روش‌ها و جزئیات اجرایی ساختمان
(روش‌ها و مسائل اجرایی ساخت و سازها)

عمران اجـرا – عمـران نظارت
معماری اجـرا – معماری نظارت

ویژه آزمون‌های نظام مهندسی

براساس آخرین ویرایش و تغییرات، آیین‌نامه‌ها و مباحث مقررات ملی
حاوی نکات بسیار مهم و مطالب اصلی آزمون‌های نظام مهندسی
به همراه پیوست مبحث هفتم و مبحث دهم (ویرایش سال ۱۴۰۰)

مؤلف: محمدحسین علیزاده

NOAVAR
PUBLICATION

سرشناسه: علیزاده، محمدحسین، ۱۳۴۹ -
عنوان و نام پدیدآورنده: روش‌ها و جزییات اجرایی ساختمان (روش‌ها و مسایل اجرایی ساخت و ساز) (بر اساس آخرین ویرایش نشریات و مباحث ۲۲ گانه مقررات ملی ساختمان) به همراه کلیدواژه حاوی مطالب اصلی.../ مؤلف محمدحسین علیزاده.
مشخصات نشر: تهران: نوآور
مشخصات ظاهری: ۴۴۸ ص
شابک: ۵-۵۴۱-۱۶۸-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
یادداشت: نمایه.
یادداشت: روش‌ها و مسائل اجرایی ساخت‌وسازها عمران - اجرا، عمران - نظارت....
موضوع: ساختمان‌سازی -- ایران -- صنعت و تجارت
موضوع: *Construction industry -- Iran*
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۷ ۹ر۷۷ع / ۱۴۵ *TH*
رده‌بندی دیویی: ۰۲۹۵۵/۶۹۰
شماره کتابشناسی ملی: ۸۴۳۷۸۴۵

روش و جزئیات اجرایی ساختمان
(روش‌ها و مسائل اجرایی ساخت و سازها)

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

مؤلف: محمدحسین علیزاده
ناشر: نوآور
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا
نوبت چاپ: سی و هشتم -۱۴۰۱، ویرایش ششم
شابک: ۵-۵۴۱-۱۶۸-۶۰۰-۹۷۸

انتشارات نوآور
ناشر تخصصی کتاب‌های نظام مهندسی و عمران
ثبت سفارش از طریق سایت و تماس
۶۶ ۴۸ ۴۱ ۹۰ - ۲
http://noavarpub.com

نشانی: تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخر رازی، خیابان شهدای ژاندارمری، نرسیده به خیابان دانشگاه، پلاک ۵۸، ساختمان ایرانیان، طبقه ۱ ، واحد ۳

فصل اول
شناخت زمین و خاک

۱-۱- شناسایی ژئوتکنیکی زمین ۱۷
- ۱-۱-۱- طبقه‌بندی نوع خاک، بر مبنای مشاهدات، ۱۷
- ۱-۱-۲- آزمایشات لازم به منظور ارزیابی مقاومت برشی ۱۷
- ۱-۱-۳- وسعت‌شناسایی زمین از قبیل تعداد ۱۷
- ۱-۱-۴- اقدامات زیر برای تعیین فاصله گمانه‌ها ۱۷
- ۱-۱-۵- دیوار نگهبان خاک ۱۹

۱-۲- مجوزهای خاص و اقدامات قبل از اجرا ۲۰

۱-۳- مبدا پیدایش خاک ۲۱

۱-۴- انواع خاک از نظر اندازه ۲۱

۱-۵- سیستم طبقه بندی خاک ۲۱

۱-۶- طبقه‌بندی خاک‌ها بر حسب بافت ۲۱

۱-۷- طبقه‌بندی خاک‌ها بر حسب استفاده ۲۲
- ۱-۷-۱- سیستم طبقه‌بندی آشتو ۲۲
- ۱-۷-۲- سیستم طبقه‌بندی متحد ۲۳
- ۱-۷-۳- آیین‌نامه‌ی استاندارد ۲۸۰۰ ۲۴

۱-۸- حفاری و نمونه‌برداری خاک ۲۵
- ۱-۸-۱- فرآیند حفاری و نمونه‌برداری و دستگاه‌های انتخابی ۲۵
- ۱-۸-۲- باید ناظر واجد صلاحیت در طول زمان حفاری ۲۵
- ۱-۸-۳- باید صلاحیت مجموعه‌ای که عملیات حفاری ۲۵
- ۱-۸-۴- روش‌های حفاری گمانه ۲۵

۱-۹- نکات مهم و کاربردی الزامات ژئوتکنیکی ۲۶
- ۱-۹-۱- شناسائی نوع زمین ۲۶
- ۱-۹-۲- ناپایداری زمین ناشی از زلزله ۲۷
- ۱-۹-۳- بزرگ نمایی ناشی از توپوگرافی ۳۰

۱-۱۰- ضوابط اجرایی و نکات کلیدی ۳۰

فصل دوم
گودبرداری و سازه نگهبان

۲-۱- گودبرداری ۳۲
- ۲-۱-۱- عملیات خاکی ۳۳
- ۲-۱-۲- گودبرداری ۳۳
- ۲-۱-۳- سطح خطر گودبرداری ۳۳
- ۲-۱-۴- اقدامات لازم الاجرا قبل از شروع عملیات ۳۳
- ۲-۱-۵- در صورتی که در عملیات خاکی از دستگاه‌های برقی ۳۳
- ۲-۱-۶- چنانچه محل مورد نظر برای عملیات خاکی، ۳۴

۲-۲- گودبرداری ۳۴
- ۲-۲-۱- در صورتی که در عملیات گودبرداری و خاک‌برداری ۳۴
- ۲-۲-۲- سازنده موظف است در عملیات گودبرداری ۳۴
- ۲-۲-۳- در مواردی که عملیات گودبرداری در مجاورت ۳۴
- ۲-۲-۵- برای جلوگیری از بروز خطرهایی نظیر ۳۴

فهرست مطالب

- ۲-۲-۶- در گودبرداری‌هایی که عملیات اجرایی ۳۴
- ۲-۲-۷- محل استقرار ماشین‌آلات و وسایل مکانیکی ۳۴
- ۲-۲-۹- در محل گودبرداری‌های عمیق و وسیع، ۳۵
- ۲-۳-۱- قبل از آغاز عملیات حفاری چاه‌ها و مجاری آب ۳۵
- ۲-۳-۲- به منظور ایجاد تهویه کافی در عملیات حفاری ۳۵
- ۲-۳-۳- کلیه افرادی که فعالیت آنها با عملیات حفاری ۳۵
- ۲-۳-۴- مقنی قبل از ورود به چاه برای عملیات چاه‌کنی ۳۵
- ۲-۳-۵- پس از خاتمه کار روزانه و یا در مواقعی که حفاری ۳۵
- ۲-۳-۶- در حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب ۳۵

۲-۳- حفاری چاه‌هاو مجاری آب و فاضلاب ۳۵

۲-۴- خاک‌برداری و گودبرداری ۳۶
- ۲-۴-۱- حفاظت و حراست تأسیسات موجود ۳۶
- ۲-۴-۲- برداشت خاک‌های فرسوده و یا نباتی سطحی ۳۷
- ۲-۴-۳- خاک‌برداری ۳۷
- ۲-۴-۴- پی‌کنی و گودبرداری ۳۷
- ۲-۴-۵- خاک‌برداری در زمین‌های لجنی ۳۸
- ۲-۴-۶- خاک‌برداری در زمین‌های سنگی ۳۸
- ۲-۴-۷- حفاظت بدنه پی‌ها و گودها ۳۹

۲-۵-خاک‌ریزی ۳۹
- ۲-۵-۱- مصالح خاک‌ریزی ۳۹
- ۲-۵-۲- اصلاح مصالح ۴۰
- ۲-۵-۳- انواع خاک‌ریزی ۴۰
- ۲-۵-۴- کنترل رطوبت خاک‌ریزها ۴۱
- ۲-۶-۱- کلیات ۴۱

۲-۶- پخش، تسطیح و کوبیدن ۴۱
- ۲-۶-۲- آماده سازی بستر خاک‌ریزی ۴۲
- ۲-۶-۳- خاک‌ریزهای باربر ۴۲
- ۲-۶-۴- خاک‌ریزهای پر کننده (*Back Fill*) ۴۳

۲-۷- آماده‌سازی و تسطیح اراضی برای پی‌ریزی ۴۳
- ۲-۷-۱- قبل از تسطیح و آماده‌سازی اراضی برای پی‌ریزی، ۴۳
- ۲-۷-۲- پس از نقشه‌برداری باید نقشه تسطیح تهیه گردد. ۴۳
- ۲-۷-۳- چنانچه میزان خاک نباتی موجود در خاک زیر ۴۳
- ۲-۷-۴- اگر تسطیح اراضی با خاکریزی همراه است، ۴۳
- ۲-۷-۵- تخمین نشست خاکریزی مهندسی ۴۳
- ۲-۷-۶ - احداث سازه‌های سنگین روی خاکریز ۴۳
- ۲-۷-۷- در تسطیح اراضی باید به زهکشی سطحی ۴۳
- ۲-۷-۸ - اگر عمق قسمت خاکریز پرکننده ۴۴
- ۲-۷-۹- اگر طراح قصد دارد پی را بر روی خاک متراکم شده ۴۴
- ۲-۷-۱۰- شیب‌دار کردن سایت به منظور خروج آب‌های ۴۴

۲-۸- ارزیابی خطر گود ۴۴
- ۲-۸-۱- جهت ارزیابی خطر گود قائم لازم است ۴۴
- ۲-۸-۲- اگر فاصله ساختمان مجاور از لبه گود کمتر ۴۴

فهرست مطالب

- ۲-۸-۳- در صورت حضور آب یا رطوبت بالا، ۴۴
- ۲-۸-۴- تحلیل پایداری گود ۴۵
- **۲-۹- تحلیل تغییر شکل گود و سازه‌های مجاور ۴۶**
- ۲-۹-۱- اگر ساختمان مجاور گود در اثر گودبرداری دچار ۴۶
- ۲-۹-۲- اگر مقدار تغییر مکان افقی ساختمان مجاور گود ۴۶
- ۲-۹-۳- مهندس طراح باید به نسبت تغییر مکان قائم ۴۶
- ۲-۹-۵- اگر پی‌ها برخلاف جهت یکدیگر حرکت کنند، ۴۶
- ۲-۹-۶- مقدار مجاز تغییر مکان ساختمان مجاور گود ۴۶
- **۲-۱۰- زهکشی ۴۶**
- **۲-۱۱- پایش و کنترل ۴۶**
- **۲-۱۲- اهداف ابزارگذاری و پایش ۴۶**
- ۲-۱۲-۱- تایید پارامترهای طراحی ۴۶
- ۲-۱۲-۲- ارزیابی عملکرد در طول ساخت و ساز ۴۷
- ۲-۱۲-۳- ارزیابی عملکرد سازه‌های موجود ۴۷
- ۲-۱۲-۴- تشخیص روند کوتاه مدت و بلندمدت ۴۷
- ۲-۱۲-۵- ایمنی ۴۷
- ۲-۱۲-۶- حمایت قانونی ۴۷
- **۲-۱۳- تعداد و نوع دستگاه‌های پایش ۴۷**
- **۲-۱۴- برنامه پایش ۴۷**
- **۲-۱۵- ابزار پایش ۴۷**
- **۲-۱۶- تناوب اندازه‌گیری‌ها در پایش ۴۷**
- **۲-۱۷- مسئولیت طراحی، اجرا و نظارت پایش ۴۷**
- **۲-۱۸- انواع سازه نگهبان ۴۸**
- ۲-۱۸-۱- دیوارهای با عملکرد وزنی ۴۸
- ۲-۱۸-۲- دیوارهای سپرگونه ۴۸
- ۲-۱۸-۳- خاک مسلح ۴۸
- ۲-۱۸-۴- میل مهاری و میخکوبی ۴۸
- ۲-۱۸-۵- دیوار زیرزمین ۴۸
- **۲-۱۹- پایداری انواع سازه‌های نگهبان ۴۸**
- ۲-۱۹-۱- حالت‌های حدی دیوارهای سپرگونه ۴۸
- ۲-۱۹-۲- حالت‌های حدی دیوارهای خاک مسلح ۴۹
- **۲-۲۰- فشار خاک ۴۹**
- **۲-۲۱- فشار خاک در حالت سکون ۴۹**
- **۲-۲۲- فشار در حالت محرک و مقاوم خاک ۴۹**
- **۲-۲۳- فشار خاک در خاکریز متراکم شده ۵۰**
- **۲-۲۴- فشار خاک تحت شرایط خاص ۵۰**
- **۲-۲۵- فشار حالت محرک و مقاوم در شرایط دینامیکی ۵۰**
- ۲-۲۵-۱- در صورت وجود زلزله فشار جانبی خاک ۵۰
- ۲-۲۵-۲- اضافه فشار مقاوم با اثر مساعد در پایداری دیوار، ۵۰
- ۲-۲۵-۳- فشار آب در شرایط زلزله باید براساس نوع خاک ۵۰
- **۲-۲۶- تعیین فشار خاک در پشت دیوار ۵۰**
- ۲-۲۶-۱- در دیوارهایی که به دلایل انعطاف‌پذیری سازه‌ای ۵۰
- ۲-۲۶-۲- در دیوارهایی که به دلایل انعطاف‌پذیری سازه‌ای ۵۰
- ۲-۲۶-۳- در دیوارهای طره‌ای یا دیوارهای سپری بدون مهار ۵۰
- ۲-۲۶-۴- در دیوارهای سپری مهار شده با چند تیرک ۵۱
- ۲-۲۶-۵- در دیوارهای زیرزمین که انتهای آنها به سقف ۵۱
- ۲-۲۶-۶- در دیوارهای زیرزمین که انتهای آنها به سقف ۵۱
- ۲-۲۶-۷- فشار جانبی خاک در هنگام زلزله، ۵۱
- ۲-۲۶-۸- طراح می‌تواند جهت تعیین فشار خاک ۵۱
- **۲-۲۷- طراحی سازه نگهبان به روش تنش مجاز ۵۱**
- ۲-۲۷-۱- حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای وزنی ۵۱
- ۲-۲۷-۲- حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای سپرگونه ۵۲
- ۲-۲۷-۳- حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای خاک مسلح ۵۲
- **۲-۲۸- طراحی سازه نگهبان به روش حالات حدی ۵۲**
- ۲-۲۸-۱- در کلیه دیوارها، ترکیب بار و ضرایب بارگذاری ۵۲
- ۲-۲۸-۲- در ترکیب‌های بارگذاری در شرایط زلزله، ۵۲
- ۲-۲۸-۳- در ترکیب‌های بارگذاری در شرایط استاتیکی ۵۲
- ۲-۲۸-۴- ضرایب کاهش مقاومت در دیوارهای وزنی ۵۲
- ۲-۲۸-۵- ضرایب تقلیل نیروی مقاوم در دیوارهای سپرگونه ۵۳
- ۲-۲۸-۶- ضرایب کاهش نیروی مقاوم در خاکریزها و شیروانی ۵۳
- ۲-۲۸-۷- ضرایب کاهش نیروی مقاوم در دیوارهای خاک مسلح ۵۳
- **۲-۲۹- مهاربندی ۵۴**
- **۲-۳۰- خاکریز پشت دیوار ۵۵**
- **۲-۳۱-قوانین و مقررات ۵۵**
- **۲-۳۲- ایمنی در انجام عملیات خاکی ۵۷**
- ۲-۳۲-۱- کلیات ۵۷
- ۲-۳۲-۲- مقدمات گودبرداری ۵۷
- ۲-۳۲-۳- گودبرداری ۵۷
- ۲-۳۲-۴- حفاظت عمومی هنگام انجام عملیات گودبرداری ۵۸
- **۲-۳۳- رعایت نکات ایمنی در حفر چاه ۵۹**
- ۲-۳۳-۱- مقدمات حفر چاه ۵۹
- ۲-۳۳-۲- رعایت نکات ایمنی در عملیات حفر چاه ۵۹
- **۲-۳۴- انواع روش‌های پایدار سازی گود ۶۰**
- **۲-۳۵- مهاربندی جداره‌ها با المان‌های افقی و مایل ۶۱**
- **۲-۳۶- مهاربندی با المان‌های کششی ۶۱**
- **۲-۳۷- مهاربندی توسط سپر کوبی ۶۱**
- ۲-۳۷-۱- مزایای روش سپرکوبی ۶۱
- ۲-۳۷-۲- معایب روش سپرکوبی ۶۱
- **۲-۳۸- مهاربندی توسط شمع و شمع‌های درجا ۶۲**
- ۲-۳۸-۱- مزایای روش اجرای شمع ۶۲
- ۲-۳۸-۲- معایب روش اجرای شمع ۶۳
- **۲-۳۹- مهاربندی توسط دیوار دیافراگمی ۶۳**
- ۲-۳۹-۱- مراحل اجرای دیوار دیافراگمی ۶۳
- ۲-۳۹-۲- مزایای روش دیواره دیافراگمی ۶۳

- ۲-۳۹-۳- معایب روش دیواره دیافراگمی ۶۳
۲-۴۰- جداره‌های مهاربندی شده توسط نیلینگ ۶۴
- ۲-۴۰-۱- مراحل اجرای سیستم نیلینگ ۶۴
- ۲-۴۰-۲- اصول طراحی نیلینگ (*Nailing*) ۶۵
- ۲-۴۰-۳- شرایط مطلوب خاک برای میخکوبی ۶۵
- ۲-۴۰-۴- مزایای روش میخکوبی (نیلینگ) ۶۶
- ۲-۴۰-۵- معایب روش میخکوبی یا نیلینگ ۶۶
- ۲-۴۰-۶- برخی از ضوابط حقوقی و قانونی در مورد روش نیلینگ ۶۶
۲-۴۱- جداره‌های مهاربندی شده توسط انکراژ ۶۶
- ۲-۴۱-۱- مزایای روش مهاربندی توسط انکراژ یا مهارسازی ۶۸
- ۲-۴۱-۲- معایب روش مهاربندی توسط انکراژ (مهارسازی) ۶۸
- ۲-۴۱-۳- اجزای اصلی در پایدارسازی با استفاده از مهار ۶۸
۲-۴۲- جداره‌های مهاربندی شده توسط دوخت ۶۹
- ۲-۴۲-۱- مزایای روش دوخت به پشت ۶۹
- ۲-۴۲-۲- معایب روش دوخت به پشت ۶۹
۲-۴۳- جداره‌های مهاربندی شده توسط میکروپایل ۶۹
- ۲-۴۳-۱- روش اجرای میکروپایل ۷۰
۲-۴۴- جداره‌های مهاربندی شده توسط خرپا ۷۱
- ۲-۴۴-۱- مزایای روش خرپایی ۷۱
- ۲-۴۴-۲- معایب روش خرپایی ۷۱
- ۲-۴۴-۳- مراحل اجرای یک سازه خرپایی ۷۱
۲-۴۵- شیب‌دار کردن(*Sloping*) ۷۲
۲-۴۶- دیوار برلنی ۷۲
- ۲-۴۶-۱- مزایای دیوار برلنی ۷۳
- ۲-۴۶-۲- معایب دیوار برلنی ۷۳
۲-۴۷- روش مهار متقابل ۷۳

فصل سوم
پی و پی‌سازی

۳-۱- تعریف پی ۷۴
- ۳-۱-۱- تعریف ۷۴
۳-۲- انواع پی‌ها ۷۴
۳-۳- پی‌های سطحی ۷۴
- ۳-۳-۲- پی منفرد ۷۵
- ۳-۳-۳- شالوده‌ی دو ستونی (مرکب) ۷۵
- ۳-۳-۴- شالوده‌ی نواری ۷۶
- ۳-۳-۵- شالوده شبکه‌ای ۷۶
- ۳-۳-۶- شالوده گسترده ۷۶
۳-۴- فونداسیون‌های عمیق ۷۷
- ۳-۴-۱- تعریف ۷۷
- ۳-۴-۲- شمع‌ها ۷۸
- ۳-۴-۳- پایه‌های عمیق و کیسون‌ها ۷۹
۳-۵- قالب‌ریزی ۸۰
- ۳-۵-۱- نکات قالب‌ریزی ۸۰
- ۳-۵-۲- زمان قالب‌برداری ۸۱
۳-۶- انواع نشست پی ۸۱
۳-۷- پدیده‌ی تحکیم و تورم ۸۲
۳-۸- انواع نشست خاک زیر پی ۸۲
۳-۹- سطح آب زیرزمینی و پی ۸۲
۳-۱۰- پدیده‌ی روانگرایی و کنترل آن ۸۳
۳-۱۱- عمق مجاز یخبندان ۸۳
۳-۱۲- نکات مهم در مورد شالوده ۸۳
- ۳-۱۲-۱- احداث ساختمان در دامنه، بالا یا پایین شیب ۸۳
- ۳-۱۲-۲- ساخت شالوده شیبدار و شالوده در یک تراز ۸۳
- ۳-۱۲-۳- ساخت شالوده شیبدار و شالوده در یک تراز ۸۴
۳-۱۳- ملاحظات طراحی پی‌های سطحی ۸۵
۳-۱۴- ظرفیت باربری پی‌های سطحی ۸۶
- ۳-۱۴-۱- استفاده از روابط نظری ظرفیت باربری ۸۶
- ۳-۱۴-۲- استفاده از آزمون‌های درجا ۸۶
۳-۱۵- نشست مجاز ۸۶
- ۳-۱۵-۱- مقادیر مجاز اولیه برای نشست یکنواخت ۸۶
- ۳-۱۵-۲- باید توجه داشت که مقادیر مجاز مندرج ۸۷
۳-۱۶- روش‌های طراحی پی سطحی ۸۷
- ۳-۱۶-۱- روش تنش مجاز ۸۷
- ۳-۱۶-۲- روش حالات حدی ۸۸
- ۳-۱۶-۳- ملاحظات لرزه‌ای در طراحی پی‌های سطحی ۸۹
- ۳-۱۷-۱- برای تحلیل پی‌های انعطاف پذیر ۸۹
- ۳-۱۷-۲- می‌توان به منظور تحلیل سازه پی انعطاف پذیر ۸۹
۳-۱۸- ملاحظات اجرایی مرتبط با انتخاب موقعیت ۹۰
- ۳-۱۸-۲- به منظور تعیین تراز زیر پی می‌بایست ۹۰
۳-۱۹- مبانی طراحی پی‌های عمیق ۹۰
- ۳-۱۹-۱- موارد ذیل در هر دو روش طراحی به روش ۹۰
- ۳-۱۹-۲- موارد ذیل برای شرایط بهره‌برداری ۹۱
۳-۲۰- بارهای طراحی ۹۱
- ۳-۲۰-۱- ترکیب بارهای وارده ۹۱
- ۳-۲۰-۲- نیروهای تغییر مکان زمین ۹۱
۳-۲۱- شمع تحت بار محوری ۹۲
- ۳-۲۱-۱- ظرفیت باربری ۹۲
- ۳-۲۱-۲- نشست شمع‌ها ۹۳
- ۳-۲۱-۳- شمع‌های کششی ۹۳
۳-۲۲- شمع‌های تحت بار جانبی ۹۴
- ۳-۲۲-۱- ظرفیت باربری جانبی ۹۴
- ۳-۲۲-۲- تغییر مکان جانبی ۹۴
۳-۲۳- گروه شمع ۹۴

فهرست مطالب

- ۳-۲۳-۱- ظرفیت باربری گروه شمع ۹۵
- ۳-۲۳-۲- نشست گروه شمع ۹۵
- ۳-۲۳-۳- تحلیل نیروها در گروه شمع ۹۵
- ۳-۲۳-۴- طراحی گروه شمع ۹۵

۳-۲۴- بار مجاز طراحی شمع‌ها ۹۶

- ۳-۲۴-۱- روش تنش مجاز ۹۶
- ۳-۲۴-۲- روش حالت حدی ۹۷

۳-۲۵- آزمایش‌های بارگذاری شمع ۹۷

- ۳-۲۵-۱- آزمایش‌های بارگذاری استاتیکی ۹۷
- ۳-۲۵-۲- آزمایش‌های بارگذاری دینامیکی ۹۸
- ۳-۲۵-۳- شمع‌های آزمایشی ۹۸
- ۳-۲۵-۴- شمع‌های اصلی ۹۹

۳-۲۶- طراحی سازه‌ای شمع‌ها ۹۹

- ۳-۲۶-۱- طراحی سازه‌ای شمع‌ها ۹۹
- ۳-۲۶-۲- در طراحی سازه‌ای شمع‌ها باید به اثر زلزله ۹۹

۳-۲۷- ملاحظات ساخت و اجرای شمع ۱۰۰

- ۳-۲۷-۱- در اجرای شمع یا پی‌های عمیق، ۱۰۰
- ۳-۲۷-۲- چگونگی استقرار همه شمع‌ها ۱۰۰
- ۳-۲۷-۳- اطلاعات ثبت شده در هنگام اجرا ۱۰۰
- ۳-۲۷-۴- در مواردی که مشاهدات و یا بازرسی ۱۰۰
- ۳-۲۷-۵- برای ارزیابی کیفیت شمع‌های درجاریزی ۱۰۰

۳-۲۸- پی بتن آرمه ۱۰۰

فصل چهارم

جوشکاری، اتصالات و ساختمان‌های فولادی

۴-۱- مقدمه ۱۰۲

۴-۲- تعریف جوش و فرآیندهای جوشکاری ۱۰۲

۴-۳- اتصالات جوشی ۱۰۲

۴-۴- انواع جوش ۱۰۳

۴-۵- وضعیت‌ها یا موقعیّت‌های جوشکاری ۱۰۳

۴-۶- الکترود ۱۰۴

۴-۷- روکش الکترود ۱۰۴

۴-۸- وظایف روکش الکترود یا پودر در جوش زیرپودری ۱۰۴

۴-۹- روکش‌های کم هیدروژن ۱۰۵

۴-۱۰- تأثیر روکش بر قطبیت ۱۰۵

۴-۱۱- پودر آهن ۱۰۵

۴-۱۲- جوش شیاری ۱۰۵

۴-۱۳- جوش گوشه ۱۰۶

۴-۱۴- طبقه‌بندی و شماره‌گذاری الکترودها طبق ۱۰۷

۴-۱۵- انتخاب نوع و قطر الکترود ۱۰۸

۴-۱۶- دسته‌بندی الکترودها از نظر ویژگی کاربردی ۱۰۸

- ۴-۱۶-۱- الکترودهای پرجوش (پر بازده) ۱۰۸
- ۴-۱۶-۲- الکترودهای زودجوش (الکترودهای نفوذی) ۱۰۹
- ۴-۱۶-۳- الکترودهای کم هیدروژن ۱۰۹
- ۴-۱۶-۴- الکترودهای ترکیبی ۱۰۹

۴-۱۷- تأثیر ضخامت و شکل فلزات مورد جوشکاری ۱۰۹

۴-۱۸- تأثیر وضعیت جوشکاری در انتخاب الکترود ۱۰۹

۴-۱۹- جذب رطوبت ۱۱۰

۴-۲۰- فاسد شدن روکش الکترود ۱۱۱

۴-۲۱- معایب ایجاد شده در جوش ۱۱۱

۴-۲۲- خشک کن الکترود ۱۱۱

۴-۲۳- بسته‌بندی و حمل‌ونقل و نگهداری الکترودها ۱۱۱

۴-۲۴- اندازه (قطر) و طول استاندارد ۱۱۲

۴-۲۵- بسته‌بندی و دسته‌بندی ۱۱۲

۴-۲۶- ضوابط بازرسی ظاهری الکترودها ۱۱۲

۴-۲۷- کیفیت اجرای جوشکاری ۱۱۲

۴-۲۸- مقاومت روکش در مقابل رطوبت ۱۱۳

۴-۲۹- استحکام روکش ۱۱۳

۴-۳۰- بازدید ظاهری روکش ۱۱۳

۴-۳۱- هم مرکز بودن روکش ۱۱۳

۴-۳۲- معرفی الکترودهای متعارف و کاربرد آن‌ها ۱۱۴

۴-۳۳- معایب اصلی جوش ۱۱۶

- ۴-۳۳-۱- تخلخل ۱۱۶
- ۴-۳۳-۲- ذوب ناقص ۱۱۷
- ۴-۳۳-۳- نفوذ ناقص ۱۱۷
- ۴-۳۳-۴- لکه قوس ۱۱۸
- ۴-۳۳-۵- جرقه و پاشش ۱۱۸
- ۴-۳۳-۶- بریدگی کناره جوش (سوختگی کناره جوش) ۱۱۸
- ۴-۳۳-۷- سر رفتن جوش روی فلز پایه، لوچه ۱۱۸
- ۴-۳۳-۸- انواع ترک‌ها ۱۱۸
- ۴-۳۳-۹- عدم پر شدگی شیار ۱۱۹
- ۴-۳۳-۱۰- گرده اضافی در جوش ۱۱۹
- ۴-۳۳-۱۱- ناخالصی‌های حبس شده (حبس سرباره) ۱۲۰
- ۴-۳۳-۱۲- ذرات محبوس شده (آخال) ۱۲۰
- ۴-۳۳-۱۳- خلل و فرج (مک) ۱۲۰
- ۴-۳۳-۱۴- پاشش ۱۲۰
- ۴-۳۳-۱۵- ترک جوش ۱۲۰
- ۴-۳۳-۱۶- ترک‌های داخلی در نوار جوش و نسبت عرض ۱۲۲

۴-۳۴- دهانه یا بازشدگی (R) ۱۲۲

۴-۳۵- تسمه‌های پشت‌بند ۱۲۲

۴-۳۶- گرده جوش ۱۲۳

۴-۳۷- ضخامت ریشه (پیشانی) ۱۲۳

۴-۳۸- سنگ زدن ریشه از پشت (شیارزنی پشت) ۱۲۳

۴-۳۹- انقباض عرضی ۱۲۴
۴-۴۰- هلالی شدن بال ۱۲۴
۴-۴۱- شمشیری شدن (انحنای طولی) ۱۲۴
۴-۴۲- حرارت تولیدی در فعالیت جوشکاری ۱۲۴
۴-۴۳- کربن معادل و سرعت خنک شدن ۱۲۵
۴-۴۴- بازرسی عینی (چشمی) جوش ۱۲۵
۴-۴۵- آزمایش‌های مخرب ۱۲۸
۴-۴۶- آزمایش‌های غیرمخرب ۱۳۰
۴-۴۷- پیش‌گرمایش ۱۳۲
۴-۴۸ شدت جریان و ولتاژ تقریبی ۱۳۳
۴-۴۹- ولتاژ و شدت جریان مورد نیاز الکترود ۱۳۴
۴-۵۰- انتخاب قطر کابل جوشکاری ۱۳۴
۴-۵۱- پارامترهای مؤثر بر خواص فیزیکی ۱۳۴
۴-۵۲- جوش‌پذیری فولاد ۱۳۵
۴-۵۳- پیچ و واشر ۱۳۶
۴-۵۴- چگونگی اتصال پیچ و نقش واشر در اتصال ۱۳۷
• ۴-۵۳- ۱- پیچ‌های معمولی ۱۳۶
• ۴-۵۳-۲- پیچ‌های پر مقاومت ۱۳۶
• ۴-۵۴-۱- اتصال اصطکاکی ۱۳۷
• ۴-۵۴-۲- اتصال اتکایی: ۱۳۷
۴-۵۵- ویژگی‌های سوراخ پیچ ۱۳۷
۴-۵۶- محاسن اتصالات پیچی ۱۳۷
۴-۵۷- معایب اتصالات پیچی ۱۳۷
۴-۵۸- پرچ ۱۳۸
۴-۵۹- اتصالات ۱۳۸
• ۴-۵۹-الف- اتصالات قابی ۱۳۸
• ۴-۵۹-ب- اتصالات تیر - ستونی ۱۳۸
• ۴-۵۹-ج- اتصالات تیر به تیر: ۱۳۹
۴-۶۰- ضخامت گلوی مؤثر برای جوش‌ها ۱۳۹
۴-۶۱- حداقل طول پوششی در اتصالات پوششی ۱۳۹
۴-۶۲- ارزش جوش ۱۳۹
۴-۶۳- تنش مجاز جوش ۱۳۹
۴-۶۴- ضریب بازرسی جوش (ϕ) ۱۴۰
۴-۶۵- نکات مهم و الزامات اجرایی ۱۴۱

فصل پنجم

ساختمان‌های فولادی

۵-۱-معرفی فولاد ۱۵۴
• ۵-۲-۱- کربن (*C*): ۱۵۴
• ۵-۲-۲- منگنز (*Mn*): ۱۵۴
• ۵-۲-۳- مس (*Cu*): ۱۵۴
۵-۲- عناصر و ترکیبات آلیاژ فولاد ۱۵۴
• ۵-۲-۴- سیلسیم (*Si*): ۱۵۵
۵-۳- فولادهای بی‌آلیاژ و با آلیاژ ۱۵۵
۵-۴- فولاد کم آلیاژ و پر آلیاژ ۱۵۵
۵-۵- ترتیب عملیات اجرایی ساختمان‌های فولادی ۱۵۵
• ۵-۵-۱- عملیات برشکاری و آماده‌سازی لبه‌ها و عملیات سوراخکاری: ۱۵۵
• ۵-۵-۲- ساخت اعضا: ۱۵۶
• ۵-۵-۳- عملیات تمیزکاری و رنگ: ۱۵۸
• ۵-۵-۴- عملیات حمل: ۱۶۲
• ۵-۵-۵- عملیات پیش مونتاژ و مونتاژ در پای کار: ۱۶۲
• ۵-۵-۶- عملیات واداشتن، نصب، خال‌جوش و ... ۱۶۲
• ۵-۵-۷- شاقولی کردن ستون‌ها، هم محور نمودن ... ۱۶۲
• ۵-۵-۸- رواداری نصب ستون و نصب کف ستون: ۱۶۲
۵-۶- مزیت‌های سازه‌های فولادی ۱۶۲
۵-۷- ضعف‌ها و معایب سازه‌های فولادی ۱۶۳
۵-۸- نیمرخ‌های نورد شده ۱۶۳
۵-۹- نیمرخ *I* معمولی یا نرمال ۱۶۴
۵-۱۰- نیمرخ *IPE* یا نیمرخ *I* بال موازی ۱۶۴
۵-۱۱- نیمرخ‌های بال پهن ۱۶۴
• ۵-۱۱-الف- نیمرخ‌های بال پهن : ۱۶۴
• ۵-۱۱-ب- نیمرخ بال پهن سنگین *IPBv*: ۱۶۴
• ۵-۱۱-ج- نیمرخ بال پهن سبک *IPBl*: ۱۶۴
۵-۱۲- نیمرخ‌های نبشی (*L*) ۱۶۵
• ۵-۱۲-الف- نیمرخ‌های نبشی بال مساوی: ۱۶۵
• ۵-۱۲-ب- نیمرخ نبشی با بال‌های نامساوی: ۱۶۵
۵-۱۳- نیمرخ‌های سپری ۱۶۵
• ۵-۱۳-الف- نیمرخ سپری *T* معمولی: ۱۶۵
• ۵-۱۳-ب- نیمرخ سپری بال پهن *TB*: ۱۶۵
۵-۱۴- نیمرخ‌های ناودانی ۱۶۵
• ۵-۱۴-الف- نیمرخ ناودانی معمولی *UNP*: ۱۶۵
• ۵-۱۴-ب- نیمرخ ناودانی بال موازی *UAP*: ۱۶۵
۵-۱۵- ورق‌ها ۱۶۵
• ۵-۱۵-الف- ورق‌های صاف: ۱۶۵
• ۵-۱۵-ب- ورق‌های آجدار: ۱۶۶
• ۵-۱۵-ج- ورق‌های سوراخ‌دار و مشبک: ۱۶۶
۵-۱۸- شکل مقطع ستون‌ها ۱۶۶
• ۵-۱۸-الف- مقاطع ساده: ۱۶۶
• ۵-۱۸-ب- مقاطع مرکب: ۱۶۶
• ۵-۱۹-الف- اعضای فشاری مرکب از نیمرخ‌ها و ... ۱۶۶
۵-۱۶- تسمه‌ها ۱۶۶
۵-۱۷- ستون‌ها ۱۶۶

فهرست مطالب

۵-۱۹- انواع ستون‌ها با مقاطع مرکب ۱۶۶
- ۵-۱۹-ب- اعضای فشاری مرکب با بست‌های موازی: ۱۶۷
- ۵-۱۹-ج- اعضای فشاری مرکب با بست‌های چپ و راست: ۱۶۷
- ۵-۱۹-د- اعضای فشاری مرکب با لقمه: ۱۶۷

۵-۲۰- صفحه‌ی ستون (*base plate*) ۱۶۷
۵-۲۱- نصب بیس پلیت بر پی ۱۶۸
۵-۲۲- محل نصب ستون بر روی صفحه ستون ۱۶۸
۵-۲۳- تعیین ضخامت صفحه ستون ۱۶۸
۵-۲۴- نصب میل مهار ۱۶۸
۵-۲۵- رفتار ورق پای ستون ۱۶۹
۵-۲۶- محافظت از بیس پلیت ۱۶۹
۵-۲۷- تراز کردن کف ستون ۱۷۰
۵-۲۸- محافظت حدیدها ۱۷۱
۵-۲۹- جوش نبشی‌های اتصال ۱۷۱
۵-۳۰- تیر و انواع آن ۱۷۱
- ۵-۳۰-الف- تیر حمال، شاهتیر یا تیر اصلی: ۱۷۱
- ۵-۳۰-ب- تیر کش: ۱۷۱
- ۵-۳۰-ج- تیر کنسول: ۱۷۱
- ۵-۳۰-د- تیر فرعی: ۱۷۱
- ۵-۳۰-هـ- تیر لاپه: ۱۷۱
- ۵-۳۰-و- تیر نعل درگاه: ۱۷۱

۵-۳۱- چگونگی تقویت بال‌ها ۱۷۲
- ۵-۳۱-الف- دو برابر پهنای ورق تقویتی: ۱۷۲
- ۵-۳۱-ب- یک و نیم برابر پهنای ورق تقویتی: ۱۷۲
- ۵-۳۱-ج- پهنای ورق تقویتی: ۱۷۲

۵-۳۲- مقاطع مرکب ۱۷۲
۵-۳۳- تیرهای لانه زنبوری ۱۷۲
- ۵-۳۳-۱- روش ساخت: ۱۷۳
- ۵-۳۳-۲- مزیت‌های تیر لانه زنبوری ۱۷۴
- ۵-۳۳-۳- ضعف تیر لانه زنبوری: ۱۷۴

۵-۳۴- تیرهای مختلط ۱۷۴
- ۵-۳۴-۱- کمترین مقدار ضخامت دال و عرض موثر آن: ۱۷۴

۵-۳۵- طویل کردن ستون‌ها ۱۷۴
۵-۳۶- نحوه طویل کردن ستون‌ها ۱۷۵
۵-۳۷- ستون‌ها با مقاطع دایره‌ای ۱۷۵
۵-۳۸- رواداری‌های ابعادی در ساخت و نصب ... ۱۷۵
۵-۳۹- اعضای کششی مرکب از چند نیمرخ یا ... ۱۷۶
۵-۴۰- برشگیرها ۱۷۷
۵-۴۱- مقررات تکمیلی برای سخت‌کننده‌ها در ... ۱۷۸
۵-۴۲- ورق‌های تقویتی چشمه اتصال (ورق‌های مضاعف) ۱۷۸
۵-۴۳- مقاومت خمشی مقاطع مختلط به ... ۱۷۹
۵-۴۴- پیچ‌ها، اتصالات پیچی و ... در اتصالات پیچی ۱۷۹
- ۵-۴۴-۱- انواع سوراخ در اتصالات پیچی ۱۸۰

۵-۴۵- کف‌ستون‌ها و فشار مستقیم بر بتن و مصالح بنایی ۱۸۱
۵-۴۶- سخت‌کننده‌های تیرهای پیوند *I* شکل ۱۸۱
۵-۴۷- بریدن و سوراخ کردن ۱۸۲
۵-۴۸- پخ‌زنی و آماده کردن لبه قطعات برای جوشکاری ۱۸۳
۵-۴۹- پیش نصب ۱۸۳
۵-۵۰- محدودیت تیرها و ستون‌ها ۱۸۳

فصل ششم
مصالح و فرآورده‌های ساختمانی

۶-۱- مقدمه ۱۸۴
۶-۲- فرآورده‌های سفالی و آجرها ۱۸۴
۶-۳- کاشی ۱۸۷
۶-۴- سنگ ۱۸۸
۶-۵- سنگدانه ۱۹۱
۶-۶- سیمان هیدرولیکی و فرآورده‌های سیمانی ۱۹۵
۶-۷- مواد افزودنی شیمیایی بتن ۲۰۷
۶-۸- آهک و فرآورده‌های آن ۲۰۸
۶-۹- گچ و فرآورده‌های آن ۲۱۱
۶-۱۰- ملات‌های ساختمانی ۲۱۳
۶-۱۱- آهن، فرآورده‌های آهنی و مصالح جوشکاری ۲۱۴
۶-۱۲ چوب و فرآورده‌های آن ۲۱۷
- ۶-۱۲-۱- کف‌پوش ۲۱۷
- ۶-۱۲-۲- راه پله ۲۱۷

۶-۱۳- قیر و قطران ۲۱۷
۶-۱۴-شیشه ۲۲۰
۶-۱۵-رنگ و پوشش ساختمانی ۲۲۰
۶-۱۶-عایق رطوبتی ۲۲۰
۶-۱۷-عایق‌های حرارتی ۲۲۱
۶-۱۸-پلیمرهای ساختمانی ۲۲۲
۶-۱۹-نانو مواد ۲۲۴
۶-۲۰-یراق‌آلات مهندسی ۲۲۴
۶-۲۱-فلزات غیرآهنی ۲۲۴
۶-۲۲-مصالح نوین ۲۲۵
۶-۲۳- نکات مهم و الزامات اجرایی ۲۲۶

فصل هفتم
بتن و ساختمان‌های بتن مسلح

۷-۱- مشخصات مکانیکی بتن ۲۳۰
- ۷-۱-۱- بتن معمولی و بتن سبک ۲۳۰
- ۷-۱-۲- مقاومت فشاری مشخصه بتن ۲۳۰

- ۷-۱-۳- رده بندی بتن ۲۳۱
- ۷-۱-۴- مدول گسیختگی بتن ۲۳۱
- ۷-۱-۵- مدول الاستیسیته بتن ۲۳۱
- ۷-۱-۶- ضریب پواسون ۲۳۱
- ۷-۱-۷- ضریب انبساط حرارتی بتن ۲۳۱

۷-۲- مشخصات آرماتورها ۲۳۱

- ۷-۲-۱- رده‌بندی آرماتورها ۲۳۱
- ۷-۲-۲- طبقه‌بندی آرماتورها ۲۳۲
- ۷-۲-۳- ویژگی‌های کششی آرماتور ۲۳۲
- ۷-۲-۴- ویژگی‌های خم‌پذیری ۲۳۳
- ۷-۲-۵- ویژگی‌های جوش‌پذیری ۲۳۳
- ۷-۲-۶- مشخصات مورد نیاز آرماتورها ۲۳۳
- ۷-۲-۷- دوام آرماتورها ۲۳۵
- ۷-۲-۸- اقلام جاگذاری‌شده در بتن ۲۳۶
- ۷-۲-۹- آرماتور برشی- گل‌میخ سردار ۲۳۶

۷-۳- تحلیل سیستم‌ها ۲۳۶

- ۷-۳-۱- اثرات لاغری ۲۳۶
- ۷-۳-۲- مشخصات هندسی تیر T ۲۳۶

۷-۴- حداقل ضخامت دال یک‌طرفه ۲۳۷

۷-۵- حداقل ضخامت دال دو طرفه ۲۳۷

۷-۶- حداقل ارتفاع تیر ۲۳۹

۷-۷- دیوارها ۲۳۹

- ۷-۷- ۱- حداقل ضخامت دیوارها ۲۳۹
- ۷-۷-۲- فاصله آرماتورهای طولی و عرضی ۲۳۹

۷-۸- کلاف‌های رابط شالوده سطحی ۲۴۰

۷-۹- مهار به بتن ۲۴۰

۷-۱۰- الزامات بهره‌برداری ۲۴۱

- ۷-۱۰-۱- تغییر مکان‌های آنی و درازمدت در تیرها ۲۴۱
- ۷-۱۰-۲- تغییرمکان در دال‌های دو طرفه ۲۴۲
- ۷-۱۰-۳- محدودیت تغییرمکان در تیرها و دال‌ها ۲۴۲

۷-۱۱- ضوابط ویژه برای طراحی در برابر زلزله ۲۴۳

- ۷-۱۱-۱- رده بتن مصرفی در اعضای مقاوم در برابر زلزله ۲۴۳
- ۷-۱۱-۲- سطوح شکل‌پذیری ۲۴۳
- ۷-۱۱-۳- تیرها در قاب‌های با شکل‌پذیری کم ۲۴۳
- ۷-۱۱-۴- ستون‌ها در قاب‌های با شکل‌پذیری کم ۲۴۴
- ۷-۱۱-۵- تیرها در قاب‌های با شکل‌پذیری متوسط ۲۴۴
- ۷-۱۱-۶- ستون‌ها در قاب‌های با شکل‌پذیری متوسط ۲۴۴
- ۷-۱۱-۷- برش در ستون‌های با شکل‌پذیری متوسط ۲۴۵
- ۷-۱۱-۸- تیرها در قاب‌های با شکل‌پذیری زیاد ۲۴۶
- ۷-۱۱-۹- حداقل مقدار آرماتور خمشی ۲۴۷
- ۷-۱۱-۱۰- ستون ها در قاب‌های با شکل‌پذیری زیاد ۲۴۷

۷-۱۲- جزئیات آرماتورگذاری ۲۴۷

- ۷-۱۲-۱- فاصله حداقل میلگردها ۲۴۷
- ۷-۱۲-۲- قلاب‌های استاندارد، قلاب‌های لرزه‌ای و سنجاقی ۲۴۸
- ۷-۱۲-۳- طول گیرایی ۲۴۸
- ۷-۱۲-۴- وصله میلگردها ۲۵۲
- ۷-۱۲-۵- گروه میلگردها ۲۵۳
- ۷-۱۲-۶- آرماتورهای عرضی ۲۵۳

۷-۱۳- الزامات اجرایی مصالح و مخلوط بتن ۲۵۵

- ۷-۱۳-۱- سیمان ۲۵۵
- ۷-۱۳-۲- سنگدانه ۲۵۶
- ۷-۱۳-۳- آب مصرفی بتن ۲۵۷
- ۷-۱۳-۴- مواد افزودنی ۲۵۷
- ۷-۱۳-۵- الیاف فولادی ۲۵۸
- ۷-۱۳-۶- مخلوط بتن ۲۵۸
- ۷-۱۳-۷- طرح مخلوط بتن ۲۵۸
- ۷-۱۳-۸- تولید بتن ۲۵۹
- ۷-۱۳-۹- بتن‌ریزی ۲۵۹
- ۷-۱۳-۱۰- عمل آوری بتن ۲۶۰
- ۷-۱۳-۱۱- بتن‌ریزی در هوای سرد ۲۶۰
- ۷-۱۳-۱۲- بتن‌ریزی در هوای گرم ۲۶۰
- ۷-۱۳-۱۳- درزهای ساخت، انقباض و جداکننده ۲۶۰
- ۷-۱۳-۱۴- ساخت قطعات بتنی ۲۶۱
- ۷-۱۳-۱۵- آرماتورها ۲۶۱
- ۷-۱۳-۱۶- ارزیابی و پذیرش آرماتورها ۲۶۲
- ۷-۱۳-۱۷- قالب‌بندی ۲۶۴
- ۷-۱۳-۱۸- ارزیابی و پذیرش بتن ۲۶۴

۷-۱۴- دوام بتن و آرماتور ۲۶۵

- ۷-۱۴-۱- تعریف دوام یا پایایی ۲۶۵
- ۷-۱۴-۲- دسته‌بندی شرایط محیطی ۲۶۵
- ۷-۱۴-۳- ضوابط طرح و مخلوط و خواص بتن ۲۶۸
- ۷-۱۴-۴- مقدار مجاز یون‌های کلرید در بتن ۲۶۸
- ۷-۱۴-۵- پوشش بتنی روی میلگردها ۲۷۰
- ۷-۱۴-۶- الزامات بتن‌آرمه در خوردگی ناشی از کربناته شدن ۲۷۰
- ۷-۱۴-۷- الزامات دوام بتن برای حمله سولفاتی ۲۷۲
- ۷-۱۴-۸- الزامات دوام بتن برای شرایط مجاورت با آب دریا ۲۷۳
- ۷-۱۴-۹- الزامات بتن در معرض چرخه‌های یخ زدن ۲۷۳
- ۷-۱۴-۱۰- الزامات دوام بتن برای کنترل ۲۷۴
- ۷-۱۴-۱۱- الزامات دوام بتن برای سایش و فرسایش ۲۷۴
- ۷-۱۴-۱۲- دوام آرماتور ۲۷۵

فهرست مطالب

فصل هشتم

دیوارچینی و اجرای ساختمان با مصالح بنایی

۸-۱- دیوار ۲۷۷
۸-۲- انواع دیوارها ۲۷۷
۸-۳- دیوار در ساختمان‌های با مصالح بنایی ۲۷۷
۸-۴- دیوار چینه‌ای ۲۷۷
۸-۵- ساختمان‌های خشتی ۲۷۸
۸-۶- دیوار خشتی ۲۷۸
۸-۷- دیوار سنگی ۲۷۸
۸-۸- دیوار آجری ۲۷۹
۸-۹- ویژگیها و الزامات کاربردی آجر ۲۷۹
۸-۱۰- دیوار یک نیمه ۲۸۰
۸-۱۱- آجرکاری به روش خندان‌چینی ۲۸۰
۸-۱۲- دیوار یک آجره ۲۸۱
۸-۱۳- دیوار یک آجره با پیوند بلوکی ۲۸۱
۸-۱۴- دیوار یک و نیم آجره کله و راسته ۲۸۱
۸-۱۵- دیوار ۱/۵ آجره بلوکی ۲۸۱
۸-۱۶- دیوارسازی سبک ۲۸۲
۸-۱۷- دیوار یک آجره مجوف ۲۸۲
۸-۱۸- دیوار آجری حفره‌ای جناغی ۲۸۲
۸-۱۹- دیوار آجری حفره‌ای بال کبوتری ۲۸۲
۸-۲۰- دیوارسازی آجری توخالی صندوقه‌ای ۲۸۲
۸-۲۱- تقاطع دیوارها ۲۸۳
۸-۲۲- دیوارهای بلوک بتنی ۲۸۳
۸-۲۳- برخی اصطلاحات دیوارچینی ۲۸۳
- ۸-۲۳-۱- کله و راسته ۲۸۴
- ۸-۲۳-۲- ریسمانی کردن کار ۲۸۴
- ۸-۲۳-۳- بندکشی ۲۸۴
- ۸-۲۳-۴- کلاف‌بندی افقی ۲۸۴
- ۸-۲۳-۵- مشخصات و محل تعبیه میلگردها ۲۸۵
- ۸-۲۳-۶- اتصال کلاف‌های افقی ۲۸۵
- ۸-۲۳-۷- کلاف‌بندی قائم ۲۸۶
- ۸-۲۳-۸- مشخصات و محل تعبیه میلگردها ۲۸۶
- ۸-۲۳-۹- اتصال کلاف‌های قائم ۲۸۷
- ۸-۲۳-۱۰- معادل‌کردن کلاف‌های قائم ۲۸۷
- ۸-۲۳-۱۱- پیوند بلوکی یا انگلیسی ۲۸۷
- ۸-۲۳-۱۲- پیوند هلندی ۲۸۷
- ۸-۲۳-۱۳- پیوند لابند ۲۸۷
- ۸-۲۳-۱۴- پیوند هشت‌گیر ۲۸۸
- ۸-۲۳-۱۵- دیوار لاریز ۲۸۸
- ۸-۲۳-۱۶- ماکادام (بلوکاژ، قلوه‌چینی) ۲۸۸
- ۸-۲۳-۱۷- فارسی بر کردن ۲۸۸
- ۸-۲۳-۱۸- سه قدی، کلوک، نیم لانی، قلمدانی، کلاغ‌پر، ۲۸۸
- ۸-۲۳-۱۹- لغاز (گوشوار) ۲۸۸
۸-۲۴-الزامات میلگردهای مصرفی در ساختمان‌های بنایی ۲۸۸
- ۸-۲۴-۱- تنگ‌های ستون مسلح (تنگ‌های جانبی) ۲۹۱
- ۸-۲۴-۲- پوشش میلگرد و سیم (پوشش میلگرد) ۲۹۱
- ۸-۲۴-۳- قلاب ۲۹۲
۸-۲۵- نکات مهم و اجرایی در ساختمان‌های بنایی مسلح ۲۹۲
۸-۲۶- ارتفاع و تعداد طبقات ساختمان بنایی با کلاف ۲۹۴
۸-۲۷- دیوارهای باربر ۲۹۵
۸-۲۸- دیوار نسبی ۲۹۵
۸-۲۹- دیوارهای غیرسازه‌ای و تیغه‌ها ۲۹۵
۸-۳۰- دیوارهای جداگر ۲۹۶
۸-۳۱- دیوار چینی ۲۹۶
۸-۳۲- دیوار سازه‌ای ۲۹۷
۸-۳۳- کنترل نسبت لاغری ۲۹۷
۸-۳۴- ضخامت دیوار سازه‌ای ۲۹۷
۸-۳۵- دیوار غیرسازه‌ای ۲۹۸
۸-۳۶- طراحی دیوار در ساختمان‌های بنایی مسلح ۲۹۸
۸-۳۷- دیوارهای متقاطع ۲۹۹
۸-۳۸- دیوار جداگر بنایی مسلح ۳۰۰
۸-۳۹- دیوار نسبی ۳۰۰
۸-۴۰- دیوار زیرزمین ۳۰۱
۸-۴۱- اجرای دیوار در ساختمان بنایی با کلاف ۳۰۲
۸-۴۲- دیوار چند جداره ۳۰۲
۸-۴۳- کنترل نسبت لاغری دیوار و ستون ۳۰۳
۸-۴۴- پلان ساختمان بنایی با کلاف ۳۰۳
۸-۴۵- درز انقطاع ۳۰۳
۸-۴۶- بازشو در ساختمان‌های بنایی ۳۰۵
۸-۴۷- خرپشته ۳۰۶
۸-۴۸- جان‌پناه ۳۰۶

فصل نهم

کف‌سازی و عایق‌کاری رطوبتی

۹-۱- کف‌سازی و انواع آن ۳۰۷
- ۹-۱-۱- کف‌سازی بر روی خاک (یا زمین) ۳۰۷
- ۹-۱-۲- کف‌سازی طبقات ۳۰۸

- ۹-۱-۳- کف‌سازی سرویس‌ها در طبقات ۳۰۸
- ۹-۲- قلوه‌چینی کف ۳۰۹
- ۹-۳- پوشش‌های کف ۳۱۰
- ۹-۳-۱- موزائیک ۳۱۰
- ۹-۳-۲- سنگ ۳۱۱
- ۹-۳-۳- لینولیم ۳۱۱
- ۹-۳-۴- گرانولیتیک ۳۱۱
- ۹-۳-۵- پارکت ۳۱۲
- ۹-۳-۶- لاستیک ۳۱۲
- ۹-۳-۷- PVC ۳۱۲
- ۹-۳-۸- آرملات ۳۱۲
- ۹-۴- عایقکاری رطوبتی ۳۱۳
- ۹-۵- جذب رطوبت توسط دیوار ۳۱۴
- ۹-۶- مواد و مصالح عایقکاری رطوبتی ۳۱۴
- ۹-۶-۱- قیر ۳۱۵
- ۹-۶-۲- گونی ۳۱۵
- ۹-۶-۳- گونی قیراندود (قیرگونی) ۳۱۵
- ۹-۷- عایقکاری رطوبتی دیوارهای داخلی، هنگامی ۳۱۵
- ۹-۸- عایقکاری رطوبتی دیوارهای داخلی، هنگامی ۳۱۵
- ۹-۹- عایقکاری رطوبتی دیوارهای خارجی هنگامی ۳۱۶
- ۹-۱۰- عایقکاری رطوبتی دیوارهای خارجی هنگامی ۳۱۶
- ۹-۱۱- عایقکاری رطوبتی خارجی هنگامی ۳۱۷
- ۹-۱۲- عایقکاری رطوبتی دیوار زیرزمین ۳۱۷
- ۹-۱۳- توضیح دو اصطلاح مهم ۳۱۸
- ۹-۱۳-۱- کرسی‌چینی ۳۱۸
- ۹-۱۳-۲- ازاره ۳۱۹

فصل دهم

پله، رمپ، آسانسور و پله برقی

- ۱۰-۱- پله ۳۲۰
- ۱۰-۲- تعاریف مربوط به پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۱- پاگرد ۳۲۰
- ۱۰-۲-۲- کف پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۳- ارتفاع پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۴- پیشانی پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۵- گونه‌ی پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۶- لب پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۷- شیار کف پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۸- ردیف پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۹- خط مسیر پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۱۰- خط شیب پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۱۱- حجم پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۱۲- طول راه‌پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۱۳- نرده‌ی پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۱۴- دست‌انداز پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۱۵- چشم پله ۳۲۰
- ۱۰-۲-۱۶- فضای پله ۳۲۰
- ۱۰-۳- ارتفاع و کف پله ۳۲۱
- ۱۰-۴- عرض پله و پاگرد ۳۲۱
- ۱۰-۵- ارتفاع سرگیر پله ۳۲۱
- ۱۰-۶- پله فرار ۳۲۲
- ۱۰-۷- مقررات حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق ۳۲۲
- ۱۰-۸- رمپ ۳۲۴
- ۱۰-۹- شیب رمپ ۳۲۴
- ۱۰-۱۰- رمپ‌های عابر پیاده (در اماکن عمومی) ۳۲۴
- ۱۰-۱۱- رمپ‌های جدول (یا رمپ در فضای شهری) ۳۲۵
- ۱۰-۱۲- رمپ‌های دسترسی به پارکینگ ۳۲۵
- ۱۰-۱۳- شیبراه‌ها ۳۲۵
- ۱۰-۱۴- آسانسور و پلکان برقی بر اساس مبحث پانزدهم ۳۲۶

فصل یازدهم

سقف

- ۱۱-۱- سقف و انواع آن ۳۳۳
- ۱۱-۲- سقف‌های مستوری ۳۳۳
- ۱۱-۳- سقف طاق ضربی ۳۳۳
- ۱۱-۴- سقف تیرچه و بلوک ۳۳۷
- ۱۱-۴-الف- تیرچه‌های بتنی و خرپای فلزی ۳۳۷
- ۱۱-۴-ب- تیرچه‌های با قالب فلزی ۳۳۷
- ۱۱-۴-ج- تیرچه‌های پیش‌تنیده ۳۳۷
- ۱۱-۴-د- تیرچه‌های فلزی با جان باز (کرمیت) ۳۳۷
- ۱۱-۵- سقف کاذب ۳۴۰
- ۱۱-۵-الف- سقف کاذب بارابیتس و اندود ۳۴۰
- ۱۱-۵-ب- سقف کاذب با آکوستیک ۳۴۱
- ۱۱-۵-ج- سقف کاذب با قطعات گچی ۳۴۲
- ۱۱-۵-د- سقف کاذب با لمبه چوبی ۳۴۲
- ۱۱-۶- سقف شیبدار ۳۴۴
- ۱۱-۶-۱- پوشش سقف‌های شیب‌دار ۳۴۵
- ۱۱-۷- سقف دال بتنی دو طرفه ۳۵۰
- ۱۱-۸- سقف مرکب (کامپوزیت) ۳۵۱
- ۱۱-۹- سقف‌های منحنی ۳۵۱
- ۱۱-۹-۱- قوس نیم‌دایره ۳۵۲
- ۱۱-۹-۲- قوس دایره ۳۵۲
- ۱۱-۹-۳- قوس اژیوی ساده ۳۵۲
- ۱۱-۹-۴- قوس اژیوی چهار قسمتی ۳۵۲
- ۱۱-۱۰- سقف چوبی تخت ۳۵۴
- ۱۱-۱۱- پیشامدگی سقف ساختمان بنایی با کلاف ۳۵۴
- ۱۱-۱۲- اختلاف سطح سقف در طبقه ساختمان بنایی ۳۵۵
- ۱۱-۱۳- مصالح مصرفی در سقف ساختمان‌های بنایی ۳۵۵

فهرست مطالب

فصل دوازدهم
ملات

۱۲-۱- ملات و انواع آن ۳۵۶
- ۱۲-۱-۱- ملات ساروج ۳۵۷
- ۱۲-۱-۲- ملات سیمان بنایی ۳۵۷
- ۱۲-۱-۳- ملات ماسه آهک ۳۵۷
- ۱۲-۱-۴- ملات سیمان ـ پوزولانی و آهک ـ پوزولانی ۳۵۷
- ۱۲-۱-۵- ملات گچ و پرلیت ۳۵۷
- ۱۲-۱-۶- ملات گچ و خاک ۳۵۸
- ۱۲-۱-۸- ملات گچ و آهک ۳۵۸
- ۱۲-۱-۹- ملات گل آهک ۳۵۸
- ۱۲-۱-۱۰- ملات شفته آهکی ۳۵۸
- ۱۲-۱-۱۱- ملات گچ کشته ۳۵۹
- ۱۲-۱-۱۲- ملات گچ خالص ۳۵۹
- ۱۲-۱-۱۳- ملات کاه‌گل و گل ۳۵۹
- ۱۲-۱-۱۴- ملات گچ مرمری ۳۵۹
- ۱۲-۱-۱۵- ملات ماسه سیمان ۳۶۰
- ۱۲-۱-۱۶- ملات باتارد ۳۶۰
- ۱۲-۱-۱۷- ملات‌های ضد اسید ۳۶۱
- ۱۲-۱-۱۸- ملات گچ و ماسه ۳۶۱
- ۱۲-۱-۱۹- ملات‌های قیری (ماسه آسفالت) ۳۶۱

۱۲-۲- نکات مهم در خصوص ملات‌ها ۳۶۱
۱۲-۳- موارد کاربرد ملات و ملاحظات ساخت ۳۶۲
۱۲-۴- مقاومت فشاری ملات ۳۶۲
۱۲-۵- دوغاب ۳۶۲
- ۱۲-۵-۱- دوغاب بنایی ۳۶۲
- ۱۲-۵-۲-دوغاب سیمانی ۳۶۳

۱۲-۶- افزودنی‌های ملات و دوغاب ۳۶۳

فصل سیزدهم
نماسازی

۱۳-۱- نماسازی و انواع آن ۳۶۴
۱۳-۲- نماسازی با آجر ۳۶۵
۱۳-۳- نماسازی با آجر گری ۳۶۵
۱۳-۴- نماسازی با آجر تراش و آب‌ساب ۳۶۵
۱۳-۵- نماسازی با آجر ماشینی ۳۶۵
۱۳-۶- اجرای نماسازی با آجر ۳۶۵
۱۳-۷- نقش‌های مختلف نماسازی با آجر ۳۶۶
۱۳-۸- مقابله با آلوئک و سفیدک در نمای آجری ۳۶۶
- ۱ـ نمای طبیعی ۲ـ نمای سرخود (معدنی). ۳۶۷

۱۳-۹- نماسازی با سنگ ۳۶۷
۱۳-۱۰- ملات مصرفی برای دیوارهای سنگی و دیوار ۳۶۸
۱۳-۱۱- روش نماسازی با سنگ ۳۶۸
- ۱۳-۱۲-۱- نماسازی با سنگ‌های غیرمنظم ۳۶۹

۱۳-۱۲- انواع نماسازی ۳۶۹
- ۱۳-۱۲-۲- نماسازی با سنگ‌های منظم ۳۷۰
- ۱۳-۱۲-۳- نماسازی با سنگ پلاک ۳۷۱
- در نماسازی با سنگ‌های منظم از انواع مختلفی از ۳۷۱

۱۳-۱۳- نماسازی با گچ ۳۷۱
- ۱۳-۱۴-۱- چکش‌کاری آجدار ۳۷۲
- ۱۳-۱۴-۲- شکل‌دهی سوزنی ۳۷۲

۱۳-۱۴- نماسازی با اندودها ۳۷۲
۱۳-۱۵- نماسازی با مواد و مصالح شیمیایی ۳۷۲
- ۱۳-۱۶-الف- سنگ‌های آهکی ۳۷۳
- ۱۳-۱۶-ب- سنگ‌های آذرین ۳۷۳
- ۱۳-۱۶-ج- نماهای آجری ۳۷۳

۱۳-۱۶- روش‌های تمیزکاری برای انواع نماها ۳۷۳
۱۳-۱۷- نکات نماسازی ۳۷۳

فصل چهاردهم
کف‌سازی بام

۱۴-۱- کف‌سازی بام مسطح ۳۷۴
۱۴-۲- زیرسازی ۳۷۴
۱۴-۳- شیب‌بندی ۳۷۴
۱۴-۴- عایق‌کاری بام ۳۷۵
۱۴-۵- دست‌انداز اطراف بام ۳۷۵
۱۴-۶ محافظت از عایق‌کاری ۳۷۷
۱۴-۷ جزئیات اجرای کف‌سازی بام ۳۷۸

سؤالات آزمون نظام مهندسی

سؤالات آزمون نظام مهندسی (معماری - عمران) ۳۷۹

پیوست (۱)
مبحث هفتم (ویراش ۱۴۰۰)

پ-۱- هدف مبحث هفتم ۳۸۷
پ-۲- دامنه کاربرد مبحث هفتم ... ۳۸۷
پ-۳ تعاریف ۳۸۷
پ-۴- روش‌های طراحی ژئوتکنیک و مهندسی پی ۳۸۸
پ-۵- اهداف شناسایی ژئوتکنیکی ۳۸۹
پ-۶- بررسی‌های ژئوتکنیکی ۳۸۹
پ-۶- تعداد و فاصله گمانه‌ها ۳۹۰
پ-۷ عمق گمانه‌ها ۳۹۱
پ-۸- حفاری و نمونه‌برداری خاک ۳۹۲
پ-۹- روش‌های حفاری گمانه ۳۹۲
پ-۱۰- آزمون‌های آزمایشگاهی ۳۹۲
پ-۱۱- آزمون‌های برجا ۳۹۲

پ-۱۲- گزارش بررسی‌های طراحی ۳۹۲
پ-۱۳- گزارش عملیات مطالعات ژئوتکنیکی ۳۹۳
پ-۱۴- سایر ملاحظات طراحی ژئوتکنیکی ۳۹۳
پ-۱۵- ملاحظات بارگذاری ۳۹۳
پ-۱۶- الزامات بررسی‌های کنترلی ۳۹۴
پ-۱۷- گزارش بررسی‌های کنترلی ۳۹۴
پ-۱۸- ملاحظات دوام ۳۹۴
پ-۱۹- هدف گودبرداری و پایش ۳۹۵
پ-۲۰- گودبرداری ۳۹۵
پ-۲۱- پایدارسازی موقت ۳۹۵
پ-۲۲- پایدارسازی دائم ۳۹۵
پ-۲۳- ملاحظات کلی گودبرداری و پایش ۳۹۵
پ-۲۴- تحلیل پایداری و تغییر شکل گود ۳۹۷
پ-۲۵- تحلیل تغییر شکل گود و سازه‌های مجاور ۳۹۸
پ-۲۶- تغییر شکل‌های مجاز گودبرداری‌ها ۳۹۸
پ-۲۷- زهکشی گودبرداری‌ها ۳۹۸
پ-۲۸- پایش و کنترل گودبرداری‌ها ۳۹۸
پ-۲۹- اهداف ابزارگذاری و پایش ۳۹۸
پ-۳۰- برنامه پایش ۳۹۸
پ-۳۱- مسئولیت طراحی، اجرا و نظارت پایش ۳۹۹
پ-۳۲- پی‌های سطحی ۳۹۹
پ-۳۳- ظرفیت باربری پی‌های سطحی ۴۰۰
پ-۳۴- مقادیر نشست مجاز ۴۰۰
پ-۳۵- روش‌های طراحی پی سطحی ۴۰۱
پ-۳۶- ملاحظات لرزه‌ای در طراحی پی‌های سطحی ۴۰۲
پ-۳۷- پی‌های انعطاف‌پذیر ۴۰۳
پ-۳۸- ملاحظات اجرایی پی‌های سطحی ۴۰۳
پ-۳۹- سازه‌های نگهبان ۴۰۳
پ-۴۰- حالت‌های حدی دیوارهای صلب وزنی ۴۰۴
پ-۴۱- فشار خاک ۴۰۴
پ-۴۲- فشار خاک در حالت سکون ۴۰۴
پ-۴۳- فشار محرک و مقاوم خاک ۴۰۴
پ-۴۴- فشار خاک در خاکریز متراکم شده ۴۰۵
پ-۴۵- فشار حالت محرک و مقاوم ... دینامیکی ۴۰۵
پ-۴۶- تعیین فشار خاک در پشت دیوار ۴۰۵
پ-۴۷- فشار خاک تحت شرایط خاص ۴۰۵
پ-۴۸- فشار آب ۴۰۶
پ-۴۹- روش‌های طراحی سازه‌های نگهبان ۴۰۶
پ-۵۰- حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای صلب ۴۰۶
پ-۵۱- حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای ... ۴۰۶
پ-۵۲- ضریب اطمینان مهار ۴۰۷
پ-۵۳- ضریب اطمینان در برابر بالازدگی کف ۴۰۷
پ-۵۴- حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای خاک مسلح ۴۰۷
پ-۵۵- کنترل تغییر شکل ۴۰۷
پ-۵۶- روش ضرایب بار و مقاومت ۴۰۸
پ-۵۷- ضرایب کاهش مقاومت در دیوارهای صلب ۴۰۸
پ-۵۸- ضرایب نیروی مقاوم در دیوارهای انعطاف‌پذیر ۴۰۸
پ-۵۹- ضرایب کاهش نیروی مقاوم در ... ۴۰۸
پ-۶۰- ضرایب کاهش نیروی مقاوم در ... ۴۰۹
پ-۶۱- مهاربندی سازه‌های نگهبان ۴۰۹
پ-۶۲- طراحی مهارها ۴۰۹
پ-۶۳- آزمایش مهارها ۴۱۰
پ-۶۴- آزمایش باربری و خزش مهار ۴۱۰
پ-۶۵- خاکریز پشت دیوار ۴۱۰
پ-۶۶- زهکشی و آب‌بندی دیوارها ۴۱۰
پ-۶۷- پی‌های عمیق ۴۱۱
پ-۶۸- نیروهای تغییر مکان زمین(پی‌های عمیق) ۴۱۱
پ-۶۹- اصطکاک منفی جدار(پی‌های عمیق) ۴۱۱
پ-۷۰- بالازدگی شمع ۴۱۱
پ-۷۱- حرکات جانبی (پی‌های عمیق) ۴۱۱
پ-۷۲- ظرفیت باربری (پی‌های عمیق) ۴۱۲
پ-۷۳- روش‌های تعیین ظرفیت باربری شمع ۴۱۲
پ-۷۴- استفاده مستقیم از نتایج آزمایش‌های برجا ۴۱۳
پ-۷۵- استفاده از آزمایش بارگذاری استاتیکی ۴۱۳
پ-۷۶- استفاده از آزمایش دینامیکی (پی‌های عمیق) ۴۱۳
پ-۷۷- آزمایش دینامیکی شمع (*DLT*) ۴۱۴
پ-۷۸- نشست شمع‌ها ۴۱۴
پ-۷۹- شمع‌های کششی ۴۱۴
پ-۸۰- ظرفیت باربری جانبی شمع‌ها ۴۱۴
پ-۸۱- تغییر مکان جانبی شمع‌ها ۴۱۵
پ-۸۲- ظرفیت باربری گروه شمع ۴۱۵
پ-۸۳- نشست گروه شمع ۴۱۵
پ-۸۴- بار مجاز طراحی شمع‌ها ۴۱۵
پ-۸۵- آزمایش‌های بارگذاری شمع ۴۱۷
پ-۸۶- آزمایش‌های بارگذاری استاتیکی ۴۱۷
پ-۸۷- آزمایش‌های بارگذاری دینامیکی ۴۱۷
پ-۸۸- شمع‌های آزمایشی ۴۱۷
پ-۸۹- شمع‌های اصلی ۴۱۸
پ-۹۰- گزارش آزمایش‌های بارگذاری ۴۱۸

پیوست (۲)

مبحث دهم (ویراش ۱۴۰۰)

نکات مبحث دهم ۴۱۹
کلیدواژه ۴۳۷
منابع و مآخذ ۴۴۸

تقدیم‌نامه

تقدیم به ساحت مقدس حضرت ولیعصر

(عَجَل‌الله تَعالی فَرجه الشَریف)

مقدمه

بسمه تعالی

پس از حمد و ثنای الهی و ذکر سلام و صلوات بر محمد و آل محمد، خدا را شاکرم که توانستم با مدد الهی و لطف خوانندگان محترم، داوطلبان آزمون‌های نظام مهندسی، دانشجویان و اساتید محترم دانشگاه‌ها کتاب حاضر را برای بار پنجم ویرایش کنم. بی شک اگر انتقادها و پیشنهادهای عزیزان خواننده نبود نمی‌توانستم به این مهم نائل آیم.

لذا بر خود لازم می‌دانم از تمامی عزیزانی که با پیشنهاد و انتقاد صحیح به بهبودی این اثر کمک نمودند، تشکر و سپاسگزاری نمایم. همچنین از خوانندگان محترم تقاضا دارم که ما را با نظرات، انتقادات و پیشنهادهای خود همراهی کنند تا شاهد ارتقای سطح علمی و عملی این اثر هم از جنبه کیفی و هم از جنبه کمی باشیم.

در آخر کتاب حاضر، نمونه پرسش‌های نظام مهندسی آزمون پیشین مرتبط با عمران و معماری آمده و پاسخ آن با ارجاع به بند کتاب صورت گرفته است. در ضمن باید یادآور شوم که این کتاب بر اساس آخرین ویرایش مباحث مقررات ملی ساختمان، آئین نامه‌ها و نشریات تألیف شده است و به منظور حفظ امانت و استناد، در قسمت‌هایی که مستقیما از منابع یاد شده استفاده شده، نام کتاب و بند مربوط به موضوع ذکر شده است.

در آخر برای تمامی داوطلبان آزمون نظام مهندسی، داوطلبان تحصیلات تکمیلی و دانشجویان محترم آرزوی موفقیت دارم و امیدوارم کتاب حاضر مورد قبول و رضایت عزیزان خواننده قرار گرفته و در رسیدن به اهدافشان مثمر ثمر قرار گیرد. همچنین امیدوارم در فرصتی دیگر بتوانم با تألیفات دیگر ضمن ادای دین به علم و کشور عزیزم پاسخگوی حمایت خوانندگان عزیزم باشم (که با استقبال فراوان هم این اثر و هم دیگر آثارم را تهیه نمودند و انتخاب و اطمینان‌شان موجب شد تا این اثر پس از گذشت دو سال از چاپ بیستم بگذرد).

و من ا... التوفیق

محمدحسین علیزاده

لطفاً جهت دریافت اصلاحات یا الحاقات احتمالی این کتاب
به سایت انتشارات نوآور (آدرس زیر) مراجعه فرمایید.

Website: Novarpub.com

هشدار

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلّفان و مصنّفان و هنرمندان مصوّب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوّب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول و تصاویر این کتاب، در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه بهره‌برداری از مطالب این کتاب تحت هر عنوانی از قبیل چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از آن، تهیه فایل پی دی اف و عکس‌برداری از کتاب، و همچنین هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، الکترونیکی، سی دی، دی وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بـدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلّفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.
با توجّه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد این‌چنین، توسّط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا درصورتی‌که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسّط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیّت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخّص‌شدن هرگونه تخلّف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیر مجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام مقتضی به عمل آورده، و طیّ انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلّیّه خسارات وارده به این انتشارات و مؤلّف از متخلّفان اخذ خواهد شد.
همچنین در صورتی که هر یک از کتابفروشی‌ها، اقدام به تهیّه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، اُفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نمایند، ضمن اطّلاع‌رسانی تخلّفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مُوَزّعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتّحادّیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از متخلّف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیّه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصلِ کتاب،
از نظر قانونی غیرمجاز، و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلّف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۲- ۶۶۴۸۴۱۹۱ ۰۲۱ و ۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس *info@noavarpub.com* و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت *www.noavarpub.com* به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و در راستای انجام این امر مهم، به عنوان تشکّر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

فصل اول شناخت زمین و خاک

(به انضمام تعاریف کلی واژه‌های مرتبط با عملیات ساختمانی)

قبل از پیاده کردن نقشه‌ی گودبرداری می‌بایست نوع خاک زمینی که قرار ساختمان در آن ساخته شود، شناخته شود؛ تا موجب اتلاف هزینه و وقت نشود.

۱-۱- شناسایی ژئوتکنیکی زمین

به استناد بند ۷-۲-۳ مقرارت ملی مبحث هفتم

به منظور انجام شناسایی ژئوتکنیکی زمین مورد نظر، لازم است موارد ذیل رعایت گردند.

۱-۱-۱- طبقه‌بندی نوع خاک، بر مبنای مشاهدات، و آزمایش‌های مورد نیاز و متناسب با مصالح به دست آمده از حفاری گمانه یا چاهک یا هر شناسایی اکتشافی زیرسطحی در نقاط مناسب انجام شود.

۱-۱-۲- آزمایشات لازم به منظور ارزیابی مقاومت برشی خاک، میزان باربری خاک، اثر تغییر رطوبت بر باربری خاک، تراکم‌پذیری و تورم‌زایی خاک، روانگرایی و سایر موارد متناسب با نوع و مکان پروژه باید انجام شود.

۱-۱-۳- وسعت‌شناسایی زمین از قبیل تعداد و نوع حفاری، تجهیزات مورد استفاده برای حفاری و نمونه‌برداری، تجهیزات تحقیقات محلی و برنامه آزمایش‌های آزمایشگاهی باید توسط طراح صاحب صلاحیت تعیین شود.

۱-۱-۴- اقدامات زیر برای تعیین فاصله گمانه‌ها یا چاهک‌های شناسایی بکار می‌رود.

◈**۱-۱-۴-۱** چنانچه گمانه زنی به منظور شناخت یک زمین جدید و بسیار بزرگ برای ساختمان‌سازی گسترده انجام شود (مثل شهرهای جدید):

... **الف)** اگر لایه‌بندی زمین به صورت نسبی یکنواخت باشد، فاصله ۵۰ تا ۲۰۰ متر بین گمانه‌ها قابل قبول می‌باشد. انتخاب دقیق با توجه به اهمیت ساختمان و شرایط ژئوتکنیکی تعیین شود.

... **ب)** اگر لایه‌بندی پیچیده باشد (مثل مجاور گسل‌ها، نزدیک رودخانه‌ها و کوه‌ها، زمین‌های بسیار ناهموار و دره‌ها)، فاصله حداکثر ۳۰ متر بین گمانه‌ها قابل قبول می‌باشد.

... **پ)** اگر اطلاعات ژئوتکنیکی از ساختگاه‌های مجاور یا سازندهای زمین‌شناسی مشابه با زمین مورد نظر وجود دارد، فاصله بین گمانه‌ها می‌تواند بیشتر از مقادیر مندرج در بندهای ۱-۱-۴-۱- الف و ب و حداکثر تا دو برابر فواصل فوق باشد.

... **ت)** اگر ساختمان با شرایط متفاوت سازه‌ای و یا با اهمیت بیشتر از دیگر ساختمان‌ها در مجموعه مورد نظر باشد، باید شناسایی خاص آن ساختمان انجام شود. ضوابط تعیین فاصله گمانه‌ها برای ساختمان‌های منفرد در بند ۱-۱-۴-۲ آمده است.

◈**۱-۱-۴-۲-** چنانچه گمانه‌زنی به منظور ساخت یک ساختمان منفرد انجام می‌شود:

... **الف)** فاصله گمانه‌ها باید در حدود ۱۵ الی ۶۰ متر باشد.

... **ب)** استفاده از جدول ۱-۱ با توجه به اهمیت ساختمان‌ها مبنا قرار گیرد.

جدول ۱-۱ جدول حداقل تعداد گمانه

مساحت	اهمیت ساختمان	شرایط زیرسطحی	تعداد گمانه
یک ساختمان منفرد با سطح اشغال کمتر از ۳۰۰ مترمربع	خیلی زیاد و زیاد	لایه‌بندی ساده و زمین مناسب	۲
		لایه‌بندی پیچیده یا زمین نامناسب	۳
	متوسط	لایه‌بندی ساده و زمین مناسب	۱
		لایه‌بندی پیچیده یا زمین نامناسب	۲
	کم	زمین مناسب یا نامناسب	۱
یک ساختمان منفرد با سطح اشغال ۳۰۰ الی ۱۰۰۰ مترمربع	خیلی زیاد و زیاد	لایه‌بندی ساده و زمین مناسب	۳
		لایه‌بندی پیچیده یا زمین نامناسب	۵
	متوسط	لایه‌بندی ساده و زمین مناسب	۲
		لایه‌بندی پیچیده یا زمین نامناسب	۳
	کم	زمین مناسب	۱
		زمین نامناسب	۲

برای سطح اشغال بیش از ۱۰۰۰ متر مربع، یک گمانه به ازای هر ۱۰۰۰ مترمربع به مقادیر تعداد گمانه اضافه می‌شود.

... **پ)** در استفاده از جدول بالا باید نکات ذیل مد نظر قرار گیرد

پ ــ ۱ شرایط زیرسطحی اولیه در جدول بر اساس اطلاعات سایت‌های مجاور، شرایط ژئوتکنیکی سازندهای زمین‌شناسی مشابه و بازدیدهای محلی انتخاب می‌شود. لذا لازم است با بررسی نتایج حفر اولین گمانه، تعداد گمانه‌های مورد نیاز در عمل متناسب با شرایط جدید به دست آمده در صورت نیاز افزایش یابد.

پ ــ ۲ برای مجتمع‌های ساختمانی که از تعداد زیادی ساختمان منفرد و نزدیک به یکدیگر تشکیل شده‌اند (بیش از ۱۰ ساختمان)، برای هر ساختمان حداقل یک گمانه با رعایت حداکثر فاصله‌های ذکر شده در بند ۱-۱-۴-۱ بین گمانه‌ها کافی است. اگر فاصله ساختمان‌های بیشتر از مقادیر مندرج در بند ۱-۱-۴-۱ باشد، باید آنها را به صورت منفرد در نظر گرفت.

پ ــ ۳ در صورتیکه ساختمان مورد نظر پس از ایجاد گودبرداری عمیق احداث شود، تعدادی گمانه برای گودبرداری نیز باید به تعداد گمانه‌های بالا اضافه شود.

ت) چنانچه بین فاصله گمانه‌ها و جدول ۱-۱ تناقضی پیش‌آمد اعداد جدول حاکم می‌باشد.

◈۱-۱-۴-۳- برای گودبرداری‌ها باید لایه‌های زمین در دیواره هر ضلع گود و در راستای عمود بر دیواره هر ضلع گود مشخص باشد. برای انجام تحلیل‌های پایداری و تغییر شکل در هر ضلع گود لازم است نیمرخ ژئوتکنیکی در دیواره هر ضلع گود و امتداد عمود بر آن تعیین گردد. هر چه گود عمیق‌تر باشد، وسعت منطقه‌ای که باید شناسایی شود (پلان) بیشتر از سطح اشغال ساختمان شود.

... **الف ــ** در گودهای عمیق و شیروانی‌های بزرگ برای تعیین مقطع ژئوتکنیکی عمود بر هر ضلع حفر حداقل ۳ گمانه (بالادست، پایین دست و روی شیب در صورت وجود) برای هر ضلع لازم است. گمانه‌هایی که در محل سطح اشغال ساختمان حفر می‌شود، می‌توانند مشخص‌کننده مشخصات خاک محل شیب و پایین دست آن باشد. شرایط خاک بالادست در محل سطح اشغال ساختمان همسایه می‌تواند متفاوت باشد و باید اطلاعات آن کسب شود.

... **ب)** حداقل تعداد گمانه‌ها به شرح جدول ۱-۱ برای شرایطی است که ساختمان بدون گودبرداری احداث می‌شود. در صورت نیاز به گودبرداری باید تعداد گمانه‌ها به شرح جدول ۱-۲ اضافه شود.

جدول ۱-۲ حداقل تعداد گمانه اضافی در گودبرداری‌ها

مساحت	عمق گود کمتر از ۱۰ متر	عمق گود ۱۰ تا ۲۰ متر
یک ساختمان تکی با سطح اشغال حداکثر ۳۰۰ مترمربع	۱ گمانه	۲ یا ۳
ساختمان با مساحت ۳۰۰ الی ۱۰۰۰ مترمربع	۲ گمانه	۳ یا ۴

... **پ)** برای گود با عمق بیش از ۲۰ متر، به ازای هر ۱۰ متر عمق اضافی گود، یک گمانه به تعداد گمانه جدول ۱-۲ اضافه می‌گردد تا به ۳ گمانه به ازای هر ضلع طبق بند ۱-۱-۴-۳ الف برسد.

... **ت)** گمانه‌های اضافی مربوط به گودبرداری برای شناخت زمین بالادست گود، در صورت کسب مجوز در زمین همسایه حفر شوند.

۱-۱-۵- دیوار نگهبان خاک: به منظور تحلیل و طراحی دیوارهای نگهبان زیرزمین اطراف ساختمان‌ها و دیوارهای نگهبان اطراف ساختمان در این استاندارد می‌توان از روش شبه استاتیکی با انتخاب ضریب زلزله مناسب استفاده کرد. ضریب فشار جانبی لرزه‌ای خاک وارد بر دیوار نگهبان مجاور سازه‌ها با توجه به نحوه اتصال و تغییر شکل‌پذیری سازه‌ها، می‌بایست به صورت یکی از حالات ذیل تعیین شود: ۱. دیوار نگهبان کاملاً متصل به سازه و بدون قابلیت جابه‌جایی، ۲. دیوار نگهبان کاملاً مجزا از سازه و با قابلیت جابه‌جایی جهت فعال شدن فشار خاک پشت دیوار، ۳. بخشی از دیوار در زیر تراز پایه به صورت متصل به سازه و بخشی از آن مجزا و با قابلیت جابه‌جایی است. این شرایط معمولاً در زمین‌های شیب‌دار و یا ساختمان‌هایی که وجوه مقابل آن نمی‌توانند به طور متقابل و متعادل در زیر پایه قرار گیرنـد، پیش می‌آیـد. در این صورت بخش پایینتر از تراز پایـه بر اساس بند ۱ و بخش فوقانی بر اساس بند ۲ طراحی می‌شوند. اگر بنا به دلایلی بخش فوقانی (که نمی‌تواند با دیوار متقابل خود در ساختمان فشار متقابل و متعادل را داشته باشد)، کاملاً متصل به سازه ساخته شود، فشار خاک وارده بر این قسمت از دیوار در حالت وقوع زلزله مطابق بند اول محاسبه می‌شود.

نکته

۱: اگر نشست در طراحی پی بر روی زمین مورد نظر تعیین کننده باشد، آنگاه لازم است که عمق حداقل یک گمانه بیش از عمقی باشد که افزایش تنش ناشی از بار ساختمان در آن عمق به کمتر از هر یک از دو معیار زیر می‌رسد، هر عمقی بیشتر شد ملاک می‌باشد: الف) ۱۰ درصد تنش مؤثر زمین در آن عمق ب) ۱۰ درصد تنش ناشی از ساختمان بر کف پی (که با توجه به منحنی‌های حباب تنش، عمق برای پی مربعی $2B$ تا $2/5B$ و برای پی نواری بین $3B$ تا $4B$ باید باشد).

۲: در صورتی که ظرفیت باربری زمین و گسیختگی برشی خاک زیر پی تعیین‌کننده باشد، عمق گمانه می‌بایست با توجه به نظریه‌های ظرفیت باربری بین B تا $1/5B$ باشد. B عرض ساختمان یا پی است.

۳: الف) ساختمان با پی‌های منفرد: اگر فاصله لب به لب دو پی مجاور بیشتر از مجموع عرض آن دو پی باشد، B را عرض یک پی در نظر گرفته و در غیر این‌صورت عرض کل ساختمان به عنوان B تعیین می‌شود. ب) ساختمان با پی‌های نواری: اگر فاصله لب به لب دو پی مجاور بیشتر از ۱/۵ برابر مجموع عرض آن‌ها باشد، B را عرض یک پی در نظر گرفته و در غیر این‌صورت عرض کل ساختمان به عنوان B تعیین می‌شود. ج) ساختمان با پی گسترده: عرض کل پی گسترده به عنوان B تعیین می‌شود.

۴: در هر پروژه حفر حداقل یک چاهک جهت مشاهده بافت خاک ضروری است. در صورتی که عمق چاهک کافی باشد، گمانه می‌تواند جایگزین حفر گردد.

۵: عمق گمانه نبایستی کمتر از ۶ متر از زیر پی باشد، مگر هنگامی که گمانه قبل از ۶ متر به لایه سخت رسیده باشد.

۶: در حفر گمانه در صورتی که به لایه سنگ برخورد شود می‌بایست حداقل یکی از گمانه‌ها تا ۳ متر در لایه سنگ نفوذ کند تا وجود بستر سنگی اثبات شود.

۷: در صورتی که تمام شرایط ذیل برقرار باشد نیازی به گمانه‌زنی نمی‌باشد. ۱ـ داده‌های کافی از محدوده محل مورد نظر و زمین‌های با سازند زمین‌شناسی مشابه در دست باشد. ۲ـ ساختمان مورد نظر از اهمیت کم و یا متوسط برخوردار بوده و حداکثر ۴ طبقه باشد. ۳ـ مساحت ساختمان مورد نظر کمتر از ۳۰۰ مترمربع باشد. ۴ـ در طراحی و اجرای بنا نیازی به گودبرداری با عمق بیش از ۲ متر نباشد. ۵ ـ تعداد ساختمان‌ها زیاد نباشد. ۶ ـ زمین از نوع ۱ و ۲ نباشد. ۷ـ احتمال مواجه شدن با خاک دستی و خاک‌های مسئله‌دار (خاک متورم شونده، خاک با پتانسیل روانگرایی و خاک‌های رمنده) در محل ساخت وجود نداشته باشد. ۸ ـ سازه‌ای در مجاور محل مورد نظر که احتمال خسارت به آن وجود دارد، وجود نداشته باشد. ۹ـ محل مورد نظر در منطقه خرد شده گسل اصلی واقع نشده باشد. ۱۰ـ سطح آب زیرزمینی منطقه بالا نباشد.

۸: اهمیت ساختمان به نوع کاربری و میزان آسیب رسانی ناشی از خرابی آن بستگی دارد. بر این اساس ساختمان‌ها به چهار دسته طبقه‌بندی می‌شوند: الف) ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد که ساختمان‌های گروه ۱ نیز خوانده می‌شوند. این نوع ساختمان‌ها خود شامل: ۱- ساختمان‌های ضروری و ۲- ساختمان‌های خطرزا می‌باشند. ۱- ساختمان‌های ضروری: این ساختمان‌ها، شامل ساختمان‌هایی هستند که قابل استفاده بودن آنها پس از وقوع زلزله اهمیت خاص دارد و ایجاد وقفه به هر دلیل از بهره‌برداری آنها باعث افزایش تلفات و خسارات می‌شود. به عنوان مثال از این دسته ساختمان‌ها می‌توان به بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها، مراکز آتش نشانی، مراکز و تأسیسات آب رسانی، نیروگاه‌ها و تأسیسات برق‌رسانی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، مراکز مخابرات، تأسیسات نظامی و انتظامی و امثال آن اشاره کرد. ۲- ساختمان‌های خطرزا: به ساختمان‌ها و تأسیساتی اطلاق می‌شود که خرابی و آسیب آنها موجب انتشار گسترده مواد سمّی و مضر در کوتاه مدت و دراز مدت برای محیط زیست می‌شوند. در اصل آسیب و خرابی این ساختمان‌ها تهدیدی جدّی برای محیط زیست است. به عنوان مثال از این گروه ساختمان‌ها می‌توان به نیروگاه‌های هسته‌ای و کارخانه‌های تولید مواد شیمیایی خاص اشاره نمود. ب) ساختمان‌های با اهمیت زیاد که به ساختمان‌های گروه ۲ نیز معروف می‌باشند. این دسته از ساختمان‌ها خود شامل سه زیر گروه می‌شوند که عبارتند از: ۱- ساختمان‌هایی که آسیب آن موجب تلفات زیاد می‌شود، از جمله مسجد، مدرسه، استادیوم، سینما و یا هر فضای سرپوشیده دیگری که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر باشد. ۲- ساختمان‌هایی که آسیب آن موجب از بین رفتن ثروت ملّی می‌شود. مانند موزه‌ها، کتابخانه‌ها و یا هر مرکزی که در آن اسناد و مدارک ملّی و یا آثار پر ارزش دیگری نگهداری می‌شود. ۳- ساختمان‌هایی که آسیب آن سبب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می‌گردد. مانند پالایشگاه‌ها، انبارهای سوخت و مراکز گازرسانی. ج) ساختمان‌های با اهمیت متوسط که به ساختمان‌های گروه ۳ نیز معروف می‌باشند. این گروه از ساختمان‌ها شامل ساختمان‌های مسکونی و اداری و تجاری، هتل‌ها، پارکینگ‌های چندطبقه، انبارها، کارگاه‌ها، ساختمان‌های صنعتی و امثال آن می‌باشد. د) ساختمان‌های با اهمیت کم یا ساختمان‌های گروه ۴ که خود به دو دسته تقسیم می‌شوند: ۱- ساختمان‌هایی که در صورت آسیب و خرابی، خسارت نسبتاً کمی‌حادث شده و احتمال بروز تلفات جانی و انسانی در آن بسیار کم است. مانند انبارهای کشاورزی و سالن‌های مرغداری و امثال آن. ۲- ساختمان‌های موقتی که مدت زمان بهره‌برداری از آنها از ۲ سال کمتر باشد.

۱-۲- مجوزهای خاص و اقدامات قبل از اجرا

به استناد بند ۱۲-۱-۴ مقرارت ملی مبحث دوازدهم

نکته

۱-۲-۱- قبل از شروع عملیات ساختمانی اقدامات زیر باید توسط سازنده انجام شود:

الف) کلیه پروانه‌ها و مجوزهای لازم به منظور اجرای عملیات ساختمانی، تخلیه و انبار کردن مصالح و تجهیزات، پارک ماشین‌آلات ساختمانی در پیاده‌روها، خیابان‌ها و سایر فضاهای عمومی، استفاده از تسهیلات عمومی و همچنین کار در شب از مراجع ذیربط اخذ شود. مسدود و یا محدود نمودن پیاده‌روها و معابر عمومی با رعایت بند ۱۲-۲-۲-۱ (مقررات ملی مبحث ۱۲) مجاز خواهد بود.

ب) طرح تجهیز کارگاه، نحوه حفاظت از درختان داخل و مجاور کارگاه و همچنین در اجرای دستورالعمل اجرایی گودبرداری‌های ساختمانی مصوب شورای تدوین مقررات ملی ساختمان، پلان و عمق گودبرداری و نحوه حفاظت و پایداری دیواره‌های گود تهیه و به تأیید مرجع رسمی ساختمان رسیده و یک نسخه از آن جهت نظارت در اختیار ناظر قرار گیرد.

پ) نقشه‌های اجرایی بررسی و در صورت مشاهده اشکال، نظرات پیشنهادی برای اصلاح به طور کتبی به صاحب کار و طراح اعلام شود.

ت) برنامه زمان‌بندی کار، ساختار سازمانی اجرای کار، شرح وظایف و مسئولیت‌های کارکنان کلیدی و مستندات مربوط به تأیید صلاحیت آنها کتباً به اطلاع صاحب کار و مهندس ناظر برسد.

ث) بیمه مسئولیت مدنی و شخص ثالث کارگاه و همچنین بیمه اجباری کارگران ساختمانی برقرار گردد.

ج) قطع یا جابجایی انشعاب آب، برق، گاز و سایر تأسیسات زیربنایی قبل از تخریب و گودبرداری انجام پذیرد.

۱-۲-۲- سازنده موظف است کلیه نقشه‌ها و مشخصات فنی (از نظر ایستایی) وسایل و سازه‌های حفاظتی از قبیل راهرو سرپوشیده موقت، حصار حفاظتی موقت، توقفگاه و گذرگاه وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی

و همچنین شمع‌ها، سپرها، پایه‌های پل‌ها، حفاظ‌ها و دست‌اندازها و وسایل و تجهیزاتی از این قبیل را قبل از ساخت، نصب و به‌کارگیری به تأیید شخص ذیصلاح دارای پروانه اشتغال به کار مهندسی (در حدود صلاحیت مربوط) برساند و یک نسخه از آن را جهت نظارت در اختیار مهندس ناظر قرار دهد. نقشه‌ها و مشخصات فنی راهرو سرپوشیده و حصار حفاظتی موقت باید به تأیید مرجع رسمی ساختمان نیز برسد.

۱-۳- مبدا پیدایش خاک

روند تخریبی تشکیل خاک از سنگ ممکن است فیزیکی یا شیمیایی باشد. روند فیزیکی تخریب به صورت فرسایش حاصل از عمل باد، آب و یخچال‌ها و یا خرد شدن ناشی از تناوب یخ زدن و ذوب یخ آب موجود در حفره‌ها و ترک‌های داخل سنگ صورت گیرد. در این حالت ترکیب شیمیایی دانه‌های خاک به دست آمده همان ترکیب سنگ مادر است. شکل این دانه‌ها معمولا مکعبی است و ممکن است گوشه‌دار، نیم‌گرد و یا گرد باشند. بنابر نحوه‌ی قرار گرفتن دانه‌ها، این ساختمان ممکن است شل، نیمه متراکم و یا متراکم باشد.

روند شیمیایی به تغییر نوع کانی سنگ مادر در اثر عمل آب (به ویژه اگر قدری اسیدی یا قلیایی باشد)، اکسیژن و گاز کربنیک منتهی می‌شود. تخریب شیمیایی سنگ‌ها موجب پیدایش ذرات ریز بلوری با اندازه کلوئیدی (کوچک‌تر از ۲ میکرون) که کانی‌های رسی نامیده می‌شوند، می‌گردد. اغلب ذرات کانی‌های رسی صفحه‌ای شکل هستند. کانی‌های رسی ممکن است به صورت ذرات سوزنی شکل هم به وجود بیایند، لیکن این نوع ذرات نسبتا نادرند.

خاک را می‌توان با توجه به اندازه‌ی دانه‌ها و نیز رفتارشان در برابر رطوبت به دو صورت طبقه‌بندی کرد:

۱- طبقه‌بندی بر اساس دانه‌بندی: خاک‌ها بر اساس دانه‌بندی به دو دسته تقسیم می‌شوند، که عبارتند از:

الف) درشت‌دانه: شن و ماسه ب) ریزدانه: لای و رس

۲- طبقه‌بندی بر اساس رفتار خاک: خاک‌ها بر اساس رفتار در برابر رطوبت به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از:

الف) دانه‌ای: شن، ماسه و لای ب) چسبنده: رس

خاک‌های دانه‌ای حاصل از تخریب فیزیکی و خاک‌های رسی حاصل از تخریب شیمیایی هستند.

۱-۴- انواع خاک از نظر اندازه

خاک‌ها را از نظر اندازه می‌توان به چهار طبقه تقسیم کرد که عبارتند از:

رس که دامنه تغییر قطر آن از صفر تا ۰/۰۰۲ میلیمتر است (علامت اختصاری: C).

لای یا سیلت که محدوده‌ی تغییر قطر آن از ۰/۰۰۲ تا ۰/۶ میلیمتر است (علامت اختصاری: M).

ماسه که دامنه تغییر قطر آن از ۰/۶ تا ۲ میلیمتر است (علامت اختصاری: S).

شن که دامنه‌ی تغییر قطر آن بین ۲ تا ۵۰ میلیمتر می‌باشد (علامت اختصاری: G).

۱-۵- سیستم طبقه بندی خاک

سیستم طبقه‌بندی خاک عبارت است از مرتب کردن خاک‌های مختلف با خواص مشابه به گروه‌ها و زیرگروه‌هایی بر حسب کاربردشان. سیستم‌های طبقه‌بندی یک زبان مشترک برای بیان مشخصات خاک به طور خلاصه به وجود می‌آورند. اغلب سیستم‌های طبقه‌بندی خاک که برای مقاصد مهندسی تدوین یافته‌اند، بر پایه‌ی خواص ساده‌ای از خاک نظیر دانه‌بندی و خواص خمیری قرار دارند.

۱-۶- طبقه‌بندی خاک‌ها بر حسب بافت

در این طبقه‌بندی ملاک حدود اندازه ذرات خاک می‌باشد و ابتدا نام گروه اصلی و بعد نام گروه فرعی به صورت صفت ذکر می‌گردد. مثل رس لای‌دار، رس ماسه‌دار، و غیره. طبقه‌بندی *USDA* از این نوع است.

۱-۷- طبقه‌بندی خاک‌ها بر حسب استفاده

اگر چه طبقه‌بندی بافت خاک نسبتاً ساده است، لینکن کاملاً متکی بر دانه‌بندی خاک می‌باشد. مقدار کانی رسی که در خاک‌های ریزدانه ظاهر می‌شود، تاثیر بسیار عمده‌ای بر خواص فیزیکی خاک دارد. بنابراین برای تفسیر خواص یک خاک باید به خواص خمیری آن توجه داشت. از آنجایی که طبقه‌بندی‌های بافتی خاک توجهی به خواص خمیری خاک ندارند، بنابراین برای اغلب کاربردهای مهندسی کافی نیستند. در حال حاضر استفاده از دو سیستم طبقه‌بندی پیچیده بین مهندسان خاک معمول است که هر دو سیستم دانه‌بندی و حدود اتربرگ را در طبقه‌بندی منظور می‌کنند. این دو سیستم عبارتند از سیستم طبقه‌بندی آشتو و سیستم طبقه‌بندی متحد، سیستم طبقه‌بندی آشتو اغلب توسط مهندسان راه و سیستم طبقه‌بندی متحد، اغلب توسط مهندسان ژئوتکنیک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۷-۱- سیستم طبقه‌بندی آشتو: این سیستم در سال ۱۹۲۹ میلادی پایه‌ریزی شد. متن اولیه بارها مورد تجدیدنظر قرار گرفت و چیزی که در حال حاضر تحت عنوان *ASTMD*۳۲۸۲ استاندارد شده بر مبنای آخرین تجدیدنظر در سال ۱۹۴۵ قرار دارد. در جدول ۱-۳ طبقه‌بندی آشتو که در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرد، نشان داده شده است. طبقه این سیستم، خاک به گروه‌های اصلی *A*-۱ تا *A*-۷ مصالح دانه‌ای هستند که درصد عبوری آن‌ها از الک نمره ۲۰۰ کمتر از ۳۵ درصد است. خاک‌هایی که درصد عبوریشان از الک نمره ۲۰۰ بیشتر از ۳۵ درصد است در گروه‌های *A*-۴، *A*-۵، *A*-۶ و *A*-۷ قرار می‌گیرند. این گروه‌ها اغلب مصالح لای و رس می‌باشند. سیستم طبقه‌بندی بر مبنای معیارهای زیر قرار دارد.

(الف) اندازه دانه‌ها

شن: دانه‌هایی که از الک ۷۵ میلیمتر (۳ اینچ) رد شده و بر روی الک ۲ میلیمتر (#۱۰) باقی می‌مانند.

ماسه: دانه‌هایی **که** از الک ۲ میلیمتر (#۱۰) رد شده و ب روی الک ۰/۰۷۵ میلیمتر (#۲۰۰) باقی می‌مانند.

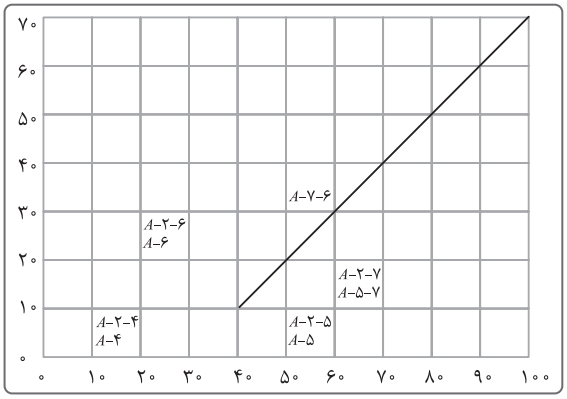
لای و رس: ذراتی که از الک ۰/۰۷۵ میلیمتر (#۲۰۰) عبور می‌کنند.

(ب) خاصیت خمیری: صفت لای دار به خاک‌هایی اطلاق می‌شود که نشانه خمیری ریزدانه‌های آن‌ها مساوی و یا کوچکتر از ۱۰ است. صفت رس دار به خاک‌هایی اطلاق می‌شود که نشانه خمیری آن‌ها مساوی ۱۱ و یا بزرگتر است. اگر قلوه سنگ (دانه‌های بزرگتر از ۷۵ میلی‌متر) در خاک یافت شود، در هنگام طبقه‌بندی از نمونه حذف می‌شوند، درصد آن‌ها ثبت می‌شود. برای طبقه‌بندی یک خاک طبق جدول ۱-۳، نتایج آزمایشگاهی از چپ به راست اعمال می‌شوند. با فرآیند حذف، اولین گروهی از چپ که نتایج آزمایشگاهی با آن جور است، طبقه صحیح خاک می‌باشد. در شکل ۱-۱ نموداری که بر حسب درصد مایع (روانی) و نشانه خمیری، خاک‌ها را در گروه‌های *A*-۲ ، *A*-۴ ، *A*-۵، *A*-۶ ، *A*-۷ جای می‌دهد، نشان داده شده است.

جدول ۱-۳ طبقه‌بندی مصالح بستر راه‌ها طبق طبقه‌بندی آشتو

طبقه‌بندی عمومی	مصالح دانه‌ای (درصد عبوری از الک ۲۰۰ مساوی ۳۵ درصد و یا کمتر)						
آزمایش دانه‌بندی (درصد عبوری) *NO*.۱۰ *NO*.۴۰ *NO*.۲۰۰	۵۰ *max* ۳۰ *max* ۱۵ *max*	۵۰ *max* ۲۵ *max*	۵۱ *max* ۱۰ *max*	۳۵ *max*	۳۵ *max*	۳۵ *max*	۳۵ *max*
طبقه‌بندی گروهی	*A*-۱		*A*-۳		*A*-۲		
	A-۲-*a*	*A*-۲-*b*		*A*-۲-۴	*A*-۲-۵	*A*-۲-۶	*A*-۲-۷
مشخصات قسمت عبوری از الک ۴۰ حد مایع نشانه خمیری	۶ *max*		*NP*	۴۱ *min* ۱۰ *min*	۴۱ *min* ۱۰ *min*	۴۱ *min* ۱۱ *min*	۴۱ *min* ۱۱ *min*
نوع مصالح تشکیل‌دهنده	ماسه و شن با قلوه‌سنگ		ماسه‌ریز	ماسه و شن رس‌دار و یا لای‌دار			

طبقه‌بندی عمومی	مصالح دانه‌ای (درصد عبوری از الک ۲۰۰ مساوی ۳۵ درصد و یا کمتر)			
مناسب بودن مصالح بستر	عالی تا خوب			
طبقه‌بندی گروهی	*A*-۴	*A*-۵	*A*-۶	*A*-۷ *A*-۷-۵* *A*-۷-۶*
آزمایش دانه‌بندی (درصد عبوری) *NO.*۱۰ *NO.*۴۰ *NO.*۲۰۰	۳۶ *min*	۳۶ *min*	۳۶ *min*	۳۶ *min*
مشخصات قسمت عبوری از الک ۴۰ حد مایع نشانه خمیری	۴۰ *min* ۱۰ *min*	۴۱ *min* ۱۱ *min*	۴۰ *min* ۱۰ *min*	۴۱ *min* ۱۱ *min*
نوع مصالح تشکیل‌دهنده	خاک‌های لای‌دار		خاک‌های رس	
مناسب بودن مصالح بستر	متوسط تا بد			



شکل ۱-۱ دامنه حد مایع و نشانه خمیری برای خاک‌های گروه‌های *A*-۲، *A*-۴، *A*-۵، *A*-۶، *A*-۷

۱-۷-۲- سیستم طبقه‌بندی متحد

این سیستم خاک‌ها را به دو طبقه‌ی بزرگ تقسیم می‌نماید:

۱. خاک‌های درشت دانه با طبیعت شنی و یا ماسه‌ای و درصد عبوری کوچکتر از ۵۰ درصد از الک نمره ۲۰۰ علامت گروه‌های این طبقه با حرف *G* یا *S* شروع می‌شود، علامت *G* برای شن یا خاک‌های شن‌دارد و علامت *S* برای ماسه یا خاک‌های ماسه‌دار به عنوان حرف اول به کار می‌روند.

۲. خاک‌های ریزدانه با درصد عبوری بزرگتر از ۵۰ درصد از الک نمره ۲۰۰. علامت گروه‌های این طبقه با حرف *M* برای لای غیر آلی و یا *C* برای رس غیر آلی و *O* برای لای‌های آلی شروع می‌شود. علامت *Pt* برای پیت و ماک (خاک برگ) و یا سایر خاک‌ها با درجه آلی بالا به کار می‌رود.

علائمی که به عنوان حرف دوم در طبقه‌بندی به کار می‌روند، عبارتند از:

W= خوب دانه‌بندی شده *P*= بد دانه‌بندی شده

L= خاصیت خمیری کم (حد مایع کوچکتر از ۵۰)

H= خاصیت خمیری زیاد (حد مایع بزرگتر از ۵۰)

حروف فوق همیشه به عنوان حرف دوم قرار گرفته و صفت حرف اول می‌باشند.

جدول ۱-۴- سیستم طبقه‌بندی متحد را به صورت خلاصه نشان می‌دهد.

جدول ۱-۴ سیستم طبقه‌بندی متحد

اسامی تیپ	علامت گروه	گروه اصلی		
شن و مخلوط شن و ماسه خوب دانه‌بندی شده بدون ریزدانه و یا ریزدانه کم	*GW*	شن تمیز	شن مساوی و یا بزرگ‌تر از ۵۰٪ قسمت درشت دانه بالای الک نمره ۴ می‌ماند.	خاک‌های درشت‌دانه بیشتر از ۵۰٪ مصالح روی الک ۲۰۰ می‌ماند.
شن و مخلوط شن و ماسه خوب دانه‌بندی شده بدون ریزدانه و یا ریزدانه کم	*GP*			
شن‌لای‌دار، مخلوط شن، ماسه و لای	*GM*	شن همراه با ریزدانه		
شن رس‌دار، مخلوط شن، ماسه و رس	*GC*			
ماسه و ماسه شن‌دار خوب دانه‌بندی شده بدون ریزدانه و یا ریزدانه کم	*SW*	ماسه تمیز	ماسه بزرگ‌تر از ۵۰٪ قسمت درشت دانه بالای الک نمره ۴ می‌ماند.	
ماسه و ماسه شن‌دار بد دانه‌بندی شده بدون ریزدانه و یا ریزدانه کم	*SP*			
ماسه لای‌دار، مخلوط ماسه و سبلیت	*SM*	ماسه همراه با ریزدانه		
ماسه رس‌دار، مخلوط ماسه و رس	*SC*			
لای غیرآلی، ماسه خیلی ریز، پودرسنگ، ماسه‌های ریزلای‌دار و رس‌دار	*ML*	لای و رس با حد مایع (روانی) ۵۰٪ یا کمتر	لای و رس با حد مایع (روانی) ۵۰٪ یا کمتر	خاک‌های ریزدانه مساوی و یا بیشتر از ۵۰٪ مصالح از الک ۲۰۰ عبور می‌کند.
رس‌غیرآلی با خاصیت خمیری کم، رس شن‌دار، رس‌ماسه‌دار، رس‌لای‌دار، رس‌لاغر	*CL*			
لای‌آلی و رس‌لای‌دار آلی با خاصیت خمیری کم	*OL*			
لای‌غیرآلی، ماسه‌ریز یا لای میکادار، لای الاستیک	*MH*	لای و رس با حد مایع (روانی) کوچک‌تر از ۵۰٪	لای و رس با حد مایع (روانی) کوچک‌تر از ۵۰٪	
رس‌غیرآلی با درجه خمیری زیاد، رس چاق	*CH*			
رس‌های آلی با درجه خمیری متوسط زیاد	*OH*			
تورب (پیت)، ماک و سایر خاک‌های خیلی آلی	*PT*	خاک‌های آلی		

۱-۷-۳- آیین‌نامه‌ی استاندارد ۲۸۰۰: زمین ساختگاه‌ها از نظر نوع سنگ و خاک به شرح جدول ذیل طبقه‌بندی می‌شوند. در این جدول:

- $\overline{V_s}$: متوسط سرعت موج برشی در لایه‌های مختلف خاک تا عمق ۳۰ متری از تراز پایه
- $\overline{N}_{1(60)}$: متوسط $N_{1(60)}$ در لایه‌های مختلف خاک تا عمق ۳۰ متری
- $N_{1(60)}$: تعداد ضربات نفوذ استاندارد (اصلاح شده برای فشار مؤثر سربار و انرژی)
- $\overline{C}_u$: متوسط C_u در لایه‌های مختلف خاک تا عمق ۳۰ متری
- C_u: مقاومت برشی زهکشی نشده در خاک‌های چسبنده

تعیین طبقه‌بندی نوع زمین، در این جدول، باید براساس مقدار سرعت موج برشی $\overline{V_s}$ صورت گیرد، لیکن در صورت دسترسی نداشتن به آن می‌توان در خاک‌های دانه‌ای با اندازه کوچک‌تر از شن متوسط از تعداد ضربات نفوذ استاندارد $\overline{N}_{1(60)}$ و در خاک‌های چسبنده از مقاومت برشی زهکشی نشده $\overline{C}_u$ استفاده نمود.

جدول ۱-۵ طبقه‌بندی نوع زمین

نوع زمین	توصیف لایه بندی زمین	پارامترها		
		$\bar{V}s(m/s)$	$\bar{N}_{1(60)}$	$\bar{C}_u(kPa)$
I	سنگ و شبه سنگ	>۷۵۰	-	-
	شامل سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی و خاک‌های سیمانته بسیار محکم با حداکثر ۵ متر مصالح ضعیف‌تر تا سطح زمین			
II	خاک خیلی متراکم یا سنگ سست	۳۷۵-۷۵۰	>۵۰	>۲۵۰
	شامل- شن و ماسه خیلی متراکم، رس بسیار سخت با ضخامت بیشتر از ۳۰ متر که مشخصات مکانیکی آن با افزایش عمیق به تدریج بهبود یابد. سنگ‌های آذرین و رسوبی سست، مانند توف و یا سنگ متورق و یا کاملاً هوازده			
III	خاک‌های متراکم تا متوسط	۱۷۵-۳۷۵	۱۵-۵۰	۷۰-۲۵۰
	شامل شن و ماسه متراکم تا متوسط یا رس‌های سخت با ضخامت بیشتر از ۳۰ متر			
IV	خاک متوسط تا نرم	<۱۷۵	<۱۵	<۷۰
	لایه‌های خاک غیر چسبنده یا با کمی خاک چسبنده با تراکم متوسط تا کم، لایه‌های خاک کاملاً چسبنده نرم تا محکم			

۱-۸- حفاری و نمونه‌برداری خاک

بر طبق بند ۷-۲-۴- مقررات ملی مبحث هفتم

۱-۸-۱- فرآیند حفاری و نمونه‌برداری و دستگاه‌های انتخابی باید مطابق استانداردهای ملی یا بین‌المللی معتبر مصوب باشد.

۱-۸-۲- باید ناظر واجد صلاحیت در طول زمان حفاری گمانه و نمونه‌گیری در محل پروژه حاضر و بر عملیات نظارت داشته باشد.

۱-۸-۳- باید صلاحیت مجموعه‌ای که عملیات حفاری گمانه و نمونه‌برداری و سایر عملیات اجرایی را انجام می‌دهند، به تأیید مراجع ذی‌ربط رسیده باشد.

۱-۸-۴-روش‌های حفاری گمانه: حفاری گمانه به‌صورت دستی یا ماشینی و با توجه به بندهای ذیل قابل قبول است.

۱) حفاری ضربه‌ای سبک در لای، ماسه و سنگ ضعیف قابل قبول است. به شرط حفاری خشک می‌توان از این روش در خاک چسبنده یا غیرچسبنده حاوی شن استفاده کرد. وقتی که حفاری به منظور تهیه نمونه دست نخورده در خاک چسبنده انجام می‌شود، نباید از ضربات سنگین استفاده شود.

۲) حفاری شستشویی در ماسه و لای و رس و همچنین مخلوط شن و ماسه بدون قلوه سنگ قابل قبول است. تغییر رطوبت خاک زیر گمانه باید در نمونه‌گیری و آزمون‌های برجا مورد توجه باشد.

۳) حفاری با اوگر با میله تو پر فقط در خاک چسبنده که دیواره گمانه پایدار است قابل قبول می‌باشد. حفاری با اوگر با میله توخالی در بالای سطح آب قابل قبول است. اخذ نمونه دست نخورده در این روش در زیر سطح آب قابل قبول نیست.

۴) حفاری دورانی در تمام خاک‌ها حتی در زیر سطح آب قابل قبول است، ولی برای اخذ نمونه دست نخورده درخاک چسبنده باید سرعت دوران و فشار مته محدود شود.
۵) حفاری دورانی با مغزه‌گیری پیوسته در خاک و سنگ برای توصیف لایه‌ها قابل قبول است، ولی نمونه خاک اخذ شده از داخل مغزه در این روش نمی‌تواند به عنوان نمونه دست نخورده قابل قبول باشد.
۶) روش‌های نمونه‌گیری، جابجایی و انبار کردن نمونه‌ها باید گزارش شود تا اثر به کارگیری این روش‌ها به هنگام تفسیر نتایج آزمایش‌ها مدنظر طراح قرار گیرد.

۱-۹- نکات مهم و کاربردی الزامات ژئوتکنیکی

۱-۹-۱- شناسائی نوع زمین: به منظور طراحی هر سازه‌ای که بر روی زمین (خاک) واقع می‌شود، می‌بایست شناخت کافی از شرایط زیر سطحی و خصوصیات لایه‌های زمین زیر آن کسب نمود. این شناخت می‌تواند با استفاده از روش‌های ذیل به دست یابد: ۱. مطالعه نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه، ۲. کسب اطلاعات فنی و پی‌سازی از وضعیت سازه‌های موجود، ۳. کسب اطلاعات ژئوتکنیکی از برش‌های موجود در لایه‌های خاک (چاه‌ها، خاکبرداری‌ها و ترانشه‌های موجود)، ۴. اخذ گزارش مطالعات ژئوتکنیکی مرتبط با دو ساختمان در طرفین زمین مورد نظر که با فاصله کمی از آن قرار گرفته‌اند. ۵. انجام مطالعات ژئوتکنیکی خاص در زمین مورد نظر، متناسب با اهمیت ساختمان و ارتفاع آن.
به هر حال کسب حداقل شناخت از لایه‌های زمین ضروری است، اما درجه شناخت مورد نیاز، متناسب با اهمیت ساختمان و شرایط ژئوتکنیکی محل تعیین می‌شود.
برای ساختمان‌های با اهمیت کم و آن دسته از ساختمان‌های با اهمیت متوسط که تا ۴ سقف و یا حداکثر ۱۲ متر از روی شالوده ارتفاع دارند، در صورتی که سطح اشغال آنها از ۳۰۰ متر مربع بیشتر نباشد، با مطالعه نقشه‌های زمین‌شناسی (در صورت وجود) و بررسی نحوه ساخت ساختمان‌های هم جوار و گزارش ژئوتکنیکی آن‌ها، بررسی مقاطع موجود (مانند گودبرداری‌ها یا برش موجود در پل‌های نزدیک ساختمان مذکور) می‌توان در مورد لایه‌های خاک توسط یک متخصص با تجربه اظهار نظر نمود. بدیهی است در این مورد در صورتی که شواهدی از وجود نوع زمین غیر از زمین‌های نوع *I*، *II*، *III* و *IV* در محل وجود داشته باشد، انجام مطالعات ژئوتکنیکی الزامی‌است. (مراجعه کنید به جدول ۱-۵ طبقه بندی نوع زمین.)
برای سایر ساختمان‌های با اهمیت متوسط (بیش از ۴ سقف، یا ارتفاع از روی شالوده بیش از ۱۲ متر و یا سطح اشغال بیش از ۳۰۰ متر مربع) و همچنین ساختمان‌های با اهمیت زیاد و بسیار زیاد، انجام مطالعات ژئوتکنیکی در محل مورد نظر ضروری است. در هر حالت در صورتی که ساختمان مورد نظر (با هر درجه اهمیت و هر تعداد سقف) به صورت انبوه‌سازی یا شهرک‌سازی باشد، لازم است مطالعات ژئوتکنیکی در محل مورد نظر انجام شود.
در صورتی که در مراحل ساخت ساختمان، نیاز به گودبرداری، ایجاد دیوار حایل و یا شیب تند باشد و یا مشخصات ژئوتکنیکی لایه زیر سطحی منجر به نشست زیاد، لغزش، سنگ ریزش یا روانگرایی گردد و همچنین چنانچه خاک خاصیت فرو ریزشی و یا تورم داشته باشد و یا سطح آب زیرزمینی بالا باشد، لازم است مطالعات ژئوتکنیکی در محل مورد نظر صورت بگیرد.
مطالعات ژئوتکنیکی شامل حفاری (ماشینی یا دستی)، نمونه‌گیری دست خورده و دست نخورده، آزمایش‌های درجا نظیر آزمایش نفوذ استاندارد و دانسیته برجا، آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی بر روی خاک به دست آمده در آزمایشگاه و تجزیه و تحلیل نتایج و نتیجه‌گیری در مورد وضعیت ژئوتکنیکی زمین مورد نظر می‌باشد. بدیهی است کلیه عملیات فوق می‌بایست بر اساس استانداردهای موجود و با دقت کافی انجام گیرد و در مورد بعضی نتایج مانند نفوذ استاندارد تصحیحات لازم اعمال شود.
برای زمین‌هایی که مطالعات ژئوتکنیکی (شامل نفوذ استاندارد، نمونه‌گیری و آزمایش‌های آزمایشگاهی) کافی تشخیص داده نشود، لازم است علاوه بر مطالعات ژئوتکنیکی، مطالعات ژئوفیزیکی نیز به منظور تعیین سرعت موج برشی در لایه‌های مختلف خاک انجام پذیرد.

۱-۹-۲- ناپایداری زمین ناشی از زلزله: ناپایداری زمین ناشی از زلزله می‌تواند شامل روانگرایی، گسترش جانبی، زمین لغزش، فرونشست و گسلش باشد، که ذیلاً به آنها خواهیم پرداخت.

◈**۱-۹-۲-۱- روانگرایی**: کاهش مقاومت و یا سختی برشی خاک به دلیل افزایش فشار آب منفذی ناشی از زلزله در خاکهای ماسه‌ای اشباع که موجب ایجاد تغییر شکل‌های دائمی مهم یا ایجاد شرایطی نزدیک به تنش مؤثر صفر در خاک می‌شود، به عنوان روانگریایی شناخته می‌شود.

زمین‌هایی که حداقل دارای یکی از شرایط ذیل باشند، مستعد روانگرایی بوده و لازم است بر روی آن مطالعات خاص انجام داد: ۱- سابقه روانگرایی در آنها وجود داشته باشد. ۲- زمین‌هایی که از نوع خاک ماسه‌ای با تراکم کم، اعم از تمیز، یا رس‌دار با مقدار رس کمتر از ۲۰ درصد یا دارای لای و یا شن بوده و تراز سطح آب زیرزمینی در آنها نسبت به سطح زمین کمتر از حدود ۱۰ متر باشد. ۳- منحنی دانه‌بندی خاک داخل محدوده مستعد روانگرایی باشد. در صورتی که لایه خاک مورد نظر حداقل دارای یکی از ویژگی‌های معرفی شده در ذیل باشد، می‌توان از بررسی وقوع روانگرایی صرف‌نظر نمود: ۱- ماسه محتوی بیش از ۲۰ درصد رس با $PI > ۲۰$. ۲- ماسه محتوی بیش از ۳۵ درصد لای و به طور همزمان $N_{۱(۱۶۰)} > ۲۰$. ۳- ماسه تمیز با $N_{۱(۱۶۰)} > ۳۰$.

در ضمن اگر خاک ماسه‌ای و اشباع در عمقی بیش از ۲۰ متر از سطح زمین قرار دارد، تنها برای ساختمان‌های با شالوده سطحی می‌توان از ارزیابی استعداد روانگرایی صرف نظر نمود.

۱-۹-۲-۱-۱- ارزیابی استعداد روانگرایی: برای ارزیابی استعداد روانگرایی می‌بایست مقادیر نسبت تنش برشی تناوبی ناشی از زلزله (CSR) و نسبت مقاومت برشی تناوبی خاک موجود (CRR) را محاسبه و مقایسه نمود. این مقایسه می‌بایست با تعیین ضریب اطمینان در روانگرایی (Fl) به دست آید.

$$F_l = \frac{CRR}{CSR}$$

نسبت برش تناوبی (CSR) ناشی از زلزله در لایه‌های خاک طبق روابط موجود در آیین‌نامه‌های ملّی و در صورت موجود نبودن از آیین‌نامه‌های معتبر شناخته شده به دست می‌آید. نسبت مقاومت برشی تناوبی خاک موجود (CRR) بر حسب نظر طراح و شرایط پروژه با استفاده از آزمایش‌های نفوذ استاندارد، نفوذ مخروطی، سرعت موج برشی و بر اساس ضوابط آیین‌نامه‌های ملی یا بین‌المللی معتبر محاسبه می‌شود.

در صورتی که ضریب اطمینان به دست آمده از یک کمتر باشد، خاک مستعد روانگرایی است و اثر آن ممکن است باعث ناپایداری پی و سازه متکی بر آن گردد. به این دلیل می‌بایست ایمنی مناسب پی توسط روش مناسب بهسازی زمین یا انتقال بار توسط پی‌های عمیق به زیر لایه روانگرا تأمین شود. اگر F_l بین ۱ و ۱٫۲۵ باشد می‌بایست نشست ناشی از زلزله در زمین را محاسبه و در طراحی به کار برد.

◈**۱-۹-۲-۲- گسترش جانبی**: در زمین‌هایی که مستعد روانگرایی هستند و دارای شیب ملایم بوده و یا دارای یک وجه آزاد نظیر زمین‌های منتهی به کانال‌های زهکش، نهرها و رودخانه‌ها و یا ساحل دریا باشند، احتمال وقوع گسترش جانبی وجود دارد. گسترش جانبی می‌تواند باعث جابه‌جایی بزرگ در زمین شود. جهت ارزیابی استعداد و مقدار جابه‌جایی ناشی از گسترش جانبی می‌توان حداقل از یکی از سه رویکرد تحلیلی، تجربی و یا عددی استفاده کرد. طراحی لرزه‌ای پی برای مقاومت در مقابل گسترش جانبی می‌بایست به گونه‌ای صورت گیرد که جابه‌جایی افقی در بالای پی و یا تنش‌های ناشی از آن از مقادیر مجاز مربوط به هر سازه بیشتر نشود.

علاوه بر طراحی مقاوم پی ساختمان می‌بایست طراحی پی به نحوی باشد که ساختمان از نظر کلی نیز ایمن باشد. بدین منظور طراحی لرزه‌ای سازه و پی مربوط می‌بایست در سه حالت زیر انجام شود و نتایجی که بزرگترین اثر را مشخص می‌کند، در طراحی پی و سازه اعمال گردد: ۱. حالتی که فرض می‌شود گسترش جانبی اتفاق خواهد افتاد. ۲. حالتی که فرض می‌شود تنها روانگرایی اتفاق خواهد افتاد. ۳. حالتی که فرض می‌شود هیچ کدام از روانگرایی و گسترش جانبی اتفاق نخواهد افتاد. در این صورت بایستی در طراحی یا از طیف طراحی برای خاک نوع IV و یا از طیف حاصل از مطالعات ویژه ساختگاهی بدون در نظر گرفتن وقوع روانگرایی استفاده کرد.

در حالتی که اثر گسترش جانبی، در طراحی پی‌های سطحی و عمیق در نظر گرفته می‌شود، به منظور مطالعه عملکرد لرزه‌ای پی، اثر آن می‌بایست به صورت یک فشار افقی مدّ نظر قرار گیرد. بدیهی است که در این حالت

نیازی به اضافه کردن نیروی اینرسی دینامیکی افقی ناشی از وزن سازه به نیروهای افقی ناشی از گسترش جانبی برای طراحی بخش‌های زیرزمینی سازه نیست.

◈**۱-۹-۲-۳- روش کاهش خطرهای ناشی از روانگرایی و گسترش جانبی:** به منظور کاهش خطرهای ناشی از روانگرایی و گسترش جانبی می‌توان سه راهکار را مدّ نظر قرار داد که عبارتند از: ۱- تمهیدات ژئوتکنیکی. ۲- تمهیدات سازه‌ای. ۳- تغییر محل ساختگاه.

۱-۹-۲-۳-۱- تمهیدات سازه‌ای: مؤثرترین تمهید سازه‌ای به منظور کاهش خرابی ناشی از روانگرایی یا گسترش جانبی استفاده از پی عمیق است. در طراحی پی‌های عمیق جهت جلوگیری از خسارات ناشی از روانگرایی می‌بایست در نظر داشت که طولی از شمع که در خاک روانگرا قرار می‌گیرد، فاقد مقاومت اصطکاکی است و در صورتی که نوک شمع نیز در خاک روانگرا قرار گیرد، فاقد ظرفیت باربری نوک خواهد بود. اگر خاک محل در معرض روانگرایی بوده و پتانسیل گسترش جانبی نیز داشته باشد، در طراحی پی عمیق می‌بایست نیروهای جانبی ناشی از گسترش جانبی وارد بر پی را نیز مدّ نظر قرار داد.

استفاده از پی‌های گسترده می‌تواند از فروپاشی سازه متکی بر آن و وقوع تلفات جانی جلوگیری کند، اما ممکن است موجب کج شدگی یا واژگونی سازه شود و خسارات قابل توجهی به سازه وارد نماید. در مکانهای دارای پتانسیل روانگرایی و گسترش جانبی، استفاده از پی‌های تکی یا باسکولی (کلاف‌های لنگربر) به هیچ وجه توصیه نمی‌گردد.

۱-۹-۲-۳-۲- تمهیدات ژئوتکنیکی: به طور کلی روش‌های کاهش مخاطرات روانگرایی، برای ساختگاه‌های دارای پتانسیل گسترش جانبی نیز قابل استفاده می‌باشد. تمهیدات ژئوتکنیکی به منظور جلوگیری از روانگرایی خاکهای ناپایدار می‌تواند شامل خاکبرداری و جایگزین نمودن خاک و یا تحکیم خاک در محل به کمک تراکم دینامیکی، وایبراتورها، شمع‌کوبی، تزریق تحکیمی، تسلیح خاک، تزریق شیمیایی و نصب زهکش شود. پیش از استفاده از هر یک از روش‌های پایدارسازی خاک، برنامه‌ریزی و طراحی دقیقی مورد نیاز است.

در مورد گسترش جانبی، در صورت امکان می‌توان خارج از محدوده اجرای سازه از روش‌های مناسب فوق مانند تراکم یا کوبیدن شمع‌های فداشونده بهره برد تا مانع گسترش جانبی توده لغزنده خاک روانگرا و رسیدن آن به محدوده سازه مورد نظر شود.

۱-۹-۲-۳-۳- تغییر محل ساختگاه: اگر از نظر فنی و اقتصادی بتوان محل ساختگاه را تغییر داد، می‌توان از این راه (تغییر محل ساختگاه) به منظور پرهیز از خطرهای ناشی از روانگرایی و گسترش جانبی بهره گرفت.

◈**۱-۹-۲-۴- زمین لغزش:** ارزیابی زمین لغزش می‌بایست بر اساس برآورد میزان و خطر آن (زمین لغزش) با استفاده از مطالعات ژئوتکنیکی و شناسایی نوع زمین لغزش احتمالی صورت پذیرد. به منظور احداث ساختمان در بالا، پایین یا روی شیب، می‌بایست هر گونه خاکبرداری و یا خاکریزی بر روی آن، همراه با تحلیل و بررسی پایداری شیب در شرایط زلزله باشد. در صورت نیاز با استفاده از مطالعات ویژه (شامل بررسی‌های زمین‌شناسی مهندسی، ژئوفیزیکی، حفر گمانه با تعداد و عمق مناسب، آزمایش‌های صحرایی و آزمایشگاهی و تحلیل پایداری شیب) می‌توان پایداری شیب و جلوگیری از وقوع زمین لغزش را تأمین نمود. جهت انتخاب ساختگاه در مناطق شیب‌دار، می‌بایست به شرایط نامطلوب زیر در خصوص پایداری شیب‌ها توجه ویژه‌ای مبذول داشت: ۱. ریخت‌شناسی مناطق لغزشی یا مستعد لغزش شامل توپوگرافی سطحی ناهموار، شیب‌های ناپایدار و مناطقی که در اطراف آن تغییرات شیب قابل توجه وجود دارد. ۲. وجود قله‌ها و خط‌الرأس‌ها، لبه‌های پرتگاه و کناره‌های رودخانه و سواحل در معرض فرسایش و خاکریزهای متراکم نشده. ۳. وجود لایه‌های ضعیف در پنجه شیب‌ها. ۴. افزایش شیب واقع در مناطق دارای رطوبت و بارندگی زیاد. ۵. وجود دامنه‌های سنگی با ناپیوستگی‌های ممتد و نامطلوبی که شیبی کمتر از شیب دامنه دارند.

۱-۹-۲-۴-۱- ارزیابی پایداری شیب‌ها به منظور بررسی استعداد زمین لغزش: اگر توپوگرافی سطحی و لایه‌بندی خاک، نامنظمی‌شدید نداشته باشد، آنگاه پاسخ زمین‌های شیب‌دار به زلزله می‌تواند با بهره‌گیری از تحلیل شبه استاتیکی ساده شده محاسبه شود. در غیراین صورت می‌بایست از روش‌های تحلیل دینامیکی مانند المان محدود یا مدل بلوک صلب لغزنده و دیگر روش‌ها استفاده نمود.

در آنالیز شبه استاتیکی، نیروهای اینرسی لرزه‌ای طرح که به توده خاک اثر می‌کند می‌بایست محاسبه شوند.

$$F_H = K_h W_s$$

که در آن F_H نیروی افقی ناشی از زلزله، W_s وزن توده لغزشی و K_h ضریب مؤلفه افقی زلزله است که از رابطه ذیل تعیین می‌شود:

$$K_h = ۰/۵A$$

که در آن A نسبت شتاب مبنای طرح است که از جدول ذیل تعیین می‌شود.

جدول ۱-۶ نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق با لرزه خیزی مختلف

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح
۱	پهنه با خطر نسبی بسیار زیاد	٪۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	٪۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	٪۲۵
۴	پهنه با خطر نسبی کم	٪۲۰

نکته

اثر مؤلفه قائم جز در شرایط خاص (مانند میدان نزدیک) در نظر گرفته نمی‌شود.

در تحلیل شبه استاتیکی، پارامترهای مقاومت برشی خاک در صورت نیاز می‌بایست با توجه به کاهش چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی در کرنش‌های بزرگ و یا افزایش فشار آب حفره‌ای ناشی از زلزله انتخاب شود. استفاده از پارامترهای مقاومتی کرنش بزرگ خاک برای ساختگاه‌هایی که در قبل دچار لغزش شده و احتمال فعالیت مجدد آنها توسط زلزله وجود دارد، ضروری می‌باشد. تحلیل شبه استاتیکی می‌بایست برای بحرانی‌ترین سطح لغزش انجام شود. طراح می‌بایست با در نظر گرفتن و با توجه به دقت روش تحلیل و طراحی، تعداد و کیفیت نوع آزمایش‌های ژئوتکنیکی و دقت در شناخت لایه‌های زمین و دقت در انتخاب ضریب زلزله مؤثر، ضریب اطمینان مناسب را انتخاب نماید. در صورتی که نتایج تحلیل پایداری شیب نشان‌دهنده ناپایداری باشد، لازم است از روش‌های مناسب و متداول پایدارسازی شیب‌ها استفاده گردد.

◈**۱-۹-۲-۵- فرونشست:** اگر ساختگاه مورد نظر بر روی گشودگی‌های زیرزمینی بزرگ نظیر غارهای کارستیک، مغازهای نیروگاه‌ها و ایستگاه‌های مترو، معادن و تونل‌هایی با دهانه بزرگ قرار داشته باشد، احتمال فرو ریزش سقف این فضاهای زیرزمینی بر اثر زلزله وجود دارد و موجب فرو نشست زمین و آسیب رساندن به سازه می‌شود. در صورت وجود چنین بازشدگی‌های زیرزمینی در زیر سازه می‌بایست مطالعات خاص برای اطمینان از ایمنی سازه انجام شود و در صورت لزوم، تمهیدات لازم به منظور جلوگیری از آسیب دیدن سازه ناشی از فرو نشست زمین در نظر گرفته شود. حفرات زیر سطحی که امکان ناپایداری آنها در اثر زلزله وجود دارد می‌توانند با یکی از موارد ذیل مرتبط باشند: ۱- قنات‌ها ۲- حفرات و فضاهای زیر زمینی شامل ایستگاه‌های مترو، تونل‌های کم عمق، معادن زیرزمینی، چاه‌ها و کوره‌های فاضلاب و نظایر آنها ۳- حفرات و غارهای زیر زمینی طبیعی ۴- حفرات به وجود آمده ناشی از آب شکستگی دانه‌های خاک بر اثر ترکیدگی لوله‌های آب، نفوذ آب‌های سطحی و نظایر آن.

۱-۹-۲-۵-۱- شناسائی حفرات زیر سطحی: برای **شناسایی حفرات زیر سطحی** می‌توان از روش‌های شناسایی مختلف از جمله **حفر گمانه** و یا روش‌های ژئوفیزیکی استفاده نمود. شناسایی قنات‌های فعال و تونل‌های تأسیسات شهری می‌بایست بر اساس مدارک موجود صورت گیرد. تعیین نوع خاک و عمق قرار گیری و قطر حفره زیرزمینی به منظور بررسی پایداری آن الزامی است.

◈**۱-۹-۲-۶ گسلش:** جابه‌جایی ناشی از گسلش در سطح زمین می‌تواند موجب آسیب به سازه‌ها شود، در پهنه‌های گسلی به ویژه گسل‌های اصلی، اجتناب ساخت ساختمان به ویژه ساختمان‌های با اهمیت بسیار زیاد اکیداً توصیه می‌گردد.

از این رو کلیه سازندگان بنا در این پهنه پیش از ساخت اقدام به شناسایی گسلش سطحی کرده و در صورتی که زمین‌شناس، گسلش سطحی با جابه‌جایی عمده‌ای را تشخیص داد، ضوابط مربوط به پهنه‌های با جابه‌جایی عمده بر اساس آیین‌نامه‌های ملی یا بین‌المللی معتبر رعایت شود. کاربری زمین‌های شهری حتی‌الامکان می‌بایست به گونه‌ای انجام شود که محدوده‌های پهنه‌های گسلی به ویژه گسلهای اصلی به کاربری‌های کم خطر و یا کم تراکم نظیر فضای سبز، معابر، فضاهای ورزشی و تفریحی با سازه‌های سبک اختصاص یابد. در پهنه گسل‌های اصلی با جا به جایی عمده، احداث ساختمان با اهمیت بسیار زیاد ممنوع است و در مابقی پهنه‌ها احداث آنها با انجام مطالعات و اعمال تمهیدات ویژه مجاز می‌باشد. همچنین در پهنه گسل‌های اصلی با جا به جایی عمده احداث ساختمان با اهمیت زیاد صرفاً با انجام مطالعات ویژه و اعمال تمهیدات ویژه مجاز می‌باشد. پهنه‌های گسلی در بر گیرنده تغییر شکل‌های عمده در محدوده اطراف گسل‌ها می‌باشد که برای گسل‌های اصلی، پهنه گسل‌های اصلی نام‌گذاری می‌شوند. گسل‌های اصلی، گسل‌هایی هستند که طول آنها بیش از ده کیلومتر است. در صورتی که در پهنه‌های گسل‌های اصلی، در مواردی جابه‌جایی عمده وجود داشته باشد، این محدوده با نام پهنه با جابه‌جایی عمده تعریف می‌گردد.

۱-۹-۳- بزرگ نمایی ناشی از توپوگرافی: افزایش نیروی طراحی لرزه‌ای در بررسی پایداری شیب‌ها و طراحی سازه‌های واقع بر شیب‌ها یا نزدیک آنها می‌بایست از طریق ضریب بزرگنمایی توپوگرافی (S_T) برای شیب‌های با ارتفاع بیشتر از ۳۰ متر و با زاویه میانگین بیش از ۱۵ درجه صورت پذیرد. در تحلیل پایداری شیب‌ها و طراحی سازه‌های واقع بر یا نزدیک شیب‌ها در جدول ذیل ارائه شده است. این ضریب بزرگنمایی تنها در ثلث فوقانی ارتفاع شیب‌ها اعمال می‌شود.

جدول ۱-۷ ضرایب بزرگ‌نمایی ناشی از توپوگرافی

S_T	میانگین زاویه شیب (β)	شکل شیب
≥۱/۲	>۱۵	
≥۱/۲	۱۵ تا ۳۰	
≥۱/۴	>۳۰	

S_T ضریب بزرگنمایی، B میانگین زاویه شیب، K_h ضریب زلزله طرح.

در صورتی که در این استاندارد مطالعات ویژه شرایط ساختگاهی الزامی‌می‌باشد، اثر توپوگرافی نیز می‌بایست به صورت تحلیلی و دقیق‌تر بررسی گردد.

۱-۱۰- ضوابط اجرایی و نکات کلیدی

۱ـ ضخامت لایه خاکریز قبل از کوبیدن در مورد خاک‌های ریزدانه نباید از ۳۰cm تجاوز نماید. در مورد خاک‌های درشت دانه و مصالح سنگی، حداکثر ضخامت با تأیید دستگاه نظارت تعیین می‌شود.

۲ـ خاک‌هایی که در خاکریزی مصرف می‌شود می‌بایست در لایه‌های یکنواخت و با ضخامت ثابت در عرض خاکریزها ریخته شود.

۳ـ لایه‌های افقی باید به صورتی ریخته شود که هر لایه بعد از خاتمه عمل کوبیدن لایه قبلی ریخته شود. ضخامت این لایه می‌بایست به نحوی انتخاب شود که پس از عمل کوبیدن تراکم مورد نظر، هیچ‌گاه ضخامت لایه تمام شده از ۱۵ سانتیمتر تجاوز ننماید.

۴ـ ناهمواری‌های خاکریز در محور طولی شمشه ۵ متری نباید از ۳cm تجاوز نماید.

۵ ـ حداقل میزان تراکم خاکریزهای پرکننده معادل ۹۵٪ براساس روش پروکتور استاندارد است.

۶ ـ روی هم افتادگی گذرهای متوالی در متراکم ساختن خاکریزهای باربر نباید کمتر از ۳۰ سانتیمتر اختیار شود.

۷ـ حداقل میزان تراکم خاکریزهای باربر معادل ۱۰۰٪ روش پروکتور استاندارد و یا ۹۵٪ آشتو اصلاح شده می‌باشد.

۸ ـ بین آماده‌سازی بستر و اجرای عملیات خاکریزی، نباید فاصله زمانی زیادی وجود داشته باشد. خاکریزی می‌بایست بلافاصله پس از آماده‌سازی شروع شود.
۹ـ در زمین‌های با رطوبت طبیعی می‌توان گودبرداری تا عمق ۱ متر برای ماسه، ۱٫۲۵ برای ماسه‌ی رس‌دار، ۱٫۵ متر برای خاک رس و ۲ متر برای خاک رس بسیار متراکم ر ا بدون پایه‌های ایمنی، سپر و حایل انجام داد.
۱۰ـ هر اندازه جرم مخصوص خاک بیشتر باشد، ظرفیت باربری آن نیز بیشتر خواهد بود.
۱۱ـ جذب آب توسط زمین یکی از دلایل بسیار مهم نشست ساختمان‌ها و ایجاد ترک در آنهاست. میزان این نشست‌ها بستگی به مقدار خاک رس در ترکیب مواد متشکله زمین دارد.
۱۲ـ اجرای شالوده‌ها می‌بایست بعد از سالم‌سازی و خشکانیدن کف گود صورت گیرد. سالم‌سازی کف گود با روش‌های مناسب، از قبیل آب‌کشی و زهکشی، عملی است.
در حالت آب‌کشی و تخلیه می‌بایست به منظور جلوگیری از بروز مشکلات زیر، پیشگیری‌های لازم صورت گیرد.
...**الف)** تهدید پایداری شیروانی‌های گود و ابنیه‌ی مجاور.
...**ب)** بالا آمدن کف گود در اثر فشار آب، به ویژه پس از توقف تلمبه‌زنی.
۱۳ـ تحلیل عوامل حاصل در طول بررسی مقدماتی و مرحله‌ی شناسایی خاک‌ها، به یک جمع‌بندی کلی شامل مراتب زیر منجر می‌شود.
... **الف)** تهیه‌ی برش‌ها و نیمرخ‌های زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی، مطابق با نتایج گمانه‌زنی‌ها و آزمایش‌ها که معرف موقعیت فضایی و ابعاد عوامل مختلف و تشکیلات شناسایی شده باشد.
... **ب)** دستیابی به مشخصات مختلف خاک‌ها، که برای تدوین طرح و انجام محاسبات مربوط به آن لازم‌اند.
... **ج)** شناخت جریان‌های مختلف آب‌های زیرزمینی و سفره‌های آب.
... **د)** بررسی حساسیت لایه‌های سطحی خاک در برابر یخبندان.
... **هـ)** چگونگی خورندگی خاک‌ها و آب‌ها در برخورد با مصالح ساختمانی پیش‌بینی شده در طرح.
... **و)** بررسی رفتار خاک‌ها در برابر بارهای دینامیکی (زلزله، دستگاه‌های لرزنده و...) در صورت لزوم.
۱۴ـ خاک حاصل از گودبرداری را نباید در فاصله‌ای کمتر از ۰٫۵ متر از لبه‌ی گود ریخت.

نکته

طبق بند ۱۲-۹-۲-۷ مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان داریم: مواد حاصل از گودبرداری نباید به فاصله کمتر از ۱ متر از لبه گود ریخته شوند. همچنین این مواد نباید در پیاده‌روها و معابر عمومی به نحوی انباشته شوند که مانع عبور و مرور گردیده یا موجب بروز حادثه گردند.

بر طبق آیین نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی مصوب شورای عالی حفاظت فنی وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی داریم:

ماده ۲۴۲: مصالح حاصل از گودبرداری و حفاری نباید به فاصله کمتر از نیم متر از لبه گود ریخته شود. همچنین این مصالح نباید در پیاده روها و معابر عمومی به نحوی انباشته شود که مانع عبور و مرور گردد.

براساس بند ۲۶-۸-۳ نشریه ۵۵: خاک برداشته شده را نباید در فاصله‌ای نزدیکتر از ۰٫۵ متر به لبه گود ریخت، در نقاطی که امکان ریزش خاک وجود دارد، نباید ماشین آلات را در نزدیکی گود مستقر نموده و یا از آن عبور داد، همچنین در زمان عملکرد ماشین خاکبرداری، ایستادن اشخاص در زیر جام و یا بازوی دستگاه و نیز مشغول به کار بودن کارگران در قسمتی که ماشین کار می‌کند ممنوع است.

همانطور که مشاهده می‌کنید، طبق بند ۱۲-۹-۲-۷ مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان، مواد حاصل از گودبرداری نباید به فاصله کمتر از یک متر از لبه گود ریخته شود. اما طبق آیین نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی مصوب شورای عالی حفاظت فنی وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی و نشریه ۵۵ این حداقل به نیم متر محدود می‌شود.

حال این سؤال مطرح می‌شود که در زمان آزمون باید کدام گزینه را به عنوان گزینه صحیح تلقی کنیم. یک اصل کلی به ما می‌گوید در صورت اختلاف نظر بین منابع عنوان شده نظام مهندسی، معیار مباحث مقررات ملی می‌باشد. پس در صورتی که در سؤال از ما بخواهند این فاصله کدام است و در گزینه‌ها هم نیم متر و هم یک متر آمده باشد، ما باید یک متر را به عنوان جواب صحیح انتخاب کنیم. اما در صورتی که در چهار گزینه عبارت یک متر وجود نداشت اما نیم متر موجود بود، میباست نیم متر را به عنوان جواب صحیح مد نظر قرار دهیم.