فلوچارت ویژه آزمون محاسبات

تهیه و تدوین مهندس پیام عباسی

مناسب برای دانشجویان و طراحان

کانال ایرادات چاپی جزوات.

آدرس کانال (بر روی لینک زیر کلیک کنید):

http://t.me/payam_Abbasy

به نام هستی بخش

این نوشتار را بندهٔ حقیر، پیام عباسی، تهیه و تنظیم کرده ام که حاصل بیش از چند صد ساعت مطالعه‌ی تخصصی آیین‌نامه‌ها ، کتاب ها و آزمون های ادوار گذشته‌ی ورود به حرفه ی نظام مهندسی رشته عمران ـ محاسبات می باشد که به رایگان در اختیار شما مخاطبان قرار گرفته و نشر آن با ذکر منبع بلامانع می باشد. احتمالاً زیاد شنیده‌اید که آزمون نظام مهندسی کتاب باز است (*open book*) و همراه داشتن ماشین حساب نیز مجاز است زمانی که خود برای این آزمون مطالعه می‌کردم به این نتیجه رسیدم که قبولی در این آزمون بدون یادداشت برداری‌های مرتب و دقیق شاید غیر ممکن باشد (البته اکثر قریب به اتفاق موسسات معتبر، اساتید و همچین قبول شدگان نیز چنین نظری دارند) چون داوطلبین با حجم بسیاری بالایی از فرمولهای منابع مختلف مواجه هستند همچنین همراه داشتن کتاب‌ها و جزوات کمک آموزشی سر جلسه آزمون هم نمی تواند راهگشا باشد زیرا این کتاب‌ها به طوری تخصصی به تفسیر و ارائه مطلب پرداخته‌اند و یک موضوع را در چندین و چند صفحه ارائه دادنده که همین امر باعث شده همراه داشتن چنین کتاب‌های در سرجلسه آزمون بسیار بسیار کم تأثیر باشد. *لازم به ذکر است این نوشتار به قدری جامع است که می‌تواند برای طراحان و دانشجویان مقاطع مختلف نیز می تواند مفید باشد.*

فلوچارت چه کمکی به شما می کند؟

"اولا" در ذخیره‌ی زمان در حین مطالعه و سرجلسه آزمون کمک بسیار بزرگی به شما کرده به طوری که شما به جای صرف زمان زیادی جهت نوشتن چنین خلاصه‌ای ، زمان مذکور را صرف مطالعه مطالب و تست زنی می کنید. حداقل *3.5* تا *4* ماه به مدت روزی 4.5 تا 5 ساعت به شما کمک خواهد کرد و سرجلسه آزمون حداقل برای هر سوال 1.5 دقیقه زمان ذخیره می کنید.

"دوماً" به شما این اطمینان خاطر را می دهد که یک منبع مطمئن و منسجم را همراه خود دارید که بیش از ٪90 مطالب آزمون را پوشش میدهد و خود این امر باعث کاهش استرس شما در قبل و حین آزمون می شود.

"سوماً" اگر شرایط شما به شکلی است که مطالب تئوری و دانشگاهی همیشه ارتباط داشته‌اید (مدرس مدعو دانشگاه، مطالعه برای آزمون ارشد و... باشید) خوب این فلوچارت به تنهای کمک کننده خواهد بود و شما را از خرید کتاب و شرکت در کلاس ها بی نیاز می کند. اما اگر مدتی است که از مطالب و دانشگاه دور بوده‌اید باید ابتدا با مطالعه کتاب‌های تخصصی یا شرکت در کلاس‌های مؤسسات معتبری همچون سری عمران برای آزمون آماده شده سپس از این فلوچارت کمک بگیرید.

"چهارماً" فلوچارت بیش از ٪90 مطالب را پوشش می‌دهد اگر هم در حل آزمون‌های سالهای گذشته و جلسه آزمون با سوالاتی

مواجه شده که نتوانستید با استفاده از فلوچارت حل کنید نگران نشوید از سوالات جدید بیش از 4_5 سوال در هر آزمون نداشته و به به راحتی می توانید حدود 55 سوال را با این فلوچارت ها پاسخ بدهید.

چه طور از فلوچارتها استفاده کنیم؟

اجازه بدهید این سوال را با تشریح یکی از فلوچارت‌های درس پی در قالب حل سوال خدمتان عرض کنم. فرض کنید ارزیابی خطر دیواره قائم گود از ما خواسته شده با توجه به فهرست این نوشتار و یا ***لبیل های*** که به آن می چسبانید به صفحه‌ی مورد نظر مراجعه می کنید و با توجه به اطلاعات مسئله تشخیص می دهید و فرضاً " حالت 1 و 2 به طور همزمان" مد نظر طراح است حال با توجه به عنوان مطرح شده حالت‌های مختلف رخ میدهد که به صورت زیر شاخه آورده شده،***ترتیب اهمیت زیر شاخه-های معمولاً اول از چپ به راست است***، باردیگر با توجه به اطلاعات مطرح شده در صورت سؤال زیر شاخه یا زیر شاخه‌های مرتبط را انتخاب کرده و از فرمولهای آن استفاده می کنید توجه داشته باشید که به طور کلی در فلوچارت یک زیر شاخه خود ممکن است چند زیر شاخه دیگر داشته باشد که شما با توجه به خواسته‌های مسئله مسیر خودتان را انتخاب کرده هر شاخه نیز به یک فرمول نهایی ختم شده که قبل از رسیدن به فرمول نهایی گام به گام پارامترهای آن فرمول محاسبه می‌شود و درانتهای شاخه مورد نظر در فرمول نهایی جای گذاری شده و به جواب نهایی خواهید رسید.

نکته که وجود دارد این است که ممکن است طراح سؤالی مطرح کند که به قسمت های میانی یا انتهایی یک شاخه از یک فلوچارت مرتبط باشد که طبیعاً شما باید از مرحله و قسمت مورد نظر استفاده کنید و دیگری نیازی به استفاده از قسمت‌های دیگر آن شاخه از فلوچارت نیست .

نکته بسیار مهم:

شما اگر جزء افرادی هستید که در مباحث تئوری پایه‌ای قوی دارید و ارتباط شما با مطالب دانشگاهی قطع نشده (مثلاً مدرس مدعو دانشگاه، مطالعه آزمون ارشد و... هستید) صرفاً این نوشتار را چند بار روزنامه مطالعه بفرماید که با ساختار شکلی آن آشنا شوید سپس از آزمون های سالهای 91 به بعد شروع کنید به حل کردن (بانک تست سوی عمران پیشنهادی گردد) با استفاده از فلوچارتها تا کاملاً به مطالب مطرح شده درآزمون مسلط شوید.

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

یک اصطلاح اشتباه وجود دارد که می گویند اگر شما تستی را یک بار حل کنید آن تست سوخته محسوب شده باید عرض کنم که در آزمون محاسبات و دیگر آزمون های ورود به حرفه نظام مهندسی این عبارت محلی از اعراب ندارد زیرا سوالات هرآزمون بیش از ٪50 مشابهت بسیار زیادی با سؤالات سنوات گذشته داشته لذا اگر شما تست های 10 سال اخیر را 3_2 بار هم بزنید نه تنها چیزی را از دست نداده‌اید بلکه تسلط شما را افزایش خواهد داد ***فقط تنها نکته ای که باید رعایت کنید* این است که سؤال را خودتان از اول تا آخر بدون نگاه کردن به پاسخ نامه حل کنید و به جواب برسانید و سعی کنید هر بار زمان انجام این فرآیند پاسخ گویی کم و کمتر کنید که به زیر 3 دقیقه برسانید.

اما اگر جزء افرادی هستید که رابطه شما با مطالب درسی قطع شده حتماً باید با توجه به زمانی که می توانید به مطالعه آزمون اختصاص بدهید از منابع کمک آموزشی تخصصی مانند کلاس ها (برای افرادی که زمان کمی دارند 5 ماه روزی 4 ساعت) یا کتاب‌ها (برای افرادی که زمان بیشتری دارند 8 _7 ماه روزی 7_6 ساعت) موسسات معتبری همچون سری عمران استفاده کنید. حال این افراد فلوچارت را چگونه استفاده کنند؟ خوب این افراد باید پس از اتمام مطالعه کتاب یا اتمام کلاس نگاه گذرا به سر فصل مربوطه‌ی فلوچارت با مطالعه‌ای که کرده‌اند داشته باشند تا نحوی فرمول بندی و ساختار شکلی فلوچارت آشنا شوند سپس تمرین‌ها وتست‌های کتاب و کلاس را با کمک فلوچارت حل کنند.

در پایان این نوشتار را تقدیم می کنم به تنها عشق زندگیم، خانواده‌ی عزیزم.

همیشه "شاد و پیروز" باشید.

ارادتمند شما پیام عباسی

1400/09/27

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

فهرست

پی سطحی

محاسبه نشست(آنی و تحکیم یافته)..... 7

محاسبه میزان تنش زیر پی سطحی (حداقل، متوسط، حداکثر و یا در نطقه دلخواه)..... 8

محاسبه ظرفیت باربری مجاز و تعیین ابعاد پی سطحی..... 9

کنترل لغزش افقی در پی سطحی 10

تعیین مقطع بحرانی در پی سطحی (در خمش و برش)..... 11

خلاصه جداول پی سطحی..... 12

سازه نگهبان

ارزیابی شرایط خاک پشت دیوار(سکون، محرک، مقاوم)..... 13

محاسبه ضریب فشار خاک K_p , K_a , K_0..... 14

محاسبه تقریبی فشار قائم خاک..... 15

محاسبه دقیق فشار قائم خاک..... 15

محاسبه فشار جانبی خاک (استاتیکی)..... 15

محاسبه فشار جانبی خاک (لرزه‌ای)..... 16

نحوی توزیع فشار جانبی خاک(استاتیکی)..... 16-17

محاسبه عمق ترک کششی و عمق گودبرداری بدون سازه نگهبان..... 18

نیرو و لنگر ناشی از فشار جانبی خاک..... 19

کنترل لغزش در سازه نگهبان صلب (دیوار حائل وزنی،طره ای ، پشت بندار)..... 20

کنترل واژگونی در سازه نگهبان صلب (دیوار حائل وزنی،طره ای ، پشت بندار)..... 21

کنترل لغزشی و واژگونی سازه نگهبان انعطاف پذیر یا دیوارهای تثبیت شده ی مکانیکی 22

(سپرها اعم از پشت بند دار،مهار شده یا بدون مهار و پشت بند و....)

ضریب اطمینان دیوار خاک مسلح(ژئوسینیتیک ها)..... 23

جدول خلاصه گودبرداری.....24-25

شمع ها

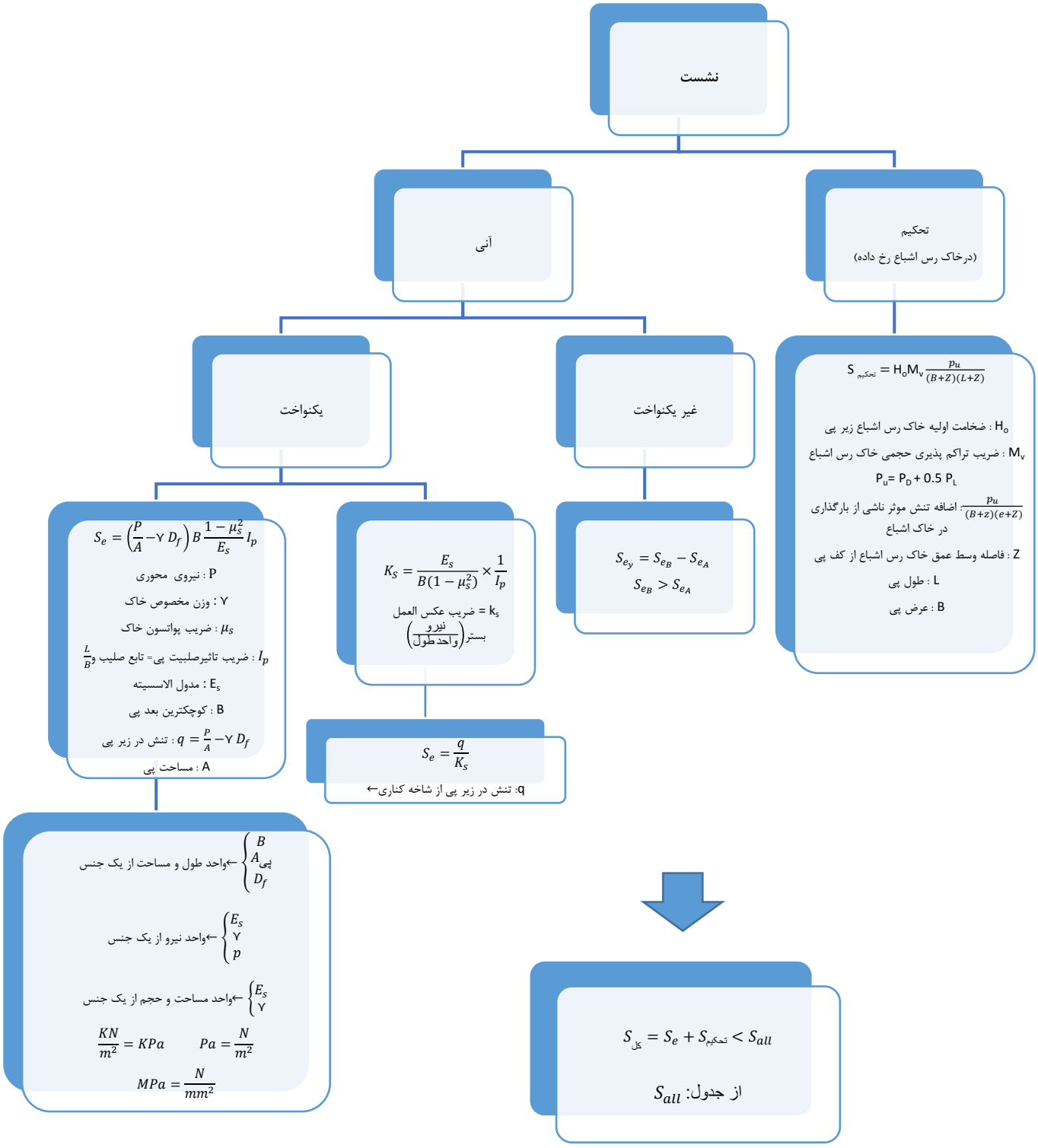
شمع تکی تحت بار فشاری.....26
شمع تکی تحت بار کششی.....27
گروه شمع(فشار ، کشش).....27
نیروی وارد بر شمع در پدیده‌ی روانگرایی.....28
خلاصه جداول شمع ها (جدول نشست مجاز شمع).....29

شناسایی ژئوتکنیک و پایش گود

ملاحظات گودبردلری با عمق بیش از 20 متر.....30
تعیین تعداد گمانه در گودبرداری.....31
تعیین عمق گمانه با فرض اینکه با سنگ بستر برخورد نکنیم.....32
تعیین عمق گمانه در صورتی که با سنگ بستر برخورد بکنیم.....32
ارزیابی خطر گود با دیوارهٔ قائم.....33
الزام پایش گود.....34
مسئولیت های پایش گود (طراح ، ناظر و پیمانکار).....34
مسئولیت های گودبرداری بر اساس خطر گود.....34
حداقل ضریب اطمینان برای **پایداری کلی گود موقت**.....34
فاصله مجاز پی از شیب ها.....35
فاصله گمانه ها از هم دیگر.....35

ژئوتکنیک لرزه‌ای

ارزیابی پایداری شیب ها خاکی(زمین لغزش).....36
منابع.....37



نشست مجاز پی سطحی(تحت بار استاتیکی) S_{all}

خاک	نوع پی	نشست مجاز پی(mm)	
		یکنواخت	غیر یکنواخت
ماسه	منفرد	25	12.5
	نواری	40	20
	گسترده	50	25
رس	منفرد	50	25
	نواری	70	35
	گسترده	100	50

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) http://t.me/payam_Abbasy بر روی لینک کلیک کنید

محاسبه تنش های حداکثر، متوسط و حداقل زیر پی تحت بارگذاری

با خروج از مرکزیت دو طرفه

سایر شکل پی ها

پی به کشش **نمی افتد**

$q_{min} \geq 0$

پی دایره ای

پی به کشش **نمی افتد**

$e = \frac{\sum M}{\sum F_y} \leq \frac{D}{8}$

$\sum F_y$: بار قائم + وزن پی + خاک روی پی

$q = \frac{\sum F_x}{A_{پی}} \pm \frac{\sum M_x . Y}{I_x} \pm \frac{\sum M_y . x}{I_y}$

+ : M_x در نقطه مورد نظر فشار ایجاد میکند

- : M_x در نقطه مورد نظرکشش ایجاد میکند

+ : M_y در خط مورد نظر فشار ایجاد میکند

- : M_y در نقطه مورد نظر کشش ایجاند میکند

پی مستطیلی با مربع

پی به کشش **می افتد**

$\frac{6e_b}{B} + \frac{6e_l}{L} > 1$

محاسبه تنش با نرم افزار کامپیوتری

پی به کشش **نمی افتد**

$\frac{6e_b}{B} + \frac{6e_l}{L} \leq 1$

$q_{max} = \frac{\sum F_y}{A_{پی}} (1 + \frac{6e_b}{B} + \frac{6e_l}{\ell})$

$q_{min} = \frac{\sum F_y}{A_{پی}} (1 - \frac{6e_b}{B} - \frac{6e_l}{\ell})$

$q_A = \frac{\sum F_y}{A_{پی}} \pm \frac{M_b b_A}{I_b} \pm \frac{M_l \ell_A}{I_e}$

$\sum F_y$: بار قائم + وزن پی + خاک روی پی

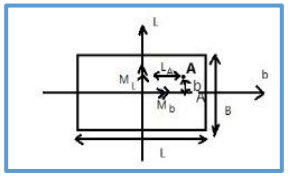
q_A : تنش دلخواه نقطه A

+ : نقطه A در فشار M_l

- : نقطه A در کشش M_b

+ : نقطه A در فشار M_b

- : نقطه A در کشش M_l



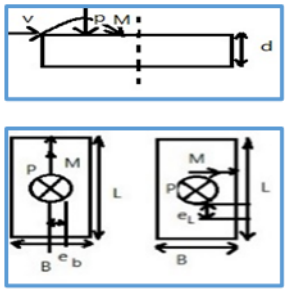
با خروج از مرکزیت یک طرفه

(پی مستطیل ومربع)

$e_b = \frac{\sum M}{\sum F_y}$

$\sum M = (P \times e) \pm M \pm V \times d$

$\sum F_y$: بار قائم+ وزن پی+ خاک روی پی



بدون خروج از مرکزیت

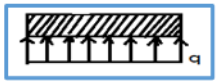
(بار قائم در مرکز سطح پی)

$q_{max} = q_{are} = q_{min} = \frac{\sum F_x}{A_{پی}}$

$e = \frac{\sum M}{\sum F_y} = 0$

$\sum F_y$: بار قائم +وزن پی+ خاک روی پی

$\sum M$: مجموع لنگر



پی منفرد

$\frac{1}{4}$ عرض پی می تواند به کشش بیفتد.

پی به کشش **می افتد**

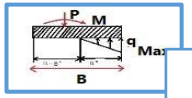
$e_b > \frac{B}{4}$

$q_{max} = \frac{4 \sum F_y}{3\ell(B - 2e_b)}$

$q_{ave} = \frac{1}{2} q_{max}$

$q_{min} = 0$

$\sum F_y$: بار قائم + وزن پی+ خاک روی پی



پی به کشش **نمی افتد**

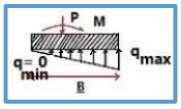
$e_b = \frac{B}{6}$

$q_{max} = \frac{\sum F_x}{A_{پی}} (1 + \frac{6e_b}{B})$: حداکثر تنش زیر پی

$q_{ave} = \frac{\sum F_x}{A_{پی}}$: تنش متوسط زیر پی

$q_{min} = 0$: حداقل تنش زیر پی

$\sum F_y$: بار قائم + وزن پی+ خاک روی پی



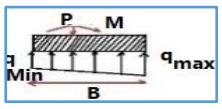
$e_b < \frac{B}{6}$

$q_{max} = \frac{\sum F_x}{A_{پی}} (1 + \frac{6e_b}{B})$: حداکثر تنش زیر پی

$q_{ave} = \frac{\sum F_x}{A_{پی}}$: تنش متوسط زیر پی

$q_{min} = \frac{\sum F_x}{A_{پی}} (1 - \frac{6e_b}{B})$: حداقل تنش زیر پی

$\sum F_y$: بار قائم + وزن پی+ خاک روی پی



پی نواری و گسترده

پی به کشش **می افتد**

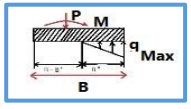
$e_b > \frac{B}{6}$

$q_{max} = \frac{4 \sum F_y}{3\ell(B - 2e_b)}$

$q_{ave} = \frac{1}{2} q_{max}$

$q_{min} = 0$

$\sum F_y$: بار قائم + وزن پی+ خاک روی پی



پی به کشش **نمی افتد**

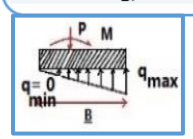
$e_b = \frac{B}{6}$

$q_{max} = \frac{\sum F_x}{A_{پی}} (1 + \frac{6e_b}{B})$: حداکثر تنش زیر پی

$q_{ave} = \frac{\sum F_x}{A_{پی}}$: تنش متوسط زیر پی

$q_{min} = 0$: حداقل تنش زیر پی

$\sum F_y$: بار قائم + وزن پی+ خاک روی پی



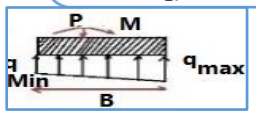
$e_b < \frac{B}{6}$

$q_{max} = \frac{\sum F_x}{A_{پی}} (1 + \frac{6e_b}{B})$: حداکثر تنش زیر پی

$q_{ave} = \frac{\sum F_x}{A_{پی}}$: تنش متوسط زیر پی

$q_{min} = \frac{\sum F_x}{A_{پی}} (1 - \frac{6e_b}{B})$: حداقل تنش زیر پی

$\sum F_y$: بار قائم + وزن پی+ خاک روی پی



ترکیب بار های وارد بر پی:

روش تنش مجاز
- استاتیکی $F = F_D + F_l$
- طرح لرزه ای $F = F_D + \max[(1.25F_L + 0.525F_E), 0.7F_E]$

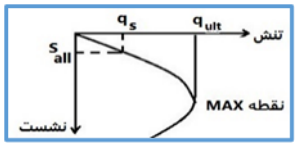
روش ضریب بار و مقاومت
- طرح استاتیکی $F_u = 1.2F_D + 1.6F_L$
- طرح لرزه ای $F_u = Max(1.2F_D + 1.00F_l + 1.00F_E \text{ ، } 1.2F_D + 1.6F_r + 0.8F_w)$

حالت بهره برداری:
- تنش مجاز خاک چسبیده: $F_{کل} = F_D + 0.5F_\ell$
- همه ضریب تقلیل ها $= 1$

روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

محاسبه ظرفیت باربری مجاز و تعیین ابعاد پی

از نمودار



حاصل نمودار → $\left\{\begin{matrix} q_s \\ \frac{q_{u\ell t}}{Fs} \end{matrix}\right.$

نکات:

$q_{u\ell t}$: ظرفیت باربری پی

$\frac{q_{u\ell t}}{Fs}$: ظرفیت مجاز باربری پی

q_s : تنش نظیر نشست مجاز

q_a یا $q_{a\ell\ell}$: ظرفیت باربری مجاز خاک **یا** تنش مجاز خاک

$q_a \times A_{\text{پی}}$: نیروی مجاز خاک

q : تنش ایجاد شده زیر پی تحت بارگذاری

از فرمول

معیار کنترل نشست (آنی)

$$q_s = \frac{s_e}{B \times \frac{1-\mu_s^2}{E_s} \times I_p}$$

یا

$$q_s = k_s s_e$$

$S_e = S_{all}$

S_{all} : از جدول پایین صفحه

q_s : تنش نظیر نشست مجاز

k_s : ضریب عکس العمل بستر

معیار کنترل ظرفیت باربری خاک زیر پی

رابطه ظرفیت باربری پی : $q_{ult} = CN_c S_c\, d_c\, i_c\, b_c\, g_c + q' N_q\, S_q\, d_q\, i_q\, b_q\, g_q + 0.5\, B\, \gamma\, N_\gamma S_\gamma\, d_\gamma\, i_\gamma\, b_\gamma\, g_\gamma$

رابطه ساده ظرفیت باربری پی : $q_{ult} = CN_c + \dot{q} N_q + 0.5\, B\, \gamma\, N$

q_{ult} : ظرفیت باربری پی

$S_c\, S_q S_\gamma$: ضرایب شکل که در صورت نواری بودن پی برابر یک هستند.

$d_\gamma d_c d_q$: ضرایب عمق که در صورت در سطح بودن پی برابر یک هستند.

$i_c\, i_q\, i_\gamma$: ضرایب شیب بار که در صورت عمودی بودن بار برابر یک هستند.

$b_c b_q b_\gamma$: ضرایب شیب کف پی که در صورت نبود شیب برابر یک هستند.

$g_c g_q g_\gamma$: ضرایب شیب زمین اطراف پی که در صورت عدم شیب برابر یک هستند.

$\frac{q_{u\ell t}}{Fs}$ یا $\varphi . q_{u\ell t}$

$\frac{q_{u\ell t}}{Fs}$: ظرفیت باربری مجاز پی روش تنش مجاز

φ : ضریب تقلیل

$\varphi . q_{u\ell t}$: ظرفیت باربری کاهش یافته پی روش حالت حدی

کنترل ظرفیت باربری پی در روش تنش مجاز : $q \le q_{a\ell\ell} = min\left\{q_s, \frac{q_{u\ell t}}{Fs}\right\}$

کنترل ظرفیت باربری پی در روش ضریب بار و مقاومت $q \le min\{q_s,\ \varphi . q_{u\ell t}\}$

q_{all} : ظرفیت باربری مجاز خاک **یا** تنش مجاز خاک

q: تنش ایجاد شده زیر پی تحت بارگذاری ، که با توجه به روش طراحی و جدولهای زیر برابر q_{max} یا q_{ave} می باشد و مقادیر آنها از صفحه قبل به دست می آید.

نکته مهم: در محاسبات $\left\{\begin{matrix} q_{max} \\ q_{ave} \end{matrix}\right.$

1 – پی منفرد می تواند یک چهارم از عرضش به کشش بی افتد

2 – پی گسترده و نواری نباید به کشش بی افتد($q_{min} \ge 0$)

3 – در پی انعطاف پذیر که ظرفیت باربری مجاز از معیار نشست به دست آمده ⇐ $q = q_{max}$

4 – اگر نوع خاک و پی مشخص نبود ⇐ $q = q_{max}$

مشخص شدن ابعاد پی (نیرو و...)

نشست مجاز پی سطحی(تحت بار استاتیکی) S_{all}

خاک	نوع پی	نشست مجاز پی(mm)	
		یکنواخت	غیر یکنواخت
ماسه	منفرد	25	12.5
	نواری	40	20
	گسترده	50	25
رس	منفرد	50	25
	نواری	70	35
	گسترده	100	50

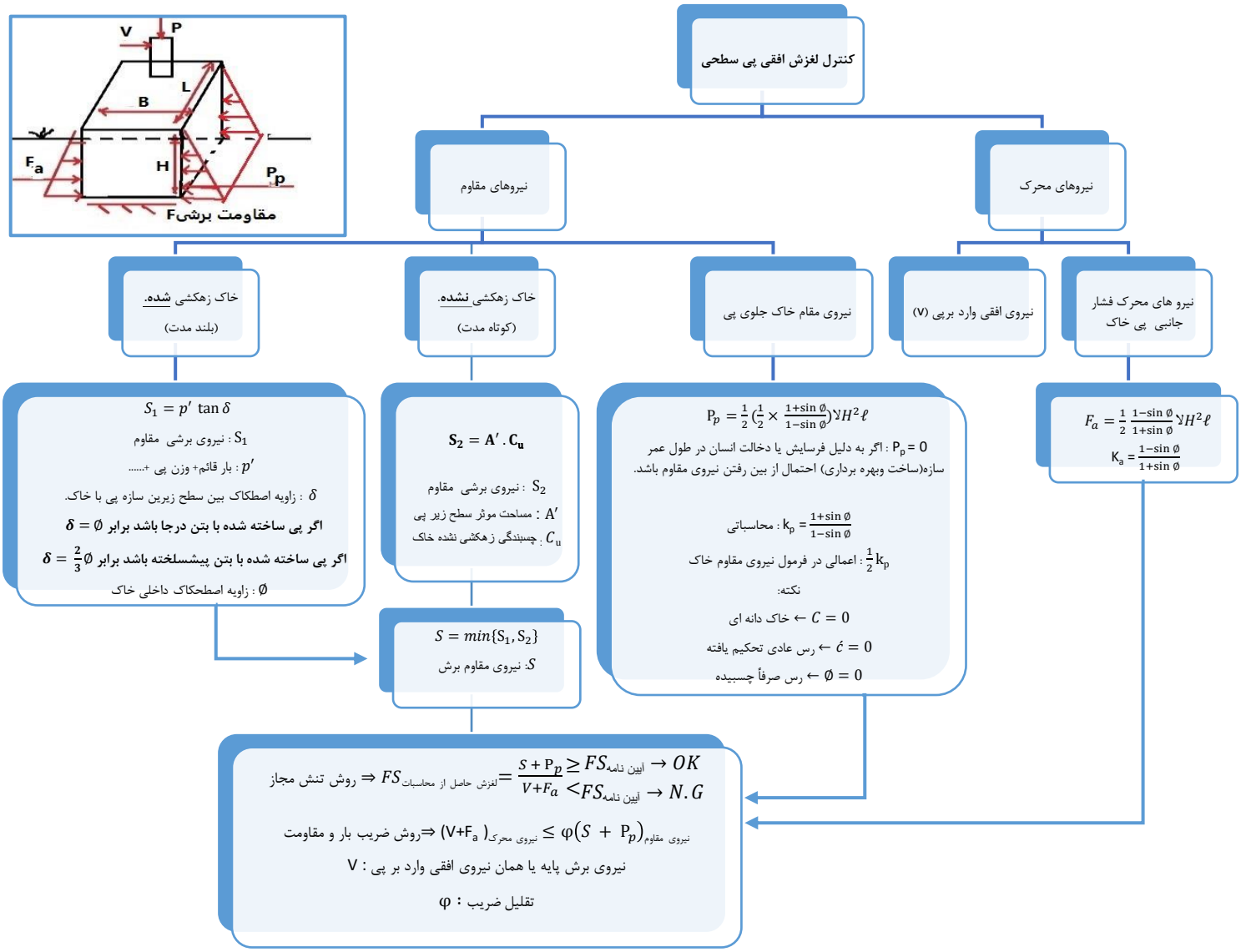
ظرفیت باربری مجاز با مقایسه تنش زیر پی در روش ضریب بار و مقاومت

نوع خاک / نوع پی	دانه‌ای	صرفاً چسبنده
صلب	$q_{ave} < \varphi . q_{u\ell t}$	$q_{max} < \varphi . q_{u\ell t}$
انعطاف پذیر	$q_{ave} < \varphi . q_{u\ell t}$	$q_{ave} < \varphi . q_{u\ell t}$

ظرفیت باربری مجاز با مقایسه تنش زیر پی در روش تنش مجاز

نوع خاک / نوع پی	دانه‌ای	صرفاً چسبنده
صلب	ظرفیت باربری مجاز< تنش متوسط	ظرفیت باربری مجاز< تنش حداکثر
انعطاف پذیر	ظرفیت باربری مجاز< تنش متوسط	ظرفیت باربری مجاز< تنش متوسط

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی
(نشر با ذکر منبع بلامانع است)
بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy



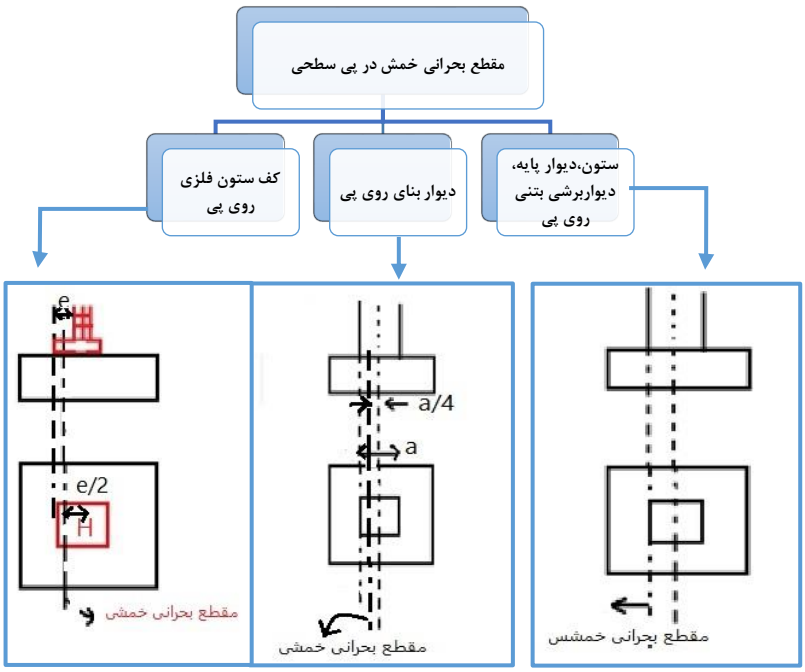
ضریب اطمینان لغزش در روش تنش مجاز FS		ضریب تقلیل لغزش در روش ضریب بار و مقاومت φ	
حالت استاتیکی	حالت لرزه‌ای	حالت استاتیکی	حالت لرزه‌ای
1.5	1.2	1	1.25

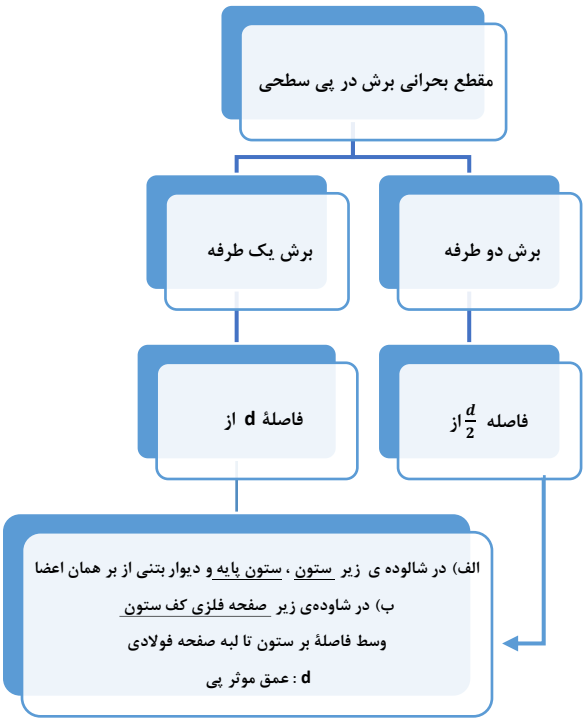
ترکیب بار های وارد بر پی:

روش تنش مجاز $\begin{cases} \text{استاتیکی } F = F_D + F_l \\ \text{طرح لرزه ای } F = F_D + \max[(1.25F_L + 0.525F_E), 0.7F_E] \end{cases}$

روش ضریب بار و مقومت $\begin{cases} \text{طرح استاتیکی } F_u = 1.2F_D + 1.6F_L \\ \text{طرح لرزه ای } F_u = Max(1.2F_D + 1.00F_l + 1.00F_E \text{ ، } 1.2F_D + 1.6F_r + 0.8F_w) \end{cases}$

حالت بهره برداری: $\begin{cases} \text{تنش مجاز خاک چسبیده: } F_{\text{کل}} = F_D + 0.5F_\ell \\ \text{همه ضریب تقلیل ها} = 1 \end{cases}$





نکته: در شالوده های منفرد و زیر دیوار، لنگر خمشی منفی و لزوم در نظر گرفتن آرماتور بالای مقطع شالوده بررسی شود.

نکته: معادل کردن ستون دایره یا چند ضلعی منظم با ستون مربع برای تعیین مقطع بحرانی خمشی و برش: $A = a^2$

A: مساحت دایره یا چند ضلعی

a: مربع به ضلع a

ترکیب بار های وارد بر پی:

روش تنش مجاز $\begin{cases} \text{استاتیکی } F = F_D + F_l \\ \text{طرح لرزه ای } F = F_D + \max\left[(1.25F_L + 0.525F_E), 0.7F_E\right] \end{cases}$

روش ضریب بار و مقومت $\begin{cases} \text{طرح استاتیکی } F_u = 1.2F_D + 1.6F_L \\ \text{طرح لرزه ای } F_u = Max(1.2F_D + 1.00F_l + 1.00F_E \,.\, 1.2F_D + 1.6F_r + 0.8F_w) \end{cases}$

حالت بهره برداری: $\begin{cases} \text{تنش مجاز خاک چسبیده } F_{کل} = F_D + 0.5F_\ell \\ \text{همه ضریب تقلیل ها} = 1 \end{cases}$

هرگاه ستون روی پی بتنی و بار بدون خروج از مرکزیت داشته باشد:

1) لنگر خمشی در مقطع بحرانی خمش: $M_u = \frac{p_u}{A_{پی}} \frac{B(L-a)^2}{8}$

2) نیروی برشی در مقطع بحرانی برش (برش یکنواخت): $V_{u1} = \frac{p_u}{A_{پی}} B \left[\frac{L-a}{2} - d\right]$

3) نیروی برشی در مقطع بحرانی برش(برش دو طرفه): $V_{u2} = p_u - \frac{P_u}{A_{پی}}[(a+d)(b+d)]$

B : عرض پی

ℓ : طول پی

a : بعد ستون در راستای **L**

b : بعد ستون در راستای **B**

d : عنق موثر پی

$p_u = 1.2\,\mathrm{DL} + 1.6LL$

تنش یکنوخت ایجاد شده زیر پی $q_u = \frac{p_u}{A}$

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

خلاصه جداول فصل پی سطحی

مقادیر مجاز چرخش در پی سطحی	
مقدار حداکثر چرخش مجاز Ra	نوع ساختمان
0.0067	حد خرابی (با اسکلت)
0.0033	حد ایجاد ترک غیر سازه ای

نشست مجاز پی سطحی(تحت بار استاتیکی) S_{all}			
خاک	نوع پی	نشست مجاز پی(mm)	
		یکنواخت	غیر یکنواخت
ماسه	منفرد	25	12.5
	نواری	40	20
	گسترده	50	25
رس	منفرد	50	25
	نواری	70	35
	گسترده	100	50

حداقل ضریب اطمینان در روش تنش مجاز در شرایط استاتیکی (پی منفرد – نواری)						
نوع حالت حدی	برشی				تراوش	
	لغزش	ظرفیت باربری	واژگونی ساختمان	پایداری کلی	رگاب	فشار رو به بالا
ضریب اطمینان	1.5	3	1.75	1.5	4	1.5

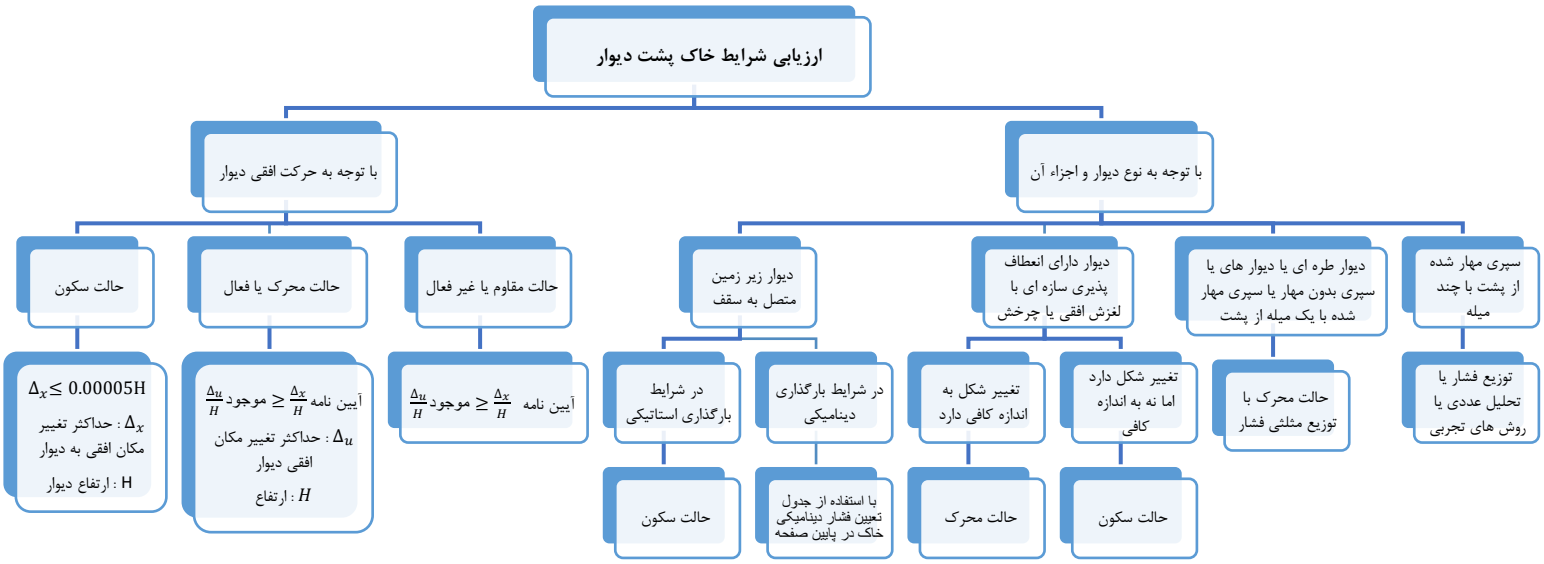
حداقل ضریب اطمینان در روش تنش مجاز در شرایط لرزه ای				
نوع حالت حدی	لغزش	ظرفیت باربری	واژگونی ساختمان	پایداری کلی
ضریب اطمینان	1.2	2	1.5	1.2

ضرایب کاهش مقاومت در روش بار و مقاومت در شرایط لزره ای		
ضرایب بار و کاهش مقاومت	نوع حالت حدی	ضریب
ضرایب کاهش مقاومت	پایداری کلی	1.25
	ظرفیت باربری	0.75
	واژگونی	1
	لغزش	1.25
ضرایب بار	طبق مبحث ششم	

ضرایب کاهش مقاومت در روش بار و مقاومت در شرایط استاتیکی	
نوع حالت حدی	ضرایب کاهش مقاومت
پایداری کلی	1
ظرفیت باربری	0.5
واژگونی	0.75
لغزش	1

ظرفیت باربری مجاز با مقایسه تنش زیر پی در روش ضریب بار و مقاومت		
نوع خاک / نوع پی	دانه‌ای	صرفاً چسبنده
صلب	$q_{ave} < \varphi . q_{u\ell t}$	$q_{max} < \varphi . q_{u\ell t}$
انعطاف پذیر	$q_{ave} < \varphi . q_{u\ell t}$	$q_{ave} < \varphi . q_{u\ell t}$

ظرفیت باربری مجاز با مقایسه تنش زیر پی در روش تنش مجاز		
نوع خاک / نوع پی	دانه‌ای	صرفاً چسبنده
صلب	ظرفیت باربری مجاز> تنش متوسط	ظرفیت باربری مجاز> تنش حداکثر
انعطاف پذیر	ظرفیت باربری مجاز> تنش متوسط	ظرفیت باربری مجاز> تنش متوسط



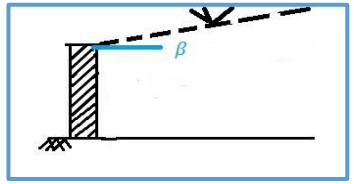
جدول تعیین فشار دینامیکی خاک	
خاک پشت دیوار	**روش محاسبه فشار جانبی خاک در هنگام زلزله**
متراکم یا سخت	فشار دینامیکی خاک با فرض حالت سکون و بکارگیری روابطی مانند وود
متوسط و سست	فشار خاک با فرض حالت محرک و بکارگیری روابط مانند مونونابه – اکابه **یا** فشار استاتیکی با فرض حالت سکون

نوع خاک	آیین نامه $\frac{\Delta_x}{H}$		آیین نامه $\frac{\Delta_x}{H}$	
	گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر		گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر	
	مقاوم	محرک	مقاوم	محرک
ماسه متراکم	0.01	0.001	0.008	0.0008
ماسه باتراکم متوسط	0.02	0.002	0.016	0.0016
ماسه سست	0.04	0.004	0.032	0.0032
لای متراکم	0.02	0.002	0.016	0.0016
رس متراکم	0.05	0.01	0.04	0.008
رس نرم	0.06	0.02	0.048	0.016

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

محاسبه ضریب فشار خاک K

در حالتی که سطح خاک با افق زاویه دارد.



شرایط خاک مقاوم یا غیر فعال

$$k = k_p = \cos\beta \frac{\cos\beta + \sqrt{\cos\beta^2 - \cos\varphi^2}}{\cos\beta - \sqrt{\cos\beta^2 - \cos\varphi^2}}$$

β : زاویه خاک با سطح افق

φ : زاویه اصطکاک داخلی خاک

شرایط خاک محرک یا فعال

$$k = k_a = \cos\beta \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos\beta^2 - \cos\varphi^2}}{\cos\beta + \sqrt{\cos\beta^2 - \cos\varphi^2}}$$

β : زاویه خاک با سطح افق

φ : زاویه اصطکاک داخلی خاک

در حالتی که سطح خاک با افق صفر است.

فرمول

شرایط خاک مقاوم یا غیر فعال

$$k = k_p = \frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)$$

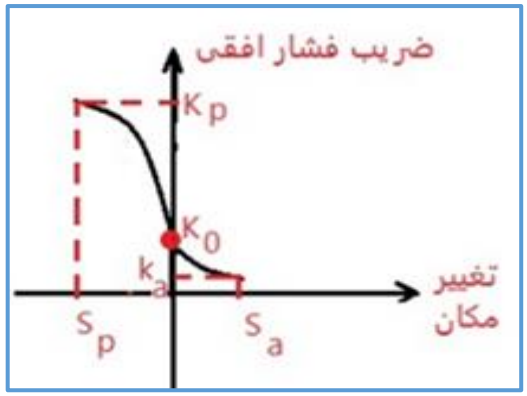
شرایط خاک محرک یا فعال

$$K = k_a = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$

شرایط سکون

$$k = k_0 = 1 - \sin\phi$$

نمودار



نکته : k ضریب فشار خاک:

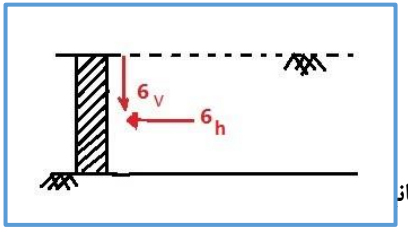
- k_0 ضریب فشار خاک و حالت سکون $k_0 = \frac{\sigma_h}{\sigma_v}$ ، σ_h : فشار جانبی خاک ، σ_u : فشار قائم خاک
- k_a ضریب فشار خاک و حالت محرک $k_0 = \frac{\sigma_a}{\sigma_v}$ ، $\sigma_h = \sigma_a$: فشار مؤثر افقی
- k_p ضریب فشار خاک و حالت سکون $k_0 = \frac{\sigma_p}{\sigma_v}$ ، $\sigma_h = \sigma_p$: فشار مؤثر افقی

$$k_p \geq k_0 \geq k_a \Rightarrow \sigma_p \geq \sigma_0 \geq \sigma_a$$

$$k_{pe} < k_P$$

لرزه ای

$$k_{ae} > k_a$$

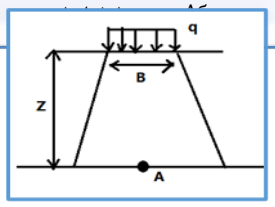


http://t.me/payam_Abbasy

محاسبه تقریبی تنش ناشی از بارگذاری در عمق خاک (توزیع تقریباً ۲ قائم عمودی و1 افقی)

$$\Delta\sigma = \frac{q \times B}{B + Z}$$

q: بار نواری به عرض B



محاسبه دقیق تنش قائم در خاک

$$\sigma_A = \gamma_d H_1 + \gamma_{sat_1} H_2 + \gamma_{sat_2} H_3 + q$$

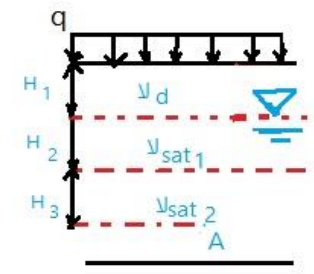
σ_A : مقدار تنش کل در نقطه A γ_d : وزن مخصوص کف

γ_{sat} : وزن مخصوص اشباع q : سربار

u : فشار آب حفره ای $u = \gamma_w \times H_w$

$$\acute{\sigma}_A = \sigma_A - u$$

$\acute{\sigma}_A$: تنش مؤثر در نقطهٔ A



محاسبه فشار جانبی در خاک (استاتیکی)

حالت کلی (روش رانکین)

$$\sigma_h = \acute{\sigma}_h + u = k\sigma_v \pm 2c\sqrt{k} + u = k(\gamma_t H_1 + \gamma_1 H_2 + q) \pm 2c\sqrt{k} + \gamma_w H_w$$

σ_h : تنش افقی کل

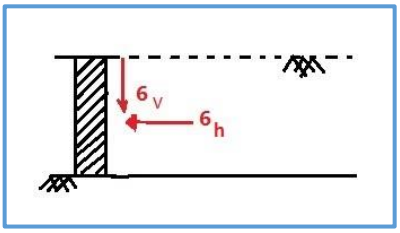
$\acute{\sigma}_h$: تنش مؤثر افقی

u : فشار آب حفره ای

$k\sigma_v \pm 2c\sqrt{k}$: تنش قائم

K : k نقطه ای که تنش برای آن محاسبه شده در حالت سکون یا محرک یا مقاوم

C : نقطه ای که تنش برای آن محاسبه شده



شرایط خاک مقاوم یا غیر فعال

$$k = k_p = \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi} = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\sigma_h = k_p\left(\gamma_t H_1 + \acute{\gamma} H_2 + q\right) + 2c\sqrt{k} + \gamma_w H_w$$

$$\acute{\sigma}_h = \sigma_p$$

$\acute{\sigma}_h$: فشار مؤثر افقی خاک

σ_p : تنش با خاک مقاوم

شرایط خاک محرک یا فعال

$$K = k_a = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\sigma_h = k_a\left(\gamma_t H_1 + \acute{\gamma} H_2 + q\right) - 2c\sqrt{k_a} + \gamma_w H_w$$

$$\acute{\sigma}_h = \sigma_a$$

$\acute{\sigma}_h$: فشار مؤثر افقی خاک

σ_a : تنش با فشار محرک خاک

$\acute{\gamma}$: وزن مخصوص غوطه وری خاک

$\acute{\gamma} = \gamma_{sat} - \gamma_w$

γ_{sat} : وزن مخصوص خاک اشباع

γ_w : وزن مخصوص آب

γ_t یا γ_d : وزن مخصوص خاک خشک (غیر اشباع)

شرایط سکون

$$k = k_0 = 1 - \sin\phi$$

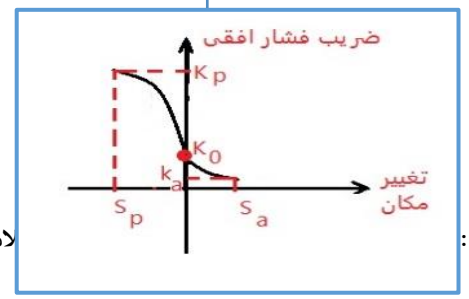
$$\sigma_h = k_0\left(\gamma_t H_1 + \acute{\gamma} H_2 + q\right) + \gamma_w H_w$$

K : k نقطه ای که تنش برای آن محاسبه شده

C : تنش چسبندگی مؤثر خاک

ϕ : زاویهٔ مؤثر اصطحکاک

مجاسبه k از نمودار



تهیه و تدوین : (لامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

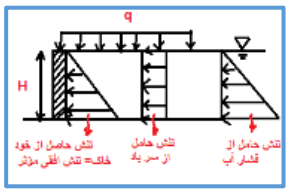
فشار جانبی خاک هنگام زلزله

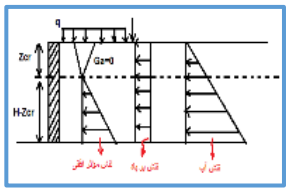
- **محل اعمال**
  - H × (0.45 تا 0.6) ، از پای دیوار
    (هرچه صلب تر باشد ضریب کوچکت تر)
    H : ارتفاع دیوار
- **مقدار**
  - $F_{h_{زلزله}} = F_{استاتیک} + \Delta F_{دینامیکی}$ اضافه فشار

توزیع فشار جانبی خاک

- **حالت خاص**
  - خاک چسبنده (رس) در حالت محرک که ترک کششی ایجاد شده
    - $\sigma_a = k_a \gamma (H - z_{cr}) - 2c\sqrt{k}$
      z_{cr}: صفحه 18 فلوچارت
- **اگر دیوار حائل مهارهایی داشته باشد.**
  - مهار جانبی از پشت
    - توزیع فشار خطی مثلثی
  - مهار جانبی چند تیرک افقی یا مایل از جلو
    - توزیع فشار ذوزنقه ای یا مستطیلی

نکته: درحالت کلی، بدون ترک کششی:
تغییر k (تغییر Ø) در نمودار جهش ایجاد کرده و تغییر γ شیب نمودار را تغییر داده





تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

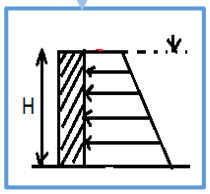
توزیع فشار جانبی خاک

اگر دیوار حائل مهار جانبی نداشته باشد.

یک لایه خاک

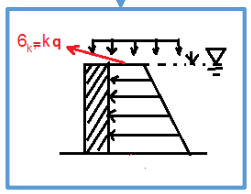
با γ_t و K متفاوت

$$\sigma_h = k\gamma_t H \pm 2c\sqrt{k}$$



با γ_t و K ثابت و سربار

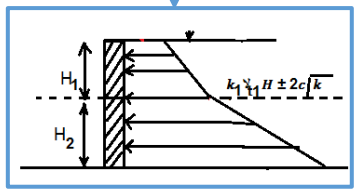
$$\sigma_h = k\left(\gamma H + q\right) + \gamma_w H_w \pm 2c\sqrt{k}$$



دو لایه خاک

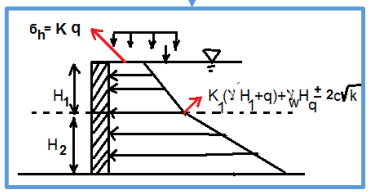
با γ_t و k متفاوت

$$k_1 = k_2$$
$$\gamma_2 > \gamma_1$$
$$\sigma_h = k_2(\gamma_{t1}H_1 + \gamma_{t2}H_2) \pm 2c\sqrt{k}$$



با k ثابت و γ متفاوت و سربار

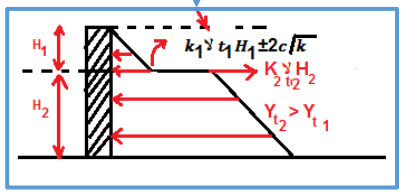
$$k_1 = k_2 \qquad \gamma_2 > \gamma_1$$
$$\sigma_h = k_2\left(\gamma_1 H_1 + \gamma_2 H_2 + q\right) + \gamma_w H_T \pm 2c\sqrt{k}$$



دو لایه خاک

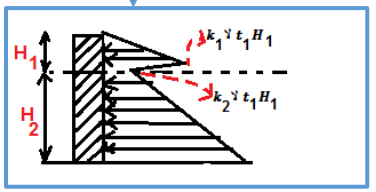
با k و γ_t متفاوت

$$\gamma_2 > \gamma_8 \text{ و } k_2 > k_8$$
$$\sigma_h = k_2(\gamma_{t1}H_1 + \gamma_{t2}H_2) \pm 2c\sqrt{K}$$



γ , $k_2 < k_n$

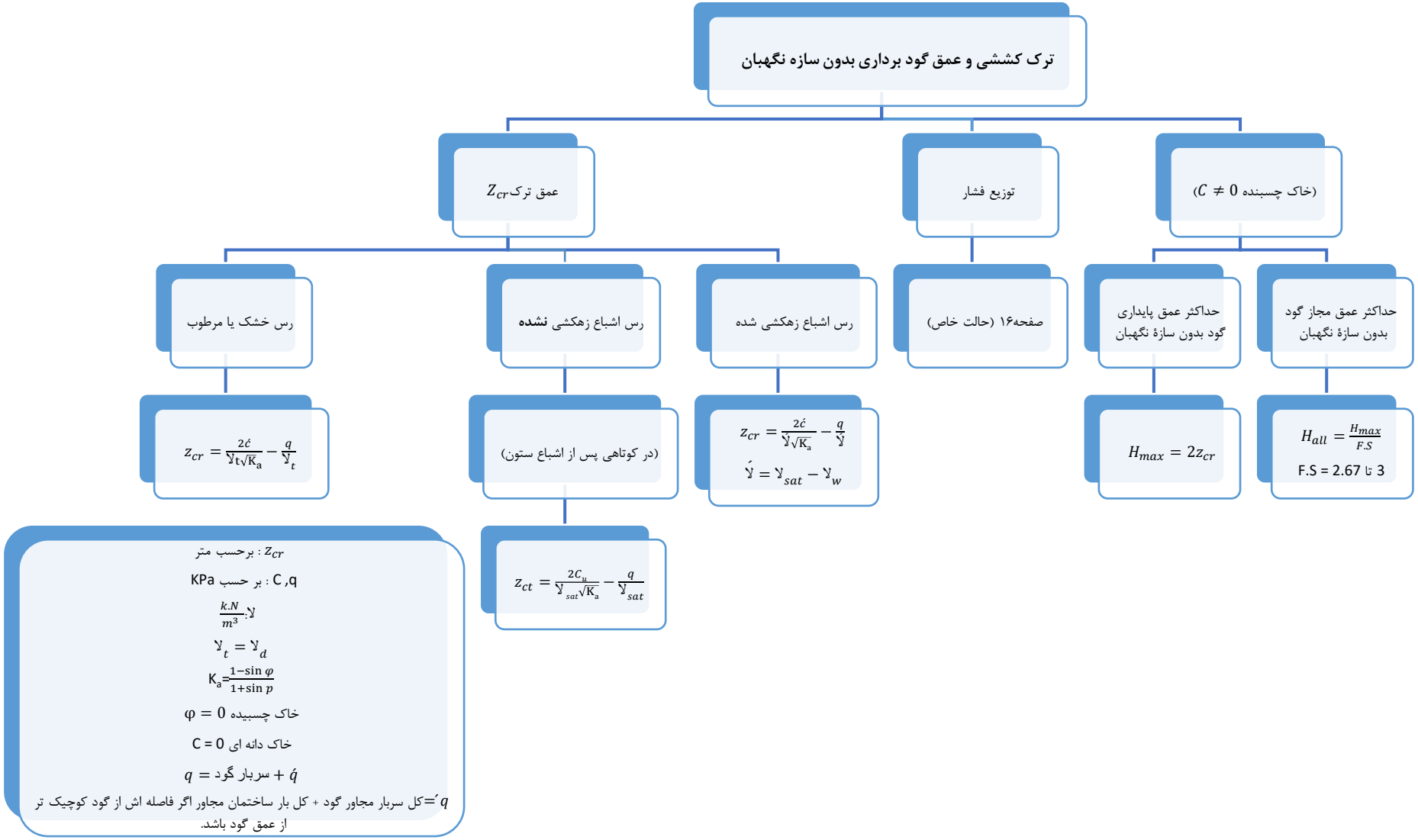
$$\sigma_h = k_2(\gamma_{t_1}H_1 + \gamma_{t_2}H_2) \pm 2c\sqrt{k}$$



با k و γ_t متفاوت و سربار

مشابه حالتبا k و γ_t متفاوت، موارد جمله $\gamma_w H_w$ و kq اضافه شده.

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy



تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

نیرو و لنگر ناشی از فشار جانبی خاک

در خاک چسبنده که پتانسیل ترک خوردن دارد.

با در نظر گرفتن ترک

$F_h=\frac{1}{2}K_a\gamma'H\,(H-Z_{cr})\,L+(K_a\,q-2C'\sqrt{K_a})\,(H-Z_{cr})\,L+\frac{1}{2}\gamma_w H^2{}_w L$

$M_h=\frac{1}{6}K_a\gamma'H\,(H-Z_{cr})^2\,L+\frac{1}{2}(K_a\,q-2C'\sqrt{K_a})\,(H-Z_{cr})^2\,L+\frac{1}{6}\gamma_w H^3{}_w L$

قبل از وقوع ترک کششی

$F_h=\frac{1}{2}K_a\gamma'H^2L+(K_a\,q-2C'\sqrt{K_a})HL+\frac{1}{2}\gamma_w H^2{}_w L$

$M_h=\frac{1}{6}K_a\gamma'H^3L+\frac{1}{2}(K_a\,q-2C'\sqrt{K_a})H^2L+\frac{1}{6}\gamma_w H^3{}_w L$

چند لایه خاک با K و لا متفاوت

لنگر وارد بر دیوار

بازوی لنگر نسبت به پنجه دیوار $\times M_h=\sum(F_h)_i$

نکته:

برای راحتی کار نمودار را به مستطیل و مثلث تقسیم کرده تا بازو به راحتی قابل محاسبه باشد.بازو از مرکز سطح توزیع تنش تا پنجه دیوار می باشد.

نیروی افقی وارد بر دیوار

رسم نمودار توزیع تنش مشابه دو صفحه قبل

$F_h=\sum$ (مساحت نمودار توزیع فشار × طول دیوار)

طول دیوار: اگر در سوال نداد ۱ متر فرض کرده.

یک لایه خاک دانه ای ($C'=0$ ، K و لا ثابت)

لنگر وارد بر دیوار

بازوی لنگر نسبت به پنجه دیوار $\times M_h=\sum(F_h)_i$

نکته:

برای راحتی ، نمودار را به مستطیل و مثلث تقسیم کرده تا بازو به راحتی قابل محاسبه باشد.بازو از مرکز سطح توزیع تنش تا پنجه دیوار می باشد.

$M_h=\frac{1}{6}K\gamma'H^3L+\frac{1}{2}K\,qH^2L+\frac{1}{6}\gamma_w H^3{}_w L$

نیروی افقی وارد بر دیوار

$F_h=\sum$ (مساحت نمودار توزیع فشار × طول دیوار)

طول دیوار: اگر در سوال نداد ۱ متر فرض کرده.

$F_h=\frac{1}{2}K\gamma'H^2L+K\,qHL+\frac{1}{2}\gamma_w H^2{}_w L$

$\frac{1}{2}K\gamma'H^2L$: فشار موثر خاک

$K\,qHL$: فشار سربار

$\frac{1}{2}\gamma_w H^2{}_w L$: فشار آب

L : طول دیوار

اگر خاک اشباع نبود پس $\gamma'=\gamma_{sat}-\gamma_w$ ، $\gamma=\gamma_d$

محاسبه ضریب فشار خاک K

در حالتی که سطح خاک با افق صفر است.

شرایط خاک مقاوم یا غیر فعال

$k=k_p=\frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi}=\tan^2\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\phi}{2}\right)$

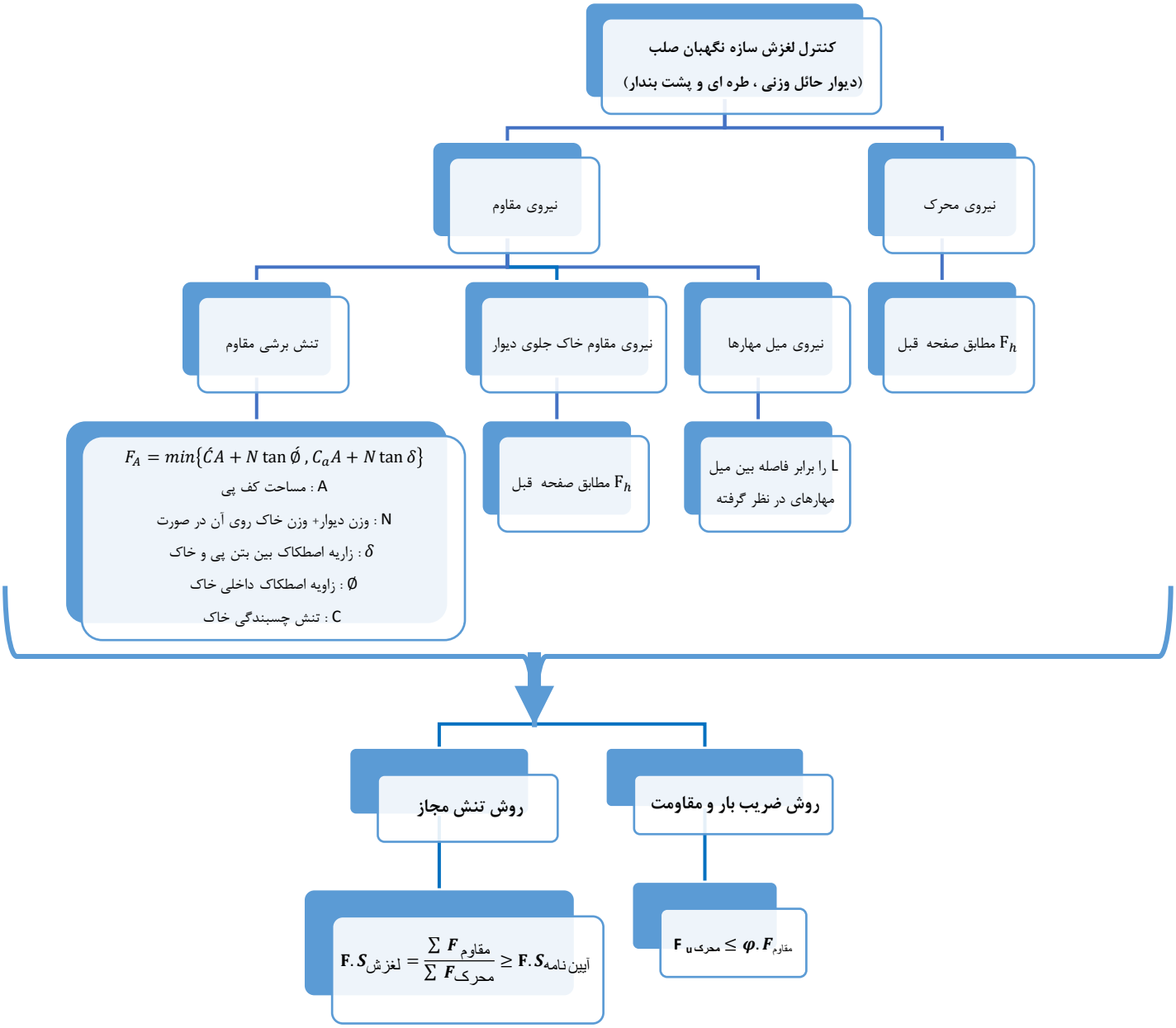
شرایط خاک محرک یا فعال

$K=k_a=\frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}=\tan^2\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\phi}{2}\right)$

شرایط سکون

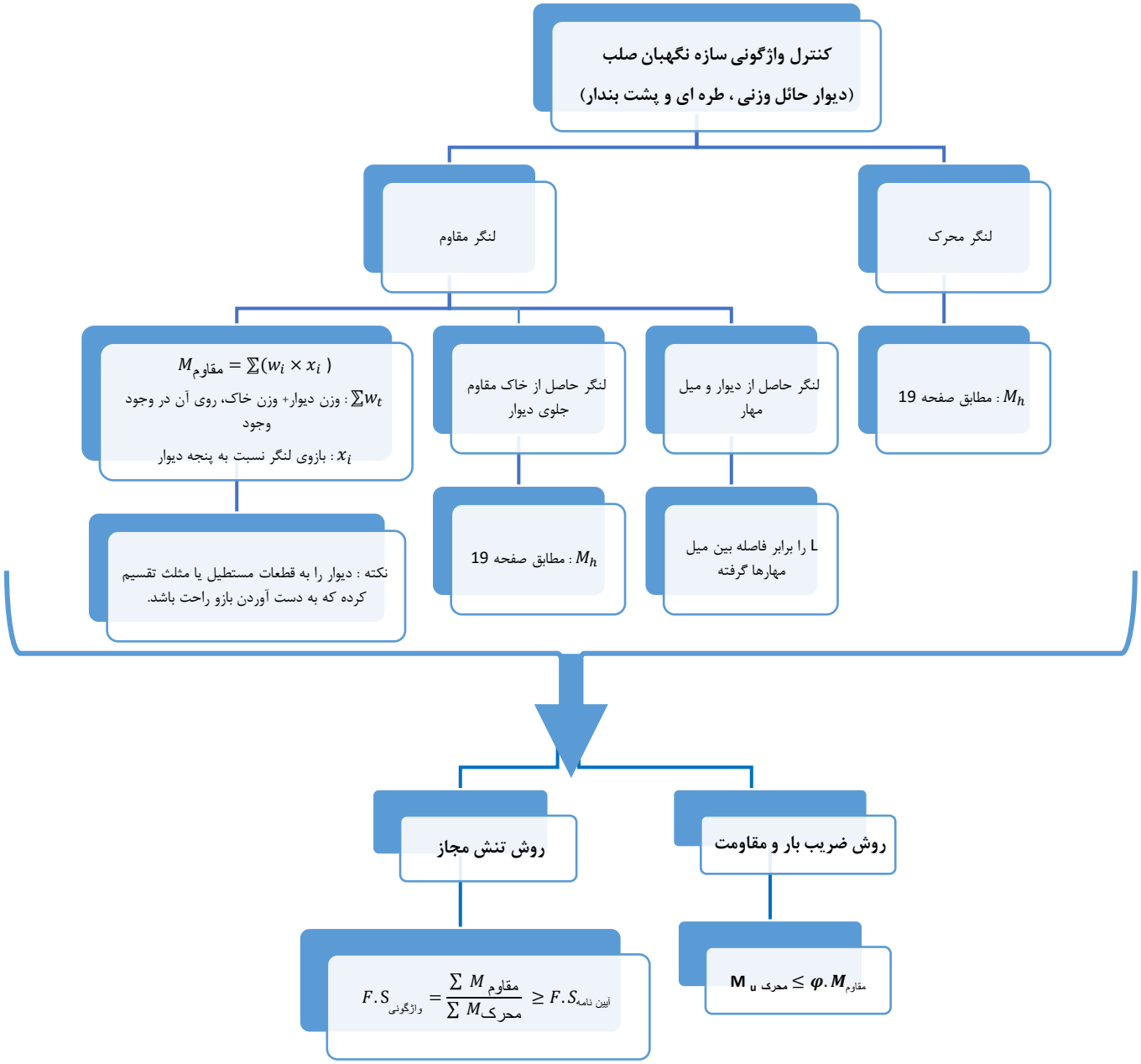
$k=k_0=1-\sin\phi$

تهیه و تدوین در http://t.me/payam_Abbasy



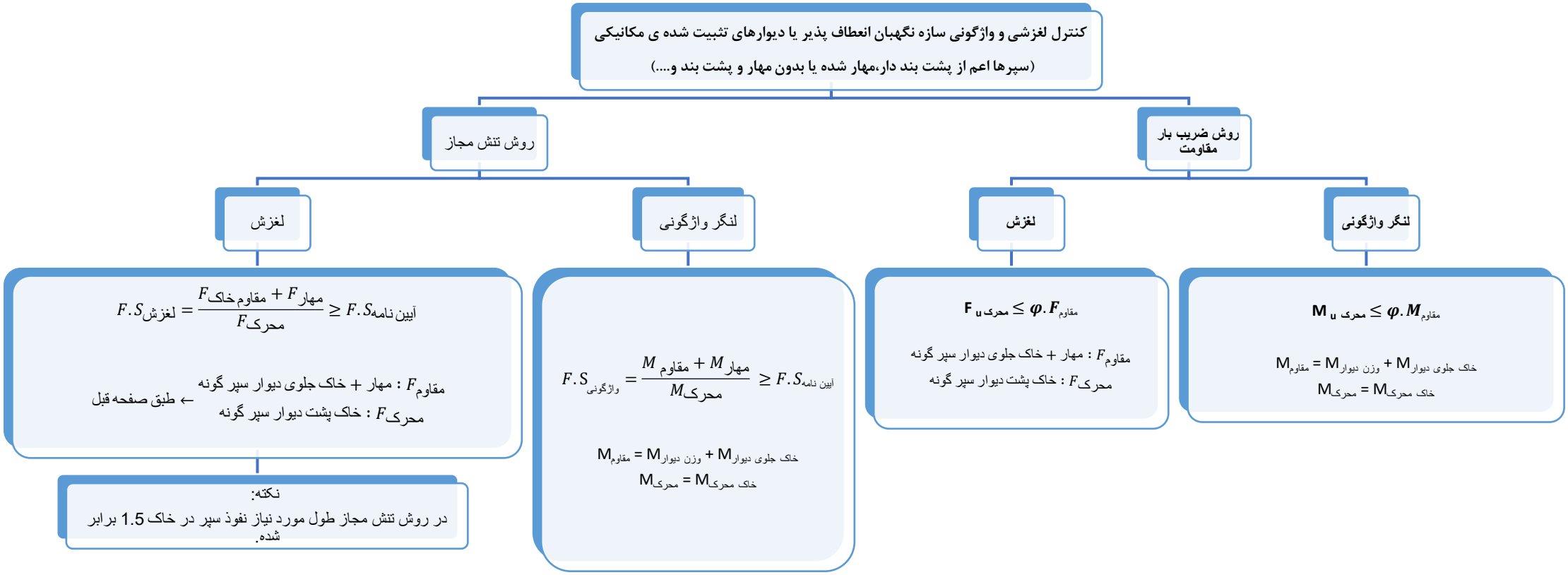
در روش تنش مجاز F.S								در روش ضرایب بار و مقاومت φ			
گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر				گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر				گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر		گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر	
مقاومت خاک مقابل دیوار لحاظ نشود.		مقاومت خاک مقابل دیوار لحاظ شود.		مقاومت خاک مقابل دیوار لحاظ نشود.		مقاومت خاک مقابل دیوار لحاظ شود.		در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی
در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی				
1.2	1.5	2	2	1.44	1.8	2.4	2.4	1.25	1	1	0.8

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy



در روش تنش مجاز F.S				در روش ضرایب بار و مقاومت φ			
گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر		گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر		گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر		گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر	
در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی
1.2	1.75	1.44	2.1	1.25	0.85	1	0.68

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

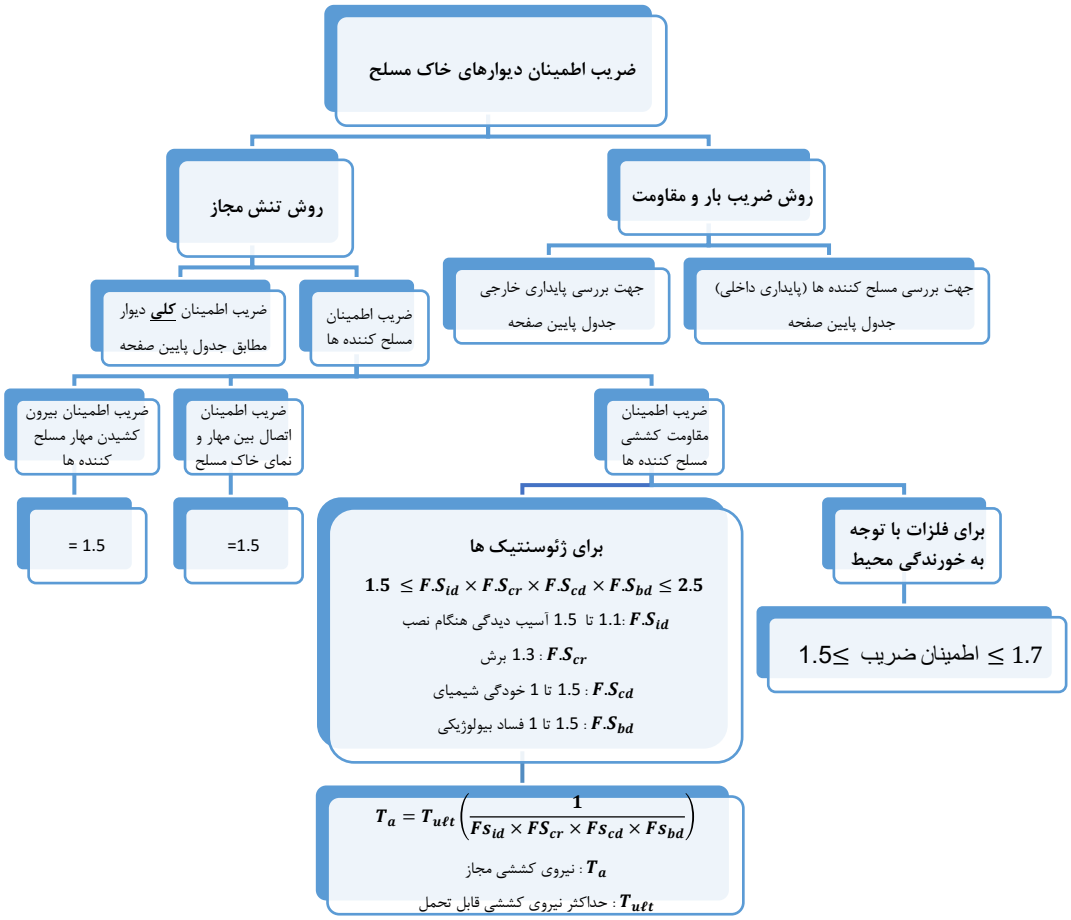


در روش تنش مجاز F.S

گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر						گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر					
لغزش				واژگونی		لغزش				واژگونی	
خاک تحکیم یافته		خاک غیر تحکیم یافته		در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	خاک تحکیم یافته		خاک غیر تحکیم یافته		در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی
در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی			در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی		
≥ 2	≥ 2	2	2	1.2	1.75	≥ 2.4	≥ 2.4	2.4	2.4	1.44	2.1

در روش ضرایب بار و مقاومت φ

گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر						گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر					
لغزش				واژگونی		لغزش				واژگونی	
در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی			در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی		
1.25	1	1.25	0.85	1	0.8	1	1	1.25	**0.68**		



حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای خاک مسلح در حالت کلی(پایداری خارجی)، روش تنش مجاز *F.S*

شرایط	گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر				گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر			
	واژگونی	لغزش	ظرفیت باربری پی دیوار	پایداری کلی (شیروانی)	واژگونی	لغزش	ظرفیت باربری پی دیوار	پایداری کلی (شیروانی)
استاتیکی	1.75	1.5	2	1.5	2.1	1.8	2.44	1.8
لرزه ای	1.2	1.2	2	1.3	1.44	1.44	2.44	1.56

ضرایب کاهش مقاومت در پایداری خارجی دیوارهای خاک مسلح در روش بار و مقاومت *φ*

کنترل	گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر		گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر	
	شرایط استاتیکی	شرایط لرزه ای	شرایط استاتیکی	شرایط لرزه ای
پایداری کلی	1	1.15	0.8	0.92
ظرفیت باربری	0.5	0.75	0.4	0.6
واژگونی	0.85	1.25	0.68	1
لغزش	1	1.25	0.8	1

ضرایب کاهش مقاومت در پایداری داخلی دیوارهای خاک مسلح در روش بار و مقاومت *φ*

نوع پایداری	کنترلها	گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر		گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر	
		شرایط استاتیکی	شرایط لرزه ای	شرایط استاتیکی	شرایط لرزه ای
مسلح کننده	مقاومت کششی تسمه فلزی	**0.75**	**0.95**	**0.6**	**0.76**
	مقاومت کششی مسلح کننده ژئوسنتیک	**0.9**	**1.2**	**0.72**	**0.96**
	مقاومت بیرون کشیدن مسلح کننده	**0.9**	**0.95**	**0.72**	**0.76**
	لغزش بین مسلح کننده و خاک	**0.8**	**0.95**	**0.64**	**0.76**

http://t.me/payam_Abbasy بر روی لینک کلیک کنید (نشر با ذکر منبع بلامانع است) تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی

خلاصه جداول فصل سازه نگهبان

حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای صلب ، روش تنش مجاز *F.S*

شرایط	گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر				گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر			
	واژگونی	لغزش	ظرفیت باربری پی دیوار	پایداری کلی (شیروانی)	واژگونی	لغزش	ظرفیت باربری پی دیوار	پایداری کلی (شیروانی)
استاتیکی	1.75	1.5	3	1.5	2.1	1.8	3.6	1.8
لرزه ای	1.2	1.2	2	1.3	1.44	1.44	2.44	1.56

ضریب اطمینان در برابر بالا زدگی کف :

بالا زدگی باید کنترل شود و ترجیحاً $\frac{\gamma H}{C} < 6$ باشد.

ضرایب کاهش مقاومت دیوارهای صلب در روش بار و مقاومت φ

کنترل	گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر		گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر	
	شرایط استاتیکی	شرایط لرزه ای	شرایط استاتیکی	شرایط لرزه ای
پایداری کلی	1	1.15	0.8	0.92
ظرفیت باربری	0.5	0.75	0.4	0.6
واژگونی	0.85	1.25	0.68	1
لغزش	1	1.25	0.8	1

ضرایب کاهش مقاومت شیروانی در روش بار و مقاومت φ

کنترل ها	گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر		گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر	
	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای
پایداری کلی	1	1.15	0.8	0.92
ظرفیت باربری	0.5	0.75	0.4	0.6
لغزش	0.9	0.95	0.72	0.76

حداقل ضریب اطمینان برای **پایداری کلی گود موقت**

نوع	**عدم وجود** ساختمان در حوزه تاثیر ناپایداری	**وجود** ساختمان در حوزه تاثیر ناپایداری
شیب‌های خاکبرداری	1.3	1.95
پایداری کلی شیروانی	1.3	1.95
بالا آمدن کف گود	1.5	2.25

4- در تحلیل پایداری گود بار مردهو زنده ساختمان‌ها و ابنیه مجاور به طور کامل در نظر گرفته شده.

5- برای تحلیل گود در شرایط موقت(کمتر از یک سال) در نظر گرفتن بار زلزله الزامی نیست.

6- گود با زمان کمتر از یکسال موقت است.

ضریب اطمینان مهار $F.S$

گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر				گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر			
در صورتی که دیوار سپری مهار شده باشد		اگر میل مهار به شمع متصل باشد.	اگر میل مهار به سپری متصل باشد.	در صورتی که دیوار سپری مهار شده باشد		اگر میل مهار به شمع متصل باشد.	اگر میل مهار به سپری متصل باشد.
مهار تزریقی در سنگ	مهار تزریقی در خاک	ضریب اطمینان شمع به کار می رود.	ضریب اطمینان سپری به کار می رود	مهار تزریقی در سنگ	مهار تزریقی در خاک	ضریب اطمینان شمع× 1.2 به کار می رود.	ضریب اطمینان سپری × 1.2به کار می رود
4	3			4.8	3.6		

ضرایب کاهش مقاومت دیوارهای انعطاف پذیر در روش بار و مقاومت φ

گودبرداری با عمق کمتر از 20 متر			گودبرداری با عمق بیشتر از 20 متر	
کنترل ها	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای	در شرایط استاتیکی	در شرایط لرزه ای
پایداری کلی	1	1.15	0.8	0.92
واژگونی	0.85	1.25	0.68	1
لغزش	1	1.25	0.8	1
دیوار مهاری یا المان مقاوم	0.75	0.85	0.6	0.68
مقاومت کششی	0.8	0.8	0.64	0.64
مقاومت در برابر بیرون کشیدگی	0.65 برای خاک و 0.5 برای سنگ	0.9 برای خاک و 1 برای سنگ	0.52 برای خاک و 0.4 برای سنگ	0.72 برای خاک و 0.8 برای سنگ

آزمایش باربری مهارها

حالت	شرایط کارگاه و خاک	بار آزمایش		حداقل تعداد آزمایش ها
		مهار دائمی	مهار موقت	
1	تجربه در خاک و مهار مورد نظر در نزدیکی کارگاه وجود دارد.	150% بار طرحی	125% بار طرحی	**5% از تعداد کل مهارها باید آزمایش شود.**
2	تجربه در خاک و مهار مورد نظر وجود داشته باشد اما نه در نزدیکی کارگاه	150% بار طرحی	125% بار طرحی	**5% از تعداد کل مهارها باید آزمایش شود.همچنین 2 الی 3 مهار تا 200٪ بار طراحی آزمایش شود.**
3	تجربه در خاک و مهار مورد نظر وجود ندارد.	150% بار طرحی	125% بار طرحی	**10% از تعداد کل مهارها باید آزمایش شود.همچنین 2 الی 3 مهار تا 250٪ بار طراحی آزمایش شود.**

نکات:

1- **در انتهای کلیه آزمایش ها باید آزمایش خزش انجام شود.**
2- **در آزمایشهای فوق مهاری زیر 200٪ بار طراحی گسیخته شود باید طراحی دوبار صورت گیرد.**
3- **آزمایشهای فوق باید به صورت بارگذاری _ باربرداری باشد و هر پله بارگذاری و باربرداری حداقل 25٪ بار طراحی باشد.**
4- **مهاری که بیش از دو سال مورد استفاده قرار گیرد باید به صورت دائمی طراحی کرد.**

آزمایش خزش مهارها

خاک	مقدار بار		مدت نگهداری بار حداکثر در آزمایش	نرخ قابل قبول
	مهار دائمی	مهار موقت		
ماسه	150% بار طرحی	125% بار طرحی	1 الی 2 ساعت	**در نمودار تغییر مکان _ لگاریتم زمان باید خزش در بازه های 20 دقیقه ای کمتر از 2 میلیمتر باشد.**
رس	150% بار طرحی	125% بار طرحی	24 ساعت	

نکات:

1- **در مورد متوسط زمان 20 دقیقه ای نمی شود اظهار نظر کرد باید بازه های زمانی دقیقاً 20 دقیقه باشد.**
2- **مهاری که بیش از دو سال مورد استفاده قرار گیرد باید به صورت دائمی طراحی کرد.**

تک شمع ، تحت بار فشاری

اصطکاک منفی در قسمتی از شمع فشاری

$\Delta_{\text{نشست خاک مجاور}} > \Delta_{\text{نشست شمع}}$

$R_c = R_s + R_b - R_n$

R_c : ظرفیت باربری فشاری شمع

R_s : مقاومت جدار شمع

R_n : نیروی اصطحکاک که به جوارهٔ شمع وارد شده (روبه پایین) و همانند R_s محاسبه شود

روش ضرایب بار و مقاومت

$F_c \le \varphi R_c$

F_c : بار فشاری طراحی حاصل از ترکیب بار با ضریب

روش تنش مجاز

$F_c \le \frac{R_c}{F.S}$

F_c : بار فشاری طراحی حاصل از ترکیب بار بدون ضریب

خاک صرفاً چسبنده ($\varphi = \varphi_u = 0$, $c = S_u$)

$q_{si} = \sum \alpha_i \cdot S_{ui}$

$q_b = N_t \cdot S_u$

N_t : ضریب ظرفیت باربری

- قطر شمع کوچکتر از ۰.۵ متر، $N_t = 9$
- قطر شمع بین ۰.۵ تا ۱ متر، $N_t = 7$
- قطر شمع بزرگتر از ۱ متر، $N_t = 6$

α_i : ضریبی است در محدوده ی ۰.۳ تا ۱

q_{si} : ظرفیت باربری شمع در لایه i واحد تنش دارد.

S_{ui} : حداقل مقاومت برشی زهکشی نشده خاک

q_b : ظرفیت باربری نوک شمع واحد تنش دارد

$R_s = \sum q_{si} A_{si}$

$R_b = q_b A_b$

$R_c = R_s + R_b$

R_s : مقاومت جدار شمع

A_{si} : مساحت جانبی بدنهٔ شمع در لایه های مختلف خاک

R_b : مقاومت نوک شمع

A_b : مساحت موثر نوک شمع

روش ضرایب بار و مقاومت

$F_c \le \varphi R_c$

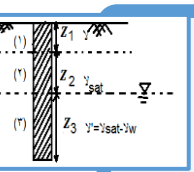
F_c : بار فشاری طراحی حاصل از ترکیب بار با ضریب

روش تنش مجاز

$F_c \le \frac{R_c}{F.S}$

F_c : بار فشاری طراحی حاصل از ترکیب بار بدون ضریب

خاک غیر چسبنده (دانه ای)



$\bar{\sigma}_{vi}$: تنش مؤثر در عمق Z

$\bar{\sigma}_{v1} = \frac{Z_1}{2}\gamma$

$\bar{\sigma}_{v1} = Z_1\gamma + \frac{Z_2}{2}\gamma_{sat}$

$\bar{\sigma}_{v1} = Z_1\gamma + Z_2\gamma_{sat} + \frac{Z_3}{2}\gamma'$

$q_{si} = \sum \beta_i \bar{\sigma}_{vi}$

q_{si} : ظرفیت باربری شمع در لایه i واحد تنش دارد.

β_i : فاکتور مقاومت جدار که بین ۰.۲ تا ۱.۵ متغییر است.

$q_b = CN_c + \acute{q}N_g$

q_b : ظرفیت باربری نوک شمع واحد تنش دارد.

C : تنش چسبندگی خاک

N_g, N_c : باید از روابط معتبر مابرهوف یا وسیکو یا جانبو یا کولهاوی

$\acute{q}$: تنش مؤثر در تراز نوک شمع

$\acute{q} = \gamma Z_1 + \gamma_{sut} Z_2 + \gamma' Z_3 + \cdots +$ تا نوک شمع

$R_s = \sum q_{si} A_{si}$

$R_b = q_b A_b$

$R_c = R_s + R_b$

A_{si} : مساحت جانبی بدنهٔ شمع در لایه های مختلف خاک P

$A_{si} = \times L_i$

L_i : طول شمع در لایه i ام

P : محیط شمع

A_b : مساحت موثر نوک شمع

R_c : ظرفیت باربری فشاری شمع

R_s : مقاومت جدار شمع

R_b : مقاومت نوک شمع

روش ضرایب بار و مقومت

$F_c \le \varphi R_c$

F_c : بار فشاری طراحی حاصل از ترکیب بار با ضریب

روش تنش مجاز

$F_c \le \frac{R_c}{F.S}$

F_c : بار فشاری طراحی حاصل از ترکیب بار بدون ضریب

ضریب کشش مقاومت شمع در حالت استاتیکی(بار و مقاومت)			
نوع بار	روش تعیین ظرفیت باربری		ضریب کاهش مقاومت ϕ
فشاری/ کششی	فقط روش تحلیلی	کوبشی	0.5
		درجاریز	0.375
	آزمایش نفوذ مخروط		0.55
	آزمایش بار گذاری استاتیکی (فشار/ کشش)		0.68
	آزمایش بارگذاری دینامیکی		0.6
جانبی	فقط روش تحلیل		0.6
	آزمایش استاتیکی (جانبی)		0.75

ضریب اطمینان شمع در حالت ایستاتیکی (تنش مجاز)			
نوع بار	روش تعیین ظرفیت باربری		ضریب اطمینان F.S
فشاری/ کششی	فقط روش تحلیلی	کوبشی	3
		درجاریز	4
	آزمایش نفوذ مخروط		2.8
	آزمایش بارگذاری استاتیکی (فشار/ کشش)		2.2 ★
	آزمایش بارگذاری دینامیکی		2.5
جانبی	فقط روش تحلیل		2.5
	آزمایش استاتیکی (جانبی)		2

★ به شرطی که شمع ها تا بار گسیختگی بارگذاری شود. $\Leftarrow F.S = 2$

نکته: 1- اگر شمع در یک لایه دانه ای اجرا شود، تنش های q_s و q_b تا یک عمق مشخص افزایش یافته از آن به بعد ثابت باقی می مانند.

2- شمع اصطکاکی $q_b = 0$

3- $Q_{allow} = \frac{Qult}{F.S.}$ برابر است با $\frac{Qult}{F.S.} = \frac{Rc}{F.S.}$

ترکیب بار های وارد بر پی:

روش تنش مجاز
- استاتیکی $F_c = F_D + F_l$
- طرح لرزه ای $F_c = F_D + \max[(1.25F_L + 0.525F_E), 0.7F_E]$

روش ضریب بار و مقاومت
- طرح استاتیکی $F_c = 1.2F_D + 1.6F_L$
- طرح لرزه ای $F_c = Max(1.2F_D + 1.00F_l + 1.00F_E \,.\, 1.2F_D + 1.6F_r + 0.8F_w)$

حالت بهره برداری:
- تنش مجاز خاک چسبیده: $F_c = F_D + 0.5F_\ell$
- همه ضریب تقلیل ها $= 1$

گروه شمع تحت کشش

1) $\sum F_{Si} = \min\{(0.7 \sim 0.85)\sum R_{Si}$, مقاومت برشی خاک در مرز بلوک خاک $\}$

2) $\sum W_{\text{شمع}i} + \text{وزن بلوک خاک} = \sum (\gamma.V)_{\text{شمع}i} + \text{وزن بلوک خاک} = \sum \gamma_{\text{بتن}} \times (A \times \ell)i$

3) $U_{up\ell ift} = (\gamma_w . h_w)A$

F_S : مقاومت جداره شمع درکشش

R_S : مقاومت جداره شمع در فشار حاصل از فلوچارت صفحه قبل

A : مساحت مقطع

ℓ : طول شمع

$U_{up\ell ift}$: نیروی بالا برندهٔ آب

h_w : ارتفاع تراز آب بالای ترک شمع

$R_t = \sum F_{Si} + \sum W_{\text{شمع}i} - U_{ue\ell ift}$

- حالت ضرایب بار و مقاومت
  - $F_t \le F_g.\varphi R_t$
  - F_t : بار کششی طراحی حاصل از ترکیب بار با ضریب
  - F_g : ضریب بازده گروه شمع
- تنش مجاز
  - $F_t \le F_g.\frac{R_t}{F.S}$
  - F_t : بار کششی طراحی حاصل از ترکیب بار بدون ضریب
  - F_g : ضریب بازده گروه شمع

تک شمع تحت کشش

1) $F_S = (0.7 \sim 0.85)R_S$

2) $W_{\text{شمع}} = (\gamma.V)_{\text{شمع}} = \gamma_{\text{بتن}} \times (A \times \ell)$

3) $U_{up\ell ift} = (\gamma_w . h_w)A$

F_S : مقاومت جداره شمع درکشش

R_S : مقاومت جداره شمع در فشار حاصل از فلوچارت صفحه قبل

A : مساحت مقطع

ℓ : طول شمع

$U_{up\ell ift}$: نیروی بالا برندهٔ آب

h_w : ارتفاع تراز آب بالای ترک شمع

$R_t = F_S + W_{\text{شمع}} - U_{ue\ell ift}$

- حالت ضرایب بار و مقاومت
  - $F_t \le \varphi R_t$
  - F_t : بار کششی طراحی حاصل از ترکیب بار با ضریب
- تنش مجاز
  - $F_t \le \frac{R_t}{F.S}$
  - F_t : بار کششی طراحی حاصل از ترکیب بار بدون ضریب

ضریب کشش مقاومت شمع در حالت استاتیکی(**بار و مقاومت**)			
نوع بار	روش تعیین ظرفیت باربری		ضریب کاهش مقاومت Φ
فشاری/ کششی	فقط روش تحلیلی	کوبشی	0.5
		درجاریز	0.375
	آزمایش نفوذ مخروط		0.55
	آزمایش بار گذاری استاتیکی (فشار/ کشش)		0.68
	آزمایش بارگذاری دینامیکی		0.6
جانبی	فقط روش تحلیل		0.6
	آزمایش استاتیکی (جانبی)		0.75

ضریب اطمینان شمع در حالت ایستاتیکی (تنش مجاز)			
نوع بار	روش تعیین ظرفیت باربری		ضریب اطمینان F.S
فشاری/ کششی	فقط روش تحلیلی	کوبشی	3
		درجاریز	4
	آزمایش نفوذ مخروط		2.8
	آزمایش بارگذاری استاتیکی (فشار/ کشش)		2.2
	آزمایش بارگذاری دینامیکی		2.5
جانبی	فقط روش تحلیل		2.5
	آزمایش استاتیکی (جانبی)		2

گروه شمع تحت فشار

$R_g = F_g \times \sum R_{ci}$

R_g : ظرفیت باربری گروه شمع

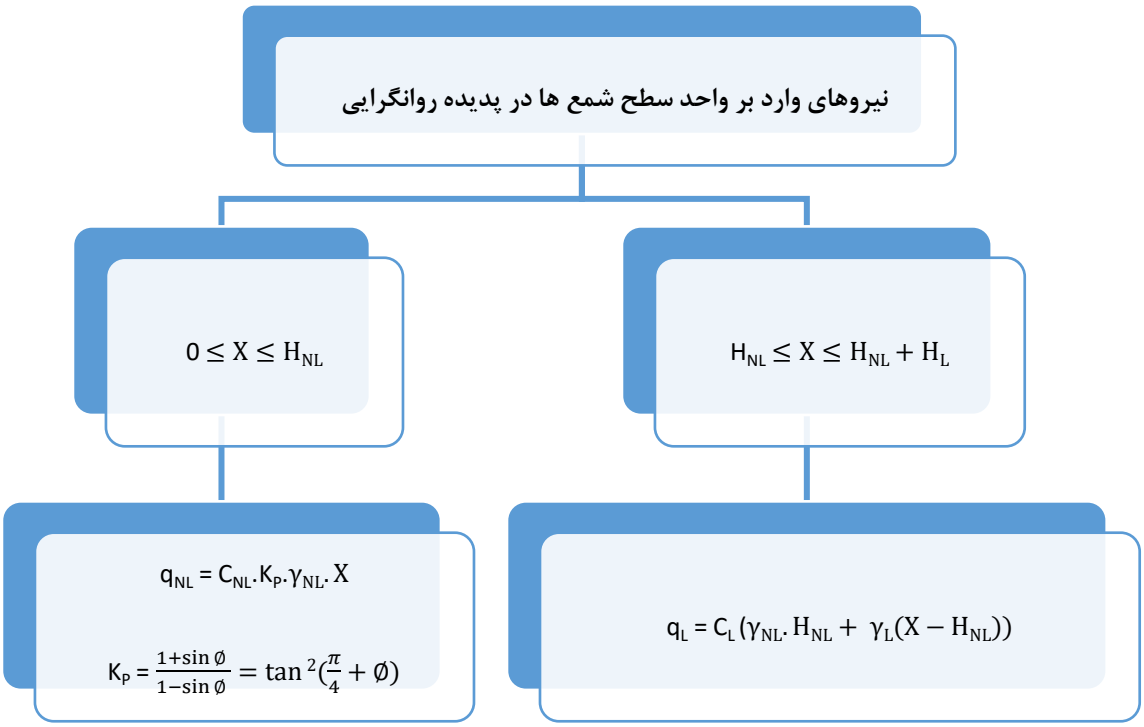
F_g : ضریب بازده گروه شمع

R_{ci} : ظرفیت باربری تک شمع در حالت فشار حاصل از صفحه قبل

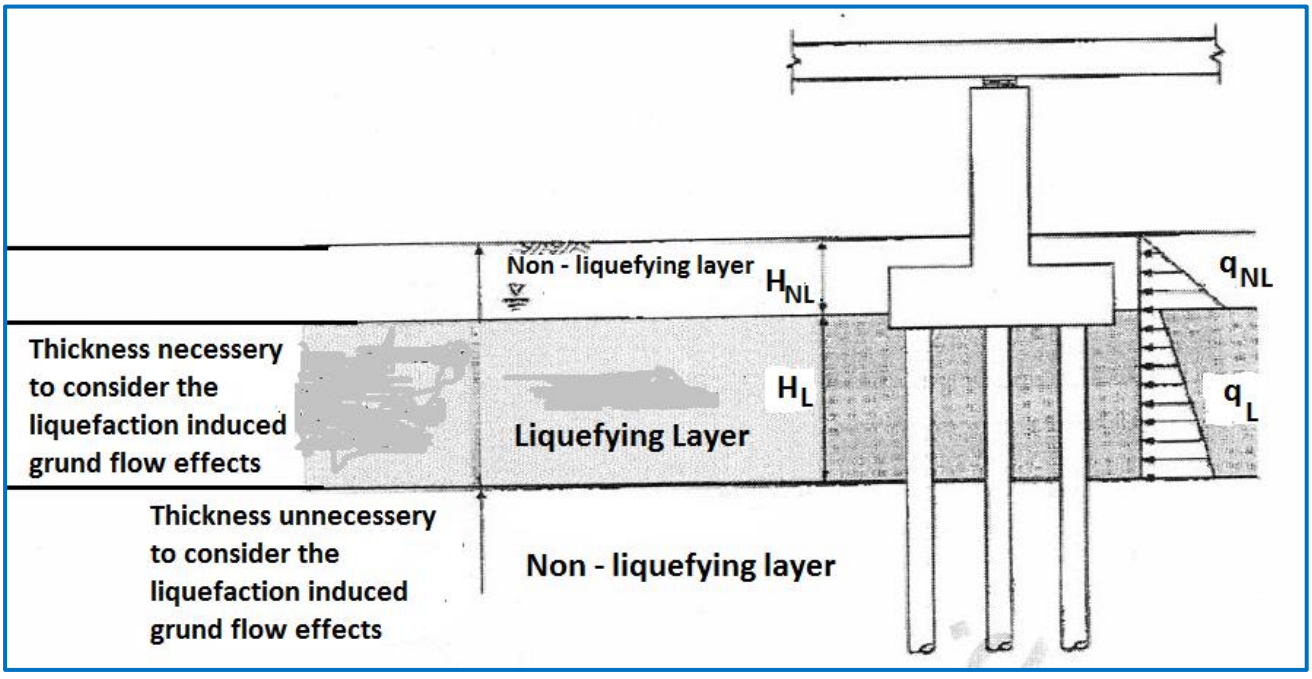
- ضرایب بار و مقاومت
  - $F_t \le \varphi R_g$
- تنش مجاز
  - $F_t \le \frac{R_g}{F.S}$

✦✦ ***به شرطی که شمع ها تا بار گسیختگی بارگذاری شود.*** $\Leftarrow F.S = 2$

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy



جدول ضرایب C_{NL}	
شاخص روانگرایی P_L (m^2)	ضرایب اصلاحی C_{NL}
$P_L \le 5$	0
$5 < P_L \le 20$	$\frac{(0.2\ PL - 1)}{3}$
$20 < P_L$	1



خلاصه جداول فصل پی‌های عمیق (شمع)

نشست مجاز شمع ها(تحت بار استاتیکی) S_{all}			
خاک	نوع پی	نشست مجاز پی(mm)	
		یکنواخت	غیر یکنواخت
ماسه	شمع منفرد	25	12.5
	گروه شمع	50	25
رس	شمع منفرد	50	25
	گروه شمع	100	50

ضریب کشش مقاومت شمع در حالت استاتیکی(**بار و مقاومت**			
نوع بار	روش تعیین ظرفیت باربری		ضریب کاهش مقاومت ϕ
فشاری/ کششی	فقط روش تحلیلی	کوبشی	0.5
		درجاریز	0.375
	آزمایش نفوذ مخروط		0.55
	آزمایش بار گذاری استاتیکی (فشار/ کشش)		0.68
	آزمایش بارگذاری دینامیکی		0.6
جانبی	فقط روش تحلیل		0.6
	آزمایش استاتیکی (جانبی)		0.75

ضریب اطمینان شمع در حالت ایستاتیکی (تنش مجاز)			
نوع بار	روش تعیین ظرفیت باربری		ضریب اطمینان F.S
فشاری/ کششی	فقط روش تحلیلی	کوبشی	3
		درجاریز	4
	آزمایش نفوذ مخروط		2.8
	آزمایش بارگذاری استاتیکی (فشار/ کشش)		2.2 ★
	آزمایش بارگذاری دینامیکی		2.5
جانبی	فقط روش تحلیل		2.5
	آزمایش استاتیکی (جانبی)		2

★به شرطی که شمع ها تا بار گسیختگی بارگذاری شود.⇐ $F.S = 2$

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

ملاحضالت گودبرداری با عمق بیش از ۲۰ متر

۱) ضرورت احداث توسط شورای عالی شهرسازی به تصویب برسد.

۲) مقادیر مجاز تغییر شکل ٪۲۰ کاهش و ضرایب مقاومتی و پایداری ٪۲۰ درصد افزایش پیدا کند.

۳) تعداد گمانه های نسبت به جدول ۷-۲-۱ پنجاه درصد افزایش یابد.

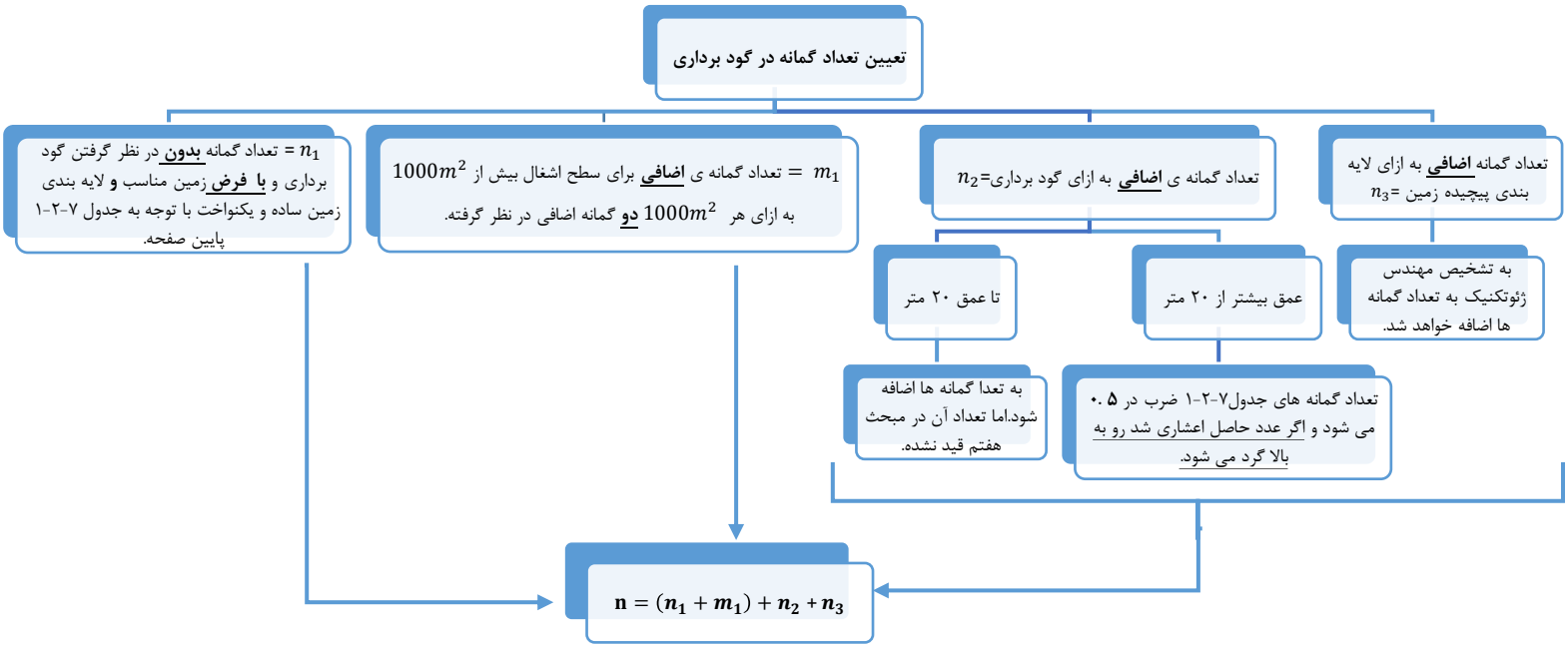
۴) مطالعه جامع جریان های آب زیرزمینی در محدوده ای که شامل ساختگاه می شود، در طول دوران گودبرداری، ساخت و بهره برداری از ساختمان انجام پذیرد و گزارش آن ارائه گردد.

۵) مطالعات اثر زیست محیطی احداث این گودها انجام پذیرد.

۶) مطالعه کامل بررسی اندرکنش خاک و سازه در شرایط استاتیکی و دینامیکی انجام شود.

۷) پایش گود با روش های پیشرفته و تجهیزات کامل در دوران ساخت انجام پذیرد و گزارش آن هر **دو هفته** یکبار ارائه شود..

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy



جدول 7-2-1 حداقل تعداد گمانه مورد نیاز		
مساحت	اهمیت ساختمان	تعداد حداکثر گمانه
یک ساختمان منفرد با سطح اشغال کمتر از 300 متر مربع	خیلی زیاد و زیاد	3
	متوسط	2
	کم	1
یک ساختمان منفرد با سطح اشغال 300 الی 1000 متر مربع	خیلی زیاد و زیاد	4
	متوسط	3
	کم	2

دسته بندی ساختمانهای با اهیمت خیلی زیاد، زیاد، متوسط و کم مطابق صفحه 5، استاندارد 2800

سطح اشغال= پی ساختمان رابه صورت پی گسترده فرض کرده و مساحتش را حساب کرده.

شرایط زمین:
- زمین مناسب : با توجه به سازه، باربری مناسب و نشست کم دارد.
- زمین نامناسب : اطلاعاتی قبل از شناسایی در دسترس نیست.
- لایه بندی پیچیده : لایه های خاک شکل منحنی با شیب تند و جنس متنوع مثال: مجاور گسل، نزدیک رودخانه، پای شیب نزدیک کوه و دره و..
- لایه بندی ساده : سایر شرایط (غیر از پیچیده) با لایه یکنواخت

تعیین عمق گمانه با فرض اینکه با سنگ بستر برخورد نکنیم.

- **شمع**
  - **گروه شمع**
    - $d_2 = $ ارتفاع شمع $+ 2B$
    - B : عرض گروه شمع
    - d_2 : عمق اولیه گمانه
  - **شمع تکی**
    - $d_2 = $ ارتفاع شمع $+ 4D$
    - D : قطر شمع
    - d_2 : عمق اولیه گمانه
- **پی گسترده و نواری**
  - B = عرض ساختمان
- **پی منفرد**
  - اگر: $\ell > B_1 + B_2 \rightarrow B = \frac{B_1+B_2}{2}$
  - اگر: $\ell \leq B_1 + B_2 \rightarrow B =$ عرض ساختمان
  - ℓ : فاصله بین دو پی منفرد مجاور هم
  - B_1 : عرض پی منفرد۱
  - B_2 : عرض پی منفرد ۲
- **ساختمان های که عرضشان در مقایسه با بار ساختمن زیاد است.**
  (سوله و...)
  - نیازی نیست عرض ساختمان را معیاری برای عمق گمانه در نظر گرفت.
- **اگر در گمانه زنی به نهشت های غیر مناسب پی (خاک دستی و نباتی) برخورد کرده**
  - **عمق گامنه صرفاً** توسط مهندس ژئوتکنیک تعیین می شود.

$d_1 = max\{Z_1, Z_2\}$

Z_1 : عمقی که افزایش تنش ناشی از بار ساختمان در آن عمق کمتر از ۱۰٪ تنش مؤثر زمین در آن عمق باشد.

Z_2 : عمقی که افزایش تنش ناشی از ساختمان در آن عمق کمتری از ۱۰٪ تنش ناشی از ساختمان بر کف پی است.

d_1 : عمق اولیه گمانه

$d_1 = max\{Z_1, Z_2\}$

Z_1 : عمقی که افزایش تنش ناشی از بار ساختمان در آن عمق کمتر از ۱۰٪ تنش مؤثر زمین در آن عمق باشد.

Z_2 : عمقی که افزایش تنش ناشی از ساختمان در آن عمق کمتری از ۱۰٪ تنش ناشی از ساختمان بر کف پی است.

d_1 : عمق اولیه گمانه

$B = d_2$

d_2 : عمق اولیه گمانه

$d_{\text{عمق نهای گمانه}} = \text{Max}(d_1, d_2) +$ عمق گودبرداری

چاه دستی:

_حفر یک چاه دستی برای مشاهده بافت خاک ضروری است.

_حداکثر عمق چاه دستی تا تراز سطح آب های زیرزمینی است.

_این چاه دستی علاوه بر تعداد حداقل گمانه است.

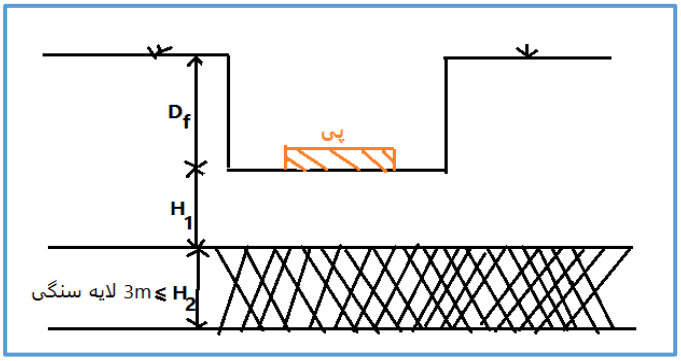
تعیین عمق گمانه در صورتی که با سنگ بستر برخورد کرده باشیم.

اگر قبل از رسیدن به عمق نهایی گمانه (حاصل از فلوچارت بالا) به بستر سنگی برخورد کنیم.

$d_{\text{عمق گمانه}} = D_f + H_1 + 3$

H_1 : عمق حفاری قبل از رسیدن به سنگ بستر که از عمق نهای گمانه (حاصل از فلوچارت بالا) کمتر است.

$d_{\text{عمق گمانه}}$: بر حسب متر



تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) http://t.me/payam_Abbasy بر روی لینک کلیک کنید

ارزیابی خطر گود با دیوارهٔ قائم

حالت (۵) :

سنجش خطر گود با توجه به بحرانی ترین حالت از سه گزینه زیر، حاصل از جدول ۷-۳-۱:

۱- $\frac{h}{h_c}$

۲- عمق گود از تراز صفر

۳- عمق گود از زیر پی ساختمان موجود در محدوده ی ناپایداری دیواره گود

$$h_c = \frac{2C}{\gamma\sqrt{k_a}} - \frac{q}{\gamma}$$

$$\left.\begin{matrix}\gamma_d \text{یا} \gamma_t \\ \gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w\end{matrix}\right\} : \gamma$$

خاک پسنبده : $\emptyset = 0$

خاک دانه ای : $C = 0$

h_c : عمق بحرانی(m) h : عمق گود

q =کل سربار مجاور گود + کل بار ساختمان مجاور اگر فاصله اش از گود کوچیک تر از عمق گود باشد.

$$k_a = \frac{1 - \sin\emptyset}{1 + \sin\emptyset}$$

حالت (۴) :

در صورت وجود تاسیسات **عمده** شهری (مانند خطوط **اصلی** آب، گاز و مخابرات) در مجاورت گود.

خطر گود زیاد یا بسیار زیاد است.

حالت (۳) :

خاک گوبرداری، خاک دستی باشد یا فاقد چسبندگی قابل اعتماد باشد.

با توجه به معیارهای دیگر خطر گود زیاد یا بسیار زیاد است.

حالت (۲) :

تراوش آب در گود وجود داشته باشد.

خطر گود زیاد یا بسیار زیاد است.

حالت (۱) :

ساختمان مجاور گودبرداری دارای **یکی** از شرایط زیر :

۱-۱: ساختمان فاقد انسجام و یکپارچگی برای تحمل نشست های قائم و افقی نظیر ساختمان بدون اسکلت یا بدون پی پیوسته بتن مسلح (پی نواری ویا گسترده) یا هر گونه ساختمانی که نشانه و آثار فرسودگی و ضعف در باربری مشاهده شود.

۱-۲: ساختمان ها با ارزش فرهنگی و تاریخی

۱-۳: ساختمان با اهمیت بسیار زیاد در استاندارد ۲۸۰۰(صفحه ۵، استاندارد ۲۸۰۰)

۱-۴: ساختمان های ۸ طبقه یا بیشتر

گود با خطر بسیار زیاد است.

ارزیابی نهایی خطر گود

انتخاب بحرانی ترین حالت بین {۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، ۵}

ارزیابی خطر گود با دیواره قائم جدول 7-3-1

$\frac{h}{hc}$	عمق گود از تراز صفر	عمق گود از زیر پی ساختمان موجود در محدوده ی ناپایداری دیواره گود	خطر گود
کمتر از 0.5	کمتر از 4 متر	صفر	معمولی
بین 0.5 تا 2	بین 4 تا 10 متر	بین صفر تا 6 متر	زیاد
بیشتر از 2	بیشتر از 10 متر	بیشتر از 6 متر	بسیار زیاد

تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

الزام پایش گود	
خطر گود	**نوع الزام**
زیاد و بسیار زیاد **(ارزیابی خطر گود صفحه ی قبل)**	الزامیست به طور دقیق پایش شود و نتایج آن به طور منظم تفسیر شود
معمولی **(ارزیابی خطر گود صفحه ی قبل)**	درصورتی که شرایطی وجود داشته که پایش را ضروری کند باید این عملیات انجام شود.

مسئولیت های پایش گود (طراح ، ناظر و پیمانکار)	
سمت	**مسئولیت**
طراح گودبرداری	تهیه برنامه پایش
ناظر پروژه	نظارت بر حسن اجرای انجام مراحل پایش
پیمانکار	1- اجرای روزمره برنامه پایش شامل: تامین، نصب، قرائت، پردازش، اعلام خطر 2-اطلاع رسانی به موقع به کلیه دست اندرکاران پروژه

جدول مسئولیت های گودبرداری بر اساس نوع خطر گود			
خطر گود	**طراحی**	**نظات**	**اجرا**
معمولی	مهندس طراح ساختمان، **توصیه** به استفاده از یک متخصص ژئوتکنیک توسط کارفرما	بیان نشده است	
زیاد	شرکت ژئوتکنیک	ناظر ذیصلاح **تمام وقت**	بیان نشده است
بسیار زیاد	شرکت ژئوتکنیک	ناظر ذیصلاح **تمام وقت**	پیمانکار ذیصلاح

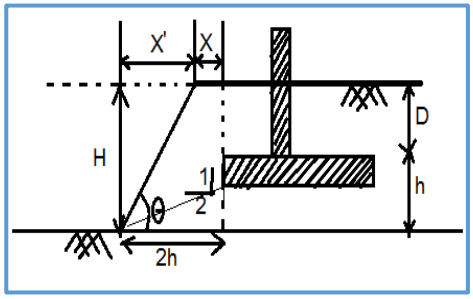
حضور یک متخصص ژئوتکنیک در فعالیت‌های ساختنمان سازی گسترده یا انبوه الزامی است.

حداقل ضریب اطمینان برای **پایداری کلی گود موقت**		
نوع	**عدم وجود** ساختمان در حوزه تاثیر ناپایداری	**وجود** ساختمان در حوزه تاثیر ناپایداری
شیب‌های خاکبرداری	1.3	1.95
پایداری کلی شیروانی	1.3	1.95
بالا آمدن کف گود	1.5	2.25

1- در تحلیل پایداری گود بار مردهو زنده ساختمان‌ها و ابنیه مجاور به طور کامل در نظر گرفته شده.

2- برای تحلیل گود در شرایط موقت(کمتر از یک سال) در نظر گرفتن بار زلزله الزامی نیست.

3- گود با زمان کمتر از یکسال موقت است.



فاصله مجاز پی از شیب ها

- درصورتی که تامین پایداری و تعیین تغییر شکلهای پی که کمتر از حد مجاز است رعایت **شده باشد.**
  - تحلیل دقیق پایداری+ تغییر شکل پی
- درصورتی که تامین پایداری و تعیین تغییر شکلهای پی که کمتر از حد مجاز است رعایت **نشده باشد.**
  - خطی که از لبه پی با شیب ۲ به۱ عبور کند و با سطح شیب برخورد نکند

$$x \geq 2h - \frac{H}{\tan\theta}$$

$$\theta = Arc\tan\left(\frac{H}{\acute{X}}\right)$$

x : فاصله پی از لبه شیب (گود)

فاصله گمانه ها از هم دیگر

- ساختمان سازی گسترده یا انبوه سازی
  - برای ساختمانی با تعداد طبقات یا اهمیت متفاوت با سایر ساختمانها در مجموعه
    - $15m \leq S \leq 35m$ متناسب با تعداد طبقات، اهمیت ساختمان و پیچیدگی لایه بندی زمین
  - برای ساختمان های بیشتر از ۱۲ طبقه
    - در آیین نامه چیزی گفته نشده.
  - برای ساختمان های از ۵ تا ۱۲ طبقه
    - $30m \leq S \leq 60m$ متناسب با تعداد طبقات، اهمیت ساختمان و پیچیدگی لایه بندی زمین
  - برای ساختمان های کمتر از ۵ طبقه
    - لایه بندی زمین پیچیده
      - $S \leq 30m$
    - لایه بندی یکنواخت
      - $50m \leq S \leq 100m$ متناسب با تعداد طبقات، اهمیت ساختمان و پیچیدگی لایه بندی زمین
- ساختمان های منفرد
  - $15m \leq S \leq 35m$ متناسب با تعداد طبقات، اهمیت ساختمان و پیچیدگی لایه بندی زمین

حضور یک متخصص ژئوتکنیک در فعالیت‌های ساختنمان سازی گسترده یا انبوه الزامی است.

شرایط زمین	**زمین مناسب: با توجه به بار سازه، باربری و نشست پذیری قلبل قبولی دارد.**
	زمین نامناسب : اطلاعاتی از زمین قبل از شناسایی در دسترس نیست.
	لایه بندی پیچیده: لایه های خاک شکل منحنی با شیب تند و جنس متنوع مثال: مجاور گسل، نزدیک رودخانه، پای شیب نزدیک کوه و دره و..
	لایه بندی ساده(لایه بندی یکنواخت): سایر شرایط (غیر از پیچیده) با ***لایه یکنواخت***.

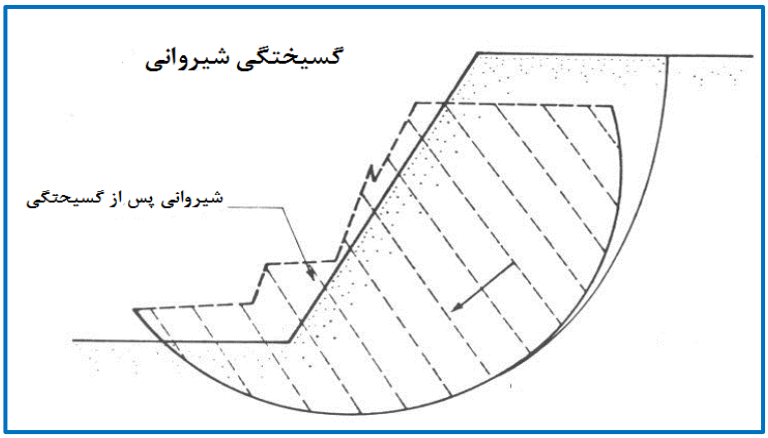
تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

ارزیابی پایداری شیب ها خاکی

(زمین لغزش)

- ساختمان ها با اهمیت بالا
  - تحلیل دینامیکی
    (تحلیل تنش - تغییر شکل)
- ساختمان ها با اهمیت کم و متوسط
  - روش شبه استاتیکی
    - ساختمان متعارف **و** شیب با ارتفاع کوچکتر مساوی از ۳۰ متر
      - ضریب اطمینان مولفه افقی زلزله FS_a = ۱.۱
      - شتاب مبنای طرح A :→
      - ضریب مولفه افقی زلزله K_h = 0.5 A
      - ضریب مولفه قائم زلزله K_v
      - وزن توده لغزش $W_s = A \times L \times \gamma_s$
      - مساحت برش عرضی توده لغزش : A
      - طول توده لغزش : L
      - وزن مخصوصتوده لغزش : γ_s
      - $F_v = K_v . W_s$
      - $F_h = FS_a . K_h . W_s$
      - F_h : نیروی افقی ناشی از زلزله در شیب
      - F_v : نیروی قائم ناشی از زلزله در شیب
    - ساختمان غیر متعارف **یا** شیب با ارتفاع بیش از ۳۰ متر
      - ضریب اطمینان مولفه افقی زلزله FS_a
      - شتاب مبنای طرح A :→
      - ضریب مولفه افقی زلزله K_h
      - ضریب مولفه قائم زلزله K_v
      - وزن توده لغزش $W_s = A \times L \times \gamma_s$
      - مساحت برش عرضی توده لغزش : A
      - طول توده لغزش : L
      - وزن مخصوص توده لغزش : γ_s
      - $F_v = K_v . W_s$
      - $F_h = FS_a . K_h . W_s$
      - F_h: نیروی افقی ناشی از زلزله در شیب
      - F_v: نیروی قائم ناشی از زلزله در شیب

نسبت شتاب مبنای طرح در منطقه (A)		
منطقه	خطر لرزه خیزی	نسبت شتاب مبنای طرح (A)
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	0.35
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	0.30
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	0.25
۴	پهنه با خطر نسبی کم	0.20



تهیه و تدوین : مهندس پیام عباسی (نشر با ذکر منبع بلامانع است) بر روی لینک کلیک کنید http://t.me/payam_Abbasy

منابع

[1] ح. فراهانی, مکانیک خاک و مهندسیپی, سری عمران.

[2] مبحث هفتم مقرارت ملی ساختمان, دفتر مقررات ملی ساختمان, 1401.

[3] ع. رهائی, اصول مهندسی پی, دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

جدول صفحه 27 از کلیدواژه ی محاسبات سری عمران اقتباس شده.