

## تراکم

### مقدمه :

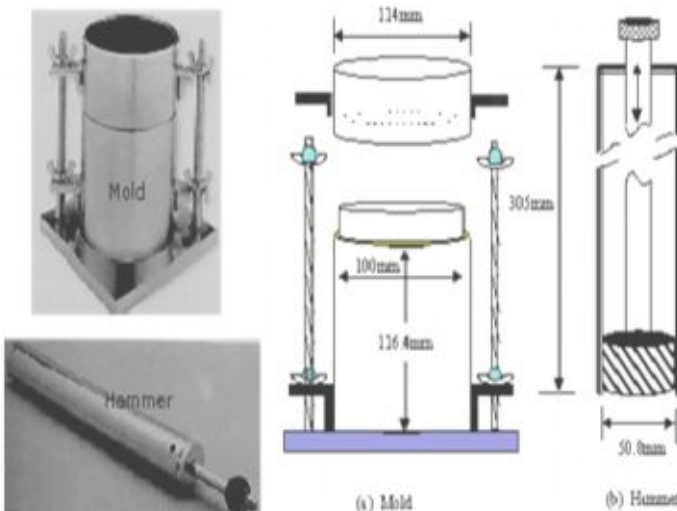
وقتی نمونه هایی از خاک مفروضی را در شرایط متساوی متراکم نمائیم ملاحظه میشود که تراکم حاصله بستگی به درصد آب دارد بطوریکه برای درصد آب معینی تراکم ماکزیمی حاصل می گردد که بنام درصد آب بهینه مشهور است. درصد آب بهینه مقدار آبی است که به ازای آن ، خاک در اثر وارد آمدن انرژی ، تراکم بیشتری پیدا خواهد نمود که درصد بهینه آب بیشترین وزن مخصوص را خواهد داد .

آزمایش بنا به طریقه کوبندگی به دو طریق پروکتور معمولی و پروکتور اصلاح شده تقسیم می شود لازم به ذکر است پروکتور معمولی برای اجرای خاکریزها و پروکتور اصلاح شده برای لایه های زیر سازی جاده ها و با کوبیدن خاکریز پشت پی ها مورد استفاده قرار می گیرد .

تراکم عملی است که طی آن هوای خاک بیرون رانده می شود و باعث می شود دانه ها بهم نزدیک شوند و درگیری بین آنها افزایش یابد .

### وسایل مورد نیاز آزمایش :

1. قالب معمولی و چکش سنگین
2. ترازو
3. گرمخانه (Oven)
4. ظرف اندازه گیری درصد رطوبت
5. کولیس
6. بیلچه
7. کاردک
8. و غیره ...



### روش آزمایش :

آزمایش تراکم به دو روش صورت می گیرد.

1- روش اصلاح شده.

2- روش اصلاح نشده (معمولی).

که در اینجا از روش معمولی برای انجام آزمایش استفاده می کنیم.

روش آزمایشگاهی	وزن چکش Kg	ارتفاع سقوط cm	تعداد لایه	تعداد ضربه	حجم قالب cm <sup>3</sup>	قطر قالب cm
آزمایش پروکتور proctor	2/5	30	3	25	944	10
آزمایش اصلاحی modified	4/5	45	5	56	2133	15

ابتدا رینگ بالای دستگاه را جدا می کنیم و دستگاه را وزن می کنیم و حجم استوانه را بوسیله اندازه گیری قطر و ارتفاع استوانه با کولیس اندازه می گیریم.

سپس مقدار 3 کیلوگرم خاک ردا شده از الک شماره 4 را تهیه می کنیم و و به آن معادل 3% وزن خاک آب اضافه می کنیم (90 سی سی) و خوب آنها را باهم مخلوط می کنیم و مخلوط بدست آمده را در داخل قالب پروکتور در سه لایه که در هر لایه 25 ضربه چکش به آن وارد کرده ایم می ریزیم. باید ارتفاع خاک تر متراکم شده حدوداً یک سانتی متر بالاتر از قالب میانی پروکتور قرار گیرد. پس از کوبیده شدن رینگ بالایی باز می شود و برآمدگی بوسیله کاردک مخصوص هموار و صاف می گردد. سپس وزن قالب پروکتور پر از خاک متراکم را بدست می آوریم و از آنجا وزن توده خاک درون قالب بدست می آید و با دانستن حجم قالب وزن مخصوص آن بدست می آید.

پس از جدا کردن قسمت تحتانی قالب، خاک کوبیده شده را از داخل قالب بیرون می آوریم و از قسمتهای مختلف آن مقداری خاک برای بدست آوردن درصد رطوبت خاک بر می داریم و در داخل قوطی وزن مخصوصی که قبلاً وزن کرده بودیم می ریزیم و مجدداً آن را وزن می کنیم و بمدت 24 ساعت داخل اون می گذاریم.

به خاک باقی مانده پس از خرد کردن مجدداً 90 سی سی آب اضافه می شود و دوباره مراحل بالا را تکرار می کنیم و این عمل را آنقدر انجام می دهیم که وزن قالب استوانه ای حاوی خاک تر از مرحله قبل کمتر گردد.

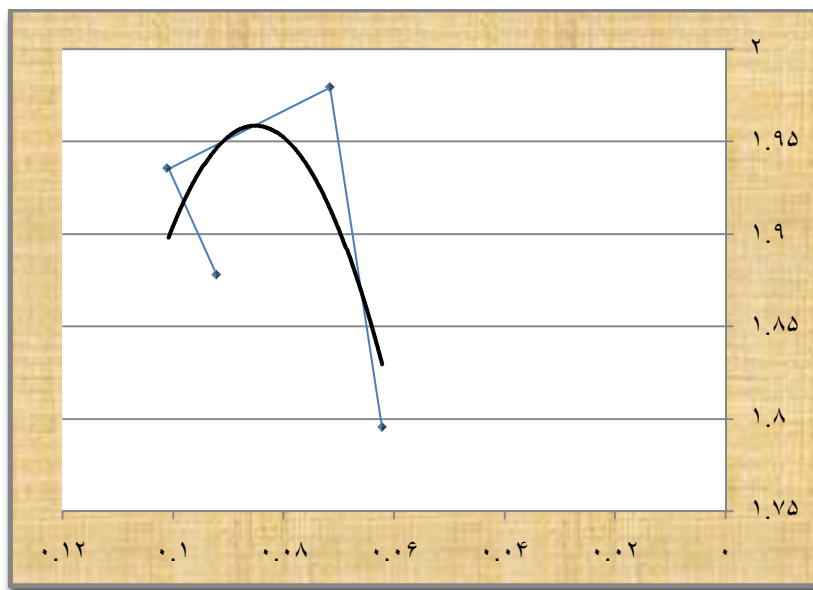
در طی انجام آزمایش اضافه کردن رطوبت جای هوا را گرفته و خاک فشرده و متراکم می شود تا جایی که آب کاملاً جای هوا را می گیرد که به درصد رطوبت این حالت درصد رطوبت بهینه گفته می شود. پس از این حالت آب جای ذرات خاک را می گیرد و باعث کاهش وزن مخصوص خاک تر می شود.

درصد رطوبت بهینه درصد رطوبتی است که با کمترین مقدار انرژی می توانیم بیشترین بازدهی را بدست آوریم. وقتی خاک خشک است فشرده شدن ذرات آن به اصطکاک بین ذرات آن زیاد است که با اضافه کردن آب نوار نازکی دور ذرات قرار می گیرد و عمل غلطیدن را ساده تر کرده و با اضافه کردن بیشتر آب خاک به حد اشباع رسیده و سپس  $\gamma_d$  کاهش خواهد یافت (چون آب جای ذرات خاک را می گیرد).

داده های آزمایش، نتایج و محاسبات لازم:

$$W_{\text{ظرف}} = 5910 \text{ gr}$$

$$V_{\text{ظرف}} = \pi \frac{d^2}{4} h = \pi \frac{15.2^2}{4} \times 11.75 = 2131 \text{ cm}^3$$



وزن ظرف

وزن خاک متراکم شده در قالب

وزن خاک + ظرف

نمونه 1	5910	4064	9974
نمونه 2	5910	4520	10430
نمونه 3	5910	4540	10450
نمونه 4	5910	4370	10280

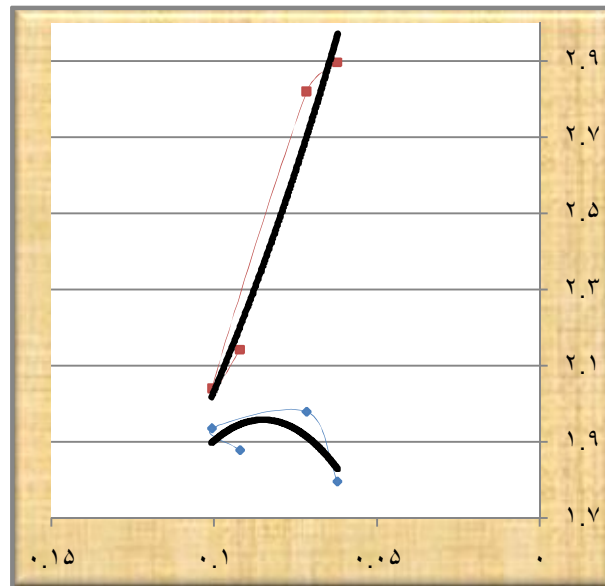
وزن ظرف تعیین رطوبت	وزن ظرف تعیین رطوبت + کلوخه	وزن ظرف تعیین رطوبت بعد از آون
79	186.7	175.1
89.7	191.5	177.8
75	261	234.7
81.2	206.5	187.5

W%	گامای W	گامای d
0.062132	1.90708588	1.795527
0.07154	2.12106992	1.979459
0.100766	2.13045519	1.935429
0.09201	2.05068043	1.877896

برای محاسبه  $\gamma_d$  داریم :

برای محاسبه منحنی 100 درصد اشباع داریم :

$$\gamma_{zav} = \frac{\gamma_w}{w + 1/G_s}$$



### خطاها :

1. خطا های دستگاههای اندازه گیری مثل ترازو
2. خطاهای انسانی مانند قرائت
3. عدم یکنواخت بودن رطوبت در کل نمونه
4. یکنواخت متراکم نشدن ذرات بخصوص در کناره ها
5. ما مرحله به مرحله رطوبت اضافه کردیم و اندازه مشخصی نداشتیم

## محاسبه وزن مخصوص خاک در محل

مقدمه :

وزن مخصوص خشک خاک عبارت از نسبت وزن مخصوص مرطوب خاک در محل به در صد رطوبت همان خاک به اضافه 1 است با تعیین وزن مخصوص خشک خاک می توان با انجام آزمایش تراکم ( برای به دست آوردن نسبت کوبیدگی) در آزمایشگاه میزان قابلیت کوبیدگی خاک را در محل بدست آورد.

نسبت کوبیدگی از تقسیم وزن مخصوص خشک خاک در سایت به وزن مخصوص خشک ماکزیمم خاک در آزمایشگاه به دست می آید.

در راهسازی ، فرودگاهها ، سدهای خاکی ، کانال ها، جاده های درجه 1 و 2 حتی در ساخت پی ابنیه های ساختمانی ، بدلیل اینکه نیاز به بستری محکم می باشد انجام آزمایش میزان کوبیدگی الزامی می باشد طبق آیین نامه می بایست حداقل تراکم بسته به نوع پروژه ارضا گردد و اگر خاکی این قدرت را نداشته باشد ، خاک ضعیف تلقی شده واز محل خارج شده و بجای آن خاکی با قابلیت تراکم پذیری مقبول جایگزین می شود.

نکته ای که می بایست به آن توجه کرد این است که در آزمایشگاه برای انجام آزمایش تراکم می بایست همان انرژی که در محل به خاک وارد می گردد، در آزمایشگاه برای خاک مورد نظراعمال گردد . در این جا از روش مخروط ماسه ای استفاده شده است . منطق آزمایش بر مبنای استفاده از ماسه استاندارد و وزن مخصوص آن است .

منظور از ماسه استاندارد این است که دانه بندی آن یکنواخت باشد یعنی اندازه تمام ذرات آن یکسان بوده و میزان ریز دانه در آن زیاد نباشد این ماسه باید از الک نمره 40 عبور کرده و روی نمره 50 باقی بماند .

ابزار :

1- دستگاه sand bottle 2- ماسه استاندارد ( یکنواخت ) 3- ترازو 4- چکش و بیلچه 5- کیسه پلاستیکی

oven -6

روش انجام :

تعیین وزن مخصوص ماسه:

ابتدا در آزمایشگاه یک ظرف استوانه ای با حجم و وزن مشخص را برمی داریم و آنرا پر از ماسه می کنیم سپس وزن آنرا اندازه می گیریم سپس وزن مخصوص خشک ماسه را بدست می آوریم . استوانه به قطر 101.45 میلیمتر و ارتفاع 116.8 میلیمتر می باشد .

$$V = 9.43 * 10^{-4} \quad \text{وزن ظرف} = 3320 \text{ gr} \quad \text{وزن ظرف} + \text{ماسه} = 4660 \text{ gr}$$

$$\gamma_d = \frac{W_{sand}}{V_{sand}} = \frac{1.34}{9.34 * 0.0001} = 1.42 \text{ gr/cm}^3$$

آزمایش در محل :

صفحه دستگاه را در محل قرار داده و داخل آن را بوسیله قلم و چکش حفر می کنیم عمق این چاله می بایست حدوداً 15 سانتی متر باشد . خاک کنده شده را در داخل کیسه می ریزیم سنگ های درشتی را که از گودال خارج کرده ایم دوباره به گودال برمی گردانیم و خاک بیرون آورده را وزن می کنیم. سپس دستگاه را که مجدداً از ماسه پر کرده و وزن می کنیم، و روی صفحه و روی چاله قرار می دهیم دریچه دستگاه را باز می کنیم تا ماسه داخل حفره را پر کند پس از اینکه سطح ماسه درون دستگاه ثابت ماند ، دریچه دستگاه را بسته و مجدداً دستگاه را وزن می کنیم. در محاسبه وزن ماسه ای که در چاله ریخته شده ، باید به این نکته توجه داشت ، وزن دستگاه و ماسه داخل ظرف می باشد و حال آنکه ماسه ریخته شده قیف را نیز پر کرده است .

1- وزن ظرف + ماسه برای گودال (قیف دار) = 8105 گرم

2- وزن ظرف با ماسه بعد از ریختن در گودال (= مانده بعد از خالی شدن در گودال) = 4050 گرم

3- وزن خاک برداشته شده از داخل گودال = 3476.5 گرم

4- وزن ماسه داخل قیف = 2529 - 4050 = 1526 گرم

$$\text{حجم گودال} = V = \frac{m}{\rho} = \frac{1526}{1.42} = 1074.6 \text{ cm}^3$$

حال می توان وزن مخصوص مرطوب خاک را بدست آورد :

$$\gamma_{wet} = \frac{W}{V} = \frac{3476.5}{1074.6} = 3.23 \text{ gr/cm}^3$$

مقداری از همین خاک بیرون آورده شده را برمی داریم و در صد رطوبت آنرا اندازه می گیریم

وزن ظرف خالی = 116 gr

وزن خاک مرطوب + ظرف = 269 gr

وزن خاک خشک + ظرف = 258 gr

با استفاده از فرمول درصد رطوبت داریم:

$$\omega = \frac{269 - 239.18}{239.18 - 116} \times 100 = 24\%$$

حال که در صد رطوبت را بدست آوردیم می توان وزن مخصوص خشک را بدست آورد:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_{wet}}{1 + \omega} = \frac{3.23}{1 + 0.24} = 2.60 \text{ gr/cm}^3$$

موارد خطا:

- 1- یکی از اشکالات این روش عدم امکان استفاده از آن برای سنگهای بزرگتر از 2 اینچ می باشد.
- 2- دور ریخته شدن برخی از خاک حفر شده باعث بروز خطا می گردد.
- 3- عدم یکنواختی رطوبت در خاک و تغییر درصد رطوبت خاک هنگام کندن زمین
- 4- باید اندازه دانه های ماسه یکنواخت بوده و ماسه دارای دانه بندی یکسان باشد زیرا در صورت یکسان نبودن دانه بندی، وزن مخصوص ماسه در نقاط مختلف دارای مقدار یکسان نمی باشد.
- 5- خطای دستگاه اندازه گیری و خطاهای انسانی