

# روش آزمایش استاندارد برای دانه‌بندی مصالح سنگی ریزدانه و درشت دانه بوسیله‌ی الک

## بر اساس استاندارد ASTM C 136-84a

### دامنه‌ی کاربرد

این آزمایش نحوه‌ی توزیع اندازه‌ی دانه‌ها در مصالح ریزدانه و درشت‌دانه را به کمک الک شرح می‌دهد. محدوده‌ی دقت این آزمایش برای دانه‌هایی با حداقل قطر 0.075 mm می‌باشد و برای دانه‌های ریزتر، این روش دقت لازم را ندارد.

### اهمیت و کاربرد

این روش برای تعیین دانه‌بندی مصالح شن و ماسه به کار می‌رود و نتایج این آزمایش در مواردی از قبیل: تطبیق توزیع اندازه‌ی دانه‌ها با مشخصات لازم برای مصالح سنگی، تهیه‌ی اطلاعات لازم برای کنترل تولید سنگدانه‌های مختلف و مخلوط‌هایی که در آنها مصالح سنگی به کار می‌رود مانند (بتن، روسازی راهپا، تهیه‌ی لایه‌ی فیلتر در زهکشی‌ها و ...) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### وسایل آزمایش

#### ترازو

در مورد مصالحی که در این آزمایش مورد استفاده قرار می‌گیرند، ترازوی مصرفی باید دارای دقت ذکر شده باشد. برای مصالح ریزدانه ترازویی با دقت 0.001 وزن نمونه‌ی مورد آزمایش یا 0.1 گرم (هرکدام که بزرگتر باشد) و در مورد مصالح درشت‌دانه یا ترکیبی از مصالح ریزدانه و درشت‌دانه 0.5 گرم یا 0.001 وزن نمونه‌ی مورد آزمایش (هرکدام که بزرگتر باشد).

#### الک

الکهای مورد استفاده در این آزمایش باید از لحاظ مشخصات مطابق با استاندارد ASTM E11 باشند، در زمان آزمایش نیز باید به گونه‌ای روی هم قرار بگیرند که مصالح مورد آزمایش به هدر نروند.

#### لرزاننده‌ی مکانیکی الکها (Shaker)

این دستگاه باید لرزش قائم و یا ترکیبی از لرزش قائم و افقی را به الکها منتقل نماید بطوریکه دانه‌ها بر روی الک به بالا و پائین رفته، از تمام جهات بر روی سوراخهای الک قرار بگیرند.

#### کوره (Oven)

کوره‌ای با اندازه‌ی مناسب به منظور خشک کردن نمونه، این کوره باید قادر باشد دمای یکنواختی به میزان  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  را ایجاد نماید.

### نمونه برداری

نمونه‌ی تهیه شده برای آزمایش باید به گونه‌ای که معرف کل مصالح موجود باشد، انتخاب گردیده، حدود 4 برابر اوزانی باشد که در ادامه‌ی همین بخش می‌آید. پس از مخلوط کردن نمونه‌های به دست آمده با استفاده از روش  $\frac{1}{4}$  کردن و یا به کمک وسیله‌ای که به همین منظور تولید شده (Splitter) وزن نمونه را به حداقل وزن مورد نیاز برای آزمایش تقلیل دهید. (وزن نمونه پس از خشک شدن در آن باید کمی بیش از حداقل مورد نیاز باشد)

در مورد ریزدانه‌ها حداقل وزن مورد نیاز برای نمونه بدین قرار است: در صورتیکه حداقل 95% مصالح از الک نمره‌ی 8 (2.36 mm) عبور کند، 100 گرم و اگر 85% از الک نمره‌ی 4 (4.75 mm) عبور نموده، بیش از 5% آن روی الک نمره‌ی 8 (2.36 mm) بماند، 500 گرم از نمونه برای انجام آزمایش جدا می‌گردد.

حداقل اوزان مورد نیاز برای انجام آزمایش دانه‌بندی با توجه به بزرگترین بعد دانه‌ها:

حداقل وزن نمونه Kg	بزرگترین اندازه‌ی دانه‌ها mm
1.0	9.5
2.0	12.5
5.0	19.0
10.0	25.0
15.0	37.5

در مورد مخلوط‌های ریزدانه و درشت‌دانه وزن حداقل با توجه به بزرگترین قطر دانه‌ها به دست می‌آید. قابل ذکر می‌باشد که پس از انجام دانه‌بندی مصالح نیز باید توجه داشت که وزن مانده روی الک‌ها از حداکثر مجاز هر الک (در بخش‌های بعدی ذکر می‌گردد) نباید بیشتر باشد؛ این مسئله از آنجا ناشی می‌شود که در مورد هر الک دانه‌های مانده روی آن الک باید از تمامی وجوه ممکن در مقابل چشمه‌های الک مربوطه قرار گیرند، در صورتیکه اگر وزن مصالح مانده روی الک از حدی فراتر رود این امر عملاً صورت نمی‌گیرد؛ لذا اگر با ریختن تمامی نمونه بر روی سری الک‌های مورد استفاده در دانه‌بندی با توجه به اوزان فوق‌الذکر، وزن مانده روی الک از حداکثر مجاز فراتر رفت، باید نمونه به اوزان کمتر تقسیم شده و برای هر قسمت به صورت مجزا آزمایش دانه‌بندی انجام گیرد که در نهایت وزن مانده روی هر الک از عبارتست از حاصل جمع اوزان مانده بر روی الک مزبور در آزمایشات متعددی که برای قسمت‌های مجزای نمونه انجام شده است.

### روش انجام آزمایش

نمونه‌ی مورد آزمایش را تا رسیدن به وزن ثابت در دمای  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  خشک نموده تا زمانی که با دست قابل جابجا کردن باشد دانه‌ها را در دمای محیط خنک کنید. الک‌های مورد نیاز در هر آزمایش با توجه به بزرگترین و کوچکترین بعد دانه‌ها تعیین می‌گردد. در صورتیکه محاسبه‌ی مدول نرمی مصالح ماسه‌ای مدنظر باشد، باید از الک‌های توصیه شده توسط استاندارد استفاده نمود. الک‌ها به ترتیب نزولی قطر چشمه‌ی الک از بالا به پائین چیده شده و در زیر ریزترین الک یک تاوه (زیرالک) و در بالای الک‌ها یک درپوش قرار می‌گیرد.

لرزش الک‌ها هم بوسیله‌ی دست و هم لرزاننده قابل اعمال بوده، باید تا زمانی که در هر دقیقه کمتر از 1% وزن مصالح مانده روی هر الک از آن عبور کند، ادامه یابد. برای حصول این شرایط زمان 10 دقیقه کافی به نظر می‌رسد.

به منظور کنترل صحت آزمایش، حداکثر اوزان مانده روی الک‌ها باید در شرایط زیر صدق کنند:

برای الک‌های ریزتر از الک نمره‌ی 4 برابر  $6 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$  و برای الک‌های درشت‌تر  $2.5 \times d \text{ (Kg/m}^2\text{)}$  قطر چشمه‌ی الک برحسب mm می‌باشد)

این مقادیر در مورد چند الک با قطر 20cm از این قرارند:

قطر چشمه (mm)	37.5	25.4	19.05	12.5	9.52	4.75	الک‌های ریزتر از 4 #
وزن مجاز (Kg)	2.98	2.02	1.52	0.99	0.76	0.38	0.2

در صورت استفاده از لرزاننده‌ی الک‌ها، دانه‌های بزرگتر از 75mm را باید تک‌تک و با دست از الک رد نمائید، البته در این کار نباید به سنگدانه‌ها نیرویی اعمال شود.

پس از توزین مصالح مانده روی الکها و زیرالک نباید مجموع این اوزان با وزن نمونه‌ی خشک اولیه بیش از 0.3 درصد وزن نمونه‌ی اولیه اختلاف داشته‌باشد، در غیر اینصورت باید آزمایش تکرار شود.

### محاسبات

پس از بدست آمدن وزن مانده روی الکها و زیرالک، درصد مانده روی هر الک، درصد مانده‌ی تجمعی (حاصل جمع درصد مانده هر الک به الکهای بالای آن) و درصد عبوری (تفاضل درصد مانده تجمعی هر الک از عدد 100) قابل محاسبه است. در صورت نیاز به محاسبه‌ی مدول نرمی مصالح، باید از الکهای {100 # (0.15 mm) ؛ 50 # (0.3 mm) ؛ 30 # (0.6mm) ؛ 16 # (1.18 mm) ؛ 8 # (2.36 mm) ؛ 4 # (4.75 mm) ؛ 3/8 # (9.52 mm) ؛ 3/4 # (19.05mm) ؛ 1 1/2 # (37.5 mm)} استفاده نمود. مدول نرمی عبارتست از خارج قسمت حاصل جمع درصد مانده‌ی تجمعی الکهای ذکر شده تقسیم بر 100.

معمولاً نتایج آزمایش دانه‌بندی را بر روی یک نمودار نیمه لگاریتمی که در آن محور افقی نمایش اندازه‌ی دانه‌ها به میلیمتر و به‌صورت لگاریتمی بوده، درصد عبوری نیز در محور عمودی و به‌صورت طبیعی می‌باشد، ارائه می‌نمایند. از روی نمودار دانه‌بندی مقادیر زیر را می‌توان بدست آورد:

اندازه‌ی مؤثر	$D_{10}$	$D_{10}$ : مقدار محور افقی متناظر با عدد 10 محور عمودی
ضریب یکنواختی	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	$D_{30}$ : مقدار محور افقی متناظر با عدد 30 محور عمودی
ضریب دانه‌بندی	$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$	$D_{60}$ : مقدار محور افقی متناظر با عدد 60 محور عمودی

بر اساس سیستم طبقه‌بندی متحد برای خاکها موارد زیر قابل ذکر است:

اگر مصالح مورد آزمایش ماسه بوده و  $C_u \geq 6$  و  $1 \leq C_c \leq 3$  باشد، ماسه خوب دانه‌بندی شده است.

اگر مصالح مورد آزمایش شن بوده و  $C_u \geq 4$  و  $1 \leq C_c \leq 3$  باشد، شن خوب دانه‌بندی شده است.