دانشکده کشاورزی

گروه علوم و مهندسی خاک

آزمایشگاه خاکشناسی

تهیه و تنظیم

حیدر غفاری

عنوان آزمایش: اندازه گیری بافت خاک

مقدمه:

بافت خاک نشان دهنده در صد نسبی ذرات اولیه خاک شامل رس، سیلت و شن می با شد. بافت در شت و سبک به خاک شنی، بافت ریز و سنگین به خاک رسی اطلاق می شود. خاک لوم مابین این دو نوع است و دارای مخلوط مناسبی از شن، سیلت و رس ا ست. بافت خاک از خصو صیات مهم و فیزیکی خاک ا ست که حرکت آب در خاک، زهکشی و تهویه، مقدار ماده ی آلی، انقباض، انبساط، سله بستن و خیلی از خصوصیات دیگر تحت تأثیر بافت خاک قرار می گیرد. بافت خاک را به سختی می‌توان تغییر داد.

چهار روش اصلی برای تعیین بافت خاک داریم:

۱- روش لمسی یا صحرایی

۲- روش هیدرومتر

۳- روش پیپت

۴- روش الک کردن

روش هیدرومتر

هیدرومتر و سیله ای ایست برای سنجش چگالی یا غلظت در محیطهای آبی. در این آزمایش از این و سیله برای اندازه گیری غلظت ذرات شن، سیلت و رس در سوسپانسیون خاک استفاده می شود. اساس کار هیدرومتر بر قانون استوک $V=K * D^2$ استوار است. که V سرعت سقوط آزاد یک ذره به قطر D در سوسپانسیون و K ضریب استوک می باشد. از روی قطر ذره و مقدار K، سرعت سقوط ذره محاسبه می شود. با داشت سرعت سقوط ذره، غلظت آنها در سه گروه شن (2-0.05 میلی متر)، سیلت (0.05-0.002 میلی متر) و رس (کوچکتر از 0.002 میلی متر) تعیین میگردد.

قانون استوک

شرح کامل قانون استوکز به ما می گوید که سرعت یک ذره در حال ته نشینی در داخل یک سیال به طور مستقیم در ارتباط با نیروی ثقل (g)، تفاوت بین چگالی ذرات و چگالی آب (d_1-d_2) و توان دوم شعاع ذره می باشد. سرعت ته نشینی به طور عکس در ارتباط با گرانروی یا ضخامت سیال و یا همان ویسکوزیته مایع (η) می باشد. با این توصیفات قانون استوکز را می توان به صورت زیر نوشت.

$V = 2 r^2 g (\rho s-p) / 9\eta$

$K = 2 g (\rho s-p) / 9\eta$

V= سرعت سقوط ذرات بر حسب سانتی متر

r= شعاع مخصوص ذرات بر حسب سانتی متر

P_s = وزن مخصوص ذرات بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب (۲٫۶۵ گرم بر سانتیمتر مکعب)

ρ= وزن مخصوص محلول بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب (۱ گرم بر سانتیمتر مکعب)

g = شتاب ثقل زمین بر حسب سانتی متر بر مجذور ثانیه (۹۸۱ cm/S2)

η = ضریب چسبندگی محلول بر حسب دین در ثانیه بر سانتی متر (0.01 dyn.s/cm)

نکته: در خاک علاوه بر ذرات شن ، سیلت و رس مواد دیگری مانند مواد آلی، آهک (کربناتها) و نمکهای محلول در آب وجود دارند که باید قبل از تعیین بافت خاک از خاک خارج شوند. سپس برای تعیین بافت خاک از مثلث بافت خاک که **شامل ۱۲ کلاس بافتی** است، استفاده می‌شود

شکل ساده شده معادله استوک:

$V= K * r^2$, K=34700

$V= 34700\ r^2$ cm/Sec

هنگام کاربرد قانون استوکز می بایست فرضیات زیر را در نظر گرفت، که عبارتند از:

۱- ذرات باید کروی، سخت و جامد فرض شوند

۲- اندازه ذرات نسبت به اندازه مولکول های مایع بایستی بزرگ باشد تا بتوان محیط را یک محیط همگن تلقی کرد. به عبارت دیگر، ذرات نباید از خود حرکت براونی نشان دهند.

۳- سقوط ذرات بایستی آزاد باشد. اگر غلظت ذرات در حدود ۳ تا ۵ درصد باشد درنتیجه قطر استوانه محتوی مایع اقلا بایستی ده برابر قطر بزرگترین ذره خاک باشد تا امکان سقوط آزاد فراهم گردد.

۴ ذرات خاک بایستی وزن مخصوص یکسانی داشته باشند.

۵ ظرف محتوی مایع و ذرات معلق در آن، باید در حال سکون باشد. و جریان مایع غیر متلاطم باشد (ذرات بزرگتر از ۰,۴ میلی متر موجب تلاطم در محیط گردیده و قانون استوکز را غیر قابل استفاده می سازد)

مواد مورد نیاز آزمایش

بشر- 50gr خاک – همزن برقی و دستی – هیدرومتر – دماسنج – مزون – کالگن

روش انجام آزمایش:

الف) پراکنده سازی خاک و تهیه سوسپانسیون SOIL DISPERSION

۱- نمونه برداری خاک، خشک کردن در هوا، کوبیدن، غربال کردن با الک ۲ میلی متر

۲- تعیین رطوبت خاک با توزین و قرار دادن یک نمونه حدود ۵۰ گرمی از خاک در آون تحت دمای ۱۰۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت

۳- ریختن ۴۰ گرم (برای خاکهای درشت بافت ۶۰ گرم و برای خاکهای ریزبافت ۲۰ گرم) از خاک به درون یک ارلن 250 و افزودن ۱۰۰ میلی لیتر محلول هگزا متافسفات سدیم (HMP) با غلظت ۵٪ یا ۵۰ گرم در لیتر به خاک و رها کردن آن به حال خود به مدت حدود ۱۲ ساعت.

۴- انتقال کامل محتویات ارلن به لیوان همزن برقی، یا بهم زدن دستی خاک به مدت ۵ دقیقه

۵- انتقال کامل محتویات لیوانبه درون استوانه یک لیتری و رساندن حجم آن به ۱۰۰۰ میلی لیتر از طریق افزودن آب مقطر و قرار دادن آن در محیط آزمایشگاه (ترجیحا دمای ۲۰ درجه سانتیگرائ)

۶- تهیه نمونه شاهد: ریختن ۱۰۰ میلی لیتر HPM به درون یک استوانه یک لیتری خالی و به حجم رساندن آن با آب مقطر

ب) اندازه گیری غلظت ذرات

۱- به هم زدن کامل سوسپانسیون خاک با همزن دستی مخصوص. بهم زدن باید در تمام طول استوانه صورت بگیرد و بقدر کافی باید سریع با شد تا سو سپانسیون خوب بهم بخورد و در عین حال احتیاط شود که سو سپانسیون از دهانه استوانه بیرون نریزد. روش دوم بهم زدن سو سپانسیون این است که دهانه استوان با درپوش پلاستیکی محکم بسته شود و عمل به همزدن از طریق تکان رفت و برگشتی استوانه با دو دست انجام گیرد.

۲- ثبت زمان بلافاصله پس از بهم زدن و وارد کردن آرام هیدرومتر به داخل استوانه

۳- خواندن غلظت سوسپانسیون از طریق اعداد روی شاخه هیدرومتر در محل تماس سطح آزاد سوسپانسیون با شاخه در زمان ۴۰ ثانیه و درج آنها در جدول مشاهدات. R40

۴- خارج ساختن آرام هیدرومتر از سوسپانسیون و شستن و خشک کردن حباب هیدرومتر

۵- وارد کردن آرام هیدرومتر به درون سوسپانسیون پس از گذشت ۲ ساعت از شروع آزمایش و خواندن غلظت ذرات. R2

۶- اندازه گیری و ثبت دما توسط دماسنج در هر یک از زمانهای خواندن غلظت (Ts40 , Ts2)

۷- اندازه گیری دما و غلظت در نمونه شاهد در هر یک از زمانهای فوق (R_{40}^0) و R_2^0

محاسبات:

$$P\ (si+c) = \frac{R_{40}^*}{Md} \times 100$$

$$R_{40}^* = R_{40} - R_{40}^0 + [(Ts40 - Tc) * 0.336]$$

$$P\ (c) = \frac{R_2^*}{Md} \times 100$$

$$R_2^* = R_2 - R_2^0 + [(Ts2 - Tc) * 0.336]$$

$$P\ (s) = 100 - P\ (si+c)$$

در روابط فوق: Ts دمای سوسپانسیون در زمان قرائت، Tc دمای استاندارد هیدرومتر که عموما ۲۰ درجه سانتیگراد است.

نکنه: قرادت دو زمانه دقت قابل قبولی ندارد و تخمینی از بافت خاک ارائه می دهد.

الف) تصحیح حرارتی: چون هیدرومتر روی ۲۰ درجه سانتیگراد استاندارد شده و نیز با توجه به اینکه با افزایش دما ویسکوزیته مایع کاهش یافته و هیدرومتر بیشتر در مایع فرو می رود در نتیجه غلظت ذرات معلق را کمتر از مقدار واقعی به ما نشان می دهد. لذا اگر در زمان قرائت عدد هیدرومتر، دمای سوسپانسیون از ۲۰ درجه سانتیگراد بیشتر بود به ازای

هر درجه 0.36 به عدد هیدرومتر اضـــافه و اگر دما از ۲۰ درجه ســـانتیگراد کمتر بود به ازای هر درجه 0.336 از عدد هیدرومتر کم می کنیم.

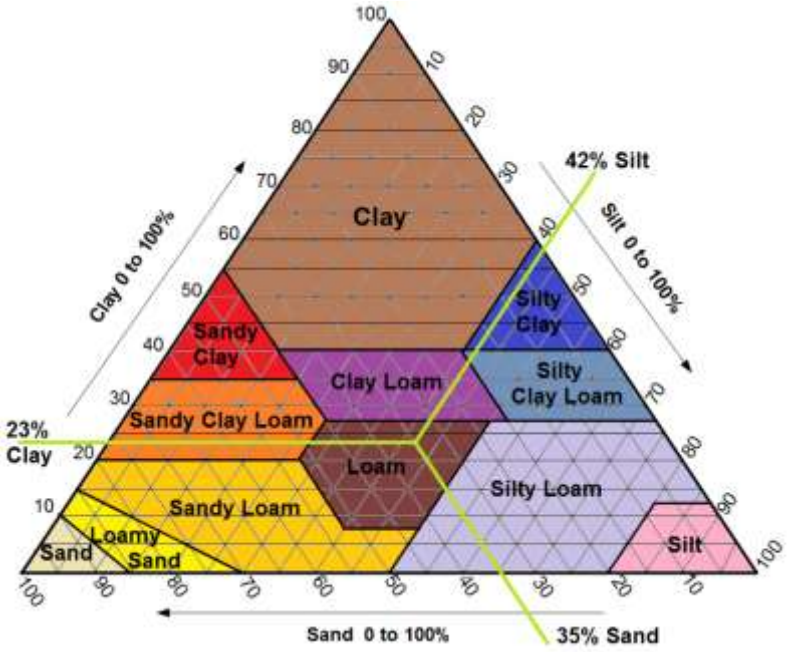
ب) تصحیح کالگن : برای حذف خاصیت چسبندگی رسها از نمک کالگن (هگزا متا فسفات سدیم) استفاده می شود که این کالگن خود دارای غلظت مشخصی در سوسپانسیون است، پس سبب کمتر فرو رفتن هیدرومتر در مایع شده و عدد هیدرومتر بیشتر از مقدار واقعی نشان داده می شود. در این حالت باید غلظت کالگن را محاسبه نموده و از عدد هیدرومتر کسر نماییم.

تمرین: با اســتفاده از قانون اســتوک ســرعت ته نشینی ذرات شن و سیلت را محاسبه کنید.

ذرات شــن قطر بزرگتر از ۰/۰۵ و ذرات ســیلت قطر بزرگتر از ۰/۰۰۲ میلی متر

سپس زمانی را که ذرات سیلت و شن فاصله ۱۰ سانتی متر را طی می کنند را محاسبه کنید.

V=d//t



روش پیپت:

اساس روش پیپت نیز همانند روش هیدرومتری بر قانون استوکس استوار است. با این تفاوت که در هر کدام از زمان ها پیپت را به اندازه ۱۰ سانتیمتر در سیلندر فرو می بریم و مقدار۲۵ میلیلیتر از سوسپانسیون را بر می داریم و داخل بوته چینی می ریزیم و در داخل آون قرار می-دهیم و بعد از خشک شدن آن را توزین می کنیم.

لازم به ذکر است پس از تهیه نمونه شاهد (حاوی کلگان) مقدار ۲۵ میلی لیتر نیز از آن گرفته و داخل آون قرار می-دهیم.

در اینجا فقط به برخی از مزیت های این روش نسبت به روش هیدرومتری بسنده می کنیم.

در این روش دیگر خطای ناشی از رسوب ذرات بر روی شانه های هیدرومتر را نداریم و در کل دقت این روش از روش هیدرومتری بیشتر بوده و تبعا وقت گیر تر نیز می باشد.

در روش پیپت حجم خاک مصرفی کمتر از روش هیدرومتر است که این باعث کمتر شدن احتمال هماور شدن ذرات می گردد.

در روش پیپت عمق نمونه برداری و اندازه گیری را می توان از قبل تعیین کرد در صورتی که در روش هیدرومتری عمق براساس چگالی سوسپانسیون می باشد.

حداکثر عمق اندازه گیری بوسیله پیپت در سوسپانسیون های غلیظ بیش از هیدرومتر است.

ساختمان هیدرومتر

هیدرومتر H۱۵۱

هیدرومتر یا چگالی سنج H۱۵۱ بر حسب وزن مخصوص ذرات معلق در آب می باشد و درجه بندی آن از۰,۹۹۵ تا ۱,۰۳۸ گرم بر سانتی متر مکعب می با شد. این درجه بندی بر پایه آب مقطر۲۰ درجه سانتی گراد، و وزن مخصوص ۱ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد. و قرائت آن تا چهار رقم اعشار بوده و چون بر حسب سانتی متر مکعب است جهت قرائت حقیقی باید مقدار قرائت شده را از ۱ کسر کرد و سپس در عدد ۱۰۰۰ ضرب گردد تا عدد حاصل به عنوان قرائت حقیقی چگالی سنج تلقی شود. برای مثال قرائت ۱,۰۲۲۴ به صورت ۲۲,۴ قرائت میگردد.

هیدرومتر H۱۵۲

هیدرومتر یا چگالی سنج H۱۵۲ بر پایه مواد معلق بر حسب گرم در لیتر یا گرم در ۱۰۰۰ سانتی متر مکعب خاک می باشد و درجه بندی چگالی فوق از ۵- تا ۶۰ گرم خاک در لیتر می باشد این چگالی سنج بر پایه آب مقطر و دارای دمای ۲۰ درجه سانتیگراد (به شرطی قابل استفاده است که بیش از ۶۰ گرم خاک در محلول وجود نداشته و وزن مخصوص ۲,۶۵باشد)

هیدرومتر معمولا از جنس شیشه ساخته شده و شامل دو قسمت ساقه و حباب است، مطابق مشخصات ASTM-E100 ابعاد هر دو هیدرومتر یکسان بوده و تنها تفاوت در نحوه درجه بندی آنها است. مشخصات دو نوع هیدرومتر استاندارد در جدول زیر آمده است توجه شود قطر ساقه هیدرومتر ممکن است برای تطبیق دادن با طول درجه بندی مورد نظر تغییر داده شود. به عبارتی قطر ساقه بسته به نوع هیدرومتر مختلف بوده و متنا سب با مقیاس میبا شد. در هر صورت ساقه هیدرومتر در طول قطری یکسان دارد.

جدول ۵-۱ مشخصات هیدرومترهای استاندارد

مشخصات هیدرومتر مطابق با استاندارد ASTM-E ۱۰۰		
نوع هیدرومتر	152H	151H
محدوده مقیاس واقعی	.-5-60g/L	/995-1/038sp.gr
درجه حرارت استاندارد	20	20
تقسیم‌بندی‌ها	1g/L	0/001sp.gr
خطوط میانی در	5g/L	0/005sp.gr
خطوط اصلی شماره دار در	10g/L	0/010sp.gr
حداکثر خطای مقیاس در هر نقطه	1g/L	0/001sp.gr
حداکثر خطای مقیاس اسمی	0-50g/L	1/000-1/031sp.gr
طول محدوده مقیاس اسمی (mm)	82-84	82-84
حداکثر قطر حباب (mm)	30/5-32	30/5-32
فاصله انتهای حباب تا نقطه حداکثر قطر (mm)	67-61	67-61
طول حباب (mm)	136-142	136-142
فاصله انتهای حباب تا ۱/۰۰۰sp.gr یا og/L	245±1	245±1
طول کل (mm)	278-280	278-280