

# مهندسين مشاور خاک و پي ترانشه



واحد تحقيق و توسعه

*Research & Development  
Transheh company*

گردآورنده : مهندس ميلاد مصرآبادي

## آزمائش هيدرومتری

آدرس: سعادت آباد،

م شهرداری، خ ۱۵

غربی، پ ۶

[WWW.TRANSHEH.COM](http://WWW.TRANSHEH.COM)

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: [Transheh.geo@gmail.com](mailto:Transheh.geo@gmail.com)



# مهندسين مشاور خاک و پی ترانشه

واحد تحقیق و توسعه

Research & Development  
Transheh company

گردآورنده: مهندس میلاد مصرآبادی

## ۱- مقدمه

تحلیل هیدرومتری به طور معمول جهت دانه هایی که کوچکتر از ۷۵ میکرومتر (الک نمره ۲۰۰) هستند به کار می رود. دانه هایی که از الک نمره ۲۰۰ عبور می کند از نوع رس ها و سیلت ها می باشند. نتایج آزمایش هیدرومتری جهت طبقه بندی خاک ها به کار نمی روند. آزمایش هیدرومتری بر اساس قانون استوکس بنا شده است. این قانون قطر یک کره را به زمان مورد نیاز برای سقوط کردن آن درون یک سیال با ویسکوزیته معلوم مرتبط می کند. ایده آنالیز هیدرومتری این است که ذرات خاک بزرگتر (سنگین تر) زودتر از ذرات کوچکتر (سبکتر) سقوط می کند. آزمایش تقریبی است چون تمام ذرات ریز خاک کروی نیستند بلکه صفحه ای هستند.

## تجهیزات مورد نیاز:

۱- استوانه رسوب گذاری مدرج با ظرفیت ۱۰۰۰ سی سی و قطر داخلی ۸۵ میلی متر

۲- هیدرومتر  
۳- محلول پراکنده ساز هگزا متا فسفات سدیم

۴- حمام ظرف هیدرومتر  
۵- کرنومتر برای اندازه گیری زمان.

۶- دماسنج مدرج شده تا ۰.۱ درجه که شامل درجات بین ۲+ تا ۴۰+ باشد.

۷- کرنومتر برای اندازه گیری زمان. ۸- ترازو با دقت ۰.۱ گرم که ظرفیت آن ۲۰۰ گرم باشد.

۹- همزن مکانیکی

آدرس: سعادت آباد،

م شهرداری، خ ۱۵

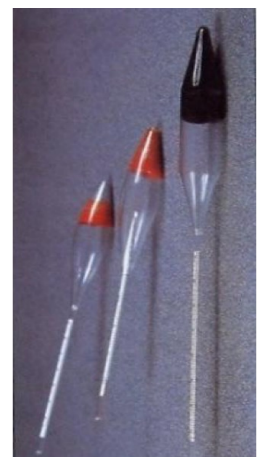
غربی، پ ۶

WWW.TRANSHEH.COM

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: Transheh.geo@gmail.com





# مهندسين مشاور خاک و پی ترانشه

واحد تحقیق و توسعه

Research & Development  
Transheh company

گردآورنده : مهندس میلاد مصرآبادی

## تصحیح هیدرومتر و آماده کردن نمونه

قرائت انجام شده از هیدرومتر به سه دلیل باید تصحیح شود:

۱- در رابطه محاسبه درصد ذرات معلق که با استفاده از قانون استوکس بدست آمده فرض شده است که مایع مورد استفاده آب مقطر می باشد. ولی در این آزمایش ماده پراکنده ساز نیز به همراه آب مقطر استفاده می شود. دانسیته محلول حاصل به میزان قابل توجهی از آب مقطر زیادتر است.

۲- هر نوع هیدرومتر ، 151H و 152 H در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد.

۳- قرائت درست هیدرومتر ها ، قرائت از کف قوس تشکیل شده در سطح مخلوط است ولی با توجه به اینکه قرائت دقیق از کف قوس و در آزمایش هیدرومتری ممکن نیست قرائت هیدرومتر ها از قسمت بالای قوس انجام می شود.

برای راحتی یک نمودار یا جدول از ضریب تصحیح قرائت هیدرومتر برای درجه حرارت آزمایش های مختلف در محدوده دمای مورد نظر انجام شده و برای بقیه دماها به صورت خطی درون یابی انجام می شود.

آدرس: سعادت آباد،

م شهرداری، خ ۱۵

غربی، پ ۶

WWW.TRANSHEH.COM

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: Transheh.geo@gmail.com

# مهندسين مشاور خاک و پي ترانشه



مراحل آزمایش:

۱- خاک را با الک شماره ۱۰ الک کنید.



۲- اگر خاک ماسه ای است ۱۱۵ گرم و اگر ریز دانه است (رس و لای) ۶۵ گرم از آنرا برای انجام آزمایش آماده کنید.



۳- یک مخلوط ۴ درصدی سدیم هگزا متافسفات تهیه کنید.



واحد تحقیق و توسعه

Research & Development  
Transheh company

گردآورنده: مهندس میلاد مصرآبادی

آدرس: سعادت آباد،

م شهرداری، خ ۱۵

غربی، پ ۶

WWW.TRANSHEH.COM

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: Transheh.geo@gmail.com



# مهندسين مشاور خاک و پی ترانشه

واحد تحقیق و توسعه

Research & Development  
Transheh company

گردآورنده: مهندس میلاد مصرآبادی

آدرس: سعادت آباد،

م شهرداری، خ ۱۵

غربی، پ ۶

WWW.TRANSHEH.COM

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: Transheh.geo@gmail.com

۴- ۴۰ گرم از محلول فوق را به ۱۰۰۰ سی سی آب مقطر اضافه کرده و کاملاً به هم می زنیم.



۵- دو ظرف ۱۲۵ میلی لیتری برداشته و آنها را با محلول پر کنید.



۶- یک استوانه به گنجایش حداقل ۱۰۰۰ سی سی را با ۱۲۵ میلی لیتر محلول و ۸۷۵ میلی لیتر آب مقطر پر کنید.





# مهندسين مشاور خاک و پي ترانشه

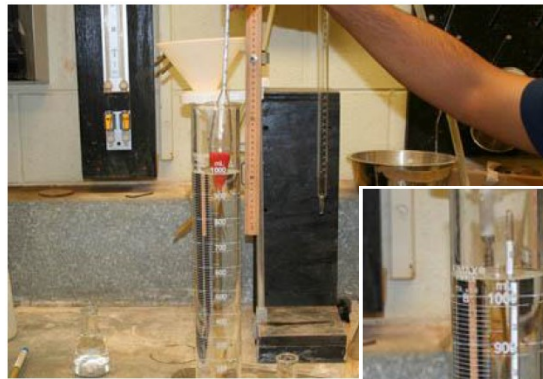


واحد تحقیق و توسعه

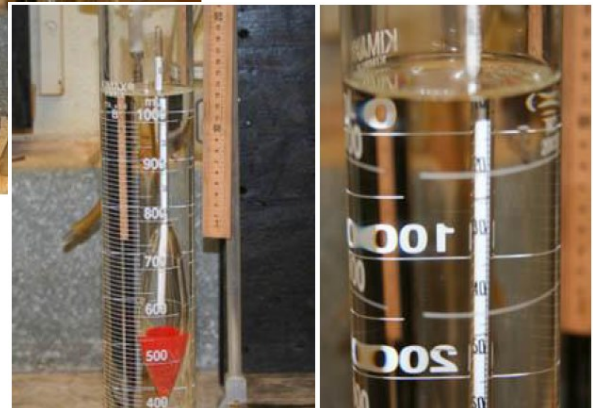
Research & Development  
Transheh company

گردآورنده : مهندس میلاد مصرآبادی

۷- در صورت نیاز composite correction ( $R_c$ ) (تصحیح ترکیب) را تعیین کنید. می توانید بدون انجام این عمل از معادله زیر استفاده کنید. دمای محلول را اندازه گیری می کنیم.



$$R_c = 13 - 0.4T$$



۸- ۱۲۵ سی سی از محلول آب و هگزامتافسفات سدیم را که قبلاً تهیه کرده اید، برداشته و آنرا به خاک اضافه کنید.



آدرس: سعادت آباد،

م شهرداری، خ ۱۵

غربی، پ ۶

WWW.TRANSHEH.COM

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: Transheh.geo@gmail.com



# مهندسين مشاور خاک و پی ترانشه

واحد تحقیق و توسعه

Research & Development  
Transheh company

گردآورنده : مهندس میلاد مصرآبادی

۹- برای پراکنده شدن ذرات ، مخلوط را حداقل ۱۶ ساعت به حال خود رها کنید تا خیس بخورد.



۱۰- برای مخلوط کردن ، مخلوط را به بشر مخصوص دستگاه هم زن بریزید. با اب مقطر با قیمانده خاک را شسته و درون بشر بریزید .



آدرس: سعادت آباد،

م شهرداری، خ ۱۵

غربی، پ ۶

WWW.TRANSHEH.COM

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: Transheh.geo@gmail.com

۱۱- با دستگاه هم زن مخلوط را به مدت یک دقیقه بهم بزنید تا باعث پخش شدن ذرات و معلق شدن آنها شود.



# مهندسين مشاور خاک و پي ترانشه



واحد تحقیق و توسعه  
Research & Development  
Transheh company

گردآورنده : مهندس میلاد مصرآبادی

۱۲- بعد از هم زدن ، مخلوط را به درون یک استوانه خالی ۱۰۰۰ سی سی بریزید و آنقدر اب مقطر به مخلوط اضافه کنید تا حجم آن ۱۰۰۰ سی سی شود.



آدرس: سعادت آباد،  
م شهرداری، خ ۱۵  
غربی، پ ۶

WWW.TRANSHEH.COM

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: Transheh.geo@gmail.com

۱۳- با دست ( یا با یک درپوش مناسب ) در استوانه را بگیرید و استوانه را به مدت یک دقیقه ( ۶۰ بار ) به حالت رفت و برگشت و از بالا به پایین ، تکان دهید.







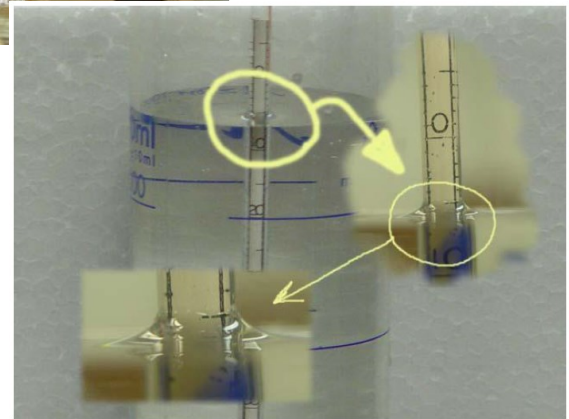
# مهندسين مشاور خاک و پي ترانشه

واحد تحقیق و توسعه

Research & Development  
Transheh company

گردآورنده : مهندس میلاد مصرآبادی

۱۴-کرنومتر را تنظیم کنید. استوانه را روی یک سطح صاف که در معرض خوردگی یا ارتعاش نباشد قرار دهید. به محض اینکه استوانه در جای خود قرار گرفت، خواندن هیدرومتر در ۱، ۲، ۵، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۲۵۰، ۱۴۴۰ دقیقه انجام دهید. بعد از قرائت دقیقه دوم هیدرومتر را بیرون بیاورید و برای قرائت های بعدی حدود ۲۰ تا ۲۵ ثانیه قبل از قرائت، هیدرومتر بایستی با دقت به درون استوانه حاوی آب -خاک-سدیم- هگزامتافسفات گذاشته شود. خواندن هیدرومتر با تعیین عدد روی ساقه هیدرومتر که مطابق با بالای سطح هلالی آب است، انجام می شود. این عدد که قرائت واقعی هیدرومتر نامیده می شود، در فرم مربوط به ثبت نتایج آزمایش نوشته می شود. بعد از اینکه قرائت هیدرومتر انجام شد، از درون مخلوط بیرون آورده شده و درون یک استوانه حاوی آب مقطر و هگزامتافسفات سدیم قرار میگیرد و با چرخاندن آن درون آب مقطر تمیز می شود.



آدرس: سعادت آباد،

م شهرداری، خ ۱۵

غربی، پ ۶

WWW.TRANSHEH.COM

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: Transheh.geo@gmail.com



# مهندسين مشاور خاک و پی ترانشه

واحد تحقیق و توسعه

Research & Development  
Transheh company

گردآورنده: مهندس میلاد مصرآبادی

۱۵-دما را در زمان های ۱۵ دقیقه به بعد یادداشت کنید.



۱۶-نمونه های متفاوتی از هیدرومتر می تواند برای آزمایش استفاده شود. هیدرومتر 152H معمولترین نوع هیدرومتر است. در این دستور کار فرم مربوط به ثبت نتایج و محاسبات مربوطه بر اساس این نوع هیدرومتر است.

بعد از این که همه قرائت های هیدرومتر انجام شد، مخلوط آب-خاک-سدیم هگزامتافسفات در ظرف تبخیر ریخته می شود. این مهم است که همه ذرات خاک موجود در استوانه رسوب با استفاده از آب مقطر شسته شده و به درون ظرف تبخیر ریخته شوند. سپس ظرف تبخیر درون گرمخانه با دمای ۱۱۰ درجه گذاشته می شود تا آب مقطر آن تبخیر شده و نمونه خشک باقی بماند. بعد از خشک شدن نمونه درون گرمخانه با ترازو جرم ظرف تبخیر و مصالح خشک درون آن اندازه گیری می شود. مرحله بعد محاسبه جرم مصالح خشک بکار رفته در آزمایش هیدرومتری است (M3). بایستی جرم سدیم هگزامتافسفات نیز از جرم کل کم شود.

آدرس: سعادت آباد،

م شهرداری، خ ۱۵

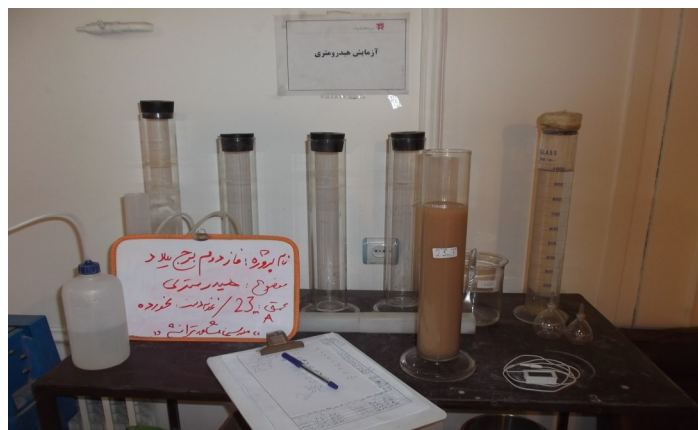
غربی، پ ۶

WWW.TRANSHEH.COM

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: Transheh.geo@gmail.com





# مهندسين مشاور خاک و پی ترانشه

واحد تحقیق و توسعه

Research & Development  
Transheh company

گردآورنده : مهندس میلاد مصرآبادی

## محاسبات

مرحله اول: قرائت واقعی هیدرومتر  $R_s$ : این مقدار هنگام انجام آزمایش هیدرومتری تعیین می شود.

$R_C$ : این مقدار عمدتاً برای تصحیح اثر سدیم هگزا متا فسفات بکار می رود. برای هیدرومتر H152 این ضریب به صورت زیر است:

$$R_c = 13 - 0.4T$$

$T$ : درجه حرارت بر حسب درجه سلسیوس برای مخلوط آب-خاک سدیم هگزا متا فسفات. اگر درجه حرارت 20 درجه سانتی گراد باشد مقدار  $R_C$  برابر 5 گرم خواهد بود.

$$R = R_s - R_c \quad \text{: قرائت تصحیح شده } R$$

ضریب تصحیح  $a$ : هیدرومتر برای وزن مخصوص به خصوصی کالیبره شده است. معمولاً هیدرومترها برای  $G_s = 2.65$  کالیبره می شوند. اگر وزن مخصوص خاک 2.65 نباشد معادله زیر برای محاسبه تقریبی ضریب تصحیح  $a$  به کار می رود.

$$a = 1.0 + 0.2(2.65 - G_s)$$

اگر وزن مخصوص خاک قبلاً اندازه گیری شده است، در معادله بالا قرار داده شده و ضریب تصحیح محاسبه می شود. اما اگر وزن مخصوص خاک اندازه گیری نشده باشد مقدار 2.65 برای خاک دانه ای و مقدار 2.7 برای خاک رسی فرض خواهد شد.

درصدنرمتر مانده در محلول  $F$ : درصد نرمتر با استفاده از معادله زیر محاسبه می شود.

$$F = \frac{100Ra}{M_s}$$

$M_s$ : جرم خشک به کار رفته در آزمایش هیدرومتری

آدرس: سعادت آباد،

م شهرداری، خ 15

غربی، پ 6

WWW.TRANSHEH.COM

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: Transheh.geo@gmail.com



# مهندسين مشاور خاک و پی ترانشه

واحد تحقیق و توسعه

Research & Development  
Transheh company

گردآورنده: مهندس میلاد مصرآبادی

درصد نرمتر اصلاح شده: این ستون فقط هنگامی استفاده می شود که خاک ایستدا شسته شده و با الک های ۱۰ ، ۴۰ یا ۲۰۰ قبل از انجام آزمایش هیدرومتری جدا شده است. درصد نرمتر اصلاح شده ، با ضرب مقدار حاصل شده از معادله بالا در بخشی از ذرات خاک که ریزتر از آن الک جدا کننده است، به دست می آید برای مثال فرض کنید که خاک روی الک ۴۰ شسته شده است و آنالیز الک بیانگر آن است که دارای ۷۵ درصد ریزتر از الک شماره ۴۰ می باشد .

سپس اندازه دانه های منطبق با آن بایستی محاسبه شود . اندازه دانه خاک D با استفاده از معادله استوکس به صورت زیر تعریف می شود.

$$D = K \left( \frac{L}{t} \right)^{0.5}$$

t بر حسب دقیقه K ضریب تصحیح که به ویسکوزیته محلول و وزن مخصوص خاک وابسته است. ویسکوزیته تابع درجه حرارت محلول است

$$K = \frac{13 + 0.15(24^{\circ}C - T) + 4(2.65 - G_s)}{1000}$$

T درجه حرارت محلول به درجه سلسیوس

L عمق موثر ، سانتی متر برابر فاصله از سطح محلول تا ترازوی است که دانسیته محلول توسط هیدرومتر اندازه گیری می شود. مقدار عمق موثر L با استفاده از معادله زیر تخمین زده می شود.

$$L = 1.63 \left( 1 - \frac{R_s}{100} \right)$$

با استفاده از معادله استوکس اندازه ذرات محاسبه می شود.

آدرس: سعادت آباد،

م شهرداری، خ ۱۵

غربی، پ ۶

WWW.TRANSHEH.COM

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: Transheh.geo@gmail.com



# مهندسين مشاور خاک و پي ترانشه

## خطاهای معمول در آزمایش:

- ۱- خشک کردن خاک در گرمخانه قبل از انجام آزمایش
- ۲- نامناسب بودن نوع یا کافی نبودن پخش کننده
- ۳- پخش نشدن کامل درات خاک
- ۴- تکان ندادن کافی استوانه در ابتدای آزمایش
- ۵- مقدار خاک بیش از حد محلول
- ۶- دست خوردگی محلول هنگام بیرون آوردن و فرو بردن هیدرومتر
- ۷- تمیز نگه نداشتن هیدرومتر
- ۸- تغییر درجه حرارت هنگام آزمایش و ثبت نشدن این تغییرات
- ۹- کاهش مصالح حین انجام آزمایش

واحد تحقیق و توسعه

Research & Development  
Transheh company

گردآورنده : مهندس میلاد مصرآبادی

آدرس: سعادت آباد،

م شهرداری، خ ۱۵

غربی، پ ۶

WWW.TRANSHEH.COM

Phone: 021-22129553

Fax: 021-22129554

E-mail: Transheh.geo@gmail.com