به نام دوست

گزارشکار آزمایشگاه

مکانیک خاک

تیم مهندسی MCS

استاد راهنما :

نام ونام خانوادگی :

شماره دانشجویی :

رشته : عمران

www.mcivil3.ir

MCS

فهرست گزارش ها

www.mcivils.ir

دانه بندی

تعیین حد روانی

تعیین حد خمیری

دانه بندی هیدرومتری

ارزش ماسه ای

آزمایش دانه بندی با الک

هدف از آزمایش:

هدف از انجام این آزمایش ، جداسازی دانه های خاک در اندازه هـای مختلـف اسـت کـه هـر بخش به صورت درصدی از کل نمونه و تعیین شاخص‌های (C_u و C_c) و تعیین نوع خاک و کاربرد آن بیان می‌شود.

وسایل مورد نیاز :

1. سری الکهای استاندارد
2. ترازوی دیجیتالی
3. نمونه خاک

www.mcs-eng.ir
MCS گروه مهندسی

تئوری آزمایش:

1. خواص نشانه ای خاکها

خواص نشانه ای به دو گروه کلی خواص دانه ای خاکها و خواص مجموعه ای خاکها تقسیم می شود. خواص دانه ای خاک، خواص تک تک دانه هایی که خاک از آن تشکیل یافته است، بدون در نظر گرفتن ترتیب قرار گیری این دانه ها می باشد، اما خواص مجموعه ای خاک به ساختمان و طرز قرار گرفتن دانه ها بستگی دارد و تاثیر بیشتری بر رفتار مهندسی خاک دارد.

2. دانه بندی(خاصیت دانه ای خاک)

امروزه اهمیت پی بردن به توزیع و اندازه دانه های خاک به قدری است که این آزمایش(دانه بندی) در اکثر آزمایشگاهها به عنوان یک آزمایش ضروری انجام می شود.

دانه بندی به سه روش عمده انجام می شود:1. الک(Analysis Seive)، 2. هیدرومتری(Hydrometrer)، 3. ترکیبی از هر دو.

در روش دانه بندی با الک، با استفاده از مجموعه ای از الکها و لرزاندن آنها، درصد وزنی دانه های مختلف خاک را به دست می آورند. این آزمایش بیشتر برای خاکهایی است که بیش از 80% دانه هایشان بزرگتر از الک نمره 200 باشد.

برای خاکهایی که بیش از 80% ریزتر از الک نمره 200 باشند آزمایش هیدرومتری انجام می گیرد، که اساس آن بر پایه قانون استوکس و کروی بودن دانه ها می باشد.

در مورد خاکهای مخلوط درشت دانه و ریز دانه، برای بخش درشت تر از الک200،آزمایش دانه بندی و برای ریزتر ازآن،آزمایش هیدرومتری انجام می شود.

www.mcivils.ir تیم مهندسی MCS

شرح آزمایش :

دراین آزمایش الک‌ها را به ترتیب قطر الک (الک با قطر کوچک تا الک با قطر بزرگ) از پـایین به بالا روی هم قرار دادیم سپس مقدار1000گرم نمونه خاک را برداشتیم وداخل سری الـک‌هـا ریختیم و در الک‌ها را گذاشتیم و به خوبی نمونه خاک را توسط سری الک‌ها ، الک کردیم و بعد در الک را برداشتیم و سپس خاک باقیمانده روی تک تک الک هارا وزن کـردیم در نهایـت وزن مانده روی الک ها را بدست آوردیم و از این طریق درصد مانده و درصد عبوری را بدست آوردیم وبا رسم منحنی دانه بندی قطر دانه های مربوط به 10و30و60 درصد راتعیین کردیم.

محاسبات:

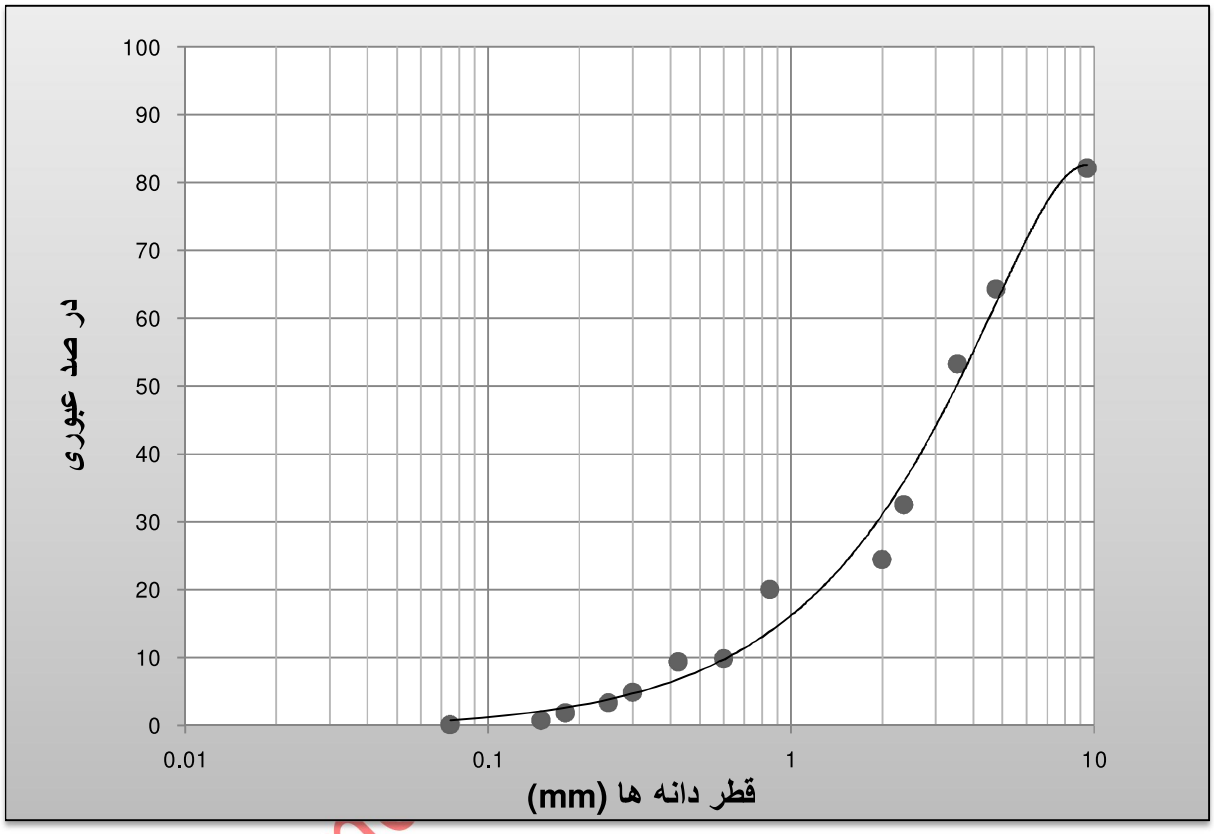
جرم کل خاک : 1000 g

$$\text{درصد مانده} = \frac{\text{جرم مانده روی الک}}{\text{جرم کل خاک}} \times 100$$

نمره الک #	قطر الک (mm)	جرم مانده روی الک	درصد مانده	درصد عبوری
3/8	9/52	179/23	17/92	82/08
4	4/75	177/65	17/76	64/32
6	3/55	110/30	11/03	53/29
8	2/36	208/01	20/80	32/49
10	2/00	80/83	8/08	24/41
20	0/85	43/64	4/36	20/05
30	0/6	102/24	10/22	9/83
40	0/425	4/43	0/44	9/39
50	0/3	45/09	4/50	4/89
60	0/25	16/29	1/62	3/27
80	0/18	14/55	1/45	1/82
100	0/15	10/88	1/08	0/74
200	0/075	6/86	0/68	0/06

www.mcivils.ir تیم مهندسی MCS

رسم منحنی دانه بندی :



با استفاده از نمودار D_{10} وD_{30} و D_{60} را بدست می‌آوریم.

$D_{10} = 0.6\ mm$

$D_{30} = 1.95\ mm$

$D_{60} = 4.5\ mm$

با استفاده از فرمول‌های زیر ضریب خمیدگی (C_c) و ضریب یکنواختی (C_u) را بدست می‌آوریم.

$$C_c = \frac{{D_{30}}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

ضریب خمیدگی برای خاک‌های خوب دانه بندی شده بین $1 \leq C_c \leq 3$ متغییر است.

برای خاک‌های شنی خوب دانه بندی شده داریم:

$C_u \geq 4$ و $1 \leq C_c \leq 3$

برای خاک‌های ماسه‌ای خوب دانه بندی شده داریم:

$C_u \geq 6$ و $1 \leq C_c \leq 3$

www.mcivils.ir
تیم مهندسی MCS

با توجه به اعداد و نمودار به دست آمده نمونه خاکی که آزمایش کرده‌ایم یک ماسه خـوب دانـه بندی شده است. یعنی: SW

$$C_c = \frac{D_{30}{}^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{1.95^2}{0.6 \times 4.5} = \frac{3.8}{2.7} = 1.4$$

$$C_u = \frac{4.5}{0.6} = 7.5$$

$1 \leq 1.4 \leq 3$ و $7.5 \geq 6$

www.civils.ir

نتیجه گیری :

با توجه به اعداد و نمودار به دست آمده نمونه خاکی که آزمایش کرده‌ایم یک ماسه خوب دانه بندی شده است.

فرایند دانه بندی اطلاعات مربوط به شکل دانه های خاک مثل زاویه دار بودن وگرد بودن آن را نمی دهد وبیشتر برای پیش بینی خصوصیات فیزیکی به کار می رود .

منابع خطا:

1- در فرایند الک ممکن است ذرات خیلی ریزتر از الک 200به ذرات بزرگتر بچسبند وبه عنوان گرد وغبار از الک مزبور نگذرند

2- خوب تمیز نکردن الکها

3- خطای وزن کردن الکها

4- دانه بندی یک نمونه از یک منطقه نمی تواند معرف خصوصیات کلی آن منطقه یا حتی همان نقطه اما با عمق های متفاوت باشد.

5- منحنی دانه بندی صرفاً تقریبی است و این به خاطر دلایل متعددی است از جمله محدودیت های فیزیکی در به دست آوردن یک نمونه و نیز محدودیت های عملی در استفاده از مش بندی موجود الک ها برای ذرات خاک با شکل غیر منتظم و محدویت ها تعداد الک ها در یک مجموعه الک، البته این منحنی برای ماسه و سیلت مقادیر عملی خوبی به دست می دهد.

www.mcivils.ir
تیم مهندسی MCS

آزمایش تعیین حدود اتربرگ - آزمایش حد روانی

هدف از آزمایش:

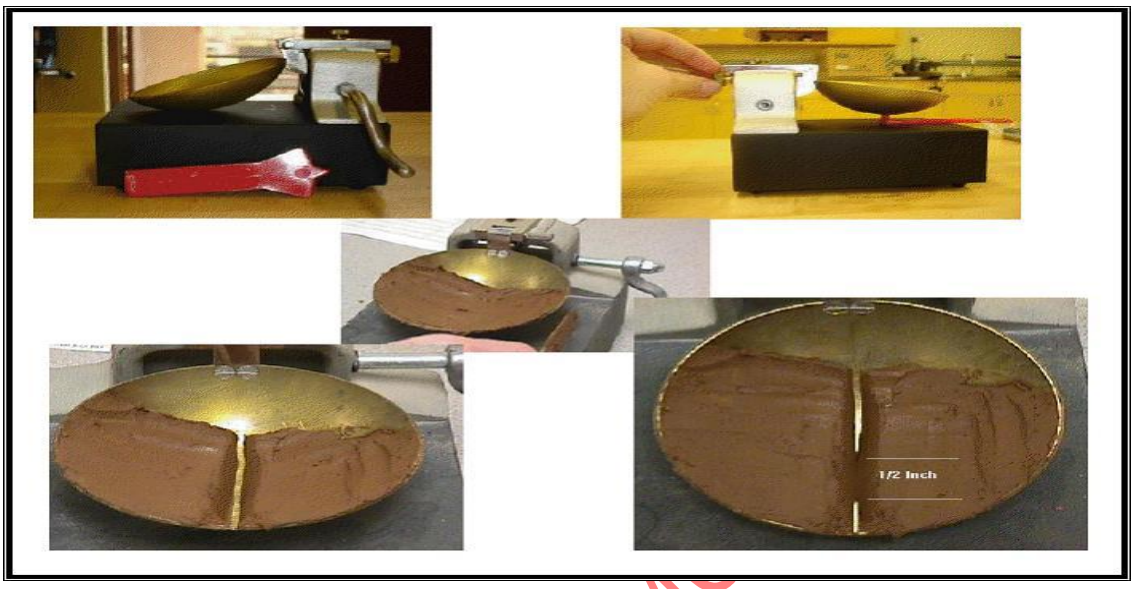
هدف از این آزمایش،تعیین درصد رطوبتی است که در آن مخلوط آب وخاک از حالت خمیری به حالت مایع درمی آید.

وسایل مورد نیاز :

1. دستگاه حد روانی کاساگرانده
2. شیار کش
3. کاردک
4. گرمخانه (اون)
5. ترازو دیجیتالی
6. خاک
7. آب
8. سه تا ظرف برای ریختن نمونه
9. الک نمره 40

www.پیام مهندسی CS

درباره دستگاه کاساگرانده :



دستگاه کاساگرانده ، وسیله ای مکانیکی است با یک پیالـه برنجـی بـه قطـر داخلـی54mm و ضخامت 2mm و وزن 200gr .

این پیاله از پشت به وسیله سنجاقی روی دو پایه ای که خود بر روی سکویی از جنس پلاستیک سخت قرار دارد ، لولا می‌شود. به وسیله گرداندن یک دسته ، پیاله روی لولا چرخیده ،بالا رفته ، سپس پایین می‌افتد و در حقیقت ضربه ای به کف آن زده می‌شود.

ارتفاع سقوط پیاله در حالت استاندارد (1cm) قابل تنظیم است. همراه با این وسیله میلـه ای نیـز برای ایجاد شکاف استاندارد در داخل نمونه خاک محتوای پیاله تعبیه شده است.

میله شیار دهنده ، می‌تواند شکافی بـا مقطـع ذوزنقـه ای کـه قاعـده کوچـک آن در پـایین بـه عرض2mm، قاعده بزرگ آن در بالا به عرض 11mm و ارتفاع آن 8mm می‌باشد، ایجاد نماید.

www.ncivils.ir

شرح آزمایش :

در این آزمایش ابتدا مقداری خاک به عنوان نمونه که از خشک بودن آن اطمینان داشتیم ، برداشتیم و با استفاده از الک نمره 40 نمونه خاک مورد نظرمان را بخوبی از الک گذر دادیم و به این صورت نمونه خاکمان را آماده کردیم. سپس ظرفی را برداشتیم و با استفاده از ترازوی دیجیتالی آن را وزن کردیم و بعد نمونه خاکمان را داخل آن ظرف ریختیم و دوباره وزن کردیم و وزن نمونه خاک مورد نظرمان هم بدست آمد. سپس داخل ظرفمان مقداری آب اضافه کردیم و با نمونه خاک بخوبی مخلوط کردیم و خمیر یک دستی بدست آمد، بعد مقداری از آن خمیر بدست آمده را برداشتیم و داخل پیاله دستگاه کاساگرانده قرار دادیم و با کاردک سطح آن را صاف کردیم بطوری که عمق خمیرمان در گودترین نقطه 1cm شد.

در ادامه با استفاده از شیار کش ، روی خمیر داخل پیاله شیاری را به وجود آوردیم و بعد دسته دستگاه را چرخاندیم ، که حدودا دو ضربه در هر ثانیه به پیاله (جام) دستگاه وارد می‌کند. این کار را تا جایی ادامه دادیم که شیاری که با استفاده از شیار کش بوجود آورده بودیم بسته شد. تعداد ضرباتی که زده شد تا شیار بسته شود را یادداشت کردیم و بعد مقداری از نمونه داخل پیاله را برداشتیم و داخل ظرفی که از قبل آن را وزن کرده بودیم ریختیم و اینبار همراه با نمونه وزن کردیم . این کار را در کل سه بار انجام دادیم و در پایان ظرف ها را همراه با نمونه های بدست آمده داخل دستگاه گرمخانه (**oven**) با دما 110 ± 5 قرار دادیم که باید به مدت 12 ساعت نمونه ها داخل این دستگاه قرار بگیرند تا کاملا خشک شوند تا اینکه درصد رطوبت نمونه هایمان را بدست آوریم.

نکته حائز اهمیت این است که تعداد ضربه هایی قابل قبول هستند که بین 15 تا 35 ضربه باشند و اگر آزمایشی کمتر از 15 و یا بیشتر از 35 ضربه باشد قابل قبول نیستند.

$$(15 \leq N \leq 35)$$

www.mcivils.ir تیم مهندسی MCS

محاسبات :

شماره ظرف	وزن ظرف خالی(gr)	وزن ظرف با نمونه تر(gr)	وزن ظرف با نمونه خشک(gr)	تعداد ضربه(N)
1	18/44	32/90	30/29	35
2	18/68	31/72	28/61	17
3	18/81	43/64	38/43	28

تیم مهندسی MCS

با استفاده از فرمول زیر درصد رطوبت هر سه نمونه را بدست می‌آوریم.

$$\omega = \left[\frac{(W_1 - W_2)}{(W_2 - W_C)}\right] \times 100 = \frac{W_W}{W_S} \times 100$$

$$\text{درصد رطوبت خاک} = \left[\frac{\left(\text{وزن ظرف نمونه خشک} - \text{وزن ظرف نمونه تر}\right)}{\left(\text{وزن ظرف خالی} - \text{وزن ظرف نمونه خشک}\right)}\right] \times 100$$

$$\text{درصد رطوبت خاک} = \frac{\text{وزن آب از دست رفته از خاک}}{\text{وزن خاک خشک}} \times 100$$

درصد رطوبت نمونه ها :

$$\omega_1 = \left[\frac{(32.90 - 30.29)}{(30.29 - 18.44)}\right] \times 100 = 22.02\%$$

$$\omega_2 = \left[\frac{(31.72 - 28.61)}{(28.61 - 18.68)}\right] \times 100 = 31.31\%$$

$$\omega_3 = \left[\frac{(43.64 - 38.43)}{(38.43 - 18.81)}\right] \times 100 = 26.55\%$$

نحوه رسم منحنی :

در رسم این منحنی یک خط مستقیم بدست می‌آید که از روی این خط می‌توان درصد رطوبت مربوط به 25 ضربه را تعیین کنیم که این درصد رطوبت ، حد روانی خاک است.

با استفاده از فرمول زیر می‌توان حد روانی را بدست آورد.

$$LL = \omega_N \times \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

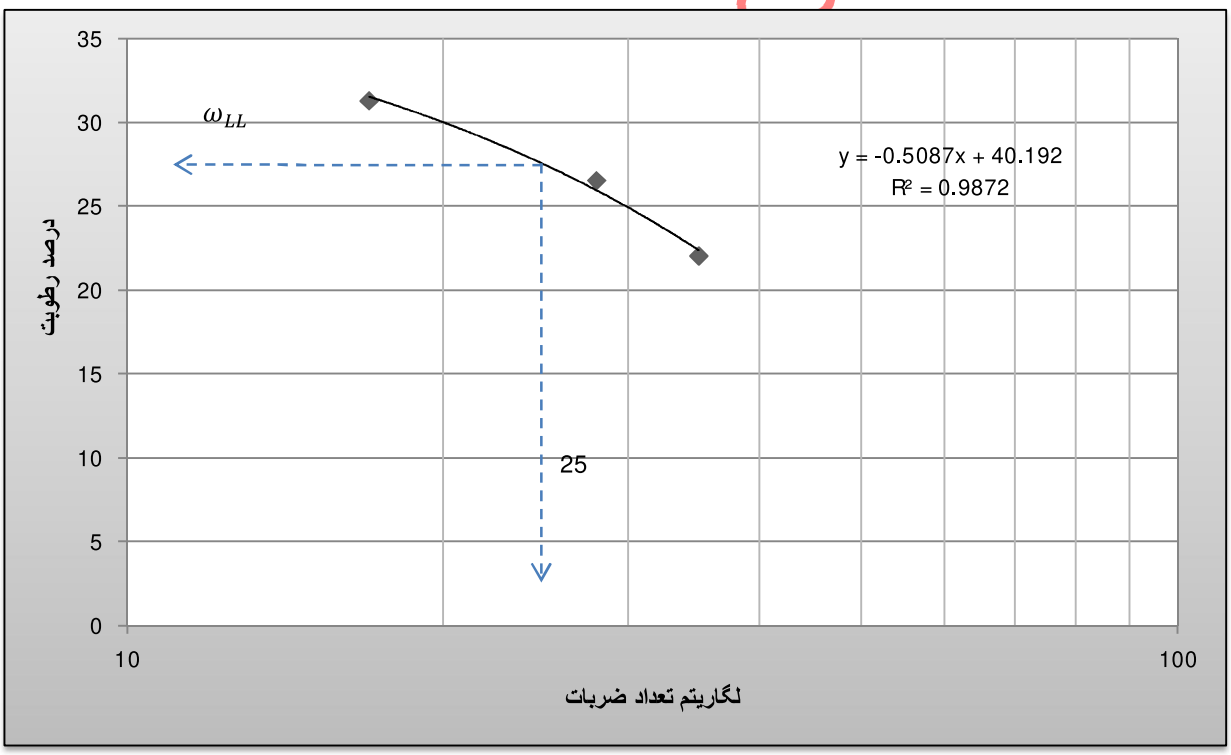
ω_N ؛ درصد رطوبت مربوط به بسته شدن شیار در دستگاه کاساگرانده هست که تعداد ضربات آن باید بین $(20 \leq N \leq 30)$ باشد چون در این رابطه تعداد ضربات $(20 \leq N \leq 30)$ معتبر است.

www.civils.ir تیم مهندسی MCS

در این آزمایش تنها در آزمایش بار سوم تعداد ضربات بین $(20 \leq N \leq 30)$ است که ω_N برابر 26/55 و N آن 28 هست ، پس حد روانی خاک به شرح زیر می‌باشد.

$$LL = 26.55 \times \left(\frac{28}{25}\right)^{0.121} = 26.91$$

رسم منحنی :

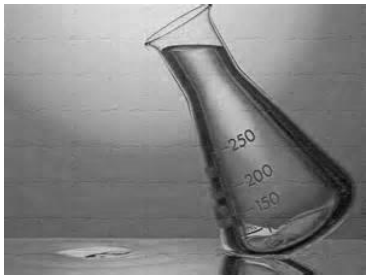


نتیجه گیری ومنابع خطا:

1. برای اطمینان از رسیدن به حد روانی و اینکه تعداد ضربات, به طور واقعی معرف مشخصه خاک تحت آزمایش باشد, حداقل دو بار بسته شدن شیار, مشاهده خواهد شد تا یکی از آنها یادداشت شود.
2. بعضی از خاکها خیلی آهسته آب جذب می کنند؛ بنابراین ممکن است افزایش آب با سرعتی انجام گیرد که حد روانی غیر واقعی به دست آید. برای اجتناب از این کار, زمان اختلاط بیشتری اختصاص داده خواهد شد. زمان اختلاط آب و خاک 5 تا 30 دقیقه است و برای خاکهای خمیری تر به زمان بیشتری نیاز می باشد.
3. آزمایشهایی که بیش از 35 ضربه یا کمتر از 15 ضربه لازم داشته باشند, یادداشت نخواهند شد, ولی اگر اختلاف $\pm 5\%$ در مقدار حد روانی مجاز باشد, بسته شدن شیار با تعداد ضربات بین 15 تا 40 را می توان پذیرفت.
4. اگر تعداد ضربات لازم برای به هم رسیدن لبه های شیار خاک زیاد باشد, باید مقدار کمی آب اضافه شود و اگر لبه های شیار خاک قبل از 10 ضربه به هم برسند, رطوبت آن بیشتر از رطوبت حد روانی بوده, خاک باید در هوا با روش مناسب دیگری خشک شود.
5. در بعضی از انواع خاکها, خصوصاً خاکهای غیر پلاستیک و آلی ممکن است ایجاد شکاف به وسیله میله استاندارد مشکل یا غیر ممکن باشد. برای این نوع خاکها,ASTM میله مخصوصی طرح نموده است که عمل ایجاد شکاف را براحتی میسر می سازد.

www.mcivil.ir MCS تجهیزات مهندسی

آزمایش تعیین حدود اتربرگ - آزمایش حد خمیری



وسایل مورد نیاز:

1. الک نمره 40
2. نمونه خاک
3. شیشه مسطح
4. بطری آب
5. ترازو دیجیتالی
6. سه ظرف برای ریختن نمونه
7. دستگاه گرمخانه (اون)

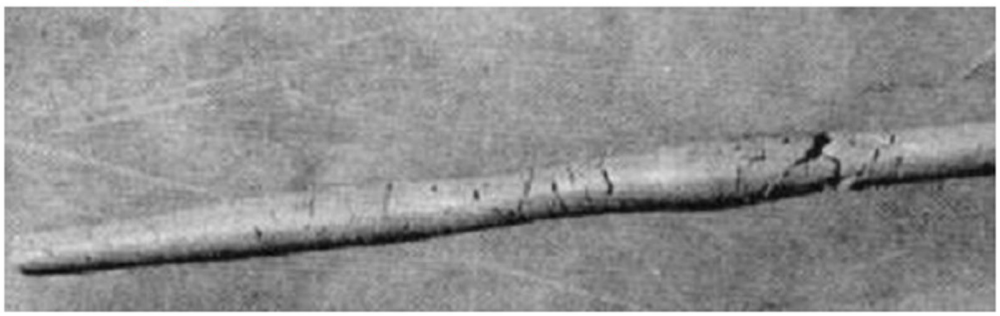
تیم مهندسی
www.mcivils.ir

هدف از آزمایش :

هدف از این آزمایش،تعیین درصد رطوبتی است که درآن خاک بصورت خمیری شکل پذیر درمی آید .

شرح آزمایش :

ابتدا مقداری از خاک مورد آزمایش را که از الک نمره 40 گذر دادیم را برداشتیم و داخل ظرفی ریختیم و مقداری آب به آن اضافه کردیم سپس آب و خاک را چنان بهم زدیم تا یک خمیر یک دستی بوجود آمد بعد مقداری از نمونه خمیر بدست آمده را برداشته و توده بیضی شکلی ساختیم ، این توده را بر روی شیشه مسطحی قرار دادیم و با غلتاندن آن بر روی صفحه شیشه‌ای فتیله‌ای درست کردیم. وقتی که فتیله به قطر 3/2 میلیمتر رسید ، آن را به چند قطعه تقسیم کردیم. بر روی قطعات بدست آمده کارهای مذکور را دوباره انجام دادیم تا فتیله ترک خورد.
تکه های کوچک ترک خورده را جمع کردیم و درون ظرف‌های که از قبل برای ریختن نمونه‌ها آماده کرده بودیم ، ریختیم . البته این ظرف‌ها را در حالت خالی هم وزن کرده بودیم ، سپس ظرف‌ها را همراه با نمونه داخل دستگاه گرمخانه (اون) با دما 110±5 قرار دادیم که باید به مدت 12 ساعت نمونه ها داخل این دستگاه قرار بگیرند تا کاملا خشک شوند بعد ظرفها را از گرمخانه بیرون آوردیم و وزن ظرف و خاک خشک را تعیین کردیم سپس حد خمیری را با استفاده از درصد رطوبتی که خاک به صورت فتیله ای 3/2 میلیمتری درآمد و خرد شد را بدست آوردیم.



www.mcivil.ir MCS تیم مهندسی

نحوه انجام آزمایش :

این آزمایش را طبق شرحی که در صفحه قبل داده شد انجام دادیم که نتـایج بدسـت آمـده بـه شرح زیر می‌باشد.

شماره ظرف	وزن ظرف خالی(gr)	وزن ظرف با نمونه تر(gr)
XP	16/66	17/22
1A	18/23	18/99
B	17/13	17/86

بعد از اینکه نمونه‌ها را از داخل گرمخانه بیرون آوردیم نتایج حاصله به شرح زیر هست.

شماره ظرف	وزن ظرف خالی(gr)	وزن ظرف با نمونه تر(gr)	وزن ظرف با نمونه خشک(gr)
XP	16/66	17/22	17/00
1A	18/23	18/99	18/84
B	17/13	17/86	17/76

www.mcivils.ir MCS تیم مهندسی

محاسبات :

حد خمیری همان درصد رطوبتی است که در آن فتیله خاک در قطر 3/2 میلیمتری شروع به ترک خوردن می‌کند.

با استفاده از فرمول زیر می‌توان حد خمیری را بدست آورد.

$$PL = \left[\frac{(W_1 - W_2)}{(W_2 - W_C)}\right] \times 100 = \frac{W_W}{W_S} \times 100$$

$$\text{درصد حد خمیری} = \left[\frac{(\text{وزن ظرف نمونه خشک} - \text{وزن ظرف نمونه تر})}{(\text{وزن ظرف خالی} - \text{وزن ظرف نمونه خشک})}\right] \times 100$$

$$\text{درصد حد خمیری} = \frac{\text{وزن آب از دست رفته از خاک}}{\text{وزن خاک خشک}} \times 100$$

تیم مهندسی MCS
www.mcs

$$PL_1 = \left[\frac{(17.22 - 17.00)}{(17.00 - 16.66)}\right] \times 100 = 64.70\%$$

$$PL_2 = \left[\frac{(18.99 - 18.84)}{(18.84 - 18.23)}\right] \times 100 = 24.59\%$$

$$PL_3 = \left[\frac{(17.86 - 17.76)}{(17.76 - 17.13)}\right] \times 100 = 15.87\%$$

از میانگین درصد رطوبت این سه نمونه **حد خمیری** بدست می‌آید.

$$PL = \left[\frac{(64.70 + 24.59 + 15.87)}{3}\right] = 35.05\%$$

آزمایش دانه بندی هیدرومتری

هدف از آزمایش:

در قسمت ریزدانه خاک مثل لای و رس و ماسه خیلی ریزدانه برای اندازه گیری قطر دانـه‌هـا از روش هیدرومتری استفاده می‌شود.

همچنین آزمایش هیدرومتری برای دانه بندی خاکهای ریز کاربرد دارد. معمولا برای نمونه هایی که تا درصد بالایی از الک نمره #200 عبور می‌کنند.

تیم مهندسی MCS

وسایل مورد نیاز :

1. 50 گرم نمونه خاک عبوری از الک نمره 200
2. استوانه مدرج
3. هیدرومتر (چگالی سنج)
4. ترازوی دیجیتالی
5. محلول پراکنده ساز هگزا متا فسفات سدیم
6. کرنومتر
7. دماسنج
8. آب مقطر

شرح آزمایش :

در این آزمایش ابتدا نمونه خاکی به جرم 50 گرم را از الک نمره 200 گذر دادیم سپس محلول هگزا متا فسفات سدیم 4% را بوجود آوردیم که در این آزمایش 125 cc از این محلول لازم هست. در ادامه نمونه خاک مورد نظرمان را با محلول بدست آمده مخلوط کردیم که به مدت سه دقیقه محلول و خاک را به هم زدیم تا به خوبی با هم مخلوط شدند.

✓ نکته اینکه در این آزمایش دمای آب مصرفی مان نباید از 16 درجه پایین باشد.

در ادامه دو استوانه مدرج را آماده کردیم ، که در یکی آب مقطر ریختیم و در دیگری مخلوطی که با هگزا متا فسفات سدیم و خاک درست کرده بودیم را ریختیم و به این استوانه با اضافه کردن آب مقطر به 1000 cc رساندیم.

سپس با گذاشتن کف دست روی استوانه حاوی مخلوط ، آن را تقریبا به مدت یک دقیقه سر و ته کردیم تا اختلاط به طور کامل انجام شود. سپس استوانه را روی میز قرار دادیم و با استفاده از هیدرومتر (چگالی سنج) در بازه‌های زمانی (0/5 ؛ 1 ؛ 2 ؛ 3 ؛ 4 ؛ 5 ؛ 15 ؛ 30 ؛ 60) دقیقه هیدرومتر را قرائت کردیم و یادداشت کردیم.

پارامترهای مورد نیاز در این آزمایش:

دما = 19 درجه سانتیگراد

$C_T = -0.3$ از جدول برای دمای 19 درجه بدست می آید.

$G_S = 2.75$ در این آزمایش این مقدار را در نظر گرفتیم.

ضریب تصحیح $a=0.98$ برای G_S تعیین شده در نظر گرفته می‌شود.

www.mcivils.ir
تیم مهندسی MCS

با استفاده از دما و G_S مقدار ضریب k تعیین می‌شود که در اینجا 0/0134 می باشد.

تصحیح هیدرومتری برای کشش سطحی برابر $1 + R_a$ است و عمق موثر(L) با استفاده مقدار تصحیح هیدرومتری از جدول بدست می‌آید.

مقدار $zero\ correction$ که از قرار دادن هیدرومتر در آب بدست می‌آید اصولا باید صفر باشد اما به دلیل وجود ناخالصی در آب مقدار 4 را نشان داد.

R_a؛ همان مقدار قرائت هیدرومتر هست.

در نهایت با استفاده از فرمول های زیر جدول مورد نظر را پر می‌کنیم.

$$R_C = R_a - zero\ correction + C_T$$

$$\text{درصد ریزدانه} = \frac{R_c \times a}{w_s}$$

w_s وزن اولیه نمونه که در اینجا 50 گرم هست.

$$v = \frac{L}{t}$$

t زمان قرائت هست در واحد دقیقه .

$$D = K\sqrt{\frac{L}{t}}$$

D قطر ذرات در واحد mm .

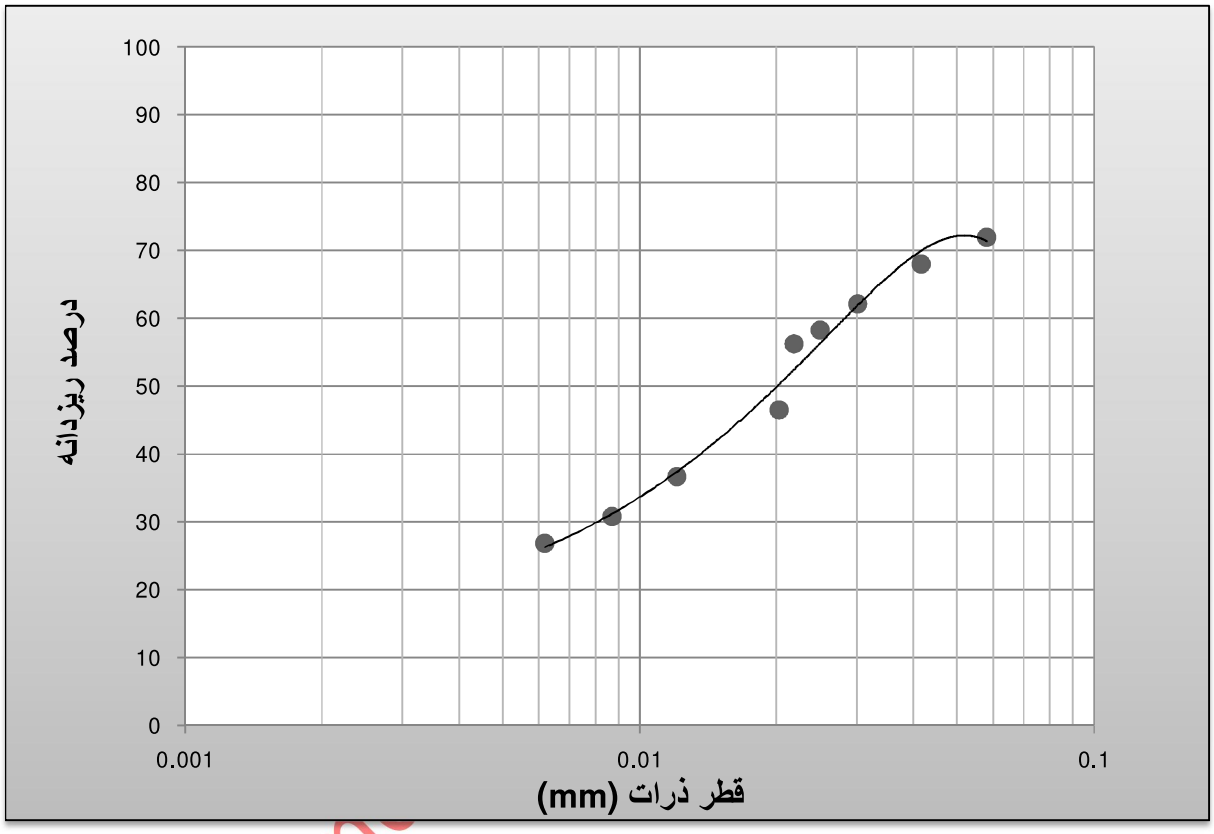
www.mcivils.ir
MCS تیم مهندسی

جدول :

D (mm)	K	$\frac{L}{t}$	L (cm)	قرائت تصحیح شده برای کشش سطحی	درصد ریز دانه	R_C	R_a	دما	زمان قرائت (دقیقه)
0/0581	0/0134	18/8	9/4	42	71/93	36/7	41	19	0/5
0/0417	0/0134	9/7	9/7	40	68/01	34/7	39	19	1
0/0302	0/0134	5/1	10/2	37	62/13	31/7	36	19	2
0/0250	0/0134	3/5	10/5	35	58/21	29/7	34	19	3
0/0219	0/0134	2/675	10/7	34	56/25	28/7	33	19	4
0/0203	0/0134	2/3	11/5	29	46/45	23/7	28	19	5
0/0121	0/0134	0/826	12/4	24	36/65	18/7	23	19	15
0/0087	0/0134	0/430	12/9	21	30/77	15/7	20	19	30
0/0062	0/0134	0/220	13/2	19	26/85	13/7	18	19	60

www.mevils.ir تیم مهندسی MCS

رسم منحنی :



www.m

نتیجه گیری:

با استفاده از آزمایش هیدرومتری می توان درصد مواد ریز دانه کوچکتر از $0/075\ mm$ را در محل محاسبه کرد و از آن برای کارهای اجرایی استفاده کرد. برای مثال در محلی برای احداث هسته سد نیازمند رس و لای به نسبت های خاصی هستیم که می توانیم بر اساس نتایج این آزمایش کنترلی بر خاک حمل شده به محل داشته باشیم.

منابع خطا:

1. خطا در قرائت چگالی سنج
2. ممکن است دقیقا در زمان مورد نظر قرائت صورت نگیرد.
3. فرض $Gs=2.7$ که ممکن است با Gs واقعی خاک مطابقت نداشته باشد.
4. خشک کردن خاک در گرمخانه قبل از انجام آزمایش
5. نامناسب بودن نوع یا کافی نبودن پخش کننده
6. پخش نشدن کامل ذرات خاک
7. تکان ندادن کافی استوانه در ابتدای آزمایش
8. مقدار خاک بیش از حد در محلول
9. دست خوردگی محلول هنگام بیرون آوردن و فروبردن هیدرومتر
10. تمیز نگه نداشتن هیدرومتر
11. تغییر درجه حرارت هنگام آزمایش و ثبت نشدن این تغییرات
12. کاهش مصالح حین انجام آزمایش

www.mcivils.ir MCS تیم مهندسی

آزمایش ارزش ماسه‌ای

هدف :

این آزمایش برای تعیین نسبت حجم ماسه به کل خاک (ماسه ، لای ، رس) و همچنین تعیین میزان جذب آب ریزدانه و تورم آنهاست و به طور خلاصه تعیین می‌نماید که ماسه تا چه حد تمیز است. هرچه درصد ریزدانه داخل ماسه‌ها کمتر باشد ، ماسه تمیزتر می‌باشد.

پژوهشی MCS

وسایل مورد نیاز :

1. استوانه مدرج
2. محلول استوکس
3. الک نمره 4
4. قیف
5. سنبه
6. ترازوی دیجیتالی
7. چوب پنبه
8. ظرف نمونه
9. نمونه خاک

شرح آزمایش :

در انجام این آزمایش ابتدا مقداری نمونه خاک را برداشتیم و با استفاده از الک نمره 4 آن را به خوبی الک کردیم و سپس از نمونه خاکی که از الک نمره 4 گذر دادیم سه تا نمونه خاک 100 گرمی را برداشتیم و بعد سه تا استوانه مدرج را آماده کردیم و هر سه را به اندازه 10 سانتیمتر از محلول استوکس پر کردیم سپس نمونه خاک‌هایمان را هر کدام را به کمک قیف داخل یکی از استوانه‌ها ریختیم و بعد به مدت 10 دقیقه صبر کردیم تا نمونه خاکمان به خوبی خیس بشود. بعد از 10 دقیقه چوب پنبه‌های استوانه مدرج را روی آن قرار دادیم و استوانه را 90 بار سر و ته کردیم که با این کار نمونه خاک داخل استوانه کاملا به هم خورد.

پس از تکان دادن ، استوانه را روی میز قرار دادیم و در پوش آنها را برداشتیم و با استفاده از لوله فلزی که به لوله پلاستیکی محلول استوکس وصل هست توسط محلول استوکس کناره‌های استوانه را شستیم و سپس لوله فلزی را به ته استوانه فرو بردیم و با چرخاندن آن داخل استوانه ذرات چسبیده به ته استوانه و همچنین ذرات داخل ماسه را به بالا راندیم و از ته استوانه جدا کردیم.

www.mcivils.ir
تیم مهندسی MCS

سپس توسط سنبه سطح ماسه داخل محلول را صاف کردیم و باز به مدت 10 دقیقه صبر کردیم و بعد از گذشت این مدت ارتفاع کل (ارتفاع ماسه + ارتفاع رسوبات) و ارتفـاع ماسـه را از روی استوانه مدرج قرائت کردیم.

محاسبات :

مقدار درصد ریزدانه یا ارزش ماسه‌ای را توسط فرمول زیر بدست می‌آوریم.

$$SE = \frac{\text{ارتفاع ماسه}}{\text{ارتفاع رسوبات} + \text{ارتفاع ماسه}} \times 100$$

نکته قابل توجه این است که اگر جواب SE اعشاری آمد آن را باید گرد به بالا کنیم تا یک عدد صحیح بدست بیاید.

$$SE_1 = \frac{7.6}{7.9} \times 100 = 96.20 \rightarrow SE_1 = 97\%$$

$$SE_2 = \frac{7.5}{7.8} \times 100 = 96.15 \rightarrow SE_2 = 97\%$$

$$SE_3 = \frac{7.5}{7.8} \times 100 = 96.15 \rightarrow SE_3 = 97\%$$

$$SE = \frac{97 + 97 + 97}{3} = 97\%$$

تیم مهندسی MCS

نتیجه گیری:

هر چه ماسه تمیزتر باشد در نتیجه ماسه مورد نظر ریز دانه کمتری دارد، و برای کارهای خاصی که ماسه تمیز می خواهد بهتر است.

کاربرد: اصولا هنگامی که بخواهند یک مخلوط بتنی اجرا کنند یا اینکه در مکانی لایه ای زهکش قرار دهند، نیازمند مصالح دانه ای هستند. ولی دانه ای بودن تنها کافی نیست بلکه باید میزان ریز دانه آن نیز کنترل شود و حتی بعضا در حد صفر نیز باشد. که این آزمایش برای کنترل مصالح مورد استفاده می تواند بسیار مفید باشد.

منابع خطا:

1. تکان خوردن استوانه مدرج در مدت 20 دقیقه
2. مقطر نبودن آب
3. کج رسوب کردن ماسه و رس که مانع از قرائت دقیق ارتفاع می باشد.
4. خطای چشم آزمایشگر

www.mcivils.ir
تیم مهندسی MCS