

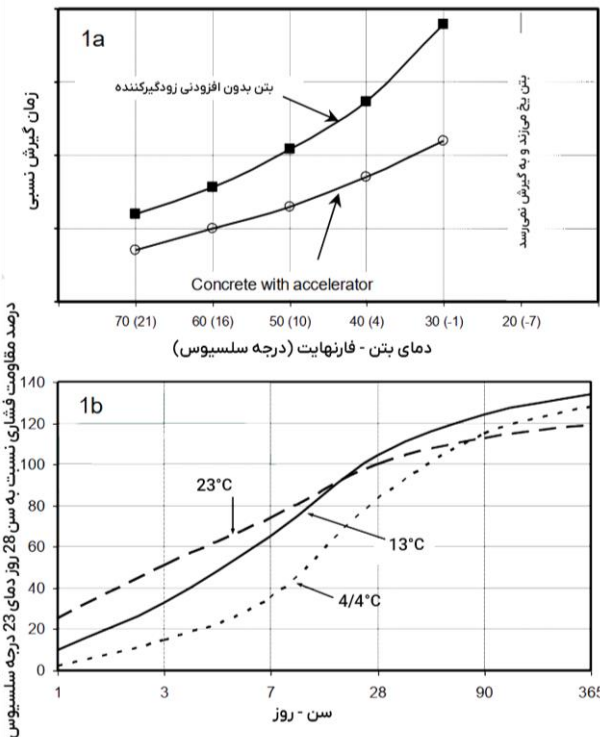


دانش بتن را کاربردی بیاموزیم

چی، چرا و چگونه؟

بخش ۱۲ - بتن ریزی در هوای سرد

نمودارهایی جهت درک اثرات دما روی زمان گیرش و مقاومت فشاری در سنین مختلف



بتن تازه دارای آب اشباع است و باید از آن تا زمانی که به مقاومت فشاری حداقل ۲۴ مگاپاسکال برسد، از چرخه‌های یخ‌زدگی و ذوب شدن محافظت شود.

واکنش بین سیمان و آب که هیدراسیون نام دارد، گرما تولید می‌کند. با عایق کردن بتن، می‌توان گرمای تولید شده از این واکنش را نگه داشت، در این صورت دمای مناسب عمل‌آوری حفظ می‌گردد. گرا دیان حرارتی یا به عبارت ساده‌تر، اختلاف دما بین سطح و داخل بتن باید کنترل شود. اگر این اختلاف از حدود ۲۰ درجه سلسیوس فراتر رود، ترک‌خوردگی حرارتی ممکن است رخ دهد. عایق یا پوشش‌های حفاظتی باید به‌صورت تدریجی برداشته شوند تا از تغییرات ناگهانی دما و شوک حرارتی جلوگیری شود.

هوای سرد چیست؟

هوای سرد به دوره‌ای گفته می‌شود که در آن، به مدت بیش از سه روز متوالی، میانگین دمای روزانه کمتر از ۴۰ درجه فارنهایت (۵ درجه سانتی‌گراد) باشد و دمای هوا برای بیش از نیمی از هر بازه ۲۴ ساعته، از ۵۰ درجه فارنهایت (۱۰ درجه سانتی‌گراد) بالاتر نرود. این شرایط نیازمند رعایت تمهیدات ویژه هنگام ریختن، پرداخت، عمل‌آوری و محافظت از بتن در برابر اثرات هوای سرد است. از آنجا که در ماه‌های زمستان شرایط جوی می‌تواند به سرعت تغییر کند، رعایت اصول صحیح بتن‌ریزی و برنامه‌ریزی مناسب بسیار ضروری است.

چرا باید آب و هوای سرد را در نظر گرفت؟

اجرای موفق بتن‌ریزی در هوای سرد نیازمند درک عوامل مختلفی است که بر خواص بتن اثر می‌گذارند. بتن تازه زمانی یخ می‌زند که دمای آن به پایین‌تر از حدود ۴- درجه سلسیوس برسد. مقاومت بالقوه بتن یخ زده می‌تواند بیش از ۵۰ درصد کاهش یابد و دوام مناسبی نخواهد داشت. بتن باید حدود دو روز پس از بتن‌ریزی، تا زمانی که به مقاومت فشاری ۳/۵ مگاپاسکال برسد باید از یخ‌زدگی جلوگیری شود.

بتن در دمای پایین، گیرش و کسب مقاومت کندتری دارد. یک قاعده کلی این است که با کاهش دمای بتن به میزان ۱۰ درجه سلسیوس، زمان گیرش تقریباً دو برابر می‌شود. این موضوع باید هنگام برنامه‌ریزی عملیات اجرایی مانند باز کردن قالب‌ها در نظر گرفته شود.

بتنی که با آب در تماس بوده و در معرض چرخه‌های یخ‌زدگی و ذوب قرار می‌گیرد احتمالاً در آن هوا محبوس می‌شود.

امکان‌پذیر است که کم کردن این مواد کمتر از حداقل میزان مواد مکمل سیمانی (SCM) برای دوام مورد نظر نشود. راهکار انتخابی باید از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه بوده و عملکرد مورد انتظار بتن را کاهش ندهد.

بتن باید با کمترین اسلایپ عملیاتی ممکن ریخته شود. افزودن آب برای دستیابی به اسلایپ بالاتر می‌تواند زمان گیرش را به تأخیر انداخته و مدت آب انداختن بتن را طولانی‌تر کند که این امر بر عملیات پرداخت سطح تأثیر منفی می‌گذارد.

آماده‌سازی کافی قبل از بتن‌ریزی الزامی است. برف و یخ باید از روی سطوح برداشته شوند و دمای سطوح و قطعات فلزی مدفون که با بتن در تماس هستند باید بالاتر از نقطه انجماد باشد. این کار ممکن است نیاز به عایق‌بندی یا گرم‌کردن بستر و سطوح تماس قبل از بتن‌ریزی داشته باشد.

باید مصالح و تجهیزات لازم برای محافظت بتن در برابر دمای انجماد و تأمین عمل‌آوری مناسب، هم در حین و هم پس از بتن‌ریزی، فراهم باشد. پتوها و برزنت‌های عایق، همچنین کاهی که با ورق پلاستیکی پوشیده شده باشد از روش‌های رایج هستند. بسته به شرایط محیطی ممکن است نیاز به پوشش‌های حفاظتی و قالب‌های عایق باشد. گوشه‌ها و لبه‌ها بیشترین حساسیت را برای اتلاف حرارت دارند. استفاده از بخاری‌های سوخت فسیلی در فضاهای بسته باید دارای تهویه مناسب باشد تا هم از نظر ایمنی اطمینان حاصل شود و هم از کربناته شدن سطح بتن تازه، جلوگیری گردد، زیرا کربناته شدن موجب پودرشدگی و کاهش کیفیت سطح می‌شود.

سطح بتن نباید پیش از گیرش خشک شود، زیرا این امر می‌تواند باعث ایجاد ترک‌های جمع‌شدگی خمیری گردد. پس از آن، بتن باید به‌طور مناسب عمل‌آوری شود. عمل‌آوری با آب در زمانی که دمای یخبندان در پیش است توصیه نمی‌شود. برای دال‌های بتنی، از ترکیبات عمل‌آوری غشایی یا کاغذها و ورق‌های پلاستیکی نفوذناپذیر استفاده کنید.

مصالح قالب‌بندی (به جز فلزات) در هوای نسبتاً سرد، گرما را حفظ کرده و به‌طور یکنواخت توزیع می‌کنند و محافظت کافی را فراهم می‌آورند. در دماهای بسیار سرد، به‌ویژه برای مقاطع نازک، باید از پتوهای عایق یا قالب‌های عایق استفاده شود.

چگونه در هوای سرد بتن‌ریزی کنیم؟

دمای بتن توصیه‌شده در زمان بتن‌ریزی در جدول زیر نشان داده شده است. تولیدکننده بتن آماده می‌تواند دمای بتن را کنترل کرده و بتن را مطابق با این مقادیر تأمین کند.

دما هنگام بتن‌ریزی (°C)	اندازه مقطع، کوچک‌ترین بعد (mm)
۱۳	کمتر از ۳۰۰
۱۰	۳۰۰ الی ۹۰۰
۷	۹۰۰ الی ۱۸۰۰

دمای بتن نباید بیش از ۱۰ درجه سلسیوس بالاتر از این مقادیر باشد. بتن با دمای بالاتر، به آب بیشتری برای اختلاط نیاز دارد، نرخ افت اسلایپ بالاتری خواهد داشت و نسبت به ترک‌خوردگی حساس‌تر است. بتن‌ریزی در هوای سرد این فرصت را فراهم می‌کند که کیفیت بتن بهبود یابد، زیرا دمای اولیه پایین‌تر بتن معمولاً منجر به مقاومت نهایی بالاتر و دوام بهتر می‌شود.

در هوای سرد، کاهش سرعت گیرش و نرخ کسب مقاومت بتن می‌تواند عملیات پرداخت سطح و بازکردن قالب‌ها را به تأخیر بیندازد. می‌توان از افزودنی‌های شیمیایی و دیگر مواد برای جبران این اثرات استفاده کرد. افزودنی‌های زودگیر، مطابق با استاندارد ASTM C494، نوع C (زودگیرکننده‌ها) و نوع F (کاهنده‌های آب و زودگیرکننده‌ها) معمولاً به کار می‌روند.

کلرید کلسیم یک افزودنی زودگیر مؤثر است، اما مقدار مصرف آن نباید بیشتر از ۲ درصد وزنی سیمان باشد. افزودنی‌های زودگیر غیرکلریدی و غیرخورنده باید برای بتن پیش‌تنیده یا در مواقعی که خوردگی آرماتور یا فلزات در تماس با بتن مطرح است، استفاده شوند. افزودنی‌های زودگیر مانع یخ‌زدن بتن نمی‌شوند و استفاده از آنها جایگزین عمل‌آوری و حفاظت مناسب بتن در برابر یخ‌زدگی نخواهد بود.

افزایش میزان سیمان پرتلند یا استفاده از سیمان تیپ I با مقاومت اولیه بالا باعث افزایش سرعت گیرش و کسب مقاومت می‌شود. در هوای سرد، می‌توان مقدار خاکستر بادی یا سرباره موجود در بتن را برای ایجاد اثر مشابه کاهش داد. این کار در صورتی

این تمهیدات را برای بتن‌ریزی در هوای سرد رعایت کنید:

- ❑ **بتن هوادار:** در صورتی که انتظار می‌رود بتن در معرض رطوبت و چرخه‌های یخ‌بندان و ذوب شدن قرار گیرد، از بتن هوادهی شده (بتن با افزودنی حباب‌زا) استفاده کنید.
- ❑ **آماده‌سازی سطوح:** سطوحی که با بتن در تماس خواهند بود را تا قبل از بتن‌ریزی، عاری از یخ و برف نگه دارید و از دمای بالاتر از صفر درجه اطمینان حاصل کنید.
- ❑ **دما:** بتن را در دمای توصیه‌شده (مناسب) قرار دهید و این دما را حفظ کنید. (حفظ گرما جهت جلوگیری از یخ زدن آب داخل بتن)
- ❑ **روانی:** بتن را با کمترین روانی (اسلامپ) عملی، قرار دهید.
- ❑ **حفاظت بتن تازه:** بتن تازه را از یخ‌زدگی یا خشک شدن محافظت کنید.
- ❑ **حفاظت در برابر یخ‌زدگی اولیه:** بتن را از چرخه‌های اولیه یخ‌بندان و ذوب شدن محافظت نمایید تا زمانی که مقاومت کافی را کسب کند.
- ❑ **تغییرات دمایی:** هنگام برداشتن تدابیر حفاظتی، از تغییرات سریع دما جلوگیری کنید.

چگونه در هوای سرد بتن‌ریزی کنیم؟

قالب‌ها نباید پیش از ۱ تا ۷ روز، بسته به سرعت کسب مقاومت، شرایط محیطی و بارگذاری پیش‌بینی‌شده بر روی سازه، باز شوند. برای برآورد مقاومت بتن در محل پیش از بازکردن قالب‌ها یا اعمال بار، باید از نمونه‌های عمل‌آوری‌شده در محل یا روش‌های غیرمخرب استفاده شود. برداشتن تدابیر حفاظتی و قالب‌بندی نباید باعث شوک حرارتی به بتن گردد.

نمونه‌های آزمایشی بتن که برای پذیرش بتن استفاده می‌شوند باید با دقت مدیریت شوند. طبق ASTM C31، نمونه‌های استوانه‌ای باید در جعبه‌های عایق نگهداری شوند که ممکن است نیاز به کنترل دما داشته باشند، تا اطمینان حاصل شود که این نمونه‌ها طی ۲۴ تا ۴۸ ساعت اول در دمای 16°C تا 27°C عمل‌آوری می‌شوند. یک دماسنج مینیمم/ماکسیمم باید در جعبه عمل‌آوری قرار گیرد تا ثبت دمای عمل‌آوری نمونه‌های آزمایشی بتن در محل پروژه انجام شود.

سنگ شکن غرب

کارخانه سنگ شکن غرب



بزرگترین تولیدکننده بتن آماده در ایران