



شماره ۲۷ - بتن ریزی در هوای سرد

هوای سرد چیست؟

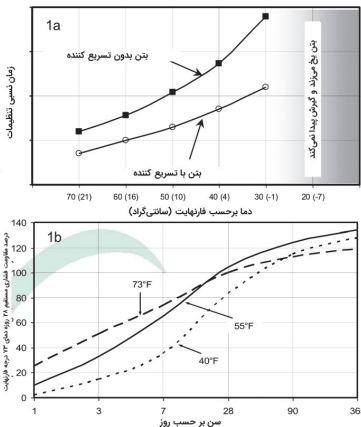
هوای سرد بمعنویان دوره‌ای تعریف می‌شود که برای بیش از ۳ روز متوالی، میانگین دمای روزانه کمتر از ۵ درجه سلسیوس بوده و دمای هوا برای مدت زمان بیش از نیمی از هر دوره ۲۴ ساعته، بیش‌تر از ۱۰ درجه سلسیوس نباشد. این شرایط اقدامات ویژه‌ای را هنگام جای‌دهی، پرداخت، عمل‌آوری و محافظت بتن در برابر اثرات هوای سرد ایجاب می‌کند. از آن‌جا که شرایط جوی در ماه‌های زمستانی می‌تواند به‌سرعت تغییر کند، اجرای مناسب بتن و برنامه‌ریزی صحیح، حیاتی است.

چرا آب و هوای سرد در نظر گرفته می‌شود؟

اجرای موفق بتن‌ریزی در هوای سرد، نیازمند درک عوامل مختلفی است که بر خواص بتن اثر می‌گذارند. اگر دمای بتن در حالت تازه به کمتر از ۴- درجه سلسیوس برسد، بتن یخ می‌زند. مقاومت بالقوه بتن یخ‌زده می‌تواند بیش از ۵۰٪ کاهش یابد و بتن حاصل، بادوام نخواهد بود. بتن باید از یخ‌زدگی محافظت شود تا زمانی که مقاومت فشاری آن به ۵/۳ مگاپاسکال برسد که حدود دو روز پس از جای‌دهی بتن بدست خواهد آمد.

بتن در دمای پایین، گیرش کندتر و نرخ کسب مقاومت کمتری دارد. طبق یک قاعده سرانگشتی، افت دمای بتن به میزان ۱۰ درجه سلسیوس، زمان گیرش را به طور تقریبی دو برابر می‌کند. این عوامل باید در زمان‌بندی عملیات ساخت (مانند باز کردن قالب‌ها) لحاظ شوند.

بتنی که در تماس با آب خواهد بود و در معرض چرخه‌های یخ‌زدن و آب‌شدن قرار می‌گیرد، باید دارای حباب هوا باشد. بتن تازه ریخته‌شده، از آب اشباع بوده و باید از چرخه‌های یخ‌زدن و آب‌شدن محافظت شود تا زمانی که مقاومت فشاری حداقل ۲۴ مگاپاسکال را کسب نماید. واکنش بین سیمان و آب که آب‌گیری (هیدراسیون) نام دارد، حرارت تولید می‌کند. عایق‌کاری بتن، حرارت را نگه داشته و دماهای مناسب برای عمل‌آوری را حفظ می‌کند. اختلاف دما بین سطح و داخل بتن باید کنترل گردد. ترک حرارتی ممکن است زمانی رخ دهد که این اختلاف از حدود ۲۰ درجه سلسیوس بیش‌تر شود. عایق‌کاری یا اقدامات حفاظتی باید به‌صورت تدریجی برداشته شده تا از بروز شوک حرارتی جلوگیری گردد.



تاثیر دما بر زمان گیرش (نمودار بالا) و مقاومت (نمودار پایین) بتن

شکل ۱-۲۷. تاثیر دما بر زمان گیرش (نمودار بالا) و مقاومت (نمودار پایین) بتن

چگونه در هوای سرد، بتن‌ریزی انجام شود؟

دمای توصیه‌شده بتن در زمان بتن‌ریزی، در جدول ۱ نشان داده شده است. تولیدکننده بتن آماده می‌تواند دمای بتن را کنترل کرده و بتن را به نحوی تدارک ببیند که با مقادیر بیان‌شده، انطباق داشته باشد.

اندازه مقطع، حداقل بُعد (میلی‌متر)	دمای بتن در زمان بتن‌ریزی (درجه سلسیوس)
کمتر از ۳۰۰	۱۳
۳۰۰ تا ۹۰۰	۱۰
۹۰۰ تا ۱۸۰۰	۷

دمای بتن نباید بیش از ۱۰ درجه سلسیوس از دماهای بیان‌شده، بالاتر باشد. بتن در دمای بالاتر به آب اختلاط بیش‌تری نیاز داشته، نرخ افت اسلامپ بالاتری دارد و بیش‌تر مستعد ترک‌خوردگی است. بتن‌ریزی در هوای سرد، فرصت حصول کیفیت بهتر را فراهم می‌سازد؛ زیرا دمای اولیه پایین‌تر بتن، به طور معمول منجر به مقاومت

۶۷ عایق و پوشش رزنتها، همچنین کاه پوشیده شده با ورقهای پلاستیکی از اقدامات رایج هستند. محصورکنندهها و قالبهای عایق شده ممکن است بسته به شرایط محیطی، برای حفاظت اضافی مورد نیاز باشند.

گوشهها و لبهها، بیشترین حساسیت را به اتلاف حرارت دارند. گرهمکنندههایی که از سوخت فسیلی استفاده میکنند، باید به منظور ایمنی و برای جلوگیری از کربناتشدن سطوح بتن تازه ریخته شده در فضاهای بسته، دارای تهویه مناسب باشند تا بتن دچار پودرشدگی سطحی نشود.

سطح بتن نباید پیش از آن که گیرش پیدا کند، خشک شود؛ زیرا این امر میتواند منجر به ایجاد ترکهای ناشی از جمعشدگی خمیری (پلاستیک) گردد. در پی آن، بتن باید به طور مناسب عمل آوری شود. عمل آوری با آب، زمانی که دماهای یخبندان قریب الوقوع است، توصیه نمیشود. از ترکیبات عمل آور غشاساز یا کاغذ نفوذناپذیر و ورقهای پلاستیکی برای دالهای بتنی استفاده گردد.

مصلح قالببندی، به جز فلزات، گرما را حفظ و به طور یکنواخت توزیع کرده و در هوای نسبتاً سرد، حفاظت کافی را فراهم سازند. در دماهای بسیار سرد، بهویژه برای مقاطع نازک، از پتوها یا قالبهای عایق باید استفاده شود. قالبها نباید به مدت ۱ تا ۷ روز، بسته به نرخ کسب مقاومت، شرایط محیطی و بارگذاری پیشبینی شده بر سازه، باز شوند. باید از استوانههای عمل آوری شده در محل یا روشهای غیرمخرب، برای برآورد مقاومت در جای بتن پیش از بازکردن قالبها یا اعمال بار بهرهبرده شود. برداشتن اقدامات حفاظتی و بازکردن قالبها، نباید باعث شوک حرارتی به بتن شود.

نمونههای آزمایش بتن که برای پذیرش آن استفاده میشوند، باید با دقت مدیریت شوند. مطابق با ASTM C31، استوانهها باید در محفظههای عایق ذخیره شوند که ممکن است نیاز به کنترل دما داشته باشند تا اطمینان حاصل شود که آزمونها، طی ۲۴ تا ۴۸ ساعت اول، در دمای ۱۶ تا ۲۷ درجه سلسیوس عمل آوری شده باشند. یک دماسنج حداقل/حداکثر باید در جعبه عمل آوری قرار داده شود تا دمای نمونههای آزمایش عمل آوری در محل را ثبت نماید.

نهایی بالاتر و بهبود دوام خواهد شد. در هوای سرد، کندتر بودن زمان گیرش و نرخ کسب مقاومت بتن، میتواند عملیات پرداخت و بازکردن قالبها را به تأخیر بیندازد. مواد افزودنی شیمیایی و دیگر مصالح میتوانند برای جبران این اثرات استفاده شوند. افزودنیهای تسریعکننده مطابق با ASTM C494 اغلب در نوعهای C (تسریعکننده) و E (کاهنده آب و تسریعکننده) استفاده میشوند.

کلرید کلسیم، یک افزودنی تسریعکننده موثر است؛ اما دوز مصرف آن، نباید از ۲٪ وزنی سیمان فراتر رود. تسریعکنندههای غیرخورنده و فاقد کلراید، باید برای بتن پیشتئیده یا مواردی که خوردگی میلگرد فولادی یا فلز در تماس با بتن، دارای اهمیت و نگرانی است، استفاده گردد. افزودنیهای تسریعکننده، جلوی یخزدن بتن را نگرفته و استفاده از آنها، الزامات عمل آوری صحیح و محافظت در برابر یخزدگی را متغی نخواهد کرد.

نرخهای گیرش و کسب مقاومت، با افزایش مقدار سیمان پرتلند یا با استفاده از سیمان نوع III (مقاومت اولیه بالا) افزایش مییابد. مقدار خاکستر بادی یا سرباره در بتن در فصول سرد، ممکن است به منظور دستیابی به اثری مشابه، کاهش یابد. این امر ممکن است به دلیل لزوم رعایت حداقل مقدار مواد پوزولانی (SCM) برای حصول دوام مدنظر، امکانپذیر نباشد. راهحل انتخاب شده، باید اقتصادی باشد و عملکرد مورد نیاز بتن را به خطر نیندازد. بتن باید با کمترین اسلامپ عملی، جایدهی شود. افزودن آب برای دستیابی به اسلامپ مدنظر، میتواند زمان گیرش را به تأخیر انداخته و مدت زمان آبنداختگی را طولانیتر کند و در نتیجه، بر عملیات پرداخت اثرگذارد. آمادهسازی کافی باید پیش از بتنریزی انجام شود. برف و یخ، باید از درون قالب زوده شده و دمای سطوح و قطعات فلزی مدفون در تماس با بتن، باید بالاتر از دمای انجماد باشد. برای این موضوع، ممکن است نیاز به عایقبندی یا گرمکردن بسترها و سطوح در تماس پیش از بتنریزی باشد. مصالح و تجهیزات لازم برای محافظت بتن در برابر دمای یخزدگی و برای عمل آوری مناسب، هم در حین بتنریزی و هم پس از آن، باید در دسترس باشد. استفاده از پتوهای

راهنماهای بتنریزی در هوای سرد

- ♦ از بتن هوازایی شده (حبابدار)، هنگامی که انتظار میرود بتن در تماس با رطوبت و شرایط یخزدن و آبشدن باشد، استفاده کنید.
- ♦ پیش از بتنریزی، سطوح در تماس با بتن را عاری از یخ و برف و در دمای بالاتر از انجماد نگه دارید.
- ♦ بتنریزی و نگهداری از آن را در دمای توصیه شده انجام دهید.
- ♦ بتن را با کمترین اسلامپ اجرایی، جایدهی کنید.
- ♦ از بتن تازه در برابر یخزدگی یا خشکشدن محافظت کنید.
- ♦ از بتن در برابر چرخههای یخزدن و آبشدن در سنین اولیه و تا زمانی که مقاومت کافی کسب کند محافظت نمایید.
- ♦ تغییرات سریع دما هنگام برداشتن اقدامات حفاظتی را محدود کنید.