

مرکز سنجش و تحقیقات بتن و مصالح سنگی استان یزد



SMYAZD.IR

آدرس: یزد - بلوار ۱۷ شهریور - بلوار ولی عصر

(۵۲ متری امام شهر) کوچه ۱۶ پلاک ۳۹

تلفن: ۰۳۵۳۵۲۳۵۹۰۷

دسته بندی :	سیمان
نام ریز روش :	تست اتوکلاو سیمان Autoclave Test

مدت زمان مورد نیاز جهت مطالعه :
حداکثر ۱۷ دقیقه

تهیه کننده : عرفان امیری
سمت : مدیر فنی آزمایشگاه

مخاطبین هدف : مدیران فنی آزمایشگاه ساختمان
مدیران کنترل کیفیت واحد های تولیدی

تاریخ انتشار : ۱۸ بهمن ۱۴۰۳

(مقدمه)

۱. هدف از تست اتوکلاو

هدف اصلی این آزمایش، تعیین ****پایداری حجمی**** سیمان تحت شرایط فشار و دمای بالا است. این تست برای تشخیص وجود مواد نامطلوب مانند ****منیزیم اکسید (MgO)**** یا ****کلسیم اکسید آزاد (CaO)**** که می‌توانند باعث انبساط ناخواسته در بتن شوند، استفاده می‌شود.

۲. مواد و تجهیزات مورد نیاز

برای انجام این آزمایش به تجهیزات و مواد زیر نیاز دارید:

- ****سیمان****: نمونه سیمان خشک و بدون آلودگی.
- ****آب مقطر****: با کیفیت مناسب.
- ****اتوکلاو (Autoclave)****: دستگاهی که قادر به ایجاد فشار و دمای بالا است.
- ****قالب‌های استاندارد****: قالب‌های مخصوص برای ساخت نمونه‌های ملات سیمان.
- ****ترازوی دقیق****: با دقت ۰.۱ گرم.
- ****دماسنج****: برای اندازه‌گیری دما.
- ****خطکش یا کولیس****: برای اندازه‌گیری طول نمونه قبل و بعد از تست.
- ****ظرف مخلوطکن****: برای ترکیب سیمان و آب.
- ****ملات استاندارد****: شامل سیمان و ماسه استاندارد.

۳. آماده‌سازی نمونه

الف) محاسبه مقدار سیمان و آب

بر اساس استاندارد **ASTM C151**، نسبت وزنی ملات استاندارد به صورت زیر است:

– **۱** قسمت سیمان به **۲.۷۵** قسمت ماسه استاندارد.

– نسبت آب به سیمان (**W/C**) برابر با **۰.۴۴**.

با توجه به اینکه مقدار ماسه **۱۳۵۰** گرم است، مقدار سیمان و آب به شرح زیر محاسبه می‌شود:

۱. محاسبه مقدار سیمان:

$$\text{وزن سیمان} = \frac{1350}{2.75} \approx 490.91 \text{ گرم}$$

۲. محاسبه مقدار آب***:

$$\begin{aligned} 0.44 \times \text{وزن سیمان} &= \text{وزن آب} \\ \text{گرم } 216 &\approx 490.91 \times 0.44 = \text{وزن آب} \end{aligned}$$

بنابراین:

– مقدار سیمان***: 490.91 گرم***.

– مقدار آب***: 216 گرم***.

– مقدار ماسه***: 1350 گرم***.

ب) تهیه ملات استاندارد

۱. سیمان (۴۹۰.۹۱ گرم)، ماسه (۱۳۵۰ گرم) و آب (۲۱۶ گرم) را در ظرف مخلوطکن بریزید.
۲. مواد را به مدت 3^{**} دقیقه ** مخلوط کنید تا خمیر یکدستی به دست آید.

ج) قالبگیری نمونه‌ها

۱. ملات را در قالب‌های استوانه‌ای یا مکعبی بریزید.
۲. سطح نمونه‌ها را صاف کنید و آنها را به مدت 24^{**} ساعت ** در دمای $20 \pm 2^{**}$ درجه سانتی‌گراد ** و رطوبت نسبی $90^{**}\%$ نگهداری کنید.

د) عمل‌آوری اولیه

۱. پس از ۲۴ ساعت، نمونه‌ها را از قالب خارج کنید.
۲. نمونه‌ها را به مدت 3^{**} ساعت ** در آب جوش قرار دهید.
۳. سپس نمونه‌ها را خنک کنید و آماده انجام تست اتوکلاو کنید.

۴. روش انجام تست اتوکلاو

الف) اندازه‌گیری اولیه

۱. طول اولیه نمونه‌ها را با استفاده از خطکش یا کولیس اندازه‌گیری کنید.
۲. نتایج را ثبت کنید. فرض کنید طول اولیه نمونه‌ها ****۱۰۰ میلی‌متر**** است.

ب) قرار دادن نمونه‌ها در اتوکلاو

۱. نمونه‌ها را در داخل اتوکلاو قرار دهید.
۲. اطمینان حاصل کنید که نمونه‌ها به طور یکنواخت در اتوکلاو قرار گرفته‌اند.

ج) تنظیم شرایط اتوکلاو

۱. دمای اتوکلاو را به 216 ± 2 درجه سانتی‌گراد** تنظیم کنید.
۲. فشار داخل اتوکلاو را به 2.1 ± 0.07 مگاپاسکال (MPa)** برسانید.
۳. نمونه‌ها را به مدت 3 ساعت** در این شرایط نگهداری کنید.

د) خنک‌کردن و اندازه‌گیری نهایی

۱. پس از گذشت 3 ساعت، اتوکلاو را خاموش کنید و اجازه دهید دما و فشار به آرامی کاهش یابد.
۲. نمونه‌ها را از اتوکلاو خارج کنید و به مدت 4 ساعت** در آب اتاق قرار دهید.
۳. طول نهایی نمونه‌ها را اندازه‌گیری کنید. فرض کنید طول نهایی نمونه‌ها 100.5 میلی‌متر** است.

۵. محاسبه تغییرات حجمی

تغییرات حجمی نمونه‌ها (انبساط یا انقباض) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{تغییرات حجمی (\%)} = \frac{\text{طول نهایی} - \text{طول اولیه}}{\text{طول اولیه}} \times 100$$

مثال محاسباتی:

فرض کنید:

– طول اولیه نمونه‌ها: **۱۰۰**** میلی‌متر.

– طول نهایی نمونه‌ها: **۱۰۰,۵**** میلی‌متر.

$$\text{تغییرات حجمی} = \frac{100.5 - 100}{100} \times 100 = 0.5\%$$

. معیارهای قبول :

- بر اساس استاندارد **ASTM C151** :
 - حداکثر انبساط مجاز برای سیمان پرتلند معمولی **۰,۸%** است.
 - در این مثال، تغییرات حجمی **۰,۵%** است که در محدوده مجاز قرار دارد.

۷. نکات مهم :

- اطمینان حاصل کنید که اتوکلاو به درستی کالیبره شده است.
- در حین تست، از ایمنی شخصی (مانند دستکش و عینک ایمنی) استفاده کنید.
- در صورت مشاهده اختلاف زیاد در نتایج، تست را تکرار کنید.

. استانداردهای مرتبط :

ASTM C151: Standard Test Method for Autoclave Expansion of Hydraulic Cement

EN 196-3: Methods of testing cement - Part 3: Determination of setting times and soundness

مقدار آب مورد نیاز برای دستگاه اتوکلاو

در تست اتوکلاو سیمان، ****آب**** نقش مهمی در ایجاد محیط مرطوب و فشار لازم برای انجام آزمایش دارد. مقدار آب مورد نیاز برای دستگاه اتوکلاو به طور مستقیم به ظرفیت دستگاه و شرایط آزمایش بستگی دارد. در ادامه، توضیحات کامل درباره مقدار آب و نحوه استفاده از آن ارائه می‌شود.

۱. هدف استفاده از آب در اتوکلاو

- ****ایجاد فشار****: آب در دمای بالا به بخار تبدیل می‌شود و فشار لازم برای انجام آزمایش را ایجاد می‌کند.
- ****حفظ رطوبت****: حضور آب در اتوکلاو باعث می‌شود که نمونه‌ها در محیطی مرطوب قرار گیرند و واکنش‌های شیمیایی به درستی انجام شوند.

۲. مقدار آب مورد نیاز

مقدار آب مورد نیاز برای دستگاه اتوکلاو به ظرفیت دستگاه و دستورالعمل سازنده بستگی دارد. به طور کلی:

۱. برای اتوکلاوهای استاندارد (ظرفیت معمولی):

– معمولاً حدود **۱ تا ۲ لیتر آب** کافی است.

– این مقدار آب باید به اندازه‌ای باشد که پس از

رسیدن به دمای عملیاتی (حدود **۱۶۰ درجه

سانتی‌گراد**)، همچنان مقداری آب در دستگاه باقی بماند

تا بخار کافی تولید شود.

۲. بررسی سطح آب:

– قبل از شروع آزمایش، سطح آب داخل اتوکلاو را

بررسی کنید.

– آب باید به اندازه‌ای باشد که به عنوان **حداقل

سطح آب** مشخص شده توسط سازنده دستگاه برسد.

– از خطوط نشانگر روی بدنه اتوکلاو (اگر وجود داشته

باشد) برای تعیین مقدار آب مناسب استفاده کنید.

۳. استفاده از آب مقطر:

- برای جلوگیری از تشکیل رسوب یا خوردگی در دستگاه، **آب مقطر** استفاده کنید.
- آب شیر یا آب معمولی ممکن است حاوی ناخالصی‌هایی باشد که به مرور زمان باعث آسیب به دستگاه شود.

۳. نحوه اضافه کردن آب به اتوکلاو:

۱. قبل از قرار دادن نمونه‌ها:

- آب را به مقدار مناسب درون محفظه اصلی اتوکلاو بریزید.
- مطمئن شوید که آب به صورت مستقیم روی نمونه‌ها ریخته نشود.

۲. بررسی آب در طول آزمایش:

- در طول آزمایش، مقدار آب نباید کاملاً تبخیر شود. اگر دستگاه شما دارای سیستم خودکار برای کنترل سطح آب است، نیازی به مداخله دستی نیست.

– اگر دستگاه شما فاقد این سیستم است، پس از اتمام آزمایش، سطح آب را بررسی کنید و در صورت نیاز، آب جدید اضافه کنید.

۴. نکات مهم در مورد آب و اتوکلاو :

– **دمای آب** : آب باید در دمای اتاق باشد. استفاده از آب داغ یا سرد ممکن است باعث اختلال در عملکرد دستگاه شود.

– **پر کردن بیش از حد** : اضافه کردن آب بیش از حد مجاز می‌تواند باعث خرابی دستگاه یا نتایج نادرست شود.

– **تخلیه آب پس از آزمایش** : پس از اتمام آزمایش، آب باقی‌مانده را از دستگاه تخلیه کنید تا از تشکیل رسوب یا خوردگی جلوگیری شود.

۵. معیارهای استاندارد :

بر اساس استانداردهای **ASTM C151** و **EN 196-3** :

– مقدار آب باید به گونه‌ای باشد که فشار و دمای مورد نیاز برای آزمایش تأمین شود.

– سطح آب باید به اندازه‌ای باشد که در طول آزمایش (معمولاً ۳ ساعت) کاملاً تبخیر نشود.

۶. مثال عملی

فرض کنید دستگاه اتوکلاو شما دارای ظرفیت **۱۰۰ لیتر** است و سازنده دستگاه مشخص کرده است که حداقل **۱,۵ لیتر آب** برای انجام آزمایش نیاز است.

- **مرحله ۱** : ۱,۵ لیتر آب مقطر را در محفظه اصلی اتوکلاو بریزید.

- **مرحله ۲** : نمونه‌ها را درون اتوکلاو قرار دهید و دستگاه را روشن کنید.

- **مرحله ۳** : پس از اتمام آزمایش، آب باقی‌مانده را تخلیه کنید و دستگاه را تمیز کنید.

جمع‌بندی :

مقدار آب مورد نیاز برای دستگاه اتوکلاو معمولاً بین **۱ تا ۲ لیتر** است، اما دقیقاً باید به دستورالعمل سازنده دستگاه مراجعه کنید. استفاده از آب مقطر و رعایت حداقل و حداکثر سطح آب مشخص شده توسط سازنده، از جمله نکات مهم در این آزمایش است.