۱۴	$B \geq ۴/۶۷m$	$۱/۴۰m < B < ۴/۶۷m$	$B \leq ۱/۴۰m$
۱۴/۵	$B \geq ۴/۸۳m$	$۱/۴۵m < B < ۴/۸۳m$	$B \leq ۱/۴۵m$
۱۵	$B \geq ۵m$	$۱/۵۰m < B < ۵m$	$B \leq ۱/۵۰m$

طراحی به روش تنش مجاز

ضرایب یک در محاسبات

نیرو لحاظ می‌شوند و بار وارد بر خاک محاسبه می‌گردد.

سپس با اعمال ضریب اطمینان مناسب تنش مجاز خاک محاسبه و طراحی انجام می‌شود. برای محاسبه نشست، بارهای وارد عمدتاً با ضربه یک در نظر گرفته می‌شود و نشست محاسبه شده باید از نشست مجاز کمتر باشد.

$$q_u \leq \frac{q_a}{FS}$$

q_u = تنش نهایی وارده

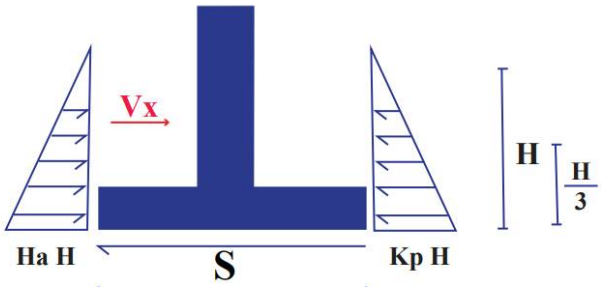
q_a = ظرفیت مجاز

FS = ضریب اطمینان

ترکیبات بارگذاری روش تنش مجاز

۱	D
۲	$D+L$
۳	$D+[L_r \text{ یا } S \text{ یا } R]$
۴	$D+۰/۷۵L+۰/۷۵[L_r \text{ یا } S \text{ یا } R]$
۵	$D+W$
۶	$D+۰/۷۵L+۰/۷۵W+۰/۷۵[L_r \text{ یا } S \text{ یا } R]$
۷	$D+۰/۷E$
۸	$D+۰/۷۵L+۰/۷۵[۰/۷E]+۰/۷۵S$
۹	$۰/۶D+E$
۱۰	$۰/۶D+۰/۷E$

لغزش در پی‌های سطحی



S: نیروی اصطکاک مقاوم در برابر لغزش

F_P: نیروی جانبی مقاوم خاک

F_a: نیروی جانبی محرک خاک

V_x: نیرو برشی جانبی اعمال شده به پی

نیروی اصطکاک (S)

- خاک زهکشی شده ← $S = P' \tan\delta$
  - پی ساخته شده با بتن درجا ← $\delta = \phi$
  - پی ساخته شده با بتن پیش ساخته ← $\delta = \frac{2}{3}\phi$
- خاک زهکشی نشده ← $S = A'.C_u$

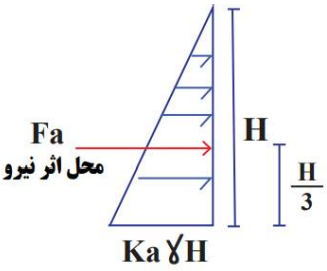
P': مؤلفه قائم بارهای طراحی موثر وارد به پی

δ: زاویه اصطکاک بین پی و خاک

ϕ: زاویه اصطکاک داخلی خاک

A': مساحت موثر سطح زیرین پی

C_u: چسبندگی زهکشی نشده خاک



نیروی محرک خاک (F_a)

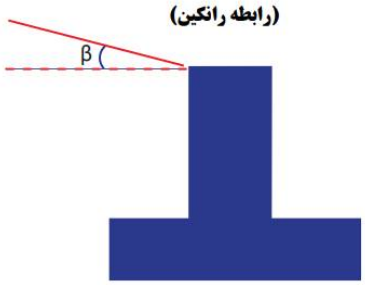
- در حالت اشباع ← $F_a = \frac{1}{2}K_a\gamma' H^2$
- در حالت خشک ← $F_a = \frac{1}{2}K_a\gamma H^2$

K_a: ضریب فشار جانبی محرک خاک

γ: وزن مخصوص خاک

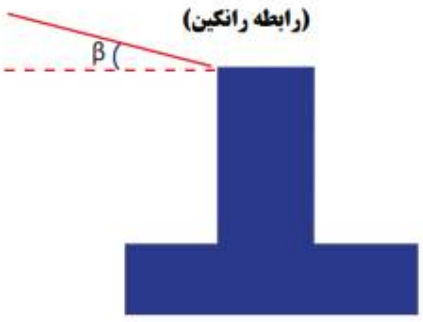
γ': وزن مخصوص غوطه‌وری خاک

H: ارتفاع پروفیل خاک



در صورتی که $\beta = 0$ باشد رابطه فوق به رابطه شماره ۲ ساده می‌شود

$$K_a = \cos\beta \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}$$



(رابطه رانکین)

$$K_a = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} = \tan^2\left(45-\frac{\phi}{2}\right) = \frac{1}{K_p} \le 1$$

لغزش در پی‌های سطحی

نیروی مقاوم خاک

در حالت اشباع $F_p = \frac{1}{2}K_p\gamma' H^2$

در حالت خشک $F_p = \frac{1}{2}K_p\gamma H^2$

K_p: ضریب فشار جانبی مقاوم خاک

γ': وزن مخصوص غوطه‌وری خاک

γ: وزن مخصوص خاک

H: ارتفاع پروفیل خاک

(رابطه رانکین)

$$K_p = \cos\beta\frac{\cos\beta+\sqrt{\cos^2\beta-\cos^2\phi}}{\cos\beta-\sqrt{\cos^2\beta-\cos^2\phi}}$$

در صورتی که $\beta = 0$ باشد رابطه فوق به رابطه شماره ۲ ساده می‌شود

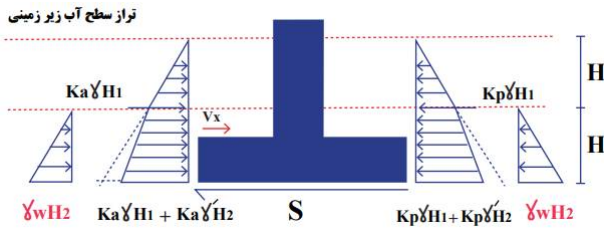
$$K_p = \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi} = \tan^2\left(45+\frac{\phi}{2}\right) = \frac{1}{K_a} \ge 1$$

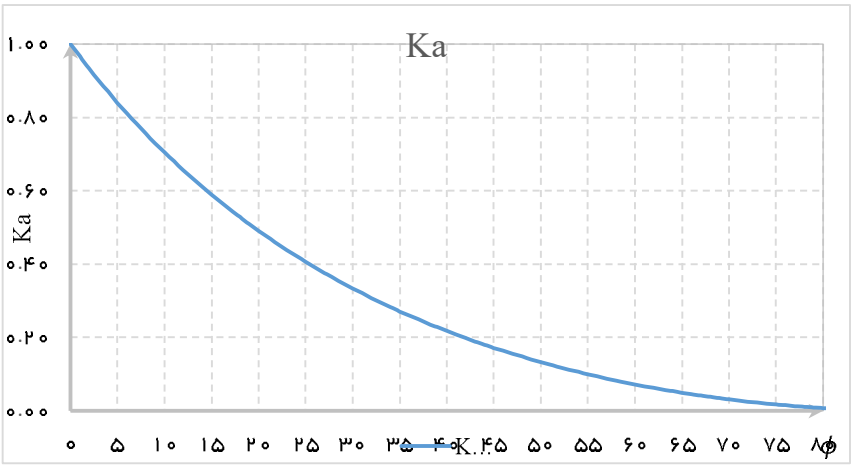
محاسبه ضریب اطمینان موجود (F.S)

آیین‌نامه $(F.S) \le$ موجود $(F.S) = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} = \frac{S+F_p}{V_x+F_a}$

نکته: در محاسبه نیروی رانشی مقاوم P_p در هیچ حالت مقدار K_p نباید بیشتر از پنجاه درصد مقدار محاسباتی آن در نظر گرفته شود.

شرایط بارگذاری	استاتیکی	لرزه‌ای
مقدار ضریب اطمینان	۱/۵	۱/۲
ضریب کاهش مقاومت	۱	۱/۲۵

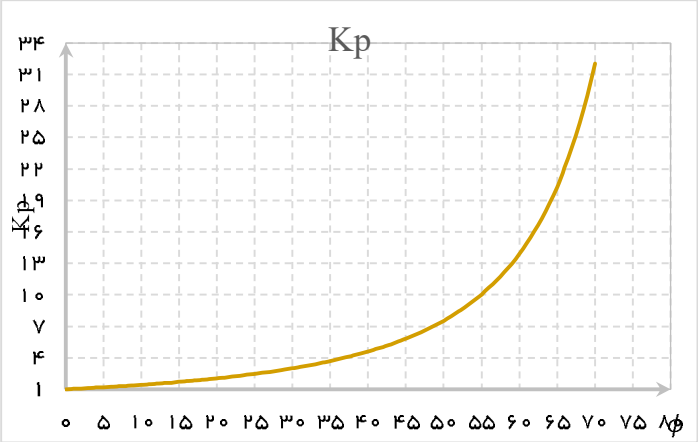




نمودار مقادیر (K_a) بر اساس مقدار زاویه اصطکاک داخلی (ϕ)

جدول مقادیر (K_a) بر اساس مقدار زاویه اصطکاک داخلی (ϕ)											
ϕ	K_a	ϕ	K_a	ϕ	K_a	ϕ	K_a	ϕ	K_a	ϕ	K_a
۰	۱/۰۰	۱۶	۰/۵۷	۳۲	۰/۳۱	۴۸	۰/۱۵	۶۴	۰/۰۵	۸۰	۰/۰۱
۱	۰/۹۷	۱۷	۰/۵۵	۳۳	۰/۳۰	۴۹	۰/۱۴	۶۵	۰/۰۵	۸۱	۰/۰۱
۲	۰/۹۳	۱۸	۰/۵۳	۳۴	۰/۲۸	۵۰	۰/۱۳	۶۶	۰/۰۵	۸۲	۰/۰۰
۳	۰/۹۰	۱۹	۰/۵۱	۳۵	۰/۲۷	۵۱	۰/۱۳	۶۷	۰/۰۴	۸۳	۰/۰۰
۴	۰/۸۷	۲۰	۰/۴۹	۳۶	۰/۲۶	۵۲	۰/۱۲	۶۸	۰/۰۴	۸۴	۰/۰۰
۵	۰/۸۴	۲۱	۰/۴۷	۳۷	۰/۲۵	۵۳	۰/۱۱	۶۹	۰/۰۳	۸۵	۰/۰۰
۶	۰/۸۱	۲۲	۰/۴۶	۳۸	۰/۲۴	۵۴	۰/۱۱	۷۰	۰/۰۳	۸۶	۰/۰۰
۷	۰/۷۸	۲۳	۰/۴۴	۳۹	۰/۲۳	۵۵	۰/۱۰	۷۱	۰/۰۳	۸۷	۰/۰۰
۸	۰/۷۶	۲۴	۰/۴۲	۴۰	۰/۲۲	۵۶	۰/۰۹	۷۲	۰/۰۳	۸۸	۰/۰۰
۹	۰/۷۳	۲۵	۰/۴۱	۴۱	۰/۲۱	۵۷	۰/۰۹	۷۳	۰/۰۲	۸۹	۰/۰۰
۱۰	۰/۷۰	۲۶	۰/۳۹	۴۲	۰/۲۰	۵۸	۰/۰۸	۷۴	۰/۰۲	۹۰	۰/۰۰
۱۱	۰/۶۸	۲۷	۰/۳۸	۴۳	۰/۱۹	۵۹	۰/۰۸	۷۵	۰/۰۲		
۱۲	۰/۶۶	۲۸	۰/۳۶	۴۴	۰/۱۸	۶۰	۰/۰۷	۷۶	۰/۰۲		
۱۳	۰/۶۳	۲۹	۰/۳۵	۴۵	۰/۱۷	۶۱	۰/۰۷	۷۷	۰/۰۱		
۱۴	۰/۶۱	۳۰	۰/۳۳	۴۶	۰/۱۶	۶۲	۰/۰۶	۷۸	۰/۰۱		
۱۵	۰/۵۹	۳۱	۰/۳۲	۴۷	۰/۱۶	۶۳	۰/۰۶	۷۹	۰/۰۱		

نمودار مقادیر (K_p) بر اساس مقدار زاویه اصطکاک داخلی (ϕ)



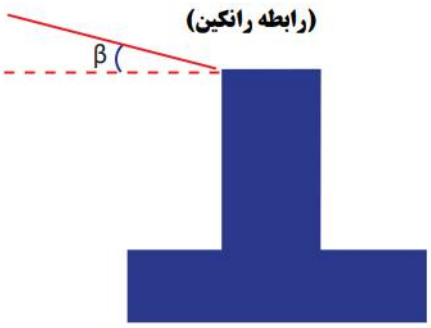
جدول مقادیر (K_p) بر اساس مقدار زاویه اصطکاک داخلی (ϕ)

ϕ	K_p	ϕ	K_p	ϕ	K_p	ϕ	K_p	ϕ	K_p	ϕ	K_p
۰	۱/۰۰	۱۶	۱/۷۶	۳۲	۳/۲۵	۴۸	۶/۷۸	۶۴	۱۸/۷۱	۸۰	۱۲۹/۵۹
۱	۱/۰۴	۱۷	۱/۸۳	۳۳	۳/۳۹	۴۹	۷/۱۴	۶۵	۲۰/۲۹	۸۱	۱۵۹/۹۸
۲	۱/۰۷	۱۸	۱/۸۹	۳۴	/۵۳۳ ۳	۵۰	۷/۵۴	۶۶	۲۲/۰۷	۸۲	۲۰۲/۳۹
۳	۱/۱۱	۱۹	۱/۹۶	۳۵	۳/۶۹	۵۱	۷/۹۶	۶۷	۲۴/۰۹	۸۳	۲۶۴/۱۲
۴	۱/۱۵	۲۰	۲/۰۴	۳۶	۳/۸۵	۵۲	۸/۴۲	۶۸	۲۶/۳۸	۸۴	۳۵۸/۹۷
۵	۱/۱۹	۲۱	۲/۱۲	۳۷	۴/۰۲	۵۳	۸/۹۲	۶۹	۲۹/۰۱	۸۵	۵۱۵/۶۴
۶	۱/۲۳	۲۲	۲/۲۰	۳۸	۴/۲۰	۵۴	۹/۴۶	۷۰	۳۲/۰۵	۸۶	۸۰۲/۴۳
۷	۱/۲۸	۲۳	۲/۲۸	۳۹	۴/۳۹	۵۵	۱۰/۰۴	۷۱	۳۵/۵۷	۸۷	$\approx \infty$
۸	۱/۳۲	۲۴	۲/۳۷	۴۰	۴/۵۹	۵۶	۱۰/۶۸	۷۲	۳۹/۷۰	۸۸	$\approx \infty$
۹	۱/۳۷	۲۵	۲/۴۶	۴۱	۴/۸۱	۵۷	۱۱/۳۸	۷۳	۴۴/۵۷	۸۹	$\approx \infty$
۱۰	۱/۴۲	۲۶	۲/۵۶	۴۲	۵/۰۴	۵۸	۱۲/۱۴	۷۴	۵۰/۳۹	۹۰	∞
۱۱	۱/۴۷	۲۷	۲/۶۶	۴۳	۵/۲۸	۵۹	۱۲/۹۸	۷۵	۵۷/۴۰		
۱۲	۱/۵۲	۲۸	۲/۷۷	۴۴	۵/۵۴	۶۰	۱۳/۹۰	۷۶	۶۵/۹۶		
۱۳	۱/۵۸	۲۹	۲/۸۸	۴۵	۵/۸۲	۶۱	۱۴/۹۲	۷۷	۷۶/۵۷		
۱۴	۱/۶۴	۳۰	۳/۰۰	۴۶	۶/۱۲	۶۲	۱۶/۰۵	۷۸	۸۹/۹۳		
۱۵	۱/۷۰	۳۱	۳/۱۲	۴۷	۶/۴۴	۶۳	۱۷/۳۱	۷۹	۱۰۷/۰۷		

γ': وزن مخصوص غوطه‌وری خاک

γ: وزن مخصوص خاک

H_2: ارتفاع پروفیل خاک



(رابطه رانکین)

$$۱)\ K_a = \cos\beta \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^۲\beta - \cos^۲\phi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^۲\beta - \cos^۲\phi}}$$

در رابطه فوق، در صورتی که $\beta = ۰$ رابطه به رابطه شماره ۲ ساده می‌شود.

$$۲)\ K_a = \frac{۱-\sin\phi}{۱+\sin\phi} = \tan^۲\left(۴۵ - \frac{\phi}{۲}\right) = \frac{۱}{K_p}$$

محاسبه نیروی جانبی مقاوم خاک

در حالت اشباع $F_p = \frac{۱}{۲} k_p \gamma' H_۱^۲$

در حالت خشک $F_p = \frac{۱}{۲} k_p \gamma H_۱^۲$

k_p: ضریب فشار جانبی مقاوم خاک

γ': وزن مخصوص غوطه‌وری خاک

γ: وزن مخصوص خاک

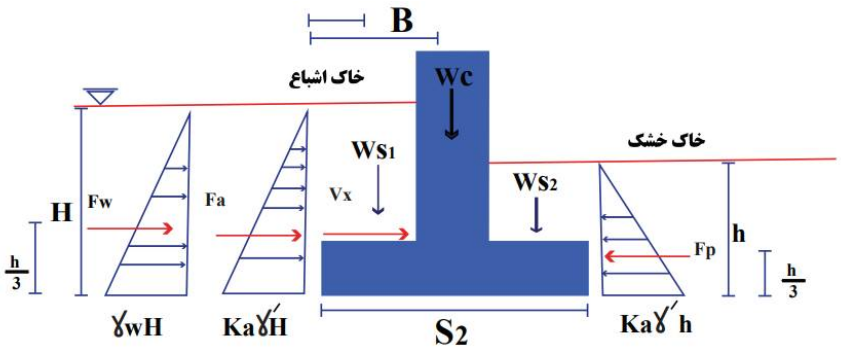
H: ارتفاع پروفیل خاک

$$۱)\ K_p = \cos\beta \frac{\cos\beta + \sqrt{\cos^۲\beta - \cos^۲\phi}}{\cos\beta - \sqrt{\cos^۲\beta - \cos^۲\phi}}$$

در رابطه فوق، در صورتی که $\beta = ۰$ رابطه به رابطه شماره ۲ ساده می‌شود.

$$۲)\ K_p = \frac{۱+\sin\phi}{۱-\sin\phi} = \tan^۲\left(۴۵ + \frac{\phi}{۲}\right) = \frac{۱}{K_a}$$

شرایط بارگذاری	استاتیکی	لرزه‌ای
ضریب اطمینان	۱/۷۵	۱/۵
ضریب کاهش مقاومت	۰/۷۵	۱



حالت مختلف واژگونی

$$F_a = \frac{1}{2}(k_a \gamma' H)(H) = \frac{1}{2} k_a \gamma' H^2$$

$$F_p = \frac{1}{2}(k_p \gamma h)(h) = \frac{1}{2} k_p \gamma h^2$$

$$F_w = \frac{1}{2}(\gamma_w H)(H) = \frac{1}{2} \gamma_w H^2$$

W_w : وزن آب روی فونداسیون

β^*: فاصله مرکز سطح پی تا لبه پی

$$M_a = \frac{1}{6} K_a \gamma h^3 + \frac{1}{6} \gamma_w H^3 + V_x . H^*$$

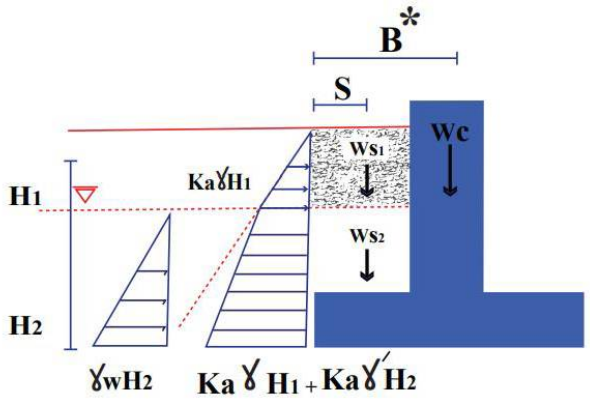
H^*: فاصله بار جانبی وارد بر پی تا کف پی

آیین‌نامه $(F.S) \geq$ موجود $\rightarrow (F.S) = \dfrac{\frac{1}{6} K_p \gamma h^3 + \gamma_{s2} V_{s2} S_2 + \gamma'_{s1} . V_{s1} . S_1 + \gamma_c . V_c . \beta^* + \gamma_w . V_{s1} . S_1}{\frac{1}{6} K_a \gamma H^3 + \frac{1}{6} \gamma_w H^3 + V_x . H^*}$

$$M_R = w_{s1} . s + w_{s2} . s + w_c . \beta^* + w_w . s$$

$$M_a = \left(\frac{H_1}{3} + H_2\right)\left(\frac{1}{2} K_a \gamma H_1^2\right) + \frac{1}{2} K_a \gamma H_1 H_2^2 + \frac{1}{6} K_a \gamma' H_2^3 + \frac{1}{6} \gamma_w H_2^3$$

آیین‌نامه $(F.S) \geq$ موجود $(F.S) = \dfrac{\gamma_s . V_s . S + \gamma'_s . V'_s . S + \gamma_c . V_c . \beta^* + \gamma_w . V'_s . S}{\left(\frac{H_1}{3} + H_2\right)\left(\frac{1}{2} K_a \gamma H_1^2\right) + \frac{1}{2} K_a \gamma H_1 H_2^2 + \frac{1}{6} K_a \gamma' H_2^3 + \frac{1}{6} \gamma_w H_2^3}$



$$F_{a1} = \frac{1}{2} K_a \gamma H_1^2$$

$$F_{a2} = K_a \gamma H_1 H_2$$

$$F_{a3} = \frac{1}{2} K_a \gamma' H_2$$

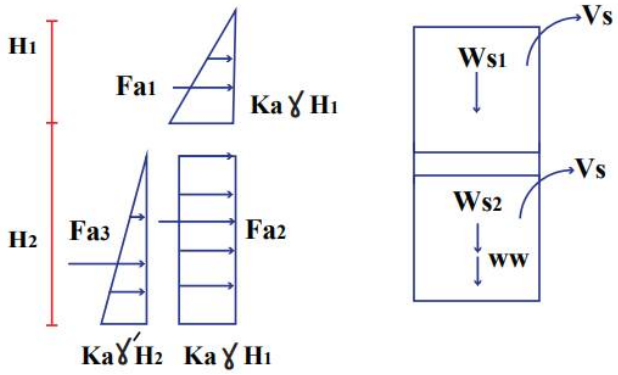
$W_{s1} = \gamma_s . V_s$

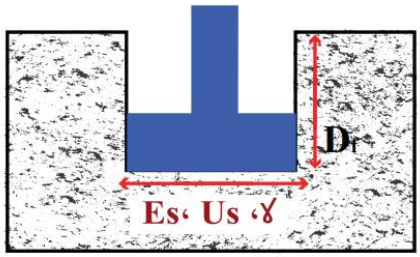
$W_{s2} = \gamma'_s . V'_s$

$W_w = \gamma_w . V'_s$

V_s : حجم خاک خشک

V'_s : حجم خاک اشباع





$$q = \frac{P}{A_{پی}} - \gamma D_f$$

نشست پی‌های سطحی

$$q = k_s S_e$$

$$s_c = qB\frac{1-M_s^2}{E_s} I_p I_D \quad \text{(نشست آنی)}$$

$$k_s = \frac{q}{s_e} = \frac{E_s}{q.B\left(1-M_S^2\right) I_p I_D}$$

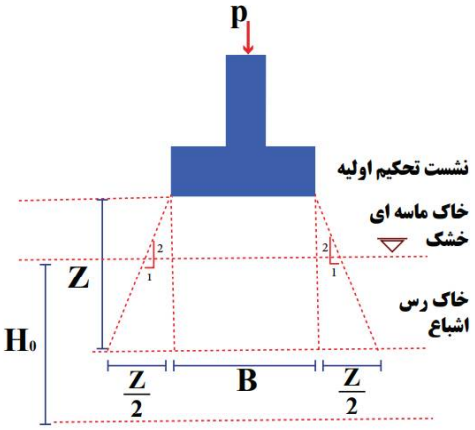
$$q = \frac{P}{A} - \gamma D_f$$

نشست تحکیم

$$s_c = H.M_v \Delta\sigma' \quad \text{(نشست تحکیم اولیه)}$$

$$\Delta\sigma' = \frac{P}{(B+Z)(L+Z)}$$

$$P = D + \frac{L}{2}$$



H_o : ضخامت اولیه خاک رس اشباع

M_v : ضریب تراکم‌پذیری حجمی خاک رس اشباع

$\Delta\sigma'$: اضافه تنش موثر

D : بار مرده (Dead Load)

L : بار زنده (Live Load)

Z : عمق وسط خاک رس اشباع از کف پی

مقادیر نشست مجاز تحت بارگذاری استاتیکی

خاک	نوع پی	سیستم سازه‌ای	نشست یکنواخت	نشست غیر یکنواخت
ماسه	منفرد	قاب فولادی یا بتنی	۲۵	۱۲/۵
	نواری		۴۰	۲۰
	گسترده		۵۰	۲۵
رس	منفرد	قاب فولادی یا بتنی	۵۰	۲۵
	نواری		۷۰	۳۵

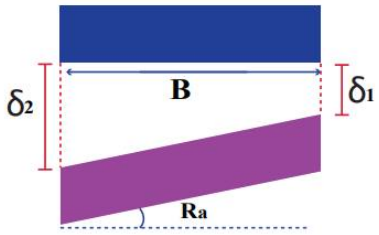
	گسترده		۱۰۰	۵۰

نشست پی های سطحی

مقادیر نشست مجاز تحت بارگذاری استاتیکی

مقادیر مجاز چرخش

نوع ساختمان	مقدار ماکزیمم چرخش مجاز R_a (رادیان)
حد خرابی (با اسکلت)	۰/۰۰۶۷
حد ایجاد ترک غیر سازه‌ای	۰/۰۰۳۳



$$R_a = \tan^{-1}\left(\frac{\delta_2 - \delta_1}{B}\right)$$

$\delta_2 - \delta_1$ میزان نشست غیر یکنواخت

مدول بستر پی‌های انعطاف‌پذیر

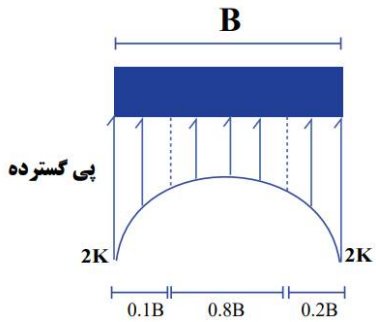
توزیع تنش زیر پی‌های انعطاف غیر خطی است و نمی‌توان از توزیع تنش خطی در زیر پی استفاده کرد. توزیع تنش باید با مدلسازی تیر دال بر روی بستر الاستیک یا بر روی یکسری فنر ارتجاعی با سختی مناسب بدست آورد.

مدول بستر (k_s) نشست و با در نظر گرفتن توزیع تنش مناسب تعیین گردد.

از آزمایش بارگذاری صفحه‌ای پرسیومتری با اصلاحات لازم باید استفاده کرد

در زیر پی‌های گسترده انتخاب مقدار یکنواخت (k_s) نیست و متناسب با نشست رخداد باید لبه‌ها ۲ برابر توصیه می‌شود. پهنای نوارهای لبه می‌تواند تا $\frac{۱}{۱۰}$ پهنای پی در همان جهت در نظر گرفت.

به جای استفاده نمودن از مدول فنری در زیر پی‌های انعطاف متخلخل استفاده نمود.



پایداری انواع سازه‌های نگهبان

- حالت‌های دیوارهای صلب وزنی
  - مقابله با لغزش
  - مقابله با واژگونی
  - تأمین ظرفیت باربری پی زیر دیوار
  - بررسی پایداری کلی دیوار
  - کنترل سازه‌ای دیوار در برابر خمش و برشی
  - کنترل نشست پی زیر دیوار

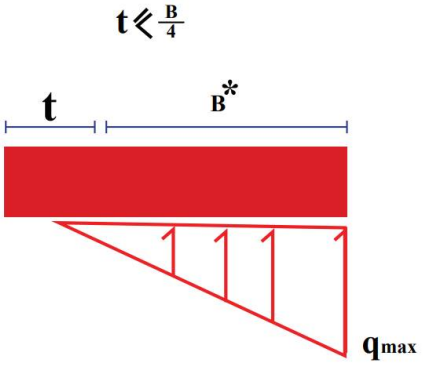
جدول ۷ – ۵ – ۳ حداقل ضریب اطمینان دیوارهای وزنی

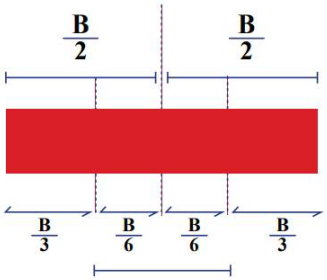
شرایط	واژگونی	لغزش	ظرفیت باربری پی دیوار	پایداری کلی (شیروانی)
استاتیکی	۱/۷۵	۱/۵*	۳	۱/۵
لرزه‌ای	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۳

* در صورتی که در پایداری در برابر لغزش نیروی مقاوم خاک جلو دیوار لحاظ گردد باید از ضریب اطمینا ۲ استفاده شود

نکته: در دیوارها بر آیند بار قائم در تراز پی باشد یعنی خروج از مرکزیت در تراز کف پی باید مقدار باشد

به عبارت دیگر هیچ قسمتی از پی به کشش نیوفتد. خروج از مرکزیت در سایر ترازها برای دیوارهای وزنی متشکل از قطعات وزنی ناپیوسته (نظیر بلوک بتنی) کافی است از ۰/۲۵ بیشتر نشود. یعنی اگر بخش کوچکی از پی به کشش بیوفتد مجاز است.





محل قرار گیری برایند بارها برای جلوگیری از به کشش افتادن پی

حالت‌های حدی دیوارهای انعطاف‌پذیر مهار شده

تمامی اشکال شماره ۷ – ۵ – ۱ مبحث ۷ مقررات ملی ساختمان آورده شود. (ص ۵۱)

جهت تحلیل دیوارهای مهار نشده باید تمام حالت‌های حدی ۴ تا ۱۰ مهارها

کنترل گردد

دیوارهای مهار شده از جلو می مایل متقابل باشد. در این حالت علاوه بر ۱۰ کنترل

حالت کمانش مهارها بالا آمدگی کف گود جوشش ماسه در کف گود نیز بررسی شود

حالت‌های حدی دیوارهای خاک مسلح

تمامی اشکال شماره ۷ – ۵ – ۲ مبحث ۷ مقررات ملی ساختمان کشیده شود. (ص ۵۲)

جدول ۷ – ۵ – ۵ ضرایب مقاومت دیوارهای صلب

شرایط	پایداری کلی	لغزش	ظرفیت باربری	واژگونی
استاتیکی	۱	۱	۰/۵	۰/۸۵
لرزه‌ای	۱/۱۵	۱/۲۵	۰/۷۵	۱/۲۵

الزامات مربوط به نگهداری موقت خاک برجا

تغییرات در تنش‌های برجای خاک و حرکت‌های ناشی از ساخت و نصب دیوار در زمین

دست خوردگی زمین بر اثر شمع کوبی یا گمانه زنی

الزامات مربوط به دسترسی‌ها برای عملیات ساخت

الزامات مربوط به زهکشی خاک

حالت مقاوم ← خاک‌های چسبنده ← در حالت خشک

$$P_p = \frac{1}{2}k_p\gamma H^2 + k_p qH + 2c\sqrt{k_a}.H$$

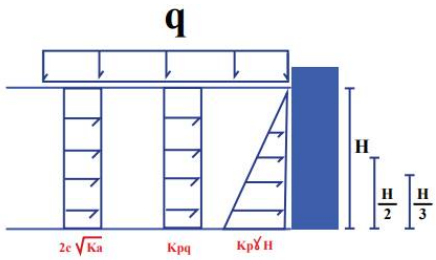
$$M_p = \frac{1}{6}k_p\gamma H^3 + \frac{1}{2}k_p qH^2 - c.\sqrt{k_a}.H^2$$

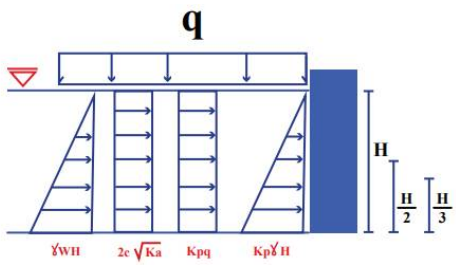
حالت اشباع

$$P_p = \frac{1}{2}k_p\gamma H^2 + k_p qH + 2c'\sqrt{k_a}.H + \frac{1}{2}\gamma_w H^2$$

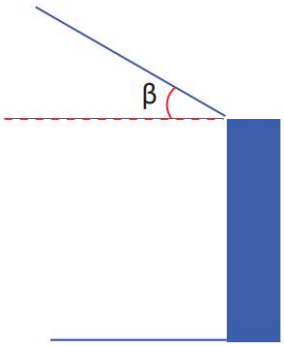
$$M_p = \frac{1}{6}k_p\gamma' H^3 + \frac{1}{2}k_p qH + c'\sqrt{k_a}.H^2 + \frac{1}{6}\gamma_w H^3$$

☑ نکته: در محاسبه نیروی رانشی مقاوم P_p در هیچ حالت مقدار K_p نباید بیشتر از پنجاه درصد مقدار محاسباتی آن در نظر گرفته شود.





محاسبه ضرایب فشار جانبی خاک

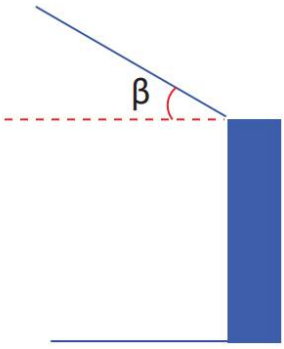


ضریب فشار مقاوم جانبی خاک

$$K_p = \cos\beta\frac{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}$$

در صورتی که $\beta = 0$ باشد رابطه به صورت زیر ساده می‌شود.

$$K_p = \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi}$$



ضریب فشار محرک جانبی خاک

$$K_a = \cos\beta\frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}$$

در صورتی که $\beta = 0$ باشد رابطه به صورت زیر ساده می‌گردد.

$$K_a = \frac{1}{K_p} = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$$

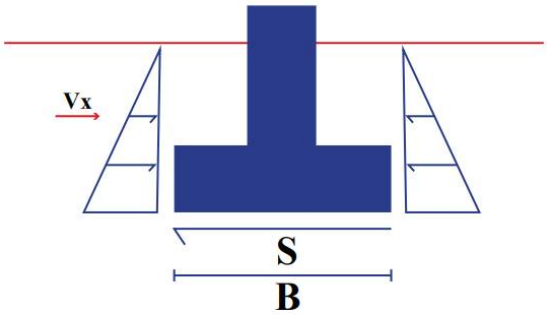
نیروی مقاوم در برابر لغزش

نیروی مقاوم خاک

- در حالت اشباع ← $F_p = \frac{1}{2} k_p \gamma' H^2$ و $F_w = \frac{1}{2} \gamma_w H^2$
- در حالت خشک ← $F_p = \frac{1}{2} k_p \gamma H^2$

پی ساخته شده نیروی اصطکاک بین پی و سازه

- خاک زهکشی شده $S = P' \tan\delta$
- با درجا $\delta = \phi$



s: نیروی اصطکاک مقاوم در برابر لغزش

F_p: نیرو جانبی مقاوم خاک

F_a: نیرو جانبی محرک خاک

V_n: نیروی برشی جانبی اعمال شده به پی

P': مؤلفه قائم بارهای طراحی موثر وارد به پی

δ: زاویه اصطکاک بین پی و خاک

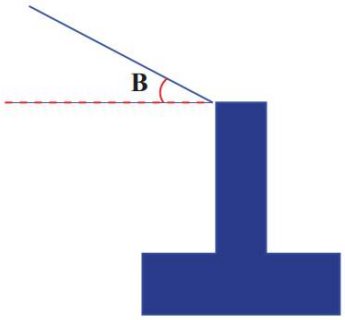
ϕ: زاویه اصطکاک داخلی خاک

A': مساحت موثر سطح زیرین پی

Cu: چسبندگی زهکشی شده خاک

نیروهای محرک در برابر لغزش

- در حالت اشباع ← $F_a = \frac{1}{2} k_a \gamma' H^2$ و $F_w = \frac{1}{2} \gamma_w H^2$
- در حالت خشک ← $F_p = \frac{1}{2} k_a \gamma H^2$



رابطه رانکین در ضریب

$$K_a = \cos\beta \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}$$

فشار جانبی خاک

$$K_p = \cos\beta \frac{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}$$

در صورتی که مقدار زاویه باشد روابط فوق به صورت زیر ساده می‌گردد.

واژگونی دیوارهای نگهبان

w_c : وزن دیوار نگهبان

t: ضخامت دیوار نگهبان

L_c : وزن مخصوص دیوار نگهبان

V_c : حجم دیواره نگهبان

لنگرهای موثر در واژگونی دیوار نگهبان

لنگرهای مقاوم

$$Mr_1 = W_c \cdot \frac{t}{2}$$

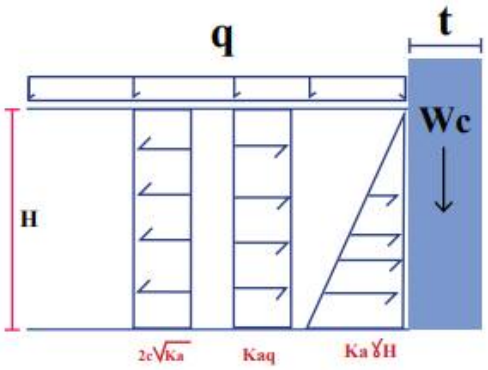
$$Mr_2 = \sqrt{K_A} \cdot H^2$$

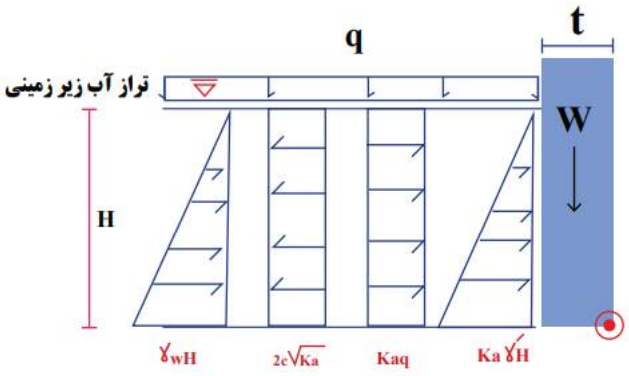
لنگرهای محرک

$$MA_1 = \frac{t}{6} K_a H^3$$

$$Mr_2 = \frac{t}{2} K_a 9H$$

شرایط بارگذاری	استاتیکی	لرزه ای
تنش مجاز	۱/۷۵	۱/۲
حالت حدی	۰/۸۵	۱/۲۵





لنگرهای مقاوم

$$Mr_1 = W_c \cdot \frac{t}{2}$$

$$Mr_2 = \sqrt{K_A} \cdot H^2$$

لنگرهای محرک

$$MA_1 = \frac{t}{6} K_a H^3$$

$$Mr_2 = \frac{t}{2} K_a 9H^2$$