



آزمایشگاه مکانیک خاک

گزارش کار آزمایش شماره ۴

« آزمایش هیدرومتری »

دانشجو:

عبدالرحیم طهرانی نژاد

تاریخ آزمایش : ۱۳۹۵/۹/۲

استاد: مهندس امین احمدی

نام آزمایش : هیدرومتری

الف: عنوان و هدف

هدف از این آزمایش تکمیل بخش ریزدانه منحنی دانه بندی می باشد.

ب: مقدمه و تئوری آزمایش

توزیع دانه بندی دانه های درشت خاک (بزرگ تر از 0.075 mm برابر با اندازه الک ۲۰۰) با استفاده از روش دانه بندی با الک تعیین می شود، ولی برای تعیین اندازه ذرات ریز خاک باید از روش هیدرومتری استفاده شود.

روش هیدرومتری یکی از متداول ترین روش هایی است که برای تخمین اندازه ذرات خاک که از الک شماره ۲۰۰ (۰.۰۷۵ mm) گذشته اند تا حدود (۰.۰۰۱ mm) به کار می رود. داده های به دست آمده روی کاغذ نیمه لگاریتمی رسم می شوند. ممکن است نتایج به دست آمده از این آزمایش در امتداد نتایج به دست آمده از آنالیز الک در یک کاغذ رسم شوند. رفتار خاک مخصوصاً خاک های چسبنده ، بیشتر به نوع و درصد کانی های رس ، تاریخچه زمین شناسی و درصد آب آن بستگی دارد تا به نحوه توزیع دانه بندی خاک.

در آنالیز هیدرومتری از رابطه بین سرعت متوسط ذرات کروی در مایع ، قطر ذرات ، وزن مخصوص ذرات مایع و لزجت مایع که در قانون استوکس به کار می روند ، استفاده می شود:

$$V = \frac{2(\gamma_s - \gamma_u)}{9\eta} \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

که در آن :

V : سرعت ذرات کروی $\frac{cm}{s}$

γ_s : وزن مخصوص ذرات خاک (وزن مخصوص = چگالی $\times \gamma_w$) $\frac{gr}{cm^3}$

γ_u : وزن مخصوص مایع (معمولاً آب)

η : لزجت مطلق یا دینامیکی مایع

D : قطر ذرات خاک (cm)

در رابطه فوق با قراردادن γ_w (وزن مخصوص آب) به جای γ_u مقدار D برابر خواهد بود با :

$$D = \sqrt{\frac{18\eta V}{\gamma_s - \gamma_u}} (cm)$$

محدوده قطر ذرات D برای این معادله برابر است با $0.0002mm \leq D \leq 0.2mm$.

در این آزمایش ذرات خیلی بزرگ باعث اغتشاش زیاد در مایع و ذرات خیلی کوچک موجب حرکات براونی می شوند. مسلماً برای حل معادله بالا مقدار سرعت V و مقادیر صحیح γ_s و γ_u لازم است. از آنجا که وزن مخصوص آب و لزجت آن همواره با تغییرات دما متغیر است، بدیهی است که این تغییرات باید در محاسبات منظور شوند. برای به دست آوردن سرعت سقوط ذرات، از هیدرومتر استفاده می شود. هیدرومتر وسیله ای است که در اصل برای به دست آوردن وزن مخصوص محلول به کار می رود ولی میتوان با تغییر مقیاس از آن برای پیدا کردن سایر مقادیر نیز استفاده کرد.

در آزمایش هیدرومتری معمولاً از هیدرومتر H152 استفاده می شود. هیدرومتر مقدار وزن مخصوص مخلوط را در مرکز حباب خود نشان می دهد. ذرات خاک در محلول که بزرگتر از ذراتی هستند که در ناحیه L (فاصله بین مرکز حجم حباب و سطح آب) قرار دارند به زیر مرکز حباب سقوط می کنند و دائماً باعث کاهش وزن مخصوص محلول در مرکز حباب هیدرومتر می شوند، زیرا با گذشت زمان و کاهش غلظت مواد معلق در مرکز حباب غلظت بیش از نیمه بالایی است (به خصوص در کف هیدرومتر). بنابراین با گذشت زمان نیروی ارشمیدس افزایش می یابد، هیدرومتر به سمت بالا حرکت می کند (نحوه شماره گذاری هیدرومتر برعکس است) و این با توجه به رابطه $D = K\sqrt{\frac{L}{t}}$ نیز قابل تحلیل است. از آنجا که با گذشت زمان D در مرکز حباب کاهش می یابد L نیز باید کاهش یابد یعنی فاصله مرکز هیدرومتر با سطح آب کاهش یابد (هیدرومتر بالا رود).
فرمول های مورد نیاز در این آزمایش عبارتند از :

$$d = K\sqrt{V} \quad - \quad V = \frac{L}{t}$$

d : قطر ذره - V : سرعت سقوط K : استخراج از جدول بر اساس ρ_s و T

L : مسافت سقوط از جدول بر اساس R t : زمان

$$R_c = R_a - Z_c + C_T \quad R = R_a + 1$$

R : قرائت تصحیح شده هیدرومتر برای کشش سطحی - R_a : قرائت اولیه هیدرومتر - R_c : قرائت اصلاح شده هیدرومتر - Z_c : تصحیح صفر قرائت هیدرومتر در محلول C_T : تصحیح دما از جدول براساس T -

$$F^* = \frac{a \times R_c}{W} \quad a = \frac{1.65 \rho_s}{2.65(\rho_s - 1)}$$

F^* : درصد ریز تر از هر قطر برای بخش هیدرومتری a : ضریب چگالی W : وزن خاک آزمایش شده

$$F = \frac{A F^*}{100}$$

F : درصد واقعی از کل مصالح رد شده از الک ۲۰۰ - A : درصد عبوری از الک ۲۰۰

ج: وسایل مورد نیاز در این آزمایش:

۱- مقدار ۵۰ گرم خاک رد شده از الک ۲۰۰

۲- سه عدد استوانه رسوب گذاری با ظرفیت ۱۰۰۰ cc و قطر داخلی ۸۵ mm

۳- ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم

۴- هیدرومتر

۵- دماسنج

۶- مواد جدا ساز (هگزا متافسفات سدیم)

۷- دستگاه مخلوط کن برقی

۸- وسایل جانبی

۹- ساعت برای زمان سنجی

د: روش انجام کار

برای انجام آزمایش هیدرومتری مقدار ۵۰ gr از خاک شسته شده و خشک شده از آزمایش قبلی را توسط ترازوی دیجیتالی وزن کرده و کنار می گذاریم.

حال پودر هگزامتافسفات سدیم را به اندازه ۴۰ gr توسط ترازو وزن می کنیم . اکنون باید محلول ۴% جداساز ریزدانه را توسط این پودر تولید کنیم برای این کار در ۱۰۰۰ cc آب ۴۰ g پودر هگزامتافسفات راکه وزن کردیم اضافه می کنیم و در داخل استوانه مدرج ریخته و به خوبی مخلوط می کنیم تا محلول ۴%

تولید شود. از این مقداری ۱۲۵ cc برای محلول و ۱۲۵ cc برای مخلوط می باشد. از سه استوانه مدرج یکی برای مخلوط ، یکی برای محلول و یکی برای آب مقطر و اضافه کردن به آنها تا رساندن به ۱۰۰۰ cc می باشد.

سپس ۱۲۵cc از محلول جداساز ریزدانه ۴٪ را با ۵۰gr خاک عبوری از الک ۲۰۰ را داخل کاسه همزن ریخته و به مدت ۳ تا ۵ دقیقه مخلوط می کنیم. پس از گذشت ۵ دقیقه کاسه همزن را برداشته و محلول داخل آن را داخل یک استوانه مدرج می ریزیم. سپس توسط آب شهری حجم محلول داخل بشر را به حجم ۱۰۰۰cc می رسانیم.

برای خواندن صحیح و درست قرائت ها لازم است یک محلول شاهد بسازیم. برای ساختن آن ۱۲۵cc محلول هگزامتافسفات را داخل استوانه مدرج ریخته و سپس توسط آب شهری حجم آن را به ۱۰۰۰cc می رسانیم ولی درون آن خاک نمی ریزیم.

هر دو استوانه را در مدت زمان ۶۰s به اندازه ۶۰ بار تکان داده و مخلوط می کنیم و از ۳۰s بعد از تکان دادن قرائت های خود را توسط هیدرومتر و دماسنج شروع می کنیم. حال دماسنج را داخل استوانه محلول شاهد قرار می دهیم و دما را می خوانیم که برابر ۲۲ درجه سانتیگراد می باشد. دما باید مرتب اندازه گیری شده و گزارش شود.

قرائت های هیدرومتر را تا ساعت ها براساس بازه های زمانی مشخص در زمان های ۲-۵-۱۰-۱۵-۲۰-۳۰-۶۰ تا ۲۸۸۰ دقیقه بعد از ثابت نمودن محلول انجام می شود همراه با قرائت دما ادامه می دهیم و در پایان با انجام یکسری محاسبات و اصلاحات نموداری را بر اساس درصد ریزدانه به اندازه های خاک رسم می کنیم.

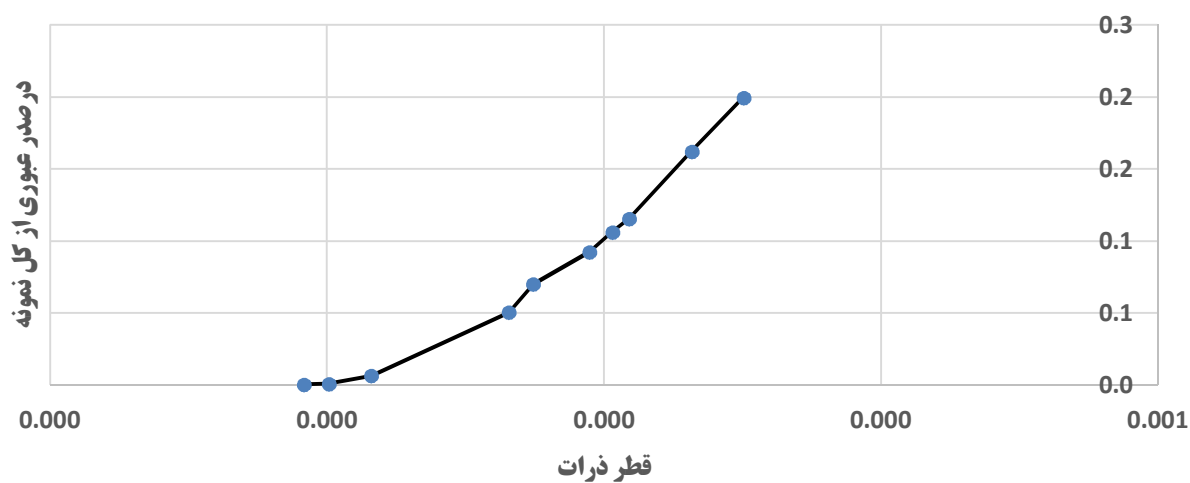
ه : محاسبات و جداول

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
زمان (min) تقریب از شروع	تقریب نما (C)	تقریب هیدرومتر در مخلوط R _a	R تقریب هیدرومتر اصلح شده برای کشش	L (cm)	V	k	D (mm)	C _t	R _c	a	F*	درصد عبوری F
	تقریب	تقریب	$R = R_a + h$	جدول ۶	L/t	جدول ۵	$D = k \sqrt{\frac{L}{t}}$	جدول ۴	$R_c = R_a - C_0 + C_t$	$\frac{1/65 + \rho_s}{2/65(\rho_s - 1)}$	$\frac{R_c + a}{W_s} + 100$	$\frac{A + f^*}{100}$
۲	۲۲	۲۴	۲۵.۰	۱۲.۲	۶.۱۰۰	۰.۰۱۲۹	۰.۰۳۲	۰.۴۰	۲۱.۴۰	۰.۹۸۱۲۳۳۵۱	۴۲.۰	۲.۰
۵	۲۲	۲۰	۲۱.۰	۱۲.۹	۲.۵۸۰	۰.۰۱۲۹	۰.۰۲۱	۰.۴۰	۱۷.۴۰	۰.۹۸۱۲۳۳۵۱	۳۴.۱	۱.۶
۱۵	۲۲	۱۵	۱۶.۰	۱۳.۷	۰.۹۱۳	۰.۰۱۲۹	۰.۰۱۲	۰.۴۰	۱۲.۴۰	۰.۹۸۱۲۳۳۵۱	۲۴.۳	۱.۲
۲۰	۲۲	۱۴	۱۵.۰	۱۳.۸	۰.۶۹۰	۰.۰۱۲۹	۰.۰۱۱	۰.۴۰	۱۱.۴۰	۰.۹۸۱۲۳۳۵۱	۲۲.۴	۱.۱
۳۰	۲۲	۱۲.۵	۱۳.۵	۱۴.۱	۰.۴۷۰	۰.۰۱۲۹	۰.۰۰۹	۰.۴۰	۹.۹۰	۰.۹۸۱۲۳۳۵۱	۱۹.۴	۰.۹
۶۰	۲۲	۱۰	۱۱.۰	۱۱.۱	۰.۱۸۵	۰.۰۱۲۹	۰.۰۰۶	۰.۴۰	۷.۴۰	۰.۹۸۱۲۳۳۵۱	۱۴.۵	۰.۷
۱۲۰	۲۲	۸	۹.۰	۱۴.۸	۰.۱۲۳	۰.۰۱۲۹	۰.۰۰۵	۰.۴۰	۵.۴۰	۰.۹۸۱۲۳۳۵۱	۱۰.۶	۰.۵
۱۴۴۰	۱۹	۴	۵.۰	۱۵.۵	۰.۰۱۱	۰.۰۱۲۹	۰.۰۰۱۴	۰.۰۳	۰.۷۰	۰.۹۸۱۲۳۳۵۱	۱.۴	۰.۱
۲۸۸۰	۱۷	۳.۸	۴.۸	۱۵.۵	۰.۰۰۵	۰.۰۱۲۸	۰.۰۰۱۰	۰.۰۷	۰.۱۰	۰.۹۸۱۲۳۳۵۱	۰.۲	۰.۰۰۹
۴۳۲۰	۱۵	۳.۵	۴.۵	۱۵.۲	۰.۰۰۴	۰.۰۱۲۹	۰.۰۰۰۸	۰.۱۱	۰.۰۶۰	۰.۹۸۱۲۳۳۵۱	۰.۱	۰.۰۰۵

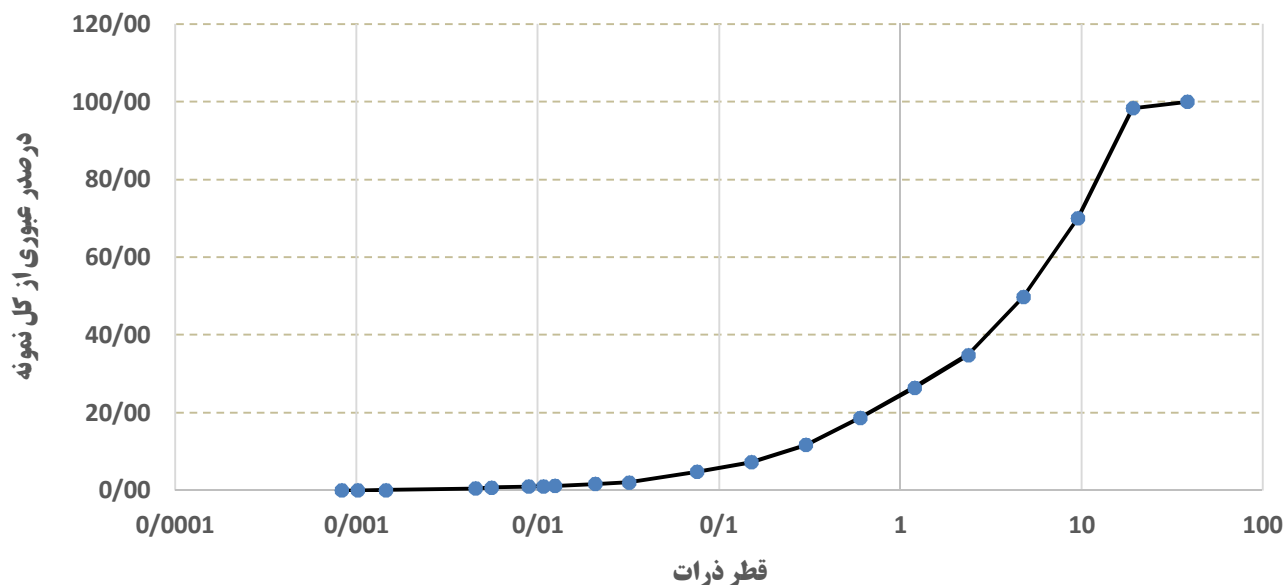
نمودار هیدرومتری



نمودار دانه بندی



نمودار دانه بندی کلی



و: نتیجه گیری

براساس نمودار و نتایج حاصله نموداری دانه بندی خاک آزمایش قبلی برای دانه های عبوری از الک ۲۰۰ به دست آمد به دست آمد.

ز: خطاها

- (۱) ما در هر آزمایش فرض می کنیم ذرات خاک کروی شکل هستند در حالیکه این ذرات علاوه بر کروی شکل بودن سوزنی، پولکی، چند وجهی شکسته و نیز هستند. این فرض خطا ایجاد می کند.
- (۲) در این آزمایش دما نیز در محاسبات مد نظر قرار می گیرد، که به علت خطا در خواندن دما، نامیزان بودن دماسنج،... در محاسبات خطا وارد می شود.
- (۳) در خواندن هیدرومتر، باید هیدرومتر کاملاً مستقیم در محلول نگه داشته شود. اگر هیدرومتر شیب داشته باشد، این شیب سبب تجزیه ی نیروها و ایجاد خطا می شود.
- (۴) آب هنگامی که در لوله قرار می گیرد، پدیده ی کشش سطحی (تمایل ذرات مایع به بالا رفتن از جداره ها) هنگام خواندن هیدرومتر خطا ایجاد می کند.

۵) اگر هنگام خواندن هیدرومتر آن را به آرامی درون مایع قرار ندهیم سبب ایجاد نوسانات نامنظمی میشود که زمان زیادی طول می کشد تا سطح مایع آرام شود که در تعیین دقیق زمان خواندن اخلال ایجاد می کند و سبب ایجاد خطا می شود.

۶) هنگامی که چگالی سنج را از مایع بیرون می آوریم مقداری از ذرات خاک به چگالی سنج می چسبند و با تکرار آزمایش در تعیین دقیق میزان چگالی ایجاد خطا می کند.

۷) در دفعاتی که چگالی سنج قرائت می شود باید دقت نمود که حجم کل برابر حجم اولیه نمونه باشد.

ح: منابع

آزمایشگاه مکانیک خاک، افتخاریان لاله و دیگران، نشر کتاب دانشگاهی ، ۱۳۸۷