



به نام خدا

وزارت راه و شهرسازی  
معاونت مسکن و ساختمان

مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان  
ژئوتکنیک و مهندسی پی

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان  
ویرایش چهارم (۱۴۰۰)

سرشناسه	: معاونت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی-دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان
عنوان قراردادی	: ایران. قوانین حاکم Iran, Law, etc
عنوان و نام پدیدآور	: ژئوتکنیک و مهندسی پی/تهیه کننده دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان وزارت راه و شهرسازی
وضعیت ویراست	: (ویراست ۴)
مشخصات نشر	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۴۰۱
مشخصات طاهری	: م، ۱-۱، ص: جدول
فروست	: مقررات ملی ساختمان ایران: مبحث هفتم
شابک	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، شماره نشر: ک- ۷۵۵ ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۴۰۸-۱
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
عنوان	: مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان: ژئوتکنیک و مهندسی پی
موضوع	: صنعت ساختمان -- قوانین و مقررات - ایران
موضوع	: Construction industry - Law and legislation -- Iran
موضوع	: ساختمان سازی - پی سازی - صنعت و تجارت - زمین شناسی ساختاری
موضوع	: Construction - Foundations - Industry and trade
شناسه افزوده	: وزارت راه و شهرسازی، معاونت مسکن و ساختمان
شناسه افزوده	: Ministry of Road and Urban Development, Deputy for Housing and Construction
شناسه افزوده	: دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان
رده بندی کنگره	: TA۷۷۵
رده بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۸۲-۳۱۷
اطلاعات رکور: کتابشناسی	: فیبا



نام کتاب: مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان ژئوتکنیک و مهندسی پی

تهیه کننده: دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

شماره نشر: ک - ۷۵۵

ناشر: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نوبت چاپ: اول ۱۴۰۱، ویرایش چهارم

تیراژ: ۲۰۰۰۰ جلد

قطع: وزیری

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: اداره انتشارات و چاپ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

قیمت: ۲۶۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-113-408-1

شابک: ۱-۴۰۸-۱۱۳-۶۰۰-۹۷۸

کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر برای وزارت راه و شهرسازی محفوظ است

نشانی ناشر: تهران، بزرگراه شیخ فضل ا... نوری، روبروی فاز ۲ شهرک فرهنگیان، خیابان نازگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت صندوق پستی: ۱۶۶۹-۱۳۱۴۵ تلفن: ۶-۸۸۲۵۵۹۴۲ دور نگار: ۸۸۳۸۴۱۳۲

فروش الکترونیکی: <http://pub.bhrc.ac.ir>

پست الکترونیکی: [pud@bhrc.ac.ir](mailto:pud@bhrc.ac.ir)

## پیشگفتار

این وزارتخانه در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، وظیفه تدوین مقررات ملی ساختمان را بر عهده دارد. مقررات ملی ساختمان کشور، بی‌شک، یکی از کامل‌ترین و موثرترین مقررات بومی موجود و لازم‌الاجرا در میان کشورهای منطقه می‌باشد که حاصل تلاش اساتید، صاحب‌نظران و حرفه‌مندان صنعت ساختمان طی سال‌های متمادی در کشورمان است. در سال‌های اخیر، مقررات ملی ساختمان گام‌های موثری در ارتقای کیفیت ساخت و ساز و مقاومت بناها و ساماندهی و استانداردسازی مصالح، روش‌های طراحی و ساخت و کاهش هزینه‌های مصرف انرژی، محیط‌زیست، ایمنی، بهداشت و آسایش و رفاه استفاده‌کنندگان برداشته است. در این راستا، پایش مستمر بازخوردهای مقررات ملی ساختمان در زمینه‌های گوناگون، پس از انتشار آن، و برنامه‌ریزی برای بازنگری و رفع نقایص موجود و ارتقای مداوم محتوای آن، از اهداف اصلی وزارت راه و شهرسازی است. مقایسه کیفیت ساختمان‌ها، خصوصاً از لحاظ سازه‌ای، در سال‌های اخیر با قبل از تدوین مقررات ملی ساختمان، موبد تاثیر این مقررات در ارتقای کیفیت ساختمان‌ها است. در هر حال، باید به کلیه دست‌اندرکاران صنعت ساختمان متذکر شوم در کنار رعایت مقررات و آیین‌نامه‌ها، پایبندی به اصول اخلاق حرفه‌ای و وجدان کاری مهمترین ضامن در پیشبرد اهداف و اصول فنی و حرفه‌ای در این صنعت می‌باشد.

از کلیه اساتید، صاحب‌نظران، حرفه‌مندان و تدوین‌کنندگان که از ابتدا تاکنون در تدوین و بازنگری‌های متعدد در مباحث مقررات ملی ساختمان تلاش نموده و در همفکری و همکاری با این وزارتخانه از هیچ کوششی دریغ ننموده‌اند، سپاسگزارم و از تمامی نخبگان و جوانان متخصص دعوت می‌کنم ما را در پیشبرد اهداف عالیه قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان یاری نمایند. همچنین، برای تمامی دست‌اندرکاران صنعت ساختمان، اعم از مراجع صدور پروانه، کنترل ساختمان و کلیه اشخاصی که در اجرای مقررات و رعایت اصول اخلاق حرفه‌ای تلاش می‌نمایند، توفیق و سربلندی آرزو می‌نمایم.

در خاتمه، از تلاش‌ها و زحمات اعضای شورای تدوین، کمیته‌های تخصصی، دبیرخانه مقررات ملی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**رستم قاسمی**

**وزیر راه و شهرسازی**



بسمه تعالی

**جناب آقای دکتر وحیدی**  
**وزیر محترم کشور**

**موضوع: ابلاغ ویرایش چهارم محبت هفتم مقررات ملی ساختمان «ژئوتکنیک و مهندسی پی»**

با سلام و احترام

در اجرای ماده ۲۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب سال ۱۳۷۲، بدینوسیله ویرایش چهارم محبت هفتم مقررات ملی ساختمان «ژئوتکنیک و مهندسی پی» که مراحل تهیه، تدوین و تصویب را در وزارت راه و شهرسازی گذرانده است، بشرح پیوست ابلاغ می گردد. زمان انقضای ویرایش سال ۱۳۹۲ این محبت شش ماه بعد از تاریخ این ابلاغ خواهد بود و بدیهی است تا آن زمان استفاده از هر کدام از این دو ویرایش مجاز است.

**رستم قاسمی**

روبوشت

- جناب آقای محمودزاده - معاون محترم مسکن و ساختمان جهت آگهی و اقدام لازم
- جناب آقای فاری فرآن - سرپرست محترم مرکز نظیفات راه، مسکن و شهرسازی جهت آگهی و اقدام لازم
- جناب آقای بکراد، رئیس محترم بیاد مسکن انقلاب اسلامی جهت آگهی و اقدام لازم
- ادارات کل راه و شهرسازی استان ها جهت اطلاع و اقدام لازم
- رئیس محترم سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور جهت اطلاع و اقدام لازم
- رئیس محترم سازمان نظام کاردانی ساختمان کشور جهت اطلاع و اقدام لازم

## هیات تدوین کنندگان مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان – ویرایش چهارم (۱۴۰۰)

(براساس حروف الفبا)

### الف-۱) شورای تدوین مقررات ملی ساختمان – دوره ششم از ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۸

عضو	• مهندس علی اصغر طاهری بهبهانی	رییس	• دکتر محمدنقی احمدی
عضو	• مهندس شایور طاحونی	عضو	• مهندس محمدرضا انصاری
عضو	• مهندس بهروز علمداری میلانی	عضو	• دکتر حمید باقری
عضو	• زنده‌یاد مهندس مسعود غازی سلحشور	عضو	• دکتر سعید بختیاری
عضو	• مهندس یونس قلی‌زاده طیار	عضو	• دکتر حمید بدیعی
عضو	• دکتر بهروز گتمیری	عضو	• دکتر ناصر بنیادی
عضو	• دکتر محمدرضا ماهری	عضو	• مهندس محسن بهرام‌غفاری
عضو	• دکتر بهروز محمدکاری	عضو	• دکتر محسن نهرانی‌زاده
عضو	• زنده‌یاد مهندس حشمت‌الله منصف	عضو	• مهندس محمدابراهیم دادسرشت
عضو	• دکتر سید رسول میرقادری	عضو	• مهندس سید محمدنقی رانقی
عضو	• مهندس نادر نجیمی	عضو	• زنده‌یاد دکتر علی‌اکبر رمضانی‌تپور
عضو	• مهندس سیدرضا هاشمی	عضو	• دکتر محمد شکرچی‌زاده
		عضو	• معاون مسکن و ساختمان

### الف-۲) شورای تدوین مقررات ملی ساختمان – دوره هفتم از ۱۳۹۸ تا ابلاغ این ویرایش

عضو	• مهندس فرزانه صادق مالواجرد	عضو	• دکتر فرهاد آزرمی
عضو	• مهندس امیر فرجانی	عضو	• مهندس یعقوب آصفی
عضو	• دکتر غلامرضا کاظمیان شیروان	عضو	• مهندس مصطفی احمدوند
عضو	• دکتر محمود گلابچی	عضو	• دکتر ابانر اصغری
عضو و دبیر	• مهندس حامد مانی‌فر	عضو	• دکتر بهروز بهنام
رییس	• دکتر محمود محمودزاده	عضو	• زنده‌یاد مهندس اکبر نرکان
عضو	• دکتر سید مجید مفیدی شمیرانی	عضو	• مهندس احمد خرم
عضو	• دکتر سید رسول میرقادری	عضو	• دکتر بهرنگ سجادی
عضو	• مهندس سید حمید میرمیران	عضو	• دکتر محمد شکرچی‌زاده
		عضو	• دکتر غلامرضا شیران

### ب) اعضای کمیته تخصصی

عضو	• دکتر محمد حسن بازیار
عضو	• دکتر سید محسن حائری
عضو	• مهندس علی اصغر طاهری بهبهانی
عضو	• دکتر عباس قلندرزاده

- دکتر بهروز گتمیری
  - مهندس بهاره کانی
  - دکتر محسن کمالیان
  - دکتر سیدرسول میرقادری
- رییس  
دبیر  
عضو  
عضو

**پ) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملی ساختمان - دوره هفتم**

- مهندس حامد مانی فر
  - مهندس امیرعباس محمودی
- مدیر کل دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان و دبیر شورا  
کارشناس مسئول شورا و نماینده دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان در کمیته تخصصی

## مقدمه

مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان که از این ویرایش نام "ژئوتکنیک و مهندسی پی" به آن داده شده است در ویرایش‌های قبلی با نام "پی و پی سازی" شناخته می‌شد. اولین ویرایش در مرداد سال ۱۳۶۹ با حجم مختصر منتشر و برای اجرا به سازمانهای مختلف ابلاغ گردید. دو ویرایش بعدی در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲ با گسترش قابل توجه مطالب و ارائه جداول مورد نیاز برای طراحی منتشر شدند. در ویرایش حاضر علاوه بر تکمیل و به روزرسانی فصلهای موجود در دو ویرایش قبلی، فصل ژئوتکنیک لرزه‌ای نیز بدان افزوده شده است.

اساساً موضوع مهندسی ژئوتکنیک به علت پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌های موجود حاصل از گونه‌گونی زمین و تکیه بر آزمایش‌های آزمایشگاهی و صحرایی و تعمیم نتایج آنها در ساختگاه مورد نظر مانند سایر گرایشهای مهندسی عمران به راحتی در چارچوب آئین‌نامه و مقررات نمی‌گنجد و علاوه بر باید و نبایدهای آئین‌نامه‌ای لازم است با اشاره به مفاهیم اساسی و جزئیات لازم برای نتیجه‌گیری بهتر مهندسیین و دست‌اندرکاران عمرانی کشور را هدایت کند.

در این ویرایش همچون دو ویرایش قبلی، طراحی‌ها بر اساس روشهای تنش مجاز، روش ضرایب بار و مقاومت و روش‌های عملکردی بنا بر شرایط پروژه و انتخاب طراح می‌توانند انجام پذیرند. هماهنگی و تطابق جداول عرضه شده در دو روش تنش مجاز و روش ضرایب بار و مقاومت در همه حالات حدی نهایی و بهره‌برداری تأمین شده است.

به دلیل ویژگی این مبحث که ارتباط تنگاتنگ با مباحث سازه‌ای و محاسباتی از جمله مباحث ششم، نهم و دهم دارد، در کمیته تدوین از کارشناسان صاحب‌نظر سازه در جمع کارشناسان ژئوتکنیک تدوین‌کننده استفاده شده است تا همزمان نظرات سازه‌ای نیز مطرح شود.

لازم است یادآوری شود که ضمن آنکه موضوع خاک و ژئوتکنیک از قدیمی‌ترین تخصص‌های مهندسی عمران است، ولی به علت پیچیدگی‌های خاص آن هنوز مسائل ناشناخته در آن فراوان است و نیاز به پژوهش و کسب تجربه در آن بیشتر به چشم می‌آید. از این رو علی‌رغم اینکه در ویرایش جدید تا آنجا که ممکن بوده سعی شده برای سؤالات و گزینه‌های مختلف طراحان، پاسخ‌های روشن و قاطعی داده شود، اما سؤالات پاسخ داده نشده و یا اشکالات متعددی ممکن است در متن فعلی وجود داشته باشد که برای برطرف کردن آنها نیاز به راهنمایی عموم مهندسان و اهل فن می‌باشد. امید است استفاده‌کنندگان این

مبحث از اظهارنظر و ارائه پیشنهاد و نقدهای خود دریغ نکنند و تدوین‌کنندگان مبحث را مورد عنایت قرار دهند.

در پایان این دفتر از تمامی اساتید، مهندسان، انجمن‌های مهندسی و سازمان‌های نظام مهندسی و نیز کلیه دست‌اندرکاران صنعت ساختمان که نظرات نگارشی و تخصصی خود را در ارتباط با پیش‌نویس این مبحث ارسال نموده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی نموده و از هرگونه اظهار نظر، پیشنهاد و انتقاد استقبال و از آن‌ها جهت انجام اصلاحات بعدی استفاده خواهد نمود. لذا عموم علاقه‌مندان می‌توانند با مراجعه به درگاه اینترنتی [inbr.ir](http://inbr.ir) نسبت به ثبت نقطه نظرات خود اقدام نمایند.

## دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

### کمیته تخصصی مبحث هفتم





## فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	
۱۱	۱-۷- کلیات
۱۱	۱-۱-۷- هدف
۱۱	۱-۲-۷- دامنه کاربرد
۱۱	۱-۳-۷- تعاریف
۱۱	۱-۳-۱-۷- پی
۱۱	۱-۳-۲-۷- خاکریزی مهندسی
۱۲	۱-۳-۳-۷- سازه‌های نگهدارنده
۱۲	۱-۳-۴-۷- شناسایی ژئوتکنیکی
۱۲	۱-۳-۵-۷- داده‌های ژئوتکنیکی
۱۲	۱-۳-۶-۷- اطلاعات ژئوتکنیکی
۱۲	۱-۳-۷-۷- گمانه
۱۲	۱-۳-۸-۷- طراحی ژئوتکنیکی
۱۲	۱-۳-۹-۷- زمین مناسب
۱۲	۱-۳-۱۰-۷- لایه بندی پیچیده
۱۳	۱-۳-۱۱-۷- ساختمان‌های با اهمیت کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد
۱۳	۱-۴-۱-۷- روش‌های طراحی
۱۳	۱-۴-۱-۷- روش تنش مجاز
۱۳	۱-۴-۲-۷- روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD)
۱۳	۱-۴-۲-۱-۷- حالت حدی مقاومت
۱۳	۱-۴-۲-۲-۷- حالت حدی بهره‌برداری
۱۴	۱-۴-۳-۷- روش‌های عملکردی
۱۴	۱-۴-۳-۱-۷- تحلیل
۱۴	۱-۴-۳-۲-۷- آزمایش
۱۴	۱-۴-۳-۳-۷- تهیه مدارک

صفحه

۱۵	۲-۷- ملاحظات طراحی و شناسایی ژئوتکنیکی زمین
۱۵	۱-۲-۷ اهداف شناسایی ژئوتکنیکی
۱۵	۲-۲-۷ بررسی های ژئوتکنیکی
۱۶	۳-۲-۷ الزامات بررسی های ژئوتکنیکی
۱۶	۱-۳-۲-۷ الزامات بررسی های مقدماتی
۱۸	۲-۳-۲-۷ الزامات بررسی های طراحی
۱۸	۱-۲-۳-۲-۷ شناسایی های لازم در مرحله بررسی طراحی
۲۱	۲-۲-۳-۲-۷ حفاری و نمونه برداری خاک
۲۲	۳-۲-۳-۲-۷ آزمون های آزمایشگاهی
۲۳	۴-۲-۳-۲-۷ آزمون های برجا
۲۴	۵-۲-۳-۲-۷ گزارش بررسی های طراحی
۲۴	۱-۵-۲-۳-۲-۷ گزارش عملیات مطالعات ژئوتکنیکی
۲۵	۴-۲-۷ سایر ملاحظات طراحی ژئوتکنیکی
۲۶	۱-۴-۲-۷ ملاحظات بارگذاری
۲۷	۲-۴-۲-۷ الزامات بررسی های کنترلی
۲۸	۳-۴-۲-۷ ملاحظات دوام

صفحه

۳۰	۳-۷- گودبرداری و پایش
۳۰	۱-۳-۷ هدف
۳۰	۲-۳-۷ تعاریف
۳۱	۳-۳-۷ ملاحظات کلی
۳۶	۴-۳-۷ تحلیل تغییر شکل گود و سازه‌های مجاور
۳۷	۵-۳-۷ تغییر شکل‌های مجاز
۳۷	۶-۳-۷ زهکشی
۳۷	۷-۳-۷ پایش و کنترل
۳۷	۱-۷-۳-۷ اهداف ابزارگذاری و پایش
۳۸	۲-۷-۳-۷ برنامه پایش
۳۸	۳-۷-۳-۷ ابزار پایش
۳۸	۴-۷-۳-۷ مسئولیت طراحی، اجرا و نظارت پایش

صفحه

۳۹	۷-۴- پی سطحی
۳۹	۷-۴-۱ هدف
۳۹	۷-۴-۲- ملاحظات طراحی پی های سطحی
۴۳	۷-۴-۳- ظرفیت باربری پی های سطحی
۴۴	۷-۴-۴- مقادیر نشست مجاز
۴۴	۷-۴-۵- روش های طراحی پی سطحی
۴۵	۷-۴-۵-۱- روش تنش مجاز
۴۶	۷-۴-۵-۲- روش ضرایب بار و مقاومت
۴۶	۷-۴-۵-۳- ملاحظات لرزه ای در طراحی پی های سطحی
۴۸	۷-۴-۶- پی های انعطاف پذیر
۴۸	۷-۴-۷- ملاحظات اجرایی پی های سطحی

۵۱	۵-۷- سازه‌های نگهبان
۵۱	۱-۵-۷ دامنه کاربرد و هدف
۵۱	۲-۵-۷ انواع سازه‌های نگهبان
۵۱	۳-۵-۷ پایداری انواع سازه‌های نگهبان
۵۱	۱-۳-۵-۷ حالت‌های حدی دیوارهای صلب وزنی
۵۲	۲-۳-۵-۷ حالت‌های حدی دیوارهای انعطاف پذیر مهار شده
۵۳	۳-۳-۵-۷ حالت‌های حدی دیوارهای خاک مسلح
۵۴	۴-۵-۷ ملاحظات طراحی و ساخت
۵۶	۵-۵-۷ فشار خاک
۵۶	۱-۵-۵-۷ کلیات
۵۶	۲-۵-۵-۷ تعیین فشار خاک در حالات مختلف
۵۶	۱-۲-۵-۵-۷ فشار خاک در حالت سکون
۵۷	۲-۲-۵-۵-۷ فشار محرک و مقاوم خاک
۵۷	۳-۲-۵-۵-۷ فشار خاک در خاکریز متراکم شده
۵۷	۴-۲-۵-۵-۷ فشار حالت محرک و مقاوم در شرایط دینامیکی
۵۸	۵-۲-۵-۵-۷ تعیین فشار خاک در پشت دیوار
۵۹	۶-۵-۷ فشار آب
۶۰	۷-۵-۷ روش‌های طراحی سازه‌های نگهبان
۶۰	۱-۷-۵-۷ روش تنش مجاز
۶۰	۱-۱-۷-۵-۷ حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای صلب
۶۱	۲-۱-۷-۵-۷ حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای انعطاف پذیر سپری
۶۱	۱-۲-۱-۷-۵-۷ ضریب اطمینان مهار
۶۲	۲-۲-۱-۷-۵-۷ ضریب اطمینان در برابر بالا زدگی کف
۶۲	۳-۱-۷-۵-۷ حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای خاک مسلح
۶۳	۴-۱-۷-۵-۷ کنترل تغییرشکل

صفحه

۶۳	۲-۷-۵-۷- روش ضرایب بار و مقاومت
۶۳	۴-۲-۷-۵-۷- ضرایب کاهش مقاومت در دیوارهای صلب
۶۴	۵-۲-۷-۵-۷- ضرایب نیروی مقاوم در دیوارهای انعطاف پذیر
۶۴	۶-۲-۷-۵-۷- ضرایب کاهش نیروی مقاوم در خاکریزها و شیروانی‌ها
۶۵	۷-۲-۷-۵-۷- ضرایب کاهش نیروی مقاوم در دیوارهای خاک مسلح
۶۵	۸-۵-۷- مهاربندی
۶۵	۱-۸-۵-۷- کلیات
۶۶	۲-۸-۵-۷- طراحی مهارها
۶۷	۳-۸-۵-۷- آزمایش مهارها
۶۷	۱-۳-۸-۵-۷- آزمایش باربری و خزش
۶۹	۹-۵-۷- خاکریز پشت دیوار
۶۹	۱۰-۵-۷- زهکشی و آب‌بندی دیوارها

۷۰	۶-۷- پی‌های عمیق
۷۰	۱-۶-۷ هدف و دامنه کاربرد
۷۰	۲-۶-۷ مبانی طراحی پی‌های عمیق
۷۱	۳-۶-۷ بارهای طراحی
۷۱	۱-۳-۶-۷ ترکیب بارهای وارده
۷۱	۲-۳-۶-۷ نیروهای تغییر مکان زمین
۷۱	۱-۲-۳-۶-۷ اصطکاک منفی جدار
۷۲	۲-۲-۳-۶-۷ بالا زدگی شمع
۷۲	۳-۲-۳-۶-۷ حرکات جانبی
۷۲	۴-۶-۷ شمع تحت بار محوری
۷۲	۱-۴-۶-۷ ظرفیت باربری
۷۳	۱-۱-۴-۶-۷ روشهای تعیین ظرفیت باربری شمع
۷۳	۲-۱-۴-۶-۷ استفاده از روابط تحلیلی
۷۵	۳-۱-۴-۶-۷ استفاده مستقیم از نتایج آزمایش‌های برجا
۷۶	۴-۱-۴-۶-۷ استفاده از آزمایش بارگذاری استاتیکی
۷۶	۵-۱-۴-۶-۷ استفاده از آزمایش دینامیکی
۷۶	۶-۱-۴-۶-۷ تحلیل معادله موج (WEAP)
۷۷	۷-۱-۴-۶-۷ آزمایش دینامیک شمع (DLT)
۷۷	۲-۴-۶-۷ نشست شمع‌ها
۷۸	۳-۴-۶-۷ شمع‌های کششی
۷۹	۵-۶-۷ شمع‌های تحت بار جانبی
۷۹	۱-۵-۶-۷ ظرفیت باربری جانبی
۸۰	۲-۵-۶-۷ تغییر مکان جانبی
۸۰	۶-۶-۷ گروه شمع
۸۰	۱-۶-۶-۷ ظرفیت باربری گروه شمع



صفحه

۸۱	۲-۶-۶-۷- نشست گروه شمع
۸۱	۳-۶-۶-۷- تحلیل نیروها در گروه شمع
۸۲	۴-۶-۶-۷- طراحی گروه شمع
۸۲	۷-۶-۶-۷- بار مجاز طراحی شمع‌ها
۸۳	۱-۷-۶-۷- روش مقاومت مجاز (بارهای عمدتاً بدون ضریب)
۸۴	۲-۷-۶-۷- روش ضرایب بار و مقاومت
۸۵	۸-۶-۶-۷- آزمایش‌های بارگذاری شمع
۸۶	۱-۸-۶-۷- آزمایش‌های بارگذاری استاتیکی
۸۶	۲-۸-۶-۷- آزمایش‌های بارگذاری دینامیکی
۸۷	۳-۸-۶-۷- شمع‌های آزمایشی
۸۸	۴-۸-۶-۷- شمع‌های اصلی
۸۹	۵-۸-۶-۷- گزارش آزمایش‌های بارگذاری
۸۹	۹-۶-۶-۷- طراحی سازه‌ای شمع‌ها
۹۰	۱۰-۶-۶-۷- ملاحظات ساخت و اجرای شمع
۹۲	۱۱-۶-۶-۷- ملاحظات شمع‌ها در خاک‌های مستعد روانگرایی و گسترش جانبی

صفحه

۹۴	۷-۷- ژئوتکنیک لرزه ای
۹۴	۱-۷-۷ دامنه کاربرد
۹۴	۲-۷-۷- زلزله طرح و اثرات ساختگاهی
۹۴	۱-۲-۷-۷- روش آیین نامه ای
۹۴	۲-۲-۷-۷- مطالعات ویژه زلزله طرح
۹۴	۱-۲-۲-۷-۷- تحلیل مخاطره پذیری
۹۵	۳-۲-۷-۷- تحلیل اثر ساختگاه
۹۵	۱-۳-۲-۷-۷- تاثیر لایه های رسوبی سطحی
۹۷	۲-۳-۲-۷-۷- تاثیر توپوگرافی سطحی
۹۷	۳-۳-۲-۷-۷- تاثیر توپوگرافی عمقی
۹۷	۳-۷-۷- روانگرایی
۹۸	۱-۳-۷-۷- ارزیابی پتانسیل روانگرایی
۹۸	۱-۱-۳-۷-۷- مرحله اول ارزیابی
۹۹	۲-۱-۳-۷-۷- مرحله دوم ارزیابی
۱۰۰	۲-۳-۷-۷- تعیین نشست ناشی از روانگرایی
۱۰۰	۳-۳-۷-۷- گسترش جانبی
۱۰۱	۴-۳-۷-۷- پیشگیری از مخاطرات ناشی از روانگرایی
۱۰۱	۴-۷-۷- ناپایداری شیبها و زمین لغزش
۱۰۲	۵-۷-۷- مخاطره گسلش سطحی

## ۱-۷ کلیات

### ۱-۱-۷ هدف

هدف این مبحث تعیین حداقل ضوابط و مقررات برای طراحی ژئوتکنیکی ساختمان‌ها است، به طوری که ایمنی کافی در ساختمان‌ها تأمین شود و شرایط بهره‌برداری مطلوب در طول عمر آنها حفظ گردد.

### ۲-۱-۷ دامنه کاربرد

رعایت ضوابط و مقررات این مبحث در کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های موضوع مقررات ملی ساختمان الزامی است. ابنیه فنی مانند پل‌ها، سدها و سازه نیروگاه‌ها مشمول مقررات این مبحث نمی‌شوند ولی رعایت آنها به صورت غیرالزامی توصیه می‌شود.

### ۳-۱-۷ تعاریف

۱-۳-۱-۷ پی: به مجموعه بخش‌هایی از سازه و زمین در تماس با آن اطلاق می‌شود که انتقال بار بین سازه و زمین مناسب از طریق آن صورت می‌گیرد. پی‌ها عمدتاً به سه گروه اصلی زیر تقسیم می‌شوند:

الف- پی‌های سطحی: به پی‌هایی گفته می‌شود که در عمق کم و نزدیک سطح زمین (عمق پی (D) کمتر از سه برابر عرض پی  $(B) \leq 3 \frac{D}{B}$ ) ساخته می‌شوند. این پی‌ها شامل: پی‌های منفرد، نواری، شبکه‌ای و گسترده هستند. پی‌های سطحی ممکن است از جنس مصالح بنایی، بتنی یا بتن آرمه باشند.

ب- پی‌های عمیق یا شمع‌ها: به پی‌هایی گفته می‌شود که نسبت عمق قرارگیری به کوچکترین بعد افقی آنها از ۱۰ تجاوز کند  $(\frac{D}{B} \geq 10)$ . این پی‌ها شامل انواع شمع‌ها، دیوارک‌ها و دیوارهای جداکننده می‌شوند. پی‌های عمیق در ساختمان‌ها معمولاً به وسیله یک سازه میانی، که کلاهک یا سرشمع نامیده می‌شود، بارهای سازه را به زمین منتقل می‌نمایند.

پ- پی‌های نیمه‌عمیق: به پی‌هایی گفته می‌شود که در حداصل بین پی‌های سطحی و پی‌های عمیق قرار دارند. پی‌های صندوقه‌ای معمولاً در این گروه قرار دارند.

۲-۳-۱-۷ خاکریزی مهندسی: به خاکریزی گفته می‌شود که در حین ساخت، تراکم و سایر مشخصات خاک کنترل می‌شود و می‌تواند بخشی از پی ساختمان در نظر گرفته شود.

۷-۱-۳-۳ سازه‌های نگهبان: به سازه‌هایی اطلاق می‌شود که برای نگهداری خاک به کار برده می‌شوند. این سازه‌ها شامل انواع دیوارها و سیستم‌های نگهدارنده خاک هستند که ممکن است در بعضی از انواع آن‌ها عناصر سازه‌ای با خاک یا سنگ ترکیب شده یا از تسلیح خاک استفاده شود.

۷-۱-۳-۴ شناسایی ژئوتکنیکی: به مجموعه اقدامات و مطالعاتی گفته می‌شود که منجر به شناخت مشخصات مهندسی (مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی) لایه‌های زمین می‌شود. این اقدامات شامل بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و زمین‌شناسی مهندسی با مقیاس مناسب، بررسی گزارش لایه‌های زمین در ساختگاه‌های مجاور، بازدید از برش‌ها و مقاطع موجود خاک مورد نظر، انجام مطالعات ژئوفیزیک و ژئوتکنیک با حفر گمانه یا چاه دستی، نمونه‌گیری دست‌خورده و دست‌نخورده نماینده و انجام آزمایش‌های برجا و آزمایشگاهی می‌باشد.

۷-۱-۳-۵ داده‌های ژئوتکنیکی: به پارامترهای برداشت‌شده از زمین ساختگاه گفته می‌شود که پردازش نشده‌اند.

۷-۱-۳-۶ اطلاعات ژئوتکنیکی: به داده‌های ژئوتکنیکی گفته می‌شود که پردازش شده‌اند.

۷-۱-۳-۷ گمانه: به حفاری در زمین به منظور شناخت خواص مهندسی خاک گفته می‌شود. حفاری عمدتاً با ماشین حفاری انجام می‌گیرد ولیکن می‌تواند با رعایت مسائل فنی و ایمنی خاص به صورت دستی نیز انجام شود که به آن چاه دستی نیز اطلاق می‌شود.

۷-۱-۳-۸ طراحی ژئوتکنیکی: کلیه خدمات مهندسی است که به منظور تعیین هندسه، کنترل پایداری، ایستایی و تغییر شکل‌های پی و بخش خاک زیر آن انجام می‌گیرد.

۷-۱-۳-۹ زمین مناسب: زمینی که با توجه به بار سازه مورد نظر، از باربری و نشست‌پذیری قابل قبول برخوردار باشد. چنانچه اطلاعاتی از زمین مورد نظر قبل از شناسایی در دست نباشد، نمی‌توان زمین را مناسب فرض کرد.

۷-۱-۳-۱۰ لایه‌بندی پیچیده: لایه‌بندی زمینی که لایه‌های خاک آن منحنی شکل با شیب تند یا با جنس متنوع باشند (از قبیل زمین در مجاورت گسل‌ها یا نزدیک رودخانه‌ها یا پای شیب‌ها) و تفسیر لایه‌بندی مشکل باشد، لایه بندی پیچیده است. در سایر شرایط که لایه‌بندی یکنواخت است، به آن لایه‌بندی ساده اطلاق می‌شود.