

## اصول و نکات عمل آوری بتن در شرایط مختلف آب و هوایی

تولید و عمل آوری بتن به عنوان یکی از مصالح اصلی بیشتر سازه ها بسیار حائز اهمیت است. از آنجایی که خشک شدن ناگهانی بتن باعث ترک خوردن و کاهش مقاومت آن می شود، برای جلوگیری از این اتفاق بتن را تحت شرایط خاصی عمل آوری می کنند. این عملیات باید به شکل اصولی و همچنین تحت نظر افراد متخصص انجام گیرد. به این نکته نیز باید توجه کرد که دما و شرایط آب و هوایی روی عمل آوری بتن تاثیر گذاشته و در دماهای مختلف باید روش های متفاوتی را بکار گرفت. از این رو مقاله ای را به این موضوع اختصاص داده ایم و در آن تمامی نکات مورد نیاز برای عمل آوری با کیفیت بتن را توضیح داده ایم. پس با ما در ادامه همراه باشید.

### عمل آوری بتن چیست؟

عمل آوری بتن پروسه ای است که طی آن بتن بعد از قالب گیری در شرایطی حفظ می شود که دمای آن در شرایط مختلف از حد مطلوب تغییر نکرده و رطوبت خود را به صورت ناگهانی از دست ندهد. پروسه عمل آوری بتن بسیار حساس بوده و اگر به درستی انجام شود، بتن عمل آوری شده بسیار مقاوم، محکم و سفت خواهد شد. فرآیند عمل آوری دقیقا بعد از بتن ریزی و تراکم بتن آغاز شده و از آن در برابر شرایط محیطی محافظت و مراقبت می کند. از آنجایی که می دانید استحکام بتن در کنار دیگر موارد و عوامل در استحکام یک سازه بسیار حائز اهمیت است پس ادامه ی مطلب را حتما مطالعه نمائید. بتن تازه ریخته شده نیاز به مراقبت دارد تا تبدیل به جسمی همگن و یکپارچه شود. برای اینکار بایستی با دقت عمل آوری شود و اگر عملیات به درستی اجرا نشود، واکنش هیدراتاسیون سیمان متوقف شده و یا ناقص انجام می شود. نتیجه آن هم یک بتن ضعیف ترک خورده و شکننده خواهد بود. به همین علت متخصصان معماری با عمل آوری صحیح بتن تازه آن را تبدیل به یک جسم سخت و مقاوم می کنند.



## مراحل عمل آوری بتن فونداسیون

عمل آوری بتن دارای مراحل است که در ادامه به توضیح هر کدام پرداخته می شود.

### • مراقبت از بتن

در طول دوره مراقبت از بتن جوان مجموعه ای از تدابیر، بکار گرفته می شوند که در طی آنها دمای بتن تازه در حد مطلوبی یعنی ۱۳ درجه باقی بماند و تغییر نکند. عمل آوری بتن در هوای گرم و سرد متفاوت است ولی در نهایت به هدف مورد نظر یعنی همان نگهداشتن دما در حد مطلوب بایستی رسیدگی شود. مراقبت و حفظ دمای بتن و جلوگیری از، از دست رفتن ناگهانی رطوبت در روزهای اول تراکم بتن بسیار ضروری است. به همین علت قالب های بتن را گونی پیچ کرده و اگر لازم باشد مدام آن ها را آب پاشی می کنند تا هم خنک بمانند و هم رطوبشان از بین نرود. هدف از این کارها این است که بتن به آرامی خشک شود تا به جسمی همگن و مقاوم و یکپارچه تبدیل شود. مرحله مراقبت معمولا هفت روز به طول می انجامد و در این مدت بتن جوان از تابش مستقیم آفتاب نیز حفظ شده و رطوبت آن تا ۸۰ درصد نگهداری می شود.

### • محافظت از بتن

یکی دیگر از مراحل عمل آوری بتن مرحله محافظت است. در این مرحله بتن جوان از هر گونه شرایط بیرونی مثل هوای سرد و یخبندان، هوای خیلی گرم، باران و شسته شدن با آب، اعمال هر گونه ضربه و امثال آن ها محافظت می شود. این شرایط آسیب جدی به بافت بتن تازه وارد می کنند و اجازه نمی دهند به یک جسم مقاوم و یکپارچه بعد از خشک

شدن تبدیل شود. تدابیر پیشگیرانه در خصوص محافظت از بتن جوان انجام می شوند که نمونه آن ها بررسی مکان عبور تاسیسات و کانال های هوا است. ضرباتی که به بتن جوان وارد می گردد باعث ایجاد ترک های مویی در آن می شود و همچنین گرم و سرد شدن ناگهانی نیز آن را از حالت یکپارچگی خارج می کند.

- **پروانندن یا عمل آوری حرارتی**

در این مرحله به تسریع عملیات خشک شدن بتن به واسطه حرارت پرداخته می شود. کل دوره عمل آوری بتن حدود ۲۸ روز به طول می انجامد و بعد از این مدت بتن می بایست به مقاومت و یکپارچگی صد درصدی برسد.

## **انواع روش های عمل آوری بتن**

برای عمل آوری بتن در طول دوره ۲۸ روزه از روش های مختلفی استفاده می شود و نباید بتن به حال خود رها شده و رطوبت و دمای خود را از دست بدهد.

- **عمل آوری بتن با آب**

در این روش عمل آوری از آب برای حفظ رطوبت بتن استفاده می شود. آب مورد استفاده بایستی فاقد افزودنی های مختلف باشد زیرا بر بتن اثر نامطلوب می گذارند. همچنین آب مصرفی نباید خیلی داغ و خیلی یخ باشد، زیرا باعث ایجاد شوک حرارتی و ترک خوردن بتن می شود. از روش های مختلفی همچون غوطه ور کردن در حوضچه های آب، آب پاشی و پوشش های خیس برای مرطوب نگاهداشتن بتن جوان استفاده می گردد.

غوطه ور کردن در حوضچه های آب: در این روش که برای دال های بتنی افقی مناسب است از حوضچه هایی در اطراف آن ها استفاده می شود که با آب پر شده اند. آب مصرفی در حوضچه ها تنها باید ۱۲ درجه از دمای بتن خنک تر باشد.

آب پاشی کردن: آب پاشی کردن از دیگر روش های عمل آوری بتن است. از طریق آن به صورت پیوسته سطح بتن را خیس می کنند و این کار بایستی بدون توقف انجام شود. در صورتی که در عملیات آب پاشی وقفه ایجاد شود، بتن به دلیل خیس و خشک شدن های مکرر دچار ترک می شود.

استفاده از پوشش های خیس: در بعضی جاها امکان آب پاشی مداوم و یا استفاده از حوضچه های آب امکان پذیر نیست که از این رو پوشش های خیس توصیه می شوند. برای این کار از پوشش های جاذب آب مثل گونی، گلیم، پتوهای پشمی و غیره استفاده می کنند. در جاهایی حتی لازم است همین پوشش ها را چندلایه قرار دهند یا روی آن ها را پلاستیک بکشند و با این روش آب آن ها دیرتر تبخیر می شود.



- **عمل آوری عایقی بتن**

یکی دیگر از روش های عمل آوری بتن که در شرایط کم آبی استفاده می شود، جلوگیری از تبخیر آب به واسطه عایقکاری سطح بتن است. این کار توسط نایلون و پلاستیک های پلی اتیلن انجام می شود که به دور بتن کشیده شده و با تخته های چوبی و طناب محکم می شوند. این نایلون ها باید به درستی روی بتن کشیده شوند تا ظاهر بتن را تغییر ندهند. همچنین پلاستیک ها نباید پاره و یا سوراخ باشند، زیرا برای عمل آوری بتن مشکل ایجاد می کنند.

- **روش قالب بندی بتن**

این روش معمولا برای بتن های عمودی استفاده می شود و برای آن از تخته های چوبی بهره می گیرند. ولی تخته های چوبی بایستی مدام خیس شوند تا رطوبت خود را از دست ندهند. ضمن اینکه بتن نیز قبل از قرار دادن قالب ها باید خیس شود. البته این روش عمل آوری مناسب جاهای گرم و خشک نیست و در آن شرایط از روش های مناسب تری برای عمل آوری بتن استفاده می شود.

## • عمل آوری حرارتی بتن

این روش در واقع همان مرحله پروراندن بتن است که لازم است نکاتی راجع به آن گفته شود. گرما دهی بعد از گیرش بتن انجام می شود. گاز و دود ناشی از سوختن در مجاورت بتن جوان قرار نگیرد. فرآیند گرمادهی به صورت یکپارچه و غیر متمرکز اجرا شود و برای حفظ دمای بتن هم از عایق های پوشالی، یونولیت و پشم شیشه استفاده شود.

## ترکیبات عمل آوری بتن

برای عمل آوری بتن از ترکیبات مخصوصی استفاده می شود که بر روی سطح خیس بتن جوان اجرا می شود. مواد عمل آوری بتن بر روی سطح خیس مالیده می شود و با این کار جلوی تبخیر آب بتن را می گیرد. مواد تشکیل دهنده این ترکیبات مخلوطی از رزین های طبیعی و مصنوعی همراه حلال است. بعد از اعمال بر روی بتن، حلال تبخیر شده و رزین ها به مدت چهار هفته بر سطح بتن باقی می ماند و بعد از آن خود بخود از سطح بتن کنده می شوند. در برخی مواد عمل آوری از رنگدانه های آلومینیوم استفاده می شود که مواد قابل دیدن باشند و اگر در جایی درست اجرا نشده باشد، مجددا بر آن سطح از مواد عمل آوری مالیده شود. به این نکته توجه شود که مواد عمل آوری به هیچ وجه نباید بر سطح خشک مالیده شود و این کار فقط روی سطح بتن خیس امکان پذیر است.

## حداقل زمان عمل آوری بتن چقدر است؟

زمان عمل آوری بتن به شرایط زیادی همچون نوع سیمان، شرایط آب و هوایی، میزان نسبت آب به سیمان، روش بتن ریزی و غیره بستگی دارد. میانگین مدت زمانی که برای عمل آوری بتن در نظر گرفته شده، ۲۸ روز است اما می تواند بسته به شرایطی که بتن در آن قرار دارد تغییر کند.

## عمل آوری بتن در هوای سرد

بتن در هوای سرد و یخبندان به خوبی عمل آوری نمی شود. یخ زدن بتن در حال خشک شدن به دلیل انبساط و انقباض شدید باعث ترک خوردگی آن شده و به طور کامل بتن را نابود می کند. با کمک روش هایی که در ادامه ذکر می کنیم از

یخ زدن بتن جلوگیری می شود. در اصول و نکات عمل آوری بتن برای عمل آوری بتن در هوای سرد استفاده از روکش برزنتی برای پوشاندن سنگدانه ها و جلوگیری از خیس و یخ زدن آن ها اقدام مهمی است. اگر پتوی پشم شیشه (که نسبت به آب نفوذناپذیر است) در دسترس باشد و بتوان از آن برای پوشاندن سنگدانه ها استفاده کرد خیلی بهتر خواهد بود، زیرا در این صورت سنگدانه ها در طول روز از افزایش دما و در طول شب از یخ زدن در امان می مانند.

اگر قسمت فوقانی سنگدانه ها به هر دلیلی یخ زده باشد قبل از اقدام به تولید بتن ابتدا لایه رویی برداشته می شود، زیرا وجود سنگدانه یخ زده دمای بتن را به شدت کاهش می دهد و بعد از آن رساندن دمای بتن به حد مطلوب امکان پذیر نخواهد بود. استفاده از آب گرم برای تهیه بتن در شرایط آب و هوایی سرد می تواند به رساندن بتن به دمای مطلوب و عمل آوری خوب آن کمک کند. بهتر است فاصله بین اختلاط و بتن ریزی زیاد نشود تا از اتلاف دمای بتن جلوگیری به عمل آید. استفاده از پمپ نیز در هوای سرد به دلیل اصطکاکی که در مواد ایجاد می کند باعث افزایش دما شده و بنابراین مطلوب است.

در هوای سرد برای عمل آوری بتن بعد از بتن ریزی، استفاده از وسایل گرمایشی مثل بخاری برقی که دود تولید نمی کند توصیه می شود. ولی این گرما نباید منجر به خشک شدن بتن شود و اگر رطوبت بتن کم شد بهتر است آن را مرطوب کرد. بهترین وسیله گرمایشی استفاده از بخار آب است زیرا ضمن گرم نگهداشتن بتن، رطوبت آن را نیز حفظ می کند و عملیات عمل آوری با موفقیت انجام می شود.



## عمل آوری بتن در هوای گرم

برای عمل آوری بتن در شرایط آب و هوایی گرم راهکارهایی وجود دارد که به سه دسته تقسیم می شوند:

- انتخاب مصالح مناسب شرایط هوای گرم

مصالح تولید بتن شامل سنگدانه، سیمان و برخی افزودنی های دیگر است. در شرایط هوای گرم و مرطوب سنگدانه باید از نوعی باشد که آب کمتری جذب کند. این سنگدانه ها می بایست با مواد قلیایی واکنش نشان ندهند و یون کلر کمتری در محتوای آن ها وجود داشته باشد. سیمان نیز یکی دیگر از مصالح ساخت بتن است و برای عمل آوری بتن در هوای گرم لازم است. از نوع ریز و زودگیر نباشد و بهتر است از مواد پوزولانی در آن بکار رفته باشد. علاوه بر این سیمان در هوای گرم باید به نسبت کمتر از آب استفاده شود، زیرا عیار بالای سیمان باعث ترک خوردگی بتن بعد از عمل آوری می شود. برای عمل آوری بتن در هوای گرم از افزودنی هایی که کند گیر کننده و روان کننده هستند و می توانند اسلامپ را مدت طولانی تری حفظ کنند استفاده می شود. همچنین افزودنی های حباب زا در این شرایط برای بتن توصیه نمی شوند.

- روش خنک نگهداشتن مصالح

هر چقدر مصالح قبل از ساخت بتن خنک باشند، عمل خنک سازی بتن آسان تر می شود. به جهت پایین نگهداشتن دمای مصالح تدابیر پیشگیرانه در نظر می گیرند؛ به عنوان مثال دمای سیمان باید کمتر از ۶۰ درجه نگهداری شود و بهتر است برای جلوگیری از افزایش دمای آن در سیلوهای عایق دار گذاشته شود. دمای سنگدانه ها نیز باید پایین تر از ۴۰ درجه حفظ شود و برای این کار می بایست دور از تابش نور خورشید قرار گیرد. آب نیز تا حد امکان خنک نگاه داشته شود و محل نگهداری آن بهتر است در مخازن عایق بندی شده باشد.

- ساخت بتن خنک

خنک نگهداشتن بتن در طول پروسه عمل آوری به تولید بتن مطلوب و مقاوم می انجامد. بنابراین در حین تولید آن بایستی دمای همه مصالح پایین باشد. استفاده از آب و یخ برای مخلوط کردن با سیمان باعث خنک ماندن بتن و جلوگیری از تبخیر ناگهانی آب آن می شود. سنگدانه ها را نیز با پاشیدن آب خنک بر روی آن ها خنک نگاه می دارند و با اینکار از تبخیر آب آن موقع عمل آوری بتن جلوگیری می شود.

### **روش های خنک نگهداشتن بتن در طی عملیات بتن ریزی**

در هوای گرم باید تمهیدات لازم جهت کاهش دمای بتن در طول عملیات بتن ریزی در نظر گرفته شوند. هر کاری که منجر به پایین آمدن دمای بتن شود مثل پاشیدن آب خنک به بتن، عایق بندی تراک میکسر، حمل بتن با وسایل حمل سربسته و غیره را می توان اجرا کرد.

### **سخن پایان اینک**

بحث عمل آوری بتن بسیار حائز اهمیت است و انجام آن نیازمند تخصص، مراقبت و محافظت است. امیدواریم این مقاله توانسته باشد برای انجام یک عمل آوری مناسب و با کیفیت به شما کمک کند، زیرا تا حد امکان هر آنچه برای آموزش عمل آوری بتن لازم بود برای شما جمع آوری شده است.