

بسمه تعالی

دستور کار بتن ریزی در هوای سرد

جناب آقای یا شرکت محترم سازنده و نماینده محترم ساختمان به شماره پرونده واقع

به آدرس:.....

دستور کار بتن ریزی در هوای سرد ذیل جهت انجام مراحل بتن ریزی به شرح ذیل در مورخه /... /.. به

جنابعالی ابلاغ می‌گردد:

رعایت نکات زیر و مفاد مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) هنگام بتن ریزی در هوای سرد الزامیست:

۱. مطابق بند ۷-۱۰-۱-۱ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) و بند ۹۹-۲۲-۵-۴-۱ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان در مواردیکه دمای هوا کمتر از $+5$ درجه سلسیوس باشد و یا احتمال برود که در مدت حفاظت از بتن، دمای هوا به کمتر از این مقدار برسد، شرایط هوای سرد بوجود می‌آید.
۲. مطابق بند ۷-۱۰-۲-۱ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) همه وسایل و تجهیزات بتن ریزی 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 برای آب یا سنگدانه های مصرفی است.
۳. مطابق بند ۷-۱۰-۲-۲ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) قبل از بتن ریزی باید شرایط آرماتورها و قالبها مورد بازرسی قرار گیرند 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 بتن ریزی بیش از صفر درجه سلسیوس باشد. آب یخ زده روی میلگردها یا قطعات فولادی می‌تواند به کاهش چسبندگی بتن به فولاد منجر شود.
۴. مطابق بند ۷-۱۰-۲-۳ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) باید از ریختن بتن روی زمین یا بتن یخ زده اجتناب شود و دمای آنها قبل از بتن ریزی به بیش از صفر درجه سلسیوس افزایش یابد.
۵. مطابق بند ۷-۱۰-۳-۱ و ۲-۳-۱۰-۷ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) حداقل دمای مجاز مخلوط بتن تابع دمای هوا و حداقل اندازه مقطع عضو بتنی است. بتن ریزی نباید در دمای کمتر از منفی ۱۵ درجه سلسیوس، انجام شود، مگر آنکه دستگاه نظارت با رعایت تمهیدات خاص آن را مجاز بدانند. در جدول زیر حداقل دمای مخلوط بتن در هنگام مخلوط کردن، در زمان بتن ریزی و در دوره حفاظت ارایه شده است. اگر دمای بتن به میزان قابل توجهی بیشتر از مقادیر جدول باشد، لزوماً منجر به حفاظت طولانی تر 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 می یابد. عالوه بر این، افت سریع رطوبت از سطوح دال ها ممکن است سبب ترک خوردگی ناشی از جمع شدگی خمیری شود. توصیه میشود، دمای بتن در هنگام مخلوط کردن و ریختن، نزدیک به حداقل دمای مجاز باشد تا بتوان از مزایای بهبود کیفیت بتن در دمای پائین بهره برد. (دمای مخلوط بتن در هنگام بتنریزی نباید بیش از ۱۱ درجه سلسیوس از دماهای ذکر شده در ردیف ۱ و دمای بتن پس از مخلوط کردن نباید بیش از ۸ درجه سلسیوس از دماهای ذکر شده در ردیف ۲ جدول مذکور، بالاتر باشد).

جدول حداقل دمای بتن، درجه سلسیوس

حداقل اندازه مقطع عضو بتنی، متر				شرایط
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
۱۳	۱۰	۷	۵	بتن ریزی و در دوره حفاظت
				حداقل دمای بتن پس از
				مخلوط :
۱۶	۱۳	۱۰	۷	- برای دمای هوا بیش از صفر درجه
۱۸	۱۶	۱۳	۱۰	- بین صفر تا ۱۵- درجه
۲۰	۱۸	۱۵	۱۲	- کمتر از ۱۵- درجه

۶. مطابق بند ۷-۱۰-۳-۳ و ۵-۳-۱۰-۳-۷ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) برای تامین دمای بتن مخلوط شده طبق جدول فوق می توان از آب گرم برای ساخت آن استفاده کرد. در هر حال دمای آب مصرفی نباید بیش از ۸۰ درجه سلسیوس باشد. در مواردیکه از آب گرم برای ساخت مخلوط بتن استفاده میشود، باید ترتیب ریختن مصالح به مخلوط کن، ابتدا سنگدانه و سپس آب باشد و حداکثر دمای مخلوط سنگدانه و آب در زمان اضافه کردن سیمان نیز بیشتر از ۴۰ درجه سلسیوس نباشد. 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 به وجود خواهد آورد. بهتر است برای رفع این مشکل از برخورد مستقیم آب داغ با سیمان جلوگیری نمود.

۷. مطابق بند ۷-۱۰-۳-۴ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) چنانچه با استفاده از آب گرم دمای بتن مورد

نظر مطابق جدول فوق حاصل نشود، لازم است نسبت به گرم کردن سنگدانه ها با وسایل مناسب اقدام شود. در صورتیکه سنگدانه ها یخ زده باشند لازم است با گرم کردن سنگدانه ها نسبت به آب کردن یخ ها اقدام شود. معمولاً اگر دمای آب مخلوط، حدود ۶۰ درجه سلسیوس باشد، به دمای بیشتر از ۱۵ درجه سلسیوس برای سنگدانه نیاز است.

۸. مطابق بند ۷-۱۰-۳-۶ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) تغییرات دمای مخلوط بتن از پیمانانه به پیمانانه دیگر باید به حداقل برسد و دمای مخلوط بتن باید در هنگام ساخت و بتنریزی نیز کنترل شود. برای محاسبه دمای لازم بتن، در هنگام مخلوط کردن، با در نظر گرفتن مقدار تقریبی افت دمای مخلوط بتن میتوان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\text{دمای بتن پس از مخلوط شدن به درجه سلسیوس} = \text{دمای هوا به درجه سلسیوس} + ۰.۲۵ * (\text{دمای بتن هنگام بتنریزی به درجه سلسیوس} - \text{دمای هوا به درجه سلسیوس}) * (\text{فاصله زمانی از تولید بتن تا هنگام بتن ریزی به ساعت})$$

برای اجتناب از کاهش زیاد دمای مخلوط بتن در هنگام انتقال، اگر از کامیون مخلوط کن استفاده شود، توصیه می شود که حداکثر زمان انتقال کامیون تا محل بتن ریزی ۱.۵ ساعت باشد در صورتیکه از کامیون مخصوص حمل بتن (غیر چرخان) به صورت غیر پوشیده استفاده شود، ضریب ثابت در رابطه از ۰.۲۵ به ۰.۱۷ تغییر می یابد. چنانچه وسیله حمل غیر چرخان و سرپوشیده باشد، این ضریب معادل ۰.۱ خواهد بود.

۹. مطابق بند ۷-۱۰-۴-۱ و ۲-۴-۱۰-۷ و ۳-۴-۱۰-۷ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) برای بتن ریزی در هوای سرد، به ویژه در حالتی که بتن در مدت عمل آوری اشباع میشود، از مواد حباب ساز جهت ایجاد حباب هوای عمدی در بتن استفاده می شود. مقدار حباب هوای توصیه شده را می توان معادل مقدار حباب هوای مطابق جدول زیر در نظر گرفت. در صورتیکه از مواد حبابساز در بتن به مقدار مندرج در جدول استفاده شود، دستیابی به حداقل مقاومت ۲۰ مگاپاسکال در بتن اشباع، توصیه می شود. در تمام موارد نباید اجازه داده شود بتن غیر اشباع تا قبل از رسیدن به مقاومت فشاری ۵ مگاپاسکال، یخ بزند و در تمام موارد نباید اجازه داده شود بتن اشباع تا قبل از رسیدن به مقاومت فشاری ۲۵ مگاپاسکال، یخ بزند.

مقدار کل حباب‌های هوا برای بتن مقاوم در روبروئی با چرخه‌های یخ‌زدن و آب شدن

(۱)	مقدار درصد حباب هوا در شرایط محیطی		حداکثر اندازه اسمی سنگدانه (میلی‌متر)
	XFT1	XFT2 و XFT3	
	۶	۷/۵	۹/۵
	۵/۵	۷	۱۲/۵
	۵	۶	۱۹
	۴/۵	۶	۲۵
	۴/۵	۵/۵	۳۸
	۴	۵	۵۰
	۳/۵	۴/۵	۶۳

۱- برای رواداری مقدار حباب هوا در طرح مخلوط و در محل مصرف به فصول کیفیت بتن و کنترل و پذیرش بتن مراجعه شود.

۱۰. مطابق بند ۷-۱۰-۵-۱ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) در هوای سرد هر چند آب انداختن در فاصله زمانی بیشتری پس از تراکم اتفاق می‌افتد، اما مقدار آب رو زده کمتر از هوای معتدل یا گرم نیست. باقیماندن طولانی مدت آب رو زده (بدلیل کاهش تبخیر)، 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 اکیداً توصیه می‌شود.

۱۱. مطابق بند ۷-۱۰-۵-۲ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) بلافاصله پس از بتن ریزی، باید حفاظت از بتن با پوشش عایق یا گرم کردن آغاز شود. در صورتیکه لازم باشد از روش گرم کردن برای محافظت بتن استفاده شود، نیاز به ایجاد فضای بسته در اطراف بتن خواهد بود. در این موارد باید از روشن کردن آتش بر روی عضو بتنی اجتناب شود. در مواردی که از وسایل گرمازا استفاده میشود و گاز کربن دی اکسید تولید می‌شود، گازهای تولید شده باید با روش یا وسیله مناسب، نظیر لوله دودکش، به بیرون از فضای بسته اطراف بتن، هدایت شود. گاز کربن دی اکسید میتواند با سرعت قابل توجهی بخشهای سطحی بتن تازه و جوان را کربناته کند. این امر میتواند به خوردگی سریعتر میلگردها کمک کند و عمر عضو را کاهش دهد. در قطعات غیر مسلح نیز کربناته شدن میتواند باعث جمع شدگی بیشتر شده و احتمال ترک خوردگی را افزایش دهد.

۱۲. مطابق بند ۷-۱۰-۵-۳ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) دمای سطح بتن، به ویژه در نواحی بحرانی نظیر سطوح قالب بندی نشده یا لبه ها و گوشه ها، حداقل دو بار در هر شبانه روز اندازه گیری و ثبت شود. لبه ها و گوشه های اعضای بتنی در معرض افت دمای بیشتر و احتمال یخ زدگی هستند و باید توجه بیشتری به آنها نمود. در دوره حفاظت باید از پوشش عایق حرارتی مناسب استفاده شود. بنابراین ضخامت پوشش در این قسمتها باید بیشتر باشد. اعمال پوشش باید شامل سطوح قالب بندی شده و سطوح در معرض هوا باشد.

۱۳. مطابق بند ۷-۱۰-۶-۲ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) برای کاهش مدت حفاظت و دستیابی به حداقل مقاومت لازم، می توان از سیمان های با مقاومت اولیه زیاد یا مواد افزودنی زود سخت کننده، افزایش مقدار سیمان، کاهش نسبت آب به سیمان یا افزایش دمای بتن در دوره حفاظت استفاده کرد. سیمان های پرتلند نوع ۳ یا سیمانهایی با رده مقاومتی ۴۲.۵ یا ترجیحا ۵۲.۵ به عنوان سیمانهای با مقاومت اولیه زیاد میتواند بکار رود. مواد افزودنی زود سختکننده یا زودگیرکننده که گاه بعنوان ماده ضد یخ نامیده میشود میتواند برای افزایش مقاومت اولیه بکار گرفته شود.

۱۴. مطابق بند ۷-۱۰-۷-۱ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) پس از اتمام دوره حفاظت از بتن، در طی مدت حداقل ۲۴ ساعت، باید بهتدریج از حفاظت کاسته شود تا بتن در معرض تغییرات ناگهانی دما قرار نگیرد. حداکثر مجاز افت دما پس از ۲۴ ساعت باید با توجه به حداقل بُعد عضو بتنی مطابق با جدول زیر باشد.

جدول حداکثر افت دمای بتن، ۲۴ ساعت پس از خاتمه حفاظت	
حداکثر مجاز افت دما، درجه سلیسیوس	حداقل بعد عوض بتنی، متر
۲۸	کمتر از ۰/۳
۲۲	۰/۳ تا ۰/۹
۱۷	۰/۹ تا ۱/۸
۱۱	بیشتر از ۱/۸

۱۵. مطابق بند ۷-۱۰-۸ آیین نامه بتن ایران (1400/09/01) در هوای سرد روند کسب مقاومت فشاری برای همه انواع سیمان، به ویژه سیمان های آمیخته کند می شود. بنابراین باید توجه ویژه ای به این امر در تعیین زمان قالب برداری نمود.

نام مهندس ناظر
تاریخ
مهر و امضا مهندس ناظر

در مورخه اصل دستورکار فوق به اینجانب ابلاغ و تفهیم گردید. مهر و امضاء تاریخ
