

مفاهیم پایه و تئوری مهندسی عمران

تألف و گردآوری:

دکتر ا. ا. دلانی

بهار ۱۳۹۷

سرشناسه	: اردلانی، شهرناز، ۱۳۷۰
عنوان و نام پدیدآور	: مفاهیم پایه و تئوری مهندسی عمران/تألیف و گردآوری شهرناز اردلانی
مشخصات نشر	: تهران: شهرناز اردلانی، ۱۳۹۷
مشخصات ظاهری	: ۲۶۵ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۰۰۰-۰۶۷۲-۵
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان به انگلیسی: Basic concepts and theory of civil engineering
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: مهندسی عمران
موضوع	: Civil engineering
رده‌بندی کنفره	: ۱۳۹۷ م ۱۴۵/الف TA
رده‌بندی دیوینی	: ۶۲۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۲۰۶۴۳

عنوان کتاب	مفاهیم پایه و تئوری مهندسی عمران
تألیف و گردآوری	: شهرناز اردلانی
ویراستار علمی	: شهرناز اردلانی
صفحه‌آرایی و طراحی جلد	: شهرناز اردلانی
نوبت چاپ	: چاپ اول
لیتوگرافی، چاپخانه و صحافی	: چاپ نقش سستر
تیراژ	: ۵۰۰ نسخه
نوبت چاپ	: اول
قیمت	: ۳۸۰۰۰ تومان
آدرس الکترونیکی	: Shahrnaz.ardalan@gmail.com
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۰۰۰-۰۶۷۲-۵

پیشگفتار

سپاس و ستایش آفریدگاری که کرامتش نامحدود و رحمتش بی پایان است، پروردگاری که بشریت را آموخت و عمر و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید.

کتاب ارائه شده، مجموعه‌ای کامل از مبانی مهندسی عمران می‌باشد که به منظور آشنا شدن دانشجویان دوره کارشناسی و تحصیلات تکمیلی و مهندسين با مفاهيم بنيادين عمران، مصالح، رفتار اعضای سازه‌ها تحت نیروهای مختلف و روش‌های تحلیل و طراحی سازه‌های بتنی، فولادی و فولاد بتن تنظیم شده است. مفاهيم مرتبط با هر قسمت به صورت عميق و کامل و با یک سازمان‌بندی بسیار منطقی و منظم ارائه شده است. نگارش این کتاب به نحوی انجام شده است که با مطالعه دقیق آن، تمام نیازهای متخصصان سازه اعم از دانشجویان و مهندسين رشته عمران و معماری را برطرف می‌سازد. کتاب حاضر شامل ۶ فصل می‌باشد: در فصل اول مکانیک اجسام صلب، تعادل اجسام صلب و مرکب‌وارها مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل دوم، تعریف تنش و کرنش، تئوری مراد و اصل انرژی تشریح گردیده است. فصل سوم به روش‌های تحلیل سازه، دسته‌بندی سازه‌ها و با، ذخایر اختصاص دارد. در فصل چهارم به توضیح مصالح بتن‌آرمه، تحلیل و طراحی سازه‌های بتن‌آرمه، بررسی رفتار اعضا تحت نیروهای خمشی، برشی و ... و مهار و وصله آرماتور پرداخته شده است. در فصل پنجم مصالح فولادی، تحلیل و طراحی سازه‌های فولادی، بررسی رفتار اعضا تحت نیروهای خمشی، برشی و ... و اتصالات تشریح گردیده است و بالاخره فصل ششم به مشخصه‌های رزرنکنیکی خاک و اصول طراحی فونداسیون اختصاص یافته است.

تمامی تلاش مؤلف بر تدوین مجموعه‌ای پربار و کامل در نوع خود بوده است که به زبان توفیق و نیل به این مهم تنها با نظر اساتید، همکاران و دانشجویان عزیز معین خواهد شد، از این رو خواهشمند است نقایص و کاستی‌های مجموعه حاضر را متذکر شوید تا در آینده نسبت به رفع آن‌ها اقدام گردد.

فهرست مطالب

فصل ۱: استاتیک

۲۵	۱ مکانیک
۲۶	۱-۱ مکانیک
۲۶	۱-۱-۱ مکانیک اجسام صلب (استاتیک و دینامیک)
۲۶	۱-۱-۲ مکانیک اجسام تغییر شکل پذیر (مقاومت مصالح)
۲۶	۱-۱-۳ مکانیک سیالات
۲۶	۱-۲ شش اصل آزمایشی بنیادین در مکانیک
۲۶	۱-۲-۱ قانون متوازی الاضلاع
۲۶	۱-۲-۲ اصل انتقال پذیری
۲۷	۱-۲-۳ قانون اول نیوتن
۲۷	۱-۲-۴ قانون دوم نیوتن
۲۷	۱-۲-۵ قانون سوم نیوتن
۲۷	۱-۲-۶ قانون گرانش
۲۷	۱-۳ دستگاه آحاد
۲۷	۱-۳-۱ دستگاه بین‌المللی اعداد SI
۲۸	۱-۳-۲ دستگاه آحاد U.S
۲۹	۲ استاتیک ذرات
۲۹	۲-۱ بردار
۲۹	۲-۲ نیرو
۲۹	۲-۳ لنگر، ممان یا گشتاور
۳۰	۳ سیستم هم‌ارز
۳۰	۳-۱ سیستم هم‌ارز
۳۱	۴ تعادل اجسام صلب
۳۱	۴-۱ تعادل ذره
۳۱	۴-۲ نمودار فضایی
۳۱	۴-۳ نمودار آزاد
۳۱	۴-۴ جسم دو نیرویی

۳۲	۴-۵ جسم سه نیرویی
۳۳	۵ نیروهای توزیعی یا مرکزوارها
۳۳	۵-۱ مرکز ثقل
۳۳	۵-۲ مرکز سطح و حجم
۳۴	۵-۳ ممان اول سطح و حجم
۳۴	۵-۴ ممان دوم یا ممان اینرسی سطح و حجم
۳۵	۵-۵ حاصل ضرب اینرسی
۳۵	۵-۶ ممان اینرسی قطبی
۳۶	۵-۷ شعاع ریراسیون
۳۶	۵-۸ محور اصلی
۳۷	۵-۹ محور خشی
۳۷	۵-۱۰ دایره مور

فصل ۲: مقاومت مصالح ۳۹

۴۰	۱ تنش و کرنش
۴۰	۱-۱ تنش
۴۰	۱-۱-۱ تنش عمودی یا نرمال
۴۰	۱-۱-۲ تنش برشی یا مماسی
۴۱	۱-۲ کرنش
۴۱	۱-۲-۱ کرنش عمودی
۴۱	۱-۲-۲ کرنش برشی
۴۱	۱-۲-۳ کرنش جانبی
۴۱	۱-۲-۴ کرنش حرارتی
۴۱	۱-۳ اصل سن و نان
۴۲	۱-۴ قانون هوک
۴۲	۱-۵ مدول الاستیسیته یا یانگ و مدول صلابت یا برشی
۴۲	۱-۶ نسبت پواسون
۴۲	۱-۷ ضریب انبساط حرارتی
۴۲	۱-۸ استحکام نهایی
۴۳	۱-۹ ضریب اطمینان
۴۳	۱-۱۰ تمرکز تنش

۳	۱-۱۱ تنش پسماند
۴	۱-۱۲ خستگی
۵	۲ تئوری مواد
۵	۲-۱ دسته‌بندی مواد
۵	۲-۱-۱ برحسب شکل پذیری
۶	۲-۱-۲ برحسب همسان گردی
۶	۲-۱-۳ برحسب کشسانی
۶	۲-۲ معیار تسلیم مواد شکل پذیر تحت تنش صفحه‌ای
۶	۲-۲-۱ معیار تنش برشی ماکزیمم یا شش ضلعی ترسکا
۷	۲-۲-۲ معیار انرژی اعوجاج ماکزیمم یا فون میزس
۷	۲-۳ معیار شکست مواد شکننده تحت تنش صفحه‌ای
۷	۳-۱ معیار تنش عمودی ماکزیمم یا کولن
۷	۳-۲ معیار تنش عمودی ماکزیمم یا مور
۷	۳-۳ معیار تنش عمودی ماکزیمم یا سن و نان
۸	۳ اصول انرژی
۸	۳-۱ انرژی پتانسیل
۸	۳-۲ انرژی کرنشی
۸	۳-۳ چگالی انرژی کرنشی
۸	۳-۳-۱ مدول جفرمگی، طاقت یا سختی
۸	۳-۳-۲ مدول برجهندگی یا فنریت
۹	۳-۴ روش‌های انرژی
۹	۳-۴-۱ کار مجازی
۹	۳-۴-۲ کار مجازی مکمل
۹	۳-۵ پایداری تعادل
۹	۳-۵-۱ تعادل پایدار
۹	۳-۵-۲ تعادل خنثی
۹	۳-۵-۳ تعادل ناپایدار

فصل ۳: تحلیل سازه

۲	۱ تحلیل
۲	۱-۱ تکیه‌گاه
۲	۱-۱-۱ مفصلی یا لولایی

۵۲	۱-۱-۲ مفصلی متحرک یا غلطکی
۵۲	۱-۱-۳ گیردار
۵۲	۱-۱-۴ گیردار غلطکی یا دوغلطکی
۵۲	۱-۱-۵ رابط یا میله ای
۵۲	۱-۱-۶ ارتجاعی یا فنری
۵۳	۱-۲ تحلیل سازه
۵۳	۱-۲-۱ تعادل استاتیکی
۵۳	۱-۲-۲ سازگاری تغییر شکل
۵۳	۱-۲-۳ برقراری روابط مشخصه مصالح
۵۴	۱-۳ طراحی سازه
۵۴	۱-۳-۱ ممت
۵۴	۱-۳-۲ سفتی
۵۴	۱-۳-۳ پایداری ارتعاشی
۵۵	۱-۳-۴ رفتار دینامیکی
۵۵	۱-۳-۵ خستگی
۵۵	۱-۳-۶ تردی و شکنندگی
۵۵	۱-۴ روش های تحلیل سازه های نامعین
۵۵	۱-۴-۱ روش نیرو یا نرمی
۵۶	۱-۴-۲ روش تغییر مکان یا سختی
۵۶	۱-۴-۳ ترکیب روش نیرو و تغییر مکان
۵۶	۱-۵ مقایسه تحلیل سازه های معین و نامعین
۵۷	۱-۶ روش های تحلیل خرابی
۵۷	۱-۶-۱ روش مفصل یا گره
۵۷	۱-۶-۲ روش مقطع
۵۷	۱-۶-۳ روش تجزیه
۵۸	۱-۶-۴ روش جداسازی
۵۸	۱-۶-۵ روش تقارن
۵۸	۱-۶-۶ روش هینبرگ
۵۸	۱-۶-۷ روش بار صفر
۵۸	۱-۷ روابط میان بار، نیروی برشی و لنگر خمشی
۵۹	۱-۸ مفهوم بازتوزیع
۶۰	۱-۹ خط تأثیر
۶۰	۱-۱۰ منحنی پوش
۶۰	۱-۱۱ تحلیل سازه تحت بارهای زلزله

۱-۱۱-۱	تحلیل استاتیکی معادل	۲
۱-۱۱-۲	تحلیل دینامیکی	۱
۱-۱۲	حرکت زمین بر اثر زلزله	۳
۱-۱۲-۱	طیف بازتاب شتاب	۴
۱-۱۲-۲	تاریخچه زمانی، شتابنگاشت	۴
۱-۱۳	انتخاب سیستم باربر جانبی	۴
۱-۱۳-۱	نوع سیستم باربر جانبی	۴
۱-۱۳-۲	جانمایی سیستم باربر جانبی	۵
۲	سازه	۷
۲-۱	اعضای سازه‌ای	۷
۲-۱-۱	اعضای میله‌ای	۷
۲-۱-۲	اعضای صفحه‌ای	۷
۲-۱-۳	اعضا سه‌بعدی	۷
۲-۲	تست‌های ازها از دیدگاه تحلیلی	۷
۲-۲-۱	بر اساس تکن هندسی	۸
۲-۲-۲	بر اساس پایداری	۸
۲-۲-۳	بر اساس مینیمم	۹
۲-۳	دسته‌بندی سازه‌ها از دیدگاه طراحی	۲
۲-۳-۱	بر حسب اهمیت	۲
۲-۳-۲	بر حسب شکل	۲
۲-۳-۳	بر حسب سیستم سازه‌ای	۴
۳	بارگذاری	۶
۳-۱	تعاریف	۶
۳-۱-۱	زلزله شدید یا طرح	۶
۳-۱-۲	زلزله خفیف، متوسط یا سطح بهره‌برداری	۶
۳-۱-۳	روان‌گرایی	۶
۳-۱-۴	تراز پایه	۶
۳-۱-۵	برش پایه	۷
۳-۱-۶	تغییر مکان نسبی	۷
۳-۱-۷	اجزای جمع‌کننده	۷
۳-۱-۸	دیافراگم	۷
۳-۱-۹	سیستم مهاربندی افقی	۸
۳-۱-۱۰	سیستم باربر جانبی	۸
۳-۱-۱۱	قاب مهاربندی شده	۸

۷۹	.....	۳-۱-۱۲ طبقه
۷۹	.....	۳-۱-۱۳ طبقه نرم
۷۹	.....	۳-۱-۱۴ طبقه ضعیف
۷۹	.....	۳-۱-۱۵ مرکز برش
۸۰	.....	۳-۱-۱۶ مرکز جرم
۸۰	.....	۳-۱-۱۷ مرکز سختی
۸۰	.....	۳-۱-۱۸ سختی طبقه
۸۰	.....	۳-۱-۱۹ مقاومت
۸۰	.....	۳-۱-۲۰ شکل پذیری
۸۰	.....	۳-۱-۲۱ زان تناوب
۸۱	.....	۳-۱-۲۲ ریب نازناب ساختمان
۸۱	.....	۳-۱-۲۳ ضریب رفتار ساختمان
۸۱	.....	۳-۱-۲۴ بار داف منیا
۸۱	.....	۳-۱-۲۵ سرعت خای باد
۸۱	.....	۳-۲ بارگذاری ثقلی
۸۱	.....	۳-۲-۱ بارهای مرده
۸۳	.....	۳-۲-۲ بارهای زنده
۸۳	.....	۳-۲-۳ بارهای برف
۸۳	.....	۳-۳ بارگذاری جانبی
۸۳	.....	۳-۳-۱ بارهای باد
۸۳	.....	۳-۳-۲ بارهای زلزله
۸۴	.....	۳-۳-۳ نیروی جانبی ناشی از زلزله
۸۴	.....	۳-۳-۴ نیروی قائم ناشی از زلزله
۸۶	.....	۳-۳-۵ بار زلزله سطح بهره‌برداری
۸۵	.....	۳-۴ بارگذاری فشار آب و خاک
۸۵	.....	۳-۴-۱ بارهای فشار آب و خاک
۸۶	.....	۳-۵ اثرات خودکرنشی
۸۶	.....	۳-۵-۱ اثرات خودکرنشی

۸۷ فصل ۴: طراحی سازه‌های بتن آرمه

۸۸	.....	۱ مصالح بتن آرمه
۸۸	.....	۱-۱ بتن آرمه
۸۹	.....	۱-۲ فولاد مسلح کننده
۸۹	.....	۱-۲-۱ از نظر روش ساخت

۹۰	۱-۲-۲ از نظر مکانیکی.....
۹۰	۱-۲-۳ از نظر شکل روبه.....
۹۱	۱-۳ سازگاری بتن و فولاد.....
۹۱	۱-۴ مصالح بتن.....
۹۱	۱-۴-۱ سیمان.....
۹۲	۱-۴-۲ سنگدانه.....
۹۳	۱-۴-۳ آب.....
۹۳	۱-۴-۴ مواد مضاف یا افزودنی.....
۹۴	۱-۴-۵ مواد جایگزین سیمان.....
۹۵	۱-۵ مقاومت بتن.....
۹۵	۱-۵-۱ مقاومت فشاری.....
۹۵	۱-۵-۲ مقاومت کششی.....
۹۵	۱-۵-۳ مقاومت خمشی.....
۹۵	۱-۵-۴ مقاومت ضربه‌ای.....
۹۶	۱-۶ افت، تغییران با افت، رفتگی در بتن.....
۹۶	۱-۶-۱ افت خرد فروری.....
۹۶	۱-۶-۲ افت پلاستیک.....
۹۶	۱-۶-۳ افت خشک‌شدگی.....
۹۶	۱-۶-۴ افت کرناسیون.....
۹۶	۱-۷ خزش یا وارفنگی در بتن.....
۹۷	۱-۸ انواع بتن.....
۹۷	۱-۸-۱ بتن پیش‌تنیده.....
۹۷	۱-۸-۲ بتن مگر.....
۹۸	۱-۹ روش‌های ویژه کاربرد بتن.....
۹۸	۱-۹-۱ بتن پاشیده.....
۹۸	۱-۹-۲ بتن‌ریزی زیر آب.....
۹۸	۱-۱۰ قالب‌بندی بتن.....
۹۹	۱-۱۰-۱ بدنه یا روبه.....
۹۹	۱-۱۰-۲ پشت‌بند.....
۹۹	۱-۱۰-۳ قید.....
۱۰۰	۱-۱۰-۴ دستک تیر.....
۱۰۰	۱-۱۰-۵ وادار.....
۱۰۰	۱-۱۰-۶ جک.....
۱۰۰	۱-۱۰-۷ فاصله نگهدار.....

۱-۱۱	عمل آوی بتن.....	۱۰۱
۱-۱۱-۱	مراقبت.....	۱۰۱
۱-۱۱-۲	محافظت.....	۱۰۱
۱-۱۱-۳	پروراندن.....	۱۰۱
۱-۱۲	درزهای بتن.....	۱۰۱
۱-۱۲-۱	درز اجرایی.....	۱۰۱
۱-۱۲-۲	درز انبساط.....	۱۰۲
۱-۱۲-۳	درز انقطاع.....	۱۰۲
۱-۱۳	بازرسی و کنترل کیفیت.....	۱۰۲
۲	تحلیل و طراحی.....	۱۰۳
۲-۱	رفتار مدول بتن آرمه در تحلیل.....	۱۰۳
۲-۱-۱	رفتار غیرخطی سازه ای.....	۱۰۳
۲-۱-۲	رفتار غیر خطی هتروژنی.....	۱۰۳
۲-۲	تحلیل سازه های بتن آرمه.....	۱۰۳
۲-۲-۱	تحلیل الاستیک مرتبه اول یا خطی.....	۱۰۴
۲-۲-۲	تحلیل الاستیک مرتبه دوم خطی الاستیک محدود یا ($P-\Delta$).....	۱۰۴
۲-۲-۳	تحلیل غیرخطی.....	۱۰۴
۲-۲-۴	تحلیل پلاستیک.....	۱۰۵
۲-۳	طراحی سازه های بتن آرمه.....	۱۰۵
۲-۳-۱	روش تنش مجاز یا تنش بهره برداری.....	۱۰۶
۲-۳-۲	روش طراحی مقاومت یا طراحی مقاومت نهایی.....	۱۰۶
۲-۳-۳	روش طراحی در حالت حدی یا طراحی بر مبنای ضریب ایمنی.....	۱۰۷
۲-۴	آیین نامه های طراحی.....	۱۰۸
۳	اعضای تحت خمش.....	۱۰۹
۳-۱	اعضای تحت خمش.....	۱۰۹
۳-۱-۱	اصل برنولی.....	۱۰۹
۳-۱-۲	پیوستگی بین بتن و فولاد.....	۱۰۹
۳-۱-۳	توزیع تنش در بتن و فولاد بر اساس منحنی های تنش کرنش.....	۱۰۹
۳-۲	رفتار اعضای تحت خمش.....	۱۱۰
۳-۲-۱	رفتار الاستیک.....	۱۱۱
۳-۲-۲	رفتار الاستوپلاستیک.....	۱۱۱
۳-۲-۳	رفتار پلاستیک.....	۱۱۱
۳-۳	گسیختگی اعضای تحت خمش.....	۱۱۱

۱	۳-۳-۱	مقطع تحت مسلح یا کم فولاد
۲	۳-۳-۲	مقطع فوق مسلح یا پرفولاد
۲	۳-۳-۳	مقطع متوازن
۱۲	۳-۴	دلایل استفاده از فولاد فشاری (مقطع با فولاد دوطرفه یا دوبل)
۱۳	۳-۵	تکیه‌گاه‌های جانبی مقاطع خمشی
۱۳	۳-۶	کنترل‌های لازم در فولادهای طولی یا خمشی
۱۳	۳-۶-۱	محدودیت حداقل فولاد
۱۴	۳-۶-۲	محدودیت حداکثر فولاد
۱۴	۳-۷	طراحی سایر مقاطع تحت خمش
۱۴	۳-۷-۱	مقطع مستطیلی با فولادگذاری در چند ردیف
۱۴	۳-۷-۲	مقطع بال دار
۱۴	۳-۷-۳	مقطع نامتقارن
۱۴	۳-۷-۴	مقطع تحت خمش دوجوهره
۱۵	۳-۸	تعمیق
۱۶	۴	اعضای تحت برش
۱۶	۴-۱	اعضای تحت برش
۱۷	۴-۲	رفتار اعضای تحت برش
۱۷	۴-۲-۱	شکست خمشی
۱۷	۴-۲-۲	شکست قطری کششی
۱۷	۴-۲-۳	شکست برشی فشاری
۱۷	۴-۲-۴	شکست برشی کششی
۱۸	۴-۲-۵	فوس بسته
۱۸	۴-۲-۶	شکست خردشدگی جان
۱۸	۴-۳	شکست اعضای تحت برش
۱۹	۴-۴	برش اصطکاکی
۱۹	۴-۵	کنترل‌های لازم در فولادهای عرضی یا برشی
۱۹	۴-۵-۱	محدودیت حداقل خاموت
۱۹	۴-۵-۲	محدودیت حداکثر خاموت
۱۹	۴-۵-۳	محدودیت حداقل فاصله خاموت
۱۹	۴-۵-۴	محدودیت حداکثر فاصله خاموت
۲۰	۴-۶	طراحی سایر مقاطع تحت برش
۲۱	۴-۶-۱	مقطع متغیر
۲۱	۵	اعضای تحت پیچش

۱۲۱	۵-۱ اعضای تحت پیچش
۱۲۱	۵-۱-۱ پیچش تعادلی
۱۲۱	۵-۱-۲ پیچش همسازی
۱۲۲	۵-۲ رفتار اعضای تحت پیچش
۱۲۲	۵-۳ گسیختگی اعضای تحت پیچش
۱۲۴	۶ اعضای تحت فشار
۱۲۴	۶-۱ اعضای تحت فشار
۱۲۴	۶-۱-۱ ستون کوتاه
۱۲۴	۶-۱-۲ ستون بلند یا لاغر
۱۲۶	۷ اعضای تحت ترکیب نیروی محوری و خمش
۱۲۶	۷-۱ اعضای تحت ترکیب نیروی محوری و خمش
۱۲۶	۷-۲ رفتار اعضای تحت ترکیب نیروی محوری و خمش
۱۲۷	۷-۳ شکست ستون ۷ تحت ترکیب نیروی محوری و خمش
۱۲۷	۷-۳-۱ شکست ماده‌ای
۱۲۸	۷-۳-۲ شکست بایده‌ری
۱۲۸	۷-۴ ضریب طول مؤثر
۱۲۸	۷-۵ تشدید لانگر
۱۲۸	۷-۶ طراحی سایر مقاطع تحت ترکیب نیروی محوری و خمش
۱۲۸	۷-۶-۱ مقطع با فولادگذاری در چهار وجه
۱۲۹	۷-۶-۲ مقطع دایروی
۱۲۹	۷-۶-۳ مقطع تحت خمش دوماحوره
۱۳۰	۸ مهار آرماتور
۱۳۰	۸-۱ پیوستگی بتن و فولاد
۱۳۰	۸-۱-۱ پیوستگی مهار
۱۳۰	۸-۱-۲ پیوستگی خمشی
۱۳۱	۸-۲ مقاومت پیوستگی
۱۳۱	۸-۳ انتقال تنش پیوستگی
۱۳۲	۸-۴ انواع ترک
۱۳۲	۸-۴-۱ ترک ناشی از بار خارجی
۱۳۳	۸-۴-۲ ترک ناشی از جابه‌جایی و عوامل داخلی بتن
۱۳۴	۸-۵ مهار آرماتور

۱۳۴	۸-۶ قلاب استاندارد
۱۳۴	۸-۷ قطع و خم آرماتور
۱۳۶	۹ وصله آرماتور
۱۳۶	۹-۱ وصله آرماتور
۱۳۶	۹-۱-۱ وصله بوشی
۱۳۶	۹-۱-۲ وصله جوشی
۱۳۷	۹-۱-۳ وصله مکانیکی
۱۳۷	۹-۱-۴ وصله اتکایی
۱۳۸	۱۰ خیز
۱۳۸	۱۰-۱ کنترل خیز، افتادگی یا تغییر مکان
۱۳۸	۱۰-۱-۱ تغییر شکل انی یا الاستیک
۱۳۹	۱۰-۱-۲ تغییر شکل درازمدت
۱۴۰	۱۱ ارتعاش
۱۴۰	۱۱-۱ کنترل لرزه ای
۱۴۱	۱۲ سقف
۱۴۱	۱۲-۱ سقف
۱۴۱	۱۲-۲ رفتار موضوعات صفحه ای
۱۴۱	۱۲-۲-۱ رفتار غشایی
۱۴۱	۱۲-۲-۲ رفتار خمشی
۱۴۱	۱۲-۲-۳ رفتار پوسته ای
۱۴۱	۱۲-۳ طاق ضربی
۱۴۲	۱۲-۴ نیرجه بلوک
۱۴۳	۱۲-۵ دال
۱۴۳	۱۲-۵-۱ دال یک طرفه
۱۴۴	۱۲-۵-۲ دال دو طرفه
۱۴۵	۱۲-۶ دال تحت برش
۱۴۶	۱۲-۶-۱ برش یک طرفه یا برش یا عملکرد تیر
۱۴۶	۱۲-۶-۲ برش دو طرفه یا برش منگنه ای
۱۴۶	۱۲-۷ دال تحت پیچش
۱۴۷	۱۲-۸ فولاد افت و حرارت
۱۴۷	۱۲-۹ بازشو در دال

۱۴۷	۱۲-۱۰ مقطع مختلط
۱۴۹	۱۲-۱۱ طبقه‌بندی مقطع مختلط از نظر کماتش موضعی
۱۴۹	۱۲-۱۱-۱ مقاطع مختلط محاط در بتن
۱۴۹	۱۲-۱۱-۲ مقاطع مختلط پرشده با بتن
۱۴۹	۱۲-۱۱-۳ مقاطع مختلط با مقطع فولادی و دال بتنی متکی بر آن
۱۵۰	۱۲-۱۲ مقطع مختلط تحت خمش
۱۵۱	۱۲-۱۳ نحوه انتقال خمش در مقطع مختلط
۱۵۲	۱۲-۱۴ اجرای مقطع مختلط تحت خمش
۱۵۲	۱۲-۱۴-۱ برای سقف با شمع‌بندی
۱۵۲	۱۲-۱۴-۲ برای سقف بدون شمع‌بندی
۱۵۳	۱۲-۱۵ مقطع مختلط تحت برش
۱۵۳	۱۲-۱۶ نحوه انتقال برش در مقطع مختلط
۱۵۳	۱۲-۱۷ ظرفیت برش اسمی برش‌گیرها
۱۵۳	۱۲-۱۷-۱ برش‌گیرهای از نوع گرمی
۱۵۴	۱۲-۱۷-۲ برش‌گیرهای از نوع فلزی
۱۵۴	۱۲-۱۸ مقطع مختلط تحت کشش
۱۵۴	۱۲-۱۹ مقطع مختلط تحت فشار
۱۵۴	۱۲-۲۰ نحوه انتقال نیروی محوری در مقطع مختلط
۱۵۶	۱۳ دیوار
۱۵۶	۱۳-۱ دیوار
۱۵۶	۱۳-۱-۱ دیوار محیطی متصل به قاب
۱۵۶	۱۳-۱-۲ دیوار محیطی مهارشده به قاب
۱۵۶	۱۳-۱-۳ جداکننده یا تیغه
۱۵۷	۱۳-۱-۴ دیوار حائل
۱۵۷	۱۳-۱-۵ دیوار زیرزمین
۱۵۷	۱۳-۱-۶ دیوار برشی یا دیافراگم قائم
۱۵۷	۱۳-۲ ضوابط عمومی دیوارها
۱۵۷	۱۳-۲-۱ دیوارهای غیرباربر
۱۵۸	۱۳-۲-۲ دیوار باربر
۱۵۸	۱۳-۳ دیوار برشی
۱۵۸	۱۳-۳-۱ دیوار برشی کوتاه
۱۵۸	۱۳-۳-۲ دیوار برشی بلند

۱۵۹	۱۳-۴ اعضای فولادی در دیوار برشی
۱۵۹	۱۳-۱۴-۱ ستون فولادی به صورت غیرمدفون در دیوار برشی
۱۵۹	۱۳-۱۴-۲ ستون فولادی به صورت مدفون در دیوار برشی
۱۵۹	۱۳-۵ دیوار برشی تحت خمش
۱۵۹	۱۳-۶ دیوار برشی تحت برش
۱۵۹	۱۳-۷ دیوار برشی تحت ترکیب نیروی محوری و خمش
۱۶۰	۱۳-۸ اجزای مرزی
۱۶۰	۱۳-۹ دیوار برشی هم‌بسته و تیر هم‌بند

فصل ۱: طراحی سازه‌های فولادی

۱۶۲	۱ مصالح فولاد
۱۶۲	۱-۱ فولاد
۱۶۲	۱-۱-۱ کربن
۱۶۳	۱-۱-۲ فولاد مقاوم کم‌آلیاژ
۱۶۳	۱-۱-۳ فولاد آلیاژی با سخت‌ساز
۱۶۳	۱-۲ مقاطع فولادی
۱۶۳	۱-۲-۱ I یا INP نیم‌رخ
۱۶۴	۱-۲-۲ IPE نیم‌رخ
۱۶۴	۱-۲-۳ IPB نیم‌رخ
۱۶۴	۱-۲-۴ ناودانی
۱۶۴	۱-۲-۵ نبشی یا L
۱۶۴	۱-۲-۶ T سبزی یا T
۱۶۵	۱-۲-۷ Z زد یا Z
۱۶۵	۱-۲-۸ لوله و قوطی
۱۶۵	۱-۲-۹ ریل
۱۶۵	۱-۲-۱۰ ورق

۲ تحلیل و طراحی

۱۶۶	۲-۱ رفتار مصالح فولادی در تحلیل
۱۶۶	۲-۱-۱ رفتار الاستیک
۱۶۶	۲-۱-۲ رفتار پلاستیک
۱۶۶	۲-۲ تحلیل سازه‌های فولادی
۱۶۶	۲-۲-۱ تحلیل خطی
۱۶۷	۲-۲-۲ تحلیل خطی با باز توزیع خطی

۱۶۷	۲-۲ تحلیل غیر خطی
۱۶۷	۲-۲-۴ تحلیل پلاستیک
۱۶۷	۲-۳ طراحی سازه‌های فولادی
۱۶۸	۲-۳-۱ تنش مجاز
۱۶۸	۲-۳-۲ حالات حدی
۱۶۸	۲-۴ شاخص ایمنی یا قابلیت اعتماد
۱۶۹	۲-۵ آیین‌نامه‌های طراحی
۱۷۰	۳ اعضای تحت خمش
۱۷۲	۳-۱ اعضای تحت خمش
۱۷۲	۳-۲ تقوین بال پیرهای I شکل
۱۷۲	۳-۳ طراحی مهاربندهای جانبی
۱۷۲	۳-۴ ورق‌های سخت کننده در برابر نیروهای متمرکز
۱۷۳	۳-۵ کنترل‌های لازم در اعضای تحت خمش
۱۷۳	۳-۵-۱ کنترل کمانش موضعی
۱۷۴	۳-۵-۲ کنترل کمانش پیچشی جانبی
۱۷۴	۳-۵-۳ کنترل‌های جان و بال تحت اثر بار متمرکز
۱۷۵	۳-۶ طراحی سایر مقاطع تحت خمش
۱۷۵	۳-۶-۱ مقطع تحت خمش دوجوره
۱۷۶	۴ اعضای تحت برش
۱۷۶	۴-۱ اعضای تحت برش
۱۷۶	۴-۱ ورق‌های سخت کننده عرضی
۱۷۷	۴-۳ کنترل‌های لازم در اعضای تحت برش
۱۷۷	۴-۳-۱ کنترل کمانش موضعی برشی یا قطری جان
۱۷۸	۵ اعضای تحت پیچش
۱۷۸	۵-۱ اعضای تحت پیچش
۱۷۹	۶ اعضای تحت کشش
۱۷۹	۶-۱ اعضای تحت کشش
۱۷۹	۶-۲ انتقال بار در اتصالات پیچی و برچی
۱۸۰	۶-۳ کنترل‌های لازم در اعضای تحت کشش
۱۸۰	۶-۳-۱ کنترل لاغری
۱۸۰	۶-۳-۲ کنترل برش قالبی

۱۸۱	۶-۴ طراحی سایر مقاطع تحت کشش
۱۸۱	۶-۴-۱ مقطع مرکب ساخته شده از چند نیمرخ
۱۸۱	۶-۴-۲ مقطع کششی با اتصالات لولایی
۱۸۱	۶-۴-۳ میل مهار و قطعات دندانه شده یا رزوه شده
۱۸۲	۷ اعضای تحت ترکیب نیروی محوری و خمش
۱۸۲	۷-۱ اعضای تحت ترکیب نیروی محوری و خمش
۱۸۳	۷-۲ کنترل‌های لازم در اعضای تحت ترکیب نیروی محوری و خمش
۱۸۳	۷-۲-۱ کنترل کمانش موضعی
۱۸۳	۷-۲-۲ کنترل کمانش خمشی
۱۸۴	۷-۲-۳ کنترل کمانش پیچشی و کمانش خمشی پیچشی
۱۸۴	۷-۲-۴ کنترل لاغری
۱۸۴	۷-۳ طراحی سایر مقاطع تحت ترکیب نیروی محوری و خمش
۱۸۴	۸-۱-۱ مقطع پیچشی تک
۱۸۴	۸-۳-۲ مقطع مرکب ساخته شده از چند نیمرخ
۱۸۶	۸ اتصالات
۱۸۶	۸-۱ روش‌های اتصال
۱۸۶	۸-۱-۱ روش‌های مکانیکی
۱۸۶	۸-۱-۲ روش‌های شیمیایی
۱۸۶	۸-۱-۳ روش‌های متالورژیکی
۱۸۶	۸-۲ اتصالات جوشی
۱۸۷	۸-۲-۱ جوش ذوبی توسط گاز یا مشعل
۱۸۷	۸-۲-۲ جوش ذوبی توسط قوس الکتریکی
۱۸۹	۸-۳ الکترود
۹۰	۸-۳-۱ الکترود سلولوزی
۹۰	۸-۳-۲ الکترود رتیلی
۹۱	۸-۳-۳ الکترود اسیدی
۹۱	۸-۳-۴ الکترود بازی
۹۱	۸-۴ انواع اتصالات جوشی
۹۱	۸-۴-۱ از نظر وضعیت قرارگیری اعضای اتصال
۹۲	۸-۴-۲ از نظر وضعیت جوش کاری
۹۳	۸-۴-۳ از نظر انواع جوش
۹۴	۸-۵ معایب و نواقص جوش
۹۴	۸-۵-۱ ترک در جوش

۱۹۴	۸-۵-۲ تابیدگی مقطع فولادی
۱۹۵	۸-۵-۳ لکه قوس
۱۹۵	۸-۵-۴ سر رفتن جوش
۱۹۵	۸-۵-۵ سوختن جوش
۱۹۵	۸-۵-۶ پاشش
۱۹۶	۸-۵-۷ بریدگی کناره جوش
۱۹۶	۸-۵-۸ ذوب و نفوذ ناقص
۱۹۶	۸-۵-۹ خوردگی در جوش
۱۹۶	۸-۵-۱۰ تخلخل
۱۹۷	۸-۵-۱۱ ذرات سرباره محبوس شده و اختلال گل جوش
۱۹۷	۸-۶ بازرس و کنترل کیفیت
۱۹۸	۸-۶-۱ بازرس چشمی
۱۹۸	۸-۶-۲ آزمایش غیر تخریب
۱۹۸	۸-۶-۳ آزمایش تخریب
۱۹۹	۸-۷ طراحی اتصالات جوش
۱۹۹	۸-۸ محدودیت‌های اندازه برای جوش
۲۰۰	۸-۹ اتصالات پیچی
۲۰۱	۸-۹-۱ پیچ‌های معمولی
۲۰۱	۸-۹-۲ پیچ‌های بر مقاومت
۲۰۲	۸-۱۰ انواع اتصالات پیچی
۲۰۲	۸-۱۰-۱ اتصالات اتکایی
۲۰۲	۸-۱۰-۲ اتصالات اصطکاکی
۲۰۴	۸-۱۱ پیش‌تنیدگی در اتصالات اصطکاکی
۲۰۴	۸-۱۱-۱ پیچاندن مجدد مهره‌ها به مقدار زاویه معین
۲۰۵	۸-۱۱-۲ استفاده از آچارهای مدرج دستی یا مکانیکی
۲۰۵	۸-۱۱-۳ استفاده از آچارهای خاردار
۲۰۵	۸-۱۲ انواع سوراخ در اتصالات پیچی
۲۰۵	۸-۱۲-۱ سوراخ استاندارد گرد
۲۰۵	۸-۱۲-۲ سوراخ بزرگ شده گرد
۲۰۵	۸-۱۲-۳ سوراخ لوبیایی کوتاه
۲۰۵	۸-۱۲-۴ سوراخ لوبیایی بلند
۲۰۶	۸-۱۳ روش‌های سواخ کردن
۲۰۶	۸-۱۳-۱ مته
۲۰۶	۸-۱۳-۲ منگنه

- ۸-۱۳-۳ شعله گازی..... ۲۰۶
- ۸-۱۴ بازرسی و کنترل کیفیت..... ۲۰۶
- ۸-۱۵ طراحی اتصالات پیچی..... ۲۰۷
- ۸-۱۶ کنترل‌های لازم در اتصالات پیچی اتکایی..... ۲۰۸
- ۸-۱۶-۱ کنترل مقاومت برشی در ورق‌های اتصال..... ۲۰۸
- ۸-۱۶-۲ کنترل مقاومت کششی در ورق‌های اتصال..... ۲۰۸
- ۸-۱۶-۳ کنترل مقاومت فشاری در مجاورت ناحیه اتصال..... ۲۰۸
- ۸-۱۶-۴ کنترل تنش‌های لهدگی در ورق و پیچ..... ۲۰۸
- ۸-۱۶-۵ کنترل مقاومت اتکایی اتصال..... ۲۰۸
- ۸-۱۶-۶ کنترل برش قالبی (فقط در تیر با بال زبانه‌دار و اتصال خربایی)..... ۲۰۸
- ۱۷ / محدودیت‌های فاصله سوراخ‌ها..... ۲۰۹
- ۸-۱۷-۱ حداقل فاصله سوراخ‌ها..... ۲۰۹
- ۸-۱۷-۲ حداکثر فاصله سوراخ‌ها..... ۲۰۹
- ۸-۱۸ مفاهیم اتصال در طبقه‌بندی اتصالات..... ۲۰۹
- ۸-۱۸-۱ طبقه‌بندی اتصال..... ۲۱۰
- ۸-۱۸-۲ مقاومت اتصال..... ۲۱۰
- ۸-۱۸-۳ شکل‌پذیری اتصال..... ۲۱۰
- ۸-۱۹ دسته‌بندی اتصالات..... ۲۱۰
- ۸-۱۹-۱ برحسب نوع عضو اتصالات..... ۲۱۰
- ۸-۱۹-۲ برحسب میزان صلبیت..... ۲۱۰
- ۸-۱۹-۳ برحسب شکل هندسی..... ۲۱۱
- ۸-۱۹-۴ برحسب فن اتصال..... ۲۱۵
- ۹ اتصال تیر به ستون..... ۲۱۶
- ۹-۱ اتصال ساده..... ۲۱۶
- ۹-۱-۱ اتصال توسط نبشی جان..... ۲۱۶
- ۹-۱-۲ اتصال نشسته تقویت‌نشده..... ۲۱۶
- ۹-۱-۳ اتصال نشسته تقویت‌شده..... ۲۱۶
- ۹-۲ اتصال صلب..... ۲۱۷
- ۹-۲-۱ اتصال توسط ورق‌های فوقانی و تحتانی و نبشی جان..... ۲۱۸
- ۹-۲-۲ اتصال توسط ورق انتهایی جوش شده به تیر..... ۲۱۸
- ۹-۲-۳ اتصال توسط نیم‌رخ‌های سپری..... ۲۱۸
- ۹-۲-۴ اتصال مستقیم..... ۲۱۹
- ۹-۲-۵ اتصال در صفحه عمود بر جان ستون..... ۲۱۹
- ۹-۲-۶ اتصال زانویی..... ۲۲۰

۲۲۰	۹-۳ اتصال نیمه صلب
۲۲۰	۹-۴ چشمه اتصال
۲۲۲	۱۰ اتصال تیر به تیر
۲۲۲	۱۰-۱ اتصال تیر به تیر
۲۲۴	۱۱ اتصال ستون به ستون
۲۲۴	۱۱-۱ اتصال ستون به ستون
۲۲۶	۱۲ اتصال خربایی
۲۲۶	۱۲-۱ اتصال خربایی
۲۲۷	۱۳ اتصال پای ستون
۲۲۷	۱۳-۱ اتصال پای ستون
۲۲۸	۱۳-۲ تحلیل و طراحی اتصال پای ستون
۲۲۹	۱۳-۳ خطوط گسیختگی
۲۲۹	۱۳-۴ ورق تقویت کف ستون
۲۳۱	۱۴ خیز
۲۳۱	۱۴-۱ کنترل خیز، افتادگی یا تغییر مکان
۲۳۲	۱۶ تیروورق
۲۳۲	۱۶-۱ تیروورق
۲۳۲	۱۶-۲ تیروورق تحت خمش
۲۳۳	۱۶-۳ تیروورق تحت برش
۲۳۳	۱۶-۱-۶۱ بدون توجه به عمل میدان کششی
۲۳۳	۱۶-۳-۲ با توجه به عمل میدان کششی
۲۳۳	۱۷-۴ ارتفاع بهینه تیروورق
۲۳۵	۱۷-۵ تغییر ابعاد تیروورق
۲۳۵	۱۷-۶ کنترل‌های لازم در تیروورق
۲۳۵	۱۷-۶-۱ کنترل کماتش موضعی
۲۳۶	۱۷-۶-۲ کنترل کماتش قائم جان
۲۳۶	۱۷-۶-۳ کنترل کماتش خمشی جان
۲۳۶	۱۷-۶-۴ کنترل کماتش پیچشی جانی
۲۳۶	۱۷-۶-۵ کنترل‌های جان و بال تحت اثر بار متمرکز
۲۳۶	۱۷-۶-۶ کنترل کماتش موضعی برشی یا قطری جان

۲۳۷	۱۸ تیر با جان باز
۲۳۷	۱۸-۱ تیر با جان باز
۲۳۷	۱۸-۲ طراحی تیر با جان باز
۲۳۷	۱۸-۲-۱ تیر با جان پیوسته
۲۳۷	۱۸-۲-۲ تیر با جان غیر پیوسته
۲۳۸	۱۸-۳ بررسی تأثیر تعبیه سوراخ
۲۳۸	۱۸-۳-۱ تیرهای با جان پیوسته
۲۳۸	۱۸-۳-۲ تیرهای با جان غیر پیوسته
۲۳۹	۱۸-۴ تقویت اطراف سوراخ

فصل ۴ طراحی فونداسیون

۲۴۱	۱ مشخصات ژئوتکنیکی خاک
۲۴۲	۱-۱ مشخصات ژئوتکنیکی خاک
۲۴۲	۱-۲ نهشته‌های دانه‌ای خاک
۲۴۲	۱-۲-۱ انواع خاک بر حسب نوع هوازدهی
۲۴۳	۱-۲-۲ انواع خاک بر حسب عیار
۲۴۳	۱-۲-۳ انواع خاک بر حسب انداز
۲۴۳	۱-۳ سیستم‌های طبقه‌بندی خاک
۲۴۴	۱-۳-۱ سیستم طبقه‌بندی آشتو
۲۴۴	۱-۳-۲ سیستم طبقه‌بندی متحد
۲۴۴	۱-۴ دانه‌بندی
۲۴۴	۱-۵ حدود اتربرگ
۲۴۴	۱-۵-۱ حد مایع
۲۴۴	۱-۵-۲ حد خمیری
۲۴۴	۱-۵-۳ حد انقباض
۲۴۵	۱-۶ روابط وزنی حجمی
۲۴۵	۱-۶-۱ نسبت تخلخل
۲۴۵	۱-۶-۲ یوکی
۲۴۵	۱-۶-۳ درجه اشباع
۲۴۵	۱-۶-۴ میزان رطوبت
۲۴۵	۱-۶-۵ وزن مخصوص مرطوب
۲۴۵	۱-۶-۶ وزن مخصوص اشباع
۲۴۵	۱-۶-۷ وزن مخصوص خشک

۲۴۵	۱-۷ نفوذپذیری خاک
۲۴۶	۱-۸ تراوش در حالت دائمی
۲۴۶	۱-۹ صعود مویینگی
۲۴۶	۱-۱۰ طراحی فیلتر
۲۴۶	۱-۱۱ تنش مؤثر
۲۴۷	۱-۱۲ مقاومت برشی
۲۴۷	۱-۱۳ تراکم نسبی
۲۴۷	۱-۱۴ تحکیم
۲۴۸	۲ شناسایی های تحت الارضی
۲۴۸	۲-۱ شناسایی های تحت الارضی
۲۴۸	۲-۱-۱ وضعیت های مربوط به شرایط زمین
۲۴۸	۲-۱-۲ وضعیت های مربوط به سازه
۲۴۹	۲-۱-۳ وضعیت های مربوط به شرایط محیطی
۲۴۹	۲-۲ جمع آوری اطلاعات اولیه
۲۴۹	۲-۳ بازدید محلی
۲۵۰	۲-۴ گمانه زنی
۲۵۰	۲-۴-۱ عدد نفوذ استاندارد
۲۵۰	۲-۴-۲ مقاومت برشی زهکشی نشده خاک های رس
۲۵۰	۲-۴-۳ مقاومت نوک مخروط
۲۵۰	۲-۴-۴ تعیین آب زیرزمینی
۲۵۰	۲-۴-۵ ضریب نفوذپذیری
۲۵۰	۲-۵ عملیات ژئوفیزیکی
۲۵۱	۲-۵-۱ ثبت انکسار امواج لرزه ای
۲۵۱	۲-۵-۲ اندازه گیری سرعت موج برشی
۲۵۱	۲-۵-۳ اندازه گیری مقاومت الکتریکی
۲۵۲	۳ اصول طراحی فونداسیون
۲۵۲	۳-۱ گسیختگی خاک
۲۵۲	۳-۱-۱ گسیختگی برشی کلی
۲۵۲	۳-۱-۲ گسیختگی برشی موضعی
۲۵۲	۳-۱-۳ گسیختگی برشی سوراخ کننده
۲۵۳	۳-۲ ظرفیت باربری شالوده های سطحی
۲۵۳	۳-۳ نشست شالوده های سطحی

۲۵۳	۳-۳-۱ نشست آبی یا الاستیک
۲۵۴	۳-۳-۲ نشست تحکیمی
۲۵۴	۳-۴ رده‌های ژئوتکنیکی
۲۵۴	۳-۴-۱ رده ژئوتکنیکی ۱
۲۵۴	۳-۴-۲ رده ژئوتکنیکی ۲
۲۵۴	۳-۴-۳ رده ژئوتکنیکی ۳
۲۵۵	۳-۵ اصول طراحی پی
۲۵۶	۳-۵-۱ روش شالوده صلب
۲۵۶	۳-۵-۲ روش شالوده انعطاف‌پذیر
۲۵۶	۳-۶ انواع پی
۲۵۶	۳-۶-۱ شالوده سطحی
۲۵۹	۳-۶-۲ شالوده عمیق
۲۶۰	۳-۶-۳ شالوده نیمه عمیق
۲۶۰	۳-۶-۴ شال - ویژه