

۳) ۲۳۵۰۰ مگاپاسکال - ۹۷۹۰ مگاپاسکال

۴) ۲۴۵۰۰ مگاپاسکال - ۱۰۲۰۵ مگاپاسکال

۷- در طراحی یک ساختمان بتن‌آرمه،چنانچه بتن طرح از ردهٔ C ۳۵ و فولادها از ردهٔ S ۴۲۰ باشند، نسبت مدول الاستیسیتهٔ فولاد به مدول الاستیسیته بتن، به کدام‌یک از گزینه‌های زیر نزدیکتر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۷/۲ ۳) ۸/۳ ۴) ۹/۴

● حل: براساس بند ۹-۳-۶-۱ در صفحه ۵۸ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، برای بتن‌های معمولی با چگالی ۲۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب، مقدار مدول الاستیسیته بتن از رابطه زیر به دست می‌آید و داریم:

$$E_c = ۴۷۰۰\sqrt{f'_c} = ۴۷۰۰\times\sqrt{۳۵} = ۲۷۸۰۵/۵\ MPa$$

از طرفی از مبحث دهم مقررات ملی ساختمان و همچنین براساس بند ۹-۴-۸-۴ در صفحه ۶۷ از مبحث نهم می‌دانیم، مدول الاستیسیته، E_s، برای آرماتورها برابر ۲۰۰۰۰۰ مگاپاسکال است.

بنابراین داریم:

$$\begin{cases} E_c = ۲۷۸۰۵/۵\ MPa \\ E_s = ۲۰۰۰۰۰\ MPa \end{cases} \Rightarrow \frac{E_s}{E_c} = \frac{۲۰۰۰۰۰}{۲۷۸۰۵/۵} \simeq ۷/۲$$

بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

۸- مقاومت کششی بتن سبک با وزن مخصوص ۱۸۰۰ $\frac{kg}{m^3}$ و مقاومت فشاری ۲۰ MPa، چند مگاپاسکال است؟

۱) ۲/۷ ۲) ۲/۳ ۳) ۲ ۴) ۱/۸

● حل: مشابه سؤال شمارهٔ (۳) برای محاسبهٔ مقاومت کششی بتن از رابطهٔ (۹-۳-۱) در صفحه ۵۸ استفاده می‌کنیم. در این سؤال با توجه به اطلاعات سؤال و مشخص نشدن ترکیب دانه‌ها، برای محاسبهٔ ضریب λ از جدول ۹-۳-۲ در صفحه ۵۶ استفاده می‌کنیم:

جدول ۹-۳-۲: ضریب اصلاح λ با توجه به چگالی بتن

چگالی بتن، w_c کیلوگرم بر مترمکعب	λ
≤ ۱۶۰۰	۰/۷۵
$۱۶۰۰ < w_c \leq ۲۱۶۰$	$۰/۰۰۰۴۶ w_c \leq ۱/۰۰$
$w_c > ۲۱۶۰$	۱/۰۰

مطابق این جدول و براساس مقدار ارائه شده برای چگالی بتن داریم:

$$۱۶۰۰ < w_c \leq ۲۱۶۰ \Rightarrow \lambda = ۰/۰۰۰۴۶ w_c \leq ۱ \Rightarrow \lambda = ۰/۰۰۰۴۶ \times ۱۸۰۰ = ۰/۸۲۸ \leq ۱$$

$$f_r = ۰/۶۲\ \lambda \sqrt{f'_c} = ۰/۶۲ \times ۰/۸۲۸ \times \sqrt{۲۰} = ۲/۳\ MPa$$

بنابراین گزینهٔ (۲) صحیح است.

۹- چنانچه در یک نمونه بتنی به ترتیب مقاومت فشاری ۲۰ درصد و چگالی بتن ۱۵ درصد افزایش یابد، در این صورت مدول گسیختگی و ضریب الاستیسیتهٔ بتن حدوداً چند برابر خواهد شد؟

۱) ۱/۲ - ۱/۳۵ ۲) ۱/۰۹ - ۱/۲۳ ۳) ۱/۲ - ۱/۲۳ ۴) ۱/۰۹ - ۱/۳۵

حل: مشابه سؤالات (۲) و (۳) و براساس روابط ارائه شده داریم:

$$f_r = ۰/۶۲\lambda\sqrt{f'_c} \Rightarrow \frac{f_{r۲}}{f_{r۱}} = \sqrt{\frac{f_{c۲}}{f_{c۱}}} = \sqrt{\frac{۱/۲f}{f}} = \sqrt{۱/۲} = ۱/۰۹$$

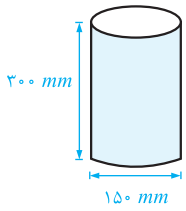
$$E_c = ۰/۰۴۳ w_c^{۱/۵}\sqrt{f'_c} \Rightarrow \frac{E_{c۲}}{E_{c۱}} = (\frac{w_{c۲}}{w_{c۱}})^{۱/۵} \times \sqrt{\frac{f_۲}{f_۱}} = (\frac{۱/۱۵w_c}{w_c})^{۱/۵} \times \sqrt{\frac{۱/۲f}{f}} = (۱/۱۵)^{۱/۵} \times \sqrt{۱/۲} = ۱/۳۵$$

بنابراین گزینهٔ (۴) صحیح است.

۱۰- اگر مقاومت فشاری مشخصه بتن (f'_c) براساس دو نمونه تعیین شده باشد، وزن هر یک از نمونه‌ها برحسب کیلوگرم به کدام‌یک از گزینه‌ها نزدیکتر است؟ (بتن معمولی فرض شود)

۱) ۳/۶ ۲) ۷/۲ ۳) ۱۲/۲ ۴) ۱۳/۲۵

حل: براساس بند ۹-۳-۳-۱ در صفحه ۵۷ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، مقاومت فشاری مشخصه بتن، f'_c، باید براساس آزمایش‌های ۲۸ روزه بر روی حداقل دو نمونه استوانه‌ای به قطر ۱۵۰ و ارتفاع ۳۰۰ میلی‌متر یا حداقل سه نمونه استوانه‌ای به قطر ۱۰۰ و ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر تعیین شود. از آن جا که در سؤال به دو نمونه اشاره شده، بنابراین ابعاد آن ۱۵۰×۳۰۰ می‌باشد و حجم استوانه برابر است با:



$$V = \frac{\pi D^۲}{۴} \times H = \frac{۳/۱۴ \times ۱۵۰^۲}{۴} \times ۳۰۰ = ۵۲۹۸۷۵۰\, mm^۳ \simeq ۵/۳ \times ۱۰^۶\, mm^۳$$

از طرفی براساس بند ۹-۳-۲-۱ در صفحه ۵۵، چگالی بتن معمولی در محاسبات برابر ۲۳۰۰ کیلوگرم در مترمکعب منظور می‌شود، بنابراین وزن هر نمونه برابر است با:

$$m = \rho V = ۲۳۰۰ \times (۵/۳ \times ۱۰^۶) \times ۱۰^{-۹} = ۱۲/۲\, kg$$

بنابراین گزینهٔ (۳) صحیح است.

۱۱- در سؤال قبل برای تولید نمونهٔ موردنظر با ورق فولادی، چه مساحتی از ورق لازم است؟ (برحسب مترمربع)

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۱۴ ۳) ۰/۱۶ ۴) ۰/۱۸

حل: کافی است سطح جانبی استوانه را به‌دست آوریم. بنابراین داریم:

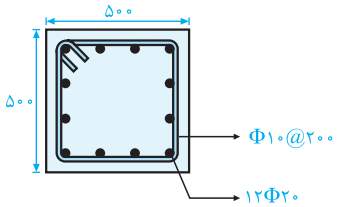
$$A_{\text{جانبی}} = \pi DH = ۳/۱۴ \times ۱۵۰ \times ۳۰۰ = ۱۴۱۳۰۰\, mm^۲ = ۰/۱۴\, m^۲$$

بنابراین گزینهٔ (۲) صحیح است.

نگاهی به آیین‌نامه

۲- در بخش دوم این فصل لطفا ابتدا مطالب صفحات ۱۱۵ و ۱۱۶ (بندهای ۹-۸-۲-۱ تا ۹-۸-۲-۴-۱)، شامل ضوابط مقاومت محوری فشاری و کششی مقاطع بتن‌آرمه (تحلیل و طراحی ستون‌ها) از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان را با دقت کامل مطالعه کنید و سپس به بررسی سؤالات مطرح شده در ادامه بپردازید. در این بخش روابط مورد استفاده کاملاً در آیین‌نامه وجود دارند و احتمال مطرح شدن سؤال از آنها بیشتر است.

۲۳- یک ستون بتن‌آرمه را مطابق شکل زیر در نظر بگیرید. در صورتی‌که ابعاد مقطع ستون $۵۰۰mm \times ۵۰۰$، مصالح مصرفی C ۳۰ و S ۴۰۰ و هم‌چنین آرماتورهای به‌کار رفته شامل ۱۲ Φ ۲۰ باشد، مقاومت محوری اسمی بدون برون محوری عضو چند کیلونیوتن می‌باشد؟



۱) ۶۲۲۹ ۲) ۶۶۱۸ ۳) ۷۲۴۵ ۴) ۷۷۸۶

حل: براساس رابطهٔ (۹-۸-۶) در صفحه ۱۱۶ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، مقدار مقاومت فشاری اسمی تحت اثر بار محوری بدون خروج از مرکزیت (P_o) از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$P_o = ۰/۸۵ f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$$

در این رابطه f'_c مقاومت فشاری بتن، f_y تنش تسلیم آرماتورها، A_{st} مساحت آرماتورهای مقطع و A_g مساحت کل مقطع می‌باشد. بنابراین با توجه به اطلاعات ارائه شده در صورت سؤال داریم:

$$P_o = (۰/۸۵ \times ۳۰ \times (۵۰۰^۲ - ۱۲ \times \frac{\pi}{۴} \times ۲۰^۲) + ۱۲ \times \frac{\pi}{۴} \times ۲۰^۲ \times ۴۰۰) \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow P_o = ۷۷۸۶/۸۳\ kN$$

تذکر: ضریب $۱۰^{-۳}$ به‌منظور تبدیل واحد نیوتن به کیلونیوتن استفاده شده است.

بنابراین گزینهٔ (۴) صحیح است.

۲۴- در سؤال قبل حداکثر مقاومت فشاری محوری اسمی مقطع چند کیلونیوتن است؟

۱) ۶۲۲۹ ۲) ۶۶۱۸ ۳) ۷۲۴۵ ۴) ۷۷۸۶

حل: با توجه به اینکه مقطع ستون مربعی بوده و در آن از تنگ‌های موازی استفاده شده است، لذا حداکثر مقاومت فشاری اسمی محوری عضو مطابق رابطهٔ (۹-۸-۵- پ) در صفحه ۱۱۶ مبحث نهم برابر است با:

$$P_{n,max} = ۰/۸ P_o \Rightarrow P_{n,max} = ۰/۸ \times ۷۷۸۶/۸۳ = ۶۲۲۹/۴۷\ kN$$

بنابراین گزینهٔ (۱) صحیح است.

۲۵- در سؤال شمارهٔ (۲۳)، حداکثر مقاومت کششی محوری اسمی عضو چند برابر حداکثر مقاومت فشاری اسمی آن است؟

۱) ۰/۲۴ ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۳۶ ۴) ۰/۴

۱۴- حداکثر فاصله آرماتورهای طولی در مقاطع غیربحرانی دال دوطرفه توپر با ضخامت ۱۵ سانتی‌متر، چقدر می‌باشد؟

۱) ۲۵۰ میلیمتر ۲) ۳۰۰ میلیمتر ۳) ۳۵۰ میلیمتر ۴) ۴۵۰ میلیمتر

حل: براساس مورد (ب) از بند ۹-۱۰-۷-۳-۲ در صفحه ۱۶۸ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، برای دال‌های توپر، حداکثر فاصلهٔ آرماتورهای طولی در مقاطع بحرانی، کمترین مقدار از $2h$ و ۳۵۰ میلی‌متر و در بقیهٔ مقاطع کمترین مقدار از $3h$ و ۳۵۰ میلی‌متر باشد. بنابراین داریم:

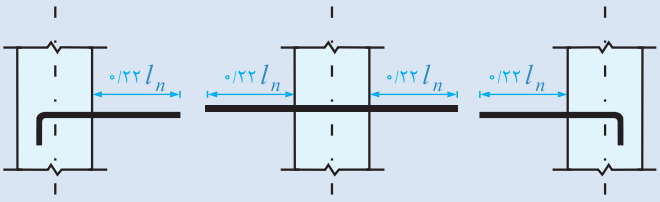
$$S \le min\,(2h\,,350\,mm) = min\,(2\times150\,,300) = 300\,mm$$

بنابراین گزینهٔ (۲) صحیح است.

۱۵- حداقل طول میلگرد آجدار در سفره فوقانی نوارمیانی یک دال دوطرفه بدون تیر، چند درصد دهانه آزاد دال می‌باشد؟

۱) ۲۰ ۲) ۲۲ ۳) ۳۰ ۴) ۳۳

حل: برای حل این سوال از شکل ۹-۱۰-۱ در صفحه ۱۷۰ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان استفاده می‌کنیم.

نوار	موقعیت	حداقل درصد A_s در مقطع	با کتیبه	بدون کتیبه
نوار میانی	فوقانی	۱۰۰ درصد		

مطابق جدول فوق گزینهٔ (۲) صحیح است.

۱۶- در صورت استفاده از خاموت به عنوان میلگرد برشی در دال‌های دوطرفه، حداکثر فاصله اولین خاموت از بر ستون چقدر می‌تواند باشد؟

۱) به اندازه d ۲) به اندازه $\frac{2d}{3}$ ۳) به اندازه $\frac{d}{3}$ ۴) به اندازه $\frac{d}{2}$

حل: براساس مورد (پ) از بند ۹-۱۰-۷-۳-۷ در صفحه ۱۷۲ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، در صورت استفاده از خاموت، محل قرارگیری و فاصله‌گذاری آن‌ها باید مطابق با جدول ۹-۱۰-۴ باشد.

جدول ۹-۱۰-۴ موقعیت اولین خاموت و محدودیت‌های فاصله‌گذاری

جهت اندازه‌گیری	تعریف اندازه‌گیری	بیشترین فاصله
عمود بر وجه ستون	فاصله از بر ستون تا اولین خاموت	$\frac{d}{2}$
	فاصلهٔ بین خاموت‌ها	$\frac{d}{2}$
موازی با وجه ستون	فاصلهٔ بین ساق عمودی خاموت‌ها	$2d$

بنابراین گزینهٔ (۴) صحیح است.

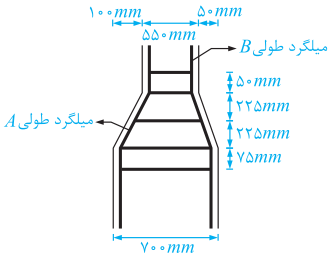
حل: براساس بند ۹-۱۲-۶-۳-۲ در صفحه ۲۱۹ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، اگر وجه ستون یا دیوار بیش از ۷۵ میلی‌متر پس‌رفتگی یا پیش‌آمدگی داشته باشد، آرماتورهای طولی امتداد یافته نباید به صورت خم شده استفاده شوند. در این حالت در محل پس‌رفتگی باید آرماتورهای انتظار مجزا و وصلهٔ پوششی به منظور اتصال به آرماتورهای وجوه عقب رفته فراهم شوند. در هر حال باید ضوابط مربوط به مهارها و وصله‌ها در محل تغییر مقطع رعایت شوند.

بنابراین در شکل‌های a و c که عقب‌نشینی بیش از ۷۵ میلی‌متر بوده و میلگردها به صورت مستقیم خم خورده‌اند، اجرا به صورت نادرست است اما آرماتورگذاری در شکل‌های b و d صحیح است.

تذکر: با توجه به عدم مشخص شدن ارتفاع تیر در صورت سؤال، نمی‌توان شیب ۱ به ۶ را کنترل کرد. برای درک بهتر به تمرین بعدی توجه کنید. بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

۱۳- ستون بتنی شکل مقابل با تغییر مقطع از $700\,mm$ به $550\,mm$ همراه است. کدام‌یک از موارد زیر صحیح است؟

(نظارت - شهریور ۹۵)



۱) خم هر دو میلگرد طولی A و B مجاز است.
۲) خم هر دو میلگرد طولی A و B غیرمجاز است.
۳) خم میلگرد طولی B مجاز و خم میلگرد طولی A غیرمجاز می‌باشد.
۴) خم میلگرد طولی A مجاز و خم میلگرد طولی B غیرمجاز می‌باشد.

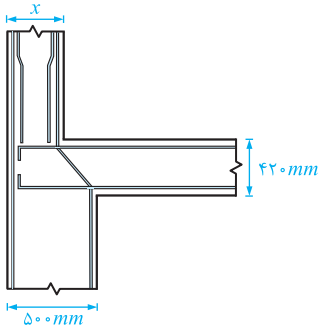
حل: براساس بند ۹-۱۲-۶-۳-۱ در صفحه ۲۱۹ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، شیب قسمت مایل یک آرماتور طولی خم شده (میلگرد غیر هم امتداد) نسبت به محور ستون نباید از ۱ به ۶ بیشتر باشد. بخش‌های بالا و پایین قسمت مایل باید موازی با محور ستون باشند. بنابراین برای این ستون داریم:

$$A \text{ خم}: \frac{۱۰۰}{۴۵۰} = \frac{۱}{۴/۵} > \frac{۱}{۶} \Rightarrow Not.OK \qquad B \text{ خم}: \frac{۵۰}{۴۵۰} = \frac{۱}{۹} < \frac{۱}{۶} \Rightarrow OK$$

بنابراین خم میلگرد طولی B مجاز و خم میلگرد طولی A غیرمجاز می‌باشد. بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

۱۴- برای اینکه بتوان از جزئیات آرماتورگذاری نشان داده شده در شکل برای آرماتورگذاری ستون واقع در نمای یک ساختمان بتنی استفاده نمود، بُعد ستون طبقه فوقانی (x) حداقل چقدر باید باشد؟

(نظارت - آذر ۹۰)



۱) ۴۳۰ میلیمتر
۲) ۴۰۰ میلیمتر
۳) ۴۵۰ میلیمتر
۴) ۴۸۰ میلیمتر

۱۲- در سؤال قبل اگر دیوار غیربابر باشد، مقدار حداکثر طول مجاز آن چقدر می‌شود؟

۱) ۴ متر ۲) ۶ متر

۳) ۷ متر ۴) تغییری نمی‌کند.

حل: مشابه سؤال قبل و براساس مورد (ب) از همان بند، در دیوارهای غیربابر داریم:

$$h_{min} = min\{\frac{l}{۳۰}, \frac{H}{۳۰}\} \geq ۱۰۰\ mm$$

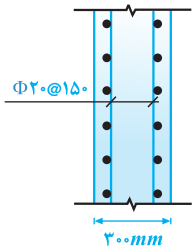
با توجه به روش حل سؤال قبل، به‌دلیل اینکه $h = ۲۰۰mm < \frac{H}{۳۰} = \frac{۷۰۰۰}{۳۰} = ۲۳۳\ mm$ است، داریم:

$$h = ۲۰۰\ mm \geq \frac{l}{۳۰} \Rightarrow l \leq ۶۰۰۰\ mm$$

یعنی چنان‌چه دیوار غیر باربر باشد، می‌تواند طولی حداکثر برابر $۶m$ داشته باشد.

بنابراین گزینهٔ (۲) صحیح است.

۱۳- شکل زیر مقطع قائم از یک دیوار باربر را نشان می‌دهد. براساس محاسبات انجام شده به‌منظور کفایت دیوار در برابر بارهای اعمالی لازم است از آرماتورهای قائم استفاده گردد. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در خصوص آرماتورگذاری دیوار صحیح خواهد بود؟



۱) محصور کردن میلگردهای قائم با تنگ عرضی الزامی است.

۲) مقدار میلگردهای قائم محاسباتی بیش از مقادیر حداکثر آیین‌نامه‌ای بوده و غیرمجاز است.

۳) محصور کردن میلگردهای قائم با تنگ عرضی از نظر محاسباتی ضرورتی ندارد.

۴) محصور کردن میلگردهای قائم الزامی بوده و از میلگردهای افقی دیوار می‌توان برای این منظور استفاده نمود.

حل: براساس بند ۹-۱۳-۷-۴-۱ در صفحه ۲۳۴ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، در مواردی که به آرماتورهای طولی برای تأمین مقاومت محوری فشاری نیاز است، و سطح مقطع کل آرماتور طولی A_{st} از یک درصد مساحت کل مقطع، $۰/۰۱A_g$، بیشتر است، باید از تنگ‌های عرضی برای مهار آرماتورهای طولی استفاده شود.

بنابراین برای مشخص شدن وضعیت محصورشدگی آرماتورهای طولی (قائم)، ابتدا درصد میلگردهای قائم برای یک متر از طول دیوار محاسبه می‌شود:

$$\rho_l = \frac{A_{st}}{A_g} \Rightarrow \rho_l = \frac{\frac{۱۰۰۰}{۱۵۰} \times ۲ \times \frac{\pi}{۴} \times ۲۰^۲}{۱۰۰۰ \times ۳۰۰} = ۰/۰۱۴$$

همانطور که مشاهده می‌شود، درصد آرماتورهای قائم بیشتر از یک درصد بوده، لذا لازم است آرماتورهای قائم توسط تنگ‌های عرضی مهار شوند.

بنابراین گزینهٔ (۱) صحیح می‌باشد.

۱۱- حداکثر مقاومت فشاری مشخصه بتن در محاسبات مربوط به مهار به بتن به ترتیب برای مهارهای کاشتنی و تعبیه شده کدام است؟

۱) $۷۰MPa - ۵۵MPa$
۲) $۵۵MPa - ۷۰MPa$
۳) $۵۰MPa - ۳۵MPa$
۴) $۳۵MPa - ۵۰MPa$

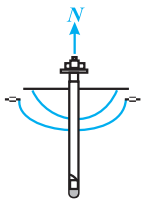
● حل: براساس بند ۹-۱۸-۲-۶ در صفحه ۲۹۶ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، مقدار f'_c مورد استفاده در محاسبات این فصل (مهار به بتن) نباید از ۷۰ مگاپاسکال برای مهارهای تعبیه شده و ۵۵ مگاپاسکال برای مهارهای کاشتنی بیشتر در نظر گرفته شود. انجام آزمایش برای کلیهٔ مهارهای کاشتنی الزامی است.
بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

۱۲- کدام‌یک از موارد زیر جزو انواع حالات گسیختگی مهارها در طراحی نمی‌باشد؟

۱) شکست لبه بتن
۲) لهیدگی در محل تماس مهار با بتن
۳) دو نیم‌شدگی بتن
۴) بیرون زدگی جانبی بتن

● حل: براساس شکل ۹-۱۸-۲ در صفحه ۲۹۷ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، انواع حالات گسیختگی بتن عبارتند از:
۱) گسیختگی تحت بارهای کششی شامل: شکست مخروطی بتن، بیرون کشیدگی، گسیختگی فولاد، گسیختگی پیوستگی، بیرون زدگی جانبی بتن و دونیم شدگی بتن
۲) گسیختگی تحت بارهای برشی شامل: شکست لبه بتن، قلوه‌کن شدگی بتن مهارهای دور از لبه، گسیختگی فولاد بعد از خرد شدن بتن
بنابراین گزینهٔ (۲) صحیح است.

۱۳- شکل زیر کدام‌یک از انواع حالات گسیختگی مهارها در برابر بارهای وارده را نشان می‌دهد؟



۱) گسیختگی پیوستگی
۲) شکست مخروطی بتن
۳) بیرون کشیدگی
۴) قلوه کن شدگی بتن

● حل: براساس شکل ۹-۱۸-۲ در صفحه ۲۹۷ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، گزینهٔ (۱) صحیح است.

۱۴- به منظور تعیین ضریب کاهش مقاومت مهارها، منظور از مقاومت عضو فولادی با شکست شکل‌پذیر، مهار با امکان تأمین مکانیزم شکست شکل پذیر در کدام یک از حالت‌های زیر است؟

۱) کششی، فشاری
۲) خمشی، برشی، پیچشی
۳) کششی، خمشی، برشی، اتکایی
۴) کششی، برشی، پیچشی، اتکایی

جدول ۹-۲۲-۸: حداقل کرنش گسیختگی آرماتورها در آزمایش کشش

رده‌ی آرماتور / طول معیار برای کرنش گسیختگی	S ۲۴۰	S ۳۴۰	S ۴۰۰	S ۵۰۰
ε_{10} برای A_{10}	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۸
ε_{5} برای A_{5}	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۰

بنابراین ابتدا مقدار ε_5 را به دست می‌آوریم. توجه دارید که در آزمون A_5 طول میلگرد ۵ برابر قطر آرماتور است.

بنابراین داریم:

$$\begin{cases} \varepsilon = \dfrac{\Delta L}{L_\circ} \\ L_\circ = 5\Phi = 5\times 22 = 110\,mm \Rightarrow \varepsilon_5 = \dfrac{15}{110} = 0/136 < (\varepsilon_5)_{min} = 0/16 \\ \Delta L = 15\,mm \end{cases}$$

با توجه به جدول مشاهده می‌شود کرنش به دست آمده از آزمایش از حداقل کرنش جدول کمتر است و ضابطه شکل‌پذیری تأمین نمی‌شود.

بنابراین گزینهٔ (۳) صحیح است.

۸۶-به منظور تأمین آرماتورهای مورد نیاز برای یک کارگاه ساختمانی، یک محموله میلگرد با مشخصات مقابل وارد کارگاه شده است. برای انجام آزمایش‌های مورد نیاز روی میلگردهای وارد شده و در نهایت مشخص شدن وضعیت پذیرش میلگردها، حداقل چند آزمونه باید انتخاب و به آزمایشگاه ارسال شود؟

محل مصرف	وزن	رده	قطر
دورپیچ	۱۲ ton	S ۲۴۰	Φ ۸
خاموت	۸ ton	S ۲۴۰	Φ ۱۰
تیر و ستون	۱۸ ton	S ۴۰۰	Φ ۲۰
فونداسیون	۲۴ ton	S ۴۰۰	Φ ۲۲

۱) ۳
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۲۰

حل: براساس بند ۹-۲۲-۱۲-۱-۱ در صفحه ۴۸۲ از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، تعداد و تواتر نمونه‌ها باید به گونه‌ای باشند که نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی آن‌ها معرف کیفیت کل آرماتورها باشند. هر سری نمونهٔ آزمایشی تعداد ۵ آزمونه را در بر می‌گیرد. تواتر نمونه‌برداری حداقل برابر مقادیری است که در بندهای (الف) تا (پ) زیر آورده شده‌اند.

الف) به ازای هر ۵۰۰ کیلونیوتن وزن و کسر آن یک سری،

ب) از هر قطر یک سری،

پ) از هر نوع فولاد یک سری.