www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید

جزوه کلاسی درس مهندسی پی

استاد : مهندس سید حسین موسوی

نگارش : سعید حیدری

دانشجوی رشته‌ی مهندسی عمران

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

بنام خدا

مهندسی پی ← طراحی
← روش حفر

5 نمره ← تقاریر
تمام کتاب طراحی

مهندس سید حسین موسوی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

* فصل اول:

۱- سیار آوری مکانیک خاک (روابط وزنی - حجمی، تنش موثر - مقاومت برشی)

← ضرایب اصطکاک دخاک و صفحه

۲- مطالعات ژئوتکنیک ← شناسایی تحت الارضی زمین
آزمایشگاهی
صحرایی

* ۳- ظرفیت باربری ← خاک زیر پی ← سازه ← چقدر می تواند بار تحمل کند.

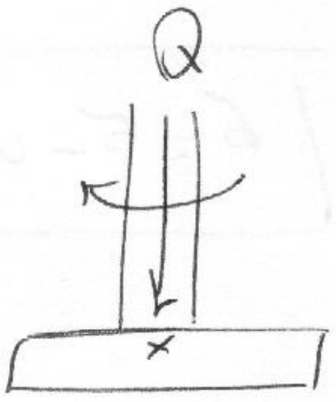
انواع پی ← سطحی
← عمیق

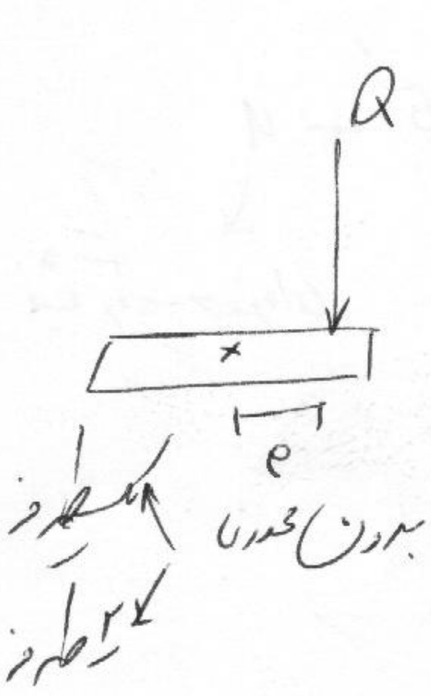
شناسایی انواع گسیختگی ها

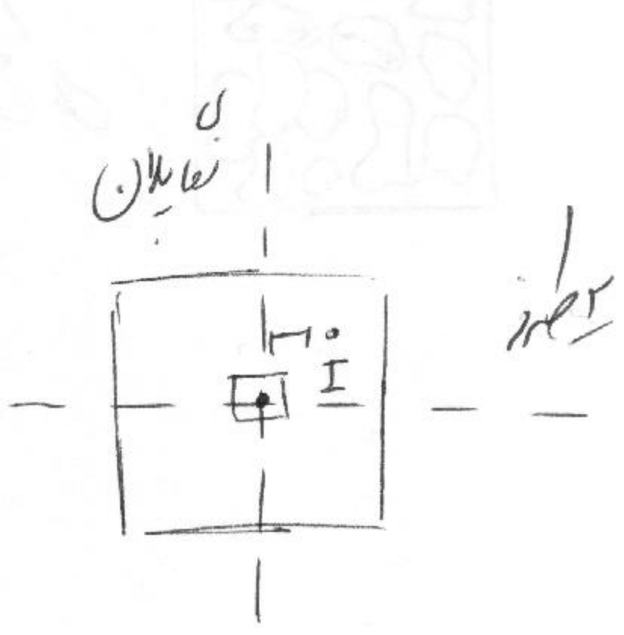
* ۴- نشست:

انواع روشهای محاسبه نشست در زمان نشست
← روش خود تحکیمی تحکیم اولیه

لنترل ← ظرفیت باربری
← نشست







Pey A 1

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

سایر اوزان مخصوص خاک:

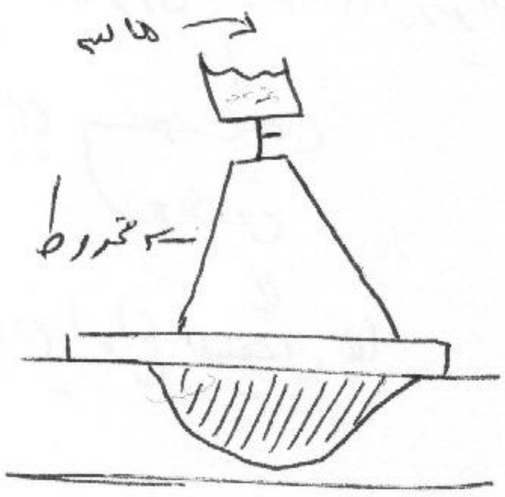
وزن مخصوص اشباع $\gamma_{sat} = \frac{G_s \gamma_w + e \gamma_w}{1+e} = \frac{(G_s + e)\gamma_w}{1+e}$

وزن مخصوص خشک $\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{G_s \gamma_w}{1+e}$

وزن مخصوص مرطوب $\gamma = \frac{W}{V} = \frac{G_s \gamma_w (1+w)}{1+e}$

$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w}$

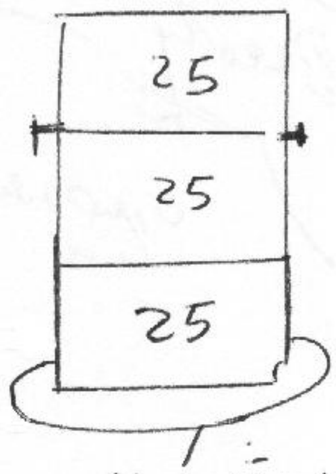
تخلخل $n = \frac{e}{1+e}$



$\gamma = \frac{W}{V}$

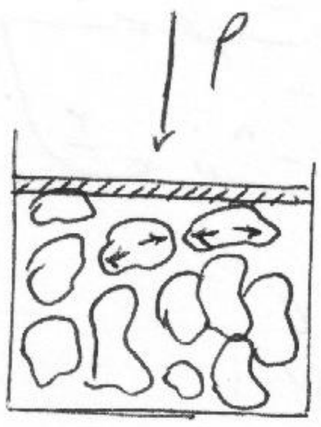
تراکم ← تعریف ...

درصد تراکم $= \frac{\text{وزن مخصوص خاک در محل}}{\text{وزن مخصوص آزمایشگاهی}} \times 100$



آزمایشگاهی ←

* اگر درصد تراکم از 100 شد ← دانه بندی تغییر کرده
← وزن تغییر کند.



$\sigma' = \sigma - u$

σ تنش مؤثر — تنش کل — فشار آب حفره‌ای

***

www.iCivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

۱- مقاومت برشی خاک

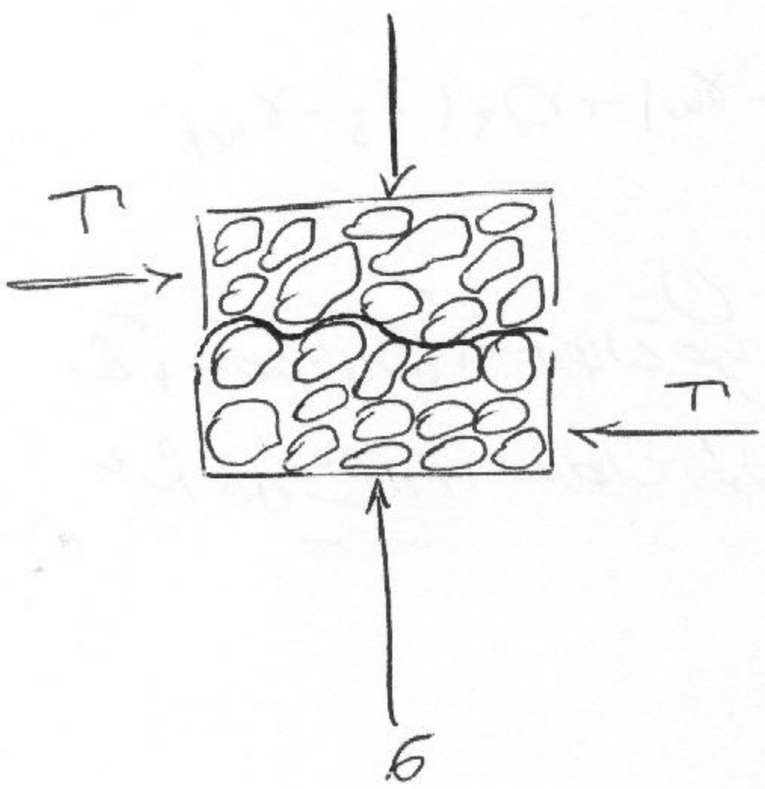
پارامترهای مشخصه‌ای (ایده‌آل، تکامل، وزن مخصوص، تراکم، واژه‌بندی، حدود اتربرگ ...)

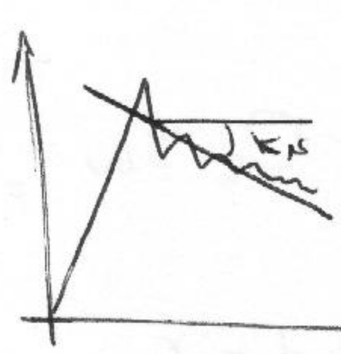
مشخص کننده نوع خاک

پارامترهای مقاومتی خاک ← مقاومت برشی (مصالح ترکیبی) ← چسبندگی خاک (c)
← زاویه اصطکاک داخلی خاک (ϕ)
← سختی خاک ← دیاگرام تنش-کرنش (شکل ۱-۲)
← ...

چسبندگی: برآیند نیروهای بین ذرات است ← در خاک‌های رسی بیشتر است
زاویه اصطکاک: در خاک‌های تیز گوشه بیشتر است ← در خاک‌های گرد گوشه کمتر است

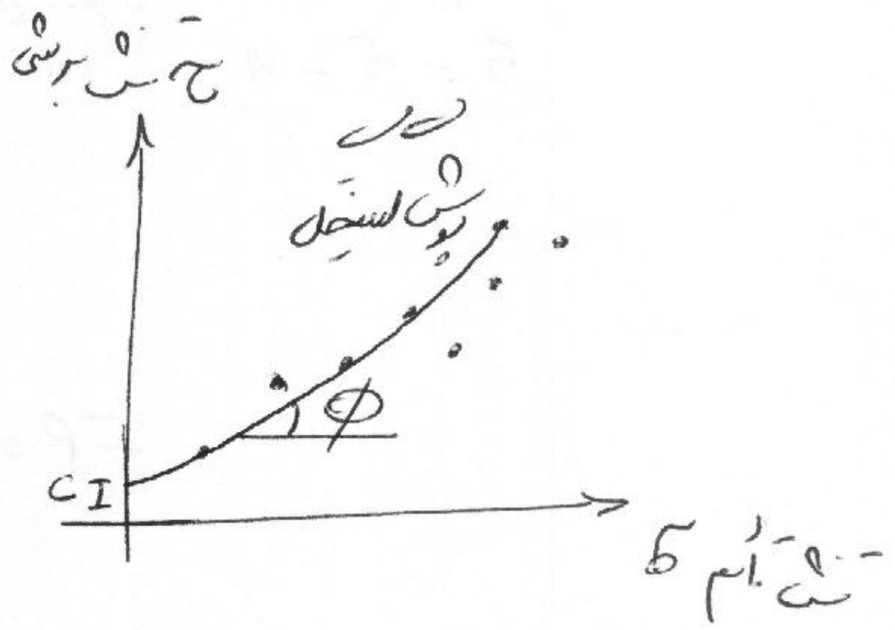
برآیند نیروهای بین ذرات و اصطکاک داخلی ← در خاک‌های متراکم بیشتر است
چسبندگی خاک ← در خاک‌های رس بیشتر است





۲- آزمایش برش مستقیم

۱- آزمایش برش مستقیم
۲- آزمایش سه محوری



زاویه پوش لنگر با افق ← ϕ

$$\tau = c + \sigma' + \tan\phi$$

τ ← مقاومت برشی
c ← چسبندگی خاک
σ' ← تنش نرمال مؤثر
ϕ ← زاویه اصطکاک داخلی خاک

روش حل مسئله ← ۲ معادله و ۲ مجهول ← ۲ آزمایش مستقل و ۲ بار انتخاب مقدار σ' و تعیین τ

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

این آزمایش خارج ← کاملا خشک
از دو حالتی انجام ← کاملا اشباع
می شود.

ایراد این روش ← زیرا آب در حال طبیعی آزاد است ← آب در حال تکون حداقل از خاک خارج نمی شود در حال حرکت.

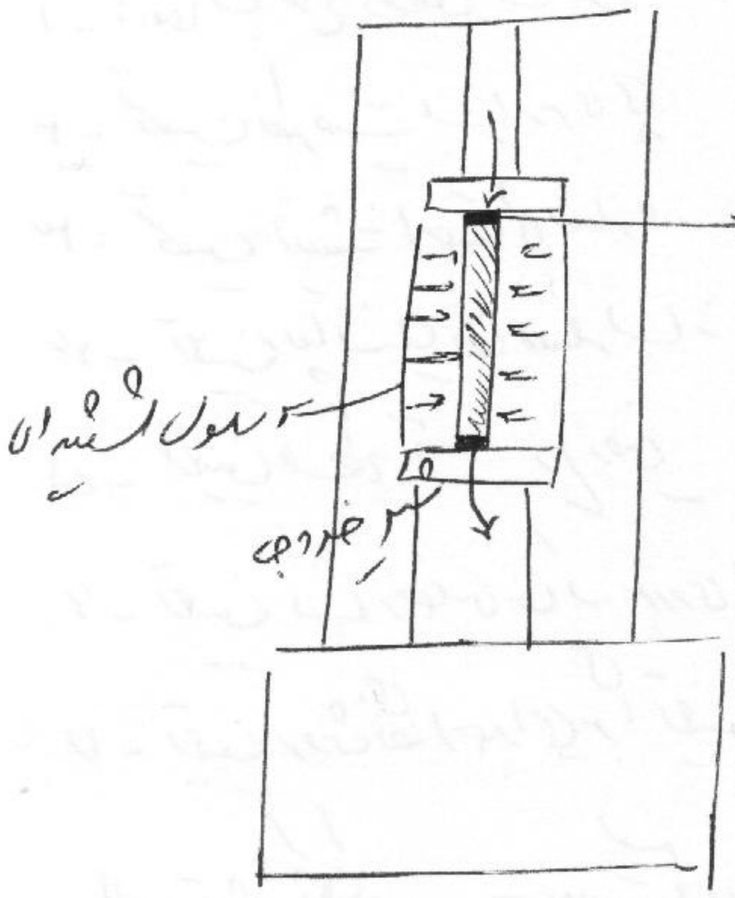
* کل ریشه ایرادات این روش ← سعی شده تا حد امکان تامین شده و حتی الامکان از آن کاسته شود.

* کل ریشه ایرادات ← عدم زهکشی آزمایش و از این رو نمی شود با این آزمایش فشار حفره را تعیین کرد.

= آزمایش ۳ محوری ← که در آن طرز کردن ایرادات آزمایش قبلی

خاک است که در راه ← راه بندان ها تشکیل شده

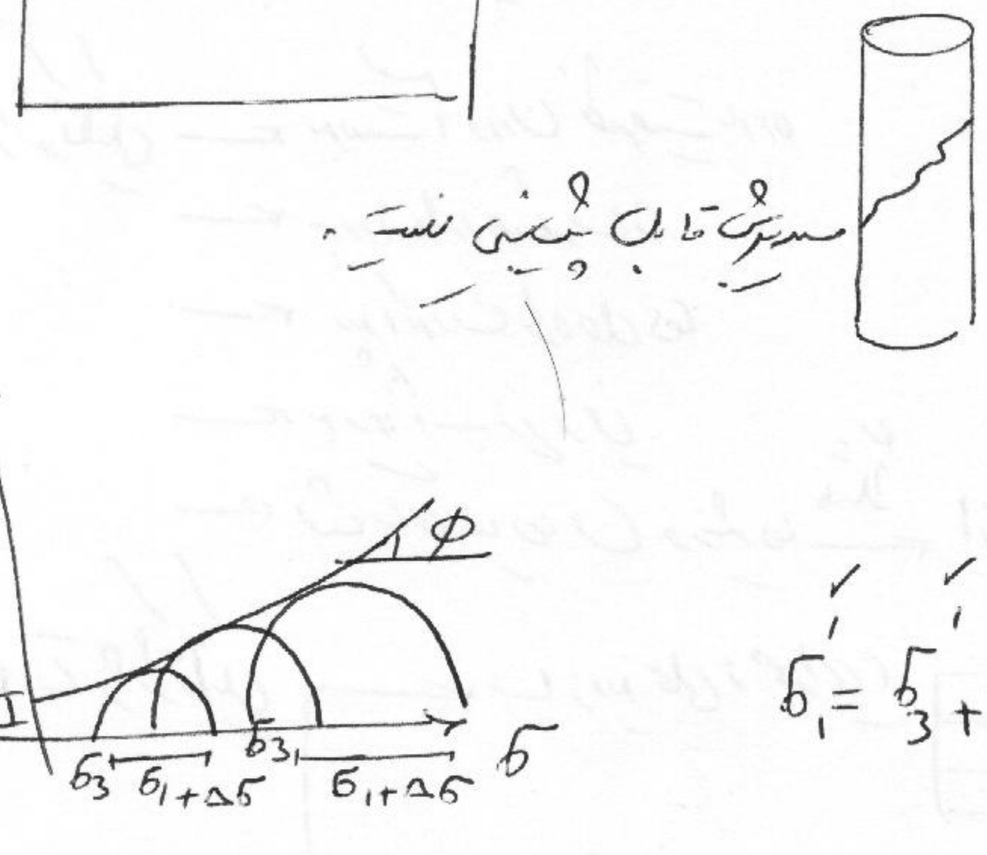
* دوره تا دوره یک غشای الاستیک است.



σ_1 → قائم ← σ_1 ← فشار اولیه ← معادل وزن خاک (اولیه)

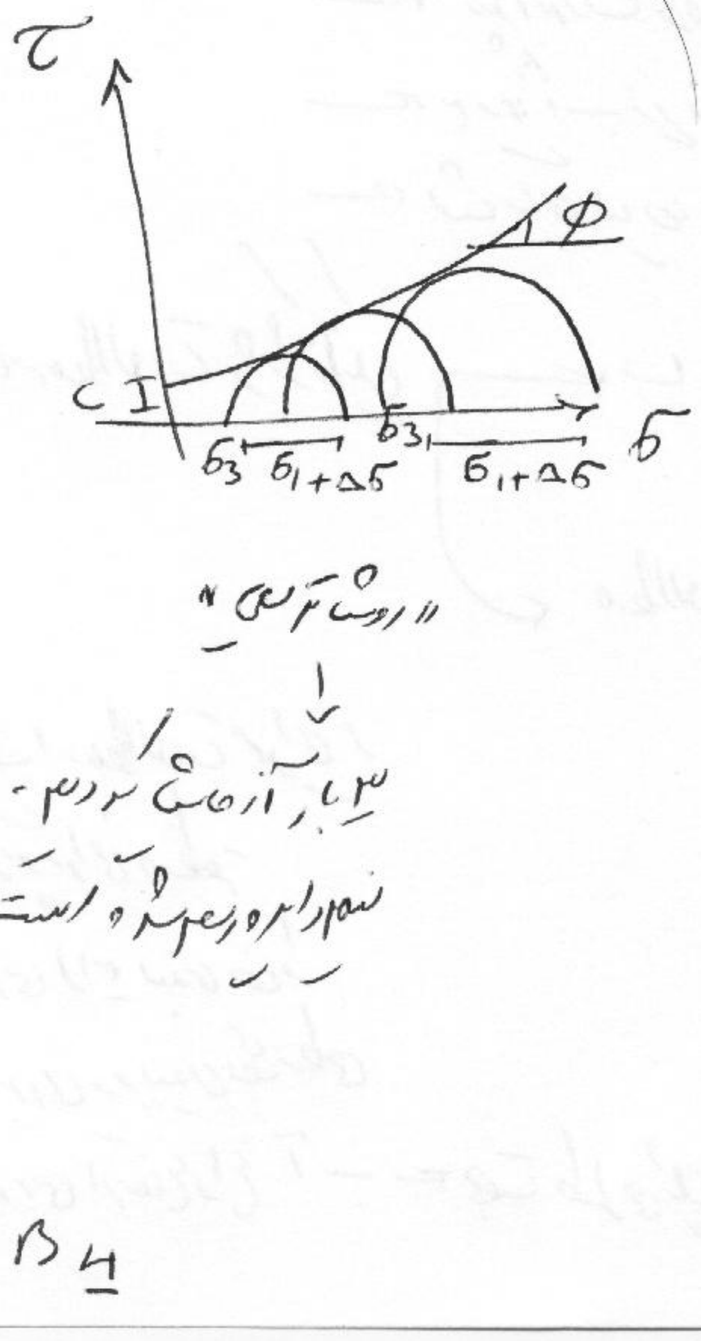
σ_3 ← فشار جانبی ← که به خاک وارد می شود.

$\Delta\sigma$ ← اضافه تنش قائم در مرحله برشی صفحه می شود.



حرف آخر ✓

سرعت حرکت آب ✓



$$\sigma_1' = \sigma_3' + \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) + 2c \tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

« سه روش ۲ لعاز اول ۲ جدول »

↓

حداکثر ϕ و c را برحسب σ و در بر.

« روش تحکیم »

↓

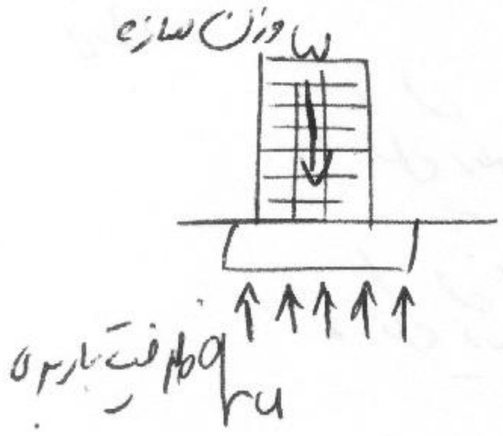
۳ بار آزمایش کرده در هر بار یک نمودار ترسیم شده است.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

۱- مطالعات ژئوتکنیکی (شناسایی تحت الارضی)

مثلاً از طراحی سازه ← مطالعات ژئوتکنیک ← بدست آوردن مشخصات خاک ← نوع باربری و ← وزن سازه و ...

آیا پای دیوار بتونی باشه یا آن سیمان میدن.



۹۵ اهداف مطالعات ژئوتکنیکی

۱- انتخاب نوع و عمق شالوده برای سازه مناسب است.

۲- تعیین ظرفیت باربری

۳- تعیین نشست احتمالی سازه

۴- تعیین پایداری های مسئله ساز خاک ← مثل حرکت شیروانی ها و دیوارها

۵- تعیین سطح آب زیرزمینی

۶- تعیین فشار جانبی خاک بر روی سازه های دیوار حائل و دیواره

۷- تعیین روش های اجرایی برای تغییر شرایط سایت الارضی

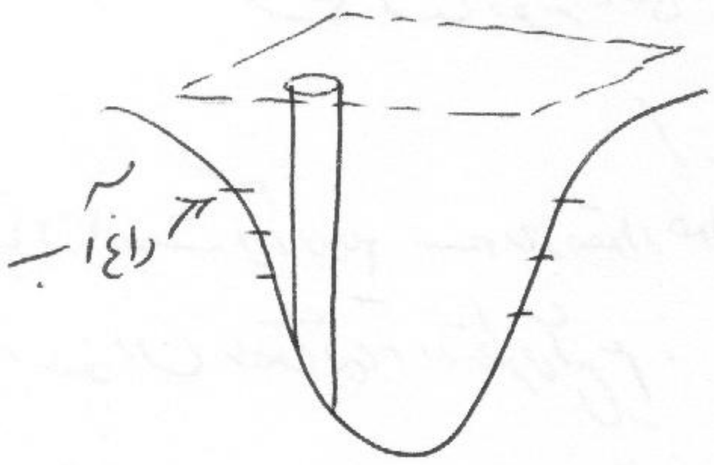
* در مطالعات ژئوتکنیکی ← بدست آوردن ظرفیت باربری
← بررسی موارد مسئله ساز
← پیدا کردن راه حل ها
← بررسی آب زیرزمینی
← تشابهای قبلی در پروژه ها ← مثلاً ← از آن راستند تقویه کنند

* برنامه مطالعات ژئوتکنیکی ← سازمان محلی (صحرایی)
مطالعات دفتری

* هدف از مطالعات صحرایی
۱- تکوین شرایط منطقه
۲- برای لایه بندی خاک
۳- برای روشن کردن نکات مبهم
۴- بررسی ارتفاع داغ آب ← جهت طراحی پی ها
۵- بررسی تغییرات آب در چاه های موجود.
۶- بررسی نمونه های ساخت انسان اطراف
۷- مطالعات آزمایشگاهی مکانیک خاک مربوط به نمونه های برداشت
۸- اطلاعات چاه هایی که در حفر یا زیر آن محل

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

* تعریف داغ آب ← آبی که مثلاً در رودخانه حرکت می‌کند یا نگاه می‌کنیم - اطراف حداره داخل رودخانه خطوط برابر هستند مختلف وجود دارد که می‌توان حداکثر عمق را نسبت آورد. - این خطوط را داغ آب می‌گویند.



*تعریف ترانشه ← به محدوده‌هایی که در خاک حفر می‌شود و در آن لوله‌ها را می‌گذارند و لازم است آنجا عمق چندی آبگیری انجام شود می‌گویند.

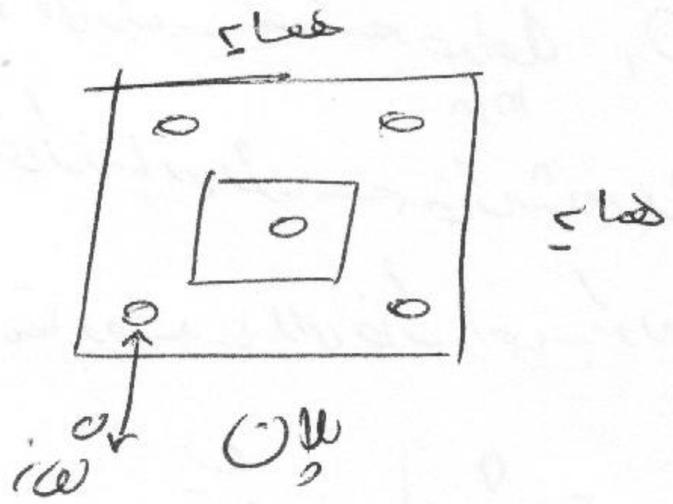
تعریف گمانه ← یک سری چاه برای اکتشاف هستند که از آن نمونه خاک می‌گیرند

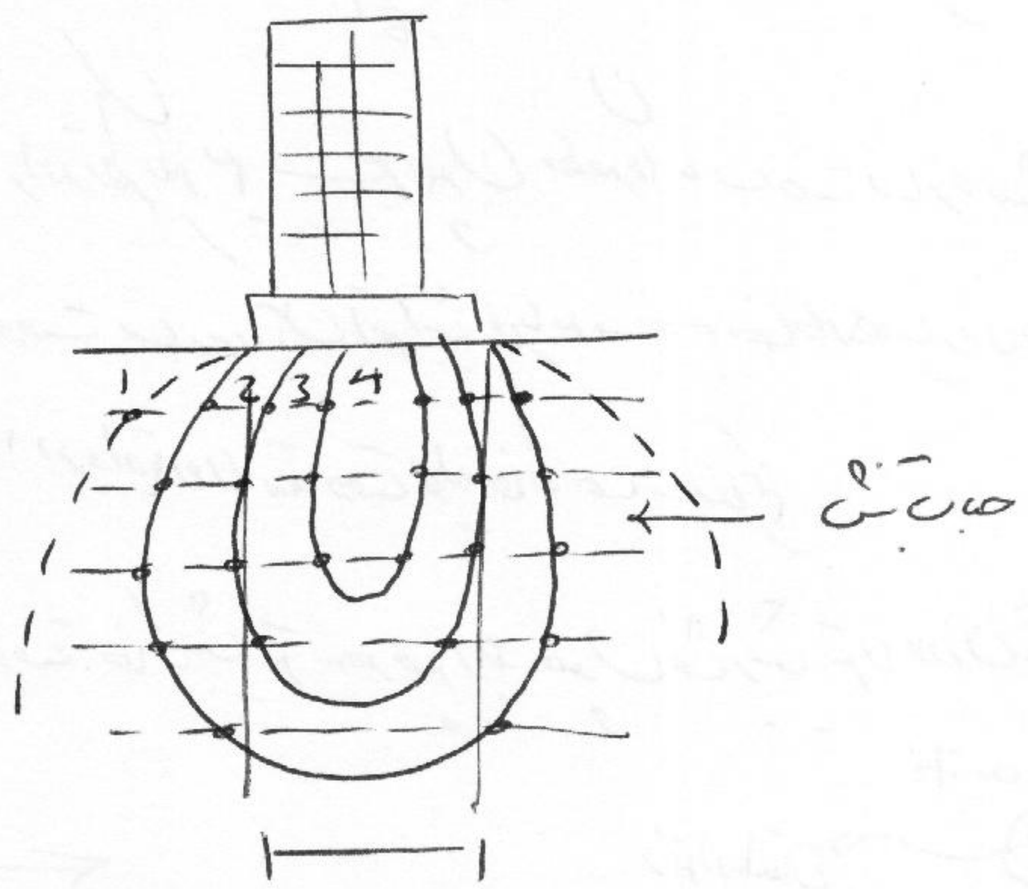
اولین قدم ① ارتفاع (عمق) گمانه ← h ← حداقل - اندازه ارتفاع (عمق) حبابشن

② تعداد گمانه‌ها در هر زمین ← چند تا؟

③ مکان گمانه‌ها ← کجا؟

④ عرض (قطر) گمانه؟ - اندازه عرض حفاری ← چرا؟ چون با یک حالتی را هم در نظر بگیرند که لوله‌ها در آن مکان ساخته شوند





عرف

حبابشن ← حفری که گمانه در آن قرار می‌گیرد و وزن خودش دارد و در داخل خاک تا شیبی که لازم است ← هرچه از زمین سازه به اطراف برویم تا شیب کمتری می‌یابد ← مثلاً در حفاری سازه A و B اطراف سازه خواهد است.

حبابشن را بدست آوردیم با یک فشار ثابتی رسم می‌کنیم و در تمام نقاط z_2 که داخل حبابشن هستند با هم برابر هستند

(فشار لایه‌ی تونی شواغی)

(II) ← برابر است با: تنش موثر در عمق ۲۰ متری

تنش کل در عمق ۲۰ متری ← $\frac{\text{۶۰ kN/m}^2}{۳}$ = تنش موثر در عمق ۲۰ متری ← $\frac{\text{تنش آب حفره}}{۳}$ = تنش کل در عمق ۲۰ متری

تنش موثر در عمق ۲۰ متری = ۲۰ kN/m²

* طبق قانون ارشمیدس، وزن ظاهری جسم غوطه‌ور برابر است با: وزن جسم در هوا منهای نیروی شناوری وارد بر جسم

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

$\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1+e} \gamma_w$

$\gamma_{sat} = \frac{۲.۶۵ + ۰.۴}{۱.۴} \times ۱۰ = ۱۹ \text{ kN/m}^3$

$\gamma' = ۱۹ - ۱۰ = ۹ \text{ kN/m}^3$

(I) ← برابر است با: تنش کل در عمق ۲۰ متری

(II) + (I) ← تنش کل در عمق ۲۰ متری = ۲۰ + ۲۰ = ۴۰ kN/m²

* عمق سطح ایستابی از سطح زمین طبیعی ۲ متر است.

(I) تنش کل در عمق ۴ متری = $\gamma_{sat} \times$ ضخامت لایه (۴ متر)

$= ۱۹ \times ۴ = ۷۶ \text{ kN/m}^2$

(II) ← برابر است با: تنش موثر در عمق ۴ متری

تنش موثر در عمق ۴ متری ← $\frac{\text{۷۶ kN/m}^2}{۳}$ = تنش آب حفره ← $\frac{\text{تنش کل}}{۳}$ = تنش موثر در عمق ۴ متری

تنش آب حفره در عمق ۴ متری = ۲۵.۳ kN/m²

$\Delta h = ۰.۳ \text{ m}$

$\Delta \sigma = \gamma_w \times \Delta h = ۱۰ \times ۰.۳ = ۳ \text{ kN/m}^2$

$\Delta \sigma = \frac{\Delta P}{A} \Rightarrow \Delta P = \Delta \sigma \times A = ۳ \times ۰.۰۵ = ۰.۱۵ \text{ kN}$

$\Delta P = \frac{\Delta E}{t'} \Rightarrow \Delta E = \Delta P \times t' = ۰.۱۵ \times ۰.۳ = ۰.۰۴۵ \text{ m}$

$Q_2 = \frac{\Delta E}{t'} = ۰.۰۴۵ / ۰.۳ = ۰.۱۵$

$Q = \max(Q_1, Q_2)$

$Q = ۰.۱۵ \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_1 = \frac{۱}{۱۰} \times ۲.۲ \times ۰.۵ = ۰.۱۱ \text{ m}^3/\text{s}$

$\Delta E = \frac{۱}{۱۰} \times ۲.۲ = ۰.۲۲ \text{ m}$

$\Delta E = \frac{۱}{۱۰} q \Rightarrow q = ۱۰ \times ۰.۰۲۲ = ۰.۲۲ \text{ m}^2/\text{s}$

$Q = q \times L \Rightarrow Q = ۰.۲۲ \times ۵ = ۱.۱ \text{ m}^3/\text{s}$

$\Delta E = ۰.۰۲۲ \text{ m}$

$\Delta P = \frac{\Delta E}{t'} = ۰.۰۲۲ / ۰.۳ = ۰.۰۷۳ \text{ m}$

$Q_2 = \frac{\Delta E}{t'} = ۰.۰۷۳ / ۰.۳ = ۰.۲۴۳$

$Q = \max(Q_1, Q_2) = ۰.۲۴۳ \text{ m}^3/\text{s}$

www.iCivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

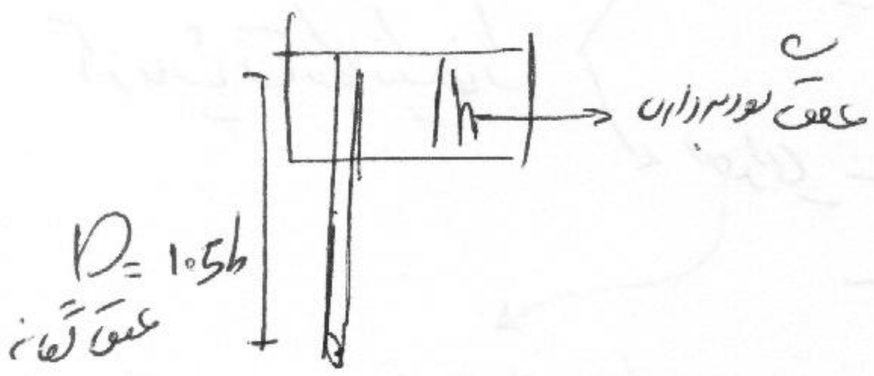
www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

(۳) روش جدول ⇐

تعداد طبقات	عمق گمانه		
	عرض ساختمان تا 30.5m	عرض ساختمان تا 61m	عرض ساختمان تا 122m
1	3.5	3.7	3.7
2	6.1	6.7	7
3	10.1	12.5	13.7
4	16.2	20.7	24.7
5	24.1	32.9	41.5

* البته در بازار معمولاً ← D ← ۱٫۵ برابر عمق بودار (عمق گمانه زنی) یا بر حسب ارتفاع ساختمان

عمق بودار
عمق گمانه زنی



* در خاک های نرم ← بیش از ۳۰ متر عمق گمانه زنی لازم است.

* معمولاً ارتفاع مختلف هر بلوک از یک مشخص است ← آزمایش تا دو طبقه صورت می گیرد.

= ! = تعداد گمانه ها ← یک اصل تجربی

با توجه به نوع پروژه ← اعمال فاکتور گمانه

عمق کل بدون ← خاک مقاوم نباشد است.

* هزینه مطالعات ژئوتکنیک ← بین ۱ تا ۵٪ هزینه کل ساختمان

مثلاً برای هزینه کل ساختمان ۱۰۰ میلیون باید هزینه مطالعات ژئوتکنیک ← ۱ تا ۵ میلیون

* تشخیص سرمتان کار آسانی است.

فاصله گمانه ها (m)	نوع پروژه
10 - 30m	ساختمان چند طبقه
20 - 60m	ساختمان های کم طبقه
250 - 500	راه ها
250 - 500	مجتمع مسکونی
40 - 80	سدها و بندها

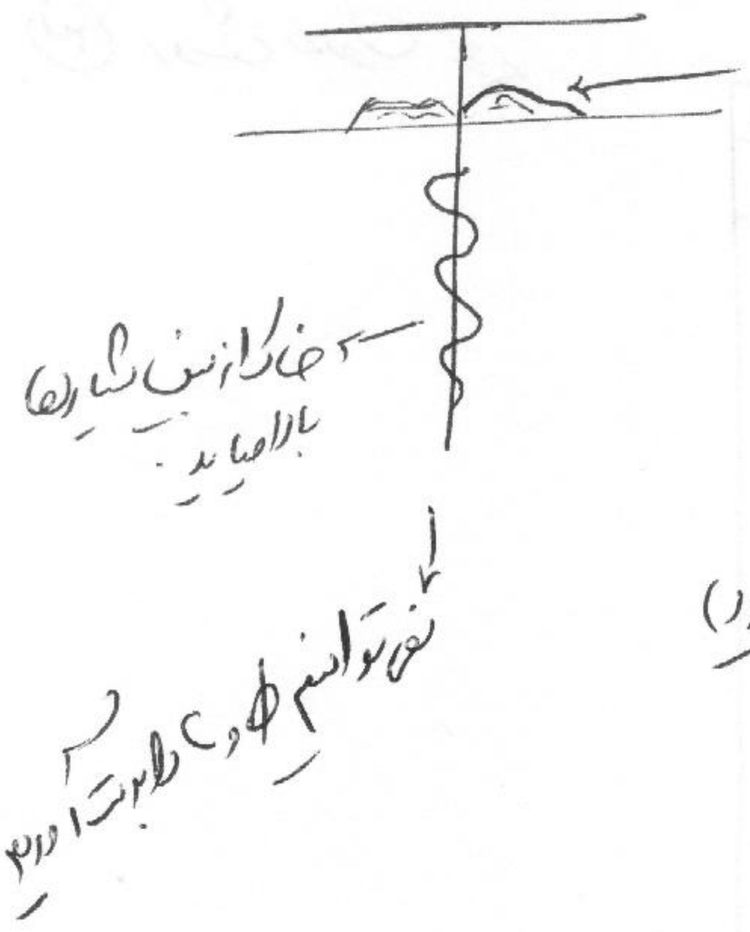
* بلوار جمهوری شیراز ← کیلومتر ۵ ← حاشیه دارد

* بلوار امام آباد شیراز ← خیابان ارشد ← هر جا که متان سال ۸۲ به بعد ساز شده، بود از مهندس مشاور بود.

* تعداد گمانه ها نباید در یک عرصه کمتر از ۳ تا باشد

۲۰۰۰ ۲۰۰۰۰

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



نمونه توانایی ۵ و ۶ طبیعت ۱ و ۲

انواع روش‌های آزمایش نفوذ

① آزمایش نفوذ دینامیکی ← کوبشی

② آزمایش نفوذ استاتیکی ← در عمق کم و خاک‌های نرم

③ آزمایش نفوذ مخروطی ←

④ آزمایش نفوذ ژرفا ← برای خاک بدون سازند (خاک‌های هم‌جوار سازند)

⑤ آزمایش نفوذ دینامیکی

⑥ آزمایش نفوذ برگشتی ← برای عمق زیاد

شبیه تر در لایه‌های شنی

نمونه‌گیری:

آزمایش‌های آزمایشگاهی ← ۱- دست خورده
۲- دست نخورده

وزن مخصوص
درصد رطوبت
تورم
تحکیم
روانبندی
حدود اتربرگ

آزمایش‌های صحرایی ← آزمایش برش پره‌ای
آزمایش بارگذاری صفحه‌ای (Bearing plate)
آزمایش SPT
آزمایش CPT

برش مستقیم
آزمایش تک محوره
آزمایش تحکیم
آزمایش مقاومت نهایی خاک (تراکم)

آزمایش‌های نفوذ خاک ← نتیجه ← پارامترهای مقاومتی خاک

آزمایش SPT

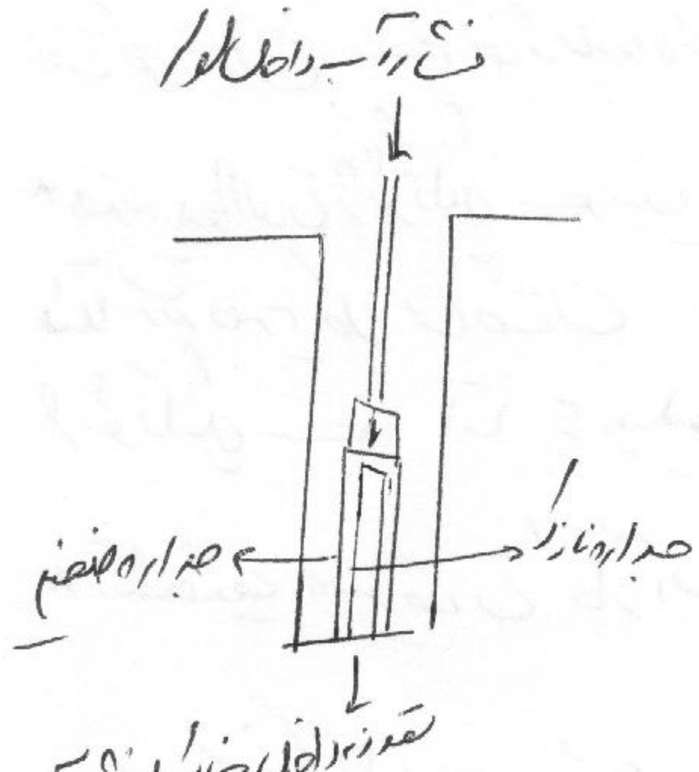
(آزمایش) ★ خاک دست خورده ← نتیجه ← پارامترهای مقاومتی خاک

(آزمایش) ★ خاک دست نخورده ← نتیجه ← پارامترهای مقاومتی خاک ← تأثیر دهنده مقاومت خاک

★ اگر در آزمایش اطلاعات حذف شود ← باید آن را در فرمول حذف کرد یا ندهند!!

ص 113

نمونه‌گیری دست نخورده ← پیستونی



★ نفوذ آب ← نفوذ در همه جهات یکسان است ← از نظر ضخامت نسبت به هم
نفوذ آب ← از ضخامت استفاده می‌شود ← از نظر نسبت به هم حرکت نمی‌کند.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

آزمایش‌های صحرایی ← آزمایش برشی پره‌ای

← آزمایش بارگذاری صفحه‌ای

← آزمایش SPT

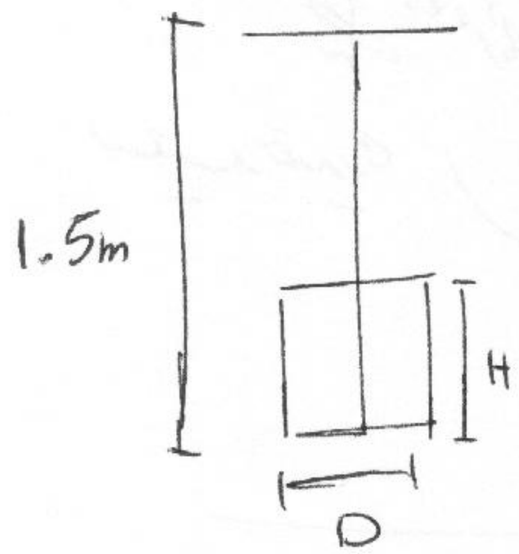
← آزمایش CPT (مخروط)

← آزمایش رنگ فندیک

← از عمق کم ـ خاک‌های نرم را

← به‌دست آوردن مقاومت برشی خاک تا عمق ۳ـ۱٫۵ متر استفاده می‌شود.

← نتیجه این آزمایش = Cu است (چسبندگی خاک)



$$C_u = \frac{T_{max}}{\pi D^2 \left(\frac{H}{2} + \frac{D}{6}\right)}$$

T_{max} ← حداکثر گشتاور برشی

D ← قطر پره

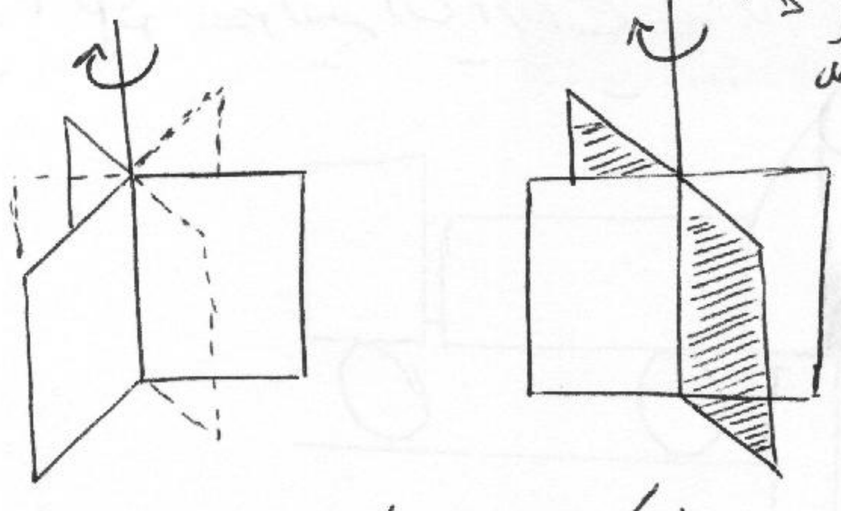
$H = 2D$

مقاومت برشی زهکشی نشده خاک از نوع رسی

$\phi = 0$

$\frac{H}{2}$ ← ارتفاع

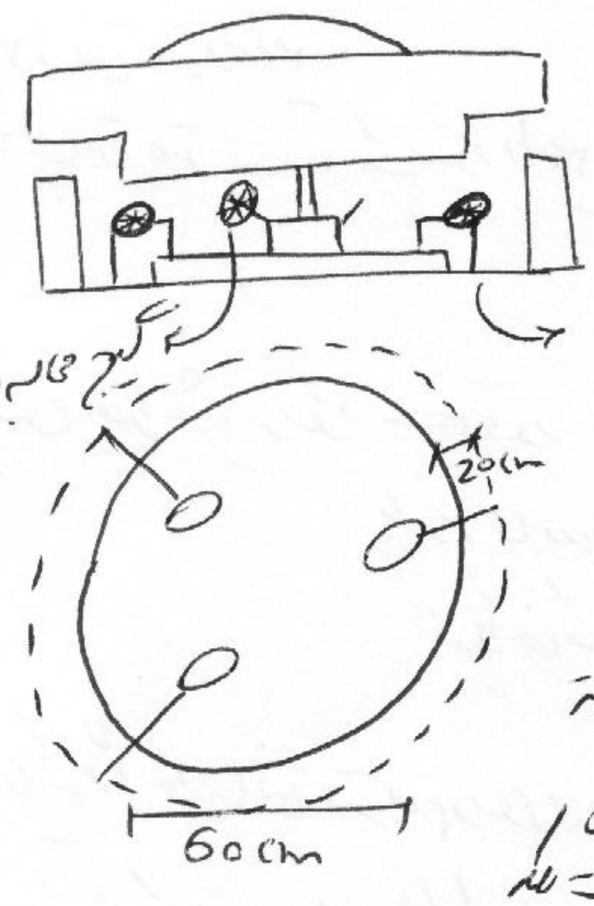
$\frac{D}{6}$ ← قطر پره



این آزمایش چون در سراسر محل انجام می‌شود دقت‌تر از آزمایش‌های نقطه‌ای و ۳ بعدی است. چنانچه از ۳ بعدی که به اصطلاح اصلاح شده بود!!

یک نقیصه است که دارای چه خود ← در اینجا نمونه‌گیری خاک به چه نحوی نمونه‌گیری می‌کنیم و خواص نمونه‌گیری بالا چه شکلی خواهد بود.

آزمایش بارگذاری صفحه‌ای (plate loading) ← نتیجه این آزمایش K_S است (ضریب بستر)



$\sigma = \frac{P}{A}$ ← نیروی وارد شده

A ← سطح دایره‌ای به قطر 60 cm

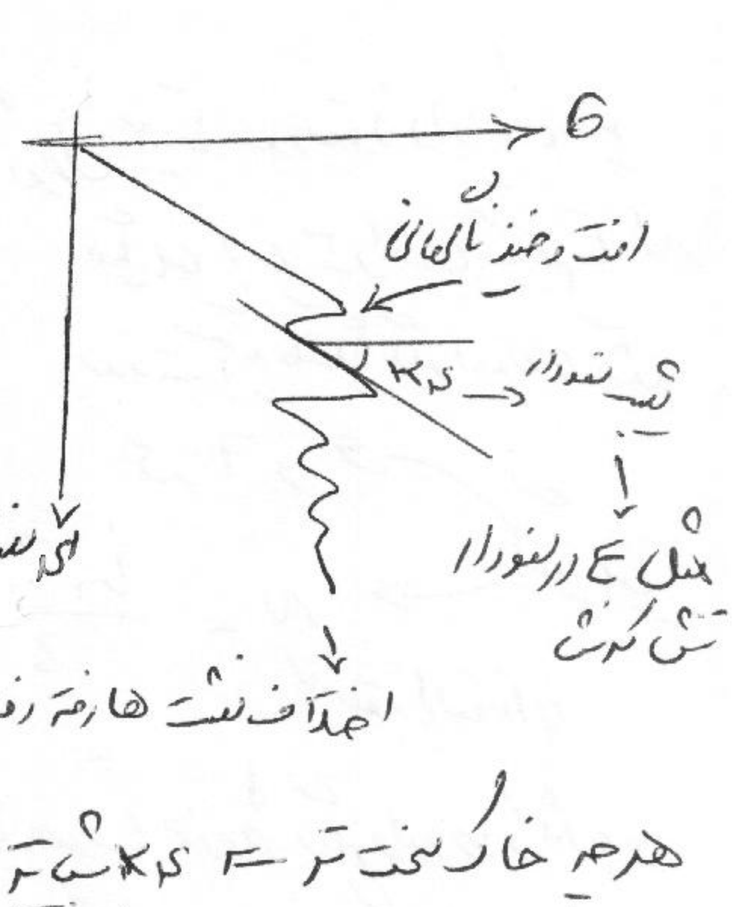
لبه محاسبه‌ای نشست

گیج محاسبه نیروی وارد

نتایج آزمایش‌ها

متوال روی نمودار

«رسم کنید ام نشست ـ تنش در بارگذاری صفحه‌ای»



* سوال) علت افت و خیزهای نامنظم در نمودار P ـ S چیست؟ وقتی نمودار رفته رفته زیاد می‌شود به جای مارپیچ کردن نشست نامنظم و بی‌قاعده نشست کلی

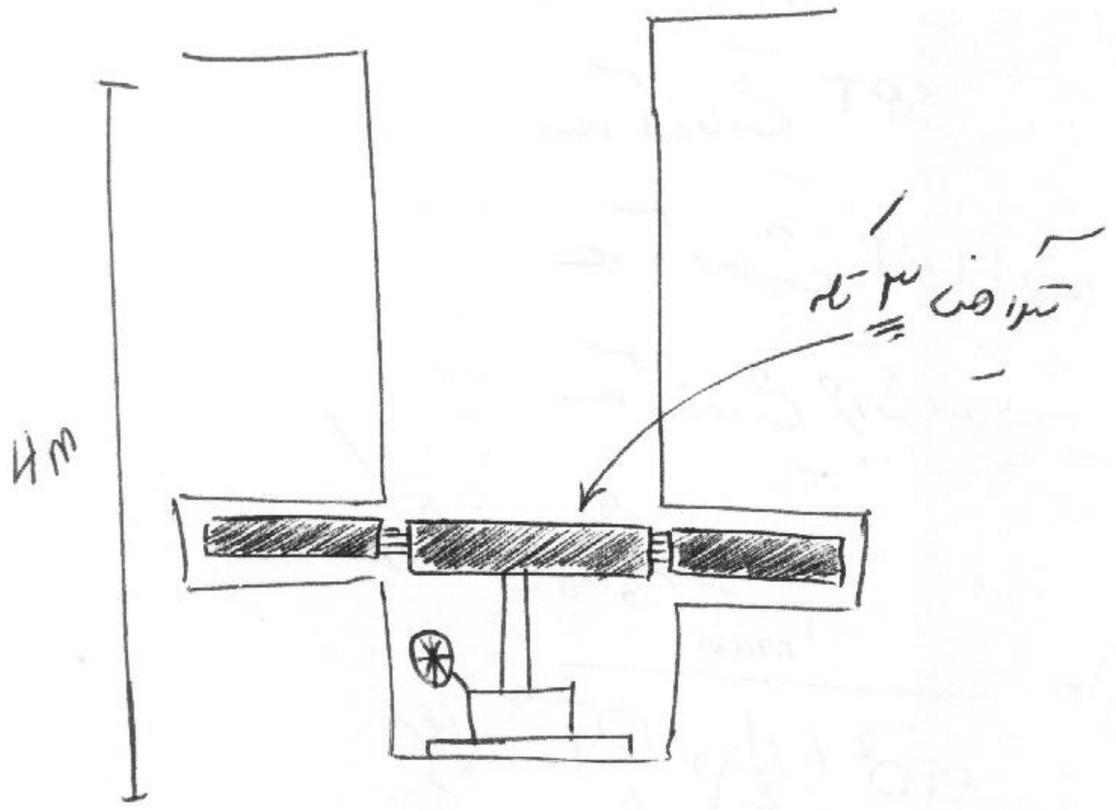
نشست و نامنظمی نشست‌های اتفاقی می‌افتد.

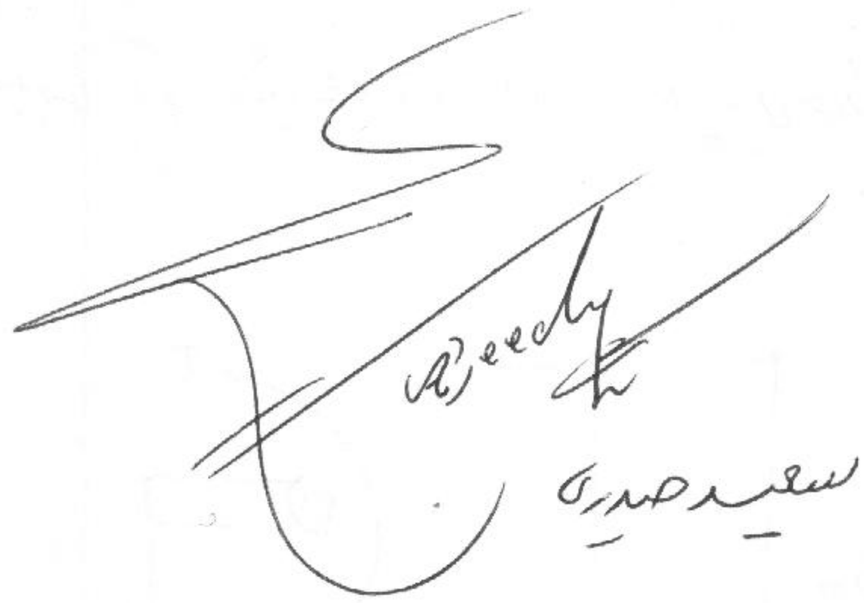
هرچه خاک سخت‌تر ← K_S بیشتر

هرچه خاک نرم‌تر ← K_S کم‌تر

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

روش دیگر آزمایش استاندارد صفحه ای =>



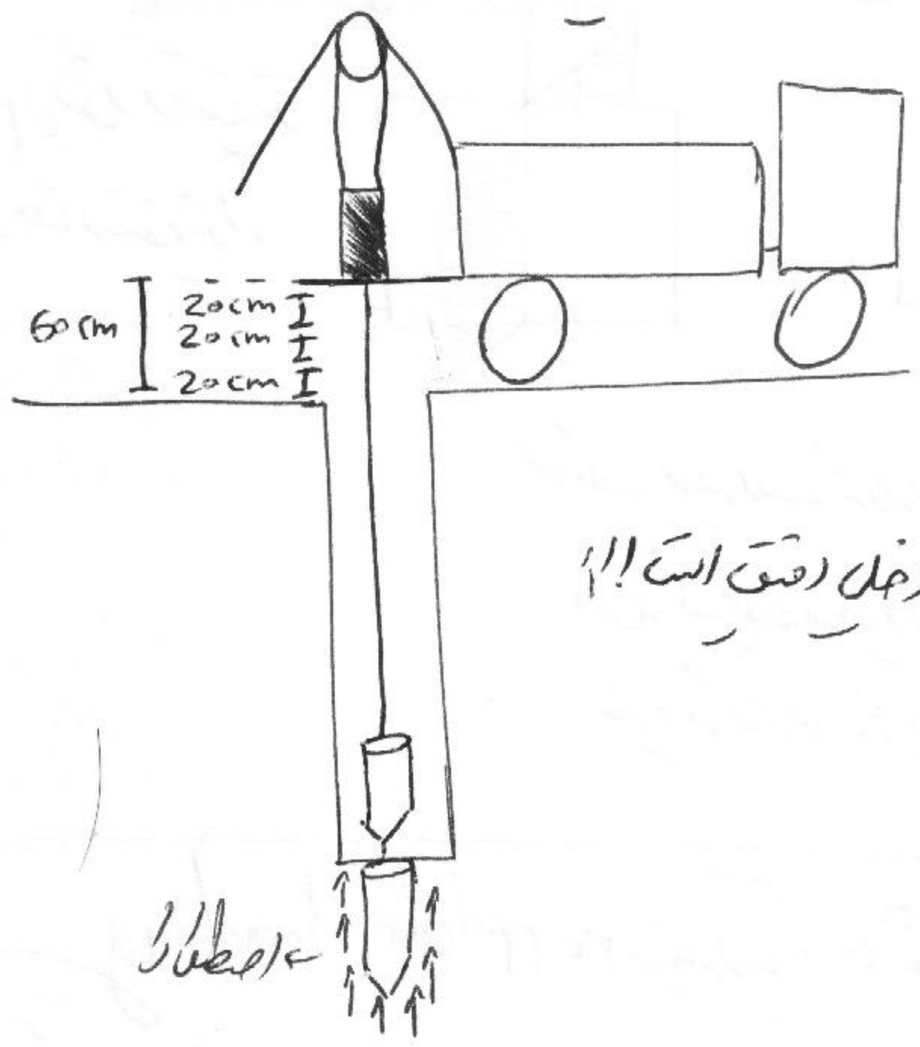


سعید حیدری

۱- آزمایش SPT => نتیجه این آزمایش => N => عدد بدون استاندارد.

N	q_u
10	$1 kg/cm^2$
25	$1.2 kg/cm^2$
!	
!	

"اعداد جدول واقعی نیست"



* این روش دقت سازی زیاد و خیلی دقیق است!!

۳ تا ۲۰ سانتی متر داریم ...

هر ۲۰ سانتی متر => یک عدد نفوذ داریم => ۲۰ سانتی متر اول => نفوذ ۱
۲۰ سانتی متر دوم => نفوذ ۲
۲۰ سانتی متر سوم => نفوذ ۳

در حال ۳ تا عدد نفوذ داریم که باید
همانطور این ۳ را با هم تا کنیم
بدست آید مثلاً اگر اعداد باشند
5 و 7 و 9

$$N = \frac{5+7+9}{3}$$

همانطور که استاندارد

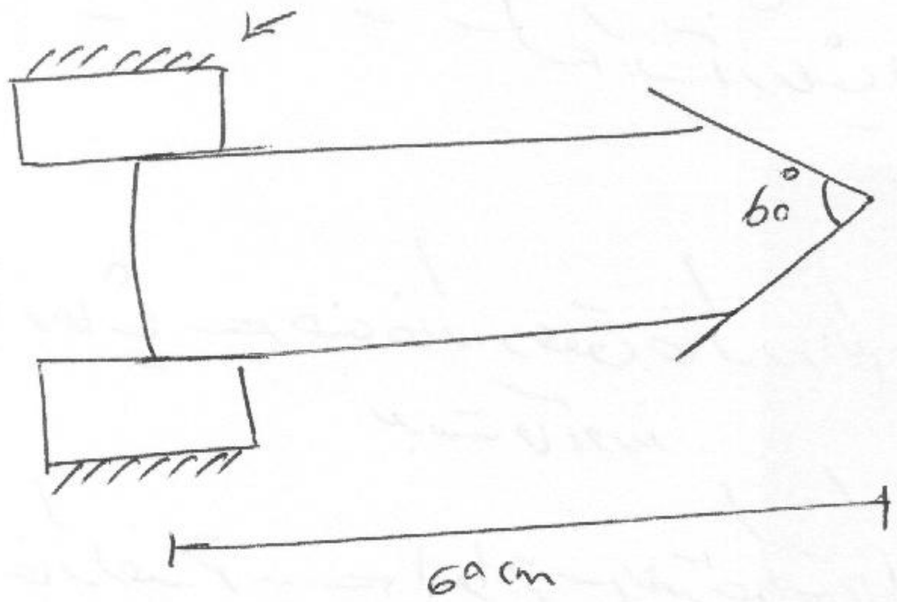
* هرچه عمق اجرایش بیشتر شود => عدد N هم بیشتر می شود چون فشار بار سازه ای در عمق های پایین تر بیشتر است (نفی تقلا خاک بیشتر می شود و آن سفت می شود)

* شدیدی که تا ۲۰ سانتی متر دوم و سوم می خواهیم تا عدد نفوذ را داشته باشیم این عدد نفوذ از ۲۰ سانتی اول است چون مخروط نشسته وارد خاک شده و از طرف خاک شدیدی اصطکاک داریم!!

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

آزمایش CPT :

غلاف محفوظ ← بدنه ی مقاومت اصطکاکی



نوک محفوظ ← حساسه ی مقاومت آتکایی

سوال ← مقاومت آتکایی و اصطکاکی هرکدام در چه قسمتی وجود دارند؟

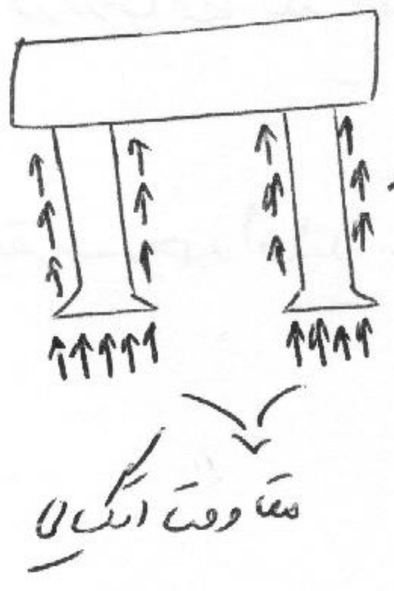
جواب ← مقاومت آتکایی نوک محفوظ

مقاومت اصطکاکی در بدنه محفوظ

* سر راد نیته می شود و با آب سوراخ سوراخ پایین می رود به ساطح ۱۱۱

= کاربرد آزمایش CPT = در اجرای شمع ها ۱۱۱ = مقاومت آتکایی و مقاومت نوک شمع با طبقات خاک

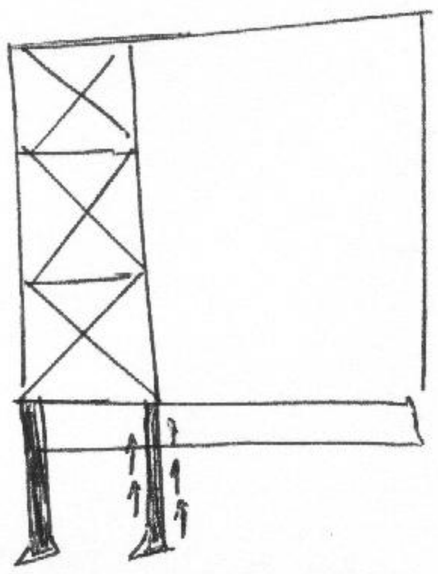
* اگر شمع تنها باشد روی آن شنی = مقاومت می کند = چرا؟
زیرا گودی که حفر شده (توسط مته) به حجمی های داخل بتن درون آن ها را پر می کند.

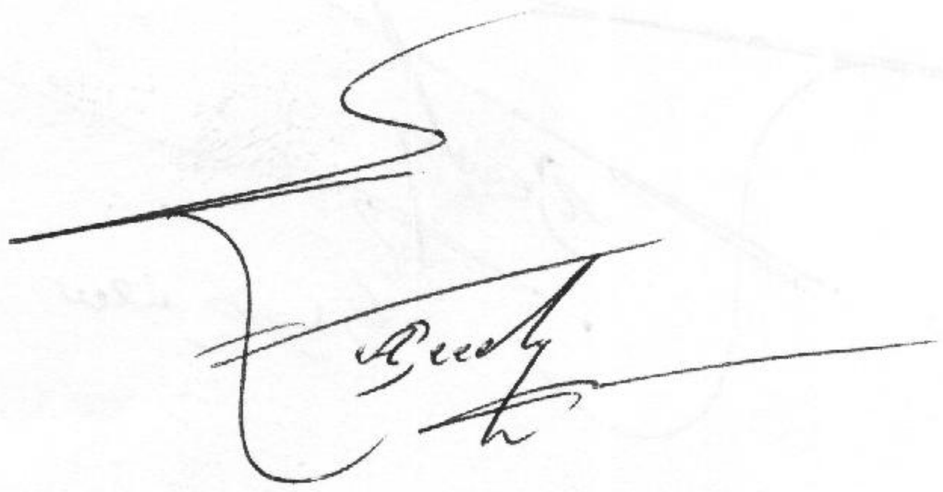


شمع ها در سازه های خاص ① = مثل پایه های پل = برای جلوگیری از خیز شدن پایه در اثر عمل PD و حرکت پایه های پل در راستای محل ضربه زدن آب و ...

② = زیر بار بندگی ساختمان = برای جلوگیری از نشست شدن و خرد و خفه بار بند در اثر نیروی کشش و فشار

* شمع های شنی = در مناطق ساحلی اجرا می شود.
گیرداری آن ها در خاک کم است.





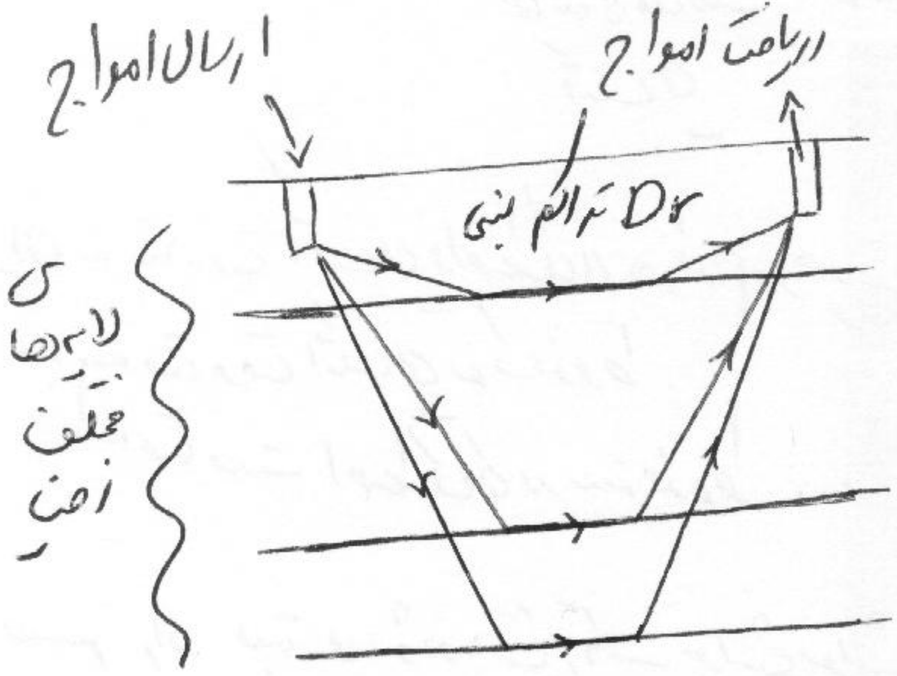
سعید حیدری

Pey-O3

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

۱-۱- آزمایش‌های ژئوفیزیک ← روی‌چاه‌ها، سدها، بندها و... کاربرد دارد و کارهای خاصی

یک آزمایش لرزه‌نگاری است.



با انجام آزمایش ← ضخامت خاک و عمق خاک و ترانکم خاک را بدست می‌آورند.

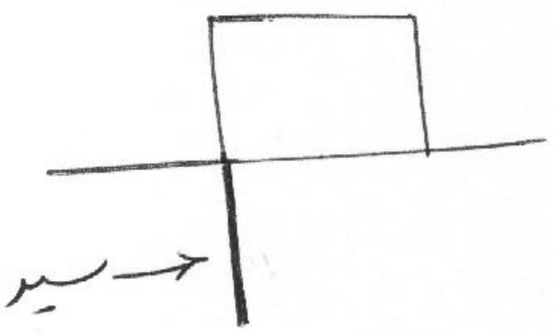
هرچه خاک نرم‌تر ← امواج سریعتر حرکت می‌کنند

هرچه خاک نرم‌تر ← امواج کندتر حرکت می‌کنند به عبارتی هدر می‌روند

* هرچه سرعت امواج و شدت دفرکاشن را بیشتر کنیم امواج به لایه‌های پایینی‌تر می‌روند.
* هرچه سرعت تغییر کند می‌فهمیم لایه‌ها عوض شده است.

← در روش‌هایی که خاک را لخت نکنند (حفاری) عمق سیمان سدها را از این روش بدست می‌آورند.

* در منطقه سرحد اقلید ← ترانشه‌ای عمق آب زیرزمینی کم و زیاد از این روش استفاده می‌شود.



آنچه در این فصل آموختیم باید در یک فصل‌نامه چگونه اجرای و... خلاصه کنید. مثل سنوال‌های و تاریخ‌های نمونه‌ای و... ص ۲۷ ص ۱۴۹ کتاب آقای ← یک گزارش کامل خاک باید شامل چه مواردی باشد؟

۹- چرا تاریخ حتماً باید ذکر شود؟ ← در فصل‌های مختلف سال مثلاً عمق آب‌های زیرزمینی و... فرق می‌کند.

سعید حیدری

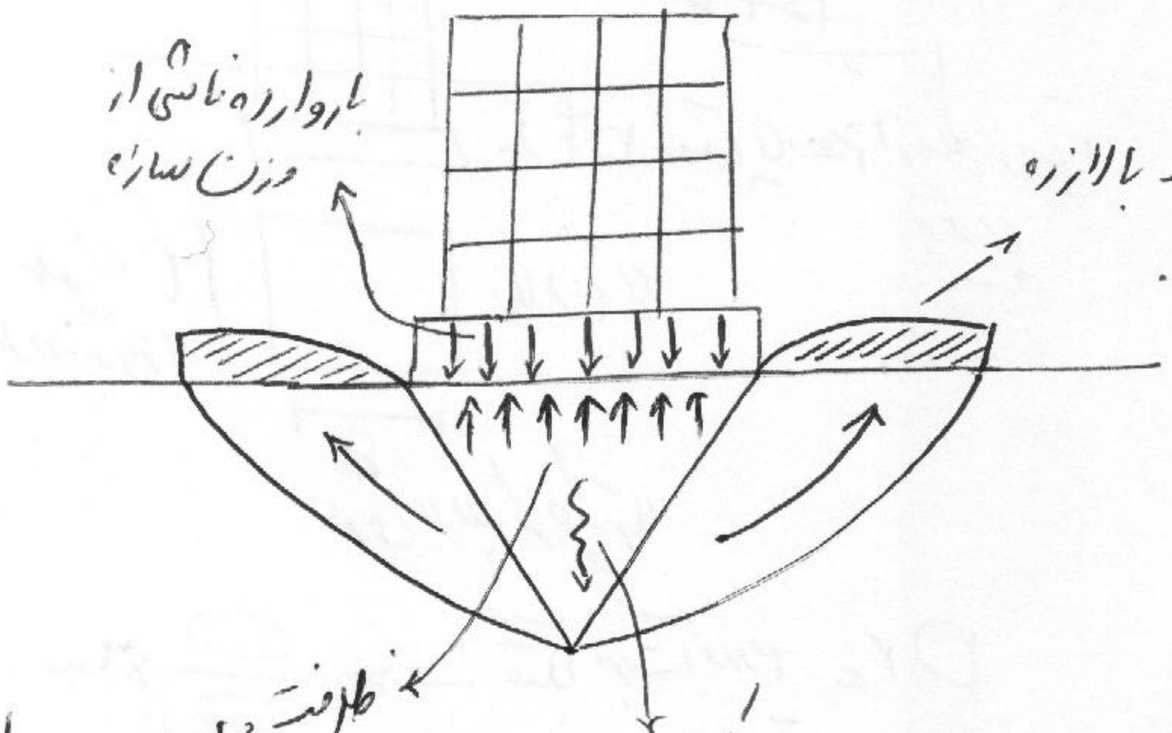
www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ظرفیت باربری "سوال امتحانی"

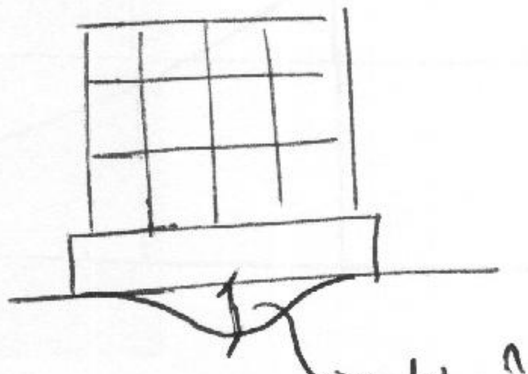
آیا شما لوله ای که اهداء بر سر راه شما قرار داشته باشد "شما لازم جهت عملکرد درست پی"

۱- مقاومت در برابر گسیختگی برشی (ظرفیت باربری)

۲- مجاز بودن نشست ← در بررسی همانگ خاهد نشست تکلم را کامل بررسی کردیم و نشست آنی تحکیم را شد.



نکته ← بار وارده از وزن یا بار وارده از زمین خاهش داشته باشد در غیر اینصورت گسیختگی برشی رخ خاهد.



ظرفیت باربری = q_u

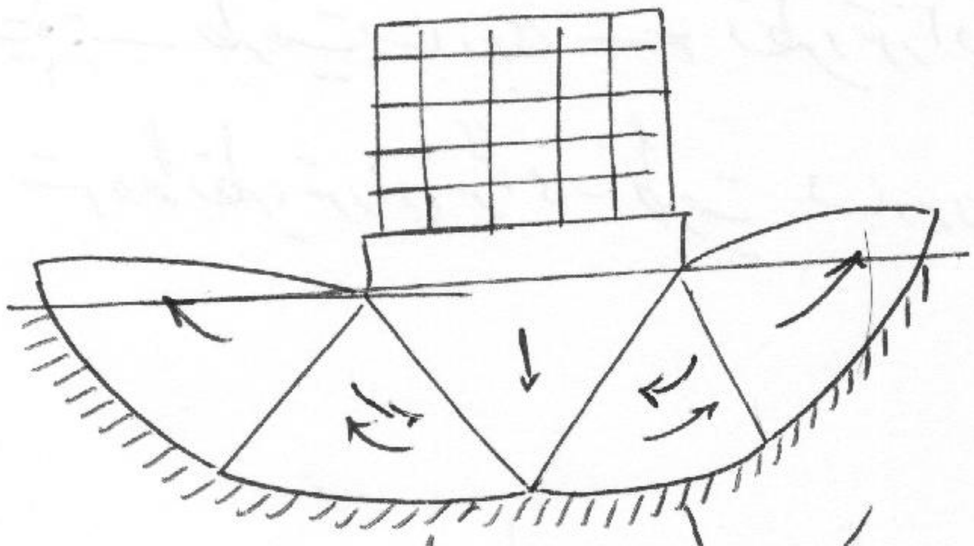
$Q_{all} = \frac{q_u}{F.S} + \gamma D$

---

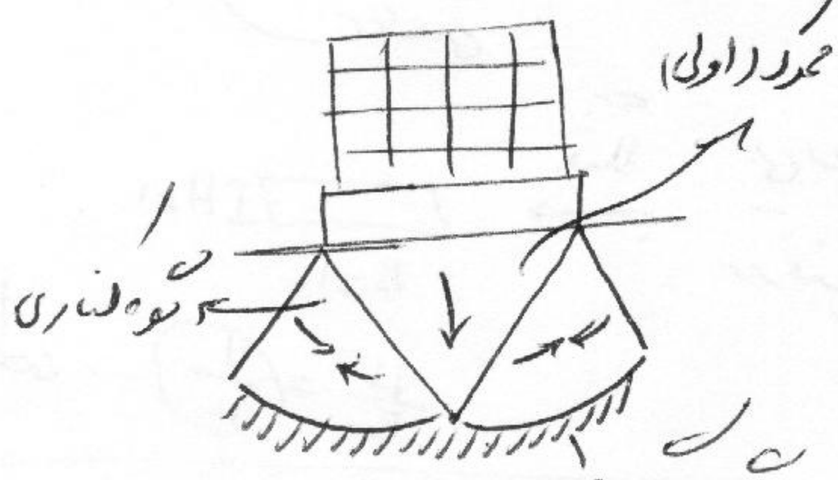
* اصطلاحات مثل از محاسبه ی ظرفیت باربری

۱- انواع گسیختگی (۳ نوع)

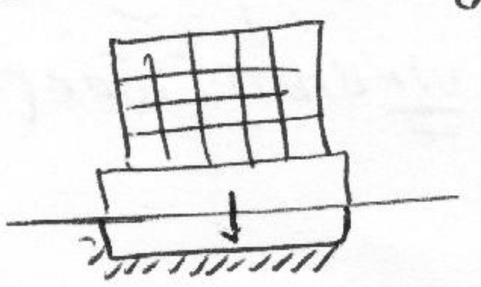
الف) گسیختگی برشی کل ← جایی که بار خلی زیاد باشد ← نفوذ
یا ← خاک خلی محکم و ریخت



ب) گسیختگی برشی موضعی ← جایی که ← خاک از نظر سختی متوسط ← نفوذ
یا ← بار متوسط باشد



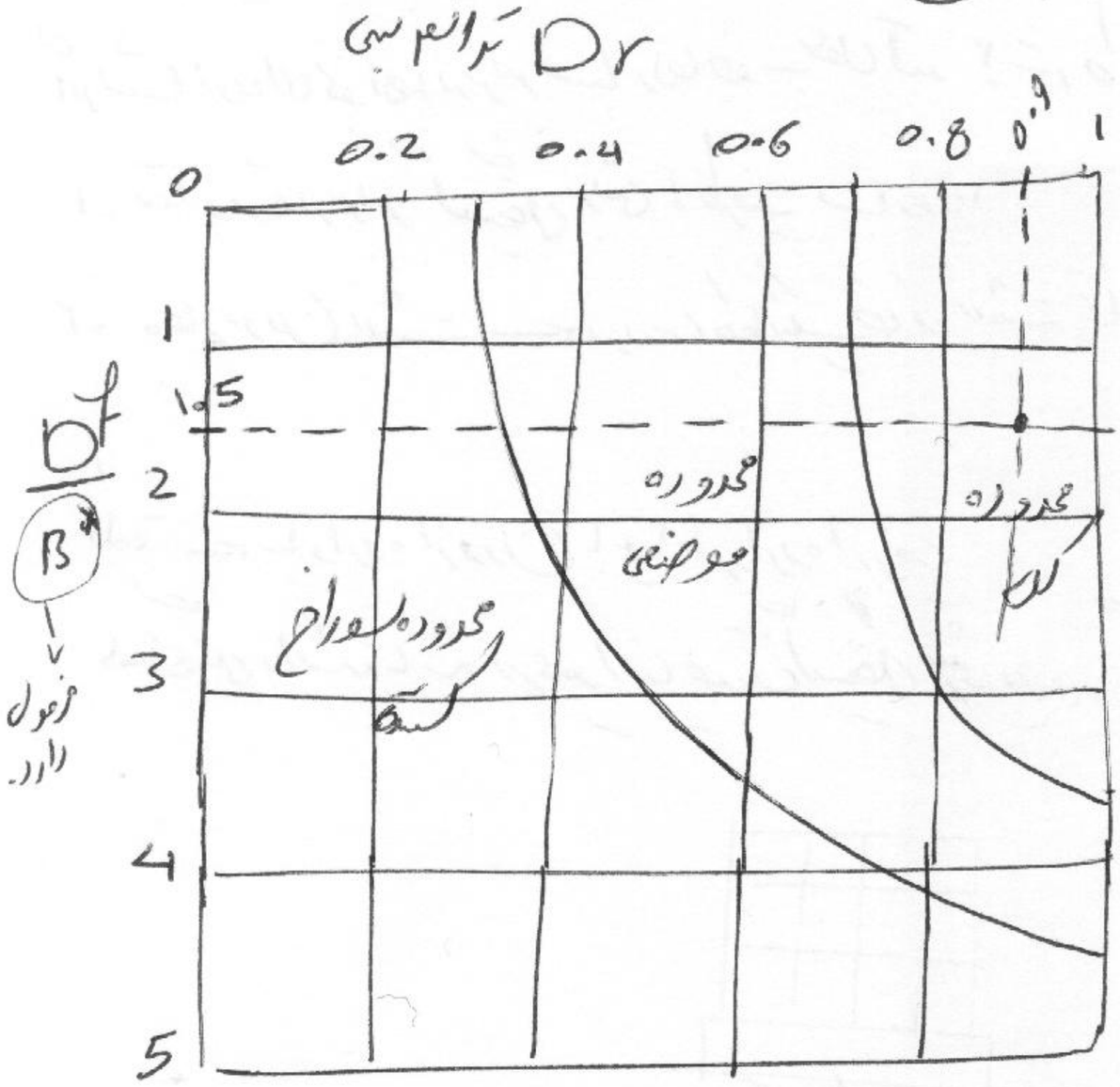
ج) گسیختگی سوراخ کننده (پانچینگ) ← جایی که خاک زیر سازه خلی نشست است و سازه همونجا می ره پایین فقط زیرپی داره سوراخ می شه
علت ← یا بار خلی زیاده یا خاک خلی نشست



شکل

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

۱- تشخیص نوع گسیختگی از طراعداد و ارقام ← نمودار صفحه

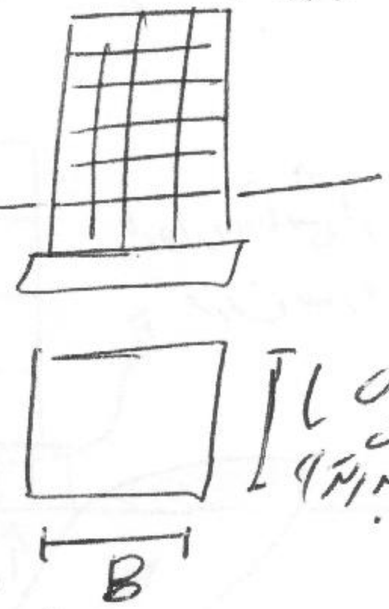


با دانستن $\frac{D_f}{B^*}$ و نسبت تراکم نسبی D_r یک نقطه در نمودار رسم می‌کنیم ← نمودار ۳ ناحیه دارد، هر ناحیه یک نوع گسیختگی را بیان می‌کند.

$$B^* = \frac{2BL}{B+L}$$

D_f عمق پی ← از سطح زمین تا زیر پی

پلان پی



مثلاً اگر نسبت $\frac{D_f}{B^*}$ برابر ۱.۵ باشد و تراکم نسبی (D_r) برابر ۰.۹ یا ۹۰٪ باشد ← گسیختگی برشی کلی (محدوده سمت راست)

* ممکن تراکم ۱۰۰٪ باشد ولی اندازه‌ی کوچک باشد ← گسیختگی در ناحیه لوزاج گسیخته قرار گیرد.

۲- ظرفیت باربری ← تظریه ترزاقی ← برای حالت‌هایی که چند شرط دارد تظریه می‌گوید.

شروط تظریه ترزاقی برای حالت ظرفیت باربری

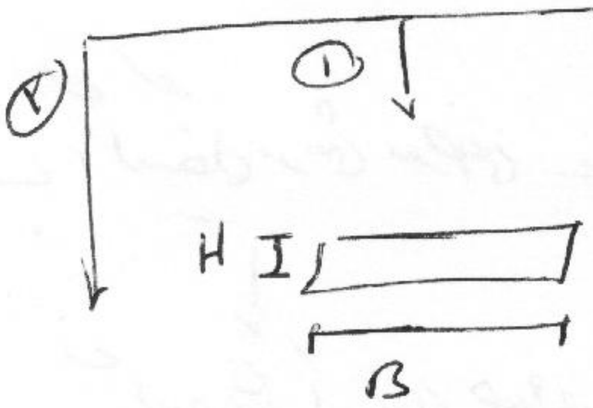
۱ ← پی سطحی باشد ← * پس باید ابتدا انواع پی را بشناسیم.

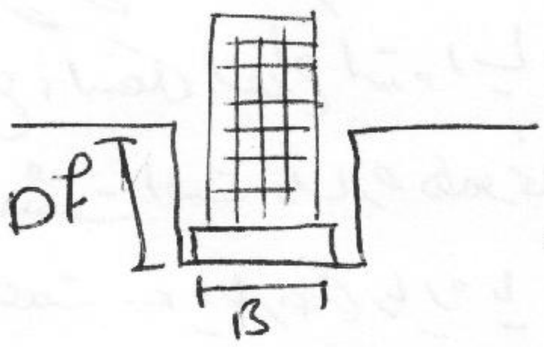
۲ ← نوع گسیختگی کلی باشد

۳ ← سربارهایی که مقابله نمود.

* انواع پی ← سطحی ← چند تظریه وجود دارد که ما ۲ تای آن را بیان می‌کنیم

عمیق





تظریه‌ی D_r صد است زیرا ضخامت پی کار را دوم در تظریه‌ی دوم ضخامت پی کاری ندارد.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

۱- انواع پی سطحی

- منفرد
- با سکوی
- نواری
- رادیه یا گسترده (فلت یا گسترده)

* تفاوت پی منفرد و با سکوی فقط در نوع اتصال پی هاست که در ادامه است ← در یک کلمه ستر اتصال را جدا می کند.

«منفرد»

ستون

اتصال با شفت «کلاف» فقط برای جلوگیری از حرکت

اتصال با شفت برای کمک حفش (مخصوصاً زمین با آبندهای) با را از یکی از ستون های اتصال می کند.

«با سکوی»

↓

حفش با سکوی (شفت) را حل می کند.

«نواری»

یک نوار طولی

دو نوار عرضی

ستون ها

حفره خالی

↓

می توان با حذف چند نوار طولی و عرضی ارتفاع را کم کرد

«گسترده»

ستون ها

۱- انواع پی عمیق

- شفع ها
  - فلزی
  - بتنی
  - چوبی
- صندوقه ای
- ترکیبی ← ترکیبی از سطحی و شفع

«شمع ها»

«بتنی»

«فلزی» «چوبی»

مقاومت اصطکاکی

مقاومت انتهایی

بتنی

کوبیدنی

سطحی

عمقی

* پی صندوقه ← مثل صندوقه چند تا خانه دارد. در صندوقه را جدا می کند. مثل تیرهای لانه زنبوری هستند که سبکی را زیاد می کند.

تیرهای لانه زنبوری

I

1.05 I

plan

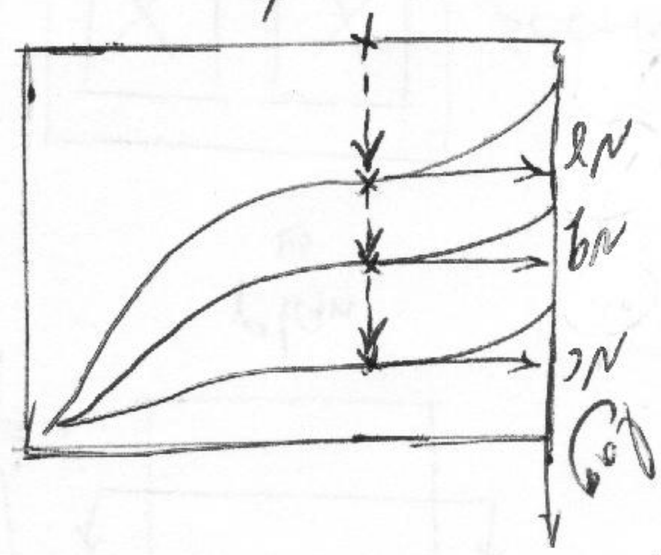
3D

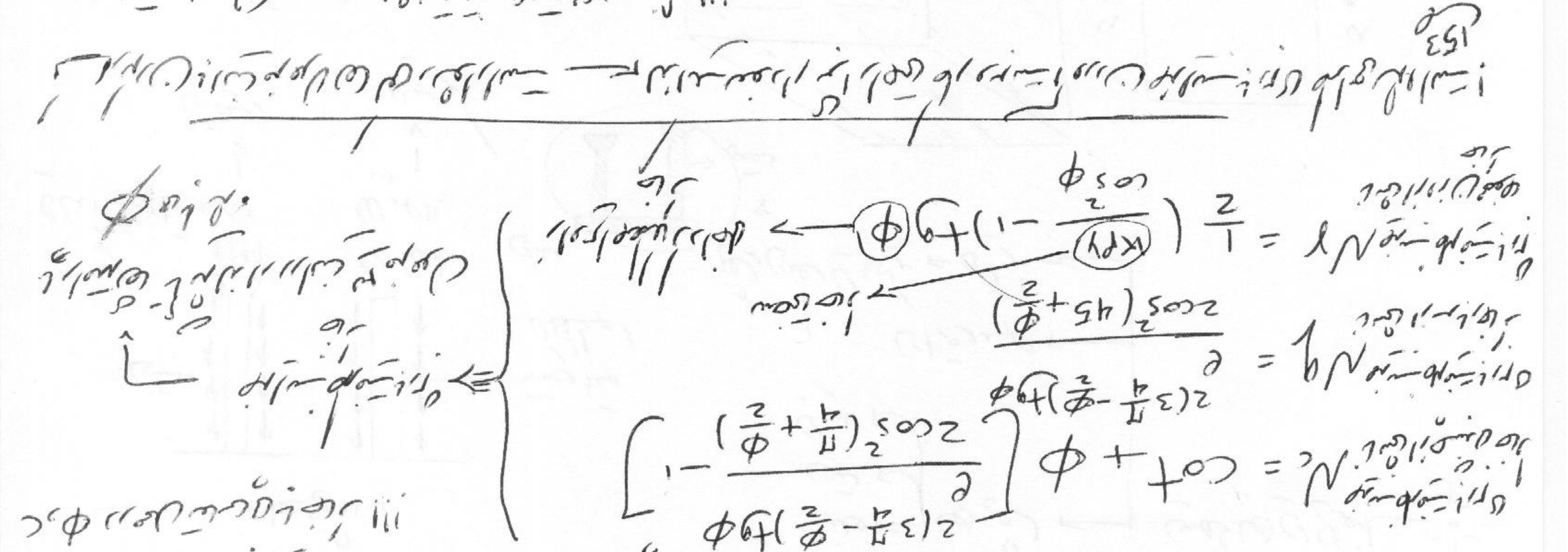
section a-a

h ← ارتفاع صندوقه ← باید چند متر باشد؟ یک متر در یک متر!!

حفره های خالی

P۴۷ - E ۳




N_1
N_2
N_3
ϕ
ϕ
$\phi

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

اصطلاحات فرمول ظرفیت باربری:

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

- q_u: ظرفیت باربری نهایی
- C: چسبندگی خاک
- N_c: ضرایب ظرفیت باربری
- q: عرض پی
- N_q: ضرایب ظرفیت باربری
- $\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$: وزن مخصوص

فرمول ظرفیت باربری پی مربعی:

$$q_u = 1.3 C N_c + q N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

فرمول ظرفیت باربری پی دایره‌ای:

$$q_u = 1.3 C N_c + q N_q + 0.3 \gamma B N_\gamma$$

B: قطر دایره

این فرمول‌ها کامل نیستند ← ایراداتی دارند

ایرادات:
۱. عدم توجه به تأثیر شکل پی
۲. عدم توجه به تأثیر عمق پی ← با تغییر عمق پی ظرفیت باربری تغییر می‌کند.
۳. عدم توجه به تأثیر زاویه بار
۴. عدم توجه به تأثیر عمق آب زیرزمینی

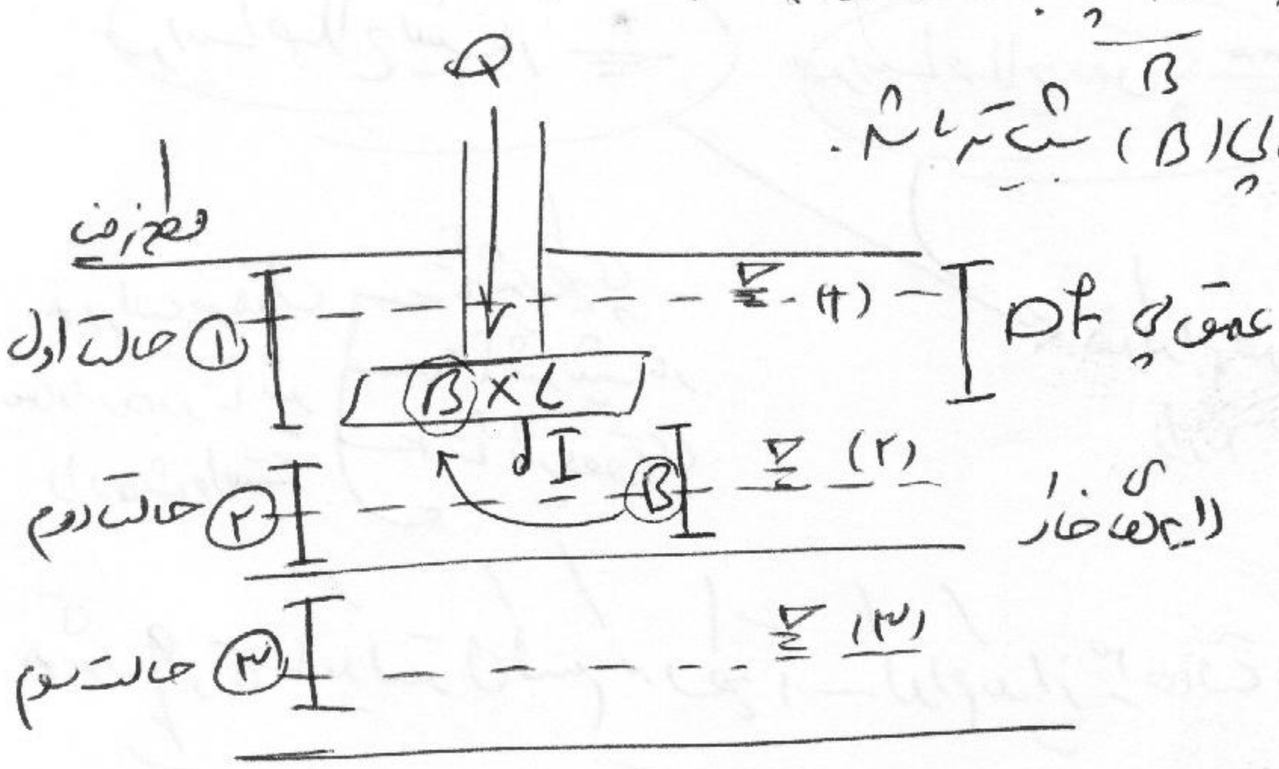
* برای رفع هریک از ایرادات را اصلاح کرده‌اند:

الف) اصلاح در اثر عمق آب ← ۳ حالت داریم که در ۳ حالت می‌تواند باشد سطح آب زیرزمینی:

حالت ① سطح آب زیرزمینی جایی بین سطح زمین تا زیر پی باشد.

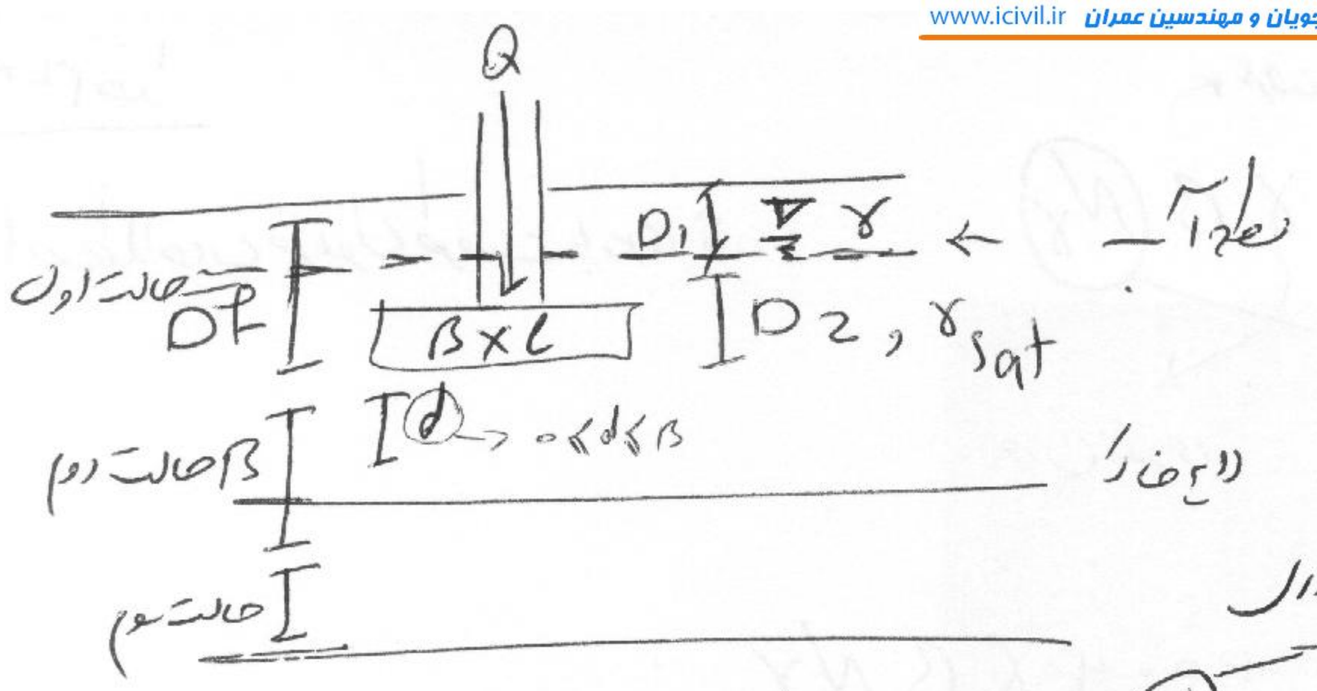
حالت ② سطح آب زیرزمینی از زیر پی تا عمقی کم‌تر از عرض پی باشد ← $d < B$

حالت ③ سطح آب زیرزمینی از عمقی معادل عرض پی (B) بیشتر باشد.



* در هرکدام از این ۳ حالت q و γ متفاوت است تغییر کند و مقادیر جدیدی بدست آید ← خود مول‌ها q و γ در هرکدام از این ۳ حالت در صفحه بعد ←

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



* خرابی گاهی مربوط به q و گاهی مربوط به γ

۳ حالت ممکن سطح آب زیرزمینی

$(\gamma_{sat} - \gamma_w)$ = وزن مخصوص شناور

حالت اول (I) →
$q = D_1\gamma_1 + D_2\gamma'$
$\gamma = \gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$

حالت دوم (II) ← آب در q اثری ندارد ولی در γ اثر دارد
$q = \gamma D_f$
$\gamma = \bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$

اگر d = ۰ تأثیر ضرر هول می‌شود $\gamma = \bar{\gamma} = \gamma'$ → مثلاً سطح آب رضایی زیری یا شده $d = 0$

وزن مخصوص غوطه‌وری

حالت سوم (III) ← آب نه در q نه در γ اثری ندارد.
$q = \gamma D_f$
$\gamma = \gamma$

ضرایب اصلاح شده ظرفیت باربری تورزاقی

$$\Rightarrow q_u = c N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} B \gamma N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

q_u: ظرفیت باربری نهایی خاک
c: چسبندگی خاک
B: عرض پی
q: تنش سربار
γ: وزن مخصوص

- N_c, N_q, N_γ → ضرایب ظرفیت باربری اصلاح نشده
- F_{cs}, F_{cd}, F_{ci} → ضرایب اصلاح شکل
- F_{qs}, F_{qd}, F_{qi} → ضرایب اصلاح عمق پی
- $F_{\gamma s}, F_{\gamma d}, F_{\gamma i}$ → ضرایب اصلاح شیب بار
- هر کدام ضرایب اصلاح سطحی پی

هر کدام ضرایب

* در این ضرایب سه اثر روی تأثیر داده شده است
- تأثیر سطحی
- تأثیر شیب بار
- تأثیر عمق پی

* گاهی q و گاهی γ باید کنترل کنیم نه سطح آب — کدام یک از ۳ حالت است — هر کدام از ۳ حالت که بود با q و γ را متناسب با ضرایب آن تغییر دهیم !!!

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

(I) ضرایب اصلاح شکل (ضرایب اصلاح هندسی)

$$\begin{cases} F_{cs} = 1 + \frac{B}{L}\frac{N_q}{N_c} \\ F_{qs} = 1 + \frac{B}{L}\tan\phi \\ F_{\gamma s} = 1 - 0.4\frac{B}{L} \end{cases}$$

(L = طول پی (بعد بزرگ))

(II) ضرایب اصلاح عمق ← شرط دارد.

if $\frac{D_f}{B} \leq 1$ $\Rightarrow$

$$\begin{cases} F_{cd} = 1 + 0.4\frac{D_f}{B} \\ F_{qd} = 1 + 2\tan\phi\,(1-\sin\phi)^2\frac{D_f}{B} \\ F_{\gamma d} = 1 \end{cases}$$

if $\frac{D_f}{B} > 1$ $\Rightarrow$

$$\begin{cases} F_{cd} = 1 + (0.4)\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right) \\ F_{qd} = 1 + 2\tan\phi\,(1-\sin\phi)^2\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right) \\ F_{\gamma d} = 1 \end{cases}$$

(ϕ: رادیان، $\sin\phi$: رادیان)

(فقط این فرمت ماشین حساب روی رادیان باید فقط همین جوری!!!) (Rad)

(III) ضرایب اصلاح شیب بار

$$\begin{cases} F_{ci} \\ F_{qi} \\ F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi}\right)^2 \end{cases} \gg F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90}\right)^2$$

(β: زاویه بار Q با امتداد قائم، برحسب درجه)

(IV) ضرایب ظرفیت باربری ← فقط وابسته به ϕ است ((زوایای اصطکاکی))

$$\begin{cases} N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)e^{\pi\tan\phi} \\ N_c = (N_q - 1)\cot\phi \\ N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi \end{cases}$$

* ضرایب پیشنهادی وسیک

* برای ظرفیت باربری فونداسیون های تجری زیاد پیشنهاد شده است!!! ما در اینجا از ضرایب پیشنهادی وسیک استفاده می کنیم یا از جدول ص 159 طاحونی

مثال ← صفحه بعد ←

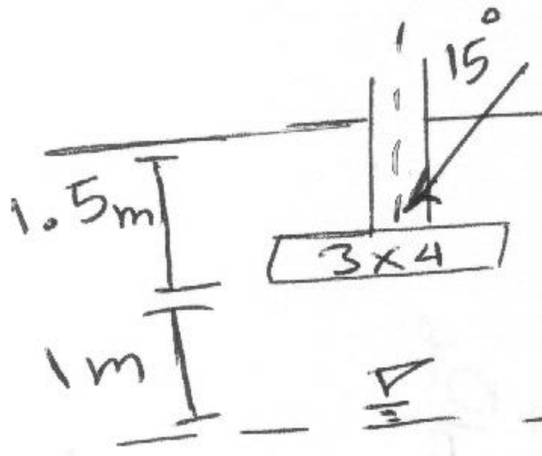
@eedy

سعید عمران

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

مثال) پی زیر مطلوب است محاسبه ظرفیت باربری نهایی؟

* نکته ← ϕ و c لایه زیر جای لایه بالا بنویسیم که پی با خطر زمین در تماس باشد.



$\gamma = 19\ KN/m^3$
$\phi = 25°$
$c = 18\ KN/m^2$

$\phi = 22°$ $\gamma_{sat} = 20\ KN/m^3$
$c = 15\ KN/m^2$ $q_u = ?$

حل ← $q_u = C N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} B \gamma N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$

ضرایب مربوط به ظرفیت باربری را می نویسیم و مجهولات را یکی یکی بدست می آوریم

$\phi = 25 \xrightarrow[159\ ص]{\text{از جدول}} \begin{cases} N_c = 20.72 \\ N_q = 10.66 \\ N\gamma = 10.88 \end{cases}$

ضرایب شکل

$$\begin{cases} F_{cs} = 1 + \frac{B}{L}\left(\frac{N_q}{N_c}\right) = 1 + \frac{3}{4}\left(\frac{10.66}{20.72}\right) = 1.385 \\ F_{qs} = 1 + \frac{3}{4}(\tan 25^\circ) = 1.349 \\ F_{\gamma s} = 1 - 0.4\left(\frac{3}{4}\right) = 0.7 \end{cases}$$

ضرایب عمق ← $\frac{D_f}{B} = \frac{1.5}{3} < 1$ ← ضرایب عمق اول ← از شاخه اول استفاده کن

ضرایب عمق

$$\begin{cases} F_{cd} = 1 + 0.4\left(\frac{1.5}{3}\right) = 1.2 \\ F_{qd} = 1 + 2\tan 25\,(1 - \sin 25)^2 \frac{1.5}{3} = 1.15 \\ F_{\gamma d} = 1 \end{cases}$$

ضرایب شیب بار

$$\begin{cases} F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{15}{90}\right)^2 = 0.69 \\ F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{15}{25}\right)^2 = 0.16 \end{cases}$$

(β ← 15 ، ϕ ← 25)

ادامه حل

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ادامه حل ← اصلاح عمق آب ← سطح آب زیری قرار دارد. ← چون سطح آب از پی آمده پایین

q تغییری نمی کند ولی $\bar{\gamma}$ تغییر می کند.

0.173 ← B عرض پی

از ماتریس صفحه تا عرض پی

حالت دوم

$$\begin{cases} q = \gamma D f = 1.5 \times 19 = 28.5 \\ \gamma = \bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma') = (20-10) + \frac{1.5}{3}(19-(20-10)) = 13 \end{cases}$$

حالت کلی ظرفیت باربری گنم ← $q_u = C N_c F_{cs} F_{cd} - \text{—} + \cdot\sim + \text{—}$

$q_u = 18 \times 20.72 \times 1.385 \times 1.2 \times 0.69 + 28.5 \times 10.66 \times 13.49 \times$

$1.15 \times 0.64 + \frac{1}{2}(3)(13)(10.88)(0.7)(1)(0.16) = 751.9$

$\frac{kN}{m^2}$ واحد

مقداری که خاک می تواند تحمل کند به همراه وزن خاک روی پی

B تغییر می کند

نکته ① ← ظرفیت باربری به دست آمده خالص نیست ← از این ظرفیت باربری وزن خاک هم تا شونده شده از خاک روی پی را

که خواهیم ظرفیت باربری خالص را حساب کنیم باید q_u را از q کم کنیم «از سربار»

q_{net} ظرفیت باربری خالص $= q_u - q = 751.9 - 28.5 = \text{--}$

q ← سربار خاک

هر چه عمق ↑ + ظرفیت باربری ↑ +

نکته ② ← ظرفیت باربری مجاز (q_{all}) ←

$q_{all} = \frac{q_u}{F.S}$ ← ضریب اطمینان ← حداقل بین ۲ تا ۳

۳ ها ۲ را در نظر می گیرم.

Pey- F5

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

نکته ③ ← اگر خاک ما خاک رُس اشباع بود ← $\phi = 0$ ولی C عدد داره !!!

if $\phi = 0 \longrightarrow N\gamma = 0$

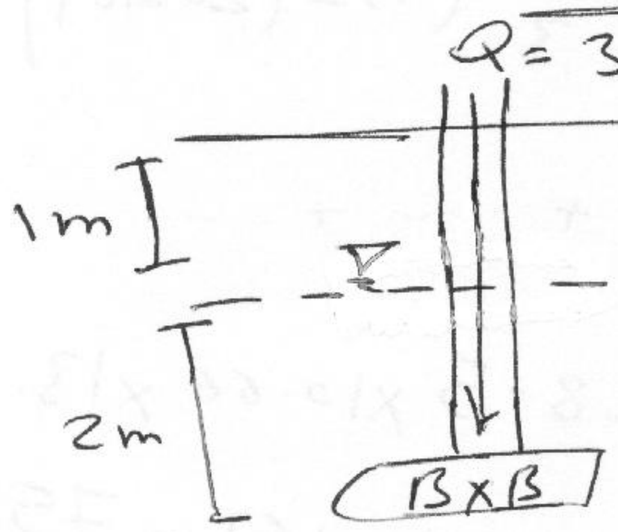
$Nq = 0$

$NC =$ عدد

$\Rightarrow$ ضرایب q_u هم برابر می‌شه $\Rightarrow$ $q_u = C N_C F_{CS} F_{cd} F_{ci} + q$

یعنی ضرایب ظرفیت باربری تو خاک رس اشباع !!!

سؤال) ابعاد پی را طراحی کنید.



$\gamma = 21\ KN/m^3$

$\gamma_{sat} = 22\ KN/m^3$

$\phi = 22^\circ$

$C = 15\ KN/m^2$

$F.S = 2$

Q وارده

تنش وارده $= \dfrac{Q_{عدد}}{A} \longrightarrow$ تنش وارده $\leq q_{all}$

$B \times B = B^2$ ← (A)

$\dfrac{Q}{A} = B$ مقداری برحسب

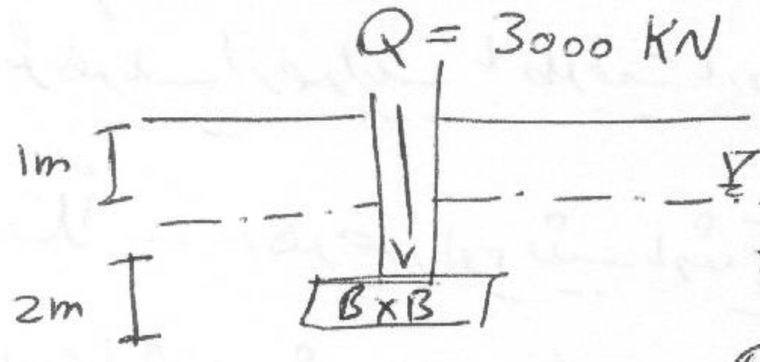
$L = 2B$ ← مثلاً $B \times B$ ← مثلاً $B \times L$ داده بود ← باید برحسب B فرض کنیم مثلاً

A نکته ← اگر L یا B ← خیلی کار نداره ← دوری‌ها معقوله !!!

Homework ← حل کنید

$\rho e_y - \bar{T}^* \varepsilon_{ud}$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



$\gamma = 21\ KN/m^3$

$\gamma_{sat} = 22\ KN/m^3$

$\phi = 22^\circ$

$C = 15\ KN/m^3$

ضریب اطمینان $F_S = 2$

حواستون هست سوال چه جوری میدن؟

برای محاسبه ظرفیت باربری خرپل ها زیاد دچار دردسر نشوید (البته ما) فقط خرپل ها ترازاتی را استفاده کنید.

از بحث ظرفیت باربری کلاً ۲ نوع سوال می‌توان طراحی کرد ① محاسبه ظرفیت باربری ② محاسبه‌ی ابعاد فونداسیون

② محاسبه‌ی ابعاد فونداسیون ← دو حالت ← حالت مستطیل ← دو ضلع از ابعاد را حتماً باید مشخص کنیم

حالت دایره ← فقط قطر را می‌دهد.

مثلاً در ابعاد $B \times L$ یا $B \times 2B$ مثلاً B و $2B$ ← B و L

الف ← ظرفیت باربری ⇒ $q_u = C N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} B \gamma N_\gamma \cdots F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$

$\phi = 22^\circ$ ← جدول ص 159

$$\begin{cases} F_{cs} = 1 + \frac{B}{L}\frac{N_q}{N_c} \rightarrow F_{cs} = 1 + \frac{B}{1B}(0.45) = 1.45 \\ F_{qs} = 1 + \frac{B}{L}\tan\phi \rightarrow 1 + \frac{B}{1B}(0.38) = 1.38 \\ F_{\gamma s} = 1 - 0.4\frac{B}{L} \Rightarrow F_{\gamma s} = 1 - 0.4\left(\frac{1B}{1B}\right) = 0.6 \end{cases}$$

ضریب اصلاح عمق ← $\frac{D_f}{B} \le 1$ ← شرط سوال

$$\begin{cases} F_{cd} = 1 + 0.4\frac{D_f}{B} \rightarrow F_{cd} = 1 + 0.4\left(\frac{3}{1B}\right) = 1 + \frac{1.2}{B} \\ F_{qd} = 1 + 2\tan\phi \cdot (1 - \sin\phi)^2 \frac{D_f}{B} \\ F_{qd} = 1 + 2(0.38)(1 - \sin 22^\circ)^2 \frac{3}{B} = 1 + \frac{0.89}{B} \end{cases}$$

ضریب اصلاح شیب ←

$$\begin{cases} F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ}\right)^2 = 1 \\ F_{\gamma i} = 1 \end{cases}$$

چون بار ما ظرفیتی است $\beta = 0$

$\gamma_w = 10$ ، $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$

حالت اول اصلاح عمق آب

$$\begin{cases} q = \gamma D_1 + \gamma' D_2 \rightarrow = 1(21) + 2(12) = 45\ \frac{KN}{m^2} \\ \gamma = \gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w) \Rightarrow \gamma' = 22 - 10 = 12\ KN/m^2 \end{cases}$$

$$q_u = 15 \times 16.88 \times 1.45 \times 1\left(1 + \frac{1.2}{B}\right) \times 1 + 45 \times 7.82 \times 1.38 \times \left(1 + \frac{0.89}{B}\right) \times 1 + \frac{1}{2} B \times 12 \times 7.13 \times 0.6 \times 1 \times 1$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

$$q_u = 15 \times 16.88 \times 1.45 \times \left(1 + \frac{1.2}{B}\right) \times 1 + 45 \times 7.06 \times 1.58 \times \left(1 + \frac{0.89}{B}\right) \times 1 \quad \frac{1}{2} B \times 12 \times 7.13 \times 0.0 \times 1 \times 1$$

q_u ← ظرفیت باربری نهایی

q_u ← ی اطمینان

کمتر از مقدار برابر است

آمده در نظری تقسیم بر $F.S$

$F.S$ ← تقسیم بر ① و ② $F.S$

سوال داده

$$q_{all} = \frac{q_u}{F.S} = \frac{q_u}{2}$$

ظرفیت باربری مجاز

q_{all} ← q_{all} مجاز = q شده باربری

$$\frac{q_u}{2} = \frac{3000}{B^2}$$

$\frac{Q}{A} = \frac{3000}{B^2}$

A ← $B \times B$

Q

ظرفیت باربری

q_u

B ← B برابر است با B حسب ۲ برحسب

می آوریم ← نیازی به حل معادله نیست (از همان ① داریم)

$\frac{D_f}{B}$ ۱۲۱ ← داریم

A در نهایت که گفته است آمده باید با فرض که در ابتدا سوال در نظر گرفتم کنترل کنم ←

اگر فرض درست بود که هیچ اشکالی ندارد ولی باید فرض را تغییر دهیم از $\frac{D_f}{B}$ و دوباره

تمام مسئله را حل کنم.

برنامه جدا

پی نبایرون محوری

یک طرفه

دو طرفه

وقتی بار Q دقیقاً روی مرکز سطح پی وارد نشود

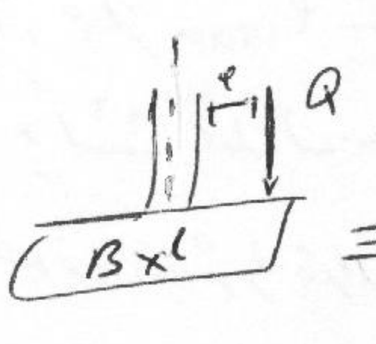
علاوه بر بار قائم یک یا دو لنگر هم داریم خواهد بود.

اگر خارج شدن بار از یک محور باشد ← یک طرفه

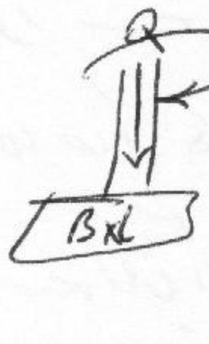
اگر بار در ۲ جهت خارج شود ← دو طرفه

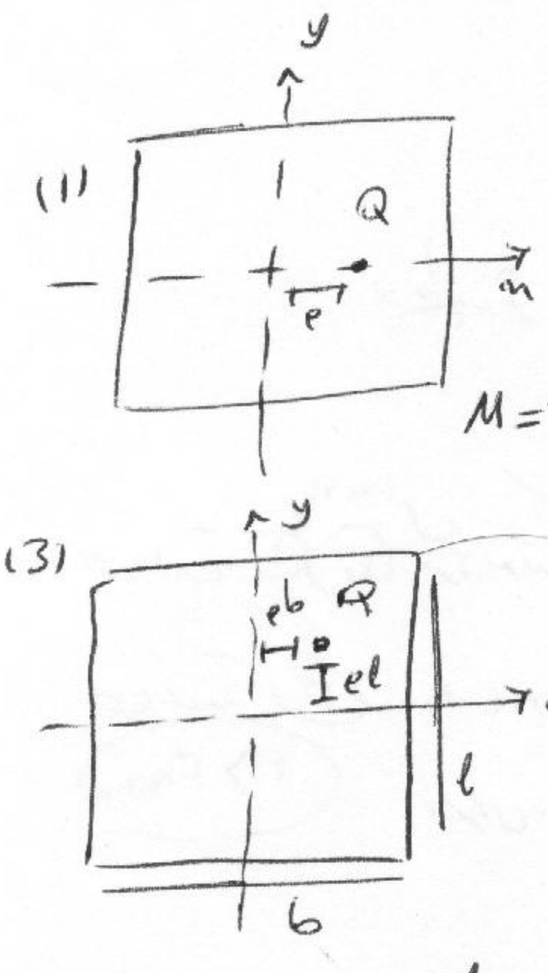
* شکل ۱ و ۲ ← پلان برون محوری یک طرفه ← یک لنگر

* شکل ۳ و ۴ ← پلان برون محوری دو طرفه ← ۲ لنگر



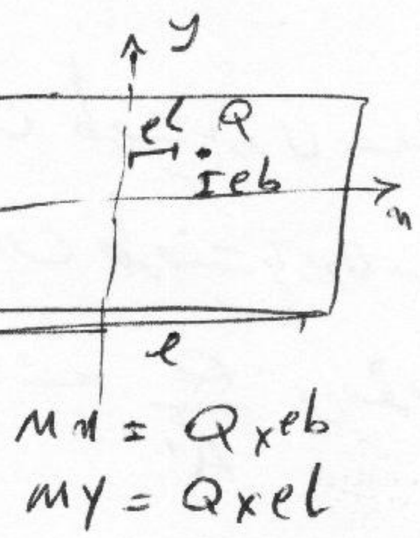
≡





$M_x = Q \times el$

$M_y = Q \times eb$



$M_x = Q \times eb$

$M_y = Q \times el$

وقتی بار Q دقیقاً روی مرکز سطح پی وارد نشود

علاوه بر بار قائم یک یا دو لنگر هم داریم خواهد بود.

اگر خارج شدن بار از یک محور باشد ← یک طرفه

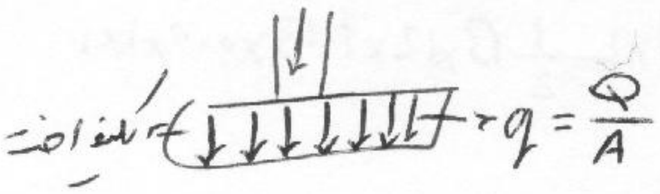
اگر بار در ۲ جهت خارج شود ← دو طرفه

* شکل ۱ و ۲ ← پلان برون محوری یک طرفه ← یک لنگر

* شکل ۳ و ۴ ← پلان برون محوری دو طرفه ← ۲ لنگر

سعید حیدری

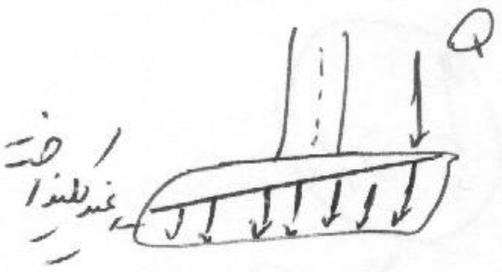
www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



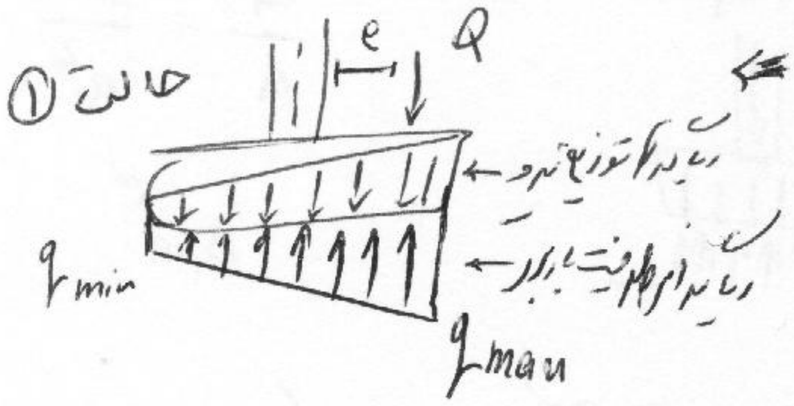
* وقتی بار از مرکز خارج شده ← توزیع تنش‌ها یکنواخت است ←

* وقتی بار از مرکز خارج شده ← توزیع تنش‌ها غیر یکنواخت است ←

در نتیجه عکس العمل خاک متفاوت می‌شود ← برآیند از ظرفیت باربری.



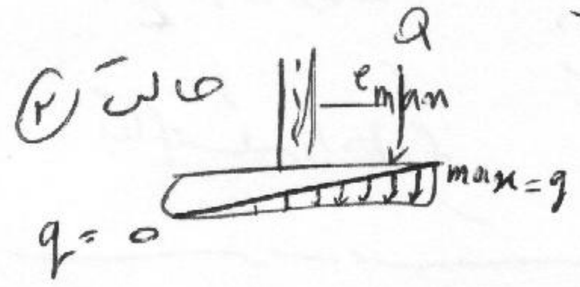
برعکس برآیند از توزیع تنش‌ها می‌شود ⇐



اندازه e از مرکز خارج از محور عمل است ← در ابتدا که e زیاد می‌شود

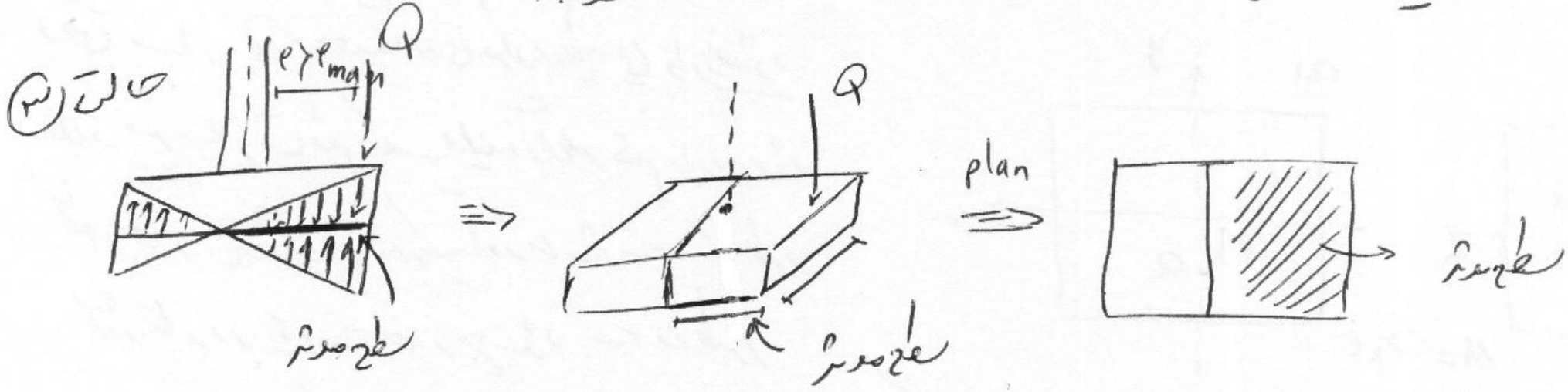
نمودار توزیع تنش‌ها خطی و عکس یکنواخت شدن آن کند است جایی که یک طرف تنش‌ها از یک طرف رفته رفته کم می‌شود. حال اگر e بیشتر افزایش یابد جایی

خواهد که یک طرف نمودار توزیع تنش‌ها q_{max} و یک طرف صفر می‌شود ← به این فاصله e_{max} می‌گویند



تعریف e_{max} ← فاصله‌ای که اگر نیروی آن فاصله از مرکز خارج شود توزیع تنش‌ها یک طرف q_{max} و یک طرف صفر می‌شود و حالت روبرو را دارد

* اگر e از e_{max} بیشتر شود ← توزیع تنش از حالت قبلی می‌شود ← معنای این موضوع این است که خاک در این بخش باید کشش تحمل کند ← اما خاک هیچ وقت کشش تحمل نمی‌کند ← در چنین حالتی رخ داده در فونداسیون‌ها باید طول و عرض صفر را حداقل کنیم ← یعنی آن قسمتی که اثری ندارد در فونداسیون‌ها وارد نشود!!



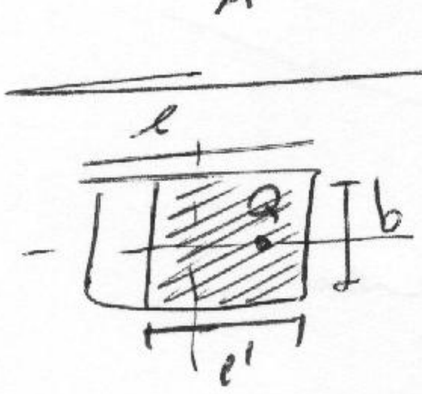
حالت ① و ② برای به دست آوردن ظرفیت باربری ← دقیقاً همان قبل ← فقط کنترل با q_{max} صورت می‌گیرد.

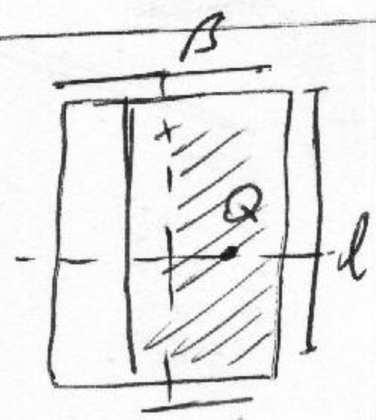
حالت ③ برای به دست آوردن ظرفیت باربری ← هرجا که B و L را دیدیم باید B' و L' بنداریم

$e > e_{max}$

و بار وارده ← $\frac{Q}{A'}$ می‌شود.

$$\frac{Q}{A'} = \frac{q_u(B',L')}{F.S} \rightarrow \text{به دست می‌آید}$$





وقتی بردار عمود بر راستای B باشد.

وقتی بردار عمود بر راستای L باشد.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

* حداکثر تنش q_{max} در حالت‌های مختلف:

$$q_{min} = \frac{Q}{BL}\left(1 - \frac{6e}{B}\right) \quad , \quad q_{max} = \frac{Q}{BL}\left(1 + \frac{6e}{B}\right) \longleftarrow \text{حالت ①}$$

$$q_{max} = \frac{4Q}{3L\left(B - 2e\right)} \longleftarrow \text{حالت ②}$$

اگر $\frac{e}{B} \geq \frac{1}{6}$ آنگاه از رابطه ② محاسبه می‌کنیم.

اگر $\frac{e}{B} < \frac{1}{6}$ آنگاه از رابطه ① محاسبه می‌کنیم.

* حداکثر e_{max}:

$e_{max} = \frac{B}{6}$ ← اگر برون محوری در راستای B باشد

$e_{max} = \frac{L}{6}$ ← اگر برون محوری در راستای L باشد

برون محوری در ۲ جهت (۳ طرفه)

عنی حالت سوم برون محوری یک طرفه ← با پیدا کردن مساحت مثلث (A') هدف = پیدا کردن $\bar{A}$ و $\bar{B}$ در هر ۳ طرفه‌ها.

* سایر روابط همانند حالت ۲ طرفه = سطح مثلثی تغییر می‌کند.

حالت کلی: در حالت ① مخلف بودن محوری ۲ طرفه:

① حالت اول ← اگر $\frac{e_b}{B} \geq 6$ و $\frac{e_l}{l} \geq \frac{1}{6}$

$M_x = Q \times e_l$

$M_y = Q \times e_b$

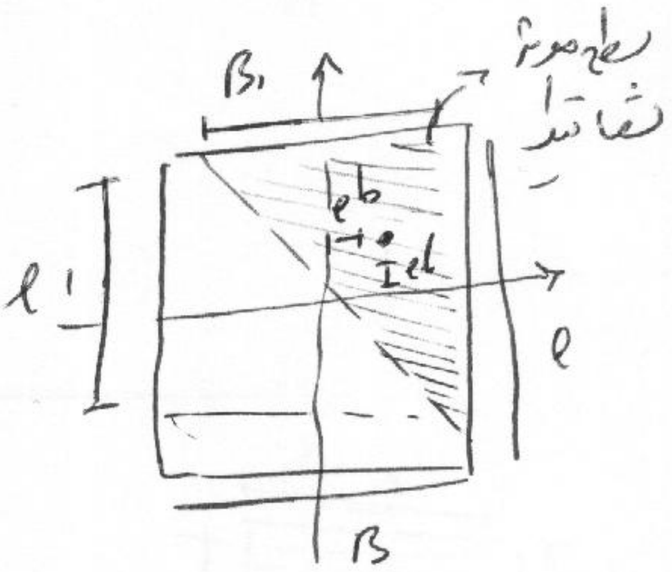
$$A' = \frac{1}{2} B_1 L_1$$

$$B_1 = B\left(1.5 - \frac{3e_b}{B}\right)$$

$$L_1 = L\left(1.5 - \frac{3e_l}{L}\right)$$

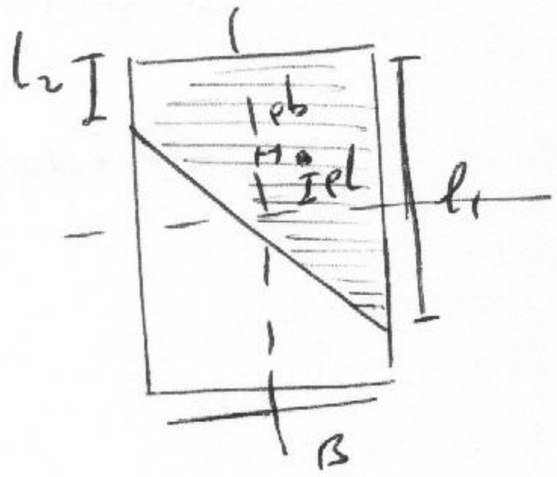
$$L = \max(B_1, L_1)$$

$$B' = \frac{A'}{L'}$$



www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

نشان دادن سطح موثر



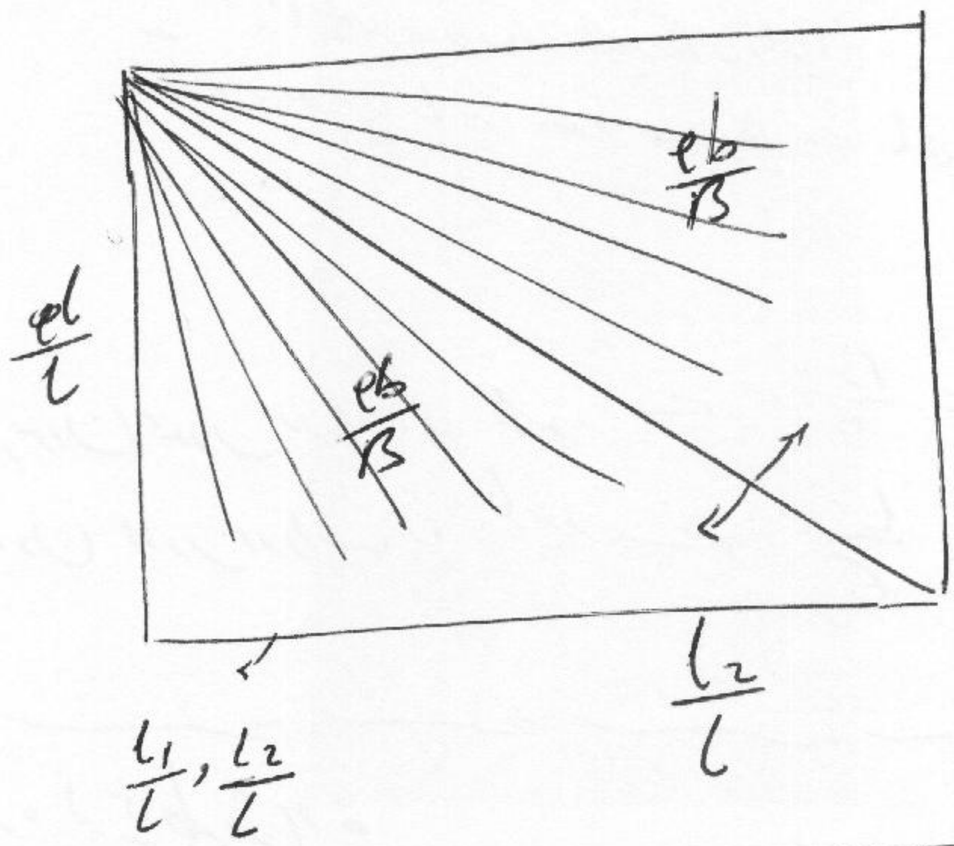
(۲) حالت دوم ← تنش

$0 < \frac{e_b}{B} < \frac{1}{6}$ ، $\frac{e_l}{l} > 0.5$

$A' = \frac{1}{2}(l_1 + l_2)B$

⇓

از نمودار به دست آید



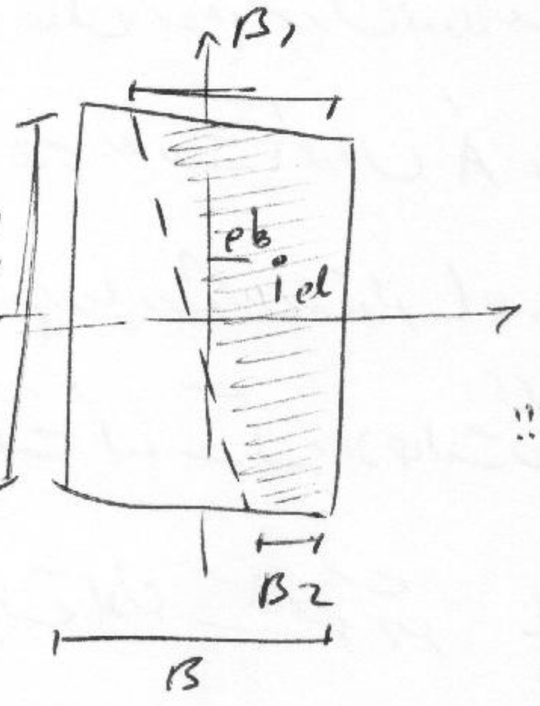
$l_{max} = (l_1, l_2)$

$B' = \frac{A'}{l'}$

---

(۳) حالت دوم ← تنش

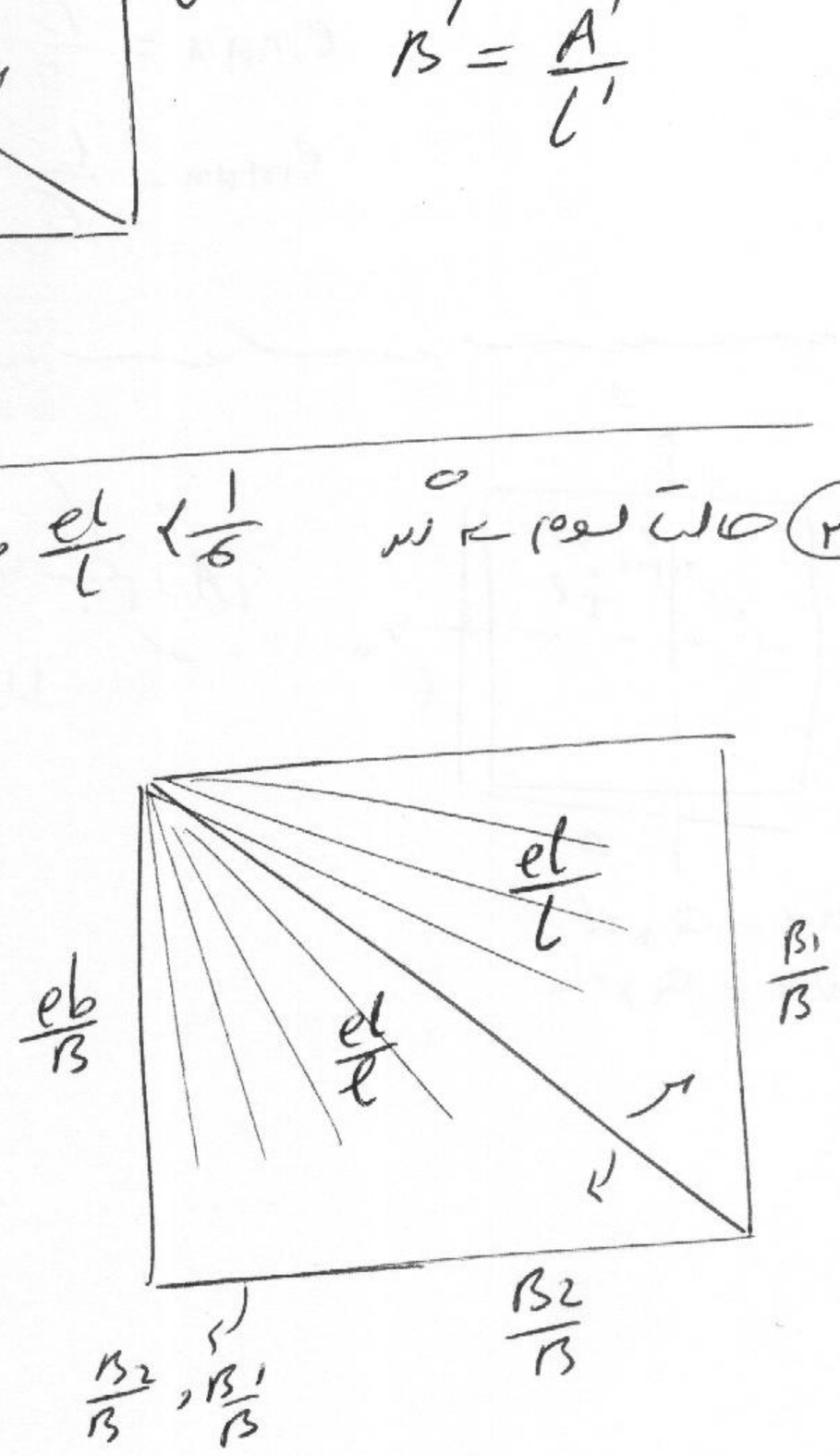
$0 < \frac{e}{b} < 0.5$ ، $\frac{e_l}{l} < \frac{1}{6}$



$A' = \frac{1}{2}(B_1 + B_2)l$

$l' = l$ (در این حالت)

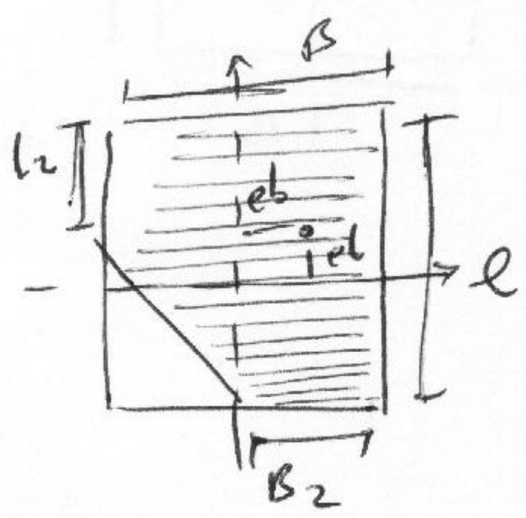
$B' = \frac{A'}{l'}$



---

(۴) حالت چهارم ← تنش

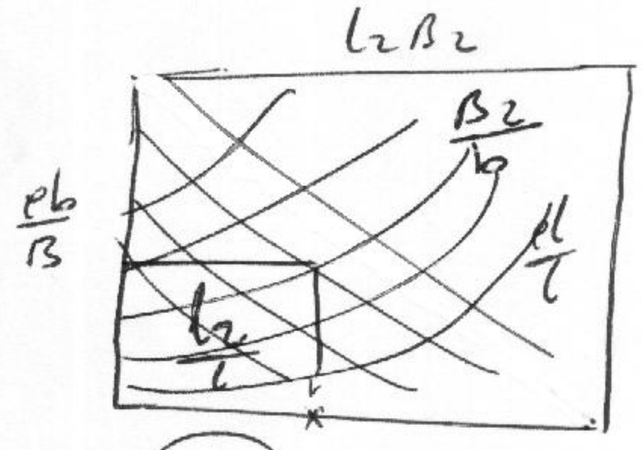
$\frac{e_b}{B} < \frac{1}{6}$ ، $\frac{e_l}{l} < \frac{1}{6}$



$A' = l_2 B + \frac{1}{2}(B + B_2)(l - l_2)$

$l' = l$

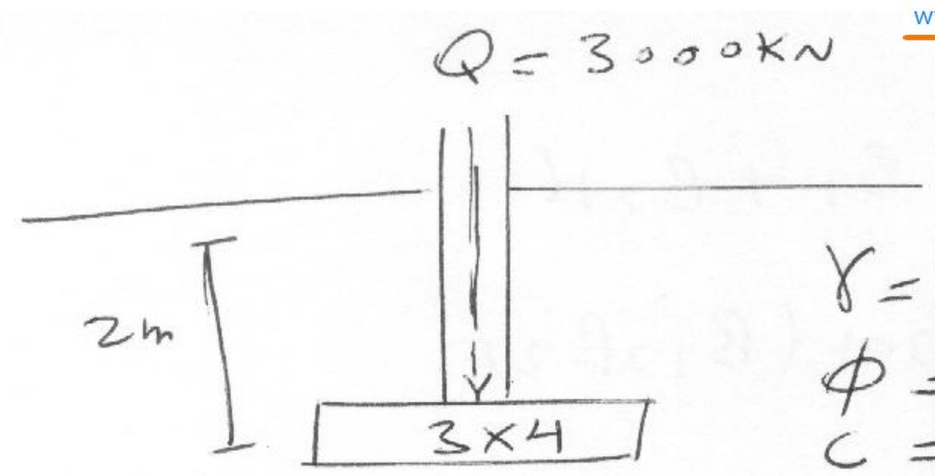
$B' = \frac{A'}{l'}$



برش دوبار بین ← (l2/l) ← تنش دوبار با لایه‌ها تا

(B2/B) ← برش دوبار بین لایه‌ها

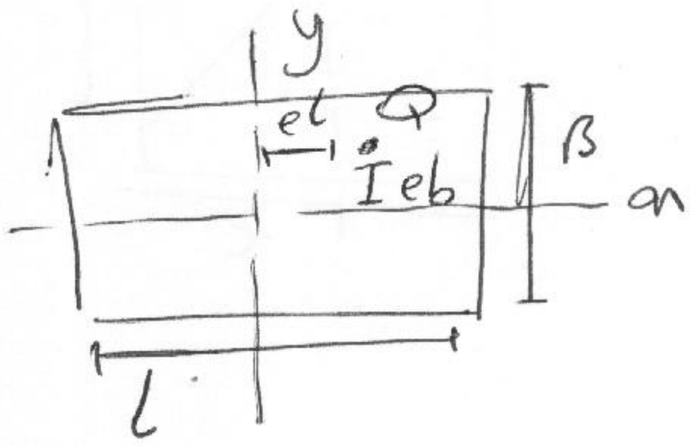
www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



$\gamma = 19 kN/m^3$
$\phi = 20$
$C = 12 kN/m^2$

$M_x = 500 kN.m$
$M_y = 700 kN.m$

$\gamma_{sat} = 20 kN/m^3$



$q_u = ?$

نکته ۲ ممکن است توی سوال ۲ یا ۳ حالت از ۴ حالت حل را شما نخواسته باشید حداقل ۱ حالت بنویسید برای هرکدام q_u بدست آورید ۲ q_u کمتر را در نظر میگیرید!!!

حل $\rightarrow M_x = Q \times eb \Rightarrow eb = \frac{M_x}{Q} = \frac{500}{3000} = \frac{1}{6} = 0.166$

$M_y = Q \times el \Rightarrow el = \frac{M_y}{Q} = \frac{700}{3000} = 0.23$

$B = 3$

$L = 4$

بررسی حالت اول $\rightarrow \frac{el}{L} \geq \frac{1}{6}$, $\frac{eb}{B} \geq \frac{1}{6} \Rightarrow \frac{0.23}{4} \geq \frac{1}{6}$, $\frac{0.16}{3} \geq \frac{1}{6}$

حالت اول صدق نمی کند

بررسی حالت دوم $\rightarrow \frac{el}{L} < 0.5$, $0 < \frac{eb}{B} < \frac{1}{6} \Rightarrow \frac{0.23}{4} < 0.5 \Rightarrow 0.05 < 0.5$

حالت دوم صدق می کند $\rightarrow 0 < \frac{0.16}{3} < \frac{1}{6} \Rightarrow 0 < 0.03 < 0.16$

بررسی حالت سوم $\rightarrow 0 < \frac{eb}{B} < 0.5$, $\frac{el}{L} < \frac{1}{6} \rightarrow 0 < 0.03 < 0.5$

$0.05 < 0.16$

حالت سوم صدق می کند

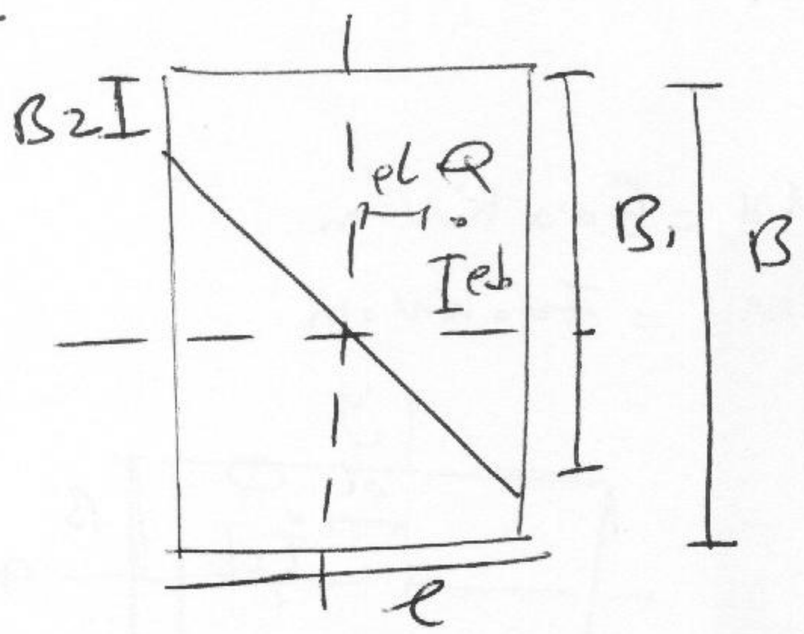
بررسی حالت چهارم $\rightarrow \frac{eb}{B} < \frac{1}{6}$, $\frac{el}{L} < \frac{1}{6} \Rightarrow 0.03 < 0.16$

حالت چهارم صدق می کند $0.05 < 0.16$

حال کدام حالت را انتخاب کنیم؟ حالت دوم چون 0.05 تا 0.3 اختلاف زیادی دارد ولی در حالت های 0.03 و 0.16 و 0.05 و 0.16 اختلاف کمتری با هم دارند

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ادامه

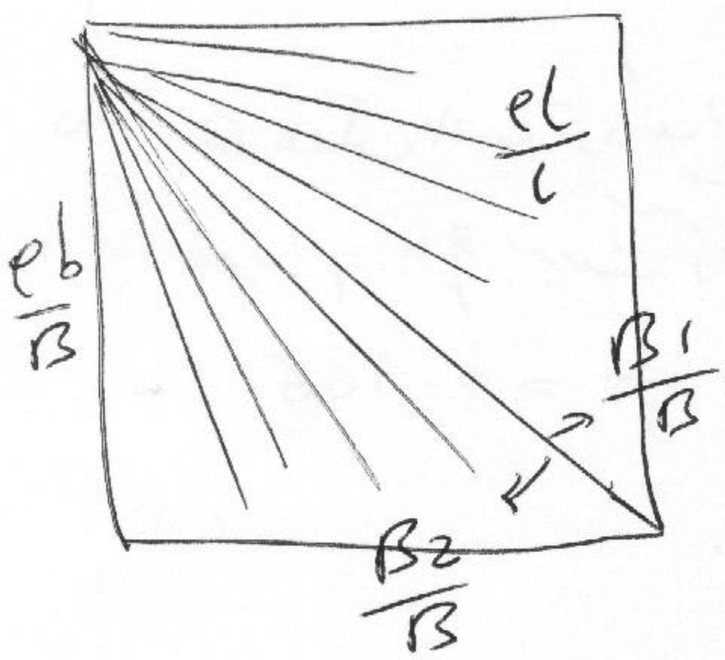


$$A' = \frac{1}{2}(B_1 + B_2)l$$

$$B' = \max(B_1, B_2)$$

$$h' = \frac{A'}{B'}$$

ادامه مراحل اصلاحی برای حالت سوم



حالت سوم $\rightarrow \frac{B_1}{B} = 1 \rightarrow B_1 = B \Rightarrow B_1 = 3m$

$$\frac{B_2}{B} = 0.6 \Rightarrow B_2 = 0.6B \Rightarrow B_2 = 0.6(3) = \cdots = B_2 = 1.8$$

$$A' = \frac{1}{2}(3 + 1.8)(4) = 9.6\,m^2$$

$$B' = \max(3, 1.8) \Rightarrow B' = 3m$$

$$l' = \frac{9.6}{3} = 3.2m$$

$$\frac{Q}{A'} = \frac{q_u(l', B')}{F.S} \Rightarrow \frac{3000}{9.6} = \frac{q_u}{2} \Rightarrow q_u = \frac{2 \times 3000}{9.6}$$

$$q_u = C N_C F_{CS} F_{Cd} F_{Ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$\phi = 20 \xrightarrow{\text{جدول}}$

$$\begin{cases} N_C = 14.83 \\ N_q = 6.4 \\ N_\gamma = 5.39 \\ \frac{N_q}{N_C} = 0.43 \end{cases}$$

$B' = 3, l' = 3.2$ ضرایب اصلاحی از جداول

$$\begin{cases} F_{CS} = 1 + \frac{B'}{l'}\frac{N_q}{N_C} \Rightarrow F_{CS} = 1 + \frac{3}{3.2}(0.43) = 1.4 \\ F_{qS} = 1 + \frac{B'}{l'}\tan\phi \Rightarrow F_{qS} = 1 + \frac{3}{3.2}(0.36) = 1.34 \\ F_{\gamma S} = 1 - 0.4\frac{B'}{l'} \Rightarrow F_{\gamma S} = 1 - 0.4\left(\frac{3}{3.2}\right) = 0.63 \end{cases}$$

Page - h 1

ادامه

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

کنترل اصلاح عمق برای کفان B و L باید چک کنیم که B', L' = چرا؟ چون حداقل عمق تا سنگ قرار است عمق ...

ضرایب اصلاح عمق $\longrightarrow$ $B=3$, $L=4$

$\Rightarrow \frac{Df}{B} \le 1$ یا $\frac{Df}{B} > 1$

$\frac{2}{3} \le 1$ $\rightarrow$ حالت اول

$$\begin{cases} Fcd = 1+0.4\frac{Df}{B} = 1+0.4\left(\frac{2}{3}\right) = 1.26 \\ Fqd = 1+2\tan\phi(1-\sin\phi)^2\frac{Df}{B} = \text{--} \\ \text{--} = 1+2(0.36)\cdot(1-\sin 20)^2\left(\frac{2}{3}\right) = 1.21 \\ Fr\gamma d = 1 \end{cases}$$

ضرایب اصلاح شیب $\longrightarrow$ $Fci = Fqi = Fr\gamma i = 1$ به علت نداشتن زاویه با افق

اصلاح عمق i $\xrightarrow[d=1]{\text{حالت دوم}}$

$$\begin{cases} q = \gamma Df \Rightarrow q = 19\times 2 = 38\ KN/m^2 \\ \gamma = \bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma-\gamma') \Rightarrow (20/10) + \frac{1}{3}(19-10) = \\ \gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w \end{cases}$$

10

$13\ KN/m^3$

$\longrightarrow$ حالت اول

$$q_u = CN_C F_{CS} \text{ ---}$$

$$q_u = 12\times 14.83\times 1.4\times 1.26\times 1 + 38\times 6.4\times 1.34\times 1.21\times 1 + \frac{1}{2}(13)(3)(5.39)(0.63)(1)(1) = 771.2\ KN/m^2$$

$$\frac{Q}{A'} = \frac{q_u(B',L')}{F.S}$$

$\frac{3000}{9.6}$ = check $\frac{771.2}{2}$

312.5 مجاز $385.6\ KN/m^2$ مجاز

حالتی که نشریکم باشد کنترل نکرد ولی در امتحان شاهنشاهی خواست.

صدالبته باری را می‌توان تحمل کند $\rightarrow \frac{Q}{9.6} = \frac{771.2}{2} \Rightarrow Q = 3700\ KN$

یعنی بار مجاز $3000\ KN$ است ولی تا $3700\ KN$ می‌تواند تحمل کند. (End)

Pay-h2

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

* در برون محوری تنش وارده را از اندازه بار و اختلاف را کم خواهند ← تنش مقاومت کاهش دارد
باید به A و I اضافه کنم ← بعد آنالیز می کنم !!!

* تنش حالتی که برون محوری نداشتیم ← پارامتری ضرب می کردیم ← A و Zb = I ← پارامتری حاصل نمی

پارامتری بدست آمد دیگر

*** مهم ***

کشش ← 1 ← ظرفیت باربری
2 ← تنش ← تنش موجود < تنش مجاز

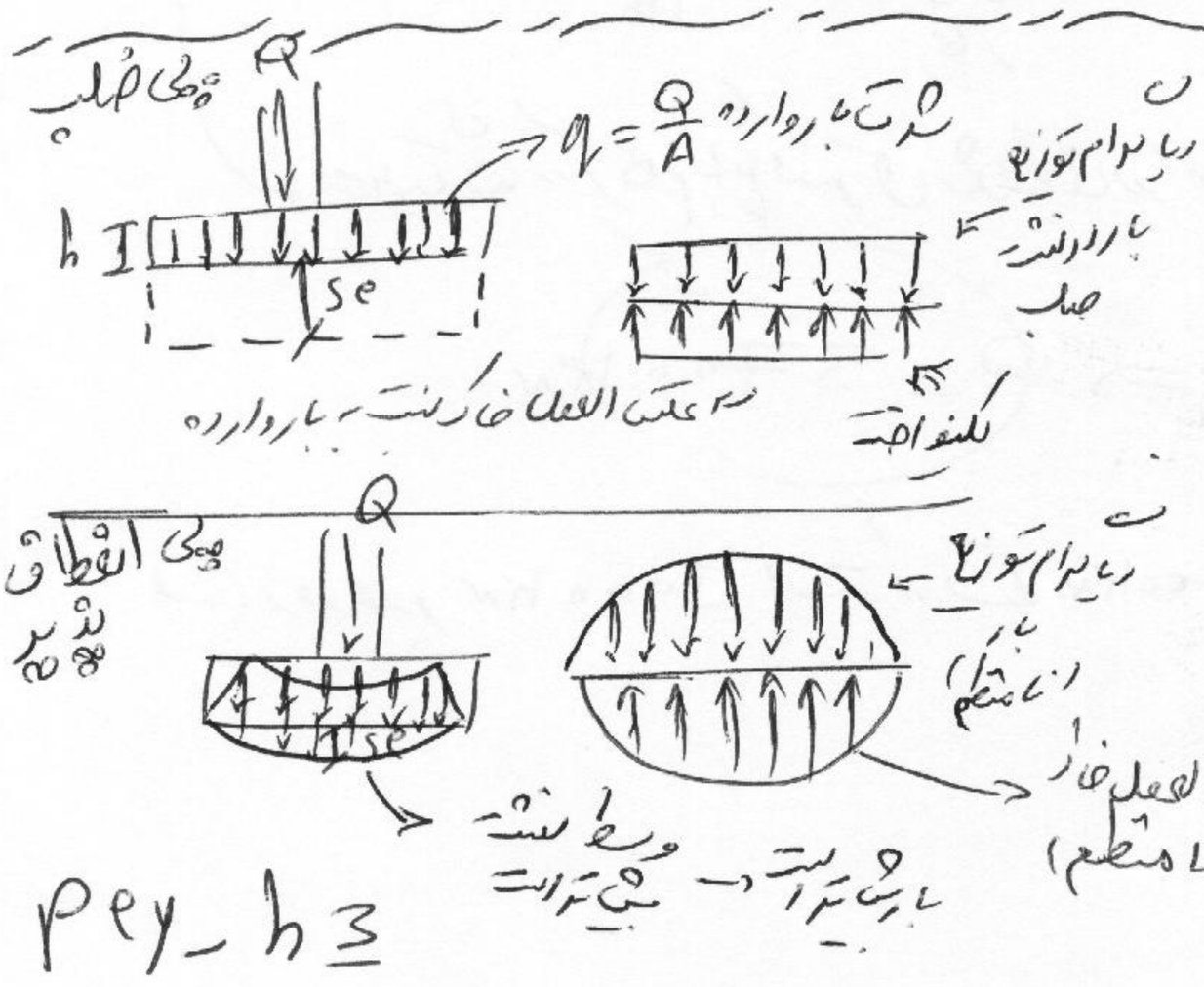
تنش ← آنالیز ← ضرورت هندسه
تحلیل ← ضرورت هندسه ← اولیه ← در کوتاه مدت
ثانویه ← در بلند مدت
نوع خاک ← عادی تحلیل ساده
بنا بنای تحلیل ساده
شیب تحلیل ساده
بر اساس مقادیر c، حداکثر شیبی که خاک
صلاً تحمل کرده ← (bc)

تنش آنالیز ← در بررسی های هندسی
تنش تحلیل ← در بررسی های مکانیک خاک

انواع بی ها از نظر تنش:
1 ـ صلب ← به صورت تک فنر اخت تنش می کند
2 ـ انعطاف پذیر ← به صورت جفنه تنش می کند

* هر چه ارتفاع بی (جنس بی) شبیه تر شود ← تا حدی
h
شبیه تر می شود.

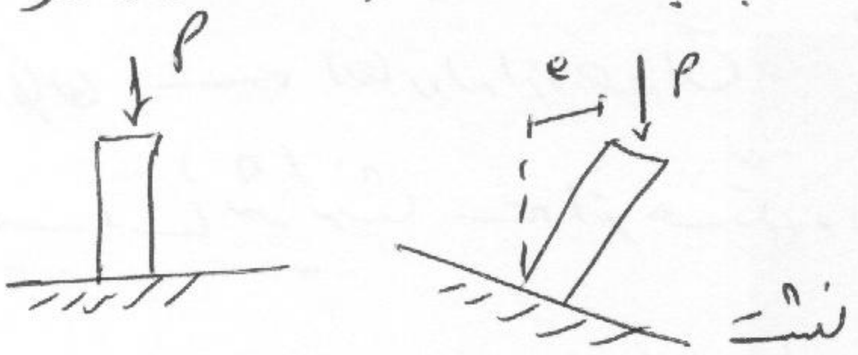
* در حالت کلی: بی بلند بی عمق بود ← $\frac{h}{B} > \frac{1}{10}$ ← صلب
بی کم عمق بود ← $\frac{h}{B} \leq \frac{1}{10}$ ← انعطاف پذیر



pey_h

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

از یک ساختمان نیاز داریم تا بتوانیم همه نیروها را تحمل کند چون در این صورت نشست قسمتی نشست کرده از خروج از حرکت تک تک ستون ها جلوگیری آمده و باعث شده تا نیروی وارده فقط در حالی که ستون ها از اول فقط برای بار محوری طراحی شده اند.



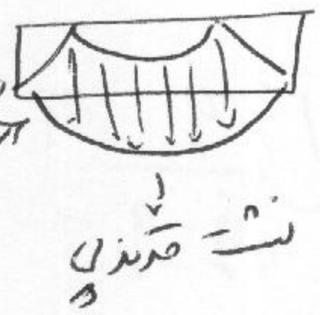
حجم مدول حجم $= \frac{1}{2}$

نشست ناشی از تغییر شکل الاستیک $= \frac{\beta q}{E_s}\left(1-\mu_s^2\right)\frac{B}{2}$

ضریب پواسن خاک — مدول الاستیسیته خاک — ضریب نشست

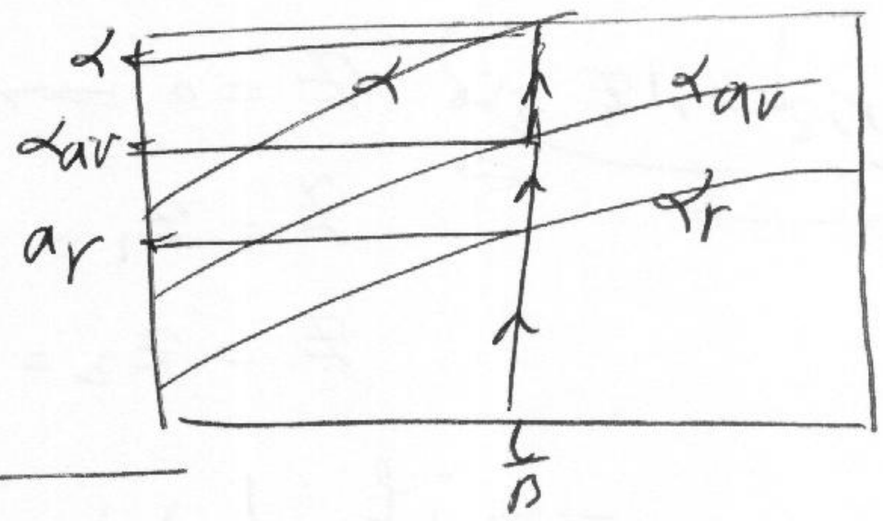
نشست ناشی از تغییر شکل الاستیک $= \frac{\beta q}{E_s}\left(1-\mu_s^2\right)\alpha$

ضریب $\alpha = \frac{1}{\pi}\left[\ln\left(\frac{\sqrt{1+m^2}+m}{\sqrt{1+m^2}-m}\right)+m\ln\left(\frac{\sqrt{1+m^2}+1}{\sqrt{1+m^2}-1}\right)\right]$

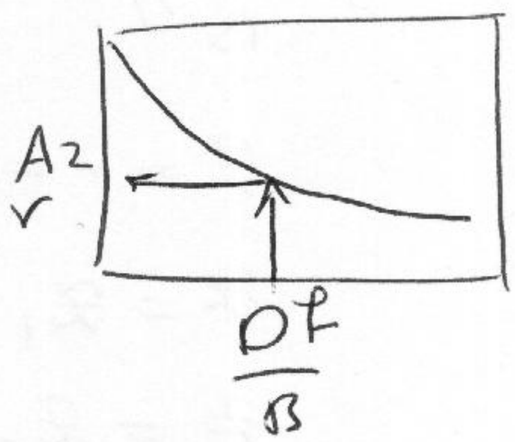


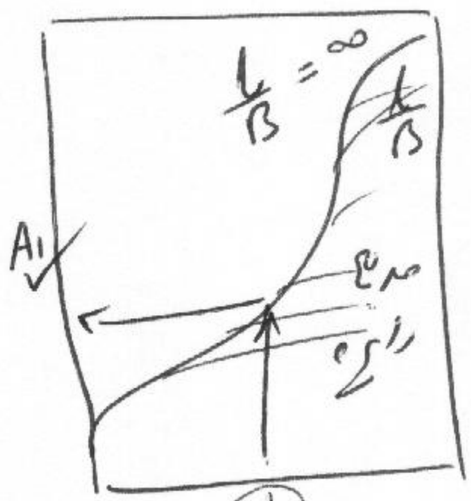
نشست متوسط ناشی از تغییر شکل الاستیک $= \frac{\beta q}{E_s}\left(1-\mu_s^2\right)\alpha_{av}$

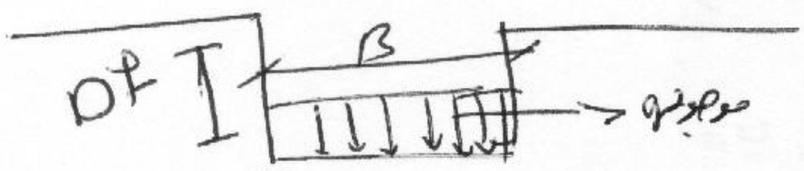
نشست مرکزی ناشی از تغییر شکل الاستیک $= \frac{\beta q}{E_s}\left(1-\mu_s^2\right)\alpha_r$



نشست آنی در سطح الاستیک $= \Delta e = A_1 A_2 \frac{q_0 B}{E_s}$ — عرض پی — ضریب وابسته به شکل نمودار — مدول الاستیسیته







H از زیر پی تا لایه‌ای که تغییر شکل ناچیز است!!! — تغییر ناچیز

این مدول‌ها برای خاک‌ها زیاد است ---

حدس — وقتی در درازمدت یک بار روی خاک وارد می‌شود تنش‌های عمودی — تبدیل به خاک‌سنگ‌دانه‌ای می‌شوند — حفرات خالی بین آن‌ها کم می‌شود — هوای خالی بین آن‌ها کم می‌شود — نشست بیشتر می‌شود.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

نشست آنی ← با استفاده از ضریب یا تئوری "الاستیسیته" ← در خاک‌های ماسه‌ای خاک‌های ماسه‌ای ← اعداد و اندازه حفرات خالی بزرگ ولی تعداد حفرات خالی کم ← خروج هوا راحت

خاک رسی ← اعداد و اندازه حفرات خالی کوچک ولی تعداد حفرات خالی زیاد ← خروج هوا سخت.

* ضریب تأثیر نشست ← اثر خمیدگی و شکستگی سنگ‌ها در راستای حفر را حساب کرده.

$$S_e = C_1 C_2 (\bar{q} - q) \sum_{z=0}^{z=n} \frac{I_z}{E_s} \Delta z$$

عمق لایه‌ی i ← Δz — ضریب اثر مدول الاستیسیته خاک — ضریب اثر شکل پی — اثر سربار خارجی

$\bar{q}$ (given)

C_1 ضریب اصلاح عمق مدفون پی

$$C_1 = 1 - 0.5\left[\frac{q}{\bar{q}-q}\right]$$

C_2 ضریب اصلاح اثر خزش خاک

$$C_2 = 1 + 0.2 \log\left(\frac{\text{زمان بر حسب سال}}{0.1}\right)$$

I_z ضریب تأثیر تنش

$$z \Rightarrow \text{if } l = B \xrightarrow{\text{یعنی}} \frac{L}{B} = 1$$

مربع یا دایره (دوار)

مستطیل

منظور از z از سطح زمین

$$z = 0 \Rightarrow I_z = 0.1$$

$$z = z_1 = 0.5B \Rightarrow I_z = 0.5$$

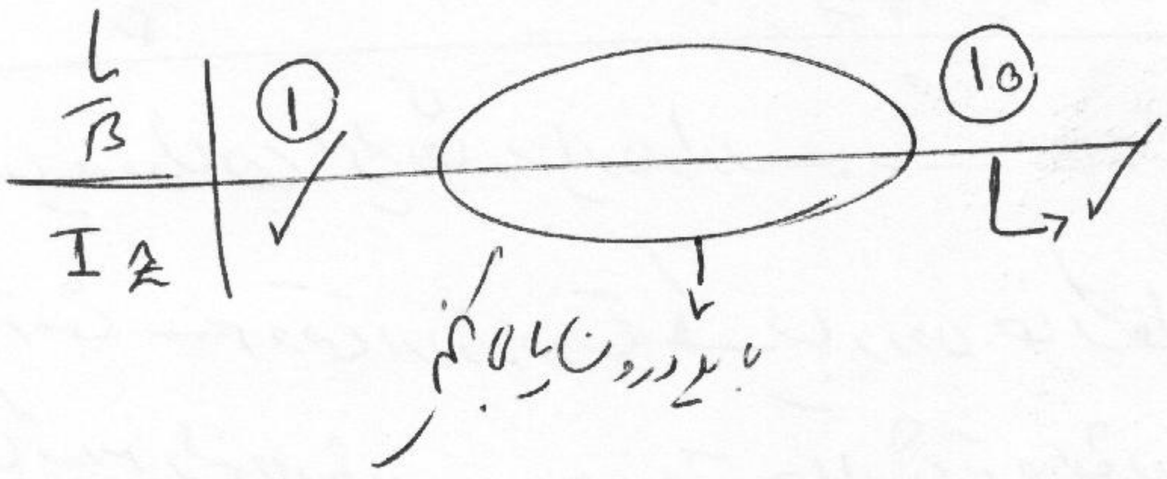
$$z = z_2 = 2B \Rightarrow I_z = 0$$

$$\Rightarrow \text{if } \frac{L}{B} \geq 10$$

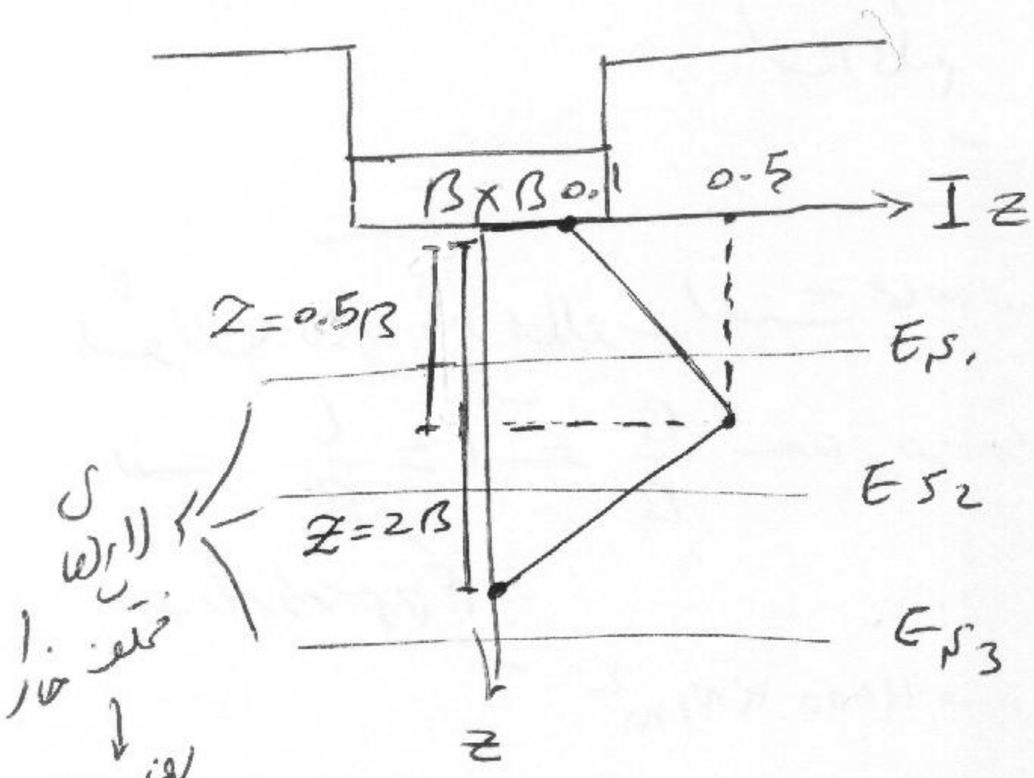
$$z = 0 \Rightarrow I_z = 0.2$$

$$z = z_1 = B \Rightarrow I_z = 0.5$$

$$z = z_2 = 4B \Rightarrow I_z = 0$$



www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



* رسم نمودار $I_z - z$:

گام اول ← ابتدا یک نمودار از سطح زمین رسم می‌کنیم.

یک محور افقی به سمت راست (با نام I_z) یک محور عمودی به سمت پایین (با نام z یا عمق)

* نقطه صفر محور و نمودار دقیقاً بر سطح زمین!!!

گام دوم ← تعیین نسبت $\frac{L}{B}$:

در این مثال ← $\frac{L}{B} = 1$ یعنی $\frac{B}{B}$

گام سوم ← نوشتن روابط مربوطه :

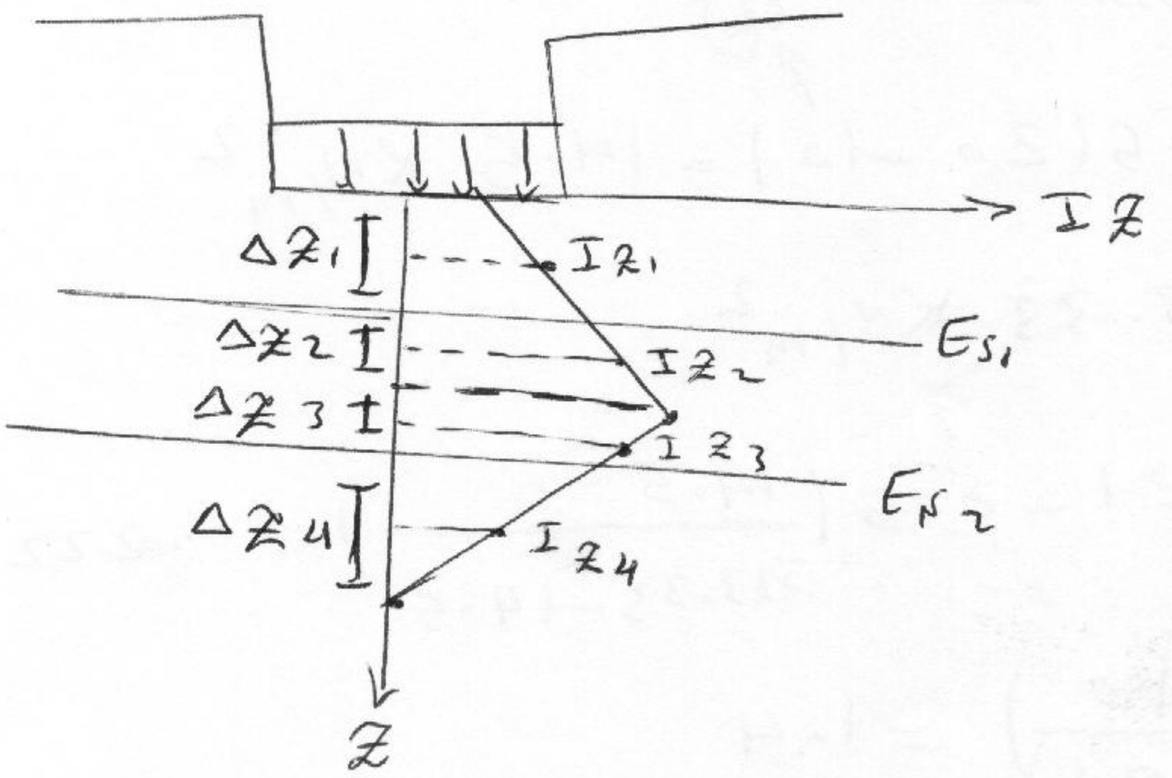
در این حالت ← $z=0 \Rightarrow I_z = 0.1$ ، یعنی $z=0$ ، $I_z = 0.1$

$z = z_1 = 0.5B \Rightarrow I_z = 0.5$ ، یعنی $z = 0.5B$ ، $I_z = 0.5$

$z = z_2 = 2B \Rightarrow I_z = 0$ ، یعنی $z = 2B$ ، $I_z = 0$

گام چهارم ← محاسبه Δz ها :

روی محور z شروع می‌کنم به حرکت (از بالا به پایین) هر جا که شیب منحنی نمودار تغییر کرد یک Δz تعریف می‌کنم از یک لایه به لایه‌ی زیرین. Δz نباید تعریف کند ← به عبارتی Δz در محدوده‌ای است که شیب نمودار تغییر نکند و یکنواخت تغییر نکند!!!



کدام I_z را باید بنویسیم؟

I_z ای که وسط Δz های ماست ←

نکته ← $\frac{L}{B}$ بین ۰ تا ۱۰ شد ← باید از فرمول درون یابی خطی ← ۳ تا درون یابی.

$$\frac{1 \quad (5) \quad 10}{0.5B \quad (\ ) \quad B}$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

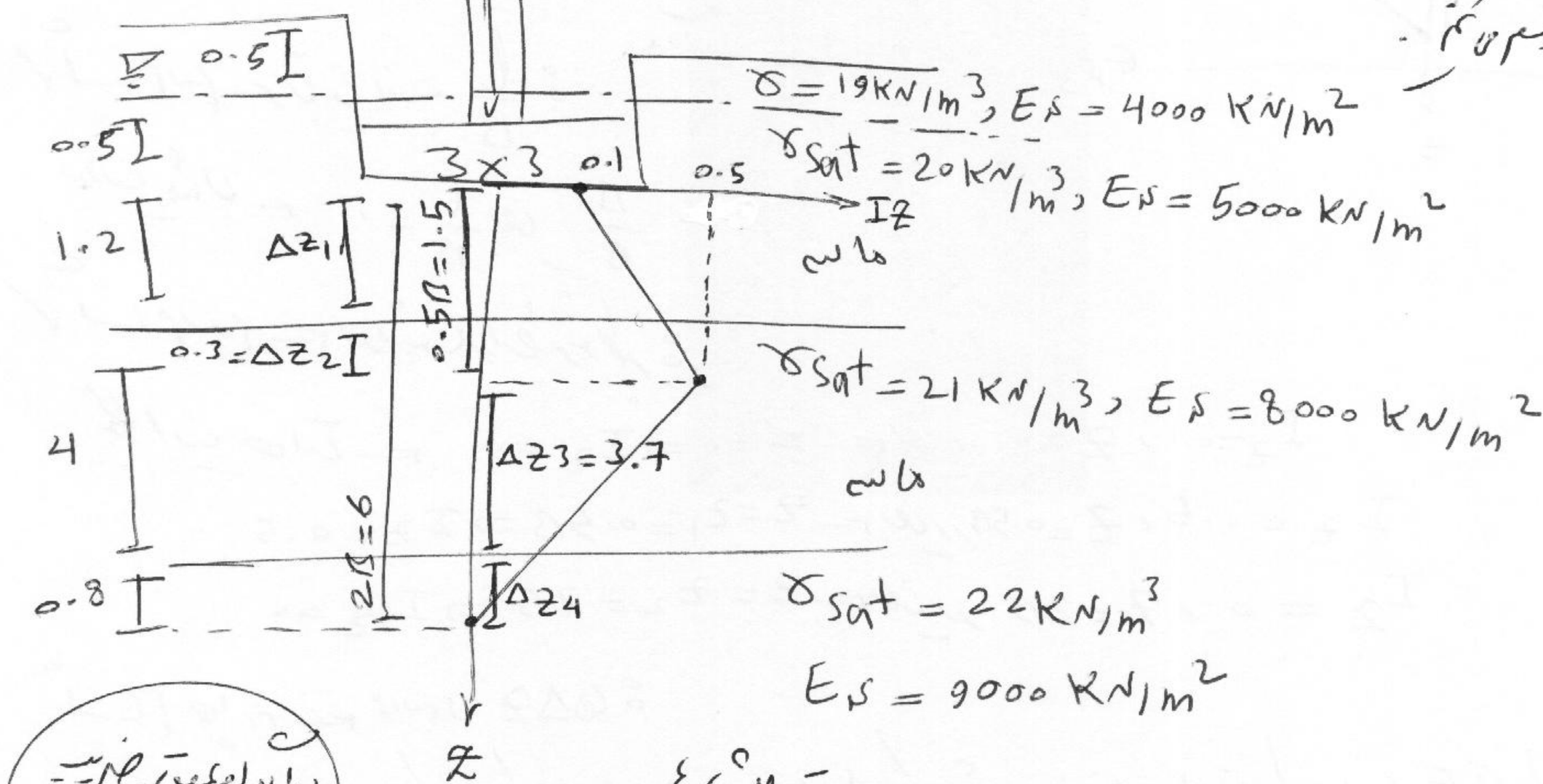
سوال امتحانی ـــ نشت ـــ آنی ـــ با استفاده از ضریب تاثیر کرنش

سوال دوره ای زیر مطلوب است محاسبه نشت آنی پی نواری بعد از 10 سال؟

$Q = 3000\ KN$

نسبت $\frac{L}{B} = \frac{B}{B} = 1$ ـــ با توجه به روابط موجود

نمودار را رسم کنید.



دیاگرام عمق ضریب تاثیر کرنش

عمق انتخاب

$q = D_1\gamma + D_2\gamma$ ← $\gamma_{sat} - \gamma_w$

عمق خنثی ← وزن مخصوص خنثی

وزن مخصوص غیر اشباع

γ_w ← آب

بار خالص ـــ $q = 0.5 \times 19 + 0.5(20 - 10) = 14.5\ KN/m^2$

بار نشت $\bar{q} = \frac{3000}{3\times 3} = 333.33\ KN/m^2$

$C_1 = 1 - 0.5\left(\frac{q}{\bar{q} - q}\right) = 1 - 0.5\left(\frac{14.5}{333.33 - 14.5}\right) = 0.222$

$C_2 = 1 + 0.2\log\left(\frac{10}{0.1}\right) = 1.4$

نشت محاسبه ای ΔZ از $\frac{I_z}{E_s}$ بهتر است به جدول رسم کنید سطح نشت

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

محدوده عمق لایه	Δz	عمق متوسط	I_z	E_M	$\frac{I_z}{E_M}\Delta z$
0-1.2	1.2	$\frac{0+1.2}{2}$ (0.6)	0.26	5000	$\frac{0.26}{5000}\times 1.2 = 6.24\times10^{-5}$
1.2-1.5	0.3	$\frac{1.2+5.2}{2}$ (1.35)	0.46	8000	$\frac{0.46}{8000}\times 0.3 = 1.72\times10^{-5}$
1.5-5.2	5.2-1.5 = 3.7	$\frac{1.5+5.2}{2}$ (3.35)	0.29	8000	$\frac{0.294}{8000}\times 3.7 = 1.35\times10^{-4}$
5.2-6	6-5.2 = 0.8	$\frac{6+5.2}{2}$ (5.6)	0.044	9000	$\frac{0.044}{9000}\times 0.8 = 3.91\times10^{-6}$

$\Sigma = 47.195\times10^{-5}$

$z=0 \Rightarrow I_z=0.1$

$z=1.5 \Rightarrow I_z=0.5$

$z=6 \Rightarrow I_z=0$

z	0	0.6	1.5	6
I_z	0.1	؟	0.5	0

$z=0.6 \Rightarrow I_z=?$

$z=1.35 \Rightarrow I_z=?$

$z=3.35 \Rightarrow I_z=?$

$z=5.6 \Rightarrow I_z=?$

$$I_{z(0.6)} = \frac{0.5-0.1}{1.5-0}(0.6-0)+0.1 = 0.26$$

$$I_{z(1.35)} = \frac{0.5-0.1}{1.5-0}(1.35-0)+0.1 = 0.46$$

$$I_{z(3.35)} = \frac{0-0.5}{6-1.5}(3.35-1.5)+0.5 = 0.294$$

$$I_{z(3.6)} = \frac{0-0.5}{6-1.25}(5.6-1.5)+0.5 = 0.044$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

حال تمام پارامترها مقدارشون رو داریم، جایگذاری می‌کنیم ⟹ $S'e = C_1 C_2 (\bar{q} - q_1) \tau \frac{I_z}{E_s} \Delta z$

C_1: ضریب کاهنده است (کمتر از یک)

C_2: ضریب افزاینده است (بیشتر از یک)

$$S'e = (0.022) \times (1.4)(333.33 - 14.5)(47.195 \times 10^{-5}) = \dots$$

$$\dots = 4.63 \times 10^{-3} \times 1000 = 4.63 \text{ mm}$$ ✓✓

(m → mm)

مثال دوم) در مثال قبل اگر المان دارای 2×2 بود مطلوب است محاسبه نشست آن؟

$$\frac{L}{B} = \frac{4}{2} = 2$$

$\frac{L}{B}$ بین 1 و 10 قرار دارد ⟸ باید حتماً درون‌یابی کنیم بر اساس روش‌های بیشتر آورده شده.

ابتدا روابط مربوط به $\frac{L}{B} = 1$ و $\frac{L}{B} \geq 10$ را می‌نویسیم و سپس روابط $\frac{L}{B} = 2$ را بر اساس روش‌های گفته شده محاسبه می‌کنیم.

$\frac{L}{B} = 1$ → $Z = 0$ → $I_Z = 0.1$ ✓

$Z = 0.5B$ → $I_Z = 0.5$

$Z = 2B$ → $I_Z = 0$

$\frac{L}{B} \geq 10$ → $Z = 0$ → $I_Z = 0.2$ ✗

$Z = B$ → $I_Z = 0.5$ ✓

$Z = 4B$ → $I_Z = 0$

$\frac{L}{B}$	1	**2**	10
I_Z	0.1	**a1**	0.2

$$I_Z(2) = \frac{0.2 - 0.1}{10 - 1}(2-1) + 0.1 = 0.11$$ ✓

✗ نکته: در I_Z ها باید بازه‌ای باشیم برای بود نیازی نیست برای آن‌ها درون‌یابی کنیم

$\frac{L}{B}$	1	**2**	10
ضریب Z (ضریب B)	0.5	**a2**	1

$$\frac{1 - 0.5}{10 - 1}(2-1) + 0.5 = 0.55$$ ✓

$\frac{L}{B}$	1	**2**	10
ضریب B	2	**a3**	4

$$\frac{4 - 2}{10 - 1}(2-1) + 2 = 2.22$$ ✓

$\frac{L}{B} = \frac{4}{2} = 2$

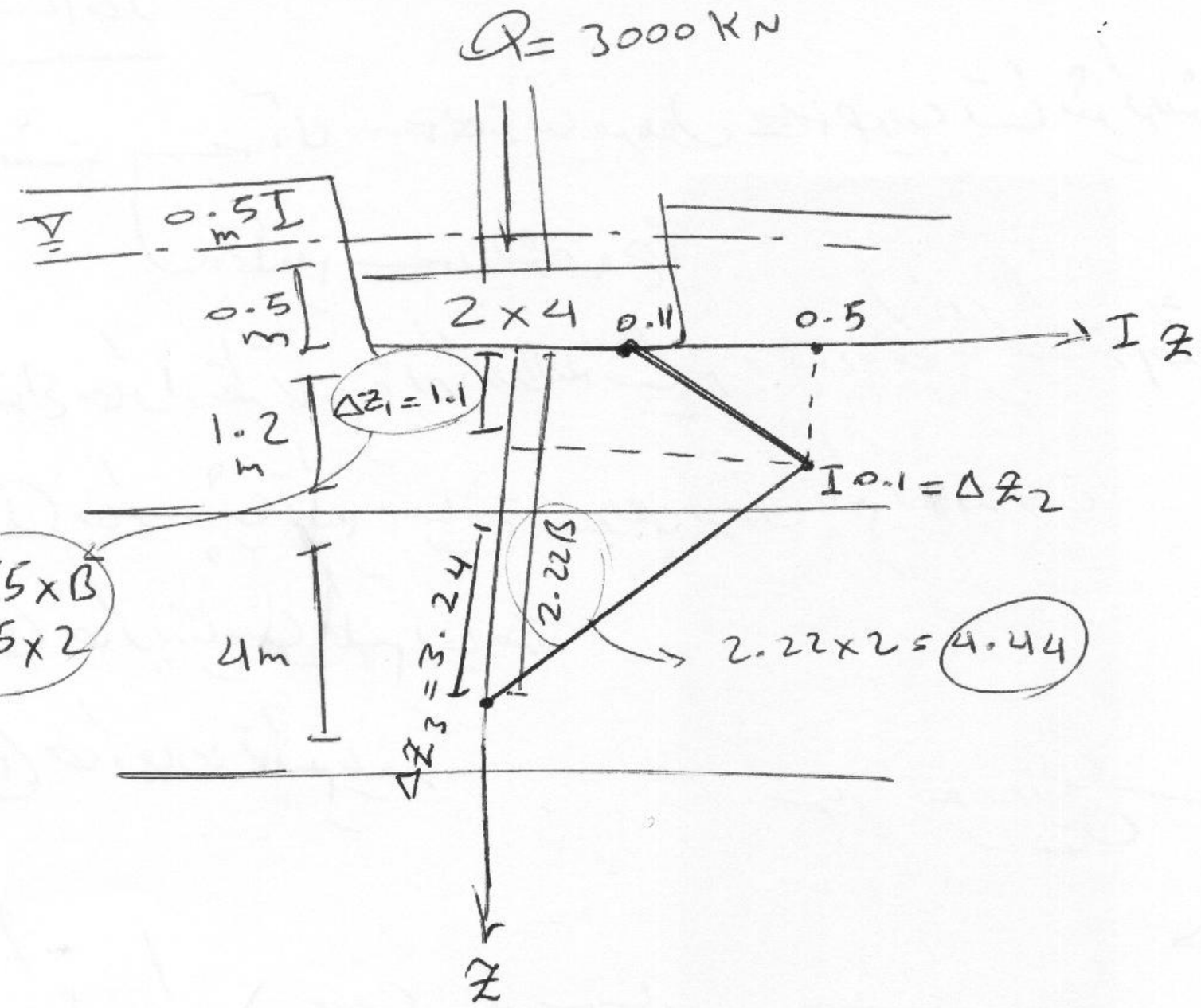
$z_1 = 0 \longrightarrow I_z = 0.11$ ✓

$z_2 = 0.55B \longrightarrow I_z = 0.5$ ✓

$z_3 = 2.22B \longrightarrow I_z = 0$

pey-I 5 ⟸ برای سهولت می‌توانیم از این روابط استفاده کنیم

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



محدوده عمق	Δ z	عمق متوسط	I z	E M	$\frac{I_z}{E_M}$ Δ z
0 – 1.1	1.1	0.55		کیلو پاسکال	
1.1 – 1.2	0.1	1.15			
1.2 – 4.44	4.44 – 1.2 = 3.24	$\frac{1.2+4.44}{2}$ = 2.82			

سپس از جدول روبرو I z را بدست آورده و در جدول اصلی قرار می دهیم و نشت آنی را حساب می کنیم.

z	0	1.1	4.44
I z	0.11	0.5	0

* سپس از محاسبه ستون $\frac{I_z}{E_M}$ Δ z مجموع آن را بدست می آوریم سپس با استفاده از ضرایب C_1 و C_2 و I_z را بدست آورده و در فرمول اصلی (S e) قرار می دهیم و نشت آنی را حساب می کنیم.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

بسم الله خدا

نشست ← آنی ← بعلت نفوذ هوا ← ضریب تراکم پذیری کوچک

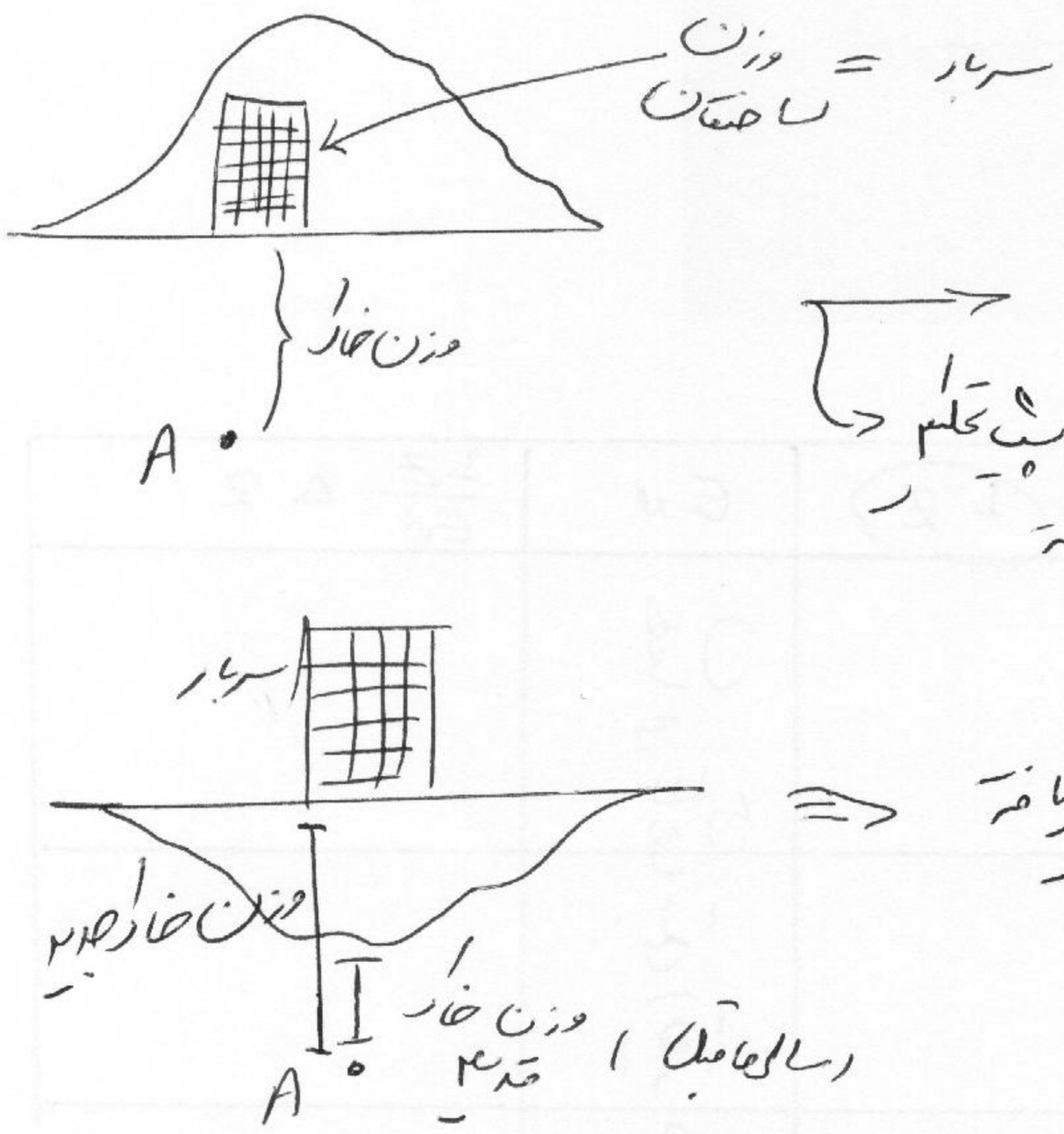
← تحکیم ← در اثر خروج آب

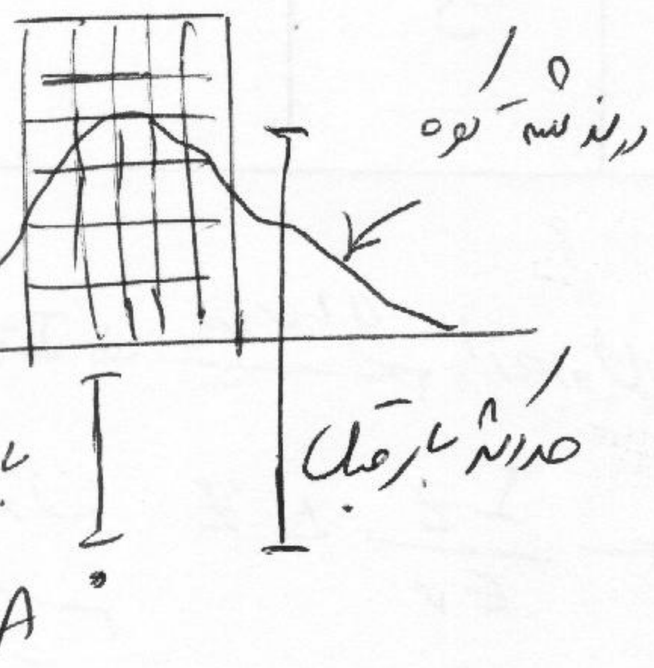
انواع خاک از نظر تحکیم: (در ارتباط با اشباع شدن یا نشدن خاک صحبت خواهد شد)

(۱) خاک عادی تحکیم نیافته ← بعضی از قبل تحکیم یافته است.

(۲) خاک بینابین تحکیم یافته

(۳) خاک عادی تحکیم یافته





حداکثر بار گذاشته قبلاً تحمل کرده.

وزن + سربار ساختمان ← خاک بینابین تحکیم یافته

خاک عادی تحکیم یافته

خاک بینابین تحکیم یافته ⇒ قبل از ساخت بنا تحکیم یافته و بعد از ساخت عادی تحکیم یافته

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

حداکثر تنشی که خاک قبلاً تحمل کرده است ← تنش پیش تکانی σ_c

تنش موثر (تنش خاشی از وزن خاک) ← σ'

تنش افزایشی از بارگذاری ← $\Delta\sigma$

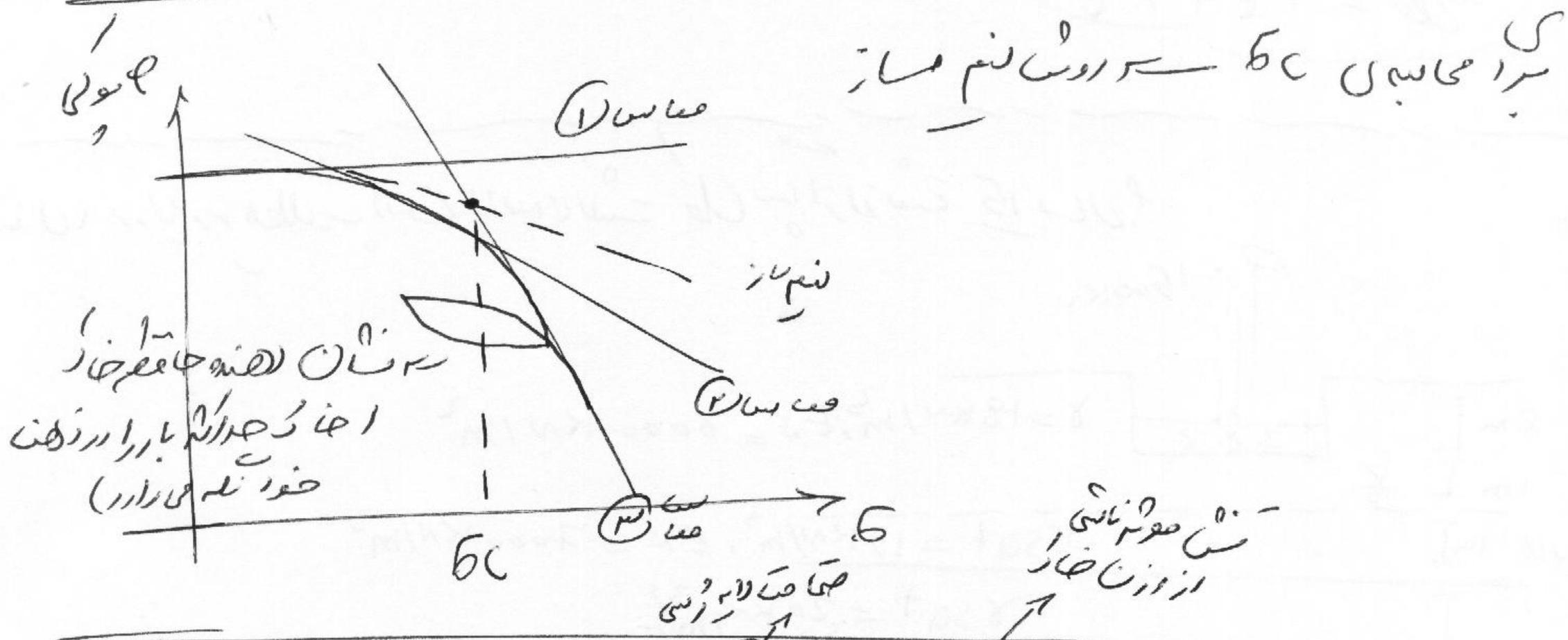
* از جزوه مانند خاک تحت موضوع محاسبه σ_z از بارهای مختلف مستطیل، دایره‌ای، نواری، متمرکز، دایره توخالی و ... محاسبه شود.

شرط ۱ ⇒ ① $\sigma' < \sigma_c$, $\sigma' + \Delta\sigma < \sigma_c$ ← پیش تکانی یافته

② $\sigma' > \sigma_c$, $\sigma' + \Delta\sigma > \sigma_c$ ← عادی تکانی یافته

③ $\sigma' < \sigma_c$, $\sigma' + \Delta\sigma > \sigma_c$ ← نیمه پیش تکانی یافته

مراحل محاسبه S_c به روش نیم ساز



نشست تحکیمی یافته ← $S_c = \frac{C_c H_c}{1+e_0} \log \frac{\sigma' + \Delta\sigma}{\sigma'}$ ← تنش موثر ناشی از وزن خاک

(ضریب تحکیم) ← C_c ، H_c ← ضخامت لایه

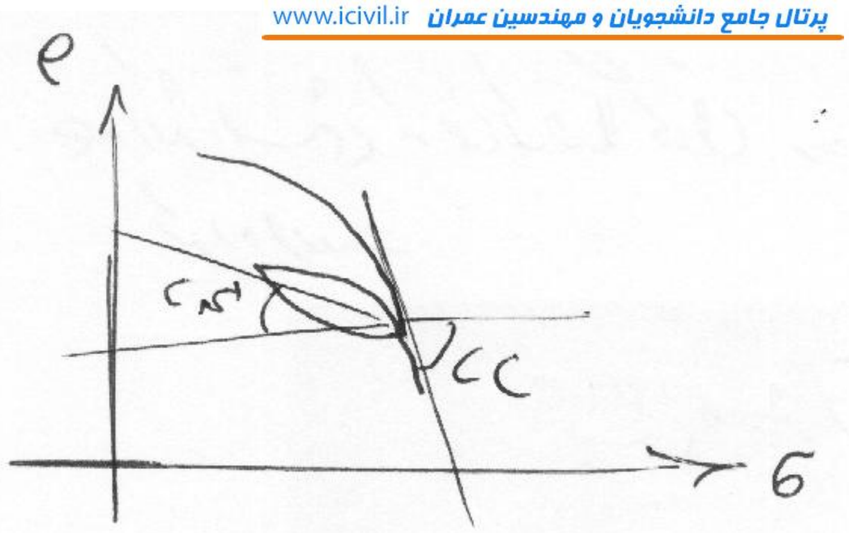
خاریشن تحکیم یافته ← $S_c = \frac{C_s H_c}{1+e_0} \log \frac{\sigma' + \Delta\sigma}{\sigma'}$

(ضریب تورم یا تنش تورم) ← C_s

خاریشن تحکیم یافته ← $S_c = \frac{C_s H_c}{1+e_0} \log \frac{\sigma_c}{\sigma'} + \frac{C_c H_c}{1+e_0} \log \frac{\sigma' + \Delta\sigma}{\sigma_c}$

(σ_c given) ← تنش پیش تکانی

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



برای محاسبه‌ی C_{ss}

خاک رس خمیری $CC = 0.007(LL - 10)$

خاک ماسه‌ای $CC = 0.009(LL - 10)$ ← بعد C_{ss} محاسبه می‌شود. $\Rightarrow C_{ss} = \left(\frac{1}{5}\right) \sim \left(\frac{1}{10}\right) CC$

ضریب اطمینان بیشتر ← ضریب اطمینان کمتر

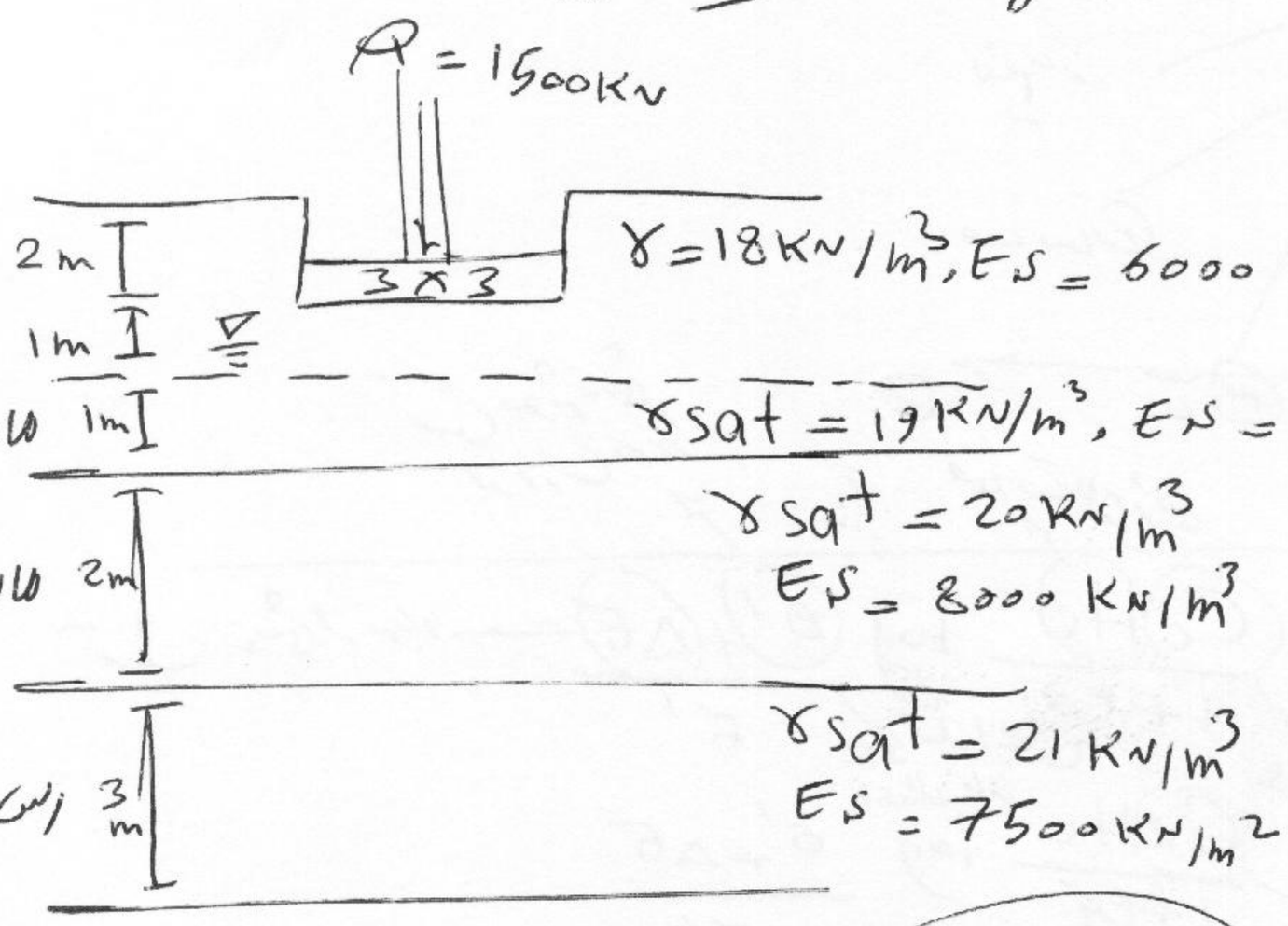
(given / معمولاً)

سر ماسه‌ای LL در صورت سوال!

نکته: سر گل سوال نگفت رسی خمیری یا نخمیری ← هر دو را رسی تحکیم‌پذیر در نظر می‌گیریم.

$$S_{کل} = S_e + S_c$$

مثال) حرکتی زیر مطلوب است محاسبه‌ی نشست کل پس از گذشت 15 سال؟



given
$S_c = 200KN$
$LL = 60$
$e = 0.6$

ادامه‌ی حل در صفحه‌ی بعد

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

چون E_s را داده نداده بودی نشد آن سر از روش ضریب تأثیر کرنش

$$\Delta\sigma_{(b)}' = \Delta\sigma_e + \Delta\sigma_c$$

آنی — تحکیم

$\Delta\sigma_e$ = متوسط افزایش

$$\Delta\sigma_e = C_1 C_2 (\bar{q} - q) \tau \frac{I_z}{E_s} \Delta z$$

$\Delta\sigma$ کسر

$$C_1 = 1 - 0.5\left(\frac{q}{\bar{q}-q}\right)$$

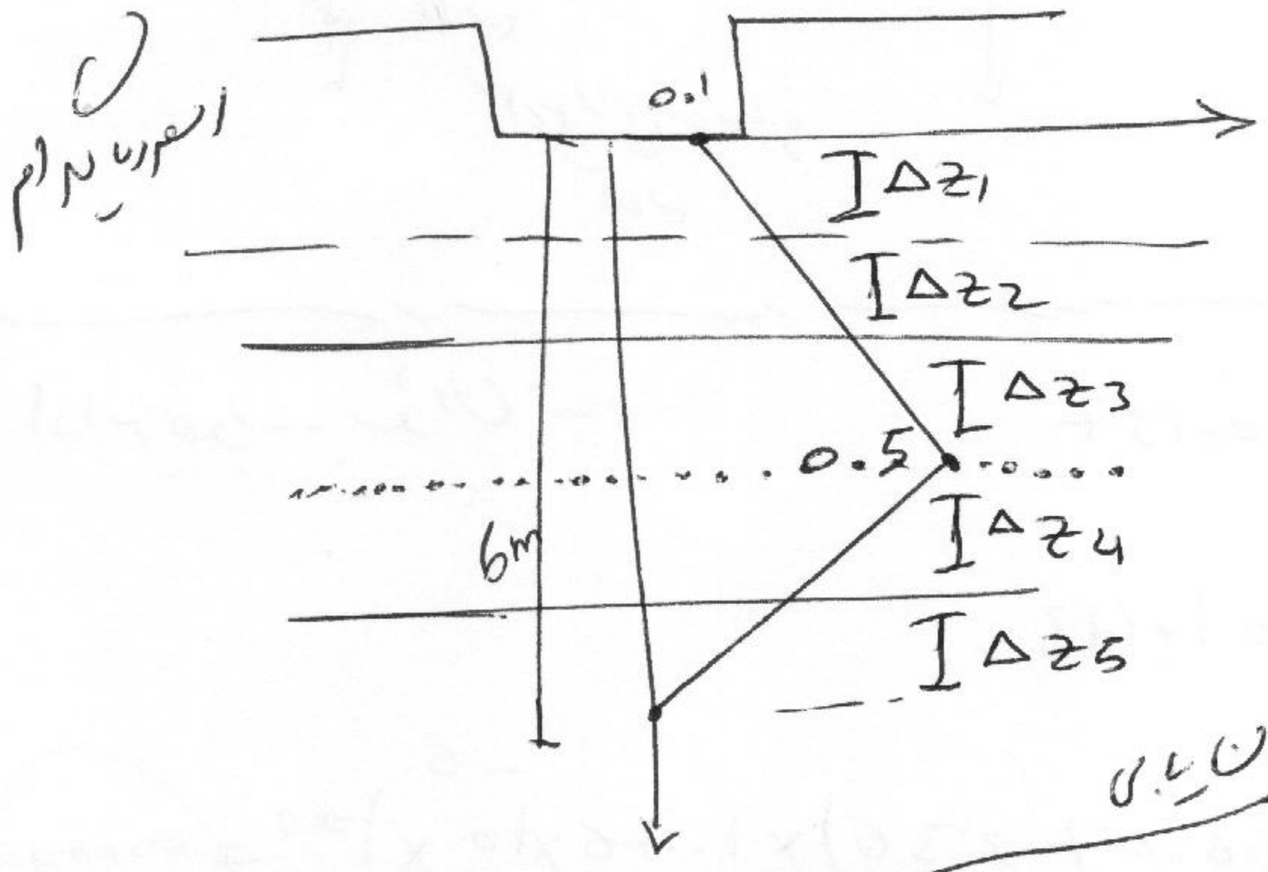
$$C_2 = 1 - 0.2 \log\left(\frac{\text{زمان محاسبه}}{0.1}\right)$$

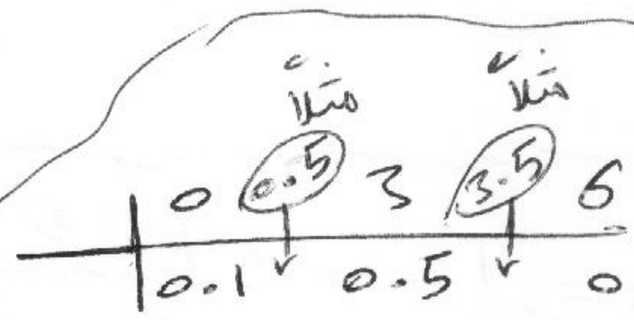
$$\bar{q} = \frac{1500}{3\times 3} = 166.67$$

q بلوک‌ها: $q = \gamma D_1 \rightarrow 2\times 18 = 36$

I_z - ضریب اثر (تغییر عمق)

$z=0$	$\rightarrow I_z = 0.1$
$z=B$	$\rightarrow I_z = 0.5$
$z=2B$	$\rightarrow I_z = 0$





$$I_{z(0.5)} = \frac{0.5-0.1}{3-0}(0.5-0)+(0.1) = 0.16$$

سه تا اعدادی که بین 3-0 هستند فرمول فقط برای 0.5 همان عدد را می‌گذاریم

$$I_{z(3.5)} = \frac{0-0.5}{6-3}(3.5-3)+(0.5) = \cdots = 0.41$$

سه تا اعداد بین 6-3 همه فرمول فقط برای 3.5 همان عدد را می‌گذاریم مثلاً 4، 4.5، 4 برای 3.5

عمق	Δz	عمق متوسط	I_z	E_s	$\frac{I_z}{E_s}\Delta z$
0-1	1	0.5	0.16	6000	$\frac{0.16}{6000}\times 1 = 2.7\times 10^{-5}$
1-2	1	1.5	0.3	7000	$\frac{0.3}{7000}\times 1 = 4.2\times 10^{-5}$
2-3	1	2.5	0.43	8000	$\frac{0.43}{8000}\times 1 = 5.4\times 10^{-5}$
3-4	1	3.5	0.41	8000	$\frac{0.41}{8000}\times 1 = 5.2\times 10^{-5}$
4-6	—	—	—	—	—

چون نشت تحکیم آنی در رس است → نیازی نیست حساب شود !!!

ppy - ص ۱۴

ارواح نشت تحکیم آنی در رس می‌شود و نشت آنی در خاک رس که اینجا حساب شود اهمیت آن نشت تحکیم هم حساب می‌شود (۱۰٪)

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

نشست آنی سر فقط در رطوبت ثابت

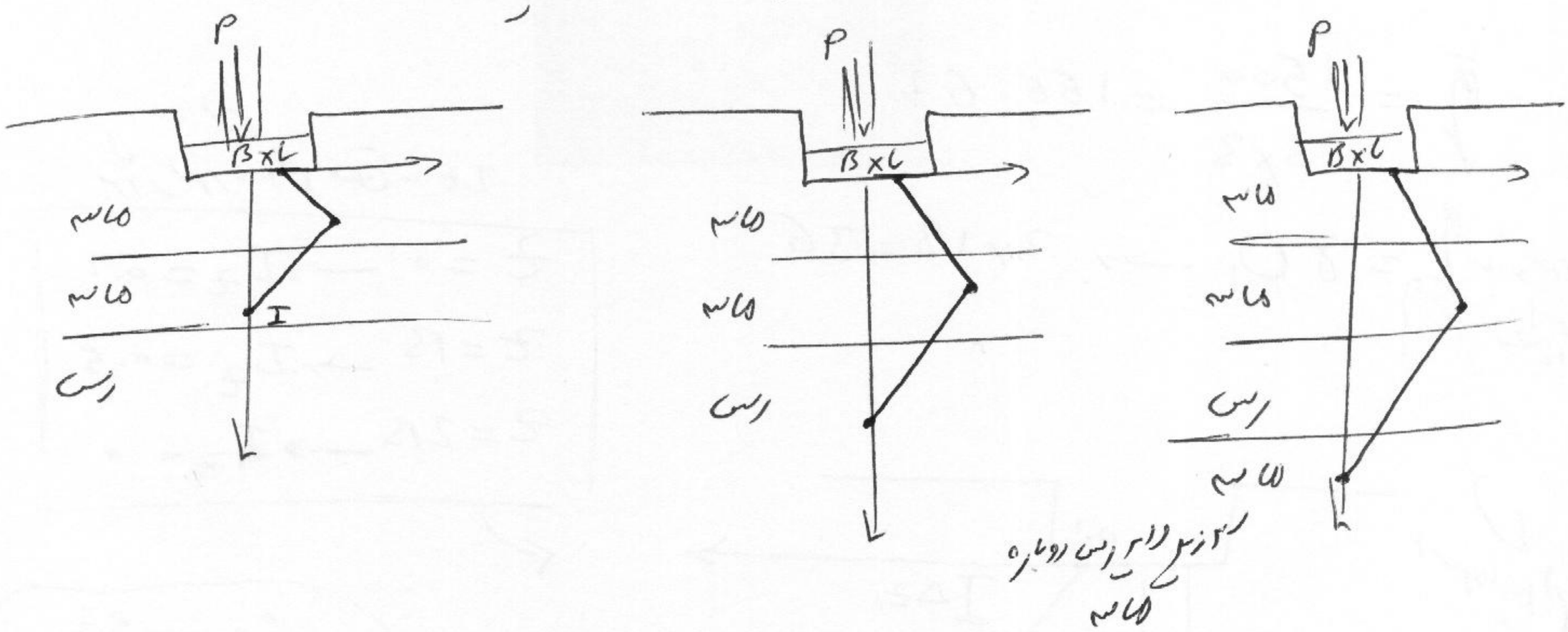
نشست تحکیم سر در خاک رس

---

* هر جا ضریب ایرام $I_z - z$ در منطقه خاک رس اثر دارد (در آن نفوذ کرده) فقط نشست تحکیم حساب شود و نباید برای آن حتما نشست آنی حساب شود.

* اگر ضریب ایرام حتی از یک هم در منطقه تماس شالوده سر نباید نشست آنی منطقه ای که ضریب ایرام $I_z - z$ در آن است حساب شود.

* اگر ضریب ایرام از منطقه رس هم در شالوده سر نباید فقط تحکیم حساب شود و زیر آن نشست آنی



ادامه حل مسئله ۳ -

$$C_1 = 1 - 0.5\left(\frac{36}{166-36}\right) = 0.137$$

$$C_2 = 1 + 0.2\log\left(\frac{15}{0.1}\right) = 1.43$$

$$Se = 0.137 \times 1.43 (166.67 - 36) \times 1.76 \times 10^{-6} \times 100 = 0.0045 \text{ (m)} \quad 5.56 \text{ (m)}$$

(m) (cm)

* لطفا جواب را جهت کسب آگاهی از بحث ها 0.0045 یا 5.56 حضورا صحبت کنید

ادامه سوال ص بعد

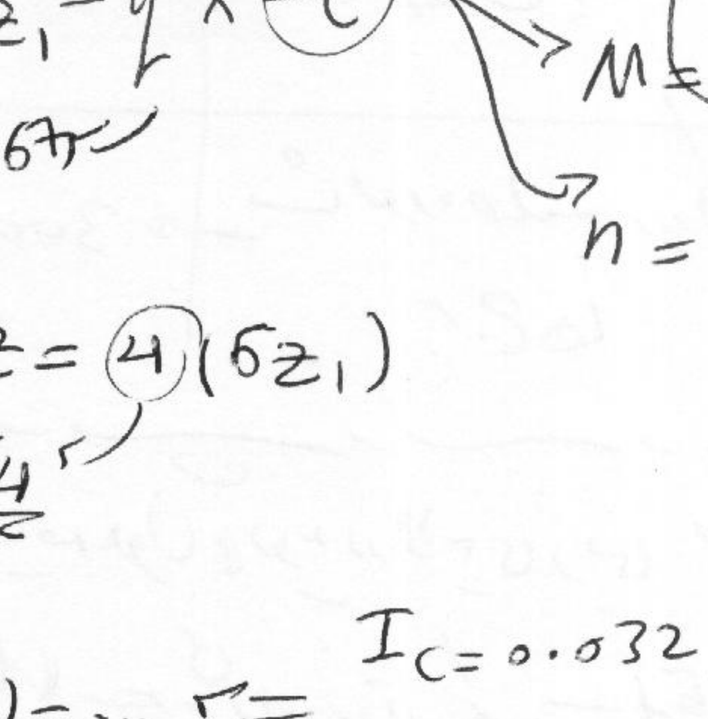
نشست تحکیم

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

محاسبه تنش قائم در وسط لایه ۲ (مرکز لایه ۲)

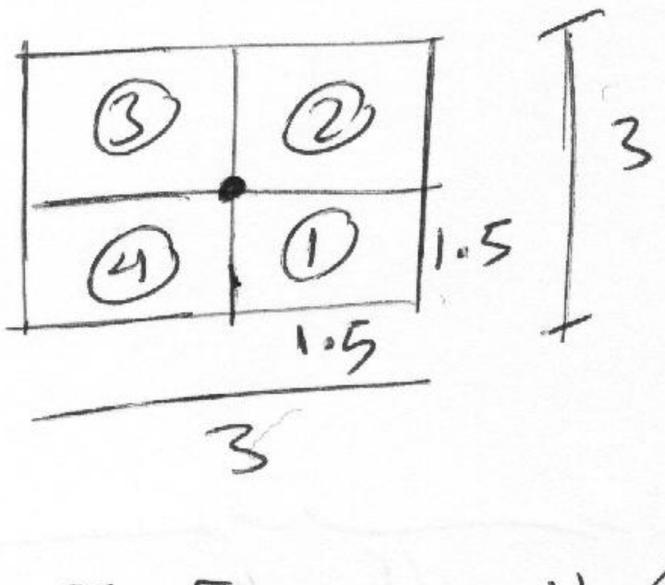
$\sigma' = 3\times 18 + 1\times(19-10) + 2(20-10) + 1.5(21-10) = 99.5\ KN/m^2$

۳: ارتفاع خاک خشک
۱۸: وزن مخصوص خاک خشک
۱: ارتفاع خاک اشباع
۱۹: وزن مخصوص اشباع
۱۰: وزن مخصوص غوطه‌ور



برای محاسبه $\Delta\sigma$ در وسط لایه

صدا زدن در مرکز پی



از زیر پی تا نقطه مورد نظر

$\sigma_{z_1} = q \times I_C$ ، $q = 166.67$

$m = \frac{L}{Z} = \frac{1.5}{5.5} = 0.27$

$n = \frac{B}{Z} = \frac{1.5}{5.5} = 0.27$

$\sigma_z = 4(\sigma_{z_1})$

$\sigma_{z_1} = \sigma_{z_2} = \sigma_{z_3} = \sigma_{z_4}$ ← 4 تا صفحه کوچک یکسان

$I_C = 0.032$ از نمودار

$\Delta\sigma_z = 4(166.67 \times 0.032) = \ldots = \ldots = 21.33\ KN/m^2$

$\sigma_c = 200$ (given)

انتخاب فرمول ← خاک رس تحکیم یافته ← حالت تحکیم نشده

$\sigma' + \Delta\sigma \langle \sigma_c$

$$S_C = \frac{C_c H_c}{1+e} \log \frac{\sigma' + \Delta\sigma}{\sigma'}$$

ضخامت لایه رس (cm)

چون نقطه وسط ضخامت است:

$C_C = 0.007(LL - 10) = 0.007(60-10) =$

$C_c = \frac{1}{5}(0.35) = 0.07$

$S_C = \frac{0.07(300)}{1+0.6} \log \frac{99.5 + 21.33}{99.5} = 1.1\ cm$

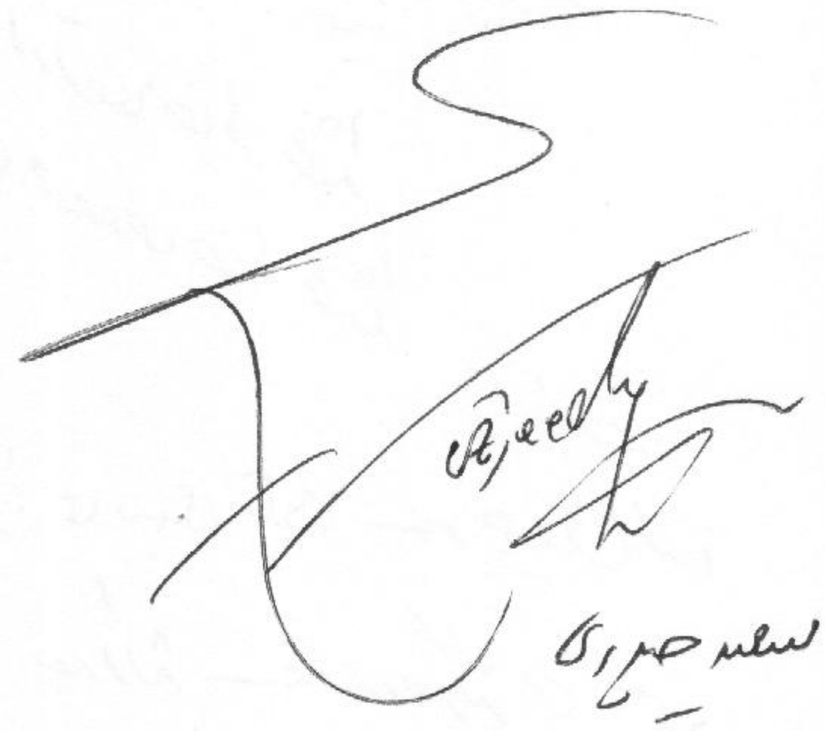
$\Delta S = S_e + S_c = 5.56 + 1.01 = 6.66\ cm$ ← باید باشد ← مجاز شمرده شود

در غیر این صورت ← مجاز نبود باید ابعاد پی را تغییر دهیم یا مصالح را

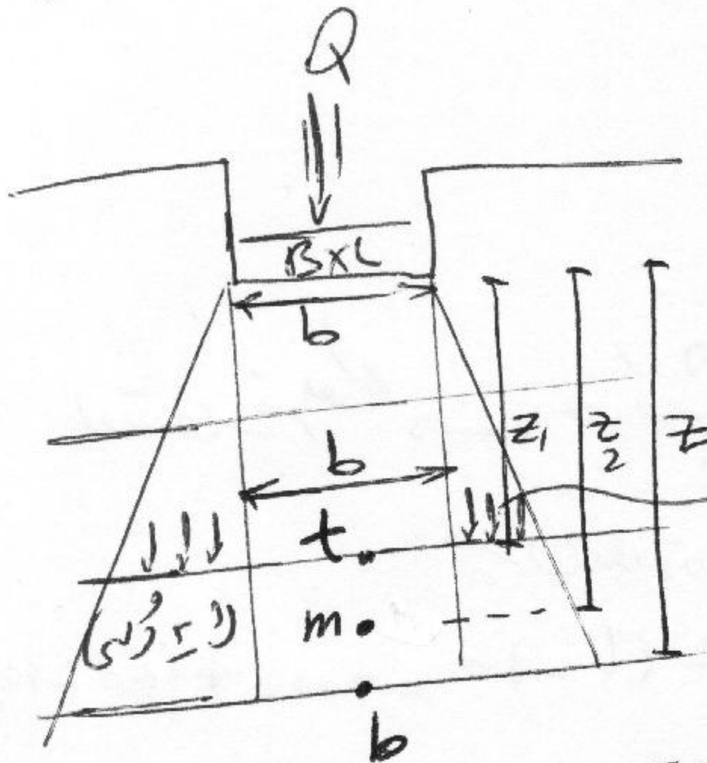
$\sigma_{all} - \sigma_{z_4}$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

نوع ساختمان	نشست مجاز (mm)
ساختمان با دیوار آجری غیر مسلح	
$\frac{l}{H}$ = نسبت دهانه به ارتفاع ساختمان	
$\frac{l}{H} \geq 2.5$	80
$\frac{l}{H} \leq 1.5$	100
ساختمان با دیوار آجری مسلح و بتن مسلح	150
ساختمان قاب بندی شده	100
سیلوها، مخازن، دودکش‌ها و برج‌ها	300



* یک ضابطه تقریبی برای محاسبه $\Delta\sigma$ که این ضابطه را بدون در نظر گرفتن لایه‌ی زیر سنگ سخت بالای لایه‌ی وسط لایه‌ی زیر و پایین لایه‌ی زیر در نظر بگیرد (t, m, b) برای هر نقطه یک $\Delta\sigma$ از ضابطه‌ی زیر حساب کنید سپس فرض ضابطه‌ی اصلی جابجایی آن تا $\Delta\sigma$ را بدهد.



$$\Delta\sigma = q = \frac{Q}{(B+z)(L+z)}$$

$$\Delta\sigma_{\text{اصل}} = \frac{(\Delta\sigma_t + 4\Delta\sigma_m + \Delta\sigma_b)}{6}$$

* در واقع یک میانگین وزنی است

برای مثال ←

$$\Delta\sigma_t = \frac{1500}{(3+4)(3+4)} = 30.61$$

$$\Delta\sigma_m = \frac{1500}{(3+5.5)(3+5.5)} = 20.76$$

$$\Delta\sigma_b = \frac{1500}{(3+7)(3+7)} = 15$$

$$\Delta\sigma_{\text{اصل}} = \frac{(\Delta\sigma_t + 4\Delta\sigma_m + \Delta\sigma_b)}{6} = \frac{30.61 + 4(20.76) + 15}{6} = 21.38$$

(که از روش قبلی 21.33 بدست آمد! اختلاف کم)

Pey-37