

فصل اول

« بتن »

بتن یا سنگ مصنوعی مخلوطی از آب، سیمان شن و ماسه است که به نسبت‌های معین با هم مخلوط شده سپس به وسیله دستگاه بتنریز یا میکسر هم زده می‌شود. علاوه بر این مصالح مواد اصلاح کننده خواص بتن یعنی مواد افزودنی، پوزولانها و مواد شبه سیمانی نیز استفاده می‌شود. ترکیب آب و سیمان موجب تشکیل خمیر یا ژل سیمان می‌شود که ضمن پر کردن فضای بین سنگدانه‌ها و انجام فعل و انفعالات شیمیایی از حالت خمیری به جامد تغییر حالت داده دانه‌های سنگدانه‌ها را به هم می‌چسباند بنابراین ژل سیمان نقش چسباننده دانه‌های مصنوعی و سنگدانه‌ها را به عهده دارد. کیفیت بتن به کیفیت مصالح تشکیل دهنده و نحوه ساخت و یکنواختی توزیع آن‌ها بستگی دارد.

مزایای بتن:

- ۱- ارزانی و سهولت دسترسی مصالح تشکیل دهنده بتن
- ۲- مقاومت بتن در برابر آتش‌سوزی
- ۳- دوام و پایداری بتن در برابر عوامل محیطی
- ۴- مقاومت فشاری مناسب بتن
- ۵- سهولت شکل‌دهی به بتن در حین ساخت

۱-۱. انواع بتن

- ۱- **بتن سبک:** مورد استفاده آن بیشتر در روی بلوک‌ها و موارد مشابه است این نوع بتن فاقد آرماتورگذاری است.
- ۲- **بتن متوسط:** مورد استفاده آن بیشتر در کف‌سازی، جدول‌کشی، دیوارسازی و ... می‌باشد مقاومت فشاری آن از بتن سبک بیشتر است.
- ۳- **بتن سنگین:** که موارد استفاده از آن در اجرای فنداسیون، ستون‌های بتنی، دیوارهای بتنی، دال بتنی و ... می‌باشد. از بتن‌های سنگین با مقاومت فشاری بالا در ساخت بتن پی‌های عمیق، رادیه ژنرال‌ها، سیلوه‌های بزرگ، سدسازی و ... استفاده می‌گردد.
- ۴- **بتن پوک:** برای ساخت بتن‌های پوک که در شیب‌بندی‌های بام یا ساخت بلوک‌های سبک بتنی عایق صوت و حرارت کاربرد دارند به بتن مقداری گرد آلومینیوم می‌افزایند که باعث خروج حباب هیدروژن از آن می‌گردد.
- ۵- **بتن پوک:** با پوک سنگ، پرلیت، ورمیکولیت و فوم: در ساخت این نوع بتن‌ها به جای سنگدانه‌های رایج از پوک‌های معدنی یا صنعتی (نظیر پرلیت، لیکا، ورمیکولیت) استفاده می‌گردد برخی از این نوع بتن‌ها دارای باربری مناسبی نیز می‌باشند و از آن‌ها بتن‌های سازه‌ای نیز ساخته می‌شود.
- ۶- **بتن مسلح:** مقاومت کششی کم و تردی زیاد بتن قابلیت استفاده از آن را برای تحمل کشش محدود می‌کند بنابراین اعضای بتنی را با استفاده از میلگرد تقویت می‌کنند به این ترکیب بتن آرمه یا بتن مسلح می‌گویند.
- ۷- **بتن پیش‌تنیده:** در این روش قبل از بتن‌ریزی میلگردها را تا حد جاری شدن کشیده و پس از بتن‌ریزی و سخت شدن بتن میلگردها رها می‌شود بنابراین موجب فشردن بتن می‌گردند. این عامل موجب افزایش ظرفیت باربری عضو بتنی و جلوگیری از ترک در ناحیه کششی بتن می‌گردد کاربرد این روش در پوشش دانه‌های وسیع و بارگذاری سنگین می‌باشد.
- ۸- **بتن پس‌تنیده:** در این حالت قبل از بتن‌ریزی میلگردها از داخل غلاف عبور داده می‌شوند و پس از بتن‌ریزی و سخت شدن بتن میلگردها کشیده شده و فضای خالی غلاف توسط گروت (دوغاب منبسط شونده پر مقاومت) پر می‌گردد.
- ۹- **بتن مکیده:** در این بتن آب سطحی بتن جهت افزایش دوام جمع‌آوری می‌شود.
- ۱۰- **بتن آکنده:** در قطعات پرآرماتور کاربرد دارد که ابتدا سنگدانه‌ها را بین میلگردها ریخته سپس خمیر سیمان به آن تزریق می‌شود.
- ۱۱- **بتن پودری:** که در آن سنگدانه‌ها دارای سایز در حد میکرون هستند.
- ۱۲- **بتن‌های خود تراکم:** در صورت عدم امکان ویریزدن از بتن خود متراکم استفاده می‌شود.

کدام روش برای پوشش دهانه‌های وسیع کاربرد دارد؟

- (۱) بتن مسلح (۲) بتن پیش تنیده (۳) بتن پس تنیده (۴) ۲ و ۳

پاسخ: گزینه «۴» برای پوشش دهانه‌های وسیع از بتن پیش تنیده و پس تنیده استفاده می‌گردد.

۱-۲. اجزای تشکیل دهنده بتن

۱- سنگدانه‌ها یا شن و ماسه: حدود $\frac{3}{4}$ حجم بتن را تشکیل می‌دهد. شکل سنگدانه‌ها و بافت آن‌ها تأثیر زیادی در مقاومت بتن و میزان آب لازم و کارایی و روانی بتن تولیدی دارد. هر چه مصالح تیز گوشه‌تر باشد، روانی بتن تقلیل یافته ولی چسبندگی و پیوستگی بیشتری بین آن‌ها و خمیر سیمان فراهم می‌آید. به طور کلی سنگ دانه‌ای که برای ساخت بتن به کار می‌رود برای کسب حداکثر نتیجه باید دارای حداقل فضای خالی بین دانه‌ها باشد و حداکثر فضاهای خالی بین دانه‌های با دانه‌های ریزتر پر شود و دوغاب سیمان نقش چسباننده بین این ذرات را داشته باشد. سنگ دانه‌های مصرفی در بتن باید مقاومت فشاری بیش از مقاومت فشاری بتن مورد نظر داشته باشد و سختی سنگ دانه‌ها نباید کمتر از ۳ باشد.

نکته ۱: در بتن شن (درشت دانه) و ماسه (ریز دانه) است.

انواع شن و ماسه از نظر منشأ:

$\left. \begin{array}{l} \text{رودخانه‌ای (گردگوشه)} \\ \text{ساحلی (گردگوشه)} \\ \text{کوهی (تیز گوشه)} \\ \text{مصنوعی یا شکسته (تیز گوشه)} \end{array} \right\}$	طبیعی	$\left. \begin{array}{l} \text{رودخانه‌ای (گردگوشه)} \\ \text{ساحلی (گردگوشه)} \\ \text{کوهی (تیز گوشه)} \\ \text{مصنوعی یا شکسته (تیز گوشه)} \end{array} \right\}$	

نکته ۲: ↑شکستگی سنگدانه‌ها ← ↑قفل و بست ← ↑مقاومت فشاری بتن در سنین اولیه

نکته ۳: حداکثر اندازه بزرگترین سنگدانه اسمی یا D_{max} :

۱- در بتن مسطح ۳۸mm ۲- در بتن غیر مسلح ۶۳mm

نکته ۴: ↑سایز سنگدانه‌ها ← ↑مقاومت فشاری بتن

نکته ۵: ↑سایز سنگدانه‌ها ← ↓مصرف آب در بتن

۲- سیمان: انتخاب نوع درست آن و تعیین مقدار مناسب این ماده نقش اساسی در دوام بتن دارد.

انواع بتن از نظر مقدار سیمان:

۱- بتن لاغر یا کم مایه ۱۰۰ تا ۱۵۰ عیار kg/m^3	کاربرد
۲- بتن متوسط یا میان مایه ۱۵۰ تا ۲۵۰	بتن مگر
۳- بتن سازه‌ای یا پر مایه ۲۵۰ تا ۴۰۰	بتن جدول
	بتن مسلح

سیمان‌های مصرفی در بتن عبارتند از: سیمان‌های پرتلند پنج‌گانه و سیمان‌های ویژه سیمان پرتلند سیمان آبی است که از آسیاب کردن کلینکر با مقدار مناسبی سنگ گچ به دست می‌آید.

شامل انواع زیر:

- سیمان پرتلند نوع (۱) (یا معمولی): پرمصرف‌ترین نوع سیمان است. سازه‌های ساخته شده به وسیله این سیمان نباید در معرض حمله سولفات‌ها باشد. این نوع سیمان در دیوارهای حایل و فونداسیون بسیار عمیق مصرف نمی‌شود.
- سیمان پرتلند نوع (۲): سیمان نوع (۲) حمله کم سولفات‌ها را می‌تواند تحمل کند در نتیجه برای ساخت کانال‌های فاضلاب و غیره خوب است. برای بتن‌ریزی در هوای گرم مناسب می‌باشد. در بتن‌ریزی ساختمان‌های حجیم و مناطق ساحلی استفاده دارد. این نوع سیمان در برابر املاح کلر مقاوم است. حرارت هیدراتاسیون آن متوسط است.
- سیمان پرتلند نوع (۳): زودگیر می‌باشد به همین علت در محل‌هایی که احتیاج به قالب‌برداری فوری باشد این نوع سیمان مصرف می‌شود. مصرف این نوع سیمان در هوای سرد پیشنهاد می‌شود و در مکان‌هایی که بارگذاری سریع انجام شود. حرارت هیدراتاسیون آن زیاد است.

۴- سیمان پرتلند نوع (۴): کمترین حرارت را در موقع سخت شدن تولید می‌نماید بدین لحاظ در مناطق گرم و بتن ریزیهای انبوه مانند سدها مصرف سیمان پرتلند نوع (۴) پیشنهاد می‌گردد. به آن سیمان دیرگیر نیز می‌گویند.

۵- سیمان پرتلند نوع (۵): این نوع سیمان ضد سولفات بوده و در مقابل حمله شدید سولفات‌ها به خوبی مقاومت می‌کند. مصرف این سیمان در ساختن اسکله‌ها و پایه‌های پل‌ها و کارهای دریایی پیشنهاد می‌شود. اگر مقدار (C_۳A) موجود در کلینگر به حدود ۳-۵٪ تقلیل یابد سیمان می‌تواند در مقابل حمله شدید سولفات‌ها مقاومت نماید به چنین سیمانی، سیمان آهنی نیز می‌گویند.

کج مثال ۲: در محل تحت اثر سولفات شدید چه نوع سیمانی به کار می‌رود؟

IV (۴)

V (۳)

III (۲)

II (۱)

پاسخ: گزینه «۳» سیمان تیپ پنج برای مناطق تحت اثر سولفات شدید کاربرد دارد.

سیمان‌های ویژه

۱- **سیمان سفید و رنگی:** علت رنگ دودی سیمان پرتلند معمولی وجود اکسیدهای آهن در آن می‌باشد در این صورت برای ساختن سیمان سفید اکسیدهای آهن را از آن جدا می‌کنند و یا حداکثر مقدار این اکسیدها را به ۲٪ وزن کلینگر می‌رسانند. البته درصد مجاز اکسیدهای آهن در سیمان سفید تا ۲/۵٪ نیز اجازه داده شده است و برای بی‌رنگ کردن آن حدود ۳٪ وزن مواد خام به آن کلور کلسیم و یا کلور کالیم اضافه می‌کنند و مقداری ماسه سیلیسی خالص نیز به آن اضافه می‌نمایند. مواد خام برای تهیه سیمان سفید تقریباً دارای ترکیبات به شکل زیر می‌باشند.

حدود ۶۶٪ Cao

حدود ۲۴٪ SiO_۲

حدود ۶٪ Al_۲O_۳

و چهار درصد هم مواد دیگری مانند Mgo و Fe_۲O_۳ و MnO و Tio_۲ و So_۳ و کلور کلسیم و یا کلور کالیم. درجه حرارت لازم جهت پخت سیمان سفید از سیمان معمولی بالاتر است. برای جلوگیری از ذوب شدن مواد از دیر گدازهایی مانند کلسیم فلوراید - گچ - شیشه - فلدسپات استفاده می‌گردد. برای تهیه سیمان سبز از اکسید کرم و برای تهیه سیمان قرمز و قرمز کم‌رنگ و سیاه از اکسیدهای آهن استفاده می‌شود.

۲- **سیمان برقی:** به سیمان برقی سیمان آلومینا هم می‌گویند که دارای اکسید آلومینیم زیاد و آهک کم می‌باشد. عامل سخت شونده در سیمان پرتلند هیدرات‌های سیلیکات کلسیم است در صورتیکه عامل سخت شونده در سیمان‌های برقی آلومینات‌ها کلسیم است که پس از ترکیب با آب تبدیل به هیدرات کلسیم آلومینات می‌شود. مواد اولیه برای تهیه سیمان برقی عبارت از سنگ آهک CaCO_۳ و بوکسیت یا هیدراکسید آلومینیم به فرمول شیمیایی ۲H_۲O و Al_۲O_۳ می‌باشند. ریزی دانه‌های سیمان برقی مانند سیمان پرتلند است ولی نسبت به سیمان پرتلند بسیار زود گیرتر است و آغاز گرفتن آن پس از ۱ ساعت شروع و حداکثر تا ۲۴ ساعت پایان می‌یابد (در سیمان پرتلند پس از ۲ ساعت شروع و پس از ۲۸ روز پایان می‌یابد). به سیمان برقی سیمان آلومینا یا سیمان مذاب (فوندو) نیز می‌گویند. از این سیمان به علت زودگیر بودن بیشتر برای لکه‌گیری سدها - پل‌ها و لوله‌های بتونی و غیره استفاده می‌شود.

۳- **سیمان پرتلند پوزولانی:** سیمان پرتلند پوزولانی، چسباننده‌ای آبی است که مخلوط کامل، یکنواخت و همگنی از سیمان پرتلند و پوزولان و سنگ گچ آسیاب شده می‌باشد.

سیمان‌های پرتلند آمیخته با پوزولان‌های طبیعی، به دو گروه سیمان پرتلند پوزولانی معمولی و سیمان پرتلند پوزولانی ویژه تقسیم‌بندی می‌شوند. سیمان پرتلند پوزولانی معمولی، پوزولان به میزان حداقل ۵ و حداکثر ۱۵ درصد وزنی می‌باشد. این نوع سیمان با نماد «پ.پ» نشان داده می‌شود و برای مصارف عمومی در ساخت ملات یا بتن به کار می‌رود.

سیمان پرتلند پوزولانی ویژه، دارای پوزولان به میزان بیش از ۱۵ درصد تا ۴۰ درصد وزنی است. این نوع سیمان با نماد «پ. پ. و» نشان داده می‌شود و معمولاً برای ساخت بتن‌های حجیم و نیز در مواردی که بتن تحت تهاجم شیمیایی قرار می‌گیرد به کار می‌رود. این نوع سیمان، گرمای آنگیری کمی دارد، در برابر املاح شیمیایی مقاوم و مقاومت فشاری آن در روزهای اولیه (تا سه روز) کم است.

۴- **سیمان پرتلند روباره‌ای یا سرباره‌ای:** این سیمان، از آسیاب کردن ۱۵ تا ۹۵ درصد سرباره کوره آهن‌گدازی فعال و غیر کریستالی (آمورف)، با کلینگر سیمان پرتلند و مقدار مناسبی سنگ گچ به دست می‌آید. این نوع سیمان پایداری بیشتری در برابر سولفات‌ها دارد و بتن ساخته شده با آن، نفوذپذیری کمتر و دوام بیشتری دارد. این نوع سیمان در مقایسه با سیمان پرتلند معمولی، دیرگیرتر و گرمای آنگیری آن کمتر است.

۳- آب لازم برای ساخت بتن شامل ۳ جزء است:

۱- آب هیدراتاسیون سیمان

۲- آب خیس نمودن سنگدانه‌ها

۳- آب روانی بتن

آب در بتن به صورت نسبت وزنی آب به سیمان ($\frac{W}{C}$) سنجیده می‌شود که در بتن‌های ساختمانی (معمولی) مقدار آن حدوداً ۰/۵ است.



انواع بتن از نظر مقدار آب: نسبت $\frac{W}{C}$

- ۱- سفت ۰/۵ تا ۰/۳
 ۲- خمیری ۰/۷ تا ۰/۵
 ۳- شل ۱ تا ۰/۷

نکته ۶: PH آب مصرفی در بتن نباید کمتر از ۵ یا بیشتر از ۸/۵ باشد.

همچنین آبی که قابل آشامیدن است مزه و بوی مشخصی ندارد و تمیز و صاف است می‌توان در بتن به کار برد.

۴- مواد افزودنی بتن:

- ۱- مواد حباب‌ساز: در بتن حباب‌های ریز هوا ایجاد می‌کند. این عمل باعث افزایش پایداری بتن در برابر رطوبت و یخ زدن‌ها و آب شدن‌های مکرر می‌شود با مصرف ماده حباب‌ساز کارآیی و روانی بتن تازه افزایش یافته و نفوذپذیری بتن سخت شده کاهش می‌یابد.
- ۲- مواد کاهنده آب (روان کننده‌ها): روان کننده باعث افزایش کارایی و روانی بتن می‌شود مانند، آگینات‌ها و پوزودولیت نظیر پودر آلومینیوم و اسیدهای چرب
- ۳- مواد کندگیر کننده: این ماده در مواقعی که تأخیر انداختن در گیرش بتن ضروری است استفاده می‌شود. کندگیر کننده در هوای خیلی گرم که امکان گیرش معمولی بتن کم می‌شود و برای جلوگیری از ایجاد ترک‌های ناشی از گیرش در بتن‌ریزی‌های متوالی مفید است. نظیر شکر، آرد جو و ...
- ۴- تسریع کننده‌ها: افزودنی‌هایی هستند که به منظور تسریع در گیرش بتن یا تسریع در کسب مقاومت بتن در سن کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولی‌ترین نوع تسریع کننده‌ها، کلرور کلسیم ($CaCl_2$) است البته استفاده از کلرور کلسیم در بتن مسلح مجاز نیست. همچنین کربنات‌های قلیایی و ترکیبات آلومینیومی و آب شیشه نیز استفاده می‌شود.

کدام ماده افزودنی موجب تسریع در باز کردن قالب‌ها می‌گردد؟

- ۱) آهک ۲) شکر ۳) آلومین‌ها ۴) ۲ و ۳

پاسخ: گزینه «۳» آلومین‌ها از مواد تندگیر کننده بوده و برای قالب‌برداری سریع کاربرد دارد.

۳-۱. اختلاط بتن

بتن باید طوری مخلوط شود که تمامی مواد تشکیل دهنده آن به طور یکنواخت در مخلوط‌کن پخش شوند. قبل از پر کردن مجدد باید مخلوط کن را به طور کامل تخلیه نمود. رطوبت مصالح سنگی به ویژه ماسه قبل از ورود به دستگاه بتن‌ساز با توجه به کارآیی مورد نیاز باید کنترل گردد و در محاسبه میزان آب اختلاط منظور شود.

اختلاط بتن با دست به هیچ وجه مجاز نیست به جز موارد استثنایی و کم اهمیت و برای بتن از رده پایین‌تر از C_{۱۶}. رعایت نکات زیر برای ساخت بتن با دست الزامی است.

الف - حداکثر حجم بتن برای هر بار ساخت با دست ۳۰۰ لیتر

ب - بتن ساخته شده با دست باید حداکثر ۳۰ دقیقه پس از ساخت مصرف شود.

ج - مراحل ساخت بتن با دست:

۱- پخش یکنواخت شن روی زمین و ریختن ماسه روی آن حداکثر به ضخامت ۳۰ cm

۲- ریختن سیمان خشک و اختلاط

۳- افزودن آب و اختلاط مجدد

نکته ۷: حداقل زمان اختلاط با مخلوط کن ۱/۵ دقیقه پس از ریختن تمامی مواد تشکیل دهنده به داخل مخلوط‌کن است.

نکته ۸: برای ساخت بتن از میکسرهای متحرک نظیر تراک میکسر و یا میکسر ساکن در محل کارگاه و یا از کارخانه مرکزی ساخت بتن (بچینگ پلنت) استفاده می‌شود و یا از بتن‌برهای ساختمانی راهسازی و یا سیار استفاده می‌گردد.

نکته ۹: تمامی وسایل اختلاط و انتقال بتن باید تمیز باشند.

نکته ۱۰: پیمانان کردن مصالح بتن باید تا حد امکان وزنی باشد.

نکته ۱۱: استفاده از بتن آماده دارای مزایای زیر است:

- ۱- کنترل کیفیت مطلوب ۲- کاهش شلوغی فضای کارگاه ۳- کاهش امکان اتصال سرد

۴-۱. انتقال بتن

انتقال بتن از مخلوط‌کن تا محل نهایی بتن‌ریزی باید به گونه‌ای باشد که مصالح از هم جدا نشود. همچنین حالت خمیری بتن بین بتن‌ریزی‌های متوالی از دست نرود. در انتخاب روش حمل توجه به نکات زیر ضروری است:

- ۱- عدم تغییر قابل ملاحظه نسبت $\frac{W}{C}$ ، اسلامپ، میزان هوا و یکنواختی بتن
- ۲- عدم ورود مواد خارجی به بتن یا آب انداختن بتن
- ۳- جلوگیری از تغییر در یکنواختی بتن

وسایل حمل بتن

چرخ دستی و دامپر

حمل بتن با انواع چرخ‌های دستی و دامپر فقط تحت شرایط الف تا ت مجاز است:
الف - حجم ساخت بتن از ۳۰۰ لیتر در هر نوبت تجاوز نکند.
ب - رده بتن از C۱۶ کمتر باشد.

پ - فاصله حمل در چرخ‌های دستی حداکثر ۶۰ متر و در دامپر حداکثر ۱۲۰ متر باشد.
ت - وسایل مزبور دارای چرخ‌های لاستیکی باشد و مسیر حمل کاملاً صاف و افقی باشد.

ناوه شیب‌دار

ناوه شیب‌دار باید فلزی یا دارای روکش فلزی بوده، کاملاً آب‌بند باشد و شیب آن ثابت و به گونه‌ای اختیار شود که هنگام حمل عمل جدایی در اجزای بتن حادث نشود. در انتهای ناهه باید قیف برای تخلیه بتن به قالب پیش‌بینی شود.

کج مثال ۴: حداقل زمان اختلاط بتن در دستگاه مخلوط‌کن چقدر است؟

۴) ۳/۵ دقیقه

۳) ۵ دقیقه

۲) ۲/۵ دقیقه

۱) ۱/۵ دقیقه

پاسخ: گزینه «۱» حداقل زمان اختلاط بتن در دستگاه مخلوط‌کن ۱/۵ دقیقه است.

تلمبه (پمپ) بتن

در انتقال بتن به وسیله پمپ، حداکثر نسبت اندازه سنگدانه‌ها به کوچکترین قطر داخلی لوله انتقال بتن نباید از مقادیر (الف) و (ب) این بند تجاوز کند:
الف - ۰/۳۳ برای سنگدانه‌های تیز گوشه
ب - ۰/۴۰ برای سنگدانه‌های کاملاً گرد گوشه

نکته ۱۲: پمپ بتن برای انتقال در فواصل افقی تا ۴۰۰ متر و در فواصل عمودی تا ۶۰ m کاربرد دارد.

جریان بتن‌ریزی با پمپ بتن پیوسته و مداوم است. بتن پمپی باید اسلامپ بین ۴۰ تا ۱۰۰ mm داشته باشد و حداکثر نسبت آب به سیمان در آن از ۰/۵ بیشتر نباشد.

باگت یا جام

دریچه تخلیه باگت باید در کف آن تعبیه شده باشد و باگت باید دارای تعداد بازشو کافی باشد. اندازه دهانه بازشو نباید از $\frac{1}{3}$ طول باگت و ۵ برابر قطر بزرگترین دانه مصالح سنگی کمتر باشد. شیب جدار باگت در محل تخلیه آن نباید از ۶۰ درجه کمتر باشد. تخلیه بتن به داخل باگت باید به طور قائم و در مرکز آن باشد. چنانچه بتن داخل باگت، مستقیماً و یا از طریق ناهه شیب‌دار به داخل قالب تخلیه می‌شود، باید در انتهای نقطه تخلیه و توسط محفظه هدایت که ارتفاع آن حداقل ۶۰۰ میلی‌متر می‌باشد، به محل نهایی ریخته شود.

تراک میکسر (کامیون مخلوط‌کن)

تراک میکسر دارای مخزنی برای اختلاط و جابه‌جایی همزمان بتن است که رعایت نکات زیر در زمان استفاده از تراک میکسر ضروری است:

- ۱- حداکثر زمان حمل بتن توسط تراک میکسر ۱/۵ ساعت است.
- ۲- در صورت حمل بتن در مسافت‌های طولانی مراحل اختلاط مصالح به صورت خشک انجام شود و آب لازم توسط یک پمپ هیدرولیک و منبع آب به آن اضافه شود.
- ۳- چنانچه زمان حمل و تخلیه بیش از زمان لازم برای دوران فوق باشد در بقیه مدت زمان حمل باید جام یا بدون هم زدن و یا با سرعت همزن حمل شود و قبل از تخلیه بتن در قالب ۱۰ تا ۱۵ دور با سرعت اختلاط بچرخد.
- حمل باریل: برای حمل بتن در مسافت‌های کوتاه در کارگاه بتن و با حجم زیاد از جام ریل و کابل استفاده می‌شود. زمان حمل باریل نباید از ۴۵ دقیقه تجاوز کند.
- حمل با کمپرسی: استفاده از کمپرسی فقط در جاده‌های کوتاه و صاف مجاز است زمان حمل با کمپرسی نباید از ۴۵ دقیقه تجاوز کند. برای جلوگیری از جدایی ذرات بتن استفاده از مواد تولید کننده حباب هوا ضروری است.

تسمه نقاله: برای انتقال بتن در پروژه‌های بزرگ که با توجه به نوع پروژه، سرعت تسمه نقاله متفاوت است و رعایت نکات زیر در استفاده از آن ضروری است:

- ۱- محافظت از بتن داخل تسمه نقاله در برابر باد، باران و تابش آفتاب
- ۲- انتخاب اسلامپ بتن حدود ۶/۵ تا ۷/۵cm
- ۳- پیش‌بینی سیستم کنترل تخلیه در انتهای تسمه نقاله
- ۴- حداکثر اختلاف ارتفاع در هنگام استفاده از تسمه نقاله ۱۰m
- ۱۰- **لوله تخلیه:** برای تخلیه بتن به صورت قائم و از ارتفاع زیاد با رعایت نکات زیر به کار می‌رود:
 - ۱- قطر لوله در چند متر اول بیشتر از قسمت‌های دیگر است.
 - ۲- اسلامپ بتن ۷/۵ تا ۱۵cm
 - ۳- استفاده از یک بستر مناسب در قسمت تحتانی محل تخلیه برای جذب انرژی پتانسیل بتن تخلیه شده

۱-۵. بتن‌ریزی

به جا دادن بتن در قالب‌ها (محل نهایی خود) گفته می‌شود که باید به گونه‌ای باشد که باعث جداشدگی، آب انداختن و پیدایش خلل و فرج در بتن نگردد. بتن باید تا حد امکان نزدیک به محل نهایی خود ریخته شود تا از جدایی دانه‌ها در اثر جابه‌جایی مجدد جلوگیری شود.

نکته ۱۳: در صورتی که اسلامپ بتن در موقع تحویل برای مصرف کمتر از میزان مقرر باشد باید از مصرف آن خودداری شود، با این وجود افزودن اسلامپ بتن تا هنگامی که هنوز از مخلوط‌کن تخلیه نشده، فقط با اجازه دستگاه نظارت و با افزودن دوغاب سیمان با یا بدون مواد افزودنی روان کننده میسر می‌باشد مشروط بر اینکه نسبت آب به سیمان از حداکثر مقدار مجاز طرح فراتر نرود.

نکته ۱۴: بتنی که به حالت نیمه سخت در آمده یا به مواد زیان‌آور بیرونی آلوده شده نباید در بتن‌ریزی قطعات سازه‌ای به کار رود.

نکته ۱۵: بتن‌ریزی باید از آغاز تا پایان به صورت عملیاتی سریع و پیوسته در محدوده مرزها یا درزهای از پیش تعیین شده قطعات ادامه یابد.

نکته ۱۶: سطح بتن ریخته شده به صورت لایه‌های افقی، باید تراز باشد.

نکته ۱۷: استفاده از مواد حباب‌زا و ساخت بتن با حباب هوا برای بتن‌هایی که در معرض رطوبت و یخ زدن و آب شدن‌های متوالی قرار می‌گیرند، الزامی است.

نکته ۱۸: افزودن آب به منظور جا انداختن بتن در قالب مجاز نیست. همچنین بتن‌ریزی در مواقع بارندگی وزش باد شدید و دمای کمتر از 5°C و بیشتر از 32°C مجاز نیست.

نکات مهم اجرایی قبل از بتن‌ریزی:

- ۱- تمیز نمودن وسایل اختلاط و انتقال بتن قبل از بتن‌ریزی از کلیه مواد زاید به ویژه یخ
- ۲- خروج آب از داخل قالب و خشک کردن محل کار
- ۳- خیس و مرطوب نمودن مصالح بنایی در تماس با بتن
- ۴- تمیز نمودن میلگردها
- ۵- تمیز نمودن محل اتصال بتن قدیم و جدید برای تامین پیوستگی

نکات مهم اجرایی در حین بتن‌ریزی

- ۱- تنظیم آهنگ بتن‌ریزی بصورتیکه بتن همواره در حالت خمیری ریخته شود.
- ۲- عدم استفاده از بتن پس از افزودن آب به آن
- ۳- بتن‌ریزی به صورت منظم و جلوگیری از ایجاد اتصال‌های سرد
- ۴- حداکثر فاصله سرازیر شدن بتن به صورت عمودی ۵۰cm
- ۵- عدم پرتاب بتن با بیل و یا حرکت بتن با فشار
- ۶- استفاده از لوله‌های بلند برای انتقال بتن در قطعات با ارتفاع زیاد برای جلوگیری از برخورد بتن با قالب‌ها و آرماتورها

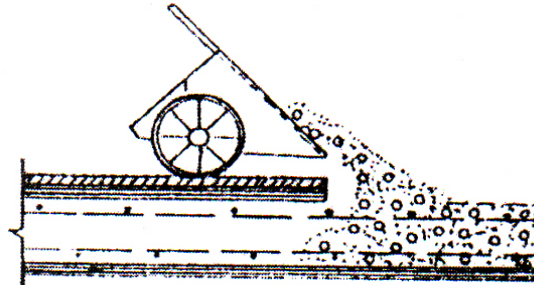
۱-۵-۱. بتن‌ریزی پی

بستر پی باید با حداقل ۱۰mm بتن رده C_{10} آماده و رگلاژ شود در صورتیکه با تأیید دستگاه نظارت بتن قالب ضرورت نداشته باشد باید با تعبیه پوشش‌های پلاستیکی و دیگر روش‌های مشابه از جذب آب بتن تازه توسط زمین اطراف جلوگیری کرد ضمناً به نکات زیر رعایت شود:

- ۱- قبل از بتن‌ریزی سطح قالب مرطوب گردد و یا از مواد رهاساز استفاده گردد.
- ۲- بتن به بدنه قالب برخورد نکند.
- ۳- حداکثر ضخامت هر لایه بتن‌ریزی ۳۰cm
- ۴- تراکم هر لایه توسط دستگاه ویبراتور

۲-۵-۱. بتن‌ریزی دال و سقف‌ها

بتن‌ریزی در دال‌ها باید در یک جهت و به طور متوالی انجام شود. محموله‌های بتن نباید در نقاط مختلف سطح و به صورت پراکنده ریخته و سپس پخش و تسطیح شوند. همچنین بتن نباید در یک محل و در حجم زیاد تخلیه و سپس به طور افقی در طول قالب حرکت داده شود. با توجه به حجم بتن و روش‌های حمل و تخلیه، عملیات باید به صورتی انجام شود که تا حد امکان از به وجود آمدن اتصال سرد در دال‌ها پرهیز گردد. در عملیات بزرگ باید محل ختم بتن‌ریزی از قبل تعیین و در نقشه‌های اجرایی مشخص شود و عملیات تا محل درزهای ساختمانی ادامه یابد چنانچه در اثر بروز اشکالات قطع بتن‌ریزی حادث شود باید محل قطع بتن‌ریزی برای ادامه عملیات بتن‌ریزی آماده شود.



روش صحیح

«شکل ۱-۱. بتن‌ریزی سقف»

نکته ۱۹: در بتن‌ریزی دال و سقف حرکت و انتقال بتن از روی بتن ریخته شده تازه مجاز نیست و باید بتن‌ریزی به گونه‌ای باشد که از سمت مقابل محل اصلی انتقال بتن به سقف شروع شود و به تدریج به سمت محل اصلی انتقال ختم گردد.

۳-۵-۱. بتن‌ریزی دیوار، ستون و تیرهای اصلی

بتن‌ریزی در دیوارها باید در لایه‌های افقی با ضخامت یکنواخت صورت گیرد و هر لایه قبل از ریختن لایه بعدی به طور کامل متراکم شود. میزان و سرعت بتن‌ریزی باید چنان باشد که هنگام ریختن لایه جدید، لایه قبلی در حالت خمیری باشد. عدم رعایت این نکته باعث ایجاد اتصال سرد و نهایتاً عدم یکپارچگی بتن خواهد شد. پیمانانه‌های اولیه بتن باید از دو انتهای عضو ریخته شوند و سپس بتن‌ریزی به سوی قسمت مرکزی سازه ادامه یابد. در تمام حالات باید از جمع شدن آب در انتها و گوشه‌ها جلوگیری شود. در بتن‌ریزی ستون‌ها و دیوارها تا حد امکان باید ارتفاع سقوط آزاد بتن را محدود نمود.

نکته ۲۰: برای بتن‌ریزی ستون‌ها و دیوارها بهتر است از قیف یا لوله برای انتقال بتن استفاده نمود و سر قیف و لوله به سطح بتن‌ریزی در زمان ریختن نزدیک باشد.

این ارتفاع برای جلوگیری از جدا شدن دانه‌ها به $9/0$ تا $2/1$ متر محدود می‌شود. مگر آنکه وضعیت بتن و نحوه اجرا به گونه‌ای باشد که حفظ پیوستگی دانه‌بندی بتن تضمین گردد.

نکته ۲۱: برای ریختن بتن ستون‌های بلند می‌توان از روزنه جانبی مطابق شکل اقدام نمود.

نکته ۲۲: ضخامت لایه اول بتن‌ریزی در دیوار نباید از 30 cm بیشتر شود و نیز باید بتن‌ریزی حدود 5 cm بیش از ارتفاع مورد نظر انجام داد و قبل از خودگیری بتن مقدار اضافی را از سطح کار برداشت.



«شکل ۱-۲. بتن‌ریزی از روزنه»

۴-۵-۱. بتن ریزی سطح شیبدار

- انواع بتن ریزی روی سطوح شیبدار ۱- با دست (برای شیبها کمتر از 10° درجه) در این روش که شبیه بتن ریزی دال است باید بتن ریزی از پایین به بالا انجام گردد تا وزن بتن بالا سبب تراکم بتن زیر شود.
- ۲- با قالب لغزنده شمشه‌ای (برای شیب بیش از 10° درجه)

۶-۱. تراکم بتن

تراکم بتن یعنی خروج هوای بتن یا به حرکت درآوردن ذرات آن بوسیله ارتعاش. مزایای تراکم بتن: ۱- افزایش تراکم بتن ۲- افزایش مقاومت بتن ۳- افزایش دوام بتن در برابر عوامل محیطی ۴- افزایش چسبندگی بین بتن و آرماتور ۵- سطح صاف نهایی بتن.

کدام مثال ۵: حداکثر ضخامت هر لایه بتن ریزی در پی کدام است؟

- (۱) ۱۵cm (۲) ۲۰cm (۳) ۲۵cm (۴) ۳۰cm

پاسخ: گزینه «۴» حداکثر ضخامت و لایه بتن ریزی در پی ۳۰cm است.

کدام مثال ۶: روش مناسب بتن ریزی ستون‌ها کدام است؟

- (۱) با استفاده از روزنه جانبی (۲) با استفاده از لوله و پمپ (۳) با استفاده از جام و جرثقیل (۴) بصورت لایه‌ای

پاسخ: گزینه «۲» مناسب‌ترین روش برای بتن ریزی ستون‌ها لوله و پمپ است.

روشهای وایبره بتن:

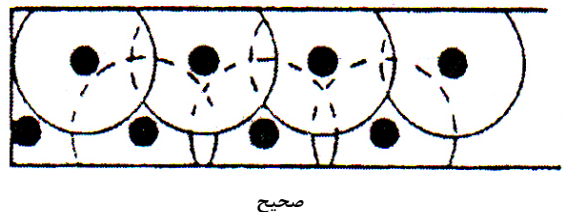
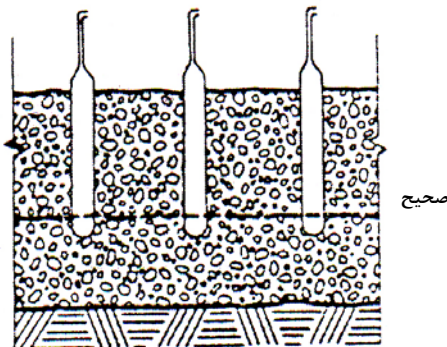
۱- وایبراتور شلنگی (میل‌های): شامل ۱- میل‌های مرتعش کننده ۲- شلنگ ۳- موتور متحرک می‌باشد. در این حالت هر قدر قطر میل‌های مرتعش کننده بیشتر باشد شعاع آن بیشتر است.

نکته ۲۳: زمان وایبره زدن با وایبراتور دستی حدود ۵ تا ۳۰ ثانیه و در فاصله $5/0$ تا یک متری می‌باشد.

۲- وایبراتور قالب: این وایبراتور به قالب متصل می‌شود و قالب و بتن را مرتعش می‌کند. از این روش برای تراکم بتن سازه‌های نازک بتنی و پرآرماتور و یا بتن‌های سفت استفاده زمان لازم برای وایبره زنی با این دستگاه حدود ۱ تا ۳ دقیقه است.

۳- وایبراتور میزی: در زیر قطعات بتنی کار گذاشته می‌شود و برای قطعات پیش ساخته بتنی و در آزمایشگاه بتن کاربرد دارد.

۴- وایبراتور سطحی: به صورت کمپکتورهای سطحی یا شمشه‌های ارتعاشی بوده و در تراکم بتن کف دال‌های بدون آرماتور و کارهای بتنی مسطح کاربرد دارد. بتن باید در طول عملیات بتن ریزی با استفاده از وسایل مناسب متراکم شود، به طوری که میلگردها و اقلام مدفون را به طور کامل در برگیرد و قسمت‌های داخلی و به خصوص گوشه‌های قالب‌ها را به خوبی پر کند. در بتن‌های خود تراکم نیازی به استفاده از وسایل متراکم کننده نمی‌باشد. وایبراتور در داخل بتن باید به طور منظم و فواصل مشخص به نحوی فرو برده شود که دو قسمت لرزانیده شده، با هم هم‌پوشانی داشته باشند، قسمتی از وایبراتور باید در لایه زیرین که هنوز حالت خمیری دارد، فرو رود.



«شکل ۳-۱. روش صحیح لرزاندن بتن»

ویبراتور باید تا حد امکان به صورت قائم وارد بتن گردد و به آرامی بیرون کشیده شود تا حباب هوا داخل بتن باقی نماند. متراکم کردن با دست در کارهای کوچک و محدود و مخلوط‌های خمیری و روان، می‌توان با اجازه دستگاه نظارت از میله فولادی (تخمناق) یا وسایل مشابه برای تراکم بتن استفاده نمود. میله باید به اندازه کافی وارد بتن شود تا بتواند به راحتی به انتهای قالب یا انتهای لایه مربوط به همان مرحله بتن‌ریزی برسد، ضخامت میله باید چنان انتخاب شود که به راحتی از بین میلگردها عبور نماید.

نکته ۲۴: عدد اسلامپ مناسب در کارهای بتن مسلح بین ۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر است.

ماله‌کشی و پرداخت بتن

ماله‌کشی و پرداخت بتن عبارت است از زدودن بتن اضافی روی سطح بتن، از بین بردن نقاط پست و بلند سطحی و یا به شکل خاص درآوردن سطح بتن. از جمله روش‌های مختلف ماله‌کشی و پرداخت بتن عبارتند از: شمشه‌کشی، استفاده از تخته ماله، استفاده از ماله فلزی، استفاده از ماله دسته‌بلند، استفاده از شمشه دسته‌دار، جاروکشی.

انجام هرگونه عملیات پرداخت بر روی سطوح دال‌های بتنی، مادام که آب ناشی از آب‌انداختگی وجود داشته باشد، ممنوع است. لیس‌های کردن سطحی که ماله‌کشی نشده است مجاز نیست. پاشیدن سیمان خشک بر روی سطح خیس برای جذب آب اضافی می‌تواند. موجب ترک خوردگی سطحی شود و مجاز نیست. جاروکشی و هرگونه روشی که موجب رفع لغزندگی سطوح می‌شود باید زمانی صورت گیرد که بتن کاملاً سخت نشده است ولی به اندازه کافی سخت شده باشد که بافت ایجاد شده را حفظ کند.

۱-۷. عمل آوری

عمل آوردن فرآیندی است که طی آن از افت رطوبت بتن جلوگیری و دمای بتن در حدی رضایت‌بخش حفظ می‌شود. عمل آوردن بتن روی ویژگی‌های بتن سخت شده از قبیل میزان نفوذپذیری و مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن اثری بسزا دارد. عمل آوردن باید بلافاصله پس از تراکم بتن آغاز شود تا بتن در برابر عوامل زیان‌بار مورد محافظت قرار گیرد. عمل آوردن بتن، مراقبت و محافظت و گاهی پروراندن آن را شامل می‌شود. مراقبت به مجموعه تدابیری گفته می‌شود که باعث شود سیمان موجود در بتن به مدت کافی مرطوب بماند به طوری که حداکثر میزان آبیگری آن، چه در لایه‌های سطحی دانه‌ها و چه در حجم آنها میسر باشد. محافظت به مجموعه تدابیری اطلاق می‌شود که به موجب آن‌ها از اثر نامطلوب عوامل بیرونی مانند شسته شدن به وسیله باران یا آب جاری، اثر بادهای گرم و خشک، سرد شدن سریع یا یخ‌زدان، لرزش و ضربه خوردن بتن جوان جلوگیری شود. منظور از پروراندن بتن سرعت بخشیدن به گرفتن و سخت شدن آن به کمک حرارت است.

روش‌های عمل آوردن

برای حفظ رطوبت و نیز در صورت لزوم نگهداری آن در دمایی مساعد می‌توان از یکی از روش‌های زیر استفاده کرد:

- هر روشی که به تداوم حضور آب اختلاط در بتن در دوره سخت شدن اولیه منجر شود، مانند استفاده از آب‌پاشی یا پوشش خیس اشباع شده (مراقبت).
- هر روشی که به وسیله آن از کاهش آب اختلاط از طریق پوشاندن یا اندود کردن سطح آن جلوگیری کند، مانند استفاده از نایلون، کاغذهای ضدآب یا به کارگیری ترکیبات عمل آورنده غشایی (مراقبت).
- هر روشی که به کمک آن کسب مقاومت بتن از طریق دادن گرما یا رطوبت تسریع شود، مانند استفاده از بخار یا قالب‌های گرم، مشروط بر آنکه بر ویژگی‌ها و پایایی بتن اثر نامطلوب نداشته باشد (پروراندن).

مدت عمل آوردن

مدت عمل آوردن بتن به طور معمول نباید از مقادیر مندرج در جدول زیر کمتر باشد. این مدت زمان به نوع سیمان، شرایط محیطی و دمای بتن بستگی دارد و طی آن، دمای هیچ قسمت از سطح بتن نباید از ۵ درجه سلسیوس کمتر شود.

«جدول ۱-۱. حداقل زمان عمل آوری بتن»

دمای متوسط سطح بتن			شرایط محیطی پس از ریختن بتن در قالب	نوع سیمان
۲۱ درجه سلسیوس و بیشتر	۱۱ تا ۴۰ درجه سلسیوس	۵ تا ۱۰ درجه سلسیوس		
۲ روز	۳ روز	۴ روز	متوسط	نوع ۱ و ۲ و ۳ و ۵
۳ روز	۴ روز	۶ روز	ضعیف	همه سیمان‌ها به جز نوع ۱ و ۲ و ۳ و ۵ و همه سیمان‌های حاوی مواد پوزولانی یا روباره‌ای
۵ روز	۷ روز	۱۰ روز	متوسط	
اقدامی خاص ضرورت ندارد			ضعیف	همه سیمان‌ها
			خوب	

که مثال ۷: به منظور جا دادن بتن در قالب افزودن آب و بتن ریزی در مواقع بارندگی

- (۱) مجاز است - مجاز است (۲) مجاز است - مجاز نیست (۳) مجاز نیست - مجاز است (۴) مجاز نیست - مجاز نیست
- ✓ پاسخ: گزینه «۴» افزودن آب به بتن برای جا دادن بتن در قالب مجاز نیست همچنین بتن ریزی در مواقع بارندگی مجاز نیست.

که مثال ۸: برای انتقال بتن توسط تسمه نقاله حداکثر اختلاف ارتفاع است

- (۱) ۵m (۲) ۱۰m (۳) ۱۵m (۴) ۲۰m
- ✓ پاسخ: گزینه «۲» حداکثر اختلاف ارتفاع برای انتقال بتن توسط تسمه نقاله ۱۰cm است.

۱-۸-۱. روش‌های ویژه کاربرد بتن

۱-۸-۱-۱. بتن پاشیده (شاتگریت)

بتن پاشیده فرآیندی است که در آن بتن یا ملات بر روی یک سطح پاشیده می‌شود تا لایه‌ای متراکم، خود نگهدار و برابر ایجاد گردد. در مواردی که شکل کار پیچیده یا قالب‌بندی مشکل و پرهزینه باشد، به ویژه در بهسازی ساختمان‌ها و پل‌ها، از این نوع بتن استفاده می‌شود. استفاده از این نوع بتن به تجربه، تأمین تدابیر مناسب و کارگران فنی متخصص به ویژه در امر بتن پاشی نیاز دارد. امتیاز عمده این نوع بتن در مقایسه با بتن معمولی آن است که در این حالت فقط به قالب داخلی و یا یک سطح موجود نیاز می‌باشد. به همین دلیل این روش اجرای بتن برای سطوح مدور و قوسی مانند تونل‌ها و دودکش‌ها کاربرد روزافزون یافته است. بتن پاشیده بر مبنای زمان افزودن آب اختلاط به مخلوط سنگدانه‌ها و سیمان به «بتن پاشیده خشک» و «بتن پاشیده تر» تقسیم می‌شود.

مشخصات کلی

برای حصول اطمینان از چسبندگی مناسب، تراکم کافی و خواص فیزیکی مطلوب، تهیه طرح اختلاط بتن پاشیده نیاز به دقت ویژه دارد. نسبت آب به سیمان برای این نوع بتن معمولاً در محدوده ۰/۳۵ الی ۰/۵ قرار می‌گیرد. حداکثر اندازه سنگدانه مخلوط مصرفی ۲۰ میلی‌متر است. وزن مخصوص بتن پاشیده مشابه بتن معمولی متراکم شده است. افزودن مواد ریزدانه نظیر پودر سنگ، پوزولان‌ها شبیه دوده سیلیسی و سرباره به این نوع بتن غالباً موجب کاهش قابل ملاحظه در کمانه کردن و برگشت سنگدانه‌های مخلوط می‌گردد. در تعیین نسبت‌های مخلوط بتن پاشیده باید توجه داشت که قسمتی از مخلوط در اثر کمانه کردن سنگدانه‌ها به هنگام پاشیدن از دست می‌رود، بنابراین ترکیب بتن پاشیده با ترکیب اولیه آن متفاوت است، لذا باید بین ترکیب مخلوط اولیه، مخلوط در حال خروج از نازل (سرشیلنگی) و مخلوط پاشیده شده بر روی سطح، تفاوت قابل شد. به دلیل همین تفاوت، کنترل دقیق و انجام آزمایش در مراحل مختلف بتن پاشی ضروری است. به دلیل سرعت بیش از اندازه ذرات در موقع پاشیدن بتن، توجه به مسائل ایمنی برای عوامل اجرایی از اهمیتی ویژه برخوردار است.

۱-۸-۱-۲. بتن ریزی در زیر آب

مشخصات کلی: در مواردی که بتن ریزی در زیر سطح آب مورد نظر باشد می‌توان از قیف و لوله (ترمی) یا پمپ برای بتن ریزی استفاده کرد.

الف - بتن ریزی با قیف و لوله (ترمی): در این روش باید دقت شود تا در اثر جریان آب مواد سیمانی شسته نشوند. لازم است برای بتن با کارایی زیاد بتن ریخته شده در آب حداقل ۳۵۰ کیلوگرم در متر مکعب، مواد سیمانی داشته باشد. نسبت آب به سیمان در طرح اختلاط نباید از ۰/۴۵ تجاوز کند. سیستم قیف و لوله باید کاملاً آب‌بند بوده و بتن به راحتی در آن حرکت نماید. در طول مدت بتن ریزی باید این سیستم از بتن پر باشد. قطر لوله ترمی باید حداقل برابر قطر بزرگترین اندازه سنگدانه مصرفی باشد. اسلامپ بتن باید بین ۱۷۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر انتخاب شود. سرلوله ترمی همواره باید به میزان ۶۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر در داخل بتن ریخته شده قرار گیرد.

ب - بتن ریزی با پمپ: برای بتن ریزی با پمپ، باید طرح اختلاط بتن چنان انتخاب شود که نسبت آب به سیمان کمترین مقدار ممکن را داشته و مقدار آن از ۰/۶ تجاوز ننماید. مقدار سیمان باید نسبتاً زیاد باشد (در محدوده ۳۵۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم در متر مکعب) تا چسبندگی کافی بتن تأمین شود و خطر شسته شدن سیمان از بین برود. به منظور افزایش کارایی بتن می‌توان از سنگدانه‌های گردگوشه استفاده نمود. استفاده از دانه‌بندی پیوسته با حداکثر اندازه ۳۸ میلی‌متر و همچنین مقدار کافی ریزدانه ضروری است. چنانچه سنگدانه‌ها حاوی مقدار کافی ریزدانه نباشد می‌توان با افزودن مواد ریز، چسبندگی کافی را در بتن ایجاد نمود. بتنی که پمپ می‌شود باید تا حدی روان تر باشد تا از مسدود شدن لوله‌ها جلوگیری شود. به منظور آن که نسبت آب به سیمان از حد مجاز بالاتر نرود باید برای تأمین روانی از مواد افزودنی مناسب نظیر فوق روان کننده‌ها یا مواد افزودنی آب نگهدار استفاده شود. جز در مواردی که افزونه‌های ویژه مصرف می‌شود باید از سقوط آزاد بتن به داخل آب جلوگیری کرد تا پدیده جداشدگی ذرات رخ ندهد. بتن ریزی در زیر آب می‌تواند با روش پیش‌آکنده نیز با رعایت ضوابط مربوطه انجام شود.

روش اجرا

الف - هنگام بتن ریزی باید اختلاف فشار هیدرولیکی داخل و خارج قالب از بین رفته و سطح آب در داخل و خارج قالب در یک تراز باشد.

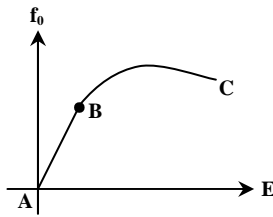
ب - در موقع بتن ریزی با قیف و لوله باید همیشه انتهای تحتانی لوله حداقل به طول ۱ تا ۱/۵ متر داخل بتن باشد به طوری که آب نتواند از پایین وارد لوله شود. برای این منظور باید به تدریج با پر شدن لوله آن را بالا کشید.

پ - باید از ایجاد سطوح افقی که لایه‌های مختلف بتن را از یکدیگر جدا می‌کنند اجتناب شود.

ت - وقتی سطح بتن به حد فوقانی مورد نظر رسید، باید آن قسمت از بتن که با مواد بیرونی در آمیخته و دانه‌های شن و ماسه و شیره بتن از هم جدا شده، جمع‌آوری و بیرون ریخته شود. این کار باید تا رسیدن به بتن خمیری سالم ادامه یابد.

تست‌های طبقه بندی شده فصل اول

(سراسری ۸۲)



۱- با توجه به شکل روبرو، شاخه BC در سازه‌های بتنی، چه نامیده می‌شود؟

- (۱) افت
- (۲) خزش
- (۳) ناحیه الاستیک
- (۴) ناحیه پلاستیک

(سراسری ۸۸)

۲- برای تقلیل زمان قالب برداری در یک سقف بتن آرمه کدام یک از سیمان‌های پرتلند مناسب می‌باشد؟

- (۱) نوع ۲
- (۲) نوع ۳
- (۳) نوع ۴
- (۴) نوع ۵

(مؤلف)

۳- ویبره زدن به بتن یا تراکم به منظور می‌باشد.

- (۱) انتقال دادن بتن به داخل قالب
- (۲) حرکت دادن بتن داخل قالب
- (۳) خروج حباب‌های هوا
- (۴) ۳ و ۲

(مؤلف)

۴- استفاده از بتن مخلوط شده پس از گیرش اولیه برای بتن‌ریزی

- (۱) مجاز نیست
- (۲) مجاز است
- (۳) در صورت ویبره مجدد مجاز است
- (۴) در صورت عمل آوردن مجاز است

(مؤلف)

۵- استفاده از ویبراتور دستی در کدام اعضای بتنی مجاز است؟

- (۱) دیوارها و ستون‌ها
- (۲) تیرها و پی‌ها
- (۳) دال‌ها
- (۴) ۱ و ۲

(مؤلف)

۶- در گارگاه‌های بتنی پیش ساخته و آزمایشگاه‌های بتن بیشتر کدام ویبراتور کاربرد دارد؟

- (۱) سطحی
- (۲) میزی
- (۳) شلنگی
- (۴) لرزاننده قالب

(مؤلف)

۷- در چه صورتی از لرزاننده‌های خارجی (یا قالب) استفاده می‌گردد؟

- (۱) اجزای پیش ساخته بتنی
- (۲) در بتن‌های سفت و پر آرماتور
- (۳) سازه‌های بسیار نازک بتنی
- (۴) ۲ و ۳

(مؤلف)

۸- برای تراکم بتن کف، دالهای بدون آرماتور و سطوح شیبدار از کدام متراکم کننده استفاده می‌شود؟

- (۱) و لرزاننده میزی
- (۲) ویبراتور سطحی (کمپکتور)
- (۳) لرزاننده خارجی
- (۴) ویبراتور شلنگی

(مؤلف)

۹- بیشترین و کمترین مقاومت بتن در برابر کدام نیروها است؟

- (۱) کشش - فشار
- (۲) فشار - کشش
- (۳) فشار - برش
- (۴) برش - کشش

(مؤلف)

۱۰- حداکثر زمان حمل بتن توسط کامیون با جام ثابت چند دقیقه است؟

- (۱) ۹۰
- (۲) ۵۰
- (۳) ۴۵
- (۴) ۶۰

(مؤلف)

۱۱- هر چه دمای مجاور سطح بتن افزایش یابد زمان باز کردن قالب‌ها

- (۱) کمتر می‌شود
- (۲) زیادتر می‌شود
- (۳) تغییر نمی‌کند
- (۴) بستگی به نوع قالب دارد

(مؤلف)

۱۲- کدامیک از مراحل عمل آوری است؟

- (۱) مراقبت
- (۲) پروراندن
- (۳) محافظت
- (۴) همه موارد

(مؤلف)

۱۳- به جلوگیری از اثر عوامل بیرونی نظیر باد، شسته شدن، سرما و گرما و روی بتن چه می‌گویند؟

- (۱) مراقبت از بتن
- (۲) پروراندن بتن
- (۳) محافظت از بتن
- (۴) ۲ و ۱

(مؤلف)

۱۴- سرعت بخشیدن به گیرش بتن توسط حرارت را چه می‌گویند؟

- (۱) محافظت
- (۲) پروراندن بتن
- (۳) مراقبت از بتن
- (۴) ۲ و ۱

(مؤلف)

۱۵- استفاده از ناپلون یا کاغذهای ضد آب روی سطح بتن کدامیک از موارد زیر را مساعدت می‌کند؟

- (۱) محافظت
- (۲) پروراندن
- (۳) مراقبت
- (۴) همه موارد

(مؤلف)

۱۶- استفاده از پوشش خیس اشباع شده روی سطح بتن به کدامیک از موارد زیر کمک می‌کند؟

- (۱) محافظت
- (۲) پروراندن
- (۳) مراقبت
- (۴) همه موارد

- کله ۱۷- حداکثر ارتفاع بتن ریزی در ستون‌ها به دلیل نباید از تجاوز کند. (مؤلف)
- (۱) جلوگیری از خروج شیره بتن - ۱/۵
(۲) جلوگیری از جدا شدن ذرات بتن - ۱/۵
(۳) جلوگیری از خروج شیره بتن - ۱/۲
(۴) جلوگیری از جدا شدن ذرات بتن - ۱/۲
- کله ۱۸- چند درصد حجم بتن را سنگدانه تشکیل می‌دهد؟ (مؤلف)
- (۱) ۵۰
(۲) ۶۵
(۳) ۷۵
(۴) ۸۰
- کله ۱۹- تراکم بتن کدام است؟ (مؤلف)
- (۱) یکنواختی بتن
(۲) تراز کردن سطح نهایی بتن
(۳) خروج آب اضافی
(۴) خروج هوای محبوس در بتن
- کله ۲۰- از کدام مواد مضاف برای بتن ریزی در هوای گرم و خشک استفاده می‌شود؟ (مؤلف)
- (۱) زودگیر کننده‌ها
(۲) کندگیر کننده‌ها
(۳) ضد یخ
(۴) روان کننده‌ها
- کله ۲۱- در روش بتن پس تنیده میلگردها بتن ریزی در روش بتن پیش تنیده میلگردها از بتن ریزی کشیده می‌شوند. (مؤلف)
- (۱) قبل از - قبل از
(۲) قبل از - بعد از
(۳) بعد از - قبل از
(۴) بعد از - بعد از
- کله ۲۲- در هوای سرد کمترین درجه حرارت بتن جهت بتن ریزی کدام است؟ (مؤلف)
- (۱) صفر
(۲) +۵
(۳) ۱۰
(۴) -۵
- کله ۲۳- حداکثر ارتفاع بتن ریزی در ستون‌ها چقدر است؟ (مؤلف)
- (۱) ۰/۶m
(۲) ۰/۹m
(۳) ۱m
(۴) ۱/۲m
- کله ۲۴- حداکثر زمان حمل بتن توسط تراکم‌میکسر کدام است؟ (مؤلف)
- (۱) ۶۰ دقیقه
(۲) ۹۰ دقیقه
(۳) ۴۵ دقیقه
(۴) ۱۲۰ دقیقه
- کله ۲۵- حداقل دمای اجزای بتن در هنگام بتن ریزی چقدر است؟ (مؤلف)
- (۱) +۲
(۲) ۰
(۳) +۵
(۴) -۵
- کله ۲۶- برای بتن ریزی زیر آب از استفاده می‌شود. (مؤلف)
- (۱) شاتکریت
(۲) ترمی
(۳) پمپ بتن
(۴) ۲ و ۳

پاسخنامه تست‌های طبقه‌بندی شده فصل اول

- ۱- گزینه «۴» در نمودار نشان داده شده ناحیه AB ناحیه خطی یا الاستیک (ارتجاعی) است و ناحیه BC ناحیه پلاستیک غیرخطی است در این ناحیه به ازای تنش‌های کم کرنش‌های زیادی رخ می‌دهد و نیز کرنش‌ها برگشت‌ناپذیر هستند.
- ۲- گزینه «۲» استفاده از سیمان تیپ III (زودگیر و زودسخت شونده) برای قالب‌برداری سریع مناسب است.
- ۳- گزینه «۳» و بیره‌زدن به منظور خروج هوای بتن و به حرکت درآوردن ذرات آن است نه به حرکت در آوردن بتن در قالب به معنای انتقال آن.
- ۴- گزینه «۱» استفاده از بتن مخلوط شده پس از گیرش اولیه به منظور بتن‌ریزی مجار نیست.
- ۵- گزینه «۴» استفاده از ویراتورهای دستی یا شلنگی برای ویره‌زدن دیوارها ستون‌ها تیرها و پی مجاز است اما استفاده از آن در دال‌ها مجاز نیست.
- ۶- گزینه «۲» ویراتور میزی در زیر قطعات بتنی کار گذاشته نمی‌شود و در آزمایشگاه بتن کاربرد دارد.
- ۷- گزینه «۴» لرزاننده‌های خارجی یا ویراتور قالب برای تراکم بتن سازه‌های نازک بتنی و در بتن‌های سفت و پر آرماتور کاربرد دارد.
- ۸- گزینه «۲» از کمپکتورهای سطحی و ویراتور سطحی یا شمشه‌های ارتعاشی برای تراکم بتن کف دال‌های بدون آرماتور استفاده می‌شود.
- ۹- گزینه «۳» کمترین مقاومت بتن در برابر نیروهای و بیشترین آن در برابر نیروی فشاری است.
- ۱۰- گزینه «۳» زمان حمل بتن با کمپرسی با جام ثابت نباید از ۴۵ دقیقه تجاوز کند.
- ۱۱- گزینه «۱» با افزایش دمای مجاور سطح بتن عمل‌گیرش زودتر اتفاق می‌افتد و زمان باز کردن قالب‌ها کاهش می‌یابد.
- ۱۲- گزینه «۴» مراقبت و محافظت و پروراندن مراحل عمل‌آوری بتن است. مراقبت به مجموعه تدابیری گفته می‌شود که باعث شود سیمان موجود در بتن به مدت کافی مرطوب بماند به طوری که حداکثر میزان آگیری آن، چه در لایه‌های سطحی دانه‌ها و چه در حجم آنها میسر باشد. محافظت به مجموعه تدابیری اطلاق می‌شود که به موجب آن‌ها از اثر نامطلوب عوامل بیرونی مانند شسته شدن به وسیله باران یا آب جاری، اثر بادهای گرم و خشک، سرد شدن سریع یا یخبندان، لرزش و ضربه خوردن بتن جوان جلوگیری شود. منظور از پروراندن بتن سرعت بخشیدن به گرفتن و سخت شدن آن به کمک حرارت است.
- ۱۳- گزینه «۳» محافظت به مجموعه تدابیری گفته می‌شود که از اثر عوامل نامطلوب بیرونی روی بتن جلوگیری شود.
- ۱۴- گزینه «۲» به سرعت بخشیدن به گیرش بتن توسط حرارت یا بخار آب پروراندن بتن می‌گویند.
- ۱۵- گزینه «۱» استفاده از نایلون یا کاغذهای ضد آب که جلوگیری از عوامل بیرونی می‌کند محافظت محسوب می‌شود.
- ۱۶- گزینه «۳» استفاده از پوشش خیس اشباع موجب مراقبت از بتن است.
- ۱۷- گزینه «۴» حداکثر ارتفاع بتن‌ریزی در ستون‌ها به دلیل جلوگیری از جدا شدن ذرات بتن $1/2m$ است.
- ۱۸- گزینه «۳» $3/4$ یا $75/100$ حجم بتن را سنگدانه‌ها تشکیل می‌دهند.
- ۱۹- گزینه «۴» به خروج هوای محبوس بتن توسط ویره زدن (لرزاندن) تراکم گفته می‌شود.
- ۲۰- گزینه «۲» مواد کندگیر کننده برای بتن‌ریزی در هوای گرم استفاده می‌شوند این مواد شامل شکر - آرد - نشاسته و ... می‌باشد.

۲۱- گزینه «۳» در روش بتن پس تنیده میلگردها بعد از بتن ریزی و در روش بتن پیش تنیده میلگردها پیش از بتن ریزی کشیده می شوند.

_____ ◆ ◆ ◆ ◆ _____

۲۲- گزینه «۲» حداقل دمای محیط بتن ریزی $+5^{\circ}\text{C}$ است.

_____ ◆ ◆ ◆ ◆ _____

۲۳- گزینه «۴» حداکثر ارتفاع بتن ریزی در ستون ها $1/2\text{m}$ می باشد.

_____ ◆ ◆ ◆ ◆ _____

۲۴- گزینه «۲» تراکم میکسر در زمان حداکثر 90° دقیقه می تواند بتن را حمل نماید.

_____ ◆ ◆ ◆ ◆ _____

۲۵- گزینه «۳» حداقل دمای اجزای بتن در هنگام بتن ریزی $+5^{\circ}\text{C}$ است.

_____ ◆ ◆ ◆ ◆ _____

۲۶- گزینه «۲» از ترمی برای بتن ریزی زیر آب استفاده می شود.

_____ ◆ ◆ ◆ ◆ _____

آزمون فصل اول

- کله ۱- زمان نگهداری و ببراتور شلنگی در بتن حدوداً چقدر است؟
- (۱) نیم دقیقه (۲) ۱ دقیقه (۳) ۱/۵ دقیقه (۴) ۲ دقیقه
- کله ۲- زمان و بیره زدن با لرزاننده‌های قالب حدوداً چقدر است؟
- (۱) نیم دقیقه (۲) ۱ دقیقه (۳) ۱ تا ۳ دقیقه (۴) کمتر از نیم دقیقه
- کله ۳- حداکثر زمان حمل بتن با ریل چند دقیقه است؟
- (۱) نیم ساعت (۲) ۱ ساعت (۳) ۴۵ دقیقه (۴) $\frac{1}{2}$ و ۱ ساعت
- کله ۴- استفاده از کدام وسیله حمل بتن فقط در مسیرهای افقی مجاز است؟
- (۱) پمپ بتن (۲) فرغون (۳) تراک جام ثابت (۴) ۲ و ۳
- کله ۵- در هنگام استفاده از لوله برای انتقال بتن اسلامپ بتن باید حدوداً چقدر باشد؟
- (۱) ۶/۵ تا ۷/۵ (۲) ۷/۵ تا ۱۵ (۳) ۷/۵ تا ۱۰ (۴) ۵ تا ۷
- کله ۶- عبور و مرور از روی بتن تازه ریخته شده تا چند ساعت پس از بتن‌ریزی مجاز نیست؟
- (۱) ۶ ساعت (۲) ۱ ساعت (۳) ۲۴ ساعت (۴) ۴۸ ساعت
- کله ۷- حداکثر فاصله مجاز ریختن بتن در قالب چقدر است؟
- (۱) ۱m (۲) ۰/۵m (۳) ۰/۷۵m (۴) ۱/۲ m
- کله ۸- فاصله نقاط فرو بردن میله و ببراتور در بتن حداکثر چقدر است؟
- (۱) ۱m (۲) ۰/۵m (۳) ۰/۷۵m (۴) ۱/۲m
- کله ۹- حداکثر ضخامت هر لایه بتن در پی کدام است؟
- (۱) ۵۰cm (۲) ۲۵cm (۳) ۳۰cm (۴) ۴۰cm
- کله ۱۰- حداکثر دمای بتن در حین ریختن بتن کدام است؟
- (۱) ۳۸ (۲) ۳۲ (۳) ۲۸ (۴) ۴۰