

ضوابط پذیرش آزمایش میلگرد و بتن

بررسی جامع ضوابط پذیرش بتن و میلگرد فولادی
پایگاه خبری تحلیل فولاد مرکز آهن

ضوابط پذیرش آزمایش میلگرد و بتن



بررسی جامع ضوابط پذیرش بتن و میلگرد فولادی

کلیه ضوابط پذیرش مربوط به بتن و میلگرد و مصالح مصرفی آن، در فصل ۱۰ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان تحت عنوان (ارزیابی و کنترل کیفیت و بازرسی بتن و مصالح مصرفی) درج شده است. در این مقاله به بررسی جامع شرایط پذیرش میلگرد و بتن برای استفاده در ساختمان خواهیم پرداخت. لازم به ذکر است که فایل مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و فایل اکسل کنترل نتایج آزمایش میلگرد برای سهولت شما عزیزان در ضمیمه این مقاله پیوست شده است.

بتن و مصالح تشکیل دهنده آن بایستی، ضوابط مربوطه را برآورده سازند. در صورتی که مقاومت فشاری نمونه تهیه شده از بتن مصرفی در سن ۲۸ روز، پاسخگوی مقاومت مشخصه طراحی باشد، این موضوع شرط لازم برای پذیرش بتن است ولی کافی نخواهد بود زیرا که مصالح تشکیل دهنده بتن نیز باید تحت کنترل و آزمایش قرار گیرد.

این بند یکی از مصادیقی است که تایید می کند نظارت ساختمان، تضمین کیفیت است و نه صرفاً کنترل کیفیت. یعنی در حقیقت فرآیند تولید نیز بایستی کنترل شود و آزمایش مصالح تشکیل دهنده بتن هم لازم خواهد بود. در انتهای فصل ۱۰، صفحات ۱۴۸ و ۱۴۹ جدولی مربوط به ۱۷ مورد آزمایش برای مشخصه های بتن درج شده است که ما به طور معمول فقط ۲ مورد از آن را انجام می دهیم.

جدول ۹-۱۰-۲۵ کنترل و بازرسی مشخصه‌های بتن

ردیف	نوع آزمایش	نوع بازرسی - آزمایش	هدف	زمان تکرار
۱	تعیین نسبت‌ها برای طرح اختلاط	آزمایش در ابتدای کار	تامین دلیل آن که ویژگی‌های مورد نظر در حاشیه ایمنی مناسب حاصل می‌شود	پیش از استفاده از هر مخلوط جدید، به شرط آنکه داده‌هایی براساس تجربیات بلند مدت در اختیار نباشد.
۲	میزان کلراید در مخلوط	محاسبه براساس کلراید موجود در مواد تشکیل دهنده بتن	حصول اطمینان از اینکه میزان کلراید از حد مجاز فراتر نمی‌رود	در ابتدای کار و در مواردی که میزان کلراید مواد تغییر کند.
۳	میزان رطوبت در سنگدانه درشت	آزمایش خشک کردن یا معادل آن	اصلاح مقدار آب مورد نیاز	در صورت غیر مداوم بودن به طور روزانه، بسته به شرایط جوی منطقه ممکن است آزمایش‌های مورد نیاز کم یا زیاد شوند.
۴	میزان رطوبت در سنگدانه ریز	اندازه گیری به طور مداوم آزمایش خشک کردن یا معادل آن	اصلاح مقدار آب مورد نیاز	در صورت غیر مداوم بودن به طور روزانه، بسته به شرایط جوی منطقه ممکن است آزمایش‌های مورد نیاز کم یا زیاد شوند.
۵	روئی بتن	بازرسی عینی	بروئی مقایسه با وضعیت ظاهری مورد نیاز بتن	هر مرتبه ساخت.
۶		آزمایش روئی	ارزیابی انطباق میزان روئی یا روئی مورد نیاز و کنترل تغییرات احتمالی مقدار آب	۱. هنگام تهیه آزمون برای آزمایش بتن سخت شده ۲. هنگام آزمایش تعیین میزان هوای بتن ۳. در موارد تردید براساس مشاهدات عینی
۷	وزن مخصوص بتن تازه	آزمایش وزن مخصوص	بازرسی پیمانه و مخلوط کردن و کنترل وزن مخصوص بتن سبک یا سنگین	به تعداد دفعات آزمایش مقاومت فشاری
۸	آزمایش مقاومت فشاری آزمون‌های قالب‌گیری شده	آزمایش مطابق استاندارد	ارزیابی مشخصه‌های مقاومت مخلوط	مطابق بند ۹-۱۰-۸-۲
۹	وزن مخصوص ظاهری بتن سخت شده سبک یا سنگین	آزمایش مطابق استاندارد	ارزیابی وزن مخصوص	به تعداد دفعات آزمایش مقاومت فشاری

جدول ۹-۱۰-۲۵ کنترل و بازرسی مشخصه‌های بتن (ادامه)

ردیف	نوع آزمایش	نوع بازرسی - آزمایش	هدف	زمان تکرار
۱۰	مقدار آب اضافه شده به مخلوط	ثبت مقدار آب اضافه شده	تعیین نسبت آب به سیمان واقعی	هر بار پیمانه و مخلوط کردن
۱۱	مقدار سیمان بتن تازه	ثبت مقدار سیمان مصرف شده	کنترل مقدار سیمان و تعیین نسبت آب به سیمان واقعی	هر بار پیمانه و مخلوط کردن
۱۲	مقدار مواد افزودنی بتن تازه	ثبت مقدار مواد افزودنی مصرف شده	کنترل مقدار مواد افزودنی	هر بار پیمانه و مخلوط کردن
۱۳	نسبت آب به سیمان بتن تازه	با تقسیم نمودن جمع ردیف‌های ۱۰ و ۱۱ بر روش آزمایش استاندارد توافق شده	ارزیابی نسبت آب به سیمان	روزانه یا بیشتر بر حسب نیاز
۱۴	مقدار هوای موجود در مخلوط بتن تازه برای بتن‌های با حباب هوا	آزمایش مطابق استاندارد	ارزیابی انطباق مقدار هوا با مقدار هوای مقرر شده	۱. اولین پیمانه و حداقل یکبار ۲. به دفعات بیشتر متناسب با شرایط تولید و تاثیر عوامل محیطی
۱۵	یکنواختی	آزمایش از طریق مقایسه مشخصه‌های نمونه‌های برداشته شده از یخشهای مختلف یک مخلوط	ارزیابی یکنواختی مخلوط	در موارد تردید
۱۶	تفوذپذیری	آزمایش مطابق استاندارد	ارزیابی مقاومت در برابر نفوذ آب	در ابتدای کار دوره‌های بعدی براساس توافق
۱۷	سایر مشخصه‌ها	مطابق با آیین‌نامه‌های مربوطه یا براساس توافق به عمل آمده	ارزیابی انطباق با مشخصه مورد نیاز	براساس توافق به عمل آمده

به گفته محمد فلاح اصل با توجه به تعهد سنگین ناظرین مبنی بر تضمین کیفیت ساختمان، انجام ندادن آزمایشات لازم، توجیه نخواهد داشت. اگر تحمیل هزینه آزمایشات به قیمت تمام شده ساختمان مطرح گردد، لازم هست بدانیم مطابق با ارزیابی سازمان برنامه و بودجه، هزینه کلیه آزمایشات مورد نیاز برای ساختمان اعم از خاک و میلگرد و بتن و جوش و ... ، تنها ۴ درصد از هزینه ساخت خواهد بود. پس لازم است با فرهنگ سازی و آرام آرام به سمت انجام کلیه آزمایشات حرکت کنیم.

به طور کلی پذیرش بتن، منوط به برآورده شدن کلیه شرایط زیر است:

- ضوابط مربوط به مصالح تشکیل دهنده آن
- ضوابط مربوط به بتن ساخته شده

از جمله شامل ضوابط مربوط به

بتن تازه (نظیر آزمایش کارایی)

بتن سخت شده (نظیر آزمایش تعیین مقاومت فشاری ۲۸ روزه)

دوام (نظیر حداکثر نسبت آب به سیمان)

ضوابط مربوط به مشخصات خاص بتن ناشی از روش خاص اجرای بتن (نظیر بتن های پمپی یا بتن ریزی زیر آب)

ضوابط پذیرش سیمان های پرتلند

تواتر نمونه برداری و ضوابط الزامی سیمان های پرتلند شامل مشخصات شیمیایی ، فیزیکی، مکانیکی سیمان های

پرتلند، سیمان پرتلند سفید و پوزولانی

ضوابط پذیرش سنگدانه مصرفی در بتن

تواتر نمونه برداری و ضوابط الزامی سنگدانه های مصرفی در بتن شامل ضوابط الزامی دانه بندی سنگدانه های ریز

و درشت و حداکثر مواد زیان آور در آن ها، حداکثر مجاز دانه های پولکی و سوزنی در سنگدانه های درشت،

ویژگی های فیزیکی و مکانیکی نمونه های بتن سازه ای با سنگدانه های سبک و ضوابط دانه بندی آن

ضوابط پذیرش آب مصرفی در بتن

آب غیر آشامیدنی و حداکثر مقدار مجاز مواد زیان آور در آب مصرفی در بتن

ضوابط پذیرش پوزولان ها و مواد شبه سیمانی

مشخصات پوزولان ها و مواد شبه سیمانی می باید با استانداردهای ملی مربوطه تطابق داشته باشد.

ضوابط پذیرش میلگرد فولادی

در ادامه به طور کامل تشریح می گردد.

ضوابط پذیرش بتن

تعریف مقاومت مشخصه

نحوه تبدیل نتایج مقاومت نمونه های مکعبی و استوانه ای غیر استاندارد به استوانه ای استاندارد تاثیر نوع سیمان

و سن بتن بر روی مقاومت فشاری نسبی بتن

آزمونه و نمونه برداری بتن های مصرفی در کارگاه

تواتر نمونه برداری

ضوابط و شرایط مجاز بودن عدم نمونه گیری از بتن های مصرفی

ارزیابی مقاومت بتن ساخته شده

مراحل گام به گام ارزیابی مقاومت بتن ساخته شده

نحوه برخورد با بتن ها غیر قابل قبول از نظر مقاومت (بتن های کم مقاومت یا کم دوام)

مقاومت مشخصه

رایج ترین روش برای تشخیص کیفیت بتن تازه، اخذ نمونه های مقاومت فشاری و کنترل نتایج آن با مقاومت

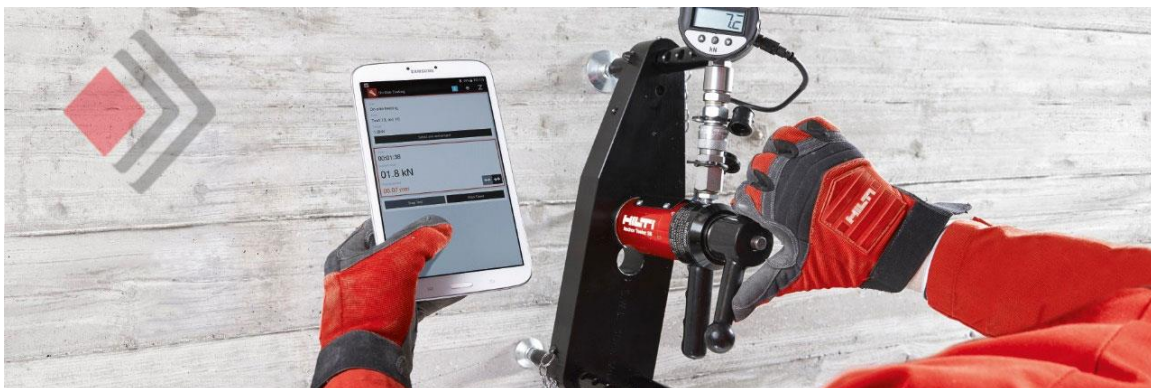
مشخصه بتن می باشد.

• تعریف مقاومت مشخصه

مقاومت فشاری مشخصه بتن مقاومتی است که حداکثر ۵ درصد تمامی مقاومت های اندازه گیری شده در نمونه

های استوانه ای استاندارد براساس آزمایش های ۲۸ روزه ، کمتر از آن باشد. مقاومت مشخصه یک مفهوم آماری

است، بدان معنا که بازه ای قابل قبول از مقاومت فشاری تعیین می کند.



کلمه مشخصه در عبارت مقاومت مشخصه به چه معناست؟

همان طور که می دانیم اگر شکل نمونه، سن نمونه، نحوه بارگذاری نمونه، سرعت بارگذاری نمونه، ابعاد نمونه و نحوه نگهداری نمونه عوض شود، مقاومت حاصله از نمونه تغییر خواهد کرد، پس مقاومت نمونه به همه این عوامل وابسته است.

در این جا مقصود از کلمه مشخصه، شرایط مشخصی از نمونه و آزمایش است که مقاومت حاصل از نمونه با رعایت این شرایط مشخص، مقاومت مشخصه نامیده می شود. پس در مقاومت مشخصه، کلمه مشخصه اطلاق به شرایط استاندارد شده آزمایش و نمونه برداری و نگهداری و خود نمونه است.

در استاندارد ملی و مقررات ملی ما، شرایط مقاومت مشخصه عبارتست از : نمونه ۲۸ روزه استوانه ای به ابعاد ۱۵۰ در ۳۰۰ میلی متر.

به مفهوم دیگر یعنی وقتی راجع به مقاومت مشخصه صحبت می شود، صرفا نمونه ای مد نظر است که شکل ظاهری آن استوانه ای با ابعاد ۱۵۰ در ۳۰۰ میلی متر باشد و نحوه گرفتن آزمایش مطابق با استاندارد رعایت شود (در سه لایه ریخته شود و تعداد مشخصی ضربه وارد شود) و همچنین شرایط نگهداری در آزمایشگاه و پروسه آزمایش و پروتکل بارگذاری هم مطابق با استاندارد مشخص باشد و در نهایت نیز این نمونه در سن ۲۸ روز مورد آزمایش واقع گردد.

عمدتا به جای استفاده از نمونه های استوانه ای از نمونه های مکعبی استفاده می شود، چرا؟

وقتی آزمونه ی استوانه ای را پر می کنیم، انتهای آزمونه، انتهای مضرسی خواهد بود و هرچه لیسه ای و صاف شود، وقتی بتن آب از دست می دهد، زبری دانه ها نمایان خواهد شد و قاعدتا نمی توان این سطح غیر یکنواخت را تحت بارگذاری و آزمایش قرار داد، چون تنش یکنواخت به سطح وارد نمی شود و بایستی این سطح غیر یکنواخت را با خمیر نرم گوگرد پر کرده و صاف نمود تا آماده آزمایش شود.

اما نمونه مکعبی این مشکل را ندارد. چون وقتی این مکعب را پر می کنیم و سطح نمونه مضرس شود، بعد از باز نمودن قالب و به هنگام آزمایش، نمونه را ۹۰ درجه چرخانده و دو وجه صاف زیر جک گذاشته می شود و آزمونه مورد آزمایش قرار می گیرد. در این حالت دیگر نیازی به کپینگ نیست. تنها مزیت مکعبی نسبت به استوانه ای همین است.

تنها نکته این موضوع این است که به هنگام نمونه برداری، پر کردن آزمونه در سه لایه انجام می شود و هنگام آزمایش، به جای اینکه بارگذاری عمود بر این لایه ها انجام شود، موازی با این لایه ها انجام خواهد شد. این مساله موجب افت مقاومت در آزمونه می شود که البته چون این کاهش مقاومت در جهت اطمینان هست، جای نگرانی نخواهد داشت.

تاثیر نوع سیمان و سن بتن بر مقاومت فشاری نسبی بتن

در مبحث نهم، بند ۹-۱۰-۸-۱۱ و جدول ۹-۱۰-۲۴ به بررسی تاثیر نوع سیمان و سن بتن بر مقاومت فشاری می پردازد.

۹-۱۰-۲۴ تاثیر نوع سیمان و سن بتن بر روی مقاومت فشاری نسبی بتن

نوع سیمان	مقاومت فشاری (به صورت نسبی)			
	۱ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه	۹۰ روزه
سیمان نوع I	۰/۳۰	۰/۶۶	۱/۰۰	۱/۲۰
سیمان نوع II	۰/۲۳	۰/۵۶	۰/۹۰	۱/۲۰
سیمان نوع III	۰/۵۷	۰/۷۹	۱/۱۰	۱/۲۰
سیمان نوع IV	۰/۱۷	۰/۴۳	۰/۷۵	۱/۲۰
سیمان نوع V	۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۸۵	۱/۲۰

این جدول، مقاومت فشاری مورد انتظار برای بتن های ساخته شده با سیمان های مختلف و در سنین مختلف را به صورت نسبی، نسبت به مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن ساخته شده با سیمان تیپ یک ساخته شده، نشان می دهد.

جدول نشان می دهد که روند کسب مقاومت بتن هایی که با شرایط یکسان ولی با انواع مختلف سیمان ساخته می شوند، یکسان نیست.

در استفاده از این جدول، می توان به عنوان یک شاخص، روند کسب مقاومت زیر را در نظر گرفت

$$\text{تیپ ۳} < \text{تیپ ۱} < \text{تیپ ۲} < \text{تیپ ۵} < \text{تیپ ۴}$$

یعنی از راست به چپ، در یک سن مشخص، کسب مقاومت نمونه افت می کند، زیرا که سیمان تیپ ۳ سیمان سخت شونده است و همین طور سیمان های تیپ ۲ و ۵ سیمان های دیر سخت شونده هستند.

همان طور که مشاهده می شود مقاومت نمونه های ساخته شده با سیمان های مختلف در سن ۹۰ روز، ۱/۲ برابر مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه ساخته شده با سیمان تیپ یک است. این بدان معناست که ما انتظار داریم در ۹۰ روز، همه نمونه ها با ۲۰ درصد اضافه مقاومت همراه شوند. البته بعد از ۹۰ روز هم رشد مقاومت وجود دارد ولی با شیب کم.

گفتیم برای بررسی پذیرش بتن، بایستی مقاومت نمونه ۲۸ روزه کنترل گردد. چرا مقاومت در سن ۲۸ روز ملاک است؟

علت اینکه مقاومت نمونه ها در سن ۲۸ روز ملاک است، یک کار آماری است. بدین صورت که با بررسی موارد بسیار متعدد در ساختمان های متعارف، به این نتیجه رسیده اند که روند اجرا و نحوه بارگذاری به گونه ای است که در ۲۸ روز به این مقاومت نیاز پیدا می کند.

در جایی که آیین نامه مدت زمان باز کردن قالب و یا برداشتن پایه های اطمینان یا مدت زمان مورد نیاز جهت عمل آوری را بیان کرده است، دقیقاً با این فرض بوده که بتن در ۲۸ روز به این مقاومت برسد نه اینکه هر وقت رسید مشکلی ندارد.

خیلی از اوقات نمونه در سن ۲۸ روز شکسته می شود و مقاومت لازم را کسب نمی کند و دستگاه نظارت منتظر نتیجه آزمایش نمونه شاهد در سن ۹۰ روز می شود. برخی از ناظرین اگر مقاومت در ۹۰ روز به مقاومت مندرج در نقشه رسیده باشد، مشکل را حل شده تصور می کنند در حالی که این تصور اشتباه است زیرا که مستند به جدول، مقاومت نمونه شاهد زمانی قابل قبول بودن بتن را ضمانت می کند که مقاومت ۹۰ روزه، ۲۰ درصد از مقاومت مندرج در نقشه بیشتر باشد. پس ملاک پذیرش مقاومت ۲۸ روزه است.



بررسی بتن های ساخته شده با انواع مختلف سیمان

استفاده از مقاومت نمونه ها در سنین ۱۱ و ۴۲ روزگی به جای ۷ و ۲۸ روزه، در بتن های ساخته شده با سیمان های نوع دو و پنج مجاز نیست و فاقد وجهات قانونی است. اگر در ساخت بتن از سیمان دیر سخت شونده مثل سیمان تیپ ۲ یا ۵ یا سیمان پوزولانی استفاده شود، نحوه ارزیابی مقاومت به چه صورت است؟ در این صورت همان طور که در بند فوق هم تاکید می نماید، نمونه ها باید در سن ۲۸ روزه شکسته شود ولی مقاومت مورد انتظار باید از جدول صفحه ۱۴۶ مقررات ساختمان استخراج گردد.

برای مثال مقاومت مورد انتظار ما از بتن ساخته شده با سیمان تیپ ۲ در سن ۲۸ روز، باید ۹۰ درصد مقاومت بتن ساخته شده با سیمان تیپ ۱ در سن ۲۸ روز باشد.

یعنی اگر طراحی و طرح اختلاط ما براساس بتن ساخته شده با سیمان تیپ ۱ باشد و مقاومت مشخصه بتن مورد نیاز طرح ۳۰ مگا پاسکال باشد، حال اگر از سیمان تیپ ۲ در ساخت بتن استفاده شود و بتن در سن ۲۸ روز، مقاومت فشاری ۲۷ مگا پاسکال را کسب نمود، بتن قابل قبول خواهد بود. این بدان معناست که روند کسب مقاومت در حال پیمودن مسیر صحیح است.

قبلا گفتیم که تمامی ضوابط مندرج در آیین نامه از جمله زمان قالب برداری و عمل آوری و ... با این فرض است که بتن در سن ۲۸ روز به مقاومت مشخصه برسد، حال در صورت استفاده از سیمان های دیر سخت شونده که روند کندتری در کسب مقاومت دارند، جهت رفع نگرانی مربوط به بارگذاری و حفاظت از بتن، چه اقدامی بایستی انجام دهیم؟

در صورت مصرف انواع سیمان های دیر سخت شونده و یا استفاده از سیمان های پوزولانی استاندارد در بتن، با توجه به دیرتر سخت شدن این نوع سیمان ها، می باید با انجام آزمایش های لازم بر روی سیمان مورد استفاده و کسب اطلاع از روند افزایش مقاومت آن، نسبت به سیمان نوع یک، زمان انجام قالب برداری، باز کردن پایه های اطمینان، عمل آوری و هر آنچه که به مقاومت لازم در سنین مشخص مربوط است، به روش مناسب تصحیح گردد. جدول صفحه ۱۴۶ مقررات ساختمان به ما کمک می کند تا روند کسب مقاومت نمونه را کنترل کنیم و همچنین به ما کمک می کند تا در صورت نیاز، تعدیل یا تطویل زمان های لازم را انجام دهیم. برای ترسیم نمودار روند کسب مقاومت بتن با سیمان های مخلف و در سنین مختلف، می توان از نقاط داده شده در جدول ۹-۱۰-۲۴ استفاده نمود. در تبدیل مقاومت نمونه ها با سیمان های مختلف و در سنین مختلف، ملاک مقاومت ۲۸ روزه بتن ساخته شده با سیمان تیپ ۱ می باشد.

شرط صحت آزمونه ها بسیار مهم است و غالبا مغفول واقع می شود.

آزمونه ها زمانی قابل قبول تلقی می شوند که اختلاف بین مقاومت دو آزمونه، از ۵ درصد میانگین آن ها کمتر باشد.

به وفور دیده شده است که در تفسیر نتایج آزمایشگاهی، به این موضوع توجه نشده است. عموما اکثر مهندسين میانگین بین نتایج آزمونه ها را بدون در نظر گرفتن شرط فوق، به عنوان مقاومت نمونه تلقی می کنند.

در حالی که در صورت عدم احراز شرط صحت آزمونه ها، صحت انجام آزمایش زیر سوال می رود و بدین معناست که نتایج آزمایش قابل استناد نیست و این آزمونه ها معرف کیفیت بتن ما نخواهند بود.



آزمونه و نمونه برداری از بتن های مصرفی در کارگاه

هدف از تعدد آزمونه ها چیست؟

علت تعدد آزمونه ها، اصلا بحث لحاظ نمودن یکنواختی بتن نیست! بلکه جهت جلوگیری از خطای نمونه گیری و انجام آزمایش است. اگر ارزیابی یکنواختی بتن مد نظر باشد، بایستی چند سری نمونه بگیریم و نه چند آزمونه چرا آزمونه ها باید همزمان تهیه و در شرایط یکسان نمونه گیری و متراکم و عمل آوری شده و تحت آزمایش قرار گیرند؟

آزمونه ها باید از یک محل و از یک نقطه گرفته شود فقط به خاطر اینکه خطای پر کردن قالب، نگهداری و انجام آزمایش پوشیده شود، پس در این شرایط متوقع هستیم که نتایج آزمونه ها خیلی نزدیک به هم باشند.

مبانی پایه ای ضوابط پذیرش

پذیرش بتن صرفا براساس نمونه های عمل آمده در آزمایشگاه صورت می پذیرد و این پذیرش فقط شاخصی برای تعیین کیفیت بتن ساخته شده و نه بتن نهایی ریخته شده و موجود در ساختمان است.

از آن جا که کیفیت بتن مصرفی ، علاوه بر کیفیت بتن ساخته شده، به کیفیت اجرا نیز بستگی دارد، لذا سایر مراحل کار اعم از حمل حمل، ریختن، تراکم، پرداخت و عمل آوری و مراقبت از بتن، می باید جداگانه کنترل گردد که این کنترل ها به عنوان بخش مکمل کنترل کیفیت بتن ساخته و ریخته شده الزامی است.

پذیرش بتن مبتنی بر ارزیابی آماری نتایج حاصل از نمونه برداری های متوالی است.

پس از ارزیابی بتن مصرفی، این بتن در یکی از رده پذیرش زیر قرار خواهد گرفت

- قابل قبول
- غیر قابل قبول
- عدم پذیرش قطعی

برای ارزیابی مقاومت بتن ساخته شده نکات زیر حائز اهمیت است
 نتایج مقاومت های به دست آمده از نمونه ها بررسی می گردد.
 مقاومت فشاری بتن در سن ۲۸ روز ملاک عمل است
 نمونه ها باید براساس آزمون های استوانه ای استاندارد باشد.
 در صورت استفاده از نمونه های مکعبی می باید نتایج آن ها به مقادیر نظیر نمونه های استوانه ای تبدیل شود.
 با توضیحات ارائه شده، اکنون برای بررسی پذیرش مقاومت فشاری نمونه در سن ۲۸ روز بایستی مقاومت نمونه مکعبی به استوانه ای تبدیل شود.

جدول ۹-۵-۱ مقادیر r_1

$a \times a$	۱۰۰ × ۲۰۰	۱۵۰ × ۳۰۰	۲۰۰ × ۴۰۰	۲۵۰ × ۵۰۰	۳۰۰ × ۶۰۰
r_1	۱/۰۲	۱/۰۰	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۱

جدول ۹-۵-۲ مقادیر r_2

مکعبی b	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰
r_2	۱/۰۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۵	۰/۹

جدول ۹-۵-۳ مقادیر r_3

مقاومت فشاری نمونه مکعبی (MPa)	≤ ۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵
r_3	۱/۲۵	۱/۲۰	۱/۱۷	۱/۱۴	۱/۱۳	۱/۱۱	۱/۱۰
مقاومت فشاری نمونه استوانه ای (MPa)	یا توجه به ضریب	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰

نمونه برداری متوالی به چه معناست

منظور از دو نمونه برداری متوالی آن است که فاصله بین زمان نمونه برداری آن ها از سه شبانه روز بیشتر نباشد.
 اگر X_1 و X_2 و X_3 نتایج سه نمونه بردای متوالی باشند به منظور ارزیابی کیفیت بتن ساخته شده، گام های زیر طی شود.

$$X_r \geq f_c \quad x_r \geq f_c \quad x_1 \geq f_c$$

در صورتی که هر سه رابطه فوق، همزمان برقرار بودند، در آن صورت بتن از نظر مقاومت، قابل قبول است. در غیر این صورت گام دوم بررسی می شود.

یادآوری می گردد که به جای سه رابطه فوق، می توان رابطه زیر را نوشت و کنترل کرد:

$$\text{Min}(x_1, x_r, x_r) \geq f_c$$

روابط زیر باید کنترل شود

فقط هنگامی می باید گام دوم را کنترل کردن که بتن در گام اول قابل قبول شناخته نشده باشد.

روابط زیر باید کنترل شود.

$$X_m \geq f_c + 1/5 \text{ MPa}$$

$$X_{\min} \geq f_c - 4 \text{ MPa}$$

در صورتی که هر دو رابطه اخیر، همزمان برقرار بودند در آن صورت بتن از نظر مقاومت، قابل قبول است. در غیر این صورت، گام سوم مورد بررسی قرار می گیرد.

فقط هنگامی می باید گام سوم را کنترل کرد که بتن در گام اول و دوم قابل قبول شناخته نشده باشد. در این گام باید روابط زیر کنترل شود.

$$X_{\min} < f_c - 4 \text{ MPa}$$

یا

$$X_m < f_c$$

در صورتی که هر دو یا یکی از روابط فوق برقرار باشد، بتن غیر قابل قبول شناخته می شود. در غیر این صورت بتن عدم پذیرش قطعی شناخته می شود.

نحوه برخورد با بتن های عدم پذیرش قطعی

در صورتی که براساس بند ۹-۱۰-۸-۵، بتن عدم پذیرش قطعی تلقی گردد:

اگر ارزیابی در مرحله ای صورت می گیرد که امکان اصلاح وجود داشته باشد (مانند بررسی و پذیرش طرح اختلاط بتن)، مهندس طراح (طراح طرح اختلاط) می تواند با انجام اصلاحات لازم بدون بررسی بیشتر بتن را قابل قبول تلقی نماید.

اگر ارزیابی پس از اجرای بتن باشد، در این مرحله می باید بتن را با مقاومت کم ارزیابی نمود و بایستی اقدامات ذکر شده برای این نوع بتن ها انجام شود.

در صورتی که مقاومت آزمونه های عمل آمده در آزمایشگاه، براساس بند ۹-۱۰-۸-۵، بتن از نظر مقاومت غیر قابل قبول ارزیابی شود، باید تدابیری به شرح زیر برای حصول اطمینان از ظرفیت باربری ساختمان اتخاذ شود. البته در هر صورت مقاومت آزمونه ها نباید از مقدار ۱۶ مگاپاسکال کمتر باشد.

مجددا تاکید می شود که اگر سه نمونه متوالی موجود باشد؛ برای بررسی شرایط پذیرش بتن از این بند استفاده می شود ولی اگر سه نمونه متوالی موجود نبود، ملاک پذیرش، صفا مقایسه مقاومت نمونه با مقاومت مشخصه خواهد بود.

اصولا به دلایل مختلفی ممکن است ظرفیت عضو طراحی شده بیش از نیاز آن باشد. از جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد.

- تیپ بندی مقاطع جهت سهولت اجرا
- بکارگیری میلگرد هایی با سطح مقطع بیشتر از حد نیاز به دلیل مصرف تعداد صحیح میلگرد
- استفاده از میلگرد های با قطر یکسان

در این گام، بایستی به صورت موضعی، تنها همان عضوی که بتن آن کم مقاومت است، مورد بررسی قرار گیرد. به این صورت که به تحلیل سازه ورود نمی کنیم و صرفا بررسی می کنیم که آیا این عضو با مقاومت کاهش یافته ی بتن، توانایی تحمل نیاز موجود را دارد یا خیر؟

همه مواردی که تاکنون بیان شد در خصوص ارزیابی و ضوابط پذیرش بتن از جنبه فنی بود و ارتباطی با جریمه بتن ندارد. جریمه بتن توافقی بین کارفرما و پیمانکار است و پذیرش حقوقی جریمه بتن، مطابق با شرایط خصوصی پیمان خواهد بود. چه بسا بتن از لحاظ فنی پذیرفته شود ولی طبق پیمان، پیمانکار موظف به پرداخت جریمه بتن شود.

ضوابط پذیرش میلگرد فولادی

تعداد و تواتر نمونه ها باید به گونه ای باشد که نتایج آزمایش های انجام شده بر روی آن ها معرف کیفیت کل آرماتور مصرفی و حداقل به میزان ذکر شده در سه بند زیر باشند.

به ازای هر ۵۰۰۰ کیلوگرم وزن میلگرد و کسر آن یک سری نمونه

از هر قطر یک سری نمونه

از هر نوع فولاد یک سری نمونه

آزمون هایی که باید بر روی میلگرد انجام شود.

- آزمون کشش
- آزمون سنجش ابعاد و وزن
- آزمون خمش
- آزمون خمش مجدد
- آزمون خستگی
- آزمون تعیین ترکیب شیمیایی
- ضوابط الزامی میلگرد های مصرفی

مشخصات هندسی میلگرد

رواداری طول ها و قطرهای میلگرد ها و آج های میلگرد های آجدار باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

ضوابط و الزامات قطر اسمی انواع میلگرد های ساده و آجدار، قطر زمینه میلگرد های آجدار (d۱) و نیز قطر خارجی میلگرد های آجدار (d۲)، مطابق جدول ۹-۱۰-۲۰ می باشد. سایر ویژگی های میلگرد ها باید مطابق با استانداردهای ملی مربوطه باشد.

قطر اسمی میلگرد های ساده یا آجدار، از رابطه زیر به دست می آید.

$$d_b = \sqrt{\frac{M}{0.00785\pi L}}$$

جرم یک قطعه میلگرد،
بر حسب گرم

طول یک قطعه میلگرد،
بر حسب میلیمتر

جدول ۹-۱۰-۲۰ ضوابط و الزامات قطرهای: اسمی، زمینه و خارجی انواع میلگردها

میلگردهای S۵۰۰ (با آج دوکی)			میلگردهای S۳۴۰ و S۴۰۰ (با آج یکنواخت)			میلگردهای S۳۴۰ و S۴۰۰ (با آج دوکی)			قطر اسمی میلگردهای ۲۴۰ (mm)(d _s)
قطر خارجی در بلندترین نقطه آج عرضی و یا آج طولی (d _e) (mm)	قطر زمینه (d _t) (mm)	قطر اسمی (d _s) (mm)	قطر خارجی (d _e) (mm)	قطر زمینه (d _t) (mm)	قطر اسمی (d _s) (mm)	حداکثر ارتفاع برجستگی طولی (mm)	قطر زمینه (d _t) (mm)	قطر اسمی (d _s) (mm)	
-	-	-	۶/۷۵	۵/۷۵	۶	۰/۶	۵/۷۰	۶	۶
-	-	-	۹/۰۰	۷/۵۰	۸	۰/۸	۷/۶۰	۸	۸
-	-	-	۱۱/۳۰	۹/۳۰	۱۰	۱/۰	۹/۵۰	۱۰	۱۰
-	-	-	۱۳/۵۰	۱۱/۰۰	۱۲	۱/۲	۱۱/۴۰	۱۲	۱۲
۱۵/۷۰	۱۳/۲۰	۱۴	۱۵/۵۰	۱۳/۰۰	۱۴	۱/۴	۱۳/۴۰	۱۴	۱۴
۱۸/۲۰	۱۵/۲۰	۱۶	۱۸/۰۰	۱۵/۰۰	۱۶	۱/۶	۱۵/۳۰	۱۶	۱۶
۲۰/۲۰	۱۷/۲۰	۱۸	۲۰/۰۰	۱۷/۰۰	۱۸	۱/۸	۱۷/۳۰	۱۸	۱۸
۲۲/۲۰	۱۹/۲۰	۲۰	۲۲/۰۰	۱۹/۰۰	۲۰	۲/۰	۱۹/۲۰	۲۰	۲۰
۲۴/۲۰	۲۱/۲۰	۲۲	۲۴/۰۰	۲۱/۰۰	۲۲	۲/۲	۲۱/۲۰	۲۲	۲۲
۲۷/۲۰	۲۴/۲۰	۲۵	۲۷/۰۰	۲۴/۰۰	۲۵	۲/۵	۲۴/۰۳	۲۵	۲۵
۳۰/۸۰	۲۶/۸۰	۲۸	۳۰/۵۰	۲۶/۵۰	۲۸	۲/۸	۲۶/۹۰	۲۸	۲۸
-	-	-	۳۴/۵۰	۳۰/۵۰	۳۲	۳/۲	۳۰/۷۸	۳۲	۳۲
-	-	-	۳۹/۵۰	۳۴/۵۰	۳۶	۳/۶	۳۴/۸۰	۳۶	۳۶
-	-	-	۴۳/۵۰	۳۸/۵۰	۴۰	۴/۰	۳۸/۵۰	۴۰	۴۰

مشخصات مکانیکی میلگرد

میلگرد ها زمانی از نظر مکانیکی قابل قبول شناخته می شوند که یکی از شرایط بندهای شماره ۹-۱۰-۷-۲-۱ یا ۹-۱۰-۷-۲-۲ و به طور همزمان همه شرایط بندهای ۹-۱۰-۷-۳-۳ و ۹-۱۰-۷-۲-۴ و ۹-۱۰-۷-۲-۷ که در ذیل می آیند برآورده نمایند.

۹-۱۰-۷-۲-۱ در تمامی ۵ آزمون میلگرد انتخابی باید رابطه زیر برقرار باشد:

$$(f_{y, obs})_i \geq f_{yk}$$

$f_{y, obs}$ تنش تسلیمی که در آزمایش کشش بر روی میلگرد های مصرفی مورد نظر عملاً به دست می آید (MPa)
 f_{yk} مقاومت مشخصه میلگرد های فولادی، کمترین تنشی که تنش تسلیم حداکثر ۵ درصد از نمونه های فولادی کمتر از آن باشد (MPa)

۹-۱۰-۷-۲-۲ در صورتی که تمام یا بخشی از شرایط بند ۹-۱۰-۷-۲-۱ برآورده نشود، ۵ آزمون دیگر انتخاب می شود. نتایج ۱۰ آزمون در بندهای ۹-۱۰-۷-۲-۱ و ۹-۱۰-۷-۲-۲ باید در رابطه زیر صدق کند.

$$f_{y,obs,m} \geq f_{yk} + 0.16s$$

$$f_{y,obs,m} = \frac{\sum_{i=1}^{10} (f_{y,obs,m})_i}{10}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} [(f_{y,obs,m}) - (f_{y,obs})_i]^2}{9}}$$

$f_{y,obs}$ متوسط مقادیر $f_{y,obs}$ برای آزمون های میلگرد

s انحراف معیار برای آزمون های میلگرد

۹-۱۰-۷-۲-۳ در هر یک از آزمون های مذکور در بندهای ۹-۱۰-۷-۲-۱ و ۹-۱۰-۷-۲-۲ باید تمامی روابط زیر برقرار باشد.

$$f_{su} \geq 1.18(f_{y,obs})_i$$

$$(f_{su,obs})_i \geq 1.25f_{yk}$$

$$|(f_{y,obs})_i - f_{yk}| \leq 125MPa$$

$$(f_{su,obs})_i \geq 1.25(f_{y,obs})_i$$

F_{su} تنش که تنش نهایی حداکثر ۵ درصد از نمونه های میلگرد فولادی کمتر از آن باشد

$F_{su,obs}$ مقاومت کششی میلگرد های فولادی، یعنی مقاومت حد نهایی که در آزمایش کشش بر روی آزمون های مورد نظر به دست می آید.

۴-۲-۷-۱۰-۹ به عنوان ضابطه شکل پذیری، ازدیاد طول نسبی دو طول معیار، یکی به طول ۱۰ برابر و دیگری به طول ۵ برابر قطر میلگرد (یعنی ۱۰ € و ۵ €) باید حداقل برابر با مقادیر مندرج در جدول ۹-۱۰-۲۱ باشد.

جدول ۹-۱۰-۲۱ حداقل مجاز ازدیاد طول نسبی میلگردهای فولادی در آزمایش کشش

رده فولاد	S۲۴۰	S۳۴۰	S۴۰۰	S۵۰۰
ازدیاد طول نسبی	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۸
حداقل مقدار مجاز ϵ_1	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۰
حداقل مقدار مجاز ϵ_2				

به عنوان ضابطه شکل پذیری، میلگرد ها باید با مشخصات و اندازه های مندرج در جدول ۹-۱۰-۲۲ تحت آزمون خمش قرار گیرند.

جدول ۹-۱۰-۲۲ زاویه خمش و نسبت قطر خمش به قطر اسمی میلگردها در آزمایش خمش

میلگردهای فولادی

رده	زاویه خمش (درجه)		نسبت قطر فک خمش به قطر اسمی میلگرد
	خمش سرد	خمش مجدد	
S۲۴۰	۱۸۰	۹۰	۲
S۳۴۰	۱۸۰	۹۰	۳
S۴۰۰	۱۸۰	۹۰	۵
S۵۰۰	۹۰	۹۰	۵

آزمون خمش به دو صورت خمش سرد و خمش مجدد صورت می گیرد.

آزمون خمش سرد بر روی نمونه هایی با طول حداقل ۲۵۰ میلی متر که مستقیماً از خط تولید به دست آمده و هیچ گونه عملیات مکانیکی (از جمله تراشکاری) بر روی آن اعمال نشده است انجام می شود. روش آزمون خمش سرد مطابق استاندارد ملی ایران صورت می گیرد.

در آزمون خمش مجدد، نمونه های آزمون که مشابه نمونه های خمش سرد است به میزان ۹۰ درجه در دمای محیط خم و سپس نمونه به مدت حداقل نیم ساعت تا دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس گرم می شود. پس از آنکه نمونه سرد شده و به دمای محیط رسید آن را با نیروی پیوسته و یکنواخت به میزان ۲۰ درجه برمی گردانند. میلگرد زمانی از نظر هریک از آزمون های خمش قابل قبول تلقی می گردد که پس از خمش، هیچ گونه ترک، شکستگی یا سایر عیوب (مطابق استانداردهای ملی مربوطه) در آن ایجاد نگردد و مشاهده نشود.

ضمیمه ۱ : مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان

ضمیمه ۲ : کنترل نتایج آزمایش میلگرد