



وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی کرمانشاه

مدیریت منابع فیزیکی و نظارت بر طرحهای عمرانی

نکات و نحوه ی اجرای صحیح بتن مگر

مدت آموزش : ۸ ساعت

وضعیت : شغلی

نحوه برگزاری : الکترونیکی

بتن مگر یا بتن نظافت یا همان بتن رگلاژ کف قالببندی فونداسیون ، در واقع یک بتن با عیار سیمان کم (بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم سیمان بر مترمکعب) است که به منظور آماده سازی بستر خاکبرداری شده برای آرماتوربندی و صفحه گذاری اجرا می گردد

موارد استفاده بتن مگر

۱. جلوگیری از نفوذ سیمان به خاک
 ۲. جلوگیری از جذب آب بتن توسط خاک
 ۳. آماده سازی بستر خاک برای پی ریزی
 ۴. صاف ، تراز و همگن کردن فونداسیون
 ۵. اگر خاک برداری بیش از حد لازم انجام شود برای تراز کردن کف پی و پر کردن فضای خالی از بتن مگر استفاده می شود
- رعایت نکات ذیل جهت اجرای بتن مگر الزامی است :

- ۱- قبل از **اجرای بتن** مگر خاک بستر باید مرطوب شود تا آب بتن جذب خاک نگردد و بتن پوک نشود .
- ۲- شفته آهک باید قبل از اجرای بتن مگر مرطوب شود تا آب بتن را جذب نکند .
- ۳- بتن مگر باید زمانی بر روی شفته آهک اجرا شود که مقاومت شفته به $1/5$ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع رسیده باشد .
(شفته آهکی زمانی به مقاومت $1/5$ کیلوگرم بر متر مربع رسیده است که اثر کفش پس از راه رفتن بر روی آن باقی نماند).
- ۴- بتن مگر معمولاً توسط دستگاههای بتونیر کوچک ساخته می شود . دقت شود که **بتن** درون دستگاه حداقل دو دقیقه پس از اضافه کردن آب، به خوبی مخلوط شود و سپس مورد استفاده قرار بگیرد .
- ۵- بتن مگر معمولاً جهت پاکسازی کف و اجرای دقیق تر فاصله گذاری آرماتورها از کف اجرا می شود بنابراین باید دقت شود که سطح تمام شده آن تمیز و یکنواخت باشد تا آرماتوربندی بهتر انجام شود .
- ۶- بعد از ریختن بتن مگر ، بسته به دمای هوا ، باید حدود ۱۰ ساعت سطح آن مرطوب نگه شود . بعد از گذشت یک روز می توان عملیات بعدی را شروع کرد .

ساختار بتن و مصارف آن

بتن اصطلاحاً به مواد سختی گفته می شود که اساساً از بهم چسبانیدن سنگدانه ها توسط مواد واسطه ای نظیر انواع سیمان و آب بدست آمده باشد. بتن برای ایجاد سد ها، آبراهه ها، بزرگراهها، بندرگاهها، پلها و خیابانها و بناهای صنعتی و مسکونی بکار می رود هم چنین برای عملیات ضد آتش کردن و ضد آب و ضد زلزله کردن بنا، همینطور زیبا سازی نما، دیوارها و کف از آن استفاده می شود. بتن ماده مناسبی برای راکتورهای اتمی و حفاظت بسیار خوبی برای تشعشعات اتمی است همچنین بتن به علت شرایط خاص آثار تخریب زیست محیطی نداشته و نسبت به دیگر مواد نظیر آهن و آلومینیوم با کمترین میزان مصرف انرژی و آلودگی محیط و هزینه و به علت استفاده از مواد آماده طبیعی و هماهنگی با محیط از پایداری و دوام بیشتری نیز برخوردار است

عوامل مهم در کاربرد بتن و اهمیت نقش آن

عواملی که باعث کاربرد بتن در ساختمان به جهت توسعه و رشد استفاده از آن می باشد عبارتند از

یک — کیفیت بتن : خواصی همچون مقاومت در برابر بارهای وارده بر آن و دوام آن در برابر تاثیرات خارجی نظیر یخ زدگی، گرما، رطوبت، خوردگی و مواد شیمیایی و غیره و همچنین حفظ ابعاد به لحاظ انقباض و انبساط در برابر بارهای خارجی و عواملی دیگر ارتباط دارد

دو — کارایی مناسب : بتن با کارایی خوب نباید چندان سفت باشد که نتوان آن را به آسانی جابجا نمود و همچنین نباید چندان شل باشد که به هنگام ریزش در قالب، دانه ها و اجزای آن از یکدیگر جدا گردند. بطور کلی می بایست دقت کافی در میزان درصد و کیفیت ترکیب اجزای بتن صورت پذیرد، تا از عواقب سوء آن در سازه بتنی جلوگیری شود

اجزاء بتن

اجزای تشکیل دهنده بتن (سنگدانه — سیمان — آب افزودنی) می بایست آن چنان با نسبت و کیفیت متناسب آمیخته شود که بتوان بهترین مخلوط را به دست آورد. در مورد افزودنیها به بتن باید گفت پاره ای موارد هستند که بنا به ضرورت و لزوم اصلاح پاره ای از خواص و عوامل به اجزای اصلی بتن اضافه می گردند. به عنوان مثال هواسازها را در مواقعی که بتن ریزی در هوای سرد انجام می شود جهت افزایش روانی بتن تازه و دوام و پایداری بتن و کم کردن آب برای پیشگیری از یخ زدگی اضافه می کنند. بطور کلی باید گفت نسبت آب به سیمان در بتن و هوادهی دو عامل مهم در تکنولوژی ساخت بتن می باشد. چنانکه باید گفت بتن یک محصول کارگاهی است که از آمیختگی موادی به دست می آید که توسط صنایع دیگر ساخته و تهیه شده است، در واقع کار واحدهای تولید بتن همانا اختلاط اجزاء به نسبت مورد نظر و تحویل آن به مصرف کننده است

نحوه بتن ریزی و نگهداری بتن

بتن باید هر چه زودتر در محل خود ریخته شود تا از گرفتن و یا جدا شدن دانه های آن جلوگیری شود و در تمام مدت به حالت نرم و روان باقی مانده و به راحتی در میان فولادها جای گیرد. محل بتن ریزی باید از مواد زائد کاملاً تمیز گردد. قالب ها مرطوب یا روغن کاری شوند. مصالح بنایی که در مجاورت بتن قرار می گیرند خوب خیس شوند و

فولادهای مقطع کاملاً تمیز گردند و توده آب موجود در محل بتن ریزی پاک گردد. همچنین باید قبل از بتن ریزی مجدد روی بتنی که قبلاً ساخته و سخت شده، سطح بتن کاملاً تمیز گردد. در موقع بتن ریزی فولادها باید از پوسته، غبار گل، روغن یا هر آنچه که باعث کاهش چسبندگی بتن می شود پاک گردند

در موقع ریختن بتن در قالب باید دقت شود که بتن به دیواره قالب پرت نشود، زیرا دانه های دشت از دانه های ریز جدا شده و در کف قالب می ریزد و اصطلاحاً بتن «کرمو» می شود. بتن در شت دانه را نباید از ارتفاع بیش از ۲ متر فرو ریزد. همچنین در مودر عمل آوری بتن باید گفت که مقاومت بتن روزهای اولیه سریع بالا می رود ولی هر چه عمر آن بگذرد از سرعت افزایش آن کاسته می شود. بتن حداکثر مقاومت نسبی خود را در هفته اول بدست می آورد. مقاومت نهایی بتن بستگی به شرایط رطوبت و درجه حرارت بخصوص در هفته اول بتن دارد. بتن اگر در شرایط خشک و نامساعد نگهداری شود حدود ۳۰ درصد از مقاومت خود را از دست می دهد. گرما در گرفتن و سخت شدن بتن اثر زیادی دارد. در گرما بتن زودتر میگیرد و سخت می شود. برای تهیه قطعات بتن پیش ساخته، بتن را در گرم خانه یا اتاقهای بخار عمل می آورند تا پس از چند ساعت گرفته و پس از چند روز مقاومت نهایی خود را بدست آورد

بتن خود تراکم از تئوری تا تولید

تراکم کامل بتن و جاگیری مناسب آن در قالب از مهمترین نکات در اجرای صحیح سازه های بتنی می باشد. متراکم نمودن بتن با استفاده از روشهای معمول یعنی استفاده از ویبراتورها مشکلات متعددی از جمله جداشدگی دانه ها، شن نماندن بعضی نقاط را به همراه دارد.

بتن خودتراکم راه حل بسیار مناسبی برای مقابله با این مشکلات است که اولین بار در دهه گذشته توسط دانشمندان ژاپنی ابداع گردید.

سطح تمام شده بهتر، اطمینان از تراکم بتن بدون استفاده از ویبراتورها، افزایش سرعت اجرا و کاهش نیروی انسانی مورد نیاز برای اجرا، از جمله مزایای بتن خودتراکم می باشد.

در این مقاله علاوه بر معرفی کلی بتن خودتراکم و خواص آن آزمایشات مربوطه به صورت کامل تشریح گردیده است.

۱- مقدمه

یکی از نکات مهم در اجرای صحیح سازه های بتنی تراکم کامل بتن و جاگیری مناسب آن در قالب می باشد. این مسأله در مورد المان هایی همچون دیوار برشی و ستون که در آنها فشردگی آرماتور زیاد و ابعاد مقطع بتن ریزی کوچک می باشد از اهمیت بیشتری برخوردار است.

استفاده از ویبراتورها جهت متراکم کردن بتن، مشکلات زیادی به همراه دارد که از جمله آنها می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- جداشدگی دانه بندی بتن به علت ویریه زیاد در بعضی مناطق

- تراکم ناهمگن در نقاط مختلف سازه و در نتیجه مقاومت فشاری متفاوت در مقاطع مختلف سازه
- گیر کردن شیلنگ ویریه بین آرماتورها در حین اجرا
- کرمو شدن بعضی مناطق به علت غیرقابل دسترس بودن
- کرمو شدن نقاطی از سطح بتن به علت ویریه بیش از حد و فرار شیریه بتن

جاگیری ناقص بتن در قالب

به موارد فوق باید آلودگی صوتی و خطرات جانی عملیات ویریه در مورد دیوارها و ستونهای بتنی را نیز افزود. بتن خود تراکم راه حلی است که امروزه جهت رفع این مشکلات و همچنین رسیدن به بتنی با کیفیت بالاتر مطرح می باشد .

نظریه بتن خود تراکم که انقلابی در زمینه تکنولوژی بتن نامیده شده است اولین بار توسط پروفیسور حجیم اکمورا از دانشگاه کوچی ژاپن در سال ۱۹۸۶ مطرح گردید .

در سال ۱۹۸۸ این نظر تکمیل و برای اولین بار بتن خود تراکم ساخته شد .

در سال ۱۹۸۹ اولین مقاله درباره بتن خود تراکم در دومین کنفرانس مهندسی سازه و ساختمان آسیای شرقی ارائه شد . امروزه بتن خود تراکم در پروژه های مختلف عمرانی در سطح دنیا مورد استفاده قرار می گیرد همچنین آزمایشات تحقیقی و پژوهشی در این زمینه ادامه دارد .

۲- آشنایی کلی با بتن خود تراکم

بتن خود تراکم بتنی است که بدون اعمال هیچگونه انرژی خارجی و تحت اثر وزن خود متراکم گردد. این بتن که ماده ای بسیار سیال و روان و مخلوطی همگن است ، بسیاری از مشکلات بتن معمولی نظیر جدا شدگی ، آب انداختن ، جذب آب ، نفوذپذیری و ... را رفع نموده و علاوه بر این بدون نیاز به هیچ لرزاننده (ویریه) داخلی یا ویریه بدنه قالب تحت اثر وزن خود متراکم می شود.

این بتن به راحتی توانایی پر کردن قالب در محل شبکه های آرماتور فشرده را دارا می باشد و حتی در جاهایی که دسترسی به آنها دشوار است به راحتی عبور می کند .

بتن خود تراکم در طرح اختلاط و ساختارش تفاوت عمده ای با بتن معمولی ندارد . البته مواد خاصی جهت نیل به مشخصات ویژه این بتن در تولید آن مورد مصرف قرار می گیرد. این مواد عمدتاً شامل فوق روان کننده ها، مواد مضاف پوزولانی و فیلرها (پودر سنگ با قطر دانه های ریزتر از ۱۲۵ میکرون) می باشند. همچنین ملاحظات خاصی در مورد دانه بندی سنگدانه های مورد مصرف در این نوع بتن در نظر گرفته می شود .

مزایای استفاده از بتن خود تراکم به شرح زیر می باشد:

- اطمینان از تراکم بخصوص در مقاطعی که کاربرد لرزاننده دشوار است .
 - جاگیری آسانتر در قالب
 - سطح تمام شده بهتر
 - کاهش نیروی انسانی
 - اجرای سریعتر خصوصاً در مورد مقاطع دیوار و ستون
 - آزادی عمل بیشتر در طراحی (امکان ایجاد مقاطع نازک تر)
 - کاهش آلودگی صوتی ناشی از عملیات ویبره
- سطح تمام شده بتن خود تراکم در مقایسه با بتن معمولی

۳- مواد تشکیل دهنده بتن خود تراکم

۳-۱- سنگدانه :

سنگدانه ها به دو دسته تقسیم می شوند:

۳-۱-۱- ماسه:

تمامی ماسه های متداول در تولید بتن معمولی در این صنعت نیز به کار می رود . هر دو نوع ماسه شکسته و یا گرد گوشه اعم از سلیسی و یا آهکی می تواند مورد استفاده قرار گیرد . ذرات ریزتر از

۱۲۵ میکرون که به عنوان ” پودر ” تلقی می شوند، برخواص روانی بتن خود تراکم بسیار مؤثر بوده و به منظور تولید بتن یکنواخت ، رطوبت آن باید دقیقاً کنترل شود. حداقل میزان ریزدانه ها (از ماسه تا مواد چسباننده پودری) به منظور جلوگیری از جداسازی دانه بندی از مقدار شخصی نباید کمتر باشد.

۳-۱-۲- شن (درشت دانه ها):

تمامی انواع درشت دانه در اینجا به کار می رود، ولی حداکثر اندازه معمولی دانه ها ۱۶ تا

۲۰ میلی متر می باشد . به هر حال سنگدانه های تا حدود ۴۰ میلی متر نیز می تواند در بتن خود تراکم به کار رود. استفاده از سنگدانه های شکسته سبب افزایش مقاومت بتن خود تراکم (بدلیل افزایش قفل و بست بین ذرات) می شود در حالیکه سنگدانه های گرد گوشه بدلیل کاهش اصطکاک داخلی روانی آن را بهبود می بخشد .

۳-۲- سیمان:

به طور کلی تمامی انواع سیمان های استاندارد می تواند در بتن خود تراکم به کار رود . انتخاب نوع سیمان بستگی به پارامترهای مورد انتظار بتن مثل مقاومت ، دوام و ... دارد .

دامنه عمومی میزان مصرف سیمان در اینجا ۳۵۰ تا ۴۵۰ کیلوگرم در مترمکعب می باشد . میزان بیشتر از ۵۰۰ می تواند سبب افزایش خطر جمع شدگی شود . میزان کمتر از ۳۵۰ نیز فقط در صورتی قابل قبول می باشد که به همراه مواد پوزولانی ، خاکسترهای بادی ، دوده سیلیسی و ... به کار رود .

حضور بیش از ۱۰٪ میزان در سیمان می تواند سبب کاهش نگهداشت کارایی بتن گردد .

۳-۳- مواد مضاف :

مصالح بسیار ریز غیر آلی هستند که به منظور بهبود و یا ایجاد خواص مشخص در بتن به آن افزوده می شوند . این مواد باعث بهبود کارایی ، کاهش حرارت هیدراتاسیون و عملکرد بهتر بتن در دراز مدت می گردند .

مواد مضاف عمومی مورد استفاده عبارتند از:

۳-۳-۱- پودر سنگ:

ذرات شکسته بسیار ریز (کوچکتر از ۱۲۵ میکرون) سنگ آهک، دولومیت و یا گرانیست است که به منظور افزایش مواد پودری به کار می رود . استفاده از پودرهای دولومیتی، بدلیل واکنش های کربنات قلیایی می تواند دوام بتن را با مشکل مواجه نماید .

۳-۳-۲- خاکستر بادی:

ماده ای است که از سوختن زغال سنگ حاصل می شود و دارای خصوصیات پوزولانی است که در بهبود خواص بتن خیلی مؤثر می باشد .

۳-۳-۳- میکرو سیلیس

میکرو سیلیس در بتن خود تراکم باعث سیالیت بالای بتن شده و دوام بتن را افزایش می دهد و نقش مهمی در چسبندگی و پرکنندگی بتن با عملکرد بالا دارد. میکروسیلیس دارای حدود ۹۰ درصد دی اکسید سیلیس می باشد .

ذکر این نکته ضروری می نماید که استفاده از پرکننده در هر کشوری با توجه به ذخائر همان کشور تعیین می شود. برای مثال در کشورهای اروپایی که هنوز از زغال سنگ به عنوان سوخت کربنی استفاده می شود به کاربردن خاکستر بادی امری بهینه و مفید است، در کشورهایی که به لحاظ صنعت ذوب آهن در مرحله صنعتی قرار دارند ، میتوان از سرباره کارخانجات ذوب آهن استفاده نمود در کشور ما نیز با توجه به در دسترس بودن و همچنین کارایی آن پرکننده، باید به دنبال ماده ای مناسب و مقرون به صرفه برای جایگزینی فیلرهای مرسوم در صنعت بتن خود تراکم اروپایی باشیم .

۳-۴- مواد افزودنی :

موادی هستند که به منظور ایجاد و یا بهبود خواص مشخصی به بتن تازه و یا سخت شده در حین ساخت بتن به آن افزوده میشوند. استفاده از فوق روان کننده ها برای تولید بتن خود تراکم به منظور ایجاد کارایی مناسب، ضروری می

باشد. از انواع دیگر مواد افزودنی میتوان به عامل اصلاح لزجت (V.M.A) به منظور اصلاح لزجت، مواد افزودنی حباب زا (A.E.A) به منظور بهبود مقاومت در برابر یخ زدگی و آب شدن، کندگیر کننده ها به منظور کنترل گیرش و ... اشاره نمود .

استفاده از V.M.A در حضور پودرها امکان جدا شدگی دانه بندی را کاهش داده و مخلوط را یکنواخت تر می کند ولی در استفاده از آن باید به اثرات آنها برروی عملکرد بلند مدت بتن توجه داشت.

استفاده از فوق روان کننده ها می تواند تا حدود ۲۰٪ مصرف آب را کاهش دهند .

۳-۵- آب مخلوط :

مطابق استاندارد بتن های معمولی به کار می رود .

۴- خصوصیات ویژه بتن خود تراکم

این بتن می تواند برای ساخت هر نوع سازه با ویژگیهای مطلوب دوام ، مقاومت و ... به کار رود . به لحاظ مقاومت فشاری ، کششی ، مدول الاستیسیته و ... با بتن های معمولی فرق نمی کند و تمامی پارامترها و فرمول های طراحی بتن معمولی اینجا نیز کاربرد دارد . بدلیل استفاده از مقادیر زیاد مواد پودری ، انقباض خمیری و خزش بیشتری را نسبت به بتن معمولی انتظار داریم لذا سرعت در شروع عملیات عمل آوری در بتن خود تراکم یک امر ضروری است .

جهت بررسی خواص بتن تازه مهمترین فاکتور مطرح، روانی بتن می باشد که عموماً بوسیله آزمایش اسلامپ سنجیده می شود ولی در مورد بتن خود تراکم باید فاکتورهای بیشتری مورد بررسی قرار گیرد تا از توانایی بتن ساخته شده جهت تراکم خودکار اطمینان حاصل شود ، این پارامترها به شرح ذیل می باشد:

– روانی

– توان عبور

– مقاومت در برابر جدا شدگی

– لزجت (ویسکوزیته)

۴-۱- روانی

به قابلیت جریان یابی روان و آسان بتن تازه وقتی مانعی بر سر راه آن نباشد، روانی گویند این ویژگی با آزمایش جریان اسلامپ سنجیده می شود.

۴-۲- توان عبور:

به توانایی بتن خود تراکم در جاری شدن و عبور از بین فضای کوچک شبکه آرماتور بدون توقف یا جدا شدگی توان عبور گویند .

این ویژگی با آزمایش جعبه L سنجیده می شود .

۳-۴- مقاومت در برابر جدا شدگی:

به توانایی بتن خود تراکم برای یکنواخت و همگن ماندن، طی مراحل حمل و بتن ریزی گویند .

مقاومت در برابر جدا شدگی به وسیله آزمایش پایایی الک سنجیده می شود .

۴-۴- لزجت (ویسکوزیته)

به خاصیتی که باعث مقاومت در برابر جاری شدن سریع بتن می گردد گویند . بتن دارای لزجت پایین به سرعت جریان می یابد و توقف می کند ولی بتن با لزجت زیاد مدت زمان بیشتری حرکت می کند تا متوقف شود .

این ویژگی بوسیله آزمایش قیف V سنجیده می شود .

روش سنجش خواص کارایی بتن خود تراکم

ردیف ویژگی مورد سنجش نام آزمایش

۱ روانی جریان اسلامپ

۲ توان عبور جعبه L

۳ مقاومت در برابر جدا شدگی پایایی الک

۴ لزجت (ویسکوزیته) قیف

۵- آزمایشات بتن خود تراکم

در اینجا به اختصار اشاره ای به روش انجام آزمایشات مربوط به خواص بتن خود تراکم می گردد .

۵-۱- آزمایش جریان اسلامپ

بتن سازی و بتن ریزی

در این مرحله نوبت به بتن سازی می رسد ولی قبل از آن باید نسبت های مخلوط کردن اجزاء بتن تعیین شود . منظور از نسبت مخلوط کردن اجزاء بتن آنست که نسبت مناسبی برای اختلاط شن و ماسه به دست بیاوریم تا دانه های ریزتر فضای بین دانه های درشت تر را پر کرده و جسم توپر بدون فضای خالی و با حداکثر وزن مخصوص به دست آید همچنین تعیین مقدار لازم آب به طوری که بتن براحتی قابل حمل و نقل بوده و در قالب خود جا گرفته و دور میل گردد ها را احاطه نموده و کلیه فضای خالی قالب را پر نماید و در مجاورت آن فعل و انفعالات شیمیایی سیمن شروع شده و تا مرحله سخت شدن ادامه یابد . و بالاخره تعیین مقدار سیمن مورد لزوم برای به دست آوردن بتن با مقاومت کافی که

بتواند براحتی بارهای وارده ساختمان را تحمل نماید . در این مرحله باید دقت کرد که حداقل عیار سیمان در پی ها برای اینککه میلگردهای درون بتن سالم بمانند ۲۴۰ است.

پس از تعیین نسبت اختلاط ، بتن سازی شروع می شود . برای ساختن بتن معمولا از ماشین های بتن سازی (بتن بر) استفاده می شود و چنان چه به بتن بر دسترسی نباشد این کار به صورت دستی و توسط کارگر صورت می گیرد .

بتن بر ها دارای دیگ گرداننده ای هستند که به آهستگی حول محوری مایل نسبت به افق می گردد و به وسیله تیغه هایی که در داخل آن تعبیه شده محتویات خود را مخلوط می نماید . در شروع کار همیشه مقداری سیمان و ماسه به بدنه دیگ مخلوط کننده می چسبد بدین لحاظ مشخصات اولین بتن با سایر دفعات متفاوت خواهد بود . برای جلوگیری از این موضوع بهتر است قبل از شروع کار قدری سیمان و ماسه را در دیگ بتن بر چرخانیده و تخلیه می نمایند آنگاه مخلوط اصلی را بارگیری می کنند بدین ترتیب مشخصات کلیه قسمت های بتن یکسان خواهد بود . باید دقت داشت که مقدار آب مورد نیاز را نباید ناگهان در مخلوط داخل بتونیر ریخت بلکه ۱۰٪ آنرا قبل از بارگیری و ۸۰٪ آنرا در حین بارگیری و مابقی را در حین چرخش دیگ به آن افزود. بتن باید به حدی روان باشد که دانه های آن به خوبی روی یکدیگر غلطیده و کاملا آرماتور ها را احاطه نموده و گوشه های قالب خود را کاملا پر نموده و کلیه هوای موجود در قالب از آن خارج شود و باید حداقل آب ممکنه را که برای انجام کارهای فوق لازم است صرف نمود زیرا آب بیشتر از اندازه تبخیر شده و جای آن به صورت لوله های موئین باقی مانده و سبب پوکی قطعه بتنی می گردد و مقاومت بتن کاهش می یابد. بتنی که به این ترتیب به دست می آید با وسایلی مانند دامپر یا فرقون به محل مورد استفاده حمل می کنند با هر وسیله ای که بتن جابجا می شود باید توجه داشت که اجزاء متشکله آن از همدیگر تفکیک نشود .

قبل از بتن ریزی باید کلیه آرماتور ها با نقشه کنترل شود مخصوصا دقت شود که آرماتورها به همدیگر با سیم آرماتور بندی بسته شده باشد و اگر جایی فراموش شده باشد مجددا بسته شود. همچنین باید کنترل شود تا فاصله آرماتورها یکنواخت باشد زیرا اغلب اتفاق می افتد که بعضی از آرماتورها به هم چسبیده و بعضی با فاصله از همدیگر قرار می گیرند. این موضوع باعث می شود که بتن نتواند کلیه میل گردها را احاطه نموده و قطعه همگن و توپری به وجود بیاورد و مقاومت بتن در برخی نواحی بیش از حد نیاز باشد و در برخی نواحی مقاومت بتن از حد مورد نیاز کمتر باشد.

باید محل بتن ریزی عاری از خاک و مواد زائد باشد و باید قبل از بتن ریزی از روغن کاری کلیه قسمت های قالب مطمئن شویم . بهتر است از قسمت جلو (آن طرف که به مرکز تهیه بتن نزدیک تر باشد) شروع به بتن ریزی نمود زیرا در این صورت رفت و آمد کارگران از روی آرماتورها به حداقل می رسد در این صورت برای آنکه پای کارگران در بتن تازه ریخته شده فرو نرود در مسیر عبور و مرور کارگران از تخته های زیر پا استفاده می شود . باید کاملا مطمئن شویم که بتن تمام گوشه های قالب را پر نموده و بعد از قالب برداری بتن ما کرمو نباشد . برای جلوگیری از این کار باید بعد از ریختن بتن در آن ارتعاش ایجاد نمود تا بتن در قالب به خوبی جابجا شود. این کار توسط دستگاه ویبره (ویبراتور) انجام می گیرد که معمولا این دستگاه از نوع سرسوزنی می باشد . باید دقت داشت که عمل ویبره کردن هم نباید از مقدار مجاز فراتر رود و هم نباید از مقدار مجاز کمتر انجام شود. چرا که با ویبره کردن بیش از حد عمل جدا شدگی دانه ها از ملات سیمانی رخ می دهد و با کم ویبره زدن عمل هوا گیری از بتن به خوبی انجام نمی شود و

بتن کرمو می شود. بتن را تا ارتفاع مشخص شده در نقشه ، ریخته و رویه ی آن را با ماله چوبی صاف می کنند و فنداسیون های دیگر نیز به همین روش بتن ریزی می کنند . پس از اتمام کار ، دیگ بتن یر را باید به وسیله آب و قدری ماسه ، تمیز کرده و برای روز بعد آماده کنند . سیمان موجود در بتن ریخته شده در مجاورت رطوبت باید سخت شده و دانه های سنگی موجود در مخلوط را به همدیگر چسبانیده و مقاومت بتن را با حداکثر برساند. بدین لحاظ می باید از خشک کردن سریع بتن تازه جلوگیری نموده و آن را از تابش شدید آفتاب و وزش بادهای تند محفوظ نگاه داشت و سطح آن را حداقل تا هفت روز مرطوب نمود برای این کار بهتر است بعد از ۳ الی ۴ ساعت بعد از ریختن بتن شروع به آب دادن روی آن بنماییم یا این که روی بتن تازه ریخته شده را با گونی یا کاغذ پوشانیده و این پوشش را مرطوب نگاه داریم زیرا در غیر این صورت سطح آن ترک خورده و موجب نفوذ هوا به داخل بتن شده و آرماتور به کار رفته در بتن در معرض خوردگی واقع گردیده و موجب ضعف قطعه خواهد شد .

کنترل های لازم قبل از بتن ریزی

کنترل های لازم قبل از بتن ریزی که شامل : تعبیه مشمع (نایلون) روی قالب ها ، کنترل آکسها ، بیرون ریختن نخاله ها از داخل فونداسیون و همچنین آب پاشی روی بتن مگر می باشد که در زیر به آنها اشاره میشود

تعبیه مشمع (نایلون) روی قالب ها : البته به این موضوع در بخشهای قبل اشاره شد اما در اینجا سعی می شود که به طور جامع تری در این مورد صحبت شود . می دانیم که بتن برای رسیدن به حد اکثر مقاومت خود نیاز به جذب آب دارد . ساختمان مورد بحث از نوع بتنی میباشد . قالب در اکثر ساختمان ها از نوع آجری می باشد . این آجرها هنگامی که در پی استفاده میشوند مقدار بسیار زیادی از آب پی را جذب میکنند و در نتیجه آب کافی به بتن نمی رسد و بتن نمی تواند به مقاومت نهایی خود برسد . بعضی تصور میکنند که میتوان آجر قالب را کاملاً سیراب نمود تا دیگر نیازی به جذب آب بتن نداشته باشد . این عمل همانطور که قبلاً اشاره شد دو عیب عمده دارد . اولاً هیچگاه نمی توانیم به آجر انقدر آب برسانیم که سیراب شود و ثانیاً آب اضافی بنا به شکل پی ها در آن جمع میشود و ما قادر به تخلیه آن به صورت کامل نمی باشیم . به همین دلیل بر روی قالبها در پی نایلون می کشیم .

کنترل آکس ها : به صورت کلی میتوانیم تمام کنترل های زیر را در گروه کنترل اکسهای پی حساب کنیم . در اولین مورد می توانیم به قرار دادن آرماتورهای شبکه ای در داخل پی اشاره کنیم . یادآور میشویم که این شبکه باید ۵ سانتیمتر کوچکتر از ابعاد پی بافته شده باشد و حدود ۲,۵ سانتیمتر از هر طرف که به راحتی درون پی قرار گیرد . همچنین لازم است که حداقل ۵ سانتیمتر از کف پی بالاتر قرار گیرد که این مورد را با کمک تکه های آجر انجام می دهیم ، دلیل آن غرق شدن کامل شبکه در داخل بتن می باشد . ذکر این نکته ضروری میباشد که آرماتورهای چپ و راست را با مفتولهای غیر فنی ۳ یا ۴ به هم متصل میکنیم . کنترل سر کلیه آرماتورها مهم است ، باید توجه شود که سر آرماتور به صورت چنگک خم شده و یا به صورت گونیا بر گردانده شود . بازبینی تمام محلهای بر خورد میله گردها ضروری است که ببینیم آیا با مفتول بسته شده یا نه ؟ فاصله میله گردها باید یکنواخت و در حدود ۱۰ سانتیمتر باشد به طوری که بزرگترین دانه بتن به راحتی از داخل آن رد شود.

مقاله های بتن : قیمت دستگاه اسکنر بتن

کنترل بعدی که میخوایم به آن اشاره کنم بیرون ریختن نخاله ها از داخل فونداسیون می باشد . بیرون ریختن نخاله ها از داخل فونداسیون که بیشتر و مهمترین جا همان مکانهایی است که شبکه را قرار داده ایم . باید تمامی نخاله های ساختمانی از روی این سطح جمع آوری شده باشند تا در هنگام بتن ریزی یک بتن کامل با مقاومت مورد نظر داشته باشیم . اکثر مواد اضافه ای که در کف پی وجود داشته باشند و با بتن مخلوط شده با بتن تشکیل یک جسم واحد دهند موجب کرم شدن بتن می شود .

آخرین کنترلی که در این قسمت لازم است به آن اشاره شود بتن مگر می باشد . در این مورد لازم میدانم دوباره بتن مگر را توضیح دهم .

بن مگر که به آن بتن لاغر یا بتن کم سیمان نیز گفته میشود اولین قشر پی سازی در پی های نقطه ای می باشد . مقدار سیمان در بتن مگر در حدود ۱۰۰ الی ۱۵۰ کیلوگرو بر متر مکعب میباشد . در این پی ها بتن مگر به دو دلیل مورد استفاده قرار میگیرد . برای جلوگیری از تماس مستقیم بتن اصلی پی با خاک و برای رگلاژ کف پی و ایجاد سطحی صاف برای ادامه پی سازی . در مجموع باید اشاره کنم که بتن مگر در حدود ۱۰ سانتیمتر ضخامت دارد و همچنین ۱۰ سانتیمتر از طول کل بتن پی بیشتر باشد . لازم است به اندازه کافی بتن مگر سیراب شود تا هنگام بتن ریزی پی بتن مگر برای جبران کمبود آب خود از آب بتن تازه ریخته شده استفاده کند .

تمام این کنترلها به صورت خلاصه : قبل از بتن ریزی باید حتما یک بار دیگر فاصله محور تا محور آرماتورهای ریشه کنترل شده و با نقشه مطابقت داده شود . کلیه میله گردهای دیگر نیز باید کنترل شود . کف پی و اطراف آرماتورها باید کنترل شده و مواد زاید از آن خارج شود . بست های اتصال می باید کنترل شود

تکنولوژی بتن

۱-۱- ویژگیهای مهم بتن

کلیات

با توجه به نوع سازه و درجه اهمیت آن باید به ویژگیهای اصلی بتن به هنگام ساخت ، ریختن و نگهداری توجه مخصوص به عمل آید . بتن با کارایی و دوام زیاد به بتنی اطلاق می شود که بتواند به راحتی ریخته شود در مقابل شرایط محیطی خورنده و بالاخره بارهای وارد بر آن به خوبی مقاومت کند و مشخصات آن تغییر ننماید از این رو پیمانکار باید نسبت به ساخت بتن با کیفیت خوب اقدام نماید ویژگیهایی که باید مورد توجه پیمانکار قرار گیرد به شرح زیر است :

کارایی بتن [۱]

بتن کارا بتنی است که بتوان به راحتی آن را ساخت ، حمل نمود ، در قالب مودر نظر ریخت و متراکم نمود بدون اینکه در یکنواختی [۲] آن در طول مراحل فوق تغییری حاصل شود . کارایی بتن بستگی به عوامل زیر داشته و پیمانکار ملزم به رعایت آن می باشد .

اسلامپ [۳]

کارایی به میزان اسلامپ و روانی [۴] بتن ساخته شده بستگی دارد . میزان اسلامپ بر اساس روش مندرج در استاندارد (دت ۵۰۵) کنترل می شود . پیمانکار موظف است بتن مورد نظر را بر اساس اسلامپهای خواسته شده در مشخصات فنی خصوصی و نقشه های اجرایی تهیه نماید . بتن هایی که به هنگام ریختن ، اسلامپ شان با مشخصات خواسته شده مطابقت ننماید مردود بوده ، باید از مصرف آن خودداری شده و از کارگاه خارج گردند اضافه نمودن آب برای بالا بردن اسلامپ بتن های سفت شده پس از ساخت به هیچ وجه مجاز نیست و انجام این امر باعث تغییرات کلی در مشخصات بتن ساخته شده خواهد شد . بسته به میزان اسلامپ و نوع کاربرد بتن به ۴ گروه سفت ، خمیری ، شل و آبکی تقسیم می شود . میزان اسلامپ برای اعضا و قطعات ختلف بر اساس جدول (۱-۱) توصیه می شود .

جدول (۱-۱) میزان اسلامپ برای اعضا و قطعات بتنی

نوع عضو یا قطعه بتنی	اسلامپ به میلیمتر	حداکثر*	حداقل
شالوده ها و پی دیوارهای بتن آرمه [۵]	۲۵	۷۵	
شالوده های با بتن ساده ، صندوقه ها و دیوارهای زیر سازه ها	۲۵	۷۵	
تیرها و دیوارهای بتن آرمه	۲۵	۱۰۰	
ستونها	۲۵	۱۰۰	
دالها و پیاده روهای بتنی [۶]	۲۵	۷۵	

*در صورتی که لرزش و ارتعاش با روشهای دستی انجام شود به مقدار حداکثر می توان ۲۵ میلیمتر اضافه نمود.

مصالص مصرفی

از دیگر عوامل مهم در کارایی بتن ، انتخاب صحیح مصالح مصرفی و نسبتهای اختلاط آنها است . سیمان با نرمی زیاد باعث بالا بردن کارایی بتن می شود شن و ماسه طبیعی گرد گوشه دارای کارایی بیشتری نسبت به شن و ماسه شکسته است و شن و ماسه شکسته مکعبی دارای اولویت بیشتری نسبت به وضعیت مشابه با دانه های غیر مکعبی می باشد در هر صورت مصالح سنگی مناسب از عوامل مهم در کارایی بتن محسوب می شود و باید با توجه به مندرجات این کتاب و دستورات دستگاه نظارت نسبت به انتخاب آن اقدام شود .

مواد افزودنی [۷]

برای بالا بردن کارایی بتن با نسبت آب به سیمان معین از مواد افزودنی استفاده می شود نوع و میزان مصرف این مواد مطابق مندرجات این کتاب مشخصات فنی خصوصی و دستورالعملهای کارخانه سازنده خواهد بود نوع و میزان مصرف مواد افزودنی باید به تایید دستگاه نظارت برسد .

درجه حرارت

عدم رعایت درجه حرارت تعیین شده برای مخلوط بتن به هنگام ساخت ، باعث بروز اشکالاتی در امر ریختن بتن و نهایتاً تغییرات جدی در ویژگیهای آن خواهد شد . از این رو رعایت مندرجات این کتاب بخصوص « بتن ریزی در هوای گرم » و « بتن ریزی در هوای سرد » الزامی است .

پایایی [۸] (دوام) بتن

بتنی که در ساخت و نگهداری آن " تمامی مشخصات فنی رعایت شود دارای پایایی زیاد در برابر شرایط محیطی می باشد عوامل مهمی که باید برای دستیابی به بتن پایا به آن توجه شود به قرار زیر است.

نسبت آب به سیمان

از خصوصیات مهمی که بر دوام بتن اثر می گذارد میزان آب در مخلوط بتن است بسته به شرایط محیطی و عملکرد سازه باید نسبت آب به سیمان در مشخصات فنی خصوصی قید شود در صورت عدم وجود این نسبت استفاده از ارقام جدول (۱-۲) با توجه به شرایط رویارویی [۹] الزامی است .

جدول (۱-۲) نسبت آب به سیمان با توجه به شرایط رویارویی بتن

نسبت آب به سیمان

ایستار رویایی

بتن با شرایط نفوذ ناپذیری

۰/۵

۰- در رویایی با آب صاف

۰/۴۵

۰- در رویایی با آب لب شور [۱۰] و آب دریا

بتن در معرض شرایط جوی مرطوب و یخ زدن

۰/۴۵

۰- جدول ، آبرو ، جان پناه و مقاطع با ضخامت کم

۰/۵

۰- سایر مقاطع

۰/۴۵

۰- بدون بکار بردن مواد یخ زدا

برای حفاظت بتن آرمه در برابر خوردگی هنگام رویایی با نمکهای یخ زدا و آبهای لب شور

۰/۴۵

دریا و ترشحات حاصل از آن

حداقل مقدار سیمان

انتخاب نسبت صحیح آب به سیمان تراکم کافی و عمل آوردن مناسب می تواند دوام بتن را بهبود بخشد . برای دستیابی به اهداف فوق با نسبت آب به سیمان معین حداقل میزان مصرف سیمان بسته به قطر مصالح درشت دانه نباید از ارقام مندرج در جدول (۱-۳) کمتر باشد تا امکان لرزاندن و مرتعش ساختن د رکارگاه فراهم آید بسته به شرایط رویایی و حداکثر قطر شدن میزان حداقل سیمان در جدول مورد بحث داده شده است .

جدول (۱-۳) حداقل مقدار سیمان لازم در بتن برای حصول پایایی در شرایط محیطی مختلف

(کیلوگرم در متر مکعب)

بتن	بتن آرمه	بتن پیش تنیده	بتن ساده [۱۱]	بتن ساده (بدون آرماتور)
اکثر اندازه	۴۰	۲۰	۱۵	۱۰
مصلح سنگی به میلیمتر	۲۵۰	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
ایستایی	۲۲۵	۲۵۰	۳۰۰	۳۰۰
کاملاً محافظت شده در برابر هوا	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
شرایط مخرب به جز مدت کوتاهی	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
در هنگام ساخت در معرض هوای	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
موتوری واقع می شود	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
ی که باران شدید و یا یخزدگی	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
حالتی که از آب اشباع شده	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
حفاظت گردد بتن زیر خاک و بتنی	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
بطور مداوم زیر آب قرار می گیرد .	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
ی که در معرض نمک های یخ زدا	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
ر می آید	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
در معرض آب دریا یا باتلاق یا	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
ن شدید و یا در معرض تر و خشک	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
سدنهای پیایی و یا یخزدگی هنگامی	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
تر است و یا در معرض بخارهای	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰
رنده است .	۲۲۵	۲۷۵	۳۰۰	۳۰۰

ی که در معرض فرسایش شدید ، نیازمند بررسیهای ویژه است .
 ر و مرور و سایط نقلیه یا آب جاری
 PH حداکثر ۴/۵ است و یا رویه
 ی بتنی محافظت نشده و ...

۱-۲- بتن با حباب هوا

هنگامی که بتن در برابر شرایط یخ زدن قرار دارد یا برای آب شدن یخهای مجاور آن از نمکهای یخ زدا استفاده می شود برای بالا بردن دوام بتن باید از مواد حباب ساز استفاده می شود با رعایت میزان نسبت آب به سیمان مندرج در جدول (۱-۴)، بسته به قطر درشت ترین دانه شدن مصرفی و شرایط رویارویی ، میزان کل حباب هوا در بتن برای مقابله با یخ زدن ، نباید بیشتر از ارقام جدول (۱-۴) اختیار شود نسبت آب به سیمان در بتن با حباب هوا نباید در هیچ مورد از ۰/۵ تجاوز نماید ویژگیهای ماده حبابساز باید قبل از مصرف به تایید دستگاه نظارت برسد میانگین نتایج به دست آمده در سه آزمایش متوالی نباید از مقادیر داده شده در جدول (۱-۴) تجاوز نماید برای بتن های طبقه ز ۳۰ و بالاتر می توان میزان هوای مندرج در جدول (۱-۴) را تا (۱٪) کاهش داد به هنگام ساخت بتن با حباب هوا باید طرح اختلاط بتن توسط آزمایشگاه مورد قبول کارفرما تهیه گردد در مواردی که میزان هوای موجود در بتن ، (۴٪) تا (۶٪) است باید به میزان اولیه سیمان ۵۰ کیلوگرم درمتر مکعب اضافه نمود در مواردی که به تشخیص دستگاه نظارت میزان هوای بیشتری مورد نیاز باشد باید به ازای هر (۱٪) هوای اضافه ۲۵ کیلوگرم سیمان به متر مکعب بتن اضافه شود .

جدول (۱-۴) مقدار درصد هوای توصیه شده برای بتن های با حباب هوا مقاوم در برابر یخزدگی «۱»

مقدار کل درصد هوای موجود در بتن با حباب هوا حداکثر اندازه شن میلیمتر (اینچ)

شرایط محیطی شدید «۲» شرایط محیطی معتدل «۳»

۶	۷/۵	(۳/۸)۹/۵
۵/۵	۷	(۱/۲)۱۲/۵
۵	۶	(۳/۴)۱۹

۴/۵	۶	(۱)۲۵
۴/۵	۵/۵	(۱۱/۲)۳۷/۵
«۴»۴/۵	۵	(۲)۵۰
«۴»۳/۵	۴/۵	(۳)۷۵

«۱» رواداری برای ارقام جدول (۱/۵٪) + است

«۲» شرایط محیطی شدید - شرایط محیطی سردی است که بتن قبل از یخ زدن به صورت مداوم در تماس با رطوبت قرار داشته است مانند سطح جاده ها ، دال پلها ، پیاده روها و منابع آب

«۳» شرایط محیطی معتدل - شرایط محیطی سردی است که بتن قبل از یخ زدن به ندرت در معرض رطوبت قرار گرفته است و از مواد یخ زدا استفاده نمی شود مانند بعضی دیوارهای خارجی ، شاه تیرها و دالهایی که در تماس با زمین نمی ایستد .

«۴» در صد هوا برای این دو ردیف مانند سایر ردیفهای جدول نسبت به کل مخلوط محاسبه می شود ولی به هنگام آزمایش اندازه گیری در صد هوا باید مصالح بزرگتر از قطر ۳۷/۵ میلیمتر به وسیله دست یا الک جمع آوری و از مخلوط حذف شود .

۳-۱- بتن مقاوم در برابر حملات شیمیایی [۱۲]

بتنی که با شرایط کاملاً مناسب و خوب ساخته نشده باشد چنانچه در مجاورت آبها یا خاکهای آلوده به مواد شیمیایی مهاجم [۱۳] و خورنده [۱۴] قرار گیرد از پایداری آن به شدت کاسته می شود از این رو شناخت عوامل کاهش دهنده این اثرات الزامی است انواع مواد شیمیایی که سازه های بتنی اغلب با آن مواجه هستند عبارتند از سولفاتها ، فاضلابهای خانگی و صنعتی . آبهای لب شور و آب دریا ، عواملی نظیر درجه حرارت ، سرعت زیاد مایع یا یخ مجاور سازه عدم دقت در عمل آوردن بتن ، تر و خشک شدنهای پیاپی و بالاخره خوردگی فولاد نیز باعث تضعیف بتن در مقابل حملات شیمیایی می شود عواملی نظیر پایین بودن نسبت آب به سیمان ، انتخاب صحیح نوع سیمان و نفوذ پذیری کم ، می تواند دوام بتن در مقابل حملات شیمیایی و فیزیکی را فزونی بخشد در جدول شماره (۵-۱) با توجه به شرایط محیطی و میزان سولفات موجود در آب و خاک ، نوع سیمان و حداکثر نسبت آب به سیمان برای تهیه بتنی پایا توصیه شده است .

جدول (۵-۱) انتخاب نوع سیمان برای بتن هایی که در معرض سولفات ها قرار می گیرند *

شرایط روبارویی	درصد سولفات خاک قابل حل در آب (SO_4^{--})	میزان سولفات موجود در آب ppm (SO_4^{--})	نوع سیمان توصیه شده	حداکثر نسبت آب به سیمان
ملایم	۰-۰/۱	۰-۱۵۰	—	—
متوسط	۰/۱-۰/۲	۱۵۰-۱۵۰۰	نوع ۲ یا نوع ۱ همراه با مواد پوزولانی یا نوع ۱ همراه با مواد سوپر پوزولانی	۰/۵
شدید	۰/۲-۲	۱۵۰۰-۱۰۰۰۰	نوع ۵	۰/۴۵
بسیار شدید	بیشتر از ۲	بیشتر از ۱۰۰۰۰	نوع ۵ همراه با مواد پوزولانی	۰/۴۵

توضیح :

- آب دریا با توجه به املاح موجود در آن حداقل در ردیف ۲ جدول طبقه بندی می شود
- میزان موجودی به هنگام استفاده باید توسط آزمایشگاه معتبر مشخص شود
- در شرایط روبارویی ردیف ۴ در صورت درخواست دستگاه نظارت باید تدابیر اضافی برای عمل آوردن و مراقبت کردن بتن اتخاذ گردد .

* جدول فوق به عنوان راهنما از ACI-۳۱۸-۸۹ نقل شده است و باید به تفاوت هایی که در شرایط روبارویی این جدول و مندرجات آیین نامه بتن ایران وجود دارد توجه شود .

به کار بردن مواد پوزولانی به میزان (۱۵٪) تا (۲۵٪) وزن سیمان مصرفی ، برای بالا بردن کیفیت بتن در مقابل حملات شیمیایی توصیه می شود میزان سولفات وارد شده به بتن توسط مصالح سنگی باید به وزن (۰/۱٪) وزن مصالح سنگی محدود شود کل میزان سولفات قابل حل در آب در مخلوط بتن بر حسب بنیان SO_4^{--} نباید از (۴٪) و مقدار کلی سولفات از (۵٪) وزن سیمان موجود در مخلوط بتن بیشتر باشد د این محاسبه مقدار کل سولفات در مصالح و مواد متشکله بتن باید مورد توجه قرار گیرد.

۴-۱- بتن مقاوم در برابر سایش

بتن مقاوم در برابر سایش بتنی است که بتواند به نحوی در برابر اثرات فرسایشی عبور و مرور، تردد ماشین آلات، ضربه سائیدن مواد و یا اسباب و لوازم بر روی آن مقاومت نماید در ساخت بتن مقاوم به سایش و فرسایش باید به عوامل زیر موثر قرار گیرد .

الف : مقاومت فشاری

یکی از مهمترین عواملی که اثر مستقیم بر فرسایش بتن دارد مقاومت فشاری است مقاومت فشاری و یا مقاومت سایشی بتن با کم شدن فضای خالی بتن و پایین بودن نسبت آب به سیمان تامین می شود حداقل بتن مقاوم در برابر سایش بتن طبقه C25 است که نسبت آب به سیمان آن با توجه به شرایط رویارویی از جدول (۱-۲) به دست می آید .

ب : دانه بندی مصالح

دانه بندی مصالح بتن باید پیوسته بوده و با توجه به مشخصات مندرج در فصل مصالح حتی الامکان از نوع مصالح با مقاومت زیاد انتخاب شود حداکثر قطر مصالح سنگی در بتن های مقاوم به سایش ۲۵ میلیمتر توصیه می شود

پ : اسلامپ

حداکثر اسلامپ برای بتن مقاوم در برابر سایش ۷۵ میلیمتر است . توصیه می شود اسلامپ بتن برای لایه روکش [۱۵] و مقاوم در برابر سایش در حدود ۲۵ میلیمتر اختیار شود .

ت : میزان هوا

حداقل میزان هوا با توجه به شرایط رویارویی بتن از جدول (۱-۴) استخراج می شد برای بتن های داخل ساختمان که در معرض یخ زدن و تغییرات جوی نیستند حداکثر هوای موجود در بتن (۳٪) اختیار می شود.

ث : چنانچه امکان فرسایش سطح بتن با توجه به نوع مصرف بسیار زیاد باشد توصیه می شود که بتن اصلی با یک رویه از طبقه C30 که حداکثر قطر دانه های آن ۱۲/۵ میلیمتر باشد روکش شود.

ج : پرداخت سطح بتن

معمولاً برای صافکاری بتن حداقل ۲ ساعت زمان بعد از ریختن آن لازم است لذا تا زمانی که آب سطح بتن کاملاً محو نشده است باید از ماله کشی سطح بتن پرهیز شود بدین منظور ممکن است از روشهای خاصی [۱۶] برای جمع آوری آب سطح استفاده شود.

چ : عمل آوردن

عمل آوردن بتن باید فوراً پس از بتن ریزی شروع شود رعایت اصول و مندرجات این فصل و نیز دستورالعملهای تکمیلی دستگاه نظارت الزامی است.

۵-۱- مقاومت بتن

از مهمترین خصوصیات بتن ، مقاومت آن است برای دستیابی به بتنی با مقاومت زیاد باید در انتخاب مصالح از نظر کمیت و کیفیت ، ساخت بتن ، حمل و ریختن و نهایتاً عمل آودن و نگهداری ، دقت کافی به عمل آید عوامل متعددی در مقاومت نهایی بتن مؤثر خواهد بود که اهم آنها به شرح زیر و رعایت آنها توسط پیمانکار الزامی است .

نسبت آب به سیمان

مقاومت نهایی بتن شدیداً تحت تأثیر نسبت آب به سیمان است با توجه به شرایط ساخت و رویارویی بتن ، نسبت آب به سیمان در هر پروژه در دفترچه مشخصات فنی خصوصی ذکر می شود. دستگاه نظارت همواره خصوصاً به هنگام تهیه بتن این نسبت را کنترل می نماید. عدم رعایت نسبت آب به سیمان از طرف پیمانکار موجب مردود شدن شناختن بتن شده و چنین بتنی باید فوراً از کارگاه خارج شود چنانچه این نسبت در دفترچه مشخصات خصوصی ذکر نشده باشد استفاده از ارقام جدول ۵-۳-۴-۲ برای بتن معمولی و بتن با حباب هوا توصیه می شود .

جدول (۶-۱) حداکثر نسبت آب به سیمان مجاز برای بتن با مقاومت های فشاری مختلف

مقاومت فشاری بتن (مگاپاسگال)	بتن معمولی	بتن با حباب هوا
۱۵	۰/۸	۰/۷۱
۲۰	۰/۷	۰/۶۱
۲۵	۰/۶۲	۰/۵۳
۳۰	۰/۵۵	۰/۴۶
۳۵	۰/۴۸	۰/۴۰
۴۰	۰/۴۳	—
۴۵	۰/۳۸	—

توضیح :

- منظور از مقاومت فشاری بتن در جدول ، مقاومت فشاری ۲۸ روزه آزمون استوانه ای به قطر ۱۵ و ارتفاع ۳۰ سانتیمتر و دمای آزمایش $23 + 1/7$ درجه سلسیوس است
- برای بتن با حباب هوا و مقاومت بیش از ۳۲ مگاپاسگال و بتن معمولی با مقاومت بیش از ۳۵ مگاپاسگال باید نسبت آب به سیمان با توجه به طرح اختلاط و توسط آزمایشگاه معتبر مشخص شود
- حداکثر میزان هوا در بتن نباید از ارقام مندرج در جدول (۴-۱) تجاوز نماید .
- حداکثر قطر مصالح سنگی ۲۰ تا ۳۰ میلیمتر فرض شده که با ثابت بودن نسبت آب به سیمان ، مقاومت بتن با کم نمودن قطر حداکثر شن ، زیاد خواهد شد .

عمل آوری بتن

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 بعبارت 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 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 در صد و ۹۰ در صد و ۱۲۵ در صد 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 ، در صد 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 عت 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 هیدراتاسیون در داخل بتن وجود دارد ، افزایش درجه حرارت روند کسب مقاومت بتن را افزایش می دهد . اما بعد از ۲۸ روز که عملیات هیدراتاسیون 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 هیدراتاسیون 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 برای اساس تو صیه 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 ، آبیاری 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 .

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 به سادگی 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

, "Specification for Liquid Membrane Forming Compounds for Curing ۳۰۹ASTM C
Race Street, ۱۹۱۶Concrete," American Society for Testing Materials,
۱۹۱۰۳Philadelphia, PA,

, "Standard Practice for Curing Concrete," ACI Manual of Concrete ۳۰۸ACI
Practice, Part ۲, American Concrete Institute

, "Specification for Sheet Materials for Curing Concrete," American ۱۷۱ASTM C
Society for Testing Materials

, American ۲, "Cold Weather Concreting," ACI Manual of Concrete, Part ۳۰۶ACI
Concrete Institute