



دانش بتن را کاربردی بیاموزیم

چی، چرا و چگونه؟

بخش 40 – ترک‌های حاصل از جمع‌شدگی پلاستیک (خمیری)

علت ایجاد این ترک‌ها چیست؟

این ترک‌ها ناشی از دست رفتن سریع آب سطح بتن پیش از گیرش هستند. شرایط زمانی بحرانی می‌شود که نرخ تبخیر رطوبت سطحی بیشتر از سرعتی باشد که آب انداختگی بتواند جایگزین آن شود. وقتی سطح بتن خشک می‌شود، در لوله‌های موئینه بتن هلالی تشکیل می‌شود که باعث ایجاد نیروی کششی در لایه‌های سطحی بتن اجرا شده می‌گردد. اگر سطح بتن شروع به گیرش کند و مقاومت کششی کافی برای مقابله با این نیروها پیدا کرده باشد، ترک ایجاد نمی‌شود. اما در غیر این صورت، ترک‌های حاصل از جمع‌شدگی خمیری شکل می‌گیرند.

اگر سطح بتن بسیار سریع خشک شود، ممکن است بتن هنوز در حالت خمیری باقی بماند و ترک‌ها در همان لحظه ایجاد نشوند؛ اما به محض اینکه بتن شروع به سفت‌شدن کند، ترک‌های حاصل از جمع‌شدگی خمیری به‌طور قطع ظاهر می‌شوند. یکی از راهکارهای کاهش این مشکل استفاده از الیاف سنتتیک در مخلوط بتن است. این الیاف می‌توانند در زمانی که بتن هنوز بسیار ضعیف است، در برابر نیروهای کششی مقاومت ایجاد کنند. شرایط محیطی که نرخ تبخیر آب از سطح بتن را افزایش می‌دهند و احتمال ترک حاصل از جمع‌شدگی خمیری را بیشتر می‌کنند شامل موارد زیر می‌شود:

- سرعت باد بیشتر از ۸ کیلومتر بر ساعت
- رطوبت نسبی پایین
- دمای بالای محیط و یا بتن
- تابش مستقیم آفتاب روی سطح بتن

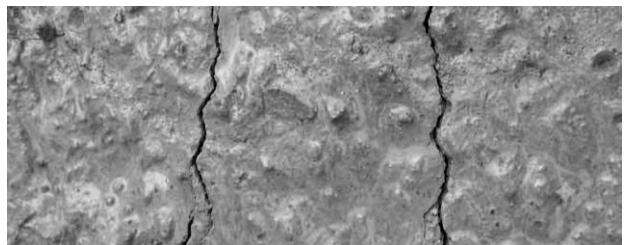
حتی تغییرات کوچک در هر یک از این عوامل می‌تواند نرخ تبخیر آب از سطح بتن را به‌طور چشمگیری تغییر دهد. دستورالعمل ACI 305R نموداری برای برآورد نرخ تبخیر و مشخص کردن شرایط

ترک‌های جمع‌شدگی خمیری چیست؟

ترک‌های جمع‌شدگی خمیری معمولاً روی سطح بتن تازه و در همان ساعات ابتدایی پس از بتن‌ریزی، زمانی که بتن هنوز در حالت خمیری قرار دارد، ظاهر می‌شوند. این ترک‌ها بیشتر روی سطوح باز افقی دیده می‌شوند. معمولاً این ترک‌ها به شکل موازی با یکدیگر هستند، و فاصله‌ای در حدود ۳۰ تا ۹۰ سانتی‌متر از هم دارند. همچنین این ترک‌ها نسبتاً سطحی هستند و معمولاً به لبه‌های دال متصل نمی‌شوند. پدید آمدن این ترک‌ها زمانی محتمل‌تر است که نرخ تبخیر آب از سطح بتن زیاد باشد و سطح بتن قبل از گیرش اولیه خشک شود.

ترک‌های حاصل از جمع‌شدگی خمیری از نظر ظاهری نامطلوب هستند، اما به‌ندرت مقاومت سازه‌ای کف‌ها و روسازی‌های بتنی را کاهش می‌دهند. با این حال، این ترک‌ها می‌توانند مسیر نفوذ مواد مخرب شیمیایی به بتن باشند و به‌عنوان نقاط ضعف، منجر به گستر ترک‌خوردگی در سنین بالاتر به دلیل عوامل دیگر شوند. در صورت انجام تدابیر مناسب قبل و حین بتن‌ریزی و پرداخت، ایجاد این ترک‌ها قابل کاهش است.

ترک‌های حاصل از جمع‌شدگی خمیری باید از سایر ترک‌های زودرس یا قبل از سخت‌شدن متمایز شوند. ترک‌هایی که ناشی از نشست خمیری بتن روی میلگردها، حرکت قالب‌ها، ترک‌های حرارتی اولیه یا نشست‌های موضعی در تغییر ضخامت مقاطع بتنی هستند، ماهیت متفاوتی دارند.



چگونه این ترک‌ها را به حداقل برسانیم؟

تلاش برای حذف ترک‌های حاصل از جمع‌شدگی خمیری از طریق تغییر در طرح اختلاط بتن به منظور کنترل ویژگی‌های آب‌انداختگی، همیشه مؤثر نیست. برای کاهش احتمال بروز این ترک‌ها، مهم است که پیش از بتن‌ریزی، شرایط جوی مساعد برای ایجاد ترک حاصل از جمع‌شدگی خمیری شناسایی شوند. در این صورت می‌توان اقدامات پیشگیرانه را برای کاهش بروز آن‌ها انجام داد.

(1) در شرایط نامساعد، بادشکن‌های موقت نصب کنید تا سرعت باد بر سطح بتن کاهش یابد و در صورت امکان، از سایه‌بان‌ها برای کنترل دمای سطح دال استفاده کنید. اگر شرایط بسیار بحرانی است، بتن‌ریزی را به ساعات بعدازظهر یا اوایل شب موکول کنید. با این حال، در شرایط بسیا گرم، بتن‌ریزی در اوایل صبح می‌تواند کنترل بهتری بر دمای بتن فراهم کند.

(2) در دوره‌های بسیار گرم و خشک، از مه‌پاش‌ها استفاده کنید تا ذرات ریز آب در جهت وزش باد و بالای سطح بتن پخش شوند. مه‌پاشی نرخ تبخیر از سطح بتن را کاهش می‌دهد و باید تا زمانی که مواد عمل‌آوری مناسب روی بتن اعمال شوند، ادامه یابد.

(3) اگر بتن‌ریزی روی بستر خشک و جاذب در هوای گرم و خشک انجام می‌شود، بستر باید پیش از بتن‌ریزی مرطوب شود، اما نه به حدی که آب آزاد روی سطح جمع گردد. همچنین قالب‌ها و میلگردها نیز باید مرطوب شوند.

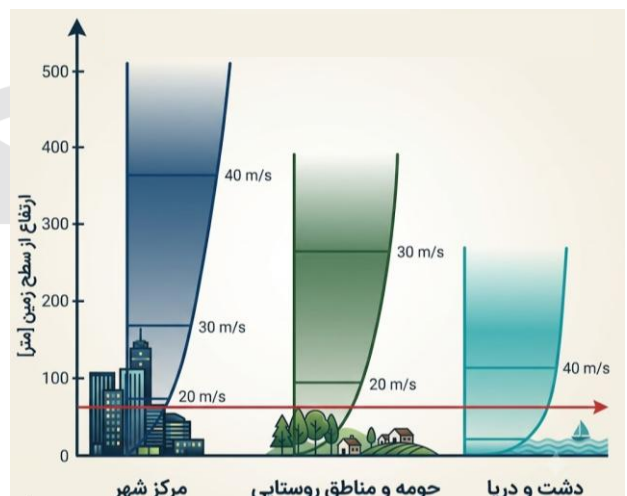
(4) نیروی انسانی، تجهیزات و مصالح لازم را از قبل آماده کنید تا بتن بتواند به موقع ریخته و پرداخت شود. اگر تأخیر به وجود آمد، سطح بتن را بین مراحل پرداخت با پوشش‌های نگهدارنده رطوبت مانند گونی خیس، ورق پلی‌اتیلن یا کاغذ عایق بپوشانید. می‌توان ترک حاصل از جمع‌شدگی خمیری را با پاشش مواد کاهنده تبخیر روی سطح بتن، بلافاصله پس از شمشه‌کشی و در صورت نیاز پس از تخته مالی یا ماله‌کشی نهایی، تا آغاز عمل‌آوری، کنترل کرد. (البته مواد کاهنده تبخیر در ایران رواج ندارد)

نیاز به اقدامات احتیاطی ویژه ارائه کرده است. با این حال، این نمودار کامل و بی‌نقص نیست، زیرا عوامل متعددی غیر از نرخ تبخیر نیز بر ایجاد ترک اثرگذارند. مخلوط‌های بتنی که نرخ آب‌انداختگی پایین یا مقدار آب‌انداختگی کمتری دارند، حتی در شرایطی که نرخ تبخیر زیاد نباشد، در معرض ترک‌های حاصل از جمع‌شدگی خمیری قرار می‌گیرند. عواملی که نرخ یا مقدار آب‌انداختگی را کاهش می‌دهند شامل مقدار زیاد مواد سیمانی، مقدار بالای ذرات ریز، ایجاد هوای عمدی، دمای بالای بتن و ضخامت کم مقاطع هستند. بتن حاوی دوده سیلیسی نیازمند دقت ویژه‌ای است، زیرا به دلیل آب‌انداختگی بسیار ناچیز، در حین بتن‌ریزی به شدت در معرض خشک شدن سطح قرار می‌گیرد.

با افزایش ارتفاع، سرعت باد افزایش می‌یابد. در نتیجه با افزایش ارتفاع محل بتن‌ریزی و طبقات انتظار می‌رود ترک‌های جمع‌شدگی خمیری افزایش یابد. همچنین در نواحی حومه شهر، به دلیل تعداد کمتر ساختمان‌های پیرامونی (به ویژه ساختمان‌های بلند، انتظار می‌رود سرعت باد نسبت به مناطق شهر بیشتر باشد.

هر عاملی که باعث به تأخیر افتادن زمان گیرش بتن شود، احتمال بروز ترک‌های حاصل از جمع‌شدگی خمیری را افزایش می‌دهد. تأخیر در گیرش می‌تواند ناشی از یک یا چند مورد از این عوامل شامل هوای سرد، بستر بتن‌ریزی سرد، نسبت بالای آب به سیمان، سیمان دیرگیر، استفاده از کندگیرکننده‌ها، برخی کاهنده‌های آب و مواد مکمل سیمانی باشد.

تأثیر محل قرارگیری پروژه و ارتفاع بر سرعت باد



تصویر ترک ناشی از جمع‌شدگی پلاستیک



(5) عمل‌آوری بتن را در اسرع وقت آغاز کنید. سطح بتن را با ترکیبات عمل‌آوری غشایی مایع، اسپری کنید یا سطح را با گونی خیس بپوشانید و حداقل به مدت ۳ روز پیوسته مرطوب نگه دارید.

(6) استفاده از الیاف سنتتیک مطابق با آیین‌نامه ASTM C1116 را در نظر بگیرید تا ترک‌های حاصل از جمع‌شدگی خمیری به حداقل برسند.

(7) زمان گیرش بتن را تسریع کنید و از ایجاد اختلاف زیاد دما بین بتن و هوای محیط جلوگیری نمایید.

اگر ترک‌های حاصل از جمع‌شدگی خمیری پس از ماله کشی ایجاد شوند، میتوان با ماله‌کشی مجدد (اعمال ضربات ماله رو و اطراف ترک) آن‌ها را از بین برد. با این حال، در چنین شرایطی باید اقدامات پیشگیرانه ذکرشده در بالا به‌کار گرفته شوند تا از ترک‌خوردگی‌های بیشتر جلوگیری شود.

برای به حداقل رساندن ترک‌های جمع‌شدگی پلاستیک، این موارد را رعایت کنید:

- ❑ در شرایطی که نرخ تبخیر بالاست، بستر و قالب‌ها را مرطوب کنید.
- ❑ با استفاده از مه‌پاشی و ایجاد بادشکن، از تبخیر بیش از حد رطوبت سطح بتن جلوگیری کنید.
- ❑ در فاصله بین عملیات پرداخت، سطح بتن را با گونی خیس یا ورق‌های پلی‌اتیلن بپوشانید.
- ❑ در هوای گرم از بتن خنک‌تر استفاده کنید و در هوای سرد از دمای بالای بتن اجتناب کنید.
- ❑ به محض اتمام عملیات پرداخت سطح، عمل‌آوری را به‌درستی آغاز کنید.

کارخانه سنگ شکن غرب



بزرگترین تولیدکننده بتن آماده در ایران