

آزمایش تعیین نسبت (ضریب) باربری کالیفرنیا

(California Bearin Ratio)

مقدمه:

این آزمایش در سال ۱۹۲۹ میلادی در اداره راهسازی ایالت کالیفرنیا آمریکا کامل شده و مورد استفاده قرار گرفته است. به کمک این آزمایش مقاومت برشی خاک در یک رطوبت و وزن مخصوص معین مشخص می شود.

در پی سازی برای بیان کیفیت نسبی خاک زیر پی و در راهسازی مقدار ضریب مزبور در انعکاس مقاومت برشی خاک و تحمل آن در برابر بارهای ترافیکی از اهمیت بسزایی برخوردار است.

➤ تعریف عدد CBR:

بنا به تعریف بار استفاده شده برای فرو رفتن و نفوذ یک سنبه استاندارد به میزان معین در یک نمونه مورد آزمایش به مقدار بار استاندارد برای همان نفوذ است.

$$CBR(\%) = \frac{\text{بار استفاده شده در آزمایش}}{\text{بار استاندارد}} * 100$$

– میزان نفوذ سنبه استاندارد معمولاً 0.1 in یا به عبارت دیگر برابر با 2.5 mm میباشد.

وسایل مورد نیاز در آزمایش:

۱. قالب مربوط به آزمایش تراکم. ارتفاع 17.5 cm و قطر 15 cm و حلقه بالایی آن، همراه با دیسک پایینی به ارتفاع 4.53 cm و قطر داخلی 15 cm.
۲. چکش تراکم. (چکش بزرگ به وزن حدودی 4.5 کیلوگرم)
۳. دستگاه کرنش سنج برای اندازه گیری مقدار بالا آمدن تورم خاک.
۴. وسیله اعمال فشار (هیدرولیکی یا مکانیکی) برای فرو بردن سنبه به داخل خاک به مقطع 3 in^2 .
۵. وزنه های اعمال بار.
۶. سنبه فولادی به قطر 1.95 in و سطح مقطع 3 in^2 یا 1935 mm^2 .

۷. کاغذ صافی ضخیم به قطر 6 in .

۸. الک شماره 4.

۹. زمان سنج (کرونومتر)

۱۰. جک هیدرولیکی یا مکانیکی برای خارج کردن نمونه خاک از قالب تراکم.

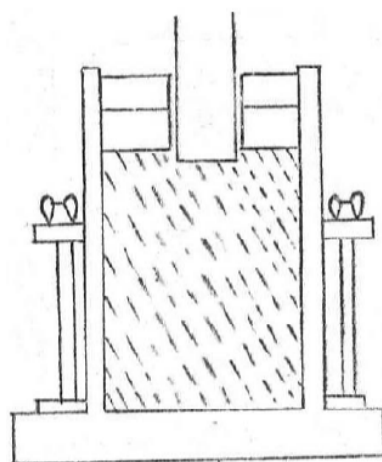
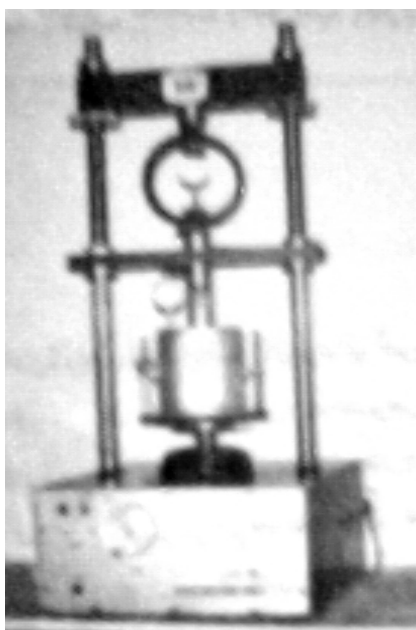
۱۱. لبه صاف کن. (خط کش فلزی)

۱۲. ترازو با دقت 0.01 و 0.1 گرم.

روش انجام آزمایش :

- در حدود 6 کیلوگرم خاک درشت دانه عبوری از الک شماره 4 را با درصد رطوبت بهینه بدست آمده از آزمایش تراکم بدست آمده است مخلوط کرده و خوب ورز داده تا درصد رطوبت خاک در همه قسمت‌های آن تقریباً برابر شود.
- حال باید قالب را برای انجام عمل تراکم آماده کنیم، برای این کار ابتدا داخل قالب راروغن کاری می نماییم و قالب را بدون حلقه رو و صفحه زیرین وزن میکنیم.(W1)
- قالب را روی صفحه کف قرار داده و دیسک فلزی را داخل آن قرار می دهیم تا ارتفاع داخل قالب به 5 in برسد. روی دیسک را با کاغذ صافی می پوشانیم تا هنگام جدا کردن دیسک از قالب انتهای نمونه کاملاً صاف باشد.
- خاک را با توجه به گفته استاد در آزمایشگاه در 3 لایه و هر لایه با 36 ضربه با استفاده از چکش بزرگ متراکم میکنیم. (البته عمل تراکم را می توان با استفاده از استانداردها و روشهای مربوط به تراکم، متراکم کنیم که بعداً طی جدولی گفته خواهد شد).
- بعد از انجام تراکم حلقه رویی قالب را برداشته و با خط کش فلزی سطح نمونه را صاف کرده و در صورت وجود ناهمواری در سطح نمونه آن را با استفاده از دانه های خاک پر کنیم. سپس یک کاغذ صافی بر روی سطح صاف نمونه قرار میدهیم.
- صفحه زیرین قالب را باز کرده و قالب را با خاک داخل آن وزن می کنیم.(W3) اکنون میتوان وزن مخصوص مرطوب خاک مورد آزمایش را بدست آورد.

- قالب را سرو ته کرده و آنرا روی صفحه کف قرار داده و پیچهای اتصال مربوط به اتصال قالب به دستگاه آزمایش را محکم میکنیم.
- وزنه حلقوی و نعل اسبی شکل را روی سطح نمونه قرار می دهیم.(وزن این سربارها نباید کمتر از **4.5** کیلوگرم باشد).
- حال سنبه را از میان سوراخ سربارها عبور داده و بر روی سطح خاک مماس میکنیم.
- عقربه های مدرج را که برای اندازه گیری فرو رفتگی و نیرو اعمال شده میباند را صفر میکنیم.
- وسیله اعمال فشار را روشن کرده و به ازاء هر **50** خط تغییر مکان (نفوذ پذیری) عدد نشان داده شده توسط عقربه نیروسنج را میخوانیم و در جدول مربوطه یادداشت میکنیم. این عمل را تا جایی انجام می دهیم که عقربه نشان دهنده مقدار نفوذ **5** دور بزند.



- حال دستگاه را خاموش کرده و قالب را از آن خارج کرده ، به کمک جک مربوطه خاک را از داخل قالب بیرون آورده و دو نمونه از پایین و بالای آن برداشته و آنها را در ظرفی قرار داده و در اون میگذاریم.(برای تعیین درصد رطوبت خام مورد آزمایش)
- حال میتوانیم وزن مخصوص خشک خاک مورد آزمایش را بدست آوریم که محاسبات آن در زیر گفته خواهد شد.

محاسبات :

۱. محاسبه وزن مخصوص مرطوب خاک که برابر است با :

$$\gamma = \frac{\text{وزن خاک مرطوب}}{\text{حجم قالب}} = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

۲. محاسبه وزن مخصوص خشک خاک (γ_d) با توجه به رابطه زیر و درصد رطوبت بدست آمده از

نمونه های گرفته شده :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \frac{\omega\%}{100}}$$

۳. نسبت باربری کالیفرنیا (ضریب CBR) :

$$CBR(\%) = \frac{\text{بار استفاده شده در آزمایش}}{\text{بار استاندارد}} * 100$$

بار استفاده شده برای ضریب کالیفرنیا = $N_i * F$

N_i : عدد خوانده شده از عقربه سنج نیرو برای اینج نفوذ سنبه .

F : ضریب کالیبراسیون حلقه . (کیلوگرم بر درجه) ($\frac{kg}{\text{mm}}$)

مقدار بار استفاده شده در رابطه بالا باید پس از رسم منحنی تصحیح شود.

نکات کلی :

– عدد CBR یکی از عواملی است که در تعیین ضخامت قشر روسازی راه استفاده شده است و

مقدار ضخامتی که از آزمایش CBR بدست می آید راهنمای خوبی خواهد بود.

– سرعت نسبی نفوذ سنبه به داخل خاک ، مقداری معین و برابر یک میلیمتر در دقیقه میباشد.

– برای کوبیدن خاک با استفاده از چکش بزرگ ، سه لایه و هر لایه 36 ضربه کافیهست.

جدول داده ها و نمودار مربوطه :

میزان فرو رفتگی (mm)	عدد خوانده شده از نیروسنج	مقدار بار استفاده شده (kg)	
0	0	0.00	
0.5	200	79.50	
1	438	174.11	
1.5	690	274.28	
2	965	383.59	
2.5	1255	498.86	
3	1564	621.69	
3.5	1894	752.87	
4	2226	884.84	
4.5	2557	1016.41	
5	2872	1141.62	
5.5	3190	1268.03	
ضریب کالیبراسیون حلقه	0.3975	رطوبت نمونه اول	13.20%
Gs=	2.55	رطوبت نمونه دوم	13.37%

حجم قالب تراکم :

$$V = \pi \frac{15^2}{4} * (17.5 - 5) = 2208.9 \text{ Cm}^3$$

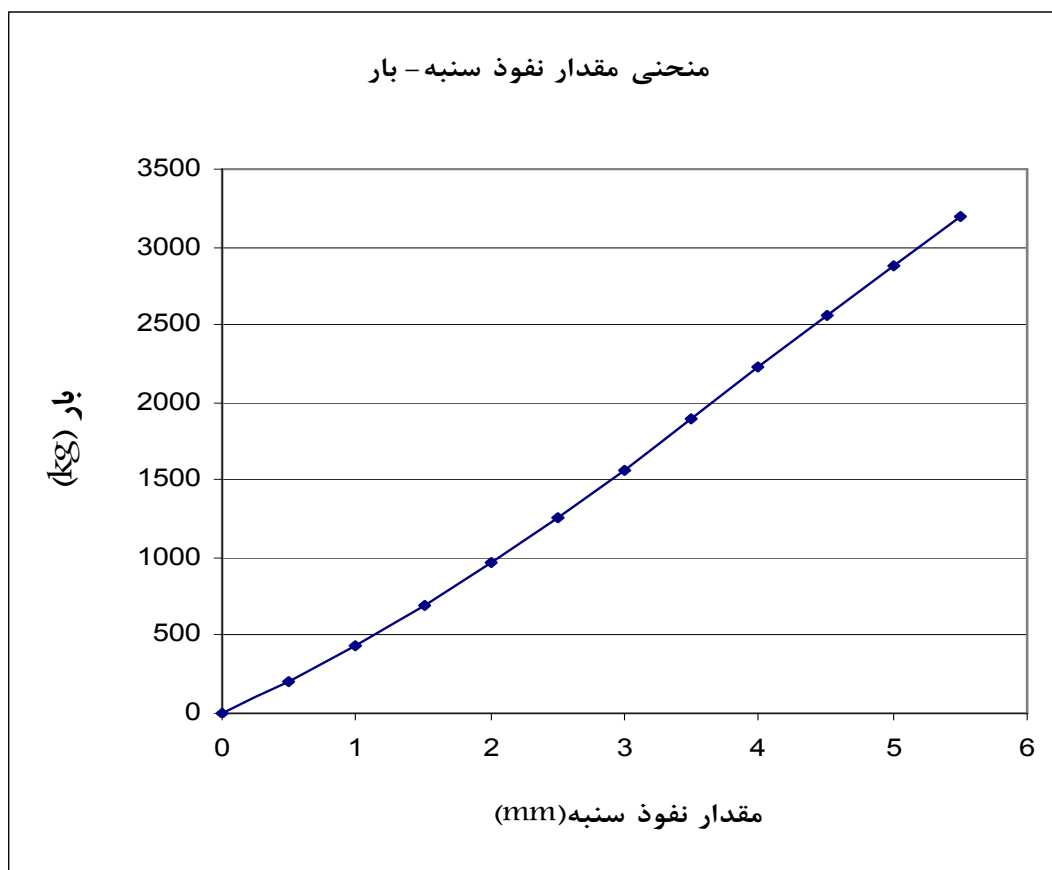
وزن خاک مرطوب داخل قالب = 4100 گرم

$$\gamma = \frac{\text{وزن خاک مرطوب}}{\text{حجم قالب}} = \frac{8860 - 4760}{2208.9} = 1.86 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \frac{w\%}{100}} = \frac{1.86}{1 + \frac{13.285\%}{100}} = 1.64 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$\begin{cases} CBR (2.5mm) = \frac{499}{1364} = 36.6\% \\ CBR (5mm) = \frac{1142}{2039} = 56.6\% \end{cases}$$

– منحنی مقدار نفوذ سنبه – بار :



با توجه به اینکه CBR (5mm) از CBR (2.5 mm) بیشتر شده است، بنابراین عدد قابل ارائه برای CBR، مقدار آن به ازاء نفوذ 2.5 میلیمتر قابل قبول نمیباشد. همچنین با توجه به جداول ارائه شده در کتب مختلف، خاک مورد آزمایش از لحاظ « پایداری زمین برای پی » در مرتبه « بسیار خوب » قرار دارد و از لحاظ طبقه بندی خاک از طریق « آشتو » یکی از نوع خاکهای " A-1-a , A-2-4 , A3 " میباشد.