



بتن با مقاومت (فشاری) استوانه‌ای کم

کم‌بودن مقاومت (فشاری) استوانه‌ای بتن، ناشی از چیست؟

یک نمونه از این معیارهای پذیرش مقاومت در جدول ۹-۱ ارائه شده است. اگر نتایج آزمایش با هر یک از شرایط (الف) یا (ب) مطابقت نداشته باشد، باید اقداماتی به منظور افزایش مقاومت بتن انجام شود. اگر نتایج با شرط (ب) مطابقت نداشته باشد، باید بررسی لازم به منظور حصول کفایت سازه‌ای آن بخش از سازه انجام گردد.

زمانی که یک الزام مقاومتی مشخص تعیین شده باشد، نتایج آزمایش مقاومت فشاری آرمونه‌های استوانه‌ای بتن به عنوان مبنای پذیرش بتن آماده استفاده می‌شود. استوانه‌ها از یک نمونه بتن تازه، قالب‌گیری و در شرایط استاندارد عمل‌آوری شده و در نهایت، در سنی که در دستورالعمل‌ها ذکر شده است (معمولاً سن ۲۸ روزه) تحت آزمایش قرار می‌گیرند. به منظور بررسی قابلیت اعتماد نتایج آزمایش، روش‌ها باید مطابق با استانداردهای ASTM باشند (در ایران، استانداردهای ملی ایران ملاک عمل خواهد بود). میانگین مقاومت مجموعه‌ای از دو آرمونه استوانه‌ای به قطر ۱۵۰ و ارتفاع ۳۰۰ میلی‌متر یا سه آرمونه به قطر ۱۰۰ و ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر که از یک نمونه بتن ساخته شده‌اند، یک نتیجه آزمایش را تشکیل می‌دهند. در برخی موارد، نمونه‌ها در سن ۷ روز آزمایش می‌شوند تا یک شاخص اولیه از مقاومت بالقوه به دست آید؛ اما از این نتایج برای تعیین پذیرش بتن نباید استفاده گردد. آرمونه‌های استوانه‌ای که برای پذیرش بتن استفاده می‌شوند نباید با آرمونه‌های استوانه‌ای عمل‌آوری‌شده در محل اشتباه گرفته شود. از آرمونه‌های عمل‌آوری‌شده در محل، برای بررسی شرایط عمل‌آوری و محافظت از بتن، برآورد مقاومت زود هنگام در سازه به منظور بازکردن قالب‌ها یا انجام عملیات پس‌کشیدگی و ادامه فعالیت ساختمانی استفاده می‌شود.

آیین‌نامه ساختمانی (ACI 318) و استاندارد مشخصات بتن سازه‌ای (ACI 301) تصریح می‌کنند که وقتی طرح مخلوط‌ها برای ارضای الزامات استاندارد تهیه شده باشند، نتایج آزمایش مقاومت به دلیل تغییرپذیری طبیعی نتایج، حدود یک‌بار در هر ۱۰۰ آزمایش با معیار پذیرش مطابقت نخواهد داشت.

معیارهای مورد استفاده برای پذیرش مقاومت عبارتند از: الف- میانگین سه آزمایش متوالی، برابر یا بیشتر از مقاومت مشخصه باشد.

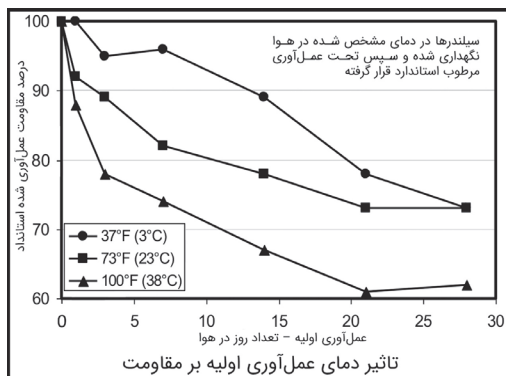
ب- در صورتی که مقاومت مشخصه کمتر یا مساوی ۳۵ مگاپاسکال باشد، هیچ نتیجه آزمایشی نباید بیش از ۵/۳ مگاپاسکال از مقاومت مشخصه، کمتر بوده یا در صورتی که مقاومت مشخصه بیش از ۳۵ مگاپاسکال باشد، هیچ نتیجه آزمایشی نباید کمتر از ۹/۰ برابر مقاومت مشخصه شود.

مقاومت فشاری مشخصه معادل با ۲۷/۶ مگاپاسکال (۴۰۰۰ پوند بر اینچ مربع)				
شماره نمونه	آرمونه شماره ۱	آرمونه شماره ۲	میانگین دو آرمونه	میانگین سه نمونه متوالی
مثال بتن قابل پذیرش				
۱	۳/۲۸	۴/۲۹	۹/۲۸	--
۲	۵/۲۶	۱/۲۸	۳/۲۷	--
۳	۵/۳۰	۷/۳۰	۶/۳۰	۹/۲۸
۴	۳/۲۵	۳/۲۶	۸/۲۵	۹/۲۷
۵	۹/۳۱	۵/۳۱	۷/۳۱	۴/۲۹
مثال بتن کم‌مقاومت و غیر قابل پذیرش				
۱	۰/۲۵	۵/۲۴	۸/۲۴	--
۲	۴/۲۷	۰/۲۸	۷/۲۷	--
۳	۱/۲۸	۶/۲۷	۹/۲۷	۸/۲۶
۴	۵/۳۳	۴/۳۲	۰/۳۳	۵/۲۹
۵	۴/۲۳	۴/۲۱	۴/۲۲	۸/۲۷
* یک نتیجه آرمون، بیش از ۵/۳ مگاپاسکال کاهش نشان داده است.				

۲۵ بدست آمده می‌شود. مهم‌ترین عوامل بروز این خطاها عبارتند از پرداخت نامناسب سطوح، عمل‌آوری اولیه در دمای بالاتر از ۲۷ درجه سلسیوس، یخ‌زدگی آرمونه‌ها، ماندن بیش‌ازحد در محل، آسیب در جابجایی، تأخیر در بازکردن قالب و عمل‌آوری در آرمایشگاه، کلاهک‌گذاری نادرست و بی‌دقتی در شکستن آرمونه‌ها.

آرمایشگاه باید در قبال نقص‌های موجود در روش‌های خود، مسئول باشد. کارشناسان آرمایش‌های میدانی و کارکنان آرمایشگاه باید دارای گواهینامه معتبر بوده و کارکنان ساختمانی آموزش‌ندیده در زمینه آرمایش‌های بتن، نباید از بتن نمونه‌گیری کرده یا آن را جابجا نمایند. در ACI 318 الزامی آورده شده است که آرمایشگاه‌ها برای سیستم کیفیت و صلاحیت کارشناسان خود، باید مطابق ASTM C1077 فعالیت کنند (چنین الزامی در ایران، مطابق با استاندارد ISO 17025 برای آرمایشگاه‌ها تعریف می‌شود). آرمایشگاه‌ها باید توسط آرمایشگاه مرجع سیمان و بتن (CCRL) یا یک برنامه ارزیابی معادل مورد بازرسی قرار گیرند (در ایران، این برنامه توسط مرکز ملی تایید صلاحیت ایران که زیر نظر سازمان ملی استاندارد است، انجام می‌شود). کارشناسان آرمایش‌های میدانی باید گواهینامه ACI Grade I یا معادل آن را داشته و کارشناسان آرمایشگاه باید گواهینامه‌های ACI Grade I و II و/یا گواهینامه آزمون مقاومت ACI یا معادل آن را داشته باشند.

اگر نقص موجود، بررسی را الزام نماید، ابتدا باید دقت آرمایش، محت‌سنجی شده و سپس نیازهای سازه‌ای با مقاومت اندازه‌گیری شده مقایسه گردد. اگر آرمایش، دارای نقص و مشکل بوده یا مقاومت بدست‌آمده، بیش‌تر از نیاز واقعی سازه در قسمت مورد بررسی باشد، بررسی مقاومت بتن در محل بی‌معنا است. با این حال، اگر روش‌ها مطابق استانداردها بوده ولی مقاومتی که برای تامین ظرفیت سازه‌ای عضو مورد نظر لازم است، مورد بحث و چالش باشد، ممکن است بررسی بیش‌تر بتن اجراشده در محل ضروری شود (برای اطلاعات بیش‌تر، به راهنمای شماره ۱۰ بتن در اجرا مراجعه گردد).



چرا آزمون‌های (مقاومت) فشاری نتایج کمی را نشان می‌دهند؟

دلایل اصلی پایین بودن مقاومت فشاری بتن، عبارتند از:

۱. جابجایی، عمل‌آوری یا آرمایش آرمونه‌های استوانه‌ای به شیوه‌ی نادرست (که معمولاً شایع‌ترین دلیل است).
 ۲. اضافه‌کردن آب بیش‌ازحد به مخلوط بتن در محل کارگاه که معمولاً به خاطر تأخیر در بتن‌ریزی یا درخواست اسلامپ بالاتر برای سهولت در اجرا و پرداخت صورت می‌گیرد.
 ۳. هوای زیاد داخل بتن (و درون آرمونه‌ها)
 ۴. وجود خطا در تولید بتن یا عوامل پیش‌بینی‌نشده حین انتقال
- زمانی که در نتایج مقاومت فشاری، اعداد کم گزارش می‌شود، اقدامات زیر باید صورت پذیرد:
۱. تمام گزارش‌های آرمایش جمع‌آوری و قبل از اقدام، بررسی شود. آرمایشگاه نباید فقط گزارش‌های مردود را ارائه دهد.
 ۲. الگو و تعداد نتایج مقاومت‌های گزارش‌شده بررسی گردد. هم‌چنین:

- به توالی نتایج توجه شود؛ آیا از انطباق با معیارهای پذیرش مقاومت (که در مورد آن بحث شد)، تخطی شده است یا خیر.
 - محدوده تغییرات نتایج دو یا سه آرمونه‌ی استوانه‌ای که از یک نمونه بتن تهیه شده‌اند، به ندرت از حد ۵/۹ و ۵/۸ درصد (به ترتیب برای دو و سه آرمونه) نسبت به میانگین نتایج تجاوز می‌نماید.
 - این موضوع بررسی شود که آیا نتایج نشان می‌دهد آرمونه‌ها تا مرز شکست کامل، تحت بارگذاری قرار گرفته‌اند یا خیر.
 - ۳. آیا گزارش‌های آرمایش، دلایل احتمالی را ارائه می‌دهند؟
 - تاریخ و زمان تولید و بارگیری بتن، نمونه‌گیری، جمع‌آوری از محل پروژه و تحویل به آرمایشگاه بررسی شود.
 - دمای بتن و محیط، تعداد روزهای حضور آرمونه‌ها در کارگاه، روش‌های عمل‌آوری اولیه در محل، مدت زمان حمل و عمل‌آوری متعاقب در آرمایشگاه بررسی گردد.
 - اسلامپ، مقدار هوا و چگالی (در صورت اندازه‌گیری) مورد توجه قرار گیرد.
 - بررسی هرگونه عیب گزارش‌شده در آرمونه‌ها مدنظر باشد.
- مهم است که روش‌ها مطابق استانداردهای ASTM (در ایران، مطابق استاندارد ملی ایران و آئین‌نامه بتن ایران) انجام شوند. تقریباً تمام خطاها در جابجایی و آرمایش آرمونه‌ها باعث کاهش مقاومت اندازه‌گیری‌شده خواهد شد. تمام خطاها، با یکدیگر جمع‌شده و موجب کاهش قابل توجه مقاومت



چگونه می‌توان آزمایش‌هایی که منجر به مقاومت پایین می‌شوند را کاهش داد؟

- ♦ اطمینان حاصل کنید که بتن در محل پروژه مطابق ASTM C117۲ (معادل استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۱-۱) نمونه‌گیری شده باشد.
- ♦ نمونه‌های استوانه‌ای، مطابق با الزامات عمل‌آوری استاندارد در ASTM C۳۱ (معادل استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵)، ساخته و عمل‌آوری شده باشند.
- ♦ نمونه‌ها در محل پروژه و هنگام حمل‌ونقل، با دقت جابجا شوند.
- ♦ نمونه‌ها در آزمایشگاه مطابق ASTM C39 (معادل استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۸) آزمایش شوند.