

# آزمایشگاه بتن و سایر مصالح

## نام آزمایش : آزمایش دانه بندی مصالح ریزدانه و درشت دانه

### کاربرد :

این آزمایش برای تعیین دانه بندی مصالح ریزدانه و درشت دانه به وسیله الک می باشد.

### وسایل مورد نیاز :

1. ترازو با دقت 0.1
2. الک ها از ریز به درشت
3. لرزاننده ی مکانیکی

### مواد مورد نیاز :

شن و ماسه

### روش انجام آزمایش :

برای انجام این آزمایش ابتدا باید از مصالح سنگی نمونه برداری کنیم ، این نمونه برداری باید به گونه ای باشد که از تمام مصالح به طور یکسان نمونه برداشته شود ، بعد از نمونه برداری باید مصالح منتخب را به طور دقیق توزین نماییم.

**نکته :** نمونه باید کاملاً خشک باشد.



# نام آزمایش : رطوبت سنجی مصالح سنگی

## دامنه کاربرد :

این آزمایش برای تعیین میزان رطوبت مصالح سنگی به کار می رود

## وسایل لازم :

1-ترازو با دقت 0.1 % وزن مصالح

2- قوطی فلزی مخصوص آزمایش

3- گرمخانه یا اون

## مصالح مورد نیاز

1- شن و ماسه

2- آب تمیز ( آب مقطر )

## روش انجام آزمایش

برای انجام آزمایش ابتدا مصالح را با آب مخلوط می کنیم تا مرطوب شود ، سپس مصالح مرطوب را با ترازو با دقت 0.1 گرم وزن می کنیم ، حال مصالح مرطوب را باید خشک کنیم که به روش زیر انجام می شود .

# روش های خشک کردن خاک

1- روش خشک کردن در ماسه ی داغ

2- روش استفاده از الک

3- روش استاندارد با اون

در اینجا ما از روش سوم یعنی روش خشک کردن استاندارد با اون استفاده میکنیم ، برای این کار ظرف نمونه را در اون قرار می دهیم و به مدت 16-24 ساعت در دمای 105 تا 110 درجه در کوره قرار می دهیم.

زمان لازم برای گرم کردن بستگی به مقدار نمونه و مقدار رطوبت نمونه دارد به طوری که برای خاکهای خیکی مرطوب ممکن است این زمان بیش از 24 ساعت باشد.

برای اطمینان از خشک شدن کامل کافی است که در فواصل زمانی 4 ساعت ، ظرف محتوی نمونه توزین گردد ، اگر اختلاف بین دو توزین متوالی کمتر از 0.1 % وزن اولیه نمونه باشد میتوان پذیرفت که خشک شده است .

بعد از خشک شدن نمونه آن را سرد کرده و مجدد آن را توزین می نماییم .

## محاسبات

$$X=w_1-w_2$$

X = میزان رطوبت     $w_1$  = وزن مرطوب     $w_2$  = وزن خشک

# نام آزمایش : تعیین زمان گیرش سیمان

## دامنه کاربرد :

این روش برای تعیین زمان گیرش سیمان با استفاده از سوزن و یکات به کار می‌رود.

## وسایل مورد نیاز :

- 1- ترازو با دقت توزین 0.1 % وزن
- 2- استوانه های مدرج شیشه ای با ارتفاع حداقل 200 میلی متر
- 3- دستگاه ویکات

## ویکات :

این دستگاه شامل یک قاب می باشد که میله ی متحرکی به آن متصل است وزن این میله 300 گرم می باشد . انتهای این میله 5 سانتی متر و به قطر 10 میلیمتر است و انتهای دیگر آن دارای سوزنی به قطر 1 میلیمتر می باشد . در این دستگاه خمیر سیمان داخل حلقه ی مخروطی شکلی قرار می گیرد که قطرهای آن 60 و 70 میلیمتر است و ارتفاع آن 40 می باشد . این حلقه روی صفحه ی مربعی 100 میلیمتری قرار می گیرد.

## روش انجام آزمایش

برای انجام این آزمایش میزان سیمان مورد نظر را با درصد آب مورد نیاز در سیمان ، مخلوط می کنیم . بعد از مخلوط کردن آب و سیمان به سرعت خمیر سیمان را با دست به صورت کروی در می آوریم ، بهتر است این کار را با دستکش انجام دهیم .

بعد از ساخته شدن کامل خمیر سیمان ، آن را از طرف باز تر حلقه به داخل آن قرار می دهیم و سطح آن را به خوبی صاف می کنیم .

### توجه :

- 1- در حین صاف کردن نباید خمیر فشرده شود.
- 2- خمیر سیمان باید طوری در دستگاه قرار گیرد که تمام زوایای آن را بپوشاند

حالا نمونه ی آزمایش را در مکانی مرطوب قرار می دهیم و بعد از هر بار آزمایش آن را دوباره در مکان مرطوب قرار می دهیم.

برای شروع آزمایش ابتدا به مدت 30 دقیقه نمونه را در مکان مرطوب قرار می دهیم حال مخروط را بر زیر دستگاه ویکات قرار دهید .

میله ی دستگاه را به روی صفر تنظیم کنید و سوزن آن را هم سطح خمیر قرار دهید و 30 ثانیه صبر کنید تا سوزن میله به واسطه ی وزن خود به داخل فرو رود و بعد از 30 ثانیه عدد دستگاه را قرائت کنید.

اگر نفوذ برابر 25 میلیمتر یا کمتر باشد ، آزمایش صحیح است ، در غیر این صورت هر 15 دقیقه آزمایش تکرار شود تا عددی برابر 25 میلیمتر قرائت شود.

## نکته ها

باید دقت شود که قطر سوزن 1 میلیمتر باشد و سوزن کج نباشد.

سوزن باید همیشه تمیز باشد تا افزایش حجم پیدا نکند

---



# نام آزمایش : تعیین غلظت نرمال سیمان

دامنه ی کاربرد :

این آزمایش برای تعیین غلظت نرمال سیمان به کار می رود و برای تعیین مقدار آب لازم جهت تهیه خمیر سیمان با غلظت نرمال استفاده می شود.

وسایل لازم :

4- ترازو با دقت توزین 0.1 % وزن

5- استوانه های مدرج شیشه ای با ارتفاع حداقل 200 میلی متر

6- دستگاه ویکات

ویکات :

این دستگاه شامل یک قاب می باشد که میله ی متحرکی به آن متصل است وزن این میله 300 گرم می باشد . انتهای این میله 5 سانتی متر و به قطر 10 میلیمتر است و انتهای دیگر آن دارای سوزنی به قطر 1 میلیمتر می باشد . در این دستگاه خمیر سیمان داخل حلقه ی مخروطی شکلی قرار می گیرد که قطرهای آن 60 و 70 میلیمتر است و ارتفاع آن 40 می باشد . این حلقه روی صفحه ی مربعی 100 میلیمتری قرار می گیرد.

## روش انجام آزمایش

برای آماده کردن خمیر سیمان مقدار سیمان مورد نظر را با درصد آب مورد نظر مخلوط می کنیم .

بعد از مخلوط کردن آب و سیمان به سرعت خمیر سیمان را با دست به صورت کروی در می آوریم ، بهتر است این کار را با دستکش انجام دهیم .

بعد از ساخته شدن کامل خمیر سیمان ، آن را از طرف باز تر حلقه به داخل آن قرار می دهیم و سطح آن را به خوبی صاف می کنیم .

### توجه :

3- در حین صاف کردن نباید خمیر فشرده شود.

4- خمیر سیمان باید طوری در دستگاه قرار گیرد که تمام زوایای آن را

بپوشاند

حال مخروط را بر روی صفحه ی خود قرار دهید و آن را زیر دستگاه قرار دهید میله ی دستگاه را به روی صفر تنظیم کنید و آن را هم سطح خمیر قرار دهید ، حال میله را رها کرده و 30 ثانیه صبر کنید تا میله به واسطه ی وزن خود به داخل فرو رود و بعد از 30 ثانیه عدد دستگاه را قرائت کنید.

اگر این میزان 10 میلیمتر بود ، غلظت خمیر نرمال می باشد . برای رسیدن به این عدد لازم است درصد آب را با یا پایین بیاورید .

## نام آزمایش : وزن انبوهی مصالح – متراکم و غیر متراکم

دامنه کاربرد :

این آزمایش برای تعیین وزن انبوهی مصالح در حالات متراکم و غیر متراکم می باشد

وسایل مورد نیاز :

1. ترازو با دقت 0.1

2. ظرف مندرج مخصوص آزمایش

3. تخماخ برای فشرده کردن

4. الک نمره 4

انجام آزمایش :

ابتدا مصالح را با الک نمره 4 الک می کنیم تا مصالح ریزدانه و درشت دانه از یکدیگر جدا می کنیم.

حال باید ظرف را وزن کنیم ، بعد از وزن کردن باید حجم ظرف را بدست آوریم این کار را با اندازه گیری قطر ظرف و عمق آن و با استفاده از فرمول مربوطه حجم ظرف را بدست می آوریم.

حال ظرف را از مصالح درشت دانه پر میکنیم و آن را در حالت غیر متراکم وزن می نماییم.

این عملیات را تا پنج بار انجام می دهیم و پس از توزین هر مرحله میانگین وزنها را بدست می آوریم.

بعد از انجام عملیات فوق ، مجدد این عملیات را در حالت متراکم انجام می دهیم .  
برای فشرده کردن مصالح باید به وسیله تخماخ مصالح را بکوبیم و سپس توزین نماییم و میانگین بگیریم.

---

وزن قالب : 792.4

حجم قالب :  $\pi \times 5^2 \times 10 = 385.39$

---

وزن متراکم 1 : 1376 g

وزن عادی 1 : 1762 g

وزن متراکم 2 : 1392 g

وزن عادی 2 : 1752 g

وزن متراکم 3 : 1350 g

وزن عادی 3 : 1745 g

وزن متراکم 4 : 1325 g

وزن عادی 4 : 1730 g

وزن متراکم 5 : 1360 g

وزن عادی 5 : 1753 g

---

میانگین وزن متراکم 1 : 1360.6 g

میانگین وزن عادی 1 : 1748.4 g

# نام آزمایش : طرح اختلاط مصالح ریز دانه و درشت دانه

## کاربرد

این آزمایش برای بدست آوردن میزان اختلاط ریز دانه ها و درشت دانه ها بر حسب درصد است.

## وسایل مورد نیاز آزمایش

ترازو با حداکثر خطای  $\pm 0.01$  نیوتن باشد.

الک شماره 4 برای جدا سازی شن و ماسه (درشت دانه و ریز دانه )

ظرف مندرج مخصوص آزمایش

سینی برای زیر الک

تخماخ یا چکش برای فشرده کردن

## مصالح

شن و ماسه به میزان مورد نیاز

## روش انجام آزمایش

ابتدا شن و ماسه ی مورد نظر را با استفاده از الک شماره 4 و سینی الک می

کنیم تا ریز دانه و درشت دانه ها از هم جدا شوند

حالا به میزان 90 درصد حجمی ظرف را از ریز دانه پر می کنیم و با تخماخ

میکوبیم

سپس به میزان 10 درصد حجمی دیگر ظرف را از درشت دانه پر می نماییم  
حال آن را با استفاده از ترازو توزین نموده و یادداشت می کنیم  
دوباره این کار را انجام می دهیم ، اما این بار با درصد های 80 ریز دانه ،  
20 درشت دانه

بار دیگر توزین می نماییم و یادداشت میکنیم  
این کار را تا درصد های 60 ریز دانه و 40 درشت دانه انجام می دهیم  
هر کدام از درصد های توزین شده سنگین تر بود قابل قبول و درست می باشد

## نکته

معمولاً درصد وزنی بین شن و ماسه ، بین 60 درشت دانه و 40 ریز دانه می  
باشد.

## گزارش آزمایش

درشت دانه 10 درصد ، ریز دانه 90 : .....

درشت دانه 40 درصد ، ریز دانه 60 : .....

درشت دانه 50 درصد ، ریز دانه 50 : .....

درشت دانه 55 درصد ، ریز دانه 45 : .....

درشت دانه 60 درصد ، ریز دانه 40 : .....

بیشترین میزان بدست آمده از آزمایش : .....

آزمایش صحیح : درشت دانه 55 درصد ، ریز دانه 45

# نام آزمایش : روش تعیین اسلامپ بتن

## کاربرد آزمایش

با این روش آزمایش می توانیم اسلامپ بتن در آزمایشگاه یا کارگاه را تعیین کنیم

## وسایل

وسایل مورد نیاز در این آزمایش به شرح زیر است:

1. قالب مخروطی شکل مخصوص این آزمایش که قطر بالایی آن 4 اینچ و ارتفاع آن 12 اینچ و قطر پایینی آن 8 اینچ می باشد
2. میله ی کوبیدن که قطر آن 16 میلیمتر است
3. صفحه ی زیر قالب

## مصالح مورد نیاز

1. شن
2. ماسه
3. سیمان
4. آب

## روش انجام آزمایش

ابتدا بتن تازه مورد نظر را تهیه می کنیم که این بتن نماینده ی تمام مخلوط است حال قالب مخروطی شکل مخصوص اسلامپ را مرطوب نموده و آن را روی صفحه ی زیر قالب قرار می دهیم.

باید با ایستادن روی دو جای پا قالب را محکم نگه داریم تا شیره ی بتن از زیر به بیرون نریزد.

حالا قالب را در سه مرحله و در هر مرحله یک سوم حجم قالب را پر میکنیم و در بعد از پر کردن هر لایه با میله 25 ضربه بتن را بکوبید ، این ضربه ها باید طوری باشد که تمام گوشه های قالب پر شود.

این عملیات را با لایه های بالایی هم انجام دهید.

در لایه ی آخر هنگام پر کردن آنقدر بتن داخل قالب بریزید تا به صورت برآمده از قالب بیرون بزند.

بعد از پر شدن و کوبیدن لایه ها ، با غلطاندن میله روی لبه ی قالب بتن های اضافی را پاک کنید.

حال قالب را بدون هیچ حرکت جانبی و پیچشی بالا بیاورید.

بلافاصله با اندازه گیری قائم بین سر قالب و سطح نمونه اسلامپ آن را تعیین کنید.

---



# نام آزمایش : کوارتر مصالح سنگی

## کاربرد آزمایش:

این آزمایش برای کوارتر مصالح سنگی و انتخاب آن برای آزمایش کاربرد دارد.  
از این آزمایش برای نمونه برداری از خاک استفاده می شود.

## وسایل لازم برای آزمایش:

- 1- دستگاه مخصوص آزمایش کوارتر
- 2- ظرف برای مصالح
- 3-ترازو با دقت 0.1 گرم

## روشهای انجام آزمایش

- 1-با استفاده از دستگاه ( روش استاندارد )
- 2-به روش چهار قسمت کردن ( روش صحرایی )

## آزمایش با استفاده از دستگاه

این روش روش استاندارد آزمایشگاهی است ، در این روش از دستگاه مخصوص استفاده می شود .

این دستگاه یک ورودی دارد که مصالح از آن عبور می کنند و دو خروجی دارد که مصالح را به صورت چپ و راست از آن عبور می دهد و به دو نیم تقسیم می کند .

برای شروع آزمایش باید میزان مصالح دلخواه را وارد دستگاه می کنیم .

دستگاه مصالح را به صورت اتفاقی به دو نیم تقسیم می کند که ما یک قسمت آن یعنی نیم آن را برای آزمایش استفاده می کنیم .

با توزین کردن مصالح وزن آن را بدست آورید ، حال اگر وزن میزان دلخواه نبود شما نبود می توانید عملیات را با این مصالح نیز انجام دهید .

این مصالح نمونه ی مورد نظر شما برای آزمایش می باشد .

## **آزمایش به روش چهار قسمت کردن**

این آزمایش در صورت نبود دستگاه به روش ذیل انجام می شود ، در این آزمایش ما مصالح را بعد از مخلوط کردن به چهار قسمت مساوی به صورت افقی و عمودی تقسیم میکنیم ، حال دو قسمت آن را به صورت ضربدری جدا می کنیم و برای انجام آزمایش استفاده می کنیم ، با توزین کردن مصالح وزن آن را بدست آورید ، حال اگر وزن میزان دلخواه نبود شما نبود می توانید عملیات را با این مصالح نیز انجام دهید .

---

# نام آزمایش : بدست آورد درصد ریزدانه یا ارزش ماسه ای

## هدف آزمایش :

هدف از این آزمایش ، تعیین نسبتحجم ماسه مه کل حجم خاک است.

## مقدمه

این آزمایش به منظور تعیین خلوص مصالح ریزدانه به کار می رود و نشان دهنده ی درصد ماسه خالص در برابر مواد کلوئیدی و رسی می باشد، یعنی با آزمایش هم ارز ماسه می توان نسبت ریزدانه به درشت دانه را در خاک مشخص کرد. این آزمایش بیشتر در حالت خاکهای دانه ای اهمیت دارد چون وجود ذرات ریز ممکن است در رفتار این نوع خاکها تاثیر بگذارد.

## وسایل لازم

1-لوله ی استوانه ای به ارتفاع 15 اینچ

2- پیستون

3- آب آشامیدنی

## شرح آزمایش

ابتدا مقداری از آب را تا ارتفاع 4 اینچی داخل لوله استوانه ای می ریزیم ، سپس محلول ( آب مقطر ) را داخل لوله استوانه ای ریخته و درپوش را گذاشته و به مدت  $10 \pm 1$  دقیقه استوانه را در جایی که ساکن است می گذاریم .

بعد از این مدت لوله را برداشته و شروع به تکان دادن می کنیم ، آن را به مدت 30 ثانیه تکان می دهیم سپس آب را در داخل لوله استوانه ای به وسیله لوله برنجی می ریزیم تا ارتفاع 15 اینچ آب می ریزیم سپس ارتفاع ماسه ای  $h_1$  و مواد معلق  $h_2$  اندازه گیری می کنیم . این اندازه گیری یک بار به صورت چشمی و یک بار هم پیستون به آرامی به درون مخلوط فرستاد تا مواد را لمس کند بعد ارتفاع کل خاک و ارتفاع مواد ته نشین را انجام می دهیم .

## محاسبات

$$es = \frac{h_1}{h_2} - 1$$

$$es = \frac{3.5}{4.6} \times 100 = 76 \%$$

چشمی

$$es = \frac{3.4}{4.6} \times 100 = 73 \%$$

پیستون

## نتایج آزمایش

1- توسط این آزمایش می توان نسبت ریز دانه به را در یک خاک معین کرد .

2- این آزمایش بر روی دانه های کمتر از 5 میلی متر انجام می شود .

---

# نام آزمایش : تعیین مقاومت فشاری نمونه های بتن

## دامنه کاربرد

این آزمایش برای تعیین مقاومت نمونه های استوانه ای بتن در فشار انجام می گیرد.

این روش برای بتن هایی است که وزن آنها بیش از 800 کیلو گرم می باشد

## وسایل مورد نیاز در آزمایش

1. ماشین آزمایش

2. دو بلوک فولادی با سطح سخت

## مواد مورد نیاز

نمونه های بتن سخت شده که در یک قسمت بیش از 2% با قطر آن در نقاط دیگر تفاوت نداشته باشد ، ته نمونه باید کاملاً صاف باشد تا فشار به تمام نقاط یکنواخت و یکسان باشد.

## روش انجام آزمایش

برای قرار دادن نمونه در زیر ماشین فشار باید ابتدا بلوک فولادی پایین را در جای خود قرار دهید.

باید دقت کنید که سطوح تکیه گاه و نمونه تمیز باشد.

باید بارگذاری بدون تغییرات ناگهانی و بصورت پیوسته اعمال شود.

بارگذاری را با پایین آوردن فک متحرک دستگاه که از نوع ماریچی می باشد شروع کنید.

سرعت بارگذاری در محدوده ی نصف بار پیش بینی شده وثابت بماند.

نمونه را بار گذاری کرده و حداکثر باری که نمونه تحمل می کند را ثبت نمایید.

انواع شکست های نمونه به شرح زیر است :

ستونی ، برشی ، مخروطی برشی ، مخروطی و دو نیم شدن ، مخروطی

## **تعیین مقاومت فشاری نمونه**

برای تعیین مقاومت فشاری بتن ، بار اعمال شده به سطح مقطع تقسیم می شود

---