

مقایسه عمل آوری بتن با سیمان پرتلند تیپ دوم معمولی و پوزولانی معمولی

حسین اصلانی – کارشناس عمران

Haslani49@yahoo.com

چکیده:

بتن، مصالح مناسبی برای ساخت و ساز بوده و دارای اهمیت بسیار زیادی می باشد. شرایط تولید، مواد اولیه، مواد ثانویه و مواد مضاف بتن و مهمتر از همه سیمان و جایگزین های مناسب برای آن در تولید بتن نقش ویژه را دارند. در این مقاله سعی شده است که مقایسه بین عمل آوری بتن ساخته شده با سیمان پرتلند تیپ دو و سیمان پرتلند پوزولانی بعمل آید. مدت عمل آوری و دمای محیط که مهمترین فاکتور عملیات عمل آوری هستند با هم بررسی شده و نمودارهای عمل آوری با سیمان پرتلند تیپ دو و سیمان پرتلند پوزولانی در عمر متغیر بتن ارائه شده است و همچنین روشهای عمل آوری با توجه به شرایط محیطی و حداقل زمان قالب برداری سازه ها پیشنهاد گردیده است.

کلید واژه: بتن، عمل آوری و مراقبت، مقاومت، رطوبت و دمای بتن

مقدمه:

امروزه تولید انواع سیمانهای در کارخانه های سیمان کشور نوید پیشرفت در صنعت سیمان را به ارمغان آورده است و این امید را که متخصصین ایران در حفظ منابع ملی و پیشرفت اقتصاد گامهای اساسی را برمی دارند، بیشتر نمایان می گردد. این کار در حالی بازده مناسب و مفیدی خواهد داشت که با اطلاع رسانی به موقع و صحیح بتوان، همزمان با حفظ محیط زیست و منابع ملی کشور به حفظ سرمایه های ملی کشور همانند بخش ساختمان کمک شایانی کرد و برعکس آن، در صورت عدم آگاهی افراد شاغل در کارهای عمرانی از محصول تولیدی جدید می تواند آسیب غیر قابل جبرانی بر سازه های عمرانی وارد نماید.

یکی از این محصولات مهم تولید سیمان پرتلند پوزولانی میباشد که امروزه به وفور در جامعه پخش و در بخش ساختمان و طرحهای عمرانی از آن استفاده میشود.

یکی از قسمتهای مهم در عملیات بتن ، عمل آوری بتن است . عمل آوری ، یعنی نگه داشتن مقدار رطوبت و دمای بتن در حدی رضایت بخش در طی دوره ای مشخص ، که بلافاصله پس از بتن ریزی و اتمام عملیات پرداخت آغاز میشود ، چنانکه بتن بتواند به خواص مورد نظر برسد . عبارت دیگر فرایندی که از افت رطوبت بتن جلوگیری کرده و دمای بتن در حد رضایت بخش حفظ شود ، را عمل آوری بتن گویند .

عمل آوری بتن برخواص بتن سخت شده مانند دوام ، مقاومت ، آب بندی ، مقاومت سایشی ، ثبات حجمی ، مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن ، نمکهای یخ زدا ، تاثیر بسزایی می گذارد .

اهداف عمل آوری :

۱- جلوگیری از کاهش رطوبت یا تامین رطوبت از دست رفته

۲- حفظ دمای بتن در حدی مطلوب به مدت زمانی معین

۳- توسعه مقاومت بتن با تکمیل عملیات هیدراسیون سیمان

مدت عمل آوری

مدت زمانی که بتن باید از نظر کاهش رطوبت محافظت شود ، به نوع سیمان ، نسبت اجزای مخلوط ، مقاومت مورد نیاز ، اندازه و شکل عضو بتنی ، هوای محیط و به شرایط بعدی که بتن در معرض آن قرار خواهد گرفت ، بستگی دارد . در این مقاله همه شرایط یکسان فرض شده و فقط نوع سیمان مصرفی (سیمان پرتلند دو - سیمان پرتلند پوزولانی) که اکثراً " در سازه های بتنی مورد استفاده قرار میگیرد ، بررسی و نتیجه گیری میشود .

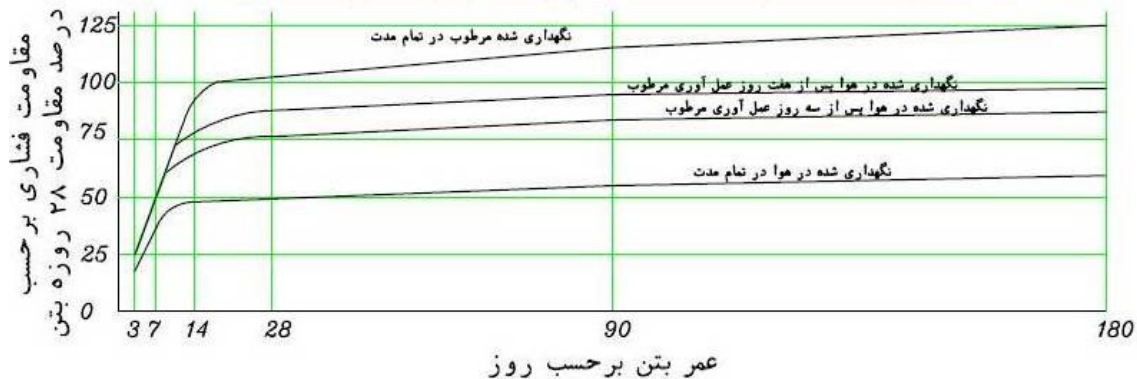
تاثیر عمل آوری در رطوبت بر مقاومت را می توان بصورت نمودار زیر که برای بتن با نسبت آب به

سیمان ۰/۵۰ بدست آمده است ، مشاهده کرد .

نمودار عمل آوری با سیمان پرتلند تیپ دو معمولی



نمودار عمل آوری با سیمان پرتلند پوزولانی معمولی



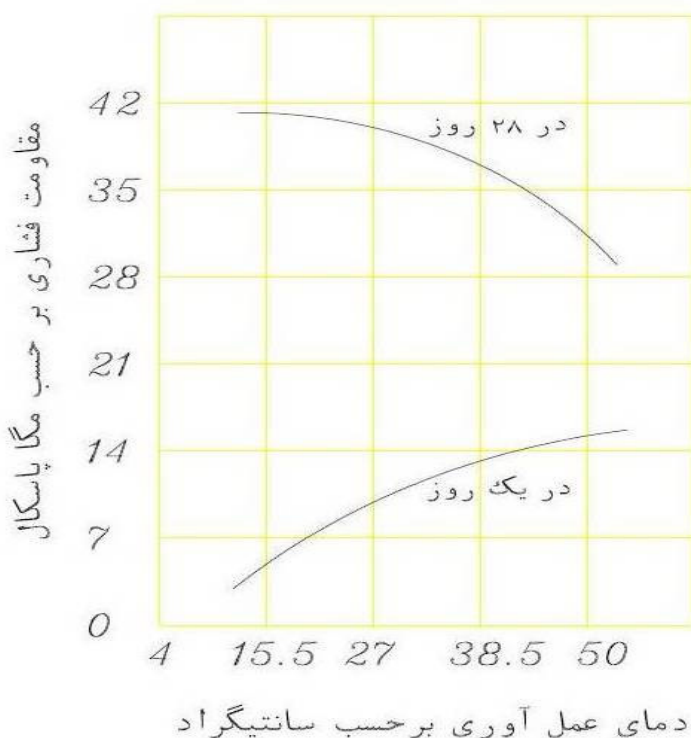
نمودار فوق نشان می دهد که بتن ساخته شده با سیمان پرتلند و نگهداری شده در محیط کارگاهی ، و بدون عمل آوری و مراقبت تقریباً " ۵۲ درصد مقاومت مورد نیاز را کسب می کند و پس از سه روز ، هفت روز ، حالت مرطوب کامل به ترتیب ۷۸ درصد و ۹۰ درصد و ۱۱۵ درصد افزایش می یابد .

بتن ساخته شده با سیمان پرتلند پوزولانی به علت پایین بودن میزان حرارت هیدراتاسیون این نوع سیمان نسبت به سیمانهای دیگر و ماهیت دیرگیر بودن آن تا ۹۰ روزه ، درصد کمتری نسبت به سیمان پرتلند دارد و نگهداری بیشتری را می طلبد .

دمای محیط و تاثیر آن بر بتن

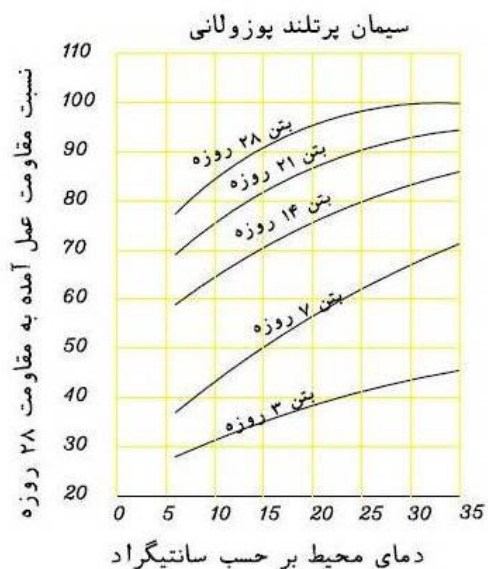
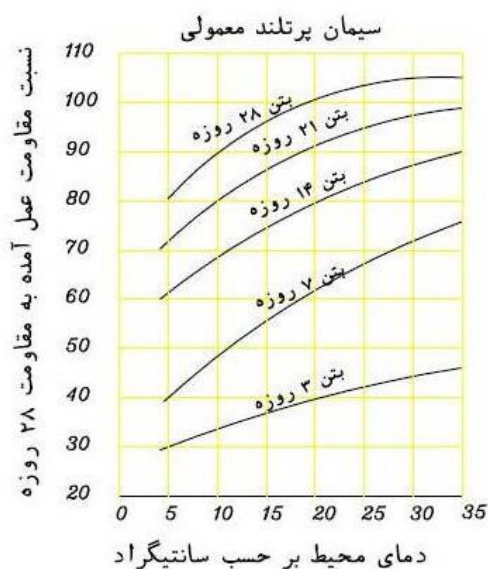
دما محیط فاکتور مهمی در عمل آوری بتن می باشد ، بی شک افزایش درجه حرارت عمل آوری با عث تسریع واکنش های شیمیایی هیدراتاسیون میگردد ، ولی اثرات نامساعد درجه حرارت زیاد بر

مقاومت بعدی در عمر بتن متفاوت است . در روزهای اول عمر بتن که رطوبت مورد نیاز عمل هیدراسیون در داخل بتن وجود دارد ، افزایش درجه حرارت روند کسب مقاومت بتن را افزایش می دهد . اما بعد از ۲۸ روز که عملیات هیدراسیون نسبتاً تکمیل شده است ، افزایش درجه حرارت موجب کاهش رطوبت بتن میشود و روند کسب مقاومت بتن کاهش می یابد .



حداقل نسبت آب به سیمان برای هیدراسیون کامل سیمان تقریباً "۰/۲۲ تا ۰/۲۵" است . مادام که سیمان هیدرات نشده موجود باشد ، افزایش مقاومت بتن نسبت به زمان ادامه می یابد ، مشروط براینکه بتن مرطوب باقی بماند یا رطوبت نسبی داخل بتن بیش از ۸۰ درصد بوده و دمای بتن نیز مناسب و مطلوب باشد .

سیمان پرتلند پوزولانی با توجه به مواد جانشین سیمان ، خیلی بکندی مقاومت کسب می نماید ، بنابراین احتیاج به یک زمان عمل آوری نسبتاً طولانی نسبت به سیمان پرتلند معمولی دارد و براین اساس توصیه میشود که برای سیمان پرتلند پوزولانی در دمای کمتر از شش درجه حتماً از مواد افزودنی استفاده شود .



روش ها و مواد عمل آوری

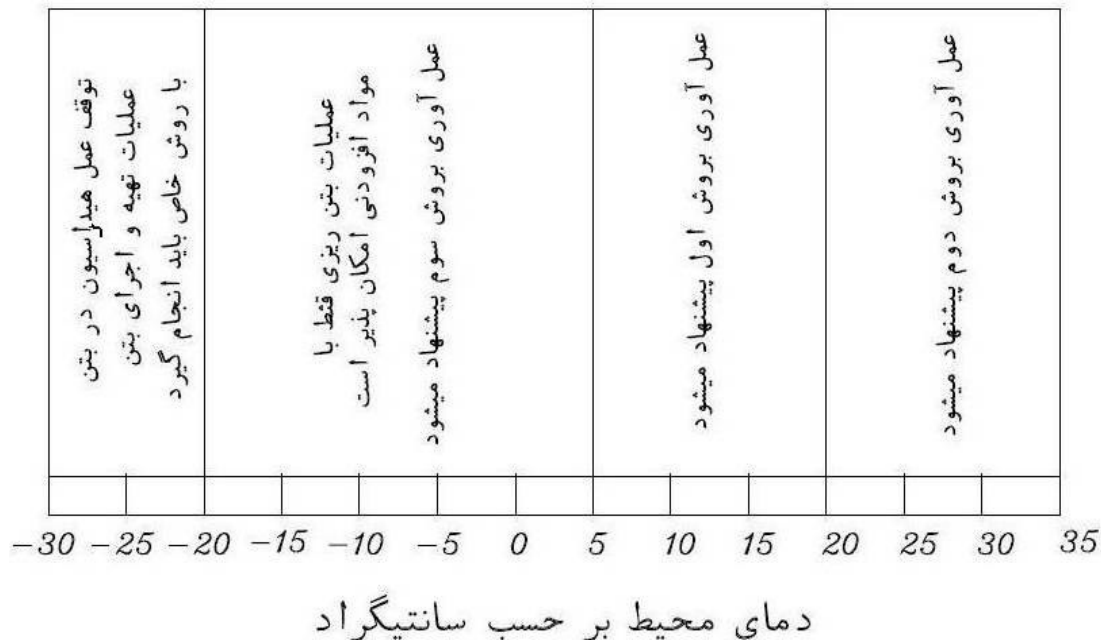
بتن را می توان به کمک سه روش عمل آوری ، مرطوب نگه داشت :

۱- روش هایی که با اشباع کردن محیط پیرامون بتن ، حضور آب اختلاط در بتن را در دوره سخت شدن اولیه حفظ می کنند . این روش ها شامل ایجاد برکه یا غوطه ور کردن ، آبیاشی و پوشش های خیس اشباع شده مانند گونی خیس می باشد .

۲- روش هایی که از طریق اندود کردن سطح ، از کاهش آب اختلاط بتن جلوگیری می کنند . این کار را می توان از طریق پوشاندن بتن با کاغذ نفوذ پذیر یا ورقهای نایلون انجام داد .

۳- روشهایی که با تامین حرارت و رطوبت اضافی برای بتن ، رشد مقاومت آن را تسریع می کنند .

این کار معمولاً " با بخار زنده ، سیم پیچ های گرمازا ، قالبها یا بالشتک هایی که با برق گرم می شوند ، انجام میگردد .

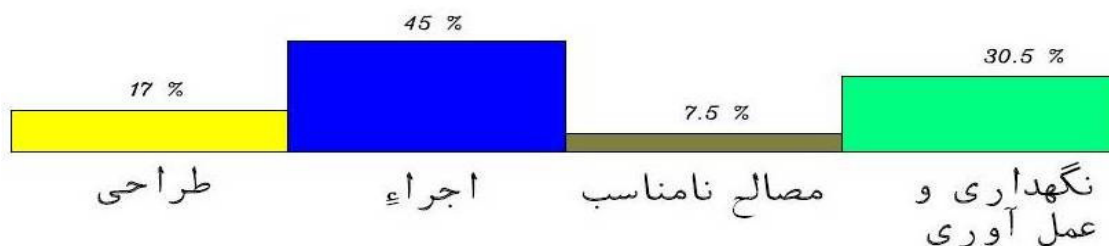


دسته بندی علل خرابی های بتن

دسته بندی متفاوتی از علل خرابی های بتن توسط کارشناسان ارائه شده است که با توجه به شرایط زمان و مکان ، اطلاعات اقتباس شده از منابع مختلف دارای تفاوت های زیادی هستند .

با توجه به پیشرفت علم و استفاده از نرم افزارهای دقیق توسط مهندسين طراحی و همچنین آگاهی افراد شاغل در بخش ساختمان از بتن و عملکرد آن ، پیشرفت صنعت در بخش تولید مصالح ساختمانی کشور میتوان دسته بندی واقع بینانه از علل خرابی بتن بصورت زیر پیشنهاد کرد .

کندی در کسب مقاومت و طولانی بودن زمان عمل آوری سیمان پرتلند پوزولانی نسبت به سایر سیمانها در دسته بندی زیر نقش قابل توجه دارد .



آسیب های ناشی از عدم عمل آوری

شرایط موثر در بهره دهی بتن می تواند در هر زمانی از عمر سازه اتفاق بیفتد . اگر بتن خوب عمل آوری نشود تا ۵۰ درصد مقاومت بالقوه خود را از دست می دهد . سطح بتن را نباید تحت تاثیر تر و خشک شدن های متوالی که نتیجه عمل آوری نامناسب است قرارداد ، چون این عمل در عمر اولیه بتن باعث انقباض ، ترک برداری ، پودر شدگی ، سایش سطح شده و شرایط محیطی حمله عوامل فیزیکی و شیمیایی بر بتن بیشتر میشود ، که این آسیب ها در سیمان پرتلند پوزولانی بدلیل کند بودن کسب مقاومت اولیه به مراتب بیشتر از سایر سیمانهاست .

از آسیب های دیگر بتن می توان به قالب برداری زودتر از موعد اشاره کرد که بتن تنش های موثر را تحمل نکرده و تغییر شکل آن از تغییر شکل پیش بینی شده تجاوز می کند . حداقل زمان پیشنهادی برای قالب برداری بتن با سیمان پرتلند پوزولانی با در نظر گرفتن مواد پوزولانی و جانشین سیمان بشرح زیر می باشد .

| دمای مجاور سطح بتن (°C) | | | | شرح | |
|---------------------------|----|----|------------|------------------------------|-------|
| ۰ | ۸ | ۱۶ | ۲۴ و بیشتر | نوع قالب بندی | |
| ۳۵ | ۲۲ | ۱۵ | ۱۲ | قالب قائم ، ساعت | |
| ۱۳ | ۹ | ۶ | ۵ | قالب زیرین ، شبانه روز | دالها |
| ۲۸ | ۱۸ | ۱۲ | ۹ | پایه های اطمینان ، شبانه روز | |
| ۲۸ | ۱۸ | ۱۲ | ۹ | قالب زیرین ، شبانه روز | تیرها |
| ۴۰ | ۲۵ | ۱۷ | ۱۳ | پایه های اطمینان ، شبانه روز | |

نتیجه گیری :

- ۱- نظر براینکه روند توسعه مقاومت سیمان پرتلند پوزولانی به درجه فعال بودن پوزولان و نسبت سیمان پرتلند در مخلوط بستگی دارد ، لذا کارخانه های تولید کننده سیمان پرتلند پوزولانی بایستی مشخصات کامل سیمان و درجه فعال بودن پوزولان را بصورت کامل به اطلاع مصرف کنندگان برسانند .
- ۲- زمان لازم برای عمل آوردن را نمی توان بسادگی توصیه نمود و لیکن معمولاً " حداقل مدت هفت روز را برای بتن ساختن شده با سیمان پرتلند معمولی توصیه می نمایند و حداقل مدت ده روز را برای بتن ساختن شده با سیمان پرتلند پوزولانی معمولی توصیه میشود .
- ۳- با توجه با اندازه و شکل سازه ، مدت زمان عمل آوری سازه ها متفاوت می باشد و در این راستا دالها و سقف های تیرچه بلوک که دارای ضخامت کمتر و سطح بیشتر هستند ، نسبت به تیرها و ستونها و فونداسیون ساختمان ، نیازمند مدت زمان عمل آوری بیشتر و مناسب تر می باشد .

منابع :

- ۱- بتن شناسی (خواص بتن) ، ترجمه دکتر هرمز فامیلی
- ۲- طراحی و کنترل مخلوط های بتن ، ترجمه علیرضا خالو - محمود ایراجیان
- ۳- مقررات ملی ساختمان مبحث نهم ، طرح و اجرای ساختمان بتن آرمه ، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان - وزارت مسکن و شهرسازی کشور
- ۴- آئین نامه بتن ایران ، معاونت امور فنی و تدوین معیارها ، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

- 5- *ASTM C 309, "Specification for Liquid Membrane Forming Compounds for Curing Concrete," American Society for Testing Materials, 1916 Race Street, Philadelphia, PA, 19103.*
- 6- *ACI 308, "Standard Practice for Curing Concrete," ACI Manual of Concrete Practice, Part 2, American Concrete Institute.*
- 7- *ASTM C 171, "Specification for Sheet Materials for Curing Concrete," American Society for Testing Materials.*
- 8- *ACI 306, "Cold Weather Concreting," ACI Manual of Concrete, Part 2, American Concrete Institute*