**فصل اول: کلیات** ۷
تعاریف ..... ۸
روش‌های طراحی ..... ۹
**فصل دوم: ملاحظات طراحی و شناسایی ژئوتکنیکی زمین** ۱۱
اهداف شناسایی ..... ۱۲
انواع بررسی ژئوتکنیکی ..... ۱۲
بررسی‌های مقدماتی ..... ۱۳
بررسی‌های طراحی ..... ۱۳
تعداد و فاصله گمانه‌ها ..... ۱۴
عمق گمانه‌ها ..... ۱۶
حفاری و نمونه برداری خاک ..... ۱۷
آزمون‌های آزمایشگاهی ..... ۱۷
آزمون‌های برجا ..... ۱۸
گزارش بررسی‌های طراحی ..... ۱۸
ملاحظات بارگذاری ..... ۱۹
الزامات بررسی‌های کنترلی ..... ۲۰
ملاحظات دوام ..... ۲۱
**فصل سوم: گودبرداری و پایش** ۲۳
تعاریف ..... ۲۴
الزامات گودهای با عمق بیشتر از ۲۰ متر ..... ۲۴
عوامل ناپایداری گود ..... ۲۵
روش‌های پایدار سازی گود ..... ۲۵
کنترل‌های متداول گودبرداری ..... ۲۵
ارزیابی خطر گود با دیوار قائم ..... ۲۶
برخی حالات خاص ارزیابی خطر گود ..... ۲۷
ضوابط طراحی – اجرا و نظارت بر انواع گود ..... ۲۷
تحلیل پایداری و تغییرشکل گود ..... ۲۸
تحلیل تغییرشکل گود و سازه‌های مجاور ..... ۲۸
زهکشی ..... ۲۹
اهداف پایش ..... ۲۹
برنامه پایش ..... ۲۹
مسولیت طراحی – نظارت و اجرای گود ..... ۲۹
**فصل چهارم: پی‌های سطحی** ۳۱
**حالات حدی طراحی پی‌های سطحی در شرایط حدی نهایی** ۳۲
گسیختگی خاک ناشی از کمبود ظرفیت باربری..... ۳۳
ظرفیت باربری پی‌های سطحی ..... ۳۵
توزیع تنش موجود در زیر پی ..... ۳۹
گسختگی خاک ناشی از لغزش پی..... ۴۱
کنترل نشست یکنواخت و غیر یکنواخت ..... ۴۴
پی‌های انعطاف پذیر ..... ۴۶
ملاحظات اجرای پی‌های سطحی ..... ۴۷
جدول‌های فصل چهارم ..... ۴۸
**فصل پنجم: سازه‌های نگهبان** ۴۹
انواع سازه‌های نگهبان ..... ۵۰
ملاحظات طراحی و ساخت ..... ۵۰
تعیین فشار خاک تحت نیروی جانبی ..... ۵۱
فشار خاک در حالت سکون ..... ۵۲
فشار خاک در حالت محرک ..... ۵۳
فشار خاک در حالت مقاوم ..... ۵۵
فشار خاک در هنگام زلزله ..... ۵۶
نکات تعیین فشار خاک در پشت دیوار..... ۵۷
فشار آب ..... ۵۸
روش‌های طراحی سازه‌های نگهبان ..... ۵۸
روش تنش مجاز ..... ۵۸
روش ضرایب بار و مقاومت ..... ۶۰
حالت حدی دیوارهای صلب وزنی ..... ۶۱
کنترل لغزش دیوار حائل وزنی ..... ۶۲

کنترل واژگونی دیوار حائل وزنی ..... ۶۳
کنترل پایداری انواع سازه‌های نگهبان ..... ۶۴
حالت حدی دیوارهای انعطاف پذیر ..... ۶۴
کنترل لغزش سپرگونه‌ها ..... ۶۵
کنترل واژگونی سپرگونه‌ها ..... ۶۶
دیوارهای خاک مسلح ..... ۶۷
ضوابط دیوارهای خاک مسلح ..... ۶۸
کلیات مهاربندی ..... ۶۹
طراحی مهارها ..... ۶۹
آزمایش مهارها ..... ۷۰
خاکریز پشت دیوار ..... ۷۱
زهکشی و آب بندی دیوارها ..... ۷۱
**فصل ششم: پی‌های عمیق** **۷۳**
مبانی طراحی پی‌های عمیق ..... ۷۴
بارهای طراحی شمع ..... ۷۴
بار مجاز طراحی شمع (روش مقاومت مجاز) ..... ۷۵
بار طراحی شمع (روش ضرایب بار و مقاومت) ..... ۷۶
کنترل ظرفیت باربری فشاری ..... ۷۷
کنترل ظرفیت باربری کششی ..... ۷۷
کنترل ظرفیت باربری جانبی ..... ۷۸
روش‌های تعیین ظرفیت باربری شمع ..... ۷۹
ظرفیت باربری فشاری شمع ..... ۷۹
ظرفیت باربری کششی تک شمع ..... ۸۱
ظرفیت باربری کششی گروه شمع ..... ۸۱
ظرفیت باربری شمع‌ها براساس آزمایش بارگذاری... ۸۲
آزمایش‌های بارگذاری شمع ..... ۸۳
آزمایش بارگذاری استاتیکی ..... ۸۳
آزمایش بارگذاری دینامیکی ..... ۸۴
شمع‌های آزمایشی ..... ۸۴
شمع‌های اصلی ..... ۸۵
گزارش‌های آزمایش بارگذاری ..... ۸۵
کنترل‌های شمع ..... ۸۶
نشست شمع‌ها ..... ۸۶
تغییر مکان جانبی شمع ..... ۸۶
ضوابط گروه شمع‌ها ..... ۸۶
نشست گروه شمع‌ها ..... ۸۷
طراحی گروه شمع‌ها ..... ۸۷
طراحی سازه‌ای شمع‌ها ..... ۸۸
ملاحظات ساخت و اجرای شمع ..... ۸۸
ملاحظات شمع‌ها در خاک‌های مستعد روانگرایی ... ۸۹
**فصل هفتم: ژئوتکنیک لرزه‌ای** **۹۱**
مطالعات ویژه زلزله طرح ..... ۹۲
تحلیل اثر ساختگاه ..... ۹۲
روانگرایی ..... ۹۴
ارزیابی پتانسیل روانگرایی ..... ۹۴
تعیین نشست ناشی از روانگرایی ..... ۹۵
گسترش جانبی ..... ۹۵
نا پایداری شیب‌ها و زمین لغزش ..... ۹۶
مخاطره گسلش سطحی ..... ۹۶

**عملیات شناسایی ⇐ الزامات بررسی‌های طراحی**

حفاری و نمونه برداری خاک (بند۷-۲-۳-۲-۲)

**۷-۲-۳-۲-۲-۱** فرآیند حفاری و نمونه برداری و دستگاه‌های مورد استفاده باید مطابق استانداردهای ملی یا بین المللی معتبر باشد.

**۷-۲-۳-۲-۲-۲** در طول زمان حفاری گمانه و نمونه گیری باید ناظر واجد صلاحیت در محل پروژه حاضر و بر عملیات نظارت داشته باشد.

**۷-۲-۳-۲-۲-۳** باید صلاحیت مجموعه‌ای که عملیات حفاری گمانه و نمونه برداری و سایر عملیات اجرایی را انجام می دهند، به تایید مراجع ذی ربط رسیده باشد.

**۷-۲-۳-۲-۲-۴ روش‌های حفاری گمانه**

حفاری گمانه و نمونه گیری به صورت دستی یا ماشینی و با توجه به بندهای ذیل قابل قبول است:

روش معمول گمانه زنی در تمام خاکها حتی در زیر سطح آب، حفاری دورانی است. باید توجه نمود که برای اخذ نمونه دست نخورده در خاک چسبنده باید سرعت دوران و فشار مته محدود شود. در نمونه گیری‌ها باید مراقب بود که عملیات گمانه زنی و نمونه گیری باعث تغییر در رطوبت یا مشخصات خاک نشود. مصالحی که مستقیما از حفاری دورانی به دست می آیند برای هیچ یک از آزمون‌های آزمایشگاهی نباید استفاده شوند.

حفاری با اوگر با میله توپر فقط در خاک چسبنده نرم و کم عمق که دیواره گمانه پایدار است قابل قبول می‌باشد. حفاری 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.

حفاری دورانی با مغزه گیری پیوسته در خاک و سنگ در صورت لزوم و طبق نظر مهندس ذیصلاح انجام می گیرد. باید توجه نمود که نمونه خاک اخذ شده از داخل مغزه در این روش نمی‌تواند به عنوان نمونه دست نخورده مورد استفاده قرار گیرد، در صورت نیاز به نمونه دست نخورده در خاک‌ها لازم است از کربارل دو جداره استفاده شود.

در خاک‌هایی که امکان نمونه گیری توسط ماشین وجود ندارد (از قبیل خاکهای مخلوط به خصوص خاک هایی که دارای قلوه سنگ می باشند) حفر چاه دستی و انجام آزمایش‌های برجا و نمونه گیری بلوکی دست نخورده برای آزمایش مکانیکی دقیق و نمونه دست خورده برای آزمایش های شناسایی و طبقه بندی اکیدا توصیه می‌گردد.

روش‌های نمونه گیری، جابجایی و انبار کردن نمونه‌ها باید گزارش شود تا اثر به کار گیری این روش‌ها هنگام تفسیر نتایج آزمایش‌ها مد نظر قرار گیرد.

آزمون‌های آزمایشگاهی (بند۷-۲-۳-۲-۳)

آزمون‌های آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های خاک و سنگ به دست آمده از ساختگاه پروژه انجام شده و نتایج آن به همراه سایر آزمایش‌ها و مشاهدات مورد استفاده قرار گیرند. این آزمون‌ها باید مطابق با استانداردهای معتبر ملی و بین المللی انجام گیرد. جدول ۷-۳-۱ می‌تواند در این رابطه مورد استناد قرار گیرد.

جدول ۷-۳-۱ استانداردهای برخی از آزمایش‌های مکانیک خاک

| آزمایش | شماره ASTM |
|---|---|
| نفوذپذیری خاک دانه‌ای | $D$ ۲۴۳۴-۶۸ (۲۰۰۰) |
| درصد رطوبت | $D$ ۲۲۱۶-۹۸ |
| دانه بندی و هیدرومتری | $D$ ۴۲۲-۶۳ (۰۲) و $D$ ۴۲۱-۸۵ (۰۲) |
| اتربرگ | $D$ ۴۳۱۸-۰۰ |
| وزن مخصوص Gs خاک | $D$ ۸۵۴-۰۲ |
| طبقه بندی خاک ASTM | $D$ ۲۴۸۷-۰۰ |
| تک محوری خاک | $D$ ۲۱۶۶-۰۰ |
| سه محوری UU | $D$ ۲۸۵۰-۰۳a |
| سه محوری CU | $D$ ۴۷۶۸-۰۴ |
| برش مستقیم | $D$ ۳۰۸۰-۰۴ |
| تحکیم | $D$ ۲۴۳۵-۰۴ |
| تراکم آزمایشگاهی استاندارد | $D$ ۶۹۸۰-۰۰a |

## تعیین فشار خاک تحت نیروی جانبی ⇐ حالت استاتیکی

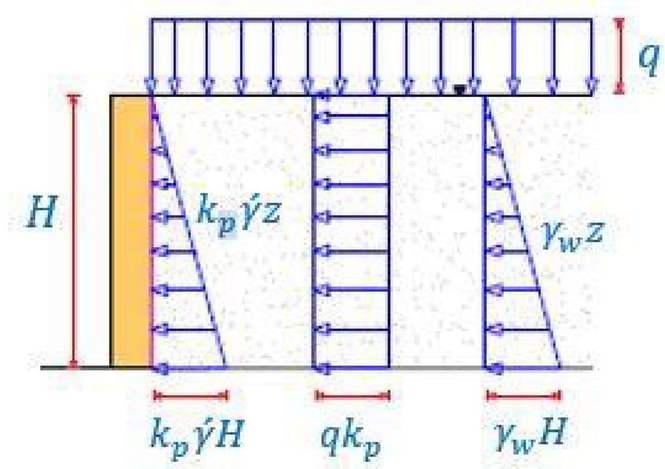
فشار خاک درحالت مقاوم (بند ۷-۵-۵-۲-۲)

تعریف ← هنگامی که دیوار به خاک نیرو وارد میکند و به سمت خاک حرکت میکند تا جایی که خاک پشت آن گسیخته شود (رانش مقاوم) همچنین در این شرایط توده خاک در حالت تعادل حدی خمیری است.

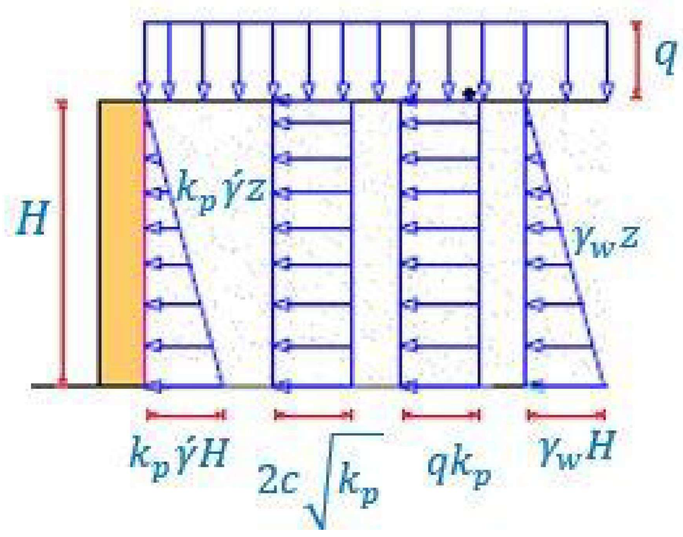
حرکت جانبی دیوار ← $\frac{\Delta x}{H} \geq$ مقادیر جدول ۷-۵-۱

نیروی وارد بر دیوار

- خاک دانه‌ای، $c = 0$
  - تنش افقی کل: $\sigma_h = K_P(\acute{\gamma}\, Z + q) + \gamma_w\, Z$
  - نیروی افقی (در واحد طول دیوار): $F_h = \frac{1}{2}K_P\acute{\gamma}H^2 + K_P qH + \frac{1}{2}\gamma_w H^2$
  - لنگر وارد بر پای دیوار (در واحد طول دیوار): $M_h = \frac{1}{6}K_P\acute{\gamma}H^3 + \frac{1}{2}K_P qH^2 + \frac{1}{6}\gamma_w H^3$

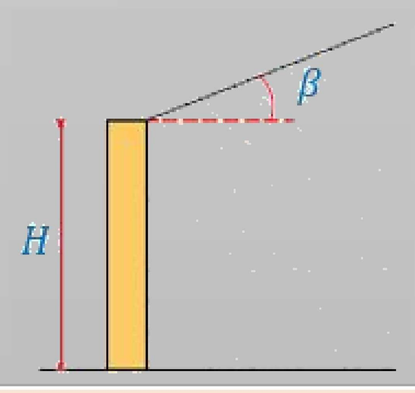



- خاک چسبنده، $c \neq 0$
  - تنش افقی کل: $\sigma_h = K_P(\acute{\gamma}\, Z + q) + 2C\sqrt{K_P} + \gamma_w\, Z$
  - نیروی افقی (در واحد طول دیوار): $F_h = \frac{1}{2}K_P\acute{\gamma}H^2 + 2C\sqrt{K_P}H + K_P qH + \frac{1}{2}\gamma_w H^2$
  - لنگر وارد بر پای دیوار (در واحد طول دیوار): $M_h = \frac{1}{6}K_P\acute{\gamma}H^3 + C\sqrt{K_P}H^2 + \frac{1}{2}K_P qH^2 + \frac{1}{6}\gamma_w H^3$




ضریب فشار جانبی حالت مقاوم ($K_P$)

- خاک خشک ← $K_P = \frac{1 - sin\emptyset}{1 + sin\emptyset}$
- خاک زهکشی نشده ← $K_P = tan^2(45 - \frac{\acute{\emptyset}}{2})$
- خاک شیبدار ← $K_P = cos\beta\,\frac{cos\beta - \sqrt{cos^2\beta - cos^2\emptyset}}{cos\beta + \sqrt{cos^2\beta - cos^2\emptyset}}$




**نکته:** با توجه به روابط عنوان شده مربوط به ضرایب فشار جانبی خاک، برقرار است: $K_p > K_0 > K_a$

| | | |
|---|---|---|
| $K_p$ : ضریب رانش خاک در حالت مقاوم | $\gamma_w$ : وزن مخصوص آب | $c$ : تنش چسبندگی خاک |
| $q$ : سربار بر روی خاک | $H$ : ارتفاع دیوار حائل | $\acute{\gamma}$ : وزن مخصوص خاک در حالت اشباع |

## کنترل پایداری انواع سازه‌های نگهبان ⇐ دیوراهای خاک مسلح

ضوابط دیوارهای خاک مسلح (بند ۷-۵-۵-۱-۳) و (بند ۷-۵-۵-۲-۷)

**۱** ضریب اطمینان کلی ⟶ بر اساس جدول ۷-۵-۳ حداقل ضرایب اطمینان لغزش در دیوارهای حائل وزنی

| شرایط بارگذاری | استاتیکی | لرزه‌ای (دینامیکی) |
|---|---|---|
| F.S | ۱/۵ | ۱/۳ |

**۲** ضریب اطمینان ظرفیت باربری پی دیوار ⟶ $F.S = 2$

**۳** ضریب اطمینان مسلح کننده‌ها

- ضریب اطمینان تنش کششی مجاز مسلح کننده ها
  - فلزات ⟶ $F.S = 1.5$ تا $1.7$
  - ژئوسینتتیک‌ها ⟶

$$1.5 \leq T_a = T_{ult}\left(\frac{1}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}}\right) \leq 2.5$$

- ضریب اطمینان بیرون کشیدن مهار مسلح کننده‌ها ⟶ $F.S = 1.5$
- ضریب اطمینان اتصال بین مهار و نمای خاک مسلح کننده‌ها ⟶ $F.S = 1.5$

**نکته:** مطابق با قسمت الف بند ۷-۵-۷-۱-۳-الف مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان، ضرایب اطمینان مرتبط با پایداری خارجی این دیوارها مشابه ضرایب اطمینان دیوارهای صلب (وزنی- جدول ۷-۵-۳) می‌باشد. البته ضریب اطمینان مربوط به ظرفیت باربری پی دیوار برابر ۲ می‌باشد.

**۴** ضرایب کاهش نیروی مقاوم دیوارهای خاک مسلح

- ضریب کاهش کلی ⟶ جدول ۷-۵-۵
- ضریب کاهش مسلح کننده‌ها ⟶ جدول ۷-۵-۸

**نکات:**

**۱**- مطابق با بند ۷-۵-۷-۲-۲ مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان، در روش ضرایب بار و مقاومت در ترکیب‌های بارگذاری در شرایط زلزله، فقط اضافه فشار خاک هنگام زلزله به عنوان بخشی از نیروهای زلزله $(E)$ لحاظ می‌گردد. در این حالت ترکیب بارگذاری، فشار خاک در شرایط استاتیکی به عنوان بار مرده $(D)$ محسوب می‌گردد.

**۲**- مطابق با بند ۷-۵-۷-۲-۳ مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان، در روش ضرایب بار و مقاومت در ترکیب‌های بارگذاری در شرایط استاتیکی با حضور وزن خاک، کافیست فشار خاک در شرایط استاتیکی به عنوان فشار خاک $(H)$ لحاظ گردد.

$FS_{id}$: ضریب احتمال آسیب دیدگی ناشی از نصب (۱/۱ تا ۱/۵ با توجه به روش اجرا)

$FS_{cd}$: ضریب خوردگی یا شیمیایی (حدود ۱ تا ۱/۵ با توجه به محیط)

$FS_{cr}$: ضریب خزش (۱ تا ۳) با توجه به نوع مصالح

$T_a$: تنش کششی مجاز

$T_{ult}$: تنش کششی نهایی

$FS_{bd}$: ضریب فساد بیولوژیکی (حدود ۱ تا ۱/۳)

## طراحی پی‌های عمیق

مطابق ۷-۶-۴-۱ و ۷-۶-۴-۳ برای آنکه یک شمع، بارهای فشاری و کششی طراحی را با ایمنی مناسبی تحمل نماید، باید نامساوی $R_c \geq F_c$ در فشار و $R_t \geq F_t$ در کشش در همه حالات حدی نهایی و برای کلیه ترکیبات بارگذاری بر قرار باشد.

### کنترل ظرفیت باربری شمع‌ها

**کنترل ظرفیت باربری فشاری**

- روش مقاومت مجاز
  - $R_c \geq F_c$
  - پارامترها
    - $R_c = (Q_c)_{all} = \dfrac{Q_{ult}}{F.S} = \dfrac{R_s + R_b}{F.S}$
    - $F_c = D_L + L_L$
- روش ضرایب بار و مقاومت
  - $R_c \geq F_c$
  - پارامترها
    - $R_c = \varphi Q_{ult} = \varphi(R_s + R_b)$
    - $F_c = 1.2D_L + 1.6L_L$

ترکیب باری که اغلب بحرانی می شود

**کنترل ظرفیت باربری کششی**

- روش مقاومت مجاز
  - $R_t \geq F_t$
  - پارامترها
    - $R_t = (Q_t)_{all} = \dfrac{W_t + F_s - U_{uplift}}{F.S}$
    - $F_t = D_L + L_L$
- روش ضرایب بار و مقاومت
  - $R_t \geq F_t$
  - پارامترها
    - $R_t = \varphi(W_t + F_s - U_{uplift})$
    - $F_c = 1.2D_L + 1.6L_L$

ترکیب باری که اغلب بحرانی می شود

جدول ۷-۶-۱ حداقل ضریب اطمینان شمع و جدول ۷-۶-۲ ضرایب کاهش مقاومت در شرایط استاتیکی (مقاومت نهایی)

| نوع بار اعمالی | شرایط طراحی | | ضریب کاهش مقاومت $\varphi$ | ضریب اطمینان $(F.S)$ |
|---|---|---|---|---|
| فشاری/کششی | فقط روش تحلیلی | کوبشی | ۰/۵ | ۳ |
| | | درجاریز | ۰/۳۷۵ | ۴ |
| | آزمایش نفوذ مخروط | | ۰/۵۵ | ۲/۸ |
| | آزمایش بارگذاری استاتیکی (فشاری/کششی) | | ۰/۶۸ | ۲/۲ |
| | آزمایش بارگذاری دینامیکی | | ۰/۶ | ۲/۵ |

$F_c$: بار فشاری طراحی

$R_c$: باربری فشاری شمع

$F_t$: بار محوری کششی طراحی

$R_t$: باربری کششی شمع

$(Q_t)_{all}$ : ظرفیت باربری مجاز کششی شمع

$(Q_c)_{all}$ : ظرفیت باربری مجاز فشاری شمع

$W_t$: وزن شمع ها و وزن بلوک خاک (در گروه شمع)

$Q_{ult}$: ظرفیت باربری نهایی فشاری شمع (نحوه محاسبه این پارامتر در ادامه ارائه شده است)

$U_{uplft}$: برایند نیروهای رو به بالای طراحی ناشی از فشار آب بالا برنده در زیر بلوک خاک

$F_s$: مقاومت اصطکاک جداره شمع و خاک یا مقاومت برشی خاک در مرز بلوک خاک ( در گروه شمع)

## نکات آیین نامه‌ای شمع‌ها

ملاحظات ساخت و اجرای شمع (بند ۷-۶-۱۰)

۷-۶-۱۰-۵ برای ارزیابی کیفیت شمع‌های درجاریزی که ممکن است دارای نقایص جدی در بدنه شمع باشند یا اینکه در حین ساخت مشکلات خاصی مانند تاخیر در بتن ریزی (احتمال ریزش خاک جدار) یا مشکلاتی حین بیرون کشیدن غلاف مشاهده شده باشد، باید آزمایش‌های دینامیکی شمع با دامنه کم (یا آزمایش تعیین یکپارچگی) انجام شود. نقایصی چون مقاومت کم بتن و ضخامت کم پوشش میلگردها که بر عملکرد دراز مدت شمع اثر می‌گذارند، اغلب به وسیله آزمایش دینامیکی دامنه کم کشف نمی‌شوند. در این موارد لازم است از آزمایش‌های دیگری مانند امواج صوتی عرضی یا مغزه گیری استفاده شود.

ملاحظات شمع‌ها در خاک‌های مستعد روانگرایی و گسترش جانبی (بند ۷-۶-۱۱)

۷-۶-۱۱-۱ در خاک‌های مستعد روانگرایی با توجه به افزایش فشار آب منفذی، مقاومت و استحکام خاک کاهش یافته و همچنین در اثر حرکت زمین لنگرهای خمشی و نیروهای برشی زیادی در شمع ایجاد خواهد شد. بنابراین اولا ظرفیت باربری جدار شمع که در لایه‌هایی با قابلیت روانگرایی قرار می‌گیرند نباید در محاسبات ظرفیت باربری لحاظ گردد، ثانیا در صورت بروز گسترش جانبی لنگرها و نیروهای برشی ایجاد شده بر روی شمع ناشی از گسترش جانبی زمین باید در نظر گرفته شود.

۷-۶-۱۱-۲ در خاک‌های مستعد روانگرایی به جهت از دست دادن مقاومت خاک اطراف جداره شمع، در شمع‌های با نسبت لاغری بالا، اثرات لاغری شمع باید در نظر گرفته شود.

۷-۶-۱۱-۳ در خاک‌های مستعد روانگرایی جهت مقابله با اثرات لاغری شمع و با توجه به افزایش مقدار $P-\Delta$ باید مقایسه فنی و اقتصادی بین گزینه‌های استفاده از گروه شمع و بهسازی خاک صورت پذیرد.

۷-۶-۱۱-۴ جهت در نظر گرفتن تاثیر گسترش جانبی بر روی شمع‌ها، نیروهای وارد بر واحد سطح اعضا سازه‌ای مانند شکل ۷-۶-۱، در خاک روانگراشده و روانگرانشده باید در نظر گرفته شوند. این نیروها از روابط ۷-۶-۱۳ و ۷-۶-۱۴ به دست می‌آید:

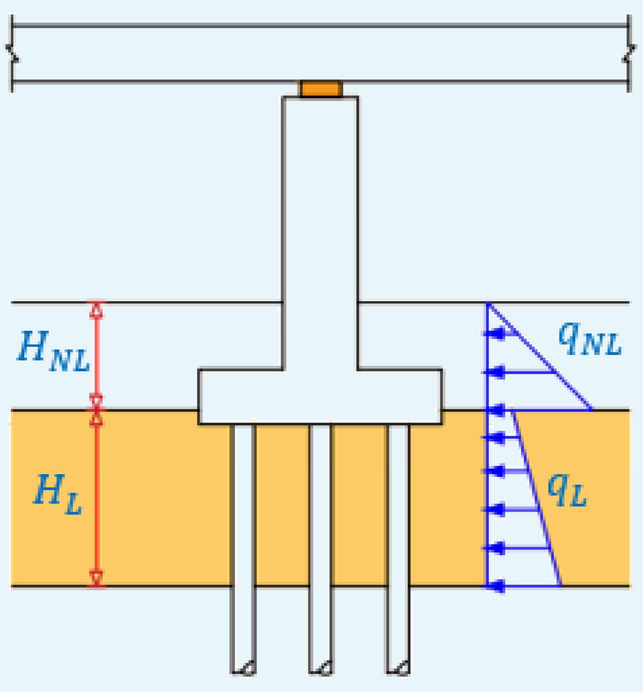
$$q_{NL} = C_{NL}\, K_p\, \gamma_{NL}.x \qquad (0 \le x \le H_{NL})$$

$$q_L = C_L\left(\gamma_{NL}.H_{NL} + \gamma_L(x - H_{NL})\right) \qquad (H_{NL} \le x \le H_{NL} + H_L)$$

به عبارت دیگر در لایه غیر روانگرا زمین که دچار حرکت شده، فشار جانبی وارد بر شمع همان فشار مقاوم بوده که در ضریب $C_{NL}$، مطابق جدول ۷-۶-۳ بر حسب شاخص روانگرایی $(PL)$، ضرب می‌شود. همچنین در لایه روانگرا شده که دچار گسترش جانبی شده، فشار جانبی با ضریب اندازه فشار قائم در ضریب اصلاح $C_L$ که برابر با ۰/۳ در نظر گرفته می‌شود، به دست می‌آید.

$H_L$ : ضخامت لایه روانگرا شده و

$H_{NL}$ : ضخامت لایه روانگرا نشده می‌باشد.




جدول ۷-۶-۳ ضرایب $C_{NL}$

| شاخص روانگرایی $P_L$ | ضریب اصلاحی $C_{NL}$ |
|---|---|
| $P_L \le 5$ | 0 |
| $5 < P_L \le 20$ | $(0.2P_L - 1)/3$ |
| $20 < P_L$ | 1 |

## زلزله طرح و اثرات ساختگاهی

مطابق ۷-۷-۱ ملاحظات مربوط به مسائل ژئوتکنیک لرزه‌ای و الزامات مربوطه در این فصل ارائه شده‌اند. این فصل شامل مباحث مربوط به ملاحظات لرزه‌ای شامل تعیین زلزله طرح و اثرات ساختگاهی، روانگرایی و مخاطرات مرتبط با آن، زمین لغزش و مخاطره گسلش سطحی می‌شود.

روش آیین نامه‌ای

### ۷-۷-۲-۱ روش آیین نامه‌ای:

استفاده از شتاب‌های پایه و طیف‌های مربوط به انواع مختلف زمین‌ها بر اساس طبقه بندی مبحث ششم برای ساختمان‌هایی که مشمول این مبحث می‌شوند، الزامی است. نحوه اعمال اثرات ساختگاهی با در نظر گرفتن تأثیر لایه‌های سطحی طبق روش‌های ذکر شده در مبحث ششم و استاندارد ۲۸۰۰ الزامی است.|

مطالعات ویژه زلزله طرح

### ۷-۷-۲-۲ مطالعات ویژه زلزله طرح:

برای برخی از ساختمان‌ها طبق شرایط مندرج در استاندارد ۲۸۰۰ باید مطالعات خاص برآورد مخاطره پذیری زلزله و محاسبات طیف ویژه طراحی و ارائه تاریخچه زمانی شتاب طراحی ساختگاه به عنوان "زلزله طرح" به شرح زیر انجام گیرد:

#### ۷-۷-۲-۲-۱ تحلیل مخاطره پذیری:

برای انجام برآورد مخاطره پذیری زلزله از روش متعارف "تحلیل احتمالاتی مخاطره پذیری" می‌تواند استفاده شود. در این نوع تحلیل پارامترهای حرکت زمین در سنگ بستر لرزه‌ای محاسبه می‌شوند. منظور از "پارامترهای حرکت زمین" مقادیر مربوط به شتاب، سرعت، جابجایی و نیز سایر پارامترهای طیفی و زمانی زمین لرزه است. پارامترهای حرکت زمین در یک ساختگاه براساس موقعیت ساختگاه نسبت به منابع لرزه‌زا، توان لرزه‌زایی و مکانیزم گسیختگی منابع لرزه‌زا محاسبه و پیشنهاد می‌شود. این مطالعه باید توسط مهندس ذیصلاح این موضوع و با در نظر گرفتن نکات زیر و در پنج مرحله کلی انجام شود:

الف) شناسایی و مشخص نمودن تمامی منابع لرزه‌زا که قادر به تولید زمین لرزه موثر بر ساختگاه مورد مطالعه هستند.

ب) ارائه رابطه دوره بازگشت زلزله‌ها و انتخاب پارامترهای لرزه خیزی مناسب برای هر منبع لرزه‌زا با استفاده از کاتالوگ زلزله‌های منطقه یا روش‌های مناسب دیگر، در صورت نبود یا نقصان داده‌های کاتالوگ.

پ) انتخاب روابط کاهیدگی مناسب.

ت) تعیین مخاطره پذیری زلزله در محل سایت بر حسب پارامترهای زلزله طرح که در قالب منحنی مخاطره زلزله و با محاسبه احتمال رخداد پارامتر حرکتی مورد نظر ارائه می‌شود.

ث) بر اساس پارامترهای حرکتی و طیف طرح ویژه ساختگاه، به دست آمده در رقوم سنگ بستر لرزه‌ای، نگاشت‌های تاریخچه زمانی شتاب قابل ارائه‌اند. برای محاسبه پارامترهای حرکت قوی زلزله طرح و نیز ارائه نگاشت‌های مناسب برای آن می‌توان از نرم افزارهای معتبر استفاده کرد.

تحلیل اثر ساختگاه

### ۷-۷-۲-۳ تحلیل اثر ساختگاه:

حرکت ناشی از زلزله از سنگ بستر لرزه‌ای وارد لایه‌های سطحی رسوبی شده و با عبور از آن به پی سازه‌ها می‌رسد. اثراتی که مشخصات لایه های سطحی بر حرکت ناشی از زلزله در تراز پی می‌گذارد از اهمیت زیادی برخوردار بوده و باید در تعیین پارامترها، طیف پاسخ و تاریخچه زمانی حرکت زمین (زلزله طرح) در نظر گرفته شوند. اثر ساختگاه به دلیل وجود عوامل زیر بوجود می‌آید:

- قرار گیری لایه‌های (نهشته‌های) نرم رسوبی بر روی لایه‌های سخت رسوبی یا سنگی
- توپوگرافی سطحی
- توپوگرافی عمقی لایه‌های رسوبی و سنگ بستر لرزه‌ای

#### ۷-۷-۲-۳-۱ تاثیر لایه‌های رسوبی سطحی:

مهم‌ترین نمود اثر ساختگاه به صورت تأثیر لایه‌های سطحی رسوبی بر پارامترهای حرکتی زلزله عبوری از این لایه‌ها است. در صورتی که لایه های رسوبی سطحی افقی یا تقریبا افقی باشند و هیچ گونه توپوگرافی سطحی و عمقی قابل ملاحظه‌ای در ساختگاه وجود نداشته باشد می توان از تحلیل‌های یک بعدی دینامیکی به روش خطی معادل برای تعیین مشخصات زلزله در سطح خاک استفاده کرد.