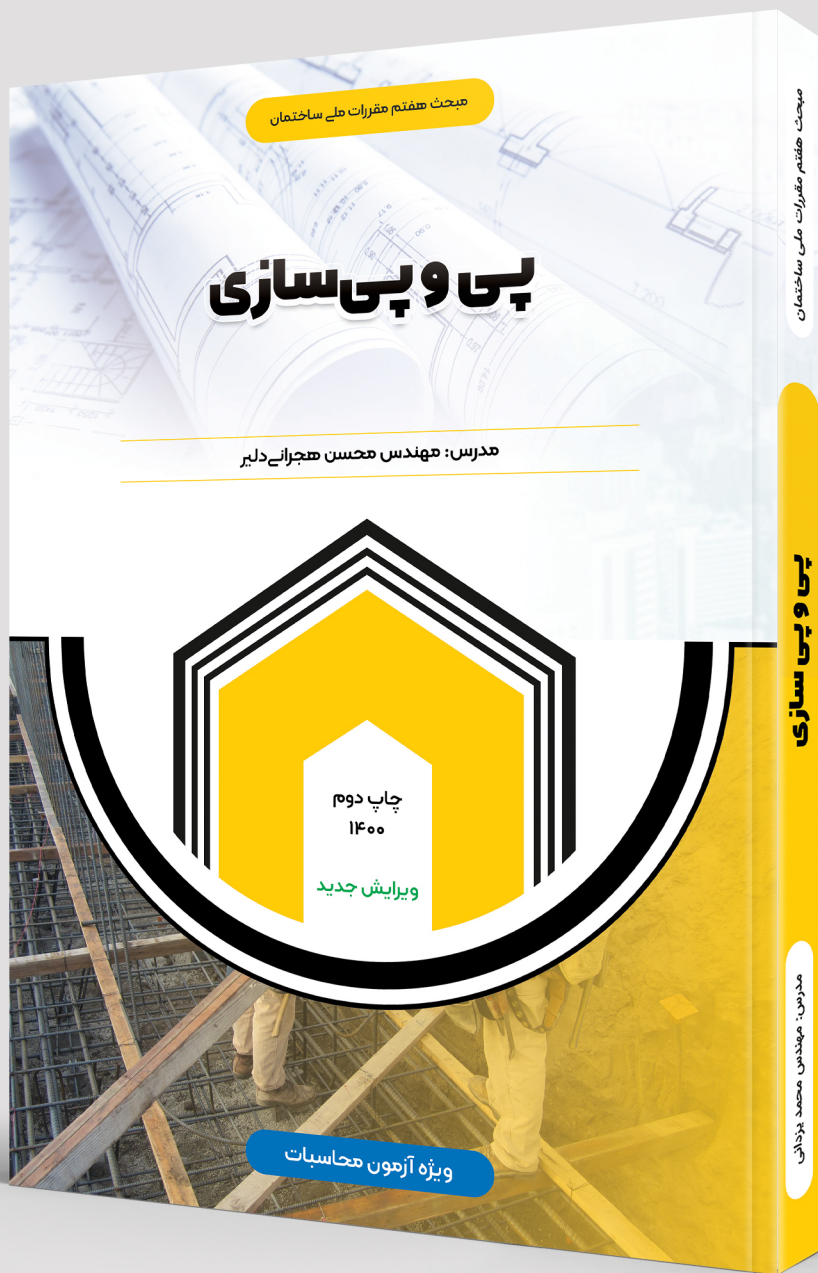




“

- نوع محصول: کتاب (نسخه چاپی) + فیلم آموزشی
- پیش نیاز: بدون پیش نیاز
- تعداد صفحات: ۹۳
- تعداد فصلها: ۶
- زمان فیلم آموزشی: ۱۱۴ ساعت
- روش دریافت فیلم آموزشی: دانلودی
- تعداد تستهای کتاب: به همراه تستهای تالیفی و به
- انضمام تستهای سال ۹۲ تا ۱۴۰۰ نظام مهندسی
- ویرایش: پاییز ۱۴۰۰
- نوع چاپ: چاپ دوم

”

www.acefirm.org

فهرست

فصل ۱: یادآوری مکانیک ۱

تنش موثر ۱

مقاومت برشی خاک ۲

پارامترهای مقاومت برشی در انواع خاکها ۲

فصل ۲: شناسایی ژئوتکنیکی زمین ۴

هدف ۴

شرایط نیاز به انجام عملیات شناسایی ۴

ضوابط فاصله گمانه‌های شناسایی ۵

تعیین تعداد گمانه لازم برای شناسایی خاک منطقه ۶

تعیین عمق گمانه برای شناسایی خاک منطقه ۱۲

محاسبه دقیق عمق گمانه ۱۴

فصل ۳: گودبرداری و پایش ۱۶

هدف ۱۶

آماده سازی و تسطیح ۱۶

عملیات گودبرداری ۱۷

روش‌های پایدارسازی گود ۱۸

ارزیابی خطر گود گودبرداری ۱۹

حالت‌های خاص در ارزیابی خطر گود ۲۰

ارزیابی خطر گود یا شیب پایدار ۲۱

مسئولیت‌های مرتبط با گودبرداری ۲۴

تحلیل پایداری گود ۲۵

۲۶.....	تحلیل تغییر شکل های گود و سازه های مجاور
۲۷.....	زهکشی
۲۷.....	پایش و کنترل
۲۷.....	تعداد و نوع دستگاه های پایش
۲۷.....	برنامه پایش
۲۸.....	ابزار پایش
۲۸.....	تناوب اندازه گیری ها در پایش
۲۸.....	مسئولیت طراحی، اجرا و نظارت پایش
۲۹.....	فصل ۴: پی های سطحی
۲۹.....	تعریف
۲۹.....	ظرفیت باربری در پی های سطحی
۳۰.....	ظرفیت باربری پی های سطحی
۳۲.....	لغزش در پی های سطحی
۳۳.....	نشست پی ها
۳۴.....	نشست مجاز
۳۵.....	روش های طراحی پی های سطحی
۳۵.....	روش تنش مجاز در طراحی پی های سطحی
۴۰.....	کنترل تنش در زیر پی
۴۱.....	پی انعطاف پذیر
۴۳.....	ملاحظات اجرایی پی های سطحی
۴۶.....	محاسبه نشست آبی پی های سطحی
۴۹.....	محاسبه تنش در خاک زیر پی

طراحی پی‌های سطحی ۵۵

لغزش در پی‌ها ۵۹

فشار جانبی خاک و سازه‌های نگهبان ۶۳

دیوارهای وزنی عوامل موثر بر آنها ۶۳

حالت‌های حدی دیوارها با عملکرد وزنی ۶۳

دیوارهای سپرگونه و بررسی لغزش و واژگونی آنها ۶۶

حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای سپرگونه ۶۷

محاسبه فشار جانبی خاک در حالت‌های مختلف ۶۸

محاسبه نیرو و لنگر ناشی از فشار جانبی خاک ۷۳

بررسی لغزش دیوار حائل وزنی ۷۷

واژگونی دیوار حائل وزنی ۷۹

بررسی لغزش و واژگونی دیوارهای سپرگونه ۸۱

فصل ۳: پی‌های عمیق ۸۳

شمع‌های تخت بار فشاری ۸۴

شمع‌های تخت بار کششی ۸۷

فصل اول

یادآوری مکانیک خاک

تنش موثر

محاسبه مقادیر تنش ها در یک پروفیل خاک از مباحث مهم مکانیک خاک است. در یک نقطه از خاک، محاسبه تنش موثر (σ')، فشار آب حفره‌ای (u) و تنش کل (σ) مد نظر قرار می‌گیرند که به ترتیب مربوط به دانه‌های جامد، آب و مجموع آب و دانه‌های جامد هستند.

$$\sigma = \sigma' + u$$

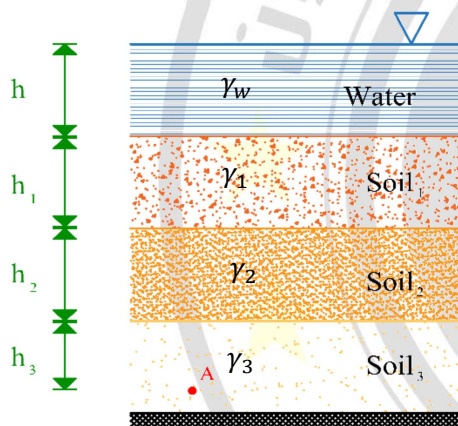
$$\sigma' = \sigma - u$$

برای محاسبه تنش‌ها مطابق شکل زیر یک پروفیل خاک را در نظر بگیرید. در این حالت مقدار تنش در نقطه A به شرح زیر است:

$$\sigma_A = \gamma_w \cdot h + \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_3 \cdot h_3$$

$$u_A = \gamma_w (h + h_1 + h_2 + h_3)$$

$$\sigma'_A = \sigma_A - u_A = \gamma'_1 \cdot h_1 + \gamma'_2 \cdot h_2 + \gamma'_3 \cdot h_3$$



شکل ۱-۱

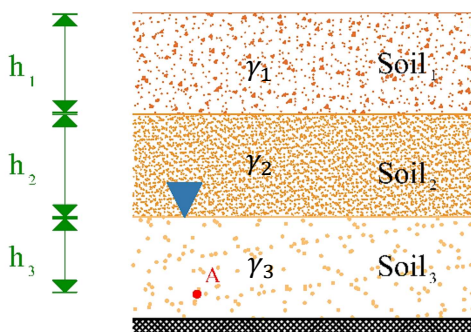
در رابطه فوق $\gamma_1 = \gamma_{sat1}$ و $\gamma_2 = \gamma_{sat2}$ و $\gamma_3 = \gamma_{sat3}$ می‌باشد. به عبارت دیگر خاک قرار گرفته در زیر سفره آب زیرزمینی، اشباع است. همچنین وزن مخصوص غوطه‌وری خاک هستند که برابر $\gamma'_{1.2.3} = \gamma_{sat1.2.3} - \gamma_w$ است.

اکنون فرض کنید سطح آب تا خاک شماره ۳ پایین بیاید؛ در اینصورت تنش موثر برابر خواهد بود با:

$$\sigma_A = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_3 \cdot h_3$$

$$u_A = \gamma_w \cdot h_3$$

$$\sigma'_A = \sigma_A - u_A = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma'_3 \cdot h_3$$



شکل ۲-۱

در رابطه فوق $\gamma_1 = \gamma_{d1}$ و $\gamma_2 = \gamma_{d2}$ و $\gamma_3 = \gamma_{sat3}$ می‌باشد.

۷-۲-۳-۴ ضوابط فاصله گمانه‌های شناسایی

۷-۲-۳-۴-۱- چنانچه گمانه‌زنی به منظور شناخت یک زمین جدید و بسیار بزرگ برای ساختمان سازی 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.

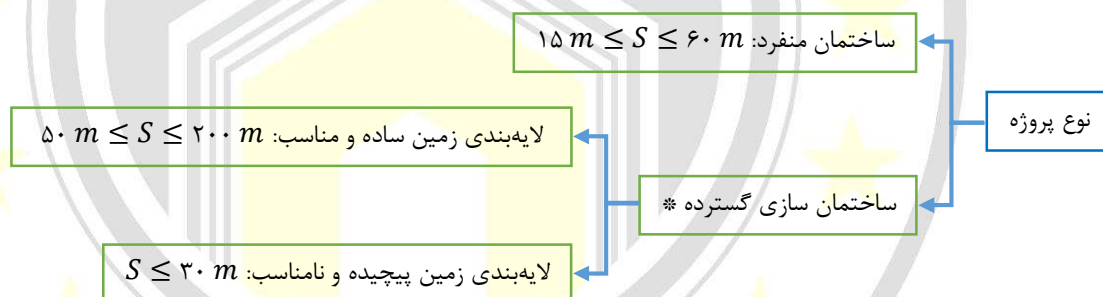
(پ) اگر اطلاعات ژئوتکنیکی از ساختگاه‌های مجاور یا سازندهای زمین‌شناسی مشابه با زمین مورد نظر وجود دارد، فاصله بین گمانه‌ها می‌تواند بیشتر از مقادیر مندرج در بند ۷-۲-۳-۴-۱-الف و ب و **حداکثر تا دو برابر** فواصل فوق باشد.

(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.

۷-۲-۳-۴-۲- چنانچه گمانه به منظور ساخت یک ساختمان منفرد انجام شود، فاصله گمانه‌ها باید در حد ۱۵ الی ۶۰ متر باشد.

چکیده مطالب:

دستورالعمل تعیین فاصله گمانه‌ها (S)



* اگر اطلاعات ژئوتکنیکی از زمین داشته باشیم، فاصله گمانه‌ها می‌تواند ۲ برابر مقادیر گفته شده باشد.

مثال: در مجاورت کارگاه یک مجتمع مسکونی که زمین آن دارای لایه‌بندی پیچیده است، پروژه دیگری انجام شده و اطلاعات ژئوتکنیکی آن در دسترس است. حداکثر فاصله گمانه‌های لازم در این پروژه باید چند متر باشد؟

(۴) ۶۰ متر

(۳) ۵۰ متر

(۲) ۴۰ متر

(۱) ۳۰ متر

براساس بند ۷-۲-۳-۴-۱-، در زمین با لایه بندی پیچیده حداکثر فاصله گمانه‌ها از هم ۳۰ متر می‌تواند باشد. اما طبق مورد (پ) در صورتی که از خاک منطقه اطلاعاتی وجود داشته باشد؛ میتوان فاصله گمانه‌ها را تا دو برابر نیز در نظر گرفت.

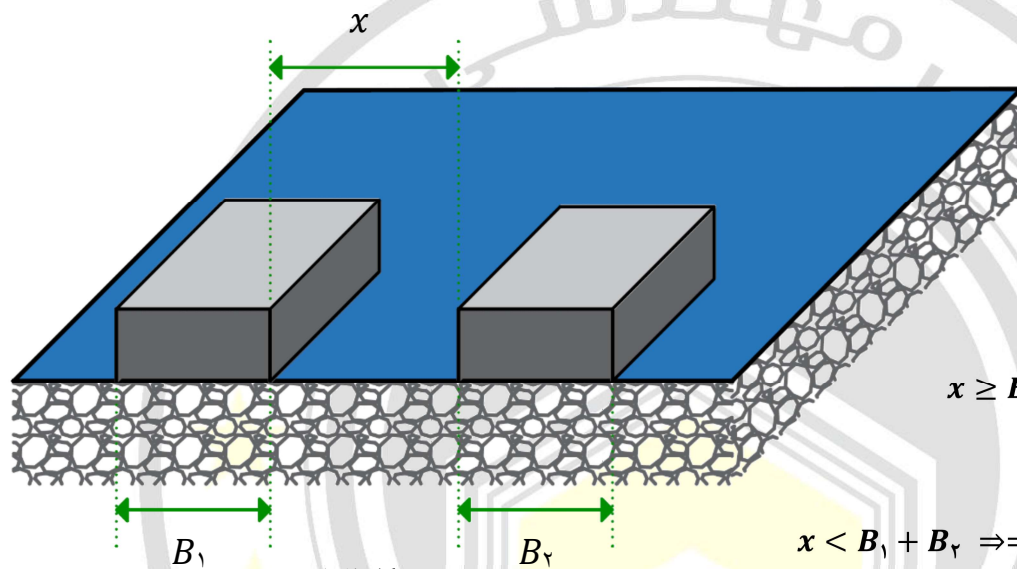
تعیین تعداد گمانه لازم برای شناسایی خاک منطقه

۵-۳-۲-۷- برای اینکه عمق گمانه‌ها در یک پروژه محاسبه کنیم، باید طبق روند زیر عمل کنیم:

۱. محاسبه پارامتر B (عرض پی): این پارامتر بر اساس نوع پی ساختمان (منفرد، نواری و گسترده) تعیین می‌گردد؛ چنانچه نوع پی معلوم نشده باشد، به صورت محافظه کارانه فرض می‌کنیم پی ساختمان از نوع گسترده است.

الف) پی منفرد

بسته به فاصله پی‌های منفرد از یکدیگر و مقایسه آن با عرض پی‌ها خواهیم داشت:



فاصله پی‌های منفرد از هم زیاد باشد:

$$x \geq B_1 + B_2 \Rightarrow B = \frac{B_1 + B_2}{2}$$

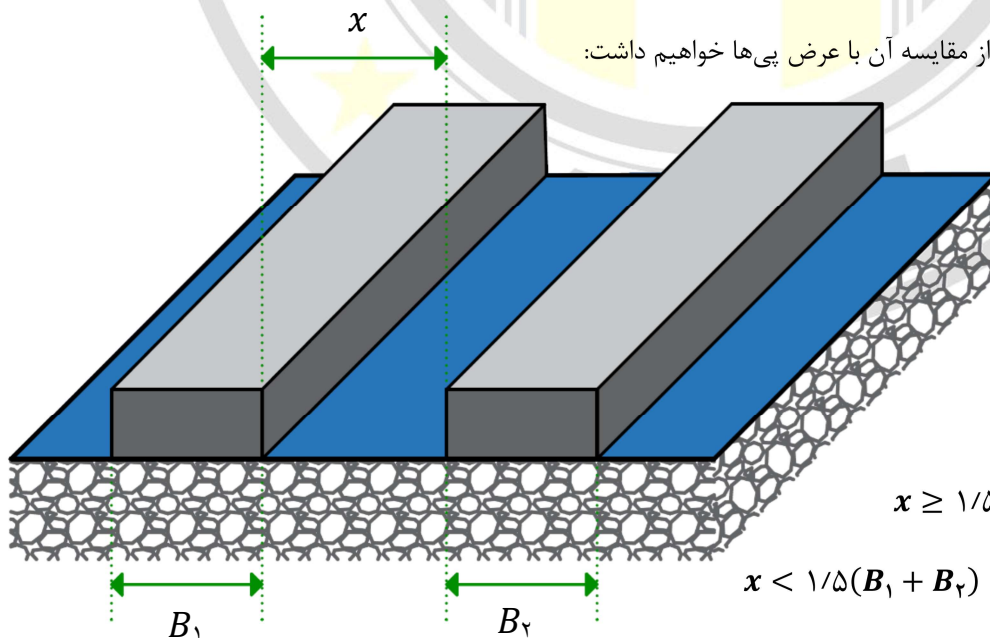
فاصله پی‌های منفرد از هم زیاد باشد:

$$x < B_1 + B_2 \Rightarrow B = \text{عرض کوچکتر ساختمان}$$

شکل ۱-۲

ب) پی نواری

بسته به فاصله پی‌های نواری مجاور از هم و از مقایسه آن با عرض پی‌ها خواهیم داشت:



$$x \geq 1/5(B_1 + B_2) \Rightarrow B = \frac{B_1 + B_2}{2}$$

$$x < 1/5(B_1 + B_2) \Rightarrow B = \text{عرض کوچکتر ساختمان}$$

شکل ۲-۲

حالت‌های خاص در ارزیابی خطر گود:

- ۷-۳-۳-۴-۴- اگر آب جاری باشد (تراوش) آنگاه همواره خطر گود زیاد یا بسیار زیاد می‌باشد.
- ۷-۳-۳-۴-۵- اگر خاکی که در آن گودبرداری انجام می‌شود دستی یا فاقد چسبندگی قابل‌اعتماد باشد، نمی‌توان خطر گود را معمولی در نظر گرفت.
- ۷-۳-۳-۴-۶- هر گونه ساختمان در مجاورت گود به عنوان "ساختمان حساس" ارزیابی می‌شود. چنانچه ساختمان فوق دارای یکی از مشخصات دو بند زیر باشد، به صورت "ساختمان بسیار حساس" ارزیابی می‌گردد.
- الف- ساختمان بدون اسکلت و یا هر گونه ساختمان با نشانه آشکار علائم فرسودگی و ضعف زیاد در باربری باشد.
- ب- ساختمان‌هایی که به دلیل ارزش فرهنگی، تاریخی و یا حساسیت کارکرد و یا علل دیگر وقوع هر گونه نشست و تغییر شکل در آن‌ها با خسارات زیادی همراه است.
- ۷-۳-۳-۴-۷- جدول ۱-۳ برای ساختمان مجاور گود در شرایطی معتبر است که آن ساختمان بسیار حساس نباشد. در صورتی‌که در اطراف گود سازه بسیار حساس باشد، خطر گود همواره بسیار زیاد در نظر گرفته می‌شود.

ارزیابی خطر گود یا شیب پایدار:

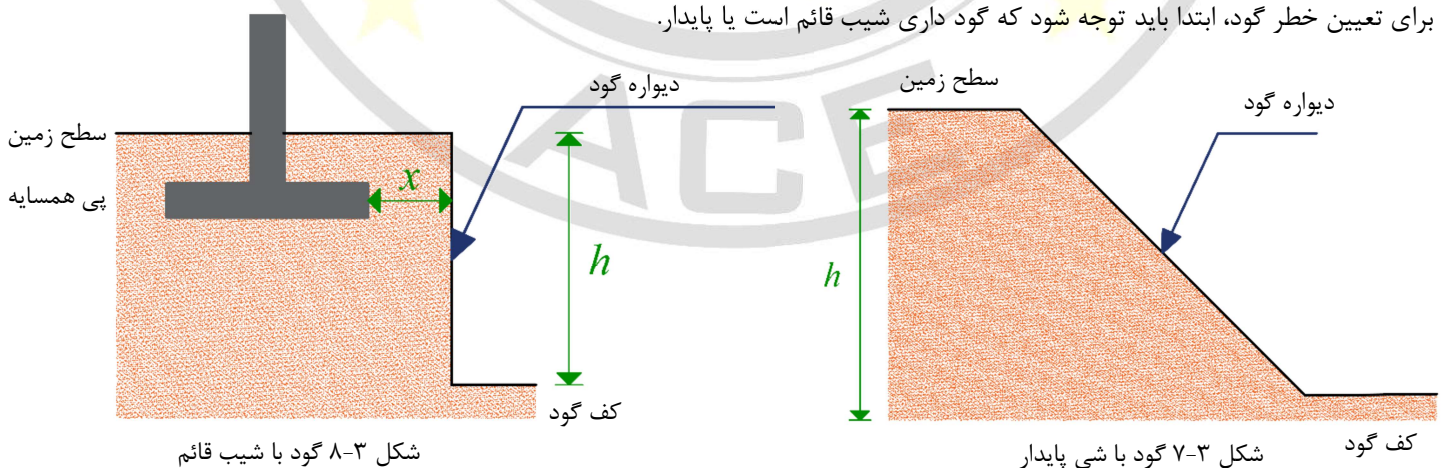
۷-۳-۳-۴-۸- در صورتی‌که گود با شیب پایدار اجرا شود جهت تعیین خطر پذیری گود از جدول ۲-۳ استفاده می‌شود:

جدول ۲-۳ ارزیابی خطر گود با شیب پایدار

خطر گود	عمق گود
معمولی	کمتر از ۹ متر
زیاد	بین ۹ تا ۲۰ متر
بسیار زیاد	بیشتر از ۲۰ متر

چکیده مطالب:

برای تعیین خطر گود، ابتدا باید توجه شود که گود داری شیب قائم است یا پایدار.

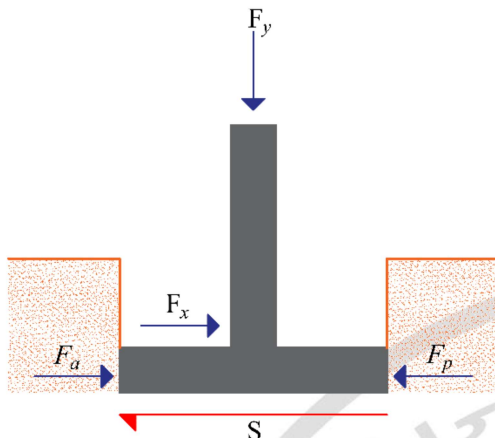


لغزش در پی های سطحی

اگر مولفه نیروی افقی بر پی سازه وارد شود؛ احتمال لغزش پی وجود دارد.

در شکل روبه‌رو، مجموع نیروی های F_x (نیروی افقی ستون) و F_a (نیروی محرک خاک) می‌خواهند پی را به سمت راست بلغزانند که مجموع آنها را H می‌نامیم. ($H = F_x + F_a$)

از طرفی نیروی S (نیروی اصطکاک ناشی از مقاومت برشی بین کف پی و خاک) و F_p (نیروی فشاری مقاوم خاک) می‌خواهند از لغزش پی جلوگیری کنند.



شکل ۸-۴

نکته: نیروی S وابسته به نیروی قائم وارد بر پی، ابعاد پی و همچنین چسبندگی و زاویه اصطکاک بین بتن و خاک است.

مشخص است که باید برآیند نیروهای مقاوم از نیروی های مخرب بیشتر شود تا از عدم لغزش پی اطمینان داشته باشیم:

$$H = F_x + F_a \leq F_p + S$$

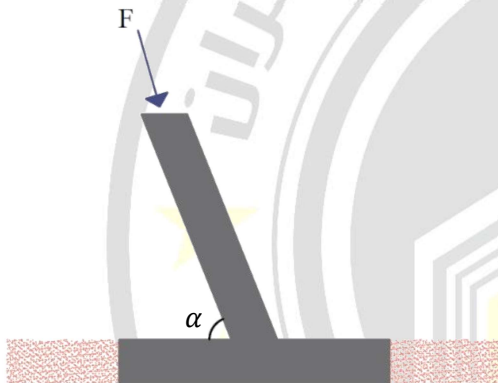
تمرین: در شکل مقابل برای جلوگیری از لغزش پی، چه راه حلی می‌توان ارائه داد؟

(۱) کاهش زاویه α

(۲) افزایش ابعاد پی

(۳) قرار دادن پی بر روی زمین

(۴) افزایش نیروی F



نشست پی ها

بسته به جنس خاک زیر پی، ما سه نوع نشست داریم:

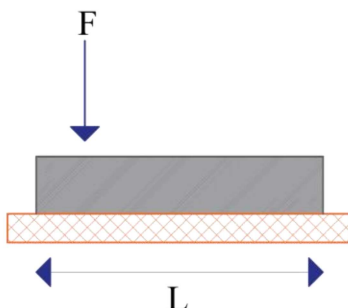
$$S_{\text{کل}} = S_e + S_1 + S_2$$

۱. نشست آبی (S_e): صرف نظر از نوع خاک زیر پی، شاهد وقوع نشست الاستیک (آبی) در خاک خواهیم بود. این نشست در مدت زمان کوتاهی پس از بارگذاری بر روی پی رخ میدهد.

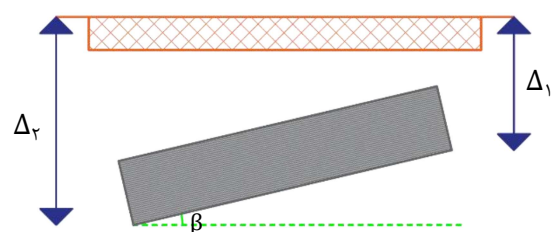
۲. نشست تحکیم اولیه (S_1): اگر در خاک‌های زیر پی لایه رس اشباع داشته باشیم، نشست تحکیم (که یک نشست طولانی مدت است) رخ خواهد داد.

۳. نشست تحکیم ثانویه (S_2): چنانچه در زیر پی یک لایه خاک با خاصیت خمیری زیاد (و یا یک لایه خاک آلی) داشته باشیم، نشست تحکیم ثانویه (که به آن خزش نیز گفته می‌شود) رخ خواهد داد. این نوع نشست نیز بسیار طولانی مدت است.

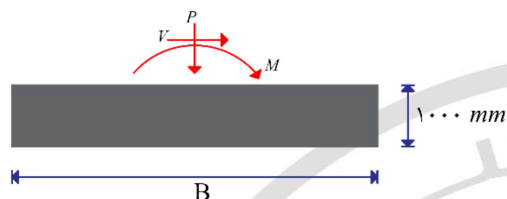
اگر بار وارد بر پی وارد نشود. مقدار تنش در نقاط مختلف زیر پی متفاوت خواهد بود. در این صورت نشست در نقاط مختلف غیریکنواخت شده و پی دچار چرخش می‌شود.



شکل ۹-۴



تمرین: در یکی از ترکیبات بارهای طراحی به روش تنش مجاز برای طراحی شالوده (که ضریب بار مرده ۰/۶ است)، نیروی فشاری محوری، لنگر خمشی و نیروی برشی پای یک ستون (که به مرکز سطح پی وارد می‌شود) به ترتیب برابر 100 kN ، 200 kN.m ، 50 kN است. اگر ارتفاع پی منفرد این ستون 1000 mm ، عرض آن (عمود بر راستای برش) 300 mm باشد، ظرفیت مجاز باربری 150 kN/m^2 و وزن حجمی بتن شالوده 25 kN/m^3 باشد، حداقل طول قابل قبول شالوده به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟ (در این سوال از محاسبه فشارهای مقاوم و محرک خاک اطراف شالوده و کنترل لغزش پی صرف نظر شود). (محاسبات ۹۳)



(۱) 3750 mm

(۲) 3500 mm

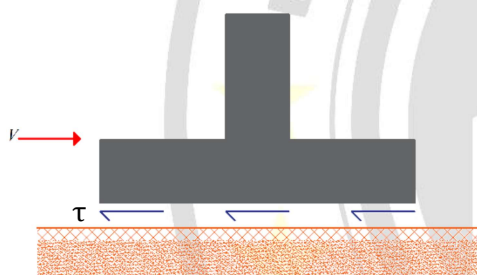
(۳) 4800 mm

(۴) 3000 mm

لغزش در پی‌ها:

اگر یک پی تحت نیروی افقی از طرف سازه قرار بگیرد، باید موضوع لغزش نیز در این پی مطرح شود. در این هنگام تنش‌های برشی در خاک زیر پی در مقابل لغزش پی مقاومت خواهند نمود.

$$\tau = c + \sigma_v \cdot \tan \delta$$



شکل ۴-۲۵

در این رابطه δ زاویه اصطکاک بین بتن و خاک زیر آن، c تنش چسبندگی خاک و σ_v تنش عمودی وارد شده از پی بر خاک است.

$$\sigma_v = \frac{N}{A}$$

نکته ۱: در برخی سوالات نظام مهندسی ضریب δ را در صورت سوال عنوان نمی‌کنند و به جای آن ضریب ϕ که همان زاویه اصطکاک داخلی خاک است؛ مطرح می‌شود. در این صورت رابطه به صورت زیر تغییر می‌یابد.

$$\tau = c + \sigma_v \cdot \tan \phi$$

نکته ۲: با محاسبه نسبت نیروی مقاوم لغزش به نیروی محرک لغزش، می‌توانیم ضریب اطمینان پی در مقابل لغزش را به صورت زیر بدست آورد:

جدول ۴-۱۰ حداقل ضرایب اطمینان لغزش به روش تنش مجاز

شرایط بارگذاری	استاتیکی	لرزه‌ای
ضریب اطمینان لغزش	۱/۵	۱/۲