جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

آیین‌نامه بتن ایران «آبا»
(تجدیدنظر دوم)

بخش مصالح و مسائل اجرایی

ضابطه شماره ۱-۱۲۰

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی، اجرایی مشاورین و پیمانکاران
Nezamfanni.ir

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

بسم الله الرحمن الرحیم

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۴

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

آیین‌نامه بتن ایران (آبا)

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

ضابطه شماره ۱-۱۲۰

تجدید نظر دوم

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی، اجرایی ، مشاورین و پیمانکاران

Nezamfanni.ir

وزارت راه و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

www.bhrc.ac.ir

۱۳۹۸

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

فهرست مطالب

فصل اول کلیات ۹

۱-۱ هدف ۹

۱-۲ دامنه کاربرد ۹

۱-۳ مبانی ۱۰

۱-۴ واحدها ۱۰

۱-۵ علایم و اختصارات ۱۰

۱-۶ استانداردها و متون مرتبط با آیین‌نامه ۱۰

فصل دوم مقررات کلی ارایه و تصویب طرح و نظارت ۱۲

۲-۱ ارایه طرح و محاسبه، نقشه‌ها و مدارک فنی ۱۲

۲-۲ نظارت و بازرسی ۱۴

۲-۳ آزمایش بارگذاری ۱۶

۲-۴ تصویب روشهای خاص طراحی یا اجرا ۱۷

فصل سوم مواد و مصالح بتن ۱۸

۳-۱ ویژگی‌های مصالح تشکیل‌دهنده ۱۸

۳-۱-۱ کلیات ۱۸

۳-۱-۲ سیمان ۱۹

۳-۱-۳ سنگدانه‌ها ۲۲

۳-۱-۴ سبکدانه ۲۴

۳-۱-۵ سنگدانه‌های درهم، بازیافتی و بازفرآوری شده ۲۶

۳-۱-۶ آب ۲۷

۳-۱-۷ مواد افزودنی شیمیایی ۲۹

۳-۱-۸ مواد افزودنی پودری معدنی ۳۷

۳-۱-۹ مواد پودری پرکننده (نرمه) ۳۹

۳-۱-۱۰ رنگدانه‌ها ۴۰

۳-۱-۱۱ الیاف ۴۰

۳-۲ انبارکردن و نگهداری مصالح ۴۳

۳-۲-۱ کلیات ۴۳

۳-۲-۲ سیمان ۴۴

۳-۲-۳ سنگدانه‌ها ۴۶

۳-۲-۴ سبکدانه ۴۸

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

۳-۲-۵ سنگدانه‌های درهم، بازیافتی و بازفرآوری شده ۴۸
۳-۲-۶ آب ۴۸
۳-۲-۷ مواد افزودنی شیمیایی ۴۸
۳-۲-۸ مواد افزودنی پودری معدنی ۴۹
۳-۲-۹ رنگدانه‌ها ۵۰
۳-۲-۱۰ الیاف ۵۰
۳-۳ کنترل کیفیت ۵۰
۳-۳-۱ کلیات ۵۰
۳-۳-۲ تواتر نمونه‌برداری و بازرسی ۵۱
فصل چهارم فولاد ۵۶
۴-۱ آرماتور ۵۶
۴-۱-۱ کلیات ۵۶
۴-۱-۲ تعاریف ۵۶
۴-۱-۳ الزامات آرماتورها ۵۷
۴-۱-۴ طبقه‌بندی آرماتور ۵۸
۴-۱-۵ ضوابط کلی ۶۰
4-1-6 ضوابط پذیرش آرماتور ۶۲
۴-۲ دوام آرماتورها ۶۷
۴-۲-۱ کلیات ۶۷
۴-۲-۲ حفاظت آرماتورها در مقابل خوردگی و زدودن زنگ آن‌ها ۶۷
4-3 آرماتورهای برشی سر دار ۶۸
۴-۴ میلگردهای پلیمری (FPR) ۶۹
۴-۵ کابل‌های پیش‌تنیدگی ۶۹
۴-۵-۱ کلیات ۶۹
۴-۵-۲ الزامات ۶۹
۴-۵-۳ الزامات نگهداری ۷۰
۴-۶ داول بار (میلگرد اتصال) ۷۰
۴-۶-۱ کلیات ۷۰
۴-۶-۲ الزامات ۷۰
فصل پنجم کیفیت مقاومتی بتن ۷۱
۵-۱ کلیات ۷۱

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

۵-۱-۱ مقاومت مشخصه‌ی فشاری یا رده‌ی بتن ۷۱
۵-۱-۲ حداقل مقاومت مشخصه‌ی فشاری ۷۲
۵-۲ مبانی تعیین مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن (طرح مخلوط) ۷۲
۵-۳ رده‌بندی بتن ۷۳
۵-۴ تعیین مقاومت فشاری هدف طرح مخلوط بتن ۷۵
۵-۴-۱ کلیات ۷۵
۵-۴-۲ انحراف معیار مقاومت ۷۵
۵-۴-۳ حاشیه‌ی ایمنی مقاومت ۷۷
۵-۴-۴ محاسبه‌ی مقاومت هدف طرح مخلوط ۷۸
۵-۵ روش آزمایشگاهی تعیین مقادیر و نسبت‌های مخلوط ۷۹
۵-۵-۱ کلیات ۷۹
۵-۶ ارائه‌ی نسبت های مخلوط نهایی ۸۳
۵-۶-۱ اطلاعات مربوط به خواسته‌های پروژه در ارتباط با بتن ۸۳
۵-۶-۲ اطلاعات مربوط به مصالح مصرفی در طرح مخلوط ۸۴
۵-۶-۳ اطلاعات مقادیر و نسبت‌های مخلوط و نتایج مخلوط آزمایشی ۸۴
۵-۷ تغییر مقاومت فشاری هدف طرح مخلوط ۸۵

فصل ششم پایائی (دوام) بتن ۸۷

۶-۱ کلیات ۸۷
۶-۲ انواع آسیب دیدگی‌های بتن ۸۷
۶-۲-۱ خوردگی فولاد مدفون در بتن ۸۷
۶-۲-۲ حمله‌ی سولفاتی ۸۸
۶-۲-۳ آسیب‌دیدگی بر اثر چرخه‌ی یخ زدن و آب شدن ۸۸
۶-۲-۴ سایش و فرسایش ۸۸
۶-۲-۵ واکنش قلیایی سنگدانه‌ها ۸۸
۶-۳ دسته‌بندی شرایط محیطی ۸۹
۶-۴ ضوابط ویژه برای افزایش پایایی در شرایط محیطی مختلف ۸۹
۶-۴-۱ کلیات ۸۹
۶-۴-۲ الزامات برای بتن آرمه در معرض یون‌های کلرید ۹۱
۶-۴-۳ الزامات برای بتن آرمه در خوردگی ناشی از کربناته شدن ۹۵
۶-۴-۴ الزامات دوام بتن برای حمله‌ی سولفاتی ۹۷
۶-۴-۵ الزامات دوام بتن برای شرایط رویارویی با آب دریا ۹۹

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

۶-۴-۶ الزامات دوام بتن در معرض چرخه یخزدن و آب شدن ۱۰۰
۶-۴-۷ الزامات دوام بتن برای کنترل واکنش قلیایی – سنگدانه ۱۰۰
۶-۴-۸ الزامات دوام بتن برای سایش و فرسایش ۱۰۳
۶-۵ الزامات دوام بتن در مقابل آتش ۱۰۵
۶-۶ تخمین عمر مفید سازه‌های بتن آرمه ۱۰۵
فصل هفتم قالب‌بندی و درزهای بتن ۱۰۸
۷-۱ قالببندی ۱۰۸
۷-۱-۱ تعاریف ۱۰۸
۷-۱-۲ عملکرد قالب ۱۰۹
۷-۱-۳ جنس قالب‌ها ۱۰۹
۷-۱-۴ نوع قالب و قالب بندی ۱۱۰
۷-۱-۵ طراحی قالب ۱۱۲
۷-۱-۶ اجرا و بازرسی قالب‌بندی ۱۱۸
۷-۱-۷ رواداری قالب ۱۲۰
۷-۱-۸ قالب‌برداری ۱۲۰
۷-۱-۹ برداشتن پایه های اطمینان ۱۲۲
۷-۱-۱۰ قالب برداری سازه‌های چند طبقه ۱۲۴
۷-۱-۱۱ نکات اجرایی قالب‌بندی‌های ویژه ۱۲۴
۷-۲ لوله‌ها و مجراهای درون بتن ۱۲۶
۷-۳ درزها ۱۲۸
۷-۳-۱ اهمیت، تقسیم‌بندی و ضرورت درزها ۱۲۸
۷-۳-۲ درز ساخت (اجرائی) ۱۲۸
۷-۳-۳ درزهای انقباض (جمع‌شدگی) ۱۳۲
۷-۳-۴ درزهای جداکننده یا انبساط ۱۳۳
۷-۳-۵ درزهای دال متکی بر زمین ۱۳۴
۷-۳-۶ روش‌های ایجاد درزها ۱۳۷
۷-۳-۷ مواد درزگیر ۱۳۷
فصل هشتم ساخت و اجرای بتن ۱۳۹
۸-۱ نیروی انسانی ۱۳۹
۸-۲ آماده‌سازی محل بتن‌ریزی ۱۳۹
۸-۳ پیمانه کردن مصالح و اختلاط بتن ۱۴۰

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

۸-۳-۱ کلیات ۱۴۰
۸-۳-۲ تجهیزات ذخیره‌سازی ۱۴۱
۸-۳-۳ تجهیزات توزین و پیمانه کردن اجزاء بتن ۱۴۳
۸-۳-۴ مخلوط‌کن‌ها و اختلاط بتن ۱۴۴
۸-۳-۵ بازرسی و کنترل تجهیزات تولید ۱۴۸
۸-۴ انتقال بتن، بتن‌ریزی و تراکم ۱۴۹
۸-۴-۱ کلیات ۱۴۹
۸-۴-۲ زمان مجاز از ساخت بتن تا اتمام بتن‌ریزی ۱۵۰
۸-۴-۳ انتقال بتن ۱۵۱
۸-۴-۴ عملیات بتن‌ریزی ۱۵۷
۸-۴-۵ تراکم ۱۶۰
۸-۵ پرداخت سطح بتن ۱۶۱
۸-۵-۱ کلیات ۱۶۱
۸-۵-۲ عملیات اجرایی پرداخت سطح ۱۶۳
۸-۵-۳ عمل‌آوری (نگهداری) بتن ۱۶۴
۸-۵-۴ حداقل مدت عمل‌آوری ۱۷۰
8-5-5 پروراندن بتن ۱۷۲
۸-۶ بتن‌ریزی در هوای سرد ۱۷۶
۸-۶-۱ کلیات ۱۷۶
۸-۶-۲ تعریف شرایط هوای سرد ۱۷۷
۸-۶-۳ الزامات قبل از بتن‌ریزی ۱۷۷
۸-۶-۴ دمای مخلوط بتن ۱۷۸
۸-۶-۵ سایر الزامات و توصیه‌ها ۱۸۰
۸-۶-۶ اقدامات پس از بتن‌ریزی ۱۸۰
۸-۶-۷ حفاظت بتن ۱۸۱
۸-۶-۸ افت دما پس از دوره حفاظت ۱۸۲
۸-۶-۹ قالب‌برداری ۱۸۳
۸-۷ بتن‌ریزی در هوای گرم ۱۸۳
۸-۷-۱ شرایط هوای گرم ۱۸۳
۸-۷-۲ تدارکات برای ساخت بتن و بتن‌ریزی ۱۸۳
۸-۷-۳ ساخت بتن ۱۸۴
۸-۷-۴ انتقال بتن ۱۸۵

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

۸-۷-۵ بتن‌ریزی ۱۸۶
۸-۷-۶ عمل‌آوری ۱۸۶
فصل نهم بتن‌ریزی در شرایط خاص و بتن‌های ویژه ۱۸۸
۹-۱ کلیات ۱۸۸
۹-۲ بتن پرمقاومت ۱۸۸
۹-۲-۱ کلیات ۱۸۸
۹-۲-۲ مصالح مصرفی ۱۸۹
۹-۲-۳ اجرا ۱۹۱
۹-۳ بتن الیافی ۱۹۱
۹-۳-۱ کلیات ۱۹۱
۹-۳-۲ مشخصات الیاف ۱۹۲
۹-۳-۳ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط) ۱۹۲
۹-۳-۴ اجرا ۱۹۳
۹-۳-۵ آزمایش‌های بتن الیافی ۱۹۵
۹-۴ بتن خودتراکم ۱۹۵
۹-۴-۱ کلیات ۱۹۵
۹-۴-۲ کارایی ۱۹۵
۹-۴-۳ مصالح مصرفی ۱۹۶
۹-۴-۴ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط) ۱۹۷
۹-۴-۵ آزمایش‌های بتن تازه خودتراکم ۱۹۷
۹-۴-۶ اجرا ۱۹۹
۹-۵ بتن پاششی ۲۰۱
۹-۵-۱ کلیات ۲۰۱
۹-۵-۲ مصالح مصرفی ۲۰۲
۹-۵-۳ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط) ۲۰۳
۹-۵-۴ ارزیابی قبل از ساخت ۲۰۳
۹-۵-۵ ارزیابی و پذیرش در حین ساخت ۲۰۴
۹-۵-۶ اجرا ۲۰۶
۹-۶ بتن سبکدانه‌ی سازه‌ای ۲۰۹
۹-۶-۱ کلیات ۲۰۹
۹-۶-۲ سنگدانه‌ی مصرفی ۲۰۹
۹-۶-۳ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط) ۲۱۰

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

۹-۶-۴ اجرا ۲۱۰
۹-۷ بتن سنگین ۲۱۱
۹-۷-۱ کلیات ۲۱۱
۹-۷-۲ مصالح مصرفی ۲۱۲
۹-۷-۳ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط) ۲۱۳
۹-۷-۴ اجرای بتن به‌صورت متعارف ۲۱۳
۹-۷-۵ اجرای بتن به‌صورت پیش‌آکنده ۲۱۴
۹-۸ بتن‌ریزی زیر آب ۲۱۵
۹-۸-۱ مقدمه ۲۱۵
۹-۸-۲ بتن‌ریزی با لوله‌ی ترمی ۲۱۵
فصل دهم کنترل و پذیرش بتن ۲۲۰
۱۰-۱ ضوابط ارزیابی و پذیرش بتن در کارگاه ۲۲۰
۱۰-۱-۱ کلیات ۲۲۰
۱۰-۱-۲ محل و تواتر نمونه‌برداری ۲۲۱
۱۰-۱-۳ ضوابط پذیرش بتن در کارگاه ۲۲۴
۱۰-۲ بررسی بتن کم مقاومت ۲۲۷
۱۰-۲-۱ کلیات ۲۲۷
10-2-2 روش مغزه‌گیری ۲۲۸
۱۰-۳ بررسی بتن کم دوام ۲۳۲
۱۰-۳-۱ کلیات ۲۳۲
۱۰-۳-۲ مغزه‌گیری ۲۳۲
۱۰-۳-۳ سایر اقدامات ۲۳۳
۱۰-۴ نمونه‌های آگاهی و کنترل کفایت عمل‌آوری ۲۳۴
۱۰-۴-۱ کلیات ۲۳۴
۱۰-۴-۲ نمونه آگاهی ۲۳۴
۱۰-۴-۳ کنترل کفایت عمل‌آوری ۲۳۴

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

فصل اول

کلیات

متن اصلی *تفسیر/توضیح*

۱-۱ هدف

ت ۱-۱ هدف

۱-۱-۱ هدف این آیین‌نامه ارایه حداقل ضوابط و مقرراتی است که با رعایت آنها میزان مناسبی از ایمنی، قابلیت بهره‌برداری و پایایی سازه‌های موضوع آیین‌نامه تامین می‌شود.

۱-۲ دامنه کاربرد

ت ۱-۲ دامنه کاربرد

۱-۲-۱ ضوابط و مقررات این آیین‌نامه، باید در طرح، محاسبه، اجرا و کنترل مشخصات مواد تشکیل‌دهنده و کیفیت اجرای سازه‌های بتنی متعارف رعایت شوند. دو بخش اول آیین‌نامه، حاوی ضوابط و مقررات مربوط به سازه‌های بتن آرمه‌ای است که با سنگدانه‌های معمولی و سیمان پرتلند یا سیمان آمیخته ساخته می‌شوند و مقاومت مشخصه آنها حداقل برابر ۱۶ مگاپاسکال (نیوتن بر میلیمتر مربع) می‌باشد.

۱-۲-۲ ضوابط و مقررات این آیین‌نامه تا جایی که کاربرد داشته باشند باید در مورد سازه‌ها و قطعات خاص از جمله موارد زیر نیز رعایت شوند. سایر ضوابط و مقررات ویژه این سازه‌ها موضوع بخشهای بعدی این آیین‌نامه خواهند بود :

الف- سازه‌ها یا قطعات بتنی ساده و کم آرماتور.

ب- سازه‌ها یا قطعات بتن آرمه ساخته شده با سنگدانه‌های سبک یا سنگین.

پ- سازه‌ها یا قطعات بتن آرمه ساخته شده با بتن متخلخل یا بتن اسفنجی.

ت- سازه‌ها یا قطعات بتن پیش تنیده.

ث- سازه‌ها یا قطعات بتن پیش ساخته.

ج- سازه‌ها یا قطعات بتن آرمه با نیمرخهای نورد شده فولادی.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

چ- سازه‌ها یا قطعات بتنی الیاف‌دار.
ح- سازه‌ها یا قطعات بتن آرمه‌ای که در معرض دمای زیاد قرار می‌گیرند.
خ- سازه‌های خـــاص نظیر مخازن سیالات، سیلوها، سدها، سازه‌های مقاوم در برابر انفجار، نیروگاههای هســـته‌ای، دودکشها، پلها و نیز سازه‌هایی نظیر قوسها و پوسته‌ها که در طراحی آنها ضوابط ویژه حاکم است.

۱-۳ مبانی

ت ۱-۳ مبانی

۱-۳-۱ پایایی سازه‌ها با منظور داشتن شرایط رویارویی در طراحی و انتخاب شکل قطعـات متناسب با این شرایط، مراعات مشخصات فنی اجرایی از قبیل کیفیت و حداقل مقدار سیمان، کیفیت آب، نسبت آب به سیمان، نوع و کیفیت سنگدانه‌ها، حداکثر مقدار مواد زیان‌آور در مواد تشکیل‌دهنده بتن، نسبتهای اختلاط، شرایط ریختن و جا دادن بتن، عمل آوردن و مراقبت بتن، ضخامت پوشش بتن و درزهای ساختمانی، تامین می‌شود.

۱-۴ واحدها

ت ۱-۴ واحدها

۱-۴-۱ در این آئین نامه واحدهای اندازه گیر، سیستم بین المللی SI، متر، ثانیه، کیلوگرم جرم، و نیوتن است. واحدهائی که در این آئین نامه مورد استفاده قرار گرفته اند عبارتند از:

- طول: متر
- زمان: ثانیه
- جرم: کیلوگرم جرم
- وزن: نیوتن
- تنش و فشار: نیوتن بر متر مربع (پاسکال)

۱-۵ علایم و اختصارات

ت ۱-۵ علایم و اختصارات

۱-۵-۱ علایم و اختصارات مورد استفاده در این آیین‌نامه بطور کلی با پیروی از علایم و اختصارات متحدالشکل مورد تایید سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) انتخاب شده‌اند.

۱-۶ استانداردها و متون مرتبط با آیین‌نامه

ت ۱-۶ استانداردها و متون مرتبط با آیین‌نامه

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

۱-۶-۱ در مواردی که بین مفاد این آیین‌نامه و سایر آیین‌نامه‌ها، آیین کاربردها و مشخصات فنی اجرایی منتشرشده توسط دفتر امو رفنی و تدوین معیارهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور یا موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تفاوتی باشد، مشخصات، ضوابط و مقررات داده شده در این آیین‌نامه اولویت دارند و نافذ خواهند بود.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

فصل دوم

مقررات کلی ارایه و تصویب طرح و نظارت

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۲-۱ ارایه طرح و محاسبه، نقشه‌ها و مدارک فنی

۲-۱-۱ نقشه‌های اولیه سازه‌های بتن آرمه باید بر مبنای نقشه‌های معماری، که در آن تمامی اندازه‌ها، ارتفاعها، و سایر ویژگیهای اصلی ساختمان به وضوح تعیین شده است، تهیه شوند. یک نسخه از نقشه‌های معماری مذکور که مبنای محاسبات سازه بتن آرمه قرار گرفته و به امضای مهندس محاسب رسیده باشد باید به نقشه‌های سازه بتن آرمه ضمیمه و به مقامات رسیدگی کننده تحویل شود.

۲-۱-۲ همراه با نقشه‌های اولیه سازه بتن آرمه، که برای تصویب ارایه می‌شوند، باید دفترچه محاسبات فنی شامل نکات زیر ارایه شود.

الف- ویژگیهای اصلی به طور اختصار و معرفی ساختمان از نظر نوع بهره‌برداری، محل اجرا، تعداد طبقات و ارتفاع.

ب- فرضها و مطالعات انجام شده در مورد مقاومت خاک، سطح آب زیرزمینی و سایر عوامل مربوط به ژئوتکنیک در صورت لزوم.

پ- ویژگیهای مصالح مورد استفاده در ساختمان از قبیل فولاد و سیمان مصرفی در بتن و مقاومتهای مشخصه بتن در سنین استاندارد یا مراحل تعیین شده برای اجرا، که طراحی براساس آنها انجام پذیرفته است.

ت- فرضهای محاسباتی از نظر مقادیر بارها و سربارها اعم از بارهای قائم و نیروهای ناشی از برف، باد، زلزله و به طور کلی هر نوع بار و سربار که در محاسبه منظور شده است.

ث- کروکی پلانها و قابهای بارگذاری شده.

تفسیر/توضیح

ت ۲-۱ ارایه طرح و محاسبه، نقشه‌ها و مدارک فنی

متن اصلی	تفسیر/توضیح
ج- روشهای مورد استفاده برای تحلیل و طراحی و تنشها و ضرایب ویژه‌ای که مبنای محاسبه قرار گرفته‌اند. چ- نام سایر آیین‌نامه‌های سازگار که در محاسبات مورد استفاده بوده‌اند. ح- جزییات عملیات محاسباتی با افزودن کروکیها و توضیحات لازم و مشخص کردن نتایج اصلی محاسباتی به صورت واضح و روشن، بطوریکه رسیدگی به محاسبات تا حد امکان آسان باشد. در صورت به کار بردن روشهای رایانه‌ای باید مشخصات و مبنای برنامه‌های مورد استفاده، فرضها، داده‌های اولیه و نتایج بدست آمده ضمیمه دفترچه محاسبه شوند. ۲-۱-۳ بسته به مورد سه نوع نقشه برای اجرای ساختمانها تهیه می‌شوند: ۲-۱-۳-۱ نقشه‌های محاسباتی، که در آنها هندسه کلی سازه، ابعاد مقاطع و سطح مقطع عرضی فولاد مشخص شده‌اند. این نقشه‌ها فاقد جزییات کامل اجرایی هستند و باید قبل از شروع به اجرا، به نقشه‌های اجرایی تبدیل شوند. ۲-۱-۳-۲ نقشه‌های اجرایی، که علاوه بر اطلاعات نقشه‌های محاسباتی، شامل جزییات اجرایی سازه از قبیل قطر، تعداد و طول میلگردها، محل قطع و وصله کردن آنها، نوع وصله‌ها و نظایر آن هستند، بطوریکه اجرای سازه به کمک این نقشه‌ها بدون ابهام میسر باشد. نقشه‌های اجرایی سازه‌های بتن آرمه با رعایت شرایط زیر باید توسط مهندس محاسب صلاحیتدار تهیه و به مقامات رسیدگی کننده تسلیم شود: الف- نقشه‌ها باید به طور واضح و با مقیاس قابل قبول تهیه شوند. ب- مقاومت خاک مبنای محاسبه و نیز ویژگی‌های مکانیکی بتن و فولاد باید ذکر شود. پ- ابعاد و موقعیت تمام قطعات سازه‌ای، موقعیت و ابعاد تمامی بازشوها و سوراخها باید در نقشه‌ها داده شوند. ت- جزییات و مقاطع لازم برای تهیه نقشه‌های کارگاهی، قطر میلگردها، محل خم، قطع و وصله کردن آنها و اندازه‌های مربوط، باید داده شوند. قسمتی از این اطلاعات را می‌توان در جدول میلگردها قید کرد.	

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی ***تفسیر/توضیح***

ث- ضخامت پوشش بتن روی میلگردها، قطر بزرگترین سنگدانه قابل مصرف در بتن و حداکثر نسبت آب به سیمان باید در نقشه‌ها داده شوند.

ج- موقعیت درزهای انقطاع، انبساط و اجرایی و جزییات آنها در نقشه‌ها داده شوند.

چ- تهیه جدول‌های میلگردها و تعیین وزن فولاد مصرفی به تفکیک هر نوع میلگرد، جزو وظایف طراح ساختمان در قبال کارفرماست، ولی تسلیم آن برای اخذ پروانه ساختمان ضرورت ندارد مگر موقعی که قسمتی از اطلاعات مربوط به میلگردها در نقشه‌های اجرایی قید نشده و تنها در این جداول ذکر شده باشد.

۲-۱-۳-۳ نقشه‌های کارگاهی، که متناسب با شرایط هر سازه و سازندگان آن، با استفاده از جزییات داده شده در نقشه‌های اجرایی، و با مقیاس بزرگ، برای قسمتهای خاص و حساس سازه تهیه می‌شوند. این نقشه‌ها باید بر اساس نیازهای کارگاه، همزمان با عملیات اجرایی تهیه شوند و به تایید دستگاه نظارت برسند.

۲-۲ نظارت و بازرسی

ت ۲-۲ نظارت و بازرسی

۲-۲-۱ اجرای عملیات بتن آرمه باید تحت نظر مهندسان واجد شرایط انجام گیرد. توصیه می‌شود که تا حد امکان نظارت عالیه توسط مهندس محاسب یا افراد صلاحیتداری که نمایندگی او را دارند انجام پذیرد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

تفسیر/توضیح

۲-۲-۲ دفتری بنام دفتر کارگاه باید همواره، در کارگاه موجود باشد و در آن موارد زیر درج شوند:

الف- کیفیت و نسبتهای اختلاط مصالح بتن.

ب- تاریخ قالب‌بندی، آرماتورگذاری، بتن‌ریزی و قالب‌برداری.

پ- شرایط جوی، از قبیل دما و بارندگی.

ت- نتایج آزمایشهایی که روی نمونه‌های مختلف انجام می‌شوند.

ث- هرگونه بار قابل توجه اعمال شده بر کفهای تمام شده، دیوارها و سایر اعضا در حین ساخت.

ج- پیشرفت کلی کار.

پرونده گزارشهای روزانه حاوی اطلاعات فوق می‌تواند جایگزین دفتر کارگاه شود.

۲-۲-۳ در مواقعی که دما کمتر از ۵ درجه سلسیوس (سانتیگراد) و یا بیشتر از ۳۰ درجه سلسیوس (سانتیگراد) باشد درج ارقام کامل مربوط به دما در دفتر کارگاه ضرورت قطعی دارد. در این گونه موارد باید تمامی تدابیری که برای حفظ بتن از سرما و گرما به کار برده شده است در دفتر کارگاه منعکس شود.

۲-۲-۴ دفتر کارگاه (یا پرونده گزارشهای روزانه) شامل اطلاعات مذکور باید هر روز به امضای مهندس مسؤول و ناظر کارگاه برسد و در تمام مدت اجرای عملیات ساختمانی در محل کارگاه باشد، بطوریکه موقع مراجعه بازرسان ساختمان بتوان در اختیار آنان قرار داد.

این دفتر باید بعد از اتمام عملیات ساختمانی همراه با نقشه‌های اجرایی نهایی، نزد صاحب کار (نظیر اسناد مالکیت) حفظ و نگهداری شود. ضبط و نگهداری این اطلاعات به صورت رایانه‌ای برای ساختمانهای مهم الزامی است.

۲-۲-۵ چنانچه ضمن اجرای کارهای ساختمانی و در نتیجه بازرسی ساختمان (یادآوری ۱) ملاحظه شود که کارها طبق نقشه‌های اجرایی انجام نیافته یا در اجرای بعضی از قسمتهای کار اصول فنی مراعات نشده است بازرسان ساختمان باید مراتب را به مسؤول کارگاه تذکر دهند و در صورتیکه معایب موجود احتمال بروز خطری برای ساختمان

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی	تفسیر/توضیح
داشته باشند، از کمیسیون فنی بدوی (یادآوری ۲) تقاضای رسیدگی فوری کنند.	
کمیسیون فنی بدوی بلافاصله در کارگاه تشکیل می‌شود و در صورت لزوم دستور توقف تمام و یا قسمتی از کار را صادر و موضوع را برای رسیدگی قطعی به کمیسیون فنی نهایی ارجاع می‌کند. کمیسیون فنی نهایی به موارد مربوط رسیدگی می‌کند و در صورت لزوم به بررسی محل، برداشت جزییات و ابعاد اعضا به صورت ساخته شده، و انجام آزمایشهای لازم برای ارزیابی کیفیت مصالح مصرفی و ایمنی اقدام و تصمیم مقتضی اتخاذ می‌کند.	
یادآوری (۱) بازرسان ساختمان، ماموران و مقامات صلاحیتداری هستند که بموجب قوانین و آیین‌نامه‌های کشور و شهرداری محل اختیار بازرسی طرح و اجرای کار را دارند و به طور کلی افرادی هستند که مسؤولیت نظارت عالی فنی و کنترل اعمال ضوابط این آیین‌نامه را بر عهده دارند.	
یادآوری (۲) اعضای کمیسیونهای فنی بدوی و نهایی به موجب قوانین و آیین‌نامه‌های کشور و شهرداری محل تعیین خواهند شد و در غیاب آنان کارفرما با موافقت دستگاه نظارت افرادی را از بین مهندسان خبره انتخاب خواهد کرد.	
۲-۳ آزمایش بارگذاری	**ت ۲-۳ آزمایش بارگذاری**
۲-۳-۱ هر گاه شرایط و وضع ساختمان طوری باشد که بازرسان ساختمان نسبت به ایمنی آن تردید داشته باشند، و ارزیابی ایمنی از طریق انجام محاسبات فنی به رفع ابهام و تردید منجر نشود، بازرسان می‌توانند از طریق کمیسیون فنی بدوی و تصویب کمیسیون فنی نهایی دستور آزمایش بارگذاری تمام ساختمان و یا قسمتی از آن را که مشکوک است صادر کنند.	
۲-۳-۲ آزمایش بارگذاری باید تحت نظر کمیسیون فنی بدوی پس از گذشت حداقل ۸ هفته از زمان اجرای قسمت یا موضع مورد نظر به عمل آید. مگر آنکه طراح و صاحب کار با آزمایش قطعات در سن کمتر موافقت کنند. در صورتیکه اجرای ساختمان توسط پیمانکار یا پیمانکارانی	

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی	تفسیر/توضیح
انجام پذیرد تقاضای تقلیل سن آزمایش باید با موافقت آنان همراه باشد. آزمایش بارگذاری باید بنحوی انجام گیرد که در صورت بروز خرابی، امنیت جانی افراد آزمایش کننده و سالم ماندن تجهیزات تامین شده باشد.	
۲-۴ تصویب روشهای خاص طراحی یا اجرا	**ت ۲-۴ تصویب روشهای خاص طراحی یا اجرا**
۲-۴-۱ اگر برای تحلیل و طراحی، ارزیابی ایمنی، یا اجرای سازه‌های موضوع این آیین‌نامه روشهای جدید ابداع و پیشنهاد شوند که کاربرد آنها در این آیین‌نامه پیش‌بینی نشده باشد یا کاملا" منطبق بر ضوابط این آیین‌نامه به شمار نیاید، ولی اعتبار آنها از طریق توجیه علمی ثابت شده باشد، ابداع کنندگان این روشها می‌توانند از دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور درخواست کنند که رسیدگی به مساله به یک هیأت فنی متشکل از کارشناسان دفتر و حداقل سه نفر از خبرگان مربوط ارجاع شود. هیأت فنی پس از بررسی پرونده و در صورت لزوم انجام آزمایشها و تدوین توجیهات نظری، نسبت به قبول یا رد روش پیشنهادی اظهار نظر خواهد کرد و در صورت قبول، محدوده کاربرد و شرایط و ضوابط مربوط را تعیین و ارایه خواهد داد. ضوابط و مقررات اعلام شده بوسیله این هیأت، اعتباری در حد ضوابط این آیین‌نامه خواهند داشت. ارزیابی ایمنی قطعات خاص از طریق آزمایش و بدون انجام محاسبه نیز، مشروط به تصویب روش و شرایط آزمایش بوسیله هیأت فنی، می‌تواند قابل قبول باشد.	

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

فصل سوم
مواد و مصالح بتن

متن اصلی

۳-۱ ویژگی‌های مصالح تشکیل‌دهنده

۳-۱-۱ کلیات

۳-۱-۱-۱ مصالح مورد استفاده در تولید بتن باید به‌گونه‌ای انتخاب و به‌کار گرفته شود که ضوابط طراحی و عملکرد سازه‌ای عمر بهره‌دهی بالایی داشته و شکل ظاهری قطعات را با توجه به شرایط محیطی تامین کند.

۳-۱-۱-۲ کلیه‌ی مواد و مصالح مصرفی در بتن باید منطبق با الزامات ارایه شده در استانداردها بوده و مدارک و مستندات صحه‌گذاری آن نگهداری شود.

۳-۱-۱-۳ الزامات این آئین‌نامه جهت افزایش ایمنی، دوام و پایداری سازه در شرایط اقلیمی و منطقه‌ای (مطابق فصل ششم) بوده و در مواردی که الزاماتی ارایه نشده باید از دیگر منابع و مدارک معتبر ملی، بین‌المللی و مشخصات خصوصی پروژه استفاده نمود.

۳-۱-۱-۴ انتخاب مصالح مناسب به‌لحاظ اطمینان از عملکرد کوتاه‌مدت و درازمدت آن اهمیت بسیاری دارد. بنابراین در مواردی که امکان ارزیابی تاریخچه‌ی عملکرد بتن و مصالح به‌کار رفته در آن مقدور است و عملکرد مورد قبولی را نشان می‌دهد، استفاده از آن مصالح و بتن بلامانع است. در غیر این صورت باید با انجام آزمایش‌های کنترل کیفیت، انطباق خواص مواد و مصالح با الزامات مورد نظر را اثبات کرد. همچنین به‌منظور اطمینان از یکنواختی خواص مواد و مصالح

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱ ویژگی‌های مصالح تشکیل‌دهنده

ت ۳-۱-۱ کلیات

ت ۳-۱-۱-۲ منظور از استانداردها، در وهله‌ی اول استانداردهای ملی است و در صورت برآورده نکردن الزامات طراحی، با توجه به مشخصات خصوصی پروژه، به سایر استانداردهای معتبر بین‌المللی مراجعه می‌شود.

ت ۳-۱-۱-۳ در مواردی که علاوه بر الزامات ارایه شده در این آئین‌نامه، در مشخصات خصوصی پروژه نیز الزاماتی ذکر شده باشد، نباید الزامات یا مقادیر ذکر شده در مشخصات خصوصی با موارد این آئین‌نامه متناقض بوده و یا الزامات سهل‌گیرانه‌تری داشته باشد. همچنین در صورت عدم الزامات یا مشخصاتی در این آئین‌نامه و منابع بین‌المللی، رعایت الزامات ذکر شده در مشخصات خصوصی پروژه الزامی است.

ت ۳-۱-۱-۴ عملکرد کوتاه مدت در علم بتن و اجرا گاه مرتبط با مدت زمان عملیات اجرایی بتن و یا دوره‌ی اجرای پروژه است. در صورتی که عملکرد درازمدت نیز دارای مفاهیم مختلفی است. گاه عملکرد درازمدت با عمر مفید بتن یا سازه بتنی در ارتباط است و گاه دوره‌ی بهره‌برداری مدنظر قرار می‌گیرد. برای مثال ممکن است زمان گیرش سیمان یا بتن در انتخاب آن‌ها نقش داشته باشد و یا دوام سیمان خاصی در دوره‌ی بهره‌برداری مورد نظر باشد. در مورد سنگدانه‌ها نیز می‌توان مثال‌هایی را در مورد عملکرد کوتاه مدت، مانند نقش آن‌ها در کارایی بتن یا عملکرد دراز مدت ارائه کرد.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

باید با آزمایش‌های کنترل، کیفیت متواتر مشخص شده و نتایج آن‌ها کنترل، ثبت و نگهداری شود.

۳-۱-۱-۵ دستگاه نظارت می‌تواند علاوه بر آنچه در مدارک و مشخصات فنی اجرایی پیش‌بینی شده است، آزمایش‌ها و یا تواتر دیگری را برای هر یک از مصالح مورد استفاده در بتن درخواست نماید تا از تطابق خواص مصالح با مشخصات الزامی اطمینان حاصل شود.

۳-۱-۱-۶ دستگاه نظارت باید تا خاتمه‌ی دوره‌ی تضمین و حداقل تا یک‌سال پس از پایان کار هر پروژه، سوابق کامل نتایج آزمایش‌های انجام شده را نگهداری و به کارفرما تحویل دهد.

۳-۱-۱-۷ با توجه به دامنه‌ی کاربرد این آئین‌نامه که محدود به سازه‌های متعارف (طبق بند ۲-۱) می‌شود، الزامات مربوط به برخی از مواد و مصالح ارایه نشده‌است. بنابراین چنانچه استفاده از چنین مواد و مصالحی در سازه پیش‌بینی شده است ، باید بر اساس نظر مشاور و یا دستگاه نظارت الزامات مربوط به انتخاب، کنترل کیفیت و نکات اجرایی بر مبنای یکی از استانداردها و آئین‌نامه‌های ملی یا بین‌المللی معتبر رعایت گردد.

۳-۱-۲ سیمان

۳-۱-۲-۱ انتخاب مشخصات سیمان مصرفی که بر اساس یکی از استانداردهای زیر کنترل و تائید شده است، باید بر اساس شرایط محیطی، نوع کاربری، ابعاد عضو و دیگر شرایط تعیین شود.

- استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۳۸۹: ویژگی‌های سیمان پرتلند؛
- استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱-۱۷۵۱۸: سیمان - قسمت ۱- ویژگی‌ها؛
- استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۶۴۸۱: سیمان پرتلند زئولیتی- ویژگی‌ها؛
- استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۳۴۳۲: ویژگی‌های سیمان پرتلند پوزولانی؛
- استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۳۵۱۷: ویژگی‌های سیمان‌های سرباره‌ای؛

تفسیر/توضیح

مانند سایش یا واکنش‌زایی با قلیایی‌ها یا پایایی در برابر یخ زدن و آب شدن.

ت ۳-۱-۲ سیمان

ت ۳-۱-۲-۱ با توجه به تاثیر مشخصات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی سیمان بر خواص بتن تازه و سخت‌شده، به‌ویژه عملکرد درازمدت بتن در شرایط محیطی مهاجم، لازم است علاوه بر کنترل مشخصات سیمان با الزامات استانداردهای مربوطه، در انتخاب نوع سیمان مناسب با توجه به شرایط محیطی و کاربری سازه اقدام شود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

• استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۴۲۲۰: سیمان پرتلند آهکی-ویژگی‌ها؛
• استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۱: سیمان سفید-ویژگی‌ها و معیارهای انطباق؛
• استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱-۱۱۵۷۱: سیمان پرتلند مرکب-ویژگی‌ها.

۳-۱-۲-۲ با توجه به اینکه در حال حاضر، طبقه‌بندی و الزامات سیمان پرتلند خاکستری در کشور، از دو مرجع مختلف تبعیت می‌کند، لازم است در انتخاب نوع و مشخصات آن بر اساس الزامات دوام و موارد زیر دقت شود.

۳-۱-۲-۳ مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۳۸۹، سیمان‌های پرتلند به انواع ۱ تا ۵ و مطابق با استانداردهای ملی ایران به‌شماره‌های ۳۴۳۲، ۳۵۱۷، ۴۲۲۰ و ۱۶۴۸۱ به‌ترتیب به سیمان‌های آمیخته پوزولانی، سیمان‌های آمیخته سرباره‌ای، سیمان‌های پرتلند آهکی و سیمان‌های زئولیتی تقسیم‌بندی شده و بر حسب نیاز و کاربری‌های مختلف انتخاب و طبق استانداردهای مرتبط کنترل می‌شود.

۳-۱-۲-۴ در استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱-۱۷۵۱۸ سیمان‌ها به پنج گروه اصلی و به بیش از ۳۵ نوع تقسیم می‌شود. از آن‌جائی‌که تاریخچه‌ی عملکرد برخی از این سیمان‌ها در کشورمان و حتی در دیگر کشورها به‌خوبی مشخص نیست، لذا استفاده‌ی برخی از این نوع سیمان‌ها در شرایط رویارویی مختلف (به عنوان مثال: محیط‌های در معرض یون کلرید و یا سولفات) باید با توجه به الزامات جدول۲-۶ و جدول ۸-۶ (فصل ششم) باشد. استفاده از سیمان‌های گروه CEM II, III, IV, V (طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱-۱۷۵۱۸) در شرایط محیطی مهاجم (طبق جدول ۱-۶) در صورتی مجاز است که اثبات شود آن نوع

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۲-۲ استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱-۱۷۵۱۸ بر اساس مرجع اروپایی تدوین شده و تا حدود زیادی نگرش این استاندارد بر مبنای عملکرد سیمان است تا مشخصات فیزیکی، مکانیکی یا شیمیایی آن. بنابراین در انتخاب و استفاده از سیمان‌هایی مطابق با این استاندارد، باید شناخت کافی از عملکرد سیمان مورد نظر در شرایط محیطی یا اقلیمی وجود داشته باشد.

ت ۳-۱-۲-۳ بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۳۸۹، سیمان‌های پرتلند به پنج نوع: سیمان پرتلند نوع ۱ (معمولی با رده‌های مقاومتی ۳۲۵، ۴۲۵ و ۵۲۵، برای کلیه‌ی کارهای عمومی)، پرتلند نوع ۲ (اصلاح شده نوع ۱، با گرمازایی کم‌تر و مقاومت بیش‌تر در مقابل تهاجم سولفات‌ها)، پرتلند نوع ۳ (با آهنگ سریع رشد مقاومت و گرمازایی بیش‌تر)، پرتلند نوع ۴ (با آهنگ کند رشد مقاومت و گرمازایی بسیار کم) و سیمان پرتلند نوع ۵ (با مقاومت زیاد در مقابل تهاجم سولفات‌ها و عموما گرمازایی) تقسیم می‌شود. ممکن است مشخصات فیزیکی و شیمیایی یک سیمان بتواند با مشخصات استاندارد دو یا سه نوع سیمان انطباق حاصل کند. بنابراین لازم است بررسی ویژگی‌های سیمان با توجه به مشخصات مورد نیاز برای آن منطقه گزندبار در دستور کار قرار گیرد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

سیمان بر اساس نتایج آزمایشگاهی مستند و یا تاریخچه‌ی عملکرد مثبت، در شرایط محیطی و اجرائی مشابه بلامانع و مؤثر است.

۳-۱-۲-۵ استفاده از هر یک از پنج گروه سیمان CEM I, II, III, IV, V (مطابق طبقه‌بندی فصل دوام)، با در نظر گرفتن رده‌ی مقاومتی، آهنگ کسب مقاومت و میزان ترکیب C_3A و دیگر الزامات اجرایی (مانند: الزامات حمل و ریختن، زمان بازکردن قالب، نوع و مدت زمان عمل‌آوری) مجاز است.

۳-۱-۲-۶ در مواردی ممکن است به دلایلی مختلف، گزینه‌ایی جز استفاده از سنگدانه‌های دارای پتانسیل واکنش‌قلیائی در اعضا و قطعاتی با رطوبت کافی برای بروز این واکنش (مانند شالوده ساختمآن‌ها، دیوار برشی، ستون و تیرهای محیطی ساختمان در ترازهای منفی یا زیر زمین و ...) وجود نداشته باشد. در این شرایط می‌توان از راهکارهای کنترل واکنش قلیائی، از جمله استفاده از سیمان‌های آمیخته‌ی مناسب یا سیمان‌هایی با قلیای معادل کم‌تر از ۰/۶ درصد برای سنگدانه‌هایی که قابلیت واکنش «قلیائی

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۲-۵ بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۱۷۵۱۸ سیمان‌ها به پنج گروه اصلی تقسیم می‌شوند. سیمان پرتلند گروه ۱ (CEM I)، مانند سایر گروه‌ها از نظر رده‌ی مقاومتی می‌تواند در سه رده‌ی ۳۲/۵، ۴۲/۵ و ۵۲/۵ N/mm^2 تولید شود. همچنین از نظر آهنگ کسب مقاومت نیز سه رده‌ی L، N و R برای آن وجود دارد که به‌ترتیب بیانگر رشد مقاومت اولیه‌ی کم، عادی و سریع آن است.

این گروه از سیمان‌ها از نظر درصد ترکیب C_3A نیز به پنج گروه تقسیم می‌شوند. رده‌ی CEM I-0 محدودیتی برای درصد C_3A ندارد و در چهار رده‌ی دیگر بسته به مقدار مقاومت مورد نیاز، برای مقابله با تهاجم سولفات‌ها و یا مقاومت توام سولفات و کلرید، بین صفر تا ۱۰ درصد طبقه‌بندی می‌شود.

سیمان گروه ۲ (CEM II) شامل سیمان‌های پرتلند آمیخته بوده و بسته به نوع ماده‌ی جایگزین سیمان (انواع پوزولان و یا سرباره) و درصد جایگزینی، به ۱۹ دسته تقسیم می‌شود. شایان ذکر است این نوع سیمان‌ها نیز همانند سیمان‌های گروه ۱ می‌توانند از نظر رده‌ی مقاومتی و همچنین آهنگ کسب مقاومت به رده‌های مشابه گروه مذکور تقسیم شوند.

گروه ۳ (CEM III) شامل سیمان سرباره‌ای است و با توجه به میزان جایگزینی (بین ۳۶ تا ۹۵ درصد) به پنج دسته تقسیم می شود.

در گروه ۴ (CEM IV) سیمان‌های پوزولانی با بیش از ۴۵ درصد جایگزینی و در گروه ۵ سیمان مرکب با درصد جایگزینی ۲۰ تا ۶۴ درصد قرار دارند. سیمان‌های گروه ۳، ۴ و ۵ نیز می‌توانند رده‌های مقاومتی و آهنگ رشد متفاوتی داشته باشند؛ اگرچه نسبت به سیمان‌های گروه ۱ و ۲ محدودیت دارند.

ت ۳-۱-۲-۶ اگرچه تا انجام تحقیقات کافی و با توجه به شرایط محیطی و اجرایی کشور استفاده از سیمان‌های گروه ۲، ۳، ۴ و ۵ (CEM II, III, IV, V) باید مبتنی به نتایج آزمایشگاهی و یا میدانی باشد.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

سیلیسی» دارند یا ۰/۴ درصد برای سنگدانه‌هایی که قابلیت واکنش «قلیائی کربناتی» دارند (به بند ۳-۳-۱-۳ و فصل دوام، بند ۷-۴-۶ مراجعه شود) استفاده کرد. استفاده از سیمان‌های آمیخته و یا سیمان‌های کم‌قلیا به‌عنوان تنها گزینه‌ی کنترل واکنش قلیائی، تنها در صورتی مجاز است که تامین قلیایی‌ها از منابع دیگر (به جز سیمان) وجود نداشته باشد و همچنین بر اساس نتایج تاریخچه‌ی عملکرد سیمان آمیخته یا سیمان کم‌قلیا با سنگدانه‌ی مورد نظر و یا نتایج آزمایشگاهی، اثبات شود که سیمان مورد نظر (آمیخته یا کم قلیا) می‌تواند واکنش‌های مخرب سنگدانه‌ی واکنش‌زا را کنترل و به حد مجاز کاهش دهد.

۳-۱-۲-۷ درصورتی‌که به‌دلیل ملاحظات دوام (طبق فصل ششم) و یا کنترل گرمای هیدراته شدن و آهنگ رشد مقاومت، نیاز به استفاده از سیمان‌های آمیخته و یا مواد جایگزین سیمان باشد، باید بر اساس نتایج آزمایشگاهی و یا بررسی عملکرد کوتاه‌مدت و درازمدت، تاثیر استفاده از سیمان آمیخته یا مواد جایگزین سیمان در بهبود رفتار و عملکرد بتن به تائید دستگاه نظارت برسد.

۳-۱-۲-۸ استفاده از سیمان پرتلند سفید برای ساخت بتن بلامانع است.

۳-۱-۲-۹ چنانچه بنا به ضرورت لازم است از دو یا چند نوع سیمان در بتن استفاده شود، باید بر اساس مطالعات آزمایشگاهی و بررسی عملکرد کوتاه‌مدت و درازمدت، استفاده‌ی همزمان از چند نوع سیمان در یک بتن به تائید دستگاه نظارت برسد.

۳-۱-۳ سنگدانه‌ها

۳-۱-۳-۱ مشخصات سنگدانه‌های مورد مصرف در بتن باید به‌گونه‌ای باشد که بتوان با آن‌ها بتنی با مقاومت، دوام کافی در شرایط محیطی مهاجم و با کارایی و روانی مناسب ساخت.

۳-۱-۳-۲ سنگدانه‌های بتن باید الزامات اجباری استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۳۰۲ را برآورده نمایند.

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۲-۸ استفاده از سیمان سفید بنایی در ساخت بتن مجاز نیست.

ت ۳-۱-۲-۹ چنانچه عملکرد بتن از نظر دوام مطرح نباشد، استفاده از چند نوع سیمان در یک بتن مانعی ندارد. همچنین مقصود از دو یا چند نوع سیمان، دو یا چند کارخانه‌ی مختلف نیست.

ت ۳-۱-۳ سنگدانه‌ها

ت ۳-۱-۳-۲ سنگدانه‌های بزرگ‌تر از ۴/۷۵ میلی‌متر را سنگدانه‌ی درشت (که عموما شن گفته می‌شود) و سنگدانه‌های کوچک‌تر از ۴/۷۵ میلی‌متر را سنگدانه‌ی ریز (که به‌طور معمول ماسه نامیده می‌شود) می‌نامند.

طبق تعریف «بزرگ‌ترین اندازه‌ی اسمی سنگدانه «معمولا عبارت است از اندازه‌ی کوچک‌ترین الکی که حداکثر ۱۰ درصد وزنی

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی	تفسیر/توضیح
	سنگدانه روی آن باقی بماند (یا ۹۰ درصد سنگدانه‌ها از آن عبور کنند). کوچک‌ترین اندازه‌ی اسمی سنگدانه معمولا بزرگ‌ترین الکی است که حداقل ۹۰ درصد سنگدانه روی آن باقی می‌ماند یا به‌عبارت دیگر حداکثر ۱۰ درصد سنگدانه از آن می‌گذرد. با مراجعه به استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۳۰۲ مشاهده می‌شود که در تعریف بزرگ‌ترین اندازه‌ی اسمی، مقادیر ۹۰ درصدی که در این جا مورد اشاره قرار گرفت، بین ۸۵ تا ۹۵ درصد در نوسان است.
	در صورتی‌که دانه‌بندی سنگدانه‌ها با منحنی‌های ارائه شده در استاندارد ملی ایران انطباق کامل نداشت، طی بررسی‌ها و آزمایش‌هایی می‌توان با آن سنگدانه‌ها، بتنی را تولید و اجرا نمود که الزامات مورد نظر را برآورده نماید. این بتن باید شرایط زیر را دارا باشد: در طول مدت حمل، ریختن (و یا انتقال با پمپ) و تراکم انسجام خود را از دست نداده، دچار جداشدگی نشود و همچنین مقاومت و دوام مورد نیاز را تامین کند. از آنجا که اثبات این موارد نیازمند انجام آزمایش‌های متعددی است، توصیه می‌شود از سنگدانه‌هایی استفاده شود که الزامات استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۳۰۲ را برآورده می‌نمایند.
	از آنجائی‌که وجود مواد ریزدانه‌تر از ۰/۶ میلی‌متر (۶۰۰ میکرومتر) در سنگدانه‌های ریز در انسجام و قوام بتن و همچنین پمپ‌پذیری بتن اهمیت دارد، باید حتی‌الامکان سعی شود در فرآیند تولید سنگدانه‌های ریز این دسته از دانه‌ها حذف نشوند. در غیر این‌صورت توصیه می‌شود با استفاده از مواد ریزدانه‌ی مناسب فقدان این دسته از ذرات جبران گردد. توجه شود که وجود بیش از حد ذرات ریز باعث افزایش نیاز به آب و احتمال افزایش جمع‌شدگی در بتن خواهد شد.
	سنگدانه‌هایی با چگالی کم و جذب آب زیاد (به‌طور معمول بیش از ۳/۵ درصد برای ماسه و ۳/۰ درصد برای شن) می‌تواند نشان دهنده‌ی تخلخل زیاد و مقاومت کم سنگدانه باشد. استفاده از سنگدانه‌هایی با مقاومت کم باعث افزایش نیاز به مواد چسباننده یا کاهش در نسبت آب به مواد سیمانی خواهد شد. افزایش میزان خمیر احتمال افزایش جمع‌شدگی و ترک‌خوردگی بتن را به‌دنبال دارد. بر این اساس توصیه می‌شود در مواردی‌که بتن در معرض‌چرخه‌های متوالی یخزدن و آب‌شدن قرار دارد، از سنگدانه‌هایی با مقاومت کم و تخلخل زیاد استفاده نشود.
	اگرچه برای استفاده از سنگدانه‌های ریز شکسته یا تیزگوشه در بتن منعی وجود ندارد، ولی باید توجه شود که استفاده از این سنگدانه‌ها می‌تواند نیاز به آب یا مواد روان‌کننده (یا فوق‌روان‌کننده) را برای دستیابی به روانی مورد نظر افزایش دهند. شکل ذرات شکسته که می‌تواند متاثر از جنس سنگ مادر و یا فرآیند خردایش باشد، تاثیر

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

۳-۱-۳-۳ در مواردی‌که بتن مورد استفاده در سازه‌های مشمول این آئین‌نامه در مدت قابل‌ملاحظه‌ای از بهره‌برداری، رطوبت خود را حفظ کرده و یا در معرض رطوبت یا آب محیط اطراف قرار می‌گیرد، (مانند پی‌ساختمان‌ها، دیوار برشی، ستون و تیرهای محیطی ساختمان در ترازهای منفی یا زیر زمین)، انجام مطالعات شناسائی قابلیت واکنش قلیائی سنگدانه‌ها (سیلیسی یا کربناتی) الزامی است. در این خصوص انجام بررسی‌های سنگ‌شناسی (مطابق استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۱۳۵۵۲)، آزمایش‌های تسریع شده (ملات منشوری، مطابق استانداردهای ملی ایران، شماره‌های ۸۷۵۳ و ۱۷۱۰۶)، درازمدت (منشور بتنی، مطابق استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۸۱۴۹)، استوانه‌ی سنگی (مطابق استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۷۶۵۶) و استاندارد تغییر طول منشورهای بتنی ناشی از واکنش قلیایی کربناتی (مطابق استاندارد ASTM C1105) و بنا به مورد باید مد نظر قرار گیرد.

۳-۱-۳-۴ سنگدانه‌ها از نظر دوام در برابر آتش و واکنش‌های شیمیائی مخرب نیز اهمیت دارند و بنا به مورد باید در نظر گرفته شود.

۳-۱-۴ سبکدانه

۳-۱-۴-۱ سبکدانه‌ها را بر اساس نحوه‌ی ایجاد می‌توان به دو دسته‌ی طبیعی و مصنوعی تقسیم کرد. نوع طبیعی در طبیعت وجود دارد و فقط با انجام عملیات مکانیکی مانند شکستن، دانه‌بندی و نظایر آن آماده عرضه می‌شود. نوع

تفسیر/توضیح

زیادی بر نیاز به آب بتن حاوی سنگدانه‌های ریز شکسته یا تیزگوشه دارد. باید توجه داشت بدلیل کمبود منابع سنگدانه‌ی ریز گردگوشه، دسترسی به آن ممکن است دشوار باشد.

ت ۳-۱-۳-۴ مشخصات سنگدانه‌های درشت می‌تواند بر مقاومت در برابر آتش بسیار موثر باشد. توصیه می‌شود از سنگدانه‌های گرانیتی، کوارتزی و کوارتزیتی در این موارد استفاده نشود.

استفاده از سنگدانه‌هایی که واکنش‌های شیمیایی مخربی به غیر از موارد بند ۳-۱-۳-۳ را در بتن ایجاد می‌کنند (مانند موارد زیر) مجاز نیست، مگر آن‌که بر اساس نتایج آزمایشگاهی یا تاریخچه‌ی عملکرد درازمدت اثبات شود که راهکارهای جلوگیری از واکنش مخرب نتایج رضایت بخشی داشته است.

- سنگدانه‌های حاوی برخی از سولفیدها از جمله پیریت، پیروتیت و مارکازیت؛
- سنگدانه‌های حاوی برخی از سولفات‌ها؛
- سنگدانه‌های حاوی آهک زنده (CaO) یا اکسید منیزیم (MgO) آزاد.

ت ۳-۱-۴ سبکدانه

ت ۳-۱-۴-۱ خصوصیات سبکدانه‌ها وابسته به جنس و ساختار متخلخل، مواد اولیه و فرآیند تولید است. سبکدانه‌های طبیعی مانند پومیس، اسکوریا یا توف مواد آتشفشانی هستند که از سرد شدن و نیز هوازده شدن گدازه‌های آتشفشانی بوجود آمده‌اند. همچنین

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

مصنوعی محصولات جانبی یا زائد صنایع مختلف هستند و با انجام عملیات خاص و حرارتی بر روی مصالح طبیعی یا مصنوعی فرآوری می‌گردند.

۳-۱-۴-۲ سبکدانه‌ها بر اساس کاربرد به دو دسته‌ی سبکدانه‌ی سازه‌ای و غیر سازه‌ای تقسیم می‌شود.

۳-۱-۴-۳ مشخصات سبکدانه‌ها بسته به کاربرد مورد نظر باید مطابق استانداردهای ملی مربوطه زیر باشد:

- استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۴۹۸۵- سبکدانه برای بتن سازه‌ای
- استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۱۴۸۷۵- سبکدانه برای بتن، ملات و گروت
- استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۷۶۵۷- سبکدانه برای بلوک‌های بنایی بتنی

تفسیر/توضیح

کلوخه‌های دیاتومه‌ای به‌عنوان سبکدانه‌ی طبیعی غیر آتشفشانی شناخته می‌شوند.

سبکدانه‌ی مصنوعی شامل سرباره‌ی متخلخل (اسفنجی)، رس منبسط شده یا پوک، خاکستر بادی همجوش شده، شیل یا سنگ لوح منبسط شده، شیشه یا سیلیس اسفنجی است. همچنین پرلیت را می‌توان سبکدانه‌ی مصنوعی قلمداد کرد. خرده آجر و سفال هم می‌توانند از جمله‌ی سبکدانه‌ها محسوب شوند. دانه‌های پلیمری و پلاستیکی نیز از این جمله هستند، مانند دانه‌های پلی‌استایرن منبسط شده.

ت ۳-۱-۴-۳ استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۴۹۸۵ خصوصیات سبکدانه‌ها را برای استفاده در بتن سبک سازه‌ای ارایه می‌دهد. دو نوع اصلی سبکدانه در این استاندارد توضیح داده شده است:

- سبکدانه‌های تهیه شده از انبساط و هم‌جوش کردن محصولاتی مانند سرباره، رس، دیاتومه، خاکستربادی، شیل و سنگ لوح؛
- سبکدانه‌های طبیعی فراوری شده، مانند پومیس، اسکوریا و توف.

استاندارد ملی ایران به شماره‌ی۱-۱۴۸۷۵ سبکدانه‌هایی با منشأ معدنی و با چگالی دانه‌ای معادل یا کم‌تر از ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و یا چگالی انبوهی فله‌ای معادل یا کم‌تر از ۱۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب را در بر می‌گیرد.

این سبکدانه‌ها شامل: سبکدانه‌های طبیعی، دانه‌های تهیه شده از مواد طبیعی، محصولات فرعی فرایندهای صنعتی و یا سبکدانه‌های بازیافت شده هستند.

استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۷۶۵۷ به معرفی سبکدانه‌های مصرفی در بلوک‌های بنایی برای کاهش چگالی آن‌ها می‌پردازد و شامل سه نوع اصلی سبکدانه است:

- سبکدانه‌های تهیه شده از انبساط و هم‌جوش‌کردن محصولاتی مانند سرباره، رس، دیاتومه، خاکستر بادی، شیل و سنگ لوح؛
- سبکدانه‌های تهیه شده از فراوری مواد طبیعی مانند پومیس، اسکوریا و توف؛
- سبکدانه‌های تهیه شده از سوزاندن محصولات نهایی ذغال‌سنگ و یا کک.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

۳-۱-۵ سنگدانه‌های درهم، بازیافتی و بازفرآوری شده

۳-۱-۵-۱ سنگدانه‌های درهم

۳-۱-۵-۱-۱ به سنگدانه‌های مخلوط ریز و درشت، سنگدانه‌های درهم[1] گفته می‌شود.

۳-۱-۵-۱-۲ سنگدانه‌های درهم را نمی‌توان برای تولید بتن‌آرمه به‌کار برد. همچنین نباید آن را در ساخت بتن‌های غیر مسلح با اهمیت متوسط به بالا استفاده نمود.

۳-۱-۵-۲ سنگدانه‌های بازیافتی

۳-۱-۵-۲-۱ سنگدانه‌های بازیافتی (حاصل از خرد کردن قطعات بتن بدون فولاد)، ضمن برآورده نمودن مشخصات سنگدانه‌های معمولی، باید الزامات جدول ۳-۱ را نیز با توجه به دسته‌بندی ارایه شده برآورده کنند.

جدول ۳-۱ الزامات سنگدانه‌های بازیافتی بر اساس دسته بندی آن‌ها

ترکیبات	نوع الف	نوع ب
حداقل جرم مخصوص (kg/m^3)	۲۱۰۰	۱۷۰۰
حداکثر ظرفیت جذب آب (درصد)	۷	۱۰
حداکثر مقدار آجر و سفال (درصد)	۱۰	۳۰
حداکثر مقدار قیر (درصد)	۱	۵
حداکثر مواد سبک (درصد)	۲	۲
حداکثر شیشه و سایر مواد (درصد)	۱	۲
حداکثر سولفات (برحسب SO_3^{2-} محلول در آب)	۰/۷	۰/۷

۳-۱-۵-۲-۲ سنگدانه‌های بازیافتی مطابق جدول۳-۲ به‌عنوان جایگزین سنگدانه‌ی درشت در بتن قابل مصرف هستند. در هر حال، استفاده از سنگدانه‌ی بازیافتی نوع «الف»

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۵ سنگدانه‌های درهم، بازیافتی و بازفرآوری شده

ت ۳-۱-۵-۱ سنگدانه‌های درهم

ت ۳-۱-۵-۱-۱ مخلوط‌هایی که از بستر رودخانه و یا زمین طبیعی برداشت می‌شود، سنگدانه‌های درهم نامیده شده و با سنگدانه‌هایی که از مخلوط کردن دانه‌های ریز و درشت در هنگام ساخت بتن به‌کار می‌رود، متفاوت است.

گاه در برخی بتن‌های کم‌اهمیت و یا بتن‌های سازه‌ای با مقاومت‌های کم‌تر از ۱۶ مگاپاسکال، اجازه‌ی مصرف به این نوع مخلوط درهم داده می‌شود، اما باید توجه داشت که در هنگام انبار کردن و مصرف دچار جداشدگی نشده و دانه‌بندی مورد نیاز حاصل گردد.

ت ۳-۱-۵-۲ سنگدانه‌های بازیافتی

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

1 - All-in-Aggregates

متن اصلی

در رده مقاومتی بیش از C40 و نوع «ب» در بتن‌های با رده مقاومتی بیش از C16 مجاز نیست.

جدول۲-۳ مقدار مجاز مصرف سنگدانه‌های بازیافتی

شرایط رویارویی	حداکثر جایگزینی (درصد جرمی)	
	نوع الف	نوع ب
بتن بدون تماس با رطوبت	۵۰	۵۰
بتن در معرض کربناته شدن (کاملا خشک یا کاملا تر یا به ندرت خشک)	۳۰	۲۰
بتن در معرض کربناته شدن (غیراشباع یا چرخه خشک و تر) و بتن در معرض خوردگی کلریدی (ناحیه اتمسفر) بتن در معرض یخبندان (شرایط اشباع متوسط بدون مواد یخزدا) بتن در شرایط حمله‌ی شیمیایی ملایم	۳۰	۰
سایر موارد	۰	۰

۳-۱-۵-۳ سنگدانه‌های بازفراوری شده

۳-۱-۵-۳-۱ سنگدانه‌های بازفراوری شده (حاصل از شستشوی بتن تازه و یا خردایش قطعات بتنی بدون فولاد)، در صورتی قابل مصرف در بتن سازه‌ای است، که فقط همان تولید کننده در محصولات خود از این سنگدانه‌ی بازفراوری شده استفاده کند.

۳-۱-۵-۳-۲ در صورتی‌که این نوع سنگدانه به‌صورت ریز و درشت‌دانه جدا نشده باشد، فقط اجازه‌ی جایگزینی ۵ درصد وزنی کل سنگدانه‌های بتن داده می‌شود؛ و درصورتی که جدا شده باشد نیز حداکثر به ۱۵ درصد از کل سنگدانه‌های بتن محدود می‌شود.

۳-۱-۶ آب

۳-۱-۶-۱ آب مورد مصرف در ساخت بتن و عمل‌آوری باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در این بخش و یا استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۴۷۴۸ باشد.

۳-۱-۶-۲ الزامات ارائه‌شده برای آب، شامل آب به‌کار رفته در ساخت بتن، یخ مورد مصرف برای سرد کردن بتن یا اجزای آن، آب آزاد موجود در سنگدانه، آب مورد مصرف در کامیون

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۵-۳ سنگدانه‌های بازفراوری شده

ت ۳-۱-۵-۳-۱ برای مثال، سنگدانه‌های بازفراوری شده از شستشوی کامیون مخلوط‌کن صرفا در همان کارخانه‌ی بتن آماده قابل استفاده است و امکان خرید و فروش آن وجود نخواهد داشت.

ت ۳-۱-۶ **آب**

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

حمل بتن و آب به‌کار رفته در ساخت مواد افزودنی شیمیایی یا دوغاب‌سازی مواد افزودنی معدنی است.

۳-۱-۶-۳ در مواردی که از آب آشامیدنی برای ساخت و عمل‌آوری بتن استفاده می‌شود، اگر آب مزه یا بوی مشخصی نداشته، تمیز و صاف بوده و همچنین شواهدی از تاثیر منفی آن بر مشخصات بتن یافت نشود، نیازی به انجام آزمایش‌های کنترل کیفیت نیست.

۳-۱-۶-۴ استفاده از آب بازیافت‌شده‌ی کارخانه‌های تولید بتن، به‌تنهایی و یا در ترکیب با آب آشامیدنی یا آب چاه، در تولید بتن آرمه به شرطی مجاز است که مطابق بند ۳-۱-۶-۱ باشد.

۳-۱-۶-۵ در صورتی می‌توان از آبی که مطابق با الزامات بندهای ۳-۱-۶-۱، ۳-۱-۶-۳ و ۳-۱-۶-۴ نیست استفاده کرد که حاوی مواد مضر مؤثر بر: گیرش، سخت‌شدن، مقاومت، آهنگ رشد مقاومت، تغییر حجم، خوردگی میلگرد و کارائی بتن نباشد. بدین منظور می‌توان با ساخت نمونه ملات و خمیر سیمان شاهد با آب مقطر یا آب آشامیدنی و مقایسه‌ی آن با ملات و خمیر سیمان حاوی آب مشکوک مورد نظر، موارد زیر را کنترل نمود. توجه شود که طرح مخلوط تا حد امکان مشابه طرح مخلوط بتن کارگاهی بوده و در مخلوط شاهد و مخلوط مورد آزمایش یکسان باشد:

- مقاومت ۷ روزه‌ی نمونه‌ی حاوی آب غیر آشامیدنی یا غیر استاندارد باید حداقل ۹۰ درصد مقاومت فشاری ملات شاهد باشد.
- زمان گیرش خمیر سیمان حاوی آب مشکوک مورد نظر نباید زودتر از یک ساعت و دیرتر از ۱/۵ نسبت به مخلوط شاهد باشد.

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۶-۴ پیشنهاد می‌گردد، حداکثر مقدار مواد شیمیایی آب ترکیبی به مقادیر جدول ت ۳-۱ محدود گردد:

جدول ت ۳-۱ ترکیبات شیمیایی آب ترکیبی

مواد شیمیایی	محدوده‌ی مجاز	روش آزمایش
حداکثر میزان یون کلرید، ppm		ASTM C 114
• برای بتن پیش‌تنیده، عرشه پل و موارد مشابه	۵۰۰	
• برای دیگر بتن‌ها در شرایط مرطوب یا قطعات مدفون	۱۰۰۰	
سولفات بر حسب SO_4، ppm	۳۰۰۰	ASTM C 114
میزان قلیائیت معادل $Na_2O+0.658K_2O$، ppm	۶۰۰	ASTM C 1603
مجموع مواد جامد، ppm	۵۰۰۰۰	

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

• نباید نتیجه‌ی انبساط به‌دست آمده از آزمایش سلامت سیمان در آزمون ساخته شده با آب مشکوک مورد نظر، از حد مجاز انبساط یا انقباض استاندارد سیمان مورد نظر بیش‌تر باشد.

۳-۱-۷ مواد افزودنی شیمیایی

۳-۱-۷-۱ تعریف

۳-۱-۷-۱-۱ افزودنی‌های شیمیایی به مواد محلول در آب گفته می‌شود که به مقدار کم‌تر از ۵ درصد وزنی ماده‌ی سیمانی به بتن تازه در حین اختلاط یا بلافاصله قبل از اختلاط، جهت اصلاح خواص بتن تازه و یا سخت‌شده اضافه می‌شود.

۳-۱-۷-۱-۲ مواد افزودنی شیمیایی باید با مشخصات ذکر شده در استانداردهای زیر مطابقت داشته باشد:

• ماده‌ی افزودنی کاهنده‌ی آب یا روان‌کننده مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۰؛

• ماده‌ی افزودنی فوق‌کاهنده‌ی آب یا فوق‌روان‌کننده مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۰؛

• ماده‌ی افزودنی نگهدارنده‌ی آب مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۰؛

• ماده‌ی افزودنی حباب‌ساز مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۰؛

• ماده‌ی افزودنی زودگیرکننده مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۰؛

• ماده‌ی افزودنی زودسخت کننده (تسریع‌کننده‌ی زمان سخت‌شدگی)مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۰؛

• ماده‌ی افزودنی دیرگیرکننده مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۰؛

• ماده افزودنی کاهنده‌ی میزان جذب آب مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۰؛

• ماده‌ی افزودنی کاهنده‌ی آب یا روان‌کننده یا دیرگیرکننده مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۰؛

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۷ مواد افزودنی شیمیایی

ت ۳-۱-۷-۱ تعریف

ت ۳-۱-۷-۱-۱ تعریف مواد افزودنی در بسیاری از آیین‌نامه‌ها برای مواد افزودنی معدنی و شیمیایی است. معمولا مقدار مصرف مواد افزودنی شیمیایی بر حسب مورد از چند صدم درصد وزن مواد سیمانی تا حداکثر ۵ درصد وزن مواد سیمانی می‌باشد. این مواد بر خلاف مواد افزودنی معدنی جایگزین سیمان نمی شوند. در صورت استفاده و نیاز به افزودنی شیمیایی، باید به پایه‌ی شیمیایی آن توجه شده و صرفا به نام‌های تجاری اکتفا نشود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

• ماده افزودنی فوق کاهنده‌ی آب یا فوق‌روان‌کننده یا دیرگیرکننده مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۰؛
• ماده‌ی افزودنی کاهنده‌ی آب یا روان‌کننده یا زودگیرکننده مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۰؛
• ماده‌ی افزودنی اصلاح کننده‌ی گرانروی مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۹۳۰؛
• ماده‌ی افزودنی بازدارنده‌ی خوردگی آرماتورها مطابق استاندارد ASTM C1582.

۳-۱-۷-۱-۳ عملکرد و تاثیر افزودنی‌های شیمیایی بر خواص بتن تازه و سخت‌شده باید قبل از مصرف و با توجه به نتایج آزمایشگاهی به تایید دستگاه نظارت برسد. همچنین با توجه به تغییر شرایط محیطی درکارگاه، بویژه تغییر دمای محیط، لازم است عملکرد مواد افزودنی مورد بررسی قرار گیرد.

۳-۱-۷-۱-۴ سازگاری مواد افزودنی شیمیایی مصرفی باید با سایر مصالح مصرفی در بتن (بویژه سیمان)، به تایید دستگاه نظارت برسد.

۳-۱-۷-۱-۵ کلرید کلسیم و یا مواد افزودنی شیمیایی حاوی یون کلرید نباید در ساخت بتن آرمه استفاده شود.

۳-۱-۷-۱-۶ اضافه کردن مواد افزودنی شیمیایی (به‌صورت محلول) به مواد سیمانی خشک مجاز نیست.

۳-۱-۷-۲ انواع مواد افزودنی شیمیایی

۳-۱-۷-۲-۱ مواد افزودنی کاهنده‌ی آب یا روان‌کننده‌ی کاهنده‌های آب و یا روان‌کننده‌ها، موادی هستند که می‌توانند مقدار آب لازم مخلوط بتن را برای رسیدن به یک روانی معین در مقایسه با بتن شاهد کاهش دهند و یا امکان افزایش روانی مخلوط را بدون نیاز به تغییر در نسبت آب به مواد سیمانی

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۷-۱-۳ برخی از مواد شیمیایی خواص چندگانه‌ای دارند. به این مفهوم که استفاده از برخی مواد افزودنی شیمیایی موجب بهبود خواص بتن تازه، بتن سخت‌شده و یا هر دو می گردد. اما در عین حال ممکن است این مواد باعث کاهش مقاومت فشاری و یا افزایش جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن نیز بشوند. انطباق بر استاندارد موجب بی‌نیازی از آزمایش‌های عملکردی بر طرح‌های مخلوط کارگاهی در شرایط واقعی اجرایی نیست. لازم به ذکر است که همه‌ی آزمایش‌های مندرج در استاندارد روی مخلوط‌های خاصی از بتن یا ملات انجام می‌شود که ارتباطی با مخلوط‌های مورد استفاده در کارگاه ندارد. همچنین سیمان مورد استفاده در آزمایش‌های استاندارد ممکن است به هیچ وجه همان سیمان پروژه نباشد.

ت ۳-۱-۷-۱-۴ در صورت استفاده از چند نوع ماده افزودنی شیمیایی در یک طرح مخلوط، باید نحوه‌ی اختلاط آن‌ها و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد یکدیگر به تایید دستگاه نظارت برسد. بدیهی است در صورت تغییر هر یک از مصالح مصرفی بویژه سیمان، بررسی مجدد سازگاری افزودنی‌ها باید انجام گردد.

ت ۳-۱-۷-۲ انواع مواد افزودنی شیمیایی

ت ۳-۱-۷-۲-۱ مواد افزودنی کاهنده‌ی آب یا روان‌کننده افزودنی‌های روان‌کننده هم به‌شکل مایع و هم به‌شکل پودری وجود دارند. معمولا توصیه می‌شود تا این مواد به‌صورت محلول در بتن استفاده شوند. باتوجه به مقدار کم مصرف آن‌ها، باید تجهیزات اختلاط و نحوه‌ی مصرف به‌گونه‌ای باشد که مواد کاملا مناسب و دقیق و یکنواخت در مخلوط پخش شوند. روش ساده و مناسب

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

فراهم نمایند. این افزودنی‌ها کیفیت بتن را برای رسیدن به مقاومتی معین با مقدار سیمان کم‌تر امکان‌پذیر می‌کنند.

تفسیر/توضیح

مصرف این مواد اضافه نمودن آن‌ها در پایان مراحل اختلاط است. همچنین توصیه می‌شود تا حدامکان تجهیزات اتوماتیک برای پیمانه کردن و افزودن به مخلوط بتن به‌کار رود. در صورت افزودن به‌صورت دستی، یکی از بهترین روش‌ها جهت اطمینان از پخش یکنواخت در مخلوط آن است که ابتدا اختلاط اولیه سیمان، سنگدانه و ۵۰ تا ۷۰ درصد آب انجام شده و سپس ماده‌ی افزودنی به مابقی آب اضافه و محلول حاصل به مخلوط افزوده شود. نحوه‌ی افزودن مواد روان‌کننده ممکن است باعث روانی متفاوت در مخلوط‌های بتن با نسبت اجزای مشابه شود. مصرف بیش از اندازه‌ی افزودنی روان‌کننده می‌تواند باعث تأخیر زیاد در زمان گیرش، کاهش مقاومت اولیه و افزایش مقدار هوای بتن شود.

معمولا استفاده از افزودنی‌های کاهنده‌ی آب، مقدار آب اختلاط را بسته به ترکیبات مواد افزودنی از ۵ تا ۱۲ درصد کاهش می‌دهد.

مقدار معمول استفاده (به‌صورت محلول و بسته به میزان مواد جامد) در حدود ۰/۲ تا ۱ درصد وزن مواد سیمانی است و معمولا مقادیر بیش‌تر، موجب کندگیری بتن می‌شود.

با توجه به تاثیر این مواد بر زمان گیرش، روان‌کننده‌ها به سه دسته‌ی کاهنده‌ی آب معمولی، کاهنده‌ی آب کندگیرکننده و کاهنده‌ی آب زودگیرکننده تقسیم می‌شوند.

ترکیب شیمیایی و مشخصات فیزیکی سیمان مصرفی ممکن است بر روی عملکرد ماده افزودنی روان‌کننده تأثیر بگذارد. تحقیقات نشان می‌دهد که نسبت C_3A به C_3S و مقدار C_3A بر تأثیر مواد افزودنی روان‌کننده مؤثر است. همچنین برخی مواد پوزولانی طبیعی و دوده‌ی سیلیس در مقایسه با سیمان معمولی نیاز به مقدار بیش‌تری از این مواد برای رسیدن به روانی معین دارند.

در بعضی موارد ممکن است دانه‌بندی، شکل، بافت و خواص فیزیکی و ترکیبات معدنی سنگدانه‌ها بر عملکرد این مواد اثر داشته باشند. دمای هوا و دمای ساخت بتن بر عملکرد این مواد تاثیر دارد؛ لذا قبل از مصرف باید مقدار دقیق آن در شرایط محیطی واقعی تعیین گردد.

بعضی از انواع روان‌کننده‌ها بسته به غلظت و نوع ترکیب، مقادیر زیادی هوا در بتن ایجاد می‌کنند که باید به آن توجه شود. مقدار هوای این بتن‌ها باید با اصلاح روان‌کننده کنترل شود.

در صورت مصرف این مواد به‌عنوان مواد کاهنده‌ی آب، آب انداختگی کاهش می‌یابد. چنانچه این مواد به‌عنوان روان‌کننده استفاده شوند و نسبت‌های مناسب اجزاء مخلوط بتن انتخاب نشود و یا دانه‌بندی سنگدانه‌ها مناسب نباشد، احتمال افزایش آب انداختگی وجود دارد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۲/۲۶

متن اصلی

۳-۱-۷-۲-۲ مواد افزودنی فوق کاهنده آب یا فوق‌روان‌کننده، فوق روان‌کننده‌ها موادی هستند که امکان افزایش روانی یک مخلوط بتنی را در نسبت آب به مواد سیمانی ثابت و یا امکان کاهش مقدار آب را برای رسیدن به یک مقدار روانی مشابه با مخلوط شاهد را با تأثیر بیش‌تر در مقایسه با روان‌کننده‌ها فراهم می‌کنند.

تفسیر/توضیح

در مواردی که افزودنی‌های کاهنده‌ی آب خاصیت دیرگیری دارند، توصیه می‌شود زمان بازکردن قالب‌ها و عمل‌آوری متناسب دیرگیری اعمال شده توسط مصرف افزودنی افزایش یابد.

ت ۳-۱-۷-۲-۲ مواد افزودنی فوق کاهنده‌ی آب یا فوق روان‌کننده فوق روان‌کننده‌ها معمولا به‌صورت محلول در آب هستند. جهت مصرف این مواد معمولا آن‌ها را به آب طرح، یا در مراحل پایانی اختلاط به مخلوط اضافه می‌کنند. اضافه کردن در مراحل پایانی اختلاط، سبب عملکرد بهتر این مواد می‌شود. این مواد گاهی به شکل پودر مصرف شده و قبل از اضافه کردن آب مخلوط، به سیمان یا سنگدانه اضافه می‌شود. در این حالت این مواد پودری در ملات‌های خشک آماده و یا بتن‌های خشک که آب مخلوط در محل بتن‌ریزی اضافه می گردد، به‌کار می‌رود.

معمولا استفاده از افزودنی‌های کاهنده‌ی قوی آب، مقدار آب اختلاط را بسته به ترکیبات مواد افزودنی بیش از ۱۲ درصد (در برخی موارد تا ۳۵ درصد) کاهش می‌دهد.

در ساخت بتن‌هایی با کارایی معمولی و نسبت‌های آب به مواد سیمانی کم و بتن‌های روان و خودتراکم می‌توان از این مواد استفاده نمود.

مدت اثر این مواد موقتی است و طول مدت اثر آن بسته به نوع و ترکیب شیمیایی این مواد متغیر است.

با توجه به پایه‌ی شیمیایی ماده‌ی افزودنی، مقدار هوای بتن ممکن است افزایش یابد. همچنین درصورت عدم سازگاری ماده‌ی افزودنی با مواد مصرفی در بتن (مانند نوع سیمان مصرفی)، ممکن است درصد هوای زیادی ایجاد شود. در این حالت باید صحت و سلامت مصالح و افزودنی شیمیایی مصرفی بازبینی شود.

در برخی موارد، افت روانی بتن‌های حاوی این مواد بیش‌تر از بتن شاهد است.

توجه شود که استفاده از این افزودنی‌ها برای بهبود خواص بتن تازه و یا خواص بتن سخت‌شده است و نمی‌توان تمامی مشکلات بتن را با کمک این مواد رفع نمود. اگر مشخصات بتن (دانه‌بندی و مقدار مواد سیمانی) مناسب نباشد، استفاده از این مواد می‌تواند موجب آب انداختگی، جداشدگی و جمع‌شدگی بیش‌تر گردد.

نفوذپذیری بتن به‌طور مستقیم با جذب مویینه که متأثر از نسبت آب به مواد سیمانی است، ارتباط دارد. لذا با استفاده از مواد کاهنده‌ی قوی آب، نفوذپذیری بتن به مقدار زیادی کاهش می‌یابد.

تناسب نادرست اجزاء بتن ممکن است در بتن‌های با اسلامپ کم آشکار نباشد، اما در بتن‌های روان با اسلامپ زیاد این نقص‌ها و کمبودها اهمیت پیدا می‌کنند و می‌توانند سبب جداشدگی و یا آب انداختگی شوند. به‌همین علت است که جداشدگی در بتن‌های روان

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۷

متن اصلی

۳-۱-۷-۲-۳ مواد افزودنی حباب‌ساز

افزودنی‌های حباب‌ساز موجب ایجاد حباب هوای پایدار در بتن طی فرایند ساخت آن می‌شود تا بدین وسیله مقاومت در برابر چرخه‌های یخزدن و آب‌شدن افزایش یابد. افزودنی جباب‌ساز می‌تواند باعث کاهش نفوذ آب در بتن و کاهش آب انداختن و جداشدگی گردد. استفاده از افزودنی حباب‌ساز فقط درصورتی مجاز است که امکان کنترل میزان هوای ایجاد شده در بتن وجود داشته باشد.

تفسیر/توضیح

که با افزودنی‌های کاهنده‌ی قوی آب ساخته می‌شوند، بیش‌تر قابل مشاهده است. یک راه برای اطمینان از عدم جداشدگی، افزایش سنگدانه‌های ریز و توجه به دانه‌بندی سنگدانه و مواد ریز بتن است. بسیاری از موارد ذکر شده برای روان‌کننده‌ها در مورد فوق روان‌کننده‌ها نیز صادق است (مانند سازگاری، عملکرد و هوازایی).

ت ۳-۱-۷-۲-۳ مواد افزودنی حباب‌ساز

حباب‌های عمدی با اندازه‌ای در حدود ۵۰ تا ۵۰۰ میکرومتر باید به‌صورتی یکنواخت در خمیر سیمان پخش شده و حداکثر فاصله مناسب آن‌ها از یکدیگر، طبق منابع مختلف، در حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ میکرومتر باشد.

هوای محبوس غیرعمدی در بتن که به‌صورت اتفاقی به‌وجود می‌آید، اندازه‌ای در حدود ۰/۵ تا ۱۰ میلی‌متر دارد و موجب کاهش مقاومت و دوام آن می‌گردد.

مقدار هوای عمدی ایجاد شده، به نحوه و مدت اختلاط بتن، شیوه‌ی حمل و ریختن بتن بستگی دارد.

هوای ایجاد شده توسط افزودنی‌های دیگر، مانند برخی روان‌کننده یا فوق روان‌کننده‌ها، ابعاد بزرگ‌تری دارد و به دوام بیش‌تر و کاهش نفوذپذیری بتن نمی‌انجامد.

درصد هوا و توزیع اندازه‌ی حباب‌های تولید شده در بتن حباب‌دار متأثر از عواملی مانند: ماهیت (طبیعت و جنس) و مقدار افزودنی مصرفی، ماهیت و مقدار مصالح مصرفی در بتن حباب‌دار (دانه‌بندی، شکل سنگدانه‌ها، سیمان، مقدار خمیر، میزان مواد آلی)، مقدار آب و سیمان مصرفی، اسلامپ یا روانی بتن (روانی بیش‌تر، حباب بیش‌تر) و روش اختلاط، حمل، تراکم، شرایط اجرایی بتن و برخی از ویژگی‌های سیمان مانند ریزی و میزان مواد قلیایی است.

با توجه به شرایط محیطی همچون یخزدن، آب‌شدن و یا سایر شرایط موجود در حین بهره‌برداری، در هر آیین‌نامه‌ای درصد حباب هوای لازم مشخص می‌شود. مقدار حباب هوای لازم در بتن معمولا به حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی مصرفی ارتباط دارد. معمولا هرچقدر خمیر سیمان بتن کم‌تر باشد، درصد حباب هوای لازم در بتن نیز کم‌تر است. در حالی که عملا ممکن است درصد حباب هوا در خمیر سیمان ثابت باشد. هر چقدر شرایط محیطی حادتر شود، درصد حباب هوای لازم بتن بیش‌تر می‌شود. با کاهش حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی بتن، درصد حباب هوای لازم افزایش می‌یابد.

مصرف مواد حباب‌ساز در یک نسبت آب به مواد سیمانی ثابت، کارایی و روانی بتن را بیش‌تر می‌کند. حتی هنگامی که تحت شرایطی روانی یکسان است، بتن حاوی مواد حباب‌ساز کارایی و چسبندگی بیش‌تری از بتن مشابه و فاقد حباب‌ساز دارد. چنانچه

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۰۱۹

متن اصلی

۳-۱-۷-۲-۴ مواد افزودنی زودگیرکننده و زودسخت کننده

زودگیرکننده (تسریع‌کننده‌ها) با تسریع روند آبگیری سیمان موجب کاهش زمان گیرش (زودگیری)، افزایش آهنگ کسب مقاومت (زودسخت‌شدن) و یا هر دو می‌شوند. تسریع کننده‌ها در عملیات بتن‌ریزی در هوای سرد مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین در کلیه شرایطی که کاهش زمان گیرش و تسریع در کسب مقاومت اولیه نیاز است نیز استفاده می‌شوند. در بتن‌ریزی در هوای سرد، زودگیرکننده‌ها می‌توانند زمان گیرش را به حالت عادی‌تری برگردانند و از کاهش شدید مقاومت اولیه تا حدودی جلوگیری کنند و مدت عمل‌آوری و قالب‌برداری را کاهش دهند. در ساخت قطعات

تفسیر/توضیح

مقدار سیمان زیاد (بیش‌تر از ۳۷۵ کیلوگرم بر متر مکعب) باشد، بتن به‌شدت چسبناک شده و پرداخت سطح آن مشکل می‌شود.

وجود حباب‌های عمدی در بتن همانند وجود حباب‌های غیرعمدی، مقاومت بتن را کاهش می‌دهد، اما مقدار کاهش یکسان نخواهد بود. به ازای هر یک درصد حباب هوای عمدی در بتن عملا بیش از ۳ درصد مقاومت کاهش می‌یابد؛ در حالی که به ازای هر یک درصد حباب هوای غیرعمدی که به‌دلیل عدم تراکم کافی ایجاد می‌شود، بیش از ۵ درصد مقاومت کاهش می‌یابد. اگر مقدار سیمان در بتن متوسط تا زیاد باشد، امکان کاهش مقاومت ناشی از وجود حباب هوای عمدی افزایش می‌یابد. هر چند باید گفت اگر به کمک مواد حباب‌ساز از مقدار آب اختلاط کاسته شود، مقدار نسبت آب به مواد سیمانی نیز کاهش می یابد و بخشی از کاهش مقاومت جبران می‌شود (با فرض مقدار سیمان و روانی ثابت).

نفوذپذیری بتن سخت‌شده با وجود حباب‌های ریز و پخش در خمیر سیمان (ناشی از مواد حباب‌ساز) کاهش می یابد که در افزایش دوام بتن مؤثر است.

در ملات‌ها و بتن، وجود حباب باعث افزایش قابلیت نگهداری آب می‌شود و جمع‌شدگی ناشی از خشکی ملات و بتن سخت نیز کاهش می‌یابد. به این ترتیب شاهد ترک‌خوردگی کم‌تر و افزایش دوام خواهیم بود.

مصرف بیش از اندازه‌ی حباب‌ساز باعث تخلخل بیش‌تر و کاهش وزن بتن می‌شود.

با توجه به اینکه درصد هوای تولیدشده باید در محدوده‌ی معینی باشد، کنترل آن بسیار مهم است.

با توجه به اینکه مقادیر مصرف این ماده در مقایسه با سایر مواد افزودنی شیمیایی بسیار کم است، لذا دقت و نحوه‌ی اندازه‌گیری مقدار آن می‌تواند تاثیر بسزایی بر مقدار هوای ایجاد شده بگذارد.

ت ۳-۱-۷-۲-۴ مواد افزودنی زودگیرکننده و زود سخت کننده

در استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۲۹۳۰، مواد زودگیر کننده و زودسخت کننده دارای مشخصات جداگانه‌ای هستند، هرچند ممکن است یک ماده شیمیایی خاص بتواند هر دو نقش را نیز ایفا کند. نکته‌ای که باید به آن توجه کرد این است که مواد زودگیر کننده نقطه‌ی انجماد آب داخل بتن را به میزان چشمگیری کاهش نمی‌دهند و لذا اطلاق نام "ضدیخ" بر آن‌ها نادرست است.

زودگیرکننده‌ها اثر چندانی بر کارایی اولیه و مقدار هوای بتن ندارند. اما ممکن است افت کارایی به‌وجود آورند که باید در طرح مخلوط بتن به آن توجه نمود. مقدار مصرف بستگی به نوع و ترکیب شیمیایی تسریع کننده، نوع سیمان مصرفی، مقادیر اجزاء مخلوط بتن، دمای ساخت بتن و بتن‌ریزی، دمای عمل‌آوری و ... دارد. مقدار

پیشنویس مورخ ۹۸/۱۲/۲۶

متن اصلی

پیش ساخته، پیش‌تنیده و پاششی برای افزایش مقاومت اولیه و یا اعمال پیش‌تنیدگی به‌ویژه در قطعات پیش‌کشیده می‌توان این افزودنی‌ها را به‌کار برد.

۳-۱-۷-۲-۵ مواد افزودنی کندگیرکننده

کندگیرکننده‌ها موادی هستند که با کنترل و ایجاد تأخیر در هیدراته‌شدن اجزاء سیمان، سرعت گیرش را کاهش داده و بدون تأثیر بر خواص مکانیکی طولانی مدت بتن، سبب افزایش مدت زمان گیرش سیمان می‌شوند. این افزودنی‌ها بیش‌تر برای جبران اثرات هوای گرم در تسریع گیرش بتن استفاده می‌شوند و با افزایش مدت زمانی که بتن دارای کارایی مناسبی است، جایدهی و تراکم را تسهیل می‌کنند.

تفسیر/توضیح

مصرف دقیق باید توسط آزمایشگاه و با در نظرگرفتن شرایط محیطی واقعی مشخص شده باشد.

زودگیرکننده‌ها به شکل جامد پودری یا مایع به‌کار می‌روند. باید دقت داشت بعضی از زودگیرکننده‌ها به‌طور مستقیم با سیمان در تماس نباشند، زیرا ممکن است باعث گیرش ناگهانی شوند. بنابراین توصیه می‌شود این مواد ابتدا به آب مخلوط اضافه شده و سپس با دیگر اجزاء مخلوط ترکیب شوند. در صورتی‌که انواع دیگری از مواد افزودنی نیز استفاده شود، باید به‌صورت جداگانه و طبق توصیه‌های سازنده و آزمایشگاه به مخلوط اضافه شوند، مگر اینکه از عملکرد مناسب آن‌ها اطمینان حاصل شده باشد.

زودگیرکننده‌ها بر اساس عملکرد و کاربردشان به چهار گروه اصلی تقسیم می‌شوند: ۱-تسریع‌کننده‌ی گیرش، ۲-زودسخت‌کننده، ۳-زودگیرکننده‌ی بتن پاششی و ۴-آنی‌گیرکننده. ممکن است در برخی موارد در عملکرد این چهار گروه اصلی همپوشانی‌هایی وجود داشته باشد. لازم به ذکر است که استفاده از آنی‌گیر کننده‌ها در بتن‌آرمه مجاز نیست و در کارهای آب‌بندی به محض قطع نشتی باید ملات یا بتن ترمیمی اصلی اجرا شود.

زودگیرکننده‌های مناسب برای بتن پاششی، می‌توانند خاصیت بازی، خنثی، یا اسیدی داشته باشند.

کلسیم کلراید اولین زودسخت‌کننده‌ای است که مورد استفاده قرار گرفته است. امروزه این ماده به دلیل تسریع خوردگی آرماتورهای فولادی، در بتن آرمه قابل استفاده نیست. از زودسخت‌کننده‌های بدون کلراید می‌توان به فرمات کلسیم، نیتریت‌ها و نیترات‌ها اشاره کرد. بسیاری از فوق‌روان‌کننده‌ها، به‌ویژه پلی کربوکسیلات‌ها، روند کسب مقاومت را نیز شتاب می‌دهند.

افت روانی در اثر استفاده از این مواد بیش‌تر از بتن شاهد است.

زودگیرکننده‌ها سرعت و مقدار آب‌انداختگی بتن را کاهش می‌دهند.

ت ۳-۱-۷-۲-۵ مواد افزودنی کندگیرکننده

با توجه به میزان کندگیری لازم، طرح مخلوط بتن و مقدار افزودنی کندگیرکننده باید مشخص شود. به هرحال مقدار مصرف معمولا در محدوده‌ی توصیه شده توسط تولیدکننده است، زیرا مصرف بیش از حد کندگیرکننده ممکن است اخلال جدی در گیرش به‌وجود آورده و به آب انداختن و روان‌شدن بتن منجر شود و حتی ممکن است بتن را غیرقابل مصرف نماید. افزایش زمان گیرش به‌میزان بیش از ۴ ساعت توصیه نمی‌شود.

نوع، مقدار و مرحله‌ای که این مواد به مخلوط اضافه می‌شوند از عوامل تاثیرگذار بر میزان کندگیری است.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

۳-۱-۷-۲-۶ مواد افزودنی اصلاح کننده گرانروی

مواد افزودنی اصلاح کننده گرانروی از جمله موادی هستند که با تغییر خاصیت رئولوژی خمیر سیمان از طریق افزایش گرانروی (لزجت) خمیری، باعث تولید بتنی با کاربردهای ویژه می‌شوند. از جمله کاربردهای این دسته از مواد افزودنی می‌توان به استفاده در ساخت بتن خودتراکم، بتن‌ریزی در زیر آب و روان ملات (گروت) تزریقی اشاره کرد.

۳-۱-۷-۲-۷ مواد افزودنی بازدارنده‌ی خوردگی

مواد شیمیایی هستند که معمولا به بتن اضافه می‌شوند تا قابلیت بازدارندگی خوردگی و یا به تعویق انداختن شروع خوردگی آرماتورها را در داخل بتن به‌وجود آورند.

عملکرد این مواد باید در شرایط محیطی مورد نظر، به تائید دستگاه نظارت برسد.

تفسیر/توضیح

به علت عمل کندگیرکنندگی، مقاومت یک روزه‌ی بتن کاهش می یابد. ولی اثر این مواد در مقاومت فشاری درازمدت ناچیز است.

هنگام استفاده از این مواد، باید عمل‌آوری و محافظت، به علت استعداد زیاد ترک خوردگی ناشی از جمع‌شدگی بتن و آب انداختن صورت گیرد.

به‌عبارت دیگر، درصورتی که تبخیر از سطح بتن زیاد باشد و از مواد کندگیرکننده در بتن استفاده شود، ممکن است احتمال ترک‌خوردگی افزایش یابد.

ت ۳-۱-۷-۲-۶ مواد افزودنی اصلاح کننده گرانروی

مواد اصلاح کننده گرانروی به‌صورت پودری یا به‌صورت مایع موجود هستند. معمولا در هنگام تولید بتن، مواد اصلاح کننده گرانروی را بعد از اضافه کردن سیمان به مخلوط اضافه می‌کنند. مقدار مصرف معمولا در حدود ۰/۱ تا ۱/۵ درصد وزن مواد سیمانی، بسته به نوع و میزان مواد جامد است. در مواردی که مقاوم در برابر آب شستگی مطرح است و یا بنا بر نوع و درصد مواد جامد، این مقدار می‌تواند افزایش یابد.

از آنجایی که مقدار استفاده از این ماده‌ی افزودنی اندک است، باید مقدار آن به دقت توزین شود.

مواد افزودنی اصلاح کننده گرانروی با توجه به پایه‌ی شیمیایی موجب بهبود خواص بتن از جمله کاهش جداشدگی، کاهش خطر آب‌انداختگی، جبران ضعف دانه‌بندی، به‌خصوص کمبود ریزدانه در ماسه و قابلیت خودترازی نیز می‌شوند.

استفاده زیاد از حد (بیش از مقدار توصیه شده) از مواد اصلاح کننده گرانروی می‌تواند اثرات منفی مانند، کاهش کارایی اولیه، دیرگیری، افزایش حباب هوا و دشواری در تمیزکردن تجهیزات اجرایی و کاهش مقاومت فشاری را به همراه داشته باشد.

ت ۳-۱-۷-۲-۷ مواد افزودنی بازدارنده‌ی خوردگی

از آنجایی که یکی از دلایل اصلی خوردگی آرماتورها نفوذ مواد خورنده مانند یون‌های کلرید به داخل بتن است، لذا با کاهش نفوذپذیری بتن از طریق روش‌هایی چون کاهش نسبت آب به مواد سیمانی می‌توان به این هدف رسید. این روش را معمولا بازدارنده‌ی خوردگی نمی‌دانند.

برخی از مواد بازدارنده‌ی خوردگی می‌توانند زمان گیرش را تا ۴ ساعت به تاخیر بیندازند. درحالی‌که برخی دیگر اثر زودگیری دارند. تحقیقات نشان می‌دهد که برخی از مواد افزودنی بازدارنده‌ی خوردگی که مصرف آن‌ها در دنیا رایج است، اثر چشمگیری در کاهش خوردگی آرماتورها در منطقه‌ی خلیج فارس نداشته‌اند. بنابراین نمی‌توان بدون انجام آزمایش‌های لازم از این مواد در پروژه‌های مختلف استفاده نمود.

پیش‌نویس ویرایش ۲۹/۱/۲۰۱۹

متن اصلی

۳-۱-۸ مواد افزودنی پودری معدنی

۳-۱-۸-۱ مواد جایگزین سیمان

۳-۱-۸-۱-۱ مواد جایگزین سیمان از قبیل پوزولان‌ها یا سرباره‌ها باید مطابق یکی از استانداردهای زیر باشد:

- پوزولان‌های طبیعی مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۳۴۳۳؛
- خاکستر بادی مطابق استاندارد ASTM C618
- دوده‌ی سیلیسی مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۳۲۷۸؛
- سرباره‌ی کوره‌ی آهنگدازی مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱-۲۱۳۱۹.

دوده‌ی سیلیسی (میکروسیلیس)، محصول جانبی فرآیند تولید سیلیسیم فلزی یا آلیاژهای فروسیلیسیم در کوره‌های قوس الکتریک است. ذرات دوده‌ی سیلیسی بسیار ریز و معمولا در بازه‌ی ۰/۰۵ تا ۰/۲۵ میکرومتر هستند. سطح ویژه‌ی آن نیز معمولا در حدود ۱۵ تا ۳۰ m^2/g و جرم مخصوص آن ۲/۲ تا ۲/۳ g/cm^3 است.

سرباره‌ی کوره‌ی آهنگدازی دان‌شده‌ی آسیاب‌شده (سکادا) یا به‌طور خلاصه سرباره‌ای که به سرعت پس از تولید سرد شده است، دارای خواص هیدرولیکی است.

خاکستر بادی محصول زائد نیروگاه‌های ذغال‌سنگی است که حین خروج از دودکش به‌سرعت سرد شده. شکل ذرات خاکستر بادی کروی، اندازه‌ی ذرات آن کوچک‌تر از ۱۰۰ میکرومتر بوده و سطح ویژه‌ی آن حدود ۴۰۰ تا ۷۰۰ m^2/kg است. خاکستر بادی در دو نوع F (مقدار آهک کم‌تر از ۱۰ درصد) و نوع C (مقدار آهک بیش از ۱۰ درصد و دارای خواص هیدرولیکی) وجود دارد.

پوزولان‌های دیگری نظیر زئولیت، پومیس و متاکائولن نیز در بتن استفاده می‌شوند.

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۸ مواد افزودنی پودری معدنی

ت ۳-۱-۸-۱ مواد جایگزین سیمان

ت ۳-۱-۸-۱-۱ نباید دوده‌ی سیلیسی را با انواع پودرهای سیلیس غیر فعال مانند سیلیس میکرونیزه، گرد سیلیس و همچنین ژل سیلیکا (مواد نم‌گیر) اشتباه گرفت. استفاده از دوده‌ی سیلیسی به‌عنوان جایگزین سیمان دارای مزایایی نظیر کاهش احتمال جداشدگی بتن، کاهش آب‌انداختگی، افزایش قابل ملاحظه‌ی مقاومت و بهبود دوام بتن در برابر نفوذ مواد شیمیایی مضر و همچنین افزایش قابل ملاحظه‌ی مقاومت الکتریکی بتن و در نتیجه افزایش عمر مفید بتن آرمه در برابر خوردگی است. از معایب اغلب آن‌ها می‌توان به افزایش نیاز آبی بتن و افزایش جمع‌شدگی آن اشاره نمود.

استفاده از فوق‌روان‌کننده همراه دوده‌ی سیلیسی یا مصرف دوغاب دوده‌ی سیلیسی حاوی فوق‌روان‌کننده توصیه می‌شود. استفاده از دوده سیلیسی به‌صورت پودر فقط در صورتی مجاز است که مخلوط‌کن بتن توانایی توزیع یکنواخت کلوخه‌های دوده‌ی سیلیسی را در حضور فوق‌روان‌کننده داشته باشد (مانند مخلوط‌کن‌ها با پره‌ی جدا از دیگ یا غیر گرانشی). در صورت استفاده از دوغاب دوده‌ی سیلیسی، باید دقت نمود تا مقدار آب و افزودنی‌های موجود در دوغاب در محاسبات طرح مخلوط بتن درنظر گرفته شود. بتن حاوی دوده‌ی سیلیسی به علت عدم آب انداختن و افزایش احتمال جمع‌شدگی در برابر نحوه‌ی نگهداری و عمل‌آوری بتن حساسیت بیش‌تری دارد. میزان مصرف دوده‌ی سیلیس به‌منظور بهبود پارامترهای دوام در حدود ۵ تا ۱۰ درصد وزنی جایگزین سیمان است. مقدار توصیه شده مصرف دوده‌ی سیلیسی برای بهبود پارامترهای دوام حدود ۶ تا ۸ درصد وزنی جایگزین سیمان می‌باشد. مصرف دوده‌ی سیلیسی کم‌تر از ۵ درصد (جایگزین سیمان) به‌منظور افزایش دوام توصیه نمی‌شود.

استفاده از سرباره در بتن منجر به افزایش مقاومت بلند مدت، کاهش گرمای هیدراته شدن، بهبود خواص نفوذپذیری، بهبود عملکرد بتن در برابر حمله‌ی سولفاتی و واکنش‌های قلیایی-سنگدانه می‌شود. در ضمن استفاده از سرباره معمولا منجر به کاهش کارایی و یا افزایش نیاز آبی نمی‌شود. اندازه‌ی ذرات سرباره تاثیر زیادی بر خواص بتن تازه و سخت‌شده دارد. ذرات کوچک‌تر از ۱۰ میکرومتر حتی می‌توانند اثرات خود را در سنین کوتاه مدت نیز نشان دهند. در سرباره‌های با فعالیت هیدرولیکی کم‌تر (شاخص فعالیت کم‌تر)، درصد جایگزینی زیاد توصیه نمی‌شود.

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

۳-۱-۸-۱-۲ مواد جایگزین سیمان باید در محاسبه‌ی نسبت آب به مواد سیمانی در نظر گرفته شوند.

تفسیر/توضیح

از جمله خواص کاربرد خاکستر بادی با مقدار جایگزینی مناسب بهبود کارایی، افزایش دوام و کاهش نفوذپذیری است. کنترل واکنش‌زایی قلیایی سیلیسی نیز برای این ماده گزارش شده است. خاکسترهای بادی خیلی ریز ممکن است تاثیرات خاصی را در بتن ایجاد کنند؛ برای مثال ممکن است نیاز آبی بتن چندان کاهش نیابد.

زئولیت نیز پوزولان مناسبی برای بهبود مقاومت و دوام بتن است. مصرف زئولیت در بتن در حدود ۵ تا ۱۵ درصد وزن سیمان توصیه می‌شود. قابل ذکر است که زئولیت نیاز آبی بتن را به‌شدت افزایش می‌دهد و در ضمن سازگاری آن با فوق‌روان‌کننده‌های پلی کربوکسیلاتی محل بحث می‌باشد. زئولیت و متاکائولن همانند دوده‌ی سیلیسی باید همراه با فوق‌روان‌کننده در بتن مصرف شوند. پومیس نوعی پوزولان طبیعی است که تنوع زیادی نیز در مناطق مختلف ایران دارد. میزان مصرف آن در بتن معمولا ۱۵ تا ۲۵ درصد وزن سیمان است. تحقیقات نشان می‌دهد که عملکرد پوزولان‌های طبیعی نوع پومیس، شبیه خاکستر بادی است. البته پوزولان‌های طبیعی ایران نیاز آبی بتن را به شدت افزایش می‌دهند. متاکائولن خواصی بسیار مشابهی با دوده‌ی سیلیسی با مقدار مصرف مشابه و یا کمی بیش‌تر در بتن دارد. میزان مصرف آن بین ۷/۵ تا ۱۵ درصد وزن سیمان توصیه می‌شود.

حداکثر مقدار مصرف مواد جایگزین سیمان مطابق جدول ت ۳-۲ است.

جدول ت ۳-۲ حداکثر مقدار مصرف توصیه شده مواد جایگزین سیمان

ماده‌ی جایگزین سیمان	حداکثر درصد جایگزینی سیمان
خاکستر بادی و سایر پوزولان‌های طبیعی	۲۵
زئولیت، متاکائولن	۱۵
دوده‌ی سیلیسی	۱۰
سرباره	۵۰
مجموع دوده‌ی سیلیسی و خاکستر بادی یا سایر پوزولان‌ها	۳۵
مجموع دوده‌ی سیلیسی، سرباره و خاکستر بادی یا سایر پوزولان‌ها	۵۰

در موارد خاص (جهت تامین دوام در شرایط ویژه) ممکن است از مقادیر بیش‌تری نسبت به اعداد جدول فوق استفاده شود.

ت ۳-۱-۸-۱-۲ روابط مقاومت فشاری و نسبت آب به مواد سیمانی معمولا برای بتن‌های حاوی سیمان پرتلند ارائه می‌شود. در صورت استفاده از افزودنی‌های پودری معدنی جایگزین سیمان و برای دستیابی به مقاومت مشخصه‌ی معین و برای اینکه روابط جدیدی

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

۳-۱-۹ مواد پودری پرکننده (نرمه)

۳-۱-۹-۱ پودرهای پرکننده، پودرهای غیرآلی هستند که برای بهبود خواص بتن تازه و یا سخت‌شده به آن اضافه می‌شوند. اما از آن‌ها انتظار شرکت در واکنش‌های هیدراته‌شدن و تولید مواد چسباننده نمی‌رود.

تفسیر/توضیح

ارائه نگردد، مفهوم دیگری از نسبت آب به مواد سیمانی به نام آب به مواد سیمان معادل با به‌کارگیری ضریبی به نام ضریب مؤثر k ارائه می‌شود. این مواد می‌توانند دوده‌ی سیلیسی، سرباره‌ی کوره‌ی آهنگدازی، پوزولان‌های طبیعی، خاکستر بادی، متاکائولن و غیره باشد. در هر مورد باید مقدار k مشخص گردد. نیاز به پژوهش‌های فراوانی در این زمینه احساس می‌شود. تنوع کیفیت مواد جایگزین سیمان، نوع و رده‌ی مقاومتی سیمان مصرفی، مقاومت بتن مورد نظر و نسبت آب به مواد سیمانی و میزان جایگزینی این مواد نقش مهمی در مقدار k ایفا می‌کند.

ت ۳-۱-۹ مواد پودری پرکننده (نرمه)

ت ۳-۱-۹-۱ از آنجا که مشخصات خاصی برای کیفیت پرکننده‌ها وجود ندارد، حتما برای مصرف آن‌ها در بتن باید اثراتشان بر مقاومت، کارایی، دوام، نفوذپذیری، تغییرات حجمی و هزینه‌ی ساخت بتن مورد بررسی قرار گیرد. پرکننده یک ماده‌ی بسیار نرم آسیاب شده است که به علت خواص فیزیکی خود اثرات مفیدی بر خواص بتن مانند بهبود کارایی، نفوذپذیری، مویینگی، آب‌انداختن، جداشدگی و یا تمایل به ترک خوردگی خواهد داشت. با استفاده از پودر سنگ آهک می‌توان جداشدگی و آب انداختگی بتن (مخصوصا بتن خودتراکم) را کاهش داد. در منابع، گزارش شده است که در شرایطی حتی پودر سنگ آهک با C_3A سیمان واکنش می‌دهد و از این طریق هیدرات‌هایی تشکیل می‌شود. البته هنوز تاثیر تشکیل این هیدرات‌ها بر خواص مقاومتی و دوامی بتن به‌طور کامل بررسی نشده است.

استفاده از پودر سنگ‌های آهکی در مناطق سرد سیر ممکن است به ایجاد تومازیت منجر شده و باعث انبساط مخرب شود.

استفاده از پودر سنگ آهک می‌تواند به کاهش مقاومت در برابر سایش منجر شود.

توصیه می‌شود دانه‌بندی پودرهای پرکننده در محدوده‌های مشخص شده‌ی جدول ت ۳-۳ باشد.

جدول ت ۳-۳ دانه‌بندی پودرهای پرکننده‌ی قابل مصرف در بتن

اندازه‌ی الک (م.م.)	درصد جرم عبوری
۲	۱۰۰
۰/۱۵۰	۸۵ تا ۱۰۰
۰/۰۷۵	۷۰ تا ۱۰۰

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۱/۹۶

متن اصلی

۳-۱-۹-۲-۳ پودرهای پرکننده معمولا از جنس پودر سنگ آهکی و یا سیلیسی هستند. استفاده از پودرهای پرکننده در صورتی مجاز است که حاوی مواد مضر (رس و شیل) بیش از حد استاندارد نباشند (استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۳۰۲). بدین منظور می‌توان از روش استاندارد آزمایش متیلن بلو (استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۹-۱۰۴۴۷) استفاده نمود.

۳-۱-۹-۲-۴ در هر صورت استفاده از هر نوع پودر پرکننده (پودر سنگ طبیعی، ضایعات سنگبری و غیره) به مقداری مجاز است که بتواند خواص مکانیکی و دوام بتن را برآورده نماید.

۳-۱-۹-۲-۵ محدودیت‌های مواد زیان‌آور پودرهای پرکننده همانند سنگدانه‌های ریز است.

۳-۱-۱۰ رنگدانه‌ها

۳-۱-۱۰-۱مشخصات رنگدانه‌های مصرفی در بتن باید مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۲۱۴۹ باشد.

۳-۱-۱۰-۲رنگدانه‌ها پودرهایی با درجه‌ی نرمی مشابه یا بیش‌تر از سیمان هستند و نباید اثر نامناسب و بیش از حد مجازی مطابق استاندارد ایران به‌شماره‌ی ۱۲۱۴۹ بر رشد مقاومت یا میزان حباب هوای عمدی داشته باشند.

۳-۱-۱۱ الیاف

۳-۱-۱۱-۱ کلیات

۳-۱-۱۱-۱-۱ الیاف را می‌توان به دو دسته‌ی طبیعی و مصنوعی تقسیم‌بندی کرد. در اغلب کارهای بتنی از الیاف مصنوعی استفاده می‌شود. الیاف مصنوعی می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

- الیاف فولادی؛
- الیاف شیشه؛
- الیاف پلیمری؛
- الیاف کربن؛
- الیاف سرباره.

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۹-۲-۳ در صورتی‌که از استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۹-۱۰۴۴۷ برای آزمایش متیلن بلو استفاده شود، حد مجاز به ۱ mg/g محدود می‌گردد. در صورتی‌که از روش استاندارد ASTM C1777 یا AASHTO T330 استفاده شود، حد مجاز ۵ mg/g است.

ت ۳-۱-۹-۲-۴ می‌توان برای استفاده راحت‌تر از پودرهای پرکننده، از دوغاب آن استفاده نمود. در چنین حالتی باید مقدار آب داخل دوغاب، از آب مصرفی بتن کسر گردد. در ضمن باید از ته‌نشینی و یخزدگی دوغاب مزبور جلوگیری شود.

ت ۳-۱-۱۰ **رنگدانه‌ها**

ت ۳-۱-۱۰-۱ برای یکنواخت‌شدن رنگ بتن حاوی رنگدانه، معمولا از فوق‌روان‌کننده‌ها استفاده می‌شود. رنگدانه‌ها نباید در آب قابل حل باشند، در برابر تابش نور آفتاب تجزیه شوند و یا تغییر رنگ دهند (معمولا مواد معدنی در این رابطه پایداری رنگ بهتری دارند). میزان مصرف رنگدانه در بتن، بسته به نوع و کیفیت رنگدانه در حدود ۲ تا ۱۰ درصد وزن سیمان است.

ت ۳-۱-۱۱ **الیاف**

ت ۱-۱-۱۱-۳ کلیات

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۳-۱-۱۱-۲ الیاف فولادی

۳-۱-۱۱-۲-۱ کاربرد الیاف فولادی به‌عنوان یکی از روش‌های بهبود عملکرد بتن تحت بارهای مکانیکی و محیطی شناخته شده است. الیاف فولادی از نظر شکل و اندازه به انواع مختلف تقسیم می‌شود.

۳-۱-۱۱-۲-۲ مشخصات الیاف فولادی باید مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۷۶۹۷ باشد.

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۱۱-۲ الیاف فولادی

ت ۳-۱-۱۱-۲-۱ الیاف فولادی به روش‌های مختلفی تولید شده و در اشکال و ابعاد متنوعی در دسترس هستند. همانطور که در شکل ت ۳-۱ مشاهده می‌شود، الیاف فولادی در دو گروه الیاف صاف و شکل‌دار طبقه‌بندی می‌شوند. این الیاف اغلب دارای سطح مقطع دایره‌ای با قطر ۰/۴ تا ۱/۳ میلی‌متر و طول ۲۵ الی ۶۳ میلی‌متر هستند. مقاومت کششی الیاف فولادی معمولا ۲ الی ۳ برابر شبکه‌ی فولادی بوده و به‌دلیل سطح جانبی بیش‌تر نسبت به شبکه (با فرض ثابت ماندن وزن فولاد)، چسبندگی بهتری با خمیر سیمان ایجاد می‌کنند.

از موارد مصرف الیاف فولادی می‌توان به دال‌های متکی بر زمین (رویه‌های بتنی)، دال‌های معلق، بتن درجا، دال‌های مرکب (کامپوزیت) با عرشه‌ی فولادی، قطعات پیش‌ساخته، بتن پاششی و سازه‌های در معرض انفجار را اشاره کرد.

شکل ت ۳-۱ شکل برخی انواع الیاف

ت ۳-۱-۱۱-۲-۲ استاندارد ASTM A820 الیاف فولادی را بر اساس روش ساخت در چهار نوع زیر طبقه‌بندی کرده و حداقل الزاماتی را برای مقاومت کششی، رواداری ابعادی، خلوص و ... تعیین نموده است: نوع۱- سیم‌های بریده شده، نوع۲- الیاف تولید شده از ورقه کردن صفحات فلزی، نوع۳- الیاف تولید شده از فلز مذاب و نوع۴- سایر.

استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۷۶۹۷ الیاف فولادی را بر اساس روش ساخت در پنج گروه زیر طبقه‌بندی می‌کند: گروه I: سیم‌های بریده شده، گروهII: الیاف تولید شده از ورقه کردن صفحات فلزی، گروهIII: الیاف تولید شده از فلز مذاب، گروهIV: سیم های بریده شده و تراشیده شده و گروهV: الیاف تراشیده شده از بلوک فولادی

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۳-۱-۱۱-۲-۳ در صورت استفاده از الیاف جهت بهبود خواص مکانیکی بتن باید نسبت طول به قطر آن حداقل ۵۰ و حداکثر ۱۰۰ باشد.

۳-۱-۱۱-۳ الیاف شیشه

۳-۱-۱۱-۳-۱ این الیاف عموما به سه رده‌ی A (سودا سیلیکات کلسیم و یا شیشه‌ی معمولی) ، E (بروسیلیکات) و AR (مقاوم در محیط قلیایی) تقسیم می‌شوند.

۳-۱-۱۱-۳-۲ نوع E در محیط قلیایی با دوام نیست، A تاحدی می‌تواند مقاوم باشد، ولی نوع AR در داخل بتن از دوام خوبی برخوردار است.

۳-۱-۱۱-۳-۳ ویژگی‌های الیاف شیشه‌ی پایا در بتن باید مطابق با استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۷۵۴۰ برای الیاف ذکر شود.

۳-۱-۱۱-۴ الیاف پلیمری

۳-۱-۱۱-۴-۱ انواع مختلفی از این الیاف پلیمری ساخته شده که متداول‌ترین آن‌ها برای بتن عبارت‌اند از: آکریلیک، آرامید، نایلون، پلی استر، پلی پروپیلن و پلی اتیلن هستند. گاه الیاف کربن را نیز به‌عنوان الیاف پلیمری قلمداد می‌کنند.

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۱۱-۲-۳ برخی مشخصات فیزیکی الیاف به‌طور مستقیم عملکرد بتن را تحت تأثیر قرار می دهند، این در حالی است که برخی مشخصات دارای اهمیت کم‌تری هستند. همچنین مقاومت کششی و مدول الاستیسیته الیاف به همراه خواص سطحی یا شکل آن‌ها بر خواص مکانیکی بتن و زمان ترک‌خوردگی تاثیر دارد. پارامترهایی که بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد الیاف فولادی در بتن دارند عبارتند از: مکانیزم‌های چسبندگی و مهار الیاف در خمیر (تفاوت میان الیاف صاف با الیاف شکل‌دار با انتهای مخروطی شکل و قلاب‌دار) طول و قطر الیاف و در نتیجه نسبت طول به قطر آن، مقدار مصرف الیاف، تعداد الیاف در هر کیلوگرم الیاف که تابعی از ابعاد و مقدار الیاف می‌باشد، مقاومت کششی الیاف و مدول الاستیسیته الیاف.

ابعاد الیاف نقش مهمی در زمان بروز ترک‌خوردگی بتن تازه دارد. الیاف میکرو (با قطر کم‌تر از۰/۰۵ میلی‌متر) با ایجاد پل میان ریزترک‌ها حد الاستیک و مقاومت بتن را افزایش می‌دهند. این در حالی است که الیاف ماکرو (با قطر بیش‌تر از ۰/۵ میلی‌متر) با ایجاد پل میان ترک‌های بزرگ‌تر، طاقت بتن پس از ترک‌خوردگی را بهبود می‌بخشند. در نتیجه با کاربرد الیاف دارای ابعاد و مدول الاستیسیته متفاوت برای کنترل ترک‌خوردگی بتن در مراحل مختلف بارگذاری می‌توان عملکرد مصالح را بهینه کرد.

ت ۳-۱-۱۱-۳ الیاف شیشه

ت ۳-۱-۱۱-۳-۱ معمولا خواص الیاف در بتن در درازمدت تغییر می‌کند و باید در طراحی مدنظر قرار گیرد.

ت ۳-۱-۱۱-۴ الیاف پلیمری

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۳-۱-۱۱-۴-۲ با توجه به نوع الیاف پلیمری، خواص مختلفی از آن‌ها انتظار می‌رود. با توجه به تاثیر متفاوت انواع الیاف پلیمری، باید قبل از مصرف تاثیر آن را بر خواص فیزیکی و مکانیکی بتن مورد بررسی آزمایشگاهی قرار داد.

۳-۲ انبارکردن و نگهداری مصالح

۳-۲-۱ کلیات

۳-۲-۱-۱ روش انبارکردن و نگهداری مصالح می‌تواند مشخصات آن‌ها را تحت تاثیر قرار داده و در برخی موارد به‌دلیل اختلاط با مصالح دیگر و یا مواد مضر، عدم نشانه‌گذاری صحیح و یا موارد مشابه مشکلاتی را ایجاد کند. به‌عبارت دیگر، نحوه‌ی صحیح انبارکردن و نگهداری اهمیت زیادی در فرآیند تولید بتن دارد.

تفسیر/توضیح

ت ۲-۴-۱۱-۱-۳ برخی از خصوصیات الیاف مصنوعی بر اساس ACI 544.1 در جدول ت ۳-۴ ارایه شده است.

ت ۳-۲ انبارکردن و نگهداری مصالح

ت ۳-۲-۱ کلیات

جدول ت ۳-۴ برخی از خصوصیات انواع الیاف (اطلاعات موردی)

نوع الیاف	کربن [۲]	آرامید[۱]	آرامید	کربن [۳]	کربن [۴]	کربن [۵]	نایلون [۶]	پلی استر	پلی اتیلن [۷]	پلی پروپیلن [۷]
قطر معادل (میکرومتر)	۷/۶	۱۰	۱۲	۸/۹	۹/۹ –۱۳	۸/۹ -۱۷/۸	۲۲/۹	۱۹/۸	۱۰۱۶– ۲۵/۴	-
چگالی	۱/۶-۱/۷	۱/۴۴	۱/۴۴	۱/۶-۱/۷	۱/۶-۱/۷	۱/۸-۲/۱۵	۱/۱۴	۱/۳۴-۱/۳۹	۰/۹۲-۰/۹۶	۰/۹-۰/۹۱
مقاومت کششی (MPa)	۳۰۳۴- ۲۴۸۲	۲۳۴۴	۲۹۳۰	۴۰۰۰- ۲۴۴۸	۷۹۳-۴۸۳	۳۱۰۳- ۱۵۱۷	۹۶۵	۱۱۰۳-۲۲۸	۵۸۶-۷۶	۶۹۰-۱۳۸
مدول الاستیسیته (GPa)	۳۷۹/۹	۱۱۷/۲	۶۲	۲۳۰/۳	۳۴/۵-۲۷/۶	۴۸۲/۶- ۱۵۱/۷	۵/۲	۱۷/۲	۵	۴/۸-۳/۴
حداکثر ازدیاد طول (درصد)	۰/۵-۰/۷	۲/۵	۴/۴	۱-۱/۵	۲-۲/۴	۰/۵-۱/۱	۲۰	۱۵۰-۱۲	۸۰-۳	۱۵
دمای احتراق (سانتیگراد)	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	-	۵۹۳	-	۵۹۳
دمای ذوب، اکسیدشدن و یا اضمحلال (سانتیگراد)	۴۰۰	۴۸۲	۴۸۲	۴۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۲۲۰-۲۰۰	۲۵۷	۱۳۴	۱۶۶
درصد جذب آب (درصد وزنی)	ناچیز	۱/۲	۴/۳	ناچیز	۷-۳	ناچیز	۵-۲/۸	۰/۴	ناچیز	ناچیز

۱- آرامید با مدول الاستیسیته زیاد

۲- کربن با مدول زیاد و با پایه پلی‌آکریلونیتریل

۳- کربن با مقاومت کششی زیاد و با پایه‌ی پلی‌آکریلونیتریل

۴- کربن ایزوتروپیک با پایه‌ی هیدروکربن‌های آروماتیک برای مصارف عمومی

۵- کربن نیمه جامد با پایه‌ی هیدروکربن‌های آروماتیک با کارایی زیاد

۶- این مقادیر بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایش محصولات موجود در بازار است.

۷- نتایج بر اساس محصولات موجود در بازار است.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۳-۲-۲ سیمان

۳-۲-۲-۱ سیمان می‌تواند به‌صورت فله یا پاکتی تهیه و نگهداری شود.

۳-۲-۲-۲ سیمان‌های فله‌ای که دارای انواع مختلفی هستند، باید در سیلوها یا مخازن جداگانه‌ای نگهداری شوند. همچنین سیمان‌های فله‌ای که از یک نوع، ولی از کارخانه‌های مختلف هستند نیز تا حد امکان باید به‌صورت جداگانه نگهداری شوند.

۳-۲-۲-۳ سیلوها یا مخازن نگهداری سیمان باید به نحو مناسبی نشانه‌گذاری شوند. نشانه‌گذاری باید نشان دهنده‌ی نوع سیمان و نام کارخانه‌ی تولید کننده‌ی آن باشد.

۳-۲-۲-۴ سیلو یا مخازن نگهداری باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که فضای مرده، به خصوص در قسمت خروجی، نداشته و سیمان به راحتی بتواند از آن خارج شود (به بند ۲-۳-۸ مراجعه شود).

۳-۲-۲-۵ از آنجایی که سیمان با دی‌اکسیدکربن هوا و همچنین رطوبت (موجود در هوا یا منابع دیگر) واکنش نشان می‌دهد و به مرور زمان دچار فساد و افت مشخصات می‌شود، در صورت قصد نگهداری درازمدت سیمان فله‌ای باید آن را از تماس با جریان هوا و رطوبت دور نگه داشت. در هر صورت باید توجه داشت که نگهداری طولانی مدت سیمان می‌تواند باعث تغییر مشخصات و افت کیفیت آن شود. در این گونه موارد باید با آزمایش از سطح کیفیت مورد قبول سیمان اطمینان حاصل نمود.

۳-۲-۲-۶ سیمان‌های پاکتی نیز طی زمان و در تماس با هوا و رطوبت دچار هوازدگی و افت کیفیت می‌شوند. به‌منظور جلوگیری از تماس با رطوبت، باید پاکت‌ها را با کمک یک پوشش مقاوم در برابر نفوذ رطوبت محافظت کرد. همچنین پاکت‌ها باید با استفاده از سکوهای چوبی یا موارد مشابه، از زمین حداقل ۱۰ سانتی‌متر فاصله داشته باشند. رعایت حداقل فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متری از دیوارها نیز به‌منظور جلوگیری از

تفسیر/توضیح

ت ۳-۲-۲ سیمان

ت ۳-۲-۲-۲ تفاوت در مشخصات سیمان‌های مختلف و حتی سیمان‌هایی از یک نوع ولی تولید شده در کارخانه‌های مختلف می‌تواند بر خواص فیزیکی، مکانیکی و دوام بتن موثر باشد. ضمن اینکه در صورت بروز مشکل در بتن امکان رهگیری و شناسائی منشاء مشکل آسان‌تر خواهد بود. همچنین در انواع بتن، به‌ویژه بتن‌های توانمند، لازم است تا بر اساس مشخصات آن تغییراتی در طرح مخلوط یا میزان مواد افزودنی اعمال کرد. در صورت عدم رعایت موارد فوق کنترل و اعمال تغییرات، مشکل یا غیر ممکن خواهد بود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی	تفسیر/توضیح
تماس با رطوبت و همچنین امکان گردش هوا الزامی است. توصیه می‌شود در مناطق مرطوب تا حدامکان پاکت‌ها به هم بچسبند تا امکان گردش هوا و تماس با رطوبت کاهش یابد.	
۳-۲-۲-۷ با توجه به حساسیت سیمان‌های پاکتی به رطوبت محیط، زمان نگهداری آن‌ها کم‌تر از سیمان فله‌ای (نگهداری شده در سیلو) است و در شرایط مرطوب، حداکثر به ۶ هفته و در شرایط خشک به ۱۲ هفته از تاریخ تولید محدود می‌شود.	ت ۳-۲-۲-۷ طبق استاندارد ملی ایران، لازم است تاریخ تولید سیمان بر روی پاکت‌ها درج شود.
۳-۲-۲-۸ حداکثر تعداد پاکت‌هایی که با توجه به تاریخ تولید می‌توان روی هم قرار داد برای مدت زمان حداکثر ۱۲ هفته در مناطق خشک، ۱۲ ردیف و در مناطق مرطوب برای حداکثر زمان ۶ هفته، ۸ ردیف است. تعداد ردیف‌های مجاز باید بر حسب رده‌ی مقاومتی بالاتر سیمان‌ها و آهنگ کسب مقاومت سریع‌تر یا زمان گیرش کم‌تر، به تعداد کم‌تری محدود شود.	
۳-۲-۲-۹ انبارکردن سیمان‌های پاکتی باید به‌گونه‌ای باشد تا سیمان‌هایی که از یک نوع و یک کارخانه هستند روی هم قرارگیرند. همچنین چیدمان انباشته‌های سیمان به‌گونه‌ای بر اساس زمان تولید و حمل به کارگاه تنظیم شود تا ابتدا سیمان‌های زودتر تولید شده مصرف شوند.	
۳-۲-۲-۱۰ استفاده از سیمان‌های دارای کلوخه در بتن‌های سازه‌ای مجاز نیست. در مواردی کلوخه‌هایی سست بر اثر تماس رطوبت در طول مدت نگهداری سیمان تشکیل می‌شوند که با کمی فشار بین انگشتان خرد می‌گردند. در صورتی‌که در آزمایش مقاومت فشاری ملات ماسه-سیمان استاندارد، افت ناشی از سرخ شدن و زمان گیرش نشان داده شود که الزامات استاندارد را برآورده می‌نماید، می‌توان پس از خردکردن کامل کلوخه‌ها و یا عبور از الک مناسب از سیمان مورد نظر استفاده نمود. در صورتی‌که کلوخه‌های سست به‌دلیل فشار کیسه‌های بالایی ایجاد شده باشند و با یک یا دو بار غلتاندن کیسه‌ها براحتی از بین بروند، می‌توان از سیمان مورد نظر پس از حذف یا خرد شدن کلوخه‌ها استفاده کرد.	
۳-۲-۲-۱۱ چنان‌چه به هردلیل نسبت به کیفیت سیمان (به‌دلیل مدت زمان زیاد نگهداری، وجود کلوخه و موارد مشابه) تردید و شبهه‌ای وجود داشته باشد، باید آزمایش‌های مورد نیاز، از جمله: تعیین مقاومت فشاری ملات ماسه-سیمان استاندارد، افت ناشی از سرخ شدن و زمان گیرش را انجام داد. همچنین در مواردی که درباره‌ی نوع سیمان تردید	

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

وجود داشته و با استفاده از نتایج آزمایش‌های فوق امکان تشخیص مقدور نگردد، باید آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی دیگری نیز انجام شود.

۳-۲-۲-۱۲ اگرچه تاثیر دمای سیمان بر دمای بتن کم‌تر از سنگدانه‌ها است، ولی به‌دلیل تاثیر سیمان با دمای زیاد بر مشخصات بتن تازه مانند افت اسلامپ، لازم است تا دمای سیمان هنگام تحویل از کارخانه و یا زمان حمل به کارگاه محدود شود. دمای سیمان قبل از مصرف در (بتن‌های معمولی) نباید بیش از ۷۵ درجه‌ی سانتی گراد باشد.

۳-۲-۳ سنگدانه‌ها

۳-۲-۳-۱ سنگدانه‌های ریز و درشت و سنگدانه‌هایی که دارای جنس، نوع و دانه‌بندی متفاوتی هستند باید به‌صورت جداگانه انبار و نگهداری شوند و تمهیدات لازم جهت جلوگیری از اختلاط آن‌ها به اجرا درآید.

۳-۲-۳-۲ طی مراحل حمل، انبارش و جابجائی نباید دانه‌بندی سنگدانه‌ها، به‌خصوص سنگدانه‌های درشت به‌دلیل خردشدن یا جداشدگی تغییر یابد.

۳-۲-۳-۳ محل نگهداری سنگدانه‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی و آماده شود که ضمن امکان زهکشی آب موجود در آن‌ها، مانع از ورود مواد مضر یا آلاینده‌ها از جمله خاک شود.

۳-۲-۳-۴ استفاده از سنگدانه‌های یخزده و یا دارای کلوخه‌های یخ و برف در بتن مجاز نیست. مگر اینکه قبل از اختلاط با سیمان با استفاده از آب گرم یا روش‌های دیگر از بین بروند. توجه شود که در این موارد باید مقدار آبی که برای ذوب یخ یا برف استفاده می‌شود و یا افزایش رطوبت سنگدانه‌ها به‌دلیل ذوب یخ یا برف در محاسبات مقدار رطوبت سنگدانه‌ها و اصلاح مقدار آب مصرفی در نظر گرفته شود.

۳-۲-۳-۵ نگهداری سنگدانه‌ها در هوای گرم باید به‌گونه‌ای باشد که دمای سنگدانه‌ها قبل از مصرف در بتن از ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد تجاوز ننماید.

تفسیر/توضیح

ت ۳-۲-۲-۱۲ توصیه می‌شود در شرایط آب و هوای گرم و بتن‌هایی که الزامات دوام در آن‌ها حائز اهمیت است، حداکثر دمای سیمان در هنگام استفاده به ۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد محدود گردد.

ت ۳-۲-۳ **سنگدانه‌ها**

ت ۳-۲-۳-۲ کلیه مراحل بارگیری، حمل و جابجائی سنگدانه‌ها باید با ماشین‌آلات مناسب انجام شود. به‌گونه‌ای که از جداشدگی و آلودگی به مصالح دیگر یا مواد مضر جلوگیری شود.

ت ۳-۲-۳-۳ در استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۲ حداکثر رطوبت سنگدانه‌های ریز به ۵٪ محدود شده است، و ممکن است با توجه به توافق خریدار و فروشنده تغییر نماید. به هرحال وجود این حد از رطوبت نمی‌تواند حرکت آب در مجموعه سنگدانه را باعث شود. اما ممکن است بارندگی به افزایش رطوبت و نیاز به زه‌کشی منجر شود.

ت ۳-۲-۳-۴ توصیه می‌شود که محل نگهداری سنگدانه‌ها در فصول سرد و یخبندان به‌گونه‌ای باشد که مانع از یخزدن و ایجاد یخ و برف در سنگدانه‌ها شود.

با توجه به اهمیت دمای سنگدانه‌ها و تاثیر زیاد دمای آن‌ها بر دمای بتن، توصیه می‌شود با اتخاذ تمهیدات لازم، از کاهش دمای سنگدانه‌ها در فصل سرد جلوگیری شود. استفاده از سایه‌بان، انبارهای سرپوشیده و یا پوشش‌های پلاستیکی یا برزنتی توصیه می‌گردد.

ت ۳-۲-۳-۵ در هوای گرم نیز باید از افزایش دمای سنگدانه‌ها جلوگیری نمود. استفاده از سایه‌بان، انبارهای سرپوشیده و یا پوشش‌های مناسب به‌ویژه برای سنگدانه‌های درشت و خشک

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۳-۲-۳-۶ در طول مدت حمل، تخلیه و نگهداری باید تمهیدات لازم جهت جلوگیری از جداشدگی ذرات ریز بر اثر وزش باد به‌عمل آید.

۳-۲-۳-۷ به‌منظور جلوگیری از جداشدگی سنگدانه‌ها و به‌خصوص سنگدانه‌های درشت در هنگام انبار کردن، نباید سنگدانه‌ها را در انباشته‌های مخروطی به ارتفاع و شیب زیاد نگهداری کرد. سنگدانه‌ها باید در سطوحی وسیع و به‌صورت لایه به لایه پخش و نگهداری شوند.

۳-۲-۳-۸ به‌منظور کاهش احتمال جداشدگی و همچنین کنترل بهتر کیفیت بتن در سنگدانه‌های کوچک‌تر از ۲۰ میلی‌متر، نسبت حداکثر اندازه‌ی اسمی به حداقل اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌های درشت نباید از ۴ بیش‌تر و در سنگدانه‌های بزرگ‌تر از ۲۰ میلی‌متر نیز این نسبت نباید از ۲ بیش‌تر شود.

۳-۲-۳-۹ در هنگام تحویل هر محموله از سنگدانه‌های وارد شده به کارگاه باید ویژگی‌های ظاهری آن‌ها مانند: حداکثر اندازه، شکل دانه‌ها و آلودگی به ناخالصی‌ها مورد توجه قرار گیرد. از قبول محموله‌هایی که با الزامات تعیین شده انطباق ندارند و یا با مشخصات محموله‌های قبلی تفاوت فاحشی دارند جلوگیری شود.

۳-۲-۳-۱۰ با توجه به اینکه در حین تولید بتن تغییراتی در میزان رطوبت سنگدانه‌ها و به‌خصوص سنگدانه‌های ریز در مشخصات بتن‌تازه (مانند: میزان روانی و کارائی) و مشخصات بتن سخت‌شده (مانند: مقاومت فشاری و پارامترهای دوام) به‌شدت تاثیرگذار است، باید میزان رطوبت سنگدانه‌ها در ابتدای هر روز کاری و هر زمان که تغییر محسوسی در رطوبت سنگدانه به‌وجود می‌آید تعیین و میزان آب مصرفی و وزن سنگدانه‌ها اصلاح گردد.

تفسیر/توضیح

توصیه می‌شود. ماسه‌های خیس معمولا دچار افزایش دمای جدی نمی‌شوند، زیرا در اثر تبخیر آب از سطح آن‌ها کاهش دما اتفاق می‌افتد. از این پدیده می‌توان برای خنک کردن سنگدانه‌های درشت نیز استفاده کرد.

ت ۳-۲-۳-۶ جهت جلوگیری از جدایی سنگدانه‌های نگهداری شده در مخازن قیفی شکل[1] توصیه می‌شود حجم سنگدانه‌های داخل مخزن به‌طور مرتب کنترل شده و از نیمه پرتر باشد.

ت ۳-۲-۳-۸ توصیه می‌شود سنگدانه‌های درشت ۵ تا ۲۵ میلی متری در دو بخش سنگدانه‌ی ۵ تا ۱۲/۵ میلی‌متر (در اصطلاح شن نخودی) و ۱۲/۵ تا ۲۵ میلی‌متر (در اصطلاح شن بادامی)، به‌صورت جداگانه نگهداری شوند. شایان ذکر است این امر در خصوص سنگدانه‌هایی با حداکثر اندازه‌ی بزرگ‌تر الزامی است.

ت ۳-۲-۳-۱۰ توصیه می‌شود، جهت کاهش احتمال جداشدگی، کاهش تغییرات میزان اسلامپ (به‌خصوص افت اسلامپ)، یکنواختی بهتر بتن تولیدی و اصلاح کم‌تر در مقدار آب مصرفی، رطوبت طبیعی سنگدانه تفاوت زیادی با میزان رطوبت سنگدانه‌ها تا حالت اشباع با سطح خشک (SSD) نداشته باشد.

پیشنویس مورخ ۲۹۷/۱۲/۲۶

1 - Bin

متن اصلی

۳-۲-۴ سبکدانه

۳-۲-۴-۱ سبکدانه‌ها باید در برابر رطوبت و آلودگی‌های محیطی محافظت شوند.

۳-۲-۴-۲ به‌دلیل اینکه سبکدانه‌ها شکننده‌تر از سنگدانه‌های طبیعی هستند، در حمل، نگهداری و مصرف آن‌ها باید از خردشدگی‌شان جلوگیری نمود.

۳-۲-۴-۳ به‌دلیل سبک بودن سبکدانه‌ها باید در هنگام انبار کردن و نگهداری آن‌ها مراقب جداشدگی ذرات بود.

۳-۲-۵ سنگدانه‌های درهم، بازیافتی و بازفرآوری شده

۳-۲-۵-۱ نگهداری و انبارکردن سنگدانه‌های بازیافتی و بازفرآوری شده همانند سنگدانه‌های معمولی است. محل نگهداری و انبار این سنگدانه‌ها باید جدا از سنگدانه‌های معمولی بوده و به‌هیچ وجه با هم در محل انبار مخلوط نشوند.

۳-۲-۵-۲ سنگدانه‌های درهم به‌شدت مستعد جداشدگی هستند، بنابراین باید در حمل و ریختن آن‌ها در انباشته‌ها دقت زیادی اعمال نمود و از انباشتن آن‌ها در ارتفاع زیاد و به‌صورت مخروطی پرهیز کرد.

۳-۲-۶ آب

۳-۲-۶-۱ از آلوده شدن و ایجاد خزه و جلبک و تغییرات شدید دمای آب باید جلوگیری به‌عمل آید. توصیه می‌شود مخزن آب به‌صورت مدفون در زمین و یا دارای عایق باشد.

۳-۲-۷ مواد افزودنی شیمیایی

۳-۲-۷-۱ با توجه به اینکه این نوع افزودنی‌ها معمولا به‌صورت مایع هستند، باید در مقابل یخ زدن و کاهش شدید دما محافظت شوند.

تفسیر/توضیح

ت ۳-۲-۴ **سبکدانه**

ت ۳-۲-۵ **سنگدانه‌های درهم، بازیافتی و بازفرآوری شده**

ت ۳-۲-۶ **آب**

ت ۳-۲-۶-۱ برای جلوگیری از ایجاد خزه و جلبک نیاز به چرخش آب احساس می‌شود. لازم است هر از چند گاهی مخزن آب مورد بازرسی قرار گرفته و در صورت نیاز و بسته به سکون یا چرخش آب در فواصل یک تا سه ماه پاکسازی شود. آب مجاور با خزه و جلبک می‌تواند باعث هوازایی نامطلوب و کاهش مقاومت و دوام بتن گردد.

مخازن مدفون در زمین یا دارای عایق، در تابستان و زمستان، از تغییرات شدید دمای آب در طول شبانه روز جلوگیری می‌کنند.

ت ۳-۲-۷ **مواد افزودنی شیمیایی**

ت ۳-۲-۷-۱ گاه کاهش دما باعث ته نشینی مواد جامد شده و مشکلاتی را از نظر مصرف به‌وجود می‌آورد. هرچند هنوز به مرحله یخ زدن نرسیده باشد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۲/۲۶

متن اصلی

۳-۲-۷-۲ ظروف نگهداری مواد افزودنی باید دارای برچسب مشخصات باشند؛ به‌گونه‌ای که محتویات آن‌ها به وضوح مشخص باشد.

۳-۲-۷-۳ مواد افزودنی پودری حساسیت بیش‌تری به رطوبت دارند و باید در کیسه یا ظروف ضد رطوبت بسته بندی شوند.

۳-۲-۷-۴ مدت زمان نگهداری با توجه به نوع ماده‌ی افزودنی متفاوت است و باید با توجه به دستورالعمل‌های تولیدکننده رعایت گردد.

۳-۲-۷-۵ برخی از مواد افزودنی به نور خورشید حساس هستند و باید دور از تابش مستقیم نور خورشید انبار شوند.

۳-۲-۷-۶ دمای زیاد نیز می‌تواند به تسریع در فساد مواد افزودنی (به‌ویژه مواد مایع) منجر شود.

۳-۲-۸ مواد افزودنی پودری معدنی

۳-۲-۸-۱ مواد جایگزین سیمان

۳-۲-۸-۱-۱ دوده‌ی سیلیسی و پوزولان‌ها به غیر از خاکستر بادی نوع C، را می‌توان به مدت طولانی نگهداری نمود. البته استفاده از سایبان و جلوگیری از تماس مستقیم با رطوبت و جریان آب (برای کاهش احتمال کلوخه شدن و تغییرات شدید رطوبتی) توصیه می‌شود.

۳-۲-۸-۱-۲ سرباره و خاکستر بادی نوع C را باید مشابه سیمان نگهداری کرد.

۳-۲-۸-۲ مواد پودری پرکننده (نرمه)

۳-۲-۸-۲-۱ نحوه‌ی نگهداری پودرهای پرکننده مانند سنگدانه‌ها و دوده‌ی سیلیس است. البته استفاده از سایبان و جلوگیری از تماس مستقیم با رطوبت و جریان آب (برای کاهش احتمال کلوخه شدن و تغییرات شدید رطوبتی) ضرورت دارد.

۳-۲-۸-۲-۲ پودرهای پرکننده به علت ریزی زیاد، در اثر رطوبت به راحتی کلوخه می‌شوند و استفاده از آن‌ها در محل،

تفسیر/توضیح

ت ۳-۲-۷-۵ در انبار کردن مواد آلی باید به دما و تابش آفتاب توجه داشت، زیرا می‌تواند زودتر از مواد غیرآلی فاسد شود. مواد افزودنی آلی به مراتب زودتر از مواد غیر آلی دستخوش تغییرات کیفی می‌شوند.

ت ۳-۲-۸ **مواد افزودنی پودری معدنی**

ت ۳-۲-۸-۱-۱-۱ به تفسیر بند ۳-۲-۸-۱-۲ مراجعه شود. این مواد شبه سیمانی تلقی می‌شوند و با حضور رطوبت ممکن است هیدارته شوند. به‌ویژه خاکستر بادی نوع C.

ت ۳-۲-۸-۱-۲ اگرچه رطوبت باعث فساد دوده‌ی سیلیس و پوزولان‌ها نمی‌شود، اما کلوخه شدن آن‌ها می‌تواند در حمل و اختلاط بتن مشکلاتی به‌وجود آورد. همچنین مقدار رطوبت موجود در آن‌ها باید در محاسبه‌ی مقدار آب مصرفی و مقدار دوده‌ی سیلیس و پوزولان‌های مصرفی اعمال شود.

ت ۳-۲-۸-۲-۱ امروزه استفاده از این نوع مواد در بتن‌های خودتراکم رایج است. توصیه می‌شود این مواد همچون سیمان و سایر مواد جایگزین در سیلوهایی شبیه سیلوی سیمان انبار شوند. برای جلوگیری از بروز مشکل در تخلیه و انتقال آن به باسکول و کلوخه شدن باید رطوبت اولیه این مواد پودری بسیار کم باشد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

انبار کردن و پخش شدن آن‌ها در بتن نیازمند تمهیدات خاصی است که باید رعایت گردد. بنابراین استفاده از سایبان و جلوگیری از تماس مستقیم با رطوبت و جریان آب در محل انبارش و همچنین اصلاح رطوبت بتن بر اساس رطوبت موجود در پودر پرکننده (همانند سنگدانه‌های درشت و ریز) الزامی است.

۳-۲-۹ رنگدانه‌ها

۳-۲-۹-۱ برای نحوه‌ی نگهداری رنگدانه‌ها به دستورالعمل تولیدکننده مراجعه شود. در صورتی‌که تولید کننده دستورالعملی ارایه نکرده باشد به بند ۳-۲-۸-۲ مراجعه شود.

۳-۲-۱۰ الیاف

۳-۲-۱۰-۱ بسته‌های حاوی الیاف باید دور از رطوبت نگهداری شوند.

۳-۲-۱۰-۲ الیاف پلیمری باید دور از تابش مستقیم آفتاب نگهداری شوند.

۳-۳ کنترل کیفیت

۳-۳-۱ کلیات

۳-۳-۱-۱ کنترل کیفیت شامل: بازرسی، نمونه‌برداری و آزمایش است که باید طبق دستورالعمل‌های ارایه شده در این آئین‌نامه یا برنامه‌ی تهیه شده توسط دستگاه نظارت انجام گیرد.

۳-۳-۱-۲ کلیه‌ی متخصصین و نیروهای فنی که در بخش بازرسی و انجام آزمایش‌ها درگیر هستند باید دوره‌های مربوطه را طی نموده و تا حدامکان دارای گواهی‌نامه از مراجع ذیصلاح و معتبر باشند.

۳-۳-۱-۳ تجهیزات و ابزار مورد استفاده در آزمایشگاه‌های کنترل کیفیت باید توسط مراجع ذیصلاح ملی یا بین‌المللی واسنجی و گواهی مربوط به هر یک از آن‌ها به نحو مناسب نگهداری شود.

تفسیر/توضیح

ت ۳-۲-۹ **رنگدانه‌ها**

ت ۳-۲-۱۰ **الیاف**

ت ۳-۲-۱۰-۱ الیاف فولادی در اثر رطوبت دچار زنگ زدگی می‌شوند. سایر الیاف نیز ممکن است در اثر رطوبت گلوله شده و به‌خوبی با سایر اجزای بتن مخلوط نگردند.

ت ۳-۲-۱۰-۲ مواد پلیمری به پرتوهای فرابنفش حساس هستند و ممکن است دچار تغییراتی در خواص فیزیکی و شیمیایی شوند.

ت ۳-۳ کنترل کیفیت

ت ۳-۳-۱-۱ چنانچه دستورالعمل تهیه شده توسط دستگاه نظارت، الزامات سختگیرانه‌تری را نسبت به الزامات این آئین نامه ارایه نماید، دستورالعمل دستگاه نظارت حاکم است.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی ***تفسیر/توضیح***

۳-۳-۱-۴ به‌منظور اطمینان از کیفیت بتن اجرا شده با مشخصات و الزامات داده شده باید طرح و دستورالعمل کنترل کیفیت تهیه و به‌دقت اجرا شود. ضوابط ارایه شده در این بخش به‌عنوان راهنمای کلی باید در تدوین برنامه‌ی کنترل کیفیت در نظر گرفته شود. طرح و برنامه‌ی کنترل کیفیت باید بر اساس میزان مصالح مصرفی (حجم بتن مورد استفاده در پروژه) و درجه‌ی اهمیت سازه توسط دستگاه نظارت تدوین گردد.

۳-۳-۱-۵ طرح و برنامه‌ی کنترل کیفیت باید شامل موارد زیر باشد:

- نام و مستندات سازمان یا ارگان صدور گواهی‌نامه و یا مجوز فعالیت آزمایشگاه کنترل کیفیت؛
- نام، اسناد و مدارک گواهی‌نامه‌های مدیر و پرسنل فنی کنترل کیفیت و بازرسی؛
- نمودار سازمانی و جایگاه سیستم کنترل کیفیت؛
- روش‌های آزمایش و تواتر بازرسی و نمونه‌برداری برای اجرای کنترل کیفیت؛
- روش انطباق با مشخصات و مشخص کردن عدم انطباق و اقدامات اصلاحی.

۳-۳-۱-۶ روش‌های کنترل و بازرسی ظاهری مواد و مصالح.

- کلیه‌ی مدارک و مستندات مربوط به کنترل کیفیت، نتایج آزمایش‌ها و اقدامات انجام گرفته باید به دو صورت: فایل الکترونیکی و گزارش کاغذی ثبت و نگهداری شوند.

۳-۳-۲ تواتر نمونه‌برداری و بازرسی

۳-۳-۲-۱ تواتر بازرسی و نمونه‌برداری باید با توجه به عوامل زیر و توسط دستگاه نظارت مشخص گردد. ولی نباید از حداقل الزامات ارایه شده در جدول ۳-۳ کم‌تر باشد:

- ابعاد و حجم بتن مورد مصرف؛
- مدت زمان انجام مراحل مختلف یا انبار کردن مصالح؛
- اهمیت سازه؛
- داشتن گواهی‌نامه‌ی معتبر و یا سایر مدارک و مستندات مشابه؛

۳-۳-۲-۲ تنها در صورتی می‌توان تواتر نمونه‌برداری و بازرسی را کم‌تر از الزامات ارایه شده در جدول ۳-۳ اختیار نمود که تعدادی از نتایج آزمایش‌های منفرد و میانگین نتایج

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی	تفسیر/توضیح
به‌دست آمده (مطابق جدول ۳-۳) در طول مدت پروژه نشان دهنده‌ی موارد زیر باشند: الف) برآورده نمودن الزامات مشخص در استاندارد یا مشخصات خصوصی، ب) دارای یکنواختی و عدم پراکندگی بیش از مقادیر مشخص شده در استانداردهای یا مشخصات خصوصی مربوطه. ۳-۳-۲-۳ تمام محموله‌های وارد شده به کارگاه باید از نظر داشتن بارنامه‌ی معتبر با مشخصات زیر کنترل شوند. اولین محموله‌ی وارد شده علاوه بر نوع، جنس، تولید کننده و دیگر موارد مشابه باید از نظر داشتن گواهی نشان استاندارد نیز مورد بازرسی قرار گیرد: • نام تجاری، نوع و یا مشخصات فنی محصول؛ • نام و مشخصات تولید کننده یا تامین کننده؛ • شماره‌ی استاندارد؛ • تاریخ تولید و یا حداکثر مدت زمان قابل مصرف؛ • محموله‌هایی که به لحاظ مشخصات ظاهری با الزامات یا مشخصات تعیین شده تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای دارند باید یا مردود شده و تخلیه نگردند و یا در صورت تردید، مورد آزمایش قرار گیرند. ۳-۳-۲-۴ نمونه‌های برداشته شده باید معرف مشخصات کل محموله وارد شده به کارگاه یا مصالح مورد مصرف باشد.	

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

جدول ۳-۳ بازرسی و کنترل کیفیت مصالح

نوع مصالح	درجه‌ی اهمیت سازه مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران	حجم بتن مورد مصرف m^3 [1]	تواتر نمونه‌برداری / بازرسی	نوع بازرسی/ آزمایش کنترل کیفیت
سیمان	گروه ۱	کم‌تر از ۶۰۰	هر محموله‌ی وارد شده به کارگاه	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات و نوع سیمان با مشخصات سیمان سفارش داده شده
			هر ۱۵۰ تن یا هر ۴ ماه هرکدام زودتر اتفاق بیافتد	انجام آزمایش‌های تعیین خواص مکانیکی سیمان و دریافت نتایج آنالیز شیمیایی و خواص فیزیکی از کارخانه
		بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰	هر محموله‌ی وارد شده به کارگاه	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات و نوع سیمان با مشخصات سیمان سفارش داده شده و دریافت آنالیز شیمیایی از کارخانه
			هر ۱۲۰ تن یا هر ۳ ماه هرکدام زودتر اتفاق بیافتد	انجام آزمایش‌های تعیین خواص مکانیکی سیمان و دریافت نتایج خواص فیزیکی از کارخانه
		بیش از ۱۲۰۰	هر محموله‌ی وارد شده به کارگاه	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات و نوع سیمان با مشخصات سیمان سفارش داده شده و دریافت آنالیز شیمیایی از کارخانه
			هر ۱۰۰ تن یا هر ۳ ماه هرکدام زودتر اتفاق بیافتد	انجام آزمایش‌های تعیین خواص مکانیکی و آنالیز شیمیایی سیمان و دریافت نتایج خواص فیزیکی از کارخانه
	گروه ۲	کم‌تر از ۶۰۰	هر محموله‌ی وارد شده به کارگاه	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات و نوع سیمان با مشخصات سیمان سفارش داده شده
			هر ۱۸۰ تن یا هر ۴ ماه هرکدام زودتر اتفاق بیافتد	دریافت نتایج خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی سیمان از کارخانه
		بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰	هر محموله‌ی وارد شده به کارگاه	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات و نوع سیمان با مشخصات سیمان سفارش داده شده
			هر ۱۵۰ تن یا هر ۴ ماه هرکدام زودتر اتفاق بیافتد	انجام آزمایش‌های تعیین خواص مکانیکی سیمان و دریافت نتایج آنالیز شیمیایی و خواص فیزیکی از کارخانه
		بیش از ۱۲۰۰	هر محموله‌ی وارد شده به کارگاه	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات و نوع سیمان با مشخصات سیمان سفارش داده شده
			هر ۱۵۰ تن یا هر ۳ ماه هرکدام زودتر اتفاق بیافتد	انجام آزمایش‌های تعیین خواص مکانیکی سیمان و دریافت نتایج آنالیز شیمیایی و خواص فیزیکی از کارخانه
	گروه ۳	کم‌تر از ۶۰۰	هر محموله‌ی وارد شده به کارگاه	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات و نوع سیمان با مشخصات سیمان سفارش داده شده
		بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰	هر محموله‌ی وارد شده به کارگاه	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات و نوع سیمان با مشخصات سیمان سفارش داده شده
			هر ۲۰۰ تن یا هر ۶ ماه هرکدام زودتر اتفاق بیافتد	دریافت نتایج خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی سیمان از کارخانه
		بیش از ۱۲۰۰	هر محموله‌ی وارد شده به کارگاه	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات و نوع سیمان با مشخصات سیمان سفارش داده شده
			هر ۱۵۰ تن یا هر ۳ ماه هرکدام زودتر اتفاق بیافتد	انجام آزمایش‌های تعیین خواص مکانیکی سیمان و دریافت نتایج آنالیز شیمیایی و خواص فیزیکی از کارخانه
	گروه ۴	کم‌تر از ۶۰۰	هر محموله‌ی وارد شده به کارگاه	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات و نوع سیمان با مشخصات سیمان سفارش داده شده
		بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰	هر محموله‌ی وارد شده به کارگاه	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات و نوع سیمان با مشخصات سیمان سفارش داده شده
			هر ۲۵۰ تن یا هر ۶ ماه هرکدام زودتر اتفاق بیافتد	دریافت نتایج خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی سیمان از کارخانه
		بیش از ۱۲۰۰	هر محموله‌ی وارد شده به کارگاه	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات و نوع سیمان با مشخصات سیمان سفارش داده شده
			هر ۲۰۰ تن یا هر ۴ ماه هرکدام زودتر اتفاق بیافتد	دریافت نتایج خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی سیمان از کارخانه

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

ادامه جدول ۳-۳ بازرسی و کنترل کیفیت مصالح

نوع مصالح	درجه‌ی اهمیت سازه مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران	حجم بتن مورد مصرف[1]، m^3	تواتر نمونه‌برداری / بازرسی		نوع بازرسی/ آزمایش کنترل کیفیت
سنگدانه[4] و سبکدانه[5]	گروه ۱ و ۲	کم‌تر از ۶۰۰	هر مقدار سنگدانه‌ی وارد شده به کارگاه در هر روز از هر معدن		بررسی گواهی استاندارد و انطباق نوع سنگدانه، وضعیت ظاهری و حداکثر اندازه‌ی سنگدانه با مشخصات سنگدانه‌ی سفارش داده شده
			هر ۱۰۰۰ تن یا هر ۶ ماه		دانه‌بندی، درصد عبوری از الک۷۵ میکرومتر، چگالی و جذب آب
		بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰	هر مقدار سنگدانه‌ی وارد شده به کارگاه در هر روز از هر معدن		بررسی گواهی استاندارد و انطباق نوع سنگدانه، وضعیت ظاهری و حداکثر اندازه‌ی سنگدانه با مشخصات سنگدانه‌ی سفارش داده شده
			هر ۱۰۰۰ تن یا هر ۴ ماه		دانه‌بندی، درصد عبوری از الک۷۵ میکرومتر، چگالی، جذب آب، درصد کلرید و سولفات[3]
		بیش از ۱۲۰۰	هر مقدار سنگدانه‌ی وارد شده به کارگاه در هر روز از هر معدن		بررسی گواهی استاندارد و انطباق نوع سنگدانه، وضعیت ظاهری و حداکثر اندازه‌ی سنگدانه با مشخصات سنگدانه‌ی سفارش داده شده
			هر ۸۰۰ تن یا هر ۴ ماه		دانه‌بندی، درصد عبوری از الک۷۵ میکرومتر، چگالی، جذب آب، درصد کلرید و سولفات[3]
	گروه ۳ و ۴	کم‌تر از ۶۰۰	هر مقدار سنگدانه‌ی وارد شده به کارگاه در هر روز از هر معدن		بررسی گواهی استاندارد و انطباق نوع سنگدانه، وضعیت ظاهری و حداکثر اندازه‌ی سنگدانه با مشخصات سنگدانه‌ی سفارش داده شده
			هر ۱۰۰۰ تن یا هر ۸ ماه		دانه‌بندی و درصد عبوری از الک۷۵ میکرومتر
		بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰	هر مقدار سنگدانه‌ی وارد شده به کارگاه در هر روز از هر معدن		بررسی گواهی استاندارد و انطباق نوع سنگدانه، وضعیت ظاهری و حداکثر اندازه‌ی سنگدانه با مشخصات سنگدانه‌ی سفارش داده شده
			هر ۱۰۰۰ تن یا هر ۶ ماه		دانه‌بندی و درصد عبوری از الک۷۵ میکرومتر
		بیش از ۱۲۰۰	هر مقدار سنگدانه‌ی وارد شده به کارگاه در هر روز از هر معدن		بررسی گواهی استاندارد و انطباق نوع سنگدانه، وضعیت ظاهری و حداکثر اندازه‌ی سنگدانه با مشخصات سنگدانه‌ی سفارش داده شده
			هر ۸۰۰ تن یا هر ۵ ماه		دانه‌بندی، درصد عبوری از الک۷۵ میکرومتر، چگالی و جذب آب
آب	گروه ۱، ۲، ۳ و ۴	کم‌تر از ۶۰۰	در صورت استفاده از آب غیر شرب	در ابتدای پروژه[6]	کلیه‌ی آزمایش‌ها طبق استاندارد ASTM C1602
				هر ۹ ماه	میزان کلرید و سولفات محلول و مقدار pH
		بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰	در صورت استفاده از آب غیر شرب	در ابتدای پروژه[6]	کلیه‌ی آزمایش‌ها طبق استاندارد ASTM C1602
				هر ۶ ماه	میزان کلرید و سولفات محلول، مقدار pH، مقدار قلیای‌ها، ذرات جامد معلق و بررسی مقاومت نسبی و زمان گیرش
		بیش از ۱۲۰۰	در صورت استفاده از آب غیر شرب	در ابتدای پروژه[6]	کلیه‌ی آزمایش‌ها طبق استاندارد ASTM C1602
				هر ۳ ماه	میزان کلرید و سولفات محلول، مقدار pH، مقدار قلیای‌ها، ذرات جامد معلق و بررسی مقاومت نسبی و زمان گیرش
مواد افزودنی شیمیایی	گروه ۱، ۲، ۳ و ۴	کم‌تر از ۶۰۰	حداقل یکبار		یکنواختی، رنگ، چگالی و میزان ماده خشک، مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۹۳۰
		بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰	هر ۳ تن یا هر ۶ ماه		یکنواختی، رنگ، چگالی و میزان ماده خشک، مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۹۳۰ تاثیر مواد افزودنی بر روانی یا کاهش نسبت آب به مواد سیمانی، درصد هوا و در خصوص مواد افزودنی دیرگیر یا زودگیر کننده: زمان گیرش
		بیش از ۱۲۰۰	هر ۵ تن یا هر ۵ ماه		یکنواختی، رنگ، چگالی و میزان ماده خشک، مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۹۳۰ کلیه آزمایش‌ها طبق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۲۹۳۰

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

ادامه جدول ۳-۳ بازرسی و کنترل کیفیت مصالح

نوع مصالح	درجه‌ی اهمیت سازه مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران	حجم بتن مورد مصرف [۱]، m^3	تواتر نمونه‌برداری / بازرسی	نوع بازرسی/ آزمایش کنترل کیفیت
دوده‌ی سیلیسی	گروه ۱، ۲، ۳ و ۴	کم‌تر از ۶۰۰	-	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات ارائه شده توسط کارخانه با مشخصات استاندارد یا مشخصات سفارش داده شده
		بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰	هر ۲۰ تن	آزمایش‌های چگالی و همچنین شاخص فعالیت پوزولانی و کنترل یکنواختی با مقایسه‌ی نتایج با نتایج اولیه‌ی پروژه
		بیش از ۱۲۰۰	هر ۱۵ تن	آزمایش‌های ذرات بزرگ‌تر از ۴۵ میکرومتر، چگالی و همچنین شاخص فعالیت پوزولانی و کنترل یکنواختی با مقایسه‌ی نتایج با نتایج اولیه‌ی پروژه
خاکستر بادی، سرباره و انواع پوزولان طبیعی	گروه ۱، ۲، ۳ و ۴	کم‌تر از ۶۰۰	-	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات ارائه شده توسط کارخانه با مشخصات استاندارد یا مشخصات سفارش داده شده
		بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰	هر ۵۰ تن	آزمایش‌های چگالی و همچنین شاخص فعالیت پوزولانی و کنترل یکنواختی با مقایسه‌ی نتایج با نتایج اولیه‌ی پروژه
		بیش از ۱۲۰۰	هر ۳۰ تن	آزمایش‌های ذرات بزرگ‌تر از ۴۵ میکرومتر، چگالی و همچنین شاخص فعالیت پوزولانی و کنترل یکنواختی با مقایسه‌ی نتایج با نتایج اولیه‌ی پروژه
پودرهای پرکننده (نرمه)	گروه ۱، ۲، ۳ و ۴	کم‌تر از ۶۰۰	-	بررسی گواهی استاندارد و انطباق مشخصات ارائه شده توسط کارخانه با مشخصات استاندارد یا مشخصات سفارش داده شده
		بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰	هر ۵۰ تن	آزمایش‌های دانه‌بندی، چگالی و مواد زیان‌آور، رس و کنترل یکنواختی با مقایسه‌ی نتایج با نتایج اولیه‌ی پروژه
		بیش از ۱۲۰۰	هر ۳۰ تن	آزمایش‌های دانه‌بندی، چگالی و مواد زیان‌آور، رس و کنترل یکنواختی با مقایسه‌ی نتایج با نتایج اولیه‌ی پروژه
رنگدانه	گروه ۱، ۲، ۳ و ۴	-	هر محموله	آزمایش‌های مقایسه رنگ با رنگدانه‌ی استاندارد و آزمایش تاثیر بر مقاومت فشاری
الیاف	گروه ۱، ۲، ۳ و ۴	-	هر محموله	کنترل مشخصات فنی و انطباق با مشخصات ظاهری الیاف، کنترل ابعادی

توجه:

منظور از حجم بتن مصرفی مقدار بتنی است که در کارگاه ساخته می‌شود و شامل مقدار بتنی نیست که به‌صورت آماده از تولید کننده‌ی بتن آماده استاندارد خریداری می‌شود.

از هر محموله‌ی سیمان خریداری شده که برای ساخت بتن آرمه وارد کارگاه می‌شود باید یک نمونه به مقدار حداقل سه کیلوگرم برداشته و تا انتهای پروژه در ظروف هوابند و آب‌بند نگهداری کرد.

در طول اجرای پروژه از هر معدن و هر نوع سنگدانه‌ی خریداری شده باید یکبار مطالعات سنگ‌شناسی و یا آزمایش واکنش قلیایی و همچنین یکبار آزمایش لس‌آنجلس و یا میکرو دوال انجام گردد.

بازرسی و تواتر سنگدانه‌های بازیافتی همانند سنگدانه‌ی معمولی است. فقط در سازه‌های با اهمیت ۱ و۲، در بازرسی‌های دوره‌ای، آزمایش‌های جدول ۱-۳ نیز باید انجام شود. برای سبکدانه به جای استفادها ز واحد وزن (تن) باید از واحد حجم (متر مکعب) استفاده شود.

هر زمان که نسبت به تغییر مشخصات ظاهری آب تردید به‌وجود آید و یا منبع تامین آب تغییر نماید باید کلیه آزمایش‌های کنترل کیفیت مطابق ASTM C1602 انجام گیرد. در برخی از فصول سال و یا در مواقع بارندگی ممکن است میزان مواد زیان‌آور آب در رودخانه‌ها، چاه‌ها و قنوات تغییر کند. بنابراین ممکن است نیاز به تغییر در تواتر نمونه‌برداری احساس شود. در صورتی که اجام این کار روال مشخصی داشته باشد می‌توان تواتر را به حالت عادی برگرداند.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

فصل چهارم

فولاد

متن اصلی | *تفسیر/توضیح*

۴-۱ آرماتور | ت ۴-۱ آرماتور

۴-۱-۱ کلیات | ت ۴-۱-۱ کلیات

این بخش در برگیرنده مشخصات فنی آرماتورهای مصرفی و ضوابط آن‌ها در بتن است. آرماتورها شامل میلگردها، سیم‌ها و شبکه‌های جوش شده، کابل‌ها و الیاف می‌شوند، که باید مطابق استانداردهای ملی ایران یا دیگر استانداردهای معتبر و رایج (مطابق آنچه که در این آئین نامه آمده است)، و دارای برگ شناسایی کارخانه‌ی سازنده باشد.

۴-۱-۲ تعاریف | ت ۴-۱-۲ تعاریف

آرماتور[1]: میلگرد، سیم، کابل بافته شده، الیاف، یا هر عضو میله‌ای است که در یک خمیره[2] دربرگیرنده (در اینجا بتن) کارگذاشته می‌شود به گونه‌ای که با عملکردی یکپارچه، نیرو را تحمل کنند.

بتن آرمه[3]: بتن سازه‌ای است که دارای حداقل مقدار آرماتور تعیین شده در آیین‌نامه‌های طراحی باشد.

میلگرد[4]: یک عضو میله‌ای فولادی یا پلیمری است که برای مسلح کردن (آرماتورگذاری) بتن به کار می‌رود.

فهرست آرماتور[5]: فهرست آرماتورهای مصرفی در یک سازه یا بخشی از سازه است که در آن شکل، تعداد، اندازه، نوع، و ابعاد هر آرماتور نشان داده می‌شود.

---

1 - Reinforcement
2- Matrix
3- Reinforced concrete
4- Reinforcing bar
5 - Bar schedule

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

فاصله‌نگهدار (لقمه)[1]: وسیله و ابزاری است که برای نگهداشتن میلگردها و تامین پوشش بتنی روی میلگردها بین رویه قالب و میلگردها قرار داده می‌شود.

نشیمن میلگرد (خرک)[2]: تکیه‌گاه و نشیمنی است که برای نگهداشتن شبکه میلگردها در جای مناسب خود به کار می‌رود تا از جابجا شدن آن، در حین بتن‌ریزی جلوگیری کند.

وصله میلگرد[3]: اتصال (همبندی) یک میلگرد به میلگرد دیگر به کمک همپوشانی، جوش، همبند مکانیکی یا هر شیوه مجاز دیگر است.

قطر اسمی: قطری است که در برگ شناسایی ذکر می‌شود و معادل قطر دایره‌ی هم مساحت با مقطع عرضی نظری میلگرد بر حسب میلی‌متر است.

- قطر اسمی، سطح رویه‌ی اسمی و سطح مقطع اسمی میلگردهای آجدار به‌ترتیب برابر است با قطر، سطح رویه و سطح مقطع میلگردهای ساده‌ی صاف هم وزن آن‌ها.
- در محاسبات وزن، سطح رویه، سطح مقطع میلگرد، قطر اسمی آن و جرم واحد حجم، معادل ۷۸۵۰ کیلوگرم در مترمکعب ملاک قرار می‌گیرد.

۴-۱-۳ الزامات آرماتورها

آرماتور مصرفی در بتن آرمه به چهار گروه: میلگرد، سیم و شبکه جوش شده، کابل و الیاف تقسیم می‌شود.

۴-۱-۳-۱ میلگرد

میلگرد یک عضو میله‌ای فولادی یا پلیمری است که برای مسلح کردن بتن به کار می‌رود. میلگردهای مصرفی در بتن به دو شکل ساده و آجدار[4] در دسترس هستند. ویژگی‌های میلگردهای فولادی گرم‌نوردیده شده باید مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۳۱۳۲ و میلگردهای سرد نوردیده شده مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱۱۵۵۸ باشد.

تفسیر/توضیح

قطرهای اسمی که برای مصرف در بتن‌آرمه ارجح هستند بر حسب میلی‌متر به شرح زیر می‌باشند:

۵، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۶، ۲۰، ۲۵، ۳۲، ۴۰، ۵۰

قطرهای اسمی میلگردها از ۵ تا ۵۰ میلی‌متر با گام‌های مختلف و قطر اسمی سیم‌های شبکه‌های جوش‌شده از ۴ تا ۱۲ میلی‌متر با گام ۰/۵ میلی‌متر است.

سطح مقطع عرضی میلگرد از تقسیم وزن واحد طول بر چگالی آن به دست می‌آید.

ت ۴-۱-۳ الزامات آرماتورها

ت۴-۱-۳-۱ میلگرد

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

1 - Spacer
2 - Bar support
3 - Splice
4 - Deformed bar

متن اصلی	تفسیر/توضیح
۴-۱-۳-۲ کابل‌ها	**ت ۴-۱-۳-۲ کابل‌ها**
کابل‌ها اعضای کششی هستند که در قطعات پیش‌تنیده برای ایجاد نیروی فشاری در بتن استفاده می‌شوند. مشخصات کابل‌های مصرفی در بتن باید مطابق استاندارد ملی به شماره ۱-۱۳۲۵۰ باشد.	
۴-۱-۳-۳ الیاف	**ت ۴-۱-۳-۳ الیاف**
الیاف از مواد توپر، باریک و درازی ساخته می‌شود که معمولا نسبت طول به قطر آن‌ها حداقل ۳۰ و حداکثر ۱۰۰ است. الیاف مصرفی در بتن به دو گروه با عملکرد سازه‌ای و غیرسازه-ای تقسیم می‌شوند. الیاف با عملکرد غیرسازه‌ای الیافی هستند که برای کنترل ترک و جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن در بتن به کار می‌روند. الیاف با عملکرد سازه‌ای می‌توانند از نوع فولادی یا پلیمری باشند و برای ساخت بتن مسلح شده با الیاف به کار می‌روند. الیاف با عملکرد سازه‌ای از نوع فولادی باید مطابق با مشخصات فنی و استانداردهای ملی ایران به شماره‌ی ۱۴۴۹۱ و ۱۷۶۹۷ مورد استفاده قرار گیرند.	
۴-۱-۳-۴ سیم‌ها	**ت ۴-۱-۳-۴ سیم‌ها**
سیم‌ها و شبکه‌های جوش‌شده مسلح کننده، شبکه‌ای از مفتول‌ها یا میلگردهای طولی و عرضی هستند که همه نقاط تماس آن‌ها به یکدیگر جوش شده‌اند. شبکه‌های جوش شده می‌توانند از میلگردهای ساده، مفتول‌ها یا از میلگردهای آجدار ساخته شوند. مشخصات سیم‌ها و شبکه‌های جوش شده باید مطابق استانداردهای ملی ایران به شماره‌ی۳-۸۱۳۳، ۱۲۳۵۰-۲، ۱۲۳۵۰-۳ و ۱۲۳۵۰-۴باشند.	
۴-۱-۴ طبقه‌بندی آرماتور	ت ۴-۱-۴ **طبقه‌بندی آرماتور**
انواع آرماتور مصرفی در بتن‌آرمه را می‌توان از نظر رده مقاومتی، روش تولید و شکل‌پذیری طبقه بندی نمود.	
۴-۱-۴-۱ رده بندی مقاومتی	
رده‌بندی آرماتورها بر اساس تنش حد تسلیم آن‌ها مطابق جدول ۱-۴ است:	

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

جدول ۱-۴ رده بندی میلگردها و سیم‌ها

رده میلگرد	علامت مشخصه در ایران	نوع میلگرد یا سیم
S240	س ۲۴۰	میلگرد ساده
S340	آج ۳۴۰	میلگرد آجدار [۱]
S350	آج ۳۵۰	میلگرد آجدار[۱]
S400	آج ۴۰۰	میلگرد آجدار[۱]
S420	آج ۴۲۰	میلگرد آجدار[۱]
S500	آج ۵۰۰	میلگرد آجدار[۱]
S520	آج ۵۰۰ سرد	میلگرد آجدار[۱]
S500C	آج ۵۲۰	سیمهای ساده و یا آجدار[۲]

۱- شکل آج مطابق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی 3132
۲- شکل آج مطابق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی 11558

اعداد بعد از S بیانگر تنش حد تسلیم فوقانی میلگرد (f_y)، بر حسب مگاپاسکال می‌باشند. رده‌های مشخص شده در جدول ۱-۴ برای میلگردهای گرم نوردیده معمولی می‌باشند که مشخصات کششی آن‌ها در بند ۴-۱-۶-۳ در جدول ۲-۴ ذکر شده است. در صورتی‌که در فرآیند ساخت تغییراتی در ترکیبات شیمیایی و یا در روش ساخت با اهداف مشخص ایجاد شود، در سمت راست رده میلگرد، مطابق آنچه در بند ۹-۴-۵-۳ آمده است یک حرف لاتین اضافه خواهد شد. در این آیین نامه، برای فولادهای سرد نوردیده و سیم‌های ساخته شده مطابق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱۱۵۵۸ ایران، رده S500C بکار برده شده است.

۴-۱-۴-۲ روش تولید

آرماتورها از نظر روش ساخت به سه گروه زیر دسته بندی می‌شوند:

۱- فولاد گرم نورد شده بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۳۱۳۲؛

۲- فولاد سرد اصلاح شده، که بر اثر انجام عملیات مکانیکی نظیر پیچانیدن، کشیدن، نورد کردن یا گذرانیدن از حدیده، برروی میلگردهای گرم نورد شده، در حالت سرد بدست می‌آید بر اساس استانداردهای ملی ایران به شماره‌ی ۲-۱۳۲۵۰و ۱۱۵۵۸؛

۳- فولاد گرم اصلاح شده یا فولاد ویژه، که بر اثر انجام عملیات مکانیکی نظیر گرمایش و آب دادن برروی

تفسیر/توضیح

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

میلگردهای گرم نورد شده در حالت گرم بدست می‌آید بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۳-۱۳۲۵۰.

۴-۱-۴-۳ شکل‌پذیری

آرماتورهای فولادی از نظر شکل پذیری به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- فولاد نرم (S240)، که منحنی تنش – تغییر شکل نسبی آن دارای پله تسلیم مشهود است.

۲- فولاد نیمه سخت (S420,S400,S350,S340)، که منحنی تنش– تغییر شکل نسبی آن دارای پله تسلیم بسیار محدود است.

۳- فولاد سخت (S520,S500) که منحنی تنش – تغییر شکل نسبی آن فاقد پله تسلیم است.

۴-۱-۵ ضوابط کلی

۴-۱-۵-۱ کلیه سیم‌ها و میلگردهای مصرفی در آرماتورهای طولی و عرضی سازه‌های بتن‌آرمه باید آجدار باشند. استفاده از سیم‌ها و یا میلگردهای ساده فقط در دورپیچ‌ها مجاز می‌باشد.

۴-۱-۵-۲ تنش حد تسلیم سیم‌ها و میلگردها باید از یکی از دو روش زیر بدست آید:

الف - روش تغییر طول نسبی ۰/۲ درصد؛

ب - تعیین نقطه تسلیم بر اساس روش توقف نیرو.

۴-۱-۵-۳ در کرنش‌های کمتر یا مساوی با کرنش حد تسلیم (ε_y)، تنش فولاد (f_s)، از رابطه ۴-۱ محاسبه می‌شود:

$$f_s = E_s . \varepsilon_s \qquad \leftarrow \quad \varepsilon_s \leq \varepsilon_y$$

رابطه ۴-۱) در صورتی که

در کرنش‌های بزرگتر از کرنش حد تسلیم، ε_y ، تنش فولاد مستقل از کرنش بوده و مطابق رابطه ۴-۲ منظور می‌گردد:

$$f_s = f_y \qquad \leftarrow \quad \varepsilon_s > \varepsilon_y$$

رابطه ۴-۲) در صورتی که

۴-۱-۵-۴ مدول الاستیسیته (E_s)، برای سیم‌ها و میلگردها برابر با ۲۰۰،۰۰۰ مگاپاسکال در نظر گرفته شود.

۴-۱-۵-۵ تنش حد تسلیم بکار برده شده در محاسبات برای سیم‌ها و میلگردها، بستگی به مشخصات فولاد مصرفی دارد و بر اساس نوع کاربری نباید از مقادیر داده شده در جدول۲-۴ برای آرماتورها و سیم‌های آجدار، و جدول ۳-۴ برای آرماتورها و سیم‌های ساده بیشتر باشد.

تفسیر/توضیح

ت ۴-۱-۵ **ضوابط کلی**

ت ۴-۱-۵-۲ استفاده از روش «ب» برای سیم‌ها و میلگردهایی مجاز است که دارای یک نقطه تسلیم کاملا واضح و مشخص باشند.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۴-۱-۵-۶ نوع سیم‌ها و میلگردهایی که برای کاربری مشخص سازه‌ای استفاده می‌شوند باید برای آرماتورهای آجدار مطابق جدول۲-۴ و برای آرماتورهای ساده مطابق جدول ۳-۴ باشد.

۴-۱-۵-۷ در این سیم‌ها، تنش حد تسلیم باید بر اساس بند ۴-۱-۵-۲ تعیین شوند.

۴-۱-۵-۸ در سیم‌های آجدار، فقط استفاده از قطرهای ۱/۵ میلی‌متر تا ۱۶ میلی‌متر مجاز می‌باشد. در صورت استفاده از سیم‌های آجدار با قطرهای بزرگتر از ۱۶ میلی‌متر طول‌های مهاری و وصله با منظور نمودن این سیم‌ها مشابه سیم‌های ساده، و با استفاده از ضوابط ارایه شده در فصل جزئیات آرماتور گذاری جلد دوم آبا، محاسبه می‌گردد.

تفسیر/توضیح

جدول۲-۴ برای آرماتورهای آجدارطولی و عرضی

کاربری	محل مورد استفاده	حداکثر مقدار f_y یا f_{yt} مجاز برای کاربرد در محاسبات، مگاپاسکال	شماره رده		
			میلگردهای آجدار	سیم‌های آجدار	ملاحظات
خمش، نیروی محوری، حرارت و انقباض	سیستم‌های ویژه زلزله‌بر	۴۲۰	بند ۹-۵-۱-۴	غیرمجاز	-
	سایر موارد	۵۵۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار	۱
آرماتورهای محصورکننده و یا آرماتورهای تکیه‌گاهی آرماتورهای طولی	سیستم‌های ویژه زلزله‌بر	۷۰۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار	۲
	دورپیچ‌ها	۷۰۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار	۲
	سایر موارد	۵۵۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار	-
برش	سیستم‌های ویژه زلزله‌بر	۴۲۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار	-
	دورپیچ‌ها	۴۲۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار	-
	برش اصطکاک	۴۲۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار	-
	خاموت‌ها، بست‌ها، تنگ‌ها	۴۲۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار	-
پیچش	آرماتورهای طولی و عرضی	۴۲۰	همه رده های آجدار	همه رده های آجدار	-

۱-استفاده از شبکه های آجدار جوشی نیز مجاز است.

۲-استفاده از فولادهای با کربن و کروم کم نیز مجاز است.

جدول ۳-۴ برای آرماتورهای دور پیچ ساده

کاربری	محل مورد استفاده	حداکثر مقدار f_y یا f_{yt} مجاز برای کاربرد در محاسبات، مگاپاسکال	شماره رده
			میلگردها و سیمهای ساده
آرماتورهای محصورکننده و یا آرماتورهای تکیه‌گاهی آرماتورهای طولی	دورپیچ‌ها در سیستم-های ویژه زلزله‌بر	۷۰۰	همه انواع آرماتورهای گرم و سرد نورد شده که دارای ویژگی‌های جدول ۱-۴ می‌باشند
	دورپیچ‌ها	۷۰۰	همه انواع آرماتورهای گرم و سرد نورد شده که دارای ویژگی‌های جدول ۱-۴ می‌باشند
برش	دورپیچ‌ها	۴۲۰	همه انواع آرماتورهای گرم و سرد نورد شده که دارای ویژگی‌های جدول ۱-۴ می‌باشند
پیچش	دورپیچ‌ها	۴۲۰	همه انواع آرماتورهای گرم و سرد نورد شده که دارای ویژگی‌های جدول ۱-۴ می‌باشند

پیش نویس ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی	تفسیر/توضیح
۴-۱-۵-۹ در آرماتورهای طولی آجدار در قاب‌های ویژه و دیوارهای ویژه زلزله‌بر و اجزاء آن‌ها از جمله دیوار پایه‌ها و تیرهای هم‌بند که تحت اثر لنگر خمشی، نیروی محوری، و یا هر دو بصورت توام قرار می‌گیرند باید هر سه شرط زیر ارضاء شوند: الف - تنش تسلیم اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه، بیش از ۱۲۵ مگاپاسکال از تنش حد تسلیم محاسباتی (f_y)، بیشتر نباشد؛ ب – نسبت مقاومت کششی به تنش حد تسلیم اندازه-گیری شده در آزمایشگاه از ۱/۲۵ بیشتر باشد؛ پ - حداقل درصد ازدیاد طول در طول آزمون ۲۰۰ میلی‌متری برای آرماتورهای به قطر ۱۰ تا ۲۰ میلی‌متر برابر با ۱۴درصد، برای آرماتورهای به قطر ۲۲ تا ۳۵ میلی‌متر برابر ۱۲ درصد، و برای آرماتورهای به قطر بزرگتر از ۳۵ میلی‌متر تا ۵۰ میلی‌متر برابر ۱۰ درصد باشد.	
۴-۱-۶ ضوابط پذیرش آرماتور	ت ۴-۱-۶ **ضوابط پذیرش آرماتور**
۴-۱-۶-۱ نمونه‌برداری برای آزمون‌های مکانیکی و شیمیایی نمونه‌های برداشته شده باید از یک ذوب یا از یک بهر انتخاب شوند. نمونه‌ها باید حداقل طولی برابر ۶۰۰ میلی‌متر یا ۲۰ برابر قطر اسمی (هر کدام که بزرگتر باشد) را دارا باشند.	
۴-۱-۶-۲ تواتر نمونه‌برداری تواتر نمونه‌برداری جهت انجام آزمون‌های مکانیکی و شیمیایی باید بر اساس مندرجات زیر انجام شود: الف-تعداد و تواتر نمونه‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که ارزیابی کیفیت کل میلگردهای مصرفی ممکن گردد. برای این منظور باید از هر پنجاه تن و کسر آن از هر قطر، هر نوع فولاد و از هر کارخانه، حداقل پنج نمونه برداشته شود. در صورت موافقت دستگاه نظارت می‌توان از هر سه بندیل پنج تنی میلگردهای مشابه، یک نمونه را انتخاب کرد. ب- از نمونه تهیه شده در بند «الف» بالا می‌توان یک نمونه مورد نیاز برای آزمون تعیین ترکیب شیمیایی تهیه نمود. با توجه به انجام آزمون ترکیب شیمیایی از نمونه مذاب توسط	

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

تولید کننده، آزمون ترکیب شیمیایی از محصول توسط تولید کننده الزامی نمی باشد.

۴-۱-۶-۳ رواداری قطر اسمی میلگرد

رواداری مجاز اسمی میلگردهای ساده باید مطابق جدول ۴-۴ و برای میلگردهای آجدار مطابق جدول ۴-۵ باشد.

جدول ۴-۴ رواداری قطر اسمی میل گردهای ساده

قطر اسمی mm	رواداری mm	تغییرات قطری
کوچکتر از ۲۲	+۰/۳ −۰/۵	بیضی بودن در دامنه ۷۰ درصد دامنه رواداری باشد.
از ۲۲ تا ۲۸	+۰/۴ −۰/۵	
از ۲۸ تا ۵۰	+۰/۴ −۰/۷	

جدول ۴-۵ رواداری وزن بسته میلگردهای ساده آجدار

قطر اسمی، mm	رواداری وزن، ٪
کوچکتر از ۱۰	±۷
از ۱۰ تا ۱۶	± ۴/۵
۱۶ و از ۱۶ بزرگتر	± ۳/۵

۴-۱-۶-۳ الزامات کششی آرماتورها

۴-۱-۶-۳-۱ مقاومت کششی آرماتورها باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۸۱۰۳ انجام و با یکی از رده های ارائه شده در جدول ۴-۷ انطباق داشته‌باشد.

۴-۱-۶-۳-۲ در آرماتورهای گرم نوردیده، حداقل نسبت مقاومت کششی به تنش حد تسلیم برابر با ۱/۲۵ می‌باشد و در آرماتورهای سرد نوردیده حداقل نسبت فوق برابر ۱/۰۳ است.

۴-۱-۶-۳-۳ برای تعیین میزان درصد ازدیاد طول بعد از شکست (A5)، طول موثر اولیه (طول مبنا) باید ۵ برابر قطر اسمی و برای A_{10} طول موثر اولیه (طول مبنا) باید ۱۰ برابر قطر اسمی انتخاب شود. همچنین برای تعیین میزان درصد ازدیاد طول کلی در حداکثر نیرو (A_{gt}) باید نشانه‌گذاری‌هایی با فواصل مساوی بر روی طول آزاد آزمونه ایجاد شود. فاصله میان نشانه‌گذاری‌ها باید ۵، ۱۰ یا ۲۰ میلی‌متر متناسب با قطر میلگرد انتخاب شود. برای تعیین ویژگی‌های کششی،

تفسیر/توضیح

ت ۴-۱-۶-۳-۱ نمونه هایی که از محصول تولید شده نوردی با روش خنک‌کاری و برگشت تحت کنترل (نظیر روش ترمکس) برداشته می‌شود باید مستقیما و بدون هیچگونه عملیات اضافی از جمله تراشکاری، مورد آزمون کشش قرار گیرد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

میزان سطح مقطع اسمی میلگرد باید در محاسبات مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۱-۶-۴ الزامات خم پذیری (خمش)

۴-۱-۶-۴-۱ آزمون خمش باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۸۱۰۳ انجام شود. آزمونه باید تا زاویه‌ای میان ۱۶۰ تا ۱۸۰ درجه حول فک خمش متناسب با قطر میلگرد بر حسب آنچه در جدول ۶-۴ آورده شده‌است، خم شود.

۴-۱-۶-۴-۲ در صورت نیاز به آزمون باز خمش باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۸۱۰۳ ایران انجام شود.

جدول ۶-۴ قطر فک خمش در آزمون خمش

قطر اسمی آرماتور (d)	قطر فک خمش*
$d \leq 16$	3d
$16 < d \leq 32$	6d
$32 < d \leq 50$	7d

- در میلگردهای با قطر اسمی بزرگتر از ۵۰ میلیمتر، قطر فک خمش باید به توافق تولید کننده و خریدار برسد.

تفسیر/توضیح

ت ۴-۱-۶-۴-۲ آزمون باز خمش می‌تواند جایگزین آزمون خمش شود.

جدول ۷-۴ ویژگی‌های کششی آرماتورها

رده	علامت مشخصه در ایران	طبقه‌بندی از نظر شکل رویه	رده از نظر شکل پذیری	مقاومت کششی حداقل MPa	تنش حد تسلیم MPa		ازدیاد طول نسبی [1]	
					حداقل	حداکثر	حداقل A_5	حداقل A_{10}
S240	س ۲۴۰	ساده	نرم	۳۶۰	۲۴۰	-	۲۵	۱۸
S340	آج ۳۴۰	آجدار مارپیچ	نیم سخت	۵۰۰	۳۴۰	-	۱۸	۱۵
S350	آج ۳۵۰	آجدار مارپیچ	نیم سخت	۵۰۰	۳۵۰	۴۵۵	۱۷ [2]	-
S400	آج ۴۰۰	آجدار جناغی	نیم سخت	۶۰۰	۴۰۰	-	۱۶	۱۲
S420	آج ۴۲۰	آجدار جناغی	نیم سخت	۶۰۰	۴۲۰	۵۴۵	۱۶ [2]	-
S500	آج ۵۰۰	آجدار مرکب	سخت	۶۵۰	۵۰۰	-	۱۰	۸
S500C	آج ۵۰۰ سرد	آجدار	سخت	۵۵۰	۵۰۰	-	۱۲	-
S520	آج ۵۲۰	آجدار مرکب	سخت	۶۹۰	۵۲۰	۶۷۵	۱۳	-

۱- انتخاب یکی از طول‌های آزمون برای تعیین میزان ازدیاد طول نسبی کافی است. در صورت عدم ذکر طول آزمون، طول حداقل A_5 باید ملاک قرار گیرد. طول‌های A_5 و A_{10} در استاندارد INSO 3132 ایران تعریف شده‌اند.

۲- در خصوص میلگردهایی که قطر اسمی آن‌ها ۳۲ میلی‌متر یا بیشتر است، حداقل مقدار مشخصه تعریف شده برای A_5 ممکن است تا ۲ درصد به ازای هر ۳ میلی‌متر افزایش در قطر، کاهش یابد. حداکثر کاهش از حداقل مقادیر تعریف شده در جدول فوق به ۴ درصد محدود می‌شود.

در صورتی که نمونه‌های آزمون کشش تراشکاری شوند، باید ضریب تبدیل محاسباتی مربوط به نمونه نوردی تراشکاری شده را با توجه به پیوست ب استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۳۱۳۲، در نتایج بدست آمده از آزمون اعمال نمود.

پیش‌نویس ویرایش ۲۹/۱۲/۹۲

متن اصلی	تفسیر/توضیح

۴-۱-۶-۵ الزامات جوش پذیری

۴-۱-۶-۵-۱ قابلیت جوش پذیری میلگردها بر اساس کربن معادل بدست آمده از ترکیب شیمیایی میلگرد و یا ترکیب شیمیایی مندرج در گواهینامه فنی که از رابطه۴-۳ محاسبه می گردد، مطابق جدول ۸-۴ خواهد بود.

رابطه۴-۳) $CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr+V+Mo)}{5} + \frac{(Cu+Ni)}{15}$ کربن معادل

که در رابطه فوق Ni و Cu ، Mo ،V ،Cr ، Mn ، C برحسب درصد جرمی می باشند.

۴-۱۶-۵-۲ شرایط جوشکاری میلگردهای مورد استفاده جهت تسلیح بتن و حداقل دمای مورد نیاز پیش‌گرم و انجام عملیات جوشکاری باید مطابق جدول ۸-۴ و یادآوری‌های مربوطه و نیز الزامات سایر دستورالعمل‌ها و استانداردهای جوشکاری مرتبط مانند AWS D1.4، بر مبنای مقدار درصد کربن معادل محاسبه شده از رابطه۴-۳ ، مورد عمل قرار گیرد.

جدول ۸-۴ دمای پیش‌گرم میلگردها در فرآیند جوشکاری

کربن معادل، ٪	قطر اسمی میلگرد، mm	دمای پیش‌گرم، °C
تا ۰/۴۰	تا ۳۶ ۳۶ تا ۵۰	نیاز ندارد ۱۰
از ۰/۴۱ تا ۰/۴۵	تا ۳۶ ۳۶ تا ۵۰	نیاز ندارد ۱۰
از ۰/۴۶ تا ۰/۵۵	تا ۲۰ از ۲۰ تا ۳۶ ۳۶ تا ۵۰	نیاز ندارد ۱۰ ۹۰
از ۰/۵۶ تا ۰/۶۵	تا ۲۰ از ۲۰ تا ۳۶ ۳۶ تا ۵۰	۴۰ ۹۰ ۱۵۰
از ۰/۶۶ تا ۰/۷۵	تا ۲۰ از ۲۰ تا ۵۰	۱۵۰ ۲۰۰
بیشتر از ۰/۷۵	از ۲۲ تا ۵۰	۲۶۰

۴-۱-۶-۵-۳ عملیات جوشکاری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس و پایین تر نباید انجام شود.

۴-۱-۶-۵-۴ بعد از پایان جوشکاری، باید اجازه داد تا آرماتور به‌طور طبیعی یا آرام‌تر از حالت طبیعی سرد شود. شتاب دادن به فرآیند سرد شدن مجاز نمی باشد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی ***تفسیر/توضیح***

۴-۱-۶-۶ پوشش بتن روی میلگردها

۴-۱-۶-۶-۱ پوشش بتن روی میلگردها که شامل همه آرماتورهای طولی و عرضی عضو می‌باشند نباید از مقادیر داده شده در جدول ۴-۹ کمتر باشد. حداقل مقدار این پوشش به منظور تامین دوام اعضا در محیط‌های خورنده در هر حال نباید از مقادیر ذکر شده در بندهای ۳-۲-۴-۶ و ۶-۴-۳-۱ (فصل دوام) کمتر باشد. همچنین، حداقل پوشش بتن نباید از پوشش مورد نیاز برای مقاومت در برابر آتش سوزی مطابق پیوست جلد دوم آبا، کمتر باشد.

۴-۱-۶-۶-۲ برای دسته میلگردها، پوشش بتن روی میلگردها نباید از کوچکترین دو مقدار «الف» و «ب» کمتر باشد:

الف- قطر معادل دسته میلگردها؛

ب- ۷۵ میلی‌متر برای مواردی که بتن برروی خاک ریخته شده و با آن در تماس دایمی است، و ۵۰ میلی‌متر برای مواردی که بتن در تماس با خاک ریخته نشده است.

۴-۱-۶-۶-۳ برای آرماتورهای برشی کلاهک‌دار، مقدار پوشش بتن بر روی کلیه قسمت‌ها نباید از مقدار پوشش آرماتورها در عضو کمتر باشد.

۴-۱-۶-۶-۴ در محیط‌های خورنده و یا در سایر شرایط محیطی غیر متعارف، مقدار پوشش حداقل روی آرماتورها، باید در صورت لزوم افزایش یافته و در هر حال نباید از مقادیر داده شده در بندهای ۳-۲-۴-۶ و ۶-۴-۳-۱ (فصل دوام) به منظور تامین دوام عضو کمتر باشد.

جدول ۴-۹ پوشش بتن روی میلگرد برای اجزاء بتنی

شرایط محیطی سازه بتنی	نوع عضو	میلگردها	پوشش روی میلگردها (mm)
بتن در تماس دائم با خاک است	کلیه اعضاء	کلیه میلگردها	۷۵
بتن در تماس با هوا و یا تماس غیر دائم با خاک است	کلیه اعضاء	میلگردهای به قطر ۱۸ تا ۵۸ میلی‌متر	۵۰
		میلگردها و سیم‌های به قطر ۱۶ میلی‌متر و کمتر	۴۰
بتن در تماس با هوا و یا خاک نیست	دال‌ها، تیرچه‌ها و دیوارها	میلگردهای بزرگتر از قطر ۳۶ میلی‌متر	۴۰
		میلگردهای قطر ۳۴ میلی‌متر و نازک‌تر	۲۰
	تیرها، ستون‌ها، ستون‌پایه‌ها و اعضای کششی	آرماتورهای طولی، خاموت‌ها، بست‌ها، دورپیچ‌ها و تنگ‌ها	۴۰

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۴-۲ دوام آرماتورها

۴-۲-۱ کلیات

۴-۲-۱-۱ آرماتورها و تمامی قطعات و صفحات فولادی پیش بینی شده برای توسعه‌ی آینده‌ی ساختمان باید به نحوی مناسب در مقابل خوردگی محافظت شوند.

۴-۲-۲ حفاظت آرماتورها در مقابل خوردگی و زدودن زنگ آن‌ها

۴-۲-۲-۱ آرماتورها را به ویژه در محیط‌هایی که احتمال زنگ‌زدگی و خوردگی وجود دارد، باید بر روی سکوهای بتنی و یا سکوهای مناسب قرار داد و از تماس مستقیم آن‌ها با خاک با احتمال دارا بودن املاح کلریدی و سولفاتی ممانعت به‌عمل آورد. به هر حال وضعیت سطحی میلگردها از نظر خوردگی قبل از مصرف باید بررسی شود.

۴-۲-۲-۲ اگر سطح میلگردها زنگ خوردگی یکنواخت ولی بسیار نازک و در حد میکرونی داشته باشند، ممکن است رطوبت تنها عامل آن باشد. در صورت مشکوک‌بودن به عامل کلریدی باید آزمایش‌های لازم برروی میلگردها انجام شود. زنگ‌زدگی نازک و یکنواخت را می‌توان از عدم آسیب آج‌ها و عدم کاهش قطر میلگرد تشخیص داد. برای اطمینان می‌توان از روش ماسه‌پاشی برروی میلگرد و تعیین قطر آن استفاده نمود.

۴-۲-۲-۳ در صورتی‌که وضعیت سطح آرماتورها مطابق بند ۴-۲-۲-۲ بوده و از عدم آلودگی آن‌ها به یون‌های کلرید اطمینان حاصل شده باشد، می‌توان از آن‌ها استفاده نمود.

در صورتی‌که زنگ آرماتور به‌صورت یکنواخت و با ضخامت زیاد و به‌صورت پوسته شده باشد، باید آن را زنگ‌زدایی نمود. روش مناسب برای زنگ‌زدایی استفاده از ماسه پاشی و یا آب پرفشار است. باید از به‌کار بردن روش برس یا فرچه‌کشی اجتناب نمود، زیرا این روش فقط زنگ را صیقل می‌دهد. پس از زنگ‌زدایی باید کاهش قطر میلگرد را در نظر گرفت. تشخیص زنگ‌زدگی آرماتورها به‌صورت یکنواخت و ضخیم بر این اساس است که هیچ‌گونه آثار تخریب در آرماتورها به ویژه

تفسیر/توضیح

ت ۴-۲ دوام آرماتورها

ت ۴-۲-۱ کلیات

ت ۴-۲-۲ حفاظت آرماتورها در مقابل خوردگی و زدودن زنگ آن‌ها

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

در آج‌های آن‌ها مشاهده نشود و پس از زنگ‌زدایی و تمیز کردن آن‌ها، حداکثر قطرشان کم‌تر از یک میلی‌متر کاسته شود.

۴-۲-۲-۵ اگر خوردگی از نوع حفره‌ای است باید از به‌کارگیری آرماتورها اجتناب نمود. این خوردگی عمدتا از نوع کلریدی بوده و باعث ایجاد حفره‌های میکرونی و میلی‌متری بسیاری در سطح آرماتور می‌شود. در صورتی‌که شدت خوردگی زیاد باشد، ابتدا آج‌ها آسیب می‌بینند و تشخیص آن به‌صورت مشاهده نظری امکان پذیر است. هیچ روشی برای زدودن کامل زنگ خوردگی از نوع حفره‌ای در دست نیست و حتی اگر تمیز شود نیز به علت وجود حفره‌ها، در درون آرماتورها تمرکز تنش به‌وجود می آید که به هنگام بارگذاری به ویژه بارهای لرزه‌ای خطرناک است.

۴-۲-۲-۶ برای محیط‌های ویژه که احتمال خوردگی آرماتورها و قطعات فلزی شدید است می‌توان برای محافظت بیش‌تر از آرماتورهای روی اندود، پوشش شده با اپوکسی‌ها یا اپوکسی‌های غنی شده با روی، میلگردهای زنگ نزن، میلگردهای غیر فلزی استفاده کرد.

محیط‌های ویژه از نظر خوردگی آرماتور، شامل مواردی است که سازه در طول بهره برداری در معرض یون‌های کلرید و یا کربناته شدن قرار می‌گیرد. از انواع این محیط‌ها می‌توان محیط‌های دریایی، در معرض آب های شور، نمک‌های یخزدا و یا پاشش نمک در این محیط‌ها و نیز مناطق شهری و صنعتی با غلظت زیاد گاز دی اکسید کربن را نام برد.

ویژگی‌ها و خواص این نوع آرماتورها باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره‌ی های ۲۱۷۷و ۱۸۳۵۸و ۱۰۴۴۸ و یا سایر استانداردهای بین‌المللی معتبر باشد.

۴-۳ آرماتورهای برشی سر دار

آرماتورهای برشی کلاهک دار و ساخت آنها باید مطابق استاندارد مناسب ملی و یا بین المللی باشد.

تفسیر/توضیح

ت ۴-۳ آرماتورهای برشی سر دار

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۴-۴ میلگردهای پلیمری (FPR)

میلگردهای کامپوزیتی از ترکیب الیاف و ماتریسی متشکل از رزین‌های مختلف تشکیل شده است. الیاف مورد استفاده معمولا از نوع کربن، شیشه، و آرامید هستند و رزین مورد استفاده در میلگردها نیز در اغلب موارد از نوع اپوکسی، وینیل استر و پلی استر می‌باشد.

۴-۵ کابل‌های پیش‌تنیدگی

۴-۵-۱ کلیات

۴-۵-۱-۱ کابل‌ها اعضای کششی هستند که در اجزای پیش‌تنیده برای ایجاد نیروی فشاری در بتن استفاده می‌شوند.

۴-۵-۲ الزامات

۴-۵-۲-۱ مشخصات کابل‌ها باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۱۳۲۵۰ باشد.

تفسیر/توضیح

ت ۴-۴ میلگردهای پلیمری (FPR)

با توجه به اینکه در بخش تحلیل و طراحی (جلد دوم)، استفاده از این نوع میلگردها ارایه نشده است، در این جلد نیز به ویژگی‌ها و الزامات این نوع میلگرد پرداخته نشده است.

ت ۴-۵ کابل‌های پیش‌تنیدگی

ت ۴-۵-۱ کلیات

ت ۴-۵-۱-۱ در سیستم‌های پیش‌تنیده و پس‌کشیده کابل‌ها به‌عنوان یک بخش از تاندون‌ها به‌شمار می‌آیند. تاندون به مجموعه‌ی کامل مونتاژی شامل گیره‌ها، اجزای کششی نظیر کابل‌ها و پوشش‌های عایق در کاربردهای نچسبیده و یا غلاف‌های پرشده با دوغاب در سیستم‌های چسبیده اطلاق می‌شود.

کابل‌های چسبیده به‌صورت مستقیم در روش پیش‌کشیدگی و یا غیر مستقیم از طریق دوغاب تزریق شده در غلاف در روش پس کشیدگی به بتن می‌چسبد.

کابل‌های نچسبیده به‌وسیله‌ی پوششی عایق (معمولا از جنس پلی‌اتیلن فشرده) و ماده‌ی پرکننده (معمولا گریس) که فضای بین کابل و پوشش عایق را پر می‌کند، در برابر خوردگی محافظت می‌شود. قطر خارجی پوشش، جرم پوشش در هر متر طول و جرم ماده‌ی پرکننده در هر متر طول کابل از جمله مشخصه‌های لازم است که باید توسط تولید کننده به‌همراه گواهینامه‌ی مواد ارایه شود.

توجه به کیفیت مواد مورد استفاده در غلاف‌ها، پوشش‌های عایق، دوغاب و گریس‌های مورد استفاده جهت اطمینان از حفاظت لازم در مورد خوردگی بسیار حایز اهمیت است. در این رابطه می‌توان به استانداردهای مرتبط مراجعه کرد.

ت ۴-۵-۲ الزامات

ت ۴-۵-۲-۱ انواع فولادهای پیش تنیدگی به چهار دسته تقسیم می‌شوند: سیم‌کشیده شده به روش سرد، سیم آب‌دیده و حرارت‌دیده، سیم‌بافته شده و میلگرد.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۲

متن اصلی

۴-۵-۲-۲ هنگام استفاده از حفاظت کاتدیک در سازه‌های پیش‌تنیده باید جریان اعمالی در حدی باشد که کابل‌ها دچار تردشدگی هیدروژنی نشوند.

۴-۵-۳ الزامات نگهداری

۴-۵-۳-۱ به‌دلیل حساسیت زیاد این مواد نسبت به خوردگی، باید به‌طور کامل در تمام مراحل تولید، حمل، انبارداری، نصب و استفاده‌ی نهایی در مقابل خوردگی محافظت شوند.

۴-۶ داول بار (میلگرد اتصال)

۴-۶-۱ کلیات

۴-۶-۱-۱ داول‌بارها میلگردهای کوتاه و ساده (بدون آج) هستند که برای اتصال مکانیکی دال‌های بتنی، بدون ایجاد محدودیت حرکت در راستای افقی استفاده می‌شوند.

۴-۶-۲ الزامات

۴-۶-۲-۱ داول بارها باید میلگرد ساده از نوع S240 تا S420 مطابق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۳۱۳۲ باشد.

۴-۶-۲-۲ داول‌بارها به‌گونه‌ای حمل و انبار شوند که دچار هرگونه فرورفتگی و تغییرشکل نگردند.

داول‌بارها باید عاری از زنگ‌زدگی بوده و در صورت استفاده از پوشش اپوکسی باید قبل از اعمال آن زنگ زدگی‌های سطحی زدوده شوند.

تفسیر/توضیح

فولاد پیش تنیدگی می‌تواند با خواص رهاسازی (وادادگی)[1] کم و یا معمولی باشد.

جهت آشنایی با الزامات مرتبط با کابل‌هایی با میزان رهاسازی کم[2]، به استاندارد ASTM A416 مراجعه شود.

انتخاب نوع کابل باید با توجه به بارهای سازه‌ای و محیطی و مقدار کشش اعمالی بر کابل‌ها باشد.

ت ۴-۵-۳ الزامات نگهداری

ت ۴-۶ داول بار (میگرد اتصال)

ت ۴-۶-۱ کلیات

ت ۴-۶-۱-۱ انواع مختلفی داول‌بار موجود است که با توجه به هزینه و شرایط خورندگی محیط می‌توان انواع مختلف آن را برای مصرف در پروژه انتخاب کرد.

با توجه به ابعاد و ضخامت دال‌ها می‌توان طول و فاصله‌ی داول‌بارها را از یکدیگر محاسبه نمود.

ت ۴-۶-۲ الزامات

ت ۴-۶-۲-۱ این مقادیر به نحوی با رده ۴۰ یا ۶۰ ASTM C615 نزدیکی دارد.

ت ۴-۶-۲-۲ گاه طبق دستورالعمل برخی از کارخانه‌های سازنده‌ی پوشش‌های اپوکسی غنی شده از روی، اجازه داده می‌شود تا بدون زنگ‌زدایی کامل، از این مواد برای پوشش سطح میلگرد استفاده گردد.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

1 - Relaxation
2 - Low-relaxation strand

فصل پنجم
کیفیت مقاومتی بتن

پیشنویس موردی ۱۴۰۲/۲/۲۶

متن اصلی

۵-۱ کلیات

۵-۱-۱ مقاومت مشخصه‌ی فشاری یا رده‌ی بتن

۵-۱-۱-۱ مقاومت مشخصه‌ی فشاری ۲۸ روزه، رده‌ی بتن نامیده می‌شود مگر اینکه طراح پروژه سن دیگری را برای مقاومت مشخصه مقرر کرده باشد. طراح پروژه با توجه به نوع سازه، فاصله زمان اجرا تا بهره برداری، نوع سیمان و یا مواد پوزولانی و سرباره‌ای مصرفی می‌تواند سن مقاومت مشخصه را در پروژه قید کند. مقاومت مشخصه مقاومتی است که حداکثر ۱۰ درصد مقاومت‌های بتن سازه می‌تواند از آن کم‌تر باشد.

۵-۱-۱-۲ مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن برای آزمونه‌های استوانه‌ای به قطر اسمی ۱۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌متر به‌ترتیب با ارتفاع ۳۰۰ یا ۲۰۰ میلی‌متر (مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۳۲۰۲ و ۱-۱۶۰۸) است که طبق استاندارد شماره‌ی ۳۲۰۵ یا ۲-۱۶۰۸ تهیه و در شرایط استاندارد نگهداری می‌شود و طبق استاندارد ملی ایران به شماره‌های ۳۲۰۶، ۶۰۴۸ یا ۳-۱۶۰۸ مورد آزمون مقاومت فشاری قرار می‌گیرد. در این موارد بتن تازه باید طبق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۳۲۰۱ نمونه‌برداری شود.

تفسیر/توضیح

ت ۵-۱ کلیات

ت ۵-۱-۱ مقاومت مشخصه‌ی فشاری یا رده‌ی بتن

ت ۵-۱-۱-۱ به‌طورکلی رده‌ی بتن در سن ۲۸ روزه تعریف می‌شود. چنانچه سن دیگری برای مقاومت مشخصه مقرر شود، باید با اطلاع و توجیه کارفرما باشد و به وضوح در مدارک پروژه مانند نقشه و مشخصات فنی خصوصی قید گردد. نتیجه‌ی مقاومت فشاری بتن در کارگاه نیز در این سن مقرر مورد قضاوت قرار خواهد گرفت. بدیهی است طرح مخلوط بتن نیز بر این اساس تهیه خواهد شد. در صورت عدم اظهار سن مقاومت مشخصه و یا فقط ذکر رده‌ی بتن، سن مزبور ۲۸ روز خواهد بود. در این صورت با توجه به نوع سازه، نوع سیمان، مواد پوزولانی و سرباره‌ی مصرفی یا فاصله‌ی زمانی اجرا تا بهره‌برداری، نمی‌توان سن ۲۸ روز را تغییر داد مگر با اجازه طراح پروژه و موافقت کارفرما. مقاومت مشخصه مانند بارهای مشخصه‌ی سازه دارای تعریف احتمالی است.

ت ۵-۱-۱-۲ در صورتی که آزمونه‌های مکعبی ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌متری برای تعیین مقاومت فشاری به‌کار رود، باید به آزمونه‌های استوانه‌ای نظیر خود تبدیل گردد. به‌هرحال رعایت حداقل مجاز نسبت قطر استوانه یا ابعاد مکعب به حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه به‌ترتیب برابر با ۳ و ۳/۵ الزامی است.

امروزه با افزایش مقاومت مشخصه‌ی بتن‌ها برای پرهیز از افزایش ظرفیت دستگاه تعیین مقاومت فشاری بتن، آیین‌نامه‌های معتبر اجازه می‌دهند که قطر استوانه یا ابعاد مکعب به ۱۰۰ میلی‌متر کاهش یابد. در این حالت نیازی به تبدیل این مقاومت‌ها به مقاومت نظیر استوانه‌ی استاندارد یا مکعب ۱۵۰ میلی‌متری نیست، بلکه صرفا تعداد آزمونه‌ها بیش‌تر خواهد شد.

درصورتی‌که در هر یک از مراحل نمونه‌برداری، تهیه، عمل آوری و تعیین مقاومت فشاری آزمونه‌ها از دستور استاندارد تبعیت نشود، نتیجه‌ی حاصله برای مقایسه با مقاومت مشخصه معتبر نخواهد بود.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

۵-۱-۱-۳ مقاومت مشخصه کششی و خمشی و انجام آزمایش های کششی و خمشی بتن نباید مبنای پذیرش بتن در کارگاه باشد مگر اینکه در مشخصات فنی خصوصی پیش بینی شده باشد.

۵-۱-۲ حداقل مقاومت مشخصه‌ی فشاری

۵-۱-۲-۱ کیفیت بتن از نظر مقاومت فشاری باید بیش‌ترین مقدار حاصله از ضوابط زیر را برآورده کند که مقاومت مشخصه‌ی فشاری یا رده‌ی بتن را مشخص می‌کند:

الف- مقاومت فشاری سازه‌ای بتن؛

ب- حداقل مقاومت فشاری طبق جلد دوم این آئین نامه (تحلیل و طراحی سازه‌های بتن‌آرمه)؛

پ- حداقل مقاومت فشاری یا رده‌ی بتن از نظر دوام طبق فصل ششم (پایائی بتن).

۵-۱-۲-۲ دستگاه نظارت باید تا خاتمه‌ی دوره‌ی تضمین و حداقل تا یک‌سال پس از پایان کار هر پروژه، سابقه‌ی کامل نتایج آزمایش‌های انجام شده روی بتن مصرفی در کارگاه و طرح‌های مخلوط مختلف و اجزای بتن را نگهداری کند و همچنین باید یک نسخه دیجیتالی آن را به کارفرما یا بهره‌بردار تحویل دهد.

۵-۲ مبانی تعیین مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن (طرح مخلوط)

۵-۲-۱ تعیین نسبت نسبت‌ها و مقادیر مخلوط و مواد تشکیل دهنده‌ی بتن باید موارد زیر رعایت شود:

۵-۲-۱-۱ کارآیی و روانی بتن باید در پای کار به نحوی تأمین شود تا بتوان بتن را با توجه به وسایل موجود به سهولت در

تفسیر/توضیح

ت ۵-۱-۱-۳ بمنظور تعیین مقاومت کششی و خمشی بتن باید مطابق با آزمایش کششی ناشی از خمش چهار نقطه‌ای طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۴۹۰ یا آزمایش کشش غیرمستقیم ناشی از فشار (شکافتی یا برزیلی) طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۶۴۷ می‌تواند انجام شود.

با توجه به حساسیت مقاومت کششی و خمشی به عوامل مختلفی مانند تغییرات رطوبت سطحی و به‌منظور سهولت کنترل، می‌توان در ابتدا برای بتن مورد نظر رابطه‌ی همبستگی مقاومت کششی یا خمشی با مقاومت فشاری را با توجه به طرح مخلوط بتن همان پروژه به‌دست آورد و در مراحل بعدی از این رابطه استفاده نمود. بدین منظور توصیه می شود حداقل سه نوبت بتن ساخته شود و از هر نوبت شش آزمونه کششی یا خمشی و شش آزمونه فشاری برای تعیین رابطه همبستگی بکار گرفته شود.

ت ۵-۱-۲ حداقل مقاومت مشخصه‌ی فشاری

ت ۵-۱-۲-۱ طراح پروژه معمولا با توجه به الزامات حداقل مقاومت فشاری یا رده‌ی بتن از نظر سازه‌ای و یا دوام، حداقل مقاومت فشاری لازم را مساوی یا بیش‌تر از آن‌ها انتخاب می‌کند. بدیهی است چنانچه رده‌ی بتن از نظر دوام تعیین‌کننده باشد، طراح باید از این رده برای طراحی سازه‌ای نیز استفاده نماید.

ت ۵-۱-۲-۲ بدیهی است دستگاه نظارت باید تا خاتمه‌ی دوره‌ی تضمین هر سازه نتایج کامل آزمایش‌ها را نگهداری و در صورت لزوم از آن‌ها استفاده کند. در پروژه‌های مهم باید این کار را با دقت بیش‌تری انجام داد.

ت ۵-۲ مبانی تعیین مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن (طرح مخلوط)

ت ۵-۲-۱-۱ روانی و کارآیی بتن در طول زمان حمل و معطلی در پای کار دستخوش کاهش و افت می‌شود. این کاهش کارآیی و

متن اصلی

قالب ریخت و با وسایل تراکمی موجود یا در دسترس آن را به نحو مناسبی در عضو جای داد و متراکم نمود. بتن باید اطراف و لابه‌لای میلگردها را به‌طور کامل پر کند، بدون اینکه جداشدگی مشهود و آب انداختگی بیش از حد پدید آید.

۵-۲-۱-۲ رده‌ی مقاومت بتن یا مقاومت مشخصه‌ی آن باید در محاسبه‌ی مقاومت هدف طرح مخلوط طبق بند ۵-۴-۴ در نظر گرفته شود.

۵-۲-۱-۳ محدودیت‌های حداکثر مجاز نسبت آب به مواد سیمانی، حداقل و حداکثر مقدار مواد سیمانی با توجه به شرایط محیطی حاکم در دوره‌ی بهره‌برداری و پایایی مورد نظر باید طبق فصل ششم (پایائی بتن) در نظر گرفته شود.

۵-۲-۱-۴ نوع سیمان و مواد سیمانی مناسب با مطلوب باید در طرح مخلوط با توجه به شرایط محیطی موجود در دوره‌ی بهره‌برداری منظور شود. همچنین نسبت‌های مجاز مواد پوزولانی و سرباره‌ای طبق جدول۲-۶ و جدول ۷-۶ باید در نظر گرفته شود.

۵-۲-۱-۵ نسبت‌ها و مقادیر اجزای مخلوط بتن باید به نحوی تعیین شود که با توجه به شرایط حاکم بر ساخت و نظارت بتن در کارگاه، اعم از دقت وسایل توزین و پیمانه کردن، تغییرات و نوسانات کیفی احتمالی اجزای بتن، تغییرات رطوبتی سنگدانه و انجام اصلاحات رطوبتی با توجه به امکانات آزمایشگاهی و تخصص نفرات موجود و خطاهای اتفاقی ناشی از انجام آزمایش مقاومت، انطباق بر رده‌ی مورد نظر برای بتن مصرفی در کارگاه حاصل گردد.

۵-۲-۱-۶ کیفیت اجزای بتن باید در تعیین مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن در نظر گرفته شود. همچنین این مواد باید از حداقل کیفیت مطلوب یا استاندارد برخوردار باشند.

۵-۳ رده‌بندی بتن

۵-۳-۱ رده‌بندی بتن بر اساس مقاومت مشخصه‌ی ۲۸ روزه به‌ترتیب زیر می‌باشد:

تفسیر/توضیح

روانی به نوع سیمان، نسبت آب به مواد سیمانی، مواد افزودنی، مقدار مواد سیمانی و شرایط محیطی مانند دما و همچنین مدت زمان حمل، معطلی در پای کار و نوع وسیله‌ی حمل بستگی دارد. طراح مخلوط بتن باید با توجه به این موارد روانی و کارآیی بیش‌تری را در ابتدای ساخت بتن در نظر بگیرد تا پس از افت روانی و کارآیی بتوان به روانی و کارآیی مطلوب در پای کار دست یافت.

ت ۵-۲-۱-۲ رعایت حداقل رده مقاومتی با در نظر گرفتن الزامات دوام و پایایی در همه‌ی موارد الزامی است.

ت ۵-۲-۱-۳ گاه ممکن است محدودیت‌های دیگری مانند حداکثر اندازه‌ی اسمی مطرح باشد که باید در نظر گرفته شود.

ت ۵-۲-۱-۴ گاه نوع سیمان یا مواد سیمانی مجاز اعلام شده و گاه سیمان یا مواد سیمانی غیر مجاز هستند. علاوه بر رعایت حداکثر درصد مجاز مواد پوزولانی یا سرباره‌ای در فصل ششم، گاه رعایت حداقل درصد مجاز برای تامین پایایی نیز لازم است.

ت ۵-۲-۱-۵ برای انطباق با رده همواره سعی می‌شود در طرح مخلوط بتن در آزمایشگاه، مقاومتی به نام مقاومت هدف که بیش از مقاومت مشخصه است به‌کار رود تا با وجود شرایط ساخت در کارگاه و کاستی‌های موجود و همچنین تغییرات احتمالی در مصالح مصرفی مشکلی پیش نیاید.

لازم به ذکر است که برای طرح مخلوط بتن نمی‌توان مقاومت مشخصه را برای تعیین نسبت آب به مواد سیمانی به‌کار برد و باید برای اطمینان از دستیابی به مقاومت مشخصه و انطباق بر آن در کارگاه، بنا به دلایلی که ذکر شد، مقاومت بیش‌تری را که مقاومت هدف طرح مخلوط نام دارد مد نظر قرار داد. از جمع مقاومت مشخصه و حاشیه‌ی ایمنی این مقاومت به‌دست می‌آید.

ت ۵-۲-۱-۶ ممکن است در مواردی حداقل کیفیت مطلوب به‌مراتب بالاتر از حداقل استاندارد باشد.

ت ۵-۳ رده‌بندی بتن

ت ۵-۳-۱ برای به‌کارگیری رده‌ی خاص، رعایت حداقل رده از نظر سازه‌ای و دوام ضرورت دارد. در به‌کارگیری رده‌های مقاومتی حداکثر خاصی در دنیا وجود ندارد اما به دلایلی ممکن است

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

C6, C8, C10, C12, C16, C20, C25, C30, C35, C40, C45, C50, C55, C60, C65, C70

اعداد بعد از حرف C، بیانگر مقاومت مشخصه‌ی ۲۸ روزه استوانه‌ای بتن بر حسب مگاپاسکال (نیوتن بر میلی‌متر مربع) است. برای رده‌های بالاتر از C50 رعایت ضوابط و مقررات خاص طراحی (با توجه به رفتار ترد بتن‌های پرمقاومت) و اجرایی الزامی است. در مورد بتن‌های سبکدانه با رده‌ی بالاتر از C35 نیز نیاز به رعایت ضوابط و مقررات خاص وجود دارد.

محدودیت روش‌های تعیین مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن

۵-۴-۱ برای بتن‌های رده‌ی C12 و پایین‌تر می‌توان مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن را بر اساس تجارب قبلی و بدون مطالعه‌ی آزمایشگاهی مشخص کرد.

۵-۴-۲ برای بتن‌های رده‌ی C20 و پایین‌تر می‌توان مقادیر نسبت‌های مخلوط بتن را به کمک یکی از روش‌های رایج یا روش تجربی، بدون ساخت مخلوط آزمایشگاهی تعیین نمود، مشروط بر اینکه مصالح مصرفی منطبق بر استاندارد و مشخصات فنی عمومی پروژه باشد و محدودیت خاصی برای بتن مانند نسبت آب به مواد سیمانی مطرح نشده و کارآیی و روانی، حداکثر اندازه و شکل سنگدانه طبق جداول مخلوط‌های تجویزی یا استاندارد باشد.

۵-۴-۳ برای بتن‌های رده‌ی C25 و بالاتر، تعیین مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن باید با مطالعات آزمایشگاهی و ساخت مخلوط‌های آزمایشی همراه باشد. طرح مخلوط بتن باید قبل از شروع عملیات اجرایی به همراه مستندات و نتایج آزمایشگاهی مصالح مصرفی و بتن ساخته شده و به نحو مقتضی به تصویب دستگاه نظارت برسد.

تفسیر/توضیح

استفاده از روابط یا ضوابط خاص در طراحی پیش‌بینی شده یا تغییراتی اعمال گردد. بدیهی است در مناطق مختلف کشور و با توجه به امکانات مرتبط با ساخت و کنترل و نظارت بتن و شرایط اجرایی، طراح پروژه باید رده‌ی مناسبی را انتخاب نماید. ممکن است در پروژه‌های خاص یا مناطقی از کشور، محدودیت‌هایی توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی یا نهادهای فنی محلی ذیصلاح برای حداکثر رده‌ی بتن مصرفی مطرح گردد.

محدودیت روش‌های تعیین مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن

ت ۵-۴-۱ این بتن‌ها به هیچ وجه سازه‌ای نیستند و به‌عنوان پرکننده یا بتن نظافت به‌کار می‌روند.

ت ۵-۴-۲ در جداول مخلوط‌های تجویزی یا استاندارد در برخی مشخصات فنی عمومی مقادیری ارایه شده که برای مصالح مصرفی رایج در کشور تامل برانگیز بوده و محدودیت خاصی از نظر نسبت آب به مواد سیمانی در آن‌ها مطرح نیست. در مورد مقادیر سنگدانه نیز ابهام جدی از نظر رطوبت وجود دارد و گاه در مورد حداکثر اندازه‌ی آن‌ها تذکری دیده نمی‌شود. همچنین مشخص نیست که مقدار آب ذکر شده کدامیک از انواع آب آزاد یا آب کل یا آب مصرفی را مد نظر دارد.

همچنین به نوع سیمان مصرفی و رده‌ی مقاومتی آن‌ها اشاره‌ای نشده است. در مورد گردگوشگی یا تیزگوشگی سنگدانه‌ی درشت و ریز و دانه‌بندی آن‌ها نیز اشاره‌ی خاصی وجود ندارد. به‌هرحال اولویت با ساخت مخلوط آزمون آزمایشگاهی است. بدیهی است در مواردی که از بتن آماده استفاده می‌شود این اطلاعات باید توسط سازنده‌ی بتن ارایه گردد.

ت ۵-۴-۳ چنانچه طرح مخلوط بتن قبل از انتخاب پیمانکار توسط طراح پروژه تهیه شده باشد، باید مقادیر و نسبت‌های آن در مشخصات فنی خصوصی پروژه به همراه نتایج حاصله درج شود و به اطلاع پیمانکاران شرکت کننده در مناقصه برسد. در اغلب موارد در هنگام تهیه‌ی مشخصات فنی خصوصی پروژه مصالح مصرفی انتخاب نشده و طراح پروژه نیز طرح مخلوط بتن را تهیه نکرده است. بنابراین در عمل طرح مخلوط بتن در مشخصات فنی خصوصی پروژه درج نمی‌شود. دستگاه نظارت می‌تواند درخواست انجام آزمایش حضوری در آزمایشگاه و یا کارگاه را بنماید و پس از آن نسبت به تصویب طرح مخلوط بتن اقدام کند. به‌هرحال پس از تایید نتایج آزمایشگاهی تحت شرایط کنترل شده می‌توان بتن را در کارگاه ساخت و مورد بررسی قرار داد. بدیهی است در مواردی

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۲

متن اصلی

۵-۴-۴ برای پروژه‌ها و بتن‌های خاص و نیز برای بتن‌های رده‌ی C40 و بالاتر، دستگاه نظارت می‌تواند درخواست انجام آزمایش حضوری آزمایشگاهی و کارگاهی بر روی بتن مورد نظر را داشته باشد. در صورت انطباق بتن حاصله با خواسته‌های مورد نظر به لحاظ کارآیی و روانی، عدم جداشدگی، آب انداختن و دستیابی به مقاومت و دوام و پمپ‌پذیری مطلوب، طرح مخلوط مزبور به تصویب خواهد رسید.

۵-۴ تعیین مقاومت فشاری هدف طرح مخلوط بتن

۵-۴-۱ کلیات

۵-۴-۱-۱ مقاومت فشاری هدف طرح مخلوط بتن با توجه به رده یا مقاومت مشخصه‌ی بتن و همچنین انحراف معیار مقاومت فشاری کارگاهی یا حاشیه‌ی ایمنی مقاومتی محاسبه و مشخص می‌شود تا احتمال عدم دستیابی به مقاومت مشخصه یا عدم انطباق بر رده‌ی بتن در کارگاه به شدت کاهش یابد.

۵-۴-۲ انحراف معیار مقاومت

۵-۴-۲-۱ محدودیت‌های محاسبه‌ی انحراف معیار

چنانچه پرونده‌ی آزمایش‌های مقاومت فشاری بتن در کارگاه موجود باشد، می‌توان انحراف معیار مقاومت را محاسبه نمود. محدودیت‌های محاسبه‌ی انحراف معیار به‌صورت زیر است.

الف) نتایج آزمایش مقاومت فشاری ۳۰ نمونه‌ی متوالی در یک یا دو گروه نمونه‌های متوالی مورد نیاز است. توالی نمونه‌ها در یک گروه، زمانی وجود دارد که فاصله‌ی نمونه‌برداری‌ها از یکدیگر بیش از سه روز نباشد.

ب) در مواردی که نتایج مقاومت فشاری متوالی در یک گروه کم‌تر از ۳۰ و بیش‌تر از ۱۰ نمونه باشد، می‌توان نتیجه‌ی محاسبه‌ی انحراف معیار مقاومتی آن‌ها را در یک ضریب

تفسیر/توضیح

که از بتن آماده استفاده می‌شود این اطلاعات باید توسط سازنده‌ی بتن ارایه گردد.

ت ۵-۴-۴ در مورد بتن‌هایی با مقاومت زیاد یا بتن‌های خاص و پروژه‌های ویژه حساسیت بیش‌تری وجود دارد. به ویژه افت کارآیی و روانی در طول مدت حمل از اهمیت زیادی برخوردار خواهد بود. استفاده از وسایل خاص بتن‌ریزی یا شیوه‌های خاص بتن‌ریزی و پمپ کردن بتن نیاز به کنترل دقیق را ایجاب می‌کند و باید توسط دستگاه نظارت انجام شود. به‌هرحال ساخت کارگاهی در شرایط کنترل شده و دقیق پس از تایید نتایج آزمایشگاهی انجام خواهد شد تا نشان دهد که در عمل نیز طرح مخلوط بتن نتایج مطلوبی را در بر دارد.

ت ۵-۴ تعیین مقاومت فشاری هدف طرح مخلوط بتن

ت ۵-۴-۱ کلیات

ت ۵-۵-۱-۱ به بند ۵-۲-۱-۵ و تفسیر ت ۵-۲-۱-۵ مراجعه شود.

ت ۵-۴-۲ انحراف معیار مقاومت

۵-۴-۲-۱ محدودیت‌های محاسبه‌ی انحراف معیار

ت-۵-۴-۲-۱ توصیه اکید می‌شود تا در هر کارگاه بتن‌سازی، پرونده‌ی نتایج آزمایش‌ها مانند روانی، دما، درصد هوا و وزن مخصوص بتن تازه و سخت‌شده به همراه سایر اطلاعات مانند دمای هوا و شرایط محیطی در زمان ساخت بتن مانند تابش آفتاب، باد، باران و در صورت امکان رطوبت نسبی هوا ثبت و نگهداری شود. بدیهی است که تاریخ و ساعت ساخت بتن و ریختن آن در قالب نیز باید قید گردد.

هر نمونه شامل چند آزمونه (قالب) است و نباید مفهوم نمونه و آزمونه با یکدیگر خلط گردد. برای مثال اگر در یک نمونه‌برداری، برای سن ۲۸ روز دو آزمونه تهیه شود، میانگین آن‌ها به‌عنوان نتیجه‌ی یک نمونه تلقی خواهدشد. بنابراین مقصود از ۳۰ یا ۱۰

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

اصلاحی بزرگ‌تر از «یک» ضرب نمود که از رابطه ۵-۱ بدست می‌آید و انحراف معیار تقریبی را حاصل می‌کند.

$$R = \left[0.75 + \left(\frac{2}{n}\right)^{\frac{1}{2}}\right]$$ رابطه ۵-۱)

پ) هنگامی می‌توان از نتایج مقاومتی نمونه‌ها استفاده کرد که مربوط به حداکثر ۶۰ روز گذشته باشند و تغییر شدید و محسوسی در کیفیت مصالح مصرفی بتن یا روش ساخت و کنترل و نظارت و نفرات مرتبط با بتن مشاهده نشود.

ت) رده‌ی مقاومتی نمونه‌های مورد استفاده بیش از ۵ مگاپاسکال با رده‌ی مورد نظر برای طرح مخلوط اختلاف نداشته باشد.

۵-۵-۲-۲ محاسبه‌ی انحراف معیار

الف) در صورتی‌که نمونه‌ها مربوط به یک گروه باشند مقدار انحراف معیار با توجه به میانگین آن‌ها $\bar{f}$، و تعداد نمونه‌ها n، از رابطه ۵-۲ محاسبه می‌شود:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(f_i - \bar{f})^2}{n-1}}$$ رابطه ۵-۲)

که درآن:

f_i مقاومت هر یک از نمونه‌ها است.

ب) درصورتی‌که نمونه‌ها مربوط به دو گروه با تعداد n_1 و n_2 باشند، انحراف معیار به‌صورت زیر محاسبه می‌شود. S_1 و S_2 انحراف معیار این دو گروه است که هر یک جداگانه طبق رابطه ۵-۳ محاسبه می‌شود:

$$S = \left[\frac{(n_1-1){S_1}^2 + (n_2-1){S_2}^2}{n_1+n_2-2}\right]^{\frac{1}{2}}$$ رابطه ۵-۳)

پ) به‌هرحال، انحراف معیار کارگاهی برای رده‌ی C16 و C20 نباید کم‌تر از ۲/۵ مگا پاسکال، برای رده‌های C25 تا C40 نباید از ۱۰ درصد مقاومت فشاری مشخصه کم‌تر باشد و در مورد رده‌های بالاتر از C40 این مقدار انحراف معیار نباید کم‌تر از ۴ مگا پاسکال باشد.

تفسیر/توضیح

نمونه، همان ۳۰ یا ۱۰ آزمونه نیست، بلکه نتیجه ۳۰ یا ۱۰ نوبت نمونه‌برداری مد نظر است. مفهوم توالی در اینجا صرفا برای محاسبه‌ی انحراف معیار قابل استفاده بوده و نباید با مفهوم توالی نمونه‌ها در مبحث پذیرش بتن اشتباه گردد. در هر گروه ممکن است کم‌تر از ۳۰ نتیجه‌ی نمونه موجود باشد اما در بند «الف» مجموع نمونه‌ها به هرحال در یک یا دو گروه نباید کم‌تر از ۳۰ نمونه باشد.

در بند «ب» چنانچه در یک گروه تعداد نتایج به حد نصاب نرسد از ضریب اصلاحی انحراف معیار استفاده می‌شود.

آخرین نتایج مقاومتی به احتمال زیاد انحراف معیاری مشابه انحراف معیار نتایج مقاومتی روزهای آتی دارد، مشروط بر اینکه تغییرات جدی در مصالح، نفرات یا دستگاه‌های توزین، پیمانه کردن، ساخت بتن، نحوه‌ی کنترل رطوبت و اصلاح رطوبتی رخ نداده باشد. در صورتی که چنین تغییراتی ایجاد شد بهتر است از نتایج نمونه‌هایی که پس از این تغییرات اخذ شده‌اند برای محاسبه‌ی انحراف معیار استفاده کرد.

۵-۵-۲-۲ محاسبه‌ی انحراف معیار

ت-۵-۵-۲-۲ میانگین عددی مقاومت نمونه‌ها صرف‌نظر از حجم متناظر با هر نمونه محاسبه می‌شود و در محاسبه‌ی انحراف معیار به‌کار می‌رود. در موردی که دو گروه وجود دارد، فقط تعداد نمونه‌ها در محاسبات به‌کار رفته و احجام بتن هر گروه کاربردی ندارد. انحراف معیار مقاومتی کارگاهی بتن به ندرت ممکن است از ۲/۵ مگاپاسکال کم‌تر شود. به‌هرحال ممکن است برای رده‌های کم‌تر از C16، چنین انحراف معیارهای پایین‌تر از ۲/۵ مگا پاسکال نیز وجود داشته باشد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۵-۵-۲-۳ تخمین انحراف معیار

۵-۵-۲-۳-۱ در صورتی‌که پرونده‌ی نتایج آزمایش‌های مقاومت فشاری پروژه موجود نبوده و یا هنوز بتنی در کارگاه ساخته نشده باشد، می‌توان از انحراف معیار پروژه یا کارگاه مشابه استفاده کرد.

به شرطی می‌توان از نتایج کارگاه مشابه استفاده نمود که اولا، شرایط کارگاه موجود مشابه پروژه یا کارگاهی باشد که قرار است از انحراف معیار آن استفاده شود، ثانیا، اختلاف مقاومت مشخصه‌ی بتن دو پروژه نباید از ۵ مگاپاسکال بیش‌تر باشد. همچنین انحراف معیار نباید از مقداری که در بند ۵-۵-۲-۲ پ ذکر شده است، کم‌تر باشد.

۵-۵-۲-۳-۲ در صورتی که نتوان پروژه‌ی مشابهی با انحراف معیار مشخصی را یافت، می‌توان با توجه به رتبه‌بندی کارگاه از نظر کیفیت تولید، نظارت و کنترل کیفی، مقدار انحراف معیار مقاومتی بتن را با استفاده از جدول ۵-۱ و جدول ۵-۲ تخمین زد.

جدول ۵-۱ تخمین انحراف معیار بر اساس رتبه‌بندی کارگاه

رتبه‌ی سطح کنترل کیفی کارگاه / مقاومت مشخصه	الف	ب	ج
۱۶	۲/۵	۲/۰	۳/۵
۲۰	۲/۵	۳/۰	۴
۲۵	۳/۰	۴/۰	۴/۵
۳۰	۳/۰	۴/۰	۵/۰
۳۵	۳/۵	۴/۵	–
۴۰	۴/۰	۵/۰	–
۴۵	۴/۵	–	–
۵۰ و بالاتر	۵/۰	–	–
در مواردی که در جدول عددی وجود ندارد مقصود آن است که در چنین کارگاهی تولید چنین رده‌ی بتنی توصیه نمی‌شود.			

۵-۴-۳ حاشیه‌ی ایمنی مقاومت

۵-۴-۳-۱ درصورتی‌که هیچ‌گونه اطلاعاتی در مورد کیفیت ساخت، کنترل و نظارت بتن وجود نداشته، پرونده‌ای از نتایج آزمایش‌ها در دست نبوده و انحراف معیار پروژه‌ی مشابهی نیز در دسترس نباشد، می‌توان حاشیه‌ی ایمنی را برابر با (0.1 f'c+5.0) مگاپاسکال در نظر گرفت.

تفسیر/توضیح

۵-۵-۲-۳ تخمین انحراف معیار

ت ۵-۵-۲-۳-۱ مصالح مصرفی، وسایل ساخت بتن و تخصص و مهارت نفرات دست اندرکار ساخت و اجرا و نظارت بتن باید شباهت زیادی به کارگاه موجود داشته باشد تا بتوان از انحراف معیار آن پروژه یا کارگاه استفاده کرد.

ت ۵-۵-۲-۳-۲ گاه اطلاعات کاربردی مناسبی در دست نیست یا نمی‌توان مشابهت را تایید نمود و ممکن است هنوز نتایج مقاومت و انحراف معیار وجود نداشته باشد، اما بتوان با توجه به شرایط تولید بتن و سطح اعمال نظارت و کنترل کیفی نسبت به رتبه‌بندی کارگاه اقدام نمود.

امتیاز هر پارامتر بین صفر و حداکثر موجود در جدول ۵-۲، بسته به نظر طراح مخلوط مشخص و مجموع آن برای پارامترهای مختلف در صورت موضوعیت داشتن محاسبه شده و جایگاه کارگاه از نظر رتبه‌بندی مشخص می‌گردد.

با توجه به امتیازات کسب شده می‌توان کارگاهی را در فاصله‌ی الف، ب یا ب و ج رتبه‌بندی کرد، و انحراف معیار آن نیز متناسب با رتبه خواهد بود. انحراف معیارها بر اساس مقاومت استوانه‌ای بتن، بر اساس برخی تجربیات داخلی و نیز تجربیات سایر کشورها ارائه شده است.

ت ۵-۴-۳ حاشیه‌ی ایمنی مقاومت

ت ۵-۵-۳-۱ حاشیه‌ی ایمنی ارائه شده به شدت تابع ضوابط پذیرش بتن در کارگاه و انطباق با رده می باشد. حاشیه‌ی ایمنی در آئین‌نامه‌ی قبلی بتن و مبحث نهم مقررات ملی بین ۱ تا ۱/۵ مگاپاسکال بیش‌تر از مقادیر ارایه شده در این آئین‌نامه است، زیرا در رابطه‌ی اول پذیرش بتن، مقدار ۱/۵ مگاپاسکال وجود داشت که در این بازنگری حذف شده است.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

جدول ۲-۵ تعیین رتبه سطح کنترل کیفی تولید بتن در کارگاه

پارامتر تولید، نظارت و کنترل	وضعیت کنترل کیفی	امتیاز
توزین یا پیمانه کردن سیمان	وزنی با دقت‌های مختلف و یا حجمی با دقت‌های گوناگون	۰-۲۰
توزین یا پیمانه کردن سنگدانه	وزنی با دقت‌های مختلف و یا حجمی با دقت‌های گوناگون	۰-۲۰
توزین یا پیمانه کردن آب	وزنی با دقت‌های مختلف و یا حجمی با دقت‌های گوناگون	۰-۲۰
توزین یا پیمانه کردن افزودنی شیمیایی	وزنی با دقت‌های مختلف و یا حجمی با دقت‌های گوناگون	۰-۲۰
توزین یا پیمانه کردن مواد پودری معدنی یا مکمل سیمان	وزنی با دقت‌های مختلف و یا حجمی با دقت‌های گوناگون	۰-۲۰
یکنواختی کیفیت سیمان و مواد پودری مکمل سیمان	یکنواختی کیفیت مقاومتی و آب غلظت نرمال و ریزی سیمان یکنواختی ریزی و خاصیت پوزولانی و هیدرولیکی مواد مکمل سیمان	۰-۲۰
یکنواختی کیفیت سنگدانه	یکنواختی دانه‌بندی و درصد شکستگی و جذب آب سنگدانه‌های ریز و درشت و در صورت لزوم اصلاح طرح مخلوط بتن	۰-۴۰
کنترل رطوبت سنگدانه و اصلاح مقادیر	تداوم در کنترل رطوبت سنگدانه‌ها به‌صورت خودکار یا دستی و اصلاح مداوم مقادیر سنگدانه و آب مصرفی	۰-۴۰
کنترل روانی و اصلاح آن	تداوم کنترل روانی بتن در کارگاه و عدم پذیرش اسلامپ غیر مجاز و اصلاح بتن	۰-۴۰
کنترل مقدار هوا و اصلاح آن	تداوم در کنترل درصد هوای بتن و عدم پذیرش درصدهای غیر مجاز و اصلاح درصد مواد حباب‌ساز	۰-۲۰
نیروهای متخصص فعال در کنترل و ساخت	وجود نیروهای متخصص دست اندر کار تولید و کنترل بتن و میزان دخالت آنان در این امور	۰-۳۰
کنترل دمای مصالح و بتن	تداوم در کنترل دمای مصالح و بتن و عدم پذیرش دماهای غیر مجاز و اصلاح دما	۰-۱۰
حداکثر امتیاز (در صورت موضوعیت نداشتن پارامترهای مربوطه، حداکثر امتیاز ممکن است کاهش یابد)		۳۰۰

نحوه رتبه بندی کارگاه:

رتبه الف : بیش از ۸۰ درصد امتیاز ممکن

رتبه ب : بیش از ۶۰ و کمتر از ۸۰ درصد امتیاز ممکن

رتبه ج : بیش از ۴۰ و کمتر از ۶۰ درصد امتیاز ممکن

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۵-۴-۴ محاسبه‌ی مقاومت هدف طرح مخلوط

۵-۴-۴-۱ در صورت محاسبه یا تخمین انحراف معیار، مقاومت هدف طرح مخلوط بتن بزرگ‌ترین مقدار حاصله از رابطه ۵-۴ و رابطه ۵-۵ زیر است:

رابطه ۵-۴) $f_{cm} = f'_c + 1.34s$

رابطه ۵-۵) $f_{cm} = 0.9 * f'c + 2.33s$

که درآن:

S : انحراف معیار

f'_c : مقاومت مشخصه بتن

f_{cm} : مقاومت هدف

تفسیر/توضیح

ت ۵-۴-۴ محاسبه‌ی مقاومت هدف طرح مخلوط

ت ۵-۵-۴-۱ روابط محاسبه‌ی مقاومت هدف طرح مخلوط بتن بر اساس ضوابط پذیرش بتن در کارگاه ارائه شده است. فرض بر آن است که با استفاده از رابطه‌ی اول احتمال عدم پذیرش در حدود ۹ درصد و با استفاده از رابطه‌ی دوم احتمال عدم پذیرش در حدود یک درصد است، مشروط بر اینکه شرایط کارگاه و ساخت بتن متناظر با انحراف معیار مورد استفاده باشد.

متن اصلی

به‌هرحال مقاومت هدف طرح مخلوط نباید از مقاومت هدف بند ۵-۴-۴-۲ که بر اساس حاشیه‌ی ایمنی به‌دست می‌آید بیش‌تر باشد.

۵-۴-۴-۲ در صورت عدم دسترسی به اطلاعات لازم است از حاشیه‌ی ایمنی مطابق با رابطه ۵-۶ برای محاسبه‌ی مقاومت هدف طرح مخلوط استفاده شود.

$$f_{cm} = 1.1f'_c + 5.0$$ رابطه ۵-۶)

۵-۵ روش آزمایشگاهی تعیین مقادیر و نسبت‌های مخلوط

۵-۵-۱ کلیات

۵-۵-۱-۱ در ابتدا باید بر اساس مشخصات فنی پروژه و محدودیت‌های اجرایی، خواسته‌های مخلوط بتن در نظر گرفته شود. سپس باید با توجه به اطلاعات و نتایج آزمایشگاهی مصالح مصرفی طبق یکی از روش‌های شناخته شده، مقادیر و نسبت‌های اولیه‌ی مخلوط بتن به‌دست آید. در مرحله‌ی بعدی باید بتن را در آزمایشگاه و با دقت و تحت شرایط کنترل‌شده ساخت و آزمایش‌های لازم را روی بتن تازه و سخت‌شده انجام داد. چنانچه نتایج این مخلوط با خواسته‌های مورد نظر انطباق و نزدیکی نداشته باشد باید تغییراتی در مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن در جهت دستیابی به خواسته‌ها ایجاد شود تا نسبت‌های مخلوط نهایی آزمایشگاهی حاصل گردد.

رعایت حداکثر اندازه‌ی مجاز سنگدانه با توجه به محدودیت‌های هندسی عضو و الزامات مشخصات فنی ضرورت دارد.

۵-۵-۱-۲ در هر روش طرح مخلوط باید با در نظر گرفتن هوای عمدی یا غیر عمدی، حجم مطلق اجزای بتن با تقریب ۱ درصد برابر یک متر مکعب باشد. درصد هوای عمدی و غیر عمدی مورد نیاز نیز باید در نظر گرفته شود.

۵-۵-۱-۳ در مخلوط آزمایشی آزمایشگاهی کارآیی و روانی به‌دست آمده باید نزدیکی قابل قبولی با کارآیی و روانی

تفسیر/توضیح

ت ۵-۴-۵-۲ با استفاده از حاشیه‌ی ایمنی، مقاومت هدف طرح مخلوط فاصله‌ی زیادی با مقاومت مشخصه خواهد داشت که ناشی از عدم وجود اطلاعات در مورد کیفیت تولید و کنترل و نظارت بتن است. در اولین فرصت و پس از ساخت بتن و نمونه‌برداری‌های متعدد می‌توان انحراف معیار را محاسبه و مقاومت هدف طرح مخلوط جدید را اصلاح نمود.

ت ۵-۵ روش آزمایشگاهی تعیین مقادیر و نسبت‌های مخلوط

ت ۵-۵-۱ کلیات

ت ۵-۶-۱-۱ اجباری برای استفاده از یک روش نسبت های مخلوط خاص وجود ندارد. برای ایجاد رویه‌ی یکسان توصیه می‌شود از روش ملی طرح مخلوط بتن استفاده شود.

مهمترین اقدام در هر روش طرح مخلوط، ساخت مخلوط آزمایشی و کنترل نتایج و اصلاح مقادیر و نسبت‌ها برای دستیابی به خواسته‌ها است که باعث می‌شود علی‌رغم به‌کارگیری روش‌های مختلف، نتیجه‌ی نهایی طرح‌های مخلوط نزدیک به هم باشد. به‌هرحال چارچوب و الزامات این بخش باید رعایت گردد.

ت ۵-۶-۱-۲ برای دستیابی به این خواسته لازم است از رابطه‌ی حجم مطلق برای یافتن آخرین مجهول در طرح مخلوط بتن استفاده کرد. به عبارتی مجموع احجام اجزای به‌کار رفته و هوای موجود در آن باید با تقریب یک درصد، برابر یک متر مکعب شود.

ت ۵-۶-۱-۳ در صورتی که کارآیی یا روانی خاصی ارائه نشده باشد می‌توان با توجه به نوع بتن، نوع وسیله‌ی حمل و ریختن، ابعاد و

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

مطلوب داشته باشد. کارآیی و روانی مطلوب بتن در کارگاه و در پای کار توسط متقاضی طرح مخلوط مشخص می‌شود.

تفسیر/توضیح

طرز قرارگیری عضو، انبوهی و درهمی میلگردها و امکانات تراکمی موجود، کارآیی یا روانی را طبق جدول۳-۵ و جدول۴-۵ به‌عنوان راهنما انتخاب نمود.

جدول۳-۵ راهنمای اولیه برای انتخاب کارایی و روانی بتن معمولی (اسلامپ)

رده‌ی اسلامپ	بازه‌ی اسلامپ (mm)	موارد کاربرد
*S1	۱۰-۴۰	قطعات حجیم یا نیمه‌حجیم غیرمسلح یا کم‌میلگرد که با جام یا وسایل مشابه ریخته می‌شود و با وسایل تراکمی لرزشی پرقدرتی متراکم می‌گردد. **بافت دانه‌بندی خیلی درشت تا درشت.**
S2	۵۰-۹۰	قطعات تیر و دال با حجم میلگرد کم تا متوسط و شالوده‌هایی با حجم میلگرد متوسط که با وسایلی به‌جز پمپ و لوله ریخته شده و از وسایل تراکمی لرزشی با قدرت متوسط برای آن استفاده می‌شود. **بافت دانه‌بندی درشت تا متوسط.**
S3	۱۰۰-۱۵۰	قطعات دیوار، ستون با حجم میلگرد متوسط یا تیر و دال، شالوده‌ی نازک با حجم میلگرد زیاد و همه‌ی بتن‌هایی که با پمپ و لوله ریخته می‌شوند و برای آن‌ها از وسایل تراکمی لرزشی با قدرت متوسط یا کم استفاده می‌شود. **بافت دانه‌بندی متوسط تا ریز.**
S4	۱۶۰-۲۱۰	قطعات دیوار و ستون نسبتا نازک با حجم میلگرد زیاد و بتن‌هایی که با پمپ و لوله در قطعات پرمیلگرد ریخته می‌شود و برای مواردی که از وسایل تراکمی لرزشی ضعیف یا دستی استفاده شده و یا بتن‌ریزی با لوله‌ی ترمی و بدون تراکم انجام می‌شود. **بافت دانه‌بندی ریز.**
*** رده‌ی S0 با اسلامپ کم‌تر از ۱۰ میلی‌متر برای قطعات پیش‌ساخته به‌کار می‌رود که با وسایل تراکمی خاص متراکم شده و برای قطعات سازه‌ای درجا کاربردی ندارد. برای این بتن‌ها آزمایش اسلامپ اعتبار ندارد و باید از آزمایش‌های دیگر استفاده شود.** **** کنترل روانی بتن‌هایی با اسلامپ بیش‌تر از ۲۱۰ میلی‌متر با آزمایش اسلامپ تقریبا امکان‌پذیر نمی‌باشد و باید از جدول راهنمای بعدی، رده‌ی SF0 استفاده شود.**		

جدول۴-۵ راهنمای اولیه برای انتخاب کارآیی و روانی بتن‌های آسان‌تراکم و خودتراکم (جریان اسلامپ)

رده‌ی جریان اسلامپ	بازه‌ی جریان اسلامپ (mm)	موارد کاربرد
*SF0	۴۵۰-۵۵۰	برای قطعات نازک یا با حجم میلگرد زیاد و وسایل تراکمی ضعیف، بتن آسان تراکم (ECC)، بافت دانه‌بندی ریز تا خیلی ریز، حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی ۲۰ میلی‌متر و گاه تا ۲۵ میلی‌متر.
SF1	۵۵۰-۶۵۰	برای قطعات نازک یا با حجم میلگرد خیلی زیاد با پیچیدگی کم در قالب بندی و حرکت افقی محدود تا ۵ متر، بافت دانه‌بندی خیلی ریز، حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی ۲۰ میلی‌متر یا کم‌تر.
SF2	۶۵۰-۷۵۰	برای قطعات خیلی نازک یا با حجم میلگرد خیلی زیاد، دارای پیچیدگی در قالب بندی و حرکت افقی تا ۱۰ متر، بافت دانه‌بندی فوق العاده ریز، حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی ۱۲/۵ میلی‌متر یا کم‌تر.
*SF3	۷۵۰-۸۵۰	برای قطعات خیلی نازک یا با حجم میلگرد فوق‌العاده زیاد، دارای پیچیدگی زیاد در قالب‌بندی و حرکت افقی تا ۱۰ متر، بافت دانه‌بندی لعاده ریز، حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی ۱۲/۵ میلی‌متر یا کم‌تر.
*به‌کارگیری رده‌ی SF3 به‌خاطر مشکلات طرح مخلوط بتن و جلوگیری از جداشدگی و آب‌انداختن نیاز به تدابیر خاص دارد و حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی آن نیز از ۱۲/۵ میلی‌متر تجاوز نمی‌کند.		

جدول۵-۵ راهنمای بافت دانه‌بندی مخلوط سنگدانه‌ی بتن با توجه به توان دانه‌بندی فولر تامسون اصلاح شده

بافت دانه‌بندی	خیلی درشت	درشت	متوسط	ریز	خیلی ریز	فوق‌العاده ریز
بازه‌ی توان n	۰/۶- ۰/۶۷	۰/۵- ۰/۶	۰/۴- ۰/۵	۰/۳- ۰/۴	۰/۲ — ۰/۳	۰/۱ — ۰/۲

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱/۱۳۹۸

متن اصلی

جدول۶-۵ راهنمای درهمی میلگرد شالوده و دال با توجه به وزن میلگرد در هر متر مکعب بتن*

درهمی میلگرد	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	فوق‌العاده زیاد
بازه‌ی وزن (کیلوگرم در متر مکعب)	کم‌تر از ۵۰	۷۵-۵۰	۱۰۰-۷۵	۱۵۰-۱۰۰	۲۰۰-۱۵۰	بیش از ۲۰۰
*این مقادیر برای تیر و ستون و دیوار باید در ۱/۵ ضرب شود.						

جدول۷-۵ طبقه‌بندی ضخامت قطعات بتنی

طبقه‌بندی	خیلی نازک	نازک	نسبتا نازک	نیمه ضخیم	ضخیم	بسیار ضخیم
بازه‌ی ضخامت (میلی‌متر)	کم‌تر از ۱۵۰	۳۰۰-۱۵۰	۶۰۰-۳۰۰	۹۰۰-۶۰۰	۱۸۰۰-۹۰۰	بیش از ۱۸۰۰

۵-۵-۱-۴ چنانچه قرار باشد اسلامپ از حداکثر مقدار خاصی تجاوز نکند، اسلامپ مخلوط آزمایشی نیز نباید از این مقدار تجاوز کرده و همچنین نباید بیش از ۲۰ درصد کم‌تر از حداکثر اسلامپ مجاز باشد.

۵-۵-۱-۵ چنانچه اسلامپ به‌صورت متوسط یا هدف خواسته شده باشد، اسلامپ مخلوط آزمایشی باید بین ۲۰ تا ۳۰ درصد بالاتر از اسلامپ هدف در نظر گرفته شود. به‌هرحال اسلامپ به‌دست آمده نباید از ۲۱۰ میلی‌متر بیش‌تر شود.

۵-۵-۱-۶ چنانچه بازه‌ی خاصی از اسلامپ یا جریان اسلامپ مورد نظر باشد، توصیه می‌شود روانی بتن در نزدیکی کرانه‌ی فوقانی بازه‌ی مربوطه باشد.

۵-۵-۱-۷ چنانچه برای بتن خودتراکم، «بیشینه‌ی جریان اسلامپ» قید شده باشد، لازم است جریان اسلامپ مخلوط آزمایشی بیش از ۵ درصد کم‌تر از حداکثر جریان اسلامپ نباشد.

۵-۵-۱-۸ چنانچه برای بتن خودتراکم، «جریان اسلامپ هدف یا متوسط» درخواست شده باشد، جریان اسلامپ مخلوط آزمایشی باید ۵ تا ۱۰ درصد بیش از جریان اسلامپ هدف در نظر گرفته شود.

۵-۵-۱-۹ در صورتی‌که «حداقل درصد هوا» مشخص شده باشد، درصد هوای مخلوط آزمایشی نباید بیش از ۱۰ درصد

تفسیر/توضیح

ت ۵-۶-۳-۴ چنانچه اسلامپ طرح مخلوط کم‌تر در نظر گرفته شود در عمل (در کارگاه) ممکن است با داشتن اسلامپ مجاز، مقاومت بتن کاهش یابد و یا احتمال جداشدگی و آب انداختن بیش‌تر گردد.

ت ۵-۶-۳-۵ رواداری منفی برای اسلامپ مخلوط آزمایشی مناسب نیست و در آزمایشگاه باید بیش‌ترین رواداری مثبت به‌کار رود تا در عمل مشکل خاصی به‌وجود نیاید. چنانچه اسلامپ به‌دست آمده بیش از ۲۱۰ میلی‌متر باشد، باید جریان اسلامپ اندازه‌گیری و گزارش شده و مبنای کار کنترل قرار گیرد.

ت۵-۶-۳-۶ توصیه می‌شود اسلامپ یا جریان اسلامپ مخلوط آزمایشی بیش از ۱۰ درصد کم‌تر از کرانه‌ی فوقانی اسلامپ و ۵ درصد کم‌تر از کرانه‌ی فوقانی جریان اسلامپ نباشد.

ت ۵-۶-۳-۷ درصد هوا تاثیر قابل توجهی بر روانی، مقاومت و عملکرد بتن در یخزدن و آب شدن پی‌درپی دارد. بنابراین ممکن است ساخت دو طرح مخلوط بتن مورد نیاز باشد تا اثر مقادیر هوا بر روانی، مقاومت و مهم‌تر از آن عملکرد بتن از نظر دوام کنترل شود. شایان ذکر است که در عمل تهیه‌ی طرح مخلوط مورد نظر دشوار است.

ت ۵-۶-۳-۸ در دمای زیاد رفتار بتن با افزودنی و بدون افزودنی به شدت تغییر می‌کند و علاوه بر تاثیر آن بر روانی و افت آن، بر مقاومت کوتاه مدت و دراز مدت و دوام اثرات چشمگیری خواهد داشت. در دمای کم نیز وضعیت متفاوتی دیده می‌شود. بنابراین در کارهای مهم توصیه می‌شود طرح مخلوط تابستانی و زمستانی به‌صورت جداگانه تهیه و ارائه شوند.

ت ۵-۶-۳-۹ پس از تعیین مقاومت و دوام و رسم منحنی نسبت آب به سیمان-مقاومت یا رسم منحنی نسبت آب به سیمان-دوام،

پیشنویس مورخ ۲۹/۱/۲۰۱۹

متن اصلی

از هوای قید شده بیش‌تر شود. اگر حداکثر درصد هوا مشخص شده باشد، درصد هوای مخلوط آزمایشی نباید بیش از ۷/۵ درصد از مقدار قید شده کم‌تر باشد. چنانچه متوسط درصد هوا قید گردد، باید مخلوط آزمایشی با دو درصد هوا برای نزدیکی با حداقل و حداکثر مقدار حاصله از رواداری مجاز ساخته شود (بند ۳-۱-۱۰).

۵-۵-۱-۱۰ چنانچه حداقل یا حداکثر دمای مجاز در بتن قید شده باشد، توصیه می‌شود بتن‌هایی با دمایی نزدیک به حداقل و همچنین نزدیک به حداکثر دمای مجاز ساخته شده (با حداکثر اختلاف ۲ درجه‌ی سلسیوس) و نتایج روانی، مقاومت و دوام در این شرایط ساخت و قالب گیری کنترل شود.

۵-۵-۱-۱۱ با توجه به زمان‌بر بودن تعیین مقاومت و دوام بتن، لازم است سه مخلوط آزمایشی ارائه شود که با سه نسبت آب به مواد سیمانی نزدیک به هم (با اختلاف حدود ۰/۰۲) ساخته شده است، تا به احتمال زیاد یکی از آن‌ها به مقاومت و دوام هدف نزدیک شود.

۵-۵-۱-۱۲ چنانچه در طرح مخلوط «مقاومت محور»، مقاومت بتن در محدوده‌ی ±۵ درصد مقاومت هدف طرح باشد، می‌توان مخلوط آزمایشی را قابل قبول دانست. در این حالت دستیابی به دوام هدف ضروری است.

۵-۵-۱-۱۳ چنانچه در طرح مخلوط «دوام محور» نتیجه‌ی به‌دست آمده در آزمایش دوام در محدوده‌ی ±۱۰ درصد «دوام هدف طرح» باشد، می‌توان مخلوط آزمایشی را قابل قبول دانست. در این حالت مقاومت به‌دست آمده باید از «مقاومت هدف طرح» نیز بزرگ‌تر باشد. همان‌گونه که در طرح مخلوط، «مقاومت هدف» در نظر گرفته می‌شود، بر اساس «دوام مشخصه» نیز، باید «دوام هدف» منظور گردد. در این مورد به فصل دهم (بند ۳-۱-۱۰) مراجعه شود.

تفسیر/توضیح

می‌توان طرح مخلوط مناسب با نسبت آب به مواد سیمانی مربوطه را ارائه داد تا در زمان تهیه‌ی طرح مخلوط صرفه‌جویی شود.

ت ۵-۶-۳-۱۰ در طرح مخلوط مقاومت محور، نسبت آب به مواد سیمانی متناظر با مقاومت هدف طرح، کم‌تر از نسبت آب به مواد سیمانی متناظر با دوام هدف طرح است و در طرح مخلوط بتن به‌کار می‌رود. بنابراین احتمال دستیابی به دوام مورد نظر زیاد خواهد بود. در صورت عدم دستیابی به مقاومت هدف، لازم است تغییر مناسبی در نسبت آب به مواد سیمانی طرح اعمال نمود. در این حالت مقادیر اجزای بتن نیز باید اصلاح شود. چنانچه مقاومت به‌دست آمده‌ی بتن تا ۱۰ درصد بیش‌تر از مقاومت هدف باشد، می‌توان بنا به نظر کارفرما طرح مذبور را قابل قبول تلقی نمود.

ت ۵-۶-۳-۱۱ در طرح مخلوط دوام محور، نسبت آب به مواد سیمانی متناظر با دوام هدف طرح، کم‌تر از نسبت آب به مواد سیمانی متناظر با مقاومت هدف طرح بوده و در طرح مخلوط بتن به‌کار می‌رود. بنابراین دستیابی به مقاومت هدف طرح کاملا متصور است. بدیهی است در صورت عدم دستیابی به دوام هدف باید در نسبت آب به سیمان طرح تغییرات لازم را اعمال نمود و مقادیر اجزای بتن را دوباره محاسبه کرد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۴

متن اصلی

۵-۶ ارائه‌ی نسبت های مخلوط نهایی

در نسبت های مخلوط نهایی ارائه شده به کارگاه برای ساخت بتن باید موارد زیر ذکر شود. بدیهی است اطلاعات عمومی پروژه شامل نام پروژه، متقاضی طرح و دست‌اندرکاران اجرا (کارفرما، مشاور، نظارت و پیمانکار) و محل اجرا باید قید گردند.

۵-۶-۱ اطلاعات مربوط به خواسته‌های پروژه در ارتباط با بتن

الف: مقاومت مشخصه در سن مورد نظر یا رده‌ی بتن

ب: روانی و کارآیی مورد نیاز در پای کار و محدودیت‌های آن

پ: دوام مشخصه در سن مقرر

ت: لزوم مصرف پوزولان و سرباره و محدودیت‌های آن

ث: فاصله‌ی زمانی حمل و معطلی‌ها

ج: موقعیت و محل جغرافیایی اجرا به همراه شرایط محیطی مرتبط با خاک، آب و هوا

چ: محدودیت‌های نسبت آب به مواد سیمانی، حداقل و حداکثر مقدار مواد سیمانی

ح: نوع وسیله‌ی ساخت، حمل و ریختن بتن و تراکم

خ: حداقل ابعاد اعضا، ضخامت دال، فاصله‌ی میلگردها و حداقل ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها

د: میزان درهمی و شلوغی میلگردهای قطعات مختلف

ذ: نوع قطعات بتنی (تیر، دال، دیوار، ستون، شمع، شالوده و ...)

ر: نوع اجرا (پیش‌ساخته و درجا) یا شیوه‌ی اجرا (بتن پاشی و غیره)

ز: نوع عضو از نظر طراحی (ساده، مسلح، پیش‌تنیده)

ژ: سایر خواسته‌ها و محدودیت‌های مرتبط با بتن تازه مانند وزن مخصوص، جداشدگی، آب‌انداختن، درصد هوا، زمان گیرش، دما و ...

س: سایر خواسته‌ها و محدودیت‌ها مانند زمان قالب‌برداری، اعمال پیش تنیدگی، وزن مخصوص بتن

تفسیر/توضیح

ت ۵-۶ ارائه‌ی نسبت های مخلوط نهایی

ت ۵-۶ ارائه‌ی متحدالشکل اطلاعات مربوط به نسبت های مخلوط نهایی بتن به کنترل و تصویب آن در اسرع وقت کمک خواهد نمود. همچنین این فهرست کمک می‌کند تا طراح مخلوط بتن همه‌ی موارد را در نظر گرفته و موضوعی از قلم انداخته نشود.

ت ۵-۶-۱ اطلاعات مربوط به خواسته‌های پروژه در ارتباط با بتن

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

سخت‌شده، شیوه‌ی خاص عمل‌آوری تسریع شده، بتن الیافی، حباب‌دار، خودتراکم، سبک و سنگین

۵-۶-۲ اطلاعات مربوط به مصالح مصرفی در طرح مخلوط

الف: نوع سیمان، محل تولید و سایر مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن

ب: نوع سنگدانه ریز و درشت، محل تولید یا تامین و مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن شامل دانه‌بندی، درصد گذشت از الک ۷۵ میکرومتر، مدول‌ریزی، چگالی و جذب آب، درصد ذرات پولکی و سوزنی، درصد شکستگی، سایش و دوام در برابر عوامل جوی، مقادیر یون‌های سولفات و کلرید، نتایج آزمایش‌های واکنش‌زایی با قلیایی‌ها و مواد زیان‌آور

پ: محل تامین آب و مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها

ت: نوع مواد پوزولانی و سرباره‌ای یا پودر سنگ و محل تامین به همراه مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها

ث: نوع مواد افزودنی شیمیایی، محل تامین به همراه مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها به‌ویژه چگالی، درصد مواد جامد، pH، رنگ، خواص اصلی و جنبی و نحوه‌ی مصرف و انبار کردن و سایر محدودیت‌های مصرف

ج: نوع الیاف مصرفی و محل تامین به همراه مشخصات فیزیکی و مکانیکی شامل چگالی، طول، قطر، شکل و ...

۵-۶-۳ اطلاعات مقادیر و نسبت‌های مخلوط و نتایج مخلوط آزمایشی

الف: مقاومت هدف طرح مخلوط

ب: دوام هدف طرح مخلوط

پ: اسلامپ اولیه در هنگام ساخت بتن

ت: انحراف معیار یا حاشیه‌ی ایمنی و نحوه‌ی محاسبه یا تخمین

ث: حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی مصرفی

ج: نسبت آب به سیمان یا مواد سیمانی طرح

چ: مقدار سیمان و مواد سیمانی (به تفکیک به همراه نام آن‌ها)

ح: مقدار آب آزاد

تفسیر/توضیح

ت ۵-۶-۲ اطلاعات مربوط به مصالح مصرفی در طرح مخلوط

ت ۵-۶-۳ اطلاعات مقادیر و نسبت‌های مخلوط و نتایج مخلوط آزمایشی

ت ۵-۶-۳ در مورد ارائه و ذکر نسبت آب به مواد سیمانی طبق روش ملی طرح مخلوط یا برخی روش‌های شناخته شده‌ی معتبر در دنیا، می‌توان به نسبت آب به مواد سیمانی معادل اشاره نمود و مقدار k (ضریب تاثیر) به‌کار رفته را نیز ذکر کرد. این نسبت «آب به مواد سیمانی معادل» با استفاده از رابطه ت ۵-۷ تعریف می‌شود.

رابطه ت ۵-۷)

$$\left(\frac{W}{C_m}\right)_e = \frac{W_f}{C+kP}$$

درحالی‌که نسبت «آب به مواد سیمانی» بر اساس رابطه ت ۵-۸ تعریف می‌گردد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

خ: مقدار آب کل

د: مقدار افزودنی‌های شیمیایی (به تفکیک به همراه نام آن‌ها)

ذ: مقدار سنگدانه‌های ریز و درشت اشباع با سطح خشک (به تفکیک)

ر: مقدار سنگدانه‌های ریز و درشت کاملا خشک (به تفکیک)

ز: درصد هوای بتن (فرضی و اندازه‌گیری شده)

ژ: ذکر درصد سهم سنگدانه‌ها

س: دانه‌بندی مخلوط سنگدانه بتن و مدول نرمی مخلوط

ش: وزن مخصوص بتن متراکم تازه (محاسباتی و اندازه گیری شده)

ص: نتایج روانی و کارآیی در زمان‌های مختلف به‌ویژه در پای کار، پس از حمل و معطلی‌ها

ض: دمای بتن تازه در زمان ساخت و در زمان متناظر پای کار

ط: نتایج مشاهدات یا اندازه‌گیری در مورد جداشدگی، آب‌انداختن، گیرش و ...

ظ: تشریح وضعیت ظاهری بتن

ع: نتایج آزمایش مقاومت فشاری بتن در سنین مختلف به‌ویژه در سن مقاومت مشخصه

غ: نتایج آزمایش‌های دوام در سنین مورد نیاز

ف: نتایج سایر آزمایش‌های بتن سخت‌شده مانند چگالی، مقاومت خمشی یا کششی، ضریب ارتجاعی و غیره در صورت نیاز

ق: رابطه‌ی نسبت آب به مواد سیمانی با مقاومت و دوام در صورت ساخت حداقل سه نسبت های مخلوط آزمایشی.

۷-۵ تغییر مقاومت فشاری هدف طرح مخلوط

۱-۷-۵ پس از ساخت بتن در کارگاه و کسب اطلاعات کافی از نتایج آزمایش‌های متعدد مقاومت فشاری، می‌توان انحراف معیار واقعی مقاومتی در کارگاه را محاسبه نمود. همچنین میانگین مقاومت نمونه‌ها نیز قابل محاسبه است. برای این منظور معمولا نیاز به ۳۰ نتیجه‌ی نمونه‌ی مقاومتی وجود دارد.

تفسیر/توضیح

رابطه ت ۵-۸)

$$\left(\frac{W}{C_m}\right) = \frac{W_f}{C+P}$$

که درآن:

P مقدار پوزولان یا سرباره و W_f مقدار آب آزاد طرح مخلوط است. K برای برخی مواد، کوچک‌تر از یک و برای برخی مواد مانند دوده‌ی سیلیسی بزرگ‌تر از یک می باشد. برای اطلاعات بیش‌تر به روش ملی طرح مخلوط بتن (نشریه شماره مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی) مراجعه نمایید.

نسبت آب به مواد سیمانی معادل برای مشخص کردن مقاومت متناظر در منحنی‌های نسبت آب به مواد سیمانی-مقاومت، در روش طرح مخلوط به‌کار می‌رود. به عبارت دیگر نسبت آب به مواد سیمانی با توجه به مقاومت هدف تعیین می‌شود.

ت ۵-۷ تغییر مقاومت فشاری هدف طرح مخلوط

ت ۵-۷-۱ به دلایل مختلفی از جمله نوسانات کیفی مصالح مصرفی، دقت در توزین و پیمانه کردن ساخت بتن، کنترل نسبت آب به مواد سیمانی و غیره، ممکن است انحراف معیار مقاومت و مقاومت میانگین تغییر کند و حتی انطباق با رده دچار مشکل شود. در صورتی که تعداد نتایج نمونه‌ها کم‌تر از ۳۰ و بیش‌تر از ۱۰ باشد می‌توان مقدار انحراف معیار را نیز با توجه به ضریب اصلاحی آن به‌دست آورد

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۵-۷-۲ در صورتی‌که انحراف معیار به‌دست آمده‌ی جدید، کم‌تر از انحراف معیار محاسباتی یا تخمینی قبلی باشد و برای انطباق با رده یا مقاومت مشخصه، هیچیک از نتایج مقاومتی نمونه‌ها کم‌تر از مقاومت مشخصه نباشد، می‌توان با توجه به انحراف معیار جدید مقاومت هدف طرح جدید را نیز به‌دست آورد و به کمک آن نسبت های مخلوط نویی را ارائه نمود. مشروط بر اینکه مقدار مواد سیمانی و نسبت آب به مواد سیمانی جدید ضوابط مربوط به دوام را برآورده نماید.

۵-۷-۳ در صورتی‌که در حین اجرا، عدم انطباق با رده یا مقاومت مشخصه حاصل شود، لازم است با افزایش حاشیه‌ی ایمنی، مقاومت هدف طرح افزایش داده شود. در این حالت انحراف معیار مقاومتی موجود، بیش از انحراف معیار فرضی قبل خواهد بود. بدیهی است در این حالت نیز باید نسبت های مخلوط جدیدی ارائه کرد.

تفسیر/توضیح

ت ۵-۷-۲ با اعمال دقت بیش‌تر در ساخت بتن و کنترل نسبت آب به مواد سیمانی و یا وجود نوسانات کیفی کم‌تر در مصالح مصرفی، ممکن است انحراف معیار مقاومت بتن در کارگاه کاهش یابد. بنابراین در صورتی که فاصله‌ی مناسبی در پذیرش و انطباق با رده وجود داشته باشد، می‌توان مقاومت هدف طرح را کاهش داد. بدیهی است در این حالت احتمال افزایش نسبت آب به مواد سیمانی در طرح جدید و یا کاهش مقدار سیمان وجود دارد و در هر صورت نباید ضوابط مربوطه را در مورد دوام نقض کند. در بسیاری از پروژه‌ها در صورت مواجه با ازدیاد مقاومت، بدون توجه به ضوابط دوام، مقدار سیمان را کاهش یا نسبت آب به مواد سیمانی را افزایش می‌دهند که نادرست است.

ت ۵-۷-۳ بنا به دلایلی از جمله کاهش کیفی مصالح مصرفی یا کاهش دقت در ساخت بتن و کنترل نسبت آب به مواد سیمانی، ممکن است انحراف معیار جدید افزایش یافته و سطح مقاومت بتن‌ها کاهش یابد. در این حالت باید ضمن توجه بیش‌تر به ساخت بتن و کنترل نسبت آب به مواد سیمانی، مقاومت هدف طرح مخلوط بتن را آنقدر بالا برد که احتمال عدم انطباق با رده به مقدار ناچیزی برسد. با افزایش مقاومت هدف طرح مخلوط، هیچ‌گونه مشکلی برای دوام و ضوابط مرتبط با آن (به‌جز حداکثر مجاز مقدار سیمان) به‌وجود نمی‌آید و با مصرف بیش‌تر مواد کاهنده‌ی آب یا روان‌کننده می‌توان بر این مشکل نیز فائق آمد.

پیش‌نویس موزخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

فصل ششم

پایائی (دوام) بتن

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

۶-۱ کلیات

پایایی یا دوام بتن ساخته شده از سیمان هیدرولیکی و مواد سیمانی به توانایی بتن برای مقابله با عوامل جوی، حملات شیمیایی، سایش، فرسایش و هرگونه فرآیند منجر به زوال و خرابی گفته می‌شود. بتن پایا در شرایط محیطی مورد نظر، شکل، حداقل کیفیت قابل قبول اولیه و قابلیت بهره‌برداری مورد نظر از سازه‌های بتنی را حفظ می‌کند. در جدول ۱-۶ دسته‌بندی شرایط محیطی برای دوام بتن ارائه شده است. بر اساس این دسته‌بندی، ضوابط و الزامات مربوطه در بندهای بعدی ارائه خواهد شد.

۶-۲ انواع آسیب دیدگی‌های بتن

۶-۲-۱ خوردگی فولاد مدفون در بتن

اگر بنا به دلایلی‌که در ادامه ارائه می شود، لایه‌های محافظ خوردگی به‌دلیل خمیر سیمان به شدت قلیایی مجاور سطح میلگرد یا فولاد مدفون در بتن از بین برود، با حضور اکسیژن و آب، خوردگی در فولاد به‌صورت پیش رونده ادامه می‌یابد و با افزایش حجم مح صولات زنگ آهن در اطراف میلگردها، تنش های داخلی در بتن موجب طبله کردن، ترک خوردن، خرد شدن و ریختن پوشش روی فولاد می‌شود.

خوردگی ممکن است بر اثر رسیدن غلظت یون‌های کلرید به حد معین (بحرانی) و یا از بین رفتن خا صیت قلیایی زیاد خمیر سیمان سطح میلگرد و در نتیجه نفوذ گاز دی‌اکسید کربن و کربناته شدن یا نفوذ اسید به داخل بتن آغاز گردد.

تفسیر/توضیح

ت ۶-۱ کلیات

ت ۶-۲ انواع آسیب دیدگی‌های بتن

ت ۶-۲-۱ خوردگی فولاد مدفون در بتن

ت ۶-۱-۱-۱ معمولا در بتنی با pH بالاتر از ۱۲، لایه‌ی محافظ پایداری به‌وجود میآید که موجب کند شدن زنگ‌زدگی شدید فولاد می‌شود. چنانچه غلظت یون کلرید به حد بحرانی یا حد آستانه‌ی خوردگی برسد، لایه‌ی محافظ در سطح میلگرد از بین می‌رود. غلظت بحرانی یون کلرید در همه بتن‌ها یکسان نیست و به عوامل مختلفی ارتباط مانند pH خمیر سیمان ، دما، دارد. با کاهش pH به‌دلیل کربناته شدن خمیر سیمان بتن و یا عوامل اسیدی دیگر و رسیدن به حد تقریبی ۹، لایه محافظ از بین می‌رود.

در ریز اقلیم‌هایی همچون محیط کارخانه‌های سیمان، نیروگاه‌های گازی یا حرارتی، پالایشگاه‌های نفت و گاز، کارخانه‌های حرارتی آهک‌پزی، تونل‌های راه و راه‌آهن و مناطق پرتردد شهری، کربناته‌شدن بتن از اهمیت بیش‌تری برخوردار است.

متن اصلی

۶-۲-۲ حمله‌ی سولفاتی

به علت نفوذ یون‌های سولفات موجود در آب یا خاک مجاور بتن، موادی منبسط شونده در بتن ایجاد می شود که با گذشت زمان و با حضور رطوبت باعث فروپاشی سطح بتن شده و خرابی به مرور و به صورت پیش رونده به داخل بتن گسترش می‌یابد. همچنین وجود مقادیر بیش از حد یون‌های سولفات در اجزای تشکیل دهنده‌ی بتن نیز ممکن است در شرایط خاص منجر به خرابی بتن گردد.

۶-۲-۳ آسیب‌دیدگی بر اثر چرخه‌ی یخ زدن و آب شدن

آسیب‌دیدگی بر اثر چرخه‌ی یخ زدن و آب شدن در بتن به صورت ترک‌خوردگی و فروپاشی آن ظاهر می شود. علت این آسیب‌دیدگی انبساط پیش رونده‌ی بتن سخت بر اثر چرخه‌ی یخ زدن و آب شدن پی در پی است.

۶-۲-۴ سایش و فرسایش

در اثر عبور وسایل نقلیه و یا حرکت آب از روی سطح بتن و یا وزش بادهای حامل ذرات ریز ساینده، آسیب‌دیدگی به‌صورت جدا شدن ذراتی از سطح بتن آغاز و در نهایت به از بین رفتن قسمتی از آن منجر می شود. با افزایش مقاومت فشاری بتن می‌توان مقاومت سایشی و فرسایشی آن را افزایش داد.

۶-۲-۵ واکنش قلیایی سنگدانه‌ها

در برخی از حالات سنگدانه‌هایی با کانی‌های واکنش‌زا با قلیای سیمان و در حضور رطوبت واکنش می‌دهد. محصول این واکنش سبب انبساط در حد فاصل خمیر سیمان و سنگدانه می شود. دراثر این انبساط بتن تحت تنش‌های داخلی قرار گرفته و ترک می‌خورد. این نوع آسیب‌دیدگی در تمامی جسم بتن ایجاد می شود و بر خلاف آسیب دیدگی‌های دیگر که از سطح خارجی آغاز می شود، از درون

تفسیر/توضیح

ت ۶-۲-۲ حمله‌ی سولفاتی

برخی سولفات‌ها مانند سولفات منیزیم ممکن است باعث از بین رفتن و تجزیه مواد چسباننده‌ی بتن شوند، درحالی‌که انبساط چندان زیادی را به‌وجود نمی‌آورد. خطرناک‌ترین سولفات‌ها به‌ترتیب سولفات منیزیم، سولفات سدیم و پتاسیم و سولفات کلسیم هستند. سولفات کلسیم به مقدار کم در آب حل می‌شود، بنابراین مقدار آن نمی‌تواند در آب‌های سطحی یا زیرزمینی از حد معینی تجاوز کند. درحالی‌که قابلیت انحلال سولفات‌های منیزیم، سدیم و پتاسیم به مراتب بیش‌تر است و ثابت شده است که اثرات زیان بار شدیدتری نیز نسبت به سولفات کلسیم دارند.

ت ۶-۲-۳ آسیب‌دیدگی بر اثر چرخه‌ی یخ زدن و آب شدن

در صورتی‌که نمک‌های یخ‌زدا در آب مجاور سطح بتن باشد، اثرات مخرب آن در یخبندان و آب شدن‌های پی در پی به‌مراتب بیش‌تر خواهد بود و پوسته پوسته شدن را در پی خواهد داشت. در صورتیکه این نمک‌ها حاوی کلرید باشند، ممکن است هم‌زمان خوردگی میلگردها را نیز به‌وجود آورند.

ت ۶-۲-۴ سایش و فرسایش

ت ۶-۲-۵ واکنش قلیایی سنگدانه‌ها

منظور از قلیایی‌های سیمان، اکسیدهای سدیم Na_2O و پتاسیم K_2O است که با برخی از سنگدانه‌های سیلیسی یا کربناتی واکنش می‌دهند. به‌همین دلیل سنگدانه‌های مشکوک به توانایی واکنش‌زایی مانند اوپال، کلسدونی، بعضی از اشکال کوارتز، کریستوبالیت، تری‌دیمیت و شیشه‌های سیلیسی از گروه سنگدانه‌های سیلیسی‌ها و برخی از دولومیت‌ها از گروه سنگدانه‌های کربناتی قبل از مصرف باید مورد بررسی قرار گیرند. واکنش‌های مورد نظر ممکن است به‌تدریج و معمولا در محیط‌های گرم و

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

باعث تخریب بتن می‌گردد. این آ سیب دیدگی صرفاً در محیط‌های مرطوب امکان پذیر است.

۶-۳ دسته‌بندی شرایط محیطی

در جدول ۱-۶ دسته‌بندی شرایط محیطی از دیدگاه دوام بتن ارائه شده است. این طبقه بندی موارد خاص را شامل نمی شود. برای مثال بکارگیری فولاد ضد زنگ یا استفاده از تمهیدات خاص برای جلوگیری از خوردگی یا پوشش‌های حفاظتی روی بتن و میلگرد (فولاد) را در بر نمی‌گیرد.

همچنین چنانچه بتن در معرض دو یا چند حالت رویاروئی هم‌زمان مطابق با رده‌های جدول ۱-۶ باشد، ممکن است نیاز به بررسی بیشتر برای اثر توامان آن‌ها باشد.

چنانچه بتن خارج از محدوده طبقه‌بندی دوام یا در معرض حملات شیمیایی خاص موجود در آب یا خاک قرار گیرد و یا سرعت آب حاوی املاح شیمیایی مجاور بتن زیاد باشد، باید مطالعات خاص از نظر دوام انجام شود.

۶-۴ ضوابط ویژه برای افزایش پایایی در شرایط محیطی مختلف

۶-۴-۱ کلیات

نفوذپذیری بتن، یکی از مهمترین عوامل موثر بر کاهش دوام و پایائی بتن می‌باشد. لذا باید با کنترل عوامل موثر بر نفوذپذیری، دوام بتن را افزایش داد.

تفسیر/توضیح

مرطوب پس از حدود ۵ سال و در محیط‌های مرطوب و سرد، پس از حدود ۱۰ سال آثار خود را به نمایش بگذارند.

ت ۶-۳ دسته‌بندی شرایط محیطی

رده‌بندی ارائه شده در جدول ۱-۶ در تطابق شرایط ملی با استاندارد جهانی ISO 22965-1 و استاندارد ملی ایران به‌شماره ۱-۱۲۲۸۴ ارائه شده است.

دسته‌بندی ارائه شده بر اساس شرایط محیطی دریا و مشابه سواحل جنوبی ایران تهیه شده و دما و غلظت املاح آب دریا در آن زیاد محسوب شده است. برای سایر محیط‌های دریایی نظیر شمال کشور که دما و غلظت املاح موجود در آب دریا به مراتب کم‌تر است، باید انتخاب نوع دسته‌بندی با رعایت شرایط حداکثر انطباق صورت گیرد. به عنوان مثال برای انتخاب دسته‌بندی شرایط محیطی می‌توان از شرایط یک درجه ملایم‌تر استفاده کرد.

ت ۶-۴ ضوابط ویژه برای افزایش پایایی در شرایط محیطی مختلف

ت ۶-۴-۱ کلیات

برای افزایش پایایی بتن می‌توان نفوذپذیری آن را با رعایت موارد (الف) الی (د) تقلیل داد:

الف- استفاده از سیمان مناسب؛

ب- استفاده از آب و سنگدانه‌های مناسب؛

پ- بهینه‌سازی عیار سیمان؛

ت- استفاده از نسبت جایگزینی مناسب مواد پوزولانی یا شبه سیمانی؛

ث- انتخاب صحیح و مناسب نسبت‌های مخلوط بتن؛

ج- استفاده از افزودنی‌های شیمیایی مانند روان‌کننده‌ها، مواد حباب هواساز؛

چ- کاهش و محدود نمودن نسبت آب به مواد سیمانی (سیمان و پوزولان و مواد شبه‌سیمانی)؛

ح- رعایت محدودیت حداکثر دمای بتن در هنگام بتن‌ریزی؛

خ- دقت در حمل و ریختن و پرهیز از جداشدگی؛

د- تأمین حداکثر تراکم با وسایل و روش‌های مناسب؛

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

تفسیر/توضیح

ذ- عمل‌آوری دقیق و کافی با روش‌های مناسب؛

ر- ایجاد پوشش مناسب بر سطح بتن.

توجه شود رعایت این موارد بر اساس اهمیت مرتب نشده است؛ به‌طور مثال نسبت آب به مواد سیمانی می‌تواند اهمیت بیش‌تری داشته باشد. درحالی‌که رعایت بند (الف) در کاهش نفوذپذیری یون کلرید موثر است، احتمال دارد بر کاهش نفوذپذیری در برابر آب یا هوا تاثیر چندانی نداشته باشد.

جدول ۱-۶ دسته‌بندی شرایط محیطی از دیدگاه دوام بتن

ردیف	رده‌بندی	رده مشخصه	توصیف شرایط	تشریح نمونه‌هایی از شرایط محیطی مشابه با رده‌بندی
۱	خطر خوردگی یا حملات شیمیایی وجود ندارد	X0	بتن غیر مسلح یا بدون فلزات مدفون، در همه شرایط به غیر شرایط یخزدن و آب شدن، بدون سایش یا حملات شیمیایی	-
			بتن آرمه در شرایط خیلی خشک	- بتن در داخل ساختمان‌ها با رطوبت بسیار کم
۲	خوردگی ناشی از یون‌های کلرید به غیر از آب دریای شور (بتن دارای میلگرد یا سایر فلزات مدفون که در تماس با آب یا خاک حاوی یون‌های کلرید می‌باشند مانند: نمک‌های یخزدا)	XCD1	رطوبت متوسط	- سطوح بتنی در معرض یون‌های کلرید هوا
		XCD2	مرطوب، به ندرت خشک	- استخر شنا و یا مخازن آب حاوی کلر آزاد
		XCD3	بتن آرمه در تماس مستقیم با خاک آلوده به یون کلرید	- قسمت‌هایی از ساختمان که در تماس با خاک مهاجم است، و زیر سطح آب زیرزمینی است.
		XCD4	چرخه‌های تر و خشک شدن با آب حاوی یون کلرید	- بخش‌هایی از ساختمان که در معرض پاشش کلریدی قرار دارد، - روسازی‌های محوطه‌ها، - دال پارکینگ‌های.
۳	خوردگی ناشی از یون‌های کلرید آب دریای شور (بتن دارای میلگرد یا سایر فلزات مدفون که در تماس با یون‌های کلرید ناشی از آب دریا یا نمک‌های موجود در هوا هستند)	XCS1	بتن آرمه در معرض نمک‌های کم موجود در هوا و خیلی دور از دریا	- سازه‌های خیلی دور از ساحل (بیش از ۵ کیلومتر)
		XCS2	بتن آرمه دائما غرقاب یا درون خاک آب‌دار یا مرطوب	- بخش‌هایی از سازه‌های دریایی که در آب دریا قرار دارند. - بخش‌هایی از سازه که در خاک ساحلی - زیر سطح تراز دریا قرار دارند. - سازه‌های نسبتا دور از ساحل (یک تا ۵ کیلومتر)
		XCS3	بتن آرمه در معرض نمک‌های زیاد موجود در هوا و بدون تماس مستقیم با آب دریا یا پاشش	- سازه‌های نزدیک ساحل (کمتر از یک کیلومتر)
		XCS4	نواحی در معرض پاشش و جزر و مد	- بخش‌هایی از سازه‌های دریایی در معرض پاشش و جزر و مد
۴	خوردگی ناشی از کربناته شدن (فقط بتن آرمه)	XCA1	شرایط خشک یا همواره مرطوب	- سطوحی که در محوطه‌ی بسته‌ی داخلی سازه قرار دارند، به استثنای محیط‌های داخلی سازه که رطوبت بالایی دارند. - سطوحی که همواره درون آب و بدون عوامل آسیب‌رسان باشند.
		XCA2	شرایط غالبا مرطوب و به ندرت خشک	- سطوحی که در طولانی مدت در معرض آب باشد همچون بسیاری از پی‌ها.
		XCA3	شرایط با رطوبت محیطی متوسط	- سطوح خارجی بتن آرمه که از بارش مستقیم باران مصون است. - سطحی که در معرض رطوبت هستند، همچون محیط حمام و آشپزخانه. بتن در مناطق گرم و خشک یا شهرها.
		XCA4	چرخه‌های تر و خشک شدن و غلظت زیاد کربن دی اکسید	- سطوحی که در معرض چرخه‌های تر و خشک شدن و هستند. - بتن در پالایشگاه‌ها نیروگاه‌های حرارتی، کارخانه‌های سیمان و آهک پزی که کربن دی اکسید در محیط آن‌ها زیاد است. - بتن در شهرهای گرم و مرطوب، تونل‌ها راه و راه‌آهن غیر برقی و پارکینگ‌ها بسته و طبقاتی.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

ادامه جدول ۶-۱ دسته‌بندی شرایط محیطی از دیدگاه دوام بتن

ردیف	رده‌بندی	رده مشخصه	توصیف شرایط	تشریح نمونه‌هایی از شرایط محیطی مشابه با رده‌بندی
۵	بتن در معرض چرخه-های یخ‌زدن و آب شدن و در محیط مرطوب قرار دارد	XFT0	درجه‌ی اشباع کم	- احتمال چند چرخه‌ی یخ زدن و آب شدن در هر سال وجود دارد.
		XFT1	درجه‌ی اشباع متوسط احتمال حضور نمک‌های یخ‌زدا وجود ندارد	- احتمال چرخه‌های یخ زدن و آب شدن در هر سال وجود دارد.
		XFT2	درجه‌ی اشباع زیاد احتمال حضور نمک‌های یخ‌زدا وجود دارد	- احتمال چرخه‌های یخ زدن و آب شدن در اجزاء قائم وجود دارد.
		XFT3	درجه‌ی اشباع زیاد با احتمال وجود نمک‌های یخ‌زدا	- چرخه‌های یخ زدن و آب شدن در اجزاء قائم وجود دارد.
۶	بتن در معرض حملات سولفاتی قرار دارد، اما یون کلرید قابل توجهی وجود ندارد	XS1	احتمال حملات سولفاتی متوسط	- بخش‌هایی از سازه‌ی بتنی که در معرض یون‌های سولفات موجود در آب و خاک مطابق جدول ۸-۶ قرار دارند.
		XS2	احتمال حملات سولفاتی شدید	- بخش‌هایی از سازه‌ی بتنی که در معرض یون‌های سولفات موجود در آب و خاک مطابق جدول ۸-۶ قرار دارند.
		XS3	احتمال حملات سولفاتی خیلی شدید	- بخش‌هایی از سازه‌ی بتنی که در معرض یون‌های سولفات موجود در آب و خاک مطابق جدول ۸-۶ قرار دارند.
۷	بتن در شرایط بروز واکنش قلیایی – سنگدانه قرار دارد	XAS1	واکنش ناشی از سنگدانه‌های سیلیسی	- بخش‌هایی از سازه‌ی بتنی که ممکن است با سنگدانه‌های سیلیسی واکنش‌زا و سیمان پرقلیا ساخته شده و دارای رطوبت باشند.
		XAS2	واکنش ناشی از سنگدانه‌های کربناتی	- بخش‌هایی از سازه‌ی بتنی که ممکن است با سنگدانه‌های کربناتی واکنش‌زا و سیمان پرقلیا ساخته شده و دارای رطوبت باشند.

پیش‌نویس مورخ ۲۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۶-۴-۲ الزامات برای بتن آرمه در معرض یون‌های کلرید

۶-۴-۲-۱ ضوابط نسبت های مخلوط و خواص بتن

در جدول۶-۲، ضوابط نسبت های مخلوط و خواص بتن برای شرایط محیطی در معرض یون‌های کلرید ارائه شده است.

تفسیر/توضیح

ت ۶-۴-۲ الزامات برای بتن آرمه در معرض یون‌های کلرید

ت ۶-۴-۲-۱ ضوابط نسبت های مخلوط و خواص بتن

در جدول۶-۲، جدول۶-۳ و جدول۶-۴ فرض بر آن است که آغاز خوردگی سازه در حدود ۲۵ سال باشد. بنابراین چنانچه نیاز به عمر بیش‌تری باشد، باید معیارهای مورد نظر را با توجه به طراحی دوام بر اساس عمر تغییر داد.

چنانچه رویارویی در سواحل دریای خزر مد نظر باشد، توصیه می‌شود یک درجه تخفیف در شرایط رویارویی جدول۶-۲ الی جدول۶-۵ در نظر گرفته شود.

در جدول۶-۲ در شرایطی که مصرف مواد جایگزین سیمان اجباری نیست، در صورتی که از مواد حباب‌ساز استفاده شود می‌توان حداکثر اندازه‌ی سنگدانه یا نسبت آب به مواد سیمانی را افزایش داد.

جدول۲-۶ ضوابط نسبت های مخلوط و خواص بتن برای شرایط محیطی در معرض یون‌های کلرید

طبقه‌بندی	دسته‌بندی	نوع سیمان انتخابی	حداقل مقدار مواد سیمانی Kg/m^3	حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی	حداقل رده‌ی بتن (مقاومت مشخصه)
۱	XCD1 XCS1	سیمان پرتلند[۱] نوع (۱) و (۲) و CEM I – SR10 و سایر سیمان‌های آمیخته [۲]	۳۲۵	۰/۵	C25
۲	XCD2 XCD3 XCS2	سیمان پرتلند[۱] نوع (۱) و (۲) و CEM I – SR10 و سایر سیمان‌های آمیخته[۲]	۳۲۵	۰/۴۵	C30
۳	XCD4 XCS3	سیمان پرتلند[۱] نوع (۱) و (۲) و CEM I – SR10 با مواد پوزولانی یا سرباره یا سیمان‌های آمیخته[۲]	۳۵۰	۰/۴۰	C35
۴	XCS4	سیمان پرتلند[۱] نوع (۱) و (۲) و CEM I – SR10 با مواد پوزولانی یا سرباره یا سیمان‌های آمیخته[۲]	۳۷۵	۰/۳۷	C40

۱- در محیط‌های دریایی آب‌شور و حاشیه آن، سیمان پرتلند باید بین ۶ تا ۱۰ درصد C_3A داشته باشد. همچنین استفاده از سیمان نوع ۵ برای بتن آرمه در شرایط حمله کلریدی مجاز نیست.

۲- سیمان‌های آمیخته شامل ترکیب سیمان پرتلند با مواد جایگزین سیمان، نظیر دوده‌ی سیلیس، سرباره، خاک ستر بادی و پوزولان‌های طبیعی یا م صنوعی با حداقل مقادیر مناسب (برای دوده‌ی سیلیس ۵ درصد، سرباره ۲۵ درصد، پوزولان طبیعی ۲۰ درصد، خاکستر بادی ۱۵ درصد، زئولیت و متاکائولن ۱۰ درصد) هستند. چنانچه از دوغاب دوده‌ی سیلیس یا موارد مشابه استفاده شود، مقدار حداقل دوده‌ی سیلیس موجود در بتن باید از حداقل مقدار فوق تبعیت نماید.

- حداکثر مواد سیمانی به ۴۲۵ کیلوگرم در متر مکعب محدود می‌شود. در صورت نیاز به مواد سیمانی به مقدار بیشتر، بویژه برای حداکثر اندازه کوچکتر از ۲۰ میلی‌متر یا بتن‌های خودتراکم یا پاششی، باید اقدام‌های لازم به‌منظور جلوگیری از ترک‌خوردگی ناشی از خشک شدن و کاهش حرارت ایجاد شده در قطعات حجیم، اعمال گشته و کیفیت کار توسط مهندس ناظر تایید گردد.

- حداقل و حداکثر مقادیر سیمان‌های ارایه شده در این جدول بر اساس حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه ۲۰ میلی‌متر است و در صورت کاهش حداکثر اندازه‌ی سنگدانه، می‌توان مقدار مواد سیمانی را متناسباً افزایش داد. افزایش حداکثر اندازه‌ی سنگدانه در چنین شرایطی توصیه نمی‌شود.

- در صورت مصرف مواد حباب‌ساز، می‌توان حداقل رده بتن را ۵ مگاپاسکال کاهش داد، مشروط بر اینکه از رده **C25** کمتر نشود.

جدول۳-۶ حداکثر مجاز یون‌های‌کلرید در بتن آرمه از نظر خوردگی فولاد برای ساخت جدید

نوع عضو بتنی	نسبت کلرید به مواد سیمانی بر حسب درصد وزنی	
	قابل حل در آب طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۸۹۴۷	**قابل حل در اسید** طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۸۹۴۶
بتن پیش‌تنیده*	۰/۰۶	۰/۰۸
بتن‌آرمه‌ای که در زمان بهره‌برداری در معرض رطوبت و کلریدها قرار گیرد مطابق رده **XCS4 , XCD4 ،XCS3**.	۰/۰۸	۰/۱
بتن‌آرمه‌ای که در زمان بهره‌برداری در معرض رطوبت و کلریدها قرار گیرد مطابق رده **XCS1 ،XCD1 ،XCD2 ،XCS2** و **XCD3**.	۰/۱	۰/۱۳
بتن‌آرمه‌ای که در زمان بهره‌برداری در معرض رطوبت بدون تماس با یون‌های کلرید باشد.	۰/۱۵	۰/۲۰
بتن‌آرمه‌ای که در زمان بهره‌برداری در حالت خشک باشد یا از رطوبت محافظت شود.	۰/۳۰	۰/۴۰

*- این الزامات با فرض قرارگرفتن در شرایط رده **XCS4 ،XCS3** و **XCD4** در نظر گرفته شده است. بدیهی است که برای شرایط رویارویی ملایم‌تر می‌توان از مقادیر ردیف بعدی استفاده کرد.

پیش‌نویس ویرایش ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

جدول۴-۶ مقادیر مجاز مشخصه از آزمایش‌های نفوذپذیری بتن برای تامین دوام بتن‌آرمه (الزامات عملکردی)

آزمایش / طبقه‌بندی شرایط محیطی	محدوده‌ی مجاز مقادیر مشخصه			
	۱	۲	۳	۴
	XCS1 وXCD1	XCD2 وXCS2 وXCD3	XCS3 وXCD4	XCS4
۱- حداکثر جذب آب نیم‌ساعته INSO 1608-122، درصد	۳/۵	۳	۲/۵	۲/۰
۲- حداکثر عمق نفوذ آب تحت فشار INSO 3201-5، میلی‌متر	۶۰	۴۵	۳۰	۲۰
۳- حداکثر نفوذپذیری کلرید به روش تسریع‌شده (RCPT) INSO 20793، کلمب	-	۳۵۰۰	۲۵۰۰	۱۵۰۰
۴- مهاجرت کلرید RCMT روش الف) INSO 21479 حداکثر، (mm/v.h) روش ب) INSO 21479 حداکثر، (m^2/s)	- -	۰/۰۴۵ $۱۸e^{-۱۲}$	۰/۰۳ $۱۲e^{-۱۲}$	۰/۰۲ $۸e^{-۱۲}$
۵- حداقل مقاومت الکتریکی چهار نقطه‌ای ونر[1] AASHTO T 358، (اهم-متر)	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰
۶- حداکثر هدایت الکتریکی[2] INSO 15428، (ms/m)	۲۰	۱۵	۱۲	۱۰

*۱- مقاومت‌های الکتریکی چهار نقطه‌ای ونر برای آزمونه‌های استوانه‌ای ۱۵۰*۳۰۰ میلی‌متر است، در صورتی که از استوانه ۱۰۰*۲۰۰ میلی‌متر استفاده شود، معیارهای مندرج در جدول باید در ۱/۲۵ ضرب گردد.*

۲- مقاومت الکتریکی حجمی، با هدایت الکتریکی بتن (ردیف۶) رابطه‌ی معکوس دارد. بنابراین چنانچه معکوس هدایت الکتریکی در عدد ۱۰۰۰ ضرب شود، مقدار مقاومت الکتریکی حجمی بتن بر حسب اهم – متر به‌دست می‌آید و معمولا در حدود دو سوم مقاومت الکتریکی چهار نقطه‌ای ونر است.

تذکرات مهم:

- سن آزمایش‌های فوق ۲۸ روز در نظر گرفته شده است. چنانچه از سیمان‌های آمیخته یا مواد پودری معدنی جایگزین سیمان، به جز دوده‌ی سیلیس استفاده شود، اجازه داده می‌شود تا با نظر نگارنده‌ی مشخصات فنی پروژه و با توجه به میزان کندی پیشرفت هیدراته شدن مواد مکمل سیمان، آزمایش‌های فوق در سن ۵۶ یا ۹۰ روز انجام شود و از معیارهای مربوط به ۲۸ روز استفاده گردد تا اطمینان بیش‌تری به‌وجود آید.

- انجام آزمایش‌های شماره‌ی ۱ یا ۲ (جذب آب و عمق نفوذ آب) برای نسبت های مخلوط به همراه حداقل دو آزمایش از ردیف‌های ۳ تا ۶ در شرایط رویارویی ستون‌های ۳، ۲ و ۴ الزامی است. در مورد ستون ۱ علاوه بر آزمایش ردیف ۱ یا ۲، صرفا یکی آزمایش از ردیف‌های ۵ و ۶ لازم است.

- در رابطه با کنترل بتن در کارگاه، انجام آزمایش ردیف ۱ به همراه حداقل یکی از آزمایش‌های ردیف‌های ۳ تا ۶ ضرورت دارد. در مورد شرایط رویارویی شرایط ۱، صرفا می‌توان از آزمایش ردیف ۱ استفاده نمود، هر چند توصیه می‌شود یکی از آزمایش‌های ۵ یا ۶ نیز انجام شود. در شرایط جزر و مد یا پاشش آب دریا و یا تا فاصله‌ی ۱۰۰۰ متری از ساحل، آزمایش ردیف ۱ به همراه حداقل دو آزمایش از بین آزمایش‌های ردیف ۳ تا ۶ اجباری است.

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

۶-۴-۲-۲ مقدار مجاز یون‌های کلرید در بتن

۶-۴-۲-۲-۱ به‌منظور حفاظت میلگردها در برابر خوردگی، حداکثر کلرید قابل حل در آب و یا در اسید بتن سخت‌شده ۲۸ روزه نباید از مقادیر حداکثر مجاز داده شده در جدول۳-۶ تجاوز کند.

تفسیر/توضیح

ت ۶-۴-۲-۲ مقدار مجاز یون‌های کلرید در بتن

ت ۶-۴-۲-۲-۱ یون کلریدید بتن سخت‌شده باید از نمونه‌ی پودری درون بتن به‌دست آید. در شرایطی که انجام آزمایش فوق، امکان‌پذیر نباشد، می‌توان مقدار یون کلرید اجزا تشکیل دهنده‌ی بتن شامل، سیمان، آب، مواد افزودنی شیمیایی و معدنی و سنگدانه، را به‌دست آورد و مجموع آن را بر حسب درصد وزنی سیمان محاسبه و با مقادیر کلرید محلول در اسید جدول۳-۶ مقایسه نمود. مقادیر حداکثر مجاز یون‌های کلرید بر حسب درصد وزنی سیمان آمده است. در صورتی که قرار باشد مقادیر یون‌های کلرید بر حسب وزن بتن تعیین شود، باید مقدار سیمان بر حسب کیلوگرم بر هر مترمکعب را بر وزن مخصوص بتن سخت‌شده‌ی خشک تقسیم کرد و مقدار حاصل را در مقدار یون کلرید بر حسب وزن سیمان ضرب نمود. برای مثال چنانچه مقدار سیمان بتن ۳۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب و وزن مخصوص

متن اصلی

۶-۴-۲-۲-۲ به‌منظور اعمال پارامترهای دوام در طراحی، علاوه بر مقاومت مشخصه، آزمایش‌های جذب آب، نفوذ آب و نفوذ یون‌های کلرید انجام می‌شود. محدودیت‌های لازم برای آزمایش‌های نفوذپذیری در جدول ۶-۴ آورده شده است.

۶-۴-۲-۳ پوشش بتنی روی میلگردها

۶-۴-۲-۳-۱ پوشش بتنی روی میلگردها برابر است با حداقل فاصله بین سطح بتن تا نزدیک‌ترین فولاد، اعم از آرماتور طولی یا عرضی یا سیم آرماتوربندی.

۶-۴-۲-۳-۲ مراعات الزامات ارایه شده در بند ۶-۴-۲-۳، در مورد انتهای میلگردهای مستقیم در کف‌ها و سقف‌هایی که در معرض شرایط جوی یا تعریق نباشند الزامی نیست.

۶-۴-۲-۳-۳ در صورت استفاده از نرم‌افزارها یا مدل‌های طراحی بر اساس دوام باید مقادیر ضخامت پوشش‌های بدست آمده از این روش‌ها را ملاک قرار داد. در غیر این صورت ضخامت پوشش بتنی میلگردها متناسب با شرایط محیطی و نوع عضو مورد نظر نباید از مقادیر داده شده در جدول ۶-۵ و موارد (الف) و (ب) کمتر باشد.

الف- قطر میلگردها؛

ب- چهار سوم بزرگ‌ترین اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ها.

۶-۴-۲-۳-۴ در صورتی‌که بتن دارای سطح فرورفته و برجسته (نقش‌دار یا دارای شکستگی) باشد، ضخامت پوشش باید از عمق فرورفتگی‌ها اندازه‌گیری شود.

۶-۴-۲-۳-۵ میلگردها و تمامی قطعات و صفحه‌های فولادی پیش‌بینی شده برای توسعه‌ی آتی ساختمان باید به‌نحو مناسبی در مقابل خوردگی محافظت شوند.

۶-۴-۲-۳-۶ در صورتی‌که لازم باشد عضوی دارای درجه آتشپادی معینی باشد، حداقل ضخامت پوشش بتن در برابر حریق باید ضوابط مندرج پیوست جلد دوم آئین‌نامه بتن را تأمین نماید.

تفسیر/توضیح

بتن خشک سخت‌شده، ۲۲۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد، برای محاسبه‌ی درصد یون کلرید نسبت به بتن باید درصد یون کلرید نسبت به وزن سیمان را بر عدد ۶ تقسیم نمود.

ت ۶-۴-۲-۲-۲ به‌عبارت دیگر، فاصله‌ی سطح بتن تا نزدیک‌ترین فلز، اعم از فولاد یا سایر موارد که در مقابل خوردگی محافظت نشده‌اند (بدون پوشش محافظ)، مانند سیم قالب‌بندی یا اقلام مدفون در بتن به‌عنوان پوشش بتنی محسوب می‌شوند.

ت ۶-۴-۲-۳ پوشش بتنی روی میلگردها

ت ۶-۴-۲-۳-۲ بدیهی است با توجه به ضخامت پوشش بتنی موجود در تیرچه‌های سقف‌های تیرچه بلوک، و مشابه آن نمی‌توان از آن‌ها در مناطق خورنده کلریدی استفاده نمود مگر اینکه نوع تیرچه تغییر یابد و ضوابط جدول ۶-۲ الی جدول ۶-۵ برای شرایط محیطی موجود رعایت نمود.

ت ۶-۴-۲-۳-۵ برای این منظور می‌توان از موادی مانند رزین اپوکسی یا رزین اپوکسی غنی شده با روی، استفاده نمود. همچنین می‌توان با آغشته کردن سطوح نمایان فولاد با گریس یا مواد قیری یا قطرانی و پوشاندن آن‌ها در لفافه‌های پلاستیکی، تا حدودی از خوردگی آن‌ها جلوگیری نمود.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

جدول۵-۶ مقادیر حداقل ضخامت پوشش بتن روی میلگردها (میلی‌متر) در شرایط محیطی خورنده‌ی کلریدی

نوع عضو	نوع شرایط محیطی			
	(۱) XCD1 XCS1	(۲) XCS2 XCD2 XCD3	(۳) XCS3 XCD4	(۴) XCS4
تیرهای اصلی و ستون‌ها	۴۵	۵۰	۶۵	۷۵
دال‌ها و تیر فرعی، تیرچه و دیوارها	۳۵	۴۰	۵۰	۶۰
پوسته‌ها و صفحات پلیسه‌ای	۳۰	۳۵	۴۵	۵۵
شالوده‌ها	۵۰	۶۰	۷۵	۹۰

- در صورتی‌که حفاظت‌های سطحی بتن با مواد مناسب انجام شود، مقادیر پوشش بتنی را می‌توان کاهش داد. میزان کاهش، باید بر اساس نوع پوشش و نتایج مطالعات آزمایشگاهی بدست آید.
- اگر رده بتن ۵ مگاپاسکال بیش از حداقل رده مندرج در جدول۲-۶ باشد می‌توان حداقل میزان پوشش را ۵ میلی‌متر کاهش داد.
- برای میلگرد با قطر بیش از ۳۶ میلی‌متر، مقادیر پوشش باید ۱۵ درصد اضافه شود.
- حداکثر مقدار پوشش روی میلگرد نباید از ۱/۲۵ برابر مقدار «حداقل»، بیشتر شود.

۶-۴-۳ الزامات برای بتن آرمه در خوردگی ناشی از کربناته شدن

۶-۴-۳-۱ مشخصات بتن و مقادیر حداقل مقاومت برای تامین دوام در برابر خوردگی میلگرد ناشی از کربناته شدن

در صورتی‌که بتن حاوی میلگرد یا فولاد پیش‌تنیده باشد، لازم است با توجه به رده‌ی مشخص شده در جدول ۱-۶ بتواند ضوابط ارائه شده در جدول ۶-۶ را تامین نماید. شایان ذکر است که ضوابط ارائه شده در این فصل شرایط خاص محافظتی بتن، همچون اعمال پوشش‌های سطحی و یا آرماتورهای خاص مانند آرماتورهای زنگ‌نزن را شامل نمی‌شود. در چنین مواردی لازم است که با توجه به کیفیت و عملکرد مصالح استفاده شده از دوام سازه در برابر خوردگی ناشی از کربناته شدن اطمینان حاصل گردد.

تفسیر/توضیح

ت ۶-۴-۳ **الزامات برای بتن آرمه در خوردگی ناشی از کربناته شدن**

ت ۶-۴-۳-۱ مشخصات بتن و مقادیر حداقل مقاومت برای تامین دوام در برابر خوردگی میلگرد ناشی از کربناته شدن

در محاسبات مقدار حداقل سیمان معادل که در جدول ۶-۶ ارائه شده، اصلاح مقدار سیمان معادل با در نظر گرفتن مواد افزودنی پوزری معدنی فعال بصورت زیر محاسبه گردد:

رابطه ۶-۱) (k× مقدار مواد افزودنی)+ مقدار سیمان = مقدار سیمان معادل

که در آن:

k: ضریب اصلاح سیمان

لازم است در رابطه ۶-۱ مقادیر ضریب اصلاح سیمان برای خاکستربادی، دوده‌ی سیلیسی، پوزولان طبیعی و سرباره‌ی کوره‌ی آهن‌گدازی تعیین گردد. این مقادیر به‌صورت خلاصه در جدول ۶-۷ و با جزئیات بیش‌تر در ادامه آمده است.

در صورتی‌که حداکثر نسبت جایگزینی پوزولان طبیعی یا خاکستربادی به مجموع وزن مواد سیمانی کم‌تر از ۲۵ درصد باشد، مقدار ضریب اصلاح سیمان برای خاکستر بادی یا پوزولان طبیعی، ۰/۴ در نظر گرفته می‌شود. در نسبت‌های جایگزینی بیش از ۲۵ درصد، از اثر مازاد بر ۲۵ درصد مواد پوزولانی مذکور

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی	تفسیر/توضیح
	صرف‌نظر می‌شود. در سیمان‌های آمیخته محدودیت نسبت ۲۵ درصدی باید به ۲۰ درصد کاهش یابد.
	مقدار ضریب اصلاح سیمان برای دوده‌ی سیلیسی برابر با ۲/۰ است. باید حداکثر نسبت دوده‌ی سیلیسی به سیمان ۰/۱۰ درنظر گرفته شده و در مقادیر بیش از آن از اثر مازاد بر ۱۰ درصد دوده‌ی سیلیسی به عنوان ماده‌ی سیمانی صرفنظر شود.
	ضریب اصلاح سیمان برای سرباره‌ی کوره‌ی آهن‌گدازی باید ۰/۶ در نظر گرفته شده و حداکثر مقدار سرباره نسبت به سیمان برابر یک منظور می‌شود. از مقادیر بیشتر سرباره صرفنظر می شود.

جدول ۶-۶ ضوابط انتخاب نسبت مخلوط و خواص بتن آرمه برای شرایط محیطی خوردگی ناشی از کربناته شدن

شرایط محیطی	پوشش روی میلگرد / مشخصات نسبت های مخلوط	رده‌ی مقاومت فشاری، حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی و حداقل مقدار سیمان برای بتن معمولی							
		۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
XCA1	حداقل رده‌ی مقاومت حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی حداقل مقدار مواد سیمانی	C۲۵ ۰/۵۵ ۳۲۵	C۲۰ ۰/۶۰ ۳۰۰	C۲۰ ۰/۶۰ ۲۷۵	C۲۰ ۰/۶۰ ۲۷۵	C۲۰ ۰/۶۰ ۲۷۵	C۲۰ ۰/۶۰ ۲۷۵	C۲۰ ۰/۶۰ ۲۷۵	C۲۰ ۰/۶۰ ۲۷۵
XCA2	حداقل رده‌ی مقاومت حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی حداقل مقدار مواد سیمانی	C۳۰ ۰/۴۵ ۳۵۰	C۳۰ ۰/۵۰ ۳۲۵	C۲۵ ۰/۵۵ ۳۰۰	C۲۵ ۰/۵۵ ۳۰۰	C۲۵ ۰/۶۰ ۳۰۰	C۲۵ ۰/۶۰ ۳۰۰	C۲۵ ۰/۶۰ ۳۰۰	C۲۵ ۰/۶۰ ۳۰۰
XCA3	حداقل رده‌ی مقاومت حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی حداقل مقدار مواد سیمانی	C۳۵ ۰/۴۵ ۳۵۰	C۳۵ ۰/۴۵ ۳۵۰	C۳۰ ۰/۵۰ ۳۲۵	C۳۰ ۰/۵۰ ۳۰۰	C۲۵ ۰/۵۵ ۳۰۰	C۲۵ ۰/۵۵ ۳۰۰	C۲۵ ۰/۵۵ ۳۰۰	C۲۵ ۰/۵۵ ۳۰۰
XCA4	حداقل رده‌ی مقاومت حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی حداقل مقدار مواد سیمانی	C۴۰ ۰/۴۰ ۳۷۵	C۴۰ ۰/۴۰ ۳۵۰	C۳۵ ۰/۴۵ ۳۵۰	C۳۰ ۰/۴۵ ۳۲۵	C۲۵ ۰/۵۰ ۳۰۰	C۲۵ ۰/۵۰ ۳۰۰	C۲۵ ۰/۵۵ ۳۰۰	C۲۵ ۰/۵۵ ۳۰۰
- رواداری منفی مجاز ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها حداکثر (۱۰-) میلی‌متر است.									

جدول ۶-۷ ضریب اصلاح مقدار سیمان با در نظر گرفتن مواد مکمل سیمانی

نوع ماده مکمل سیمانی	حداکثر درصد، نسبت به وزن مواد سیمانی	ضریب اصلاح سیمان	مشخصات لازم
پوزولان طبیعی [۱]	۲۵	۰/۴	استانداردهای ملی ایران شماره‌ی ۳۴۳۲ و ۳۴۳۳
دوده‌ی سیلیسی [۲]	۱۰	۲/۰	استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۱۳۲۷۸
سرباره‌ی کوره‌ی آهن‌گدازی [۳]	۵۰	۰/۶	استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۳۵۱۷
خاکستر بادی [۴]	۲۵	۰/۴	EN 450-1
۱ و ۴ - در نسبت‌های جایگزینی بیش از ۲۵ درصد نسبت به مواد سیمانی باید نسبت جایگزینی ۲۵ درصد لحاظ شود. در سیمان‌های آمیخته نسبت مذکور به ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. ۲ - در نسبت‌های جایگزینی بیش از ۱۰ درصد نسبت به مواد سیمانی، باید نسبت جایگزینی ۱۰ درصد در نظر گرفته شود. ۳ - در نسبت‌های جایگزینی بیش از ۵۰ درصد نسبت به مواد سیمانی، باید نسبت جایگزینی برابر ۵۰ درصد در نظر گرفته شود.			

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

۶-۴-۴ الزامات دوام بتن برای حمله‌ی سولفاتی

۶-۴-۴-۱ سازه‌های بتنی در تماس با یون‌های سولفات در معرض خرابی با درجات مختلف، به‌خاطر حمله‌ی سولفاتی هستند. منشاء یون‌های سولفات ممکن است خاک، آب زیرزمینی، آب دریا، پساب‌های صنعتی و ... باشد. در چنین شرایطی هر سازه‌ی بتنی باید به‌عنوان یک مسئله‌ی مهندسی ویژه در نظر گرفته و مستقلا بررسی و ارزیابی شود.

۶-۴-۴-۲ ممکن است سازه‌ی بتنی که همواره در بالای سطح آب زیرزمینی قرار دارد نیز در اثر حرکت رو به بالای یون‌های سولفات از فضاهای مویینه‌ی خاک در معرض حمله‌ی سولفاتی قرار گیرد. بنابراین این نوع سازه‌ها نیز باید حداقل رده‌ی مرتبط با خاک و آب را برآورده نمایند.

۶-۴-۴-۳ برای بتن‌های در معرض خطر حمله‌ی سولفاتی، باید نوع مواد سیمانی، حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی و حداقل مقاومت فشاری مشخصه‌ی ۲۸ روزه و مطابق با جدول ۶-۸ باشد. رعایت این موارد برای حمله‌ی توأم سولفات و کلرید، به‌ویژه در آب شور دریا یا آب‌های زیرزمینی و خاک‌های شور لازم نیست.

تفسیر/توضیح

ت ۶-۴-۴ الزامات دوام بتن برای حمله‌ی سولفاتی

ت ۶-۴-۴-۱ برای وقوع حمله‌ی سولفاتی نیاز به رطوبت کافی است. بنابراین صرف وجود سولفات در خاک نمی‌تواند به حمله‌ی مخرب به بتن منجر شود. بدیهی است نشت آب به درون زمین یا ایجاد نم موئینه می‌تواند شرایط حمله‌ی سولفاتی را فراهم کند.

هنگامی که تنها بخشی از سازه مدفون بوده و یا در تماس با خاک و آب سولفاتی باشد، تبخیر مستمر آب می‌تواند منجر به باقی ماندن غلظت بسیار زیادی از یون‌های سولفات در بتن شود. در نتیجه احتمال وقوع حمله‌ی سولفاتی شدید با وجود غلظت نه چندان زیاد یون‌های سولفات موجود در منبع وجود دارد. جاری بودن آب سطحی یا زیرزمینی می‌تواند حمله‌ی سولفاتی شدیدتری نسبت به آب ساکن دارای همان غلظت یون‌های سولفات ایجاد کند.

ت ۶-۴-۴-۲ نم موئینه حاوی سولفات می‌تواند از درون بتن بیرون از خاک یا آب، بالا آمده و حمله‌ی سولفاتی خود را به انجام رساند. این ارتفاع می‌تواند حتی تا یک متر نیز برسد.

ت ۶-۴-۴-۳ برای حمله‌ی توام سولفات و کلرید به بند ۶-۲-۵-۲ مراجعه شود.

جدول ۶-۸ – ضوابط نسبت های مخلوط و خواص بتن برای شرایط محیطی خوردگی ناشی از یون‌های سولفات

شرایط محیطی	مقدار یون سولفات محلول در آب (SO_4) در خاک (٪وزنی)	مقدار یون سولفات (SO_4) در آب (mg/l)	نوع مواد سیمانی	حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی	حداقل رده مقاومت فشاری* MPa
X0	۰/۱ >	۱۵۰ >	بدون محدودیت	بدون محدودیت	۲۰
XS1	۰/۲۰ > SO_4^{2-} ≥ ۰/۱۰	۱۵۰۰ > SO_4^{2-} ≥ ۱۵۰ یا آب دریا	مقاومت سولفاتی متوسط	۰/۵	۲۵
XS2	۲/۰۰ ≥ SO_4^{2-} ≥ ۰/۲۰	۱۰۰۰۰ ≥ SO_4^{2-} ≥ ۱۵۰۰	مقاومت سولفاتی زیاد	۰/۴۵	۳۰
XS3	۲/۰۰ <	۱۰۰۰۰ <	مقاومت سولفاتی زیاد	۰/۴	۳۵

* رعایت این محدودیت برای بتن‌های سبکدانه الزامی است. زیرا کنترل نسبت آب به مواد سیمانی عملا در بتن‌های سبکدانه میسر نمی‌شود. هرچند برای بتن معمولی نیز توصیه می‌گردد.

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

۶-۴-۴-۴ تعیین مقدار یون سولفات محلول در آب موجود در خاک باید بر اساس روش استاندارد ASTM C 1580 انجام پذیرد.

۶-۴-۴-۵ تعیین مقدار یون سولفات موجود در آب باید بر اساس روش استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۳۵۳ یا برای آب دریا یا آب‌های شور، باید مطابق با استاندارد ASTM D 4130 انجام پذیرد.

۶-۴-۴-۶ سیمان با مقاومت سولفاتی متوسط سیمانی است که در آزمایش استاندارد «تعیین تغییر طول ملات سیمان هیدرولیکی قرار گرفته در محلول سولفات» (استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۱۷۱۰۷)، مقدار انبساط کمتر از ۰/۰۵ درصد پس از ۶ ماه و ۰/۱۰ درصد پس از ۱ سال داشته باشد. سیمان پرتلند نوع ۲، انواع سیمان‌های آمیخته، ترکیب انواع سیمان‌های پرتلند با مقادیر مناسبی از افزودنی‌های معدنی نظیر دوده‌ی سیلیسی، خاکستر بادی، سرباره، انواع پوزولان‌های طبیعی و ... در صورت برآورده کردن الزام فوق می‌توانند در رده‌ی سیمان‌های با مقاومت سولفاتی متوسط قرار گیرند.

۶-۴-۴-۷ سیمان با مقاومت سولفاتی زیاد سیمانی است که در آزمایش استاندارد «تعیین تغییر طول ملات سیمان هیدرولیکی قرار گرفته در محلول سولفات» (استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۱۷۱۰۷)، مقدار انبساط کمتر از ۰/۰۵درصد پس از یک سال داشته باشد. سیمان پرتلند نوع ۵، انواع سیمان‌های آمیخته، ترکیب انواع سیمان‌های پرتلند با مقادیر مناسبی از افزودنی‌های معدنی نظیر دوده‌ی سیلیسی، خاکستر بادی، سرباره، انواع پوزولان‌های طبیعی و ... در صورت برآورده کردن الزام فوق می‌توانند در رده‌ی سیمان‌های با مقاومت سولفاتی زیاد قرار گیرند.

۶-۴-۴-۸ استفاده از سیمان‌های پرتلند آهکی و یا بتن حاوی پرکننده‌های معدنی مانند کربنات کلسیم و یا کربنات منیزیم در شرایط محیطی، با خطر حمله‌ی سولفاتی رده‌های XS1، XS2 و XS3 در هوای سرد و برای رده‌های XS2 و XS3 در شرایط محیطی معتدل و گرم نیز مجاز نیست.

۶-۴-۴-۹ به‌دلیل احتمال تشدید حمله‌ی سولفاتی، استفاده از کلرید کلسیم، سایر تندگیرکننده‌های حاوی نمک‌های کلسیمی و یا هر نوع افزودنی شیمیایی حاوی کلراید در

تفسیر/توضیح

ت ۶-۴-۴-۵ استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۲۳۵۳ مربوط به آب با مقادیر سولفات بین ۵ تا ۴۰ میلی‌گرم در لیتر است. استاندارد ASTM D 4130 مربوط به آب‌های شور و آب دریا با مقادیر یون‌های سولفات بیش از ۲۵ میلی‌گرم در لیتر است.

ت ۶-۴-۴-۸ در مناطق سرد، حمله‌ی سولفاتی ممکن است به‌صورت نوع خاص و فوق‌العاده شدیدی بروز نماید که با عنوان حمله‌ی سولفاتی توماژایتی شناخته می‌شود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی	تفسیر/توضیح
شرایط محیطی با خطر حمله‌ی سولفاتی رده‌های XS1، XS2 و XS3 مجاز نیست.	
۶-۴-۴-۱۰ علاوه بر حمله‌ی سولفاتی بیرونی که در آن یون‌های سولفات از محیط خارج وارد بتن شده و موجب خرابی می‌شوند، نوع خاصی از حمله‌ی سولفاتی داخلی وجود دارد که در اثر انبساط ناشی از تشکیل اترینگایت در بتن سخت‌شده به وجود می آید. این پدیده به تشکیل تاخیری اترینگایت موسوم است. به‌منظور جلوگیری از وقوع این نوع خرابی، کنترل میزان سولفات موجود در مخلوط بتن اولیه (ناشی از مواد سیمانی، سنگدانه، آب و افزودنی‌ها) و نیز عدم عمل‌آوری حرارتی بتن در دماهای بالای ۷۰ درجه سانتیگراد ضروری است.	
۶-۴-۵ الزامات دوام بتن برای شرایط رویارویی با آب دریا	ت ۶-۴-۵ **الزامات دوام بتن برای شرایط رویارویی با آب دریا**
۶-۴-۵-۱ شدت حالت رویارویی با آب دریا بسته به شرایط ذیل می‌تواند مختلف باشد:	
الف) چرخه‌های تر و خشک شدن و یا یخ زدن و ذوب شدن: ناحیه‌ی جزر و مدی و ناحیه پاشش می‌تواند سبب بروز این پدیده شود. در این حالت سازه در آسیب‌پذیرترین وضعیت قرار دارد و باید تدابیر مناسب برای جلوگیری از هوازدگی، حمله‌ی سولفاتی، خوردگی آرماتور و فرسایش به‌عمل آید.	
ب) استغراق کامل یا جزیی: در حالت استغراق کامل، خطر یخ‌زدگی علی‌رغم اشباع بتن کمتر است و احتمال خوردگی نیز به دلیل عدم دسترسی به اکسیژن کاهش می‌یابد.	
پ) در قسمت‌های بالاتر از ناحیه‌ی جزر و مدی و نیز بالای ناحیه‌ی پاشش، به دلیل عدم تر شدن بتن، خطر خرابی کاهش می‌یابد.	
۶-۴-۵-۲ با افزایش میزان C3A در سیمان، مقاومت در برابر نفوذ یون کلراید افزایش یافته، اما مقاومت در برابر حمله‌ی سولفاتی کاهش می‌یابد. لذا در محیط آب دریا با غلظت زیاد یون‌های کلراید و سولفات، استفاده از سیمان پرتلند با مقدار C3A بین ۶٪ تا ۱۰٪ ضرورت دارد.	

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۶-۴-۵-۳ در محیط‌های دریایی نیز می‌توان به جای سیمان‌های توصیه شده در جدول۲-۶ از سیمان‌های پرتلند به همراه مواد جایگزین مناسب استفاده کرد.

۶-۴-۶ الزامات دوام بتن در معرض چرخه یخزدن و آب شدن

۶-۴-۶-۱ چرخه‌های یخ زدن و آب شدن در بتن می‌تواند منجر به ترک‌خوردگی و فروپاشی بتن گردد. برای کاهش آسیب دیدگی ناشی از این پدیده باید الزامات زیر و جدول ۶-۹ رعایت گردد.

۶-۴-۶-۲ برای بررسی عملکرد دوام بتن در برابر چرخه‌ی یخزدن و آب‌شدن می‌توان از آزمایش استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۹۲۲۷ استفاده نمود.

۶-۴-۶-۳ برای ارزیابی دوام در برابر چرخه‌ی یخ زدن و آب شدن به همراه نمک‌های یخ زدا می‌توان از آزمایش استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۷۰۴۱ استفاده نمود.

۶-۴-۶-۴ الزامات استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۳۰۲ در مورد سلامت سنگدانه، رعایت شود.

۶-۴-۶-۵ بتنی که احتمال می‌رود در معرض یخ زدن و آب شدن یا اثر چرخه‌ی یخ زدن و آب شدن در حضور نمک‌های یخزدا قرار گیرد، باید با مواد افزودنی حباب‌ساز ساخته شود. مقدار درصد حباب هوا در بتن تازه باید طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۳۸۲۳ و ۳۵۲۰ اندازه‌گیری شده و مطابق جدول ۶-۱۰ باشد. در صورتی که مقاومت فشاری بتن از ۳۵ مگاپاسکال بیشتر باشد، می‌توان مقادیر درج شده در جدول ۶-۱۰ را به میزان یک درصد کاهش داد.

۶-۴-۷ الزامات دوام بتن برای کنترل واکنش قلیایی – سنگدانه

۶-۴-۷-۱ کلیات

۶-۴-۷-۱-۱ برخی از سنگدانه‌های سیلیسی و کربناتی فعال با اکسیدهای قلیایی سیمان (Na_2O, K_2O) در محیط مرطوب ترکیب می‌شود و محصولات واکنشی حاصله با انبساط بتن همراه است و می‌تواند منجر به بروز ترک‌های نقشه‌ای

تفسیر/توضیح

ت ۶-۴-۶ الزامات دوام بتن در معرض چرخه یخزدن و آب شدن

ت ۶-۴-۶-۴ آزمون سلامت سنگدانه و معیارهای آن در بحث دوام در برابر یخ زدن و آب شدن، بحث برانگیز است و نمی‌توان به‌طور کامل به آن اطمینان نمود.

ت ۶-۴-۶-۵ چنانچه با آزمایش طبق بندهای ۶-۴-۶-۲ و ۶-۴-۶-۳ یا دیگرآزمون‌ها، بسته به مورد نشان داد که عملکرد بتن در شرایط یخ زدن و آب شدن متوالی دارای عملکرد قابل قبولی است، می‌توان از جباب هوای کم‌تری استفاده کرد.

به هر حال با توجه به احتمال کاهش هوای عمدی بتن بر اثر حمل یا پمپ کردن، درصد هوای لازم اولیه، معمولا بیشتر از درصد هوای پای کار و پس از پمپ شدن، از اهمیت برخوردار است.

ت ۶-۴-۷ الزامات دوام بتن برای کنترل واکنش قلیایی – سنگدانه

ت ۶-۴-۷-۱ کلیات

ت ۶-۴-۷-۱-۱ آزمایش سنگ‌شناسی به تنهایی برای تشخیص واکنش‌زایی سنگدانه کافی نیست و باید با آزمایش‌های تکمیلی دنبال گردد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۱۶

متن اصلی

(موزائیکی) گردد. این نوع آسیب‌دیدگی در تمامی جسم بتن ایجاد شده و به عکس آسیب دیدگی‌های دیگری که معمولا از سطح خارجی بتن شروع می‌شوند، از درون باعث تخریب بتن می‌گردد.

۶-۴-۷-۱-۲ سنگدانه‌ی سیلیسی نظیر اوپال، چرت، کلسدونی، کریستوبالیت، تری دیمیت، بعضی از اشکال کوارتز دگرگون شده و شیشه‌های سیلیسی، توانایی واکنش‌زایی با قلیایی‌های سیمان را دارند. از سنگ‌های کربناتی، واکنش قلیایی برخی سنگ‌های آهکی دولومیتی نیز گزارش شده است.

تفسیر/توضیح

به‌طور معمول نتایج واکنش‌زائی سنگدانه‌ها را در آزمایش ملات منشوری تسریع شده به سه بخش «غیر فعال»، «مشکوک» و «فعال» تقسیم می‌کنند. در صورتیکه میزان انبساط در آزمایش تسریع شده ملات منشوری در محدوده‌ی غیر فعال قرار گیرد، می توان از سنگدانه استفاده کرد.

ت ۶-۴-۷-۱-۲ در صورتیکه میزان انبساط این آزمایش در محدوده‌ی مشکوک قرار گیرد، باید آزمایش درازمدت منشور بتنی صورت پذیرد و چنانچه میزان انبساط در محدوده‌ی فعال قرار گیرد، توصیه می‌شود تا آن سنگدانه در بتن استفاده نشود، مگر آن‌که در آزمایش منشور بتنی در محدوده‌ی غیر فعال قرار گیرد و یا با استفاده از روش‌های کنترل انبساط، میزان آن را به کم‌تر از حد مجاز کاهش داد.

در صورتی‌که میزان انبساط در آزمایش درازمدت منشورهای بتنی از حداکثر مجاز کمتر شود، سنگدانه غیرفعال بوده و می‌توان آن را در بتن مصرف نمود.

در صورتیکه میزان انبساط در آزمایش دراز مدت منشور بتنی بیش از حداکثر مجاز باشد، باید از مصرف آن سنگدانه اجتناب نمود و یا با روش‌های پیشگیرانه مثل کاهش قلیائی‌های سیمان یا ترکیبی از سنگدانه‌های فعال و غیر فعال و یا کاربرد مواد پوزولانی، انبساط را کنترل نمود.

آزمایش اندازه‌گیری واکنش قلیایی-سیلیسی سنگدانه‌ها به روش شیمیایی مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۷۸۸۲ نیز وجود دارد و نتایج آن قابل اعتماد نیست.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

جدول ۹-۶ الزامات بتن در مناطق رویارو با چرخه‌های یخ زدن و آب شدن

شرایط محیطی	حداقل درصد هوای کل مورد نیاز	حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی	حداقل رده‌ی مقاومت فشاری بتن
XFT0	-	۰/۵۵	C25
XFT1	طبق جدول ۱۰-۶	۰/۵۵	C25
XFT2		۰/۴۵	C30
XFT3		۰/۴۰	C30

جدول ۱۰-۶ مقدار کل حباب‌های هوا برای بتن مقاوم در برابر یخ‌زدن و آب شدن

حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه (میلی‌متر)	مقدار درصد هوا * درشرایط محیطی	
	XFT2 و XFT3	XFT1
۹/۵	۷/۵	۶
۱۲/۵	۷	۵/۵
۱۹	۶	۵
۲۵	۶	۴/۵
۳۸	۵/۵	۴/۵
۵۰	۵	۴
۶۳	۴/۵	۳/۵

* برای رواداری مقدار هوا در نسبت های مخلوط و در محل مصرف به فصول کیفیت بتن و کنترل و پذیرش بتن مراجعه شود.

متن اصلی

۶-۴-۷-۲ ارزیابی واکنش قلیایی-سنگدانه

أ) سنگدانه‌های سیلیسی

برای تشخیص امکان واکنش‌زایی سنگدانه‌های سیلیسی لازم است آزمایش‌های زیر صورت پذیرد.

الف- آزمایش سنگ‌شناسی برای تشخیص کانی‌های فعال مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۳۵۵۲؛

ب- آزمایش قابلیت واکنش سنگدانه‌ها با قلیایی‌ها به روش ملات منشوری تسریع شده، مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۸۷۵۳؛

پ- آزمایش قابلیت انبساط‌پذیری به روش بررسی تغییر طول منشورهای بتنی ناشی از واکنش سنگدانه‌ها با قلیایی مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۸۱۴۹؛

ت- آزمایش قابلیت واکنش‌زائی قلیائی - سیلیسی ترکیبات مواد سیمانی و سنگدانه به‌روش ملات منشوری تسریع شده، مطابق با استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۷۱۰۶.

ب) سنگدانه‌های کربناتی

برای تشخیص امکان واکنش‌زایی سنگدانه‌های کربناتی باید آزمایش‌های زیر صورت پذیرد:

الف- آزمایش سنگ‌نگاری برای تشخیص کانی‌های فعال مطابق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۳۵۵۲

ب- آزمایش شیمیایی تعیین اکسیدهای کربناتی مطابق استاندارد کانادا به‌شماره‌ی CSA A23.2-26A

پ- آزمایش اندازه‌گیری پتانسیل واکنش‌زائی سنگدانه‌های کربناتی با روش استوانه‌ی سنگی مطابق با استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۷۶۵۶.

ت- آزمایش قابلیت انبساط‌پذیری به روش بررسی تغییر طول منشورهای بتنی ناشی از واکنش سنگدانه‌ها با قلیایی‌ها مطابق با استاندارد ASTM C1105.

۶-۴-۷-۳ روش‌های پیشگیرانه از واکنش قلیایی سنگدانه‌ها

در صورتیکه در آزمایش‌های استاندارد و پس از ارزیابی کامل، سنگدانه واکنش‌زا تشخیص داده شود، بهترین روش پیشگیرانه، کاهش قلیائی معادل سیمان و بتن می باشد (به

تفسیر/توضیح

ت ۶-۴-۷-۲ ارزیابی واکنش قلیایی-سنگدانه

چنانچه آزمایش بند ب (استاندارد ملی ایران به‌شماره ۸۷۵۳) مشکوک بودن سنگدانه یا واکنش‌زا بودن آن را نشان دهد، لازم است آزمایش بند پ (استاندارد ملی ایران به شماره ۸۱۴۹) نیز انجام شود.

چنانچه بخواهیم از مواد پوزولانی یا سرباره‌ای برای کاهش انبساط ناشی از واکنش‌زایی با قلیایی‌ها استفاده کنیم، لازم است ترکیب مواد سیمانی در آزمایش استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۱۰۶ بکار گرفته شود.

بدیهی است استفاده از آزمایش سنگ‌نگاری جهت شناسایی کانی-های واکنش‌زا و تفسیر نتایج آزمایش کوتاه مدت و دراز مدت، توصیه می گردد.

ت ۶-۴-۷-۳ روش‌های پیشگیرانه از واکنش قلیایی سنگدانه‌ها

در صورت نیاز به مصرف سنگدانه‌ی فعال، کاهش قلیائیت معادل سیمان ($Na_2O + 0.658\ k_2O$) راه حل دیگر پیشگیرانه است. در هیچ حالتی معادل قلیایی سیمان نباید از ۰/۶ درصد بیشتر شود.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

فصل سوم، بند ۳-۱-۳ مراجعه شود). روش پیشگیرانه دیگر کاربرد مواد مکمل سیمان نظیر پوزولان های طبیعی، خاکستر بادی، سرباره‌ی کوره های آهنگدازی و دوده‌ی سیلیس است. برای اطمینان از کاهش و کنترل میزان انبساط سنگدانه باید آزمایش‌های استاندارد واکنش قلیایی سیلیسی- سنگدانه‌های ذکر شده با مقادیر مختلف ماده‌ی مکمل سیمان انجام و پس از اطمینان از میزان انبساط‌های کمتر از حداکثر مجاز، نوع پوزولان و در صد جایگزینی آن را مشخص نمود. همچنین کاهش نسبت آب به مواد سیمانی، کاهش مقدار سیمان و کنترل رطوبت در بتن و استفاده از برخی از افزودنی‌های شیمیایی به‌عنوان راه حل کنترل این نوع واکنش قلیایی سیلیسی شناخته می‌شود.

تفسیر/توضیح

در بعضی سنگدانه‌های فعال کربناتی لازم است مقادیر کمتر قلیاها در سیمان و تا حد کمتر از ۰/۴ درصد آزمایش شود تا از میزان انبساط به کمتر از حداکثر مجاز اطمینان حاصل گردد.

۶-۴-۸ الزامات دوام بتن برای سایش و فرسایش

ت ۶-۴-۸ **الزامات دوام بتن برای سایش و فرسایش**

۶-۴-۸-۱ بتن هائی که در معرض عوامل سایشی قرار می‌گیرند باید با انجام تمهیدات لازم، مقاومت مورد نیاز را به دست آورند.

۶-۴-۸-۲ انواع کف‌های بتنی که در معرض عوامل سایشی قرار می‌گیرند در جدول ۶-۱۱ طبقه‌بندی شده‌اند.

۶-۴-۸-۳ بر اساس طبقه‌بندی ارایه شده در جدول ۶-۱۱، حداقل مقاومت فشاری و حداکثر اسلامپ لازم در جدول ۶-۱۲ ارایه شده است.

۶-۴-۸-۴ حداقل و حداکثر مواد سیمانی مصرفی برای ساخت کف‌های بتنی مقاوم در برابر سایش در جدول ۶-۱۳ آورده شده است.

۶-۴-۸-۵ برای افزایش مقاومت سایشی بتن کف، می‌توان از حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی کوچک‌تر و یا مقاومت سایشی بیش‌تر، دوده‌ی سیلیس، پلیمر شیره‌ی لاستیک استایرن بوتادین (S.B.R.) یا ترکیبی از آن‌ها استفاده نمود. همچنین پرداخت صحیح و اصولی سطح، عمل‌آوری مناسب و طولانی‌تر (افزایش رده‌ی عمل‌آوری) و پاشش مواد ریز سخت بر سطح بتن و پرداخت آن نیز می تواند به‌کار رود.

ت ۶-۴-۸-۵ مقادیر پیشنهادی دوده‌ی سیلیس و شیره‌ی لاستیک استایرن بوتادین (S.B.R.) در جدول ت ۶-۱ و جدول ت ۶-۲ آورده شده است. استفاده همزمان دوده‌ی سیلیس و پلیمر S.B.R. سبب افزایش مقاومت سایشی می‌شود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی *تفسیر/توضیح*

جدول ت ۶-۱ مقادیر پیشنهادی دوده‌ی سیلیسی (جایگزین سیمان) برای انواع کف‌ها

نوع کف	حداقل درصد دوده‌ی سیلیسی پیشنهادی به وزن مواد سیمانی
۱	-
۲	۵
۳	۶
۴	۸
- حداکثر میزان دوده‌سیلیسی نیز به ۲ درصد بیش از مقادیر فوق محدود می‌شود.	

جدول ت ۶-۲ مقادیر پیشنهادی S.B.R (شیره‌ی لاستیک استایرن بوتادین) برای انواع کف‌ها

نوع کف	مقادیر *SBR
۱	-
۲	۵
۳	۱۰
۴	۱۵

*-درصد پیشنهادی براساس SBR مایع با درصد جامد ۵۰ درصد ارایه شده است.

جدول ۱۱-۶ طبقه‌بندی انواع کف‌های بتنی

طبقه‌بندی	نوع ترافیک عبوری	مورد استفاده	تمهیدات خاص	پرداخت سطحی
۱	ترافیک انسانی	ادارات، فضاهای تجاری، آموزشی، مسکونی و مشابه	پرداخت سطحی یکنواخت و مناسب، سنگدانه‌ی طبیعی با سختی سایشی LA40، عمل‌آوری رده ۲	ماله‌ی معمولی
۲	ترافیک انسانی شدید و ترافیک ماشینی سبک	پارکینگ‌های طبقاتی، فضاهای مذهبی، اداری و خدماتی پر تردد	تسطیح کامل سطحی، سنگدانه‌ی معمولی با سختی سایشی LA35، عمل‌آوری رده ۳، پر کردن درزها با درز پرکن مناسب	ماله‌ی مکانیکی معمولی
۳	ترافیک متوسط ماشین آلات صنعتی با چرخ لاستیکی	پارکینگ‌های طبقاتی و روباز، کف‌های صنعتی معمولی	زیراساس آماده شده، سنگدانه با سختی سایشی LA30، پر کردن درزها با درز پرکن مناسب، مقاومت در برابر سایش، عمل‌آوری رده‌ی ۳	ماله مکانیکی معمولی با تیغه‌های فلزی سخت
۴	ترافیک سنگین ماشین آلات صنعتی با چرخ لاستیکی یا چرخ فولادی	کف‌های صنعتی با ترافیک سنگین و بارهای ضربه‌ای، پارکینگ‌های روباز ماشین آلات صنعتی و سنگین	زیراساس آماده شده‌ی سنگدانه با سختی سایشی LA25، پر کردن درزها با درز پرکن مناسب، انتقال بارهای سنگین با داول، مقاومت در برابر سایش، عمل‌آوری رده‌ی ۴	سخت کننده‌های فولادی یا معدنی برای سطح بتن و ماله‌کشی مکانیکی با تیغه‌های فلزی سخت

جدول ۱۲-۶ الزامات اسلامپ (بدون روان کننده یا قبل از استفاده از آن*) و رده مقاومتی بتن کف

طبقه‌بندی	حداقل رده‌ی مقاومت فشاری (MPa)	حداکثر اسلامپ (mm)
۱	C20	۹۰
۲	C25	۹۰
۳	C30	۷۰
۴	C35	۴۰
* - حداکثر میزان اسلامپ ارایه شده در جدول، مقادیر اسلامپ قبل از افزودن روان‌کننده است. ضمنا نباید از اسلامپ نسبت های مخلوط بیش‌تر باشد. پس از افزودن روان‌کننده، محدودیتی وجود ندارد مگر اینکه در نسبت های مخلوط محدودیتی پیش بینی شده باشد.		

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۲/۲۶

متن اصلی

۶-۴-۸-۶ برای تعیین مقاومت سایشی سنگدانه‌های مصرفی در بتن کف باید از آزمایش مقاومت سایشی به روش لس‌آنجلس (استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۸۴۴۷) استفاده نمود.

۶-۴-۸-۷ حداکثر سایش کف‌های بتنی با استفاده از آزمایش استاندارد ملی به‌شماره‌های ۲۰۱۸۵، ۲-۷۵۵ و ۱۷۳۰۸ باید مطابق با الزامات جدول ۶-۱۴ باشد.

جدول ۶-۱۳ حداقل و حداکثر سیمان توصیه شده برای کف‌های بتنی

حداکثر اندازه‌ی سنگدانه (mm)	حداقل و حداکثر سیمان مصرفی در متر مکعب بتن
۲۵	۳۰۰-۳۷۵
۱۹	۳۲۵-۴۰۰
۱۳	۳۵۰-۴۲۵
۱۰	۳۷۵-۴۵۰

جدول ۶-۱۴ حداکثر سایش قابل قبول در انواع کف‌های بتنی

طبقه‌بندی کف‌ها	حداکثر سایش قابل قبول، mm، به روش چرخ پهن ISIRI 20185, 755	حداکثر سایش قابل قبول، $cm^3/50cm^2$، به روش بوهم ISIRI 20185, 755	حداکثر سایش قابل قبول، mm، بر اساس روش A آزمایش استاندارد ملی ایران ۱۷۳۰۸
۱	۲۶	۲۶	۱
۲	۲۳	۲۰	۰,۸
۳	۲۰	۱۸	۰,۶
۴	۱۷	۱۶	۰,۴
چنانچه با آزمایش‌های عملکردی ثابت شود که مقاومت سایشی قابل قبولی وجود دارد می‌توان از الزامات تجویزی جدول ۶-۱۲ و جدول ۶-۱۳ صرفنظر نمود.			

۶-۵ الزامات دوام بتن در مقابل آتش

در خصوص الزامات دوام بتن در مقابل آتش به فصل مربوطه در مقررات ملی ساختمان رجوع گردد.

۶-۶ تخمین عمر مفید سازه‌های بتن آرمه

۶-۶-۱ استفاده از مدل‌های تایید شده آزمایشگاهی و عددی که بر اساس عملکرد مواد و مصالح مشابه آنچه در عمل مورد استفاده قرار می‌گیرد، جهت استفاده در تخمین

تفسیر/توضیح

ت ۶-۴-۸-۷ برای سنجش میزان و یا مقاومت در برابر سایش کف‌های بتنی چندین آزمایش استاندارد پیشنهاد شده‌اند. این آزمایش‌ها تحت عوامل سایش دهنده نظیر چرخ‌های سمباده‌ای، گلوله‌های فولادی و ماسه‌پاشی صورت می‌پذیرد. این آزمایش‌ها در استانداردهای ملی ایران به‌شماره‌های ۱۷۳۰۷، ۱۷۳۰۸ و ۱۷۳۰۹ آورده شده‌اند.

ت ۶-۵ الزامات دوام بتن در مقابل آتش

ت ۶-۶ تخمین عمر مفید سازه‌های بتن آرمه

ت ۶-۶-۱ جهت تخمین عمر مفید و طراحی بر اساس دوام می‌توان از Model Code 2010 فدراسیون بین‌المللی بتن (FIB) یا گزارش شماره‌ی 130-CSL کمیته‌ی فنی RILEM با توجه به شرایط بومی کشور استفاده کرد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

عمر مفید سازه‌های بتن آرمه در شرایط محیطی می‌توان از یکی از روش های زیر استفاده نمود:

الف- مدل‌های قطعی (Deterministic Models)

ب- مدل‌های احتمالاتی (Probabilistic Models)

مدل عمر مفید توسط مهندسین مشاور تهیه و جهت تایید و اثبات انطباق آن با شرایط اجرائی واقعی، مورد بررسی و تایید قرار می‌گیرد.

می‌توان جهت توسعه‌ی مدل‌های احتمالاتی، از شبیه‌سازی مونت کارلو با توجه به ضریب تغییرات مشخصات مواد و مصالح و شرایط اجرائی واقعی بهره جست.

برخی نرم‌افزارهای محاسباتی در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی داخل کشور که بر اساس مطالعات دوام بتن در سواحل جنوبی کشور توسعه یافته است، با توجه به داده‌ها، مشخصات بتن و شرایط محیطی به‌سادگی عمر مفید بتن آرمه را با در نظر گرفتن زمان شروع خوردگی با روش احتمالاتی محاسبه می‌نمایند. همچنین می‌توان با این نرم افزارها با در نظرگیری عمر مفید لازم برای سازه بتنی، مشخصات بتن و ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها را مشخص نمود.

مثال‌هایی از مدل‌های قطعی برای تخمین عمر مفید به شرح ذیل است:

طراحی بر اساس دوام در مقابل نفوذ یون کلرید

به‌منظور پیش‌بینی عمر مفید سازه‌های بتن آرمه در محیط‌های خورنده، که یون کلرید عامل اصلی خرابی آن است، باید از مدل‌های پیش‌بینی عمر مفید مربوط به همان ناحیه استفاده نمود. معادله‌ی کلی تخمین عمق نفوذ یون کلرید که تابع قانون دوم فیک از طریق تئوری انتشار است، به‌صورت رابطه ت ۶-۲ آمده است.

رابطه ت ۶-۲

$$C_{(x,t)} = C_0 + (C_{S,\Delta x} - C_0)\left[1 - erf\,\frac{a - \Delta x}{2\sqrt{D_{app,c}\,t}}\right]$$

$C_{(x,t)}$: مقدار کلرید در عمق x (سطح سازه x=0 m) در زمان t [درصد وزن سیمان]

C_0: مقدار کلرید اولیه‌ی بتن [درصد وزن سیمان]

$C_{S,\Delta x}$: مقدار کلرید در عمق $\boldsymbol{\Delta x}$ در زمان t [درصد وزن سیمان]

x: عمق متناسب با مقدار کلرید $\boldsymbol{C_{(x,t)}}$ [m]

a: ضخامت پوشش بتنی روی میلگرد [mm]

Δx: عمق ناحیه‌ی همرفت (لایه‌ی بتن که تا آن ناحیه‌ی فرآیند نفوذ کلرید از قانون انتشار دوم فیک تبعیت نمی‌کند) [mm]

$D_{app.c}$: ضریب انتشار کلرید در بتن $[mm^2/year]$

erf: تابع خطا

طراح می‌تواند با تعیین و قرار دادن کلیه پارامترها، زمان t را محاسبه و بدین‌وسیله زمان آغاز خوردگی در این حالت را پیش بینی نماید. بدیهی است، مقدار کلرید در سطح میلگرد باید معادل کلرید بحرانی برای آن بتن قرار داده شود.

طراحی بر اساس دوام در برابر خوردگی ناشی از کربناته شدن

درصورتیکه خوردگی آرماتور در اثر نفوذ گاز دی‌اکسیدکربن و پدیده‌ی کربناته شدن بتن صورت پذیرد، پیش بینی عمر مفید می‌تواند بر اساس رابطه ت ۶-۳ انجام شود.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

۶-۶-۲ مدل‌های عمر مفید باید بر اساس مکانیزم خرابی موثر غالب با توجه به شرایط محیطی مورد تایید قرار گیرند.

۶-۶-۳ مواد و مصالح و شرایط اجرایی مورد استفاده در مدل عمر مفید، باید حداکثر تطبیق با مواد و مصالح و شرایط اجرائی واقعی را داشته باشند.

۶-۶-۴ توصیه اکید می‌شود که عمر مفید سازه‌های مهم و استراتژیک در شرایط محیطی XCD4، XCS3 و XCS4 را به یکی از روش‌های احتمالاتی تخمین عمر مفید که مبتنی بر قابلیت اعتماد است و پس از تائید نتایج توسط مدل قطعی برآورد کرد.

رابطه ت ۶-۳

$$x=at^{0.5}$$

دراین رابطه x عمق نفوذ کربناته شده‌ی بتن، t زمان و a پارامتری است که به شرایط محیطی و مشخصات بتن وابسته است.

مهندس طراح می‌تواند با کاربرد رابطه‌ی فوق در منطقه‌ی مورد نظر و قراردادن ضخامت پوشش بتنی روی آرماتور (x) و پارامتر a، زمان لازم برای آغاز خوردگی و در نتیجه عمر مفید را پیش‌بینی نماید. این پدیده امروز در شهرهای پر جمعیت و پرترافیک و همچنین ریز اقلیم‌های خاص دارای غلظت زیاد گاز دی‌اکسیدکربن که قبلا ذکر شد، برای سازه‌های بتن‌آرمه اهمیت زیادی دارد.

برای اطلاعات بیش‌تر می‌توان به منابع معتبر مانند منبع اکربناسیون بتن-رساله ی دکتری-دانشگاه امیر کبیر ، امیر طریقت.] مراجعه نمود.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

فصل هفتم

قالب‌بندی و درزهای بتن

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۷-۱ قالب‌بندی

۷-۱-۱ تعاریف

۷-۱-۱-۱ **قالب:** سازه‌ای موقت است که بتن را تا زمانی که سخت شده و به مقاومت کافی برسد و بتواند وزن خود و بارهای وارده را تحمل کند، نگهداری می‌کند.

۷-۱-۱-۲ **مجموعه‌ی قالب‌بندی:** مجموعه‌ی مرتبط با ایجاد سازه‌ی نگهدارنده‌ی بتن تازه و سخت‌شده و شامل: رویه (بخشی از قالب که در تماس با بتن است)، بدنه و تمام اعضای نگهدارنده مانند شمع، پشت‌بند، کلاف، بادبند و چپ و راست و سایر موارد است.

۷-۱-۱-۳ **داربست:** سکوی کار موقت در ارتفاع است که برای نگه‌داشتن کارگران، ابزار و مصالح متصل است و این مجموعه شامل شمع‌بندی و پایه‌های قائم، صفحات افقی، زیرسری‌ها، بادبندها، وسایل تنظیم ارتفاع و غیره می‌باشد.

۷-۱-۱-۴ **شمع (پایه):** اعضای عمودی یا مورب که برای تحمل بارهای زنده حین ساخت و وزن قالب و بتن، طراحی می‌شوند و به‌کار می‌روند.

۷-۱-۱-۵ **پایه‌ی اطمینان:** شمع‌هایی که به تعداد کافی در زیر دال و یا اعضای سازه در حین قالب‌برداری باقی می‌ماند و یا پس از قالب‌برداری و برداشتن پایه‌ها مجددا نصب می‌گردد تا از افتادگی (خیز) زیاد از حد عضو خمشی جلوگیری شود.

۷-۱-۱-۶ **میله‌های مهاری:** میله‌های مهاری عضوی کششی یا فشاری هستند که برای نگه داشتن قالب‌ها در مقابل نیروهای جانبی استفاده می‌شوند.

تفسیر/توضیح

ت ۷-۱ قالب‌بندی

ت ۷-۱-۱ تعاریف

ت ۷-۱-۱-۲ منظور از سایر موارد، قطعاتی مانند تنگ، کش و چوب اندازه‌ی (فاصله‌ی نگهدار) است که در قالب‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

متن اصلی

۷-۱-۲ عملکرد قالب

۷-۱-۲-۱ قالب به عنوان سازه‌ی موقت، وظیفه‌ی ایجاد شکل، ابعاد، سطوح و حدود نهایی اعضای سازه را تا زمان سخت شدن و کسب مقاومت کافی بتن در محدوده‌ی رواداری‌های مجاز ابعادی به‌عهده دارد.

۷-۱-۲-۲ قالب باید بتن تازه را تا قبل از دستیابی به مقاومت کافی، در برابر ضربه و لرزش‌های متعارف حفظ کند. همچنین از کم شدن رطوبت بتن و نشت شیره‌ی آن از سطح در تماس با قالب جلوگیری نماید. قالب باید بتواند میلگردها و سایر اجزا و قطعاتی که داخل آن قرار دارند را در محل مورد نظر نگاه دارد.

۷-۱-۲-۳ در طراحی قالب و قالب‌بندی باید سه اصل کیفیت، ایمنی و اقتصاد در نظر گرفته شود. الزامات ارایه شده در این دستورالعمل در جهت افزایش ایمنی، دوام و پایداری سازه در شرایط اقلیمی و منطقه‌ای است و در مواردی که الزاماتی ارایه نشده باید از دیگر منابع و مدارک معتبر ملی یا بین‌المللی استفاده نمود.

۷-۱-۳ جنس قالب‌ها

۷-۱-۳-۱ جنس قالب‌ها و متعلقات آن را می‌توان از مواد مختلف انتخاب کرد به شرط آن‌که بارهای وارده را تحمل کنند، با بتن واکنش مخرب ندهند و از ایمنی برخوردار باشند. همچنین باید ظاهر بتن و عضو مورد نظر را ضمن مقرون به صرفه بودن حفظ کند.

در صورت طراحی خاص برای قالب‌ها و یا نیاز به ایجاد نمای ویژه باید جنس قالب و مشخصات آن در مشخصات فنی خصوصی پروژه ذکر شود. در غیر این صورت سازنده یا پیمانکار مجاز است که جنس قالب مورد نظر را انتخاب نماید.

استفاده از چوب تازه برای قالب‌بندی به‌عنوان رویه‌ی قالب مجاز نیست، زیرا اسیدهای موجود در شیره‌ی چوب کیفیت بتن مجاور آن را کاهش می‌دهد و باعث دیرگیری بتن نیز می‌شود.

تفسیر/توضیح

ت ۷-۱-۲ عملکرد قالب

ت ۷-۱-۲-۲ در مناطق گرم، بویژه وقتی قالب فلزی در برابر تابش مستقیم آفتاب قرار گیرد می تواند به داغ شدن قالب و ایجاد مشکل برای افزایش ناگهانی دمای بتن تازه در مجاورت قالب بیانجامد و همچنین در اثر تغییر شکل‌های متفاوت سطوح رو به آفتاب و پشت به آن و نیز بین خود قالب و بتن درون آن، گوشه ها و لبه های قطعات بتنی، آسیب می بیند و در هنگام قالب برداری می تواند به‌صورت خرد شده یا ترک خورده در آید. در مناطق سرد نیز هنگامیکه از قالب فلزی استفاده می گردد، می تواند مشکلات مشابهی را بوجود آورد و همچنین موجب سرد شدن سریع بتن مجاور قالب شود.

ت ۷-۱-۳ جنس قالب

ت ۷-۱-۳-۱ جنس قالب می‌تواند از چوب، فولاد، آلومینیوم آلیاژی و مواد پلاستیکی و پلیمری، بتن، آجر و سفال و محصولات الیاف شیشه‌ای انتخاب شود. رویه‌ی قالب نباید از جنس آلومینیوم باشد، زیرا با آهک موجود در بتن ترکیب شده و گاز هیدروژن تولید می‌کند و باعث چسبندگی سطح بتن به قالب شده و نمای نامطلوبی را به‌وجود می‌آورد.

استفاده از انواع چوب برای ساخت قالب‌های چوبی و متعلقات آن مانند: تخته، الوار، چهارتراش و تخته‌چندلا مجاز است. بدیهی است چوب‌های عمل‌آوری شده یا تزریق شده از کیفیت و دوام بیش‌تری برخوردارند.

وجود رطوبت در چوب سبب کاهش سختی و قابلیت تحمل تنش آن می‌شود. بنابراین حداکثر رطوبت مجاز چوب برای ساخت قالب ۲۰ درصد است. رطوبت زیاد در چوب، به‌ویژه در مناطق خشک

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۹

متن اصلی

۷-۱-۳-۲ هرچند می‌توان از قالب‌ها به دفعات استفاده کرد، اما به لحاظ مسائل ایمنی و همچنین برای حفظ رواداری و شکل قطعات، توصیه می‌شود که تعداد دفعات استفاده از آن‌ها بر اساس نظر دستگاه نظارت مشخص گردد.

۷-۱-۳-۳ استفاده از قالب‌های ماندگار مانند بلوک‌های سفالی یا بتنی مجاز است. اما استفاده از مواد پلیمری مانند پلی‌استایرن منبسط شده به عنوان قالب ماندگار مجاز نیست، مگر در مواردی که امکان آتش‌سوزی در سطح بتن وجود نداشته و یا دستورالعمل‌های محافظت در مقابل آتش‌سوزی رعایت شده باشد.

۷-۱-۴ نوع قالب و قالب بندی

قالب و قالب‌بندی از دیدگاه‌های مختلف به انواع گوناگون تقسیم می‌گردد.

- پیش ساخته یا درجا ساخت؛
- ماندگار یا غیر ماندگار؛
- کاربری قالب (برای اعضای مختلف سازه)؛
- ثابت یا متحرک بودن قالب.

تفسیر/توضیح

به‌دلیل خشک شدن سطح آن موجب تاب برداشتن و اعوجاج آن می‌گردد که عملا کاربرد آن را به‌عنوان قالب غیر ممکن می‌سازد.

ت ۷-۱-۳-۳ توصیه می‌شود از قالب‌های تخته چندلا بدون روکش حداکثر ۱۰ مرتبه، از قالب‌های پلاستیکی یا محصولات الیاف شیشه حداکثر ۲۰ مرتبه، و از قالب‌های فولادی حداکثر ۳۰ مرتبه استفاده شود. در صورت استفاده از قالب‌های تخته چندلایه روکش‌دار، تعداد دفعات استفاده، بسته به جنس روکش افزایش می‌یابد. به هر حال، دقت در قالب‌بندی و قالب‌برداری، و شرایط انبارکردن قالب‌ها تاثیر به‌سزائی در تعداد دفعات استفاده از قالب دارد.

در خصوص ضوابط آتش باید الزامات مبحث سوم مقررات ملی رعایت شود.

ت ۷-۱-۳-۴ بلوک‌های بتنی یا سفالی معمولاً در سقف‌های تیرچه و بلوک استفاده می‌شوند که به طور دائمی در سازه باقی می‌مانند. گاهی از پلی‌استایرن برای سقف‌های تیرچه و بلوک به جای بلوک استفاده می‌شود و یا در ساخت قطعات موسوم به پانل سه بعدی به‌کار گرفته می‌شود که خطر ناشی از آتش‌سوزی را افزایش می‌دهد. یکی از دلایل استفاده از پوشش بتنی بر روی میلگردها، تأخیر رسیدن حرارت ناشی از آتش‌سوزی به آرماتور است. اما با استفاده از پلی‌استایرن، این زمان به شدت کاهش می‌یابد. بنابراین از پلی‌استایرن معمولی نباید استفاده شود، مگر آن‌که ضوابط آتش مطابق مبحث سوم مقررات ملی رعایت شود.

ت ۷-۱-۴ نوع قالب و قالب‌بندی

امروزه اغلب قالب‌ها از نوع پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته است. استفاده از قالب‌های درجاساخت به‌تدریج کاربرد خود را از دست داده و ساخت قالب‌هایی مانند تیغه‌ی آجری یا قالب‌های چوبی با تخته و الوار در کارگاه‌ها به‌ندرت و در موارد خاص کاربرد دارد.

گاه از قالب‌های ماندگار به‌دلیل غیر قابل دسترس بودن در هنگام قالب برداری استفاده می‌شود. امروزه در سقف‌ها علی‌رغم امکان دسترسی، قالب‌ها به‌صورت ماندگار باقی می‌مانند تا سطح تخت و مسطحی را به‌وجود آورند. همچنین در درزهای انبساط یا انقطاع، به‌ویژه در بین دیوارها، ستون‌ها و شالوده‌های مجاور از قالب ماندگار به‌ویژه صفحات پلی‌استایرن منبسط شده، استفاده می‌شود.

قالب‌ها می‌توانند برای اعضای افقی، مانند، دال یا قسمت زیرین تیر استفاده شوند یا برای اعضای قائم مانند ستون، دیوار، گونه‌ی تیر (وجه جانبی تیر) و شالوده‌ها به‌کار روند. همچنین ممکن است برای ساخت سقف‌های شکسته، شیب‌دار یا قوسی به‌کار گرفته شوند.

نوع حرکت قالب در تقسیم‌بندی قالب‌بندی نیز موثر است. قالب‌های بالارونده برای اعضای قائم یا مایل، قالب لغزان برای سطوح افقی،

پیشنویس مورخ ۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۷-۱-۴-۱ قالب افقی (دال)

قالب دال شامل: رویه‌ی بدنه‌ی قالب، تیرچه، تیرهای اصلی و شمع است.

رویه‌ی قالب که در تماس سطح بتن قرار می‌گیرد، باید از کیفیت مطلوب برخوردار باشد و سطح یکنواخت و بافت مورد نظر بتن را تأمین کند.

بدنه باید بر روی تیرچه‌ها قرار گیرد. در صورتی که تیرچه‌ها از جنس چوب انتخاب شوند، می‌توان آن‌ها را از الوار یا چهارتراش انتخاب نمود. تیرچه‌ها بر روی تیرهای اصلی قرار داده می‌شوند. چنانچه تیرهای اصلی چوبی باشند، می‌توان از نوع الوار یا چهارتراش انتخاب گردند.

تیرهای اصلی بر روی شمع‌ها یا پایه‌ها قرار می‌گیرند که کل وزن مجموعه قالب را تحمل می‌کنند.

۷-۱-۴-۲ قالب‌های قائم

أ) قالب دیوار

اجزای قالب دیوار شامل: رویه، بدنه و پشت بندهای عمودی و افقی است.

رویه باید مطابق با بند ۷-۱-۴-۱ باشد.

پشت‌بندهای عمودی، تکیه‌گاه را تشکیل می‌دهند و پشت‌بندهای افقی یا کمرکش‌ها، ایجادکننده‌ی تکیه‌گاه برای پشت‌بندهای عمودی هستند.

پشت‌بندهای افقی باید بصورت دوتایی و نزدیک به هم باشند تا امکان رد کردن میل مهارها از میان آنها برای نصب قالب فراهم شود.

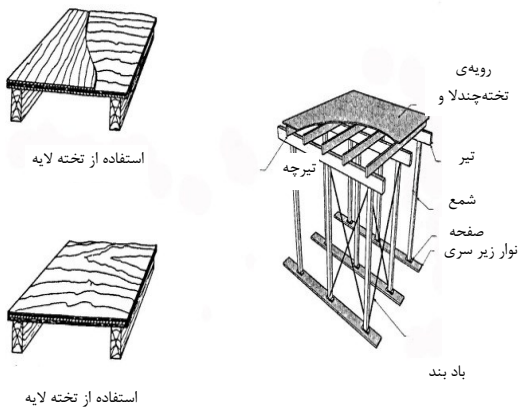
در صورت استفاده از تخته چند لایه به‌عنوان بدنه، می‌توان ترتیب نصب پشت بند افقی و قائم را تغییر داد.

تفسیر/توضیح

اعضای قائم یا مایل و قالب‌های جهنده یا پرنده برای دال‌های مسطح سقف، در چهارچوب همین تقسیم‌بندی‌ها قرار می‌گیرند.

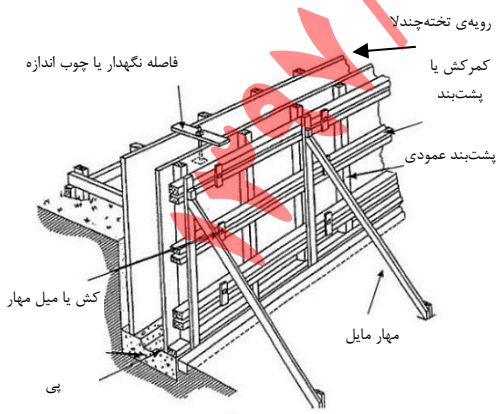
انواع قالب با توجه به نوع عضو افقی یا قائم دارای اشکال و اجزائی است که در شکل ت ۷-۱ الی شکل ت ۷-۳ بدان پرداخته شده است.

ت ۷-۱-۴-۱ قالب افقی (دال)



شکل ت ۷-۱ اجزای قالب افقی

ت ۷-۱-۴-۲ قالب‌های قائم



شکل ت ۷-۲ اجزای قالب دیوار

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

ب) قالب ستون

قالب‌بندی ستون مانند قالب دیوار است، فقط پشت‌بندهای قائم و افقی با یوغ (کلاف) یا گیره جایگزین می‌شوند. به عبارت دیگر قالب‌های ستون به کمک طوق‌های فلزی یا چوبی نگهداری می‌شوند.

طوق‌های چوبی «یوغ» و طوق‌های فلزی «گیره» نامیده می‌شوند.

فواصل یوغ‌ها یا گیره‌ها بر حسب فشار تغییر می‌کنند، بیش‌ترین فشار در قسمت پائینی قالب است.

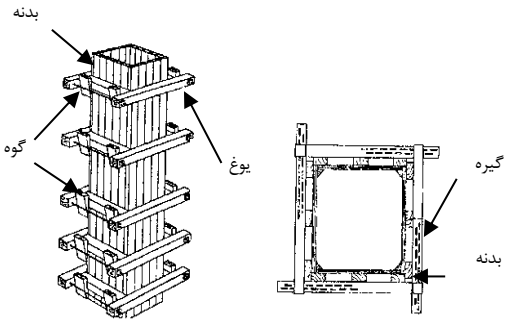
۷-۱-۵ طراحی قالب

۷-۱-۵-۱ کلیات

۷-۱-۵-۱-۱ قبل از شروع عملیات ساخت، قالب‌ها باید بر اساس بارهای وارده و مقاومت اجزا طراحی شوند. روش طراحی باید مورد تأیید مهندسین مشاور یا دستگاه نظارت و یا مطابق با دستورالعمل‌های معتبر ملی یا بین‌المللی باشد، هرچند مسئولیت نهایی به‌عهده پیمانکار است.

۷-۱-۵-۱-۲ بر اساس جنس و نوع قالب، مشخصات قالب برای طراحی از قبیل مقادیر مجاز مقاومت خمشی، مقاومت برشی و تنش جاری شدن فرورفتگی یا لهیدگی، اجزای قالب بتن باید مطابق با استانداردها یا آیین‌نامه‌های معتبر ملی یا بین‌المللی باشد.

تفسیر/توضیح



شکل ت ۷-۳ اجزای قالب ستون

ت ۷-۱-۵ طراحی قالب

ت ۷-۱-۵-۱ کلیات

ت ۷-۱-۵-۱-۲ برای مقادیر مجاز و مشخصات فولاد به مقررات ملی ساختمان مبحث طراحی سازه‌های فولادی مراجعه شود. باید توجه شود که قالب یک سازه‌ی موقت است و سازه دایم نیست.

در جدول ت ۷-۱ مقادیر مجاز تنش‌های الوار و تخته‌چندلا به عنوان راهنما ارائه شده است. به هر حال تمام مقادیر در جداول و فرمول‌های ارائه شده در بخش تفسیر طراحی قالب جنبه راهنما دارد. تعیین دقیق مقادیر باید بر مبنای استانداردهای مربوطه انجام شود و فرمول‌ها بر اساس تعداد دهانه‌ها توسط طراح قالب محاسبه گردد.

جدول ت ۷-۱ محدوده‌ی مقادیر مجاز تنش‌های چوب

تنش‌ها	محدوده‌ی مقادیر مجاز تنش‌های چوب (MPa)		
	الوار	تخته‌چندلا	
		خشک	مرطوب
تنش خمشی	۶ تا ۱۲	۸	۶
تنش برشی	۱ تا ۱/۲	۰/۴ تا ۱/۰	۰/۳
تنش کششی	۴ تا ۵	-	-
مدول الاستیسیته	۸ تا ۱۲	۹ تا ۱۰	۸ تا ۹
مقاومت فشاری عمود به الیاف	۱/۵ تا ۲/۵	-	-
مقاومت فشاری به موازات الیاف	۰/۹ تا ۱/۳	-	-
تنش لهیدگی	-		۵

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۷-۱-۵-۱-۳ قالب‌ها باید برای انواع اعضای سازه به نحوی طراحی شوند که ابعاد، شکل، ارتفاع و وضعیت آن‌ها مطابق با رواداری‌های بند ۷-۱-۷ باشد.

۷-۱-۵-۱-۴ بارهای وارده بر قالب باید مطابق با بند ۷-۱-۵ محاسبه شوند و طراحی تمام اجزای قالب‌های افقی و عمودی باید بر اساس این بارها انجام شود.

۷-۱-۵-۱-۵ مبانی طراحی قالب که در محاسبه‌ی ضخامت بدنه و ابعاد و فا صله اجزای قالب به‌کار می‌رود باید طبق بند ۷-۱-۵-۱-۲ باشد.

۷-۱-۵-۲ بارهای وارده بر قالب

۷-۱-۵-۲-۱ **بارهای قائم:** شامل بارهای قائم زنده و مرده است.

تفسیر/توضیح

ت ۷-۱-۵-۱-۵ برای محاسبه‌ی خصوصیات الوار بر اساس مقطع چوب می‌توان از فرمول‌های متداول به شرح زیر استفاده کرد:

ممان اینرسی $I = \frac{bd^3}{12}$

اساس مقطع $Z = \frac{bd^2}{6}$

که در آن‌ها:

b عرض مقطع،

d ارتفاع مفید مقطع است.

از آنجایی که تخته‌ی چند لایه از نوع ترکیبی است (چوب و چسب)، مشخصات آن شامل Z, I را نمی‌توان با محاسبه تعیین کرد، بلکه بر اساس آزمایش به دست می‌آیند. همچنین به‌دلیل مقطع غیرمستطیلی تخته چند لایه، در محاسبات تنش برشی از فرمول $\frac{VQ}{Ib}$ استفاده می‌شود. بنابراین در این بخش مقادیر ثابت برش غلتشی $\frac{Ib}{Q}$ ارائه می‌شود. Q لنگر استاتیک سطح واقع در بالای تراز مورد نظر برای محاسبه‌ی تنش حول تار خنثی است (جدول ت ۷-۲). در این جدول منظور از تارها در جهت دهانه‌ی بارگذاری یعنی عمود بر تکیه‌گاه‌ها و تارها در جهت عمود بر دهانه‌ی بارگذاری یعنی به موازات تکیه‌گاه‌ها است. مقادیر ذکر شده در جدول ت ۷-۲ جهت راهنمایی است و برای کسب مقادیر دقیق باید به مدارک و مستندات کارخانه‌ی تولیدکننده تخته‌ی چندلا مراجعه شود.

جدول ت ۷-۲ خصوصیات مقطع تخته‌چندلا

ضخامت تخته‌چندلا (mm)	با عرض ۱ متر، تارها در جهت دهانه‌ی بارگذاری			با عرض ۱ متر، تارها در جهت عمود به دهانه‌ی بارگذاری		
	I (mm^4)	Z (mm^3)	Ib/Q (mm^2)	I (mm^4)	Z (mm^3)	Ib/Q (mm^2)
۶	۱۰۳۱۳	۳۰۴۳	۴۱۴۵	۱۲۹۰	۴۶۶	۴۱۶۵
۱۲	۹۰۰۰۰	۱۳۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۵۰۰۰	۵۸۰۰	۵۱۲۰
۱۸	۲۴۶۰۰۰	۲۳۱۰۰	۱۴۸۴۰	۹۸۰۰۰	۱۳۳۰۰	۸۰۴۰
۲۲	۴۰۴۰۰۰	۳۱۴۰۰	۱۸۱۱۰	۲۰۶۰۰۰	۲۲۷۰۰	۱۲۷۶۰
۲۵	۵۸۳۰۰۰	۳۹۶۰۰	۱۹۸۴۰	۳۶۹۰۰۰	۳۴۰۰	۱۴۸۵۰

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

- بارهای مرده شامل: وزن قالب‌های افقی و پشت بندهای آن، وزن بتن تازه، وزن آرماتورها و سایر اقلام کار گذاشته شده در بتن است.
- بارهای زنده که شامل: وزن افراد، وسایل کار، گذرگاه‌ها، و سکوهای کار، بارهای موقت حاصل از انبار کردن مصالح و فشار رو به بالای باد می باشد.

۷-۱-۵-۲-۲ بارهای مرده باید با توجه به جنس قالب، ضخامت قالب و اجزای آن و وزن بتن تازه با توجه به ضخامت و چگالی آن و همچنین وزن آرماتورها با توجه به نقشه‌های موجود محاسبه گردد.

۷-۱-۵-۲-۳ بار زنده قائم باید توسط طراح محاسبه گردد، اما نباید کم‌تر از مقادیر زیر باشد.

بار زنده نباید کم‌تر از ۲/۴ kPa در نظر گرفته شود. در صورت استفاده از تجهیزات موتوری یا ویژه، حداقل بار زنده باید ۳/۶ kPa فرض گردد.

۷-۱-۵-۲-۴ به هر حال مجموع بارهای زنده و مرده بر اساس محاسبات در نظر گرفته شود، اما نباید از مقادیر زیر کم‌تر باشد.

ترکیب بارهای مرده و زنده نباید کمتر از ۴/۸ kPa باشد و در صورت استفاده از تجهیزات موتوری نباید کم‌تر از ۶ kPa در نظر گرفته شود.

۷-۱-۵-۲-۵ **بارهای جانبی:** مهمترین بارهای جانبی وارد بر قالب عبارتند از:

- بار ناشی از فشار جانبی بتن تازه؛
- بار ناشی از فشار و مکش جانبی باد.

۷-۱-۵-۲-۶ اگر مشخصات بتن (مانند: روانی، دما، زمان گیرش و ...) معلوم نباشد، باید فشار جانبی بتن طبق رابطه ۷-۱ در نظر گرفته شود. در غیر این صورت فشار جانبی بتن بر اساس بندهای ۷-۱-۵-۲-۸ و ۷-۱-۵-۲-۹ محاسبه می‌شود.

$$P = \rho g h$$ **رابطه ۷-۱**

که در آن:

P ، فشار جانبی به kPa

ρ ، چگالی بتن تازه به kg/m^3

g ، ثابت نیروی ثقل برابر با ۹/۸۱ N/kg

تفسیر/توضیح

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

h ، ارتفاع (عمق) بتن تازه به متر.

۷-۱-۵-۲-۷ اگر بتن از پایین قالب پمپ شود، طراحی باید بر اساس ۱/۲۵ برابر فشار کامل هیدرواستاتیک ρgh به‌دلیل منظور نمودن اثر پمپ انجام شود.

۷-۱-۵-۲-۸ **فشار جانبی بتن ستون:** برای بتن‌ها با اسلامپ ۲۱۰ میلی‌متر یا کمتر که جایدهی بتن در قالب ستون معمولی به ارتفاع ۱/۲ متر یا کم‌تر با لرزاننده‌ی داخلی معمولی انجام می‌شود، فشار حداکثر باید بر اساس رابطه ۷-۲ محاسبه شود.

$$P_{max} = C_w C_c \left[۷/۲ + \frac{۷۸۵R}{T + ۱۷/۸} \right]$$

رابطه ۷-۲

که در آن :

P ، فشار جانبی به kPa

R ، نرخ بتن‌ریزی ارتفاعی m/h

T، دمای بتن در زمان بتن‌ریزی به درجه سلسیوس

C_w ، ضریب چگالی طبق جدول ۷-۱ .

C_c ضریب نوع سیمان و افزودنی طبق جدول ۷-۲ است.

۷-۱-۵-۲-۹ حداکثر فشار جانبی P_{max} که از رابطه ۷-۱ محاسبه می‌شود، نباید کم‌تر از $(30C_w)$ باشد، اما در هیچ موردی نیز نباید بیش‌تر از مقدار ρgh باشد.

جدول ۷-۱ ضریب چگالی بتن، C_w

چگالی بتن	C_w
کمتر از ۲۲۴۰ kg/m³	$C_w = 0.5\left[1 + \frac{W}{2320\ kg/m^3}\right]$ اما نباید کمتر از ۰/۸۰ باشد.
بین ۲۲۴۰ kg/m³ تا ۲۴۰۰ kg/m³	۱/۰
بیشتر از ۲۴۰۰ kg/m³	$C_w = \left[\frac{W}{2320\ kg/m^3}\right]$

جدول ۷-۲ ضریب نوع سیمان و مواد افزودنی، C_c

نوع سیمان یامخلوط	C_c
انواع سیمان پرتلند بدون کندگیر کننده‌ها*	۱/۰
انواع سیمان پرتلند با کندگیر کننده	۱/۲
انواع سیمان‌های آمیخته با مواد افزودنی معدنی ولی بدون کندگیرکننده	۱/۲
انواع سیمان‌های آمیخته با مواد افزودنی معدنی و کندگیرکننده	۱/۴
*کندگیر کننده شامل هر نوع مواد افزودنی شیمیایی است که خاصیت کندگیری دارند.	

تفسیر/توضیح

ت ۷-۱-۵-۲-۸ بنا به تعریف، ستون‌ها اعضای عمودی‌ای هستند که هیچ بُعد مقطع آن بزرگ‌تر از ۲ متر نیست و دیوارها اعضای عمودی هستند که حداقل یک‌بعد مقطع آن بزرگ‌تر از ۲ متر است. بنابراین در استفاده از روابط فوق رعایت این نکته ضروری است.

در صورتی‌که اسلامپ بتن بیش از ۲۱۰ میلی‌متر باشد نیاز به انجام آزمایش جریان اسلامپ می‌باشد. هر چند جریان اسلامپ کمتر از ۵۵۰ میلی‌متر بتن خودتراکم تلقی نمی‌شود و نیاز به تراکم جزئی دارد، اما بهتر است در منظور کردن فشار جانبی بتن آن‌را مشابه بتن خودتراکم تلقی نمود.

نشریه موردخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۷-۱-۵-۲-۱۰ **فشار جانبی بتن روی قالب دیوار:** برای قالب دیوارها که نرخ بتن‌ریزی کمتر از ۲ m/h است و ارتفاع بتن‌ریزی کم‌تر از ۴ متر می‌باشد، فشار جانبی از رابطه ۷-۳ محاسبه می‌شود.

رابطه ۷-۳

$$P_{max} = C_w C_c \left[۷/۲ + \frac{۷۸۵R}{T + ۱۷/۸} \right]$$

۷-۱-۵-۲-۱۱ حداکثر فشار جانبی P_{max} که از رابطه ۷-۳ محاسبه می‌شود، نباید کم‌تر از $(30C_w)$ باشد، اما در هیچ موردی نیز نباید بیش‌تر از مقدار ρgh گردد.

۷-۱-۵-۲-۱۲ برای قالب‌هایی که نرخ بتن‌ریزی بیش‌تر از ۲ m/h و ارتفاع بتن‌ریزی نیز بیش‌تر از ۴ متر و برای همه‌ی دیوارهایی با نرخ بتن‌ریزی ۲ تا ۴/۵ m/h، فشار جانبی از رابطه۷-۴ محاسبه می‌شود:

$$P_{max} = C_w C_c \left[۷/۲ + \frac{۱۱۵۶}{T + ۱۷/۸} + \frac{۲۴۴R}{T + ۱۷/۸} \right]$$ رابطه۷-۴

۷-۱-۵-۲-۱۳ حداکثر فشار جانبی P_{max} که از رابطه۷-۴ محاسبه می‌شود نباید کمتر از $(30C_w)$ باشد، اما در هیچ موردی نباید بیش‌تر از ρgh گردد.

۷-۱-۵-۲-۱۴ چنانچه از بتن خودتراکم استفاده می‌شود، باید فشار جانبی بر اساس فشار کامل هیدرواستاتیک ρgh در نظر گرفته شود، مگر آن که آزمایش یا داده‌های قبلی، ضرورت به‌کارگیری فشارهای جانبی دیگری را نشان دهد.

۷-۱-۵-۲-۱۵ **بارهای ویژه:** مهمترین بارهای ویژه عبارتند از :

- بار ناشی از بتن‌ریزی نامتقارن؛
- ضربه‌ی حاصل از ماشین‌آلات و پمپ بتن؛
- نیروهای رو به بالا در قالب‌ها و اقلام کارگذاشته در بتن؛
- اثرهای دینامیکی نظیر اثر تخلیه بتن از جام حمل بتن؛
- بارهای حاصل از نشست نامتقارن تکیه‌گاه‌های قالب؛
- بارهای ناشی از لرزاندن و متراکم‌کردن بتن؛

تفسیر/توضیح

ت ۷-۱-۵-۲-۱۳ در صورت استفاده از لرزاننده‌ی خارجی (قالب یا بدنه) که بر روی قالب نصب می‌شود و یا در صورت استفاده از بتن حاوی مواد افزودنی جبران‌کننده‌ی جمع‌شدگی و یا سیمان‌های منبسط شونده، فشار جانبی می‌تواند حتی بیش‌تر از فشار هیدرواستاتیک باشد.

ت ۷-۱-۵-۲-۱۴ با توجه به استفاده از روش پمپ‌کردن از پائین قالب، یا سایر ضربات دیگر ممکن است فشار جانبی بتن خودتراکم نیز تا ۱/۲۵ برابر ρgh افزایش یابد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

- فشار پیش تنیدگی بر قالب؛
- فشار دوغاب تزریقی در بتن پیش آکنده.

۷-۱-۵-۳ طراحی قالب دال

در مبانی طراحی قالب که برای محاسبه‌ی ضخامت بدنه و ابعاد و فاصله‌ی اجزای قالب به‌کار می‌رود باید موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:

برآورد بارهای طراحی طبق بند ۷-۱-۵-۲؛

- تعیین ضخامت بدنه و تعیین فواصل تیرچه‌ها؛
- تعیین ابعاد تیرچه‌ها و تعیین فواصل تیرهای اصلی؛
- تعیین ابعاد تیرهای اصلی و تعیین فواصل شمع‌ها یا پایه‌ها؛
- طراحی شمع‌ها؛
- طراحی بادبندها.

۷-۱-۵-۴ طراحی قالب دیوار

۷-۱-۵-۴-۱ برای طراحی قالب دیوار باید گام‌هایی به شرح زیر برداشته شود:

- برآورد بار طراحی طبق بند ۷-۱-۵-۲؛
- تعیین ضخامت بدنه و فواصل پشت‌بندهای عمودی.
- تعیین ابعاد پشت‌بندهای عمودی و فواصل پشت‌بندهای افقی؛
- تعیین ابعاد پشت‌بندهای افقی و فواصل میله‌ی مهارها؛
- طراحی حمایت‌کننده‌های مایل (بادبندها).

۷-۱-۵-۴-۲ فواصل میله‌های مهاری بر اساس بار ناشی از پشت‌بندهای افقی محاسبه می‌شود. در صورتی که تنش وارده بر میله‌های مهاری بیش‌تر از تنش مجاز فرورفتگی (تنش سطح باربری) باشد، باید فواصل میله‌ها کاهش و یا قطر میله‌ها افزایش یابد.

۷-۱-۵-۴-۳ فواصل اجزای نگهدارنده‌ی بدنه مانند تیرچه‌ها، تیرهای اصلی، پشت‌بندهای عمودی و افقی باید برای مقادیر مجاز تنش خمشی، تنش برشی و خیز محاسبه شوند. فرمول‌هایی که برای محاسبه‌ی حداکثر فواصل مجاز اجزا یا طول دهانه استفاده می‌شود، باید بر اساس تعداد دهانه‌ی مورد نظر برای بارگذاری انتخاب شود.

تفسیر/توضیح

ت ۷-۱-۵-۳ برای محاسبه‌ی فواصل اعضای نگهدارنده مانند تیرچه‌ها و تیرهای اصلی باید بر اساس تعداد دهانه‌ی بارگذاری، خمش، برش و خیز محاسبه شود. کم‌ترین مقدار فاصله بر مبنای خمش، برش و خیز باید به عنوان حداکثر طول دهانه‌ی قابل قبول در نظر گرفته شود. فرمول‌هایی که در این بخش ارائه شده‌اند، با فرض بارگذاری بر روی بدنه با ۳ دهانه و یا بیش‌تر است. به عبارت دیگر بدنه بر روی تیرچه‌ها، تیرها، پشت‌بندهای عمودی، کمرکش‌ها و میله‌های مهاری تکیه دارد. همچنین فرض شده است که بدنه از جنس تخته‌چندلا است.

ت ۷-۱-۵-۴-۲ تنش مجاز فرورفتگی یا لهیدگی تابع جنس قالب است و برای تعیین آن باید به استانداردها و یا دستورالعمل‌های معتبر ملی یا بین‌المللی و یا به تفسیر بند ۷-۱-۵-۱-۲ به عنوان راهنما مراجعه شود.

ت ۷-۱-۵-۴-۳ فرمول‌های کنترل فواصل اعضای قالب

* کنترل تنش خمشی: $L = ۳/۱۶\sqrt{\frac{f_b z}{w}}$

* کنترل تنش برشی:

برای تخته الوار: $L = \frac{f_s bd}{۰/۹w}$

برای تخته چند لا: $L = \frac{f_s}{۰/۶w} \times \frac{Ib}{Q}$

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۷-۱-۵-۴-۴ افتادگی (خیز) مجاز بدنه، تیرها و پشت‌بندها باید در حدی باشد که سطح بتن تقریبا مسطح و میزان ناهمواری آن ناچیز باشد. این خیز باید به L/۴۰۰ محدود شود که در آن L دهانه‌ی آزاد بین حائل‌ها است. در صورت تائید مهندسین مشاور می‌توان خیز مجاز را افزایش داد.

۷-۱-۵-۴-۵ برای محاسبه‌ی شمع‌ها، باید تنش فرورفتگی یا تنش سطح تحمل بار بین تیرهای اصلی و شمع‌ها کم‌تر از تنش مجاز باشد.

۷-۱-۵-۴-۶ لازم است، برای قالب‌های عمودی و افقی، طراحی اعضای مورب یا بادبندها در مقابل بار باد و بارهای جانبی انجام شود.

۷-۱-۶ اجرا و بازرسی قالب‌بندی

۷-۱-۶-۱ سطح داخلی قالب باید با مواد مناسب درزبندی، اندود و سپس با استفاده از مواد رهاساز (روغن قالب) پوشش داده شود. استفاده از هرگونه موادی که بتواند تاثیری نامطلوب بر سطح بتن داشته باشد، مجاز نیست. این مواد را باید چنان به‌کار برد که بدون آلوده شدن میلگردها، روی سطوح قالب لایه‌ای یکنواخت و نازک به‌وجود آورد.

تفسیر/توضیح

ت ۷-۱-۶ اجرا و بازرسی قالب‌بندی

ت ۷-۱-۶-۱ به طور کلی معمولا دو ماده بر روی سطح قالب اعمال می‌شود. اندودها (درزبندها) و رهاسازها، اندودها برای تسهیل در باز کردن قالب‌ها، درزبند کردن سطح برای جلوگیری از نشت شیره و بهبود دوام سطح تماس استفاده می‌شوند و مواد رهاساز نیز موادی هستند که از چسبندگی سطوح تماس جلوگیری و قالب‌برداری را آسان می‌کنند. تا حد امکان قالب‌ها را باید قبل از جاگذاری آرماتورها نصب کرد و مواد رهاساز را بر روی آن اعمال نمود تا از آلودگی میلگردها جلوگیری شود. تا حد امکان باید از مواد رهاساز با گرانروی کم استفاده نمود تا هوا و آب بتواند از فاصله‌ی بتن و قالب در هنگام تراکم یا رو زدن آب عبور کند. عدم توجه به این امر یا مصرف زیاد از حد مواد رهاساز ممکن است باعث ایجاد حفرات هوای سطحی و بدمنظر شدن سطح بتن پس از قالب برداری شود. این پدیده به‌ویژه در مورد قالب‌های غیرجاذب (قالب فولادی یا پلاستیکی) بیش‌تر امکان وقوع دارد.

* $\frac{L}{27}$ کنترل خیز، با فرض آن‌که مقدار مجاز خیز برابر با است:

$$L = ۰/۸۱\sqrt{\frac{f_b z}{w}}$$

که در آن‌ها:

f_b= تنش خمشی، MPa

w= بار یکنواخت، kPa /m بر هر متر دهانه

z= مدول یا اساس مقطع، mm^3

I= ممان اینرسی، mm^4

L= طول دهانه یا مرکز به مرکز عضو حمایت‌کننده

پیشنویس مورخ ۲۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۷-۱-۶-۲ درون قالب‌ها باید کاملاً تمیز و عاری از مواد زائد باشد. در مواردی که دسترسی به کف قالب‌ها دشوار یا غیر ممکن است، باید با تعبیه‌ی دریچه‌های بازدید و کفشوی‌های قالب امکان تمیز کردن قالب را قبل از بتن‌ریزی فراهم کرد.

۷-۱-۶-۳ قالب‌ها باید کاملاً در جای خود محکم باشند و هیچ‌گونه درز یا حفره ای در آن‌ها مشاهده نشود تا از احتمال خروج شیره و ملات اجتناب گردد.

۷-۱-۶-۴ امتداد شمع‌ها (پایه‌ها) باید کاملاً قائم بوده و اگر شمع‌ها بر روی زمین قرار دارند، باید با نصب صفحات مناسب چوبی یا فلزی از کافی بودن سطح باربری اطمینان حاصل نمود.

۷-۱-۶-۵ اجرای قالب‌ها باید با درز ساخت، درز جداکننده و درز انقباض (جمع‌شدگی) منطبق باشد.

همچنین در صورت نیاز به نوار آب‌بند، باید نصب آن در دستور کار قرار گیرد.

۷-۱-۶-۶ فاصله‌نگهدار (لقمه) باید در محل‌های مورد نظر و به تعداد کافی نصب شده باشد و در حین بتن‌ریزی نباید از جای خود حرکت کند.

کیفیت لقمه‌های از جنس بتن یا ملات، باید ضوابط مندرج در فصل دوام را برآورده نماید.

۷-۱-۶-۷ رعایت هم امتدادی شمع‌های دال در طبقات بالاتر نسبت به امتداد شمع‌های طبقات زیرین الزامی نیست، مگر آن که ضخامت دال زیرین کافی نباشد و احتمال برش، تورفتگی، لهیدگی و یا ممان‌های خمشی پیش‌بینی نشده در دال زیرین وجود داشته باشد.

۷-۱-۶-۸ هنگام برداشتن قالب زیرین اعضای بتنی باید با رعایت بند ۷-۱-۶-۹ پایه‌هایی را به نام «پایه‌های اطمینان» در صورت لزوم در زیر این سطوح نصب کرد یا باقی گذاشت تا از بروز تغییر شکل‌های تابع زمان در این قطعات جلوگیری شود.

۷-۱-۶-۹ پیش‌بینی پایه‌های اطمینان برای تیرهای با دهانه‌ی بزرگ‌تر از پنج متر، تیرهای طره به‌طول بیشتر از ۲/۵ متر، دال‌های با دهانه‌ی بزرگ‌تر از سه متر و دال‌های طره به‌طول بیشتر از یک و نیم متر اجباری است. تعداد پایه‌های

تفسیر/توضیح

ت ۷-۱-۶-۲ استفاده بیش از حد از مواد رهاساز موجب جمع‌شدن آن در کف قالب می‌شود که یکی از معمول‌ترین مواد اضافی زیان‌آور خواهد بود. سیم‌های بریده شده‌ی آرماتوربندی، قطعات چوب، گرد و خاک، گل و لای، برف و یخ، خرده‌های پلی‌استایرن یا قطعات کیسه‌های کاغذی یا پلاستیکی از جمله مواد زائد درون قالب محسوب می‌شود.

ت ۷-۱-۶-۶ جنس فاصله نگهدار می‌تواند بتنی یا پلیمری باشد. توصیه می‌شود از فاصله نگهدارهای پلیمری در شرایط اقلیمی (XCD3, XCD4 ،XCS3،XCS4)، خودداری شود.

ت ۷-۱-۶-۷ به هرحال هم امتدادی شمع های دال در طبقات مختلف توصیه می‌شود.

ت ۷-۱-۶-۸ حداقل قطر یا بعد مقطع پایه‌ی اطمینان چوبی، نباید از ۱۵۰ میلی‌متر در ارتفاع ۱/۵ متری از پائین پایه کم‌تر باشد. در مورد پایه‌های فلزی ظرفیت باربری آن‌ها باید با در نظر گرفتن اثر کمانش محاسبه گردد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

اطمینان باید طوری باشد که فاصله‌ی آن‌ها به هرحال از سه متر تجاوز نکند.

۷-۱-۷ رواداری قالب

۷-۱-۷-۱ رواداری ابعاد اعضای بتنی در سازه‌های متعارف و همچنین رواداری انحراف از امتداد و محل قرارگیری باید مطابق با الزامات جدول ۳-۷ باشد، مگر اینکه مهندسین مشاور و یا دستگاه نظارت رواداری‌های دیگری را در مشخصات فنی قید کرده باشد.

۸-۱-۷ قالب‌برداری

۷-۱-۸-۱ مهندس طراح یا ناظر باید حداقل مقاومت لازم بتن جهت بازکردن قالب‌های اعضای خمشی و پایه‌های اطمینان آن‌ها را اعلام نماید. در مواردی‌که حداقل مقاومت بتن ذکر نشده‌است، درصورتی که آزمایش آزمونه‌های آگاهی حاکی از رسیدن مقاومت بتن به حداقل ۷۰ درصد مقاومت مشخصه باشد، می‌توان قالب‌های سطوح زیرین را برداشت. برای پایه‌های اطمینان نیز این زمان متناظر با رسیدن مقاومت آزمونه‌های آگاهی به ۹۰ درصد مقاومت مشخصه است. در مواردی که مهندس طراح یا ناظر، حداقل مقاومت یا زمانی خاصی را اعلام نکرده باشند، می‌توان مطابق جدول ۴-۷ اقدام نمود.

۷-۱-۸-۲ مقاومت فشاری بتن باید بر اساس نتایج آزمونه‌های عمل‌آوری شده در کارگاه (نمونه آگاهی) تعیین شود. همچنین می‌توان از روش‌های آزمایش دیگری مانند: آزمایش بیرون کشیدن، عدد بازگشت (چکش اشمیت)، روش بلوغ، آزمایش مقاومت در برابر نفوذ، و بیرون کشیدن بتن از سطح نیز برای این منظور استفاده کرد.

۷-۱-۸-۳ زمانی که قالب‌ها باز می‌شوند، نباید هیچ‌گونه تغییر شکل (افتادگی) یا اعوجاج بیش از حد و یا هیچ شواهدی از خرابی در بتن به‌دلیل بازکردن قالب‌ها یا برداشتن شمع‌ها، بروز نماید.

تفسیر/توضیح

ت ۷-۱-۷ رواداری قالب

ت ۷-۱-۷-۱ بدیهی است برای رعایت رواداری ابعاد اعضای بتنی و انحراف آن‌ها از امتداد و محل قرارگیری، باید این رواداری‌ها را در مورد قالب‌بندی به‌کار برد. همچنین باید دقت نمود که در حین بتن‌ریزی و پس از آن تغییرات جدی و خارج از رواداری‌های ذکر شده در جدول ۳-۷، در قالب‌بندی به‌وجود نیاید. بنابراین قالب‌ها باید به‌قدر کافی محکم و مهار شده باشند تا امکان حرکت یا خیز زیاد از حد و انحراف در هنگام بتن‌ریزی و پس از آخرین مراحل تنظیم و کنترل وجود نداشته باشد.

ت ۷-۱-۸ قالب‌برداری

ت ۷-۱-۸-۲ استفاده از روش‌های ارایه شده تنها در صورتی مجاز است که رابطه‌ی همبستگی بین نتایج آزمایش‌های فوق و مقاومت فشاری واقعی بتن مورد استفاده در سازه‌ی مورد نظر به‌دست آمده و به‌صورت متناوب نیز با انجام آزمایش مقاومت فشاری آزمونه‌های عمل‌آوری شده در کارگاه، صحت سنجی شده و توسط ناظر یا محاسب، مورد تائید قرار گیرد.

پیش‌نویس مورخ ۹۷/۱۲/۲۶

جدول ۳-۷ رواداری‌های قالب‌بندی

ردیف	شرح				رواداری
۱	انحراف از امتداد قائم	الف	در لبه و سطح ستون‌ها، پایه‌ها، دیوارها، نبش‌ها و کنج‌ها		۶ میلی‌متر در هر ۳ متر طول
					حداکثر ۲۵ میلی‌متر در کل طول
		ب	برای گوشه‌ی نمایان ستون‌ها، درزهای کنترل، شیارها و دیگر خطوط برجسته نمایان و مهم		۶ میلی‌متر در هر ۶ متر طول
					حداکثر ۱۲ میلی‌متر در کل طول
۲	انحراف از سطوح یا ترازهای مشخص‌شده در نقشه‌ها	الف	در سطح‌زیرین دال‌ها، سقف‌ها، سطح زیرین‌تیرها، نبش‌ها و کنج‌ها قبل از برچیدن حایل‌ها		۶ میلی‌متر در هر ۳ متر طول
					۹ میلی‌متر در هر چشمه یا هر۶ متر طول
					حداکثر ۱۹ میلی‌متر در کل طول
		ب	درنعل درگاه‌ها، زیرسری‌ها، جان‌پناه‌های نمایان شیارهای افقی و دیگر خطوط برجسته‌ی نمایان و مهم		۶ میلی‌متر در هر ۶ متر طول
					حداکثر ۱۲ میلی‌متر در کل طول
۳	انحراف‌ستون‌ها، دیوارها و تیغه‌های‌جداکننده از موقعیت مشخص‌شده در پلان ساختمان		در هر چشمه		۱۲ میلی‌متر
			در هر شش متر طول		۱۲ میلی‌متر
			حداکثر در کل طول		۲۵ میلی‌متر
۴	انحراف از اندازه و موقعیت بازشوهای واقع در کف و دیوار و غلاف‌ها				۶ ± میلی‌متر
۵	اختلاف در مقطع عرضی ستون‌ها و تیرها و ضخامت دال‌ها و دیوارها	الف	در جهت نقصانی		۶ میلی‌متر
		ب	در جهت اضافی		۱۲ میلی‌متر
۶	شالوده‌ها	الف	اختلاف اندازه‌ها در پلان	نقصانی	۱۲ میلی‌متر
				اضافی	۵۰ میلی‌متر
		ب	جابه‌جایی یا خروج از مرکز		دو درصد عرض شالوده در امتداد طول مورد نظر مشروط بر آن که بیش از ۵۰ میلی‌متر نباشد.
		پ	ضخامت	کاهش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده	۵ درصد
				افزایش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده	محدودیتی ندارد
۷	پله‌ها	الف	در تعداد معدودی پله	ارتفاع پله	۳ ± میلی‌متر
				کف پله	۶ ± میلی‌متر
		ب	در پله‌های متوالی	ارتفاع پله	۱٫۵ ± میلی‌متر
				کف پله	۳ ± میلی‌متر

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

جدول ۴-۷ مدت زمان توصیه شده برای باز کردن قالب

نوع عضو یا قالب	حداقل زمان بازکردن قالب بر حسب دمای متوسط مجاور بتن* (سطح بتن)							
	۵		۱۰		۱۵		۲۵ یا بیش‌تر	
قالب‌های عمودی (مانند: ستون و جدار جانبی تیرها)، ساعت	۱۶		۱۲		۱۰		۸	
تیرچه‌های سقف مانند تیرچه‌ی بلوک یا سقف‌های وافل (با فاصله‌ی تیرچه‌های کم‌تر از ۷۵۰ میلی‌متر)، روز	۴		۳		۲/۵		۲	
تیرهای فرعی و اصلی	بار زنده‌ی سازه‌ای کم‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای بیش‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای کم‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای بیش‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای کم‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای بیش‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای کم‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای بیش‌تر از بار مرده
با دهانه‌ی آزاد کم‌تر از ۳ متر، روز	۹	۵/۵	۷	۴	۵/۵	۳	۴	۲/۵
با دهانه‌ی آزاد بین ۳ تا ۶ متر و قالب قوس، روز	۱۸	۹	۱۴	۷	۱۱	۵/۵	۸	۴
با دهانه‌ی بیش‌تر از ۶ متر و ، روز	۲۸	۱۸	۲۱	۱۴	۱۶	۱۱	۱۲	۸
دال یک‌طرفه	بار زنده‌ی سازه‌ای کم‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای بیش‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای کم‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای بیش‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای کم‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای بیش‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای کم‌تر از بار مرده	بار زنده‌ی سازه‌ای بیش‌تر از بار مرده
با دهانه‌ی خالص کم‌تر از ۳ متر، روز	۵/۵	۴	۴	۳	۳	۲/۵	۲/۵	۲
با دهانه‌ی خالص بین ۳ تا ۶ متر، روز	۹	۵/۵	۷	۴	۵/۵	۳	۴	۲/۵
با دهانه‌ی خالص بیش‌تر از ۶ متر، روز	۱۴	۹	۱۰	۷	۸	۵/۵	۶	۴

- در مورد دال‌های دو طرفه باید بر اساس نظر مهندس محاسب یا ناظر اقدام شود. حداکثر زمان آن معادل دال یکطرفه است.
- توصیه می‌شود شمع‌ها (پایه‌های اطمینان) در تیرها حداقل ۵۰ درصد و در دال‌ها، حداقل ۱۰۰ درصد زمان قالب‌برداری قالب زیرین، همچنان به‌عنوان پایه‌ی اطمینان بعد از قالب‌برداری سطح زیرین در زیر اعضاء باقی بمانند.
- در صورتی‌که عمل‌آوری تسریع شده یا نحوه‌ی قالب‌بندی یا حرکت خاص قالب (مانند قالب لغزان)، مورد نظر باشد، تقلیل زمان‌های فوق امکان‌پذیر است.

* این زمان‌ها برای سیمان‌های پرتلند نوع ۱ و ۲ با رده‌ی مقاومتی ۳۲۵ است. برای سیمان‌هایی با مقاومت اولیه بیش‌تر، مانند رده‌ی ۴۲۵ و ۵۲۵ و نوع۳، این زمان‌ها کم‌تر خواهد بود و برای سیمان‌های با مقاومت اولیه کم‌تر، مانند سیمان‌های آمیخته و گاه سیمان پرتلند نوع ۵، این زمان‌ها ممکن است افزایش یابد. در صورت استفاده از مواد افزودنی دیرگیر کننده یا زود سخت کننده می‌توان این زمان‌ها را به‌طور متناسب افزایش یا کاهش داد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۷-۱-۹ برداشتن پایه های اطمینان

۷-۱-۹-۱ برای تیرهای با دهانه‌ی تا هفت متر، برداشتن کل قالب و داربست و سپس زدن پایه‌های اطمینان مجاز است، ولی برای دهانه‌های بزرگتر از هفت متر، تنظیم قالب و داربست باید طوری باشد که برداشتن قالب بدون جابجایی پایه‌های اطمینان میسر باشد.

۷-۱-۹-۲ برای سازه‌های متشکل از دیوار و دال بتن آرمه، نظیر سازه‌هایی که با قالب‌های تونلی یا قالب‌واره‌هایی به ابعاد

تفسیر/توضیح

ت ۷-۱-۹ برداشتن پایه های اطمینان

متن اصلی

بزرگ ساخته می‌شوند، می‌توان برچیدن پایه‌های اطمینان و برپایی مجدد آن‌ها را در دهانه‌های تا ده متر مجاز دانست مشروط بر آن که زدن پایه‌های اطمینان بلافاصله پس از برداشتن قالب باشد و در عمل اطمینان حاصل شود که هیچ نوع ترک یا تغییر شکل نامطلوب بروز نخواهد کرد.

درصورتی که تیر یا دال یکسره طراحی شده باشد، نمی‌توان پایه‌های اطمینان دهانه‌ای را برچید مگر آن که دهانه‌های طرفین آن بتن‌ریزی شده باشند و بتن آن نیز مقاومت لازم را به دست آورده باشد.

۷-۱-۹-۳ در صورت تکیه کردن مجموعه قالب‌بندی طبقه فوقانی روی طبقه تحتانی، فقط وقتی می‌توان پایه‌های اطمینان طبقه زیرین را برچید که بتن طبقه بالا مقاومت لازم را به دست آورده باشد. توصیه می‌شود پایه‌های اطمینان، همیشه در دو طبقه متوالی وجود داشته باشند و تا حد امکان هر دو پایه اطمینان نظیر در دو طبقه، روی هم و در امتدادی واحد قرار گیرند.

تفسیر/توضیح

ت ۷-۱-۹-۳ در صورتی‌که برنامه زمان‌بندی و جنبه اقتصادی ایجاب کند، بهتر است شمع‌بندی در چند طبقه صورت گیرد. همچنین توصیه می‌شود شمع‌بندی، شمع‌بندی مجدد، استقرار پایه‌های اطمینان و برچیدن آن‌ها با توجه به ضوابط زیر باشد:

بار هر شمعی که وزن بتن تازه را تحمل می‌کند و به طبقه پایین‌تر انتقال می‌دهد باید در طبقه‌زیرین نیز ادامه یابد تا تکیه گاه قادر باشد بارهای فوقانی را بدون ایجاد تنش و تغییر شکل‌های اضافه در طبقه مورد نظر تحمل کند. در صورتی‌که قالب‌برداری قبل از کسب مقاومت لازم صورت گیرد، رعایت موارد زیر باید مدنظر قرار گیرد:

- **تیرها و شاهتیرها**

با توجه به ضرورت به‌کار گرفتن پایه‌های اطمینان، لازم است پس از برچیدن قالب و داربست، بلافاصله پایه‌های اطمینان در محل مورد نظر زده شوند. جمع‌کردن شمع‌ها و شمع‌بندی مجدد هر شاه-تیر باید قبل از شرع عملیات مشابه روی تیر اصلی دیگر صورت پذیرد، به‌طوری که در هر مقطع زمانی فقط یک شاه‌تیر تحت این عملیات قرار داشته باشد.

پس از شاه‌تیرها قالب‌برداری و شمع‌بندی مجدد هر تیر و دال مجاور آن انجام می‌شود. شمع‌بندی مجدد دال‌ها نباید قبل از شمع‌بندی مجدد شاه‌تیر و تیرها شروع شود. در صورتی‌که شمع‌های زیر و روی یک دال در یک امتداد واقع نشوند باید توان باربری دال را برای تحمل تنش‌های معکوس و برش سوراخ‌شدگی مورد بررسی قرار داد.

- **دال‌های تخت**

برداشتن شمع‌ها و شمع‌بندی مجدد باید طوری سازمان یابد که از ایجاد تنش‌های معکوس یا مخرب در دال‌ها جلوگیری شود. به این ترتیب در شمع‌بندی مجدد دال‌ها باید پایه‌های اطمینان را در طول مرزهای بین نوارهای میانی و نوارهای ستونی استقرار داد. در این-گونه موارد باید برداشتن شمع‌ها و شمع‌بندی مجدد هر چشمه قبل

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۰۱۹

متن اصلی

۷-۱-۹-۴ برداشتن پایه‌های اطمینان باید بدون اعمال فشار و ضربه و طوری باشد که بار بتدریج از روی آن‌ها حذف شود، (در دهانه‌های بزرگ از وسط دهانه بسمت تکیه‌گاه‌ها و در کنسول‌ها از لبه بطرف تکیه‌گاه انجام شود). برداشتن بار از روی پایه‌های اطمینان در دهانه‌های بزرگ و قطعاتی که نقش سازه‌ای حساسی دارند، باید با وسایل قابل کنترل انجام پذیرد به‌طوری‌که در صورت لزوم در هر لحظه بتوان باربرداری از روی پایه‌ها را متوقف کرد.

۷-۱-۱۰ قالب برداری سازه‌های چند طبقه

برای این منظور باید تدابیری خاص اتخاذ شده و روشهای مربوط در مشخصات فنی خصوصی قید شوند.

۷-۱-۱۱ نکات اجرایی قالب‌بندی‌های ویژه

۷-۱-۱۱-۱ قالب لغزان

۷-۱-۱۱-۱-۱ قالب لغزان را بر اساس جهت حرکت، به قالب لغزان قائم یا شیب‌دار و قالب لغزان افقی تقسیم می‌کنند. با توجه به دامنه‌ی کاربرد این آئین نامه، فقط به قالب لغزان عمودی پرداخته شده است.

۷-۱-۱۱-۱-۲ روش ساخت با قالب لغزان یکی از روش‌های اجرای پروژه‌هایی مانند ساختمان‌های بلند مرتبه، برجهای مخابراتی، پایه‌ی پل‌ها، سیلوها، برجهای خنک‌کننده، دودکش‌ها و غیره است.

اجرا با قالب لغزان اجازه می‌دهد سازه یا المان به‌صورت یکپارچه و بی وقفه، بدون درز اجرائی ساخته شده و در نهایت مدت زمان اجرا نیز کاهش یابد. همچنین از این روش برای

تفسیر/توضیح

از چشمه دیگر صورت پذیرد. به‌طوری که در هر مقطع زمانی فقط یک چشمه تحت این عملیات قرار داشته باشد.

در مورد دال‌هایی که فاصله ستون‌های آن‌ها از ۷/۵ متر بیشتر باشد، بهتر است قالب‌بندی و شمع‌بندی طوری برنامه‌ریزی شود که شمع-های واقع در مرز نوارهای میانی و ستونی در زمان قالب‌برداری بدون تغییر در جای خود باقی بماند.

- **برچیدن پایه‌های اطمینان**

پایه‌های اطمینان را نباید قبل از آن‌که اعضا و قطعات بتنی توان کافی برای تحمل وزن خود و بارهای وارد را کسب کنند، جمع کرد.

ت ۷-۱-۱۰ **قالب برداری سازه‌های چند طبقه**

ت ۷-۱-۱۱ **نکات اجرایی قالب‌بندی‌های ویژه**

ت ۷-۱-۱۱-۱ قالب لغزان

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

برخی سازه‌های خاص مانند، سکوهای حفاری در فرا ساحل و برخی سازه‌های جنبی نیروگاه‌های هسته‌ای استفاده می‌شود.

۷-۱-۱۱-۱-۳ قالب لغزان باید توسط شخص با تجربه و مورد اطمینان دستگاه نظارت در هنگام نصب و حرکت قالب کنترل شود. نقشه‌ها باید جانمایی جک، قالب، سکوی کار و داربست‌ها را نشان دهد.

۷-۱-۱۷-۱-۴ صفحه‌ی رویه قالب را می‌توان از جنس پلاستیک مسلح به الیاف، فلز، تخته‌ی چندلا، تخته‌ی چوب یا ترکیبی از آن‌ها انتخاب کرد.

۷-۱-۱۱-۱-۵ عضو یوغ از اجزای مهم قالب لغزان محسوب می‌شود، بنابراین در ساخت قالب باید به آن توجه خاص شود.

۷-۱-۱۱-۱-۶ در طراحی سکوی قالب باید علاوه بر بارهای مرده، بار زنده را حداقل ۷/۲ kPa در نظر گرفت.

۷-۱-۱۱-۱-۷ در طراحی قالب، بادبندها و کمرکش‌ها، فشار جانبی بتن تازه را می‌توان از رابطه ۷-۵ محاسبه کرد:

$$P = C_1 + \frac{۵۲۴R}{T + ۱۷/۸}$$

رابطه ۷-۵

که در آن:

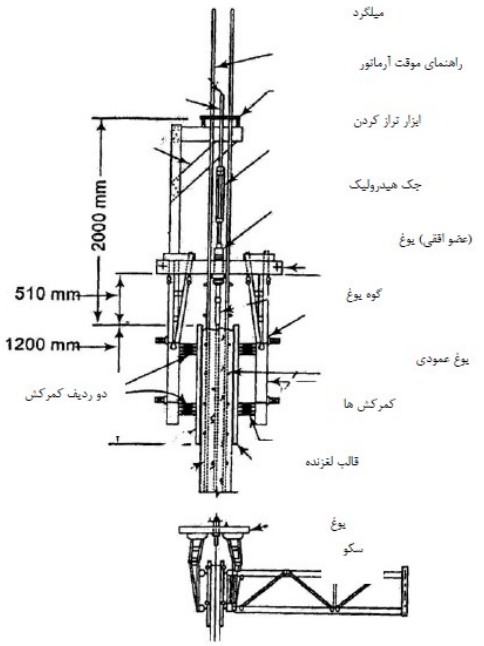
P : فشارجانبی وارده به قالب از بتن kPa

C_1 : مقدار ثابت که برابر با ۴/۸ kPa است

R : نرخ ارتفاعی بتن‌ریزی m/h

T : دمای بتن در قالب °C

تفسیر/توضیح



شکل ت ۷-۴ اجزای قالب لغزان

۱) یوغ‌ها، کمرکش‌ها را در فواصل منظم حمایت کرده و نیروهای حرکت‌دهنده‌ی قالب را از جک‌ها به کمرکش‌ها منتقل می‌کنند تا در مقابل نیروی جانبی بتن تازه مقاومت داشته باشند.

۲) وظایف کمرکش‌ها به شرح زیر است:

- نگه‌داشتن بدنه‌ی قالب در جای خود؛
- انتقال نیروی بالابرنده از یوغ‌ها به صفحه‌ی رویه قالب؛
- حمایت از سکوهای کار و داربست.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۷-۱-۱۱-۱-۸ نیروی بالابرنده باید علاوه بر بارهای مرده و زنده بر اصطکاک و چسبندگی بین بتن و قالب غلبه نماید تا امکان حرکت قالب رو به بالا فراهم شود

۷-۱-۱۱-۱-۹ حرکت قالب باید به‌صورت مداوم و تا به اتمام رسیدن سازه انجام شود. قالب بازشوها باید طبق نقشه‌ها در حین بالا رفتن قالب در محل مورد نظر پیش‌بینی و نصب شوند. حداقل و حداکثر سرعت حرکت قالب باید با آزمایش و قبل از اجرا توسط شخص باتجربه و بر اساس تغییرات دمایی (شرایط اقلیمی)، کارایی و روانی بتن، زمان گیرش اولیه‌ی بتن و بسیاری از عواملی که قابل پیش بینی نیست اما می‌تواند موثر باشد، مشخص گردد.

۷-۱-۱۱-۱-۱۰ شاغول و تراز بودن قالب باید حداقل هر ۴ ساعت یکبار کنترل شود. برای کنترل شاغول و تراز کردن باید از ابزارهای دقیقی استفاده نمود.

۷-۱-۱۱-۲ قالب بتن پیش آکنده

۷-۱-۱۱-۲-۱ قالبها در این روش باید بنحوی قرار گیرند که فشار دوغاب تزریقی را تحمل کرده مانع از هدر رفتن آن شده و امکان تخلیه هوا را نیز فراهم سازند زیرا در بتن پیش آکنده دوغاب باید هوای اطراف سنگدانه‌های درشت را بیرون رانده و خود جای آن را بگیرد.

فشار جانبی مضاعف در این روش، بهره‌گیری از نیروی انسانی ماهرتر، جزئیات اجرایی دقیق‌تر و کاربرد مصالح مرغوب‌تر در مقایسه با قالب‌بندی بتن‌های متعارف را، اجتناب‌ناپذیر می‌سازد.

۷-۲ لوله‌ها و مجراهای درون بتن

۷-۲-۱ قراردادن لوله‌ها و مجراهای آب، فاضلاب، بخار، و گاز در بتن تیرها و ستون‌ها و در امتداد محور آن‌ها، یا در بتن قطعات صفحه‌ای و به‌موازات میان‌صفحه‌ی آن‌ها، جز در موارد مندرج در بند ۷-۲-۲ ممنوع است. باید تا حد امکان از عبور

تفسیر/توضیح

ت ۷-۱-۱۱-۱-۸ تنش چسبندگی و اصطکاکی بتن و قالب را معمولا بین ۲/۵KPa تا ۳ در نظر می‌گیرند. از ضرب تنش چسبندگی اصطکاکی در مساحت سطح در تماس با قالب، نیروی لازم برای غلبه بر این اصطکاک و چسبندگی به‌دست می آید. تاخیر در بالابردن قالب یا چسبنده بوده بتن‌ها و کم‌بودن اسلامپ آن‌ها معمولا حرکت قالب را با مشکل مواجه می‌کند. حرکت سریع قالب، هرچند موجب کاهش نیروی بالابرنده خواهد شد، اما ممکن است باعث تغییر شکل یا شره کردن بتن خارج شده از قالب گردد.

ت ۷-۱-۱۱-۱-۹ در قالب لغزان لایه‌های بتن معمولا باید نازک و بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر باشند. این امر بر مقدار C_1 رابطه ۷-۵ اثرگذار است. در صورتی‌که تراکم زیادی برای بتن ریخته شده در نظر گرفته شود، مقدار C_1 ممکن است تا ۷/۲ کیلوپاسکال نیز افزایش یابد.

ت ۷-۱-۱۱-۱-۱۰ در مواردی که حساسیت بیش‌تر وجود دارد، توصیه می‌شود هر دو ساعت یک بار از تراز بودن قالب و شاغول بودن حرکت آن اطمینان حاصل گردد.

ت ۷-۱-۱۱-۲ قالب بتن پیش آکنده

ت ۷-۲ لوله‌ها و مجراهای درون بتن

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

دادن لوله‌ها و مجراهای مذکور عمود بر امتدادهای ذکر شده پرهیز کرد. در صورت ضرورت باید اطراف لوله‌ها و مجراها به‌نحو مناسبی تقویت شود.

۷-۲-۲ در مناطقی که بارندگی مستمر وجودندارد، می‌توان برای ساختمان‌های تا سه طبقه، ناودان را در داخل بتن ستون دفن کرد. مشروط بر آن که در انجام محاسبات سازه، فضای اشغال شده‌ی ناودان خالی در نظر گرفته شود.

۷-۲-۳ عبور دادن لوله‌ها و مجراها از داخل فضای خالی تیرها و ستون‌ها با مقطع مجوف مشروط بر این که قابل بازدید و قابل تعویض باشند، بلامانع است.

۷-۲-۴ دفن کردن لوله‌ها و مجراهای تاسیساتی و برقی جز در موارد مندرج در بند ۷-۲-۱ مجاز است. مشروط بر این که سایر ضوابط بند ۷-۲ رعایت شوند.

۷-۲-۵ لوله‌ها و مجراهای آلومینیومی نباید در قطعات بتنی دفن شوند، مگر آن که به طرزی موثر محافظت شده باشند، به این معنی که ترکیب شیمیایی میان بتن و آلومینیوم و نیز فعل و انفعال الکتروشیمیایی بین آلومینیوم و فولاد امکان پذیر نباشد.

۷-۲-۶ در قالب‌بندی پوشش‌های طبقات و نیز دیوارهای باربر، باید عبور لوله‌ها و مجراهای مورد نیاز تاسیسات مکانیکی و برقی مطابق نقشه‌های مربوط پیش‌بینی شود تا تخریب بتن پس از اتمام بتن‌ریزی لازم نباشد. در موارد اضطراری که تعبیه سوراخ‌ها در زمان قالب‌بندی و بتن‌ریزی پیش‌بینی نشده است، سوراخ کردن دال یا دیوار فقط با استفاده از وسایل مناسب مجاز است.

۷-۲-۷ قراردادن لوله‌های پلا ستیکی داخل ستون‌ها و دیوارها برای عبور میل مهارهای قالب به شرط پرکردن آن‌ها با ملات ما سه سیمان پس از قالب‌برداری مجاز ا ست. درصورتی که تعداد و قطر این لوله‌ها در حدی باشد که هیچ یک از مقاطع بتن بیشتر از ۳ در صد تقلیل نیابد، می‌توان از پر کردن داخل آن‌ها صرف‌نظر کرد.

۷-۲-۸ سطح اشغال شده توسط لوله‌ها و مجراهایی که همراه بست‌های خود در بتن ستون دفن می‌شوند، نباید بیشتر از ۳ درصد سطح مقطعی که محاسبه‌ی مقاومت عضو بر آن اساس بوده یا برای مقابله با اثر آتش‌سوزی مورد نیاز است، باشد. به

تفسیر/توضیح

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

علاوه این گونه لوله‌ها و مجراها باید در حوالی مرکز سطح مقطع ستون قرار گیرند.

به هر حال نباید عملکرد عضو تحت تاثیر قرار گیرد. در صورت برآورده نشدن شروط فوق باید اثر مجراها در مقاومت ستون‌ها منظور شود.

۹-۲-۷ لوله‌ها و مجراهای مدفون در بتن دال‌ها، تیرها، و دیوارها، جز در مواردی‌که نقشه‌های آن‌ها به تصویب مهندس طراح رسیده باشند، باید با ضوابط زیر مطابقت داشته باشند:

- ابعاد بیرونی آن‌ها نباید از یک سوم ضخامت کل عضو مورد نظر بیشتر باشد.
- فاصله‌ی مرکز تا مرکز هر دو لوله یا مجرای مجاور هم، نباید از ۳ برابر قطر یا عرض آن‌ها کمتر باشد.

۷-۳ درزها

۷-۳-۱ اهمیت، تقسیم‌بندی و ضرورت درزها

۷-۳-۱-۱ درزها به دلایل متعدد برای سازه‌های بتنی ضروری هستند. به‌طور کلی درزها به سه نوع درز ساخت (اجرایی)، درز انقباض (جمع‌شدگی) و درز جداکننده (انبساط) تقسیم می‌شوند. درز ساخت به‌دلیل توقف‌های از پیش تعیین شده در عملیات بتن‌ریزی در نظر گرفته می‌شود. برای جبران تغییرات حجمی بتن، مانند جمع‌شدگی و تغییرات حرارتی، از درز انقباض استفاده می‌شود. درزهای جداکننده یا انبساط سازگاری در تغییر شکل‌های اعضای مختلف سازه را فراهم می‌کنند. این تغییر شکل‌ها ناشی از تغییرات دما است و سبب انقباض و انبساط اعضای بتنی در امتدادهای مختلف می‌شود. به‌طور کلی این درزها برای جلوگیری از ایجاد ترک‌ها در بتن در نظر گرفته می‌شوند.

۷-۳-۲ درز ساخت (اجرائی)

۷-۳-۲-۱ دلیل ایجاد درز

در بسیاری از سازه‌ها امکان عملیات بتن‌ریزی به‌صورت پیوسته وجود ندارد و نمی توان به یکباره همه بتن‌ریزی را در یک نوبت بدون ایجاد درز سرد به انجام رساند. بنابراین لازم

تفسیر/توضیح

ت ۷-۳ درزها

ت ۷-۳-۱ اهمیت، تقسیم‌بندی و ضرورت درزها

ت ۷-۳-۱-۱ درزها بر اساس عضو سازه‌ای و نوع سازه به گروه‌های متعدد مانند، دال متکی بر زمین، ساختمان، پل، تونل، منابع آب، رویه‌های بتنی و بتن‌های حجیم تقسیم می‌شوند. اما بر اساس محدوده‌ی کاربرد این آئین نامه، مطالب به درزهای ساختمان و دال روی زمین محدود شده است. بنابراین توصیه‌های این فصل در دو بخش تفکیک شده‌ی درزهای ساختمانی و درزهای متکی بر روی زمین ارائه شده‌اند.

ت ۷-۳-۲ درز ساخت (اجرائی)

ت ۷-۳-۲-۱ دلیل ایجاد درز

درز سرد عملا یک درز اجرائی کنترل نشده و بدون رعایت محل قطع و آماده‌سازی لازم برای بتن‌ریزی جدید است. درز سرد به هیچ وجه در بتن‌ریزی پذیرفته نیست و باید از آن پرهیز نمود. عدم پیش‌بینی درز ساخت در یک عضو بزرگ ممکن است به ایجاد درز

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

است بخشی از بتن پس از آرماتورگذاری و قالب بندی ریخته شود و سپس بخش دیگر بر روی بخش قبلی یا در کنار آن، اجرا گردد. فصل مشترک دو بتن‌ریزی متوالی را، درز اجرائی (ساخت) می نامند. عوامل متعددی مانند: ظرفیت مخلوط‌کن و وسایل حمل و ریختن، تعداد نفرات اجرایی و محدودیت هایی از جمله مدت اجرا، تعیین‌کننده حجم اجرای بتن در شرایط خاص محیطی می‌باشند. در اجرای درز ساخت هدف اصلی باید تامین پیوستگی کامل بین بخش‌های متوالی بتن‌ریزی باشد. به عبارت دیگر باید انتقال تنش برشی فراهم شود و یکپارچگی خمشی در کل عضو بتنی حفظ گردد.

۷-۳-۲-۲ محل درز

در انتخاب محل درزهای ساخت باید دقت ویژه مبذول شود تا یکپارچگی سازه تحت تأثیر قرار نگیرد و از طرف دیگر با ظاهر ساختمان سازگار باشد. محل مناسب درزهای ساخت تابع عضو سازه‌ای است. تعداد درزهای اجرایی باید توسط طراح پروژه و یا دستگاه نظارت، در کم‌ترین مقدار لازم پیش بینی شود. درزهای اجرایی باید بطور دقیق در نقشه‌های کارگاهی منعکس گردد. بهرحال موقعیت درزهای اجرایی نباید به‌صورت تصادفی در محل یا زمان دلخواه مانند پایان ساعات کاری در نظر گرفته شود. همچنین باید از رها کردن بتن به‌صورت شیب‌دار یا مورب در تیرها و دال‌ها خودداری نمود.

أ) موقعیت درزهای ساخت در تیرها و دال‌ها

برای درزهای ساخت عمودی در تیرها و دال‌ها، توصیه می‌شود که محل درزها، عمود بر آرماتور اصلی و مقاطعی با حداقل تنش های برشی باشد. درزها باید در وسط دهانه یا در یک سوم میانی دهانه تعبیه شود. درزهای ساخت افقی و شیبدار در تیرها و دال‌ها مجاز نیست. تیرها با دال به‌صورت یکپارچه بتن‌ریزی شود مگر در تیرها از نوع عمیق، که توصیه می‌شود بتن‌ریزی تیرها و دال به طور جداگانه انجام شود تا نشست خمیری و جمع‌شدگی عمودی تیرها سبب ترک‌خوردگی در محل اتصال نشود.

درزهای ساخت باید کاملا عمود بر محور طولی تیر و دال باشند (با ایجاد قالب موقت).

تفسیر/توضیح

سرد به‌ویژه در شرایط هوای گرم کمک نماید. زیرا بتن‌ریزی به‌صورت لایه به لایه اجرا می‌شود. چنانچه سطح بتن‌ریزی زیاد باشد، ممکن است فاصله‌ی زمانی بتن‌ریزی لایه‌ی دوم نسبت به لایه‌ی اول آنقدر زیاد شود که نتوان لرزاننده را در لایه‌ی اول فرو برد و پیوستگی بین دو لایه را تامین نمود. تقسیم کردن سطوح بزرگ به سطوح کوچک‌تر با پیش‌بینی درز ساخت، امکان ایجاد درز سرد را از بین می‌برد.

ت ۷-۳-۲-۲ محل درز

طراح یا دستگاه نظارت می‌توانند با توجه به توان کاری پیمانکار که شامل امکانات تجهیزاتی و نفرات است، موقعیت درزهای را بسته به حجم بتن‌ریزی ممکن در یک یا چند نوبت کاری مشخص نمایند. اما نمی‌توان در پایان یک نوبت کاری در محل دلخواه درز اجرایی را ایجاد کرد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

ب) موقعیت درزهای ساخت در ستون‌ها و دیوارها

برای ساخت ستون‌ها و دیوارها، بتن‌ریزی در ستون‌ها و دیوارها تا زیر تیر و یا دال هر طبقه انجام می‌شود.

تیرها یا دال‌های متکی بر ستون‌ها یا دیوارها را تا زمانی که این اعضای قائم حالت خمیری دارند، نباید بتن‌ریزی نمود.

بتن تیرها و سر ستون‌ها را باید به‌صورت یکپارچه با بتن دال ریخت مگر آن‌که در نقشه یا مشخصات فنی خلاف آن تصریح شده باشد.

محل درزهای اجرایی عمودی در دیوارها تابع امکانات و توان اجرایی و یا سازگاری با ظاهر سازه است که توسط مهندسین مشاور تعیین می‌شود. اگر محل درزها پیش‌بینی نشده باشد، محل درز تابع محدودیت‌های بتن‌ریزی است. چنانچه محل درز تحت برش جانبی باشد، باید از میلگردهای انتقال‌دهنده بار استفاده شود.

۲-۳-۲-۷ اجرای درز ساخت

أ) درزهای افقی

در درزهای اجرایی افقی سطح بتن قبلی باید با آب پرفشار یا ماسه پاشی، زبر و تمیز گردد. رطوبت بتن قبلی باید در حدود حالت اشباع با سطح خشک باشد. زبر کردن سطح بتن قبلی با هر وسیله‌ی مناسب دیگر نیز امکان پذیر است.

در صورت تائید دستگاه نظارت، می‌توان از یک لایه اتصالی ملات به ضخامت حداکثر ۱۰۰ میلی‌متر روی سطح بتن قبلی استفاده کرد و سپس بتن بعدی ریخته شود.

تفسیر/توضیح

درصورتی‌که قبل از سخت شدن بتن، ستون یا دیوار بتن تیر یا دال ریخته شود، به‌دلیل نشست خمیری اعضای قائم که در اثر آب انداختن بتن ایجاد می‌شود، معمولا ترک‌هایی افقی در حد فاصل اعضای قائم و افقی ایجاد می‌گردد. در ساخت ساختمان‌هایی با قالب تونلی به ناچار باید پس از تکمیل بتن‌ریزی اعضای قائم و تراکم مجدد آن‌ها نسبت به ریختن بتن دال اقدام نمود تا احتمال ترک‌خوردگی کاهش یابد.

در دیوارها نیز نباید درز ساخت به‌صورت شیبدار باشد. گاه در ستون‌های بلند (مرتفع) به‌دلایلی از درز اجرایی استفاده می‌شود که باید افقی باشند. توصیه می‌شود با تمهیداتی از ایجاد درز اجرایی افقی در وسط ارتفاع ستون یا دیوار خودداری نمود. همچنین از ایجاد درزهای اجرایی نزدیک به هم نیز خودداری شود. ایجاد پاشنه‌ی بتنی (به ارتفاع ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر) در پای ستون یا دیوار در مناطق زلزله خیز مجاز نیست. بنابراین برای نصب قالب ستون و دیوار باید از راهکارهای دیگری استفاده نمود. اگر قرار است که دیوارها آب‌بند باشند، ممکن است در محل درز ساخت، نیاز به تعبیه نوار آب‌بند باشد. هر چند که ایجاد درز اجرایی مطابق این آئین‌نامه و آماده‌سازی آن و ریختن بتن جدید می‌تواند تا حد زیادی به آب‌بندی این درزها (به‌صورت افقی یا عمودی) منجر شود.

توصیه می‌شود از ریختن یکپارچه‌ی دیوارها با طول بیش‌تر از ۷/۵ متر برای جلوگیری از ترک‌خوردگی خوداری شود و درز اجرایی عمودی پیش بینی گردد. این طول با توجه به استعداد جمع‌شدگی بتن به‌ویژه به‌دلیل مقدار سیمان یا مواد سیمانی می‌تواند کم‌تر یا زیادتر شود.

زیرا اگر به‌صورت مورب باشند سبب کاهش ظرفیت باربری عضو بتنی می‌شوند.

ت ۲-۳-۲-۷ اجرای درز ساخت

به‌طور کلی زبر و خشن بودن سطح بتن قبلی می‌تواند درگیری مکانیکی (قفل و بست) مناسبی را به‌وجود آورد. ایجاد کلیدهای برشی در سطح بتن قبلی می‌تواند این درگیری را به‌مراتب افزایش دهد. درصورتی‌که بتن قبلی آب بتن جدید را جذب نماید، می‌تواند در بتن جدید جمع‌شدگی ناگهانی به‌وجود آورد و از همان ابتدا اتصال دو بتن را تضعیف کند. اشباع بتن قبلی با یک یا چند بار آب دادن یا در حین استفاده از آب پرفشار برای زبر کردن سطح،

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۲/۲۶

متن اصلی

این لایه اتصالی نباید دارای نسبت آب به مواد سیمانی بیش‌تر از نسبت آب به مواد سیمانی بتن اصلی باشد.

حداکثر اندازه‌ی سنگدانه در این لایه‌ی اتصالی بهتر است به یک چهارم حداکثر اندازه‌ی اسمی بتن اصلی محدود شود.

همچنین روانی این ملات باید به‌قدری زیاد باشد که عملا بتواند در پستی و بلندی‌های ایجاد شده در سطح بتن قبلی جای گیرد، بدون آن‌که به تراکم نیاز داشته باشد. استفاده از دوغاب یا خمیر خالص سیمان در درزهای اجرایی مجاز نیست.

ب) درزهای عمودی

- ایجاد قالب موقت عمودی با توری چشمه‌ریز یا ورق‌های رابیتس یا سایر موارد ضروری است. به‌هرحال نباید سوراخ‌های توری یا رابیتس به‌گونه‌ای باشد که بتن از آن رد شود. در صورتی‌که سطح زبر ایجاد نشود باید بتن جوان را زبر، خشن و مضرس نمود.
- باقیماندن توری یا رابیتس در محل درز اجرایی ابهاماتی را از نظر پیوستگی دو بتن به‌وجود می‌آورد و ممکن است موجب زنگ‌زدگی و بروز مشکلات دیگری شود. امکان نشت آب نیز از این منطقه وجود دارد. اکیدا توصیه می‌شود که در صورت عدم امکان برداشت آن‌ها از تمامی مقطع، حداقل توری یا رابیتس موجود در ضخامت پوشش بتنی روی میلگرد برداشته شود.
- بنابراین باید در اسرع وقت این توری یا رابیتس‌ها را از سطح بتن جدا نمود. سطح خشن و زبر ایجاد شده، قبل از بتن‌ریزی جدید در کنار بتن قبلی، باید به‌صورت اشباع درآید.
- در صورتی‌که قالب موقت از نوع فلزی، چوبی یا پلی‌استایرن باشد و سطح صافی را ایجاد کند، لازم است زبر کردن و خشن‌سازی سطح مشابه درز افقی در دستور کار قرار گیرد و اشباع‌سازی نیز انجام شود.
- در صورت تائید دستگاه نظارت می‌توان از لاتکس‌های پلیمری یا دوغاب سیمانی حاوی لاتکس یا اپوکسی‌های آب‌دوست در سطح بتن قبلی استفاده کرد. در این حالت نیازی به اشباع‌سازی بتن قبلی وجود ندارد و باید قبل از خشک شدن لاتکس یا دوغاب سیمانی حاوی لاتکس و از

تفسیر/توضیح

مشروط بر اینکه تا زمان شروع بتن‌ریزی سطح بتن قبلی از حالت اشباع فاصله نگیرد، مانع جذب آب بتن جدید می‌شود.

معمولا در صورتی‌که حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی بتن اصلی حدود ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر باشد، استفاده از یک ملات با حداکثر اندازه‌ی اسمی کوچک‌تر از ۵ تا ۶ میلی‌متر توصیه می‌شود. کوچک‌تر بودن حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی ملات، به همراه روانی بیش‌تر، ضمن ثابت نگاه داشتن نسبت آب به مواد سیمانی، نیاز به آب و سیمان را به شدت بالا می‌برد و به خودی خود منطقه با تردی بیش‌تر و جمع‌شدگی افزون‌تری را ایجاد می‌کند. بنابراین با استفاده از یک فوق‌روان‌کننده باید تا حد امکان مقدار آب و سیمان را کاهش داد تا اتصال بهتری به‌وجود آید.

- برای ایجاد درز اجرایی عمودی بهتر است از یک توری با چشمه‌ی ریز یا رابیتس به‌عنوان قالب موقت استفاده نمود.

ممکن است که شیره یا ملات بتن از توری یا رابیتس رد شده و در پای مقطع انباشته شده باشد، بنابراین باید قبل از بتن‌ریزی جدید همه‌ی این شیره یا ملات برداشته شود. لرزاندن زیاد بتن در مجاورت این توری‌های ریز یا رابیتس باعث حذف ملات یا شیره و شن نما شدن بتن قبلی می‌شود که باید از آن پرهیز کرد.

از آنجا که لاتکس‌ها یا دوغاب سیمانی حاوی لاتکس دارای مقدار آب قابل توجهی است، امکان جذب آب آن توسط بتن قبلی وجود دارد. اما این امر مانع ایجاد اتصال مناسب نخواهد شد، بلکه به‌دلیل از دست دادن آب، این لایه زودتر سفت شده و مهلت کاری کم‌تری را به‌وجود می‌آورد. از طرفی اشباع‌سازی سطح بتن قبلی با آب قبل از اعمال لاتکس یا دوغاب سیمانی حاوی لاتکس معمولا توصیه نمی‌شود، زیرا ممکن است مانع پلیمره شدن لاتکس گردد. چنانچه از اپوکسی‌های آب‌دوست استفاده شود، موضوع جذب آب توسط بتن قبلی منتفی است و نیازی به اشباع سازی نخواهد بود.

ویرایش مورخ ۱۳۹۷/۲/۲۶

متن اصلی

دست دادن چسبناکی آن‌ها یا اپوکسی اعمال شده، بتن جدید را ریخت.

- در سطوح عمودی با ارتفاع زیاد، ایجاد شکستگی و پله‌ای کردن درز اجرائی توصیه می‌شود. همچنین ایجاد کلیدهای برشی مناسب می‌تواند مفید واقع گردد.

۷-۳-۳ درزهای انقباض (جمع‌شدگی)

۷-۳-۳-۱ دلیل ایجاد

دلیل ایجاد درز انقباض، جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن است که منجر به تنش کششی در بتن می‌شود. تنش کششی در بتن بدون قید، سبب ترک‌خوردگی نیست، اما تمام اعضای بتنی سازه به‌نوعی دارای قید داخلی یا خارجی هستند که باعث ترک‌خوردگی می‌شود. درز انقباض معمولا برای دیوارها و دال‌های روی زمین استفاده می‌شود. برای دال‌های طبقات، تنش‌های ناشی از جمع‌شدگی باید با مقدار و توزیع مناسب آرماتور جبران گردد.

۷-۳-۳-۲ محل درز انقباض در دیوارها

فواصل درزهای انقباض تابع کیفیت بتن، مقدار جمع‌شدگی، شرایط محیطی و آرماتور حرارتی است. فواصل درزها توسط طراح مشخص می‌شود، اما می‌توان از مقادیر ذکر شده به شرح زیر به عنوان راهنما استفاده کرد:

- ۷/۵ متر برای دیوارهای بدون بازشو تا سه برابر ارتفاع دیوار، هرکدام که کوچک‌تر باشد.
- ۶ متر برای دیوارها با بازشوهای متعدد.
- در محل‌هایی از ساختمان که از نظر ارتفاع و شکل تغییر می‌کند.

درزهای انقباض باید در تمام طبقات در یک امتداد باشند (به جز طبقه‌ی اول و کنار بازشوها)، در غیر این‌صورت ترک‌خوردگی پیش‌بینی نشده بین درزها ایجاد می‌شود.

تفسیر/توضیح

ت ۷-۳-۳ درزهای انقباض (جمع‌شدگی)

ت ۷-۳-۳-۱ دلیل ایجاد

ت ۷-۳-۳-۲ محل درز انقباض در دیوارها

در شکل ت ۷-۵ موقعیت درزهای انقباض، به‌عنوان راهنما در یک ساختمان نشان داده شده است.

A: فواصل درزها در دیوارها با بازشوهای متعدد ۶ متر باشد.

B: فواصل درزها نباید بیش‌تر از ۷/۵ متر در دیوارها بدون بازشو باشد.

C: درزها در فاصله‌ی ۳ تا ۵ متری از نبش ساختمان در نظر گرفته شود (در صورت امکان).

D: در طبقه اول، محل درزها در امتداد چهارچوب درب‌ها باشد.

E: در بالای طبقه‌ی اول، درز از وسط بازشو عبور کند.

F: در محل تغییر ارتفاع و امتداد چهارچوب، ایجاد درز توصیه می‌شود.

شکل ت ۷-۵ زیر موقعیت درزهای انقباض

پیشویس مورخ ۲۹/۰۱/۲۰۱۹

متن اصلی

۱۰-۲-۴-۳ اجرای درز انقباض در دیوارها

در محل درز، انقباض سطح مقطع بتن و آرماتور کاهش داده می‌شود. معمولا سطح مقطع بتن حدود ۲۵ درصد کاهش می‌یابد تا از ضعیف شدن و تشکیل ترک در آن محل اطمینان حاصل شود. از نقطه نظر آرماتور، دو نوع درز کامل و جزئی وجود دارد. در درز انقباض جزئی، فقط بخشی از آرماتور (حدود ۵۰ درصد) از محل درز عبور می‌کند اما در درز انقباض کامل، تمام آرماتور در محل درز قطع می‌شود. به‌طور کلی در درزهای کامل و جزئی باید محل قطع آرماتور ۵۰ میلی‌متر از محل درز فاصله داشته باشد.

۷-۳-۴ درزهای جداکننده یا انبساط

۷-۳-۴-۱ دلیل ایجاد درز

با توجه به این‌که ساختمان یا اعضای ساختمان تا حدی مقید هستند، این قیدها منجر به تنش‌های ناشی از تغییرات دما می‌شود. تنش‌های حرارتی تابع تغییرات دما است. بعضی تغییرات دمایی سبب تنش‌های قابل ملاحظه می‌شوند، اما تغییرات کم دما منجر به تنش‌های قابل اغماض می‌گردد.

۷-۳-۴-۲ اجرای درز

عرض درز باید در حد کافی باشد که از تماس بخش‌های ساختمان در دو طرف درز جلوگیری کند. در تعیین عرض درز باید حداکثر تغییرات دمای مورد انتظار، در نظر گرفته

تفسیر/توضیح

ت ۱۰-۲-۴-۳ اجرای درز انقباض در دیوارها

توصیه می‌گردد که مقدار دقیق درصد کاهش سطح مقطع بتن توسط مشاور تعیین گردد.

ت ۷-۳-۴ **درزهای جداکننده یا انبساط**

ت ۷-۳-۴-۱ دلیل ایجاد درز

تنش‌های حرارتی نتیجه‌ی مستقیم تغییرات حجم بین نقاط مقید شده در سازه هستند. برآورد انقباض یا انبساط ناشی از تغییرات حرارتی، با ضرب کردن ضریب انبساط حرارتی α (حدود $10\times10^{-6}/C$) در طول سازه در تغییرات دما، حاصل می‌شود. برای مثال یک ساختمان با ۶۰ متر طول با افزایش دما به میزان ۵۰ درجه سلسیوس به مقدار ۳۰ میلی‌متر انبساط خواهد داشت. درزهای انبساط اجازه می‌دهند که بخش‌های ساختمان جدا شوند تا بدون آن‌که بر سرویس‌دهی و عملکرد اثر بگذارند، به‌راحتی منقبض و منبسط شوند و تنش‌های حرارتی قابل ملاحظه‌ای به‌وجود نیاورند.

گاهی واژه‌ی درز جداکننده و درز انبساط به جای یکدیگر استفاده می‌شوند. تفاوت آن‌ها در استفاده از آرماتور است. در درز جداکننده که حرکت بین اعضای سازه‌ای جدا می‌شود، میله‌های انتقال‌دهنده بار استفاده نمی‌شود. اما در درز انبساط می‌توان با استفاده از میله‌ها برش را در یک امتداد انتقال داد و در جهت دیگر اجازه حرکت آزاد را داد. به‌هرحال در بسیاری از درزهای انبساط نیز آرماتور وجود ندارد.

ت ۷-۳-۴-۲ اجرای درز

نسخه‌ی پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۱۳۹۷

متن اصلی

شود. عرض درز معمولا بین ۲۵ تا ۱۵۰ میلی‌متر است. هر چند عرض بیش‌تر به‌دلیل نشست چرخشی یا زلزله می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

به هر حال مقدار دقیق عرض درز باید توسط طراح تعیین شود.

۷-۳-۴-۳ محل درز

۷-۳-۴-۳-۱ فواصل درزهای انبساط تابع مقدار حرکت (انبساط و انقباض) و تنش‌ها یا کرنش‌های مجاز اعضای سازه‌ای است. فواصل درزها باید توسط طراح مشخص شود. فواصل درزها معمولا بین ۳۰ تا ۶۰ متر است.

۷-۳-۴-۳-۲ درز جداکننده و انبساط باید از میان تمام سازه عبور کند. در برخی موارد لازم است تمام ضخامت شالوده را نیز طی نماید.

۷-۳-۵ درزهای دال متکی بر زمین

درزهای دال متکی بر زمین اجازه می‌دهند که دال تا حدی حرکت کند تا از ترک‌خوردگی آن جلوگیری شود. دلایل حرکت دال‌ها شامل جمع‌شدگی، تغییرات دما، تنش خمشی و نشست دال است. در صورت مقید بودن دال، تنش کششی در دال ایجاد می‌شود. اگر این تنش‌ها بیش‌تر از مقاومت کششی بتن باشد، احتمال ترک‌خوردگی به وجود می‌آید.

۷-۳-۵-۱ درز ساخت

أ) دلیل ایجاد درز

دلیل ایجاد درز ساخت دال روی زمین، مشابه درز ساخت در ساختمان است که در بند ۷-۲-۳-۲ شرح شده است.

ب) اجرای درز

توصیه می‌شود که طراحی درزهای ساخت قبل از بتن‌ریزی تعیین شود تا امکان انطباق این درزها با درزهای جداکننده فراهم گردد. اگر محل درزهای ساخت را بتوان با درزهای انقباض منطبق کرد، می‌توان از کلید برشی یا داول (میلگرد انتقال دهنده) طبق بند ۷-۳-۵-۲ استفاده کرد. اگر امکان انطباق درزهای ساخت و انقباض فراهم نشود، می‌توان از درزهای پیوند دهنده یا ضخیم کردن لبه‌ها استفاده نمود.

تفسیر/توضیح

ت ۷-۳-۴-۳ محل درز

ت ۷-۳-۵ درزهای دال متکی بر زمین

با توجه به کیفیت و شرایط اجرای بتن در کشور، در بسیاری از دال های متکی بر زمین توصیه می‌شود فاصله درزها از ۱۸ تا ۲۷ برابر ضخامت دال تجاوز نکند. زیرا بتن‌های مصرفی معمولا از جمع‌شدگی زیادی دارند. زمانی که از حداکثر اندازه‌ی اسمی بزرگ‌تر و روانی بیش‌تر (بدون استفاده از روان‌کننده) به‌کار گرفته می‌شود، بهتر است از کرانه‌ی پائینی استفاده نمود.

ت ۷-۳-۵-۱ درز ساخت

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

اگر فاصله‌ی بتن‌ریزی در دال‌های غیر مسلح، بین بتن قدیم و جدید زیاد است، می‌توان از درزهای پیوند دهنده استفاده کرد. در این نوع درزها از میله‌های دوخت با طول ۷۵۰ میلی‌متر در فاصله ۷۵۰ میلی‌متر در درون بتن دو طرف درز (بتن قدیم و جدید) استفاده می‌شود. در دال‌هایی با ضخامت بین ۱۲۵ تا ۲۰۰ میلی‌متر، و ۲۲۵ تا ۲۵۰ میلی‌متر به‌ترتیب قطر میله‌های دوخت باید ۱۳ و ۱۶ میلی‌متر باشد.

در دال‌های بسیار نازک که بار کمی روی آن ها است، از روش ضخیم کردن لبه‌های درز استفاده می‌شود.

برای کاهش خیز در این دال‌ها، لبه‌های دال در درز ساخت، ضخیم‌تر اجرا می‌شود.

ت) محل درز

همان‌طور که در بند قبل ذکر شد، توصیه می‌شود که محل درز ساخت با درز انقباض یا درز جداکننده، انطباق داشته باشد.

۷-۳-۵-۲ درز انقباض

أ) دلیل ایجاد

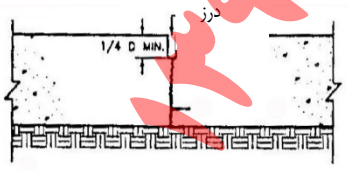
دلیل ایجاد درز انقباض در دال مشابه درز انقباض در ساختمان (مطابق بند ۳-۳-۷) است. در دال‌های روی زمین به‌دلیل اختلاف شرایط محیطی در بالا و پایین دال، در صورت جمع‌شدگی، لبه‌های دال خم می‌شود.

ب) اجرای درز

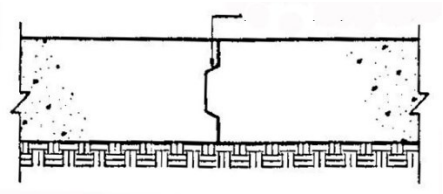
اجرای درز انقباض دال‌های روی زمین مطابق با اجرای درز انقباض ساختمان در بند ۳-۳-۷ است. درزهای انقباض، کل دال را به دال‌های کوچک‌تر تقسیم می‌کنند. بنابراین باید انتقال بار بین درزها در نظر گرفته شود. اگر دال مسلح باشد و آرماتور نیز برای تنش‌های انقباض در نظر گرفته شده باشد، انتقال بار انجام می‌پذیرد. در غیر این‌صورت، باید از کلید برشی یا داول (میلگرد انتقال دهنده) استفاده کرد.

برای ساخت کلید برشی با استفاده از قالب‌های شکل داده شده، در جدار سطح بتن قدیم کام و زبانه ایجاد می‌گردد. این نوع انتقال دهنده بار نباید برای دال‌ها با ضخامت کم‌تر از ۱۵۰ میلی‌متر استفاده شود.

تفسیر/توضیح



شکل ت ۷-۶ اجرای درز انقباض



شکل ت ۷-۷ درز انقباض با کام و زبانه (کلید برشی)

پیش‌نویس مورخ ۲۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

در درزها با داول، میله‌ها با سطح صاف و بدون آج در وسط ضخامت دال تعبیه می‌شوند. اما این میله‌ها نباید با بتن پیوستگی داشته باشند تا امکان حرکت بتن فراهم آید. باید با اندود کردن یا رنگ‌های خاص یا گریس بین میله‌ها و بتن عدم پیوستگی را ایجاد نمود. میله‌ها در فاصله‌ی ۳۰۰ میلی‌متری تعبیه می‌شوند و قطر آن‌ها تابع ضخامت دال است. برای ضخامت دال از ۱۲۵ تا ۲۷۵ میلی‌متر، قطر میله‌ها ۲۰ تا ۳۰ میلی‌متر افزایش می‌یابد.

ت) محل درز

درزها باید دال روی زمین را به مساحت‌های کوچک مستطیل یا مربع شکل تقسیم کنند. به هر حال، نسبت طول به عرض درزها نباید بیش‌تر از ۱/۵ باشد. فواصل بین درزها در هر طرف باید ۲۴ تا ۳۶ برابر ضخامت دال باشد. اگر بتن مستعد جمع‌شدگی زیاد باشد (مانند بتن با نسبت زیاد آب به مواد سیمانی یا مقدار زیاد سیمان) باید مقادیر کم‌تر انتخاب شود.

۷-۳-۵-۳ درز جداکننده یا انبساط

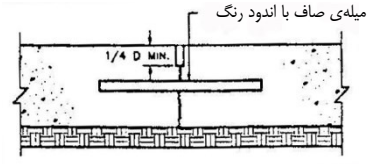
أ) دلیل ایجاد درز

هدف درزهای جداکننده در دال روی زمین، امکان ایجاد حرکت افقی و عمودی بین دال و اعضای سازه مانند دیوارها، ستون‌ها و پی‌ها است.

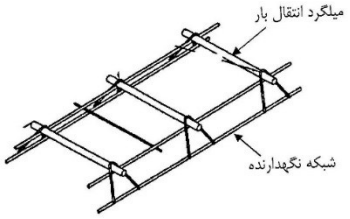
ب) اجرای درز

دال باید از اعضای سازه‌ای کاملا جدا شود. به عبارت دیگر کل ضخامت دال باید با فاصله‌ی مناسب از اعضای سازه ای جدا گردد.

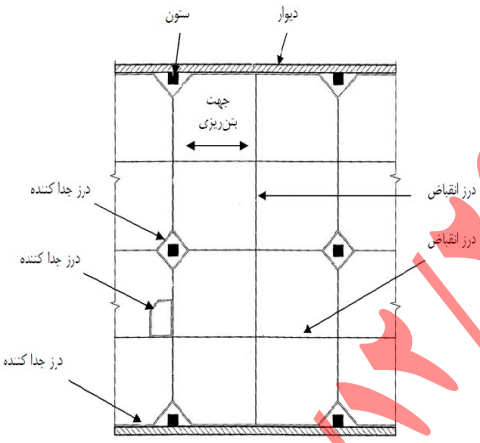
تفسیر/توضیح



شکل ت ۷-۸ درز انقباض با میله‌ی انتقال‌دهنده‌ی بار



شکل ت ۷-۹ سبد میلگردهای انتقال بار



شکل ت ۷-۱۰ محل درزها در دال روی زمین

معمولا این فاصله (عرض درز) حداقل ۲۰ میلی‌متر و حداکثر ۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

ت) محل درز

محل درز باید مطابق با بند ۴-۳-۷ باشد.

۶-۳-۷ روش‌های ایجاد درزها

۱-۶-۳-۷ برای ایجاد درزها می‌توان از دو روش نوارهای جداکننده یا اره کردن استفاده کرد. در روش نوارهای جداکننده می‌توان از نوارهای پیش ساخته‌ی فولادی یا پلاستیکی بهره گرفت.

۲-۶-۳-۷ از نوار جداکننده قبل از بتن‌ریزی استفاده می‌شود. روش اره کردن پس از بتن‌ریزی انجام می‌شود. اما زمان اره کردن از اهمیت زیادی برخوردار است. بتن نباید آنقدر تازه باشد که عملیات اره کردن سبب قلوه‌کن شدن بتن شود و نباید زمان آنقدر طولانی شود که ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی رخ دهد. این زمان معمولا بین ۱۲ تا ۲۴ ساعت توصیه می‌شود.

۷-۳-۷ مواد درزگیر

۱-۷-۳-۷ اهمیت مواد درزگیر

درزهای انقباض و جداکننده باید با مواد مناسب درزگیر، پر شود. این مواد باید انعطاف‌پذیر و دارای چسبندگی مطلوب با سطح بتن باشند. نفوذپذیری آن‌ها باید بسیار کم و سازگار با شرایط و بارهای محیطی (دما و تابش آفتاب) بودهو ساختار شیمیایی آن‌ها تغییر نکند.

۲-۷-۳-۷ انواع مواد درزگیر

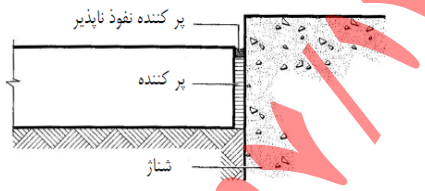
۱-۲-۷-۳-۷ امروزه از مواد الاستومر که رفتار الاستیک به جای پلاستیک دارند و انعطاف‌پذیر هستند استفاده می‌شود. از مواد پلاستیک گرما نرم (ترموپلاستیک‌ها)، مانند آسفالت، قطران ذغال‌سنگ و امولسیون‌ها نیز به‌عنوان پرکننده‌های درزها استفاده می‌شود. گرماسخت‌ها (ترموست‌ها) نیز مانند بوتیل و نئوپرن برای پر کردن درزها مناسب است.

تفسیر/توضیح

ت ۶-۳-۷ روش های ایجاد درزها

ت ۱-۶-۳-۷ بسته به نوع سیمان و افزودنی‌های مصرفی و همچنین دمای محیط مجاور بتن، زمان اره کردن بتن متفاوت خواهد بود. در هوای خنک در صورتی‌که از سیمان‌های آمیخته پوزولانی یا سرباره‌ای استفاده شده باشد، ممکن است این زمان فراتر از ۲۴ ساعت و تا حد ۳۶ ساعت باشد.

ت ۷-۳-۷ مواد درزگیر



شکل ت ۷-۱۱ استفاده از موارد درزگیر

ت ۲-۷-۳-۷ انواع مواد درزگیر

ت ۱-۲-۷-۳-۷ مواد الاستومری شبیه ماستیک‌ها، شامل مواد مختلفی همچون پلی بوتن، پلی ایزوبوتیلن و غیره هستند که در آن‌ها مواد پرکننده‌ی مختلفی استفاده می‌شود و دارای قابلیت تغییر شکل ۳ ± درصد می‌باشند.

مواد ترموپلاستیک‌ها (گرما نرم) دارای نوع گرم اجرا و سرد اجرا هستند. مواد قیری، قطرانی، و قیر لاستیکی از جمله‌ی این مواد بوده و می توانند تا ۵± درصد قابلیت تغییر شکل داشته باشند. این مواد در گرما نرم و در سرما سخت می‌شوند، بدون آن‌که دستخوش

پیش نویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

۷-۳-۷-۲-۲ برای استفاده از مواد درزگیر معمولا به پرایمرها، نوارهای جداکنند و مواد پشت بند (فتیله درز پرکن) نیاز است. برای به‌کار گیری آن‌ها باید به دستورالعمل‌های تشریحی یا دستورالعمل تولید کننده مراجعه نمود.

تفسیر/توضیح

تغییر شیمیایی گردند. برای استفاده از آن‌ها باید به این مواد گرما داد تا نرم و روان شوند و بتوان براحتی آن‌ها در درز ریخت.

ترموپلاستیک‌های (گرما نرم) سرد اجرا، این مواد معمولا با آزاد کردن حلال‌ها یا شکست امولسیون در تماس با هوا سخت می‌شوند. گاه ممکن است برای سهولت اجرا تا ۵۰ درجه سلسیوس آن‌ها را گرم نمود. آکریلیک‌ها، وینیل‌ها و بوتیل‌های اصلاح شده از این دست مواد درزگیر هستند. حداکثر تغییر شکل آن‌ها ۷± درصد است.

مواد گرما سخت (ترموست) دو دسته هستند. دسته اول به‌صورت شیمیایی عمل‌آوری می شوند، مانند پلی‌سولفید، سیلیکون، اورتان و مواد پایه اپوکسی. این مواد از دمای ۴۰- تا ۸۰+ درجه سلسیوس عملکرد مناسبی دارند و تغییر شکل آن‌ها ۲۵± درصد است. اما قیمت آن‌ها به نسبت گران است. دسته‌ی دوم که آزاد کننده‌ی حلال هستند و بدین ترتیب عمل آوری می‌شوند. پلی اتیلن کلرید و سولفوناته و مواد خاص نئوپرن و بوتیل از جمله آن‌ها هستند. این مواد دارای تغییر شکل ۷± درصد بوده و نسبت به تغییرات دما حساسیت کم‌تری دارند. قیمت این مواد از سایر مواد الاستومری ارزان‌تر است.

ت ۷-۳-۷-۲-۲ به هر حال مصرف کننده باید نیازهای خود را به اطلاع فروشنده برساند تا ماده‌ی مناسب پروژه در اختیار وی قرار گیرد. در صورت عدم ارائه اسناد و مدارک معتبر، باید نسبت به بررسی آزمایشگاهی مواد اقدام شود و یا از عملکرد گذشته آن‌ها با همان شرایط مورد نظر استفاده کرد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

فصل هشتم

ساخت و اجرای بتن

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۲/۲۶

متن اصلی

۸-۱ نیروی انسانی

۸-۱-۱ لازم است نیروی انسانی با دانش و تجربه‌ی کافی به‌منظور کنترل تجهیزات تولید، کیفیت مصالح و بتن تامین شود. نیروی انسانی بخش تولید و اجرای بتن باید دارای مدرک تحصیلی مرتبط، پروانه مهارت فنی یا گواهینامه معتبر از مراجع ذیصلاح باشد. مدارک آموزش و توانمندی نیروی انسانی باید در محل تولید و اجرای بتن نگهداری شده و در دسترس کارفرما یا خریدار بتن قرار گیرد.

۸-۲ آماده‌سازی محل بتن‌ریزی

۸-۲-۱ کلیه‌ی مواد زاید درون قالب یا محل بتن‌ریزی، مانند گل و لای، برف و یخ، برگ و سایر مواد گیاهی، مواد سست و کم مقاومت از جمله خرده‌های پلی‌استایرن، مواد و قطعات اضافی ناشی از آرماتوربندی و قالب‌بندی باید از محل بتن‌ریزی زدوده و برداشته شود.

۸-۲-۲ قالب‌ها باید به شیوه‌ی مناسب تمیز شده و با روغن قالب (ماده رهاساز) مناسب پوشش داده شود.

۸-۲-۳ قبل از بتن‌ریزی، لازم است بتن قدیمی و مصالح بنایی که در تماس با بتن هستند به‌صورتی مرطوب شوند که حفرات آن‌ها اشباع، ولی سطح آن‌ها عاری از آب اضافی باشد.

تفسیر/توضیح

ت ۸-۱ نیروی انسانی

۸-۱-۱ حتی هنگامی که تجهیزات تولید بتن مطابق الزامات عملکردی تامین می‌گردد و روش‌های تولید مناسب استفاده می‌شود، اگر پرسنل تولید توانایی کنترل تجهیزات تولید، کیفیت مصالح و بتن را به‌صورت پایدار را نداشته باشند، دستیابی به بتن باکیفیت پایدار دشوار است. از آنجایی که کیفیت بتن به راحتی تحت تاثیر عوامل مختلف قرار می‌گیرد، برای متخصصانی که بتن را تولید می‌کنند، داشتن دانش کارشناسی و تجربه مرتبط با کیفیت تولید بتن اهمیت دارد.

ت ۸-۲ آماده‌سازی محل بتن‌ریزی

۸-۲-۱ با توجه به تاثیر نامناسب مواد زاید روی کیفیت و ظاهر بتن، قبل از روغن‌کاری قالب‌ها لازم است تا کلیه‌ی مواد زاید با استفاده از فشار هوا، جارو، یا هر روش مناسب دیگری که مورد پذیرش دستگاه نظارت است، زدوده و برداشته شود.

۸-۲-۲ برای روغن‌کاری قالب‌ها باید با استفاده از روغن (ماده‌ی رهاساز) مناسب و طبق دستورالعمل‌های تولیدکنندگان روغن قالب و قالب‌ساز، اقدام به روغن‌کاری قالب‌ها نمود. باید دقت شود که ضخامت لایه‌ی روغن طبق دستورالعمل تولیدکننده‌ی روغن قالب باشد. ضمنا لازم است روغن قالب روی سطح قالب شره نکند.

۸-۲-۳ به‌منظور تماس بهتر بتن جدید با بتن قدیمی یا مصالح ساختمانی، همچنین جلوگیری از جذب آب بتن که منجر به جمع‌شدگی بتن می‌شود، باید بتن قدیمی و مصالح بنایی که در تماس با بتن جدید هستند، به اندازه‌ای مرطوب باشند که باعث مکش آب مخلوط بتن نشود و همچنین دارای آب اضافی نباشد.

متن اصلی

۸-۲-۴ کلیه‌ی میلگردها باید قبل از بتن‌ریزی کاملا تمیز و عاری از زنگ سست پوسته شده و مواد آلاینده مانند گل، روغن، گریس و سایر عواملی که باعث کاهش چسبندگی میلگرد به بتن می‌شود (مانند یخ و برف) باشد. از بکارگیری میلگردهای زنگ زده از نوع حفره‌ای یا میلگردهایی که آج خود را از دست داده‌اند باید خودداری نمود.

۸-۲-۵- قبل از ریختن بتن روی مقطع بتن قبلی، لایه‌های ضعیف سطح بتن قبلی باید به نحو مناسبی زدوده شود.

۸-۳ پیمانه کردن مصالح و اختلاط بتن

۸-۳-۱ کلیات

۸-۳-۱-۱ بتن باید با کیفیت مورد نیاز و به‌صورت یکنواخت و همگن تولید شود.

۸-۳-۱-۲ تجهیزات و روش‌های مورد استفاده برای ذخیره‌سازی، پیمانه‌کردن و اختلاط مصالح باید با توجه به عملکرد مورد نیاز، انتخاب و تامین گردد. این تجهیزات و روش‌ها باید به تایید دستگاه نظارت برسد.

ا ستفاده از آب دریا، آب فا ضلاب و پ ساب‌های کارخانه‌های صنعتی در شستشوی سنگدانه‌ها، ساخت و عمل‌آوری بتن آرمه مجاز نیست.

تفسیر/توضیح

درصورتی که عدم اتصال بتن جدید به بتن قدیمی یا مصالح بنایی مد نظر باشد، باید از ورق‌های نایلونی یا مواد مشابه استفاده کرد.

۸-۲-۴ هرگونه مواد اضافی چسبیده به میلگرد باید زدوده شود. در صورتی‌که یک لایه‌ی زنگ سست پوسته‌شده روی میلگرد ایجاد شود، لازم است تا با استفاده از فشار مناسب آب پرفشار، ماسه‌پاشی یا روش مناسب مورد پذیرش دستگاه نظارت، نسبت به زدودن زنگ اقدام نمود. وجود لایه‌های نازک زنگ بر روی میلگرد حتی در صورت پاک کردن پوسته‌های زنگ زدگی، مشکلی را بوجود نمی‌آورد.

۸-۲-۵ لایه‌های ضعیف سطح بتن قبلی را می‌توان با استفاده از فشار آب (به میزان ۲۰۰ تا ۳۰۰ بار) ماسه‌پاشی یا برس سیمی زدود. بدین ترتیب امکان اتصال بهتری بین بتن قدیم و جدید فراهم می‌گردد.

ت ۸-۳ پیمانه کردن مصالح و اختلاط بتن

ت ۸-۳-۱ کلیات

ت ۸-۳-۱-۱ به‌منظور تولید بتن با کیفیت مورد نیاز، استفاده از تجهیزات با عملکرد مناسب، روش‌های تولید مناسب و داشتن متخصصانی که قادر به تضمین کیفیت پایدار بتن باشند، اهمیت دارد. لازم است برای بررسی یکنواختی و همگنی در اختلاط بتن، ویژگی‌هایی مانند وزن مخصوص، اسلامپ، مقدار هوا، مقدار ملات و مقاومت در ابتدا و انتهای پیمانه‌ی آزمایشی اندازه‌گیری و کنترل گردد تا اختلاف آن‌ها در محدوده‌ی مجاز جدول ۲-۸ قرار گیرد.

ت ۸-۳-۱-۲ استفاده از تجهیزات با عملکرد مناسب از اهمیت زیادی برخوردار است. اگر حتی از مصالح منطبق با الزامات کیفی این آیین‌نامه در ساخت بتن استفاده شود، به‌دلیل نوسان در نسبت اجزاء مخلوط ناشی از خطاهای سامانه‌ی پیمانه‌کردن و اختلاط بتن، کیفیت مخلوط بتن می‌تواند دستخوش تغییرات قابل ملاحظه‌ای شود..

الزامات عملکردی برای تجهیزات تولید در بندهای ۸-۳-۳ و ۸-۳-۴ شرح داده شده است. عوامل موثر در انتخاب ایستگاه مرکزی بتن سازی شامل عوامل زیر است: حجم کار، سرعت مورد نیاز برای تولید بتن و الزامات استانداردهایی که با استفاده از آن‌ها کارآمدی سامانه‌ی بتن‌سازی تعیین می‌شود.

ظرفیت تولید مجموعه‌ی بتن‌سازی به سامانه‌ی انتقال مصالح، اندازه‌ی محفظه‌ی ذخیره و توزین مصالح، حجم وسایل پیمانه‌کردن، تعداد و اندازه‌ی مخلوط‌کن‌ها بستگی دارد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۸-۳-۲ تجهیزات ذخیره‌سازی

۸-۳-۲-۱ اجزاء تشکیل دهنده‌ی بتن باید به گونه‌ای ذخیره و جابجا شود که مشخصات آن‌ها به مقدار قابل توجهی تغییر نکند و انطباق آن‌ها با مشخصات این آیین‌نامه حفظ شود.

۸-۳-۲-۲ در صورت ارائه‌ی دستورالعمل‌های ویژه از سوی تامین‌کننده‌ی اجزاء بتن در مورد ذخیره‌سازی و نگهداری اجزاء بتن، این موارد باید رعایت شود.

۸-۳-۲-۳ تجهیزات ذخیره‌سازی سیمان و افزودنی‌های معدنی باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۷۶۱ بوده و به‌گونه‌ای ساخته شده باشد که رطوبت به داخل محفظه ذخیره نفوذ نکند. همچنین سیمان و افزودنی‌های معدنی باید به‌طور جداگانه ذخیره شوند. ضمنا لازم است تا انواع سیمان در سیلوهای جداگانه ذخیره و نگهداری شوند. حجم سیلو باید حداقل بیش‌تر از سه برابر متوسط حجم مصرف روزانه باشد.

۸-۳-۲-۴ تجهیزات ذخیره‌سازی سنگدانه‌ها باید دارای ساختاری باشند که مصالح به‌طور جداگانه بسته به نوع، اندازه و دانه‌بندی به گونه‌ای ذخیره گردد که دچار جداشدگی نشوند. همچنین تجهیزات ذخیره‌سازی باید دارای یک زهکش مناسب به گونه‌ای باشد که مقدار رطوبت سنگدانه بتواند در

تفسیر/توضیح

مجموعه‌های بتن‌سازی به سه صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند:

- کنترل دستی
- نیمه خودکار
- تمام خودکار

از مجموعه‌ی بتن‌سازی با روش کنترل دستی برای کارهای کوچک که نیاز به سرعت تولید کمی دارند، استفاده می‌شود. در صورت افزایش ظرفیت بتن‌ساز با روش کنترل دستی با استفاده از افزایش سرعت پیمانه‌کردن، خطاهای پیمانه‌کردن بیش‌تر از حد مجاز خواهد شد. این ایراد برای سامانه‌های نیمه خودکار نیز می‌تواند صادق باشد.

ت ۸-۳-۲ تجهیزات ذخیره‌سازی

ت ۸-۳-۲-۱ شرایط محیطی، مخلوط شدن محدوده‌های مختلف اندازه‌ی سنگدانه‌ها با هم و آلوده شدن مصالح با مواد زیان‌آور می‌تواند باعث تغییر مشخصات مصالح شود.

ت ۸-۳-۲-۲ شرایط محیطی می‌توانند شامل دمای نگهداری، مدت نگهداری، شرایط رطوبتی محل نگهداری و شرایط رویارویی با اشعه خورشید باشند.

ت ۸-۳-۲-۳ یک سیلوی ذخیره‌ی سیمان و افزودنی‌های معدنی باید به‌گونه‌ای ساخته شده باشد که سیمان به هیچ‌وجه در کف یا گوشه‌های سیلو به‌صورت ساکن باقی نماند. توصیه می‌شود سیلو مجهز به لرزاننده، ضربه‌زن یا یک سیستم هوادهی (یا ترکیبی از آن‌ها) در خروجی سیلو برای جلوگیری از طاق زدن ذرات پودر باشد و از تخلیه‌ی یکنواخت مصالح اطمینان حاصل شود. اگر سیمان نتواند به‌طور مستقیم از سیلو به دیگ مخلوط‌کن فرستاده شود، لازم است به سیلوی ذخیره‌ای که در بالای دیگ مخلوط‌کن قرار داده می‌شود، منتقل شود. همچنین باید حداقل از دو سیلوی ذخیره‌ی سیمان در ایستگاه مرکزی بتن ساز، استفاده کرد. در مواردی که یک نوع سیمان از کارخانه‌های متفاوتی تهیه می‌شود، باید آن‌ها را در سیلوهای جداگانه‌ای انبار کرد. گاه به‌دلیل داغ بودن سیمان‌های ورودی به کارگاه و لزوم کاهش دمای آن قبل از مصرف، از سیلوهای بیش‌تری استفاده می‌شود.

ت ۸-۳-۲-۴ چون کیفیت بتن به‌راحتی تحت تاثیر نوسانات رطوبت سنگدانه قرار می‌گیرد، لازم است که اقدامات کنترلی انجام شود تا رطوبت سنگدانه، در قسمت‌های مختلف آن یکنواخت باشد. برای تجهیزات ذخیره‌سازی در محوطه لازم است تا برای جلوگیری از اختلاط مصالح با اندازه‌های مختلف و نیز ایجاد سقف برای جلوگیری از تغییرات شدید رطوبتی به‌دلیل عوامل جوی،

پیشنویس موردی ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

یک محدوده‌ی قابل قبول و به‌صورت یکنواخت درآید. لازم است تجهیزات ذخیره‌سازی، دارای ظرفیت کافی باشند.

۸-۳-۲-۵ تجهیزات ذخیره‌سازی افزودنی‌های شیمیایی باید دارای ساختاری باشند تا این افزودنی‌ها به‌طور جداگانه و بسته به نوع، طوری ذخیره شوند که از هرگونه آلودگی با مواد خارجی، تغییرات در مشخصات، ایجاد ته‌نشینی در افزودنی‌های مایع، یخزدگی و سایر مواردی که کیفیت آن‌ها را کاهش می‌دهد، جلوگیری گردد. افزودنی‌های شیمیایی پودری باید به‌گونه‌ای ذخیره شوند که از جذب رطوبت و کلوخه‌شدن آن‌ها جلوگیری شود.

۸-۳-۲-۶ به‌منظور جلوگیری از بروز خطا در استفاده از اجزاء بتن، هر یک از واحدهای ذخیره‌سازی باید به‌طور واضح علامت‌گذاری و مشخص شوند.

۸-۳-۲-۷ شرایط ذخیره‌سازی اجزاء بتن باید به گونه‌ای باشد که امکان تهیه‌ی نمونه از آن برای انجام آزمایش میسر باشد.

تفسیر/توضیح

دیواره‌های جداکننده ای ژیش بینی شود. همچنین باید از مخلوط شدن سایر سنگدانه‌ها، گل و لای، آلایندهای گیاهی، یخ، برف و غیره جلوگیری کرد. ضمنا لازم است یک شیب آرام برای زهکشی موثر در کف ایجاد شود. برای تجهیزات ذخیره‌سازی نوع سیلویی، کف سیلوی ذخیره‌سازی مصالح ریزدانه باید طوری طراحی شود تا زهکشی موثر انجام شده و برای خارج کردن سنگدانه‌های جمع‌شده در کف سیلو باید ابزاری مانند لرزاننده یا ضربه زن تامین شوند. حتی برای تجهیزات ذخیره‌ی نوع سیلویی، ایجاد یک سقف بالای محفظه تغذیه برای جلوگیری از نفوذ باران از اهمیت زیادی برخوردار است. برای به‌حداقل رساندن نوسانات در توزیع اندازه‌ی ذرات سنگدانه، برای مثال سنگدانه‌ی ۴/۷۵mm - ۲۵ باید به محدوده‌ی ۱۲/۵mm -۲۵ و ۴/۱۲-۷۵/۵mm تقسیم و به‌طور جداگانه ذخیره و پیمانه شود. همچنین لازم است اقداماتی انجام شود تا از یخزدگی سنگدانه یا افزایش دمای سنگدانه جلوگیری گردد. در صورت لزوم، تجهیزات آب پاشی مانند افشانه نیز باید فراهم شود.

ت ۸-۳-۲-۵ برای تأیید کیفیت افرودنی‌های شیمیایی که برای طولانی‌مدت ذخیره می‌شوند یا از کیفیت آن‌ها اطمینان وجود ندارد، باید قبل از استفاده آن‌ها را آزمایش کرد. توصیه می‌شود جهت جلوگیری از ته نشینی مواد افزودنی مایع، یک مخلوط‌کن یا گردش‌دهنده در آن تعبیه شود. در مواردی که مخزن‌های ذخیره یا لوله‌های انتقال از فولاد ساخته می‌شوند، اقدامات لازم برای جلوگیری از خوردگی لوله‌ها صورت پذیرد.

ت ۸-۳-۲-۶ روی هر یک از سیلوهای سیمان باید علامت‌گذاری (یا شماره‌گذاری) شود به طوری که از فاصله‌ی مورد نیاز قابل رویت باشد. همچنین توصیه می‌شود مدارک و مستندات مربوطه به نوع سیمان، کارخانه‌ی تولید سیمان و مشخصات بارنامه بر اساس شماره‌ی سیلو در اتاق کنترل و واحد کنترل کیفیت وجود داشته باشد. علامت‌گذاری مشابه برای سنگدانه، مواد افزودنی شیمیایی و معدنی نیز باید صورت پذیرد.

ت ۸-۳-۲-۷ لازم است تا روی سیلوهای سیمان و مواد افزودنی معدنی دریچه‌ای برای نمونه‌گیری از محتویات سیلوها تعبیه شود. محل ذخیره‌ی مصالح سنگی باید به گونه‌ای باشد که امکان دسترسی پرسنل آزمایشگاه، کارگاه تولید یا ناظر تولید برای مشاهده‌ی ظاهری و نمونه‌گیری از مصالح فراهم باشد. همچنین لازم است تا مخازن افزودنی شیمیایی یا آب نیز دارای شیرهایی برای نمونه‌گیری از محتویات آن‌ها باشد.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

۸-۳-۳ تجهیزات توزین و پیمانه کردن اجزاء بتن

۸-۳-۳-۱ تجهیزات مورد نیاز برای توزین هر یک از مصالح باید سازگار با فرآیند تولید بتن و قادر به پیمانه‌کردن هر یک از مصالح با دقت مورد نیاز باشد.

۸-۳-۳-۲ تجهیزات مورد نیاز برای توزین هر یک از مصالح باید به‌طور دوره‌ای، قبل و در طی بهره‌برداری مورد بازرسی قرار گیرد و به‌طور مناسب واسنجی شود.

۸-۳-۳-۳ دقت باسکول مورد استفاده‌ی تحت بار آزمایشی استاتیکی، باید ۰/۱۵± درصد از کل ظرفیت باسکول یا ۰/۴ ± درصد وزن مواد باشد. به عبارت دیگر هر کدام از این اعداد که بزرگ‌تر باشد، معیار دقت باسکول خواهد بود. دقت باسکول باید به‌صورت ادواری وارسی شده و به تائید مراجع ذی صلاح برسد.

۸-۳-۳-۴ مصالح باید مطابق نسبت های مخلوط بتن مورد نظر پیمانه شود. بدین منظور لازم است اطلاعاتی مانند نوع و مقدار اجزاء بتن به‌صورت مکتوب در محل پیمانه کردن بتن در دسترس اپراتور قرار گیرد. تغییر رطوبت سنگدانه بر اسلامپ و نسبت w/cm اثر گذار است. بنابراین رطوبت سنگدانه‌ها باید در تواتر مناسب و یا تغییرات شدید رطوبتی اندازه‌گیری شود و از آن‌ها در محاسبه مقادیر سنگدانه مرطوب و آب مصرفی (اختلاط) استفاده کرد.

۸-۳-۳-۵ سیمان، سنگدانه، مواد افزودنی پودری، الیاف و یخ باید به‌صورت وزنی توزین شود. آب و افزودنی‌های شیمیایی مایع می‌توانند به‌صورت حجمی یا وزنی اندازه‌گیری شوند. برای بتن‌هایی با مقاومت مشخصه‌ی ۲۰ مگاپاسکال و کم‌تر پیمانه کردن سیمان و یا سنگدانه می‌تواند به‌صورت حجمی انجام شود؛ در هر صورت خطاهای پیمانه کردن اعم از وزنی یا حجمی نباید بزرگ‌تر از مقادیر داده شده در جدول ۸-۱ باشد.

۸-۳-۳-۶ اگر افزودنی‌های معدنی در نسبت های مخلوط مورد استفاده قرار گیرد، می‌توان آن‌ها را به‌صورت تجمعی با سیمان وزن نمود، مشروط بر اینکه دقت اندازه‌گیری طبق

تفسیر/توضیح

ت ۸-۳-۳ تجهیزات توزین و پیمانه کردن اجزاء بتن

ت ۸-۳-۳-۱ توصیه می‌شود، با توجه به حجم بتن، ابعاد و اهمیت سازه، تجهیزات توزین مناسب برای تولید بتن انتخاب شود. علاوه بر این، تجهیزات مورد استفاده برای توزین هر یک از مصالح باید قادر به پیمانه‌کردن هر یک از مصالح در محدوده‌ی دقت مورد نیاز باشد. نوع الکتریکی تجهیزات توزین به دیگر انواع آن برتری دارد.

ت ۸-۳-۳-۴ برای مشخص کردن مقدار رطوبت سنگدانه‌ها از روش‌هایی مانند خشک کردن سریع (از جمله استفاده از اشعه‌ی مادون قرمز، مایکروویو یا سایر ابزارهای خشک کردن)، استفاده می‌گردد. روش مناسب در کارگاه با توجه به عواملی مانند زمان مورد نیاز، تعداد چرخه‌های آزمون، دقت آزمون و اقتصادی بودن آن انتخاب می‌شود. اصلاح مقادیر آب و سنگدانه می‌تواند با استفاده از اندازه‌گیری رطوبت ریزدانه به‌وسیله‌ی نصب حسگرهای رطوبتی در محفظه‌های ذخیره‌ی سنگدانه‌ی ریز یا در محل خروجی آن‌ها انجام گیرد.

ت ۸-۳-۳-۵ خطاهای توزین و پیمانه کردن مصالح شامل خطای باسکول (تجهیزات توزین) و خطای عملکردی دریچه‌ها و شیرهای مختلف است. خطاهای مربوط به تجهیزات پیمانه کردن از طریق بازرسی روزانه و نگهداری وسایل پیمانه به مقدار قابل توجهی کاهش یابد. عدم دقت وسایل پیمانه را می‌توان به‌وسیله‌ی وزنه‌های واسنجی تعیین نمود.

ت ۸-۳-۳-۶ و ۸-۳-۳-۷ در مواردی که سیمان و افزودنی‌های معدنی به‌صورت کیسه‌ای تهیه می‌شوند و تفاوت بین جرم خالص یک کیسه و مقدار جرم چاپ شده در محدوده‌ی خطای قابل

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

جدول ۱-۸ باشد. البته سیمان و افزودنی معدنی را باید از یک قیف توزین و مجزا از سایر مواد وزن نمود. ضمن آن‌که سیمان باید قبل از افزودنی معدنی توزین گردد.

۸-۳-۳-۷ می‌توان سنگدانه‌ها را به‌صورت تجمعی و با هم وزن نمود، مشروط بر آن‌که دقت اندازه‌گیری طبق جدول ۱-۸ باشد.

۸-۳-۳-۸ اگر از چند افزودنی شیمیایی به‌طور همزمان در تولید بتن استفاده شود، باید آن‌ها را به‌صورت جداگانه پیمانه نمود، مگر اینکه تولیدکننده‌ی افزودنی پیش‌اختلاط آن‌ها را مجاز اعلام نماید.

۸-۳-۳-۹ در صورت استفاده از مخلوط‌کن پیوسته، می‌توان سنگدانه و سیمان را به‌صورت وزنی یا حجمی اندازه‌گیری نمود. به هرحال خطای اندازه‌گیری نباید بزرگ‌تر از مقادیر داده شده در جدول ۱-۸ باشد. خطا باید بر مبنای جرم تعیین شود و درصورت پیمانه کردن حجمی به‌وسیله تبدیل حجم هر یک از مصالح به وزن، در دوره‌های زمانی مشخص، بسته به ظرفیت مخلوط‌کن محاسبه گردد.

جدول ۱-۸ خطاهای مجاز در اندازه‌گیری اجزاء بتن

اجزاء تشکیل‌دهنده‌ی بتن	خطا در اندازه گیری‌ها (٪)	
	کم‌تر از مقدار	بیش‌تر از مقدار
آب	-۲	+۱
سیمان، سیمان و افزودنی معدنی به‌صورت همزمان	-۱	+۲
هر سنگدانه	-۳	+۳
سنگدانه‌ها به‌صورت تجمعی	-۲	+۲
افزودنی معدنی	-۱	+۲
افزودنی شیمیایی، الیاف	-۳	+۵

۸-۳-۴ مخلوط‌کن‌ها و اختلاط بتن

۸-۳-۴-۱ مصالح تشکیل دهنده‌ی بتن باید به‌طور کامل مخلوط شده تا بتن یکنواخت و همگنی به‌دست آید. برای تولید بتن سازه‌ای مخلوط کردن بتن به‌صورت دستی مجاز نیست.

تفسیر/توضیح

پذیرش مندرج در جدول ۱-۸ است، می‌توان پیمانه کردن را به‌صورت کیسه‌ای انجام داد.

ت ۸-۳-۳-۸ افزودنی‌های شیمیایی باید در محفظه‌های مجزا پیمانه و همزمان با آب یا مصالح مرطوب به داخل دیگ مخلوط‌کن ریخته شوند. این افزودنی‌ها نباید در تماس مستقیم با مصالح خشک مانند سیمان یا سنگدانه‌های خشک قرار گیرند.

ت ۸-۳-۳-۹ مخلوط‌کن‌های پیوسته مخلوط‌کن‌هایی هستند که به‌صورت پیوسته بتن تولید می‌کنند و اجزاء بتن نیز به‌صورت پیوسته وارد مخلوط‌کن می‌شود. در این نوع مخلوط‌کن‌ها مقدار اجزاء بتن شامل سنگدانه، آب و افزودنی‌ها معمولا به‌صورت حجمی، مطابق نسبت های مخلوط و بر اساس مقدار سیمان مورد نیاز در هر ساعت و به‌صورت نسبتی از آن اندازه‌گیری می‌شود. در هنگام استفاده از یک مخلوط‌کن پیوسته، لازم است تجهیزات اندازه‌گیری قبل از آغاز کار واسنجی شوند. این واسنجی باید با اندازه‌گیری وزن مصالحی که هم زمان تهیه شده اند انجام شود.

ت ۸-۳-۴ مخلوط‌کن‌ها و اختلاط بتن

ت ۸-۳-۴-۱ به‌منظور به دست آوردن بتنی همگن، لازم است مصالح مطابق نسبت های مخلوط، در مخلوط‌کن با عملکردی مناسب و در مدت زمان اختلاط لازم، همگن شود. مخلوط کن‌های بتن به دو نوع کلی ناپیوسته و پیوسته تقسیم می‌شوند. در مخلوط‌کن‌های ناپیوسته پس از پیمانه کردن مقادیر اجزاء بتن و ورود آن‌ها به مخلوط‌کن، عملیات اختلاط صورت می‌گیرد و سپس بتن تولید شده تخلیه می‌شود. بدین ترتیب با تکرار این چرخه‌ی

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۸-۳-۴-۲ عملکرد مخلوط‌کن باید به نحوی باشد که در مدت زمان اختلاط مورد نظر، حداکثر تغییرات در جرم حجمی ملات، مقدار درشت‌دانه‌ی بتن، مقاومت فشاری، حباب هوا و اسلامپ بتن در قسمت‌های مختلف بتن تولید شده و مطابق الزامات جدول ۲-۸ باشد.

۸-۳-۴-۳ حجم بتنی که در کامیون مخلوط‌کن ساخته می‌شود نباید بیش از دوسوم حجم کل دیگ آن باشد. همچنین حجم بتن مخلوط شده که با کامیون مخلوط‌کن

تفسیر/توضیح

بارگیری، اختلاط و تخلیه، این نوع مخلوط‌کن‌ها نوبت به نوبت بتن می سازند. در مخلوط‌کن‌های پیوسته، اجزاء به‌صورت پیوسته و به‌صورت نرخ حجم یا وزن بر زمان وارد مخلوط‌کن می‌شوند و عملیات اختلاط و تخلیه نیز به‌صورت پیوسته صورت می‌گیرد. هر چند اغلب مخلوط‌کن‌های مورد استفاده در تولید بتن از نوع ناپیوسته هستند.

ت ۸-۳-۴-۲ مخلوط‌کن‌های ناپیوسته به دو نوع گرانشی (بشکه‌ای) و نیرویی (اجباری) تقسیم می‌شوند. برای نوع بشکه‌ای، مخلوط‌کن‌هایی با محور ثابت و مخلوط‌کن‌هایی با محور کج شونده وجود دارند. مخلوط‌کن‌های نیرویی، در انواع مخلوط‌کن‌های با محور قائم مانند نوع تابه‌ای (تغاری) و مخلوط‌کن‌های با محور افقی (پارویی) در دو نوع تک‌محوره و دومحوره وجود دارند. کارایی مخلوط‌کن و کفایت اختلاط به‌وسیله اندازه‌گیری تغییرات در نتایج آزمون مقاومت فشاری، تعیین مقدار حباب هوا و مقدار اسلامپ نمونه‌های بتن گرفته شده از بخش‌های مختلف بتن تولید شده تعیین می‌شود. اگر نتایج آزمایش، الزامات جدول ۲-۸ را تأمین نکند، می‌توان گفت که ساختار مخلوط‌کن مناسب نیست یا تیغه‌های آن ساییده و یا مدت زمان اختلاط ناکافی است.

برای انجام آزمایش‌های یکنواختی مخلوط‌کن‌ها، جهت مقایسه‌ی نمونه‌های بتن باید بعد از تخلیه، تقریبا ۱۵ درصد و ۸۵ درصد از بتن گرفته شود. دقت شود که از ۱۰ درصد اول و ۱۰ درصد آخر بتن تخلیه شده نمونه‌برداری صورت نگیرد.

مخلوط‌کن بتن از نوع نیرویی برای بتن سفت، بتن با سیمان زیاد و بتن‌های ویژه (بتن سبک، بتن پرمقاومت و بتن باروانی زیاد) مناسب است. به‌طور کلی زمان اختلاط لازم در مخلوط‌کن نوع نیرویی می‌تواند از نوع گرانشی کوتاه‌تر باشد. کامیون‌های مخلوط‌کن بتن که عمدتا برای انتقال بتن به‌کار می‌روند، در واقع نوعی مخلوط‌کن گرانشی بشکه‌ای با محور ثابت هستند که روی کامیون نصب شده‌اند.

مخلوط‌کن‌ها باید مرتبا با فواصل زمانی مورد نیاز و جهت تشخیص مشکلات احتمالی چسبیدنگی بتن یا ملات سخت‌شده به بدنه و پره‌ها، بازرسی شوند. تیغه‌های مخلوط‌کن نیز باید از نظر فرسودگی بازرسی گردند. اگر تغییرات مشاهده شده به‌قدری زیاد باشد که عملکرد دستگاه مورد تردید قرار گیرد، آزمایش‌های قید شده در جدول ۲-۸ باید انجام گیرد تا مشخص شود که تعمیر و یا تعویض دستگاه مورد نیاز است یا خیر.

ت ۸-۳-۴-۳ با توجه به اینکه هنگام بارگیری مصالح به داخل دیگ مخلوط‌کن، مجموع حجم اجزاء تشکیل دهنده‌ی بتن بیش‌تر از حجم بتن تازه تولید شده است، باید حجم پیمانه‌ی بتن به‌مراتب

پیشنویس مورخ ۲۹/۱/۲۰۱۹

متن اصلی

حمل می‌شود، نباید از ۸۰ درصد حجم کل دیگ آن تجاوز کند.

۸-۳-۴-۴ حداقل زمان اختلاط بتن باید به گونه‌ای باشد که مخلوط همگنی حاصل گردد. زمان اختلاط پس از ورود همه‌ی اجزاء بتن به درون دیگ مخلوط‌کن محاسبه می‌شود. این زمان نباید کم‌تر از ۱/۵ دقیقه برای مخلوط‌کن‌های گرانشی (به جز کامیون مخلوط‌کن) و یک دقیقه برای مخلوط‌کن نیرویی با ظرفیت ۰/۷۵ متر مکعب در نظر گرفته شود (برای هر ۰/۷۵ متر مکعب اضافی، ۱۵ ثانیه اضافه شود). به‌کارگیری زمان کم‌تر در صورتی مجاز است که با توجه به بند ۸-۳-۴-۲ بتوان ثابت کرد که همگنی لازم بوجود می‌آید. در مواردی که از کامیون مخلوط‌کن برای مخلوط کردن استفاده می‌شود، باید ۷۰ الی ۱۰۰ دور مطابق با سرعت تعیین شده (سرعت تند) توسط کارخانه‌ی سازنده بچرخد تا الزامات یکنواختی بتن حاصل شود.

۸-۳-۴-۵ حداکثر زمان اختلاط نباید بیش‌تر از سه برابر حداقل زمان اختلاط که در بند ۸-۳-۴-۴ تعیین شده باشد. در صورتی‌که از مواد حبازا استفاده شود، لازم است حداقل و حداکثر زمان اختلاط با انجام آزمایش کارگاهی مشخص شود.

۸-۳-۴-۶ سطح داخلی مخلوط‌کن باید قبل از آغاز به‌کار فرآیند اختلاط و در اولین پیمانه، آغشته به ملات شود یا ۵ تا ۱۰ درصد به وزن آب و مواد سیمانی و ماسه اضافه گردد.

۸-۳-۴-۷ ترتیب و آرایش ورود اجزاء به داخل مخلوط‌کن باید به نحوی باشد که باعث دشواری در دستیابی به بتن همگن نگردد.

تفسیر/توضیح

کم‌تر از حجم دیگ مخلوط‌کن برسد تا عمل اختلاط بخوبی انجام شده و مصالح از آن بیرون نریزد.

ت ۸-۳-۴-۴ زمان لازم برای اختلاط کافی در مخلوط‌کن به مقدار قابل توجهی به نوع مخلوط‌کن، ظرفیت آن، حجم مخلوط، نسبت های مخلوط بتن، نوع افزودنی و روش تغذیه مصالح بستگی دارد. همچنین اگر بتوان تغییرات شدت جریان برق را اندازه‌گیری کرد، چنانچه شدت جریان در حین اختلاط به‌صورت ثابت و پایدار درآید، مدت زمان رسیدن به این وضعیت را می‌توان به‌عنوان حداقل زمان اختلاط پیشنهادی در نظر گرفت. برای بتن با اسلامپ کم، بتن خودتراکم، بتن حاوی افزودنی معدنی خیلی ریز (مانند دوده‌ی سیلیس) یا افزودنی‌های شیمیایی یا بتن پرمقاومت و بتن الیافی، بهتر است که زمان اختلاط طولانی‌تر شود. برای اختلاط بتن‌های ویژه به فصل مربوطه مراجعه کنید.

در کامیون‌های مخلوط‌کن، معمولا سرعت دوران بیش از ۱۶ دور در دقیقه را، سرعت تند[1] و کمتر از ۶ دور در دقیقه را، سرعت کند[2] می‌نامند.

ت ۸-۳-۴-۵ اگر بتن برای مدتی طولانی مخلوط شود، به‌ویژه در مخلوط‌کن نیرویی، یا مواردی که سنگدانه، سخت نبوده و حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه زیاد است، نه تنها کارایی بتن در زمان تخلیه کاهش می‌یابد، بلکه افت اسلامپ آن نیز با گذشت زمان بیش‌تر می‌شود. حداکثر مدت زمان اختلاط باید به‌دلیل خرد شدن سنگدانه، افزایش مقدار پودر سنگ و افزایش دما به‌دلیل سایش بدنه‌ی مخلوط‌کن و کاهش حباب هوای عمدی، محدود شود. در کامیون مخلوط‌کن حداکثر تعداد چرخش دیگ (مجموع دوران کند و تند) توصیه می‌شود به ۳۰۰ دور محدود گردد. تعداد چرخش توصیه شده با دور تند محدود به ۱۰۰ دور می شود.

ت ۸-۳-۴-۶ در پیمانه‌ی اول نمی‌توان به بتن با نسبت های مخلوط مورد نظر دست یافت، زیرا بخشی از ملات آن به سطح دیواره‌ی مخلوط‌کن می‌چسبد. بنابراین باید مقدار مناسبی از ملات بتن جهت جبران این نقیصه در پیمانه‌ی اول اضافه گردد یا پس از ساخت و تخلیه یک ملات، بتن مورد نظر را ساخت.

ت ۸-۳-۴-۷ چون ترتیب و آرایش مناسب بارگیری مصالح به داخل مخلوط‌کن بسته به نوع مخلوط‌کن، زمان اختلاط، نوع و دانه‌بندی سنگدانه، مقدار آب، مقدار سیمان و نوع افزودنی‌ها تغییر می‌کند، این امر باید باتوجه به مشخصات بتن مخلوط‌شده و تطابق آن با الزامات جدول ۲-۸ تعیین شود. ورود سیمان و ماسه قبل از بقیه‌ی

1 - Mixing Speed
2 - Agitating Speed

نسخه پیش نویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

۸-۴-۳-۸ در مخلوط‌کن‌های ناپیوسته، قبل از تخلیه‌ی بتن پیمانه‌ی قبلی، نباید مصالح پیمانه‌ی جدید وارد مخلوط‌کن شود.

۸-۴-۳-۹ مخلوط‌کن‌ها باید بعد از اتمام هر نوبت کاری و یا ایجاد وقفه‌ی طولانی بین نوبت‌های بتن‌سازی شسته شوند.

۸-۴-۳-۱۰ مخلوط‌کن‌های پیوسته باید مطابق الزامات استاندارد ملی به‌شماره‌ی ۶۰۴۳ باشند. زمانی‌که مخلوط‌کن پیوسته مورد استفاده قرار می‌گیرد، بخش اول بتن ساخته و تخلیه شده نباید استفاده شود.

۸-۴-۳-۱۱ باید سابقه‌ی کار روزانه همه‌ی مخلوط‌های ساخته شده در کارگاه به‌طور تفصیلی و مشتمل بر مشخصات بتن از جمله موارد زیر ثبت و نگهداری شود:

- تاریخ و زمان اختلاط و بتن‌ریزی؛
- مقادیر به‌کار رفته برای اختلاط مصالح و نوع اجزاء بتن؛
- نتایج آزمایش‌های بتن تازه؛
- دمای بتن و دمای محیط در هنگام بتن‌ریزی؛
- محل نهایی و حجم تقریبی بتن‌های ریخته شده در سازه.

تفسیر/توضیح

مصالح می‌تواند باعث دشواری در اختلاط خصوصا در مخلوط کن‌های گرانشی شود. همچنین آرایش محل ورود سیمان و سنگدانه‌ی ریز و درشت می‌تواند در دشواری اختلاط و زمان دستیابی به مخلوط همگن تاثیر بسزائی داشته باشد.

ت ۸-۴-۳-۱۰ مخلوط کن‌های پیوسته در شروع ساخت بتن و یا تغییر نسبت های مخلوط، به‌دلیل امکان تولید بتن با کیفیت نامطلوب، نباید مورد استفاده قرار گیرند.

جدول ۲-۸ الزامات کارآمدی مخلوط‌کن‌ها در تولید مخلوط همگن

موضوعات	حداکثر مجاز تغییرات، درصد*
جرم حجمی بتن	۰/۸
مقدار درشت‌دانه	۶
مقاومت فشاری، ۷ روزه (میانگین نتایج سه آزمونه)	۷/۵
مقدار هوا	۲۰
مقدار اسلامپ	۳۰

* مقدار اختلاف بین نتیجه‌ی دو نمونه‌ی گرفته شده از حدود ۱۵٪ و ۸۵٪ بتن تخلیه شده از مخلوط‌کن تعیین می‌شود و سپس این اختلاف بر مقدار متوسط نتیجه‌ی دو نمونه‌ی تقسیم شده و به‌صورت درصد ارائه می‌گردد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

جدول ۳-۸ تواتر کنترل تجهیزات

ردیف	تجهیزات	بازرسی/آزمایش	هدف	تواتر حداقل
۱	انباشته و مخزن سنگدانه	بازرسی چشمی	برای اثبات تطابق با الزامات	- یک مورد در هفته
۲	تجهیزات توزین	بازرسی چشمی	برای اثبات اینکه تجهیزات توزین در شرایط تمیز و عملکرد صحیحی هستند.	- روزانه
۳		آزمایش تجهیزات توزین	برای تامین الزامات بند ۳-۳-۸	- در زمان نصب - به‌صورت دوره‌ای* - در زمان تردید
۴	وسایل پیمانه‌ی(سنجش) مواد افزودنی شیمیایی	بازرسی چشمی	برای اثبات اینکه تجهیزات اندازه‌گیری تمیز و دارای عملکرد صحیح هستند	- ابتدای کار روزانه
۵		آزمایش تجهیزات اندازه‌گیری و تخلیه‌ی کامل	برای تامین الزامات بند ۸-۳-۳	- در زمان نصب - به‌صورت دوره‌ای* بعد از نصب - در زمان تردید
۶	وسایل پیمانه‌ی آب	آزمایش تجهیزات اندازه‌گیری	برای تامین الزامات بند ۸-۳-۳	- در زمان نصب - به‌صورت دوره‌ای* بعد از نصب - در زمان تردید
۷	تجهیزات اندازه‌گیری مستمر مقدار رطوبت سنگدانه‌ها	مقایسه مقدار واقعی با مقدار قرائت شده توسط رطوبت‌سنج	برای اثبات مقادیر صحیح	- در زمان نصب - به‌صورت دوره‌ای* بعد از نصب - در زمان تردید
۸	سیستم پیمانه کردن	بازرسی چشمی	اثبات اینکه تجهیزات پیمانه کردن به طور صحیح کار می‌کند	روزانه
۹		مقایسه جرم واقعی اجزا بتن (روش مناسب بسته به سیستم پیمانه کردن) در یک پیمانه با جرم هدف و در موردی که پیمانه خودکار ثبت می‌شود با توجه به جرم ثبت شده	برای بررسی تطابق	- در زمان نصب - به‌صورت دوره‌ای* بعد از نصب - در زمان تردید
۱۰	تجهیزات آزمایش	واسنجی مطابقت با استاندارد مرتبط	برای بررسی تطابق	- به‌صورت دوره‌ای* - برای تجهیزات تعیین مقاومت فشاری، حداقل یک بار در سال
۱۱	مخلوط‌کن‌ها (شامل کامیون‌های مخلوط‌کن)	بازرسی چشمی	بررسی سایش پره‌ها و دیگ	- به‌صورت دوره‌ای*

* تواتر، بسته به نوع تجهیزات و حساسیت آن در زمان استفاده و شرایط تولید کارخانه دارد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۸-۳-۵ بازرسی و کنترل تجهیزات تولید

۸-۳-۵-۱ کنترل تجهیزات باید اطمینان ایجاد نماید که تجهیزات ذخیره‌سازی، توزین و اندازه‌گیری، مخلوط‌کن و ابزار کنترلی، مانند اندازه‌گیری مقدار رطوبت موجود در سنگدانه‌ها، در شرایط کارکرد خوبی قرار دارند و مطابق الزامات استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۹۶۰۱ هستند. تواتر بازرسی‌ها و آزمایش‌ها برای تجهیزات در جدول ۳-۸ ارائه شده است.

تفسیر/توضیح

ت ۸-۳-۵ **بازرسی و کنترل تجهیزات تولید**

متن اصلی

۸-۴ انتقال بتن، بتن‌ریزی و تراکم

۸-۴-۱ کلیات

۸-۴-۱-۱ برای حصول بتن با کیفیت مورد نظر، باید قبل از شروع بتن‌ریزی جزئیات برنامه‌ی انتقال بتن، بتن‌ریزی و تراکم بتن مشخص شود و به تائید دستگاه نظارت برسد.

تفسیر/توضیح

ت ۸-۴ انتقال بتن، بتن‌ریزی و تراکم

ت ۸-۴-۱ کلیات

ت ۸-۴-۱-۱ ملاحظات اصلی که باید قبل از شروع بتن‌ریزی در نظر گرفته شود شامل موارد زیر است:

الف- برنامه‌ی زمان‌بندی بتن‌ریزی

برنامه‌ی زمان‌بندی بتن‌ریزی باید با در نظر گرفتن عوامل مختلفی تهیه شود، از جمله: نوع و شکل سازه، ارتباط بتن‌ریزی با سایر عملیات اجرایی‌پروژه و برنامه‌ی زمان‌بندی کلی پروژه، حجم کل بتن‌ریزی، روش تامین، فاصله‌ی حمل و حجم بتن که در هر مقطع زمانی باید تامین شود و صعوبت اجرایی هر بخش.

ب – تجهیزات و نیروی انسانی

نوع، ظرفیت و تعداد ماشین‌آلات لازم برای انتقال بتن، بتن‌ریزی و تراکم و همچنین نیروی انسانی باید با در نظر گرفتن مواردی مانند وضعیت کارگاه، نوع و شکل سازه، فاصله‌ی حمل بتن، ابعاد مقطعی که باید بتن‌ریزی شود، حجم بتن‌ریزی مقطع، دستورالعمل‌های بتن‌ریزی، آهنگ بتن‌ریزی، حجم بتن قابل تامین، ظرفیت و تعداد لرزاننده‌ها، نوع مصالح و نسبت های مخلوط بتن تعیین شود.

ج – مسیرهای انتقال بتن

مسیرهای انتقال بتن باید به نحوی تعیین و انتخاب شود که امکان انتقال ساده‌تر و سریع‌تر بتن به‌وجود آید و زمان و فاصله‌ی حمل به حداقل ممکن برسد.

د – مقطع بتن‌ریزی، محل درزهای اجرائی و روش آماده‌سازی درزها

مقطع بتن‌ریزی باید براساس حجم قابل بتن‌ریزی در هر نوبت تعیین شود. این حجم بر اساس حجم بتن قابل تامین، برنامه‌ی زمان‌بندی اجرا، شکل مقطع، ظرفیت بتن‌ریزی، زمان مجاز توقف‌ها حین بتن‌ریزی و موقعیت درزهای اجرائی تعیین می‌گردد.

چنانچه به‌دلیل ملاحظات اجرائی، درز اجرائی لازم در نقشه‌ها مشخص نشده باشد، محل آن باید با در نظر گرفتن تنش‌ها در مقطع، ملاحظات دوام و نحوه‌ی آرماتورگذاری در محل درز و با تایید دستگاه نظارت انتخاب شود و از انتخاب آن به‌صورت تصادفی و براساس پیشرفت کار اجتناب نمود. جزییات در فصل قالب‌بندی و درز ارئه شده است.

هـ - ترتیب و نرخ بتن‌ریزی

ترتیب و نرخ بتن‌ریزی در هر مقطع باید با در نظر گرفتن شکل سازه، وضعیت تولید بتن، ظرفیت بتن‌ریزی، توقف‌های مجاز، تجهیزات موجود و همچنین ملاحظات مربوط به رانش بتن در

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۸-۴-۲ زمان مجاز از ساخت بتن تا اتمام بتن‌ریزی

۸-۴-۲-۱ حداکثر زمان مجاز (برای دمای محیطی کمتر از ۲۵ درجه‌ی سانتیگراد) عملیات بتن‌ریزی (شامل انتقال، بتن‌ریزی و تراکم) ۲ ساعت پس از ساخت بتن می باشد. در دمای بالاتر از ۲۵ درجه‌ی سانتیگراد این زمان باید به ۱/۵ ساعت محدود شود.

در صورت استفاده از وسایل حمل بتن بدون دیگ چرخان از محل تولید تا محل بتن ریزی، زمان‌های فوق نیم ساعت کاهش می‌یابد. در صورت به‌کارگیری مواد دیرگیرکننده، می‌توان زمان‌های فوق را افزایش داد.

تفسیر/توضیح

بدنه‌ی قالب‌ها و سیستم نگهداری قالب انتخاب شود. در برخی سازه‌ها مانند سقف‌ها، تیرهای یکسره و قوس‌ها عدم توجه به بارگذاری ناشی از بار بتن تازه می‌تواند منجر به ناپایداری قالب و یا خرابی سیستم نگهدارنده‌ی قالب‌ها شود.

ت ۸-۴-۲ زمان مجاز از ساخت بتن تا اتمام بتن‌ریزی

ت ۸-۴-۲-۱ با توجه به تغییر کیفیت بتن تازه در طول زمان پس از تولید آن، بهتر است زمان انتقال بتن، بتن‌ریزی و تراکم به حداقل ممکن برسد. در اغلب کارهای اجرائی به دلیل محدودیت‌های مختلف، امکان اتمام بتن‌ریزی در یک زمان کوتاه وجود ندارد. این محدودیت‌ها شامل محدودیت در تولید و انتقال بتن، مسیرهای انتقال، موقعیت عضو سازه و همچنین محدودیت در تراکم، انبوهی و درهمی آرماتورها و محدودیت در تجهیزات و نیروی انسانی است. بنابراین ضروری است که برنامه‌ی بتن‌ریزی با در نظر گرفتن این محدودیت‌ها تهیه شود.

در استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۴۴، محدودیت «زمان حمل» ارایه شده است در حالی‌که در این آئین‌نامه زمان لازم برای بتن-ریزی و تراکم نیز، به مدت تقریبی نیم ساعت به آن اضافه شده است.

چنانچه در بتن‌ریزی، حداقل اسلامپ مورد نیاز با رعایت زمان مندرج در این آئین‌نامه تامین نشود، باید زمان مجاز از ساخت تا بتن‌ریزی کاهش یابد و یا با تغییراتی در نسبت های مخلوط مانند اسلامپ اولیه‌ی بیش‌تر و یا استفاده از مواد افزودنی دیرگیرکننده این مشکل برطرف شود. همچنین در صورتی‌که روانی مورد نیاز بتن در پای کار تامین شود، می‌توان، محدودیت‌های زمان حمل را با نظر دستگاه نظارت نادیده گرفته شود.

استفاده از مواد افزودنی دیرگیرکننده، روش موثری برای جلوگیری از کاهش (افت) اسلامپ است و استفاده از مواد افزودنی روان‌کننده برای بتن‌هایی که به اسلامپ بیش‌تر نیاز دارند، توصیه می‌شود. محدودیت‌های ذکر شده برای مخلوط‌هایی است که آب به آن‌ها اضافه شده‌است و برای مخلوط‌های خشک (بدون آب) محدودیتی وجود ندارد. به هر حال در اغلب موارد بدلیل مرطوب بودن سنگدانه ها (بویژه ماسه ها) بهتر است محدودیت‌های بتن آماده تا حد امکان رعایت شود.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۷

متن اصلی

۸-۴-۳ انتقال بتن

۸-۴-۳-۱ کلیات

۸-۴-۳-۱-۱ انتقال بتن از مخلوط کن تا محل نهایی بتن باید چنان صورت گیرد که از جداشدگی یا هدر رفتن بتن جلوگیری شود. همچنین انتقال بتن باید به نحوی باشد که حالت خمیری بتن بین بتن‌ریزی‌های متوالی حفظ شود.

۸-۴-۳-۲ انتقال بتن از محل تولید بتن تا محل بتن‌ریزی

هنگامی‌که در بتن‌ریزی از بتن آماده استفاده می‌شود، ضوابط استاندارد ملی به‌شماره‌ی ۶۰۴۴ باید رعایت گردد.

هنگامی‌که بتن در مخلوط‌کن مرکزی مخلوط می‌شود، حجم بتن نباید از ۸۰ درصد حجم کل دیگ (جام) کامیون مخلوط‌کن تجاوز کند. بعد از افزوده شدن آب اختلاط، هیچ آبی نباید به بتن اضافه گردد. چنانچه نیاز به افزایش روانی بتن در محل مصرف باشد، با تایید دستگاه نظارت می‌توان از مواد روان‌کننده و یا دوغاب سیمان با نسبت آب به سیمان مساوی یا کمتر از بتن اصلی استفاده نمود. در صورتی‌که اسلامپ بتن، بیش‌تر از حد مجاز باشد، نسبت آب به سیمان و اسلامپ مورد نظر را می‌توان با نظر دستگاه نظارت و با افزودن سیمان و در صورت لزوم ماسه، تامین نمود. پس از افزودن مصالح جدید دیگ کامیون مخلوط‌کن باید ۷۰ دور با سرعت تند بچرخد تا بتن همگنی حاصل گردد. همچنین باید دقت داشت که محدودیت حداکثر سیمان مصرفی و دیگر محدودیت‌های ذکر شده نیز مراعات شود.

تفسیر/توضیح

ت ۸-۴-۳ انتقال بتن

ت ۸-۴-۳-۱ کلیات

ت ۸-۴-۳-۱-۱ جداشدگی بتن و ایجاد درز سرد، دو پدیده‌ی نامطلوب در انتقال بتن و بتن‌ریزی هستند که توجه به آن‌ها ضروری است.

انتقال بتن به دو بخش: انتقال از محل تولید بتن تا محل بتن‌ریزی، و انتقال از محل بتن‌ریزی به درون قالب، تقسیم بندی می‌شود. روش انتقال باید امکان تحویل بتن در محل نهایی با حفظ کیفیت که شامل نسبت آب به سیمان، اسلامپ، درصد هوا و یکنواختی است را فراهم نماید. پارامترهای مختلفی باید برای انتخاب روش و تجهیزات مناسب انتقال بتن مد نظر قرار گیرد. از جمله نسبت های مخلوط بتن، دسترسی ها، نرخ تحویل بتن در محل، محل ایستگاه تولید بتن و شرایط آب و هوایی. این پارامترها تعیین کننده‌ی نوع مناسب و در عین حال اقتصادی روش انتقال بتن هستند.

تجهیزات حمل بتن باید طبق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۹۶۰۲ مورد کنترل و بازرسی قرار گیرد.

ت ۸-۴-۳-۲ انتقال بتن از محل تولید بتن تا محل بتن‌ریزی

انتقال بتن از محل تولید بتن تا محل بتن‌ریزی با روش‌های مختلفی نظیر کامیون مخلوط‌کن، تسمه نقاله، جام بتن که روی کامیون و یا ریل حمل می‌گردد، فرغون، دامپر و کامیون حمل بتن با و یا بدون هم زننده انجام می‌شود.

با توجه به محدودیت زمان تولید بتن تا اتمام بتن‌ریزی، توصیه می‌شود که زمان ساخت تا تخلیه بتن به حداکثر یک ساعت محدود گردد. در غیر این صورت برای زمان‌های بیشتر می‌توان از مواد افزودنی دیرگیر استفاده نمود. در هر حال کل زمان ذکر شده از ساخت بتن تا اتمام بتن‌ریزی باید شرایط بند ۲-۴-۸ را تامین نماید.

در مواردی که فاصله‌ی حمل زیاد یا اسلامپ بتن بالا می باشد، بهتر است از کامیون حمل بتن با دور کم برای انتقال بتن استفاده نمود.

در مواردی که بتن با اسلامپ ۵ سانتی‌متر و یا کمتر و برای فواصل کمتر از ۱۰ کیلومتر انتقال می‌شود (یا کمتر از یکساعت)، می‌توان از دامپ تراک یا جامی که توسط ماشین حمل می‌شود استفاده نمود. در این حالت باید از عدم جداشدگی اطمینان حاصل کرد، به‌گونه‌ای که تغییرات در اسلامپ و درصد هوا کم باشد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

باید اطمینان حاصل نمود که روش انتقال بتن امکان تخلیه آسان بتن، جلوگیری از جداشدگی در هنگام انتقال آن و حداقل تغییر در اسلامپ و درصد هوا را مقدور می‌سازد.

۸-۴-۳-۳ انتقال بتن از محل بتن‌ریزی تا درون قالب

أ) انتقال بتن با پمپ

قبل از بتن‌ریزی با پمپ باید جزئیاتی مانند نوع پمپ، قطر لوله‌ها، مسیر لوله‌ها و نرخ تخلیه‌ی بتن مشخص گردد. همچنین پمپ‌پذیری بتن باید به‌گونه‌ای باشد که امکان حمل و ریختن بتن با سهولت امکانپذیر گردد.

قطر لوله باید براساس نوع و کیفیت بتن، حداکثر اندازه‌ی سنگدانه، وضعیت پمپ کردن و ایمنی و نرخ آن انتخاب شود.

موقعیت پمپ باید به نحوی باشد که حداقل طول و خم در لوله‌های پمپ وجود داشته باشد.

در انتقال بتن به وسیله‌ی پمپ، باید نسبت حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه به کوچک‌ترین قطر داخلی لوله انتقال بتن، از ۰/۳۳ کمتر باشد.

تعداد و نوع پمپ باید براساس سرعت تخلیه‌ی بتن، سرعت بتن‌ریزی در مقطع، ارتفاع و طول حمل بتن و شرایط آب و هوائی انتخاب شود.

تجهیزات پمپ باید طوری طراحی و تهیه گردند که امکان بتن‌ریزی پیوسته به‌وجود آید. زمانی که احتمال قطع بتن به مدت نسبتا طولانی در حین بتن‌ریزی وجود دارد، باید پیش‌بینی روش‌هائی برای جلوگیری از افت کیفیت بتن صورت ژذیرد.

پمپ بتن باید بتواند فشار لازم برای انتقال بتن با توجه به طول لوله‌ها (افقی و عمودی) و نوع بتن را تامین نماید.

قبل از شروع بتن‌ریزی اصلی با پمپ، لازم است از دوغاب یا ملات به‌منظور لغزان کردن سطوح داخلی لوله و با هدف جلوگیری از گرفتگی لوله‌ها استفاده نمود. این دوغاب یا ملات نباید داخل قالب ریخته شود.

دقت شود که لوله‌های انعطاف‌پذیر در فواصل نزدیک به پمپ استفاده نشود.

تفسیر/توضیح

ت ۸-۴-۳-۳ انتقال بتن از محل بتن‌ریزی تا درون قالب

انتقال بتن با پمپ

بتن‌ریزی به‌کمک پمپ، سرعت بتن‌ریزی را نسبت به سایر روش‌ها افزایش می‌دهد. این روش نیازمند برنامه‌ریزی‌های لازم به‌منظور تعیین نوع و تعداد پمپ‌ها، نسبت های مخلوط مناسب و لوله گذاری صحیح است.

پمپ‌پذیری مناسب بتن شرط لازم برای بتن‌ریزی با پمپ است. بنابراین در نسبت های مخلوط بتن پمپی باید ملاحظاتی از جمله وجود خمیر کافی در بتن و افت اسلامپ ناشی از گذشت زمان تا شروع بتن‌ریزی با پمپ و همچنین افت اسلامپ ناشی از پمپ‌کردن در نظر گرفته شود. لذا قبل از شروع بتن‌ریزی، باید نوع، موقعیت و تعداد پمپ‌ها، مسیر لوله‌ها، نوع و قطر لوله‌ها، نرخ تخلیه‌ی بتن و سایر موارد مشخص شود.

شکل و درصد ذرات ریز موجود در ماسه نقش اساسی در پمپ‌پذیری بتن دارد. ماسه‌ی گرد گوشه برای بتن پمپی ارجحیت دارد. توصیه می‌شود، درصد ذرات گذشته از الک ۰/۳ میلی‌متر (شماره‌ی ۵۰) باید بین ۱۵ تا ۳۰ درصد و گذشته از الک ۰/۱۵ میلی‌متر (شماره‌ی ۱۰۰) بین ۵ تا ۱۰ درصد وزن ماسه باشد.

قطر مناسب لوله‌ها بعد از تعیین حداکثر اندازه‌ی سنگدانه، ظرفیت بتن‌ریزی و غیره تعیین می‌شود. توان مورد نیاز پمپ با افزایش قطر لوله‌ها کاهش می‌یابد و می تواند یک مزیت محسوب شود، ولی باید دقت کرد که قطر بالاتر لوله‌ها منجر به صعوبت در جابجائی لوله‌ها و در نتیجه کاهش بازدهی کل کار نشود. در بتن‌ریزی با پمپ در اکثر موارد از لوله‌هایی با قطر داخلی ۱۰۰ تا ۱۲۵ میلی‌متر استفاده می‌شود. در بتن‌ریزی با احجام زیاد، از لوله با قطر ۱۵۰ میلی‌متر هم استفاده می‌شود.

برای کاهش فشار پمپ و گرفتگی لوله‌ها باید با انتخاب مسیر مناسب، طول لوله‌ها و تعداد خم‌ها را به حداقل ممکن کاهش داد. در نزدیکی خم‌ها و یا در محل کاهش مقطع لوله آشفتگی جریان و افت فشار رخ می‌دهد که می‌تواند منجر به گرفتگی لوله‌ها شود. در این موارد باید از خم با شعاع زیاد و از لوله‌هائی که تغییر مقطع تدریجی دارند استفاده نمود.

برای به‌وجود آوردن شرایط بتن‌ریزی پیوسته با پمپ، باید قبل از بتن‌ریزی، با انجام بازرسی از تمیزی سطوح داخلی لوله‌های پمپ،

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

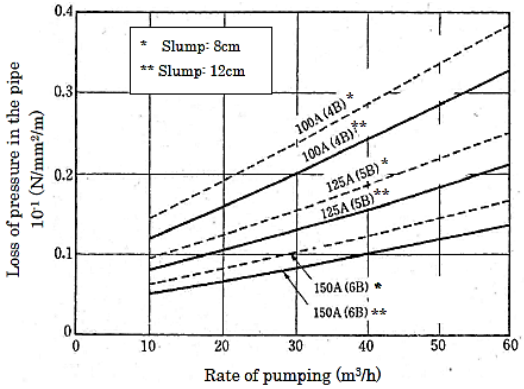
متن اصلی	تفسیر/توضیح
	عدم پوسیدگی و سایر عیوب اطمینان حاصل نمود و با در نظر گرفتن ماشین‌آلات حمل کافی از محل تولید تا پمپ، بتن به‌طور مداوم تامین گردد. همچنین تجهیزات و نیروی انسانی لازم برای شستشوی داخلی پمپ و باز و بسته کردن و جابه‌جائی لوله‌ها در نظر گرفته شود. در زمان توقف عملیات پمپ کردن و با توجه به کاهش پمپ‌پذیری بتن با گذشت زمان، تخلیه نکردن بتن داخل لوله‌ها می‌تواند منجر به گرفتگی در لوله‌ها شود. همچنین با توجه به احتمال کاهش کیفیت بتن در داخل لوله‌ها، لازم است در توقف‌های طولانی نسبت به خالی کردن لوله‌ها اقدام نمود. این توقف‌ها می‌تواند به دلیل تغییر شیفت کاری، بارندگی شدید در حین پمپ کردن و یا دلایل دیگر اتفاق بیفتد. انتخاب مسیر مناسب لوله‌ها، مهار کافی آن‌ها و سکوی کار با موقعیت مناسب از موارد دیگری هستند که باید مد نظر قرار گیرند. انتخاب پمپ مناسب مهمترین شرط بتن‌ریزی مطمئن و پیوسته است. حداکثر توان پمپ از سابقه‌ی بتن‌ریزی در سازه‌های مشابه و یا با آزمایش عملی قبل از بتن‌ریزی اصلی، به‌دست می‌آید. اگر چه فشار مورد نیاز پمپ با کمک معادله‌ی زیر محاسبه می‌شود، اما انتخاب پمپ به نحوی انجام می‌گردد که این فشار از ۸۰ درصد توان اسمی پمپ بیشتر نشود. P_{max}= (طول لوله‌ی معادل افقی) * (افت فشار در هر متر لوله افقی) افت فشار در هر متر لوله‌ی افقی براساس اطلاعات موجود از میزان سیمان، نرخ بتن‌ریزی، قطر لوله و اسلامپ به‌دست می‌آید. در شکل ت ۸-۱ مقادیر معمول افت فشار برای بتن، با حداکثر اندازه‌ی ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر نشان داده شده است. در صورت استفاده از حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی ۳۸ میلی‌متری میزان افت به‌دست آمده از نمودار فوق باید ۱۰ درصد افزایش یابد. در صورتی‌که مقدار سیمان بیش از ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد، افت فشار بیش‌تر خواهد بود، درحالی‌که برای عیار ۳۰۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم بر متر کعب ممکن است افت فشار کم‌تر شود. استفاده از برخی افزودنی‌های پودری معدنی به افزایش یا کاهش افت فشار منجر می‌شود. عدم مصرف مواد روان‌کننده باعث افزایش شدید افزایش فشار در لوله‌های پمپ می‌گردد. دانه‌بندی‌های نسبتا ریز و کمبود ذرات میانی (۴/۷۵ – ۹/۵ میلی‌متر) تاثیر قابل ملاحظه‌ای در افت فشار دارد. وجود ماسه‌های تیزگوشه و شکسته به‌ویژه دارای پودر سنگ کم و فاقد ذرات ریزتر از ۰/۳ میلی‌متر باعث افزایش افت فشار می‌گردد.

پیشنویس مورخ ۲۹/۰۱/۲۰۱۹

متن اصلی

تفسیر/توضیح

این نمودار برای طول لوله‌ی افقی است. برای محاسبه‌ی طول معادل لوله‌ی افقی در لوله‌های قائم، خم‌ها، تغییر مقطع و لوله‌های منعطف از جدول ت ۸-۱ استفاده می‌شود.



شکل ت ۸-۱ مقادیر تقریبی افت فشار برای بتن‌های با عیار حدود ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب، حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر و با مواد افزودنی هوازا و کاهنده‌ی آب A=mm B=inch

جدول ت ۸-۱ طول معادل لوله‌ی افقی

ردیف	واحد	قطر اسمی لوله (میلی‌متر)	طول معادل لوله‌ی افقی (متر)*
لوله قائم	یک متر	۱۰۰ ۱۲۵ ۱۵۰	۳ ۴ ۵
لوله مخروطی**	یک عدد	از ۱۷۵ به ۱۵۰ از ۱۵۰ به ۱۲۵ از ۱۲۵ به ۱۰۰	۳
خم لوله	یک عدد	خم ۹۰ درجه با شعاع نیم متر	۶
لوله‌ی انعطاف‌پذیر		هر عضو ۵ تا ۸ متری	۲۰

** مقادیر برای بتن های معمولی است.*

*** مقادیر برای لوله‌ی مخروطی با طول یک متر و بر اساس قطر لوله‌ی کوچک‌تر تعیین می‌شود.*

بازده حجمی یک پمپ با توجه به نسبت های مخلوط و خواص بتن تازه متغیر است و به دلیل تراکم پذیری بتن، بازده‌ی واقعی از بازده‌ی نظری کمتر می‌باشد. همچنین در هنگام بتن‌ریزی زمان‌هایی برای جابه‌جایی لوله‌ها و تراکم بتن صرف می‌گردد. بنابراین در هنگام محاسبه‌ی نرخ جابه‌جایی بتن با پمپ، باید این زمان‌ها و بازده‌ی حجمی بتن در نظر گرفته شود، که در نتیجه ظرفیت تخلیه‌ی بتن از پمپ باید بیشتر از نرخ بتن‌ریزی مقطع در نظر گرفته شود. تعداد پمپ‌ها براساس ظرفیت مورد نیاز تخلیه‌ی بتن از پمپ، ظرفیت تخلیه هر پمپ، ابعاد بلوک، حجم کل

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

ب) بتن‌ریزی با جام

جام باید به شکلی ساخته شده باشد که جداشدگی در هنگام بارگیری و تخلیه بتن به حداقل برسد. همچنین باید از خروج شیره‌ی بتن در هنگام بسته بودن در خروجی جام جلوگیری شود.

در مواردی‌که در جام همزن وجود ندارد، نگهداری طولانی بتن در جام سبب بروز مشکلاتی در تخلیه آن می‌گردد. جام باید به نحوی باشد که در صورت باز شدن دریچه، تمامی بتن بر اثر وزن خود تخلیه شود و درون جام، بتن باقی نماند. شیب جداره‌ی جام نباید از ۶۰ درجه کمتر باشد و اندازه‌ی دهانه

تفسیر/توضیح

بتن‌ریزی در مقطع، ترتیب بتن‌ریزی، نرخ بتن‌ریزی، ظرفیت سیستم تولید بتن، ظرفیت تراکم بتن، تعداد موقعیت‌های بتن‌ریزی و غیره تعیین می‌گردد. برای بتن‌ریزی‌هایی که باید به‌صورت پیوسته انجام شود، اکیدا توصیه می‌شود تا پمپ اضافی (آماده به کار) نیز در نظر گرفته شود.

در شرایطی که انتظار می‌رود در هنگام بتن‌ریزی مشکلاتی به وجود آید، توصیه می‌شود عملکرد پمپ، فشار واقعی مورد نیاز و وضعیت تخلیه‌ی بتن از لوله به‌صورت عملی و قبل از شروع بتن‌ریزی مورد آزمایش قرار گیرد.

برخی مواردی که باید در برنامه‌ریزی پمپ‌کردن بتن به آن‌ها توجه بیشتری نمود به شرح زیر است:

الف- پمپ کردن بتن‌های با عیار کم یا زیاد؛

ب- پمپ کردن بتن‌های با اسلامپ کمتر از ۸ سانتی‌متر؛

ج- پمپ کردن بتن با یا بدون مواد افزودنی هوازا یا روان‌کننده‌ی آب؛

د- بتن‌ریزی در هوای سرد یا گرم؛

هـ- بتن‌ریزی از ارتفاع بالا به پائین یا در طول‌های زیاد؛

و- بتن‌های سبکدانه، پرمقاومت، خودتراکم، الیافی و سایر بتن‌های خاص.

در این موارد انجام بتن‌ریزی آزمایشی قبل از بتن‌ریزی اصلی برای اندازه‌گیری افت فشار واقعی و تغییر در کیفیت بتن پمپ شده توصیه می‌شود. درصورت عدم امکان انجام آزمایش واقعی می‌توان از اطلاعات پروژه‌های مشابه استفاده نمود.

در پمپ کردن بتن به‌ویژه در هوای گرم، ممکن است دمای بتن می توانند به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش یابد. خنک کردن لوله‌ی پمپ به نحو مقتضی به ویژه در پمپاژهای طولانی توصیه می‌شود.

در روش بتن‌ریزی با جام، بتن از دستگاه تولید بتن و یا وسایل انتقال بتن از محل تولید به محل بتن‌ریزی (نظیر انتقال از کامیون مخلوط‌کن به داخل یک جام و حمل جام به محل بتن‌ریزی) انتقال داده می‌شود. این روش به دلیل اینکه جام با حرکت در جهت افقی و عمودی می‌تواند بتن را به محل نهایی بتن‌ریزی برساند، آسان و کاربردی است. همچنین این روش نیازمند افزایش یا اصلاح اسلامپ (مانند روش بتن‌ریزی با پمپ) نیست. برای حمل جام به‌طور معمول از جرثقیل استفاده می‌شود. توصیه می‌شود تخلیه بتن از زیر و مرکز جام صورت گیرد. در صورتی‌که بازشو دارای خروجی از مرکز یا به‌صورت سرسره‌ای باشد، احتمال جداشدگی در بتن به‌شدت افزایش می‌یابد.

پیشنویس مورخ ۲۹/۰۱/۲۰۱۹

متن اصلی

آن باید از ۸ برابر حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌های بتن بزرگ‌تر باشد.

ت) بتن‌ریزی با ناوه (سرسره‌ی) بتن و لوله (سرسره قائم)

به‌عنوان یک قاعده‌ی کلی، استفاده از لوله نسبت به سرسره بتن ارجح است.

وقتی سرسره‌ی بتن به‌کار گرفته می‌شود، شیب سرسره باید به حدی باشد که از جداشدگی جلوگیری شود و نباید از نسبت ۲ عمودی به ۳ افقی کمتر باشد. همچنین نباید از ۳ عمودی به ۲ افقی بیش‌تر باشد.

سازه‌ی سرسره و روش به‌کار گرفته شده نباید منجر به جداشدگی بتن گردد.

لوله می‌تواند صلب و یا انعطاف پذیر باشد. حداقل قطر لوله باید در بالای لوله ۸ و در پایین ۶ برابر حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه باشد.

محدودیتی در مورد ارتفاع بتن‌ریزی با لوله وجود ندارد.

قبل و بعد از استفاده از سرسره‌ی بتن، سطح سرسره باید با آب شستشو شود.

در هنگام بتن‌ریزی دهانه‌ی خروجی قیف باید حتی‌الامکان به سطح نهایی بتن نزدیک گردد. همچنین بتن به‌طور ناگهانی و با حجم زیاد در یک محل ریخته نشود، زیرا احتمال جداشدگی در صورت جابجائی افقی بتن افزایش می یابد. در صورتی‌که در هنگام تخلیه جداشدگی اتفاق بیفتد، باید بتن را قبل از استفاده دوباره مخلوط کرد.

ث) سایر تجهیزات انتقال بتن

در صورت استفاده از تسمه نقاله برای انتقال بتن، باید تمهیدات لازم برای جلوگیری از تغییر نسبت آب به سیمان و روانی بتن بر اثر تابش آفتاب، بارش باران و سایر شرایط آب و هوایی در نظر گرفته شود. برای جلوگیری از جداشدگی بتن در هنگام تخلیه باید از صفحات مانع و لوله‌های قیفی شکل در انتهای تسمه نقاله یا در بین راه و قبل از تخلیه در مقطع استفاده کرد.

در صورت استفاده از وسایل حمل مانند فرغون (چرخ دستی) و یا دامپر (فرغون موتوری) فاصله‌ی حمل نباید از ۶۰ متر و

تفسیر/توضیح

اندازه‌ی خروجی در ارتباط با حداکثر اندازه‌ی اسمی و روانی بتن مشخص می‌شود و بهتر است مقدار آن به‌مراتب بزرگ‌تر از حداقل اندازه‌ی ذکر شده باشد.

انتقال بتن با سرسره‌ی بتن احتمال جداشدگی را افزایش می‌دهد. استفاده از بتنی که برای تسهیل کار، اسلامپ بالایی دارد نیز وضعیت را نامطلوب‌تر می‌کند. بنابراین استفاده از لوله توصیه می‌شود. در صورتی‌که بتن به‌طور پیوسته از سرسره پایین نمی‌آید، باید یا شیب آن را افزایش داد و یا در نسبت‌های مخلوط بتن تغییر ایجاد کرد. توصیه می‌شود قبل از اجرای بتن اصلی امکان انتقال بتن با سرسره با کیفیتی مناسب مورد آزمایش قرار گیرد. سرسره باید به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شود که در محل اتصال درزها استحکام کافی در نظر گرفته شده باشد تا در اثر برخورد نیروی قائم بتن محل اتصال از هم جدا نشود. در هنگام استفاده از سرسره‌ی بتن اکیدا توصیه می‌شود که در انتهای آن از قیف قائم برای کاهش جداشدگی استفاده گردد. شکل سرسره بهتر است نیم دایره و قطر آن از ۸ برابر اسمی سنگدانه‌ها بیشتر باشد.

در بتن‌ریزی‌هایی که به‌صورت پیوسته انجام می‌گیرد، استفاده از تسمه نقاله انتخاب مناسبی است. در صورت استفاده از چندین تسمه نقاله، این قطعات باید به نحوی چیده شوند که اختلاف تراز بین آن‌ها زیاد نبوده و شیب آن‌ها نیز به نحوی تنظیم شود که از جداشدگی جلوگیری به‌عمل آید. در حمل با تسمه نقاله در مسافت‌های زیاد باید از پوشش‌های مناسب استفاده شود تا تابش آفتاب، بارش باران و یا سایر عوامل جوی کیفیت بتن را تغییر ندهد. همچنین در انتهای تسمه نقاله، با در نظر گرفتن تجهیزات مناسب (مانند تیغه)، از برگشت ملات جلوگیری شود. چنانچه انتهای تسمه نقاله ثابت باشد، در بتن‌ریزی در مقاطع بزرگ ناچار به جابجایی افقی بتن خواهیم بود که خود می تواند موجب جداشدگی شود.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

یا ۳۰۰ متر تجاوز کند و در هر حال باید از جداشدگی بتن جلوگیری شود.

استفاده از هر وسیله‌ی حمل، چنانچه منجر به جداشدگی در بارگیری و تخلیه نشود، مجاز است.

۸-۴-۴ عملیات بتن‌ریزی

۸-۴-۴-۱ کلیات

در بارندگی شدید باید بتن‌ریزی قطع گردد تا از سطح بتن محافظت شود. در بارندگی محدود (کمتر از ۵ میلی‌متر بر ساعت) چنانچه کیفیت سطح بتن اهمیت دارد باید باپوشش موقت بتن‌ریزی را ادامه داد و یا بتن‌ریزی را متوقف کرد.

به جز در محل‌هایی که درز اجرایی پیش‌بینی شده است، بتن‌ریزی باید تا اتمام بتن‌مقطع به‌طور پیوسته ادامه یابد.

۸-۴-۴-۲ بتن‌ریزی

بتن‌ریزی باید به نحوی صورت پذیرد که موجب جابجائی قالب و شبکه‌ی آرماتور از محل اولیه نشود.

بتن بایستی تا حد امکان در محل نهایی خود ریخته شود تا نیاز به جابجایی آن به حداقل برسد. در صورت نیاز به جابجایی باید از عدم جداشدگی بتن اطمینان حاصل نمود.

چنانچه جداشدگی بتن هنگام بتن‌ریزی مشاهده گردد، باید بتن‌ریزی متوقف و روش‌های مناسب برای حذف یا کاهش جداشدگی بتن به‌کار گرفته شود.

به عنوان یک قاعده‌ی کلی، بتن‌ریزی باید به نحوی انجام شود که سطح بتن تازه ریخته شده تا حدودی هموار شود. حداکثر ضخامت بتن در هر لایه باید به ۵۰ سانتی‌متر محدود شود. در صورتی‌که کل ضخامت بتن ۶۰ سانتی‌متر باشد می‌توان آن را در یک لایه اجرا کرد.

در صورت بتن‌ریزی در چند لایه، ضخامت لایه‌ها باید تقریبا مساوی باشد و بتن لایه جدید با بتن لایه قبل پیوستگی کامل پیدا کند. بدین منظور لرزاننده‌ی درونی (خرطومی) باید به میزان ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر در لایه‌ی قبلی فرو برده شود.

محدوده‌ی بتن‌ریزی، ظرفیت بتن‌ریزی و فاصله‌ی زمانی بین بتن‌ریزی لایه‌ها باید به نحوی تعیین شود که از بروز درز سرد

تفسیر/توضیح

بنابراین باید حتی‌الامکان قطعه‌ی نهایی تسمه نقاله امکان جابجایی افقی را داشته باشد.

در تابستان و زمستان امکان تغییرات شدید دما در حمل با تسمه نقاله وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرد.

ت ۸-۴-۴ عملیات بتن‌ریزی

ت ۸-۴-۴-۱ کلیات

ت ۸-۴-۴-۲ بتن‌ریزی

به‌دلیل احتمال آسیب به شبکه‌ی آرماتورها و قالب‌ها، بتن‌ریزی باید با دقت انجام شود. همچنین نیروی انسانی آرماتوربند و قالب‌بند باید به‌صورت آماده به‌کار در حین بتن‌ریزی حضور داشته باشند تا در صورت آسیب احتمالی، اقدامات لازم را انجام دهند.

با توجه به افزایش احتمال جداشدگی بر اثر جابجایی افقی بتن، باید تلاش نمود تا بتن‌ریزی در محل نهایی صورت پذیرد.

در صورتی‌که در حین بتن‌ریزی جداشدگی شدیدی رخ دهد، دستیابی به کیفیت مناسب و با پیوستگی خوب، حتی با دوباره مخلوط‌کردن بتن نیز مشکل است. بنابراین در چنین مواقعی بتن‌ریزی باید قطع و دلیل جداشدگی شناسایی و برای بتن‌ریزی بعدی از بین برود. برای بتن‌های ریخته‌شده باید تا حد امکان با دوباره مخلوط کردن، مخلوط بتن را یکنواخت کرد.

درزهای اجرایی در اکثر مواقع یک نقطه ضعف در سازه محسوب می‌شوند، بنابراین باید با برنامه‌ریزی مناسب و کنترل ماشین‌آلات و مقطع بتن‌ریزی، درزهای اجرایی در محل های از پیش تعیین شده قرار گیرد.

برای دستیابی به بتن یکنواخت، ضروری است که بتن در لایه‌های افقی ریخته شود و به‌طور یکنواخت با لرزاننده متراکم گردد. در بتن‌ریزی در احجام زیاد، توصیه می‌شود که میزان بتن ریخته شده در یک نقطه محدود شود. به این منظور باید تا حد امکان تعداد نقاط تخلیه‌ی بتن در مقطع افزایش یابد و سطح نهائی بتن در تمامی نقاط تقریبا در یک تراز نگاه داشته شود. هنگامی‌که حجم

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

جلوگیری کند و بدین منظور باید امکان فرو بردن لرزاننده خرطومی به درون لایه قبلی بتن وجود داشته باشد.

در بتن‌ریزی در قالب‌هایی با ارتفاع زیاد، باید به کمک لوله و یا تجهیزات دیگر، بتن‌ریزی حتی‌الامکان نزدیک سطح انجام شود. حداکثر فاصله از خروجی سرسره‌ی بتن، لوله، جام و دیگر تجهیزات تا سطح بتن ریزی ۱/۵ متر است.

نرخ ارتفاع بتن‌ریزی در شرایط معمول حداکثر ۳ متر در ساعت توصیه می‌شود.

چنانچه بتن‌ریزی تیر و سقف (اعضای افقی) به‌طور پیوسته با دیوار و ستون (اعضای قائم) انجام شود، برای جلوگیری از ترک‌های ناشی از نشست بتن باید ابتدا بتن‌ریزی ستون و دیوار و سپس بتن‌ریزی تیر و سقف انجام گیرد.

در بتن‌ریزی در مجاورت زمین باید ابتدا ابتدا باید بتن مگر (نظافت، تسطیح) ریخته شود.

از ریختن یک‌باره‌ی بتن ستون و تراکم یک‌باره پرهیز شود و ضابطه‌ی حداکثر ضخامت ۵۰ سانتی‌متر باید رعایت گردد.

از پرتاب بتن به‌وسیله ادواتی مانند بیل باید اجتناب نمود.

تفسیر/توضیح

بتن ریخته شده در یک نقطه زیاد شود، امکان تراکم مناسب بتن وجود ندارد و سطح بتن ناهموار خواهد شد. در مواقعی که به ناچار نقاط تخلیه‌ی بتن در مقطع محدود است، باید سرعت بتن‌ریزی به نحوی تنظیم شود که امکان تراکم مناسب بتن به‌وجود آید.

هنگامی که حداکثر ضخامت لایه، به ۰/۵ متر محدود می‌شود، جابجایی افقی بتن به حداقل می‌رسد. بنابراین محدوده‌ی ۰/۴ تا ۰/۵ متر به‌عنوان یک ضخامت استاندارد مد نظر قرار می‌گیرد. در مواردی که ضخامت‌های بیشتر برای یک لایه در نظر گرفته می‌شود، باید با انجام آزمایش عدم کاهش کیفیت بتن به اثبات برسد و یا با روش‌های پیشنهادی کیفیت مناسب بتن تامین گردد. در استفاده از بتن خودتراکم بتن‌ریزی در لایه‌های متعدد موضوعیت ندارد.

محدودیت فاصله‌ی زمانی بین لایه‌ها به دلیل اطمینان از عدم ایجاد درز سرد بین لایه‌ها باید رعایت گردد. برای جلوگیری از درز سرد باید فاصله‌ی زمانی بین لایه‌ها با در نظر گرفتن ملاحظاتی شامل نوع بتن، کارایی بتن، فاصله‌ی زمانی بین ساخت تا اتمام بتن‌ریزی، دمای بتن و روش تراکم، مشخص گردد. به خصوص در هوای گرم و با شدت تبخیر زیاد، به دلیل گیرش سریع‌تر یا خشک‌شدگی زود هنگام، احتمال وقوع درز سرد بیشتر است؛ زیرا نمی‌توان لرزاننده خرطومی را در لایه‌ی زیرین فرو برد. همچنین در بتن‌ریزی‌هایی با حجم زیاد به دلیل طولانی شدن زمان ساخت تا اتمام تراکم، باید دقت بیشتری صورت گیرد.

فاصله‌ی زمانی بتن‌ریزی بین دولایه بستگی به نوع سیمان، میزان مصرف مواد افزودنی شیمیایی، دمای بتن، دمای محیط و برخی عوامل دیگر دارد. در مواقعی که احتمال وقوع درز سرد زیاد است باید با در نظر گرفتن تدابیری مانند استفاده از مواد افزودنی شیمیایی دیرگیر، کاهش ارتفاع لایه‌ی بتن‌ریزی یا افزایش توان تولید، حمل و ریختن بتن از وقوع آن جلوگیری کرد. به هر حال برای شرایط معمول مقادیر داده شده در جدول ت ۸-۲ باید مد نظر قرار گیرد. فاصله‌ی زمانی بین لایه‌ها برابر است با فاصله‌ی زمانی از اتمام تراکم لایه‌ی قبلی بتن‌ریزی تا بتن‌ریزی لایه جدید، که شامل زمان توقف بین بتن‌ریزی دو لایه است. بدیهی است در بیشتر موارد فاصله زمانی مجاز ممکن است به مراتب کمتر از مقادیر ذکر شده در این جدول باشد.

جدول ت ۸-۲ حداکثرفاصله‌ی زمانی بین بتن‌ریزی دو لایه‌ی متوالی

دمای محیط	حداکثر فاصله‌ی زمانی بین دو لایه
بیشتر از $25^{\circ}C$	۲ ساعت
$25^{\circ}C$ یا کمتر	۲/۵ ساعت

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی	تفسیر/توضیح
	در مواقعی که بتن از ارتفاع زیاد (مانند بتن‌ریزی ستون و دیوار) تخلیه می‌شود، به‌دلیل برخورد بتن با قالب و آرماتوربندی جداشدگی اتفاق می‌افتد. همچنین این نوع بتن‌ریزی می‌تواند موجب باقی ماندن بتن خشک شده روی سطوح آرماتورها و قالب در ارتفاع بالاتر شده که در بتن‌ریزی لایه‌ی بعدی موجب عدم پیوستگی بتن و میلگرد می‌شود. در چنین مواقعی باید با در نظر گرفتن بازشو در ترازهای پایین‌تر (۱/۵ متری) و یا از لوله و یا سرسره‌ی بتن برای نزدیک کردن خروجی بتن به سطح کار استفاده نمود. بنابراین برای جلوگیری از جداشدگی بتن، ارتفاع تخلیه باید از قبل مشخص باشد تا تمهیدات لازم در این زمینه در نظر گرفته شود.
	بتن‌ریزی به‌طور پیوسته و با سرعت ارتفاعی زیاد موجب افزایش فشار بتن به قالب‌ها می‌شود. همچنین می‌تواند موجب افزایش آب انداختن و جداشدگی به دلیل افزایش فشار شده که در نتیجه چسبندگی بتن و آرماتورها کاهش می‌یابد. سرعت بتن‌ریزی باید براساس شکل مقطع، نسبت های مخلوط، روش تراکم و سایر عوامل محدود گردد. به‌طور معمول این سرعت ۲ تا ۳ متر (ارتفاعی) در ساعت تعیین می‌شود. توصیه می‌شود نرخ ارتفاعی بتن‌ریزی در شرایطی مانند هوای سرد و یا استفاده از دیرگیرها به ۲ متر در ساعت محدود گردد.
	در برخی بتن‌ریزی‌ها، مثلا بتن‌ریزی همزمان تیر و دال و یا دیوار و یا بتن‌ریزی اعضایی مانند طره‌های دارای تغییر مقطع قابل توجه ناگهانی، به دلیل اختلاف در ضخامت مقطع، نشست‌های خمیری متفاوتی بوجود می‌آید. این اختلاف نشست تمایل به ترک‌خوردگی در محل این تغییر مقطع را افزایش می‌دهد. در چنین مواردی باید ابتدا بتن ستون‌ها ریخته شود و با یک وقفه زمانی، اجازه نشست به بتن داده شده و یا تراکم مجدد انجام گیرد؛ سپس بتن تیر و دال ریخته شود. این زمان حدود ۱ تا ۲ ساعت است که البته به دما و نسبت های مخلوط نیز بستگی دارد.
	با توجه به انبوهی میلگردها در مقاطع سازه‌ای، به‌خصوص ستون و دیوار برشی و محل تقاطع تیر و ستون، به نظر می‌رسد امروزه استفاده از بتن خود تراکم می‌تواند کمکی برای جای‌دهی مناسب بتن در اطراف میلگردها و گوشه‌های قالب باشد. بنابراین توصیه می‌شود در صورت داشتن امکانات و کنترل مناسب از بتن خود تراکم در چنین مواردی استفاده شود. در این حالت بتن به‌صورت یکپارچه ریخته شده و نیازی به رعایت ضخامت حداکثر لایه‌ی بتن‌ریزی نیست. اما بهتر است سرعت ارتفاعی بتن‌ریزی برای کاهش حفرات هوای سطحی به همان ۳ متر در ساعت محدود شود.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

۸-۴-۵ تراکم

۸-۴-۵-۱ اصولا لرزاننده‌های داخلی برای تراکم بتن ارجح هستند. لرزاننده‌ی قالب ممکن است برای برخی سازه‌ها مانند دیوارهای نازک که استفاده از لرزاننده‌ی داخلی مشکل است به‌کار گرفته شود.

بتن باید به نحوی متراکم شود که هوای غیر عمدی (ناخواسته‌ی) بتن کاهش یابد و پس از باز کردن قالب سطح بتن نیز قابل قبول باشد.

در هنگام تراکم با لرزاننده‌ی داخلی، لرزاننده باید حدود ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر در لایه‌ی قبلی فرو برود.

فاصله‌ی فرو بردن و زمان لرزاندن در هر موقعیت باید به نحوی در نظرگرفته شود که بتن به میزان کافی متراکم گردد.

لرزاننده باید به‌صورت عمودی در بتن فرو برده و سپس در همان حالت عمودی بیرون آورده شود.

لرزاندن مجدد می‌تواند برای جلوگیری از ترک‌های ناشی از نشست خمیری در بتن آرمه و بهبود کیفی بتن انجام شود. لرزاندن مجدد باید قبل از گیرش اولیه و تا حد امکان با تاخیر انجام شود. به شرط آن که هنوز امکان فرو بردن و لرزاندن بتن وجود داشته باشد.

لرزاننده باید به آرامی بیرون کشیده شود. به‌گونه‌ای که اثری از محل فرو بردن لرزاننده باقی نماند.

کفایت لرزاندن بتن با مشاهده‌ی اتمام خروج هوا و شروع به روزدن شیره‌ی بتن حاصل می‌گردد.

حداکثر فاصله‌ی نقاط فروبردن لرزاننده‌ی داخلی ۱/۵ برابر شعاع اثر آن می‌باشد. اما در مجاورت قالب‌ها حداکثر فاصله از قالب ۰/۷۵ شعاع اثر آن باشد.

تفسیر/توضیح

ت ۸-۴-۵ تراکم

ت ۸-۴-۵-۱ هدف از تراکم بتن، خروج هوای ناخواسته از بتن است. بدیهی است در عملیات تراکم نباید هوای عمدی ایجاد شده با حجم زیادی خارج شود.

با توجه به تنوع و عملکرد لرزاننده‌ها، انتخاب نوع لرزاننده مناسب با توجه به نوع کار، از اهمیت زیادی برخوردار است. مشخصات لرزاننده‌های داخلی و عملکرد آن‌ها در جدول ت ۸-۳ ارائه شده است.

هنگامی که از لرزاننده‌ی خارجی (بدنه) استفاده می‌شود، انتخاب نوع مناسب، محل نصب و اتصال مناسب به قالب اهمیت پیدا می‌کند.

توصیه می‌شود با تعبیه‌ی سکو و تمهیدات لازم، امکان مشاهده‌ی سطح بتن در هنگام تراکم فراهم آید.

کیفیت مناسب سطح نمایان بتن علاوه بر ایجاد نمای مناسب، از نظر دوام و آب‌بندی نیز اهمیت دارد. بنابراین تراکم کافی در نزدیکی سطوح قالب باید انجام و از خروج بتن از محل درز قالب جلوگیری گردد. همچنین نباید لرزاننده به قالب و یا میلگرد چسبانده شود.

نفوذ لرزاننده درلایه‌ی قبلی به‌منظور یکپارچگی لایه‌های متوالی بتن‌ریزی ضروری است.

مدت زمان نگه داشتن لرزاننده در هر محل و به‌کارگیری آن در فواصل مختلف باید به نحوی تعیین شود که بتن تازه به‌طور یکنواخت متراکم شود. زمان نگه‌داشتن و انتخاب فواصل باید به نیروهای فنی آموزش داده شود. موارد مهم در متراکم کردن شامل موارد زیر است:

لرزاننده‌ی داخلی باید تا حد امکان به‌صورت عمودی و با فواصل تقریبا یکسان وارد بتن گردد. فواصل نباید از ۱/۵ برابر شعاع تاثیر لرزاننده بیشتر باشد. این فاصله به قطر، تواتر و دامنه‌ی نوسان لرزاننده، کارایی بتن، ابعاد عضو و تراکم میلگرد در عضو بستگی دارد. تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب نوع، مشخصات لرزاننده و مدت زمان لرزاندن، باید با توجه به استعداد جداشدگی و خاصیت پرکنندگی بتن صورت گیرد.

پایان خروج هوا معمولا با شروع به روزدگی شیره‌ی بتن در سطح همراه است و می‌تواند نشانه‌ای بر کفایت لرزاندن بتن باشد. از علائم شروع به رو زدن بتن، براق شدن سطح بتن است. این زمان با توجه به قدرت لرزاننده و کارایی بتن مصرفی حدود ۵ تا ۲۵ ثانیه است. گاه کفایت لرزاندن با توجه به تغییر صدای لرزاننده مشخص می‌شود که نیاز به تجربه دارد.

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۷

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

۸-۵ پرداخت سطح بتن

۸-۵-۱ کلیات

متن اصلی

تفسیر/توضیح

بیرون کشیدن آرام لرزاننده از داخل بتن موجب باقی ماندن حفره لرزاننده در داخل بتن می‌شود (به ویژه در بتن‌هایی با کارایی کم). لرزاندن اضافی ممکن است موجب جداشدگی و یا از بین رفتن حباب های عمدی (خواسته) شود.

نباید از لرزاننده‌ی داخلی برای جابجایی بتن استفاده کرد، زیرا موجب جداشدگی آن می‌شود. باید از حرکت لرزاننده به‌صورت افقی در بتن اجتناب کرد.

نوع، قطر و تعداد لرزاننده‌های لازم باید با توجه به حجم بتن‌ریزی در واحد زمان، ابعاد مقطع، حداکثر اندازه‌ی سنگدانه، اسلامپ بتن و سایر عوامل به نحوی انتخاب شود که تراکم مناسب و یکنواختی به‌وجود آید.

زمان تراکم مجدد که به معنای تراکم دوباره‌ی بتن بعد از تکمیل تراکم اول و پس از آب انداختن بتن است، باید به‌صورت دقیقی انتخاب شود. چنانچه تراکم مجدد در زمان مناسب انجام شود، موجب کاهش فضاهای خالی ناشی از خروج آب رو زده و همچنین پرکردن فضای خالی زیر میلگردها و افزایش چسبندگی میلگردها به بتن می‌گردد. بهترین عملکرد تراکم مجدد، هنگامی رخ می‌دهد که تا حد امکان تراکم بتن به تاخیر بیفتد. ولی در صورتی که این زمان بیش از حد به تاخیر بیفتد می‌تواند به ایجاد ترک در سطح بتن منجر گردد. همچنین باید دقت شود که تراکم مجدد از طریق آرماتورها به بتن منتقل نشود. به خصوص اگر زمان گیرش آن گذشته یا به‌مقدار زیادی سفت شده است.. معمولا در دال‌ها استفاده از ماله‌های پروانه‌ای (هلیکوپتری) چنین نقشی را ایفا می‌کنند.

شعاع تاثیر لرزاننده‌ی بدنه، حداکثر ۳۰ سانتی‌متر است. برای دیوارهای با ضخامت تا ۶۰ سانتی‌متر به شرط اینکه از دو طرف لرزانده شود و لرزاننده دارای شعاع اثر ۳۰ سانتی‌متر باشد، استفاده از لرزاننده‌ی بدنه مجاز است. برای ضخامت‌های بیش از ۶۰ سانتی‌متر، قسمت مرکزی باید با لرزاننده‌ی داخلی متراکم شود.

با توجه به اینکه در قطعاتی مانند دیوار و ستون، معمولا رو زدن شیره قابل مشاهده نیست، زمان لازم را می‌توان از مدت زمان لازم برای تراکم بتن مشابه در اعضایی که روزدن شیره آن‌ها قابل مشاهده است برآورد نمود.

ت ۸-۵ پرداخت سطح بتن

ت ۸-۵-۱ کلیات

جدول ت ۸-۳ محدوده مشخصات لرزاننده‌های داخلی و عملکرد آن‌ها

گروه	قطر mm	فرکانس پیشنهادی[1]، H_2	دامنه نوسان متوسط، mm	شعاع عمل[2و3]، mm	نرخ ریختن بتن[3و4]، m^3/h	کاربرد
۱	۴۰-۲۰	۲۵۰-۱۵۰	۰/۸ - ۰/۴	۱۵۰-۷۵	۴-۱	بتن روان و پلاستیک در اعضای نازک و کم ضخامت و محلهای محصورشده. ممکن است به عنوان مکمل لرزاننده‌های بزرگتر به ویژه در کارهای پیش تنیده جایی که کابل‌ها و جای دریچه‌ها در قالب‌ها تراکم ایجاد می کنند. همچنین برای ساخت نمونه‌های آزمایشگاهی به کار می‌رود.
۲	۶۵-۳۰	۲۱۰-۱۴۰	۱ - ۰/۵	۲۵۰-۱۲۵	۸-۲	بتن پلاستیک در دیوارهای نازک، ستون‌ها، تیرها، شمع‌های پیش ساخته، دالهای نازک و در طول درزهای ساختمانی، ممکن است به عنوان مکمل لرزاننده‌های بزرگ برای مناطق محدود به کار رود.
۳	۹۰-۵۰	۲۰۰-۱۳۰	۱/۳ – ۰/۶	۳۵۰-۱۷۵	۱۵-۵	بتن سفت و پلاستیک (اسلامپ کمتر از ۸ سانتی‌متر) در ساختانهای عمومی نظیر دیوارها، ستون‌ها ، تیرها، شمع‌های پیش ساخته و دالهای سنگین، لرزاننده کمکی در مجاورت قالب‌های بتن حجیم و روسازی‌ها، می‌تواند به صورت گروه لرزاننده‌ها برای عرض کامل روسازی بتنی به کار رود
۴	۱۵۰-۷۵	۱۸۰-۱۲۰	۱/۵- ۰/۸	۵۰۰-۳۰۰	۳۱-۱۱	بتن حجیم و سازه‌ای با اسلامپ (۵cm) که در مقادیر ($۳m^3$) در قالب های نسبتا" باز در ساختمان‌های سنگین (نیروگاه‌ها، پایه‌های عظیم پل‌هاو پی‌ها)، همچنین لرزاننده کمکی در ساخت سد نزدیک قالب‌ها و اطراف اقلام مدفون و آرماتورهای فولادی.
۵	۱۷۵-۱۲۵	۱۴۰-۹۰	۲ - ۱	۶۰۰-۴۰۰	۳۸-۱۹	بتن حجیم در سدهای وزنی، پایه‌های بزرگ، دیوارهای حجیم. ۲ یا چند لرزاننده ممکن است همزمان برای لرزاندن مقادیر بتن در حد ($۳m^3$) یا بیشتر در یک زمان در داخل بتن قالب به کار رود

۱- بر اساس فرکانس در داخل بتن بدست آمده است.
۲- شعاع عمل در بتن کاملا متراکم اندازه‌گیری شده است.
۳- این محدوده‌ها نه تنها قابلیت لرزاننده را نشان می دهد، بلکه تفاوت در کارایی مخلوط، نسبت خروج هوا، با شرایط دیگری که در ساخت و ساز وجود دارد، را نیز منعکس می‌کند.
۴- فرض بر این است که فاصله قرار دادن ۱- ۱/۵ برابر شعاع نفوذ است و این ویبراتور دو سوم زمان، در بتن قرار می گیرد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۸-۵-۱-۱ هدف از پرداخت سطح بتن، صاف و هموار کردن و تسطیح سطح نهایی آن با توجه به درجه‌ی هموار (رده‌ی پرداخت) مورد نظر و تأمین کیفیت مقاومت سایشی و دوام مطلوب آن می‌باشد.

۸-۵-۱-۲ مراحل پرداخت سطح بتن: تعداد مراحل پرداخت سطح بتن به نوع و کیفیت سطح مورد نظر بستگی دارد و شامل مراحل زیر است:

- مرحله‌ی اول: شمشه‌گیری و رساندن تراز بتن به حد مورد نظر (افقی یا شیب‌دار) پس از تراکم بتن؛
- مرحله‌ی دوم: استفاده از تخته ماله برای هموار کردن سطح و فروبردن سنگدانه‌های درشت در بتن (تخته ماله‌زنی)؛

تفسیر/توضیح

ت ۸-۵-۱-۱ درجه‌ی هموار سطح بتن در استانداردها و آیین‌نامه‌ها و در مشخصات فنی آورده می‌شود. شیوه‌ی نادرست پرداخت سطح می‌تواند اثر نامطلوبی بر کیفیت سطح بتن باقی گذارد و آن را در برابر شرایط محیطی سخت تضعیف کند.

ت ۸-۵-۱-۲ مرحله‌ی دوم، همواره باید پس از مرحله‌ی اول انجام شود، مرحله‌ی سوم در صورت لزوم پس از مرحله‌ی دوم قابل اجرا است. الزاما برای همه‌ی سطوح نیاز به همه‌ی مراحل پرداخت به‌ویژه مرحله‌ی سوم و چهارم وجود ندارد. به‌هرحال مرحله‌ی اول و دوم الزامی خواهد بود.

مراحل پرداخت سطح، بویژه برای دال‌ها یا کف‌ها بسته به کاربرد آن می‌تواند متفاوت باشد و بر این اساس باید در مورد آن تصمیم گیری شود.

متن اصلی	تفسیر/توضیح
• مرحله‌ی سوم: استفاده از ماله برای ریزبافت کردن و بستن منافذ ریز و آب‌بندی و تراکم مناسب (ماله‌کشی) برای لیسه‌ای کردن؛ • مرحله‌ی چهارم: زبر کردن یا جاروکشی و برس‌کشی و مضرس کردن سطح (ایجاد بافت سطحی خاص).	
۸-۵-۱-۳ مشکلات پرداخت سطح: معمولا آب انداختن بتن و یا خشک‌شدگی زیاد ناشی از تبخیر بتن تازه و جمع‌شدگی ناشی از آن، دو مشکل عمده در پرداخت سطح و تأمین کیفیت آن است که در صورت عدم برخورد صحیح و اقدام به موقع می‌تواند مشکلاتی را به‌وجود آورد.	ت ۸-۵-۱-۳ در صورتی که استعداد آب انداختن بتن وجود داشته باشد، پس از ریختن و تراکم بتن و معمولا به دنبال شمشه‌گیری اولیه، رو زدن آب آغاز می‌شود. چنانچه در مرحله‌ی دوم و به‌ویژه در مرحله‌ی سوم پرداخت سطح (در صورت لزوم)، بتن در حال آب‌انداختن باشد و یا با آب رو زده پرداخت انجام گردد، کیفیت سطح بتن از نظر سایشی و دوام (پوسته‌شدگی، پودرشدگی و ...) تضعیف خواهد شد. در صورتی که به‌ویژه مرحله سوم پرداخت، قبل از شروع به رو زدن آب انجام شود، کیفیت بسیار ضعیفی را شاهد خواهیم بود و سطح بتن به‌زودی پوسته شده و یا دچار پودرشدگی خواهد شد. برای اجرای مرحله‌ی سوم لازم است بتن تا حدی سفت شود و آب روزده جمع آوری گردد.
۸-۵-۲ عملیات اجرایی پرداخت سطح	ت ۸-۵-۲ **عملیات اجرایی پرداخت سطح**
۸-۵-۲-۱ همانطور که گفته شد مراحل مختلف پرداخت سطح در صورت لزوم باید به‌ترتیب انجام شود.	
۸-۵-۲-۲ **شمشه‌گیری و تراز کردن سطح:** با استفاده از شمشه و استفاده از نقاط یا نوار کنترل تراز سطح و با حرکت دادن شمشه به‌صورت اره‌ای به سمت مورد نظر، سطح بتن به تراز دلخواه رسانیده می‌شود و پستی و بلندی سطح از بین رفته و سطح مورد نظر تا حدودی هموار می‌گردد.	ت ۸-۵-۲-۲ این مرحله معمولا بلافاصله پس از تراکم بتن انجام می‌شود. شمشه می‌تواند دستی یا مکانیکی باشد.
۸-۵-۲-۳ **تخته‌ی ماله‌زنی:** در این مرحله با استفاده از تخته‌ی ماله‌ی دسته بلند یا دسته کوتاه، سنگدانه‌های درشت در بتن فرو برده و پنهان می‌شود تا ناصافی‌های مربوط به شمشه‌گیری از بین برود. تخته ماله‌ی دسته بلند می‌تواند شیارهایی را به‌وجود آورد که با تخته ماله‌ی دسته کوتاه حذف می‌شود.	ت ۸-۵-۲-۳ تخته ماله می‌تواند چوبی یا از آلیاژ فولاد منیزیمی باشد. صاف کردن سطوح با تخته ماله منیزیمی برای بتن‌های غیر حباب‌دار و با روانی زیاد مناسب‌تر است و سطح صاف‌تر و با دوام‌تری را نسبت به تخته ماله‌ی چوبی به‌وجود آورده و کار با آن راحت‌تر است. تخته ماله معمولا دارای عرض ۷۵ تا ۱۰۰ میلی‌متر و طول ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر است. فرد پرداخت کننده‌ی سطح در این حالت باید از کفش‌های مخصوص و عریض استفاده کند و یا در زیر زانوی خود تخته‌ای قرار دهد تا بیش از ۳ میلی‌متر در بتن فرو نرود و جا نیندازد. تخته‌ی ماله را نباید کج نمود (از بغل یا سر و ته). در استفاده از تخته‌ی ماله نباید سطح را آب‌بند کرد و زیاده از حد صاف نمود و باید اجازه داد تا آب بتن خارج شود و رو بزند. به نظر می‌رسد ماله‌های پلاستیکی نباید برای تخته‌ی ماله‌زنی استفاده شود، زیرا اجازه نمی‌دهد آب بتن رو بزند.

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۰۱۷

متن اصلی

۸-۵-۲-۴ **ماله‌کشی:** در صورت لزوم، ماله‌کشی برای لیسه‌ای کردن با ماله یا کمچه فولادی، همواره پس از تخته‌ماله‌زنی انجام می‌شود. به‌هرحال در این حالت باید روزدن آب بتن کامل شده و آب روزده تبخیر، یا از سطح زدوده شود.

۸-۵-۲-۵ **زبر کردن، برس‌کشی یا جاروکشی سطح:** برای ایجاد بافت سطحی خاص و به‌وجود آوردن ناهمواری لازم، گاه نیاز به زبر کردن، برس‌کشی یا جاروکشی و گونی‌کشی سطح وجود دارد. این مرحله پس از تخته ماله‌زنی انجام می‌شود. مقدار زبری و نوع بافت سطحی در نقشه‌ها توسط مهندسین مشاور و دستگاه نظارت مشخص می‌گردد.

۸-۵-۳ عمل‌آوری (نگهداری) بتن

۸-۵-۳-۱ کلیات

عمل‌آوری بتن به مجموعه‌ای از اقدامات یا تدابیری اطلاق می‌شود که در آن، رطوبت و دمای مطلوب یا مورد نظر برای هیدراته‌شدن سیمان و تداوم در آن تامین گردد، تا بتن به مقاومت و دوام مطلوب دست یافته و آسیبی به آن وارد نشود. عمل‌آوری به دو روش عادی و تسریع شده تقسیم می‌شود.

۸-۵-۳-۲ مراحل عمل‌آوری عادی

۸-۵-۳-۲-۱ عمل‌آوری عادی را می‌توان به دو بخش تقسیم نمود:

أ) عمل‌آوری اولیه (عمل‌آوری حفاظتی یا محافظت): در این مرحله به‌ویژه در حالی که بتن سخت نشده است یا مراحل ابتدایی سخت شدن را می‌گذراند، نیازمند تدابیر حفاظتی برای جلوگیری از وارد شدن آسیب به آن است.

ب) عمل‌آوری نهایی (عمل‌آوری رطوبتی یا مراقبت): در این مرحله به رطوبت‌رسانی یا حفظ رطوبت بتن پرداخته می‌شود، ضمن آن‌که حداقل دمای لازم برای تداوم هیدراته شدن سیمان باید تأمین گردد.

تفسیر/توضیح

ت ۸-۵-۲-۴ ماله‌کشی با فشار زیاد و حتی با کج کردن آن می‌تواند انجام شود تا سطح متراکم، صاف و لیسه‌ای حاصل گردد. ماله‌کشی می‌تواند با ماله‌های دستی و یا مکانیکی (به‌ویژه پروانه‌ای یا هلیکوپتری) انجام شود. ماله‌های دستی معمولا از ورق فولادی به عرض ۷۵ تا ۱۲۵ میلی‌متر و طول ۲۵۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر ساخته می‌شوند. هر چه بتن سفت‌تر باشد از ماله‌هایی با عرض و طول کوچک‌تر استفاده می‌شود تا فشار بیش‌تری اعمال گردد.

ت ۸-۵-۲-۵ گاه مرحله‌ی ماله‌کشی حذف می‌گردد و ایجاد بافت سطحی خاص پس از تخته‌ماله‌زنی انجام می‌شود. برس‌کشی یا جاروکشی یا گونه‌کشی باید در جهت مورد نظر انجام گردد.

ت ۸-۵-۳ **عمل‌آوری (نگهداری) بتن**

ت ۸-۵-۳-۱ کلیات

هیدراته شدن سیمان به رطوبت نیاز دارد اما دمای بتن بر آهنگ آن اثرگذار است. در دمای کم‌تر از ۵ درجه سلسیوس آهنگ هیدراته شدن تقریبا متوقف می‌شود.

ت ۸-۵-۳-۲ مراحل عمل‌آوری عادی

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

أ) محافظت (عمل‌آوری اولیه)

۸-۵-۳-۲-۲ جلوگیری از آسیب‌ها و اثرات نامطلوبی همچون شسته شدن توسط جریان آب یا تغییر کیفیت سطح در اثر رگبار، خشک‌شدگی اولیه در اثر وزش باد یا تابش مستقیم آفتاب، یخزدن سریع در هوای بسیار سرد و ایجاد لرزش و ضربه در بتن جوان (تازه سخت‌شده) محافظت یا عمل‌آوری اولیه نام دارد. بتن تازه و خمیری یا جوان (تازه سخت‌شده) همواره باید از آسیب‌های بیرونی در امان باشد. تدابیر و اقدامات لازم باید بدین منظور در نظر گرفت.

ب) مراقبت (عمل‌آوری نهایی)

۸-۵-۳-۲-۳ مراقبت یا عمل‌آوری رطوبتی می‌تواند به سه روش انجام شود:

الف: رطوبت‌رسانی

ب: صرفا حفظ رطوبت (عایقی)

پ: ترکیبب از دو حالت بالا

تفسیر/توضیح

ت ۸-۵-۳-۲-۲ غفلت در این موارد معمولا به ایجاد ترک یا ایجاد نمای ضعیف و نامطلوب و در کل به کاهش کیفیت بتن منجر می‌گردد. به‌هرحال از شوک‌های حرارتی باید پرهیز کرد. ریختن بتن روی سطوح بسیار سرد و یخ زده و در مجاورت قالب‌های خیلی سرد (به‌ویژه فلزی) و یا میلگردهای سرد و یخزده و همچنین بتن‌ریزی در مجاورت قالب‌ها و میلگردهای داغ می‌تواند چنین شوک‌های حرارتی را به‌وجود آورد. چنانچه نمای سطح، مهم باشد، باید به کمک وسایل مناسب از تماس نایلون با سطح بتن تازه، جلوگیری کرد.

ایجاد پوشش در سطح بتن با استفاده ازورقه‌ی نایلونی، برای جلوگیری از آسیب رگبار و شسته شدن در اثر جریان آب، جلوگیری از تبخیر سریع در اثر وزش باد، به‌ویژه باد گرم و خشک لازم است. از جمله روش‌های حفاظتی می‌توان به مواد شیمیایی کاهنده‌ی تبخیر، عایق‌بندی حرارتی برای جلوگیری از یخبندان سریع و زودهنگام در هوای خیلی سرد و یا جلوگیری از وارد آمدن ضربه به بتن یا قالب و ممانعت از ایجاد لرزش در اثر عوامل مختلف مانند حرکت ماشین‌آلات سنگین، غلتک‌ها و غیره در بتن تازه گرفته اشاره کرد.

در مواردی که آب انداختن بتن با روش‌های مختلفی به‌شدت کاهش می‌یابد یا از بین می‌رود، نیاز به حفاظت بیش‌تر در برابر تبخیر وجود خواهد داشت. استفاده از پوزولان‌های مختلف به‌ویژه دوده‌ی سیلیس یا استفاده از مواد سیمانی یا پودری زیاد در بتن و یا کاهش شدید نسبت آب به مواد سیمانی می‌تواند موجب حذف یا کاهش شدید آب انداختن شود.

بتن خودتراکم یا بتن غلطکی از جمله این موارد محسوب می‌شوند.

در مواردی که در فاصله زمانی پرداخت سطح و شروع عمل‌آوری نهایی، استفاده از آب پاشی با فشار یا پوشش‌های مرطوب امکان آسیب‌رسانی به سطح بتن وجود داشته باشد، نیاز به حفاظت از سطح در این مدت با کمک مه پاشی یا مواد شیمیایی غشاساز را، عمل آوری میانی نیز می گویند.

ت ۸-۵-۳-۲-۳ در نسبت آب به مواد سیمانی کم، پدیده‌ی خود خشک‌شدگی و احتمال ترک‌خوردگی درونی بتن وجود دارد، که به‌ویژه از دوام بتن می‌کاهد. هر چند روش‌های عایقی (صرفا حفظ رطوبت) مجاز شمرده می‌شود، اما تا حد امکان و به‌ویژه برای بتن‌هایی با نسبت آب به مواد سیمانی کم‌تر از ۰/۴۲ توصیه نمی‌شود.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱/۱۳۹۸

متن اصلی

۸-۵-۳-۲-۴ **روش‌های رطوبت رسانی:** روش‌های رطوبت‌رسانی می‌تواند به‌صورت مستقیم و یا با واسطه باشد. در تمام این روش‌ها، بتن باید همواره در طول شبانه روز مرطوب بماند و از تر و خشک شدن آن جلوگیری شود.

۸-۵-۳-۲-۵ **رطوبت رسانی مستقیم:** رطوبت‌رسانی مستقیم می‌تواند به شیوه‌های آب‌پاشی، بارانی، پاشش غبار آب (ذرات ریز آب) و رسانیدن بخار آب به سطح بتن انجام شود.

- **غرقاب‌سازی:** هر چند کاربرد این روش عمدتا برای قطعات پیش‌ساخته است، اما امکان به‌کارگیری آن در برخی از قطعات و اعضای درجا نیز میسر است.

- **آب بستن روی بتن (ایجاد حوضچه):** ایجاد حوضچه‌ی آب کم عمق روی سطح بتن به‌ویژه دال‌های افقی یا سقف و شالوده‌ها، روش رایجی برای رطوبت‌رسانی مستقیم به بتن است. وجود آب در سطح بتن و نشت آن به داخل فضاهای خالی و موئینه‌ی خمیر سیمان و بتن روش مؤثری برای عمل‌آوری رطوبتی است.

- **انواع شیوه‌های آب‌پاشی:** آب‌پاشی می‌تواند به‌صورت بارانی، آب‌پاشی با قطرات درشت و آب‌پاشی با ذرات ریز (غبار آب) یا مه‌پاشی انجام شود.

زمانی می‌توان از این شیوه استفاده نمود که موجب شسته شدن سطوح بتنی نشود.

تفسیر/توضیح

ت ۸-۵-۳-۲-۴ انتخاب شیوه‌ی رطوبت‌رسانی با توجه به شرایط عضو و امکانات کارگاهی و صرفه و صلاح فنی و اقتصادی صورت می‌گیرد.

ت ۸-۵-۳-۲-۵ بدیهی است انتخاب شیوه‌ی رطوبت‌رسانی مستقیم با توجه به امکانات کارگاهی و نوع عضو و شرایط قرارگیری آن و همچنین شرایط محیطی و اقتصادی پروژه انجام می‌شود.

مشکل خروج آهک هیدراته (هیدروکسید کلسیم) از بتن در این روش می‌تواند با به‌کارگیری آهک هیدراته در آب عمل‌آوری (تا حد اشباع)، جبران شود. خروج آهک از بتن به‌ویژه در مناطق خورنده به‌دلیل کاهش قلیائیت بتن مشکل‌زا خواهد بود. به‌هرحال شیوه‌ی غرقاب‌سازی یک نوع عمل‌آوری رطوبتی مطلوب است، زیرا آب همواره می‌تواند حفرات موئینه موجود را اشباع کند.

بهتر است اطراف عضو با ماسه ریز یا خاک‌های رسی یا فتیله چتایی و غیره محصور شود تا آب در سطح بتن با ضخامت مورد نظر بایستد.

در زمان ریختن آب روی سطح بتن باید دقت شود تا سطح مزبور یژه در ساعات اولیه پس از بتن‌ریزی آسیب نبیند و شسته نشود. از جمله مشکلات این روش نیاز به آب زیاد و همچنین حل تدریجی آهک هیدراته خمیر سیمان سخت شده و خروج آن از بتن، به‌ویژه در سنین اولیه می‌باشد که به نفوذپذیرتر شدن بتن و کاهش قلیائیت آن می‌انجامد. این روش برای مناطق خورنده کلریدی مناسب نیست. سفیدک‌زنی زیر سقف و تشکیل بلورهای کلسیت (کربنات کلسیم) و املاح دیگر باعث ایجاد نمای نامطلوب می‌شود و برای دال‌های نازک سقف توصیه نمی‌شود.

در آب‌پاشی بارانی و با قطرات درشت، در نهایت آب به‌صورت ثقلی رو به پایین حرکت می‌کند و می‌تواند سطوح افقی و قائم و حتی زیر سقف را خیس نماید. در استفاده از غبار آب یا شیوه‌ی مه‌پاشی، ذرات آب بسیار ریز هستند و می‌توانند در هوا معلق مانده و به اطراف حرکت نمایند. گرانی تجهیزات و مسدود شدن افشانک‌های آن‌ها از جمله مشکلات شیوه‌ی مه پاشی است. وجود باد می‌تواند در این شیوه‌ی عمل‌آوری، به‌صورت جدی اختلال ایجاد کند. از مزایای این شیوه افزایش رطوبت نسبی محیط اطراف بتن است و از شدت تابش آفتاب به سطح بتن نیز می‌کاهد و با ایجاد خنکی در محیط در مجموع تبخیر از سطح بتن را به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. همچنین از مزایای شیوه‌ی مه‌پاشی، امکان به‌کارگیری آن بلافاصله پس از ریختن و تراکم بتن است که باعث شسته شدن سطح بتن نمی‌شود و بدین ترتیب از جمله اقدامات

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

- **بخارآب:** بخار آب با دماهای مختلفی می‌تواند برای عمل‌آوری رطوبتی به‌کار رود. در صورتی که دمای بخارآب در مجاورت سطح بتن از حدود ۴۵ درجه سیلسیوس بالاتر رود، شرایط عمل‌آوری تسریع شده وجود خواهد داشت و ضوابط مربوطه را باید رعایت کرد.

۸-۵-۳-۲-۶ **شیوه‌های رطوبت‌رسانی غیرمستقیم (با ماده‌ی جاذب):** در شیوه‌های رطوبت‌رسانی غیرمستقیم، از یک ماده‌ی جاذب آب به عنوان واسطه‌ی حفظ رطوبت و همچنین رطوبت‌رسانی استفاده می‌شود. هر چه میزان جذب آب در واحد سطح این ماده بیش‌تر باشد، برای عمل‌آوری رطوبتی آن مناسب‌تر است.

- **چتایی (پارچه‌ی کنفی) خیس:** استفاده از یک یا دو لایه چتایی خیس در سطوح افقی و یا حتی عمودی می‌تواند مؤثر باشد. چتایی باید از نوع درجه یک با تاروپود بهم چسبیده باشد، به نحوی که نور به‌راحتی از آن عبور نکند. همپوشانی چتایی‌ها به میزان ۰/۱ متر ضرورت دارد. همچنین توصیه می‌شود در صورت استفاده از لایه دوم چتایی خیس، این لایه عمود بر جهت لایه زیرین باشد. چتایی باید در تمام مدت عمل‌آوری، به ویژه در محیط گرم و خشک و بادخیز، خیس نگهداشته شود.

در سطوح عمودی و افقی، لایه‌های چتایی باید تا حد امکان به سطح بتن بچسبد و امکان عبور جریان هوا در زیر چتایی از بین برود.

- **بافته‌ی پنبه‌ای یا حصیر:** حصیر طبیعی که از گیاهان تهیه شده و بافته‌های پنبه‌ای یا سایر مواد جاذب می‌توانند برای عمل‌آوری رطوبتی غیرمستقیم به‌کار رود. این مواد هرچه سنگین‌تر و ضخیم‌تر و دارای جذب آب بیش‌تری باشند مفیدتر و کارآتر خواهند بود و تثبیت آن‌ها ساده‌تر می‌شود. هم‌پوشانی، تداوم خیس بودن و تثبیت آن‌ها و سایر موارد مانند چتایی خیس است.

- **کاه، پوشال و خاک اره:** موادی جاذب مانند کاه، پوشال و خاک اره چنانچه خیس و دارای ضخامت کافی باشند برای عمل‌آوری رطوبتی مناسب هستند.

تفسیر/توضیح

مربوط به عمل‌آوری حفاظتی (عمل‌آوری اولیه) نیز به حساب می‌آید.

به‌هرحال به‌واسطه‌ی تماس بخار آب با سطح بتن، علاوه بر جلوگیری از خشک‌شدگی، رطوبت سطح نیز تأمین می‌شود. در این بند عمل آوری رطوبتی بخار آب مد نظر بوده است، ضمن اینکه بخار آب نقش پروراندن (عمل آوری حرارتی) را نیز می‌تواند ایفا کند، به شرط آن که دمای بخار آب افزایش یابد.

ت ۸-۵-۳-۲-۶ در مواردی که نتوان آب لازم را برای رطوبت‌رسانی مستقیم فراهم نمود یا امکان تر و خشک شدن پی‌درپی وجود داشته باشد، این شیوه‌ها به‌کار می‌رود. فواصل آبدهیدر این موارد می‌تواند بیش‌تر شده و عملیات نگهداری رطوبتی با دغدغه‌ی کم‌تری صورت پذیرد. به‌هرحال تر و خشک شدن سطح بتن امری است نامطلوب.

باید چتایی در محل مورد نظر در سطح افقی و با استفاده از اجسام سنگین (مانند میلگرد، تیرچوبی یا لوله و غیره) تثبیت شود. بهتر است این اجسام در محل همپوشانی استفاده گردد تا موجب عدم جابجایی و بلند شدن لایه‌های چتایی شود. در پایان مدت عمل‌آوری باید اجازه داد تا چتایی در همان محل (روی بتن) خشک شده و از برداشتن چتایی خیس بلافاصله در پایان عمل‌آوری خودداری نمود تا دچار شوک ناگهانی رطوبتی نشود. بهتر است چتایی نو در ابتدا شسته و آبکشی شده تا اسیدهای گیاهی و مواد آلی آن حذف شود. از به‌کار بردن گونی شکر، کود شیمیایی و مشابه آن قبل از شستشو با آب باید خودداری نمود. هر چند محدودیت خنکی آب نسبت به سطح بتن می‌تواند همان ۱۲ درجه‌ی سیلسیوس باشد، اما در این مورد و سایر شیوه‌های غیرمستقیم، می‌توان آن را تا حد ۲۰ درجه‌ی سیلسیوس افزایش داد، زیرا آب خنک به‌طور مستقیم به سطح بتن برخورد نمی‌کند.

بهتر است از حصیرهای بافته شده از برگ نخل یا نی تازه و سایر گیاهان تازه استفاده نشود تا اسیدهای گیاهی و مواد آلی آن در تماس با سطح بتن قرار نگیرد.

این موارد همانند چتایی یا سایر مواد جاذب خشک می‌تواند خطر آتش سوزی را به‌وجود آورد.

خیس نبودن این مواد باعث می‌شود تا نقش عایق حرارتی را نیز ایفا کنند. تثبیت این مواد در سطح افقی به‌ویژه در هنگامی که باد می‌وزد مشکل است. در سطوح عمودی نمی‌توان به تنهایی از این

پیش‌نویس مورخ ۲۰۱۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

- **ماسه یا خاک:** خاک یا ماسه‌ی خیس نیز به‌عنوان یک ماده‌ی جاذب می‌تواند در سطح افقی و گاه در سطوح عمودی (کنار شالوده) به‌کار رود. به‌هرحال مواد زیان‌آور (به‌ویژه یون سولفات یا یون کلرید) آن نباید در حدی باشد که به بتن جوان آسیب برساند. حداقل ضخامت این مواد در سطح بتن ۱۰۰ میلی‌متر توصیه می‌شود.

۸-۵-۳-۲-۷ **روش جلوگیری از تبخیر (حفظ رطوبت یا عایقی رطوبت):** هر چند روش جلوگیری از تبخیر برای بتن‌هایی با نسبت آب به مواد سیمانی کم و پرمقاومت توصیه نمی‌شود، اما در موارد اضطراری و در شرایطی که امکان به‌کارگیری صحیح و کامل روش‌های رطوبت‌رسانی وجود ندارد، به‌کارگیری این روش اجتناب ناپذیر است.

برای این منظور از چند نوع ماده‌ی پوششی مانع تبخیر می‌توان بهره گرفت. ورق نایلون، کاغذهای مسلح دولایه‌ی قیردار و مواد شیمیایی غشاساز از جمله‌ی مهمترین و رایج‌ترین آن‌ها در دنیا هستند و در ایران کاربرد ورق نایلون و مواد شیمیایی غشاساز رایج تر است. همچنین قالب‌ها نیز در بیشتر موارد نوعی پوشش مانع تبخیر محسوب می‌شود.

ورق نایلون یا پلی‌اتیلن: استفاده از این ورق‌ها به‌دلیل سبکی و سهولت به‌کارگیری بسیار رایج است و پس از بتن‌ریزی می‌توان از آن استفاده نمود. حداقل ضخامت این ورق‌ها باید ۰/۱ میلی‌متر و منطبق بر مشخصات استاندارد ASTM C171 باشد.

هم‌پوشانی ۰/۱ متری ورق‌ها لازم است. همچنین تثبیت آن‌ها با چارتراش چوبی یا میله‌ها و پروفیل‌های فولادی به‌ویژه در محل هم‌پوشانی ضرورت دارد.

تفسیر/توضیح

مواد استفاده نمود. توصیه می‌شود حداقل ضخامت این مواد در سطح بتن ۷۵ میلی‌متر باشد.

سایر موارد ذکر نشده مشابه بند مربوطه به چتایی است. همچنین استفاده از کاه و خاک اره‌ی چوب تازه به‌دلیل احتمال داشتن اسید شیره‌های گیاهی مانند اسید تانیک و تأثیر نامطلوب بر سطح بتن جوان و نارس توصیه نمی‌شود. تغییر رنگ سطح بتن از جمله مشکلاتی است که به‌دلیل استفاده از این مواد به‌وجود می‌آید.

هرچه خاک یا ماسه ریزدانه‌تر باشد، آب به مدت طولانی‌تری حفظ می‌شود. از خاک‌های حاوی مواد آلی زیاد و خاک برگ و غیره نباید استفاده نمود. خاک‌های کشاورزی به‌طور کلی مناسب نیستند. احتمال تغییر رنگ سطح بتن با استفاده از برخی خاک‌ها یا ماسه‌ها وجود دارد.

ت ۸-۵-۳-۲-۷ در این روش به‌دلیل هیدراته شدن سیمان و فاصله گرفتن درجه‌ی اشباع حفرات مویینه خمیر سیمان از حالت اشباع، پدیده‌ی خودخشک‌شدگی در بتن بوجود می‌آید که موجب کند شدن فرآیند هیدراته شدن و افزایش جمع‌شدگی در خمیر می‌شود. چنانچه قالب قائم در اسرع وقت شل شود، سطح بتن را می‌توان رطوبت رسانی نمود.

استفاده از این روش و مواد جلوگیری کننده از تبخیر دارای مزایای زیر است:

نیاز به رطوبت‌رسانی ندارد و رطوبت را از بتن جذب نمی‌کند.

به‌کارگیری آن‌ها ساده‌تر از به‌کارگیری چتایی، ماسه، کاه، پوشال، خاک اره و غیره (مواد جاذب آب) است.

باعث تری و خشکی پی‌درپی یا شوک‌های حرارتی نمی‌شود.

گاه می‌توان آن‌ها را قبل از گیرش بتن استفاده نمود.

ممانعت از تبخیر توسط قالب‌ها به جنس و درزبندی آن‌ها ارتباط دارد و ممکن است برخی قالب‌ها نتوانند نقش پوشش مناسب را برای جلوگیری از تبخیر ایفا نمایند. در این حالت باید تا حد امکان قالب‌ها را زودتر باز کرد و عمل آوری مناسب را آغاز کرد.

ورقه‌ی نایلونی می‌تواند شفاف (بی‌رنگ)، سفید یا حتی سیاه و رنگی باشد. نوع بی‌رنگ و سیاه برای هوای سرد کاربرد بیش‌تری دارد.

این ورقه‌های نایلونی (پلاستیکی) را می‌توان در سطوح افقی و حتی عمودی به‌کار برد. در هر حال نباید جریان هوا در زیر آن وجود داشته باشد. از طرفی قرار دادن مستقیم ورقه‌های نایلون روی بتن خمیری و تازه می‌تواند نمای سطح آن را نامطلوب کند. لازم است در دال‌های کف و در لبه‌ی آن‌ها، ورقه نایلونی را به میزان دو برابر

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

مواد شیمیایی غشاءساز مایع: یکی از روش‌های عمل‌آوری مناسب از نوع جلوگیری از تبخیر، استفاده از مواد شیمیایی مایعی است که بر سطح بتن مالیده یا پاشیده می‌شود و غشای نازکی را به‌وجود می‌آورد تا مانع تبخیر آب بتن گردد.

امروزه مواد شیمیایی غشاساز برای عمل‌آوری از مواد پلیمری (رزینی) یا موم‌ها تشکیل می‌شوند. این مواد به دو دسته‌ی محلول در آب و غیرمحلول در آب (دارای حلال غیرآبی) تقسیم می‌شود و به‌کارگیری نوع محلول در آب به دلایل مختلفی توصیه می‌گردد. از طرفی این مواد می‌توانند به‌صورت بی‌رنگ (شفاف)، سفید و خاکستری یا حتی رنگی تولید شوند. مصرف نوع سفید و خاکستری رایج‌تر است، زیرا می‌توان از پوشش کامل آن‌ها پس از پاشیده شدن به‌صورت چشمی اطمینان حاصل نمود.

این نوع ماده‌ی عمل‌آوری را باید پس از اتمام آب انداختن و زدوده شدن آب روزده بر روی سطوح افقی استفاده نمود، در غیر این صورت پوشش ایجاد شده به سرعت پوسته و جدا می‌شود. به‌هرحال تأخیر زیاد و اعمال آن پس از خشک شدن سطح توجیهی ندارد.

مواد غشاءساز عمل‌آوری باید با استاندارد ملی به‌شماره‌ی ۸۲۸۸ منطبق باشند تا بتوانند به وظایف خود از جمله کاهش تبخیر آب بتن عمل نمایند.

برخی از مواد ویژه‌ی عمل‌آوری وجود دارند که باید الزامات ASTM C1315 را برآورده کنند. این مواد علاوه بر وظیفه‌ی اصلی خود می‌توانند به افزایش مقاومت سطحی در برابر سایش، اسید و غیره و یا مقاوم در برابر پرتوهای فرابنفش کمک کنند.

تفسیر/توضیح

ضخامت دال در اطراف ادامه داد. تعریق در زیر نایلون و چکه کردن آن می‌تواند به یکنواختی و یکرنگی سطح بتن لطمه بزند.

استفاده از نایلون برای سطوح افقی ساده‌تر از سطوح عمودی است، زیرا تثبیت آن ساده‌تر است. به‌هرحال ورقه‌های نایلونی با عرض کم را می‌توان دور ستون‌ها یا دیوارها پیچید و عمل‌آوری مطلوبتری را به انجام رساند.

پارگی و سوراخ شدن ورقه‌ی نایلونی و عدم امکان ترمیم آن‌ها مشکل بزرگی محسوب می‌شود.

در پهن کردن و برداشتن ورقه‌های نایلونی باید احتیاط نمود تا دچار پارگی و سوراخ‌شدگی نشوند و بتوان از آن‌ها دوباره یا چند باره استفاده نمود.

در پروژه‌های خطی مانند راه و کانال، سازه‌های مرتفع، دیواره‌های عمودی و سازه‌هایی که با قالب لغزان ساخته می‌شوند، به‌کارگیری شیوه‌های رطوبت‌رسانی مستقیم و غیرمستقیم و حتی استفاده از ورقه‌های پلی اتیلنی دشوار و گاه غیرممکن به‌نظر می‌رسد.

برای انطباق ویژگی‌های این مواد با الزامات استاندارد، انجام آزمایش‌های مندرج در استاندارد ملی ایرا به‌شماره‌ی ۳۸۲۲ ضرورت دارد. در این آزمایش قابلیت حفظ و نگهداری آب توسط این مواد مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

برخی محلول‌های معدنی مانند سیلیکات سدیم و پتاسیم را می‌توان برای عمل‌آوری استفاده کرد. چنین محلول‌های معدنی با آهک سطحی بتن واکنش نشان می‌دهند و سیلیکات کلسیم غیرمحلول در آب و مقاوم در برابر سایش ایجاد می‌کنند. چنین محلول‌هایی را نمی توان مطابق استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۳۸۲۲ مورد آزمایش قرار داد و مسلما منطبق بر استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۸۲۸۸ یا ASTM C1315 نیست، اما مصرف آن رایج و بلامانع است.

لایه‌ی دوم مواد عمل‌آوری باید در زمانی که لایه‌ی اول هنوز چسبناک است اعمال گردد. همچنین تعجیل در اعمال لایه‌ی دوم توصیه نمی‌شود. باید توجه داشت که استفاده از مواد حاوی حلال غیرآبی در محیط بسته توصیه نمی‌شود، زیرا بخارات متصاعد شده می‌تواند برای انسان زیان‌آور باشد.

نوع محلول در آب را می‌توان قبل یا پس از روزدن آب به‌کار برد. ضمن اینکه برای سلامتی انسان نیز زیانبار نیست. در هوای گرم و خشک که آهنگ تبخیر بر آهنگ روزدن آب غلبه پیدا می‌کند، به‌کارگیری این نوع مایع عمل‌آوری توصیه می‌شود، زیرا پس از اعمال این مواد، آب انداختن ادامه پیدا می‌کند. بنابراین مصرف مواد حاوی حلال غیرآبی توصیه نمی‌شود.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

این مواد را در سطوح کوچک می‌توان با قلم مو یا غلتک نقاشی اعمال کرد، اما در سطوح وسیع‌تر به کمک پیستوله یا وسایل مشابه پاشیده می‌شود. توصیه می‌شود این مواد در دو لایه‌ی عمود بر هم، بر سطح مالیده یا پاشیده شود تا پوشش بهتری حاصل گردد. معمولا بسته به زبری و صافی سطح بتن، به ۰/۲ تا ۰/۳۵ لیتر در هر متر مربع مایع عمل‌آوری جهت پوشش مناسب سطح نیاز است.

برخی ترکیبات رزینی آلی با گذشت زمان به‌ویژه در معرض نور مستقیم خورشید از بین می‌روند و حضور آب این امر را تسریع می‌کند. از بین رفتن تدریجی این مواد مشکلی را به‌وجود نمی‌آورد و ریختن بتن را بر روی بتن قبلی یا در کنار آن در درزهای اجرایی ساده‌تر می‌کند، زیرا چنانچه مواد عمل‌آوری چسبیده به سطح باقی بمانند (به‌دلیل نوع آن‌ها یا نبودن در معرض پرتو فرابنفش نور خورشید نبودن و یا عدم حضور آب)، در بسیاری از اوقات استفاده از روشی مکانیکی یا شیمیایی برای زدودن پوسته پوسته لازم می‌شود.

زمانی که قالب بتن برداشته می‌شود، بهتر است سطح بتن را مرطوب کرد و سپس از مواد عمل‌آوری بر روی آن استفاده نمود. به‌هرحال آب اضافی این سطح باید از بین برود.

۸-۵-۳-۲-۸ **روش‌های ترکیبی**: روش‌های ترکیبی می‌توانند مزایای هر دو روش رطوبت‌رسانی و جلوگیری از تبخیر را در برداشته و معایب روش‌های ترکیبی را نیز نداشته باشند.

استفاده از نایلون به همراه پوشش‌های خیس و مواد جاذب آب مانند گونی خیس، رایج‌ترین آن‌ها است. استفاده از نایلون و آبرسانی به زیر آن نیز می‌تواند مفید باشد.

۸-۵-۴ حداقل مدت عمل‌آوری

۸-۵-۴-۱ حداقل مدت عمل‌آوری رطوبتی (مراقبت) بتن به عواملی از جمله نوع مواد سیمانی، آهنگ کسب مقاومت، دمای سطح بتن و هوای مجاور، شرایط محیطی پس از پایان دوره‌ی عمل‌آوری و همچنین اهمیت بتن و سازه، به‌ویژه از نقطه نظر دوام بستگی دارد. نسبت آب به مواد سیمانی، مقدار مواد سیمانی و سطح مقاومت مورد نیاز بتن از جمله عوامل دیگری است که اهمیت کم‌تری دارد. مدت عمل‌آوری در

تفسیر/توضیح

معمولا قبل از استفاده از مایع عمل‌آوری با توجه به دستورالعمل و توصیه‌های سازنده‌ی آن باید مواد را به‌خوبی هم زد و مخلوط کرد تا به‌صورت همگن درآیند.

فشار هوای پاشش بین ۲ تا ۷ اتمسفر (برای وسیله‌ی پاششی دستی یا برقی) توصیه می‌شود.

مقدار پاشش یا اعمال مواد بر واحد سطح را می‌توان با توجه به شمارش تعداد ظروف خالی شده و سطح مربوطه محاسبه نمود. در مواردی که مشکل تأمین آب مناسب برای عمل‌آوری احساس می‌شود، به ناچار به‌کارگیری این مواد توصیه می‌گردد. نباید پنداشت که بهترین شیوه‌ی عمل‌آوری رطوبتی، روش‌های صرفا جلوگیری از تبخیر و استفاده از مواد مایع غشاساز عمل‌آوری است. به‌ویژه اگر نسبت آب به مواد سیمانی کم و مقدار سیمان زیاد باشد، به‌دلیل پدیده‌ی جمع‌شدگی خود به خودی و خودخشک‌شدگی بتن، بهتر است به‌صورت مداوم رطوبت را به نحو مقتضی به بتن رسانید.

ت ۸-۶-۳-۲-۸ به‌هرحال گاه استفاده از روش ترکیبی همزمان مقدور نیست. برای مثال در صورت به‌کارگیری مواد شیمیایی عمل‌آوری، نمی‌توان همزمان از رطوبت رسانی استفاده نمود.

از جمله روش‌های ترکیبی، ابتدا استفاده از روش‌های رطوبت رسانی و سپس استفاده ازروش‌های جلوگیری از تبخیر است که روش ترکیبی غیر همزمان محسوب می‌شود.

به‌کارگیری آب کم‌تر و جلوگیری از تر و خشک نشدن پی‌درپی از جمله مزایای روش‌های ترکیبی است.

ت ۸-۵-۴ حداقل مدت عمل‌آوری

ت ۸-۵-۴-۱ رده‌های عمل‌آوری با توجه به موارد زیر مشخص و انتخاب می‌شوند:

- شرایط محیطی موجود به‌ویژه در پایان مدت عمل‌آوری
- اهمیت سازه یا بتن مورد نظر به‌ویژه از نظر دوام

برای مثال، با توجه به اهمیت بتن و سازه‌ی بتنی در شرایط محیطی خلیج فارس و دریای عمان که دوام آن از اهمیت زیادی برخوردار است، حتی در شرایط محیطی متوسط نیز باید رده‌ی ۴ عمل آوری

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

حالت عادی (تسریع نشده) در جدول ۴-۸ مشاهده می‌شود. چنانچه دمای سطح بتن در طی این مدت از ۵ درجه‌ی سلسیوس کم‌تر شود، معادل آن را باید به مدت عمل‌آوری افزود. چنانچه حداقل مدت عمل‌آوری خاصی توسط طراح پروژه مشخص نشده باشد، لازم است از حداقل مدت توصیه شده در این بند استفاده شود.

اهمیت عمل‌آوری و توجه به شرایط محیطی پس از پایان عمل‌آوری به‌صورت رده‌های عمل‌آوری در جدول ۵-۸ ذکر شده است.

جدول ۴-۸ رده‌های عمل‌آوری

رده عمل‌آوری	۱	۲	۳	۴
مدت (ساعت)	۱۲*	-	-	-
درصد مقاومت فشاری مشخصه ۲۸ روزه	-	۳۵	۵۰	۷۰

**** برای زمان گیرش بتن کم‌تر از ۵ ساعت و دمای سطح بتن بیش از ۵ درجه‌ی سلسیوس می‌توان رده‌ی عمل‌آوری ۱ را برای هوای مرطوب (شرجی) بدون باد و آفتاب به‌کار برد.***

جدول ۵-۸ انتخاب رده‌ی عمل آوری

رده عمل آوری	توضیحات و شرایط محیطی
۱	صرفا برای عمل آوری اولیه
۲	شرایط محیطی خوب پس از پایان عمل‌آوری (دارای رطوبت نسبی میانگین هوا بیش از ۸۰ درصد و به‌دور از باد و تابش مستقیم آفتاب)
۳	شرایط محیطی متوسط پس از مدت عمل‌آوری (دارای رطوبت نسبی میانگین بین ۴۰ تا ۸۰ درصد یا گاه دارای باد و تابش مستقیم آفتاب)
۴	شرایط محیطی ضعیف پس از پایان مدت عمل‌آوری (رطوبت نسبی کم‌تر از ۴۰ درصد یا دارای باد و تابش مستقیم آفتاب)

چنانچه در هر مورد، شرایط رویاروئی گزندبار باشد، یا اهمیت عضو بتنی از نظر دوام در این شرایط بیش‌تر باشد، رده‌ی عمل آوری ۲ یا ۳ را باید یک درجه افزایش داد.

۸-۵-۴-۲ به‌هرحال طراح پروژه باید رده‌ی عمل‌آوری را مشخص نماید و در این مورد نسبت سطح به حجم بتن نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

تفسیر/توضیح

به‌کار رود. درصورتی‌که شرایط محیطی خوب باشد، در ارتباط با دوام در محیط خلیج فارس و دریای عمان رده‌ی ۳ عمل‌آوری انتخاب می‌شود. در هر صورت باید توجه داشت که در اغلب پروژه‌های حاشیه‌ی دریای عمان و خلیج فارس شرایط محیطی حاکم از نوع متوسط یا ضعیف است.

در مورد اهمیت مقاومت سایشی برای کف‌ها نیز لازم است رده عمل آوری مناسب با توجه به فصل دوام (جدول ۱۱-۶ رده بندی مقاومت سایشی) مشخص گردد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

جدول ۶-۸ حداقل مدت عمل‌آوری برای رده‌های مختلف عمل‌آوری با توجه به دمای سطح بتن و روند کسب مقاومت آن

دمای متوسط سطح بتن (درجه سلسیوس)	حداقل مدت عمل‌آوری بر حسب روز برای روندهای کسب مقاومت بتن $r= f'c_2/f'c_{28}$								
	سریع (تند) $r \geq ۰/۵$			متوسط $۰/۵ > r \geq ۰/۳$			* کند (آهسته) $۰/۳ > r \geq ۰/۱۵$		
	رده ۲	رده ۳	رده ۴	رده ۲	رده ۳	رده ۴	رده ۲	رده ۳	رده ۴
$t \geq ۲۵$	۱	۲	۳	۲	۳	۵	۳	۵	۶
$۲۵ \geq t \geq ۱۵$	۱	۲	۵	۳	۴	۹	۵	۷	۱۲
$۱۵ \geq t \geq ۱۰$	۲	۳	۷	۴	۷	۱۳	۸	۱۲	۲۱
$۱۰ \geq t \geq ۵$	۳	۴	۹	۵	۹	۱۸	۱۱	۱۸	۳۰

$f'c_2$: مقاومت فشاری بتن در سن ۲ روز

$f'c_{28}$: مقاومت فشاری بتن در سن ۲۸ روز

t: دمای متوسط سطح بتن

r: نسبت مقاومتن فشاری ۲ روز به ۲۸ روز

* چنانچه رشد مقاومت بتن کندتر باشد لازم است از شیوه‌های مستقیم یا غیرمستقیم برای دستیابی به درصدی از مقاومت ۲۸ روزه مورد نظر استفاده نمود.

** به‌نظر می‌رسد که روابط حاکم برای محاسبه‌ی مدت‌های عمل‌آوری برای دمای متوسط روزانه بیش از ۳۰ درجه‌ی سلسیوس معتبر نباشد.

متن اصلی

۸-۵-۴-۳ برای تعیین مدت عمل‌آوری لازم است در نسبت های مخلوط بتن، نسبت مقاومت ۲ روزه به ۲۸ روزه مشخص شود تا آهنگ کسب مقاومت که حاصل نوع مواد سیمانی، مقدار سیمان و نسبت آب به مواد سیمانی و غیره است، روشن شود.

چنانچه گیرش نهایی بتن بیش از ۵ ساعت به‌طول انجامد باید مدت اضافی گیرش را به مدت عمل‌آوری آن اضافه نمود.

۸-۵-۵ پروراندن بتن

۸-۵-۵-۱ کلیات

فرایند هیدراته شدن سیمان با افزایش دمای آن تسریع می‌شود. چنانچه دمای بتن کم‌تر از ۵ درجه‌ی سلسیوس شود، هیدراته شدن سیمان بسیار کند می‌گردد. در هوای سرد نیاز به افزایش دمای سطح بتن یا هوای مجاور آن احساس می‌شود تا روند هیدراته شدن سیمان عادی گردد و به آن پروراندن عادی گفته می‌شود. گاه به دلایل اجرایی لازم است با افزایش قابل توجه دمای بتن در مدت عمل‌آوری، دستیابی به مقاومت مورد نیاز بتن در مدت کوتاه‌تری ممکن گردد. این عملیات را پروراندن تسریع شده‌ی بتن می‌نامند.

چنانچه فقط دمای بتن بالا رود، آن را پروراندن خشک می‌نامند. در غیر این‌صورت پروراندن مرطوب نامیده می‌شود که در آن از رطوبت‌رسانی استفاده می‌شود. همچنین

تفسیر/توضیح

ت ۸-۵-۴-۳ چنانچه مقاومت نمونه‌ی آگاهی بتن به‌دست آید، نیازی به رعایت حداقل مدت عمل‌آوری مندرج در جدول مزبور نخواهد بود. در صورتی که رابطه‌ی همبستگی مقاومت بتن با بلوغ بتن نیز در دست باشد، می‌توان مدت عمل‌آوری را برای رده‌ی عمل‌آوری مورد نظر بر اساس بلوغ بتن به‌دست آورد. بلوغ بتن را می‌توان طبق روابط مربوطه (مانند، سائول و یا رابطه‌ی آرنیوس) محاسبه و در نظر گرفت.

ت ۸-۵-۵ پروراندن بتن

ت ۸-۵-۵-۱ کلیات

توقف کامل هیدراته شدن سیمان در دمای ۱۰- درجه سلسیوس اتفاق می‌افتد، ولی از نقطه نظر مهندسی توقف عملی در حدود دمای کم‌تر از ۵ درجه‌ی سلسیوس حاصل می‌شود.

عمل‌آوری حرارتی (پروراندن): تأمین دمای لازم برای دستیابی به مقاومت و دوام مورد نظر در زمان می‌باشد. در حالی که به تأمین یا حفظ رطوبت نیز برای تداوم هیدراته شدن سیمان توجه خواهد شد. این عمل‌آوری حرارتی می‌تواند به‌صورت تسریع شده یا عادی صورت پذیرد.

برخی از این روش‌ها در کارگاه نیز کاربرد دارد. در حالی در اکثر موارد کاربرد این روش‌ها در کارخانه‌های قطعات پیش ساخته است. ممکن است در دمای بالاتر از ۱۵ درجه‌ی سلسیوس بتن نیاز به رطوبت‌رسانی داشته باشد.

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

روش‌های پروراندن به دو صورت گرمارسانی و حفظ گرما است.

۸-۵-۲ روش‌های پروراندن خشک

در این روش‌ها باید دقت شود که سطح بتن به‌طور کلی یا موضعی خشک نشده و دچار ترک‌خوردگی نگردد. همچنین باید توجه داشت که دمای بتن به‌صورت موضعی افزایش قابل توجهی پیدا نکند.

روش‌های حفظ گرما با ایجاد یک عایق حرارتی در سطح بتن انجام شود.

أ) روش گرمارسانی خشک به کمک بخاری

در رابطه با به‌کارگیری بخاری‌هایی که مواد سوختنی را می‌سوزانند باید به نکات زیر توجه نمود:

- گازهای ناشی از سوختن این مواد نباید در مجاورت و یا تماس با بتن جوان و نارس قرار گیرند.
- وسیله‌ی گرمایشی (بخاری) نباید در نزدیکی سطح بتن یا قالب قرار گیرد و آن را به‌صورت موضعی گرم کند.

ب) روش گرمارسانی خشک به کمک المنت‌ها یا بخاری‌های برقی

در به‌کارگیری این بخاری یا المنت‌ها باید به تذکراتی که درباره‌ی استفاده از بخاری‌های سوختی داده شد توجه نمود. تشعشع این بخاری‌ها بسیار زیاد است و نزدیکی آن‌ها به بتن می‌تواند خطرناک و آسیب‌رسان باشد.

ت) روش گرمارسانی خشک به کمک رادیاتورهای گرمایشی

با استفاده از یک دیگ آب‌گرم یا دیگ بخار یا دیگ روغن داغ می‌توان سیال گرم یا داغ مزبور را درون لوله‌ها یا رادیاتورهای مناسب در نزدیکی بتن یا در محفظه‌ی نگهداری بتن چرخاند و دمای مناسب را در محیط به‌وجود آورد.

تفسیر/توضیح

ت ۸-۵-۲ روش‌های پروراندن خشک

روش‌های گرمارسانی خشک عبارتند از: استفاده از بخاری‌های سوختی، المنت‌ها یا بخاری‌های برقی فن‌دار یا بدون فن، رادیاتورهای آبگرم یا روغن داغ یا بخار داغ، وسایل تشعشعی مانند لوله‌های روغن داغ یا لامپ‌های مادون قرمز، استفاده از برق با ولتاژ کم برای گرم کردن قالب فلزی یا میلگردها.

این بخاری‌ها موادی مانند گاز طبیعی، گاز مایع، نفت سفید، گازوئیل، مازوت، چوب و خاک اره و غیره را مصرف می‌کنند.

گازهای ناشی از سوختن کامل این مواد، دی اکسید کربن ایجاد می‌کند که عامل اصلی کربناته شدن بتن است. کربناته شدن در بتن آرمه می‌تواند به خوردگی زودرس میلگردها منجر شود. در بتن غیرمسلح، کربناته شدن اهمیت چندانی ندارد.

بنابراین لازم است این گازها با دودکشی مناسب از محل خارج شوند.

چنانچه از بخاری‌های فن‌دار استفاده شود توزیع گرمای بهتری به‌وجود خواهد آمد.

فاصله‌ی مناسب این وسایل گرمایشی با سطح بتن بدون قالب حداقل ۷۵۰ میلی‌متر و برای سطوح قالب‌دار ۵۰۰ میلی‌متر است.

با توجه به اینکه بخاری های برقی یا المنتی گاز زیان آور تولید نمی‌کنند، نگرانی از این بابت وجود ندارد.

به‌هرحال در این مورد نیز نزدیکی منبع حرارتی به بتن یا قالب توصیه نمی‌شود. این روش می تواند از نظر مصرف انرژی مناسب باشد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

ث) روش گرمارسانی خشک به کمک تشعشع

می‌توان از لوله‌های حاوی روغن بسیار داغ یا لوله‌هایی که گاز طبیعی در آن می‌سوزد و آن را داغ و سرخ می‌کند به عنوان وسایل تشعشعی استفاده نمود. با تنظیم راستای تشعشع می‌توان قالب و یا سطح بتن را گرم کرد. همچنین می‌توان از لامپ‌های مادون قرمز که به کمک جریان برق کار می‌کنند برای گرمایش استفاده نمود.

ج) روش‌های گرمارسانی خشک به کمک جریان برق

چنانچه ولتاژ برقی کم‌تر از ۵۰ ولت یا ترجیحا کم‌تر از ۳۵ ولت را به قالب فلزی یا میلگردها وصل کنیم، با توجه به شدت جریان حاصله قالب یا میلگردها گرم می‌شوند.

۸-۵-۵-۲ روش‌های حفظ گرما (عایقی)

به‌هرحال بتن باید با دمای مناسبی در قالب ریخته شود و حتی در هوای سرد نیز این حداقل دما مشخص شده است. هیدراته شدن سیمان نیز به آزاد شدن گرما منجر می‌شود که می‌تواند به افزایش دمای بتن بیانجامد. هر چند عایق‌بندی سطح بتن می‌تواند تا حدودی از اتلاف گرمای موجود و گرمای حاصله بکاهد اما نباید پنداشت که در هر شرایطی می‌توان دمای اولیه بتن‌ریزی را حفظ نمود.

نوع عایق و ضخامت عایق در رابطه با حفظ گرما از اهمیت زیادی برخوردار است.

۸-۵-۵-۳ روش‌های پروراندن مرطوب

چنانچه روش پروراندن با رطوبت‌رسانی همراه گردد بهترین نتیجه حاصل خواهد شد و احتمال آسیب دیدن بتن در اثر خشک‌شدگی، جمع‌شدگی و ترک‌خوردگی ناشی از آن و همچنین کاهش جدی فرآیند هیدراته شدن مرتفع خواهد شد.

بخار آب باید چنان در محیط دمیده شود یا در تماس با سطح بتن قرار گیرد که تقریبا همه‌ی سطح را به یک مقدار گرم

تفسیر/توضیح

به‌هرحال فاصله‌ی این وسایل با سطح قالب به‌ویژه سطح بتن بسیار با اهمیت است و نباید خطری بتن را تهدید کند. گاه این روش را از نظر مصرف انرژی بسیار مفید و مؤثر می‌دانند. تعداد و فاصله‌ی آن‌ها از سطح بتن یا قالب باید مشخص و تنظیم گردد. بهتر است فاصله‌ی یک لامپ ۱۰۰ واتی مادون قرمز از سطح بتن بدون قالب کم‌تر از ۵۰۰ میلی‌متر و از سطح قالب کم‌تر از ۲۵۰ میلی‌متر نشود.

این جریان انسان را نمی‌لرزاند و خطر پرتاب شدن در اثر برق گرفتگی را نخواهد داشت. به این ترتیب در هوای سرد و یا در مواردی که نیاز به تسریع در کسب مقاومت وجود دارد می‌توان به این روش بتن را گرم نمود. در این مورد نیز خطر خشک‌شدگی، بتن را تهدید می‌کند و باید به این امر توجه نمود.

ت ۸-۵-۵-۲ روش‌های حفظ گرما (عایقی)

دقت در همپوشانی لحاف عایق یا تخته‌ها (ورقه‌ها) و حفظ آن‌ها یا حفظ مواد فله‌ای در سطح و خیس نشدنشان اهمیت دارد. خیس شدن عایق‌های حرارتی به شدت بر خواص عایق بودن آن‌ها اثر منفی می‌گذارد. استفاده از پوشش نایلونی یا روکش آلومینیومی بر روی عایق‌ها می‌تواند مفید باشد.

خرده چوب، خاک اره، پرلیت و غیره از جمله موادی هستند که می‌توانند به‌صورت فله‌ای به‌کار روند. می‌توان از لحاف پشم شیشه یا پشم سنگ و مشابه آن‌ها نیز استفاده کرد. استفاده از ورقه‌های پلی‌اورتان منبسط شده، پلی‌استایرن منبسط شده (یونولیت)، شیشه منبسط شده اسفنجی، تخته‌ی چوبی یا چندلا، نئوپان و غیره نیز امکان‌پذیر است و حسب مورد در سطوح افقی و یا قائم کاربرد دارد.

ت ۸-۵-۵-۳ روش‌های پروراندن مرطوب

در همه‌ی شیوه‌های پروراندن مرطوب می‌توان رطوبت‌رسانی را به شکل آبدهی مستقیم یا پاشش آب و غیره انجام داد.

بهترین شیوه استفاده از بخار آب با دمای مناسب است.

بهتر است بخار آب از پایین دمیده شود تا یکنواختی دما در ترازهای ارتفاعی عضو بتنی به نحو مناسبی تأمین گردد. همچنین توصیه می‌شود بخار آب از نقاط مختلفی در طول عضو یا محفظه‌ی عمل‌آوری دمیده شود و صرفا از یک نقطه وارد نگردد تا توزیع گرمایی بهتری ایجاد شود.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۷

متن اصلی

کرده و تنش حرارتی و گرمای موضعی به‌وجود نیاورد. بنابراین بهتر است بخار آب گرم یا داغ به‌طور مستقیم بر سطح بتن دمیده نشود.

دمای بخار بهتر است از ۸۰ درجه‌ی سلسیوس تجاوز نکرده و دمای سطح بتن نیز بالاتر از ۷۰ درجه سلسیوس نرود.

۸-۵-۵-۴ عمل‌آوری حرارتی تسریع‌شده

در مواردی که نیاز به کسب مقاومت سریع در مدت کوتاهی وجود دارد، افزایش دمای عمل‌آوری نقش بسیار چشمگیری را ایفا کرده و کاربرد گسترده‌ای دارد.

در عمل‌آوری حرارتی تسریع‌شده (در دمای بیش از ۴۰ درجه‌ی سلسیوس) باید به نکاتی نظیر افزایش دما به بیش از ۴۰ درجه‌ی سلسیوس، نرخ افزایش دما، حفظ دمای حداکثر و نرخ کاهش دما توجه نمود.

این موارد برای هر دو روش خشک و مرطوب کاربرد دارد.

أ) زمان شروع گرمارسانی و بالا رفتن دما از ۴۰ درجه‌ی سلسیوس

لازم است دمای سطح بتن قبل از گیرش اولیه آن، از ۴۰ درجه‌ی سلسیوس بالاتر نرود. بنابراین به ایجاد تأخیر در شروع عمل‌آوری حرارتی تسریع شده نیاز خواهد بود. این مدت را زمان تأخیر می‌نامند.

در صورتی‌که این مورد رعایت نشود، احتمال کاهش کیفیت دراز مدت بتن وجود دارد.

ب) نرخ افزایش دمای عمل‌آوری تسریع‌شده

جهت رسیدن به حداکثر دمای مورد نیاز برای عمل‌آوری تسریع شده، لازم است با نرخ خاصی دما را زیاد نمود. توصیه می‌شود برای قطعات نازک‌تر از ۳۰۰ میلی‌متر، حداکثر نرخ افزایش دما ۲۵ درجه‌ی سلسیوس بر ساعت باشد. برای

تفسیر/توضیح

در تماس قرار گرفتن بخار آب با قالب بتن را نمی‌توان پروراندن مرطوب تلقی نمود و نقش آن صرفا گرم کردن قالب و پروراندن خشک است. در مواردی که باید دمای سطح بتن بالاتر از ۴۰ درجه‌ی سلسیوس باشد و عمل‌آوری تسریع شده وجود دارد، لازم است به توصیه‌های عمل‌آوری حرارتی تسریع شده مراجعه کرد.

توصیه می‌شود که مدت بخاردهی در مجموع از ۱۸ ساعت فراتر نرود.

در موارد خاص (مانند وجود پوزولان و سرباره در بتن) چنانچه مشخص شود که دمای بالاتر در سطح بتن، مشکلاتی در ارتباط با دوام بتن و عملکرد آن به‌وجود نمی‌آورد، می‌توان از دمای بیش‌تر نیز استفاده کرد.

ت ۸-۵-۵-۴ عمل‌آوری حرارتی تسریع‌شده

کاهش نسبت آب به مواد سیمانی و استفاده از سیمان‌هایی با رده‌ی مقاومتی بالاتر، روند سخت شدن سریع‌تر و یا مواد افزودنی مناسب، از جمله اقدامات مهم در این رابطه است.

زمان تأخیر تابع دمای اولیه بتن، نوع مواد سیمانی، مقدار سیمان، دمای محیط مجاور و نسبت آب به مواد سیمانی و افزودنی‌های بتن است. توصیه می‌شود در یک بتن معین، دمای اولیه ترجیحا به حدود ۳۰ درجه‌ی سلسیوس برسد و دمای محیط مجاور آن نیز در همین حدود باشد تا زمان تأخیر را بتوان به کم‌تر از ۲ ساعت رسانید. زمان تأخیر معمولا در محدوده‌ی ۱ تا ۵ ساعت قرار دارد.زمان تأخیر زیاد می‌تواند اشکالاتی را در ساخت و عمل‌آوری به‌وجود آورد و زمان عمل‌آوری تسریع شده را طولانی کند.

برای ضخامت‌های دیگر در حد فاصل این دو می‌توان از درون‌یابی استفاده نمود.

برای اینکه مدت زمان رسیدن به حداکثر دما تا حد امکان کاهش یابد، دمای اولیه‌ی بتن در هنگام بتن‌ریزی بهتر است در حدود ۲۵ تا ۳۰ درجه‌ی سلسیوس باشد. بدیهی است زیادتر بودن حداکثر

پیشنویس مورخ ۲۰۱۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

قطعات ضخیم‌تر از ۱۸۰۰ میلی‌متر، رعایت نرخ حداکثر ۱۰ درجه‌ی سلسیوس در ساعت ضروری است.

ت) حداکثر دمای عمل‌آوری حرارتی تسریع شده

هرچه حداکثر دمای عمل‌آوری حرارتی افزایش یابد، می‌توان طول مدت عمل‌آوری را کاهش داد. توصیه می‌شود دمای حداکثر برای عمل‌آوری حرارتی تسریع شده در سطح بتن به ۷۰ درجه‌ی سلسیوس محدود شود.

در صورتی که SO_3 موجود در سیمان از ۲ درصد بیش‌تر شود دمای حداکثر عمل‌آوری به ۶۰ درجه سلسیوس محدود گردد.

دستیابی به دوام مناسب در برابر سایش و فرسایش‌ها و آسیب‌های ناشی از یخزدن و آب‌شدن‌های پی‌درپی و خوردگی میلگردها و غیره ایجاب می‌نماید تا این محدودیت‌ها رعایت گردد.

ث) نرخ کاهش دمای سطح بتن پس از عمل‌آوری تسریع‌شده

لازم است پس از خاتمه نگهداری بتن در حداکثر دمای مورد نظر، نسبت به قطع یا کاهش گرمارسانی اقدام نمود و بتن را به‌تدریج خنک کرد تا دمای سطح آن به دمای محیط برسد. نرخ کاهش دما باید محدود شود تا ترک‌های ناشی از شوک حرارتی یا تنش‌های حرارتی به‌وجود نیاید. حداکثر نرخ کاهش دمای سطح بتن نباید بیش از حداکثر نرخ افزایش دما باشد.

۸-۶ بتن‌ریزی در هوای سرد

۸-۶-۱ کلیات

۸-۶-۱-۱ در این بخش اقداماتی که باید در هنگام اجرای بتن در هوای سرد صورت گیرد، ارائه شده‌اند. با رعایت این موارد از آسیب دیدگی بتن جوان به علت رویارویی زود هنگام با

تفسیر/توضیح

دمای عمل‌آوری نیز زمان رسیدن به این حداکثر دما را افزایش می‌دهد.

گاه با به‌کارگیری پوزولان‌ها و سرباره‌های مختلف می‌توان این حداکثر دما را افزایش داد. به‌هرحال لازم است عمل‌آوری حرارتی تسریع شده در دمای بالاتر از ۷۰ درجه‌ی سلسیوس بر روی نمونه بتن مورد نظر اعمال شود تا مشخص شود که آیا این افزایش دما می‌تواند بر عملکرد بتن در شرایط مهاجم تأثیر منفی چشمگیری بگذارد یا خیر؟ در صورتی که تأثیر حاصله ناچیز و نتیجه‌ی کار در حد قابل قبول باشد، افزایش دما بلامانع خواهد بود. باید در مواردی که دوام بتن از اهمیت بالایی برخوردار است، نسبت به انجام آزمایش‌های لازم اقدام نمود.

چنانچه نسبت SO_3/Al_2O_3 بیشتر از ۰/۵ باشد از عمل آوری تسریع شده استفاده نشود.

چنانچه حداکثر دمای عمل‌آوری حرارتی تسریع شده زیاد و دمای محیط نیز کم باشد، مدت لازم برای کاهش دمای سطح بتن، افزایش چشمگیری خواهد داشت و کار از نظر اجرایی با مشکلات خاصی روبرو خواهد شد.

در عمل‌آوری‌های حرارتی تسریع شده، اکثر ترک‌های حاصله به‌دلیل عدم رعایت نرخ مجاز کاهش دمای سطح بتن ایجاد می‌شود و دقت در این رابطه اهمیت ویژه‌ای دارد.

بهتر است دمای محیط افزایش یابد تا زمان خنک‌سازی آن کم‌تر شود.

گاه توصیه می‌شود که نرخ کاهش دما کم‌تر از نرخ افزایش دما باشد. بنابراین توصیه می‌شود، حداکثر نرخ کاهش دمای سطح بتن به ۲۰ درجه سلسیوس در هر ساعت محدود شود.

ت ۸-۶ بتن‌ریزی در هوای سرد

ت ۸-۶-۱ کلیات

ت ۸-۶-۱-۱ دمای یخ زدگی بتن حدود ۱- تا ۲- °C است که به نسبت آب به مواد سیمانی و مواد افزودنی بستگی دارد. وقتی بتن در معرض دمای حدود ۵ °C یا کم‌تر قرار می‌گیرد، واکنش‌های مرتبط با گیرش و سخت‌شدن بتن در حد قابل توجهی کند می‌شود. بنابراین وقتی بتن تحت بارهای دوره ساخت قرار می‌گیرد،

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

شرایط یخبندان جلوگیری می گردد و همچنین آهنگ مناسب برای کسب مقاومت در هوای سرد حاصل می شود.

۸-۶-۲ تعریف شرایط هوای سرد

۸-۶-۲-۱ هنگامی که دمای هوا کم‌تر از $5\ ^{\circ}C$ باشد یا احتمال برود که در مدت حفاظت از بتن، دمای هوا به کم‌تر از $5\ ^{\circ}C$ می‌رسد، شرایط هوای سرد حاکم است و الزامات این فصل باید رعایت شود.

۸-۶-۳ الزامات قبل از بتن‌ریزی

۸-۶-۳-۱ کلیه‌ی وسایل و تجهیزات بتن‌ریزی در هوای سرد باید در کارگاه موجود باشد. این موارد شامل دماسنج، پوشش محافظتی برای بتن و در صورت لزوم وسایلی برای محفوظ کردن فضای اطراف بتن و وسایل گرمایشی است.

۸-۶-۳-۲ قبل از بتن‌ریزی باید شرایط آرماتور و قالب‌ها مورد بازرسی قرار گیرد و نباید یخ و برف در سطح آن‌ها مشاهده شود. همچنین دمای هر نوع فلزی که در تماس با بتن قرار می‌گیرد، باید قبل از بتن‌ریزی بیش از صفر درجه‌ی سلسیوس باشد.

۸-۶-۳-۳ باید از ریختن بتن روی زمین یا بتن یخ زده اجتناب شود و دمای آن‌ها قبل از بتن‌ریزی به بیش از صفر درجه‌ی سلسیوس افزایش یابد.

تفسیر/توضیح

مشکلاتی چون ترک‌خوردگی و تغییر شکل رخ می‌دهد. هرگاه در سنین اولیه به‌دلیل یخزدگی آسیبی به بتن وارد شود، هرگز مقاومت و دوام مورد نظر را کسب نمی‌کند، حتی اگر پس از آسیب دیدگی، حفاظت و عمل‌آوری مطلوب اعمال شود.

حتی وقتی بتن در معرض آب نباشد، بتن جوان می‌تواند تحت یک چرخه‌ی یخزدن و آب‌شدن نیز دچار آسیب شود. درجه‌ی اشباع بتن تازه با افزایش سن و ترکیب آب با سیمان در هنگام هیدراته شدن کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی درجه‌ی اشباع کم‌تر از سطح بحرانی خواهد بود. سطح بحرانی اشباع وقتی است که آب درون بتن در حدی باشد که یک چرخه‌ی منفرد یخزدن و آب‌شدن منجر به آسیب‌دیدگی بتن شود. زمانی درجه‌ی اشباع بتن کم‌تر از سطح بحرانی می‌شود که بتن مقاومت فشاری حدود Mpa ۵ را کسب کند. این درجه‌ی اشباع معمولا کم‌تر از ۸۰ درصد است.

ت ۸-۶-۲ تعریف شرایط هوای سرد

ت ۸-۶-۲-۱ در تعریف موجود نیاز به پیش‌بینی وضعیت هوا وجود دارد، درحالی‌که در تعاریف قبلی آبا، وضعیت گذشته یا حال ملاک قرار گیری در شرایط هوای سرد محسوب می‌شد. مدت حفاظت از بتن، رسیدن به مقاومت ۵ مگاپاسکال در بتن غیر اشباع و یا ۲۵ مگاپاسکال در حالت اشباع است، مگر آن که در بتن‌های اشباع از مواد حباب‌ساز استفاده شده باشد.

ت ۸-۶-۳ الزامات قبل از بتن‌ریزی

ت ۸-۶-۳-۲ و ۸-۶-۳-۳ عدم رعایت این بندها می‌تواند باعث کاهش دمای بتن تازه ریخته شده به پایین‌تر از مقادیر مشخص شده برای حداقل دمای بتن در هنگام ریختن (جدول ۷-۸) گردد. در صورتی‌که با افزایش دمای اولیه‌ی بتن در هنگام ریختن، بتوان از بروز مشکل جلوگیری نمود، ریختن بتن در تماس باقالب، میلگرد و یا فلزات مدفون یا سطح زمین و بتن یخ زده، ممکن است توجیه پذیر باشد. آ ب یخ زده روی میلگردها یا قطعات فولادی می‌تواند به کاهش چسبندگی بتن به فولاد منجر شود.

پیشنویس مورخ ۲۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۸-۶-۴ دمای مخلوط بتن

۸-۶-۴-۱ حداقل دمای مجاز مخلوط بتن تابع دمای هوا و حداقل اندازه‌ی مقطع بتن است. در جدول ۷-۸ حداقل دمای مخلوط بتن در هنگام مخلوط کردن، در زمان بتن‌ریزی و دوره‌ی حفاظت ارائه شده است. طبق جدول ۷-۸ مقاطع به چهار رده از نظر ضخامت تقسیم شده‌اند. نباید در دمای کم‌تر از ۱۵°C-، بتن‌ریزی انجام شود، مگر آن‌که دستگاه نظارت با رعایت تمهیدات خاص آن را مجاز بداند.

دمای مخلوط بتن در هنگام بتن‌ریزی نباید بیش از ۱۱ °C از دماهای ذکر شده در ردیف ۱ و همچنین دمای بتن پس از مخلوط کردن نباید بیش از ۸°C از دماهای ذکر شده در ردیف ۲ جدول ۷-۸ بالاتر باشد.

جدول ۷-۸ حداقل دمای بتن

شرایط	حداقل دمای بتن به درجه‌ی سلسیوس بر اساس حداقل بعد مقطع بتنی (m)			
	کم‌تر از ۰/۳	بین ۰/۳ تا ۰/۹	بین ۰/۹ تا ۱/۸	بیش‌تر از ۱/۸
حداقل دمای بتن در هنگام بتن‌ریزی و در دوره‌ی حفاظت	۱۳	۱۰	۷	۵
حداقل دما پس از مخلوط کردن:				
برای دمای هوا بیش از ۰°C	۱۶	۱۳	۱۰	۷
بین ۰°C تا ۱۵°C-	۱۸	۱۶	۱۳	۱۰
کم‌تر از ۱۵ °C-	۲۰	۱۸	۱۵	۱۲

۸-۶-۴-۲ برای کسب دمای بتن مخلوط شده طبق جدول ۸-۷، می‌توان از آب گرم برای ساخت مخلوط بتن استفاده کرد. اما دمای آب مصرفی نباید بیش از ۸۰°C باشد. همچنین باید

تفسیر/توضیح

ت ۸-۶-۴ دمای مخلوط بتن

ت ۸-۶-۴-۱ هر چه حداقل بعد مقطع بتن بزرگ‌تر باشد، با سرعت کم‌تری گرمای خود را از دست می‌دهد و در نتیجه افزایش دمای بیش‌تری در بتن ناشی از گرمازایی آن رخ می‌دهد. بنابراین در شرایط بتن‌ریزی در هوای سرد می‌توان برای مقاطع بزرگ‌تر، حداقل دمای کم‌تری را برای بتن‌ریزی در نظر گرفت.

اگر دمای بتن به میزان قابل توجهی بیش‌تر از مقادیر ردیف ۱ در جدول ۷-۸ باشد، لزوما منجر به حفاظت طولانی‌تر در مقابل یخ زدگی نمی‌شود، زیرا افت حرارت در اختلاف دمای بیش‌تر افزایش می‌یابد. منظور از اختلاف دما، تفاوت دمای هوا و بتن است. همچنین با افزایش بیش از حد دمای مخلوط بتن، نیاز به آب بیش‌تری در مخلوط وجود دارد و نرخ افت اسلامپ افزایش می‌یابد. علاوه بر این افت سریع رطوبت از سطوح دال‌ها ممکن است سبب ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی خمیری گردد.

توصیه می‌شود دمای بتن در هنگام مخلوط کردن و ریختن، نزدیک به حداقل دمای مجاز باشد تابتوان از مزایای بهبود کیفیت بتن در دمای پائین بهره برد.

حداقل دمای مخلوط بتن پس از ساخت آن، به عوامل مختلفی از جمله مدت حمل، معطلی و نوع وسیله‌ی حمل ارتباط دارد. در این جدول فرض شده است که از کامیون مخلوط‌کن برای حمل بتن به مدت یک ساعت استفاده شده است. بدیهی است که اولویت با رعایت حداقل دمای بتن در هنگام بتن‌ریزی خواهد بود.

ت ۸-۶-۴-۲ برای محاسبه‌ی دمای مخلوط بتن تازه می‌توان از **رابطه ت ۸-۱)** استفاده کرد:

رابطه ت ۸-۱)

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

بند ۸-۶-۴-۴ نیز رعایت گردد. در هر صورت از تماس آب گرم با دمای بیش از ۴۰°C با سیمان جلوگیری شود.

۸-۶-۴-۳ برای کسب دمای مورد نظر مخلوط بتن معمولا به گرم کردن سنگدانه‌ها نیازی نیست. اما چنانچه حتی با استفاده از آب گرم دمای بتن مورد نظر جدول ۷-۸ حاصل نشود، لازم است نسبت به گرم کردن سنگدانه‌ها با وسایل مناسب اقدام نمود. در صورتی‌که سنگدانه‌ها یخزده باشند لازم است با گرم کردن سنگدانه‌ها نسبت به آب کردن یخ اقدام نمود.

۸-۶-۴-۴ چنانچه از آب گرم برای ساخت مخلوط بتن استفاده شود، باید ریختن مصالح به مخلوط‌کن به‌ترتیب سنگدانه و آب باشد و حداکثر دمای مخلوط سنگدانه و آب در زمان اضافه کردن سیمان نیز بیش‌تر از ۴۰ °C نباشد.

۸-۶-۴-۵ تغییرات دمای مخلوط بتن از پیمانه به پیمانه دیگر باید به حداقل برسد. بنابراین دمای مخلوط بتن باید در هنگام ساخت و بتن‌ریزی کنترل شود.

تفسیر/توضیح

$$T_m = \frac{\left[0.22\left(T_sW_s + T_gW_g + T_cW_c\right) + T_wW_w + T_sW_{ws} + T_gW_{wg}\right]}{\left[0.22\left(W_s + W_g + W_c\right) + W_w + W_{ws} + W_{wg}\right]}$$

که در آن:

T_s : دمای سنگدانه‌ی ریز

T_g: دمای سنگدانه‌ی درشت

T_w: دمای آب اختلاط

T_c: دمای سیمان

W_g: وزن خشک درشت‌دانه

W_s: وزن خشک ریزدانه

W_c: وزن سیمان

W_w: وزن آب اختلاط

W_{wg}: وزن آب موجود در درشت‌دانه

W_{ws}: وزن آب موجود در ریزدانه

برای افزایش دمای بتن می‌توان مصالح دیگری غیر از آب مانند سنگدانه‌ها را نیز حرارت داد. از آنجایی که گرمای ویژه‌ی آب بیش‌تر از مصالح دیگر است، توصیه می‌شود که در وهله‌ی اول، آب مصرفی مخلوط بتن گرم شود. همچنین گرم کردن آب از نظر اجرایی آسان‌تر از گرم کردن مصالح دیگر است.

ت ۸-۶-۴-۳ معمولا اگر دمای آب مخلوط، حدود ۶۰°C باشد، به دمای بیش‌تر از ۱۵°C برای سنگدانه نیاز است.

ت ۸-۶-۴-۴ برخورد آب داغ با سیمان به گیرش ناگهانی آن منجر می‌شود، بنابراین افت شدید اسلامپ و همچنین کاهش کیفیت مقاومتی و دوام را در درازمدت به‌وجود خواهد آورد. بهتر است برای رفع این مشکل از برخورد مستقیم آب داغ با سیمان جلوگیری نمود.

ت ۸-۶-۴-۵ برای محاسبه‌ی دمای بتن در هنگام مخلوط کردن، با در نظر گرفتن مقدار تقریبی افت دمای مخلوط بتن می‌توان از **رابطه ت ۸-۲** استفاده کرد:

رابطه ت ۸-۲)

$$T_m = T_p + 0.25\left(T_p - T_a\right)$$

که در آن:

T_a دمای هوا به درجه‌ی سلسیوس

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۸-۶-۵ سایر الزامات و توصیه‌ها

۸-۶-۵-۱ توصیه می‌شود تا برای بتن‌ریزی در هوای سرد، به‌ویژه در حالتی که بتن در مدت عمل‌آوری اشباع می‌شود، از مواد حباب‌ساز جهت ایجاد هوای عمدی در بتن استفاده نمود. مقدار هوای توصیه شده می‌تواند معادل مقدار هوای ۸-۶-۵-۲جدول ۱۰-۶ در فصل دوام باشد.

۸-۶-۵-۳ نباید اجازه داد تا قبل از دستیابی به مقاومت فشاری ۵ مگاپاسکال، بتن غیر اشباع یخ بزند.

۸-۶-۵-۴ باید از یخ‌زدن بتن تحت شرایط اشباع مربوط تا زمان بهره برداری جلوگیری شود، مگر آن‌که به مقاومت ۲۵ مگاپاسگال برسد.

۸-۶-۶ اقدامات پس از بتن‌ریزی

۸-۶-۶-۱ در هوای سرد، آب ناشی از آب انداختن به مدت طولانی‌تر بر سطح بتن باقی می‌ماند. عملیات پرداخت سطح در هوای سرد باید با دقت بیش‌تری به‌ویژه برای سطوحی که درای تردد یا سایش هستند انجام پذیرد

۸-۶-۶-۲ بلافاصله پس از بتن‌ریزی، باید حفاظت بتن با پوشش عایق یا گرم کردن آغاز شود. در صورتی‌که لازم باشد از روش گرم کردن برای محافظت بتن استفاده شود، نیاز به

تفسیر/توضیح

T_m دمای بتن پس از مخلوط شدن به درجه‌ی سلسیوس

T_p دمای بتن هنگام بتن‌ریزی به درجه‌ی سلسیوس

t فاصله‌ی زمانی از تولید بتن تا هنگام بتن‌ریزی به ساعت

رابطه‌ی بالا برای انتقال بتن با کامیون مخلوط‌کن کاربرد دارد.
برای اجتناب از کاهش زیاد دمای مخلوط بتن در هنگام انتقال، اگر از کامیون مخلوط‌کن استفاده شود، توصیه می‌گردد که حداکثر زمان انتقال کامیون تا محل بتن‌ریزی ۱/۵ ساعت باشد.
در صورتی‌که از کامیون مخصوص حمل بتن به‌صورت غیر پوشیده استفاده شود، ضریب ثابت در رابطه‌ی بالا به ۰/۱۷ تغییر می‌یابد. چنانچه وسیله‌ی حمل غیر چرخان و سرپوشیده باشد، این ضریب معادل ۰/۱ خواهد بود.

ت ۸-۶-۵ سایر الزامات و توصیه‌ها

ت ۸-۶-۵-۱ الزامات بتن‌ریزی در هوای سرد، لزوما مانند الزامات دوام در شرایط چرخه‌های یخ زدن و آب شدن نیست، اما توصیه‌های موجود جهت احتیاط ارایه شده است

ت ۸-۶-۵-۳ در صورتی‌که از مواد حباب‌ساز در بتن استفاده شود، دستیابی به مقاومت ۲۵ مگاپاسکال در بتن اشباع، ضرورت ندارد.

ت ۸-۶-۶ اقدامات پس از بتن‌ریزی

ت ۸-۶-۶-۱ در هوای سرد هرچند آب انداختن در فاصله‌ی زمانی بیش‌تری از زمان تراکم اتفاق می افتد، اما مقدار آب رو زده کم‌تر از هوای معتدل یا گرم نیست. باقیماندن طولانی مدت آب رو زده علاوه بر خطر یخ زدن، زمان شروع به پرداخت را به مقدار قابل توجهی به تاخیر می‌اندازد و مشکلات اجرایی بوجود می‌آورد. استفاده از آب کم‌تر در مخلوط بتن در هوای سرد، به این دلیل و سایر دلایل دیگر اکیدا توصیه می‌شود.

ت ۸-۶-۶-۲ ایجاد آتش مستقیم بر روی بتن باعث می‌شود ساختار محصولات هیدراته شده تخریب شود. در هنگام گرم کردن بتن باید از خشک‌شدگی سریع آن اجتناب و گرما را به‌صورت یکنواخت بر سطح بتن اعمال شود.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

ایجاد فضای بسته در اطراف بتن خواهد بود. اما باید از روشن کردن آتش بر روی عضو بتنی اجتناب نمود. چنانچه از وسایل گرمازایی استفاده می‌شود که گاز دی اکسید کربن تولید می‌کنند، باید گازهای تولید شده با روش یا وسیله‌ی مناسب، نظیر لوله‌ی دودکش به بیرون از فضای بسته اطراف بتن هدایت شود.

۸-۶-۶-۳ برای مقایسه‌ی دمای بتن در طی مدت حفاظت با حداقل دمای دوره‌ی حفاظت که در جدول ۷-۸ ارایه شده، لازم است دمای سطح بتن، به‌ویژه در نواحی بحرانی نظیر سطوح قالب‌بندی نشده یا لبه‌ها و گوشه‌ها، حداقل دو بار در هر شبانه روز اندازه گیری و ثبت گردد.

۸-۶-۷ حفاظت بتن

۸-۶-۷-۱ پس از بتن‌ریزی لازم است دمای بتن حداقل ۳ روز مطابق با حداقل دمای ردیف ۱ در جدول ۷-۸ توسط پوشش مناسب و در صورت لزوم ایجاد محفظه‌ی بسته و اعمال گرمایش، تامین شود. در صورتی‌که با استفاده از آزمونه‌های آگاهی یا بلوغ سنجی و یا روش‌های غیر مخرب، بتوان نشان داد که بتن به مقاومت ۵ مگاپاسکال رسیده است، می‌توان حفاظت را خاتمه داد.

تفسیر/توضیح

گاز دی اکسید کربن می‌تواند با سرعت قابل توجهی بخش‌های سطحی بتن تازه و جوان را کربناته کند. این امر می تواند به خوردگی سریع‌تر میلگردها کمک کرده و عمر عضو را کاهش دهد. در قطعات غیر مسلح نیز کربناته شدن می‌تواند باعث جمع‌شدگی بیش‌تر شده و احتمال ترک خوردگی را افزایش دهد.

در هوای سرد منظور از عمل آوری، ایجاد پوشش عایق بر روی بتن و یا گرم کردن بتن است. در محیط بسته اگر ایجاد گرما باعث خشک شدن بتن می‌شود، می‌توان از رطوبت رسانی با آب یا بخار آب استفاده کرد.

ت ۸-۷-۶-۳ لبه‌ها و گوشه‌های اعضای بتنی در معرض افت دمای بیش‌تر و احتمال یخزدگی هستند و باید توجه بیش‌تری به آن‌ها نمود.

ت ۸-۶-۷ حفاظت بتن

ت ۸-۶-۷-۱ کسب مقاومت فشاری بتن در هوای سرد، کندتر از شرایط استاندارد (حدود ۲۰°C و ۱۰۰ درصد رطوبت نسبی) است. بدین منظور می‌توان با ارتباط دادن مقاومت فشاری نمونه‌های استوانه‌ای عمل‌آوری شده در شرایط استاندارد در سنین مختلف اولیه با بلوغ، رابطه‌ی مورد نظر برای بتن موجود را به‌دست آورد. سپس با استفاده از رابطه‌ی بلوغ برای بتن موجود در کارگاه، بلوغ به‌دست آمده را محاسبه نمود و مقاومت فشاری متناظر را تخمین زد.

همچنین می‌توان برای تخمین مقاومت فشاری بتن در کارگاه از روش‌های غیر مخرب مانند آزمایش فراصوتی یا چکش برجهندگی (اشمیت) استفاده نمود. ابتدا لازم است رابطه‌ی همبستگی مقاومت فشاری و نتایج آزمایش‌های غیر مخرب (برای بتن موجود) به‌دست آید، سپس با استفاده از نتایج آزمایش‌های غیر مخرب بر روی بتن موجود در کارگاه مقاومت فشاری آن را تخمین زد.

با استفاده از نمونه‌های آگاهی که در شرایط عمل‌آوری واقعی نگهداری شده‌اند نیز می‌توان به‌صورت محافظه‌کارانه مقاومت فشاری بتن عضو را تخمین زد. هرچند در این مورد تردیدهایی وجود دارد، اما با توجه به شرایط موجود استفاده از این روش نیز در ایران توصیه می‌شود.

پس از پایان دوره حفاظت بتن، اگر دمای محیط بیش‌تر از ۱۰°C و رطوبت نسبی محیط در حدی است که احتمال خشک‌شدگی شدید بتن وجود دارد، می‌توان از روش عمل‌آوری با آب استفاده

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

۸-۶-۷-۲ پس از دوره‌ی محافظت چنانچه دمای متوسط محیط بیش‌تر از ۵ °C باشد، عمل‌آوری متعارف به نحو مناسب طبق بند ۸-۵-۳ اعمال می‌گردد. چنانچه بعد از دوره‌ی محافظت، دمای محیط کم‌تر از ۵ درجه‌ی سلسیوس باشد، لازم است محافظت بتن تا رسیدن به مقاومت مورد نظر در اتمام عمل‌آوری (طبق ۸-۵-۴) تداوم یابد. حداقل دمای بتن در این دوره می‌تواند بسته به انتخاب دستگاه نظارت کماکان مطابق با حداقل دمای ردیف ۱ در جدول ۸-۷ باشد یا اینکه بتن در دمای بیش‌تر از ۵°C نگهداری شود.

۸-۶-۸ افت دما پس از دوره حفاظت

۸-۶-۸-۱ در طی ۲۴ ساعت پس از اتمام مدت حفاظت از بتن باید به‌تدریج از حفاظت کاسته شود تا بتن در معرض تغییرات ناگهانی دما قرار نگیرد. براساس حداقل بعد بتن، حداکثر افت دما پس از ۲۴ ساعت بعد از خاتمه‌ی دوره حفاظت باید مطابق با جدول ۸-۸ باشد.

جدول ۸-۸ حداکثر مجاز افت دمای بتن بر اساس حداقل بعد عضو بتنی، ۲۴ ساعت پس از خاتمه حفاظت

حداقل بعد عضو بتنی، (متر)	حداکثر مجاز افت دما (درجه‌ی سلسیوس)
کم‌تراز۰/۳	۲۸
۰/۳ تا ۰/۹	۲۲
۰/۹ تا ۱/۸	۱۷
بیش‌تراز ۱/۸	۱۱

تفسیر/توضیح

کرد. در غیر این‌صورت، پس از پایان دوره حفاظت باید از روش عمل‌آوری عایقی رطوبتی مانند پوشش نایلونی و مواد شیمیایی غشایی استفاده نمود.

در دوره‌ی حفاظت باید از پوشش عایق حرارتی مناسب استفاده شود تا دمای ذکر شده در ردیف ۱ در جدول ۸-۷ حفظ شود. بنابراین اگر دماسنج دمای کم‌تر از مقادیر مذکور در این جدول را نشان می‌دهد، نشانه‌ی نامناسب بودن پوشش است. لبه‌ها و گوشه‌ها مستعد آسیب دیدگی بیش‌تری در هوای سرد هستند، بنابراین ضخامت پوشش در این قسمت‌ها باید بیش‌تر باشد. اعمال پوشش باید شامل سطوح قالب‌بندی شده و سطوح در معرض هوا باشد.

ت ۸-۶-۸ افت دما پس از دوره حفاظت

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۸-۶-۹ قالب‌برداری

۸-۶-۹-۱ با توجه به اهمیت زمان قالب‌برداری در هوای سرد، لازم است به بند۸-۱-۷ فصل قالب‌بندی مراجعه گردد.

۸-۷ بتن‌ریزی در هوای گرم

۸-۷-۱ شرایط هوای گرم

۸-۷-۱-۱ هرگاه دمای بتن در زمان بتن‌ریزی بیش‌تر از ۳۲°C باشد، بتن‌ریزی در شرایط هوای گرم محسوب می‌شود و تدارکات ضروری برای ساخت بتن و بتن‌ریزی در هوای گرم را باید فراهم کرد.

۸-۷-۲ تدارکات برای ساخت بتن و بتن‌ریزی

۸-۷-۲-۱ کلیه‌ی مواد و تجهیزات مورد نیاز برای ساخت بتن و بتن‌ریزی در هوای گرم باید قبل از شروع عملیات فراهم

تفسیر/توضیح

ت ۸-۶-۹ قالب‌برداری

ت ۸-۷-۹-۱ در هوای سرد روند کسب مقاومت فشاری برای همه‌ی انواع سیمان، به‌ویژه سیمان‌های آمیخته کند می‌شود. بنابراین باید توجه ویژه‌ای به این امر در تعیین زمان قالب‌برداری نمود.

ت ۸-۷ بتن‌ریزی در هوای گرم

ت ۸-۷-۱ شرایط هوای گرم

ت ۸-۷-۱-۱ معمولا دمای بتن تولید شده در کارگاه حدود ۲ درجه‌ی سلیسوس بیش‌تر از دمای محیط است. لذا در دمای محیط بالاتر از ۳۰ درجه‌ی سلسیوس، احتمال قرارگیری در شرایط بتن‌ریزی در هوای گرم وجود دارد.

بدیهی است در قطعات حجیم ممکن است به‌دلیل ایجاد تنش‌های حرارتی ناشی از افزایش دمای بتن و گرادیان حرارتی، نیاز به دمای به مراتب کم‌تری وجود داشته باشد. در این مورد باید به آیین‌نامه‌ی شماره‌ی ۳۴۴ «آئین‌نامه سازه‌های بتنی حجیم» مراجعه نمود.

دمای زیاد بتن اثرات نامطلوبی بر بتن تازه و سخت‌شده دارد. بخشی از این اثرات به شرح زیر است:

- افت بیش‌تر روانی و خطر افزودن آب به مخلوط در کارگاه؛
- افزایش آهنگ گیرش، در نتیجه ایجاد مشکلات در انتقال، تراکم و پرداخت سطح بتن و خطر بیش‌تر در به‌وجود آمدن درزهای سرد (درز بین دو لایه‌ی بتن بدون پیوستگی)؛
- احتمال بیش‌تر ترک خوردگی ناشی از جمع‌شدگی خمیری و حرارتی؛
- احتمال افزایش جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدگی؛
- احتمال کاهش مقاومت‌های مکانیکی و دوام.

غیر از دمای بتن عوامل دیگری نیز مانند دمای زیاد هوا، رطوبت نسبی کم هوا، سرعت زیاد باد، ارتفاع زیاد از سطح دریا و تابش مستقیم خورشید به تبخیر بیش‌تر از سطح بتن می‌انجامد. این عوامل می‌توانند باعث افزایش اثرات نامطلوب هوای گرم (دمای هوا) به خصوص جمع‌شدگی خمیری و ترک‌خوردگی در سطح بتن شوند.

ت ۸-۷-۲ تدارکات برای ساخت بتن و بتن‌ریزی

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

شوند. در این بخش به مواد و تجهیزات ضروری اشاره شده است.

۸-۷-۳ ساخت بتن

۸-۷-۳-۱ برای کاهش دمای مخلوط بتن لازم است از روش‌های پیشگیرانه جهت جلوگیری از افزایش دمای مصالح اولیه (سیمان، سنگدانه و آب) استفاده نمود. همچنین می‌توان نسبت به خنک کردن مصالح مصرفی اقدام کرد. آسان‌ترین روش استفاده از آب سرد و یا یخ در مخلوط بتن است. چنانچه با استفاده از آب سرد در ساخت مخلوط بتن نتوان دمای آن را در حد مورد نظر کاهش داد، می‌توان تا ۷۵ درصد آب مورد نیاز برای ساخت مخلوط بتن را با تراشه‌ی یخ یا یخ پولکی جایگزین کرد. اما نباید در پایان عملیات مخلوط کردن بتن، یخی در بتن مشاهده شود.

۸-۷-۳-۲ مصالح مصرفی شامل سنگدانه و مواد سیمانی و آب باید تا حد امکان از دمای کمی برخوردار باشند. بدیهی است، دمای بتن پس از مخلوط کردن باید از حداکثر دمای مجاز در ریختن کم‌تر باشد.

تفسیر/توضیح

ت ۸-۷-۳ ساخت بتن

ت ۸-۷-۳-۱ استفاده از آب سرد در ساخت مخلوط بتن می‌تواند تا حدود ۴ °C دمای مخلوط را کاهش دهد، اما اثر کاهش دمای مخلوط با استفاده از یخ به‌صورت مستقیم تا حدود ۱۰ °C است.

ت ۸-۷-۳-۲ در صورت امکان از سیلو با رنگ سفید برای نگهداری سنگدانه و سیمان استفاده گردد و کیسه‌های سیمان در انبار سرپوشیده انبار شود. برای جلوگیری از افزایش دمای آب توصیه می‌شود منابع یا مخازن آب و لوله‌های رابط در سایه قرار گرفته و با مواد عایق پوشانده شوند. همچنین بهتر است مخازن آب در زمین مدفون گردند. جهت جلوگیری از افزایش دمای سنگدانه‌ها، ناشی از تابش مستقیم آفتاب، توصیه می‌شود سنگدانه‌ها در زیر سایبان مناسب قرار گیرند.

برای خنک کردن سنگدانه‌های درشت در مناطق نسبتا خشک می‌توان از پاشش آب بر سطح آن استفاده کرد و اجازه داد تا آب سنگدانه تبخیر شود. به‌هر حال در صورتی که بخشی از آب در سنگدانه‌ها باقی بماند، باید آن را در تعیین مقدار آب مورد نیاز برای ساخت مخلوط منظور نمود.

دمای مخلوط بتن باید در حدی باشد که پس از حمل و قبل از ریختن از دمای مجاز تجاوز نکند.

برای محاسبه‌ی دمای مخلوط بتن بر مبنای وزن و دمای مصالح مصرفی می‌توان از رابطه‌ی ارائه شده در بخش بتن‌ریزی در هوای سرد استفاده کرد. اما اگر از یخ به عنوان بخشی از آب مصرفی استفاده می‌شود، برای محاسبه‌ی دمای مخلوط می‌توان از رابطه ت ۸-۳ بهره گرفت:

رابطه ت ۸-۳)

$$T_m = \frac{\left[0.22\left(T_s W_s + T_a W_g + T_c W_c\right) + T_w W_w + T_s W_{ws} + T_g W_{wg} - 80 W_i\right]}{\left[0.22\left(W_s + W_g + W_c\right) + W_w + W_{ws} + W_{wg} + W_i\right]}$$

پیش‌نویس ویرایش چهارم ۱۳۹۸/۱۲/۲۶

متن اصلی

۸-۷-۳-۳ لازم است تمام وسایل ساخت بتن تا حد امکان در سایه نگهداری شوند و با ریختن آب بر سطح یا درون مخلوط‌کن نسبت به کاهش دمای آن اقدام شود. اما در هنگام ساخت مخلوط بتن، نباید آب اضافی در مخلوط‌کن باشد.

۸-۷-۳-۴ برای جبران افت اسلامپ در هوای گرم نباید بیش‌تر از مقدار آب نسبت های مخلوط بتن، آب دیگری اضافه شود. با کاهش دمای مخلوط بتن طبق بند ۸-۷-۵-۲ می‌توان افت اسلامپ را کاهش داد. برای طولانی‌تر کردن مدت حفظ اسلامپ مخلوط بتن، می‌توان از مواد کندگیر یا روان‌کننده یا کاهنده‌ی آب که خاصیت کندگیری دارند، استفاده کرد.

۸-۷-۴ انتقال بتن

۸-۷-۴-۱ انتقال بتن با کامیون حمل بتن[1] باید به نحوی باشد که حداکثر تعداد چرخش جام کامیون به ۳۰۰ دور محدود گردد. در صورتی‌که قرار باشد عمل اختلاط و حمل به‌صورت توام انجام شود، لازم است حداقل ۷۰ دور با سرعت چرخش تند بتن را مخلوط کرد اما برای بقیه دورها سرعت چرخش جام باید سرعت کند باشد. مدت انتقال بتن با کامیون مخلوط‌کن بتن تا اتمام تخلیه‌ی بتن از کامیون نباید از یک ساعت بیش‌تر شود. همچنین این مدت می‌تواند با مصرف مواد افزودنی کندگیر یا سیمان‌هایی با دیرگیری و افت اسلامپ کم با مجوز دستگاه نظارت افزایش یابد.

۸-۷-۴-۲ برای جلوگیری از گرم شدن بتن در حین انتقال توصیه می‌شود قبل از استفاده دمای وسایل و تجهیزات حمل و ریختن مانند دیگ مخلوط‌کن را با کمک آب یا چتایی خیس کاهش داد. توصیه می‌شود رنگ وسایل حمل و ریختن بتن مانند دیگ کامیون حمل بتن، سفید یا رنگ روشن باشد.

تفسیر/توضیح

که در آن:

W_i: وزن یخ به kg است.

بقیه‌ی پارامترهای رابطه ت ۸-۳، دررابطه ت ۸-۲ بخش بتن‌ریزی در هوای سرد تعریف شده است.

ت ۸-۷-۳-۴ مقدار آب مخلوط بتن باید به مقدار تعیین شده در نسبت نسبت های مخلوط باشد و به هیچ وجه نباید برای جبران افت اسلامپ، بیش‌تر از آب تعیین شده در نسبت های مخلوط، به مخلوط بتن آب اضافه کرد. زیرا اضافه کردن آب منجر به افزایش نسبت آب به مواد سیمانی و در نتیجه کاهش مقاومت مکانیکی و دوام بتن می‌شود.

ت ۸-۷-۴ انتقال بتن

ت ۸-۷-۴-۲ در هوای شرجی و گرم نمی‌توان انتظار داشت که با آب‌پاشی سطح بیرونی کامیون مخلوط‌کن و یا استفاده از گونی خیس در سطح آن افت دمای قابل ملاحظه‌ای حاصل شود. در این حالت لازم است صرفا از آب خنک برای کاهش دمای دیگ مخلوط‌کن استفاده نمود.

پیش نویس ویرایش ۲۹۷/۱۲/۲۹

1 - Truck Mixer

متن اصلی

۸-۷-۵ بتن‌ریزی

۸-۷-۵-۱ حداکثر دمای مخلوط بتن در هنگام بتن‌ریزی باید به ۳۲ درجه‌ی سلسیوس محدود شود، مگر آن که طراح یا دستگاه نظارت پروژه دمای کم‌تری را تجویز نماید.

۸-۷-۵-۲ زمانی که شرایط محیطی احتمال ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی خمیری را افزایش می‌دهد، باید نسبت به حفاظت سطح بتن از تبخیر زیاد به‌ویژه در دال‌ها اقدام کرد. دمای زیاد هوا و بتن، رطوبت کم محیط، سرعت زیاد باد و تابش مستقیم آفتاب از عوامل تشدید کننده تبخیر آب از سطح بتن هستند. استفاده از پوشش نایلونی بر سطح بتن بدون آن‌که در تماس مستقیم با بتن باشد یا استفاده از مواد غشاساز جلوگیری کننده از تبخیر پس از اتمام پرداخت سطح، روش مناسبی برای کاهش نرخ تبخیر است.

۸-۷-۵-۳ در صورتی که نرخ تبخیر در حد زیاد است و امکان کاهش نرخ تبخیر وجود ندارد، می‌توان از انواع الیاف به مقدار کم استفاده کرد. استفاده از الیاف حتی به مقدار حدود ۰/۱ تا ۰/۲ درصد حجم بتن می‌تواند بروز ترک ناشی از جمع‌شدگی خمیری را به تاخیر انداخته و یا کاهش دهد. هر چند به‌کارگیری تمهیدات کاهش نرخ تبخیر کمک بزرگی در کاهش احتمال ترک‌خوردگی است.

۸-۷-۶ عمل‌آوری

۸-۷-۶-۱ در هوای گرم بهترین روش عمل‌آوری برای دال‌ها ایجاد حوضچه‌ی آب بر سطح آن‌ها است. همچنین استفاده از چتایی خیس همراه با پوشش پلاستیک بر روی آن در اعضای بتنی توصیه می‌شود. چتایی باید در طول مدت عمل‌آوری به‌طور مداوم خیس باشد، اگر چتایی خشک و مجددا خیس

تفسیر/توضیح

ت ۸-۷-۵ بتن‌ریزی

ت ۸-۷-۵-۲ نرخ تبخیر آب از سطح بتن را می‌توان از **رابطه ت ۸-۴** محاسبه کرد. اگر نرخ تبخیر در بتن‌های معمولی بیش‌تر از ۰/۵ $kg/m^2/h$ باشد، برای جلوگیری از ترک‌خوردگی خمیری ناشی از تبخیر باید نسبت به حفاظت سطح بتن برای کاهش نرخ تبخیر اقدام نمود. بدیهی است چنانچه از بتن‌هایی با آب انداختگی ناچیز مانند بتن‌های حاوی دوده‌ی سیلیسی یا بتن خودتراکم استفاده شود، شرایط حفاظتی باید تشدید گردد، زیرا ممکن است در نرخ تبخیر کم‌تر از ۰/۵ $kg/m^2/h$ نیز ترک خوردگی اتفاق بیافتد.

رابطه ت ۸-۴)

$$E = 5[(T_c + 18)^{2.5} - R(T_a + 18)^{2.5}](V + 4) * e^{-6}$$

که در آن:

E نرخ تبخیر به $kg/m^2/h$

R رطوبت نسبی تقسیم بر ۱۰۰

T_a دمای هوا به درجه‌ی سلسیوس

T_c دمای بتن به درجه‌ی سلسیوس

V سرعت باد به km/h

ت ۸-۷-۵-۳ وزن الیاف با توجه به حجم آن می‌تواند به‌صورت درصدی از حجم بتن بدست آید. برای این منظور می‌توان حجم الیاف را در چگالی آن ضرب نمود تا وزن الیاف محاسبه گردد.

ت ۸-۷-۶ عمل‌آوری

ت ۸-۷-۶-۱ به روش‌های عمل‌آوری مطابق بند ۸-۵-۳ مراجعه شود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی	تفسیر/توضیح
شود، چرخه‌های خیس و خشک شدن در سطح بتن رخ می‌دهد که عمل‌آوری صحیحی محسوب نمی‌شود.	
۸-۷-۶-۲ می‌توان از محلول شیمیایی غشاساز با رنگ روشن یا سفید استفاده نمود. اما برای بتن‌های پرمقاومت با نسبت آب به مواد سیمانی کم‌تر از ۰/۴۲، استفاده از روش‌های صرفا جلوگیری کننده از تبخیر مانند استفاده از پوشش نایلونی تنها و محلول شیمیایی غشاساز توصیه نمی‌شود، مگر آن‌که استفاده از آن‌ها توسط دستگاه نظارت مجاز تشخیص داده شود.	
۸-۷-۶-۳ برای مدت عمل‌آوری مورد نیاز به جدول ۶-۸ مراجعه شود. در این جدول رده‌ی عمل آوری، شرایط محیطی، نوع سیمان و دمای متوسط سطح بتن یا هوای مجاور در نظر گرفته شده است.	

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

فصل نهم

بتن‌ریزی در شرایط خاص و بتن‌های ویژه

متن اصلی | **تفسیر/توضیح**

۹-۱ کلیات

۹-۱-۱ بتن‌های ویژه بتن‌هایی هستند که مواد و مصالح تشکیل دهنده، روش اجرا یا خواص تازه و سخت‌شده‌ی آن‌ها با بتن‌های متداول تفاوت قابل توجهی دارد.

۹-۱-۲ علاوه بر الزاماتی که در این فصل برای بتن‌های ویژه ارائه شده است، باید سایر ضوابط و الزامات این آیین‌نامه نیز رعایت گردد. به عبارت دیگر، فقط تفاوت‌ها در این بخش ارائه شده است و بخش‌های مرتبط با بتن متعارف همچنان الزامی باقی می‌ماند.

۹-۱-۳ در طراحی و اجرای بتن‌های ویژه نیاز به منابع انسانی ماهر و آموزش‌دیده و همچنین استفاده از تجهیزات و وسایل خاص در آزمایشگاه و کارگاه است. قبل از شروع به اجرای بتن‌های ویژه، این نیازها باید فراهم شود.

ت ۹-۱ کلیات

ت ۹-۱-۳ لازم است، جلسات هماهنگی بین کارفرما، مشاور، پیمانکار و کلیه دست‌اندرکاران در مراحل مطالعات و اجرای پروژه برگزار شود.

۹-۲ بتن پرمقاومت

۹-۲-۱ کلیات

۹-۲-۱-۱ بتن پرمقاومت بتنی است که مقاومت مشخصه‌ی آن در سن ۲۸ روز بیش‌تر از ۴۰ مگاپاسگال باشد.

ت ۹-۲ بتن پرمقاومت

ت ۹-۲-۱ کلیات

ت ۹-۲-۱-۱ با توجه به اینکه بعضی از جداول و روابط برای بتن‌های بامقاومت تا حدود ۴۰ مگاپاسکال معتبر است و با توجه به شرایط مقاومتی معمول بتن در ایران، در حال حاضر بتن پرمقاومت در این آئین‌نامه ۴۵ مگاپاسکال و بیشتر در نظر گرفته می‌شود. ممکن است در آینده‌ی نزدیک با رایج‌تر شدن ساخت بتن‌هایی با رده‌ی بالاتر از ۴۵ مگاپاسکال، این مرز به ۵۰ مگاپاسکال یا بالاتر نیز افزایش یابد. همچنین، در ساخت بتن‌هایی با مقاومت مشخصه‌ی بیش‌تر از ۴۰ مگاپاسکال به تمهیدات ویژه‌ای در زمینه‌ی انتخاب مصالح، مصرف افزودنی‌های شیمیایی، پوزولان‌ها، سرباره‌ها

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۲-۲ مصالح مصرفی

۹-۲-۲-۱ سیمان

استفاده از انواع سیمان‌های پرتلند و آمیخته در تولید بتن پرمقاومت مجاز است.

۹-۲-۲-۲ سنگدانه‌ها

استفاده از اندازه‌ی اسمی سنگدانه تا حداکثر ۲۰ میلی‌متر توصیه می‌شود. استفاده از شن شکسته یا نیم شکسته پرمقاومت با حداکثر مقاومت سایشی ۳۰ درصد (رده‌ی LA30 مطابق استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۳۰۲) در ساخت این نوع از بتن‌ها توصیه می‌گردد.

۹-۲-۲-۱ سیمان

۹-۲-۲-۱-۱ در این بتن‌ها استفاده از فوق روان‌کننده یا کاهنده‌های آب ممتاز الزامی است.

۹-۲-۲-۱-۲ با توجه به احتمال افت روانی زیاد این نوع بتن، توصیه می‌شود از مواد دیرگیر کننده یا حفظ کننده‌ی روانی به همراه مواد فوق‌روان‌کننده استفاده شود.

۹-۲-۲-۱-۳ استفاده از هرگونه ماده‌ی افزودنی به شرطی مجاز است که در نسبت های مخلوط و ساخت مخلوط آزمایشی در آزمایشگاه و کارگاه، نتایج عملکردی مطلوبی به دست آید.

۹-۲-۲-۱-۴ استفاده از مواد مکمل سیمانی از جمله دوده‌ی سیلیسی در بتن‌های پرمقاومت توصیه می‌شود.

۹-۲-۲-۱-۵ استفاده از محصولات آماده تحت عنوان ژل دوده‌ی سیلیس یا محصولات مشابه، بدون اطلاع از مواد تشکیل‌دهنده و نسبت‌های آن‌ها مجاز نیست. در صورت اطلاع از موارد فوق نیز کنترل عملکرد ماده‌ی مزبور ضرورت دارد.

تفسیر/توضیح

و دقت در ساخت و کنترل کیفی نیاز است. بنابراین از این نظر نیز می‌توان هم‌اکنون این مرز را منطقی محسوب نمود.

- از این نوع بتن می‌توان در ساخت اعضاء سازه‌ای مانند ستون‌ها، دیوارهای برشی، پوسته‌ها، سازه‌های ساحلی، کف‌های صنعتی و سازه‌های بتنی پیش‌ساخته و پیش تنیده استفاده نمود.

ت ۹-۲-۲ **مصالح مصرفی**

ت ۹-۲-۲-۱ سیمان

در به‌کارگیری سیمان‌های آمیخته برای ساخت بتن پرمقاومت، همچون سیمان‌های پرتلند، اطمینان از کسب مقاومت فشاری در سن مقرر باید با حساسیت بیش‌تری مورد توجه قرار گیرد.

ت ۹-۲-۲-۲ سنگدانه‌ها

در صورت تامین مقاومت و کارایی مورد نظر، استفاده از حداکثر اندازه‌ی سنگدانه بزرگ‌تر مجاز است.

ت ۹-۲-۲-۱ سیمان

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۲-۲-۴ الیاف فولادی

۹-۲-۲-۴-۱ استفاده از الیاف فولادی با نظر طراح پروژه یا دستگاه نظارت و رعایت تمهیدات مندرج در بخش بتن الیافی در بتن‌هایی با مقاومت بیشتر از ۶۵ مگاپاسگال به‌ویژه در مناطق دارای زلزله با خطر نسبی زیاد و بسیار زیاد توصیه می‌شود.

۹-۲-۲-۴-۲ استفاده از سایر انواع الیاف، با در نظر گرفتن عملکرد آن‌ها از نظر مقاومتی و غیره بلامانع است.

۹-۲-۲-۵ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

۹-۲-۲-۵-۱ نسبت های مخلوط بتن‌های پرمقاومت باید ابتدا در آزمایشگاه ساخته و بر اساس نتایج بدست آمده مورد تائید قرا رگیرد. تهیه شود. همچنین لازم است از عملکرد آن در کارگاه نیز اطمینان حاصل شود.

تفسیر/توضیح

ت ۹-۲-۲-۴ الیاف فولادی

ت ۹-۲-۲-۵-۱ توصیه می‌گردد در ساخت این نوع بتن، از نسبت آب به مواد سیمانی کم‌تر از ۰/۴ استفاده گردد.

- مقدار مواد سیمانی برای کاهش گرمازایی و جمع‌شدگی و رعایت مسایل زیست محیطی و توسعه‌ی پایدار تا حد امکان باید محدود گردد. توصیه می‌شود حداکثر مقدار سیمان پرتلند به ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و مواد سیمانی به ۵۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب محدود شود.

- در صورتی که مقدار سیمان از ۴۲۵ کیلوگرم در متر مکعب یا مقدار مواد سیمانی از ۴۷۵ کیلوگرم بر متر مکعب برای حداکثر اندازه اسمی سنگدانه ۲۰ میلی متر بیشتر شود، باید تمهیدات لازم جهت کنترل جمع‌شدگی صورت پذیرد.

- در تعیین نسبت‌های مخلوط باید دقت نمود اگر ابعاد عضو، مطابق آیین‌نامه‌ی بتن حجیم، نشریه‌ی شماره‌ی ۳۴۴ سازمان برنامه و بودجه بزرگ باشد، ممکن است دما در هسته‌ی آن به‌شدت افزایش یابد. لذا برای جلوگیری از کاهش مقاومت بتن و پدیده‌ی تشکیل اترینگایت تاخیری، نباید دمای هسته‌ی بتن از ۷۰ درجه‌ی سلسیوس بیش‌تر شود. همچنین تنش‌های حرارتی و ترک‌خوردگی ناشی از آن باید در عضو بتنی کنترل گردد.

- در صورتی‌که این نوع بتن، کاربری خاصی داشته باشد، باید نسبت های مخلوط بتن چنان تهیه شود که محدوده کارائی و روانی مناسب و سایر نیازها مانند افزودن مواد فوق‌روان‌کننده مطابق با هدف کاربرد این نوع بتن برآورده شود.

- جدول ت ۹-۱ به‌صورت راهنما در خصوص رده‌بندی بتن‌های پرمقاومت و نسبت‌های آب به مواد سیمانی متناظر ارائه شده است و صرفا جنبه راهنمایی دارد. در این جدول سیمان مصرفی در بتن دارای رده‌ی مقاومتی ۴۲/۵ و شن صد درصد شکسته در نظر گرفته شده است. در بتن‌های پرمقاومت چنانچه از دوده سیلیسی استفاده

پیش‌نویس مورخ ۹۸/۱۲/۱۲

متن اصلی

۹-۲-۳ اجرا

۹-۲-۳-۱ در هنگام ساخت این نوع بتن در کارگاه، دقت بیشتری بویژه در مورد رعایت نسبت آب به مواد سیمانی اعمال نمود.

۹-۲-۳-۲ در این نوع از بتن به خاطر نسبت کم آب به مواد سیمانی و مصرف زیاد سیمان، عمل آوری اهمیت زیادی دارد. لذا استفاده از عمل‌آوری مرطوب توصیه می‌شود. در صورت استفاده از روش‌های دیگر عمل آوری باید روش آن به تائید دستگاه نظارت برسد.

۹-۲-۳-۳ با توجه به افت روانی قابل توجه این نوع از بتن، ممکن است افزودن مواد فوق‌روان‌کننده در دو مرحله‌ی ساخت بتن و سپس در پای کار انجام شود. افزودن این مواد در مرحله‌ی ساخت بتن حتما باید در ایستگاه مرکزی ساخت بتن انجام شود.

۹-۳ بتن الیافی

۹-۳-۱ کلیات

۹-۳-۱-۱ بتن الیافی نوعی ماده‌ی مرکب است که از سنگدانه، خمیر مواد سیمانی و الیاف مجزا (ناپیوسته) ساخته می‌شود. الیاف مورد استفاده می‌توانند از نوع فلزی، پلیمری، کربنی، شیشه‌ای، گیاهی و سلولزی یا ترکیب چند نوع از این الیاف باشند. در این بخش، عمدتا به الیاف فولادی پرداخته می‌شود و تنها در خصوص دال‌های بتنی و کف‌های صنعتی به کاربرد الیاف پلیمری برای کنترل جمع‌شدگی بتن اشاره شده است.

تفسیر/توضیح

شود، می‌توان از نسبت آب به مواد سیمانی نزدیک به کرانه فوقانی استفاده نمود.

جدول ت ۹-۱ راهنمای طبقه‌بندی بتن‌های پرمقاومت

مشخصات بتن	مقاومت زیاد	مقاومت خیلی زیاد	مقاومت فوق‌العاده زیاد
مقاومت (مگاپاسکال)	۴۵-۷۰	۷۵-۱۰۰	بیش‌تر از ۱۰۰
نسبت آب به مواد سیمانی	۰/۳۵ – ۰/۴۰	۰/۲۸ – ۰/۳۵	کم‌تر از ۰/۲۸

ت ۹-۲-۳ اجرا

ت ۹-۲-۳-۱ اندازه‌گیری رطوبت سنگدانه‌ها باید به‌صورت مستمر و ترجیحا خودکار انجام شود و با توجه به نتایج آن اصلاحات لازم در وزن سنگدانه و آب مصرفی اعمال گردد.

ت ۹-۲-۳-۲ با توجه به نسبت آب به مواد سیمانی و به‌کارگیری مواد افزودنی معدنی در این نوع بتن، معمولا جمع‌شدگی خود به‌خودی آن زیادتر از بتن‌های معمولی است. لذا رطوبت‌رسانی به آن برای کاهش این نوع از جمع‌شدگی اهمیت دارد.

ت ۹-۲-۳-۳ در صورتی که نیاز باشد تا روان‌کننده در دو مرحله به بتن افزوده شود، باید قبل از اجرا عملکرد آن به‌صورت آزمایشی در آزمایشگاه و کارگاه ارزیابی شود. همچنین باید کنترل روانی قبل و بعد از افزودن فوق‌روان‌کننده در هر دو مرحله انجام پذیرد.

ت ۹-۳ بتن الیافی

ت ۹-۳-۱ کلیات

ت ۹-۳-۱-۱ کاربردهای عمده‌ی الیاف فولادی شامل قطعات بتنی پیش‌ساخته، دال‌های بتنی متکی به شمع در مناطق دارای خاک ضعیف (نظیر کف کارخانه‌ها، انبارها و زیرزمین‌ها) و دال‌های بتنی متکی به ستون است.

- استفاده از الیاف برای مسلح کردن دال‌های بتنی به‌دلیل داشتن مزایایی از جمله کنترل ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی، بهبود طاقت، دارا بودن مقاومت کششی پسماند، کاهش نیروی انسانی و تجهیزات و همچنین سهولت اجرای آن، راهکاری مناسب است.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۳-۲ مشخصات الیاف

۹-۳-۲-۱ پیش از مصرف الیاف باید مشخصات الیاف شامل نوع الیاف، طول، قطر یا نسبت طول به قطر (ضریب شکل)، شکل، بافت سطحی، مدول الاستیسیته و حداقل مقاومت کششی نهایی الیاف مشخص گردد. طول الیاف نباید از نصف فاصله‌ی آزاد آرماتورها و نصف ضخامت پوشش بتن روی آرماتورها بیش‌تر باشد.

۹-۳-۳ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

۹-۳-۳-۱ مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن الیافی باید به‌صورت خاص با توجه به شرایط پروژه و با در نظر گرفتن مشخصات الیاف، طبق بند ۳-۲-۱ تعیین یا از مخلوط‌های اجرا شده در پروژه‌های قبلی مشخص شود. در هر دو صورت مقادیر و نسبت‌های مخلوط باید علاوه بر تأمین کارایی، مقاومت فشاری و موارد دیگری نظیر طاقت خمشی و مقاومت خمشی مورد نیاز را برآورده کند.

۹-۳-۳-۲ با توجه به مقدار مصرف الیاف، طول، قطر و شکل الیاف، تغییر روانی در بتن الیافی ایجاد می شود. معمولا، الیاف روانی بتن را کاهش می دهد. از این‌رو باید بر اساس مخلوط‌های

تفسیر/توضیح

- در قطعات بتنی پیش‌ساخته استفاده از آرماتور برای مقاومت در برابر تنش‌های موضعی، نظیر تنش‌های ناشی از بارهای متمرکز وارده در هنگام تولید قطعات مناسب است. اما در تنش‌های توزیع شده نظیر تنش‌های ناشی از فشار خاک و آب‌های زیرزمینی در مرحله‌ی بهره‌برداری، الیاف عملکرد بهتری دارند. از آنجا که معمولا هم تنش‌های موضعی و هم تنش‌های توزیع شده در قطعات پوشش سازه‌های زیر زمینی وجود دارد، این قطعات را می‌توان به‌صورت یک سیستم ترکیبی از آرماتور و الیاف تولید نمود.

الیاف پلیمری به‌ویژه الیاف پلی‌پروپیلن در اغلب اوقات به‌منظور کنترل عرض ترک و زمان ترک‌خوردگی دال‌های بتنی و کف‌های صنعتی در سنین اولیه و ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی خمیری (پلاستیک) استفاده می‌شود.

ت ۹-۳-۲ مشخصات الیاف

ت ۹-۳-۲ الیاف فولادی معمولا با مقاومت کششی نهایی تا حدود ۱۱۰۰ مگاپاسکال در دسترس هستند. الیاف با مقاومت‌های بیش‌تر به‌صورت خاص سفارش داده می‌شوند. طول معمول این الیاف در محدوده‌ی ۱۳ الی ۶۴ میلی‌متر و نسبت طول به قطر (ضریب شکل) آن‌ها نیز در محدوده‌ی ۳۰ الی ۱۰۰ قرار دارد. الیاف فولادی به شکل‌های صاف، موج‌دار، قلاب‌دار و با انتهای برآمده تولید می‌شوند. طول الیاف فولادی علاوه بر تعیین نسبت طول به قطر، کنترل محدودیت به‌کارگیری آن در بتن آرمه کاربرد دارد. الیاف پلی‌پروپیلن نیز به لحاظ هندسی در سه گروه تک‌رشته‌ای، چندرشته‌ای و نواری جای می‌گیرند.

ت ۹-۳-۳ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

ت ۹-۳-۳-۱ به هر حال ساخت مخلوط آزمایشی در آزمایشگاه و کنترل کارایی بتن و عملکرد آن از نظر مکانیکی ضرورت دارد.

ت ۹-۳-۳-۲ به‌منظور دستیابی به روانی مورد نظر بتن الیافی می‌توان به استفاده از افزودنی‌های روان‌کننده و خاکستر بادی اشاره نمود. همچنین کاهش سهم شن و افزایش سهم ماسه در دستور کار قرار می‌گیرد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

آزمایشی ساخته شده، علاوه بر مصرف افزودنی‌های مناسب مانند روان‌کننده باید بافت دانه‌بندی مخلوط سنگدانه‌ها را نیز ریزتر نمود.

۹-۳-۴ اجرا

۹-۳-۴-۱ قالب‌بندی و آرماتورگذاری

۹-۳-۴-۱-۱ به‌منظور کاهش مشکلات ناشی از بیرون زدن الیاف فولادی از گوشه‌های قالب، گوشه‌ها و لبه‌های تیز قالب باید پخ شوند. راه حل دیگر بتونه‌کاری یا استفاده از نوارهای مخصوص در داخل گوشه‌ها و لبه‌های تیز قالب است.

۹-۳-۴-۱-۲ در مواردی که الیاف فولادی همراه با شبکه‌ی آرماتور یا شبکه‌ی مفتول جوش شده استفاده می‌شود، فاصله‌ی آزاد آرماتورها یا مفتول‌های جوش شده یا ضخامت پوشش بتن روی آرماتور باید از دو برابر طول الیاف فولادی بیش‌تر باشد.

۹-۳-۴-۱-۳ افزودن الیاف باید به یکی از سه روش زیر انجام شود:

- الیاف در ایستگاه مرکزی بتن به جریان سنگدانه پیش از ورود به مخلوط‌کن اضافه شود.
- الیاف در ایستگاه مرکزی بتن، مخلوط و سپس آب اضافه شود.
- الیاف در مرحله‌ی آخر پس از اختلاط تمام اجزای تشکیل‌دهنده‌ی بتن به مخلوط‌کن اضافه شود.

۹-۳-۴-۲ جایدهی بتن

۹-۳-۴-۲-۱ حمل و جایدهی بتن‌های الیافی می‌تواند با تجهیزات متداول و با در نظر گرفتن نکات زیر انجام گیرد:

۹-۳-۴-۲-۲ با توجه به ضرورت افزایش شیب ناوه‌ی کامیون مخلوط‌کن، ممکن است نتوان بتن الیافی را به‌خوبی تخلیه کرد.

تفسیر/توضیح

- وجود الیاف در بتن ممکن است باعث افزایش آب انداختن شود. همچنین با کاهش حداکثر اندازه‌ی سنگدانه می‌توان مقدار الیاف بیش‌تری را با نگرانی کم‌تر در ارتباط با گلوله‌شدگی آن‌ها به‌کار برد. لازم به ذکر است که گلوله‌شدگی الیاف می‌تواند آب‌انداختن را نیز افزایش دهد.

ت ۹-۳-۴ اجرا

ت ۹-۳-۴-۱ قالب‌بندی و آرماتورگذاری

ت ۹-۳-۴-۱-۳ در روش اول الیاف را می‌توان به‌صورت دستی یا از طریق قیف مخزن الیاف به سنگدانه‌های در حال حرکت روی نوار نقاله (به‌ویژه درشت‌دانه) اضافه کرد یا آن‌ها را روی نوار نقاله دیگری ریخت که به نوار نقاله‌ی حامل سنگدانه منتهی می‌گردد. این روش به‌ویژه برای الیاف فولادی به‌صورت دسته‌ای (بسته‌ای) و الیاف پلی‌پروپیلن تک رشته‌ای توصیه می‌شود.

- در روش سوم، الیاف با نرخ حدود ۵۰ کیلوگرم در دقیقه به داخل قیف کامیون مخلوط‌کن در حالی که با سرعت حداکثر می‌چرخد، اضافه می‌شود. سپس سرعت دیگ به سرعت متوسط برای اختلاط کاهش یافته و باید حداقل ۵۰ دور با این سرعت بچرخد. استفاده از این روش زمانی مجاز است که کامیون مخلوط‌کن بیش از دو سوم ظرفیت اسمی خود بارگیری نشده باشد. توصیه می‌شود اسلامپ بتن پیش از افزودن الیاف، ۲۵ الی ۷۵ میلی‌متر (با توجه به مقدار الیاف مصرفی) بیش‌تر از اسلامپ نهایی مورد نظر باشد، زیرا با افزودن الیاف از مقدار اسلامپ بتن کاسته می‌شود.

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۱۲

متن اصلی

بنابراین گاه نیاز به استفاده از یک سکو برای استقرار کامیون مخلوط‌کن وجود دارد.

۹-۳-۴-۲-۳ جام باید دارای قیفی با شیب تند و سطح داخلی تمیز و هموار باشد. همچنین حداقل اندازه‌ی دهانه‌ی بازشو باید ۳۰۰ میلی‌متر یا ۱۲ برابر حداکثر اندازه‌ی سنگدانه محاسبه، هرکدام بیشتر است، باشد.

۹-۳-۴-۲-۴ برای پمپ کردن بتن حاوی الیاف فولادی بلند (بیش‌تر از ۵۰ میلی‌متر) به‌ویژه در مقادیر مصرف بیش از ۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب، باید تمهیدات لازم در نظر گرفته شود.

۹-۳-۴-۳ تراکم و پرداخت سطح بتن

۹-۳-۴-۳-۱ تمام روش‌های تراکم و پرداخت بتن معمولی با اعمال تغییرات جزئی، برای بتن الیافی نیز قابل استفاده می‌باشد.

از تجهیزات مکانیکی نیز می‌توان برای پرداخت بتن‌های الیافی استفاده نمود. تیغه‌ها و صفحات در طول مدت ماله‌کشی تا حد امکان موازی با سطح نگه داشته شوند، زیرا شیب‌دار بودن آن‌ها با زاویه‌ی زیاد موجب ظاهر شدن الیاف در سطح بتن می‌گردد.

۹-۳-۴-۳-۲ در کف‌های بتنی در صورت نیاز به زبر کردن سطح بتن، ابزارهای مورد استفاده نباید موجب بالا آمدن و ظاهر شدن الیاف شوند. برای زبر کردن سطح نباید از چتایی استفاده کرد.

تفسیر/توضیح

ت ۹-۳-۴-۲-۳ در صورت انسداد بازشو توسط الیاف و به‌منظور تخلیه‌ی آسان بتن می‌توان از لرزاننده‌ی بدنه‌ی روی جام استفاده نمود.

ت ۹-۳-۴-۲-۴ برای الیاف با طول کم‌تر از ۵۰ میلی‌متر، ضابطه‌ی خاصی ارائه نشده است.

برای الیاف با طول بیش از ۵۰ میلی‌متر، از لوله‌های با قطر حداقل ۱۲۵ میلی‌متر استفاده می‌شود.

توصیه می‌شود طول لوله‌های انعطاف‌پذیر پمپ تا حد امکان به حداقل برسد.

انتهای شوت کامیون مخلوط‌کن باید حدود ۳۰۰ میلی‌متر بالاتر از شبکه‌ی فلزی تعبیه شده‌ی روی قیف پمپ باشد. شبکه‌ی فلزی روی قیف نباید هنگام پمپ کردن بتن‌های الیافی برداشته شود. با اتصال یک لرزاننده‌ی کوچک به شبکه‌ی فلزی قیف می‌توان عبور جریان بتن الیافی از آن را تسهیل نمود.

استفاده از سنگدانه با دانه‌بندی گسسته توصیه نمی‌شود.

در مخلوط‌های بتن الیافی بسیار روان، انتقال بتن به روش پمپاژ چندان مناسب نیست. توصیه می‌شود حداکثر مقدار اسلامپ بتن الیافی برای پمپ کردن برابر با ۱۵۰ میلی‌متر باشد.

ت ۹-۳-۴-۳-۱ برای متراکم کردن بتن و فرو بردن الیاف موجود در سطح دال‌های بتنی از شمشه‌ی لرزان و یا شمشه‌ی لیزری استفاده می‌شود. به‌منظور ایجاد سطحی هموار و بستن پارگی‌ها و بازشدگی‌های موجود در سطح بتن از ابزارهای پرداخت فلزی انعطاف‌پذیر مانند تخته ماله دسته بلند، ماله با دو لبه‌ی گرد و برنده و شمشه‌ی روسازی استفاده می‌شود. ماله‌های چوبی سبب کنده شدن لایه‌ی سطحی بتن و در نتیجه بیرون آمدن الیاف شده و به‌همین دلیل کاربرد آن‌ها توصیه نمی‌گردد.

ت ۹-۳-۴-۳-۲ کشیدن چتایی سبب بلند شدن و ظاهر گشتن الیاف در سطح بتن می‌شود.

پیش‌نویس مورخ ۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

۹-۳-۴-۴ عمل‌آوری

۹-۳-۴-۴-۱ برای عمل‌آوری بتن های الیافی و حفاظت در برابر یخبندان و دماهای زیاد یا کم باید همان تمهیدات بتن‌ریزی در هوای سرد و گرم در بتن معمولی اجرا شود.

۹-۳-۵ آزمایش‌های بتن الیافی

۹-۳-۵-۱ آزمایش‌های خاص بتن حاوی الیاف فولادی مربوط به تعیین شکل‌پذیری بتن می‌باشد که عبارتند از:

الف- آزمایش‌های تیر بتنی برای تعیین مقاومت خمشی باقیمانده (طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۷۲۰۷) و در برخی موارد برای تعیین طاقت (طبق استاندارد ASTM C1609)؛

ب- آزمایش های دال بتنی برای تعیین طاقت و ظرفیت جذب انرژی (طبق استاندارد ASTM C1550).

۹-۴ بتن خودتراکم

۹-۴-۱ کلیات

۹-۴-۱-۱ بتن خودتراکم قابلیت جاری شدن زیاد بدون جداشدگی و آب انداختن را دارد به‌نحوی که در قالب، حتی با تراکم زیاد آرماتور، تحت وزن خود بدون نیاز به ابزار خاص، پخش و متراکم می‌شود. از مهمترین خصوصیات بتن خودتراکم تازه، شکل پذیری زیاد با حفظ پایداری مطلوب است.

۹-۴-۲ کارایی

۹-۴-۲-۱ کارایی بتن خودتراکم با بتن معمولی بسیار متفاوت است و خواص کارایی بتن خودتراکم شامل موارد زیر است که این خواص باید با تعیین نسبت‌های مناسب مخلوط تأمین شوند:

- قابلیت پرکنندگی
- قابلیت عبور
- پایداری

تفسیر/توضیح

ت ۹-۳-۴-۴-۱ بنابراین به‌منظور جلوگیری از این آسیب‌دیدگی، بهتر است بتن‌ریزی در سایه و به دور از تابش خورشید و وزش باد انجام شود.

ت ۹-۳-۵ **آزمایش‌های بتن الیافی**

ت ۹-۴ بتن خودتراکم

ت ۹-۴-۱ کلیات

ت ۹-۴-۱-۱ شکل‌پذیری، یک خاصیت بتن تازه بوده که نشانه‌ی تغییر شکل آسان مخلوط تحت نیروی ثقل و وزن مخلوط است.

ت ۹-۴-۲ کارایی

ت ۹-۴-۲-۱ قابلیت پرکنندگی نشان دهنده‌ی توانایی جاری شدن بتن تازه در تمام فضای قالب، تحت وزن خود است.

- قابلیت عبور مربوط به آسان‌گذری بتن از تمام موانع مانند میلگردها به گونه‌ای است که انسدادی در آن رخ ندهد.

- پایداری بتن نشان دهنده‌ی قابلیت حفظ همگنی مخلوط در هنگام جاری شدن و تا زمان گیرش اولیه است. پایداری شامل دو نوع دینامیک و استاتیک است. پایداری دینامیک به مفهوم عدم جداشدگی مخلوط در هنگام بتن‌ریزی است. پایداری استاتیک مربوط به مقاومت بتن در مقابل آب‌انداختن، جداشدگی اجزاء و نشست خمیری یا پلاستیک پس از بتن‌ریزی است. به عبارت دیگر، پایداری

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۴-۳ مصالح مصرفی

۹-۴-۳-۱ **سیمان و مواد سیمانی** - استفاده از انواع سیمان و مواد افزودنی معدنی شامل سرباره و مواد پوزولانی مجاز است.

۹-۴-۳-۲ **ماده افزودنی فوق‌روان‌کننده** - در ساخت بتن خودتراکم باید از ماده افزودنی شیمیایی فوق‌روان‌کننده استفاده شود.

۹-۴-۳-۳ **پودر سنگ (پر کننده‌ی معدنی غیر فعال)** - استفاده از انواع پودر سنگ به‌ویژه پودر سنگ آهک مجاز است. عدم رعایت مقدار مجاز رد شده از الک ۷۵ میکرومتر (الک نمره ۲۰۰) در ساخت بتن معمولی که در استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۳۰۲ ذکر شده، به‌شرطی مجاز است که پودر رد شده از الک ۷۵ میکرومتر از نظر مواد زیان‌آور (رس و شیل) مطابق مقادیر مجاز ارایه شده در این استاندارد باشد.

۹-۴-۳-۴ **سنگدانه** - از همه‌ی انواع سنگدانه‌ی قابل استفاده در بتن معمولی می‌توان در بتن خودتراکم استفاده کرد. حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی مصرفی به ۲۰ میلی‌متر محدود می‌شود. بافت دانه‌بندی مخلوط سنگدانه باید بسیار ریز باشد.

۹-۴-۳-۵ **ماده‌ی افزودنی اصلاح‌کننده‌ی گرانروی** - ماده‌ی افزودنی اصلاح‌کننده‌ی گرانروی برای افزایش گرانروی و پایداری مخلوط بتن استفاده می‌شود. برای آگاهی از نیاز به کاربرد این ماده به بند ۹-۴-۴ مراجعه شود.

تفسیر/توضیح

دینامیک مقاومت بتن تازه در مقابل جداشدگی در زمان حرکت مخلوط بتن است و پایداری استاتیک مقاومت بتن تازه در مقابل جداشدگی در حالت ایستا.

ت ۹-۴-۳ مصالح مصرفی

ت ۹-۴-۳-۱ در ساخت بتن خودتراکم می توان از مواد پوزولانی طبیعی مانند زئولیت و انواع توف‌ها یا خاکسترهای آتشفشانی و مواد پوزولانی مصنوعی مانند دوده‌ی سیلیس، متاکائولن، خاکستربادی و خاکستر پوسته برنج استفاده کرد.

ت ۹-۴-۳-۲ معمول‌ترین نوع افزودنی فوق‌روان‌کننده که در ساخت بتن خودتراکم استفاده می‌شود، بر پایه انواع پلی‌کربکسیلات اترها است. هرچند می‌توان از فوق‌روان‌کننده‌های پایه‌ی نفتالینی و ملامینی نیز استفاده نمود، اگرچه ممکن است در برخی موارد عملکرد مناسبی نداشته باشند.

- برای حفظ قابلیت پرکنندگی و عبور کردن مخلوط بتن خودتراکم لازم است از ماده‌ی افزودنی فوق‌روان‌کننده استفاده کرد.

ت ۹-۴-۳-۳ توصیه می‌شود که ذرات پودر سنگ کوچک‌تر از ۱۵۰ میکرومتر (۰/۱۵۰ میلی‌متر) باشند و بیش از ۷۰ درصد پودر از الک ۷۵ میکرومتر (الک نمره ۲۰۰) عبور کند.

- برخی از انواع پودر سنگ‌ها می‌توانند فعال باشند و منجر به ایجاد واکنش در بتن خودتراکم گردند.

ت ۹-۴-۳-۴ توصیه می‌شود ترجیحا از ماسه‌ی گردگوشه به همراه ذرات کافی ریزتر از ۰/۳ میلی‌متر (حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد وزن ماسه) استفاده گردد.

- توصیه می‌شود در روش ملی طرح مخلوط بتن، توان رابطه‌ی فولر تامسون اصلاح شده، بین ۰/۲۵ تا ۰/۱ بسته به بافت دانه، دانه‌بندی ریزی مطلوب بتن و روانی آن انتخاب شود.

ت ۹-۴-۳-۵ این مواد تحت نام مواد نگهدارنده‌ی آب در استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۲۹۳۰ ایران وجود دارند. نام مخفف این مواد نیز VMA یا VEA است.

- برای افزایش گرانروی مخلوط بتن می‌توان از پودرسنگ یا ماده‌ی افزودنی اصلاح کننده‌ی گرانروی یا ترکیبی از هر دو استفاده کرد.

- گاه در حین اجرا و در صورت مشاهده‌ی جداشدگی می‌توان از این مواد نیز استفاده نمود تا جداشدگی و آب‌انداختن بتن مهار گردد.

پیش‌نویس مورخ ۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

۹-۴-۴ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

۹-۴-۴-۱ مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن خودتراکم مشابه بتن معمولی، باید براساس مقاومت و دوام مورد نظر هر پروژه تعیین شود. درعین حال در تعیین نسبت‌های مخلوط باید خصوصیات رئولوژی (رفتارشناسی) و کارایی و نتایج آزمایش‌ها مطابق با بند ۹-۴-۵ در نظر گرفته شود.

۹-۴-۵ آزمایش‌های بتن تازه خودتراکم

۹-۴-۵-۱ روش‌های آزمایش بتن تازه‌ی خودتراکم برای تعیین رئولوژی و کارایی باید مطابق با استانداردها، شامل مواردی به شرح زیر باشد:

- جریان اسلامپ و T_{50} - (استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱۱۲۷۰)
- شاخص چشمی پایداری بتن خودتراکم (استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱۱۲۷۰)
- آزمایش حلقه‌ی J (استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱۱۲۷۱)
- آزمایش قیف V شکل (استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۹-۳۲۰۳)
- آزمایش جعبه‌ی L (استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱۰-۳۲۰۳)
- مقاومت در برابر جداشدگی بتن با الک (استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۱-۳۲۰۳)
- پایداری بتن (روش ستون) (استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱۲۲۵۵)
- مقاومت در برابر جداشدگی بتن خودتراکم با استفاده از آزمون نفوذ (استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱۹۳۸۷)

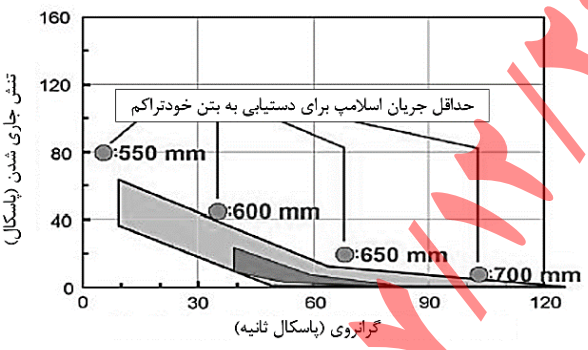
تفسیر/توضیح

ت ۹-۴-۴ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

ت ۹-۴-۴-۱ برای افزایش گرانروی بتن، اگر از پودر سنگ کوچک‌تر از ۱۵۰ میکرومتر استفاده می‌شود، بهتر است مقدار آن بین ۵۰ تا ۱۵۰کیلوگرم در هر مترمکعب بتن باشد. بدیهی است در صورتی‌که پودر سنگ مصرفی حاوی ذرات درشت‌تری باشد، این مقدار می‌تواند افزایش یابد. لازم است ذرات درشت‌تر را جزو سنگدانه‌ی مصرفی محسوب نمود. این مقدار فقط جنبه‌ی راهنمایی دارد و باید تمام الزامات مربوطه در نظر گرفته شود.

ت ۹-۴-۵ آزمایش‌های بتن تازه خودتراکم

ت ۹-۴-۵-۱ روش دقیق تعیین پارامترهای رئولوژی بتن خودتراکم، استفاده از دستگاه رئومتر است که محدوده‌هایی برای آن پیشنهاد می‌شود. باوجود آن‌که هنوز استانداردهای لازم و حدود مجاز نتایج آن در منابع معتبر تدوین نشده، اما محدوده‌هایی برای پارامترهای آن پیشنهاد گردیده است.



شکل ت ۹-۱ نمودار پیشنهادی برای بتن خودتراکم

-در شکل ت ۹-۱، محدوده‌ی قابل قبول برای تنش جاری شدن بین صفر تا ۶۰ پاسکال و برای گرانروی بین ۱۰ تا ۱۲۰ پاسکال ثانیه می‌باشد. محدوده‌ی مطلوب برای تنش جاری شدن بین صفر تا ۲۰ پاسکال و برای گرانروی بین ۵۰ تا ۷۰ پاسکال ثانیه پیشنهاد شده‌است.

- برای سهولت، از آزمایش‌های جایگزین رئومتر برای تعیین پارامترهای رئولوژی بتن خودتراکم استفاده می‌شود. تفسیر نتایج آزمایش‌ها و محدوده‌های توصیه شده برای دستیابی به بتن خودتراکم به شرح زیر است که البته درباره‌ی تفسیر نتایج و محدوده‌های توصیه شده زیر هنوز توافق کاملی وجود ندارد:

پیش نویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

تفسیر/توضیح

- جریان اسلامپ: معمولا مقدار جریان اسلامپ بین ۵۵۰ تا ۷۵۰ میلی‌متر است. مقدار بیش‌تر نشانه‌ی حرکت بهتر بتن خودتراکم تحت وزن خود بوده و می‌تواند سریع‌تر قالب را پر کند. در موارد خاص با حداکثر اندازه‌ی ۱۲/۵ میلی‌متر یا کم‌تر و بافت دانه‌بندی فوق‌العاده ریز (در رابطه فولر-تامسون دارای n کمتر از ۰/۱۵) می‌توان به جریان اسلامپ تا ۸۵۰ میلی‌متر نیز دست یافت.

- T_{50}: زمان بیشتر در آزمایش T_{50} نشانه‌ی زیاد بودن گرانروی بتن است. اگر مقدار T_{50} مساوی یا کم‌تر از ۲ ثانیه باشد، به مفهوم گرانروی کم مخلوط و بیش‌تر از ۵ ثانیه به معنی گرانروی زیاد مخلوط است. گرانروی خیلی کم احتمال جداشدگی را افزایش می‌دهد.

- شاخص چشمی پایداری: چنانچه نتیجه‌ی این آزمایش صفر تا یک باشد مناسب است و مقادیر بیش‌تر قابل قبول نخواهد بود.

- حلقه‌ی J: آزمایش حلقه‌ی J به دو صورت انجام می‌شود. در روش استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱۱۲۷۱ قطر پخش‌شدگی مخلوط در آزمایش جریان اسلامپ و با آزمایش حلقه‌ی J مقایسه می‌شود. این تفاوت باید از ۵۰ میلی‌متر کم‌تر باشد. توصیه می‌شود برای قطعات پرمیلگرد یا طول حرکت بتن ۵ تا ۱۰ متر در قالب، این تفاوت به ۲۵ میلی‌متر محدود شود. در روش دیگر (روش اروپایی) اختلاف ارتفاع بین دو طرف حلقه اندازه‌گیری می‌گردد. در این حالت بهتر است این اختلاف از ۱۰ میلی‌متر تجاوز نکند. هرچه اختلاف ارتفاع کم‌تر باشد، نشانه‌ی قابلیت عبور بیش‌تر مخلوط است.

- قیفV: نتیجه قیف V که نشانه‌ی گرانروی و جریان‌پذیری مخلوط بتن است، اگر کم‌تر از ۸ ثانیه باشد به مفهوم قابلیت مناسب پرکنندگی است. چنانچه نتیجه‌ی این آزمایش کم باشد (کم‌تر از ۳ ثانیه) ممکن است به جداشدگی بیانجامد. آزمایش قیف V را پس از ۵ دقیقه از پایان زمان آزمایش اولیه می‌توان تکرار کرد، در این حالت نتیجه حاصله نباید بیش از ۳ ثانیه از نتیجه اولیه زیادتر باشد. افزایش این مقدار می‌تواند نشان دهنده عدم پایداری بتن خودتراکم و جداشدگی آن باشد.

- جعبه‌ی L: نسبت به‌دست آمده در آزمایش جعبه‌ی L نباید کم‌تر از ۰/۸ باشد و نسبت ۱ به معنی قابلیت پرکنندگی و عبور کردن کاملا مطلوب است.

- آزمایش مقاومت در برابر جداشدگی با الک: اگر نتیجه‌ی آزمایش کم‌تر از ۲۰ درصد باشد، نشان‌دهنده‌ی مقاومت مناسب مخلوط در مقابل جداشدگی است.

- آزمایش پایداری بتن به روش ستون جداشدگی: اگر مقدار جداشدگی کم‌تر از ۱۰ درصد باشد، نتیجه‌ی آزمایش قابل قبول است. در صورتی‌که طول حرکت بتن در قالب کمتر از ۵ متر باشد، ممکن است مقدار کمتر از ۱۵ درصد نیز قابل قبول تلقی شود.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۲/۲۶

متن اصلی

۹-۴-۵-۲ در تعیین نسبت‌ها و مقادیر مخلوط بتن، استفاده از مجموعه‌ی آزمایش‌های زیر کافی به‌شمار می‌رود. همچنین استفاده از آزمایش‌های دیگر می‌تواند در دستور کار قرار گیرد.

- جریان اسلامپ، T_{50} و شاخص چشمی پایداری؛
- آزمایش حلقه‌ی J؛
- آزمایش قیف V یا جعبه‌ی L (حسب مورد)
- یکی از آزمایش‌های جداشدگی (پایداری) بتن (حسب مورد).

۹-۴-۵-۳ در کنترل بتن در کارگاه در حین اجرا، لازم است حداقل از آزمایش جریان اسلامپ و شاخص چشمی پایداری استفاده گردد. به هرحال، استفاده از آزمایش‌های دیگر به‌منظور کنترل بتن در کارگاه مانعی ندارد.

۹-۴-۶ اجرا

۹-۴-۶-۱ تمام الزاماتی که در اجرای بتن معمولی در این آیین‌نامه ذکر شده، برای بتن خودتراکم نیز باید رعایت شود. اما حساسیت مخلوط بتن خودتراکم به تغییرات جزئی مصالح از نظر کیفی و کمی بیش‌تر از بتن معمولی است. بنابراین الزامات فصل اجرای این آیین‌نامه باید با دقت بیش‌تری اعمال شوند.

۹-۴-۶-۲ از آنجایی که معمولا بتن‌های خودتراکم چسبنده هستند، توصیه می‌شود برای پرداخت سطح بتن از ابزار چوبی استفاده نشده و از ابزارهای فلزی مانند ماله‌ی فلزی بهره برداری شود.

تفسیر/توضیح

- آزمایش پایداری به روش نفوذ: نتیجه‌ی کم‌تر از ۱۰ میلی‌متر مطلوب و کم‌تر از ۲۵ میلی‌متر قابل قبول است.

ت ۹-۴-۶ **اجرا**

ت ۹-۴-۶-۲ بافت چوبی ابزار پرداخت سبب کنده و قلوه‌کن شدن سطح بتن چسبنده می‌شود. اما ابزارهای فلزی به‌دلیل بافت صاف، بدون اشکال هستند.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

فشار جانبی قالب برای بتن خودتراکم باید برابر با فشار هیدرواستاتیک طبق رابطه ۹-۱ محاسبه شود.

رابطه ۹-۱) $P = \rho g h$

که در آن؛

P= فشار جانبی (KPa)،

ρ= چگالی بتن (Kg/m^3) ،

g = ثابت گرانش ($۹/۸\ m^2/s$)

h= ارتفاع بتن (m) که اگر بتن‌ریزی در یک مرحله در کل ارتفاع قالب انجام شود، برابر با ارتفاع قالب است.

اگر آهنگ ارتفاعی بتن‌ریزی بیش از ۵ m/hr باشد و یا مخلوط بتن از پایین قالب پمپ شود، احتمال افزایش فشار جانبی بیش‌تر از فشار هیدرواستاتیک خواهد بود.

اگر دستگاه نظارت تشخیص دهد یا انجام آزمایش نشان دهد که فشار جانبی قالب متفاوت از رابطه ۹-۱ است، می‌توان در طراحی قالب از آن مقدار فشار جانبی استفاده کرد.

۹-۴-۶-۳ مدت مورد نیاز برای مخلوط کردن بتن خودتراکم طولانی‌تر از بتن معمولی است. مدت اختلاط و ترتیب ریختن مصالح به درون مخلوط‌کن باید بر اساس تجربه و نتایج آزمایشی تعیین گردد.

۹-۴-۶-۴ طول مجاز حرکت افقی بتن خودتراکم با پایداری خوب باید به ۱۰ متر محدود شود. در شرایطی که پایداری در حد قابل قبول است، این طول ممکن است تا ۵ متر نیز محدود شود. چنانچه مطالعات کافی نشان دهد که حرکت افقی با طول بیش‌تر از مقادیر اشاره شده منجر به ناهمگنی و جداشدگی و افزایش هوای محبوس بتن نمی‌شود، می‌توان طول مجاز حرکت افقی بتن خودتراکم را افزایش داد.

۹-۴-۶-۵ ارتفاع مجاز سقوط آزاد بتن بسته به مشخصات بتن بوده و گاه تا ۵ متر مجاز است. افزایش ارتفاع ریختن آزاد بتن بدون ناوه‌ی سقوطی منجر به افزایش هوای حبس‌شده در بتن و ایجاد حفرات سطحی در مجاورت قالب می‌شود.

۹-۴-۶-۶ بهترین روش ریختن بتن خودتراکم، پمپ کردن آن از تراز پایین قالب دیوار یا ستون می‌باشد.

تفسیر/توضیح

ت ۹-۴-۶-۴ بر اساس مخلوط‌های آزمایشی باید روشی برای ترتیب ریختن مصالح به درون مخلوط‌کن و همچنین مدت اختلاط در تولید بتن مشخص شود تا تغییرات پیمانه به پیمانه‌ی بتن به حداقل برسد.

- با توجه به نوع و مقدار مواد سیمانی و روانی بتن، معمولا مدت اختلاط مناسب بین ۱ تا ۲ دقیقه پس از ریختن آخرین جزء بتن در دیگ مخلوط کن است.

ت ۹-۴-۶-۵ با افزایش طول حرکت افقی بتن، احتمال جداشدگی دینامیکی افزایش یافته و ممکن است هوای محبوس نیز افزایش یابد.

ت ۹-۴-۶-۶ استعداد جداشدگی با کاهش گرانروی افزایش می‌یابد، همچنین حداکثر ارتفاع ریختن بتن به کمک ناوه سقوطی دارای محدودیت خاصی نمی باشد. با کمک ناوه‌ی سقوطی، ارتفاع ریختن بتن دارای محدودیت خاصی ندارد.

ت ۹-۴-۶-۷ باید محل مناسبی برای اتصال لوله پمپ به قالب تعبیه شود تا بتوان در پایان پمپ کردن آن را مسدود و لوله پمپ را جدا نمود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۴-۶-۷ توصیه می‌شود بتن خودتراکم از یک نقطه در دال، تیر یا دیوار ریخته شود و محل آن تغییر نکند.

۹-۴-۶-۸ به‌دلیل خشک‌شدگی سریع سطح بتن خودتراکم، لازم است حفاظت اولیه از سطح بتن برای جلوگیری از تبخیر، در اسرع وقت انجام شود تا سطح بتن ترک نخورد.

۹-۵ بتن پاششی

۹-۵-۱ کلیات

۹-۵-۱-۱ بتن پاششی بتنی است که با دستگاه‌های مخصوص پاشش بتن بر روی سطوح، پاشیده می‌شود تا لایه‌های متراکم خود نگهدار و باربر ایجاد کند.

۹-۵-۱-۲ این نوع بتن به دو صورت تر و خشک قابل اجرا است. استفاه از هر یک از این دو روش با توجه به محدودیت و مزایای آن‌ها و امکانات موجود توسط طراح پروژه انتخاب می‌شود.

تفسیر/توضیح

با پمپ کردن بتن خودتراکم از تراز پایین قالب عمودی، هوای کم‌تری در بتن باقی می‌ماند و نمای مطلوب‌تری حاصل می‌گردد.

ت ۹-۴-۶-۹ از آنجا که بتن خودتراکم نباید آب انداختن مشهودی داشته باشد، سطح آن ممکن است خیلی زودتر از بتن‌های معمولی خشک شود و ترک بخورد. به‌ویژه در مناطق خشک یا مناطق گرم و خشک و یا در صورت وزش باد و تابش مستقیم آفتاب، مشکلات بیش‌تری ایجاد می‌شود و بلافاصله پس از ریختن بتن باید اقدامات لازم را انجام داد.

ت ۹-۵ بتن پاششی

ت ۹-۵-۱ کلیات

ت ۹-۵-۱-۱ این بتن با عناوین دیگری همچون بتن پاشیدنی یا بتن پاشیده نیز شناخته می‌شود. در مواردی که شکل کار پیچیده، قالب‌بندی مشکل و پر هزینه یا تعمیر و بهسازی ساختمان‌ها و پل‌ها و پایدارسازی گودها و تونل‌ها مد نظر باشد، از این نوع بتن استفاده می‌شود. استفاده از این نوع بتن به تجربه، تجهیزات مناسب و کارگران فنی متخصص به‌ویژه در امر بتن‌پاشی نیاز دارد. اجرای بتن به‌صورت سطوح منحنی شکل و قوسی با این روش کاربرد روزافزونی یافته است.

ت ۹-۵-۱-۲ در بتن پاششی خشک ماده‌ی چسباننده، سنگدانه‌ها و در صورت لزوم مواد افزودنی خشک به‌طور کامل مخلوط و به داخل دستگاه تغذیه کننده‌ی مکانیکی مخصوص یا بتن‌پاش ریخته می‌شود. مخلوط از طریق دستگاه‌های مجهز به وسایل اندازه‌گیری، با فشار هوا به داخل شیلنگ و افشانک منتقل می‌شود. در افشانک، آب (با افزودنی یا بدون افزودنی) به مخلوط خشک اضافه و با فشار به سطح مورد نظر پاشیده می‌شود.

- در بتن پاششی تر، مواد تشکیل دهنده، آب و افزودنی (در صورت لزوم) به‌طور کامل مخلوط شده و سپس توسط دستگاه پاشش بر سطوح مورد نظر پاشیده می‌شود.
- روش خشک به علت ارزانی تجهیزات و آشنایی بیش‌تر مجریان، رواج بیش‌تری دارد اما از همگنی کم‌تر و گرد و غبار بیش‌تری نیز برخوردار است.
- روش تر، بتن همگن‌تری را بدست می دهد و برای تعمیر در مناطق خورنده و برای دستیابی به دوام بیش‌تر توصیه می‌شود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۵-۲ مصالح مصرفی

۹-۵-۲-۱ **سیمان** - از انواع سیمان پرتلند و آمیخته می‌توان در ساخت بتن پاششی استفاده کرد.

۹-۵-۲-۲ **سنگدانه** - حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی مصرفی به ۲۰ میلی‌متر محدود می‌شود، هرچند توصیه می‌شود این مقدار از ۱۲/۵ میلی‌متر تجاوز نکند.

مخلوط سنگدانه‌ی درشت و ریز باید از مقدار کافی ذرات ریز برخوردار باشد تا برگشت و هدر رفت مصالح کم‌تر شود.

۹-۵-۲-۳ **مواد افزودنی معدنی** - از انواع مواد پودری معدنی فعال شامل، سرباره‌ها و پوزولان‌ها و مواد پودری غیر فعال مانند پودرسنگ می‌توان استفاده نمود.

۹-۵-۲-۴ **مواد افزودنی شیمیایی** - در اغلب موارد می‌توان از افزودنی‌های زودگیرکننده‌ی مخصوص بتن پاششی، به‌ویژه در روش خشک استفاده نمود. در روش تر می‌توان از افزودنی‌های روان‌کننده نیز استفاده کرد.

تفسیر/توضیح

ت ۹-۵-۲ مصالح مصرفی

ت ۹-۵-۲-۱ استفاده از انواع سیمان آمیخته به‌دلیل ایجاد حالت خمیری بهتر و حفظ آب بیش‌تر، توصیه می‌گردد.

ت ۹-۵-۲-۲ استفاده از حداکثر اندازه‌ی بزرگ‌تر به برگشت و هدر رفت بیش‌تر مصالح منجر می‌شود. همچنین بافت دانه‌بندی مخلوط سنگدانه باید تا حد امکان ریز باشد (مطابق دانه‌بندی جدول ت ۹-۲).

جدول ت ۹-۲ دانه‌بندی پیشنهادی ترکیب سنگ‌دانه‌ها برای بتن پاششی

اندازه‌ی الک، mm	درصد تجمعی عبوری	
	دانه‌بندی۱	دانه‌بندی ۲
۱۲/۵	-	۱۰۰
۹/۵	۱۰۰	۹۰-۱۰۰
۴/۷۵	۹۵-۱۰۰	۷۰-۸۵
۲/۴	۸۰-۹۸	۵۰-۷۰
۱/۲	۵۰-۸۵	۳۵-۵۵
۰/۶۰۰	۲۵-۶۰	۲۰-۳۵
۰/۳۰۰	۱۰-۳۰	۸-۲۰
۰/۱۵۰	۲-۱۰	۲-۱۰
در مواردی که ضخامت قطعه یا پوشش بتن روی میلگرد خیلی کم باشد یا نیاز به کاهش مقدار برگشت و هدر رفت بتن وجود داشته باشد استفاده از دانه بندی رده۱ کاربرد جدی تری خواهد داشت.		

ت ۹-۵-۲-۳ معمولا استفاده از مواد پودری معدنی فعال یا غیر فعال منجر به افزایش چسبندگی بتن و به تبع آن کاهش برگشت و هدر رفت مصالح می‌شود. همچنین با جایگزینی بخشی از سیمان مصرفی با مواد پودری فعال می‌توان مصرف سیمان را کاهش داد.

ت ۹-۵-۲-۴ بهتر است برای استفاده از افزودنی‌های زودگیرکننده در بتن پاششی تر این مواد به‌وسیله شیلنگی که به افشانک متصل است به مخلوط اضافه شود، زیرا افزودن این مواد به بتن تر قبل از انتقال به افشانک می تواند منجر به گیرش سریع بتن و انسداد لوله‌ها شود؛ مگر اینکه از مواد زودگیر کننده‌ی پودری در مخلوط خشک استفاده گردد.

در بسیاری از موارد توصیه می‌شود از زودگیرکننده‌هایی که قلیایی نیستند استفاده شود تا ایمنی نفرات رعایت گردد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۵-۳ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

۹-۵-۳-۱ طرح مخلوط بتن پاششی باید توسط پیمانکار برای دستیابی به مقاومت مورد نظر یا مشخصات مورد نیاز دیگر تهیه شود. مشخصات دیگری که ممکن است توسط طراح پروژه تعیین شوند عبارتند از:

- حداقل و حداکثر مقدار مواد سیمانی
- حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی
- مقاومت خمشی
- طاقت
- مقاومت اولیه‌ی کوتاه مدت
- نفوذپذیری
- جذب آب
- چسبندگی به بستر

۹-۵-۴ ارزیابی قبل از ساخت

۹-۵-۴-۱ قبل از اجرای پروژه باید مطالعات و آزمایش‌های کافی در خصوص مشخصات مواد و مصالح، نسبت‌های مخلوط بتن پاششی، کیفیت بتن، روش اجرا و عملکرد مسئول پاشش توسط پیمانکار انجام شده و به تایید دستگاه نظارت برسد.

۹-۵-۴-۲ باید مصالح، نسبت‌های مخلوط، تجهیزات، فرآیند ساخت و مسئول پاشش باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که ضمن دستیابی به مشخصات مکانیکی، دوام و سایر خواسته‌های مورد نیاز مقدار مصالح هدر رفته در بتن پاششی به حداقل برسد. دستگاه نظارت می‌تواند معیاری برای حداکثر مقدار مصالح هدر رفته تعیین کند.

۹-۵-۴-۳ برای ارزیابی کیفیت بتن پاششی، پانل‌های آزمایشی بتن پاششی باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۱-۱۸۷۱۷ تهیه شوند. لازم است این پانل‌ها برای هر طرح مخلوط بتن، هرجهت پاشش و هر مسئول پاشش تهیه شود. به عبارت دیگر ساخت پانل‌های آزمایشی باید منطبق با شرایط واقعی در پروژه باشد. این پانل‌ها باید مطابق استاندارد ملی ایران

تفسیر/توضیح

ت ۹-۵-۳ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

ت ۹-۵-۳-۱ مقدار مواد سیمانی در بتن پاششی معمولا بین ۳۷۵ تا ۵۵۰ کیلوگرم در متر مکعب است. مقدار مواد سیمانی مورد نیاز تابع حداکثر اندازه‌ی سنگدانه و بافت دانه‌بندی آن است. برای کاهش برگشت مصالح و افزایش انسجام بتن پاششی می‌توان مقدار مواد سیمانی را افزایش داد که خود می تواند به جمع‌شدگی بیش‌تر نیز منجر گردد.

ت ۹-۵-۴ ارزیابی قبل از ساخت

ت ۹-۵-۴-۱ در این مرحله لازم است، مصالح، نسبت‌های مخلوط، تجهیزات، فرآیند ساخت و متصدیان پاشش ارزیابی و انتخاب شوند.

ت ۹-۵-۴-۲ بخشی از بتن در هنگام پاشش به‌دلیل برگشت و ریزش مصالح هدر می‌رود. اتلاف مصالح به دلیل مسائل اقتصادی و محیط زیستی مطلوب نیست و مجددا نباید از این مصالح برای عملیات پاشش استفاده کرد.

حداکثر هدر رفت برای سطوح قائم ۲۵ درصد و برای سطوح افقی بالاسر ۴۰ درصد توصیه می‌شود. برای سطوح افقی رو به پائین نمی‌توان مقدار هدر رفت را به‌درستی تعیین نمود.

ت ۹-۵-۴-۳ علاوه بر نسبت‌های مخلوط، جهت پاشش نیز در کیفیت بتن پاششی تأثیر گذار است. به‌همین دلیل باید پانل‌های آزمایشی برای سطوح کف، سقف، قائم و مایل به طور جداگانه تهیه و آزمایش شوند.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

به شماره‌ی ۱-۱۸۷۱۷ در شرایط کارگاهی عمل‌آوری شده و برای انجام آزمایش‌های لازم به آزمایشگاه منتقل گردند.

۹-۵-۴-۴ آزمونه‌های مربوط به بتن پاششی سخت‌شده باید به‌صورت مغزه‌ها یا منشورهای برش خورده از پانل‌های آزمایشی مطابق با استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۲۳۰۶ تهیه و روی آن آزمایش‌هایی مانند مقاومت فشاری، مقاومت خمشی و غیره بر حسب الزامات فنی پروژه انجام شود. در رابطه با قطر و سایر ابعاد آزمونه‌ها به استاندارد مربوطه مراجعه شود. این آزمونه‌ها باید فاقد میلگرد باشند.

۹-۵-۴-۵ درصورت استفاده از الیاف در بتن پاششی باید ضوابط مربوط به بتن الیافی مطابق بند ۱۱-۱-۳ نیز در نظر گرفته شود.

۹-۵-۴-۶ لازم است تا پانل‌های آزمایشی دیگری برای بررسی کیفیت در برگرفتن میلگرد با بتن پاششی و کیفیت ظاهری بتن پاششی مطابق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۱۸۷۱۷ تهیه شوند. در این پانل‌ها باید میلگرد به گونه‌ای کار گذاشته شود، که قطر و نحوه‌ی قراردهی آن‌ها نشان دهنده‌ی شرایط میلگردگذاری پروژه باشد. مغزه‌ی تهیه شده از پانل‌ها باید بگونه‌ای باشد که میلگردها را قطع نکند. دستگاه نظارت باید با مشاهده‌ی ظاهری مغزه‌ها، به‌خصوص نواحی اطراف میلگردها، کیفیت بتن پاششی اجرا شده را بررسی کند. برای این آزمایش، قطر مغزه‌ها باید حداقل ۹۴ میلی‌متر و ارتفاع آن برابر ضخامت پانل باشد.

۹-۵-۴-۷ اگر پانل آزمایشی مطابق با بند ۹-۵-۴-۳ مردود شود، می توان یک پانل دیگر را تهیه و آزمایش کرد. اگر پانل جدید مورد قبول باشد کار ادامه پیدا می‌کند. در غیر این صورت باید فرآیند ساخت، نسبت‌های مخلوط، مسئول پاشش یا تجهیزات پاشش اصلاح شوند. مجددا پس از دستیابی به نتایج اولیه مطلوب می‌توان کار را ادامه داد.

۹-۵-۵ ارزیابی و پذیرش در حین ساخت

۹-۵-۵-۱ برای هر طرح مخلوط بتن پاششی، به ازای هر ۳۰ متر مکعب بتن یا ۱۵۰ متر مربع سطح پاشیده شده (هر کدام که تعداد نوبت‌های نمونه‌برداری بیش‌تری را به‌دست دهد)، باید حداقل یک نوبت نمونه‌برداری برای آزمایش مقاومت فشاری

تفسیر/توضیح

ت ۹-۵-۴-۴ برای بررسی مقاومت فشاری از مغزه‌های بتنی و برای مقاومت خمشی از آزمونه‌های منشوری برش خورده استفاده می‌شود. گاه مغزه‌ها یا سایر آزمونه‌های دارای میلگرد برای مشاهده‌ی جداشدگی یا اطمینان از پرشدگی زیر آرماتورها و سایر موارد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ت ۹-۵-۴-۵ استفاده از الیاف در بتن پاششی متداول است. این الیاف معمولا سبب بهبود خواص مکانیکی مانند مقاومت در برابر ضربه، طاقت و مقاومت خمشی می‌شوند. همچنین استفاده از الیاف باعث کاهش برگشت و هدر رفت مصالح می‌شود.

ت ۹-۵-۵ ارزیابی و پذیرش در حین ساخت

ت ۹-۵-۵-۱ نمونه‌برداری به‌منظور کنترل کیفیت بتن اجرا شده در پروژه انجام می‌گیرد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

انجام داد. برای نمونه‌برداری آزمایش‌های دوام از هر ۱۵۰ متر مکعب بتن یا هر ۷۵۰ متر مربع سطح (هر کدام که تعداد نوبت‌های نمونه‌برداری بیش‌تری را به‌دست دهد)، باید حداقل یک نوبت نمونه‌برداری انجام شود.

۹-۵-۵-۲ در هر نوبت کاری باید حداقل یک مرتبه نمونه‌برداری برای آزمایش مقاومت فشاری انجام شود.

۹-۵-۵-۳ نمونه‌برداری را می‌توان از محل بتن اجرا شده یا از پانل‌های آزمایشی (تهیه و نگهداری شده مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۱۸۷۱۷) انجام داد. این پانل‌ها باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۱۸۷۱۷ در شرایط کارگاهی عمل‌آوری شوند و آزمونه‌های اخذ شده برای انجام آزمایش‌های لازم به آزمایشگاه منتقل شود.

۹-۵-۵-۴ آزمونه‌ها باید به‌صورت مغزه یا منشور مطابق با استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۲۳۰۶ تهیه و آزمایش شوند.

۹-۵-۵-۵ چنانچه نمونه‌برداری از محل بتن اجراشده انجام شود، محل مغزه یا منشور برش خورده نباید با بتن پاششی پر شود، بلکه باید با بتن معمولی با مشخصات مشابه بتن پاششی اجرا شده، پر گردد و عمل‌آوری محل پر شده نیز طبق ضوابط فصل عمل‌آوری باشد.

۹-۵-۵-۶ هر نمونه برداری مقاومت فشاری شامل سه مغزه است. برای ارزیابی مقاومت فشاری، مغزه‌هایی که از پانل‌های آزمایشی اخذ می‌شوند باید حداقل دارای قطر ۷۵ میلی‌متر باشند. مگر اینکه طراح پروژه مشخصات دیگری را ذکر کرده باشد.

۹-۵-۵-۷ متوسط مقاومت فشاری یک مجموعه‌ی سه‌تایی مغزه که از هر پانل آزمایشی یا محل بتن اجرا شده به دست آمده، باید بیشتر یا مساوی ۸۵ درصد مقاومت مشخصه باشد. مقاومت هیچ مغزه‌ای نیز نبایدکم‌تر از ۷۵ درصد مقاومت مشخصه باشد.

تفسیر/توضیح

ت ۹-۵-۵-۳ توصیه می‌شود جهت جلوگیری از آسیب رسانی به سازه‌ی اصلی، از پانل‌های آزمایشی نمونه‌برداری به‌صورت مغزه یا تیر بریده شده استفاده شود.

ت ۹-۵-۵-۶ به‌هرحال نسبت ارتفاع به قطر مغزه باید حداقل برابر یک باشد.

حداقل قطر مغزه معمولا باید سه برابر حداکثر اندازه اسمی سنگدانه-های مصرفی در بتن باشد. چنان‌چه بتوان از قطرهای بیشتر استفاده کرد، نتایج معتبرتری بدست می‌آید.

مقاومت مشخصه بتن پاششی برای حداقل قطر مغزه ۹۴ میلی‌متری تعریف می‌شود و معمولا نیاز به تبدیل مقاومت به سایر قطرها وجود دارد، اما چنانچه طراح پروژه مقاومت مشخصه را برای قطر خاص دیگری تعریف کند می‌توان نتایج مغزه‌های مورد نظر را بدون تبدیل بکار برد. به‌هرحال توصیه می‌شود، طراح پروژه با درنظر گرفتن تفاوت مقاومت مغزه‌های با قطرهای مختلف مقاومت فشاری مشخصه مورد نظر را تعیین کند.

ت ۹-۵-۵-۷ ضوابط پذیرش مربوط به بتن معمولی که در بند ۳-۱-۱۰ آمده است، برای بتن پاششی موضوعیت ندارد.

مگر اینکه از مخلوط بتن پاششی به‌روش‌تر قبل از پاشش، نمونه برداری انجام گردد و آزمونه‌های مقاومتی قالب‌گیری شود. در این حالت پذیرش بتن بصورت عادی انجام می‌شود.

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۷

متن اصلی

۹-۵-۵-۸ بر حسب ضرورت و توسط مشاور معیارهای پذیرش دیگری غیر از مقاومت فشاری مانند ضخامت، مقاومت خمشی، دوام و چسبندگی به بستر می‌تواند برای بتن تعیین شود. همچنین در مواردی که بتن پاششی به‌صورت تر اجرا می‌شود، مشاور می‌تواند الزاماتی برای نمونه‌گیری و ارزیابی بتن مانند درصد هوا، اسلامپ و دمای بتن تازه و مقاومت بتن سخت‌شده و غیره، قبل از پاشش آن مقرر کند.

۹-۵-۶ اجرا

۹-۵-۶-۱ آماده‌سازی محل بتن‌ریزی

۹-۵-۶-۱-۱ چنانچه بتن پاششی بر روی خاک یا سنگ یا هر سطح جاذبی اجرا شود، باید سطح آن بلافاصله قبل از پاشش مرطوب شده و به‌صورت اشباع با سطح خشک درآید.

۹-۵-۶-۱-۲ چنانچه بتن پاششی بر سطوح بتنی یا مصالح بنایی اجرا شود، باید کلیه بخش‌های سست و معیوب و آغشته به آلودگی که سبب عدم چسبندگی می‌شود برداشته شوند. بلافاصله قبل از پاشش باید سطوح مرطوب شده و به حالت نزدیک به اشباع با سطح خشک برسند. همچنین سطوح صیقلی را باید مضرس نمود.

۹-۵-۶-۱-۳ سطوح میلگردها باید عاری از بتن سخت‌شده قبلی و آلودگی‌هایی باشند که مانع چسبندگی آن به بتن پاششی می‌گردند.

۹-۵-۶-۱-۴ قالب‌های پروژه باید دارای مقاومت کافی در برابر تغییر شکل‌های زیاد و اتکای کافی باشند تا در طول پاشش ثابت باقی بمانند.

۹-۵-۶-۱-۵ میلگردها باید به گونه‌ای نصب شوند که بتن پاششی به‌خوبی اطراف میلگردها را در بر بگیرد. فاصله‌ی آزاد بین میلگردها نباید از ۵۰ میلی‌متر کم‌تر باشد.

۹-۵-۶-۱-۶ برای آن‌که مسئول پاشش به ضخامت مورد نظر دست پیدا کند، باید از میله‌های راهنما یا هر وسیله‌ی مناسب دیگری استفاده کرد.

تفسیر/توضیح

ت ۹-۵-۵-۸ مشاور می‌تواند آزمایش‌ها و معیارهای پذیرش دیگری را با توجه به آئین‌نامه‌های معتبر تعیین کند.

ت ۹-۵-۶ اجرا

ت ۹-۵-۶-۱ آماده‌سازی محل بتن‌ریزی

ت ۹-۵-۶-۱-۱ آب اضافی را می‌توان با هوای پرفشار از سطح زدود.

ت ۹-۵-۶-۱-۲ گاه می‌توان است به‌جای اشباع سطح با آب، از دوغاب حاوی لاتکس یا اپوکسی استفاده کرد.
سطح مورد نظر را می‌توان با وسایل دستی، ماسه‌پاشی یا آب پرفشار زبر و خشن نمود.

ت ۹-۵-۶-۱-۳ زنگ و بتن سخت‌شده‌ی روی میلگردها را می‌توان با آب پرفشار یا ماسه‌پاشی پاک کرد. چربی‌ها باید با مواد مناسب یا بخار آب زدوده شوند.

ت ۹-۵-۶-۱-۴ توصیه می‌شود، در هنگام طراحی، تا حد امکان از میلگردهای با قطر کمتر و مقاومت بیشتر استفاده شود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

۹-۵-۶-۲-۲ عملیات پاشش

۹-۵-۶-۲-۱ لازم است، از همان نسبت‌های مخلوط، تجهیزات و مسئول پاششی، در پروژه استفاده شود که در مرحله‌ی ارزیابی قبل از ساخت (بند ۹-۵-۴) تأیید شده‌اند.

۹-۵-۶-۲-۲ باید نور و تهویه‌ی کافی برای انجام عملیات پاشش تأمین شود.

۹-۵-۶-۲-۳ باید بتن پاششی را ابتدا در گوشه‌ها و تورفتگی‌ها و همچنین از پایین به بالا اجرا کرد.

۹-۵-۶-۲-۴ سرعت تخلیه‌ی مصالح درون دستگاه پاشش و فشار هوا در افشانک دستگاه باید یکنواخت باشد تا جریانی پایدار و مداوم برای بتن درحال پاشش به وجود آید. سرعت پاشش و فاصله‌ی افشانک باید به گونه‌ای باشد که تراکمی مطلوب با حداقل مصالح هدر رفته تأمین شود.

۹-۵-۶-۲-۵ بتن باید به‌صورت عمود بر سطح و در گوشه‌ها در راستای نیمساز گوشه‌ها پاشیده شود. همچنین حرکت موضعی افشانک به هنگام پاشش باید به‌صورت دایره‌ای یا بیضوی با قطر کوچک باشد.

۹-۵-۶-۲-۶ بتن پاششی باید اطراف میلگرد را به‌خوبی در بر گرفته و پوششی با ضخامت لازم به وجود آورد. باید پاشش را از پشت میلگردها شروع کرد و با افزایش ضخامت بتن پاشیده شده، میلگردها نیز درون بتن مدفون شود.

۹-۵-۶-۲-۷ بتن پاششی خشک باید تا ۹۰ دقیقه پس از اختلاط مصالح، پاشیده شود. بتن پاششی تر باید تا ۴۵ دقیقه پس از مخلوط کردن آن ضمن داشتن کارائی لازم اعمال شود.

۹-۵-۶-۲-۸ درصورت ریزش و انباشته شدن بتن پاششی در محل‌هایی از قالب باید این مواد قبل از پاشش بتن در این نواحی با فشار هوا یا وسایل مناسب دیگر زدوده شوند.

۹-۵-۶-۲-۹ در صورت وزش باد شدید به نحوی که بر جهت جریان پاشش تاثیر بگذارد، باید عملیات پاشش قطع شود.

۹-۵-۶-۲-۱۰ نباید مجددا از مصالح ریزش کرده و برگشته در عملیات پاشش بتن استفاده کرد.

تفسیر/توضیح

۹-۵-۶-۲-۲ عملیات پاشش

ت ۹-۵-۶-۲-۱ کیفیت بتن پاششی اجرا شده به شدت به عملکرد مسئول پاشش وابسته است.

ت ۹-۵-۶-۲-۵ برای پاشیدن بتن به زیر میلگردها، افشانک باید به‌صورت مایل درآید.

ت ۹-۵-۶-۲-۶ در غیراین‌صورت کیفیت بتن پشت میلگرد مناسب نخواهد بود و بتن بیشتری هنگام پاشش هدر می‌رود و امکان ترک خوردگی در سطح بتن و درست در بالاسر میلگرد افزایش می‌یابد.

ت ۹-۵-۶-۲-۷ یکی از مزایای مهم روش خشک معطلی مواد قبل از پاشش است، چنانچه سنگدانه‌های مصرفی رطوبتی کمتر از اشباع با سطح خشک داشته باشند، مدت ذکر شده در این آئین نامه می‌تواند افزایش یابد. توصیه می‌شود برای کاهش هدر رفت بتن و آلودگی محیط بر اثر غبار پاشش و کاهش جمع شدگی خمیری، رطوبت سنگدانه‌ها در روش خشک، کمی بیشتر از حالت اشباع با سطح خشک باشد.

ت ۹-۵-۶-۲-۱۰ توصیه می‌شود به دلیل ملاحظات محیط زیستی و اقتصادی با انجام مطالعات کافی از مصالح هدر رفته به‌صورت بازیافتی در بتن‌های کم‌اهمیت و غیرسازه‌ای استفاده شود. این مواد

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۵-۶-۲-۱۱ تخلخل موجود در سطح بتن پاششی اجرا شده را باید قبل از سخت شدن و اجرای لایه‌های بعدی با ماله‌کشی برطرف نمود. بتن پاششی قبل از اجرای لایه‌ی بعدی باید به اندازه‌ی کافی سفت شده باشد. اگر بتن پاششی اجرا شده سخت شده باشد، باید قبل از اجرای لایه‌ی بعدی سطح آن را از مصالح سست و موادی که ممکن است چسبندگی به لایه‌ی بعدی را دچار مشکل کند، زدود و نزدیک به حالت اشباع با سطح خشک درآورد.

۹-۵-۶-۲-۱۲ دمای بتن پاششی نباید بیش‌تر از ۳۲ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد و دمای سطوح پاشش و میلگردها در هنگام پاشش نیز نباید بالاتر از ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد برود، مگر آن‌که مطالعات قبلی نشان دهد که کیفیت لازم در دماهای بیش‌تر قابل دستیابی است.

۹-۵-۶-۲-۱۳ چنانچه دمای محیط کم‌تر از ۵ درجه‌ی سانتیگراد باشد، باید عملیات پاشش متوقف شده یا تمهیداتی برای محافظت از بتن پاششی در حال اجرا اعمال شود. همچنین نباید بتن پاششی بر سطوح یخ زده اجرا شود. چنانچه شرایط هوای سرد طبق تعریف بند ۲-۶-۸ برقرار باشد، دمای بتن درهنگام پاشش باید مطابق بند ۴-۶-۸ تنظیم گردد. به‌هرحال دمای بتن پاششی در هنگام پاشش نباید پایین‌تر از ۱۰ درجه سانتیگراد برود.

۹-۵-۶-۳ پرداخت سطح

۹-۵-۶-۳-۱ با توجه به نظر مشاور پرداخت سطح بتن می‌تواند به یکی از دو حالت زیر انجام شود:

- بافت طبیعی: در این نوع پرداخت، سطح بتن پاششی ماله‌کشی نشده و بتن بافت سطحی طبیعی خود را دارد. در این حالت سطح بتن می‌تواند با شمشه‌ی مناسب تسطیح گردد.
- سطح ماله کشی شده: در این نوع پرداخت پس از تسطیح به‌وسیله شمشه، سطح بتن با ماله پرداخت می‌شود تا بافتی صاف پیدا کند. بتن پاششی باید به اندازه‌ای سفت شده باشد که ماله‌کشی سبب ریزش آن نشود.

تفسیر/توضیح

دارای سیمان و سنگدانه‌ی ریز کم‌تری هستند و در صورت لزوم باید آن‌ها را اصلاح نمود و در اسرع وقت به کاربرد تا حالت خمیری خود را از دست ندهند.

ت ۹-۵-۶-۳ پرداخت سطح

ت ۹-۵-۶-۳-۱ شمشه باید دارای لبه‌ی تیز و برنده‌ی چاقویی باشد تا به بتن اجرا شده فشار وارد نیاورده و آن را قلوه کن نکند. به‌هرحال برای شمشه گیری باید از میله یا میخ‌های راهنما جهت ایجاد ضخامت لازم بهره گرفته شود.

سطح بتن باید آنقدر خمیری باشد که امکان پرداخت با ماله میسر شود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۵-۶-۴ عمل‌آوری و نگهداری

۹-۵-۶-۴-۱ در مواردی که متوسط دمای محیط بیش‌تر از ۵ درجه‌ی سانتیگراد است، برای عمل‌آوری رطوبتی به بند ۸-۵-۴ مراجعه می‌شود. به‌هر حال مشاور باید رده‌ی عمل‌آوری مورد نظر را مشخص نماید.

۹-۵-۶-۴-۲ در مواردی که متوسط دمای محیط کم‌تر یا مساوی ۵ درجه‌ی سانتیگراد است، شرایط نگهداری همانند الزامات نگهداری بتن معمولی در هوای سرد خواهد بود.

۹-۵-۶-۴-۳ با تایید مشاور، چنانچه رطوبت نسبی هوا بیش از ۸۰ درصد باشد و بتن در معرض تابش مستقیم آفتاب و وزش باد قرار نگیرد، تمهیدات خاصی برای عمل‌آوری رطوبتی نیاز نمی باشد.

۹-۶ بتن سبکدانه‌ی سازه‌ای

۹-۶-۱ کلیات

۹-۶-۱-۱ بتن سبک سازه‌ای معمولا چگالی‌ای در محدوده‌ی ۱۲۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب داشته و مقاومت فشاری آن نیز بیش از ۱۶ مگاپاسکال است.

۹-۶-۲ سنگدانه‌ی مصرفی

۹-۶-۲-۱ سبکدانه جزء اصلی بتن سبک سازه‌ای است و توجه به ویژگی‌های سبکدانه‌های مصرفی در ساخت بتن مناسب، بسیار اهمیت دارد.

۹-۶-۲-۲ بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۱۴۸۷۵، به هر سنگدانه‌ای که چگالی دانه‌ای کم‌تر از ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و یا چگالی توده‌ای کم‌تر از ۱۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب داشته باشد، سبکدانه گفته می‌شود.

۹-۶-۲-۳ ویژگی‌های سبکدانه‌های سازه‌ای در استانداردهای ملی ایران به‌شماره‌های ۴۹۸۵ و ۱- ۱۴۸۷۵ آورده شده است.

تفسیر/توضیح

ت ۹-۵-۶-۴-۱ برای بررسی کفایت عمل‌آوری می‌توان از نمونه‌های آگاهی نیز استفاده کرد.

ت ۹-۶ بتن سبکدانه‌ی سازه‌ای

ت ۹-۶-۱ کلیات

ت ۹-۶-۱-۱ با توجه به خصوصیات مصالح مصرفی می‌توان چگالی و مقاومت فشاری متفاوتی را از بتن‌های سبک انتظار داشت.

اکثر بتن‌های سبک سازه‌ای از خانواده بتن‌های سبکدانه هستند؛ به‌همین دلیل اغلب از عبارات بتن سبکدانه و بتن سبک سازه‌ای برای بیان این مفهوم استفاده می‌شود.

ت ۹-۶-۲ سنگدانه‌ی مصرفی

ت ۹-۶-۲-۳ با این وجود ممکن است همه‌ی سبکدانه‌های ذکر شده در استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۱۴۸۷۵، برای استفاده در بتن‌های سازه‌ای مناسب نباشد.

- یکی از خصوصیات بسیار مهم دانه‌بندی سبکدانه است. دانه‌بندی سبکدانه باید در محدوده‌ی مجاز باشد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۶-۲-۴ زمانی که مخلوطی از سنگدانه‌های معمولی و سبک مورد استفاده قرار می‌گیرد، کنترل دانه‌بندی مخلوط سنگدانه باید بر اساس روش حجمی صورت گیرد.

۹-۶-۲-۵ می‌توان از ترکیب سنگدانه با وزن مخصوص معمولی و سبکدانه برای ساخت بتن سبک سازه‌ای استفاده کرد که به آن بتن نیمه‌سبکدانه گفته می‌شود. درصورتی‌که همه‌ی سنگدانه‌ها از سبک‌دانه تشکیل شده باشد، بتن مزبور تمام سبکدانه محسوب می‌شود.

۹-۶-۳ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

۹-۶-۳-۱ کلیات تعیین نسبت‌های مخلوط بتن سبکدانه مشابه طرح مخلوط بتن با چگالی معمولی است؛ با این تفاوت که علاوه بر پارامترهای متداولی که در طرح مخلوط بتن معمولی مورد توجه قرار می‌گیرد، اندازه‌ی چگالی نیز باید در طراحی در نظر گرفته شود.

۹-۶-۳-۲ با توجه به مقایسه‌ی نتایج چگالی بتن بدست آمده و بتن طراحی شده، باید نسبت‌های مخلوط اصلاح گردند.

۹-۶-۴ اجرا

۹-۶-۴-۱ سبکدانه‌ها باید قبل از استفاده در کارگاه، با انجام آزمایش‌های دانه‌بندی و چگالی دانه‌ها و چگالی توده‌ای کنترل شوند و بر اساس نتایج مورد استفاده در طرح مخلوط مورد تایید قرار گیرد.

۹-۶-۴-۲ با توجه به تغییرات زیاد رطوبت سبکدانه‌ها باید همواره رطوبت سنگدانه کنترل گردد.

۹-۶-۴-۳ پیمانه کردن مصالح سبکدانه می‌تواند به‌صورت حجمی یا وزنی انجام شود.

۹-۶-۴-۴ فرایند اختلاط در بتن سبکدانه مشابه بتن معمولی است و می‌توان آن را در اغلب مخلوط‌کن‌های رایج تولید کرد.

تفسیر/توضیح

ت ۹-۶-۲-۵ در حالت نیمه سبکدانه، بتن بیش‌تر از حالتی است که تمام سنگدانه‌ها سبک باشند و معمولا مقاومت‌های بیش‌تری نیز به‌دست می‌آید.

ت ۹-۶-۳ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

ت ۹-۶-۳-۱ چگالی بتن سبک سازه‌ای بسیار متغیر بوده (۱۲۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب) و این تغییرات بر خواص مکانیکی و نسبت‌های اختلاط تاثیر بسزایی دارد. در نتیجه ارائه‌ی طرح مخلوطی ثابت و مناسب بسیار مهم است. مشخص کردن و کنترل نسبت آب به مواد سیمانی در بتن‌های سبکدانه کاری دشوار است، زیرا سبکدانه‌ها عملا در بسیاری از بتن‌ها به‌صورت اشباع با سطح خشک درنمی‌آیند.

ت ۹-۶-۴ اجرا

ت ۹-۶-۴-۲ تعیین نسبت آب به مواد سیمانی و نیز آب مورد نیاز طرح با توجه به تغییر شدید رطوبت سبک‌دانه‌ها قبل و بعد از ساخت بتن، کار دشواری است. یکی از راهکارها، استفاده از سبکدانه‌های اشباع است.

ت ۹-۶-۴-۳ روش متداول در کشور روش وزنی است. در این روش به‌دلیل تغییر مداوم چگالی سبکدانه‌ها، برای دستیابی به حجم مطلوبی از بتن باید چگالی سبکدانه‌ها هر از چندگاهی (در صورت تردید در تغییر) اندازه گیری شود. روش‌های مختلفی معمولا برای توزین درشت دانه‌های سبک و ریزدانه‌های سبک ارائه شده است.

ت ۹-۶-۴-۴ زمان اختلاط بتن سبک نسبت به بتن معمولی حدود ۳۰ تا ۹۰ ثانیه بیش‌تر است.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

۹-۴-۶-۵ روش انتقال بتن سبکدانه به محل بتن‌ریزی تقریبا مشابه با بتن معمولی قابل انجام است. همچنین باید تمهیدات لازم جهت حفظ کارایی انجام شود.

۹-۴-۶-۶ در پمپ کردن بتن سبکدانه نیاز است تا دقت بیش‌تری نسبت به بتن معمولی به‌کار رود. باید تمامی خطوط انتقال تمیز، لیز و هم قطر باشند. همچنین باید از کاهش ناگهانی قطر در قسمت‌ها مختلف پمپ و لوله اجتناب نمود.

۹-۴-۶-۷ عملیات جایدهی و تراکم باید با دقت بیش‌تری نسبت به بتن معمولی انجام شود.

۹-۴-۶-۸ باید پرداخت سطحی بتن سبکدانه به‌دلیل احتمال وجود سبکدانه‌ها در سطح با دقت بیش‌تری نسبت به بتن معمولی انجام گیرد.

۹-۴-۶-۹ عمل‌آوری در بتن سبک‌دانه باید با دقت و حساسیت بیش‌تری نسبت به بتن معمولی انجام شود.

۹-۷ بتن سنگین

۹-۷-۱ کلیات

۹-۱-۷-۱ بتن سنگین بتنی است که چگالی خشک شده‌ی آن در گرم‌خانه بیش از ۲۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.

تفسیر/توضیح

با توجه به احتمال خرد شدن سبک‌دانه‌ها در حین اختلاط، باید دقت بیش‌تری در انتخاب نوع مخلوط‌کن انجام شود.

ت ۹-۴-۶-۵ افت روانی بتن سبکدانه بیش‌تر از بتن معمولی است. جذب آب توسط سبکدانه‌ها به‌ویژه درشتدانه‌های خشک می‌تواند افت روانی زیادی را در طول زمان به‌وجود آورد. در نتیجه لازم است تا سبکدانه‌های درشت قبل از اختلاط بتن، پیش‌مرطوب و تا حدودی اشباع شوند.

برای جلوگیری از خشک شدن بتن در اثر جذب آب سبکدانه، لازم است تا بتن با کم‌ترین فشار عملی به محل استفاده منتقل شود.

ت ۹-۴-۶-۶ در صورت عدم پیش‌مرطوب‌سازی سبکدانه‌ها، در هنگام انتقال و پمپ کردن، فشار موجود باعث راندن آب به درون منافذ سبکدانه و سفت شدن سریع بتن سبکدانه می‌شود. همچنین با استفاده از مواد اصلاح‌کننده‌ی گرانروی یا نگهدارنده‌ی آب می‌توان بر این مشکل غلبه کرد.

برای ثابت ماندن مشخصات بتن در زمان پمپ کردن، استفاده از سبکدانه با جذب آب بیش از ۲۰ درصد توصیه نمی‌شود.

- قطر لوله‌ی پمپ کم‌تر از ۱۲۵ میلی‌متر توصیه نمی‌شود.

- با افزایش فشار، مقدار آب جذب شده‌ی سبکدانه به سرعت افزایش یافته و می‌تواند سبب انسداد لوله‌ی پمپ شود.

ت ۹-۴-۶-۷ با توجه به سبک بودن سنگدانه‌های بتن سبک، ممکن است در صورت جایدهی نامناسب بتن یا در صورت استفاده بیش از اندازه‌ی لرزاننده، سبکدانه‌ها به سطح بتن نزدیک شده و بتن ناهمگنی به‌وجود آید.

ت ۹-۴-۶-۸ برای جلوگیری از نامسطح شدن سطح بتن سبکدانه در هنگام پرداخت، استفاده از سبکدانه‌های کم مقاومت، توصیه نمی‌شود.

- بهتر است که عملیات پرداخت با فاصله زمانی از بتن‌ریزی انجام شود، تا از قلوه‌کن شدن سبکدانه‌ها جلوگیری به‌عمل آید.

ت ۹-۴-۶-۹ گاه اعتقاد بر این است که به‌دلیل وجود رطوبت محبوس شده در سنگدانه‌ها، پدیده‌ی عمل آوری درونی رخ می‌دهد و به بهبود کیفیت بتن منجر می‌شود.

ت ۹-۷ بتن سنگین

ت ۹-۷-۱ کلیات

ت ۹-۱-۷-۱ تفاوت این نوع بتن با بتن معمولی در چگالی زیاد و همچنین نوع و جنس سنگدانه‌های آن برای کاهش میزان تشعشع عبوری است. همچنین این نوع بتن به‌دلیل چگالی زیاد می‌توانند در

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۷-۲ مصالح مصرفی

۹-۷-۲-۱ سیمان

۹-۷-۲-۱-۱ انواع سیمان‌های پرتلند و آمیخته مورد استفاده در بتن‌های متعارف، برای استفاده در بتن‌های سنگین نیز قابل استفاده است.

۹-۷-۲-۱-۲ در اعضای بتنی حجیم باید از سیمان‌هایی با گرمای هیدراته شدن متوسط یا کم و یا کاهش مقدار سیمان استفاده کرد.

۹-۷-۲-۲ سنگدانه‌ی سنگین (سنگین‌دانه)

۹-۷-۲-۲-۱ عمده‌ترین ویژگی سنگدانه‌های مصرفی در بتن‌های سنگین، چگالی زیاد آن‌ها است. این مورد شامل سنگدانه‌های درشت و ریز می‌شود؛ با این وجود چگالی سنگدانه‌های درشت از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. ضوابط مربوط به میزان مجاز مواد زیان‌آور در سنگدانه‌ها و نیز میزان مجاز سنگدانه‌های پولکی و سوزنی، مشابه بتن‌های معمولی است.

تفسیر/توضیح

ساخت دیوارهای حایل، سدهای وزنی، لوله‌های مغروق و وزنه‌های بتنی مورد استفاده قرار گیرد.

- نفوذناپذیری در برابر پرتوهای هسته‌ای مهم‌ترین مشخصه‌ی سپرهای حفاظتی بتنی سنگین است. همچنین پایداری حجمی،عدم کاهش حجم بتن و عدم ترک‌خوردگی از جمله مشخصه‌های مهم دیگر آن است.

- پرتوهای عبوری عموما شامل نوترون، پروتون، آلفا، بتا، ایکس و گاما هستند. در مورد حفاظت در برابر پرتوهای نوترونی علاوه بر چگالی زیاد، به برخی عناصر خاص مانند آهن نیز نیاز است.

ت ۹-۷-۲ مصالح مصرفی

ت ۹-۷-۲-۱ سیمان

ت ۹-۷-۲-۱-۱ به‌منظور جلوگیری از ایجاد گرمای زیاد هیدراته‌شدن، افزایش آهنگ آن و همچنین جلوگیری از ایجاد ترک‌توصیه می‌شود از سیمان‌های زود سخت‌شونده و افزودنی‌های زودگیر یا زود سخت‌کننده استفاده نشود، مگر آن‌که دمای بتن توسط سیستم‌های سرمایشی که به‌طور ویژه طراحی شده‌اند، کنترل شود.

ت ۹-۷-۲-۱-۲ به‌کارگیری هر دو راه‌کار به همراه پیش‌سرمایش یا پس‌سرمایش بتن توصیه می‌شود.

ت ۹-۷-۲-۲ سنگدانه‌ی سنگین (سنگین‌دانه)

ت ۹-۷-۲-۲-۱ متداول‌ترین سنگدانه‌های مصرفی در بتن عبارتند از: مگنتیت، ایلمنیت، باریت، فروفسفر، هماتیت، سرپانتین، لیمونیت، برات، بوکسیت، برن‌فریت، و سنگدانه‌های فولادی یا چدنی.

- برای ساخت سپرهای محافظ پرتوهای نوترونی، می‌توان از سرپانتین و لیمونیت، که هر دو از سنگ‌های معدنی هیدروژن‌دار هستند، استفاده کرد. در سپرهای محافظ پرتوهای نوترونی، در شرایطی که دمای محیط بهره‌برداری زیاد است می‌توان از سنگدانه‌هایی از جنس برات، بوکسیت، و برن‌ریت استفاده کرد.

- چنانچه صرفا از سنگدانه‌های درشت سنگین استفاده شود، چگالی آن‌ها باید از ۳/۴ بیش‌تر باشد. بدیهی است، در صورتی‌که از سنگدانه‌ی درشت و ریز سنگین استفاده شود، چگالی سنگدانه‌ها می‌تواند کم‌تر از ۳/۴ نیز باشد. به هر حال کاربرد ریزدانه‌های سنگین در ملات تزریقی بتن پیش آکنده معمولا می‌تواند مشکلات خاصی مانند جداشدگی را به‌وجود آورد که می‌توان از بروز آن با چسبنده کردن ملات جلوگیری نمود.

پیشنویس مورخ ۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۷-۲-۲-۲ از آنجا که معادن سنگین‌دانه‌ها معمولا به‌اندازه‌ی معادن سنگدانه‌های متعارف یکنواخت نیست، باید کنترل کیفی مناسبی در مراحل تولید اعمال شود.

۹-۷-۲-۲-۳ ضوابط الزامی چگالی و ترکیب شیمیایی سنگین‌دانه‌های مصرفی برای سپرهای محافظ پرتو در استانداردهای ASTM C638 و ASTM C637 مشخص گردیده‌است.

۹-۷-۲-۲-۴ سنگین‌دانه‌های درشت مصرفی در بتن‌های سنگین که به‌صورت پیش‌آکنده اجرا می‌شوند، باید حداقل ۹۸ درصد بر روی الک ۹/۵ میلی‌متر باقی بمانند و به میزانی که توسط دستگاه نظارت تعیین می‌گردد، عاری از قطعات فلزی نازک، پولکی و یا سوزنی باشند.

۹-۷-۲-۲-۵ سنگین‌دانه‌های فولادی یا چدنی باید دارای حداقل چگالی ۷۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب بوده و همچنین تمیز و عاری از هرگونه پوشش خارجی مانند گریس، روغن، ترکیبات حاصل از عملیات فلزکاری، کرومات روی، پوسته‌ی سست زنگ فلز و گرد و غبار باشند.

۹-۷-۲-۳ مواد افزودنی شیمیایی

۹-۷-۲-۳-۱ در بتن‌های سنگین می‌توان از مواد افزودنی شیمیایی استفاده کرد. این مواد باید منطبق بر ضوابط استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۲۹۳۰ ایران باشد.

۹-۷-۲-۳-۲ عدم حباب‌زایی برای بتن‌های محافظ پرتوهای رادیو اکتیو، الزامی است.

۹-۷-۳ تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

۹-۷-۳-۱ برای تعیین نسبت‌های مخلوط اجزای بتن‌های سنگینی که به‌صورت متعارف یا پیش‌آکنده اجرا می‌شوند، می‌توان از روش‌های مذکور در روش ملی طرح مخلوط و راهنمای آن استفاده کرد.

۹-۷-۴ اجرای بتن به‌صورت متعارف

۹-۷-۴-۱ این روش زمانی می‌تواند به‌کار گرفته شود که اسلامپ بتن کم‌تر از ۹۰ میلی‌متر باشد و سنگین‌دانه‌هایی با چگالی خیلی زیاد به‌کار نرود.

تفسیر/توضیح

ت ۹-۷-۲-۲-۳ برخی از مشخصات متعارف سنگین‌دانه‌های مصرفی برای سپرهای محافظ پرتو در ACI 304.3R درج شده است.

ت ۹-۷-۲-۳ مواد افزودنی شیمیایی

ت ۹-۷-۳ **تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)**

ت ۹-۷-۴ اجرای بتن به‌صورت متعارف

ت ۹-۷-۴-۱ در این نوع اجرا، اختلاف چگالی سنگدانه‌ی درشت و ریز و همچنین خمیر سیمان می‌تواند عاملی جدی در افزایش استعداد جداشدگی بتن باشد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۹-۷-۴-۲ در بتن‌های سنگین، لرزاننده‌ها محدوده‌ی موثر و یا شعاع عملکردی کم‌تری دارند؛ بنابراین باید فاصله‌ی کم‌تری برای نقاط فروبردن لرزاننده در نظر گرفت. همچنین نباید بتن سنگین را توسط لرزاننده و در درون قالب از نقطه‌ای به نقطه دیگر جابه‌جا کرد.

۹-۷-۴-۳ حداکثر ضخامت مجاز هر لایه‌ی بتن‌ریزی در هر مرحله‌ی درون قالب حدود ۳۰۰ میلی‌متر است.

۹-۷-۴-۴ چنانچه براثر تراکم یک لایه‌ی دوغاب روی بتن جمع شود، باید آن را پس از تکمیل تراکم هر لایه و تا هنگامی که لایه‌ی مورد نظر هنوز حالت خمیری دارد از سطح جمع‌آوری کرد.

۹-۷-۵ اجرای بتن به‌صورت پیش‌آکنده

۹-۷-۵-۱ زمانی که امکان به‌کارگیری روش اجرای متعارف به‌دلیل جداشدگی به‌کار گرفته نشود و نتوان بتنی با روانی کم اجرا نمود، به اجبار باید از روش پیش‌آکنده استفاده کرد.

۹-۷-۵-۲ طرح مخلوط ملات با سنگدانه‌های ریز باید به‌گونه‌ای باشد که امکان تزریق آن در بین سنگدانه‌های درشت وجود داشته باشد.

۹-۷-۵-۳ به‌دلیل محدودیت‌های قرارگیری بتن در داخل قالب، حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی درشت در بتن سنگین مسلح نباید بیش‌تر از ۳۸ میلی‌متر درنظر گرفته شود. همچنین، حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی درشت نباید از ۲۰ میلی‌متر کم‌تر باشد.

۹-۷-۵-۴ برای سهولت در تزریق ملات لازم است که دانه‌بندی سنگدانه‌های درشت نسبتا یکنواخت باشد. بهتر است شکل آن تیزگوشه (شکسته) انتخاب شود.

۹-۷-۵-۵ حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی ریز در ملات تزریق نباید از یک دهم حداقل اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی درشت بیش‌تر شود.

تفسیر/توضیح

ت-۹-۷-۴-۲ بتن‌های سنگین معمولا در قالب جریان پیدا نمی‌کنند و لذا باید آن‌ها را با کم‌ترین میزان ارتعاش لرزاند.

ت ۹-۷-۴-۴ در این نوع بتن در هنگام ریختن استعداد جداشدگی اجزاء زیاد است. جداشدگی اجزای این نوع بتن به‌طور عمده ناشی از تفاوت در چگالی اجزای آن است. از آنجایی که این جداشدگی تاثیر منفی در بتن‌های محافظ در برابر پرتو دارد، توجه کافی به این مساله اهمیت دارد.

ت ۹-۷-۵ اجرای بتن به‌صورت پیش‌آکنده

ت ۹-۷-۵-۱ در این روش ابتدا سنگین‌دانه‌های درشت در قالب ریخته و از طریق لوله‌های تزریق، ملات با فشار مناسب به داخل حفرات بین شن رانده می‌شود.

- قطعات فولادی به‌دلیل قیمت زیاد آن‌ها، معمولا به‌ندرت و به‌تنهایی به‌عنوان سنگدانه‌های درشت در بتن‌های سنگین به‌کار می‌رود.
- استفاده از برخی از سنگدانه‌های ریز سنگین، نظیر فروفسفر در ملات موجب آب‌انداختگی بیش از حد و در عین حال تولید ملاتی می‌شود که پمپ کردن آن بیش‌ازحد مشکل است.

ت ۹-۷-۵-۳ در بتن غیر مسلح، استفاده از حداکثر اندازه‌های بیش‌تر با رعایت محدودیت‌های هندسی امکان‌پذیر است.

- حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی درشت در تعمیر ممکن است تا ۲۰ میلی‌متر کاهش داده شود.

ت ۹-۷-۵-۴ بهتر است نسبت حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی درشت به حداقل اندازه‌ی اسمی آن از ۳ تجاوز نکند. با این شرط و با استفاده از شن شکسته، فضای تزریق بیش‌تر و عمل تزریق ساده‌تر انجام خواهد شد.

ت ۹-۷-۵-۵ در بتن‌های غیر مسلح دارای سنگدانه‌ی درشت با حداکثر اندازه‌ی اسمی ۱۵۰ میلی‌متر و حداقل اندازه‌ی اسمی ۵۰ میلی‌متر، حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی ریز ملات به ۴/۷۵

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

متن اصلی

۹-۷-۵-۶ ملات تزریقی باید به‌طور کافی روان باشد. نسبت آب به مواد سیمانی ملات در واقع همان نسبت آب به مواد سیمانی بتن خواهد بود.

۹-۷-۵-۷ در بتن‌های سنگینی که به‌روش پیش‌آکنده اجرا می‌شوند، باید پیش از ریختن سنگدانه‌ی درون قالب، سنگدانه‌های درشت را به‌خوبی شست تا عاری از ذرات ریز و چسبیده به سطح شوند.

۹-۷-۵-۸ بتن پیش آکنده می‌تواند از نوع معمولی (غیر سنگین) باشد. در این نوع از بتن‌ها نیز تمام موارد ذکر شده برای بتن سنگین از پیش آکنده باید رعایت شود، به‌جز الزامات مربوط به سنگین‌دانه‌ها.

۹-۸ بتن‌ریزی زیر آب

۹-۸-۱ مقدمه

۹-۸-۱-۱ بتن‌ریزی زیر آب روش‌های گوناگون دارد. روش بتن‌ریزی با جام مخصوص، بتن‌ریزی با پمپ و لوله، بتن‌ریزی با روش سنگدانه‌ی پیش‌آکنده و روش بتن‌ریزی با لوله‌ی ترمی از جمله روش‌های رایج بتن‌ریزی در زیر آب هستند. در این بخش عمدتا به روش بتن‌ریزی در زیر آب با کمک لوله‌ی ترمی پرداخته می‌شود.

۹-۸-۲ بتن‌ریزی با لوله‌ی ترمی

در این روش باید همواره انتهای لوله به مقدار کافی در بتن ریخته شده قرار گرفته باشد و به هیچ‌وجه از درون بتن خارج

تفسیر/توضیح

میلی‌متر محدود می‌شود. در بتن‌های مسلح دارای سنگدانه‌ی درشت با حداکثر اندازه‌ی اسمی ۳۸ میلی‌متر و حداقل اندازه‌ی اسمی ۱۲/۵ میلی‌متر، حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی ریز ملات ۱/۲ میلی‌متر است. برای حداکثر اندازه‌ی اسمی درشت‌دانه ۲۵ میلی‌متر و حداقل اندازه‌ی اسمی ۹/۵ میلی‌متر، حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی ریز ملات به ۱ میلی‌متر محدود می‌شود. به‌هرحال چنانچه از ماسه‌ی ریزی استفاده شود، عمل تزریق ملات تسهیل می‌شود اما نیاز به آب، مواد سیمانی و روان‌کننده افزایش می‌یابد.

ت ۹-۷-۵-۶ روانی ملات دارای سنگدانه‌ی ریز با حداکثر اندازه‌ی اسمی ۲/۴ میلی‌متر طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۷۵۱۰ اندازه‌گیری می‌شود و بسته به طول لوله‌ها، فاصله‌ی آن‌ها، فشار تزریق و همچنین فضای خالی لابه‌لای شن، مدت زمان پیشنهادی برای تخلیه‌ی قیف ۱۸ تا ۲۶ ثانیه است، هرچنداین مقدار تا ۳۵ ثانیه نیز قابل افزایش می باشد.

ت ۹-۷-۵-۷ این امر باعث اتصال بهتر خمیر سیمان به سنگین‌دانه‌ها و ایجاد جریان مناسب ملات درون فضاهای خالی بین سنگین‌دانه‌ها می‌شود.

ت ۹-۸ بتن‌ریزی زیر آب

ت ۹-۸-۱ مقدمه

ت ۹-۸-۲ بتن‌ریزی با لوله‌ی ترمی

بتن باید با توجه به حرکت خود و جابجا شدن بتن‌های قبلی، به خروج هوا از بتن و تراکم آن کمک نماید.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

نشده یا بیرون کشیده نشود. در این نوع بتن‌ریزی باید از یک بتن روان با اسلامپ زیاد و ترجیحا خودتراکم بهره گرفت، زیرا امکان تراکم آن با وسایل تراکمی در زیر آب وجود ندارد.

در طول مدت بتن‌ریزی، لوله باید حتی‌الامکان از بتن پر باشد و بیش از یک چهارم آن از بتن خالی نماند.

اگر جریان آب به حدی باشد که باعث شسته شدن بتن شود، نمی‌توان از این روش استفاده نمود.

۹-۸-۲-۱ مشخصات سنگدانه و سایر مصالح مصرفی

۹-۸-۲-۱-۱ توصیه می‌شود که حداکثر اندازه‌ی سنگدانه برای بتن روان به ۲۵ میلی‌متر و برای بتن خودتراکم به ۲۰ میلی‌متر محدود گردد. این مقدار نباید از یک هشتم قطر داخلی لوله بزرگ‌تر باشد. دانه‌بندی مخلوط سنگدانه باید پیوسته و نسبتا ریزبافت و ماسه مصرفی ترجیحا دارای ذرات ریز کافی باشد.

۹-۸-۲-۱-۲ حداقل مقدار مواد سیمانی ۳۷۵ kg/m^3 و حداکثر آن برای بتن روان ۴۲۵ kg/m^3 و برای بتن خودتراکم ۴۷۵ kg/m^3 توصیه می‌شود.

در مواردی که بتن آرمه است، حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی به ۰/۴۵ محدود می‌شود و در سایر موارد حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی برابر ۰/۵ خواهد بود. حداقل رده‌ی بتن آرمه C30 و حداقل رده‌ی بتن غیرمسلح C25 خواهد بود.

۹-۸-۲-۱-۳ در بتن‌ریزی باید از یک روان‌کننده یا فوق‌روان‌کننده‌ی دیرگیر استفاده کرد. استفاده از مواد پوزولانی، سرباره و پودر سنگ نیز برای بهبود کارآیی و افزایش گرانروی و بالا بردن دوام توصیه می‌شود. استفاده از مواد لزجت‌زا برای جلوگیری از جداشدگی و آب‌شستگی توصیه می‌شود. به‌کارگیری مواد حباب‌ساز نیز به‌ویژه در بتن روان توصیه می‌گردد.

تفسیر/توضیح

در این روش بتن خروجی از انتهای لوله وارد بتن ریخته شده قبلی می‌شود و سطح بتن در تماس با آب بالا آمده و آب به سمت بالا رانده می شود. ریختن بتن در شمع‌ها و سپرهای آبدار باید با این روش یا روش مناسب دیگری انجام شود. در صورتی که قرار باشد بتن در یک شمع یا سپر بدون آب ریخته شود، می‌توان از ناوه‌ی سقوطی یا پمپ و لوله بهره گرفت و نیازی به بتن‌ریزی با لوله ترمی نیست. چنانچه به‌دلیل وجود جریان آب، بتن شسته شود، روش بتن‌ریزی با سنگدانه‌ی پیش آکنده به‌کار می‌رود.

ت ۹-۸-۲-۱ مشخصات سنگدانه و سایر مصالح مصرفی

ت ۹-۸-۲-۱-۱ بهتر است از ماسه‌ی گردگوشه استفاده شود. در روش ملی طرح مخلوط، نزدیکی به منحنی میانی (B) و حتی قرار گرفتن در بین منحنی B و C (به‌ویژه برای بتن خودتراکم) توصیه می‌شود (توان n بین ۰/۴ تا ۰/۳ برای بتن روان و ۰/۳ تا ۰/۲ برای بتن خودتراکم). بتن باید بتواند در طول زمان حمل و بتن‌ریزی اسلامپ و روانی کافی داشته باشد. درصد حباب هوای توصیه شده در این بتن‌ها ۴ تا ۶ درصد است. توصیه می‌شود حتی در هوای خنک نیز از مواد دیرگیرکننده استفاده گردد. برای شروع بتن‌ریزی، اولین پیمانه‌ی بتن می‌تواند حداقل اسلامپ ۱۵۰ میلی‌متر را دارا باشد. بافت ریزدانه‌ی سنگدانه و داشتن ذرات ریز کافی (ذرات ریزتر از ۳۰۰ میکرومتر) و حداقل مقدار مواد سیمانی برای جلوگیری از جداشدگی بتن و آب شستگی آن لازم است.

ت ۹-۸-۲-۱-۳ چنانچه اسلامپ بتن بیش از ۲۱۰ میلی‌متر باشد لازم است از آزمایش جریان اسلامپ استفاده گردد. حداقل جریان اسلامپ برای بتن آسان تراکم ۴۵۰ میلی‌متر می باشد و چنانچه از بتن خودتراکم استفاده شود حداقل جریات اسلامپ ۵۵۰ میلی‌متر خواهد بود

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

اسلامپ بتن روان در پای کار باید بین ۱۷۰ تا ۲۱۰ میلی‌متر و در صورت نیاز می توان از بتن آسان تراکم یا خودتراکم نیز استفاده نمود.

۹-۸-۲-۲ وسایل و تجهیزات مورد نیاز

۹-۸-۲-۲-۱ لوله‌ی ترمی (ناودان) باید صلب و دارای اتصالات آب بند و حداقل قطر داخلی ۲۰۰ و حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر باشد. در انجام کار تعمیر در زیر آب ممکن است از لوله‌های ترمی با قطر کم‌تر از ۲۰۰ میلی‌متر نیز استفاده نمود. به‌هرحال قطر لوله باید حداقل ۸ برابر حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی مصرفی باشد.

به‌کارگیری قیف مناسبی با حجمی معادل ۵ تا ۱۵ دقیقه بتن‌ریزی، برای سهولت ریختن بتن در لوله و به‌عنوان یک مخزن موقت توصیه می شود و باید به‌راحتی به لوله متصل و از آن جدا شود.

مجموعه‌ی لوله و قیف توسط جرثقیل یا بالابر، نگهداری و در زمان‌های مورد نظر به‌تدریج بالا کشیده می‌شود.

یک توپی یا توپک برای شروع بتن‌ریزی در ابتدا یا انتهای لوله به عنوان جدا کننده‌ی بتن و آب به‌کار گرفته می‌شود. می‌توان از متر، سیم یا نخ وزنه‌دار (مانند شاغول) و یا سایر وسایل نقشه‌برداری مناسب برای اندازه‌گیری عمق بتن استفاده کرد. وسایل حمل و ریختن بتن در قیف باید چنان باشند که بتوان پی‌درپی آن را تغذیه کرد تاتأخیری بیش از ۳۰ دقیقه در بتن‌ریزی به‌وجود نیاید.

۹-۸-۲-۳ اجرا

- در شروع بتن‌ریزی سطح آب داخل و خارج قالب یا شمع و سپر باید در یک تراز باشد، به نحوی که حرکت آب به سمت بالا مقدور نگردد.
- در آب‌های کم عمق، توپی یا توپک را می‌توان در انتهای لوله قرار داد و لوله را پایین برد و در کف قالب مستقر نمود. در حالی که در آب‌های عمیق باید توپی را در ابتدای لوله قرار داد و لوله را به‌راحتی به طرف پایین حرکت داد. در غیر این‌صورت تعادل لوله به هم می‌خورد، مگر اینکه آن را بشدت سنگین نمود.

تفسیر/توضیح

ت ۹-۸-۲-۲ وسایل و تجهیزات مورد نیاز

ت ۹-۸-۲-۲-۱ لوله‌های ترمی باید به‌راحتی به یکدیگر متصل و به سهولت و سرعت از یکدیگر جدا شوند، در حالی که آب‌بندی نیز برقرار باشد. لوله‌ی ترمی را مدرج می‌کنند تا بتوان مشخص کرد که چه طولی از آن زیر سطح خاک یا آب و چه طولی از آن در بتن است. قطر توپی یا توپک انعطاف‌پذیر باید کمی بزرگ‌تر از قطر داخلی لوله بوده و با فشار به درون لوله رانده شود. جنس آن اسفنجی یا لاستیکی و یا پلاستکی توپر یا توخالی است. استفاده از سایر مواد مشابه که کارایی و عملکرد لازم را داشته باشند بلامانع است. شرایط کارگاه باید چنان باشد که بتوان بتن را به درون قیف ریخت. بنابراین وسیله‌ی حمل و بتن‌ریزی به داخل قیف لوله ترمی باید به مقدار کافی بالاتر از قیف باشد تا مزاحمتی برای تخلیه به‌وجود نیاورد. در شرایط هوای گرم، زمان تاخیر ممکن است لازم باشد به ۱۵ دقیقه محدود شود و در هوای سرد این زمان می‌تواند تا بیش‌تر از ۳۰ دقیقه نیز باشد.

ت ۹-۸-۲-۳ اجرا

- بهتر است برای کاهش احتمال جداشدگی از حداقل روانی قید شده برای شروع کار استفاده نمود.
- در شمع‌ها و سپرها ممکن است به جای آب از گل حفاری یا دوغاب بنتونیت استفاده نمود. همه‌ی مواردی که برای آب ذکر شده برای گل حفاری نیز صادق است.
- در صورتی که عمق لوله درون بتن زیادتر شود، جریان بتن به شدت کند و احتمال انسداد لوله بیش‌تر شده و بتن نیز متراکم نمی‌شود.
- در صورتی که عمق لوله درون بتن کم‌تر از ۰/۶ متر شود، سرعت جریان بتن درون لوله به شدت زیاد شده و بتن خروجی از

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

- سپس باید بتن را توسط وسیله‌ی بتن‌رسانی، درون قیف ریخت و لوله را پر کرد. در صورتی که توپک در بالا قرار دارد و با فشار بتن به پایین رانده نشود باید آن را با میله‌ی مناسبی به پایین راند تا به‌تدریج توسط وزن بتن پایین رود.

- پس از آن‌که توپک به انتها رسید و لوله و قیف پر شد، به آرامی لوله و قیف را کمی بالا می‌کشیم تا توپک خارج شود. بلافاصله برای اولین و آخرین بار لوله را پایین می‌آوریم تا بتن درون قیف و لوله به‌صورت ناگهانی تخلیه نشود، ضمن آن‌که بتن به قدر کافی دور لوله را پر کند.

- پس از کند شدن سرعت تخلیه‌ی قیف و لوله، همزمان با بتن‌ریزی درون قیف، به آرامی در فواصل زمانی خاصی لوله و قیف را بالا باید کشید. به‌نحوی که جریان بتن همواره برقرار باشد و انتهای لوله به مقدار ۱ تا ۱/۵ متر درون بتن قرار گیرد. از بالا کشیدن ناگهانی لوله و تخلیه‌ی سریع آن باید پرهیز شود وگرنه بتن و آب با یکدیگر مخلوط می‌شوند. حرکت جانبی سریع لوله به اختلاط آب و بتن می‌انجامد و باید از آن پرهیز نمود.

- پس از اینکه بتن به تراز مورد نظر رسید باید بخشی از بتن بالایی را برداشت و دور ریخت. بسته به نوع بتن و دقت در بتن‌ریزی، ضخامت بتن سست و دور ریختنی بین ۰/۳ تا ۰/۵ متر خواهد بود. به‌هرحال باید به بتنی همگن و خمیری دست یافت. بنابراین لازم است بتن‌ریزی تا ارتفاعی انجام شود که پس از حذف قسمت فوقانی، تراز مورد نظر حاصل گردد.

- با توجه به سرعت تخلیه‌ی قیف و لوله یا با اندازه‌گیری عمق بتن و یا روش محاسباتی می‌توان مطمئن شد که عمق مورد نظر لوله‌ی درون بتن تامین شده است.

- در حین بتن‌ریزی نباید لوله را به اطراف حرکت داد. گاه لازم است در قطعات غیرمسلح و یا مواردی که مانعی برای حرکت لوله به اطراف وجود ندارد، برای پر کردن گوشه یا تراز کردن سطوح شیب‌دار بتن درون قالب، به آرامی لوله را به اطراف برد.

- در صورت استفاده از بتن روان و یک لوله استفاده شود، می‌توان انتظار داشت که بتن در حدود ۲ تا ۲/۵ متر به اطراف حرکت کند و سطح شیبداری را با شیب کم به‌وجود آورد. چنانچه از بتن خودتراکم استفاده شود ممکن است بتن بسته به کارایی آن، در حدود ۵ تا ۱۰ متر به هر طرف جریان یابد.

تفسیر/توضیح

لوله می‌تواند متلاطم شود و در نتیجه‌ی آن، بتن و آب مخلوط شده و کیفیت بتن به شدت کاهش می یابد.

- عمدتا حداقل و حداکثر عمق لوله‌ی درون بتن به روانی بتن نیز مربوط است و مقدار کاملا ثابتی نیست.

- گاه ترجیح داده می‌شود پس از سخت شدن بتن‌های ضعیف فوقانی، آن را تخریب کنند که عملیاتی پر هزینه‌تر را در پی دارد.

- هر چه روانی بتن کم‌تر باشد، شیب ایستایی آن بیش‌تر و حرکت بتن نیز به اطراف با سختی بیش‌تری همراه خواهد بود.

- معمولا حرکت بتن به اطراف، آن را مستعد جداشدگی می‌کند. باید سعی نمود با طرح مخلوط مناسب، این استعداد جداشدگی را کم‌تر کرد.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

بنابراین با یک لوله می‌توان سطح بیش‌تری را بتن‌ریزی نمود و گرنه نیاز به استفاده از چند لوله ترمی خواهد بود که در نتیجه بتن‌رسانی به آن‌ها و تراز کردن سطح بتن دشوار می‌گردد.

- حداکثر فاصله‌ی دو لوله‌ی ترمی برای بتن روان، بسته به روانی آن ۴ تا ۵ متر و حداکثر فاصله‌ی دو لوله برای بتن خودتراکم ۱۰ تا ۲۰ متر، بسته به روانی آن است.
- با بالا بردن تدریجی قیف و لوله، بتن‌رسانی با تراک میکسر یا لوله‌ی پمپ زمینی و تسمه نقاله مشکل می‌شود. بنابراین باید تراز قیف در ابتدا بیش از ۳ متر پایین‌تر باشد تا بتوان با حذف یک لوله‌ی ۳ متری، قیف را مجددا در تراز پایین‌تری قرار داد. این عملیات نباید بیش از ۱۵ دقیقه طول بکشد.
- توصیه می شود، ضمن بکارگیری مواد کندگیر کننده، دمای بتن نیز از ۲۸ درجه سلسیوس فراتر نرود.
- از آنجا که مشاهده‌ی بتن ریخته شده در حین کار یا پس از اتمام آن عملا غیرممکن است، بنابراین لازم است به نکات ذکر شده در رابطه با مصالح و بتن مصرفی و روش صحیح انجام کار توجه کافی شده و از افراد کارآزموده و مجرب استفاده نمود. لازم به ذکر است که در اغلب موارد، ترمیم و یا تخریب امکان‌پذیر نیست و حساسیت کار از این نظر بسیار زیاد است.
- در صورتی که از قالب برای ریختن بتن استفاده شود، باید از آب‌بندی خوبی برخوردار باشد.
- در اغلب موارد نیازی به عمل‌آوری بتن نیست و در محیط آب‌دار، کیفیت بتن به مرور زمان بهبود می‌یابد. مگر اینکه بخشی از آن در محیط غیرآب‌دار قرار گیرد و دسترسی به آن برای رطوبت‌رسانی مقدور باشد.
- در صورت انسداد لوله در حین بتن‌ریزی می‌توان لوله را به‌صورت ناگهانی و سریع به میزان ۱۵۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر بالا کشید و سپس آن را سریع پایین برد تا انسداد برطرف گردد. در هرحال سر لوله باید در این عملیات در بتن قرار داشته باشد.
- از پایین بردن لوله به جز در هنگام انسداد آن باید خودداری نمود. همواره لازم است لوله ترمی به‌تدریج با گام‌های ۱۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر به سمت بالا حرکت داده شود.
- پیمانکار باید قبل از شروع کار، روش کار را تهیه نماید و به تائید دستگاه نظارت برساند. در این دستورالعمل باید قطع بتن‌ریزی و شروع مجدد آن و عملیات لازم پیش‌بینی شود.

تفسیر/توضیح

- در شرایطی که بتن در آب‌های گرم مانند خلیج فارس یا دریای عمان ریخته می‌شود، بهتر است دمای بتن را به ۲۵ درجه‌ی سلسیوس محدود کرد.
- در بتن‌ریزی با لوله‌ی ترمی اهمیت تضمین کیفیت به مراتب بیش‌تر از کنترل کیفیت است.
- حرکت معکوس لوله به سمت پایین همواره باعث افت کیفیت می‌شود. بنابراین باید با اتخاذ تدابیر مناسب، نیاز به این عمل را از بین برد. یعنی اقداماتی را به انجام رسانید تا انسداد لوله به‌وجود نیاید.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

فصل دهم کنترل و پذیرش بتن

متن اصلی

۱۰-۱ ضوابط ارزیابی و پذیرش بتن در کارگاه

۱۰-۱-۱ کلیات

۱۰-۱-۱-۱ پذیرش بتن از نظر کیفیت بتن تازه: بتن تازه باید دارای مشخصات قابل قبول مندرج در مشخصات فنی خصوصی پروژه باشد. رعایت محدوده‌ی روانی مجاز، محدوده‌ی درصد هوای مجاز، محدوده‌ی دمای مجاز و مشخصات ظاهری ضروری است تا بتن تازه مورد پذیرش قرار گیرد.

۱۰-۱-۱-۲ پذیرش بتن از نظر نحوه‌ی اجرا: عملیات اجرایی شامل آماده‌سازی محل بتن‌ریزی, ریختن، پخش و جای دادن، تراکم، پرداخت و عمل‌آوری بتن باید طبق این آیین‌نامه یا مشخصات فنی انجام شود؛ در غیر اینصورت بتن مورد پذیرش قرار نگرفته و کیفیت آن مورد تردید خواهد بود.

۱۰-۱-۱-۳ پذیرش بتن از نظر مقاومت فشاری (انطباق با رده و مقاومت مشخصه‌ی فشاری): پذیرش مقاومت فشاری بتن در کارگاه بر اساس نتایج مقاومت فشاری نمونه‌های برداشت شده از بتن تازه‌ی مصرفی صورت می پذیرد. نمونه‌برداری از بتن باید به‌صورت تصادفی در طول مدت مصرف بتن انجام شود. تهیه‌ی آزمونه‌ها و نگهداری آن‌ها در شرایط استاندارد، طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۳۲۰۵ یا ۲-۱۶۰۸ انجام می‌شود.

تفسیر/توضیح

ت ۱۰-۱ ضوابط ارزیابی و پذیرش بتن در کارگاه

ت ۱۰-۱-۱ کلیات

ت ۱۰-۱-۱-۱ موارد ظاهری شامل: عدم همگنی بتن (جداشدگی)، آب انداختن، عدم پخش الیاف، وجود کلوخه و غیره است.

ت-۱۰-۱-۱-۲ برخی از این موارد را نمی‌توان با انجام آزمایش روی بتن کنترل نمود و لازم است موارد اجرایی به‌صورت کامل و صحیح رعایت گردد و دستگاه نظارت مسئولیت کنترل و پذیرش را به‌عهده دارد.

ت-۱۰-۱-۱-۳ نمونه‌برداری طبق نظر و درخواست ناظر انجام می‌شود. نمونه‌برداری باید به‌صورت غیرگزینشی بوده و به زمان خاص یا روانی خاصی وابسته نباشد. بدیهی است بتن‌هایی که از نظر ظاهر و روانی در محدوده‌ی قابل قبول نیستند نباید مصرف شوند و نمونه‌گیری از آن‌ها موضوعیت ندارد. به‌هرحال ایجاد ضابطه‌ی خاص در نمونه‌برداری مانند شرایط خاص جوی و نظایر آن نیز قابل قبول نیست، زیرا مبانی آماری ضوابط پذیرش مقاومتی یا دوام را مخدوش می‌کند. پذیرش بتن ممکن است در برخی موارد از نظر مقاومت خمشی، کششی و غیره مورد نیاز باشد. در این صورت باید ضوابط مربوطه در مشخصات فنی پروژه ذکر شود.

پیشنویس مورخ ۱۴۰۱/۱۲/۲۶

متن اصلی

۱۰-۱-۱-۴ پذیرش بتن از نظر دوام: پذیرش بتن از نظر دوام در کارگاه بر اساس نتایج آزمایش‌های دوام برای نمونه‌های برداشته شده از بتن تازه صورت می‌پذیرد. تهیه‌ی آزمونه‌ها و نگهداری آن‌ها در شرایط استاندارد طبق استاندارد ملی به‌شماره‌ی ۳۲۰۵ و یا ۲-۱۶۰۸ انجام می‌شود.

۱۰-۱-۲ محل و تواتر نمونه‌برداری

۱۰-۱-۲-۱ محل و تواتر نمونه‌برداری برای پذیرش بتن تازه

برای تعیین ویژگی‌های بتن تازه حداقل تعداد نوبت‌های نمونه‌برداری همان نوبت‌های نمونه‌برداری در محل نهایی مصرف قبل از ریختن، برای تعیین مقاومت فشاری بتن خواهد بود.

دستگاه نظارت مجاز به نمونه‌برداری در نوبت‌های بیش‌تر با توجه به بروز هر گونه شک یا تغییرات ظاهری در بتن تازه خواهد بود. در این حالت نمونه‌برداری می‌تواند از کامیون مخلوط‌کن یا سایر وسایل حمل بعد از تخلیه‌ی حدود ۳۰۰ لیتر بتن انجام گیرد.

در نوبت‌های نمونه‌برداری مقاومتی از بتن آماده لازم است نمونه‌برداری بتن تازه طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱-۳۲۰۱ از وسیله‌ی حمل بتن باشد.

۱۰-۱-۲-۲ محل و تواتر نمونه‌برداری مقاومتی

۱۰-۱-۲-۲-۱ در صورتی که هدف از نمونه‌برداری مقاومتی، انطباق بر رده‌ی یا مقاومت مشخصه باشد، نمونه‌برداری بتن از محل نهایی مصرف، قبل از ریختن در عضو مورد نظر انجام می‌شود.

۱۰-۱-۲-۲-۲ نمونه‌برداری از هر سازه برای هر نوع و هر رده‌ی بتن انجام می‌شود و پذیرش نیز برای این نوع و رده‌ی بتن در هر سازه به‌صورت جداگانه خواهد بود.

تفسیر/توضیح

ت-۱۰-۱-۱-۴ به تفسیر بند پذیرش بتن از نظر مقاومت فشاری مراجعه شود.

ت ۱۰-۱-۲ محل و تواتر نمونه‌برداری

ت ۱۰-۱-۲-۱ محل و تواتر نمونه‌برداری برای پذیرش بتن تازه

ت-۱۰-۱-۲-۱ گاه لازم است از بتن آماده قبل از اضافه نمودن افزودنی یا آب نمونه‌گیری شود و کیفیت آن مورد ارزیابی قرار گیرد. به‌هرحال برای بتن‌های مصرفی در پروژه باید نمونه‌برداری از بتن مصرفی پس از افزودن آب یا هر نوع افزودنی (در صورت مجاز بودن) در محل نهایی مصرف قبل از ریختن آن در سازه انجام گیرد. بتن آماده معمولا باید با توجه به نیاز پروژه از نظر روانی برای پمپ کردن ارسال شود، اما گاه بتن آماده با روانی کم‌تر از حد مورد نیاز به پای کار می‌رسد و لازم است به نحو مقتضی روانی آن بیش‌تر شود.

ت ۱۰-۱-۲-۲ محل و تواتر نمونه‌برداری مقاومتی

ت ۱۰-۱-۲-۲-۱ در این مورد نباید از وسیله‌ی حمل بتن نمونه‌گیری کرد، مگر آن‌که وسیله‌ی حمل مورد نظر همان وسیله‌ی ریختن بتن در عضو باشد.

ت ۱۰-۱-۲-۲-۲ در صورتی که از دو یا چند نوع بتن مختلف (سبک، سنگین، حباب‌دار، الیافی و خودتراکم، همچنین بدون افزودنی و با افزودنی) در یک سازه استفاده شود، نمونه‌برداری و انطباق هر یک با رده‌ی مورد نظر باید جداگانه انجام شود. همچنین در صورت به‌کارگیری از دو یا چند رده‌ی مقاومتی یا مقاومت‌های مشخصه‌ی مختلف در یک سازه، ضوابط نمونه‌برداری برای هر یک به‌صورت جداگانه اعمال می‌شود.

بلوک‌های مختلف مشابه یکدیگر، سازه‌های مختلف و جدا از یکدیگر تلقی می‌شود و ضوابط و تواتر نمونه‌برداری برای هر یک از آن‌ها به‌صورت جداگانه کاربرد دارد، حتی اگر بتن آن‌ها از یک واحد تولید

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

۱۰-۱-۲-۲-۳ در صورتی که حجم هر پیمانه (اختلاط) بتن در پای کار یک متر مکعب باشد، تواتر نمونه‌برداری به‌صورت زیر خواهد بود. هر کدام تعداد نوبت بیش‌تری را به‌دست دهد ملاک خواهد بود.

الف: هر ۳۰ مترمکعب بتن؛

ب: هر ۱۵۰ متر مربع سطوح دال و دیوار (یک وجه دال و دیوار)؛

پ: هر ۱۰۰ متر طول تیر و کلاف در صورتی که جدا از سایر قطعات بتن‌ریزی شوند؛

ت: هر ۶۰ متر طول ستون.

در صورتی که حجم هر پیمانه (اختلاط) بتن در پای کار بیش‌تر یا کم‌تر از یک متر مکعب باشد می‌توان مقادیر فوق را به همان نسبت افزایش یا کاهش داد. به‌هرحال این نسبت نباید از ۳ بیش‌تر و از یک سوم کم‌تر شود.

مقادیر فوق در صورتی که بتن دارای گواهینامه‌ی خاص یا پروانه‌ی استاندارد و سابقه‌ی مناسبی باشد، برقرار خواهد بود. در غیر این‌صورت این مقادیر نصف خواهد شد.

در صورتی که سابقه‌ی بتن در کارگاه به‌دلیل عدم انطباق با رده، توسط دستگاه نظارت نامناسب تشخیص داده شود، تواتر سخت‌گیرانه به‌کار می‌رود (دو برابر شدن تعداد نوبت‌ها یا نصف شدن مقادیر فوق). در صورتی که مجددا انطباق با رده، تأیید شود، تواتر معمولی به‌کار گرفته می‌شود.

۱۰-۱-۲-۲-۴ در یک سازه برای هر نوع و هر رده‌ی بتن در هر نوبت کاری روزانه، باید حداقل یک نوبت نمونه‌برداری انجام شود.

۱۰-۱-۲-۲-۵ در یک سازه برای هر نوع و هر رده‌ی بتن، حداقل ۶ نوبت نمونه‌برداری (صرف‌نظر از حجم یا سطح بتن سازه) ضرورت دارد.

تفسیر/توضیح

بتن و در یک زمان تأمین گردد. به‌هرحال سازه‌های جداگانه، سازه‌هایی هستند که تجزیه و تحلیل و طراحی آن‌ها جداگانه انجام می‌شود.

بدیهی است باید بین انطباق مقاومتی بتن آماده با رده‌ی مورد نظر و انطباق مقاومتی بتن مصرفی در یک سازه تفاوت قائل شد. در صورتی‌که خریدار بتن آماده مسئولیت تغییراتی را در بتن آماده با افزودن آب یا افزودنی بپذیرد، نیاز به نمونه گیری‌های جداگانه وجود ندارد.

ت ۱۰-۱-۲-۲-۳ دستگاه نظارت با توجه به اهمیت سازه و عدم وجود یکنواختی مطلوب در ساخت بتن می تواند مقادیر بتن برای نمونه‌برداری از بتن هایی با حجم پیمانه کم‌تر از یک متر مکعب را کاهش دهد، تا تعداد نوبت های نمونه‌برداری بیش‌تر گردد و در صورتی که یکنواختی وجود داشته باشد می توان از تواتر سخت گیرانه صرفنظر نمود. وقتی بتن با کامیون مخلوط‌کن حمل می‌شود حجم هر پیمانه، همان حجم بتن کامیون مخلوط‌کن خواهد بود و چنانچه برای مثال در هر نوبت ۶ متر مکعب بتن حمل شود، احجام مرتبط با تواتر نمونه‌برداری در ۳ ضرب می‌شود. چنانچه هر نوبت ساخت بتن نیم متر مکعب باشد و در یک وسیله خاص این حجم بتن حمل شود، می توان مقادیر تواتر نمونه‌برداری را با توجه به نظر دستگاه نظارت در ۰/۵ ضرب نمود.

ت ۱۰-۱-۲-۲-۵ بندهای مربوط به تواتر نمونه‌برداری برای ساخت قطعات پیش ساخته و منفرد اعتبار ندارد و برای سازه های درجا ریخته معتبر می باشد، مگر اینکه دستگاه نظارت تشخیص دهد که از این ضوابط می توان در اینگونه موارد نیز بهره برد.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

۱۰-۱-۲-۲-۶ در صورتی‌که کل حجم هر نوع یا هر رده‌ی بتن در یک سازه از ۳۰ مترمکعب کم‌تر باشد، مشروط بر اینکه به تشخیص دستگاه نظارت دلیلی بر رضایت‌بخش بودن کیفیت مقاومتی بتن وجود داشته باشد، می‌توان از نمونه‌برداری مقاومتی و آزمایش آن صرف‌نظر کرد.

۱۰-۱-۲-۳ محل و تواتر نمونه‌برداری برای آزمایش‌های دوام

۱۰-۱-۲-۳-۱ در مورد محل نمونه‌برداری، مطابق ضوابط نمونه‌برداری مقاومتی عمل می‌شود. در صورت ارائه‌ی ضوابط خاصی در مورد دوام در مشخصات فنی، نیاز به نمونه‌برداری وجود دارد.

۱۰-۱-۲-۳-۲ نمونه‌برداری از هر سازه برای هر نوع و هر رده‌ی بتن از نظر دوام انجام می‌شود و پذیرش آن از نظر دوام نیز بر این منوال خواهد بود. درصورتی‌که مهندسین مشاور ضابطه‌ای برای تواتر نمونه‌برداری آزمایش‌های دوام ارائه کرده باشند، باید آن‌ها را رعایت کرد، در غیر این‌صورت نیاز به نمونه‌برداری و آزمایش وجود ندارد.

۱۰-۱-۲-۳-۳ در صورتی‌که حجم هر پیمانه (اختلاط) بتن در پای کار یک متر مکعب باشد، تواتر نمونه‌برداری به‌صورت زیر خواهد بود و هر کدام تعداد نوبت بیش‌تری دهد ملاک خواهد بود:

الف: هر ۲۰۰ متر مکعب بتن (از هر نوع و هر رده‌ی دوام برای هر سازه)؛

ب: هر ۱۰۰۰ متر مربع سطح دال و دیوار؛

پ: هر ۴۰۰ متر طول تیر و کلاف در صورتی که جدا از سایر قطعات بتن‌ریزی شوند؛

ث: هر ۲۰۰ متر طول ستون.

در صورتی‌که حجم هر پیمانه (اختلاط) بتن در پای کار بیش‌تر یا کم‌تر از ۱ متر مکعب باشد، می‌توان مقادیر فوق را به همان نسبت افزایش یا کاهش داد. به‌هرحال این نسبت نباید بیش‌تر از ۲ یا کم‌تر از نصف شود.

تفسیر/توضیح

ت ۱۰-۱-۲-۲-۶ استفاده از بتن آماده استاندارد یا بتن دارای گواهینامه خاص از مراکز ذیصلاح یا بتن دارای سابقه مناسب مقاومتی و یا به‌کارگیری طرح مخلوط دارای سابقه‌ی مناسب (به شرط عدم تغییر اجزای بتن) می‌تواند دلیل مناسبی بر رضایت‌بخش بودن کیفیت بتن تلقی شود. به‌هرحال دستگاه نظارت با مسئولیت خود از درخواست نمونه‌برداری و انجام آزمایش می‌تواند صرف‌نظر نماید.

ت ۱۰-۱-۲-۳ محل و تواتر نمونه‌برداری برای آزمایش‌های دوام

ت-۱۰-۱-۲-۳-۱ در مواردی که الزامات خاصی در مورد دوام در مشخصات فنی ذکر شده است باید روش نمونه‌برداری و نوع نمونه‌ها توسط مهندس مشاور مشخص گردد. با توجه به نوع آزمایش مورد نظر در ارتباط با دوام، معمولا روش نمونه‌برداری و تهیه آزمونه‌ها و آماده‌سازی آن‌ها در استاندارد مربوطه مشخص می‌گردد.

ت ۱۰-۱-۲-۳-۳ چنانچه حجم وسیله‌ی حمل بیش از ۲ متر مکعب باشد، از هر ۴۰۰ متر مکعب بتن یا هر ۲۰۰۰ متر مربع سطح دال و دیوار یا هر ۸۰۰ متر طول تیر و کلاف و هر ۴۰۰ متر طول ستون، یک نوبت نمونه‌برداری (شامل چند آزمونه) انجام می‌شود اما اگر همین بتن دارای گواهینامه‌ی خاص یا پروانه‌ی استاندارد و سابقه‌ی مناسب نباشد، احجام و مقادیر تواتر نمونه‌برداری مجددا نصف می‌شود.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

مقادیر فوق در صورتی‌که بتن گواهینامه‌ی خاص یا پروانه‌ی استاندارد و سابقه‌ی مناسبی داشته باشد، برقرار خواهد بود؛ در غیر این‌صورت این مقادیر نصف خواهد شد.

۴-۳-۲-۱-۱۰ در یک سازه برای هر نوع و هر رده‌ی بتن از نظر دوام، حداقل ۳ نوبت نمونه‌برداری ضرورت دارد.

۳-۱-۱۰ ضوابط پذیرش بتن در کارگاه

۱-۳-۱-۱۰ ضوابط پذیرش بتن تازه

۱-۱-۳-۱-۱۰ چنانچه در مشخصات فنی پروژه ضوابط خاصی برای پذیرش بتن تازه مطرح نشده باشد، باید ضوابط زیر را به‌کار گرفت:

چنانچه فقط بیشینه‌ی مقدار اسلامپ بتن قید شده باشد نباید از این مقدار تجاوز کرد و کاهش آن حداکثر ۳۰ درصد (پس از گرد کردن به عدد صحیح کوچک‌تر، با تقریب ۵ میلی‌متر) مجاز است، مشروط بر آن‌که کارآیی مورد نظر تأمین شود و امکان به‌کارگیری بتن وجود داشته باشد.

چنانچه فقط اسلامپ هدف به‌صورت متوسط ذکر شده باشد، رواداری آن ۲۰± درصد (پس از گرد کردن به نزدیک‌ترین عدد صحیح با تقریب ۵ میلی‌متر) خواهد بود. در هرحال حداکثر اسلامپ نباید از ۲۱۰ میلی‌متر بیش‌تر شود.

اگر فقط بیشینه‌ی مقدار جریان اسلامپ قید شود، نباید از این مقدار تجاوز کرد و کاهش آن حداکثر ۱۵ درصد (پس از گرد کردن به عدد صحیح کوچک‌تر با تقریب ۱۰ میلی‌متر) مجاز است، مشروط بر آن‌که از محدوده‌ی جریان اسلامپ بتن خودتراکم خارج نگردد. در غیر این‌صورت می‌توان مخلوط بتن را طبق بند (فصل اجرا) اصلاح نمود.

چنانچه جریان اسلامپ هدف به‌صورت متوسط ذکر شود، رواداری آن ۷± درصد (پس از گرد کردن به نزدیک‌ترین عدد صحیح با تقریب ۱۰ میلی‌متر) خواهد بود. مشروط بر آن‌که از محدوده‌ی جریان اسلامپ بتن خودتراکم خارج نگردد.

رعایت حداقل یا حداکثر درصد هوای قید شده لازم است و در صورتی که حداقل یا حداکثر مقدار درصد هوا ذکر نشود، رواداری آن ۲۰± درصد مقدار ذکر شده خواهد بود.

چنانچه حداقل یا حداکثر دمای مجاز بتن ذکر شود، رعایت آن ضرورت خواهد داشت و اگر دمای بتن بدون ذکر حداقل یا

تفسیر/توضیح

ت ۳-۱-۱۰ **ضوابط پذیرش بتن در کارگاه**

ت ۱-۳-۱-۱۰ ضوابط پذیرش بتن تازه

ت ۱-۱-۳-۱-۱۰ در صورتی‌که رده‌ی اسلامپ طبق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۱۲۲۸۴ ایران قید شود، اسلامپ بتن باید در محدوده‌ی مورد نظر آن رده‌ی اسلامپ قرار گیرد و رواداری‌های ذکر شده موضوعیت نخواهد داشت. اعتبار نتایج آزمایش اسلامپ در محدوده‌ی ۱۰ تا ۲۱۰ میلی‌متر است. بنابراین اگر رواداری‌های ذکر شده عددی خارج از این محدوده باشد، معتبر نخواهد بود.

برای درصد هوای کم‌تر از ۵ درصد، رواداری مجاز ۲۵± درصد مقدار مزبور خواهد بود.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

حداکثر اعلام شود، رواداری آن ۲± درجه‌ی سلسیوس خواهد بود.

۱۰-۱-۳-۲ ضوابط پذیرش مقاومتی بتن (انطباق با رده‌ی مقاومتی)

۱۰-۱-۳-۲-۱ در یک سازه و برای هر نوع و هر رده‌ی مقاومتی بتن، انطباق بر رده‌ی مورد نظر زمانی وجود دارد که هر دو شرط زیر برقرار باشد:

الف: میانگین نتایج هر سه نمونه‌ی متوالی مقاومت فشاری بتن کم‌تر از مقاومت مشخصه‌ی مورد نظر نباشد.

ب: هیچ یک از نتایج مقاومت فشاری بتن کم‌تر از ۹۰ درصد مقاومت مشخصه‌ی مورد نظر نباشد.

۱۰-۱-۳-۲-۲ منظور از نتیجه‌ی مقاومت فشاری هر نمونه، میانگین نتایج حداقل دو آزمونه‌ی استوانه‌ای به قطر حدود ۱۵۰ میلی‌متر و ارتفاع حدود ۳۰۰ میلی‌متر برای سن ۲۸ روز یا هر سن مقرر شده‌ی دیگر برای مقاومت مشخصه است. در صورتی‌که از آزمونه‌های استوانه‌ای به قطر حدود ۱۰۰ میلی‌متر و ارتفاع حدود ۲۰۰ میلی‌متر استفاده شود، میانگین نتایج حداقل سه آزمونه به‌عنوان نتیجه‌ی هر نوبت نمونه‌برداری در سن ۲۸ روز یا هر سن مقرر دیگر گزارش خواهد شد.

برای ارزیابی کیفیت مقاومتی بتن، قبل یا بعد از موعد مقرر، می‌توان یک آزمونه‌ی دیگر را برای هر سن آزمایش کرد.

۱۰-۱-۳-۲-۳ در صورتی‌که بیش‌ترین اختلاف مقاومت آزمونه‌ها کم‌تر از ۱۵ درصد میانگین آن‌ها باشد، میانگین مزبور گزارش می‌شود. در غیر این‌صورت چنانچه فقط دو آزمونه موجود باشد، نتیجه‌ی آن نوبت نمونه‌برداری از فهرست نتایج حذف خواهد شد، مگر آن‌که بتوان نشان داد که نتیجه‌ی کم‌تر به‌دلیل وجود یک نقص در نمونه‌برداری یا قالب‌گیری و نگهداری و آزمایش آن آزمونه بوده است. در این حالت نتیجه‌ی کم‌تر حذف و نتیجه‌ی بیش‌تر به‌عنوان نتیجه‌ی نمونه‌برداری گزارش می‌شود.

تفسیر/توضیح

ت ۱۰-۱-۳-۲ ضوابط پذیرش مقاومتی بتن (انطباق با رده‌ی مقاومتی)

ت ۱۰-۱-۳-۲-۱ با توجه به ضوابط فوق، احتمال اینکه بتنی بر اساس روابط مقاومت هدف طرح مخلوط، طراحی و در کارگاه ساخته شود و کم‌تر از مقاومت مشخصه باشد، ۱ تا ۲ درصد خواهد بود. چنانچه برای مثال فقط ۶ نمونه‌گیری موجود باشد، هر سه نمونه‌ی متوالی عبارتست از (۱و۲و۳)، (۲و۳و۴)، (۳و۴و۵)، (۴و۵و۶). بدین ترتیب میانگین نتایج هر سه نمونه‌ی متوالی باید کم‌تر از مقاومت مشخصه نباشد. لازم است نتایج نمونه‌ها با توجه به تاریخ و ساعت نمونه‌برداری مرتب شده و سپس مورد استفاده قرار گیرد. از نتیجه‌ی هیچ نمونه‌ای نباید صرف‌نظر کرد، مگر آن‌که دلایل و مستنداتی در دست باشد که نشان دهد نتایج این نمونه (یا آزمونه‌های آن) اعتبار و صحت کافی را دارند.

ت ۱۰-۱-۳-۲-۲ در صورتی‌که آزمونه‌های مکعبی ۱۵۰ میلی‌متری تهیه و مورد آزمایش قرار گیرد، لازم است نتایج آن به نتایج استوانه‌ای تبدیل شود. تعداد آزمونه‌های مکعبی ۱۰۰ میلی‌متری، باید حداقل ۳ عدد باشد. تبدیل نتایج می‌تواند بر اساس جدول ت ۱۰-۱ برای بتن‌های با وزن مخصوص معمول بتن سبک (مطابق زیر نویس جدول ت ۱۰-۱) انجام شود. به‌دلیل تغییرات نتایج استوانه‌ی ۱۰۰ میلی‌متری و مکعب ۱۰۰ میلی‌متری، لازم است حداقل سه آزمونه مورد استفاده قرار گیرد. در صورتی مقاومت فشاری در سنین دیگر نیز مبنای قضاوت خاصی قرار می‌گیرد، تهیه و آزمایش دو آزمونه با قطر یا بعد ۱۵۰ میلی‌متر یا سه آزمونه با قطر یا بعد ۱۰۰ میلی‌متر برای هر سن ضروری خواهد بود. لازم است به‌دلیل وجود نقص‌های احتمالی در آزمونه ها تعداد آن‌ها بیش‌تر از حداقل ذکر شده باشد تا بتوان در صورت نیاز از آن‌ها استفاده کرد.

ت ۱۰-۱-۳-۲-۳ باید در چنین حالتی آزمونه‌ی سوم مورد آزمایش قرار گیرد و سپس نتیجه‌ای که بیش از ۷/۵ درصد مقدار میانگین با مقدار میانگین نتایج موجود اختلاف دارد، حذف و میانگین نتایج باقیمانده به‌شرط اینکه اختلاف نتایج آن‌ها با میانگین از ۷/۵ درصد میانگین بیش‌تر نباشد، محاسبه و گزارش شود. در صورتی که تعداد آزمونه‌ها در یک سن بیش‌تر از سه آزمونه باشد نیز می‌توان مانند حالتی که نتیجه‌ی سه آزمونه در دست است عمل نمود.

در اغلب اوقات کاهش نتایج و ایجاد اختلاف زیاد بین مقاومت آزمونه‌ها حاصل وجود نقص یا نقایص خاصی در مراحل نمونه‌برداری، ریختن در قالب، تراکم، خارج کردن از قالب، نگهداری استاندارد اولیه و نگهداری نهایی (از نظر دما و رطوبت)، جابجایی و حمل، کلاهک‌گذاری و آزمایش مقاومت فشاری و همچنین لب‌پریدگی و غیره است. در بیش‌تر این موارد، کاهش مقاومت ایجاد می‌شود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

جدول ت ۱۰-۱ تبدیل مقاومت بتن معمولی و سبکدانه، از آزمونه مکعبی ۱۵۰ میلی‌متر به آزمونه استوانه‌ای به قطر ۱۵۰ میلی‌متر

مقاومت فشاری مکعبی ۱۵۰ میلی‌متری MPa	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵
مقاومت فشاری استوانه‌ی استاندارد MPa	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵	۷۰

۱- برای تبدیل مقاومت مکعبی کم‌تر از MPa ۲۵ به استوانه‌ی استاندارد، مقدار آن بر ۱/۲۵ تقسیم می‌شود.

۲- به‌ترتیبی که ذکر شد برای مقاومت‌های بین اعداد ذکر شده در جدول، کافی است Mpa ۵ از نتیجه‌ی مکعبی کم شود تا نتیجه‌ی استوانه‌ای حاصل گردد.

۳- در صورت استفاده از مکعب ۱۰۰ میلی‌متری، تبدیل آن به استوانه‌ی ۱۰۰ میلی‌متری مشابه جدول فوق خواهد بود. هرچند مقاومت مکعب ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متری و همچنین مقاومت استوانه‌ی ۱۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متری با یکدیگر تفاوت دارند، اما تبدیل آن‌ها ضرورت ندارد و صرفا از حداقل سه آزمونه‌ی کوچک‌تر به‌جای حداقل دو آزمونه‌ی بزرگ‌تر استفاده می‌شود. به‌هرحال حداقل قطر آزمونه‌ی استوانه‌ای باید از سه برابر حداکثر اندازه‌ی اسمی کم‌تر نباشد و برای آزمونه‌ی مکعبی نیز باید از ۳/۵ برابر حداکثر اندازه‌ی اسمی کم‌تر نباشد.

۴- برای بتن‌های سبکدانه، نسبت مقاومت فشاری آزمونه مکعبی ۱۵۰ میلی‌متری به استوانه به قطر ۱۵۰ میلی‌متر، برای رده‌های مقاومتی تا ۴۰ مگاپاسکال، برابر با ۱/۰۵ می‌باشد، که برای مقاومت‌های بیشتر تقریبا یک خواهد بود.

۵- برای رده‌های مقاومتی بیش از ۸۰ مگاپاسکال، عملا مقاومت فشاری مکعبی و استوانه‌ای تقریبا یکسان خواهد بود.

متن اصلی

۱۰-۱-۳-۲-۴ در صورتی که ضوابط پذیرش مقاومتی بتن یا انطباق بر رده حاصل نشود، بتن منطبق بر رده نیست. اگر فقط ضابطه‌ی «الف» برقرار نباشد (یعنی رابطه‌ی «ب» برقرار است)، می‌توان آن را از نظر سازه‌ای پذیرفت، اما باید با اصلاح طرح مخلوط و یا دقت در ساخت بتن از تکرار آن جلوگیری کرد. در صورتی‌که ضابطه‌ی «ب» برآورده نشود، لازم است بررسی بتن کم مقاومت در دستور کار قرار گیرد. به‌هرحال در بررسی بتن کم مقاومت، امکان پذیرش بتن از نظر سازه‌ای (تأمین مقاومت سازه‌ای) وجود دارد.

۱۰-۱-۳-۳ ضوابط پذیرش بتن از نظر دوام

۱۰-۱-۳-۳-۱ نتیجه‌ی آزمایش دوام در هر نوبت نمونه‌برداری، میانگین نتایج حداقل سه آزمونه در سن ۲۸ روز یا هر سن مقرر شده دیگر در مشخصات فنی برای دوام است. شکل و ابعاد آزمونه‌ها را روش استاندارد آزمایش مورد نظر مشخص می‌کند.

۱۰-۱-۳-۳-۲ اختلاف مجاز نتایج حاصله از آزمایش آزمونه‌های دوام را مشخصات فنی پروژه تعیین می‌کند.

۱۰-۱-۳-۳-۳ چنانچه ضابطه‌ی پذیرش خاصی در مشخصات فنی مطرح نشده باشد، در یک سازه برای هر نوع بتن و هر رده‌ی دوام، انطباق بر رده‌ی مورد نظر (دوام مشخصه)، زمانی وجود دارد که هر دو شرط زیر برقرار باشد.

تفسیر/توضیح

ت ۱۰-۱-۳-۲-۴ عدم انطباق بتن با رده یا مقاومت مشخصه نمی‌تواند به تنهایی دلیلی برای تخریب عضو یا قطعه‌ی مورد نظر و یا سازه باشد. همواره یک سوی بررسی بتن کم مقاومت، می‌تواند پذیرش سازه‌ای بتن از نظر تأمین مقاومت باشد. تعمیر و تقویت و یا تخریب بتن و سایر اقدامات مقتضی می‌تواند پس از این بررسی در دستور کار قرار گیرد.

ت ۱۰-۱-۳-۳ ضوابط پذیرش بتن از نظر دوام

ت ۱۰-۱-۳-۳-۱ ممکن است نتایج دوام در سنین بیش‌تر از ۲۸ روز مورد نیاز باشد که به‌طور کلی به آن دوام مشخصه می‌گویند و مشخصات فنی پروژه آن را مشخص می‌کند. از آنجا که دوام و آزمایش‌های آن به شکل‌های مختلفی وجود دارد، طراح و نگارنده‌ی مشخصات فنی در صورت لزوم باید به صراحت معیارهای دوام بتن پروژه را مشخص نماید که همان دوام مشخصه نام دارد.

ت ۱۰-۱-۳-۳-۲ لازم است نتایج نمونه‌ها با توجه به تاریخ نمونه‌برداری مرتب و سپس به‌کار برده شود. از نتیجه هیچ آزمونه یا نمونه‌ای نباید بدون دلیل صرف‌نظر نمود. در معیارهای دوام گاه حداقل و گاه حداکثر ملاک می‌باشد؛ بنابراین در ضوابط مورد نظر بیش‌تر و یا کم‌تر بودن ملاک است. در شرط «الف» در صورتی‌که معیار دوام به‌صورت حداکثر باشد، نباید بیش‌تر از آن و در صورتی

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

الف: میانگین نتایج هر سه نمونه متوالی دوام بتن نباید کم‌تر از معیار حداقل دوام و یا بیش‌تر از معیار حداکثر دوام مشخصه باشد.

ب: هیچیک از نتایج آزمایش دوام نباید بیش از ۱/۲۵ برابر معیار حداکثر و یا کم‌تر از ۸۰ درصد معیار حداقل دوام مشخصه باشد.

۱۰-۱-۳-۳-۴ در صورتی که ضوابط پذیرش بتن از نظر دوام برآورده نشود، بتن منطبق با دوام مشخصه نمی باشد.

۱۰-۱-۳-۳-۵ اگر فقط ضابطه «الف» برقرار نباشد می توان با اغماض آن را پذیرفت اما باید با اصلاح طرح مخلوط و یا دقت در ساخت بتن از تکرار آن جلوگیری نمود.

۱۰-۱-۳-۳-۶ در صورتی که ضابطه «ب» برقرار نشود بررسی بتن کم دوام ضرورت خواهد داشت.

۱۰-۲ بررسی بتن کم مقاومت

۱۰-۲-۱ کلیات

۱۰-۲-۱-۱ در صورتی‌که با توجه به مقاومت نمونه های عمل آمده در شرایط استاندارد، مشخص شود که انطباق با رده مقاومتی یا مقاومت مشخصه مورد نظر وجود ندارد و بتن مزبور غیرقابل قبول است، بررسی های زیر انجام می‌شود تا مشخص گردد کیفیت بتن می تواند از نظر سازه ای مورد قبول یا پذیرش قرار گیرد.

۱۰-۲-۱-۲ **روش تحلیلی اول** - چنانچه با استفاده از تحلیل موجود سازه و بازبینی طراحی (تحلیل مقاطع همسان سازی شده) بتوان نشان داد که ظرفیت باربری سازه به ازای مقاومت کم بتن موجود در همه اعضای سازه، قابل قبول می باشد، مقاومت بتن موجود از نظر تأمین مقاومت سازه پذیرفته می‌شود. مشروط بر اینکه ضوابط مقاومت بتن طبق بندهای ۱-۱-۵ و ۲-۱-۵ (فصل کیفیت مقاومتی بتن) برآورده شود. در غیر اینصورت روش تحلیلی دوم را می توان به‌کار گرفت.

تفسیر/توضیح

که معیار به‌صورت حداقل مطرح گردد، نباید کم‌تر از آن باشد. در شرط «ب» چنانچه معیار دوام به‌صورت حداکثر مطرح شود، نتیجه‌ی هر نمونه نباید از ۱/۲۵ برابر آن و در صورتی که به‌صورت حداقل بیان شود، نتیجه‌ی هر نمونه نباید از ۸۰ درصد آن کم‌تر شود.

ت ۱۰-۲ بررسی بتن کم مقاومت

ت ۱۰-۲-۱ کلیات

ت ۱۰-۲-۱-۱ بررسی بتن کم مقاومت در وهله‌ی اول می‌تواند به‌صورت تحلیلی (طی دو مرحله) انجام شود. در صورتی‌که در مراحل تحلیلی پذیرش سازه‌ای بتن حاصل نشود یا بنا به دلایلی امکان بررسی تحلیلی وجود نداشته باشد، می‌توان به‌سراغ روش‌های مبتنی بر آزمایش رفت. روش مغزه‌گیری و روش بارگذاری از این نوع است. روش‌های دیگری را نیز می‌توان در جهت حفظ سازه‌ی بتنی و پذیرش بتن کم مقاومت از نظر سازه‌ای به‌کار گرفت. به‌هرحال قبول و پذیرش بتن از نظر سازه‌ای رافع مسئولیت پیمانکار نیست و در هرصورت نشان دهنده‌ی آن است که کیفیت بتن ساخته شده در کارگاه مطابق مشخصات فنی پروژه نبوده است.

ت ۱۰-۲-۱-۲ با در نظر گرفتن مقاومتی کم‌تر از مقاومت مشخصه که بتوان مقاومت موجود بتن را منطبق با آن تلقی نمود، ممکن است بتوان نشان داد که با استفاده از تحلیل موجود سازه و صرفا با دقت در طراحی مقاطع همسان‌سازی شده، ظرفیت باربری سازه قابل قبول است. به‌کارگیری سطح میلگرد واقعی که معمولا بیش‌تر از مقدار محاسباتی است، احتمال پذیرش سازه‌ای بتن را بیش‌تر می‌کند. در این روش تحلیلی باید خمش، برش و خیز عضو و همچنین کفایت وصله‌های پوششی با توجه به مقاومت فشاری بتن کنترل شود. مقاومت کم بتن مورد استفاده در روابط طراحی مقاطع، همان کم‌ترین مقاومتی نیست که منجر به عدم انطباق بر رده یا مقاومت

پیش‌نویس مورخ ۲۹/۱۲/۲۶

متن اصلی

۱۰-۲-۱-۳ **روش تحلیلی دوم** - چنانچه با تحلیل مجدد سازه و همچنین طراحی مجدد آن، صرفا با فرض وجود بتن کم-مقاومت در قسمت‌های مورد نظر، به‌توان نشان داد که ظرفیت باربری سازه قابل قبول است، کیفیت مقاومتی بتن از نظر سازه‌ای مورد پذیرش قرار می‌گیرد، مشروط بر آن‌که ضوابط مقاومتی بتن طبق بندهای ۱-۱-۵ و ۲-۱-۵ (فصل کیفیت مقاومتی بتن) رعایت شود.

۱۰-۲-۲ روش مغزه‌گیری

۱۰-۲-۲-۱ با مغزه‌گیری از اعضایی که احتمال وجود بتن کم‌مقاومت در آن‌ها داده می‌شود، می‌توان پذیرش سازه‌ای بتن را مشخص نمود. حداقل سه مغزه از هر منطقه‌ی مشکوک به داشتن بتن کم مقاومت باید تهیه و آزمایش گردد. مغزه‌ها را باید طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۲۳۰۶ تهیه و آماده کرد. مغزه‌هایی که تحت آزمایش مقاومت فشاری قرار می‌گیرند باید فاقد میلگرد باشند. سر و ته این مغزه‌ها باید بریده، ساییده و یا کلاهک‌گذاری شود.

دلیل مغزه‌گیری می‌تواند تردید دستگاه نظارت به نحوه‌ی ریختن بتن در عضو، تراکم و عمل‌آوری آن نیز باشد. هر چند نمونه‌های تهیه و عمل‌آوری شده در شرایط استاندارد انطباق با رده را برآورده کرده باشد.

تفسیر/توضیح

مشخصه شده است، بلکه مقاومتی کم‌تر از مقاومت مشخصه است که اگر به‌عنوان مقاومت مشخصه به‌کار می‌رفت، انطباق بر آن با توجه به نتایج موجود نمونه‌های بتن حاصل می‌شد. در این روش تحلیلی لازم نیست مشخص شود که بتن کم‌مقاومت در کدام عضو یا اعضاء ریخته شده است.

ت ۱۰-۲-۱-۳ در روش دوم تحلیلی، لازم است تحلیل مجدد سازه بر اساس واقعیت‌های موجود (ابعاد، ضریب ارتجاعی و سایر مشخصات) انجام شود و بدون همسان‌سازی اعضای سازه، طراحی مجدد برای همه‌ی اعضا و قسمت‌های مشکوک به داشتن بتن کم‌مقاومت صورت گیرد.

در این روش صرفا بتن کم‌مقاومت برای قسمت‌هایی از سازه منظور می‌شود که احتمال می‌رود در آن اعضاء ریخته شده باشد. در حالی‌که برای سایر اعضا، مقاومت مشخصه‌ی بتن یا مقاومت موجود (بیش از مقاومت مشخصه برای سایر اعضا) را باید در نظر گرفت.

بدیهی است در روش دوم معمولا احتمال پذیرش بتن از نظر سازه‌ای به مراتب بیش‌تر از روش اول خواهد بود. در این جا نیز مقاومت کم بتن، متناظر با مقاومت مشخصه‌ای است که مقاومت موجود نمونه‌های بتن را می‌توان با آن منطبق دانست. مدارک کارگاه شامل تاریخ نمونه‌گیری و گزارش بتن‌ریزی روزانه، می‌تواند نشان دهد که بتن کم‌مقاومت در چه عضو یا اعضایی ریخته شده است. در این روش نیز باید کنترل خمش، برش، خیز و کفایت وصله‌های پوششی انجام شود.

ت ۱۰-۲-۲ روش مغزه‌گیری

ت ۱۰-۲-۲-۱ مغزه‌ها باید ترجیحا از نقاطی در منطقه‌ی مشکوک گرفته شود تا ضعف اساسی در ایمنی و بهره‌برداری عضو به‌وجود نیاورد و محل آن باید در اسرع وقت ترمیم شود. محل دقیق مغزه‌گیری می‌تواند توسط دستگاه نظارت به کمک آزمایش‌های غیرمخرب مانند چکش اشمیت یا دستگاه‌های فراصوتی به‌صورت مقایسه‌ای انتخاب شود.

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۲/۲۶

متن اصلی

۱۰-۲-۲-۲ آزمایش مقاومت فشاری مغزه‌ها نباید زودتر از ۴۸ ساعت پس از تهیه‌ی آن و آخرین مرطوب‌سازی و دیرتر از ۷ روز پس از اخذ آن انجام شود، مگر آن‌که در مشخصات فنی، زمان دیگری قید شود. از نظر رطوبتی، مغزه‌ها را می‌توان به‌صورت خشک‌شده در هوا و یا غرقاب‌شده مورد آزمایش مقاومت فشاری قرار داد. در حالتی که سازه در زمان بهره‌برداری در شرایط مرطوب یا اشباع قرار گیرد، لازم است مغزه‌ها حداقل به مدت ۴۰ ساعت در آب غرقاب شوند و پس از کلاهک‌گذاری و یا ساییدن سر و ته آن‌ها مورد آزمایش مقاومتی قرار گیرند. چنانچه قرار باشد سازه در زمان بهره‌برداری مرطوب نشود، مغزه‌ها باید به مدت ۷ روز در هوایی با رطوبت نسبی کم‌تر از ۶۰ درصد و دمای (۶ ± ۲۱) درجه‌ی سلسیوس خشک شوند و پس از کلاهک‌گذاری و یا ساییدن سر و ته آن‌ها آزمایش شوند.

۱۰-۲-۲-۳ تصحیح مقاومت فشاری مغزه‌ها به‌دلیل نسبت ارتفاع به قطر، طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۲۳۰۶ با استفاده از جدول ۱-۱۰ انجام می‌شود. این ضریب در مقاومت فشاری به‌دست آمده از مغزه‌ها ضرب می‌شود.

این ضرایب در شرایط خشک و مرطوب برای بازه‌ی مقاومتی ۱۴ تا ۴۲ مگاپاسکال و بتن‌هایی با چگالی عادی تا ۱۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب اعتبار دارد. برای مقاومت‌های بیش از ۷۰ مگاپاسکال، این ضرایب به مراتب بیش‌تر خواهد بود.

جدول ۱-۱۰ تصحیح نسبت ارتفاع به قطر مغزه

نسبت طول یا ارتفاع مغزه به قطر	۱/۷۵	۱/۵۰	۱/۲۵	۱/۰۰
ضریب تصحیح مقاومت فشاری	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۸۷

۱۰-۲-۲-۴ چنانچه میانگین مقاومت فشاری مغزه‌ها کم‌تر از ۸۵ درصد مقاومت فشاری مشخصه و مقاومت فشاری هر مغزه

تفسیر/توضیح

ت۱۰-۲-۲-۲ شرایط رطوبتی مغزه در زمان آزمایش مقاومت فشاری بر نتیجه‌ی حاصله تأثیر می‌گذارد و کم‌ترین نتیجه در حالت اشباع بدست می‌آید. آزمونه‌های به‌عمل آمده در شرایط استاندارد که برای انطباق با رده‌ی مورد نظر یا مقاومت مشخصه به‌کار گرفته می‌شود، باید در شرایط اشباع مورد آزمایش قرار گیرد، اما مغزه‌ها باید در شرایط رطوبتی ذکر شده آزمایش شوند. مقاومت فشاری مغزه‌ها باید با توجه به نسبت ارتفاع به قطر آن (پس از کلاهک‌گذاری یا ساییدن) تصحیح گردد. به‌هرحال این نسبت نباید از یک کم‌تر شود. به‌جز مواردی که طراح پروژه در مشخصات فنی اجازه می‌دهد، قطر مغزه نباید کم‌تر از ۹۴ میلی‌متر باشد. به هرحال قطر مغزه باید از سه برابر حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی بتن کم‌تر نباشد، مگر آن‌که طراح پروژه اجازه دهد این نسبت تا حد ۲ کاهش یابد. لازم نیست که به‌دلیل تغییر قطر مغزه نسبت به قطر ۱۵۰ میلی‌متر، تصحیح خاصی انجام شود، به‌شرط آن‌که قطر آن ۹۴ میلی‌متر یا بیش‌تر باشد.

گاه به‌دلیل محدودیت‌های خاص مانند نازک بودن عضو و یا فاصله‌ی کم میلگردها، لازم است قطر مغزه کاهش یابد. در این حالت چنانچه دستگاه نظارت این کاهش قطر را مجاز بداند، لازم است درباره‌ی تصحیح نتایج مقاومت فشاری به‌دلیل قطر کم‌تر از ۹۴ میلی‌متر اظهار نظر نمود. معمولا مقاومت مغزه‌هایی با قطر کم‌تر نوسانات بیش‌تری دارد و به نسبت ارتفاع به قطر نیز حساس‌تر است.

ت ۱۰-۲-۲-۳ بهتر است طول مغزه در محدوده‌ی ۱/۹ تا ۲/۱ برابر قطر آن باشد. در صورتی‌که طول مغزه بیش‌تر از ۲/۱ برابر قطر آن است، طول آن باید چنان کاهش یابد که پس از ساییدن یا کلاهک گذاری در بازه‌ی فوق قرار گیرد. چنانچه طول مغزه مساوی یا کم‌تر از ۱/۷۵ برابر قطر مغزه باشد، نیاز به تصحیح وجود دارد.

می‌توان از طریق درون‌یابی، ضریب تصحیح را برای نسبت‌های دیگر ارتفاع به قطر مغزه به‌دست آورد.

این ضرایب تصحیح به مقدار مقاومت، ضریب ارتجاعی و شرایط رطوبتی بتن وابسته‌اند و در این جدول ۱-۱۰ صرفا مقادیر متوسطی ارایه شده است.

برای تصحیح مقاومت مغزه‌هایی با قطر کم‌تر از ۹۴ میلی‌متر، ضرایب قابل اعتمادی گزارش نشده است، بنابراین طراح پروژه می‌تواند ضریب خاصی را در نظر بگیرد و یا در غیر این‌صورت از همان ضریب یک استفاده کرد. توصیه می‌شود وقتی از مغزه‌هایی با قطر کم‌تر از ۹۴ میلی‌متر استفاده می‌شود، به‌جای حداقل ۳ مغزه، از حداقل چهار مغزه استفاده گردد.

ت ۱۰-۲-۲-۴ برای قضاوت درباره‌ی کیفیت بتن سازه در حال احداث (پذیرش یا عدم پذیرش و انطباق با رده)، به هیچ‌وجه نباید از آزمایش‌های غیرمخرب یا نیمه‌مخرب دیگر استفاده نمود، مگر آن‌که

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۲/۲۶

متن اصلی

نیز کم‌تر از ۷۵ درصد مقاومت فشاری مشخصه نباشد، می‌توان مقاومت بتن مشکوک (کم مقاومت) را از نظر سازه‌ای پذیرفت.

تفسیر/توضیح

طراح پروژه در مشخصات فنی قید کرده باشد. در این حالت ارزیابی بتن از نظر مقاومتی وقتی امکان‌پذیر است که همبستگی نتایج آن از قبل با نتایج مقاومتی مغزه‌ها یا آزمونه‌های قالب‌گیری شده مشخص و بدین ترتیب نتایج حاصله واسنجی شده باشد. همچنین باید واسنجی دستگاه، طبق استانداردهای معتبر به‌طور کامل انجام شود. همه‌ی این عملیات و آزمایش‌ها باید توسط مهندس ذیصلاح هدایت شود و همواره روش مغزه‌گیری از اعتبار بیش‌تر برای قضاوت درباره‌ی کیفیت بتن سازه و بررسی بتن کم‌مقاومت برخوردار است. برای اطلاع بیش‌تر می‌توان به ACI228-R مراجعه نمود.

استفاده از ضریب ۰/۸۵ برای میانگین نتایج مغزه‌ها به‌دلیل تفاوت در نوع بتن‌ریزی، تراکم و عمل‌آوری بتن درون عضو سازه و آزمونه‌های عمل آمده در شرایط استاندارد و همچنین کاستی‌های ناشی از فرآیند مغزه‌گیری منظور شده است. همچنین ضریب ۰/۷۵ برای هر مغزه به دلایلی مشابه فوق اعمال می‌گردد. به هرحال باید دانست که برای یک بتن، هیچ رابطه‌ی مشخص و منحصر به‌فردی بین نتایج مغزه‌ی حاصله از عضو و آزمونه‌های عمل آمده در شرایط استاندارد که از بتن همان عضو تهیه شده است، وجود ندارد.

توصیه می‌شود برای اطلاعات بیش‌تر به ACI 214.4R مراجعه شود.

مغزه‌ها همواره مقاومت بتن موجود در عضو سازه را به‌دست می‌دهند، ولی مقاومت آزمونه‌های عمل آمده در شرایط استاندارد، استعداد کسب مقاومت را به نمایش می‌گذارد. به‌همین دلیل در این مورد لازم نیست سن خاصی برای مغزه‌گیری جهت بررسی بتن کم مقاومت مشخص شود. بدیهی است که زمان یا سن مغزه‌گیری بیش‌تر از سن مقاومت مشخصه خواهد بود. اما نیازی به تبدیل مقاومت مغزه در این سن، به مقاومت بتن در سن مقرر برای مقاومت مشخصه احساس نمی‌شود و اصولا چنین امری ضرورت ندارد.

هر چند مقاومت بتن مغزه به محل و جهت مغزه‌گیری در عضو سازه ارتباط دارد، اما توصیه‌ی خاصی در این رابطه وجود ندارد و معیار پذیرش مقاومت بتن از نظر سازه‌ای در مبحث مغزه‌گیری تغییر نمی‌کند و صرفا می‌تواند در انتخاب محل و جهت مغزه‌گیری توسط دستگاه نظارت اثرگذار باشد.

معمولا مقاومت بتن در پایین اعضای بتنی (مانند دیوار و ستون) به شرطی که دچار جداشدگی یا آب انداختن نشده باشد، بیش‌تر از مقاومت قسمت‌های بالایی آن است. همچنین جهت مغزه‌گیری نیز در مقاومت بتن موثر است. معمولا مقاومت مغزه‌هایی که در جهت بتن‌ریزی تهیه می‌شوند بیش‌تر از مقاومت مغزه‌هایی است که عمود بر جهت بتن‌ریزی اخذ شده‌اند. برای مثال چنانچه در یک دال (تاوه) یا تیر بتنی، مغزه‌گیری عمود بر سطح افقی تاوه یا تیر باشد، مقاومت

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۲/۲۶

متن اصلی

۱۰-۲-۲-۵ در صورتی که دستگاه نظارت در مورد نتیجه‌ی مغزه‌ها تردید کند، می‌تواند با تکرار مغزه‌گیری دقت بیش‌تری در این زمینه به‌دست آید.

۱۰-۲-۲-۶ **بارگذاری** - در صورتی که ظرفیت باربری سازه همچنان مورد تردید باقی بماند و نتوان مقاومت بتن را از نظر سازه‌ای پذیرفت، می‌توان آزمایش بارگذاری را بر روی اعضای خمشی مشکوک انجام داد. آزمایش بارگذاری باید طبق فصل ۲۷ (جلد دوم) انجام شود و معیارهای پذیرش مربوطه را برآورده نماید. در این حالت می‌توان مقاومت عضو را از نظر سازه‌ای مورد پذیرش قرار داد.

۱۰-۲-۲-۷ **سایر اقدامات** - چنانچه انجام آزمایش بارگذاری بر روی عضو مورد نظر ممکن نباشد و یا نتیجه‌ی قابل قبولی از آزمایش حاصل نگردد و کیفیت مقاومتی بتن از نظر پذیرش سازه‌ای همچنان در پرده ابهام باقی بماند، می‌توان اقدامات دیگری را به مرحله اجرا گذاشت تا سازه از نظر عملکرد مقاومتی پذیرفته شود. این اقدامات می‌تواند به‌شرح زیر انجام شود:

تفسیر/توضیح

آن بیش‌تر از مقاومت مغزه‌هایی است که موازی با سطح افقی تهیه شده‌اند.

ت ۱۰-۲-۲-۵ چنانچه سازه یا عضو مورد نظر از اهمیت و حساسیت ویژه‌ای برخوردار است و یا دستگاه نظارت در مشخص کردن ناحیه مشکوک و یا نقاط مشکوک برای مغزه‌گیری یا در ارتباط با مراحل و جهت مغزه‌گیری و آماده سازی، کلاهک‌گذاری و ساییدن و بریدن سر و ته مغزه‌ها و یا آزمایش آن‌ها تردید کند، اقدام به تهیه و آزمایش حداقل سه مغزه‌ی دیگر از ناحیه‌ی مشکوک توجیه دارد.

چنانچه نتایج مغزه‌ها نشان دهد که بتن با در نظر گرفتن معیارهای پذیرش سازه‌ای قابل قبول است، نیازی در به‌کارگیری روش‌های تحلیلی برای مشخص کردن کفایت ظرفیت باربری سازه وجود ندارد. دارا بودن ۸۵ درصد مقاومت مشخصه برای میانگین نتایج مغزه‌ها و ۷۵ درصد مقاومت مشخصه برای یک مغزه حاکی از آن است که مشکلی برای باربری عضو و یا سازه وجود ندارد، زیرا این ضرایب عملا در ضرایب ایمنی مقاومت عضو منظور شده و در آن مستتر است.

ت ۱۰-۲-۲-۶ آزمایش بارگذاری نمی‌تواند کیفیت بتن را از نظر مقاومتی مشخص کند، بلکه تنها می‌تواند مشخص نماید که آیا این اعضای خمشی با توجه به ابعاد آن‌ها، کیفیت بتن موجود، قطر، نوع و محل قرارگیری میلگردهای درون بتن می‌توانند باربری لازم را داشته باشند یا خیر. به هرحال طراحی محافظه‌کارانه، اجرای بتن با ابعاد بیش‌تر یا مصرف میلگرد بیش‌تر و با مقاومتی بالاتر و غیره می‌تواند موجب شود تا عضو مورد نظر علی‌رغم مصرف بتن کم مقاومت، بتواند از ظرفیت باربری مناسبی برخوردار گردد. بنابراین تفکیک صحت طراحی، صحت اجرا و مصرف مصالح مناسب و منطبق با خواسته‌های پروژه از یکدیگر، توسط آزمایش بارگذاری مقدور نیست و نیاز به مطالعات بیش‌تر و جدی‌تری دارد.

آزمایش بارگذاری باید به‌گونه‌ای انجام شود که مشخص کند آیا عضو مشکوک می‌تواند در زیر بارهای آزمایش رفتار قابل قبولی به نمایش بگذارد یا خیر. مجددا تاکید می‌شود که این روش مربوط به اعضای خمشی است و برای اعضای فشار و یا فشاری– خمشی باید از روش‌های تحلیلی یا مغزه‌گیری استفاده نمود.

ت ۱۰-۲-۲-۷ ممکن است در مرحله‌ی مغزه‌گیری، مقاومت مغزه‌ها در حد پذیرش سازه‌ای بتن نباشد. در این حالت قبل یا بعد از بارگذاری (بسته به تشخیص دستگاه نظارت) می‌توان طبق روش اول یا دوم تحلیلی از مقاومت متوسط مغزه‌ها تقسیم بر ۰/۸۵ و یا کم‌ترین مقاومت مغزه تقسیم بر ۰/۷۵ (هر کدام کوچک‌تر باشد) به‌عنوان مقاومت مشخصه در روابط محاسباتی تحلیل یا طراحی مقطع استفاده نمود. چنانچه بتن از نظر سازه‌ای مورد پذیرش واقع شود، نیاز به ادامه بررسی بتن کم‌مقاومت وجود ندارد.

پیشنویس مورخ ۲۹/۱/۱۳۹۸

متن اصلی

الف-به‌کارگیری مقاومت مغزه در محاسبات تحلیلی روش اول و دوم؛

ب - تقویت سازه؛

پ- کاهش بارهای مرده و زنده (با روش تغییر در کاربری سازه، تغییر نقشه، تغییر مصالح مصرفی و جزییات مربوط به آن)؛

ت- ترکیبی از موارد فوق.

۱۰-۳ بررسی بتن کم دوام

۱۰-۳-۱ کلیات

۱۰-۳-۱-۱ چنانچه نتایج آزمایش‌های نمونه‌های بتن عمل آمده در شرایط استاندارد، ضوابط انطباق بر رده‌ی مورد نظر دوام را برآورده نکند، لازم است بررسی‌های زیر انجام شود تا مشخص شود که آیا می‌توان کیفیت بتن را از نظر دوام در عضو مورد نظر با توجه به‌شرایط موجود و حاکم بر آن مورد قبول یا پذیرش قرار داد یا خیر.

۱۰-۳-۱-۲ **روش تحلیلی** - در صورتی که بتوان نشان داد که نتایج ویژگی‌های بتن موجود از نظر الزامات دوام در عضو مورد نظر می‌تواند با توجه به شرایط عضو و شرایط حاکم بر آن از نظر محیطی و عوامل زیان‌آور موجود قابل قبول باشد، بتن کم‌دوام مورد پذیرش قرار می‌گیرد.

۱۰-۳-۲ مغزه‌گیری

۱۰-۳-۲-۱ در صورتی‌که آزمونه‌های تهیه و عمل‌آوری شده در شرایط استاندارد، انطباق بر رده‌ی دوام مورد نظر را نداشته یا

تفسیر/توضیح

یکی از اقدامات قابل قبول، تقویت سازه یا عضو ضعیف مورد نظر است. با توجه به روش‌های مختلف تقویت که از نظر کارفرما و طراح پروژه مشکلی را از نظر بهره برداری به‌وجود نمی آورد، می‌توان سازه یا عضو مورد نظر را تقویت کرد و مقاومت بتن موجود را از نظر سازه‌ای پذیرفت.

از دیگر اقدامات، در این مرحله می‌توان به تغییر بارهای مرده‌ی عضو مورد نظر از طریق تغییر در نقشه‌ی تیغه‌بندی یا مصالح مصرفی در آن یا کاهش بار مرده‌ی کف‌سازی از طریق کاهش ضخامت یا تغییر مصالح مصرفی و در مجموع سبک‌سازی سازه اشاره کرد. تغییر بارهای زنده نیز می‌تواند از طریق تغییر در شرایط بهره‌برداری منطقه‌ی ضعیف انجام شود.

ت ۱۰-۳ بررسی بتن کم دوام

ت ۱۰-۳-۱ کلیات

ت ۱۰-۳-۱-۱ مانند مقاومت این بررسی می‌تواند به‌صورت تحلیلی یا توأم با آزمایش انجام شود و یا با اقدامات خاصی امکان پذیرش بتن در سازه از نظر دوام فراهم آید. به‌هرحال این پذیرش رافع مسئولیت پیمانکار نیست.

افزایش نسبت آب به مواد سیمانی اغلب باعث کاهش دوام و افزایش نفوذپذیری بتن می‌شود. ممکن است کم یا زیاد شدن سیمان نسبت به حد مجاز و یا مصرف سنگدانه‌ها و یا سیمان نامناسب نیز به بروز مشکل در دوام و نفوذپذیری بیانجامد.

ت ۱۰-۳-۱-۲ چنانچه نتایج آزمایش‌های دوام، ضعفی را نشان داده و انطباق با رده‌ی مورد نظر دوام حاصل نشده باشد، ممکن است بتوان آن را در عضو مربوطه پذیرفت. برای مثال چنانچه از نظر مقابله با نفوذ یون کلرید، بتن ضعیفی در دست باشد، اما بتوان نشان داد که به‌دلیل ضخامت پوشش بتنی موجود بر روی میلگردها و یا شرایط و موقعیت عضو مورد نظر در سازه، عمر پیش بینی شده در حد قابل قبولی است، می‌توان این بتن را پذیرفت. این مثال می‌تواند برای کربناته شدن بتن نیز صادق باشد. همچنین ممکن است دوام در برابر یخ زدن و آب شدن پی در پی یا سولفات‌ها و غیره مطرح شود که بسته به ماهیت شرایط حاکم و عضو مورد نظر، می‌تواند امکان پذیرش بتن را فراهم کند.

ت ۱۰-۳-۲ مغزه‌گیری

پیشنویس مورخ ۲۹/۱۲/۹۶

متن اصلی

تردیدی در روش ریختن، تراکم و عمل‌آوری و آزمایش این آزمونه‌ها و یا بتن‌های ریخته شده در سازه وجود داشته باشد، می‌توان با مغزه‌گیری از عضو یا اعضای مشکوک و ضعیف آزمونه‌هایی را تهیه کرد و آزمایش‌های لازم را بر آن‌ها انجام داد.

۱۰-۳-۲-۲ حداقل سه مغزه باید از هر ناحیه‌ی مشکوک تهیه شود و مورد آزمایش قرار گیرد.

۱۰-۳-۲-۳ اصول حاکم بر مغزه‌گیری معمولا همان اصول ذکر شده در استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۲۳۰۶ است، مگر اینکه آزمایش دوام مورد نظر اعمال ضابطه‌ی خاصی را ایجاب نماید.

۱۰-۳-۲-۴ از آنجا که در اغلب موارد کیفیت سطحی بتن در آزمایش‌های دوام از اهمیت زیادی برخوردار است، شرایط آماده‌سازی مغزه باید متناسب با روش آزمایش و شرایط رویارویی عضو مورد نظر با عوامل آسیب‌رسان باشد و نظر طراح پروژه نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

۱۰-۳-۲-۵ نتایج مغزه‌ها در صورت نیاز باید تصحیح شده و ضوابط زیر برآورده گردد، مگر آن‌که در مشخصات فنی پروژه ضابطه‌ی دیگری ارائه شده باشد.

الف: میانگین نتایج مغزه‌ها نباید از ۰/۸۰ معیار حداقل آزمایش دوام مشخصه کم‌تر یا از ۱/۲۵ برابر معیار حداکثر آزمایش دوام مشخصه بیش‌تر شود.

ب: نتیجه‌ی هیچ‌یک از مغزه‌ها نباید از ۰/۶۷ معیار حداقل آزمایش دوام مشخصه کم‌تر یا از ۱/۵ برابر معیار حداکثر آزمایش دوام مشخصه بیش‌تر شود.

در این‌صورت بتن موجود در عضو مشکوک از نظر دوام پذیرفته خواهد شد.

۱۰-۳-۳ سایر اقدامات

۱۰-۳-۳-۱ در صورتی که در هیچ‌یک از روش‌های تحلیلی و مغزه‌گیری نتوان بتن موجود را از نظر دوام پذیرفت، می‌توان با استفاده از روش‌های خاصی مانند به‌کارگیری پوشش‌های

تفسیر/توضیح

ت ۱۰-۳-۲-۳ در برخی موارد ممکن است رعایت حداقل قطر ۹۴ میلی‌متر ضرورتی نداشته باشد، اما به‌هرحال رابطه‌ی حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه و قطر مغزه باید رعایت گردد. همچنین ممکن است در برخی موارد رعایت نسبت ارتفاع به قطر مغزه نیز موضوعیت نداشته باشد.

ت ۱۰-۳-۲-۴ در بسیاری از آزمایش‌های دوام، سطح بتن به عنوان اولین جبهه‌ی مقابله با عوامل آسیب‌رسان تلقی می‌گردد و اهمیت زیادی دارد. بنابراین نمی‌توان سطح مغزه را برید. نفوذ یون کلرید، کربناته شدن، سایش یا یخ زدن و آب شدن، نفوذ آب و رطوبت و گازها، حمله‌ی مواد زیانبار مانند سولفات‌ها از جمله مواردی هستند که کیفیت سطحی بتن برای آن‌ها بیش از کیفیت درونی بتن اهمیت دارد. بنابراین توصیه می‌شود سطح بیرونی مغزه که در معرض شرایط محیطی حاکم قرار دارد، علامت گذاری شده تا مورد استفاده قرار گرفته و حذف نشود.

ت ۱۰-۳-۲-۵ فرض می‌شود که نقیصه‌های روش ریختن، تراکم، پرداخت و عمل‌آوری بتن تا حد مندرج در این بند برای بتن موجود در عضو سازه قابل قبول باشد. در اغلب آیین‌نامه‌ها چنین تغییراتی در کیفیت بتن موجود قابل پذیرش تلقی شده است. برخلاف مقاومت معیارهای دوام گاه به‌صورت حداقل و گاه به‌صورت حداکثر تعریف شده است. بنابراین با توجه به ماهیت آزمایش و معیار آن، هر ضابطه به‌صورت کم‌تر یا بیش‌تر از دوام مشخصه مطرح شده است.

ت ۱۰-۳-۳ سایر اقدامات

ت ۱۰-۳-۳-۱ امروزه راهکارهای مختلفی برای ارتقای کیفی سطح بتن و حتی ارتقای کیفیت بتن درونی مطرح است. بسیاری از این راهکارها هزینه‌بر و زمان‌بر هستند. بنابراین بهتر است با دقت در

پیش‌نویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

محافظ سطحی یا اصلاحات و ترمیم‌های سطحی، عملکرد بتن عضو را از نظر دوام به سطح قابل قبولی رساند. نتیجه‌ی عملکرد این تدابیر باید بر اساس نتایج آزمایشگاهی و یا میدانی به اثبات رسد.

۴-۱۰ نمونه‌های آگاهی و کنترل کفایت عمل‌آوری

۱-۴-۱۰ کلیات

۱-۱-۴-۱۰ گاه هدف از نمونه‌گیری از بتن و قالب‌گیری و عمل‌آوری آن، انطباق با رده‌ی مورد نظر مقاومتی یا دوامی نیست، بلکه مقصود آن است که کیفیت بتن در سن خاص یا کفایت عمل‌آوری مورد بررسی قرار گیرد و تصمیم لازم و مقتضی اخذ شود.

۲-۴-۱۰ نمونه آگاهی

۱-۲-۴-۱۰ نمونه آگاهی شامل یک یا چند آزمونه است که برای آگاهی یافتن از کیفیت بتن مصرفی پروژه در سنی خاص تهیه و آزمایش می‌شود. این آزمونه‌ها طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۳۲۰۵ یا ۲-۱۶۰۸ تهیه، اما در همان شرایطی که عضو مورد نظر قرار دارد، نگهداری و عمل‌آوری می‌شود.

به کمک نتایج این آزمونه‌ها و مقایسه با معیارها و مشخصات فنی خاص می‌توان زمان باز کردن قالب‌ها، زمان اعمال پیش تنیدگی، مدت زمان عمل‌آوری اعم از عادی یا تسریع شده و مدت حفاظت در هوای سرد را تعیین کرد.

۳-۴-۱۰ کنترل کفایت عمل‌آوری

۱-۳-۴-۱۰ در صورتی‌که دستگاه نظارت در ارتباط با مدت یا شیوه‌ی عمل آوری بتن سازه مشکوک باشد، لازم است قبل از اجرای سازه آزمایش‌هایی برای کنترل کفایت عمل‌آوری انجام شود. این آزمایش‌ها بر روی بتن عمل‌آوری شده در شرایط

تفسیر/توضیح

تهیه‌ی طرح مخلوط و رعایت حاشیه‌ی ایمنی از نظر دوام و همچنین دقت در ساخت و اجرای بتن، نیاز به این راهکارها را منتفی نمود. بدیهی است گاه چنین تدابیر و راهکارهایی نمی‌تواند در درازمدت و در طول عمر پیش بینی شده عملکرد مناسبی داشته باشد و ممکن است در این مدت تجدید یک یا چندباره‌ی این پوشش‌ها و ترمیم‌ها و اصلاحات سطحی اجتناب ناپذیر باشد.

ت ۱۰-۴ نمونه‌های آگاهی و کنترل کفایت عمل‌آوری

ت ۱۰-۴-۱ کلیات

ت ۱۰-۴-۲ نمونه آگاهی

ت ۱۰-۴-۲-۱ با تهیه‌ی معمولا ۲ تا ۴ آزمونه‌ی مکعبی یا استوانه‌ای از بتن مصرفی پروژه، می‌توان مشخص نمود چه مدتی با اعمال شرایط نگهداری مشابه، عضو مورد نظر به خواسته‌های مندرج در مشخصات فنی (مانند مقاومت فشاری یا سایر ویژگی‌های مکانیکی و دوام) دست خواهد یافت. با انجام آزمایش بر روی یک یا دو آزمونه می‌توان دریافت که زمان مورد نظر فرا رسیده است یا خیر. در صورتی که خواسته مورد نظر حاصل نگردد، لازم است با نگهداری و عمل‌آوری بیش‌تر و آزمایش یک یا دو آزمونه‌ی دیگر اهداف موردنظر را محقق نمود.

این آزمونه‌ها تفاوت خاصی با آزمونه‌های عمل آمده در کارگاه برای کنترل کفایت عمل‌آوری ندارد، اما زمان آزمایش آن‌ها اختیاری است، در حالی که زمان آزمایش آزمونه‌های کنترل کفایت عمل‌آوری همان سن مقاومت مشخصه (۲۸ روز یا سن مقرر دیگر) است.

ت ۱۰-۴-۳ کنترل کفایت عمل‌آوری

ت۱۰-۴-۳-۱ آزمونه‌ها باید دارای شکل و ابعاد یکسان باشند. مدت و شیوه‌ی عمل‌آوری مورد نظر باید برای آزمونه‌های نگهداری شده در شرایط واقعی کارگاهی، اعمال گردد. اما عمل‌آوری آزمونه‌های عمل‌آمده در شرایط استاندارد صرفا تابع دستور استاندارد مربوطه

پیشنویس مورخ ۹۷/۱۲/۲۶

متن اصلی

استاندارد و همچنین عمل‌آوری شده در شرایط واقعی کارگاهی انجام می‌شود.

تهیه و عمل‌آوری آزمونه در شرایط استاندارد و شرایط واقعی کارگاهی طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۳۲۰۵ یا ۲-۱۶۰۸ به‌عمل می‌آید.

۱۰-۴-۳-۲ آزمونه‌های عمل‌آوری شده در شرایط استاندارد و واقعی کارگاهی باید از یک پیمانه‌ی بتن طبق استاندارد ملی به‌شماره‌ی ۱-۳۲۰۱ «نمونه‌برداری از بتن تازه» برداشته شود. تعداد آزمونه‌ها برای هر یک از شرایط حداقل سه آزمونه است و در مجموع حداقل ۶ آزمونه خواهد شد.

۱۰-۴-۳-۳ در صورتی‌که مدت و شیوه‌ی عمل‌آوری قابل قبول نباشد، لازم است با تغییر مدت یا شیوه‌ی عمل‌آوری و یا هر دو، آزمایش مزبور دوباره انجام شود تا امکان رد یا قبول کفایت عمل‌آوری فراهم گردد.

تفسیر/توضیح

خواهد بود و به شیوه و مدت عمل‌آوری کارگاهی ارتباطی ندارد. لازم به ذکر است پس از عمل‌آوری کارگاهی، آزمونه‌ها تا سن مقاومت مشخصه در همان محل و در شرایط در نظر گرفته شده برای سازه نگهداری می‌شوند؛ در حالی که آزمونه‌های عمل آمده در شرایط استاندارد تا سن مقاومت مشخصه در حوضچه آب یا اتاق مرطوب نگهداری می‌گردند.

ت ۱۰-۴-۳-۲ شرط دوم کفایت عمل‌آوری نیاز به نتایج آزمونه‌های عمل آمده در شرایط استاندارد ندارد و مقایسه با مقاومت مشخصه‌ی بتن در دستور کار قرار گرفته است.

پیشنویس مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۶