

مبانی بتن (به روایت ساده)

شرکت مهندسی پارس محک اسپادانا

آزمایشگاه بتن ، ژئوتکنیک ، جوش ، سنگدانه و مصالح ساختمانی

تلفن دفتر آزمایشگاه: ۰۳۱۱ - ۶۳۰۰۶۲۲ - ۶۳۰۰۲۵۷

www.parsmahak.ir



فهرست مطالب

۴	فصل اول - مواد اولیه بتن.....
۱۰	فصل دوم - خصوصیات بتن.....
۱۷	فصل سوم - آزمایش بتن.....
۲۴	فصل چهارم - سفارش بتن.....
۲۶	فصل پنجم - سهم بندی و مخلوط کردن بتن.....
۳۱	فصل ششم - پلان بندی و آماده سازی سایت و محل.....
۳۷	فصل هفتم - حمل و نقل، انتقالات و بتن ریزی.....
۴۳	فصل هشتم - متراکم سازی.....
۴۹	فصل نهم - عملیات نهایی بتن ریزی و پرداخت.....
۵۳	فصل دهم - عمل آوری بتن.....

بتن به شکل وسیعی در سازه‌های خانگی و مسکونی، تجاری، تفریحی، شهری و آموزشی کاربرد دارد. سازه‌های سراسر دنیا، از بتن به عنوان یک ماده ساختمان سازی ایمن، قوی و ساده یاد می‌کنند و آنرا به کار می‌برند که در تمام انواع سازه‌های خانگی تا مجتمع‌های طبقاتی، اداری چند طبقه‌ای و مجتمع‌های خرید، متغیر می‌باشد. علیرغم مصرف متداول بتن، تنها افراد اندکی از نکات مربوطه در طراحی یک بتن با کیفیت بالا، مقاوم و پر دوام، آگاه هستند.

این جزوه سعی دارد شرح دقیق و جامعی از تمام جنبه‌های تهیه و تولید بتن با کیفیت را، ارائه دهد. که شامل "خواص مصالح" موجود در بتن تا پلان بندی، آماده سازی، اتمام و عمل آوری بتن است. مبانی پایه بتن به نیازهای افراد با مهارت اندک یا بدون مهارت، توجه دارد. در ضمن به سازندگان و مالکین در زمینه نظارت بر ساخت و ساز کمک می‌کند. از سوی دیگر تلاش دارد درک مناسبی از واژه‌های کاملاً فنی به همراه شرح واضحی به همراه یکسری تصاویر ساده فراهم کند. درک کلی و جامع این واژه‌ها به تسریع و تسهیل ارتباطات در درون صنایع ساختمان سازی کمک می‌کند.

مبانی پایه بتن به ایجاد استاندارد بالا تری از کار افراد در محل کار می‌پردازد و ارتباط بهتر بین سازندگان، مهندسين، ناظرین ساخت، معمارین و هر فرد علاقمند به درک پروژه‌های درگیر در ایجاد بتن کیفیت دار را به همراه دارد. امید است با تدوین و نشر این جزوه آموزشی گامی در جهت ارتقاء سطح کیفی اجرای سازه‌های بتنی کشور عزیزمان گردد.

با آرزوی آبادانی و توسعه

محمد رضا قاسمیان

فصل اول – مواد اولیه بتن

بتن از ترکیب کردن

سیمان

آب

مصالح سنگی زبر و نرم

افزودنی ها (در صورت لزوم) بدست می آید.

هدف ترکیب این مواد در مقادیر مناسب به این دلیل است که به راحتی بتوان آن را

انتقال داد

در محل مورد نظر ریخت

متراکم نمود

پرداخت کرد

و پس از گیرش سفت شود تا محصول قوی و با دوام به دست آید.

مقدار هر ماده (یعنی سیمان ، آب و مصالح) روی خصوصیات بتن

سخت شده اثر می گذارد. (به فصل دوم رجوع کنید)



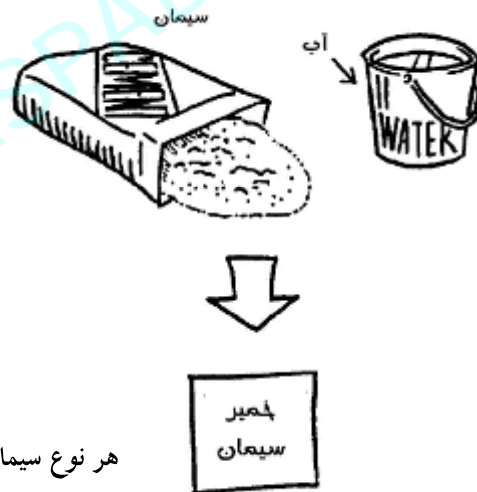


سیمان : پودر سیمان وقتی با آب ترکیب می شود ، خمیری تشکیل می دهد .

این خمیر مانند چسب عمل می کند و مصالح را به هم می چسباند .

پنج نوع اصلی سیمان پرتلند در ایران به فروش می رسد :

- سیمان معمولی (تیپ ۱)
- سیمان اصلاح شده (تیپ ۲)
- سیمان با استحکام اولیه بالا (تیپ ۳)
- سیمان حرارت پائین (تیپ ۴)
- سیمان مقاوم در برابر سولفات (تیپ ۵)



هر نوع سیمان ، بتنی با خصوصیات متفاوت ایجاد می کند . معمول ترین انواع سیمان تیپ ۱ و ۲ هستند .

سیمان های مخلوط ، حاوی سیمان پرتلند و بیش از ۵ درصد خاکستر بادی ، یا سرباره آسیاب شده یا میکرو سیلیس و یا ترکیبی از آنها می باشد .



نگهداری سیمان: سیمان را باید در محلی بالاتر از سطح زمین ،

با گردش هوای مناسب ، و تمیز و خشک نگهداری کرد .

پیچیدن کیسه های سیمان در ورقه های پلاستیکی محافظت بیشتری از سیمان می کند
سیمان فله ای را معمولاً در سیلو نگه داری می کنند .

سنگدانه : دو نوع اصلی مصالح وجود دارد .

زبر : خرده سنگ ، شن یا نخاله سنگ

نرم : شن نرم و ماسه و خرده های نرم

این شن باید مخصوص بتن سازی باشد نه شن مخصوص آجر چینی و یا پلاستر کشی باشد.

این سنگدانه ها باید:

محکم و قوی باشند . مصالح سفت تر و قوی تر بتن قوی تر درست می کند .

هیچگاه از سنگ سوزنی یا ورقه گرد بجای سنگدانه بتن استفاده نکنید .

بادوام باشند تا در برابر پوسیدگی و از هم گسیختگی و آب و هوا ، ایستادگی کند .

خنثی باشد تا از لحاظ شیمیایی با سیمان واکنش ندهد .



تمیز باشد : کثیفی یا گل ولای موجود در سنگدانه ها ، اتصال بین خمیر و مصالح را ضعیف می کند .



دانه بندی شده باشد : مصالح باید در اندازه های مختلف باشد تا به خوبی در بتن درگیر شوند .



در این صورت بتن قوی تر و متراکم تر می شود.

مصالح گرد گوشه (رودخانه ای و یا طبیعی) بتن کاراتری را ایجاد می کند

اما سنگدانه های تیز گوشه ، کارایی بتن را کاهش می دهند اما آن را محکم تر می کنند .



نگهداری :

سنگدانه ها باید در جایی نگهداری شود که تمیز ، خشک و جدا از دیگر مواد اولیه باشند . اگر مصالح خیلی خیس باشند باید در ترکیب از آب کمتری استفاده کنید .

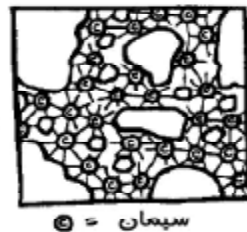
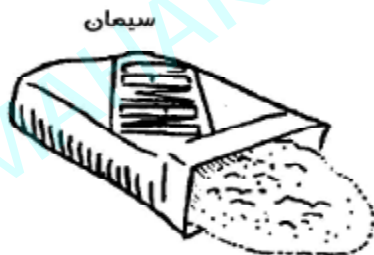
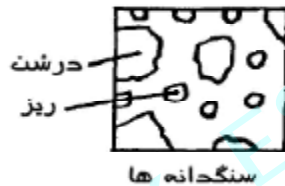
آب : آب با پودر سیمان مخلوط می شود تا خمیری تشکیل بدهد که مصالح را مانند چسب پیش هم نگه دارد .

آب باید تمیز ، تازه و خالی از آلودگی ، مواد شیمیایی ناخواسته یا نخاله باشد چون ممکن است روی بتن اثر بگذارد . بسیاری از کارگاههای بتن سازی امروزه از آب تصفیه شده استفاده می کنند .



همیشه آب چاه را قبل از استفاده بررسی کنید .
از آب دریا استفاده نکنید چون ممکن است موجب زنگ زدگی و خوردگی آرماتورهای داخل بتن شود .

افزودنی ها : افزودنی ها با بتن مخلوط می شوند تا خصوصیات آن را تغییر یا اصلاح کنند ، یعنی زمانی که بتن طول می کشد تا سخت شود و یا بر روی کارایی آن تاثیر می نماید .
چگونگی عملکرد : مقادیر مشخصی از مصالح نرم و زبر با هم مخلوط می شوند و همچنین مقدار اندازه گیری شده سیمان اضافه شده و مخلوط می شوند . آب کافی اضافه می شود تا ترکیب کارایی مناسب پیدا کند .



سپس تمامی مواد به خوبی با هم مخلوط می شوند . پودر سیمان و آب خمیری تشکیل می دهد که مصالح را مانند چسب به هم می چسباند .

فصل دوم : خصوصیات بتن

خصوصیات بتن ، صفات یا کیفیت اساسی آن هستند .

چهار خصوصیت اصلی بتن به شرح زیر است :

کارایی

چسبندگی

قدرت

دوام

بتن سه وضعیت متنوع دارد :

خمیری و یا پلاستیک

در آستانه گیرش

سخت و محکم شده

در هر وضعیت ، خصوصیات متفاوتی دارد .



وضعیت های بتن :

وضعیت خمیری و یا پلاستیک:



در ابتدا وقتی که بتن مخلوط می شود مانند خمیر نان است . نرم است و می توان آن را به هر شکلی یا در قالب در آورد . در این وضعیت به بتن ، خمیری و یا پلاستیک می گویند . طی مدت جایگذاری و متراکم سازی بتن شکل پذیر است .
مهمترین خصوصیت بتن حالت پذیری ، قابلیت کارایی و چسبندگی است . یک کارگر ممکن است در بتن حالت خمیری فرو برود .

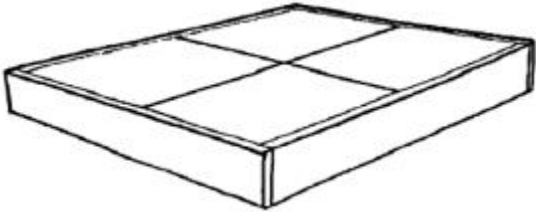
وضعیت در آستانه گیرش:

در این مرحله بتن شروع به سفت شدن می کند .
سفت شدن بتن در حالی که دیگر نرم نیست ، گیرش نام دارد .
گیرش بتن بعد از متراکم سازی و پس از پرداخت رخ می دهد .
بتن شل و یا آبکی راحت تر جای گذاری می شود اما اتمام کار آن سخت تر است .
رد پای کارگر روی بتن در حال گیرش به جای می ماند .



وضعیت سخت و محکم شده:

پس از جای گیری بتن شروع به محکم شدن و سفت شدن می کند
از خصوصیات بتن سخت شده ، دوام و قدرت آن است .



کارایی

کارایی به معنای درجه سهولت کارهای زیر با بتن می باشد :

جادادن

حرکت دادن

متراکم سازی

پرداخت بتن می باشد .

بتنی که سفت و خشک باشد ، جایگیری ، کارکردن با آن ، متراکم سازی و پرداخت آن سخت می شود . اگر به درستی ساخته نشده باشد ، در پایان کار سخت و پایدار نخواهد بود. آزمایش اسلامپ می تواند کارایی بتن را اندازه گیری کند .
(به فصل سوم مراجعه کنید).

کارایی تحت تاثیر موارد زیر می باشد:

مقدار خمیر سیمان

خمیر سیمان و یا دوغاب قسمت نرم بتن تازه می باشد. هر چه خمیر بیشتری با مصالح زیر و نرم مخلوط شود، بتن کاراتر خواهد شد.

دانه بندی سنگدانه ها

سنگدانه به خوبی دانه بندی شده، ریز و گرد، کارایی بتن را بهبود می دهد.



برای ساختن یک ترکیب کارا تر در بتن به موارد زیر توجه کنید:

خمیر سیمان بیشتری اضافه کنید.

سنگدانه های با دانه بندی مناسب استفاده کنید.

از یک افزودنی استفاده کنید.

هیچگاه با اضافه کردن آب سعی نکنید بتن را کاراتر کنید

چرا که مقاومت و پایداری بتن را کاهش می دهید.

مقاومت و دوام

بتنی که خوب ساخته شده باشد یک ماده طبیعتاً قوی و با دوام است. این ماده، متراکم، ضد آب، مقاوم در برابر تغییر دما، و پوسیدگی در برابر شرایط جوی، می باشد.

استحکام و دوام بتن تحت تاثیر تراکم آن است بتن متراکم تر، آب بند تر است (یا کمتر نفوذ پذیر است).

دوام بتن با افزایش مقاومت آن افزایش می یابد.

یک بتن مقاوم برای محافظت از فولاد در برابر خوردگی

در سازه های بتن آرمه بسیار اهمیت دارد.



بتن در فشار
بسیار قوی
میباشد.

مقاومت بتن در وضعیت سخت شده معمولاً توسط

مقاومت فشاری و با کمک تست مقاومت فشاری، اندازه گیری می شود.

مقاومت و دوام بتن تحت تاثیر موارد زیر می باشد:

متراکم سازی

متراکم سازی خارج کردن هوا از بتن است. متراکم سازی صحیح باعث تراکم بیشتر بتن و در نتیجه استحکام و دوام بتن را به

ارمغان می آورد. (می توانید به فصل ۸ مراجعه کنید).

عمل آوری:

عمل آوری ، مرطوب نگه داشتن بتن ، برای مدتی است که بتن به حداکثر استحکام برسد. عمل آوری طولانی تر ، بتن محکم تری ایجاد می کند .

آب و هوا :

هوای گرمتر باعث استحکام اولیه بالاتر بتن می شود .

نوع سیمان :

انواع مختلف سیمان روی خصوصیات بتن اثر می گذارند : یعنی با سرعت گیرش و مقاومت بتن در برابر سولفاتها را تغییر می دهد .

نسبت آب به سیمان :

آب بسیار زیاد و سیمان ناکافی به معنی بتن ضعیف تر و کم دوام تر است . نسبت آب به سیمان، نسبت وزن آب تقسیم بر وزن سیمان است .

$$W/C = \frac{\text{water}}{\text{cement}}$$

نکته : ۱ لیتر آب ، ۱ کیلوگرم است .

چسبندگی :

چسبندگی یعنی میزان به هم چسبیدن اجزا بتن در وضعیت خمیری آن است .

چسبندگی تحت تاثیر :

دانه بندی :

دانه بندی یعنی ، سایزبندی سنگدانه های بزرگ تا ماسه های ریز . مصالح خوب دانه بندی شده ، ترکیبی چسبنده تر ایجاد کرده ، مصالح خیلی زیر ترکیبی خشن تر ایجاد می کند .

میزان آب :

بتن تازه ای که آب زیاد داشته باشد چسبنده نخواهد بود و ممکن است از هم جدا شده و آب بیاندازد .



هر چه نسبت آب به سیمان کمتر باشد ، بتن قوی تر می شود .

فصل سوم-آزمایش بتن

دو آزمایش اصلی عمدتاً بر روی بتن انجام می گیرد:

آزمایش اسلامپ

آزمایش اسلامپ کارایی بتن را نشان می دهد .

کارایی، درجه سهولت جای گذاری ، کار و تراکم بتن را اندازه گیری می کند .

آزمایش مقاومت فشاری:

آزمایش مقاومت فشاری بالاترین مقاومت ممکن که در شرایط ایده آل،

بتن به آن می رسد را نشان می دهد .

آزمایش مقاومت فشاری استحکام بتن را در

وضعیت سخت شده اندازه گیری می کند .

آزمایش مقاومت فشاری همیشه باید با دقت انجام شود . نتایج نا معتبر می تواند خسارات زیادی را متحمل نماید .



نمونه بردای

قدم اول برداشتن یک نمونه از مقداری زیادی بتن می باشد. این کار باید به در حین تخلیه بتن انجام شود. نمونه باید نماینده کل بتن باشد.

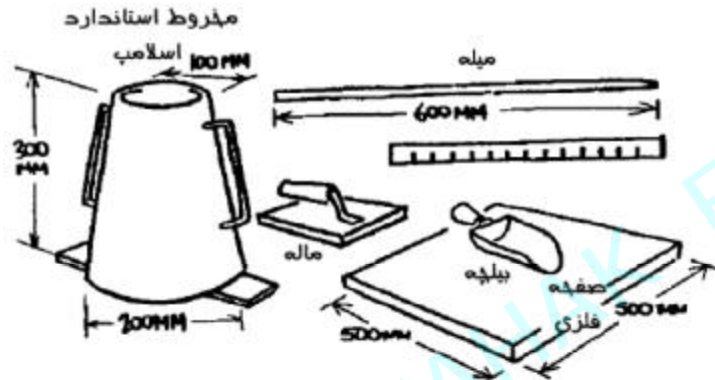
نمونه برداری برای یکی از دو اهداف زیر انجام می گیرد:

برای قبول یا رد بار (بتن پروژه)، نمونه گیری بعد از این که $0/2$ متر مکعب از بار ریخته شد انجام می گیرد.
برای تست کیفیت کلی بتن از سه قسمت مختلف بار نمونه گیری انجام می گیرد.



آزمایش اسلامپ

آزمایش اسلامپ، برای اطمینان از کارا بودن بتن انجام می شود .
میزان اسلامپ اندازه گیری شده باید در محدود مورد نظر و یا یک تلورانس مجاز باشد .



ابزار

قیف استاندارد اسلامپ

بیلچه کوچک

میله دم گرد

خط کش

صفحه اسلامپ

روش کار

۱- مخروط اسلامپ را تمیز کرده و با آب مرطوب نمایید بر روی صفحه اسلامپ قرار دهید . صفحه اسلامپ باید تمیز، صاف، مسطح و ضد آب باشد .

۲- نمونه برداری کنید (به قسمت نمونه برداری مراجعه کنید)



۳- به آرامی روی پایه ها بایستید و یک سوم حجم مخروط را با نمونه پر کنید و با ۲۵ ضربه میله متراکم نمایید .

میله زدن - میله زدن یعنی فشار دادن یک میله فلزی به داخل و خارج بتن جهت متراکم کردن بتن داخل قیف مخصوص اسلامپ و یا استوانه. همیشه از یک جهت میله بزنید و از اطراف به وسط کار حرکت کنید . با میله زدن ۲۵ بار بتن را فشرده کنید .



۴- حالا دو سوم حجم آن را پر کنید و دوباره ۲۵ بار میله بزنید . فقط روی بالای لایه اول را پر کنید .



۵- مخروط را تا بالا از بتن پر کنید دوباره تا بالای لایه دوم را میله بزنید.

۶- سطح فوقانی را به وسیله ماله فلزی صاف کنید . بتن اطراف ظرف را پاک کنید.

۷- با دقت قیف را بالا بکشید مطمئن شوید که نمونه تکان نخورد .



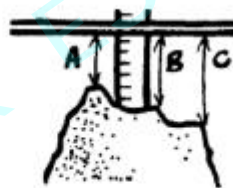
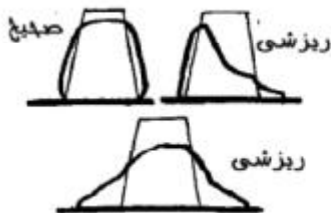
۸- قیف را بر عکس کنید و میله را روی قیف بر عکس شده قرار دهید .



۹- میزان نشستها را اندازه بگیرید و میانگین فاصله از بالای نمونه را گزارش دهید .



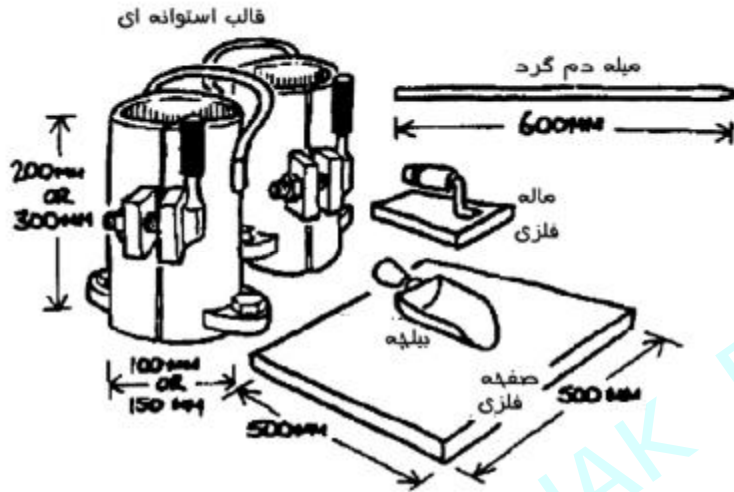
۱۰- اگر نمونه به خاطر خارج از محدوده مجاز بودن رد شد (یعنی اسلامپ آن خیلی زیاد یا خیلی کم بود) باید نمونه دیگری برداشت شود . اگر این هم رد شد از تخلیه تراک میکسر جلوگیری کنید.



آزمایش مقاومت فشاری :

آزمایش مقاومت فشاری استحکام بتن سخت شده را نشان می دهد . تست در یک آزمایشگاه خارج از محیط کارگاه انجام می شود . تنها کاری که در محیط کار انجام می شود ساختن یک استوانه بتنی و یا مکعبی برای انجام آزمایش است . مقاومت فشاری در واحد مگا پاسکال (MPa) اندازه گیری می شود و معمولاً به عنوان مقاومت مشخصه بتن، ۲۸ روز پس ساختن بتن اعلام می شود . مقاومت فشاری بتن در برابر باری است که آن را خرد می کند، اندازه گیری می شود .

ابزار



استوانه (سیلندر) با قطر ۱۰۰ میل ، ارتفاع ۲۰۰ میل
یا ۱۵۰ میل قطر و ۳۰۰ میل ارتفاع معمولاً از
استوانه های بزرگ برای بیشتر تست ها استفاده
می شود چون وزن کمتری دارند .

- بیله کوچک
- میله دم گرد
- ماله فلزی
- صفحه فلزی

روش کار



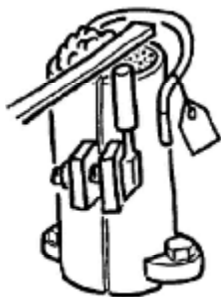
- ۱- قالب استوانه را تمیز کرده و داخل آن را با روغن قالب گیری بپوشانید سپس آن را روی یک سطح صاف و تمیز مانند صفحه فلزی قرار بدهید .
- ۲- نمونه برداری کنید . (می توانید به قسمت نمونه برداری مراجعه کنید).
- ۳- یک دوم حجم قالب را با بتن پر کنید بعد با ۲۵ بار ضربه میله (میله زدن) آن را متراکم نمایید . استوانه ها را همچنین می توان با لرزاندن به وسیله میز ویبره متراکم کرد .

۴- استوانه را تا سرریز پر کنید و ۲۵ بار روی لایه اول میله بزینید و در صورت لزوم قالب را تا سرریز شدن مجدداً پر کنید .

۵- به وسیله ماله فلزی سطح آن را صاف کنید و بتن های اطراف قالب را تمیز کنید .

۶- مشخصات بتن را روی کاغذ نوشته و بر روی استوانه قرار دهید. در یک محل خشک و خنک بمدت ۲۴ ساعت قرار بدهید.

۷- پس از برداشتن قالب ، استوانه بتن به آزمایشگاه فرستاده می شود که عمل آوری شود و برای آزمایش مقاومت فشاری آماده شود.



فصل چهارم - سفارش بتن



وقتی که بتن آماده سفارش می دهید باید به فروشنده این موارد را اعلام کنید .

اسم و آدرس برای ارسال

مورد مصرف بتن (یعنی جاده ، خانه سازی ، تجاری)

مقدار مورد نیاز به متر مکعب و یا برحسب وزن (تن)

درجه بتن - بتن در ۲ درجه می تواند آماده شود . درجه معمولی و درجه مخصوص .

بتن درجه معمولی رده استحکام $C20$ ، $C25$ ، $C32$ ، $C40$ و $C50$ و با مقاومت فشاری ۲۸ روزه معادل ۲۰ ، ۲۵ ، ۳۲ ،

۴۰ و ۵۰ MP. اسلامپ در موقع حمل باید ۱۲۰-۲۰ میلی متر باشد و حداکثر اندازه مصالح درشت دانه باید ۱۰ ، ۱۴ یا ۲۰

میلی متر باشد . بتن درجه معمولی برای بیشتر موارد مناسب است . برای بیشتر مصارف ساختمان سازی ، جاده و راه درجه

$C20$ و $C25$ معمولاً سفارش داده می شوند .

بتن ویژه زمانی تعیین می شود که نیازی خاص یا الزامات اضافه تری نسبت به بتن معمولی داشته باشید (مانند مصالح سبک

وزن، بتن با مقاومت بالا و یا بتن رنگی) میتوانید این نوع بتن را سفارش دهید . تولید بتن ویژه در اکثر کارگاه های

تولیدکننده بتن امکان پذیر نمی باشد.

موارد زیر را در هنگام سفارش بتن در نظر داشته باشید:

اسلامپ به سانتی متر است . میزان اسلامپ میزان کارایی بتن را نشان می دهد.

روش جایگیری و یا پمپ بتن به چه صورتی خواهد بود. یعنی پمپ هوایی، زمینی و یا شوتی

زمان اولین بارگیری و زمان بین بارگیری ها باید کافی باشد. برای جایگذاری و متراکم سازی یک بار قبل از رسیدن بار بعدی

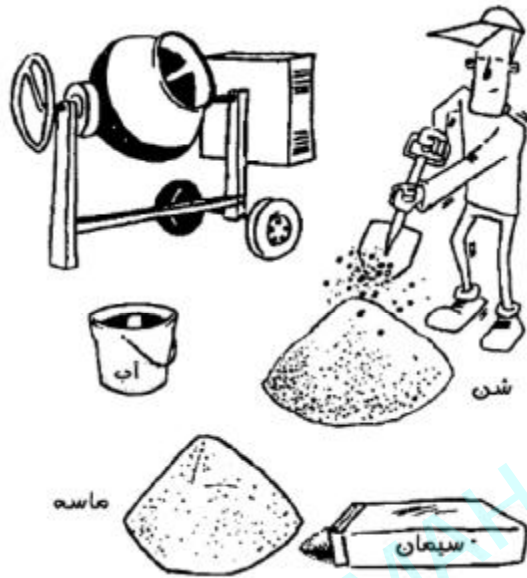
باید زمان کافی وجود داشته باشد .

هر افزودنی بتن که معمولاً این مساله به شرکت بتن سازی مربوط می شود .

همیشه بتن بیشتری (۱۰ درصد) سفارش بدهید تا برای تغییرات ساخت و دور ریز کافی باشد و یا سفارش خود را قبل از

بارگیری تراک میکسر آخر تکمیل نمایید.

فصل پنجم - طرح اختلاط و مخلوط کردن بتن:



طرح اختلاط بتن، جهت تولید بتنی طراحی شده است

که بتوان آن را با کمترین هزینه ریخت.

بتن باید کارا باشد و در حالت خمیری، چسبنده و منجسم باشد،

و پس از سخت شدن، بتن قوی و مقاوم باشد.

در طراحی اختلاط، باید محیطی که قرار است بتن در آن قرار

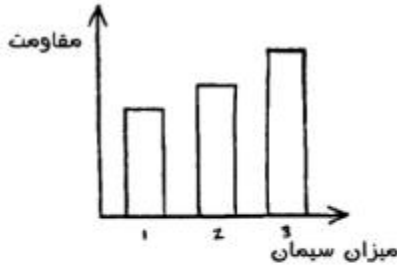
گیرد را بررسی کرد، یعنی مثلاً تماس با آب دریا، تردد کامیونها،

خودروها، ترافیک عبوری یا سرما و گرمای شدید.

نسبتهای اختلاط: بتن مخلوطی است از سیمان، آب، سنگدانه‌های ریز و درشت و افزودنی‌ها. سهم یا نسبت هر یک از این مواد

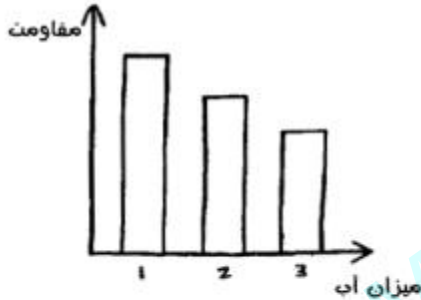
در مخلوط، بر خواص بتن سخت شده نهایی اثر می‌گذارد. این نسبت یا سهم‌ها را بر حسب وزن و یا حجم اندازه‌گیری می‌کنند. اندازه

گیری بر حسب حجم، دقیق نیست ولی برای پروژه‌های کوچک می‌تواند مناسب باشد.

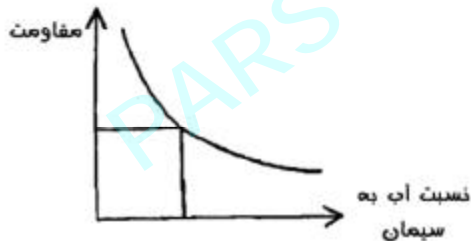


مقدار محتوای سیمان: با افزایش مقدار و محتوای سیمان، استحکام، پایداری و دوام، افزایش می‌یابد. بنابراین برای افزایش مقاومت و استحکام، مقدار محتوای سیمان مخلوط را بالا ببرید.

مقدار و محتوای آب: افزودن آب بیشتر به یک مخلوط، باعث ضعیفتر شدن بتن سخت شده می‌گردد. همیشه در حد امکان، حداقل آب را بریزید و به اندازه‌ای باشد که بتن کارایی مناسب داشته باشد.



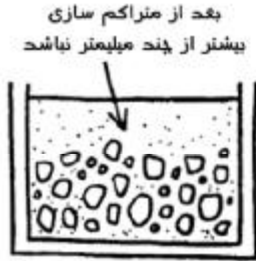
نسبت آب به سیمان: با افزایش نسبت آب به سیمان، استحکام و پایداری بتن سخت شده کاهش می‌یابد. جهت افزایش استحکام و پایداری یا دوام بتن نسبت آب به سیمان را کم کنید.



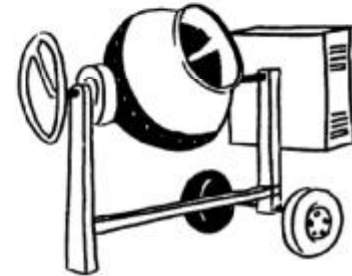
(به فصل ۲ خصوصیات بتن رجوع شود)

سنگدانه ها (AGGREGATES) :

سنگدانه‌های بسیار ریز باعث ایجاد یک ترکیب چسبنده می‌شود.



دانه‌های بسیار درشت باعث ایجاد یک مخلوط خشن یا زبر می‌شود. مخلوط کردن: مخلوط کردن بتن باید به شکلی باشد که سیمان، آب، دانه‌ها و افزودنی‌ها با یکدیگر ادغام شوند و ترکیب یکنواختی فراهم شود. مخلوط شدن بتن، معمولاً با ماشین و یا دستگاه انجام می‌شود. مخلوط کردن بتن می‌تواند در محل بتن ریزی انجام شود یا از یک شرکت بتن آماده تهیه گردد. بتن آماده، را در کارخانه و طبق شرایط کاری و اجرایی، مخلوط می‌کنند.



تراک میکسر: مصالح بتن را معمولاً به کامیون مخلوط کننده در محل کارخانه تولیدی بتن اضافه می کنند و به مدت زمان لازمه و با سرعت مناسب بتن مخلوط می شود، مخزن کامیون با چرخیدن، باعث به هم خوردن و مخلوط شدن بتن می گردد و به محل تخلیه بتن برده می شود.

مخلوط کردن در محل: ابتدا سنگدانه های درشت در میکسر ریخته می شود و ماسه را قبل از سیمان می ریزند که مقدار افزودن هر دو اینها اندازه گیری شده است.



هرگز از بیل به عنوان معیاری جهت اندازه گیری استفاده نکنید چرا که می تواند کاملاً متفاوت باشد و اختلاف ایجاد کند.

مواد را با هم مخلوط کنید تا اینکه ماسه در مخلوط مشخص نباشد.

برای داشتن یک مخلوط مناسب و کارا، آب کافی اضافه کنید.

توجه داشته باشید بار خیلی زیادی در میکسر ریخته نشود.

بتن خیلی زیاد در میکسر به معنای طولانی تر شدن زمان مخلوط شدن است.

همیشه حجم میکسر را بررسی کنید و به این ترتیب، خواهید دانست در هر بار چقدر بتن به دست خواهید آورد. برای رسیدن به حداکثر بازدهی، از وقفه بین کار خودداری کنید. مقادیر اندک بتن را می‌توان با دست و به کمک بیل نیز مخلوط کرد، مخلوط کردن باید روی یک زمین صاف و تمیز یا یک صفحه یا درون چرخ دستی انجام شود. مواد را با هم ترکیب و مخلوط کنید تا به شکل یکنواخت برسید. برای رسیدن به یک مخلوط کارا آب کافی اضافه کنید.

فصل ششم - پلان بندی و آماده سازی سایت و محل: ۷

مهمترین گام در بتن ریزی، زمان بندی است. همیشه قبل از هرگونه تحویل و بتن ریزی یک طرح را تدوین کنید. برنامه ریزی صحیح از وقفه کار، ضایعات و هدر رفتن، جدایش و مشکلات ناشی از اینها جلوگیری می کند. جهت محدود کردن و رفع مشکلات ناشی از وقفه و جدایش و ضایعات می توانید به فصل ۷ مراجعه کنید.
(حمل و نقل، جابجایی و بتن ریزی)



ایمنی: کارگران در سایت و محل پروژه باید همیشه لباس و پوشش مناسب و محافظ، کفشهای محکم و قوی و در صورت نیاز کلاه ایمنی، حفاظ چشمی و عینک داشته باشند. از تماس مستقیم بدن با سیمان خوداری کنید و هرگز بتن را در حال مخلوط شدن لمس نکنید. برای دست زدن از دست کش استفاده کنید.

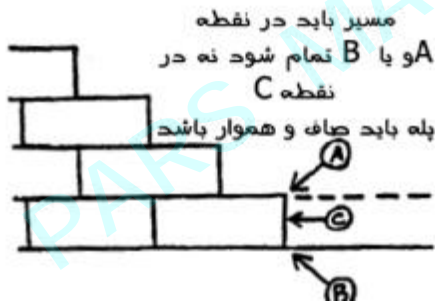
افرادی که از وسایل با وزن سنگین استفاده می کنند (مثل ویراتور) از آموزشهای لازم قبلی برخوردار باشند.



قبل از هر گونه بتن ریزی مراحل زیر را باید بررسی شود:
اندازه گیری: مساحت ناحیه بتن ریزی را اندازه گیری و
حجم بتن رابه دست آورید و بررسی کنید ضخامت
بتن ریزی چقدر باید باشد.

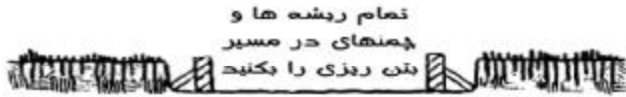
سطح پایانی: به محض اینکه که ضخامت بتن به سطح پایانی رسید ، محل اتمام کار را در نظر بگیرید. بتن نباید جلوی پله ها و یا

دیوارهای بیرونی منازل، خیلی قطور باشد و نباید حفره‌های تاسیساتی درون
دیوارها را مسدود کند. سطح پایانی بیانگر میزان حفاری یا برداشت بعدی و
یا قبلی مورد نیاز است.



پله ها: پله ها باید دارای پیشانی قائم و سطح تراز باشند.

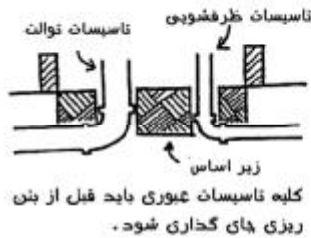
حفاری: زمین باید با توجه به تراز نهایی کار خاکبرداری شود و هرگونه ریشه درخت یا گیاه را باید برداشت تا خاک یکدست به دست آید. همیشه زمین را وسیع تر از حد نیاز حفاری کنید تا وسعت کار راحت تری داشته باشید. سعی کنید گوشه‌ها و لبه‌ها صاف باشد.



بستر: به خاکی که یک سطح، یا معبر بتنی بر روی آن قرار گیرد بستر می‌گویند. اگر خاک نرم باشد و یا از لحاظ نرمی، متغیر باشد، ابتدا باید لایه‌ای از سنگ خرد شده روی آن ریخت. اگر تنها چند سطح ضعیف داریم ابتدا باید آنها را بر طرف کرد و سپس دوباره پر نمود و فشرده سازی کرد. این نکته حائز اهمیت است که خاک به شکل یکنواختی تحمل کننده بتن باشد.

با آماده سازی متناسب بستر از بسیاری از مشکلات بعدی ممانعت خواهد شد.

قالب بندی: شکل قالب حالت و شکل بتن را به دنبال می آورد. این قالب ها باید به درستی بسته و محکم شوند و نباید خم شود یا حرکت کند.



سرویس و تاسیسات :

تاسیسات و سرویسهای لوله کشی، برق و سرمایش و گرمایش اغلب از دال بتنی عبور می کنند. این تاسیسات باید قبل از بتن ریزی تعبیه شوند.



دودکش و هواکش و تاسیسات و عایق سقف :

عایق سقف یا عایق رطوبتی، یک لایه عایق سنگین است که سطح را می پوشاند و از نفوذ رطوبت به درون بتن سخت شده جلوگیری می کند. لبه های ورقه های عایق دار در حد 200 mm روی هم بیاندازید .

لبه‌های عایق را در حول روکش و هواکش، لوله‌ها و تاسیساتی که به شکل عمودی از تحتالبتن خارج می‌شوند را با چسب بیوشانید و دور پیچی کنید.

محل آرماتور گذاری:

از آرماتور گذاری می‌توان برای افزایش مقاومت بتن و یا کمک به کنترل ترک خوردگی استفاده کرد.

تقویت را باید با مقدار مشخصی بتن پوشاند که از زنگ زدگی و خوردگی فولاد جلوگیری کند. این لایه را کاور یا پوشش می‌نامند. مقدار این پوشش به فاصله آرماتور از سطح بیرونی و یا داخلی بستگی دارد.

آرماتورها باید محکم بسته شوند و همپوشانی مناسب داشته باشند. جهت بستن آرماتورها می‌توان از سیمهای فلزی استفاده نمود. دسترسی (ACCESS):

جهت جابجایی و انتقال بتن باید دسترسی مناسب و مشخص به محل داشته باشید. اگر قرار است بتن با تراک میکسر حمل شود. اطمینان یابید دسترسی ساده و بدون مانع به محل ریختن در تمام فصول سال وجود داشته باشد.

ریختن (PLACEMENT):

اطمینان یابید تمام پلان بندی و آماده سازی محل در بر گیرنده این نکات است که مسیر بتن ریزی چگونه است و فضای کافی برای تردد کامیون وجود دارد. رمپ مورد استفاده برای چرخ دستی، پمپ و سایر موارد لازمه جهت تردد مناسب باشد.

اتصالات (joints):

محل، نوع و تعداد اتصالات قطع و شروع مجدد بتن ریزی را باید قبل از بتن ریزی طراحی و آماده سازی کرد.

ضایعات (WASTAGE):

زمان بندی خوب و آماده سازی محل از ضایعات جلوگیری

می کند. کاهش ضایعات می تواند هزینه ها را کاهش دهد چرا که تا ۱۵

درصد بتن ممکن است به شکل ضایعات از بین برود.



از هدر دادن بتن اجتناب کنید.

فصل ۷: حمل و نقل، انتقالات و بتن ریزی

هنگام حمل و نقل و بتن ریزی از موارد زیر اجتناب کنید:

وقفه

جداشدن اجزا بتن

ضایعات و اتلاف

حمل و نقل (TRANSPORTATION):

شیوه به کار رفته جهت انتقال و حمل و نقل بتن به این بستگی دارد که کدامیک کم هزینه تر و ساده تر می باشد و همچنین به حجم بتن ریزی نیز بستگی دارد. تعدادی از روشهای انتقال بتن عبارتند از: تراک میکسر، پمپ بتن، جرثقیل و جام، شوت، نقاله و شیلنگ در کارهای کوچک، چرخ دستی، ساده ترین روش حمل و نقل بتن می باشد.

برای کاهش مشکلات ضایعات و جدایش بتن را در حد امکان، از انتقال و یا جابه جا کردن بی مورد بتن جلوگیری کنید.

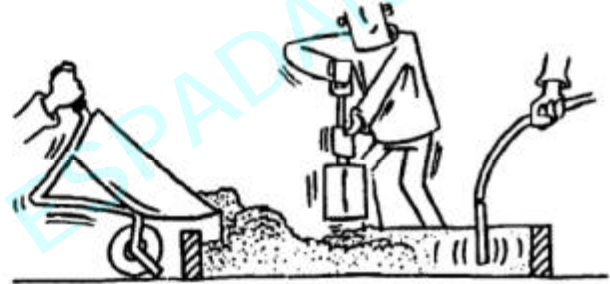


ریختن (PLACING): هنگام ریختن بتن مراقب باشید به قالبها آسیب وارد نشود یا تکان نخورند.

بتن را به نزدیک ترین محل نهایی آن بریزید.

بتن ریزی را از گوشه‌های قالب کار شروع کنید

یا در مورد یک محل شیب دار از پایین ترین سطح شروع کنید.



موارد ایمنی مهم:

هنگام جابجایی و پرداختن و استفاده از سیمان یا بتن تازه از تماس

آن با پوست خودداری کنید. لباس محافظ مناسب به تن کنید.



جداشدگی (SEGREGATION):

جداشدگی به حالتی اطلاق می شود که سنگدانه های ریز و درشت و خمیر سیمان از یکدیگر تفکیک شوند. تفکیک ممکن است هنگام مخلوط شدن و میکس بتن، حمل و نقل آن، ریختن یا متراکم سازی آن نیز رخ دهد.

جداشدگی باعث:

ضعیفتر شدن بتن می شود.

بتن دوام خود را از دست می دهد

و یک سطح نهایی ضعیف و نامناسب را به دنبال داشته باشد.

جهت جلوگیری از تفکیک و جداشدگی:

بررسی کنید بتن «خیلی شل» یا «خیلی سفت» نباشد.



بررسی کنید که بتن به درستی مخلوط شده است. این نکته حائز اهمیت است که بتن با سرعت مناسب و در یک تراک میکسر مخلوط شده باشد. حداقل به مدت ۲ دقیقه قبل از تخلیه مجدداً سریعاً مخلوط شود. در صورت بتن ریزی مستقیم (شوتی) از یک تراک میکسر، هرگز بتن را از فاصله و یا ارتفاع بیش از ۱/۵ متر رها نکنید.



همیشه بتن تازه را روی بتن قبلی بریزید.



هنگام متراکم سازی با ویبراتور دقت کنید که درست از آن استفاده می کنید. (رجوع شود به فصل ۸: متراکم سازی بتن)

هرگز با ویراتور میله ای ، بتن را به طرفین پخش نکنید
چرا که باعث جداشدگی و تفکیک بتن می شود. بتن را به
صورت یکنواخت لرزش دهید.

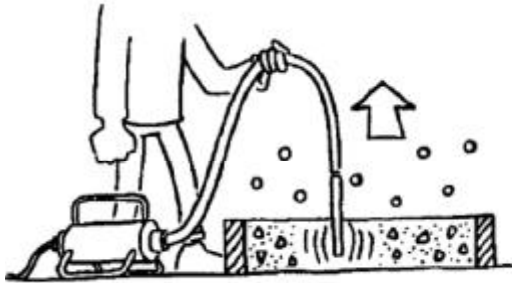


ضایعات و اتلاف (WASTAGE): ضایعات می توانند هزینه زیادی را در برداشته باشند. به ویژه در کارهای کوچک جهت به حداقل رساندن ضایعات و هدر رفتن، عمل مخلوط کردن، حمل و نقل بارگیری و بتن ریزی را با دقت انجام دهید.

فصل ۸ متراکم سازی بتن (Compacting Concrete):

متراکم سازی یا ویریه کردن بتن چیست؟

فشرده سازی با تکان دادن و یا لرزش بتن انجام می شود که اجازه میدهد هوای محبوس در آن به خارج رانده شود. پس بتن ساکن و مستقر می گردد و تمام فضاهای قالب را پر می کند.



بتن را چه موقع باید متراکم سازی نمود؟

به محض اینکه بتن ریخته شد، متراکم سازی را باید انجام داد یعنی در حالتی که هنوز شکل خمیری دارد. هرگز اجازه ندهید که بتن خشک و سفت شود چرا که متراکم سازی آن مشکل می شود.

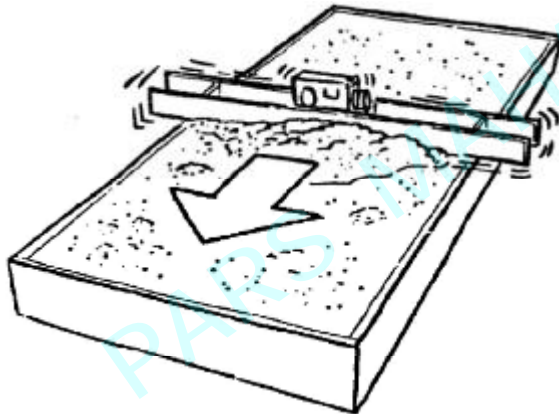


چرا متراکم سازی؟

متراکم سازی درست و کامل باعث متراکم تر، قوی تر و پابا تر شدن بتن می شود. پرداخت و حالات سطحی آن نیز بهتر می شود.

ویراسیون خارجی :

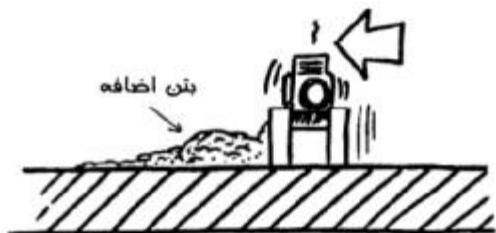
شمشه : باعث هموار سازی و فشردن دال بتنی نازک و لایه‌هایی بالایی دالهای قطور تر می شود. یک شمشه باعث فشردگی خیلی خوب بتن نمی شود. ویراسیون مکانیکی یا میله زدن دستی برای متراکم سازی متناسب، لازم است.



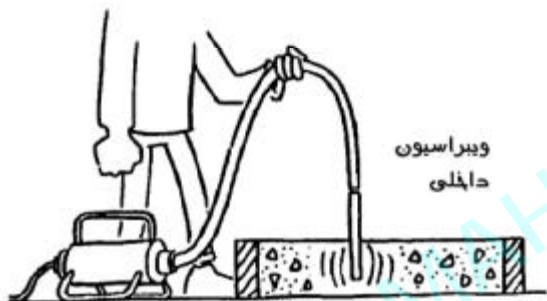
شمشه مکانیکی : بتن را دو لایه فوقانی و تحتانی متراکم سازی می شود.

لایه تحتانی کمتر متراکم سازی می شود و بتن خشن تر می باشد و لایه رویی نرمتر و بیشتر متراکم سازی می شود تا پرداخت سطحی راحت تر باشد.

شمشه در امتداد بالای قالب و توسط دو نفر کارگر کشیده می شود. همیشه مقدار اندکی از بتن اضافه در جلوی شمشه نگه دارید



تا از تشکیل حفره در سطح جلوگیری شود اگر حفره‌ای شکل گرفت دیگر شمشه نمی‌تواند باعث فشردگی بتن شود. شمشه مکانیکی با لرزاندن بتن آنرا متراکم می‌سازد.



ویراسیون داخلی:

ویراسیون درونی با یک ویراتور میله ای یا ویراتور مکانیکی صورت می‌گیرد. میله ویراتور در درون بتن قرار می‌گیرد و آن را از درون به لرزه در می‌آورد.

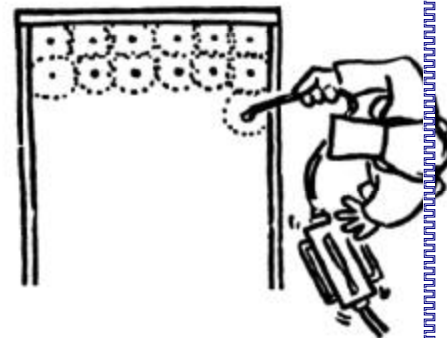
شیوه کار

اطمینان یابید کارگر کافی در دسترس می‌باشد یعنی به صورتی که تعدادی از آنها به پهن کردن و جا دادن بتن عده ای دیگر به متراکم سازی آن بپردازند. میله ویراتور را سریعاً درون بتن بگذارید و خارج کردن آن را به آهستگی انجام دهید. در غیر اینصورت یک حفره یا نقطه ضعیف در بتن باقی خواهد ماند.



اندازه میله و توان و بیراتور تعیین کننده این است که چقدر بتن در یک مرحله نیاز به لرزش دارد .

ناحیه لرزش یافته در یک مرحله را شعاع عمل می نامیم. این نکته و حالت را می توان با میزان شعاع حبابهای هوای به سطح آمده ، مشاهده کرد. شعاع عمل با میله و بیره بزرگتر و بتن کاراتر، بزرگتر می باشد. همیشه فشرده سازی را در یک الگوی معین انجام دهید به شکلی که شعاع عمل روی هم بیافتند و سطح کل بتن را پوشش دهد.





اندازه میله و بیراتور باید به حدی باشد که وارد لایه های بتن زیرین متراکم شده، شود.

ملاحظات و هشدارها :

خارج کردن سریع میله و بیراتور باعث باقی ماندن حفره ای در بتن می شود. برای بستن حفره ایجاد شده عملیات تراکم را مجدداً نزدیک حفره و سوراخ انجام دهید و میله و بیراتور را آهسته خارج کنید.



هیچگاه میله و بیراتور را به وجه و سطح قالب نرسانید چرا که به قالب و بتن آسیب می رساند.



هرگز میله و بیراتور را به آرماتورها نرسانید.

هرگز از ویبراتور برای پخش کردن بتن به طرفین استفاده نکنید
برای پهن کردن از بیل کمک بگیرید.

هنگامی که از ویبراتور استفاده نمی‌کنید آنرا در حال روشن
نگذارید.



زمان لازم جهت عملیات متراکم سازی:

برای بتن‌های دارای کارایی میانگین (slump به اندازه 80mm) و اندازه قطر میله ویبراتور بین ۲۵-۷۵ mm بتن باید معمولاً بین ۵ الی ۱۵ ثانیه لرزانده شود. کم لرزاندن بتن کمتر مشکل سازاست تا زیاد لرزاندن آن .



بخش نهم - عملیات نهایی بتن ریزی و پرداخت:

منظور از عملیات نهایی بتن چیست؟

به مجموعه عملیات های ماله کشیدن و شمشه کشیدن روی بتن جهت متراکم شدن بیشتر لایه سطحی و رسیدن به ظاهر مورد نظر را پرداخت بتن می نامند.

عملیات پرداخت بتن در دو مرحله انجام می گیرد:

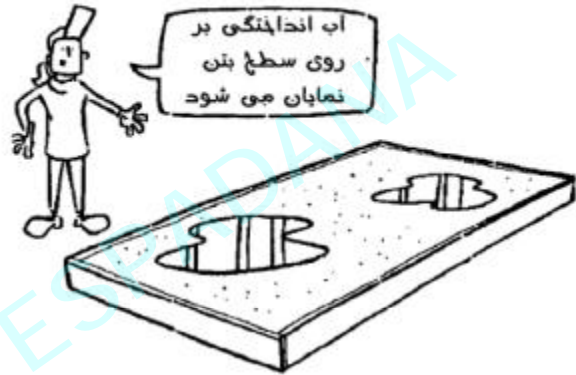
- مرحله اولیه
- مرحله پایانی پرداخت بتن

مرحله ابتدایی: شمشه کشیدن رویه بتن جهت همتراز کردن تا سطح قالب و سپس ماله کشی و اجازه دهید تا کمی بتن خودش را بگیرد.

در بعضی از حالت ها عملیات شمشه کشی پایان خوبی به حساب می آید بخصوص اگر سطح بتن ریزی در آینده کف سازی شود مناسب می باشد.

آبی بر روی سطح بتن پس از پرداخت نمایان می شود ، این آب ها را به اصطلاح آب انداختگی گویند.

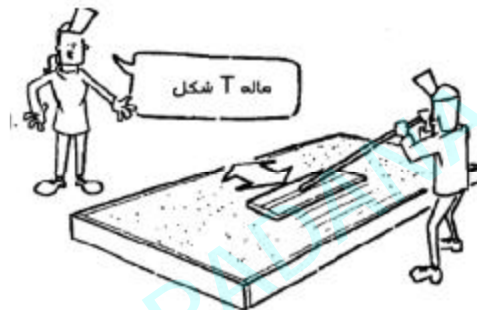
تا زمان خشک شدن آب های نمایان نمی توان مرحله پایانی پرداخت را آغاز کرد اگر این آب با خمیر سطحی سیمان مخلوط شود باعث ضعیف شدن بتن و ایجاد پودر شدگی سطحی خواهد شد.



اضافه آب انداختگی را میتوان به زمینهای اطراف هدایت کرد. آب انداختگی را هیچگاه با پودر سنگ و سیمان خشک نکنید زیرا در دراز مدت سبب کم شدن مقاومت بتن سطحی خواهد شد. زمانی آب انداخته شده بتن خشک شد و بتن قادر به تحمل وزن یک شخص را داشته باشد (تنها با ماندن جای پای جزئی) میتوان مرحله نهایی پرداخت را آغاز کرد .

ماله کشیدن بتن: ماله کشی طی دو مرحله زیر انجام می شود:

مرحله ابتدایی کشیدن ماله T شکل، که قسمتی از مرحله اول پرداخت می باشد و بخش دوم تسطیح بتن با استفاده از ماله دستی ، که بخش آخر مرحله پرداخت بتن می باشد. ماله کشی به متراکم سازی و تراز کردن سطحها و بستن ترکهای ریز کمک می کند.



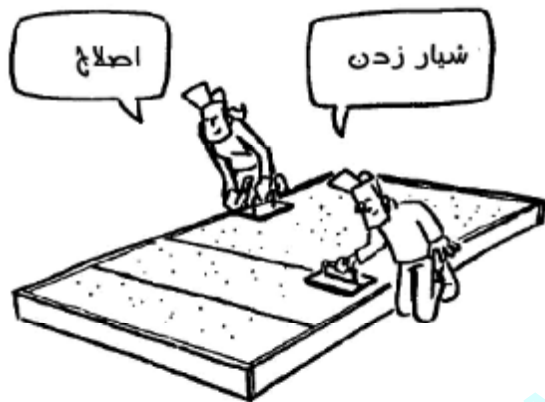
مرحله پایانی:

شامل مجموعه عملیات های شامل ماله کشی، لیسسه کشی، لبه گذاری و بند کشی می شود و در آخر با جارو کردن به پایان می رسد رنگ آمیزی و الگو برداری را نیز میتوان روی سطح بتن به کار گرفت.

لیسه کشی :

لیسه کشی سبب ایجاد تراکم ، سخت شدن ، پایداری و صیقلی شدن سطح می شود سطح بتن را باید دو بار لیسسه کشی کرد. یک لیسسه کشی خوب باعث صاف شدن و یکنواخت شدن سطح می شود. ماله کشی را می توان بادست و یا دستگاه انجام داد.





لبه گذاری و شیار کشی :

تمام لبه های بتن باید با ابزار مخصوص اصلاح شود .
همچنین محل شیارها از قبل در نظر گرفته شود و
معمولاً
در قالب مراحل پایانی انجام می شود.

به محض اینکه بتن پرداخت شد باید عملیات مراقبت را شروع نمود. (رجوع شود به فصل ۱۰: عمل آوری بتن)

فصل دهم : عمل آوری بتن

منظور از عمل آوری بتن چیست ؟



عمل آوری بتن یعنی پوشاندن بتن برای حفظ رطوبت آن که با استفاده از پوشش هایی که روی سطح بتن قرار می گیرند انجام می شود، اگر اجازه بدهیم بتن به حالت طبیعی خشک شود استحکام لازم را پیدا نخواهد کرد.

زمان عمل آوری بتن :

زمان آن بعد از مرحله پایانی پرداخت روی بتن می باشد قبل از اینکه بتن آسیب ببیند.

اقدامات احتیاتی :

با ننگه داشتن قالبها بر روی سطوح بتن می توان به مراقبت از آن کمک کرد. در هوای گرم (بالای ۳۰ درجه سانتی گراد) یا تحت باد های شدید و رطوبت محیطی کم بتن رطوبت خود را زودتر از دست می دهد در این شرایط مراقبت شدید تری لازم است.

هدف از عمل آوری بتن چیست؟
کاهش ترک های احتمالی
پایداری بیشتر

عمل آوری بتن باعث افزایش مقاومت بتن سطحی (کاور) می شود که آخرین و بهترین محافظ برای میلگردها می باشد و همچنین توان تحمل فشاری بتن بیشتر می شود.



چگونه از بتن باید مراقبت نمود:

۱) آب دادن مرتب سطح بتن

۲) متوقف ساختن تبخیر آب از سطح بتن



روش ها : رایج ترین روش ها به شرح زیر می باشد.

روش ساده و متداول استفاده از عمل آوری به صورت پاشیدن آب به صورت فواره ای بر روی سطح بتن می باشد.

احتیاط: آبیاشی به صورت فواره ای به میزان اضافه بر نیاز بتن ممکن است باعث شسته شدن سطح بتن شود. بتن در هوای گرم خیل سریع



آب خود را از دست می دهد بنابراین همیشه سعی کنید بتن را مرطوب نگه دارید.

یکی از مهمترین اعمال در عمل آوری بتن، نگه داری دائم بتن در حالت مرطوب می باشد.

روش دیگر برای عمل آوری بتن استفاده از کاورهای پلاستیکی برای کاهش تبخیر آب می باشد این روش ساده و مقرون به صرفه است .

تنها مشکل این روش این است که کاورها سبب خشک شدن بعضی از مناطق می شود که در نتیجه آب یکسان در تمام نقاط پخش نمی شود. کاورها باید کاملاً سطح بتن را بپوشانند تا از تبخیر آب جلوگیری کند . کاورها باید در لبه ها هم پوشانی کافی داشته باشند و بر روی آنها آجر و تیرک های چوبی قرار گیرد تا هنگام وزیدن باد از محل خود خارج نشود.

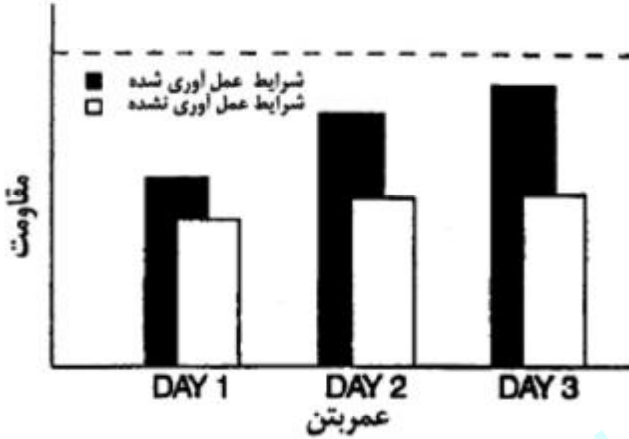


همیشه زیر پوشش ها را بررسی کنید تا از یک دست خیس شدن سطح بتن مطمئن شوید اگر احساس کردید بتن خشک است آب را به صورت نم نم به زیر پوشش بپاشید. میعان و قطرات آب تبخیر شده زیر پوشش عایق پلاستیکی نشانه خوبی است. همچنین میتوان بتن را با مایع غشا ساز به طریق کاهش از دست دادن آب، عمل آوری کرد. این کار باید بلافاصله پس از اتمام کار صورت گیرد. همیشه دستورات تولید کننده را به دقت بکار برید. از مایع غشاء ساز به دو صورت پاشیدن و دیگری از طریق مالیدن سطحی انجام می شود.

نکته: بعضی از مایعهای عمل آورنده ممکن است پرداخت سطحی و اتمام کار بتن را مشکل و یا غیر ممکن نماید. قبل از استفاده از مواد مذکور چسبندگی لایه های کفپوش با بتن، را با شرکت سازنده بررسی نمایید.

در شرایطی تبخیر زودرس (بادهای شدید و هوای گرم) از مایع غشاء ساز تاخیر انداز تبخیر برای کاهش تبخیر زودرس آب و باعث جلوگیری از ترکهای پلاستیک زودرس می شود.

مدت زمان عملیات عمل آوری بتن:



با طولانی تر شدن عمر بتن مقاومت آن نیز افزایش می-
یابد. برای ساختمان های مسکونی حداقل تا ۳ روز بتن باید عمل
آوری شود. برای مقاومت و دوام بهتر تا ۷ روز بتن را عمل
آوری نمود.
به طور کلی با افزایش مدت زمان مراقبت و عمل آوری بتن، بتن
مقاوم و سختتری خواهیم داشت.

به فصل ۲ خصوصیات بتن و

به فصل ۳ آزمایشات بتن مراجعه کنید.

دفتر مهندسی طراحی ساختمان ۹۸۴

محاسبه، نظارت و اجرا

کلیه سازه های بتنی، فولادی و صنعتی (سوله)

دارای مجوز از سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان

مدیریت: مهندس محمد رضا قاسمیان

اصفهان- ابتدای آبخار سوم- خیابان مسرور - خیابان قائم - حد فاصل اتوبان همت و کتابخانه شهرداری

۰۹۱۳۳۱۶۳۱۵۹-۰۳۱۱۶۳۰۰۶۲۲

شرکت مهندسی پارس محک اسپادانا

مجموعه آزمایشگاه بتن ، ژئوتکنیک ، جوش ، سنگدانه و مصالح ساختمانی

دارای تاییدیه صلاحیت آزمایشگاه از اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی

دارای مجوز از اداره مسکن و شهرسازی

۱ - آزمایشهای استاندارد بتن تازه (مقاومت فشاری، اسلامپ و...)

۲ - آزمایشهای استاندارد بتن سخت شده (گرگیری، چکش اشعیت و ...)

۳ - مطالعات و انجام آزمایشات ژئوتکنیک و مکانیک خاک

۴ - آزمایشهای استاندارد سنگدانه ها (دانه بندی، طرح اختلاط و....)

۵ - آزمایشهای استاندارد سیمان

۶ - طرح اختلاط و مشاوره در امور کنترل مصالح (مطراحی، محاسبه و نظارت)

۷ - مشاوره در امور گود برداری و طراحی سازه های نگهدارنده ، ترانشه ها و شمع ها

این شرکت آماده ارائه خدمات مهندسی، مشاوره ای و آزمایشگاهی در زمینه بتن ، ژئوتکنیک ،

جوش ، سنگدانه و مصالح ساختمانی مطابق با مقررات ملی و استانداردهای معتبر بین المللی میباشد .

۰۹۱۳۷۱۰۰۱۷ - ۰۹۱۳۹۱۸۳۲۰۰ - ۰۹۱۳۳۱۶۳۱۵۹ - ۰۳۱۱۶۳۰۰۲۵۷ - ۰۳۱۱۶۳۰۰۶۲۲

اصفهان- ابتدای آبخیز سوم- خیابان مسرور - خیابان قائم - حد فاصل اتوبان همت و کتابخانه شهرداری