

ارزیابی مقاومت و نفوه پذیرش بتن

دفترچه ۱۴-۶-۹ و ۱۵-۶-۹

از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

به همراه روش جریمه مالی پیمانکار

گردآوری : مهندس متورو احمد رضا جعفرزاده

۱۳۹۴

۴-۶-۹- تعیین نسبت‌های اختلاط براساس تجربه کارگاهی و مخلوط‌های آزمایشی

۴-۶-۹-۱- مقاومت فشاری مشخصه بتن

مقاومت فشاری مشخصه بتن مقاومتی است که حداکثر ۵ درصد تمامی مقاومت‌های اندازه گیری شده برای رده بتن موردنظر ممکن است کمتر از آن باشد. در عمل، در شرایط اجرایی کارگاهی، در صورتی بتن منطبق بر مشخصات و قابل قبول تلقی می‌شود که با شرایط بند ۴-۶-۵ مطابقت داشته باشد.

۴-۶-۹-۲- رده‌بندی بتن

رده‌بندی بتن براساس مقاومت مشخصه آن به ترتیب زیر است:

C6	C8	C10	C12	C16	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50
----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

اعداد بعد از C بیانگر مقاومت فشاری مشخصه بتن بر حسب مگاپاسکال می‌باشند.

فقط بتن‌های رده C20 و بالاتر را می‌توان در بتن آرمه به کار برد.

برای بتن‌های بالاتر از رده C50 علاوه بر مقررات این بخش، ضوابط ویژه دیگری نیز باید رعایت شود.

۹-۲-۱-۱- روش‌های تعیین نسبت‌های اختلاط

- الف - برای بتن‌های رده C12 و پایین‌تر می‌توان نسبت‌های اختلاط را براساس تجارت قبلی و بدون مطالعه آزمایشگاهی تعیین کرد.
- ب - برای بتن‌های پایین‌تر از رده C20 ، می‌توان «نسبت‌های اختلاط استاندارد» مطابق دفترچه مشخصات فنی عمومی راملاک قرار داد مشروط بر آنکه مصالح مصرفی استاندارد باشند.
- پ - برای بتن‌های رده C20 و بالاتر، تعیین نسبت‌های بهینه اختلاط باید از طریق مطالعات آزمایشگاهی و با در نظر گرفتن ضوابط طراحی براساس دوام صورت گیرد. این مطالعات ممکن است قبل از شروع عملیات اجرایی توسط طراح انجام پذیرد و نتیجه به دست آمده به عنوان «نسبت‌های اختلاط مقرر» در دفترچه مشخصات فنی خصوصی درج شود. یا توسط مجری به انجام رسد و نتیجه به دست آمده به عنوان «نسبت‌های اختلاط تعیین شده» به کار رود.

۹-۳-۲- انحراف استاندارد

- ۹-۳-۱- در مواردی که در کارگاه پرونده آزمایش‌های مقاومت بتن موجود باشد باید انحراف استاندارد نتایج محاسبه شود.
- پرونده مذکور باید دارای شرایط زیر باشد:

- الف - نوع مصالح، روش کنترل کیفیت و شرایط مشابه آنچه در اجرای طرح مورد نظر است، در آن مشخص شود. تغییرات در مصالح و نسبت‌های اختلاط در پرونده مذکور نباید محدودیتی بیشتر از حدود تعیین شده در طرح موردنظر داشته باشد.
- ب - باید ساخت بتنی را که مقاومت میانگین لازم مطابق بند ۹-۴-۶-۹ را دارد مشخص کند.
- پ - باید شامل نتایج آزمایش حداقل ۳۰ نمونه متوالی یا دو گروه نمونه‌های متوالی با مجموع حداقل ۳۰ آزمایش باشد. مگر آن که شرایط بند ۹-۴-۶-۹ تأمین شود. نمونه‌های متوالی به نمونه‌هایی گفته می‌شود که فاصله زمانی هر نمونه‌برداری با نمونه‌برداری بعد از آن بیشتر از ۳ شبانه‌روز نباشد.
- ۹-۳-۲- در مواردی که در کارگاه پرونده آزمایش‌های مقاومت مطابق بند ۹-۴-۶-۹

موجود نباشد، ولی نتایج ۱۵ تا ۲۹ آزمایش نمونه‌های متوالی در دست باشد می‌توان با ضرب کردن انحراف استاندارد این نتایج در ضریب اصلاح مطابق جدول ۹-۶، انحراف استاندارد تقریبی قابل قبولی به دست آورد.

پرونده آزمایش‌ها در صورتی قابل قبول است که شرایط «الف» و «ب» از بند ۹-۴-۶ را برآورده کند، و تنها یک گزارش از آزمایش نمونه‌های متوالی در مدت حداقل ۴۵ روز ارائه دهد.

جدول شماره ۹-۶-۶. ضریب اصلاح انحراف استاندارد

ضریب اصلاح برای انحراف استاندارد	تعداد آزمایش‌ها*
۱/۱۶	۱۵
۱/۰۸	۲۰
۱/۰۳	۲۵
۱/۰۰	۳۰ یا بیشتر

* برای تعداد آزمایش‌های بین مقادیر داده شده، ضریب اصلاح با استفاده از درون‌یابی خطی محاسبه می‌شود.

۹-۶-۴-۴-۴. مقاومت فشاری متوسط لازم

۹-۶-۴-۴-۱-۱. مقاومت فشاری متوسط لازمی که به عنوان مبنای تعیین نسبت‌های اختلاط بتن به کار می‌رود باید با توجه به انحراف استاندارد حاصل از بند ۹-۶-۴-۳ معادل مقدار بزرگتر از بین دو مقدار به دست آمده از روابط زیر باشد:

$$f_{cm} = f_c + 1.34s + 1.5 \quad \text{MPa} \quad (1-6-9)$$

$$f_{cm} = f_c + 2.33s - 4 \quad \text{MPa} \quad (2-6-9)$$

۹-۶-۴-۲-۲. در مواردی که در کارگاه پرونده آزمایش‌های مقاومت برای تعیین انحراف استاندارد مطابق بندهای ۱-۳-۶-۹ یا ۱-۳-۴-۶-۹ موجود نباشد، برای تعیین مقاومت

فشاری متوسط لازم باید از جدول ۹-۶-۷ استفاده شود. در این صورت تدوین مدارک مربوط به مقاومت متوسط باید مطابق بند ۹-۶-۵ باشد.

جدول ۹-۶-۷- مقاومت فشاری متوسط لازم در حالتی که نتایج برای تعیین انحراف استاندارد در دسترس نباشند

ردہ بتن	مقاومت فشاری متوسط لازم، مگاپاسکال
C12 و پایین‌تر	$f_{cm} = f_c + 6$
C16	$f_{cm} = f_c + 7.5$
C20	$f_{cm} = f_c + 8.5$
C25	$f_{cm} = f_c + 9.5$
C35 و C30	$f_{cm} = f_c + 10.5$
C40 و بالاتر	$f_{cm} = f_c + 11$

۹-۶-۵- تدوین مدارک مربوط به مقاومت فشاری متوسط

مجموعه مدارکی که نشان می‌دهند نسبت‌های پیشنهادی اختلاط، مقاومت فشاری متوسطی، حداقل معادل مقاومت فشاری متوسط لازم را تأمین می‌کند می‌توانند مشتمل بر پروندهای از آزمایش‌های مقاومت در شرایط کارگاهی یا چند پرونده از آزمایش‌های مقاومت یا مخلوط‌های آزمایشی آزمایشگاهی باشد.

۹-۶-۴-۱- پرونده آزمایش‌های مقاومت باید معرف مصالح و شرایط سوردانتظار در عمل باشد. تغییرات در مصالح و نسبت‌های اختلاط نباید محدودیتی بیشتر از حدود تعیین شده در طرح موردنظر داشته باشد. به منظور تدوین مدارکی که نشان دهد مخلوط بتن مقاومت متوسط لازم را خواهد داشت، می‌توان پروندهای مشتمل بر حداقل ۱۰ آزمایش متوالی یا ۳۰ آزمایش متفرق را به کار برد مشروط بر آن که این پرونده آزمایش‌های انجام شده در مدت حداقل ۴۵ روز را دربرگیرد.

نسبت‌های لازم برای اختلاط بتن رامی‌توان براساس درونیابی خطی بین مقاومتها و نسبت‌های

اختلاط ذکر شده در حداقل ۲ پرونده آزمایش، مطابق سایر ضوابط این بند به دست آورد.

۹-۶-۴-۲-۵-در صورتی که در کارگاه پرونده‌های قابل قبول از نتایج آزمایشها موجود نباشد می‌توان نسبتهای اختلاط بتن را براساس مخلوطهای آزمایشی آزمایشگاهی و با مراعات شرایط زیر تعیین کرد:

الف - اختلاط مصالح باید همان باشد که در طرح موردنظر به کار خواهد رفت.

ب - مخلوطهای آزمایشی آزمایشگاهی با نسبتهای اختلاطی و روانی لازم برای کار موردنظر باید حداقل با سه نسبت مختلف آب به سیمان یا سه مقدار سیمان ساخته شوند، به طوری که محدوده‌ای از مقاومت‌های فشاری متوسط لازم را دربرگیرند.

پ - مخلوطهای آزمایشی آزمایشگاهی باید طوری طراحی شوند که اختلاف اسلامپ آنها با مقدار حداکثر مجاز اسلامپ در محدوده 2 ± 0.5 میلیمتر باشد و برای بتن حبابدار، اختلاف مقدار هوا با هوای حداکثر مجاز در محدوده $0/5 \pm 0.5$ درصد باشد.

ت - برای هر نسبت آب به سیمان یا هر مقدار سیمان باید حداقل سه آزمونه مطابق «روش ساختن و عمل آوردن آزمونهای بتن در آزمایشگاه» (دست ۵۰۳)، ساخته و عمل آورده شوند. آزمونهای باید در سن ۲۸ روزه یا هر سن دیگری که در طرح برای تعیین مقاومت مشخصه بتن مقرر شده آزمایش شوند.

ث - بعد از حصول نتایج آزمایش‌های فشاری آزمونهای باید نموداری رسم کرد که رابطه بین نسبت آب به سیمان یا مقدار سیمان با مقاومت فشاری در زمان آزمایش را نشان دهد.

ج - حداکثر نسبت آب به سیمان یا حداقل مقدار سیمان برای بتن مورد استفاده در طرح، باید نظری قسمتی از نمودار باشد که براساس آن مقاومت فشاری متوسط لازم مطابق بند ۹-۶-۴ تأمین شود. مگر آن که با توجه به بند ۹-۶-۳ مقداری کمتر برای نسبت آب به سیمان یا مقداری بیشتر برای عیار سیمان موردنظر باشد.

۹-۶-۶-ع- تقلیل یا افزایش مقاومت فشاری متوسط

۹-۶-۶-۱-بعد از به دست آمدن اطلاعات کافی از نتایج آزمایش‌های مقاومت ضمن اجرای سازه، می‌توان مقاومت فشاری متوسط لازم را تقلیل داد، مشروط بر آن که:

الف - نتایج حداقل ۳۰ آزمایش مقاومت موجود باشد و متوسط آنها از مقدار لازم مطابق بند

۹-۴-۴-۶. بیشتر باشد.

ب - ضوابط مربوط به شرایط ویژه محیطی مطابق بند ۹-۶-۱ تأمین شود.

۹-۴-۵-۲- در صورتی که متوسط نتایج حداقل ۲۰ آزمایش مقاومت از مقدار لازم مطابق بند ۹-۴-۵ کمتر باشد باید اقداماتی برای افزایش مقدار متوسط نتایج آزمایش‌های بعدی مقاومت صورت گیرد.

۹-۵-۱- ارزیابی و پذیرش بتن

۹-۵-۱-۱- پذیرش بتن، تواتر نمونه‌برداری و آزمایش مقاومت

پذیرش بتن در کارگاه براساس نتایج آزمایش مقاومت فشاری نمونه‌های برداشته شده از بتن مصرفی صورت می‌پذیرد. دفعات تصادفی نمونه‌برداری از بتن باید به نحوی یکنواخت در طول مدت تهیه و مصرف بتن توزیع شوند. نمونه‌ها باید قبل از ریختن در محل نهایی مصرف برداشته شوند.

۹-۵-۱-۲- مقصود از هر نمونه‌برداری از بتن، تهیه حداقل دو آزمونه از آن است که آزمایش فشاری آنها در سن ۲۸ روزه یا هر سن مقرر شده دیگری انجام می‌پذیرد و متوسط مقاومت‌های فشاری به دست آمده به عنوان نتیجه نهایی آزمایش منظور می‌شود. برای ارزیابی کیفیت بتن قبل از موعد مقرر می‌توان حداقل یک آزمونه دیگر نیز به منظور انجام آزمایش مقاومت فشاری تهیه کرد.

۹-۵-۱-۳- در صورتی که حجم هر اختلاط بتن بیشتر از یک متر مکعب باشد، تواتر نمونه‌برداری به ترتیب زیر خواهد بود:
الف - برای دال‌ها و دیوارها و پی‌ها. یک نمونه‌برداری از هر ۳۰ متر مکعب بتن یا ۱۵۰ مترمربع سطح.

ب - برای تیرها و کلافها. در صورتی که جدا از قطعات دیگر بتن ریزی می‌شوند، یک نمونه‌برداری از هر ۱۰۰ متر طول.

پ - برای ستون‌ها، یک نمونه‌برداری از هر ۵۰ متر طول.

۹-۵-۱-۴- در صورتی که حجم هر اختلاط بتن کمتر از یک متر مکعب باشد. می‌توان مقادیر مذکور در بند ۹-۱-۵-۲ را به همان نسبت تقلیل داد.

۴-۱-۵-۶-۹ حداقل یک نمونه‌برداری از هر رده و از هر نوع بتن در هر روز الزامی است.

۴-۱-۵-۷-۹ حداقل ۶ نمونه‌برداری از هر رده بتن و از هر نوع بتن در کل سازه الزامی است.

۴-۱-۵-۸-۹ در صورتی که کل حجم بتن مصرفی یک پروژه ساختمانی از ۳۰ مترمکعب کمتر باشد می‌توان از نمونه‌برداری و آزمایش مقاومت صرفنظر کرد مشروط بر آن که به تشخیص دستگاه نظارت دلیلی برای رضایت‌بخش بودن کیفیت بتن موجود باشد.

۴-۲-۵-۹ ضوابط پذیرش بتن - آزمونه‌های عمل آمده در آزمایشگاه

۴-۱-۲-۹ مشخصات بتن در صورتی منطبق بر رده موردنظر و قابل قبول تلقی می‌شود که حداقل یکی از شرایط الف و ب زیر برقرار باشد:

الف - در آزمایش سه نمونه‌برداری متواالی، مقاومت هیچ‌کدام کمتر از مقاومت مشخصه نباشد:

$$(4-9) \quad x_{1,2,3} \geq f_c$$

ب - متوسط مقاومت‌های سه نمونه‌برداری متواالی حداقل $1/5$ مگاپاسکال بیشتر از مقاومت مشخصه باشد و کوچکترین مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخصه منتهای 4 مگاپاسکال کمتر نباشد:

$$(4-9) \quad \bar{x}_3 \geq f_c + 1.5$$

$$(5-9) \quad x_{\min} \geq f_c - 4$$

۴-۲-۵-۹ مشخصات بتن در صورتی غیرقابل قبول است که متوسط مقاومت‌های نمونه‌ها از مقاومت مشخصه کمتر باشد یا کوچکترین مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخصه منتهای 4 مگاپاسکال کمتر باشد:

$$(6-9) \quad x_{\min} < f_c - 4 \quad \text{یا} \quad \bar{x}_3 < f_c$$

۴-۲-۵-۹-۲ مشخصات بتنی را که با توجه به شرایط بند ۴-۲-۵-۹ غیرقابل قبول نباشد

ولی مطابق شرایط بند ۹-۲-۵-۱ قابل قبول نیز به شمار نماید می‌توان به تشخیص طراح بدون انجام بررسی بیشتر، از نظر سازه‌ای قابل قبول تلقی کرد. در صورتی که مشخصات بتن مطابق بند ۹-۲-۵-۲ به هر حال غیرقابل قبول باشد، اقداماتی مطابق بند ۹-۶ الزامی است.

۹-۲-۵-۴- در کنترل شرایط انطباق بتن بر رده موردنظر، نباید از نتیجه آزمایش هیچکدام از نمونه‌ها صرفنظر شود مگر آنکه با دلایل کافی ثابت شود خطای عمدی در نمونه‌برداری، نگهداری، حمل، عمل آوری، یا آزمایش روی داده است.

۹-۲-۵-۵- آزمایش بتن در سینی کم و اثراً نوع سیمان بر روی مقاومت بتن تجربیات و شواهد بدست آمده نشان‌دهنده این است که تأمین حداقل مقاومت به میزان ۷۵ درصد مقاومت بتن در سینی کم (یک تا سه روز) معمولاً تضمین کننده مقاومت موردنظر در ۲۸ روز خواهد بود. البته این نتیجه منوط به عمل آوری صحیح و کافی است. در صورت استفاده از انواع سیمان‌های پرتلند استاندارد، می‌توان با اجازه مهندس ناظر مقاومت‌های مشخصه موردنظر را با استفاده از جدول ۹-۶-۸ به دست آورد.

جدول ۹-۶-۸- تأثیر نوع سیمان و سن بتن بر روی مقاومت فشاری نسبی بتن

مقاومت فشاری (به صورت نسبی)				نوع سیمان
روزه ۹۰	روزه ۲۸	روزه ۷	یک روزه	
۱/۲۰	۱/۰۰	۰/۶۶	۰/۳۰	سیمان نوع I
۱/۲۰	۰/۹۰	۰/۵۶	۰/۲۳	سیمان نوع II
۱/۲۰	۱/۱۰	۰/۷۹	۰/۰۷	سیمان نوع III
۱/۲۰	۰/۷۵	۰/۴۳	۰/۱۷	سیمان نوع IV
۱/۲۰	۰/۸۵	۰/۵۰	۰/۲۰	سیمان نوع V

توضیح: در صورت مصرف سیمان‌های پرتلند پوزولانی استاندارد به جای سایر سیمان‌های پرتلند در بتن، با توجه به دیرتر سخت شدن این نوع سیمان‌ها، مهندس ناظر می‌تواند با توجه به زمان بارگذاری بر روی ساز، یا عضو سازه‌ای، مقاومت مشخصه بتن را به جای سن ۲۸ روزگی در سن ۹۰ روزگی درنظر بگیرد.

۹-۶-۳-۵-۳-ضوابط کنترل روش عمل آوردن و محافظت بتن

۹-۶-۳-۱- دستگاه نظارت می‌تواند برای کنترل کیفیت عمل آوردن و مراقبت بتن در سازه، انجام آزمایش‌های مقاومت روی آزمونهای عمل آمده و مراقبت شده در شرایط کارگاهی را درخواست کند.

۹-۶-۳-۲- عمل آوردن آزمونهای در کارگاه باید مطابق استانداردهای معترض بین‌المللی با عنوان «روش ساختن و عمل آوردن آزمونهای بتنی در کارگاه» باشد.

۹-۶-۳-۳- در صورتی روش عمل آوردن و مراقبت بتن رضایت‌بخش تلقی می‌شود که مقاومت فشاری آزمونهای کارگاهی در سن مشخص شده برای مقاومت مشخصه حدّاً قبل معادل 85% مقاومت نظیر آزمونهای عمل آمده در آزمایشگاه یا به اندازه 4 مگاپاسکال بیشتر از مقاومت مشخصه باشد. در غیر این صورت باید اقداماتی برای بهبود روش‌های مذکور صورت گیرد.

۹-۶-۴-آزمونهای آگاهی

در صورتی که آگاهی از کیفیت بتن در موعدهای خاصی مانند زمان باز کردن قالب‌ها و غیره ضرورت داشته باشد، علاوه بر آزمونهای متعارف ارزیابی مقاومت و روش عمل آوردن و مراقبت بتن (بندهای ۹-۶-۱ و ۹-۶-۲) آزمونهایی از بتن گرفته می‌شوند و در موعدهای موردنظر تحت آزمایش قرار می‌گیرند. این آزمونهای به آزمونهای آگاهی موسومند.

۹-۶-۵- بررسی بتن‌های با مقاومت کم یا دوام کم

در صورتی که براساس آزمایش‌های مقاومت آزمونهای عمل آمده در آزمایشگاه، مطابق بند ۹-۶-۵ معلوم شود که بتن بر رده موردنظر منطبق نیست و غیرقابل قبول است، باید تدابیری به شرح زیر برای حصول اطمینان از ظرفیت باربری سازه اتخاذ شود:

۹-۶-۶-۱- در صورتی که با استفاده از تحلیل سازه موجود و بازبینی طراحی، بتوان ثابت کرد که ظرفیت باربری سازه به ازای مقاومت بتن کمتر از مقدار پیش‌بینی شده هم قابل قبول است نوع بتن از نظر تأمین مقاومت سازه قابل قبول تلقی می‌شود.

۹-۶-۲- در صورتی که شرط بند ۹-۶-۱ برآورده نشود ولی با انجام تحلیل و طراحی مجدد بتوان ثابت کرد که ظرفیت باربری تمامی قسمت‌های سازه با فرض وجود بتن با مقاومت کمتر در قسمت‌های احتمالی قابل قبول خواهد بود، نوع بتن از نظر تأمین مقاومت سازه قابل قبول تلقی می‌شود.

۹-۶-۳- در صورتی که شرایط بندهای ۹-۶-۱ و ۹-۶-۲ برآورده نشوند لازم است روی مغزه‌های گرفته شده از بتن در قسمت‌هایی که احتمال وجود بتن با مقاومت کمتر داده می‌شود آزمایش به عمل آید. این آزمایش‌ها باید با روش «آزمایش مغزه‌های مته شده و تیرهای اره شده» مطابقت داشته باشند. برای قسمت‌هایی از سازه که نتایج آزمایش‌های آزمونهای عمل آمده در آزمایشگاه مربوط به آنها شرایط پذیرش بتن مذکور در بند ۹-۶-۲ را برآورده نکند باید سه مغزه تهیه و آزمایش شود.

۹-۶-۴- اگر بتن در شرایط بهره‌برداری از ساختمان، خشک باشد باید مغزه‌ها به مدت ۷ روز در هوا با دمای ۱۶ تا ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی کمتر از ۶۰ درصد خشک شوند و سپس مورد آزمایش قرار گیرند. اگر بتن در شرایط بهره‌برداری از ساختمان، مرطوب یا غرقاب باشد، باید مغزه‌ها به مدت حداقل ۴۰ ساعت در آب غوطه‌ور شوند و سپس به صورت مرطوب مورد آزمایش قرار گیرند.

۹-۶-۵- در قسمتهايی از سازه که مقاومت بتن از طریق آزمایش مغزه‌ها ارزیابی می‌شود، در صورتی بتن از نظر تأمین مقاومت قابل قبول تلقی می‌شود که متوسط مقاومت‌های فشاری سه مغزه حداقل برابر 0.85 MPa مقاومت مشخصه باشد و بعلاوه مقاومت هیچ یک از مغزه‌ها از 0.75 MPa مقاومت مشخصه کمتر نباشد. برای کنترل دقیق نتایج می‌توان مغزه‌گیری را تکرار کرد.

۹-۶-۶- در صورتی که شرایط بند ۹-۶-۵ برآورده نشوند و ظرفیت باربری سازه مورد تردید باقی بماند باید آزمایش بارگذاری مطابق بند ۳-۱۹ آیین‌نامه بتن ایران بر روی قسمت‌های مشکوک به عمل آید یا اقدامات مقتضی دیگری از جمله تقویت قطعه بتنی صورت گیرند.

۹-۶-۷- در صورتی که هیچ‌کدام از موارد فوق برای پذیرش و یا اقداماتی که منجر به پذیرش بتن می‌شود عملی نگردد، تخریب بتن فوق الزامی است.

۹-۶-۸ در صورتی که ضوابط لازم برای دستیابی به دوام پیش‌بینی شده بتن تأمین نشود لازم است با استفاده از سیستم‌های حفاظتی بتن، نفوذپذیری آن کاهش یابد تا حداقل ضوابط دوام لازم برآورده شود.

۹-۶-۷-کنترل و بازررسی

به منظور اطمینان از انطباق خواص و کیفیت بتن با استانداردها و ضوابط مقررات ملی، حداقل تواتر کنترل و بازررسی باید مطابق جدول شماره ۹-۶ باشد.

جدول ۹-ع۹-کنترل و بازرسی مشخصه‌های بتن

ردیف	نوع آزمایش	نوع بازرسی - آزمایش	هدف	زمان تکرار
۱	تعیین نسبت‌ها برای طرح اختلاط	آزمایش در ابتدای کار	تأمین دلیل آنکه ویژگی‌های موردنظر در حاشیه ایمنی مناسب حاصل می‌شود	قبل از استفاده از هر مخلوط جدید به شرط آنکه داده‌هایی براساس تجربیات بلندمدت در اختیار نباشد.
۲	میزان کلرید در مخلوط	محاسبه براساس کلرید موجود در مواد تشکیل دهنده بتن	حصول اطمینان از اینکه میزان کلرید از حد مجاز فراتر نمی‌رود	در ابتدای کار و در مواردی که میزان کلرید مواد تغییر کند.
۳	میزان رطوبت در سنگدانه درشت	آزمایش خشک کردن یا معادل آن	اصلاح مقدار آب موردنیاز	در صورت غیرمداوم بودن بطور روزانه، بسته به شرایط جوی منطقه ممکن است آزمایش‌های موردنیاز کم یا زیاد شوند
۴	میزان رطوبت سنگدانه‌های ریز	اندازه گیری بطور مداوم، آزمایش خشک کردن یا معادل آن	اصلاح مقدار موردنیاز	مانند ردیف بالای همین ستون
۵	بازرسی روانی	برای مقایسه با وضعیت ظاهری موردنیاز بتن	هر مرتبه ساخت	
۶		آزمایش روانی	۱- هنگام تهیه آزمونهای آزمایش بتن سخت شده ۲- هنگام آزمایش تعیین میزان هوای بتن ۳- در موارد تردید براساس مشاهدات عینی	ارزیابی انطباق میزان روانی یا روانی موردنیاز و کنترل تغییرات احتمالی مقدار آب
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 استاندارد	ارزیابی مشخصه‌های مقاومت مخلوط	مطابق بند ۹-۶۵ این مبحث
۹	وزن مخصوص ظاهری بتن سخت شده سبک یا سنگین	آزمایش استاندارد	ارزیابی وزن مخصوص	به تعداد دفعات آزمایش مقاومت فشاری

ادامه جدول ۹-ع۹-کترل و پارسی مشخصه های بتن

ردیف	نوع آزمایش	نوع بازرسی - آزمایش	هدف	زمان تکرار
۱۰	مقدار آب اضافه شده به مخلوط	ثبت مقدار آب اضافه شده	تعمین نسبت آب به سیمان واقعی	هر بار پیمانه و مخلوط کردن
۱۱	مقدار سیمان بتن تازه	ثبت مقدار سیمان مصرف شده	کترل مقدار سیمان و تعمین نسبت آب به سیمان واقعی	هر بار پیمانه و مخلوط کردن
۱۲	مقدار افزونه بتن تازه	ثبت مقدار افزونه مصرف شده	کترل مقدار افزونه	هر بار پیمانه و مخلوط کردن
۱۳	نسبت آب به سیمان بتن تازه	با تقسیم نمودن جمع ردیفهای ۳ و ۴ و ۹ بر ردیف ۱۰ یا هر روش آزمایش استاندارد توافق شده	ارزیابی نسبت آب به سیمان	روزانه با بیشتر بر حسب نیاز
۱۴	مقدار هوای موجود در مخلوط بتن تازه برای بتن های با حباب هوا	آزمایش مطابق استاندارد	ارزیابی انطباق مقدار هوا با مقدار هوای مقرر شده	برای مخلوطهای با حباب هوا ۱- اولین پیمانه و حداقل یکبار در روز ۲- به دفعات بیشتر متناسب با شرایط تولید و تأثیر عوامل محیطی
۱۵	یکنواختی	آزمایش از طریق مقایسه مشخصه های نمونه های برداشته شده از بخش های مختلف یک مخلوط	ارزیابی یکنواختی مخلوط	در موارد تردید
۱۶	نفوذپذیری	آزمایش مطابق استاندارد	ارزیابی مقاومت در مقابل نفوذ آب	در ابتدای کار، دوره های بعدی براساس توافق
۱۷	سایر مشخصه ها	مطابق با آیین نامه های مربوطه یا براساس توافق به عمل آمده	ارزیابی انطباق با مشخصه موردنیاز	براساس توافق به عمل آمده



سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور
معاونت فنی و نظارت
دفتر فنی

گروه مکانیک خاک

شیوه نامه ارزیابی مقاومت

و

پذیرش بتن

و جریمه پیمانکار

۱	- علائم اختصاری
۱	۱- کلیات
۳	۲- مبانی تعیین نسبتهای اختلاط بتن
۴	۳- تعیین نسبتهای اختلاط بر اساس تجربه کارگاهی و مخلوطهای آزمایشی
۴	۴- ۱- مقاومت فشاری مشخصه بتن
۴	۴- ۲- ردی بندی بتن
۴	۴- ۳- روشهای تعیین نسبتهای اختلاط
۴	۴- ۴- انحراف استاندارد
۵	۴- ۵- مقاومت فشاری متوسط لازم
۶	۴- ۶- ارزیابی و پذیرش بتن
۶	۶- ۱- پذیرش بتن، تواتر نمونه برداری و آزمایش مقاومت
۷	۶- ۲- ضوابط پذیرش بتن- آزمونه های عمل آمده در آزمایشگاه
۸	۶- ۳- بررسی بتنهای با مقاومت کم
۱۱	۶- ۴- وظایف دستگاه نظارت و آزمایشگاه

۱	جدول ضریب مقاومت نظری نمونه های مکعبی به ابعاد b نسبت به مقاومت نمونه مکعبی ۲۰ سانتیمتری
۲	جدول ضریب مقاومت نظری نمونه های مکعبی ۲۰ سانتیمتری نسبت به مقاومت نمونه استوانه ای استاندارد
۳	جدول میزان اسلامپ برای اعضا و قطعات مختلف
۵	جدول ضریب اصلاح انحراف استاندارد
۶	جدول مقاومت فشاری متوسط لازم
۹	جدول ۱-۵- ضریب جریمه پیمانکار
۱۰	جدول ۲-۵- ضریب جریمه پیمانکار

۰- علائم اختصاری

f_c : مقاومت فشاری مشخصه بتن بر اساس نمونه های استوانه ای (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)؛ مقاومتی که حداقل ۹۵٪ کلیه مقاومتهای اندازه گیری شده برای طبقه مورد نظر باید از آن بیشتر باشد.

f_{cm} : مقاومت فشاری متوسط بتن (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)

$f_{1,2,3}$: مقاومت فشاری نمونه های شماره ۱، ۲ و ۳ (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)
s: انحراف استاندارد مقاومت فشاری نمونه ها

\bar{f}_3 : میانگین مقاومت فشاری سه نمونه (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)

f_{\min} : کمترین مقاومت فشاری نمونه ها (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)
 b : ابعاد نمونه مکعبی

ϕ : ضریب تبدیل مقاومت نمونه مکعبی ۲۰ سانتیمتری به مقاومت نمونه استوانه ای استاندارد

ϕ_2 : ضریب تبدیل مقاومت نمونه مکعبی به ابعاد b به مقاومت نمونه مکعبی ۲۰ سانتیمتری

۱- کلیات

۱-۱- کیفیت بتن از نظر مقاومت، پایایی و سایر نیازهای ویژه محیطی باید با ضوابط مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران مطابقت داشته باشد. تطابق ویژگیهای مواد تشکیل دهنده بتن با ضوابط مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران نیز الزامی است.

۱-۲- تعیین نسبتهای اختلاط بتن در آزمایشگاه باید طوری باشد که مقاومت فشاری متوسط مورد نظر مطابق بند ۱-۳ به دست آید. بتن باید طوری ساخته شود که تعداد آزمونه هایی که مقاومتی کمتر از مقاومت متوسط فشاری لازم، مطابق بند ۴-۳ نشان می دهد، حداقل باشد.

۱-۳- تمامی ضوابط مربوط به مقاومت فشاری مشخصه بتن بر اساس آزمونه های استوانه ای با قطر ۱۵۰ میلیمتر و ارتفاع ۳۰۰ میلیمتر (استاندارد) استوار است. در صورت استفاده از آزمونه های مکعبی باید مقاومت آنها به مقاومت نظیر آزمونه های استوانه ای استاندارد تبدیل شود.

۱-۳- الف: مقاومت نظیر نمونه های مکعبی به ابعاد b نسبت به مقاومت نمونه مکعبی ۲۰ سانتیمتری از رابطه زیر بدست می آید:

$$\frac{\text{مقاومت نمونه مکعبی به ابعاد } b}{\phi_2} = \frac{\text{مقاومت نظیر نمونه مکعبی به ابعاد } 20 \text{ سانتیمتر}}{\text{مقادیر } 2}$$

که در آن ϕ_2 به ازای مقادیر مختلف b از جدول زیر به دست می آید:
مقادیر ۲

(b) ابعاد نمونه مکعبی (سانتیمتر)	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰
ϕ_2	۱/۰۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۵	۰/۹

۱-۳-ب : مقاومت نظیر نمونه های مکعبی ۲۰ سانتیمتری نسبت به مقاومت نمونه استوانه ای

استاندارد از رابطه زیر به دست می آید:

$$\frac{\text{مقاومت نمونه مکعبی به ابعاد } 20 \text{ سانتیمتر}}{\emptyset} = \text{مقاومت نظیر نمونه استوانه ای استاندارد}$$

که در آن \emptyset بر حسب محدوده مقاومت فشاری نمونه مکعبی ۲۰ سانتیمتری از جدول زیر به دست می آید:

مقادیر \emptyset

مقاطومت فشاری نمونه مکعبی به ابعاد ۲۰ سانتیمتر (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)	≤ 250	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰
\emptyset	۱/۲۵	۱/۲۰	۱/۱۷	۱/۱۴	۱/۱۳	۱/۱۱
مقاومت فشاری نمونه استوانه ای استاندارد (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)	با توجه به ضریب	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰

۱-۴- تهیه و آزمایش آزمونه های استوانه ای بتن باید مطابق استاندارد های مندرج در مبحث نهم

مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران باشد.

۱-۵- مقاومت فشاری مشخصه بتن بر اساس آزمایشهاي ۲۸ روزه^{*} تعیین می شود.

۱-۶- آزمایشهاي مقاومت کششی بتن نباید مبنای پذيرش بتن در کارگاه باشد.

۱-۷- دستگاه نظارت باید تا خاتمه دوره تضمین و حداقل یکسال پس از پایان کار هر پروژه، سابقه کامل نتایج آزمایشهاي انجام شده روی بتن مصرفی را نگهداری و سپس به صاحب کار تحويل دهد. ضبط و نگهداری این اطلاعات بصورت رایانه ای برای ساختمانهای مهم (از جمله ساختمانهای آموزشی) الزامی است.

۱-۸- اطلاعاتی بشرح زیر روی هر نمونه باید درج گردد:

الف - نام پروژه

ب - تاریخ نمونه برداری

ج - محل مصرف و عضو سازه بتنی

د - شماره نمونه و نوع سیمان مصرفی

ه - روانی (اسلامپ)

و - محل نمونه برداری

ز - نام پیمانکار

ح - نمونه گیر

* در مورد بتن هایی که سیمان مورد استفاده در آنها از نوع (تیپ ۵) و یا پوزولانی استاندارد می باشد، آزمونه ها را می توان بجای ۲۸ روزه ، در سن ۴۲ روزه مورد آزمایش مقاومت فشاری قرار داد.

۲- مبانی تعیین نسبتهای اختلاط بتن

تعیین نسبتهای اختلاط مواد تشکیل دهنده بتن باید با شرایط زیر مطابقت داشته باشد:

- ۱- کارایی و روانی بتن به اندازه کافی باشد تا بتن بتواند به سهولت در قالبها ریخته شود و بخوبی میلگردها را در بر گیرد بدون اینکه جدایی دانه ها یا آب انداختن زیاد روی دهد.

- ۲- بتن باید براساس اسلامپهای خواسته شده در مشخصات فنی خصوصی و نقشه های اجرایی تهیه گردد. بتن هایی که بهنگام ریختن، اسلامپ شان با مشخصات خواسته شده مطابقت ننماید مردود بوده و باید از مصرف آن خودداری شود. اضافه نمودن آب برای بالا بردن اسلامپ بتنهای سفت شده پس از ساخت، به هیچ وجه مجاز نمی باشد. میزان اسلامپ برای اعضا و قطعات مختلف بر اساس جدول ذیل توصیه می گردد:

اسلامپ به سانتیمتر		نوع عضو یا قطعه بتنی
حداکثر	حداقل	
۷/۵	۲/۵	شالوده و پی دیوارهای بتن آرمه
۷/۵	۲/۵	شالوده های با بتن ساده، صندوقه ها و دیوارهای زیر سازه ها
۱۰	۲/۵	تیرها و دیوارهای بتن آرمه
۱۰	۲/۵	ستونها
۷/۵	۲/۵	دالها و پیاده روهای بتنی (محوطه)
۵/۰	۲/۵	بتن حجیم

تصریه : در صورتی که لرزش و ارتعاش با روشهای دستی انجام شود به مقدار حداکثر می توان ۲/۵ سانتیمتر اضافه نمود.

۲-۲- مقاومت بتن از نظر پایایی و شرایط ویژه محیطی باید مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران باشد.

۲-۳- نسبتهای اختلاط مواد تشکیل دهنده بتن بر اساس تجارب کارگاهی و استفاده از مخلوطهای آزمایشگاهی با مصالح مصرفی کارگاه تعیین می شوند.

۳- تعیین نسبتهای اختلاط بر اساس تجربه کارگاهی و مخلوطهای آزمایشی

۳-۱-۳- مقاومت فشاری مشخصه بتن

مقاومت فشاری مشخصه بتن، مقاومتی است که حداقل ۵ درصد تمامی مقاومتهای اندازه گیری شده برای رده بتن مورد نظر ممکن است کمتر از آن باشد. در عمل، در صورتی بتن منطبق بر مشخصات و قابل قبول تلقی می شود که با شرایط بند ۴ مطابقت داشته باشد.

۳-۲-۳- رده بندی بتن

رده بندی بتن بر اساس مقاومت مشخصه آن بترتیب زیر است:

$C_6 \ C_8 \ C_{10} \ C_{12} \ C_{16} \ C_{20} \ C_{25} \ C_{30} \ C_{35} \ C_{40} \ C_{45} \ C_{50}$

اعداد بعد از C بیانگر مقاومت فشاری مشخصه بتن بر حسب مگاپاسکال (نیوتن بر میلیمترمربع) می باشند.
فقط بتنهای رده C_{20} و بالاتر را می توان در بتن آرمه به کار برد.

برای بتنهای بالاتر از رده C_{50} علاوه بر مقررات این بخش، ضوابط ویژه دیگری هم باید رعایت شود.

۳-۲-۳- روشهای تعیین نسبتهای اختلاط

الف- برای بتنهای رده C_{12} و پایین‌تر، می توان نسبتهای اختلاط را براساس تجارب قبلی و بدون مطالعات آزمایشگاهی تعیین کرد.

ب- برای بتنهای پایین‌تر از رده C_{20} ، می توان "نسبتهای اختلاط استاندارد" مطابق دفترچه مشخصات فنی عمومی را ملاک قرار داد مشروط بر اینکه مصالح مصرفی استاندارد باشند.

پ- برای بتنهای رده C_{20} و بالاتر، تعیین نسبتهای بهینه اختلاط باید از طریق مطالعات آزمایشگاهی و با درنظر گرفتن ضوابط طراحی براساس دوام صورت گیرد. این مطالعات ممکن است قبل از شروع عملیات اجرایی توسط طراح انجام پذیرد و نتیجه بدست آمده بعنوان "نسبتهای اختلاط مقرر" در دفترچه مشخصات فنی خصوصی درج شود، یا توسط مجری به انجام رسید و نتیجه به دست آمده به عنوان "نسبتهای اختلاط تعیین شده" به کار رود.

۳-۳-۳- انحراف استاندارد

۳-۱-۳- در مواردی که در کارگاه پرونده آزمایشها مقاومت بتن موجود باشد باید انحراف استاندارد نتایج محاسبه شود.

پرونده مذکور باید دارای شرایط زیر باشد:

الف- نوع مصالح، روش کنترل کیفیت و شرایط مشابه آنچه در اجرای طرح مورد نظر است، در آن مشخص شود. تغییرات در مصالح و نسبتهای اختلاط در پرونده مذکور نباید محدودیتی بیشتر از حدود تعیین شده در طرح مورد نظر داشته باشد.

ب- باید ساخت بتنی را که مقاومت میانگین لازم مطابق بند ۴-۳ را دارد مشخص کند.

پ- باید شامل نتایج آزمایش حداقل ۳۰ نمونه متوالی یا دو گروه نمونه های متوالی با مجموع حداقل ۳۰ آزمایش باشد، مگر آن که شرایط بند ۲-۳-۳ تأمین شود.

* نمونه های متوالی به نمونه هایی گفته می شود که فاصله زمانی هر نمونه برداری با نمونه برداری بعد از آن، بیشتر از سه شباهه روز نباشد.

۲-۳-۳-۲- در مواردی که در کارگاه، پرونده آزمایشها مقاومت مطابق بند ۱-۳-۳ موجود نباشد ولی نتایج ۱۵ تا ۲۹ آزمایش نمونه های متوالی در دست باشد می توان با ضرب کردن انحراف استاندارد این نتایج در ضریب اصلاح مطابق جدول زیر، انحراف استاندارد تقریبی قابل قبولی به دست آید.

پرونده آزمایشها در صورتی قابل قبول است که شرایط "الف" و "ب" از بند ۱-۳-۳ را برآورده کند و تنها یک گزارش از آزمایش نمونه های متوالی در مدت حداقل ۴۵ روز ارایه دهد.

ضریب اصلاح برای انحراف استاندارد	تعداد آزمایشها
۱/۱۶	۱۵
۱/۰۸	۲۰
۱/۰۳	۲۵
۱/۰۰	۳۰ یا بیشتر

برای تعداد آزمایشها بین مقادیر داده شده، ضریب اصلاح با استفاده از درونیابی خطی محاسبه می شود.

۴-۳- مقاومت فشاری متوسط لازم

۱-۴-۳- مقاومت فشاری متوسط لازمی که عنوان مبنای تعیین اختلاط بتن به کار می رود باید با توجه به انحراف استاندارد حاصل از بند ۳-۳ معادل مقدار بزرگتر از بین دو مقدار بدست آمده از روابط زیر می باشد:

$$f_{cm} = f_c + 1.34 \times S + 15 \quad (Kg/cm^2)$$

$$f_{cm} = f_c + 2.33 \times S - 40 \quad (Kg/cm^2)$$

۲-۴-۳- در مواردی که در کارگاه پرونده آزمایشها مقاومت برای تعیین انحراف استاندارد مطابق بندهای ۱-۳-۳ یا ۲-۳-۳ موجود نباشد، برای تعیین مقاومت فشاری متوسط لازم، باید از جدول زیر استفاده شود. در این صورت تدوین مدارک مربوط به مقاومت فشاری متوسط باید مطابق موارد ذکر شده در مبحث نهم مقررات ملی و آیین نامه بتن ایران باشد.

مقاومت فشاری متوسط لازم (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)	رده بتن
$f_{cm} = f_c + 75$	C16
$f_{cm} = f_c + 85$	C20
$f_{cm} = f_c + 95$	C25
$f_{cm} = f_c + 105$	C35 و C30
$f_{cm} = f_c + 110$	و بالاتر C40

۴- ارزیابی و پذیرش بتن

۴-۱- پذیرش بتن، تواتر نمونه برداری و آزمایش مقاومت

۴-۱-۱- پذیرش بتن در کارگاه بر اساس نتایج آزمایش فشاری نمونه های برداشته شده از بتن مصرفی صورت می پذیرد. دفعات نمونه برداری از بتن باید به نحوی یکنواخت در طول مدت تهیه و مصرف بتن توزیع شوند. آزمونه ها باید از محل نهایی مصرف برداشته شوند.

۴-۲-۱-۴- مقصود از هر نمونه برداری از بتن، تهیه دو آزمونه از آن است که آزمایش فشاری آنها در سن ۲۸ روزه یا هر سن مقرر شده * دیگری انجام می پذیرد و متوسط مقاومتهای فشاری بدست آمده عنوان نتیجه نهایی آزمایش منظور می شود.

۴-۳-۱-۴- در صورتی که حجم اختلاط بتن بیشتر از یک متر مکعب باشد، تواتر نمونه برداری باید بترتیب زیر باشد:

الف- برای فونداسیون، دالها و دیوارها، یک نمونه برداری (دو آزمونه) از هر ۳۰ متر مکعب بتن یا ۱۵۰ متر مربع سطح.

ب- برای تیرها و کلافها، در صورتی که جدا از قطعات دیگر بتن ریزی می شوند، یک نمونه برداری از هر ۱۰۰ متر طول.

پ- برای ستونها، یک نمونه برداری از هر ۵۰ متر طول.

۴-۱-۴-۴- در صورتی که حجم هر اختلاط بتن کمتر از یک متر مکعب باشد، می توان مقادیر مذکور در بند ۳-۱-۴ را به همان نسبت تقلیل داد.

۴-۱-۵- حداقل یک نمونه برداری از هر رده بتن در هر روز الزامی است.

۴-۱-۶- حداقل ۶ نمونه برداری از کل هر سازه الزامی است.

* در مورد بتن هایی که سیمان مورد استفاده در آنها از نوع (تیپ ۵) و یا پوزولانی استاندارد می باشد، آزمونه ها را می توان بجای ۷ و ۲۸ روزه ، بترتیب در سن ۱۱ و ۴۲ روزه مورد آزمایش مقاومت فشاری قرار داد.

۴-۷-۷- در هر نمونه برداری، ضروری است دو آزمونه (آزمونه آگاهی) نیز به منظور ارزیابی و آگاهی از کیفیت بتن قبل از موعد مقرر تهیه گردد. این آزمونه ها بایستی در سن ۷ روزه^{*} مورد آزمایش مقاومت فشاری قرار گیرند.

۴-۸- در هر نمونه برداری، بایستی یک آزمونه نیز بعنوان آزمونه شاهد اخذ گردد تا در صورت اعتراض پیمانکار بمنظور رفع اختلاف و موارد مورد نیاز دیگر نتایج حاصل از آزمایش مقاومت فشاری آن ملاک تصمیم گیری باشد. این آزمونه بایستی بمدت شش ماه از تاریخ نمونه برداری آن در شرایط مناسب نگهداری شود.

۴-۲-۴- ضوابط پذیرش بتن- آزمونه های عمل آمده در آزمایشگاه

۴-۱- چنانکه مقاومت آزمونه های ۷ روزه^{*} از $(f_c + 15)$ ۰.۶۷ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کمتر باشد ادامه بقیه عملیات اجرایی تا وصول نتایج آزمایش مقاومت فشاری نمونه های ۲۸ روزه^{*} متوقف خواهد شد و به پیمانکار ابلاغ می گردد تا مراقبت و عمل آوری بتن مذکور را جهت حصول مقاومت ۲۸ روزه^{*} مورد نیاز اصلاح نماید و نیز بایستی طرح اختلاط بتن، برای تهییه بتنهای بعدی بازنگری و اصلاح گردد. همچنین پیمانکار برای شروع مجدد بقیه عملیات بایستی از دستگاه نظارت مجوز کتبی اخذ نماید.

۴-۲-۴- مشخصات بتن در صورتی که منطبق بر رده مورد نظر بوده و قابل قبول تلقی می شود که یکی از شرایط زیر برقرار باشد:

الف- در آزمایش سه نمونه برداری متوالی، مقاومت هیچکدام کمتر از مقاومت مشخصه نباشد؛

$$f_{1,2,3} \geq f_c$$

ب- متوسط مقاومت نمونه ها (حاصل از سه نمونه برداری متوالی) حداقل ۱۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بیشتر از مقاومت مشخصه باشد و کوچکترین مقاومت نمونه ها از مقاومت مشخصه منهای ۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کمتر نباشد؛

$$\bar{f}_3 \geq f_c + 15$$

۹

$$f_{\min} \geq f_c - 40$$

* در مورد بتن هایی که سیمان مورد استفاده در آنها از نوع (تیپ ۵) و یا پوزولانی استاندارد می باشد، آزمونه ها را می توان بجای ۷ و ۲۸ روزه ، بترتیب در سن ۱۱ و ۴۲ روزه مورد آزمایش مقاومت فشاری قرار داد.

۴-۲-۳- مشخصات بتن در صورتی غیر قابل قبول است که متوسط مقاومتهای نمونه ها از مقاومت مشخصه کمتر باشد یا کوچکترین مقاومت نمونه ها از مقاومت مشخصه منهای ۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کمتر باشد یعنی:

$$\bar{f}_3 < f_c$$

یا

$$f_{\min} < f_c - 40$$

۴-۲-۴- مشخصات بتنی را که با توجه به شرایط بند ۴-۲-۳- غیر قابل قبول نباشد ولی مطابق بند ۴-۲-۲ ب قابل قبول هم به شمار نیاید می توان به تشخیص طراح بدون بررسی بیشتر، از نظرسازه ای قابل قبول تلقی کرد. در صورتی که مشخصات بتن مطابق بند ۴-۲-۳ به هر حال غیر قابل قبول باشد اقداماتی مطابق بند ۵ (بررسی بتنهای با مقاومت کم) الزامی است.

۴-۲-۵- در کنترل شرایط انطباق بتن بر رده مورد نظر، نباید از نتیجه آزمایش هیچکدام از نمونه ها صرفنظر کرد مگر آن که با دلایل کافی ثابت شود که خطای عمدی ای در نمونه برداری، نگهداری، حمل و عمل آوردن یا آزمایش روی داده است.

۵- بررسی بتنهای با مقاومت کم

در صورتی که بر اساس آزمایشهای مقاومت فشاری نمونه های عمل آمده در آزمایشگاه، مطابق بند ۲-۴ مشخص گردد که بتن بر رده مورد نظر منطبق نبوده و غیر قابل قبول است، باید تدبیری به شرح زیر برای حصول اطمینان از ظرفیت باربری سازه اتخاذ شود:

۱-۵- در صورتی که با استفاده از تحلیل سازه موجود و بازبینی در طراحی، بتوان ثابت کرد که ظرفیت باربری سازه به ازای مقاومت کمتر از مقدار پیش بینی شده هم قابل قبول است، با تأیید دستگاه نظارت و مهندس محاسب و ارسال مدارک به کارفرما، نوع بتن از نظر تأمین مقاومت سازه قابل قبول تلقی شده ولی بتن مذکور مشمول جریمه طبق رابطه ۱-۵-۱ ب می باشد
ضریب جریمه، $P(\bar{f}_3)$ ، براساس جدول ۱-۵ و یا از طریق رابطه (۱-۵-الف) محاسبه شده و سپس میزان جریمه پیمانکار از رابطه (۱-۵-ب) بدست می آید که از مطالبات پیمانکار کسر می گردد.

$$P(\bar{f}_3) = 26.67 x^2 - 56 x + 29.33$$

۱-۵- الف

$$x = \frac{\bar{f}_3}{f_c}$$

$$R = P(\bar{f}_3) \cdot \Sigma C$$

۱-۵- ب

R : مبلغ جریمه که باید از مطالبات پیمانکار کسر شود.

f_c : مقاومت فشاری مشخصه بتن

\bar{f}_3 : متوسط مقاومت فشاری سه نمونه برداری متوالی

ΣC : بهای واحد حجم بتن و عملیات مربوطه شامل کلیه اقلامی که منجر به تهیه عضو بتنی (با لحاظ کلیه ضرایب قرارداد، تعديلها و ترمیمها و ...) اعم از تهیه بتن (شن، ماسه، سیمان، آب و ...)، تهیه میلگرد (حمل، خم کردن، نصب، جاگذاری و ...)، قالب بندی و کلیه هزینه های مابه التفاوت متعلق از قبیل صالح و حمل می شود.

تبصره: حجم بتنی که جریمه به آن تعلق می گیرد، برابر حجمی است که معرف سه نمونه برداری متوالی بوده و ضوابط پذیرش بتن بر اساس نتایج آنها صورت می پذیرد.

جدول ۱-۵ - ضریب جریمه پیمانکار

$\frac{\bar{f}_3}{f_c}$	$P(\bar{f}_3)$
۱	.
۰/۹۹	۰/۰۳۰
۰/۹۸	۰/۰۶۴
۰/۹۷	۰/۱۰۴
۰/۹۶	۰/۱۴۹
۰/۹۵	۰/۲

۲-۵- چنانچه مقاومت بتن، در آزمایش هر سه نمونه متوالی بر اساس بند ۲-۴ غیر قابل قبول باشد

ولی نتایج آزمایش مقاومت هر یک از سه نمونه متوالی بیش از ($f_c = 40$) کیلو گرم بر سانتیمتر مربع باشد و پیمانکار حداقل طرف مدت ۱۵ روز از تاریخ اعلام نتایج اعتراض نماید، در صورتی که با انجام تحلیل و طراحی مجدد بتوان ثابت کرد که ظرفیت باربری تمامی قسمتهای سازه با فرض وجود بتن با مقاومت کمتر در قسمتهای احتمالی قابل قبول خواهد بود، با تأیید دستگاه نظارت و مهندس محاسب و ارسال مدارک به کارفرما، نوع بتن از نظر تأمین مقاومت سازه قابل قبول تلقی می شود ولی بتن مذکور مشمول جریمه طبق رابطه ۱-۵-۱ با اعمال ضرایب جریمه طبق جدول ۲-۵ می باشد.

جدول ۲-۵- ضریب جریمه پیمانکار

$\frac{\bar{f}_3}{f_c}$	$P(\bar{f}_3)$
۰/۹۴	۰/۲۵۶
۰/۹۳	۰/۳۱۷
۰/۹۲	۰/۳۸۴
۰/۹۱	۰/۴۵۶
۰/۹	۰/۵۳۳
۰/۸۹	۰/۶۱۶
۰/۸۸	۰/۷۰۴
۰/۸۷	۰/۷۹۷
۰/۸۶	۰/۸۹۶
۰/۸۵	۱

۳-۵- در مواردی که بند ۲-۵ برآورده نشود، در صورت اعتراض پیمانکار ظرف مدت ۱۵ روز از تاریخ اعلام نتایج آزمایشها، لازم است از قسمتهایی که احتمال وجود بتن غیر قابل قبول داده می شود - این قسمتها توسط مسئول آزمایشگاه تعیین می شود - با حضور نماینده دستگاه نظارت و توسط آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک ذیصلاح مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران سه مغزه تهیه و آزمایش مقاومت فشاری بر روی آنها انجام گیرد. این آزمایشها باید با روش "آزمایش مغزه های مته شده و تیر های اره شده" مطابقت داشته باشد. در صورتی که نتایج آزمایش فشاری بر روی نمونه های مغزه ای ضوابط پذیرش طبق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران را ارضا نماید، بتن از نظر تأمین مقاومت قابل قبول تلقی شده و مشمول جریمه طبق رابطه (۱-۵-ب) با اعمال ضریب جریمه ۱/۱۰

$$P(\bar{f}_3) = 1.10 \text{ می شود.}$$

۱-۳-۵- اگر بتن در شرایط بهره برداری از ساختمان، خشک باشد باید مغزه های مدت ۷ روز در هوای با دمای ۱۶ تا ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی کمتر از ۶۰ درصد شوند خشک شوند و سپس مورد آزمایش قرار گیرند. اگر بتن در شرایط بهره برداری از ساختمان، مرطوب یا غرقاب باشد، باید مغزه ها به مدت ۴۰ ساعت در آب غوطه ور شوند و سپس به صورت مرطوب مورد آزمایش قرار گیرند.

۲-۳-۵- در قسمتهایی از سازه که مقاومت بتن از طریق آزمایش مغزه ها ارزیابی می شود در صورتی که بتن از نظر تأمین مقاومت قابل قبول تلقی می شود که متوسط مقاومتهای فشاری سه مغزه حداقل برابر ۸۵٪ مقاومت مشخصه باشد و بعلاوه مقاومت هیچ یک از مغزه ها از ۷۵٪ مقاومت

مشخصه کمتر نباشد. برای کنترل دقت نتایج می توان مغزه گیری تکرار کرد. کلیه هزینه های مربوط به مغزه گیری بر عهده پیمانکار خواهد بود.

۴-۵- چنانکه شرایط بند ۳-۵ نیز بر آورده نشود و ظرفیت سازه مورد تردید باقی بماند، در صورت اعتراض و درخواست پیمانکار و یا درخواست بازرسان با تأیید کمیسیون فنی، باید آزمایش بارگذاری با هزینه پیمانکار مطابق با مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران روی قسمتهای مشکوک به عمل آید که در صورت اراضی ضوابط پذیرش آزمایش بارگذاری، بتن از نظر تأمین مقاومت قابل قبول تلقی شده و مشمول جریمه طبق رابطه (۵-۱-ب) با اعمال

$$\text{ضریب جریمه } P(\bar{f}_3) = 1.15 \quad (1/15)$$

۵-۵- چنانکه شرایط بند ۴-۵ نیز بر آورده نشود، قطعه یا قطعات بتنی با مقاومت کم در صورت امکان با تأیید و تحت نظر مشاور ذیصلاح تقویت و مقاومسازی گردیده، صورتجلسه آن تهیه و با امضای دستگاه نظارت و پیمانکار و تأیید مشاور ذیصلاح به کارفرما گزارش شود. بدیهی است بتن مذکور مشمول جریمه طبق رابطه (۵-۱-ب) با اعمال ضریب جریمه $P(\bar{f}_3) = 1.20$ می گردد و کلیه هزینه های مربوطه (تقویت، مقاوم سازی و حق الزحمه مشاور و ...) بر عهده پیمانکار خواهد بود.

۶- در صورتی که هیچکدام از موارد فوق برای پذیرش بتن عملی نگردد، باید بتن مذکور با نظر دستگاه نظارت تخریب و بازسازی شده، صورتجلسه تخریب و بازسازی آن تهیه و با امضای دستگاه نظارت و پیمانکار و تأیید مهندس محاسب به کارفرما گزارش شود. در این صورت بتن مشمول جریمه طبق رابطه (۵-۱-ب) با اعمال ضریب جریمه $P(\bar{f}_3) = 1.25$ می گردد. بدیهی است بهای ساخت اولیه و تخریب قسمتهای تخریب شده به پیمانکار پرداخت نمی گردد.

۶- وظایف دستگاه نظارت و آزمایشگاه

هر یک از آزمونه های بتنی اخذ شده، باید در رأس مدت قید شده بر روی نمونه ها (۷ روزه و ۲۸ روزه)، تحت آزمایش فشاری قرار گیرند. در این مرحله رعایت موارد زیر الزامی است.

۶-۱- نمونه برداری از عملیات بتنی باید فقط توسط مأمور واجد شرایط آزمایشگاه و با هماهنگی نماینده دستگاه نظارت بطور صحیح و طبق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران انجام گردد.

۶-۲- آزمایشگاه مؤلف است آزمونه های بتن را در شرایط استاندارد طبق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران حفظ و نگهداری نماید.

* در مورد بتن هایی که سیمان مورد استفاده در آنها از نوع (تیپ ۵) و یا پوزولاتی استاندارد می باشد، آزمونه ها را می توان بجای ۷ و ۲۸ روزه، بترتیب در سن ۱۱ و ۴۲ روزه مورد آزمایش مقاومت فشاری قرار داد.

۶-۳- دستگاه نظارت مؤلف است حجم بتن ریزی، محل مصرف و مقاومتهای فشاری مشخصه بتن مورد نظر را به تفکیک هر یک از اعضاء، جهت درج در اوراق آزمایش به آزمایشگاه ابلاغ نماید.

۶-۴- آزمایشگاه، آزمایش مقاومت فشاری نمونه های ۷ و ۲۸ روزه^{*} و حسب مورد نمونه های مغزه ای (کر) را در حضور نماینده دستگاه نظارت و نماینده پیمانکار انجام دهد.

تبصره - عدم حضور نماینده پیمانکار و نماینده دستگاه نظارت در موقع انجام آزمایش مقاومت فشاری، حقی برای ادعا ایجاد نمی کند.

۶-۵- آزمایشگاه مؤلف است نتایج آزمایش مقاومت فشاری نمونه بتی ۷ یا ۱۱ روزه را حداکثر ظرف مدت ۷۲ ساعت به دستگاه نظارت گزارش نماید. در صورت بروز مشکل و پایین بودن مقاومت بتن، نتیجه در اسرع وقت به دستگاه نظارت ابلاغ گردد و ادامه هر گونه عملیات اجرایی سازه منوط به اعلام نتیجه نمونه های ۲۸ روزه^{*} خواهد بود.

۶-۶- اوراق گزارش مقاومت فشاری بتن باید به زبان فارسی تنظیم و علاوه بر کلیه اطلاعات مندرج در بند ۲-۱، اطلاعات زیر نیز در آن درج گردد:

الف- نوع، ابعاد، حجم، وزن و وزن مخصوص نمونه

ب- تاریخ آزمایش و سن نمونه در موقع آزمایش

ج- سطح بارگذاری و حداکثر بار وارد

د- مقاومت فشاری به دست آمده و مقاومت مشخصه مورد نیاز

ه- محل نمونه برداری طبق نقشه های اجرائی با آکس و محور نیز مشخص گردد.

* در مورد بتن هایی که سیمان مورد استفاده در آنها از نوع (تیپ ۵) و یا پوزولانی استاندارد می باشد، آزمونه ها را می توان بجای ۷ و ۲۸ روزه ، بترتیب در سن ۱۱ و ۴۲ روزه مورد آزمایش مقاومت فشاری قرار داد.

منابع :

- ۱- آیین نامه بتن ایران (نشریه ۱۲۰)- تجدید نظر اول - ۱۳۸۰
- ۲- مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (طرح واجرای ساختمانهای بتن آرمه) - ۱۳۸۵
- ۳- مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (نشریه ۵۵) - تجدید نظر دوم - ۱۳۸۳
- ۴- دستورالعمل ارزیابی مقاومت و پذیرش بتن سازمان نوسازی ، توسعه و تجهیز مدارس کشور - ۱۳۷۶