

ورکشاپ طراحی دستی دیوار حائل

مدرس : مهندس محمدرضا خسرویان

گروه مهندسی سیویل سایمان

انواع دیوارهای حائل عبارتند از

1-دیوارهای حائل وزنی

2-دیوارهای حائل طره ای

3-دیوارهای حائل پشت بند دار

4-دیوارهای حائل پایه دار

5-دیوارهای کوله و پایه های کناری پل ها

6- آبروهای جعبه ای

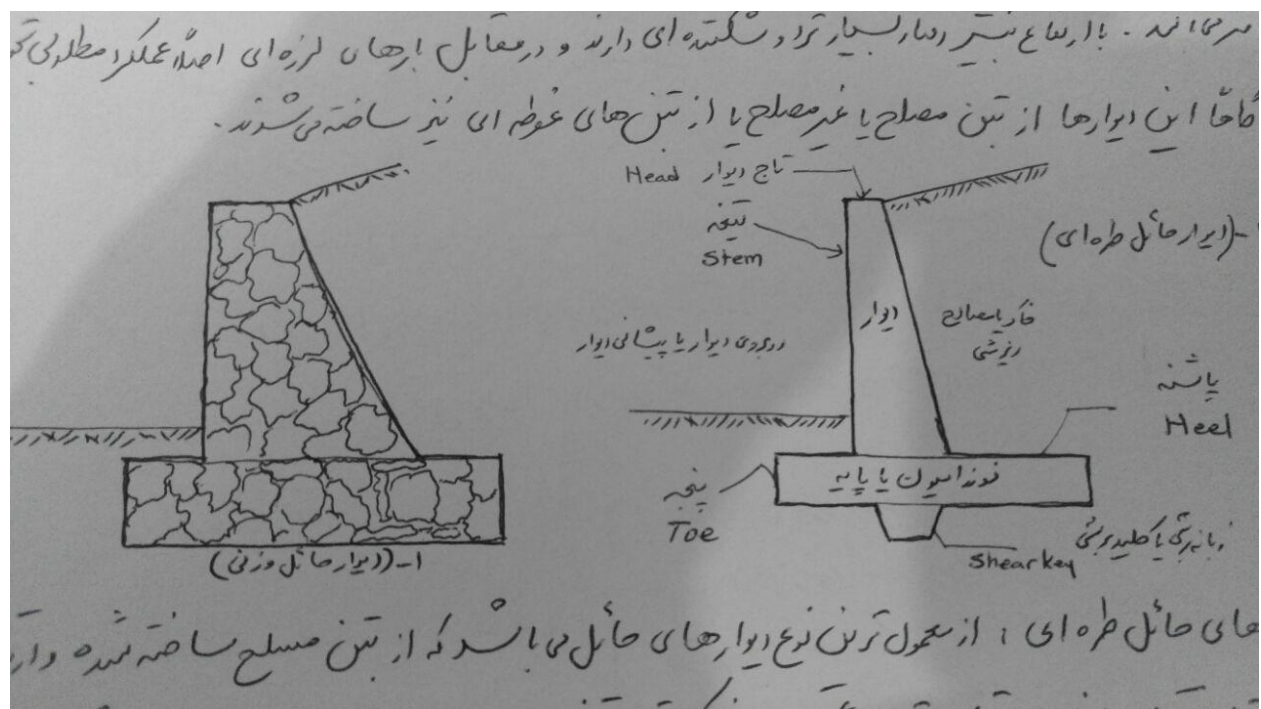
ذکر این نکته ضروریه که گابیون ها جزو دسته اول دیوارها قرار دارند. گابیون دیوار تور سنگی است یعنی جعبه های بزرگی از توری که در آن سنگ قرار میگیره و روی هم چیده میشوند رو گابیون مینامند استاندارد داخلی مربوط به دیوار حایل نشریه شماره 308 سازمان برنامه و بودجه هست کار تدوین اون بعهدہ استاد طاحونی بوده

ایین نامه های معتبر خارجی درباره طرح دیوار حایل هم شاید مهمترینش ibc2009 باشه

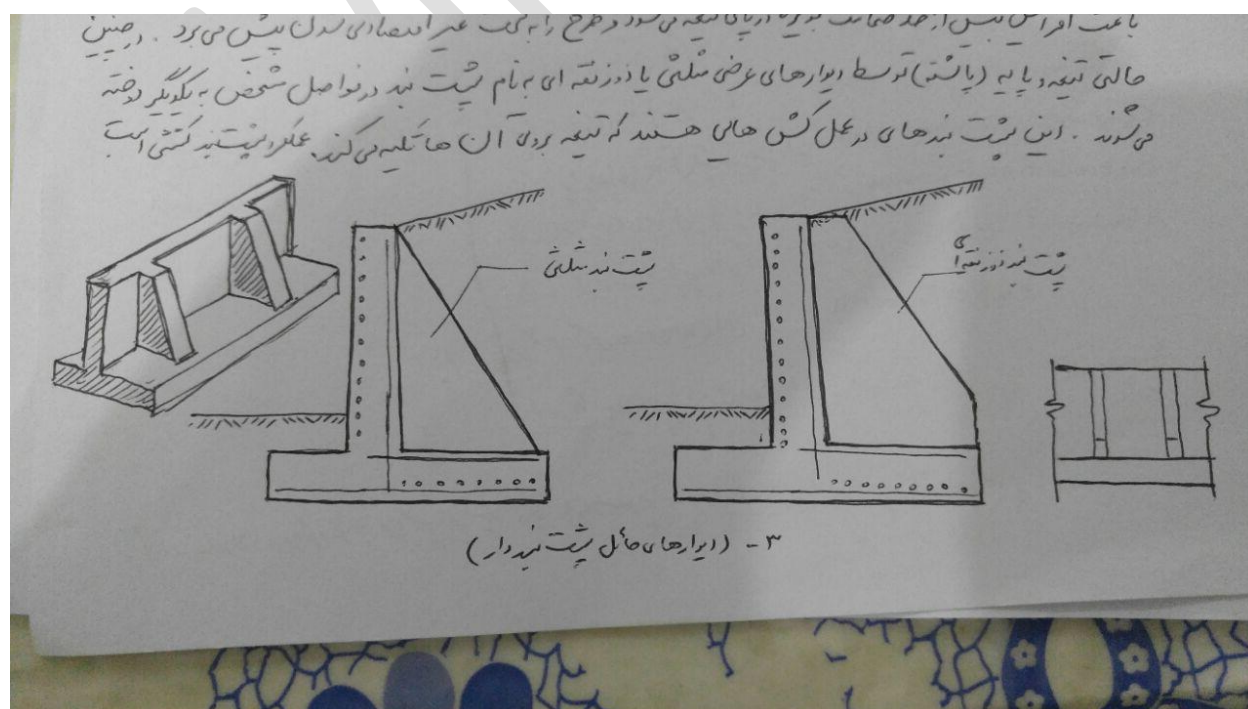
دیوارهای حایل وزنی: با مصالح بنایی ساخته میشوند مثل سنگ و سیمان و ارتفاع اقتصادی اونها تا 3 متر هست

دیوارهای حایل طره ای از جمله مهم ترین دسته و شایع ترین دیوارها هستند که ارتفاع موثر و اقتصادی آنها بین 3 تا 7 متر هست. البته تا ارتفاع 12 متر هم دیده میشه

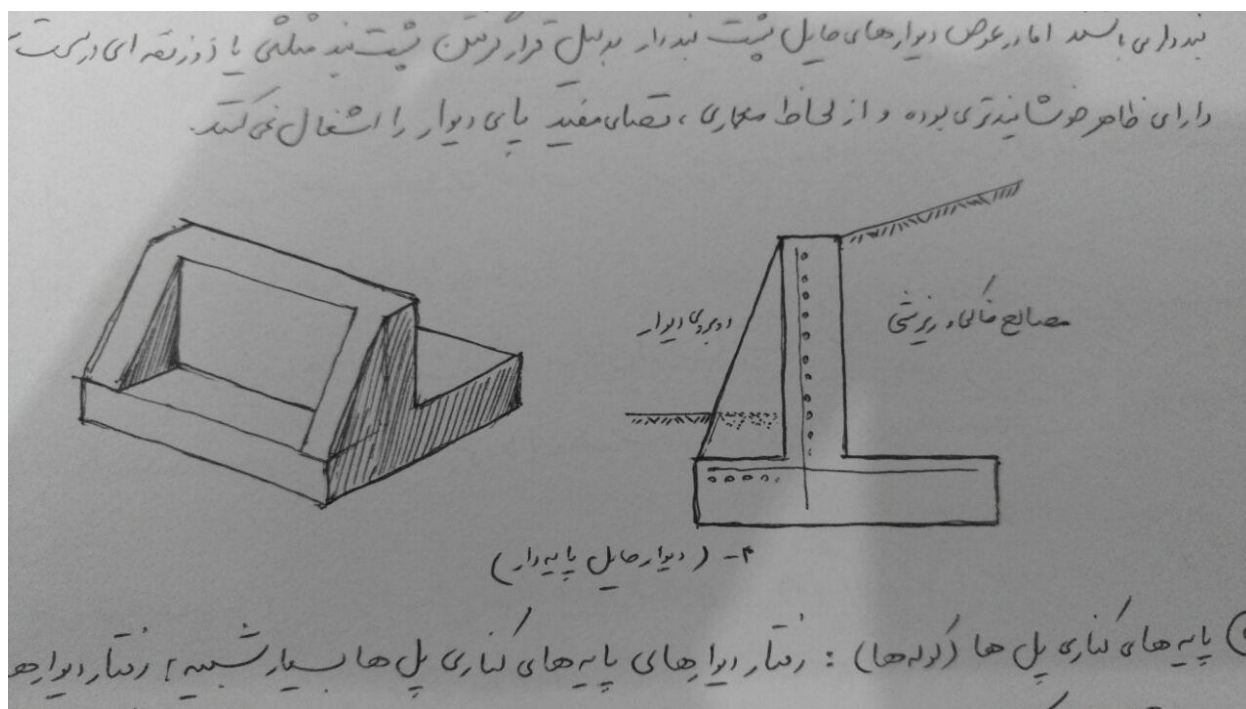
من چند تصویر از جزوه ای که خودم برای تدریس تدوین کردم هم میزارم که بیشتر آشنا بشید



یوار طره ای پشت بند داذ نوعی دیوار طره ای هست که دارای پشت بند مثلثی هست یا دوزنقه ای. در
 مراجع حداکثری برای ارتفاع اقتصادی این دیوار بنده ندیدم



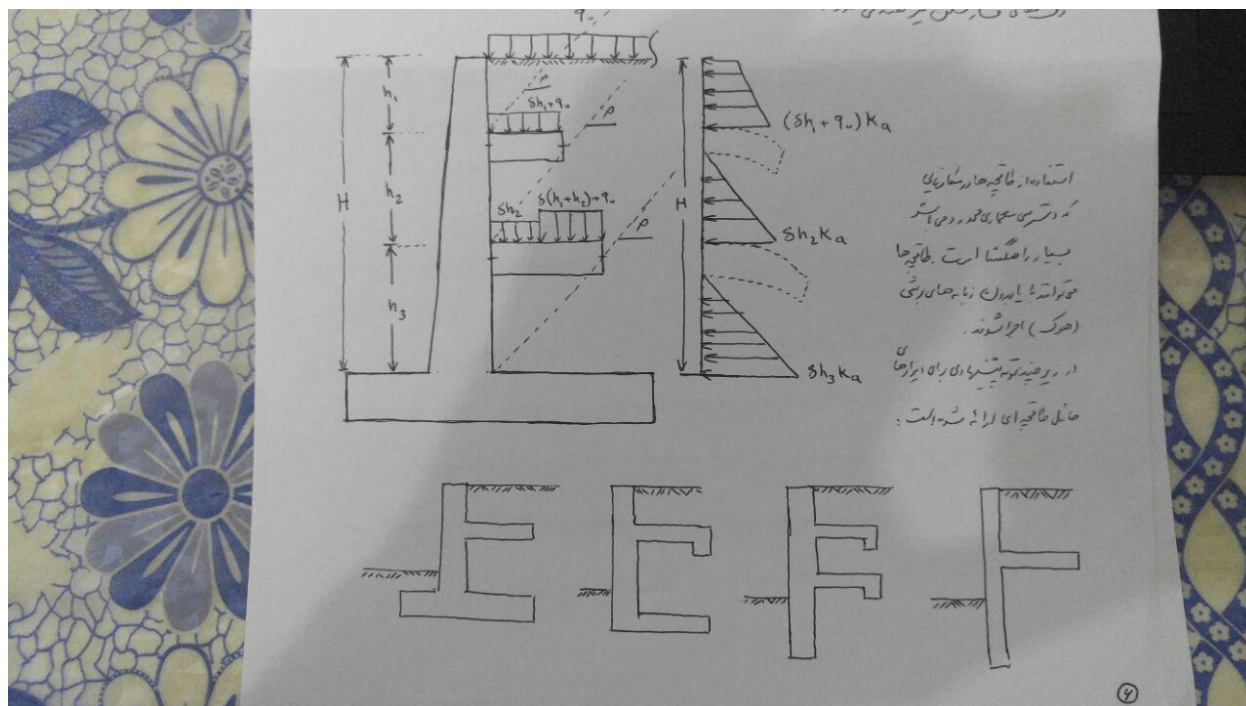
دیوارهای حایل طره ای پایه دار کاملاً مشابه دیوارهای پشت بند دار هستند اما کش مثلی در جلوی دیوار قرار دارد. از جمله معایب این نوع دیوار، وجود پایه در سینه دیوار هست که ممکنه خیلی از نظر معماری مطلوب نباشه

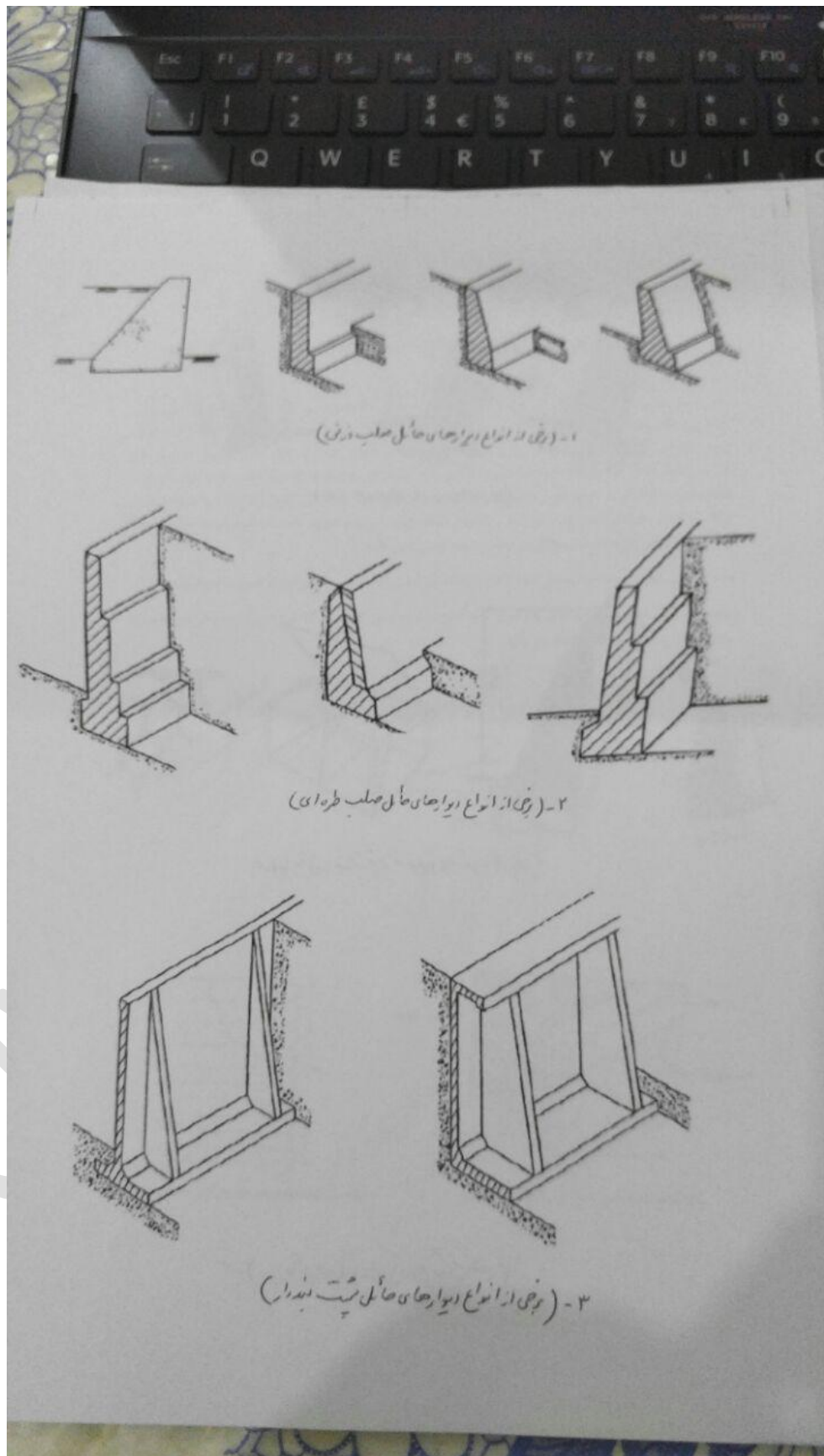


پایه های کناری پل: رفتاری بسیار شبیه به رفتار دیوارهای حائل دارند با این تفاوت که علاوه بر نیروی جانبی ناشی از فشار مصالح ریزشی، واکنشهای افقی و قائم ناشی از عبورگاه پل را هم تحمل میکنند از این جهت کوله های پل ها رو میتوان در رده دیوارهای ساره ای رده بندی کرد

دیوارهای حایل مطابق با نشریه 308 به دیوارهای خشک و دیوارهای با بار هیدرولیکی هم تقسیم میشن که ما امشب خیلی به بحث بارگذاری خاک با حضور آب بر دیوارها نمیپردازیم

نشریه 308 دیوارها رو به انواع صلب و انعطاف پذیر هم تقسیم بندی میکنه که میتونید مراجعه و مطالعه کنید.





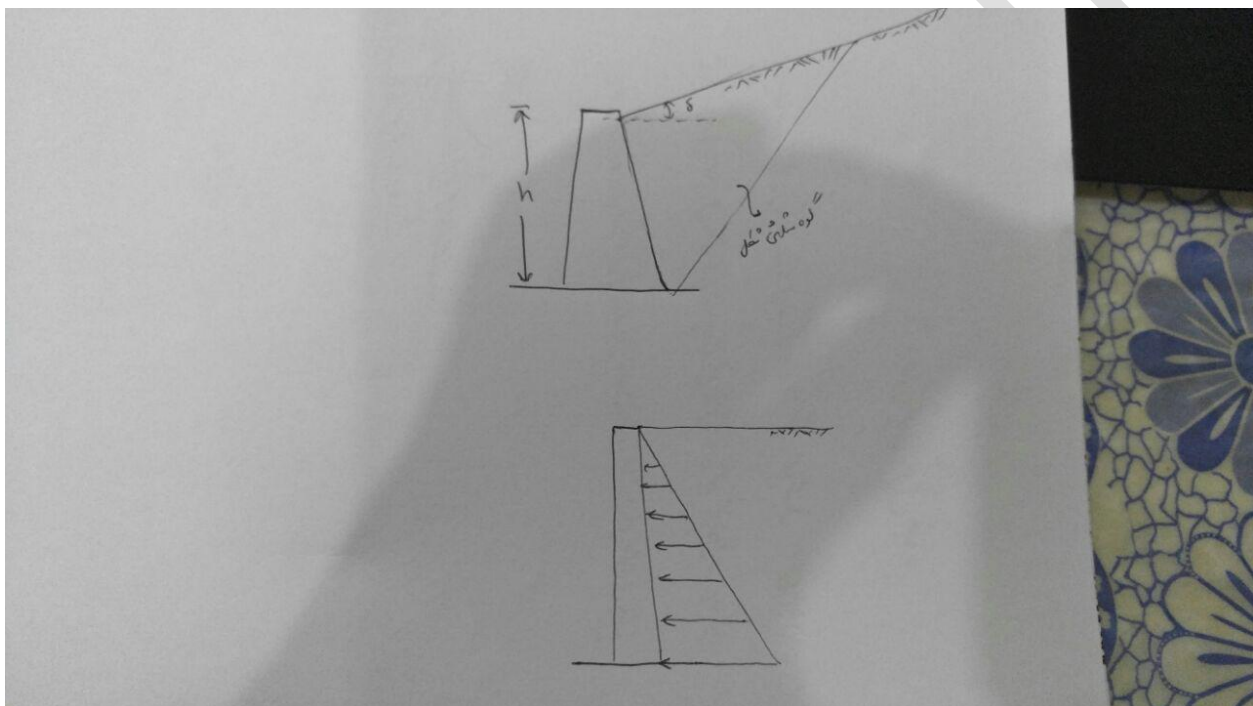
خوب تا اینجا به بررسی شکل هندسی و انواع مختلف دیوار پرداختیم

حالا قدری به نحوه بارگذاری و تئوری های موجود در این باره میپردازیم

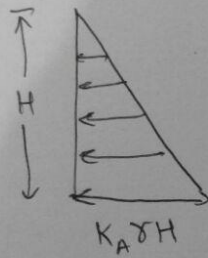
تئوری های فشار جانبی خاک

مبتنی بر نیرو

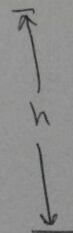
مبتنی بر تغییر مکان

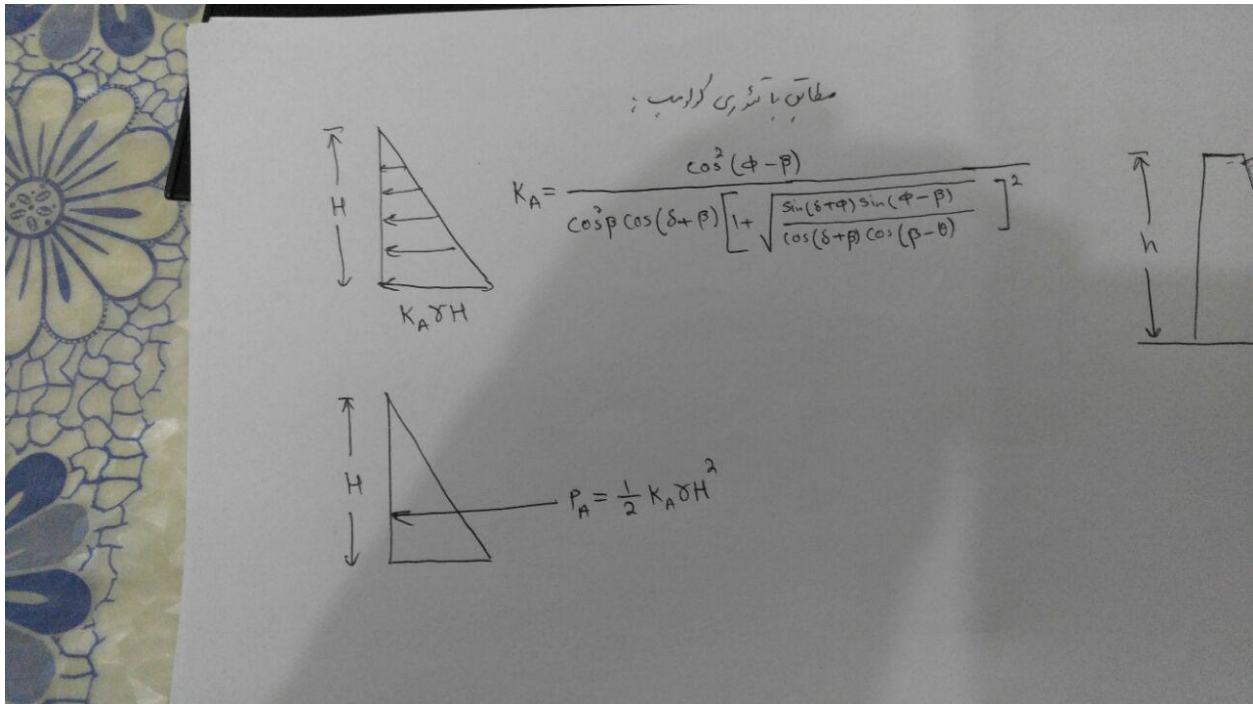


مطابق با شرطی کرانی :

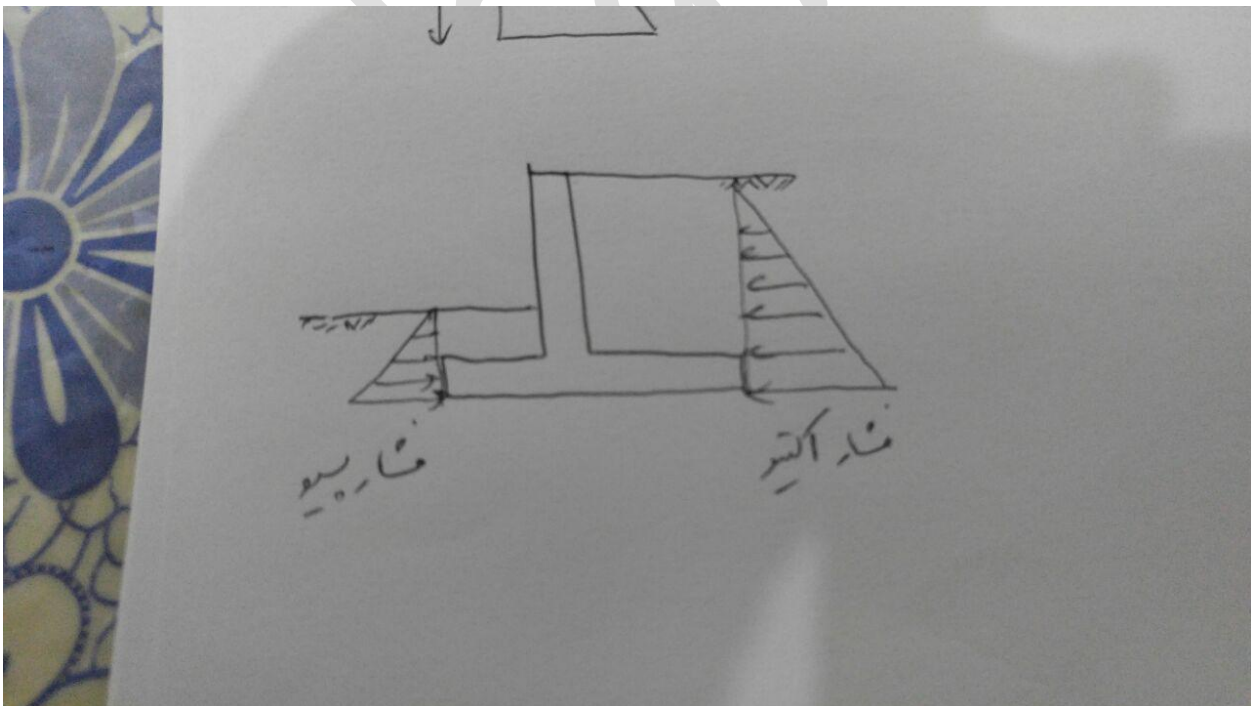


$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2\beta \cos(\delta + \beta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\delta + \beta) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

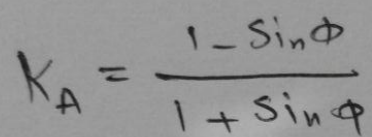




این در حالت اکتیو هست یعنی فشار جانبی پشت دیوار
اگر چنانچه جلوی دیوار هم خاک باشد که معمولاً اینجوریه فشار پسروی هم در جلوی دیوار ایجاد میشه



اگر دیوار بصورت کاملاً قائم باشد و سطح خاک پشت دیوار هم شیبی نداشته باشد بدست آوردن ضریب فشار جانبی یا K خیلی ساده می‌شود و از فرمول زیر بدست می‌آید


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

$$K_A = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$
$$K_P = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

$$K_A = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$
$$K_P = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

و برای حالت پسو هم فقط جای صورت و منخرج این کسر عوض میشه

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

فاکتورهای فرسایش
 مقدار کولومب

$$K_A = \frac{\cos^2(\alpha - \beta)}{\cos^2 \theta \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \alpha) \sin(\alpha - \beta)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

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

The diagram shows a trapezoidal retaining wall cross-section. The backfill surface is inclined at an angle α to the horizontal. A failure plane is shown as a dashed line inclined at an angle β to the horizontal. The angle between the failure plane and the backfill surface is labeled ϕ . The angle between the failure plane and the vertical wall face is labeled θ .

فاکتورهای فرسایش
مقداری کولومب

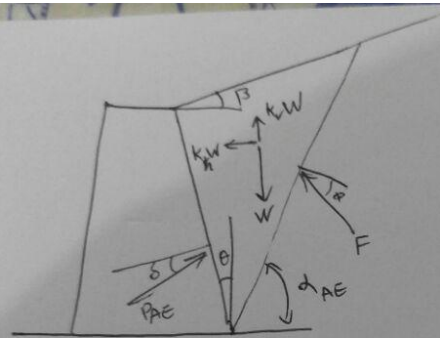
$$K_A = \frac{\cos^2(\alpha - \beta)}{\cos^2\theta \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\gamma - \beta)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

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

The diagram shows a trapezoidal retaining wall cross-section. The backfill surface is inclined at an angle α to the horizontal. A failure plane is shown as a dashed line inclined at an angle β to the horizontal. The angle between the failure plane and the backfill surface is labeled ϕ . The angle between the failure plane and the vertical face of the wall is labeled θ .

فاکتورهای فرسایش
مقداری کولومب

$$K_A = \frac{\cos^2(\alpha - \beta)}{\cos^2 \theta \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\gamma - \beta)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$



$$P_{AE} = \frac{1}{2} K_{AE} \gamma H^2 (1 - K_v)$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \psi)}{\cos \psi \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \psi) \left[1 + \frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \beta - \psi)}{\cos(\delta + \theta + \psi) \cos(\beta - \theta)} \right]^2}$$

تعریف ضرایب K_v و K_h بصورت زیر است

شرایط شبه استاتیکی:

$$a_h = K_h g \quad a_v = K_v g$$

[$\phi - \beta \geq \psi$] $M=0$ همواره باید $\psi \leq 90^\circ$

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{K_h}{1 - K_v} \right)$$

اگر قدری صبر کنید از مسائل تئوری کم کم خارج میشیم و مطالب رو با ذکر یک مثال خیلی جامع و شیرین پی میگیریم

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{K_h}{1 - K_v} \right)$$

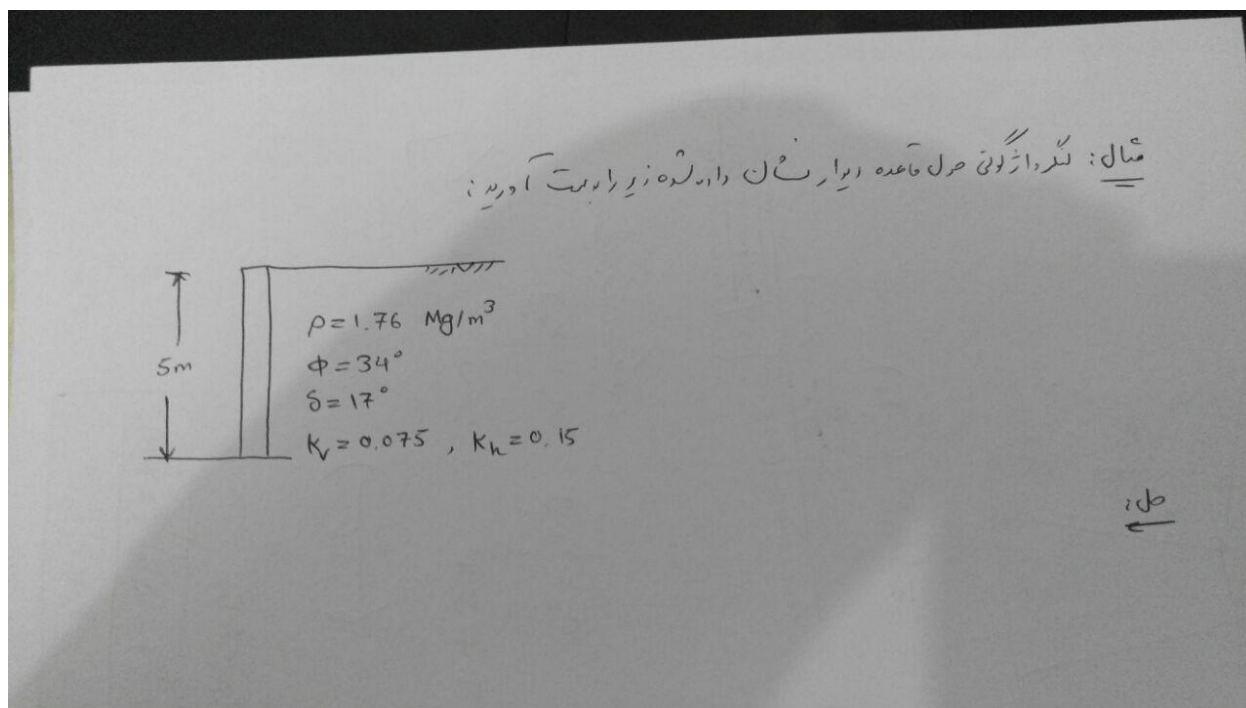
$$P_{AE} = P_A + \Delta P_{AE}$$

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{K_h}{1 - K_v} \right)$$

$$P_{AE} = P_A + \Delta P_{AE}$$

$$h = \frac{P_A \left(\frac{H}{3} \right) + \Delta P_{AE} (0.6H)}{P_{AE}}$$

مقدار h بستگی به مقادیر نسبی P_a و P_{ae} خواهد داشت که معمولاً در حدود نصف ارتفاع دیوار خواهد بود



این دیوار پایه داره ؟

خیر. فعلاً فرض میکنیم یه چیزی مثلاً دیوار جلوی خاک ذو گرفته. چون هدف بررسی بارگذاری هست

مهندس یه سوال اون بار مثلی خاک که معرفی شد. چرا به صورت مستطیلی معادل نمیشه؟؟

خوب باید به اصل تئوری رجوع کنید و توضیحش قدری طول میکشه. فعلاً برای اینکه یه حس فیزیکی ایجاد کنم فکر کنید بجای خاک، آب باشه. میدونیم توزیع فشار هیدرواستاتیکی بر یک دیواره بصورت مثلی (رو جی اچ) هست. اینم یه چیزی شبیه به همونه

توی این مثال واحد رو، مگا گرم بذ متر مکعب هست. در اصل رو همان وزن مخصوص خاکه. سایر پارامترها از مطالعات ژئوتکنیک بدست میاد. مهندس ژئوتکنیک این پارامترها رو به شما میده و بقیه کار با شماست

$$K_v = 0.075, K_h = 0.15$$

ابتدا رانشی فعال استاتیکی بر دیوار تعیین می‌شود:

$$K_A = \frac{\cos^2(34-0)}{\cos^2(0) \cos(17+0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(17+34) \sin(34+0)}{\cos(17+0) \cos(0-0)}} \right]^2} = 0.256$$

$$P_A = \frac{1}{2} K_A \gamma H^2 = \frac{1}{2} (0.256) [1.76 \text{ Mg/m}^3] (9.81) (5^2) = 55.3 \text{ kN/m}$$

$$K_A = \frac{\cos^2(34-0)}{\cos^2(0) \cos(17+0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(17+34) \sin(34+0)}{\cos(17+0) \cos(0-0)}} \right]^2} = 0.256$$

$$P_A = \frac{1}{2} K_A \gamma H^2 = \frac{1}{2} (0.256) [1.76 \text{ Mg/m}^3] (9.81) (5^2) = 55.3 \text{ kN/m}$$

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{K_h}{1-K_v} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{0.15}{1-0.075} \right) = 9.2^\circ$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(34-0-9.2)}{\cos^2(9.2) \cos^2(0) \cos(17+0+9.2) \left[1 + \sqrt{\frac{\cos(17+34) \cos(34+0-9.2)}{\cos(17+0+9.2) \cos(0-0)}} \right]^2} = 0.362$$

$$P_{AE} = \frac{1}{2} K_{AE} \gamma H^2 (1-K_v) = \frac{1}{2} (0.362) (1.76 \text{ Mg/m}^3) (9.81) (5^2) (1-0.075) = 72.3 \text{ kN/m}$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\delta - \theta - \psi)}{\cos^2(\delta - \theta + \psi) \cos^2(\delta - \theta - \psi)} \left[1 + \sqrt{\frac{\cos(\delta + \psi) \cos(\delta - \theta - \psi)}{\cos(\delta - \theta + \psi) \cos(\delta - \theta - \psi)}} \right]^2$$

$$P_{AE} = \frac{1}{2} K_{AE} \gamma H^2 (1 - K_v) = \frac{1}{2} (0.362) (1.76 \text{ Mg/m}^3) (9.81) (5^2) (1 - 0.075) = 72.3 \text{ kN/m}$$

مركبة (ميكانيكية) انحناء

$$\Delta P_{AE} = P_{AE} - P_A = 72.3 - 55.3 = 17 \text{ kN/m}$$

نقطة انحناء

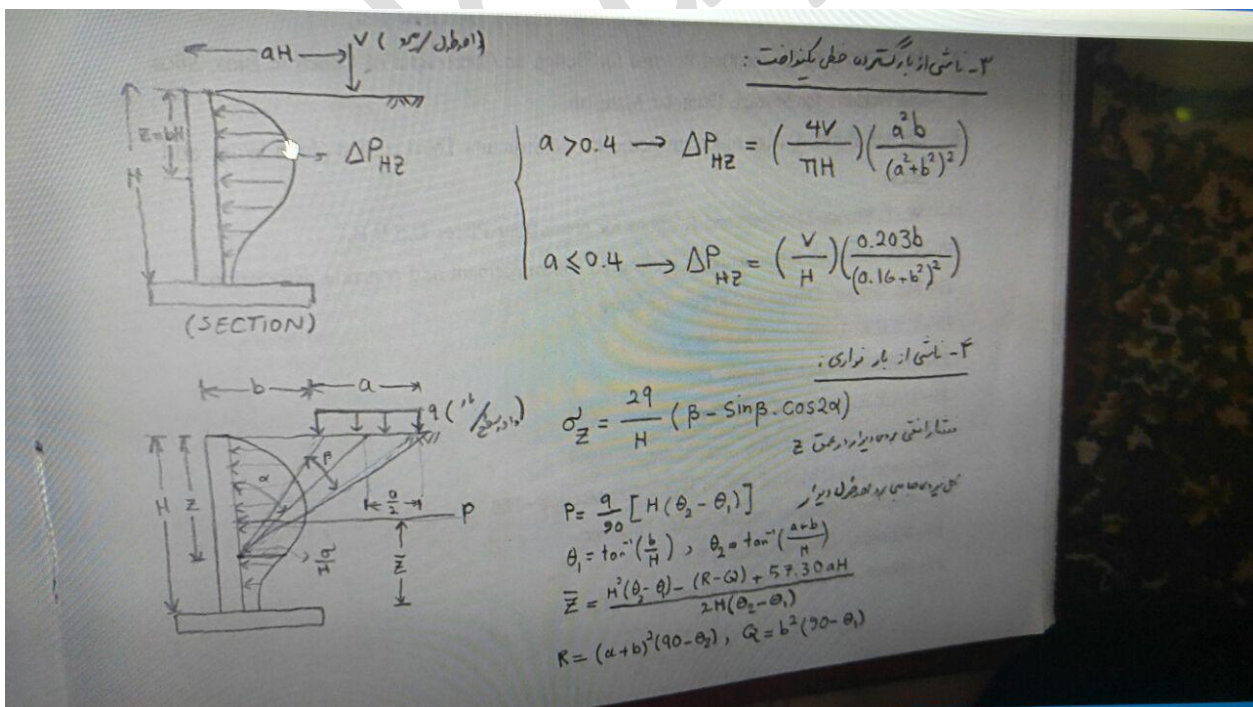
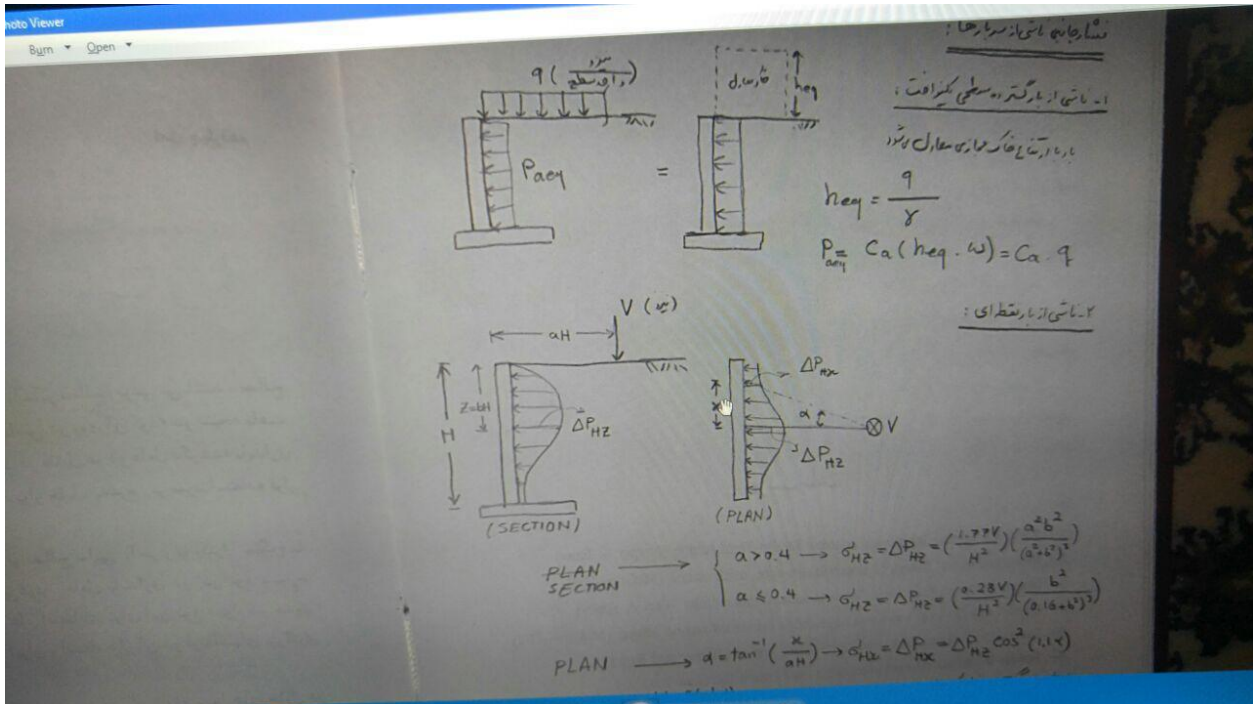
$$h = \frac{P_A \left(\frac{H}{3}\right) + \Delta P_{AE} (0.6H)}{P_{AE}} = 1.98 \text{ m}$$

$$M_o = (P_{AE})_h = (72.3) (\cos(17)) (1.98) = 137 \frac{\text{kN.m}}{\text{m}}$$

مركبة انحناء

$$P_{PE} = \frac{1}{2} K_{PE} \gamma H^2 (1 - K_v)$$

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\delta + \theta - \psi)}{\cos^2(\delta - \theta + \psi) \cos^2(\delta - \theta - \psi)} \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \psi) \sin(\delta + \theta - \psi)}{\cos(\delta - \theta + \psi) \cos(\delta - \theta - \psi)}} \right]^2$$



خوب دوستان تا اینجا دو کنترل عمده از 5 کنترلی که عرض کردم برای دیوارها مورد بررسی قرار گرفت

ایشالا اون مثال جامع از طرح دیوار حایل رو در جلسه دیگری ارایه میدیم تا با سایر کنترل ها هم آشنا بشید