

راهنمای فشرده و سریع آزمون نظام مهندسی

طراحی سازه‌های بتنی

مهندس جواد آزادبخت



انتشارات جاودان خرد

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور : راهنمای فشرده و سریع آزمون نظام مهندسی طراحی سازه های بتنی
مشخصات نشر : مشهد: جاودان خرد ، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری : ۱۳۰ ص.مصور.
فروست : راهنمای فشرده و سریع آزمون نظام مهندسی
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۰۶۸-۲۴-۳
وضعیت فهرست نویسی : فیپای مختصر
یادداشت : فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است
شماره کتابشناسی ملی : ۳۸۳۰۹۴۳



انتشارات جاودان خرد

راهنمای فشرده و سریع آزمون نظام مهندسی

طراحی سازه های بتنی

نویسنده: جواد آزادبخت

صفحه آرایبی: طرح نگار پارسی - ۶۶۴۷۵۰۵۳

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۴

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۰۶۸-۲۴-۳

قیمت: ۱۱،۰۰۰ تومان

حق چاپ برای ناشر محفوظ می باشد و هرگونه استفاده به هر شکل بدون اجازه کتبی ناشر پیگرد قانونی دارد.

این اثر در چاپ نخست با همکاری پرتال جامع مهندسی ایران، برگزار کننده دوره های نظام مهندسی و تولید کننده بسته های آموزش از راه دور منتشر گردیده است.

تلفن: ۰۲۱-۸۸۹۰۷۵۲۳ و ۰۲۱-۸۸۹۰۶۷۵۸ سامانه پیام کوتاه: ۳۰۰۰۳۴۸۰۰۰

www.dnbr.ir

مراکز پخش: تهران - خیابان انقلاب - مقابل دانشگاه تهران - پلاک ۱۲۱۲ - انتشارات گوتنبرگ

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۱۳۹۹۸

مشهد - خیابان احمد آباد - مقابل محتشمی - انتشارات جاودان خرد ۰۵۱۱-۸۴۳۴۵۲۷

مقدمه

تقدیم به مهندسان با استعداد این مرز و بوم

یا مدبر

خداوند متعال را بی اندازه سپاس می‌گوییم که کریمانه ما را در مراحل نگارش و تدوین مجموعه کتاب‌های فشرده و سریع آمادگی نظام مهندسی یاری نمود. قبولی در آزمون نظام مهندسی رشته عمران، دغدغه بسیاری از مهندسين تازه فارغ‌التحصیل و حتی مهندسين با تجربه و کارکشته این مرز و بوم شده‌است. قبولی در این آزمون‌ها به ویژه آزمون محاسبات، مستلزم یادگیری و تسلط به مطالب تخصصی مهندسی عمران، جهت حل سوالات می‌باشد. بنابراین مهندسين عزیز بایستی با توجه به حجم مواد آزمون، وقت بسیاری را صرف مطالعه و یادآوری مطالب فرا گرفته شده در دانشگاه نمایند. کاملاً منطقی است که فرآیند مطالعه و مرور آموخته‌های دانشگاهی برای کسانی که سالیان متمادی از فارغ‌التحصیل شدن آن‌ها از دانشگاه گذشته و به علت مشغله کاری فراوان یا هر علتی موفق به کسب پروانه نظام مهندسی نشده‌اند، دشوارتر بوده و زمان بیشتری را می‌طلبد. از طرفی مهندسين عزیزی که با دنیای کار حرفه‌ای مهندسی عمران، ارتباط تنگاتنگ دارند فرصت کافی برای مطالعه کتاب‌های کمک آموزشی حجیم موجود در بازار نشر را ندارند. توجه به چنین دغدغه‌هایی ما را بر آن داشت تا اقدام به نگارش و تدوین مجموعه کتاب‌های فشرده و سریع آمادگی نظام مهندسی نماییم. شما مهندسين عزیز می‌توانید با مطالعه این مجموعه کتاب‌ها در کم‌ترین زمان ممکن،

بیشترین استفاده را برده و با صرف کم‌ترین انرژی ممکن، شرایط قبولی خود را در آزمون نظام مهندسی عمران فراهم نمایند.

بر خود لازم می‌دانیم تا از مدیریت محترم موسسه آموزشی نوآوران دانش و پورتال جامع مهندسی ایران، جناب آقای مهندس علمدار که در طی این سال‌ها با ایجاد فضایی مناسب، زمینه برگزاری کلاس‌های آمادگی آزمون نظام مهندسی را به بهترین نحو فراهم کردند کمال تشکر و قدردانی را داشته باشیم و از خداوند متعال برای ایشان به واسطه قدم‌هایی که در راه تعالی آموزش این مرز و بوم برمی‌دارند، توفیق روزافزون مسئلت می‌نماییم. همچنین از کلیه عزیزانی که در چاپ این مجموعه، با ما همکاری نمودند به ویژه آقایان بابک کاشی‌چی و فرهاد قره‌زاده شریبانی و سرکار خانم لیلا زارعی صادقانه تشکر و قدردانی می‌نماییم.

از خداوند متعال، توفیق این مجموعه کتاب‌ها و اعتلای مسیری که در آن قدم برداشته‌ایم را خواستاریم. ارائه پیشنهادهای سازنده شما مهندسان عزیز در سایت پورتال جامع مهندسی ایران به آدرس www.dnbr.ir و یا سامانه پیامک ۳۰۰۰۳۴۸۰۰۰ جهت بهبود مجموعه کتاب‌های فشرده و سریع نظام مهندسی، یاری‌کننده ما خواهد بود.

پیشگفتار مؤلف

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان با عنوان «طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه» یکی از مهم‌ترین منابع آزمون نظام مهندسی بوده و درصد قابل توجهی از سوالات آزمون محاسبات را به خود اختصاص می‌دهد. با توجه به حجم زیاد مطالب این مبحث، تدوین کتابی که بتواند تمام مطالب و بندهای آیین نامه را پوشش دهد مستلزم کتابی مفصل و حجیم و خارج از حوصله خواننده می‌باشد. طی تجربه تدریس در چندین دوره آمادگی آزمون‌های آمادگی نظام مهندسی و همچنین با توجه به سبک و بودجه بندی سوالات مطرح شده از بخش‌های مختلف این مبحث در ادوار مختلف آزمون، انگیزه تدوین کتابی که بتواند در عین خلاصه بودن، تقریباً جامع بوده و مطالب مهم را پوشش دهد، به وجود آمد. کتاب «طراحی سازه‌های بتنی» بر اساس این فلسفه که بیشترین و مفیدترین مطالب را در کمترین زمان و حجم ممکن به دانشجویان و مهندسان گرامی انتقال دهد، تالیف گردیده است.

به منظور تحقق این هدف، با توجه به حجم زیاد مطالب مطرح شده در این مبحث، سعی شده است مطالب به زبان ساده و به دور از مطالب اضافی، بیان شده و در عین خلاصه بودن، تقریباً تمام مطالب را پوشش دهد. مثال‌های آخر هر فصل که به لحاظ استاندارد آموزشی و مهارتی در سطح بالایی هستند و جزو مشکل‌ترین سوالات آزمون‌های گذشته هستند، با دقت فراوان در راستای آموزش استفاده از متن کتاب و بندهای آیین نامه تهیه شده و نحوه پاسخگویی به سوالات آزمون، ضمن این مثال‌ها آموزش داده شده است. شکل‌های کتاب با توجه به نیاز به توضیح برخی از بندهای مبهم و آموزش بخشی از مطالب، با جزئیات مناسب انتخاب شده‌اند.

به دانشجویان و مهندسان گرامی توصیه می‌شود جهت آمادگی برای قبولی در آزمون محاسبات علاوه بر مطالعه کتاب حاضر و به منظور درک عمیق‌تر مطالب به حل تست‌های آزمون‌های گذشته بپردازند.

و من الله التوفیق

جواد آزادبخت

۱	فصل اول: کلیات
۱	۱-۱ گستره
۱	۲-۱ ضرایب ایمنی
۱	۳-۱ اصول تحلیل
۱	۱-۳-۱ تحلیل سازه
۲	۲-۳-۱ تحلیل خطی
۳	۳-۳-۱ تحلیل خطی با بازپخش محدود
۳	۴-۳-۱ تحلیل غیرخطی
۳	۵-۳-۱ تحلیل پلاستیک
۴	۴-۱ مشخصات مصالح
۴	۵-۱ مشخصات هندسی
۴	۶-۱ اثر ترک خوردگی
۵	۷-۱ طراحی در حالت حدی نهایی مقاومت
۵	۱-۷-۱ نیروی مقاوم S_r
۶	۲-۷-۱ نیروهای ایجاد شده در مقطع در حالت حدی نهایی S_u
۷	۸-۱ مقاومت بتن
۸	۹-۱ ارزیابی بتن‌های ساخته شده با انواع سیمان‌های پرتلند
۹	۱۰-۱ تخمین عمر مفید ساختمان‌های بتن مسلح
۱۱	مثال‌ها
۱۵	فصل دوم: خمش و بارهای محوری
۱۵	۱-۲ گستره
۱۵	۲-۲ حالت حدی نهایی مقاومت در خمش و نیروی محوری

- ۱۶ ۳-۲ فرضیات طراحی مقطع
- ۱۷ ۴-۲ ضوابط کلی طراحی
- ۱۸ ۱-۴-۲ مقطع متعادل یا بالانس
- ۱۸ ۲-۴-۲ فولاد بالانس مقطع در حالت با فولاد فشاری
- ۱۹ ۳-۴-۲ در مقاطع با فولاد فشاری
- ۲۰ ۴-۴-۲ قطعات میله‌ای تحت اثر فشار محوری
- ۲۱ ۵-۴-۲ اعضاء فشاری تحت بار محوری و لنگر خمشی
- ۲۱ ۱-۵-۴-۲ حالت‌های شکست یک ستون بتن آرمه
- ۲۳ ۲-۵-۴-۲ منحنی اثر متقابل بار محوری و لنگر خمشی
- ۲۵ ۵-۲ محدودیت آرمانورها در قطعات خمشی
- ۲۵ ۱-۵-۲ حداکثر مقدار آرمانور کششی
- ۲۶ ۲-۵-۲ حداقل مقدار آرمانور کششی
- ۲۶ ۶-۲ ضوابط تیرهای T شکل و تیرچه‌های بتنی
- ۲۶ ۱-۶-۲ تیرهای T شکل (شکل ۲-۶)
- ۲۸ ۲-۶-۲ تیرچه‌های بتنی
- ۲۸ ۷-۲ محدودیت‌های آرمانورها در قطعات فشاری (ستون‌ها)
- ۲۸ ۱-۷-۲ دورپیچ‌ها
- ۳۰ ۸-۲ مقاومت اتکایی
- ۳۰ ۹-۲ محدودیت‌های فولادگذاری جهت اعضاء خمشی یا فشاری
- ۳۰ ۱-۹-۲ محدودیت‌های فاصله میلگردها

مثال‌ها

- ۴۱ فصل سوم: برش و پیچش
- ۴۱ ۱-۳ گستره
- ۴۱ ۲-۳ حالت حدی نهایی مقاومت در برش
- ۴۱ ۳-۳ نیروی برشی مقاوم تأمین شده توسط بتن (V_c)
- ۴۱ ۱-۳-۳ روش تقریبی
- ۴۲ ۲-۳-۳ روش دقیق
- ۴۳ ۴-۳ نیروهای برشی مقاوم انواع آرمانورها
- ۴۴ ۵-۳ حداقل آرمانور برشی
- ۴۵ ۶-۳ حداکثر فواصل خاموت برشی

- ۴۵ ۷-۳ حالت حدی نهایی پیچشی
- ۴۶ ۸-۳ لنگر پیچشی مقاوم تامین شده توسط آرمانور پیچشی
- ۴۸ ۹-۳ ترکیب پیچش و خمش - پیچش و برش
- ۴۸ ۱۰-۳ محدودیت‌های آرمانورهای پیچشی
- ۴۹ ۱۱-۳ ضوابط طراحی برشی اصطکاک‌ی
- ۴۹ ۱۲-۳ ضوابط ویژه برای اعضای خمشی با ارتفاع زیاد (تیرهای عمیق)
- ۵۰ ۱۳-۳ محدودیت آرمانورها
- ۵۱ ۱۴-۳ ضوابط ویژه برای دال‌ها و شالوده‌ها (برش)
- ۵۱ ۱-۱۴-۳ حالت حدی مقاوم نهایی در برش
- ۵۲ ۱۵-۳ مقاومت برشی فولادهای عرضی (خاموت‌ها)
- ۵۴ **مثال‌ها**

فصل چهارم: اثر لاغری و کماتش

- ۶۱ ۱-۴ گستره
- ۶۱ ۲-۴ طول موثر قطعات فشاری
- ۶۲ ۳-۴ شعاع ژیراسیون
- ۶۳ ۴-۴ ضوابط اثر لاغری
- ۶۴ **مثال‌ها**

فصل پنجم: تغییر شکل و ترک خوردگی

- ۶۷ ۱-۵ گستره
- ۶۷ ۲-۵ محاسبه تغییر شکل در تیرها و دال‌های یک طرفه
- ۶۷ ۱-۲-۵ لنگر خمشی ترک خوردگی
- ۶۹ ۲-۲-۵ اضافه افتادگی درازمدت
- ۶۹ ۳-۵ محاسبه عرض ترک
- ۷۰ ۴-۵ محدودیت تغییر شکل در تیرها و دال‌ها
- ۷۲ **مثال‌ها**

فصل ششم: دال

- ۷۵ ۱-۶ بازشوها در سیستم دال

۷۷	فصل هفتم: طراحی دیوار و شالوده
۷۷	۱-۷ گستره
۷۷	۲-۷ محدودیت آرماتورها در دیوارها
۷۸	۳-۷ توزیع فشار خاک
۷۸	۴-۷ لنگر خمشی در شالوده‌ها
۷۸	۵-۷ آرماتورهای شالوده‌ها و شمع‌ها و محدودیت‌های آنها
۷۹	۶-۷ محدود کردن حرکت نسبی شالوده‌ها
۷۹	۷-۷ آرماتورهای حرارت و جمع شدگی در شالوده‌ها

۸۱	فصل هشتم: مهار و وصله آرماتورها
۸۱	۱-۸ گستره
۸۱	۲-۸ قلاب‌های استاندارد
۸۲	۳-۸ حداقل قطر خم‌ها
۸۲	۴-۸ طول گیرایی میلگردهای کششی
۸۴	۵-۸ طول گیرایی میلگردهای فشاری
۸۴	۶-۸ طول گیرایی در گروه میلگردها
۸۵	۷-۸ طول گیرایی میلگردهای قلابدار در کشش
۸۶	۸-۸ ضوابط مهار آرماتورهای خمشی
۸۷	۹-۸ ضوابط خاص مهار آرماتورهای خمشی مثبت
۸۹	۱۰-۸ ضوابط خاص مهار آرماتور خمشی منفی
۸۹	۱۱-۸ وصله میلگردها
۸۹	۱-۱۱-۸ ضوابط کلی
۸۹	۲-۱۱-۸ وصله میلگردهای کششی
۹۰	۳-۱۱-۸ وصله میلگردهای فشاری
۹۲	مثال‌ها

۹۵	فصل نهم: ضوابط ویژه برای طراحی در برابر زلزله
۹۵	۱-۹ گستره
۹۵	۲-۹ اعضای تحت خمش و فشار و اعضای تحت خمش
۹۵	۳-۹ مشخصات مصالح
۹۶	۴-۹ ضوابط ساختمان‌های با شکل‌پذیری متوسط

- ۹۶ ۵-۹ آرماتورهای طولی و عرضی
- ۹۶ ۱-۵-۹ آرماتور طولی
- ۹۸ ۲-۵-۹ آرماتور عرضی
- ۹۹ ۶-۹ اعضای تحت فشار و خمش در قابها
- ۹۹ ۱-۶-۹ محدودیت‌های هندسی
- ۹۹ ۲-۶-۹ آرماتورهای طولی و عرضی
- ۹۹ ۱-۲-۶-۹ آرماتور طولی
- ۹۹ ۲-۲-۶-۹ آرماتور عرضی
- ۱۰۰ ۷-۹ اتصالات تیر به ستون در قابها
- ۱۰۱ ۸-۹ ضوابط ساختمان‌های با شکل‌پذیری زیاد
- ۱۰۱ ۱-۸-۹ اعضای تحت خمش در قابها
- ۱۰۱ ۱-۱-۸-۹ محدودیت‌های هندسی
- ۱۰۱ ۲-۱-۸-۹ آرایش و مقدار میلگرد، آرماتور طولی
- ۱۰۲ ۳-۱-۸-۹ آرایش و مقدار میلگرد؛ آرماتور عرضی
- ۱۰۴ ۲-۸-۹ اعضای تحت اثر توام فشار و خمش در قابها
- ۱۰۴ ۱-۲-۸-۹ آرماتور طولی
- ۱۰۵ ۲-۲-۸-۹ آرماتور عرضی
- ۱۰۸ ۹-۹ حداقل مقاومت خمشی ستونها
- ۱۱۰ ۱۰-۹ اجزای مرزی در دیوارهای سازه‌ای و دیافراگمها