



شرکت آزمون ساز مبنا

طراحی و ساخت لوازم آزمایشگاهی

مکانیک خاک و مقاومت مصالح

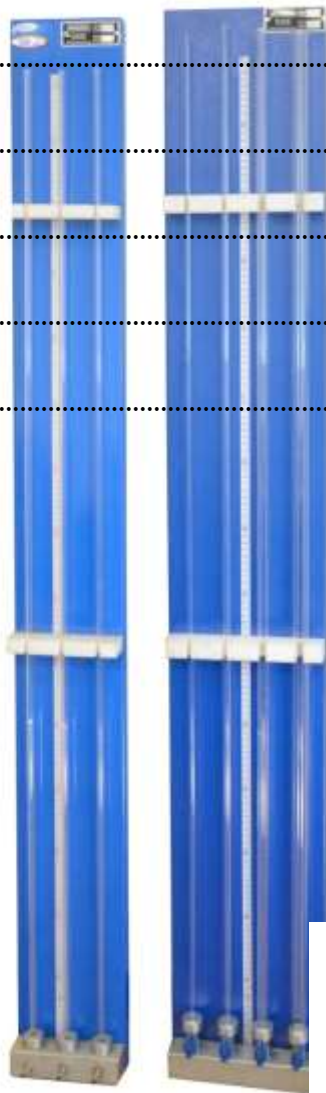
دستگاه نفوذ پذیری با بار ثابت و متغیر

مدل بار ثابت : SO 656

بار متغیر : SO 652

فهرست:

- ۱- مقدمه ۳
- ۲- هدف ۳
- ۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن ۴
- ۴- روش آزمایش ۶
- ۵- محاسبات ۱۰



دستگاه نفوذپذیری با بار ثابت

مدل: SO 656

دستگاه نفوذپذیری با بار متغیر

مدل: SO 652

استاندارد:

ASTM D2434, AASHTO T215 ,BS 1377/5

۱- مقدمه

از این دستگاه جهت تعیین ضریب نفوذپذیری آب با جریان آرام و بار ثابت در خاک‌های دانه‌ای استفاده می‌شود. با این روش مقادیری که برای ضریب نفوذپذیری بدست می‌آید نمونه‌ای است از ضریب نفوذپذیری واقعی در رسوبات طبیعی، خاکریز سدهای خاکی و یا خاک‌های دانه‌ای که در ساختن لایه‌های جسم راه به کار برده شده اند. برای محدود کردن اثر تحکیم بر روی نمونه هنگام آزمایش در مورد خاک‌هایی که بیش از ۱۰٪ دانه‌های رد شده از الک نمره ۲۰۰ را نداشته باشند، به هم خوردگی نمونه خاک جایز است.

۲- هدف

هدف از این آزمایش تعیین ضریب نفوذپذیری خاک می باشد که با توجه به طبقه بندی خاک برای خاک های درشت دانه که دارای نفوذپذیری بیشتری هستند به روش بار ثابت و برای خاک های ریزدانه که دارای نفوذپذیری کمتری هستند به روش بار افتان اندازه گیری می شوند.

۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن

۱-۲ بار ثابت:

- پایه فلزی رنگ شده جهت نگهداری ۳ عدد لوله شیشه‌ای از جنس پیرکس آلمانی به قطر داخلی ۶ mm مشابه و به طول ۱۵۰۰ mm با نگهدارنده و شیر تقسیم از جنس تفلن.
- شیرهای هواگیری و ورود و خروج آب به سایز یک چهارم (۱/۴)
- سل نفوذپذیری از جنس آلومینیوم با سر وته ریخته گری شده آلومینیومی با سه سوراخ در بدنه سل، دارای صافی در زیر و سنگ تخلخل بر روی نمونه خاک. همراه با فنر جهت کنترل میزان تورم خاک (نیروی اعمالی بین ۱ kg تا ۲ kg)
- ظرف آب همانند بار افتان که به طور مشترک قابل استفاده است.

۲-۲ بار افتان :

- پایه فلزی رنگ شده جهت نگهداری ۴ عدد لوله شیشه‌ای (پیزومتر) از جنس پیرکس آلمانی به قطر داخلی به ترتیب ۹/۴mm، ۱۵/۴، ۲۰/۴ و به طول ۱۵۰۰ mm با نگهدارنده و شیر تقسیم از جنس تفلن.
- شیرهای هواگیری و ورود و خروج آب به سایز یک چهارم (۱/۴)
- سل نفوذپذیری از جنس فولاد آبکاری گالوانیزه شده با سر وته آلومینیومی شامل دو عدد سنگ متخلخل ۴in. از این سل می‌توان جهت نمونه‌گیری خاک دست نخورده استفاده نمود.
- ظرف آب شامل نگهدارنده ظرف جهت آویز به دیوار و چهار عدد خروجی و ورودی آب .

قسمت‌های تشکیل دهنده دستگاه (اجزا دستگاه) :

- سل نفوذپذیری (استوانه نفوذپذیری):

قطر سل حدود ۸ تا ۱۲ برابر حداکثر قطر دانه خاک می‌باشد. دهانه پایینی سل با یک صفحه سنگ متخلخل مسدود می‌گردد که نفوذپذیری آن از نمونه خاک بیشتر است و به جای سنگ متخلخل میتوان از یک توری فلزی استفاده کرد. قطر سوراخ‌های توری فلزی باید آن قدر کوچک باشد که از حرکت دانه‌های ریز خاک جلوگیری کند. (معمولا از قطر ۱۰٪ دانه‌های ریز نمونه بزرگتر نباشد).

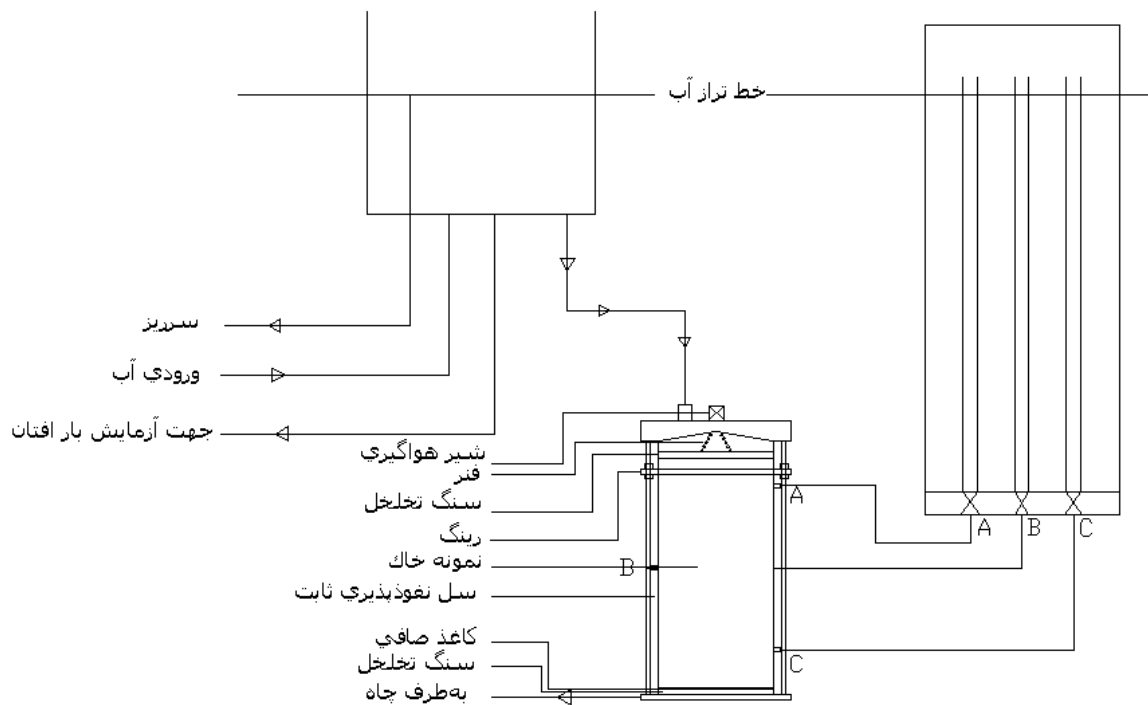
سه منفذ خروجی در بدنه سل وجود دارد. این منافذ برای اندازه گیری افت بار h در طول نمونه L به کار می‌روند. L طول نمونه فاصله بین دو مرکز منافذ خروجی می‌باشد. دهانه بالایی سل نیز با یک صفحه سنگ متخلخل (به جای آن می‌توان از یک توری فلزی که قبلا ذکر شد استفاده کرد) مسدود شده است. بین سنگ متخلخل بالایی و در پوش سل یک فنر قرار دارد که هنگام بسته شدن درپوش، نیرویی معادل 1 تا 2 kg به نمونه وارد می‌کند. فشار حاصل از فنر باعث می‌شود نمونه خاک تا وقتی که به حالت اشباع در می‌آید، تغییر حجم نداده و در نتیجه وزن مخصوص آن در طول مدت آزمایش تغییر نکند.

- مخزن آب با سطح ثابت:

ظرفی است با صافی ماسه‌ای و شیرهای کنترل آب که بهتر است با آب مقطر تغذیه شود. سطح آب در مخزن مذکور هنگام آزمایش ثابت نگه داشته می‌شود و هوای مایع اضافی در آب نیز خارج می‌گردد.

- فشار سنج :

فشار سنج‌های لوله‌ای (جیوه‌ای) با مقیاس متریک که برای اندازه‌گیری فشار آب به کار می‌روند. این فشار سنج‌ها به بدنه سل نفوذپذیری وصل می‌شوند.



شکل شماتیک بار ثابت

۴- روش آزمایش

اصول اساسی آزمایش :

ایجاد شرایط واقعی زیر لازم است تا آب با حرکت آرام تحت بار ثابت در خاک حرکت کند:

- تداوم جریان آب در خاک بدون تغییر حجم نمونه در طول آزمایش
- جریان آب در خاک ۱۰۰٪ اشباع وبدون خارج شدن حباب‌های هوا صورت می‌گیرد.
- بین سرعت جریان و شیب هیدرولیک تا حد رسیدن به سرعت متغیر (ناپایدار) نسبت مستقیم وجود دارد.

۳-۱ روش انجام آزمایش نفوذپذیری بار ثابت:

وسایل نفوذپذیری بار ثابت را به صورت شکل شماتیک وصل و نصب نمایید.

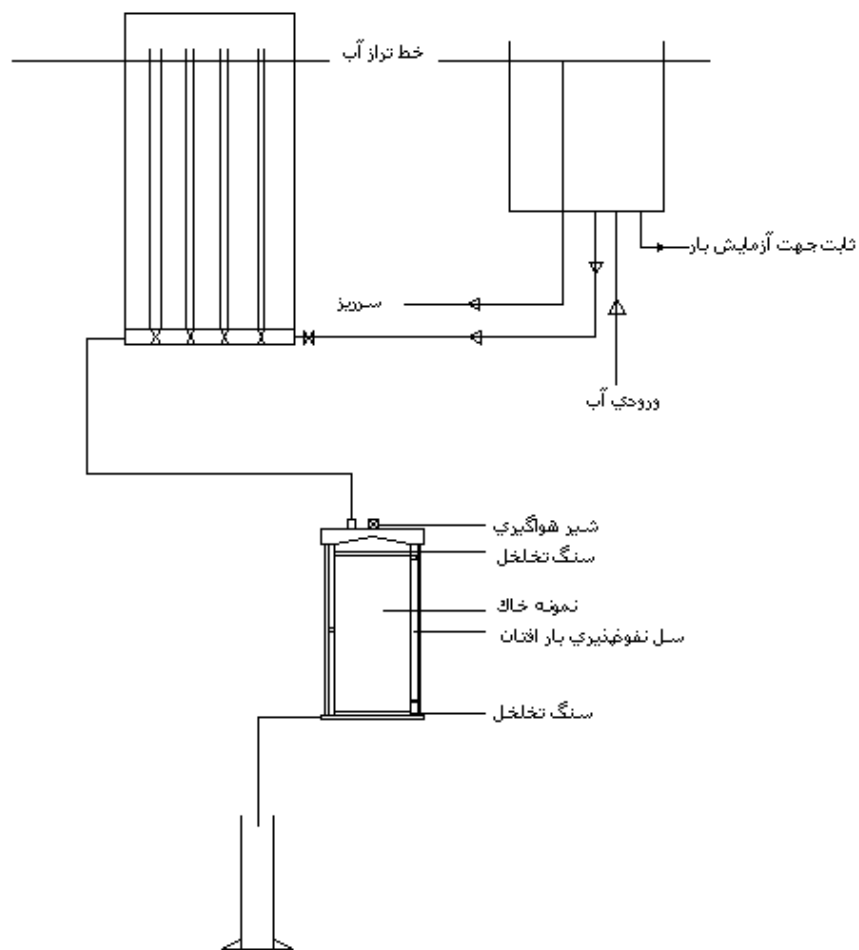
سپس حلقه را بر روی سل قرار داده، خاک را مطابق با روش‌های مربوطه کوبیده و بعد سنگ متخلخل را در جای خود قرار داده و با حرکت آرام و چرخشی سطح نمونه را صاف و مسطح نمایید. فنر روی صفحه متخلخل و واشر آب بندی لبه سل را در جای خود قرار داده و درپوش فلزی سل را محکم ببندید. سپس آب را وارد نمونه کرده، پس از مدتی که آب از قسمت پایین سل به طرف چاه تخلیه گردید و هوایی در داخل نمونه وجود نداشت، (مقدار آب خروجی در واحد زمان ثابت ماند) با اندازه گیری اختلاف فاصله آب موجود در لوله‌های آزمایش h که به هر یک از سه نقطه A, B, C وصل گردیده و با اندازه گیری آب خروجی از پایین Q ، زمان انقضای کل دبی t ، سطح مقطع نمونه A و فاصله دو منفذ خروجی بر روی سل از مرکز L ، مقدار ضریب نفوذپذیری k بدست خواهد آمد.

لوازم یدکی:

شیر ربع گرد ۳ عدد

اتصالات ۳ عدد

شلنگ ۳متر



شکل شماتیک بار افتان

۲-۳ روش انجام آزمایش به روش نفوذپذیری بار افتان:

ابتدا وسایل فوق را که به صورت شکل شماتیک ترسیم گردیده است را طوری بر روی دیوار یا روی سکویی مناسب سوار می‌نماییم که:

- سطح آب در داخل منبع ذخیره حدودا ۵cm از بالاترین نقطه لوله‌ها پایین‌تر قرار گیرد تا آب ورودی به لوله‌ها از آن‌ها سریز ننماید .

- به ترتیب سل نفوذپذیری و مزور 1000cc نیز در سطوح پایین‌تر قرار گیرند .

پس از نصب جهت شروع آزمایش به صورت زیر عمل می‌شود:

شیر آب ورودی را باز نموده تا منبع ذخیره آب پر گردد و اضافی آن سریز ننماید .

شیر A را باز نموده تا به ازاء باز نمودن هر کدام از شیرهای B,C,D,E لوله‌های شیشه‌ای مربوطه پر گردند.

با توجه به اینکه نمونه خاک داخل سل قبلا اشباع شده و خالی از هواست، در محلی پایین‌تر از شیرهای خروجی از لوله‌ها قرار داده .به ازاء باز نمودن هر کدام از شیرهای B,C,D,E ورود آب آن لوله به بالای سل و هواگیری هوای آن در بالای سل توسط شیر هواگیری آزمایش شروع می‌شود.

با اندازه‌گیری ارتفاع آب اولیه در لوله و ارتفاع نهایی، زمان عبور آب از نمونه و میزان حجم آب خروجی توسط مزور شیشه‌ای، ضریب نفوذپذیری نمونه خاک محاسبه خواهد گردید.

استاندارد تعیین ضریب نفوذپذیری با بار افتان :

این آزمایش به صورت استاندارد در ASTM و AASHTO شرح داده نشده است. بحث عمومی راجع به آزمایش نفوذپذیری با بار ثابت در مورد این آزمایش با اختلاف جزئی در دستگاه و وسایل مورد استفاده قابل قبول می‌باشد. محدودیت‌هایی که درباره آزمایش نفوذپذیری با بار ثابت وجود دارد مثل طولانی بودن زمان آزمایش (به ویژه در خاک‌های ریز دانه که خود مشکل کنترل تبخیر آب در مخزن و لوله‌های مسیر آب را به وجود می‌آورد)، همچنین

مقدار آب زیادی که باید مصرف شود تا سطح آب در طول مدت آزمایش در مخزن ثابت بماند باعث می‌شود که بعضی مواقع این روش ترجیح داده شود. در این آزمایش از روش Bowles استفاده می‌شود.

لوازم یدکی:

شیر ربع گرد ۳ عدد

اتصالات ۳ عدد

شلنگ ۳ متر

۵- محاسبات

۴-۱ بار ثابت:

ضریب نفوذپذیری از رابطه زیر بدست می‌آید :

$$K = QL / (Aht)$$

که در آن :

K = ضریب نفوذپذیری بر حسب cm/sec یا m/sec

Q = دبی آب بر حسب لیتر یا cm^3 / sec که در خاک جریان یافته است.

L = فاصله دو منفذ خروجی روی سل از مرکز منافذ

A = سطح مقطع نمونه

t = زمان انقضای کل دبی

h = اختلاف سطح آب در دو پیزومتر (اختلاف بار آبی)

ضریب نفوذپذیری که در درجه حرارت آزمایشگاه بدست می‌آید باید در ضریب تصحیح حرارتی ضرب شود تا ضریب نفوذپذیری در استاندارد ۲۰ درجه سانتیگراد (۶۸ فارنهایت) بدست آید. ضریب تصحیح حرارتی عبارتست از نسبت لزجت آب در ۲۰ درجه سانتیگراد.

۴-۲ بار افتان:

محاسبات

ضریب نفوذپذیری در این حالت از رابطه زیر بدست می‌آید :

$$K = \frac{al}{At} * 2,303 * \log(h_1/h_2)$$

که در آن :

a = سطح مقطع بورت یا هر لوله باریک دیگر که مورد استفاده قرار گرفته است به cm^2

L = طول نمونه در سل نفوذپذیری به cm

A = سطح مقطع نمونه به cm^2

t = انقضای زمان به sec

h_1 = بار آبی یا ارتفاع آب روی نمونه قبل از شروع آزمایش یا در زمان $t=0$ بر حسب cm

h_2 = بار آبی یا ارتفاع آب روی نمونه در پایان آزمایش یا در زمان $t=T$ بر حسب cm

شماره کار =	تاریخ آزمایش =	عمق گمانه =
محل پروژه =	شماره گمانه =	طول قطعه =
قطر قطعه =	سطح مقطع قطعه =	سطح مقطع لوله =
تشریح خاک =		
بار افتان		بار ثابت
بعد از اشباع		بعد از اشباع
قبل از اشباع		
t(min)	Q(lit)	t(min)
t(min)	Q(lit)	t(min)
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
محاسبه ضریب نفوذپذیری با بار افتان		محاسبه ضریب نفوذپذیری با بار ثابت
آزمایش کننده	ناظر	محاسب