

**مقدمه**

قالب بندی فونداسیون چیست؟ اجزای قالب بندی چوبی فونداسیون چه چیزهایی است؟ در هنگام بتن ریزی فونداسیون چه نکاتی را باید رعایت کنیم؟
پیش تر در مقاله [میلگردگذاری فونداسیون](#) با انواع پی، عملکرد و وظیفه پی و همچنین نحوه محاسبه و اجرای آرماتورگذاری آشنا شدیم؛ این بار در این مقاله قصد داریم الزامات و نکات اجرایی موجود در بحث قالب بندی و بتن ریزی فونداسیون، انواع قالب بندی فونداسیون، مزایا و معایب هر یک از قالب ها را به صورت دقیق، مستدل و علمی مورد بررسی قرار داده و نکات آیین نامه ای آن را بیان کنیم.

توجه: دیگر نکات اجرای فونداسیون، مانند آرماتوربندی و اجرای بیس پلیت در ایبوک [اجرای فونداسیون](#) بررسی شده است.

نام مقاله: قالب بندی فونداسیون؛ الزامات و نکات قالب بندی و بتن ریزی در اجرای فونداسیون
نویسنده: مهندس عالیہ لیبب
ناظر علمی: عبدالله صفایی
ناشر: سبز سازه
نسخه: شهریور ماه ۱۴۰۰



نشانی دفتر مرکزی: تهران، خیابان مطهری، خیابان ملایری پور غربی،
پلاک ۱۰۲، طبقه ۵، واحد ۱۳

نشانی دفتر آموزش: بیرجند، پاسداران ۳۵، بلوک ۲، واحد ۸

تلفن: ۰۵۶۳۲۰۴۴۴۴۰

کد پستی: ۹۷۳۵۱۱۴۸۸۴

پرسش و پاسخ درباره این کتاب:

<https://sabzsaze.com/foundation-concreting>

حق چاپ و نشر محفوظ و مخصوص ناشر می باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب بدون ذکر نام سبزسازه ممنوع بوده، شرعا حرام است و پیگرد قانونی دارد.



فهرست مطالب

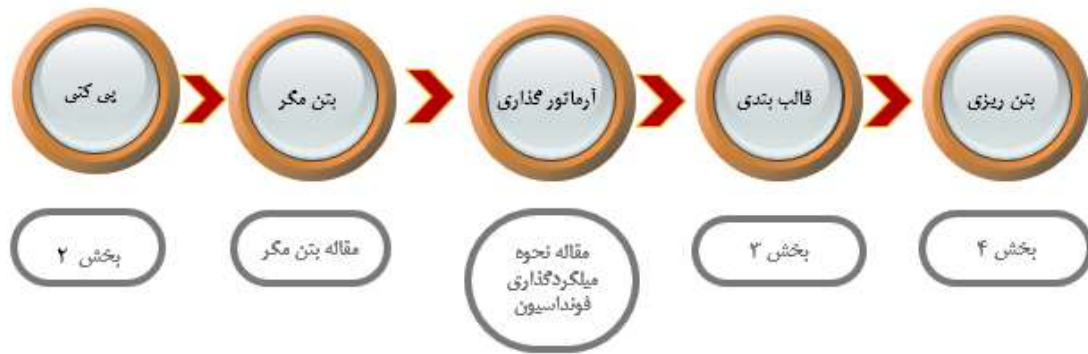
صفحه

۱	مراحل اجرای فونداسیون	۳
۲	پی کنی	۳
۳	قالب بندی	۳
۱.۳	کلیات	۴
۲.۳	رواداری ها	۵
۳.۳	مصالح	۶
۴.۳	اجرای قالب	۱۰
۵.۳	قالبرداری	۱۰
۴	بتن ریزی	۱۱
۱.۴	اختلاط بتن	۱۲
۲.۴	زمان بتن ریزی	۱۳
۳.۴	انتقال بتن	۱۳
۴.۴	آماده سازی محل بتن ریزی	۱۴
۵.۴	بتن ریزی پی	۱۵
۶.۴	نمونه برداری و آزمایش بتن	۱۶
۷.۴	کاور بتن	۱۶
۸.۴	تراکم و پرداخت	۱۹
۱.۸.۴	تراکم	۱۹
۲.۸.۴	پرداخت	۱۹
۵	نکات ایمنی	۲۰
۶	نتیجه گیری	۲۱



۱ مراحل اجرای فونداسیون

فونداسیون‌ها از مهم‌ترین اجزای ساختمان‌ها محسوب می‌شود که بار کل ساختمان را در ابتدا تحمل و سپس به یک بستر سنگی یا خاکی منتقل می‌کند. فونداسیون‌ها وظیفه پایداری و حفظ انسجام ساختمان را در برابر تغییر شکل‌های غیرهمساز خواهند داشت. از این رو چنانچه خسارتی به این بخش از سازه وارد شود، باعث بروز خسارت‌های شدیدی به ساختمان خواهد شد. بنابراین در اجرای فونداسیون‌ها بایستی دقت کافی به خرج داده شود تا تمامی ضوابط آیین‌نامه‌ها مدنظر قرار گیرد. اجرای فونداسیون در هر سازه‌ای نیازمند اجرای مراحل زیر می‌باشد:



۲ پی‌کنی

طبق بند (۳-۲-۵) نشریه ۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، پی‌کنی به شرح زیر تعریف می‌شود:

منظور از پی‌کنی و گودبرداری انجام عملیات خاکی برای کندن محل پی ساختمانها و دیوارهای حایل، لوله‌ها، پایه پلها در محوطه ساختمانها و نظایر آن با دست یا ماشین‌آلات مناسب طبق رقومهای خواسته شده در نقشه‌ها و دستورالعملهای دستگاه نظارت است. پی‌کنی محل ساختمانها در دیوار قائم، محدود به سطوح خارجی پی‌ها و در سطوح افقی محدود بین رقوم زیرین بستر پی و رقوم زمین طبیعی، زمین تسطیح شده یا محلهای خاکریزی شده است.

۳ قالب بندی

در این قسمت به کلیات و اجرای قالب‌بندی فونداسیون می‌پردازیم. همچنین انواع قالب‌ها با توجه به جنس آن‌ها معرفی شده و مزایا و معایب هر یک از این قالب‌ها بیان می‌شود.

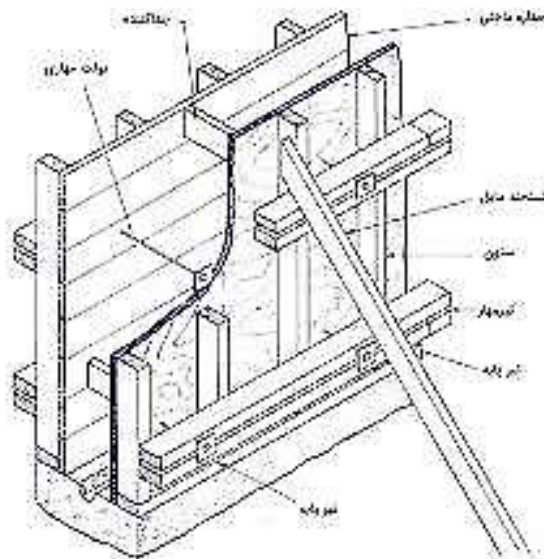


۱.۳ کلیات

تعریف قالب و قالب بندی طبق نشریه ۵۵ بند (۱-۱-۶)، به شرح زیر می باشد. در تصویر (۱) شکل شماتیک اجزای قالب بندی آورده شده است.

قالب باید بتن را در شکل مورد نظر و در محدوده رواداری های مجاز نگاه داشته، نمای دلخواه را به سطح بتن بدهد و وزن بتن را تا هنگام سخت شدن و کسب مقاومت کافی تحمل نماید.

سیستم قالب بندی شامل قالب، پشت بندها، وادارها، داربست بندی، قطعات اتصال و نظایر آنها می باشد.



شکل ۱: اجزای قالب بندی چوبی

طبق نشریه ۵۵ بند (۱-۱-۶)، قالب بندی با اهداف زیر اجرا می شود:

همچنین قالب باید بتن را در مقابل صدمات مکانیکی حفظ کرده، از کم شدن رطوبت بتن و نشت شیره آن جلوگیری نماید، در مقابل سرما و گرمای محیط عایقی مناسب باشد، میلگردها و سایر اجزا و قطعاتی را که در داخل بتن قرار می گیرند در محل مورد نظر نگاه داشته، در برابر نیروهای ناشی از لرزاندن و مرتعش ساختن بتن مقاومت نماید و از بتن، بدون آسیب رساندن به آن، جدا گردد.

قالبها باید چنان ساخته شوند که با رعایت رواداریهای مجاز عضو و قطعه بتنی، مطابق نقشه های اجرایی ریخته شود.



طبق بند (۲-۱-۱۰-۲۲-۹) مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۹۹، برای سازه‌های خاص و پیچیده و یا سایر مواردی که تهیه نقشه قالب ضرورت داشته باشد، این نقشه‌ها توسط طراح تهیه و به پیمانکار ابلاغ می‌شود. در طراحی قالب‌ها باید الزامات زیر مورد توجه قرار گیرند.

روش بتن ریزی

آهنگ تداوم بتن ریزی

بارهای حین ساخت، شامل نیروهای افقی، قائم و ضربه ای

آسیب نرساندن به اجزای ساخته شده ی قبلی

۲.۳ رواداری ها

رواداری‌ها را باید تا حد امکان و تا جایی که اهداف پیش‌بینی شده برای کل ساختمان و ظرفیت باربری ساختمان یا هر قسمت از آن در حدی غیرقابل قبول مخدوش نشود؛ بزرگ اختیار کرد. رواداری‌ها عمدتاً توسط طراح در نقشه‌های قالب‌بندی تعیین می‌شود؛ چنانچه رواداری‌ها در طرح مشخص نشده باشند، طبق نشریه ۵۵ بند (۳-۳-۶) و بند (۲-۵-۹) آیین‌نامه بتن ایران، ارقام مندرج در جدول زیر ملاک عمل قرار می‌گیرد:



رواداری		شرح		رده
۶ میلی متر و در هر ۳ متر طول	حداکثر ۲۵ میلی متر در کل طول	در لبه و سطح ستون ها، پایه -	الف	۱
۶ میلی متر در هر ۳ متر طول		ها، دیوارها، نبش ها و کنج ها		
۶ میلی متر در هر ۳ متر طول	حداکثر ۱۲ میلی متر در کل طول	برای گوشه نمایان ستون ها،	ب	۲
۶ میلی متر در هر ۳ متر طول		درزه های کنترل، شیارها و دیگر خطوط برجسته نمایان و مهم		
۶ میلی متر در هر ۳ متر طول	۹ میلی متر در هر چشمه یا هر ۶ متر طول	در سطح زیرین دال ها، سطح	الف	۳
۶ میلی متر در هر ۳ متر طول		زیرین تیرها، نبش ها و کنج ها قبل از برچیدن حایل ها		
۶ میلی متر در هر ۳ متر طول	حداکثر ۱۲ میلی متر در کل طول	در نعل درگاه ها، زیرسری ها،	ب	۴
۶ میلی متر در هر ۳ متر طول		جان پناه های نمایان شیارهای افقی و دیگر خطوط برجسته نمایان و مهم		
۱۲ میلی متر	۱۲ میلی متر	در هر چشمه	الف	۵
۱۲ میلی متر		در هر ۶ متر طول		
۲۵ میلی متر		حداکثر در کل طول		
۶ ± میلی متر		انحراف از اندازه و موقعیت بازشوه های واقع در کف و دیوار و غلاف ها		
	نقصانی	در جهت نقصانی	الف	۶
	اضافی	در جهت اضافی	ب	
۱۲ میلی متر		اختلاف اندازه های در پلان	الف	۷
۵۰ میلی متر		جابه جایی یا خروج از مرکز	ب	
دو درصد عرض شالوده در امتداد طول مورد نظر مشروط بر آنکه بیش از ۵۰ میلی متر نباشد		شالوده ها		
کاهش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده ۵ درصد		ضخامت	پ	۸
افزایش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده محدودیتی ندارد				
۱/۵ ± میلی متر	ارتفاع پله	در تعداد معدودی پله	الف	۹
۳ ± میلی متر	کف پله	در پله های متوالی	ب	

۳.۳ مصالح

مصالح مورد استفاده در قالب بندی با توجه به ملاحظات اقتصادی، ایمنی و سطح تمام شده مورد انتظار انتخاب می شود. نوع مصالح مورد استفاده برای قالب بندی باید مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد.



شکل ۲: جنس مصالح قالببندی

مصالح فولادی

نکته قابل توجه در قالببندی فولادی، روغن کاری قالبها قبل از بتن ریزی می باشد؛ روغن با ایجاد یک لایه با خاصیت دفع آب در سطح قالب از چسبیدن قالب به سطح بتن جلوگیری کرده و همچنین باعث سهولت در جدا سازی قالبها از بتن، سهولت در تمیز کاری و جلوگیری از زنگ زدن قالبها نیز می شود. در شکل (۱) تصویری از قالببندی فلزی آورده شده است.

مزایای قالب فولادی:





شکل ۳: قالب بندی پی با مصالح فلزی

مصالح آلومینیومی

طبق بند (ت-۹-۳) آیین نامه بتن ایران، استفاده از آلومینیوم در سطوح تماس با بتن، به ویژه در صفحات رویه ممنوع است، زیرا با آهک موجود در بتن ترکیب شده و گاز هیدروژن تولید می کند و موجب چسبندگی سطح بتن به قالب شده و نمای نامطلوبی را به وجود می آورد.

مصالح چوبی

طبق بند (۲-۲-۶) نشریه ۵۵، مشخصات چوب مصرفی به عنوان قالب به شرح ذیل می باشد:

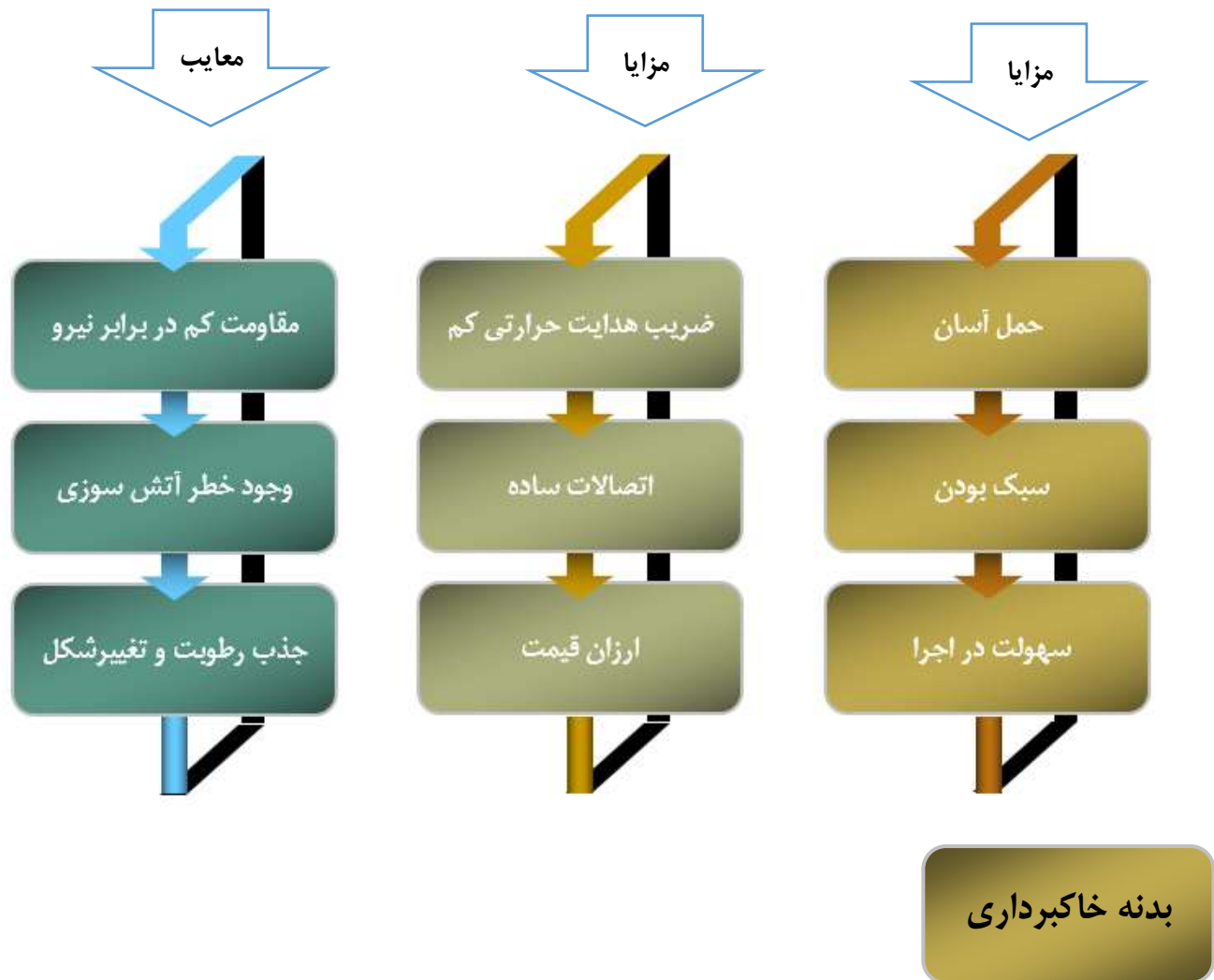
چوب مورد مصرف در قالب، باید صاف، بدون پیچ و تاب، سالم و بدون گره از نوع صمغ دار باشد. چنانچه ضخامت تخته در بدنه قالب، روی نقشه ها مشخص نشده باشد، حداقل ضخامت برای قالب سطوح زیرین، ۳ سانتیمتر و برای قالب سطوح قائم، ۲/۵ سانتیمتر خواهد بود.



شکل ۴: قالب بندی پی با مصالح چوبی



مزایا و معایب قالب بندی چوبی به شرح ذیل می باشد:



طبق بند (۳-۲-۵) نشریه ۵۵، می توان از جداره خاکبرداری به عنوان قالب استفاده نمود؛ فقط باید قبل از بتن ریزی برای جلوگیری از جذب شیره بتن بر روی سطح کار نایلون کشیده شود.

پی کنی و گودبرداری در محلهایی که در آن پی سازی پیش بینی شده، در صورت تأیید دستگاه نظارت می تواند طوری صورت گیرد که تا حد امکان به قالب بندی نیاز نبوده و بتوان از جبهه خاکبرداری شده با استفاده از پلاستیک یا روشهای مشابه تأیید شده استفاده نمود. در صورتی که نتوان از جبهه خاکبرداری شده برای اجرای کارهای بتنی استفاده نمود و بستن قالب اجتناب ناپذیر باشد، می توان با تأیید دستگاه نظارت به میزان مورد نیاز و حداکثر تا ۷۰ سانتیمتر در پایین ترین نقطه به ابعاد پی کنی اضافه نمود.

مصالح بنایی



قالب بندی پی با مصالح بنایی نوعی قالب بندی ماندگار می باشد که پس از بتن ریزی مصالح در جای خود باقی می ماند. در صورت استفاده از مصالح بنایی به عنوان قالب باید شرایطی فراهم شود که از جذب آب بتن توسط مصالح بنایی که موجب کاهش کیفیت و مقاومت بتن می گردد؛ جلوگیری شود. بدین منظور باید به نکات زیر توجه شود:

- ✓ نصب یک لایه ورق نایلونی بر روی دیوار قبل از بتن ریزی
- ✓ اجرای ملات ماسه سیمان بر روی سطوح قالب
- ✓ آب پاشی بر روی مصالح بنایی (این روش نسبت به دو روش بالا تأثیر کمتری دارد و باید توجه نمود که آب درون قالب جمع نشود).



شکل ۵: قالب بندی پی با مصالح بنایی

۴.۳ اجرای قالب

- با توجه به نشریه ۵۵ بند (۱-۳-۶) و آیین نامه بتن ایران بند (۱-۵-۹)، در اجرای قالب باید به نکات زیر توجه کرد:
- (۱) تعبیه قالب برای اعضای بتنی با سطح فوقانی با شیب بیشتر از ۱:۱ الزامی است.
 - (۲) پیش از آرماتوربندی باید تا حد امکان رویه قالبها را نصب کرده و روی قالبها را بدون آلوده کردن آرماتورها با مواد رهاساز (روغن) اندود کرد.
 - (۳) قطعات رویه قالبها را می باید به گونه ای در کنار هم قرار داده و جفت کرد که هدر رفتن شیره بتن ممکن نباشد.
 - (۴) قالبها باید از هر نوع آلودگی، ملاتها، مواد خارجی و نظایر آنها عاری باشند و بیش از هر بار مصرف با مواد رهاساز پوشانیده شوند. این مواد را باید چنان به کاربرد که بدون آلوده شدن آرماتورها، روی سطوح قالب لایه ای یکنواخت و نازک به وجود آید.
 - (۵) در مواردی که دسترسی به کف قالبها دشوار یا غیرممکن باشد، باید به تعبیه دریچه های بازدید و کفشوی قالب امکان تمیز کردن قالب پیش از بتن ریزی را فراهم کرد.
 - (۶) در صورتی که کیفیت سطح تمام شده، اهمیتی خاص داشته، نباید از قطعات قالب صدمه دیده در مراحل قبل استفاده کرد.
 - (۷) مجموعه قالب بندی باید در تمامی مراحل پیش از بتن ریزی، ضمن و پس از آن به دقت زیر نظر باشد و به منظور حفظ مجموعه در محدوده ی رواداری تعیین شده تنظیم شود.

۵.۳ قالب برداری

طبق نشریه ۵۵، بند (۵-۳-۶) و (۶-۳-۶) باید نکات اجرایی زیر در هنگام برداشتن قالب رعایت شود:



قالب برداری

زمان قالب برداری

دمای مجاور سطح بتن (درجه سلسیوس)				شرح	نوع قالب بندی
۰	۸	۱۶	۲۴ و بیشتر		
۳۰	۱۸	۱۲	۹	قالب های قائم، ساعت	
۱۰	۶	۴	۳	قالب زیرین، شبانه روز	دالها
۲۵	۱۵	۱۰	۷	پایه های اطراف، شبانه روز	
۲۵	۱۵	۱۰	۷	قالب زیرین، شبانه روز	تورها
۳۶	۲۱	۱۴	۱۰	پایه های اطراف، شبانه روز	

نحوه قالب برداری

- (۱) قالب را باید هنگامی برداشت که بتن بتواند تنش های موثر را تحمل کند و تغییر شکل آن از تغییر شکل های پیش بینی شده تجاوز نکند.
- (۲) قالب های باربر نباید قبل از آنکه اعضا و قطعات بتنی مقاومت کافی را برای تحمل وزن خود و بارهای وارد کسب کنند، برچیده شوند.
- (۳) عملیات قالب برداری باید گام به گام، بدون اعمال ضربه و نیرو طوری صورت گیرد که اعضا و قطعات بتنی تحت اثر بارهای ناگهانی قرار نگیرند، بتن صدمه نبیند و ایمنی و قابلیت بهره برداری قطعات مخدوش نشود.
- (۴) در صورتی که قالب برداری پیش از پایان دوره مراقبت بتن انجام پذیرد، باید تدابیری برای مراقبت پس از قالب برداری اتخاذ کرد.

۴ بتن ریزی

بتن ریزی فوندا سیون پس از اتمام مرحله آرماتوربندی و قالب بندی پی انجام می شود. برای آشنایی با نحوه آرماتوربندی فوندا سیون می توانید به مقاله [میلگرد گذاری فوندا سیون؛ نحوه محاسبه میلگرد فوندا سیون در نرم افزار \(آپدیت ۱۴۰۰\)](#) مراجعه کنید. مراحل تهیه و اجرای بتن به شرح ذیل می باشد:

طرح اختلاط

اختلاط بتن

انتقال بتن

آماده سازی محل

بتن ریزی

نمونه برداری و
آزمایش

کاور بتن

تراکم و پرداخت

عمل اوری



مراحل عمل آوری و طرح اختلاط در مقالات گذشته سبز سازه به طور کامل تشریح شده است.

۱.۴ اختلاط بتن

در بند (۴-۳-۷) آیین نامه بتن ایران، نکات مربوط به اختلاط بتن آورده شده است؛ که به شرح ذیل می باشد:

- (۱) مصالح تشکیل دهنده بتن باید به طور کامل مخلوط شوند تا بتن یکنواخت و همگنی به دست آید.
- (۲) عملکرد مخلوط کن باید به نحوی باشد که در مدت زمان اختلاط مورد نظر، حداکثر تغییرات در چگالی بتن، مقدار درشت دانه، مقاومت فشاری، حباب هوا و اسلامپ بتن در قسمت های مختلف بتن مطابق جدول زیر باشد.

جدول ۷-۲ الزامات کارآمدی مخلوط کن ها در تولید مخلوط همگن

موضوع	حداکثر مجاز تغییرات، درصد (۱)
چگالی بتن	۱٫۰
مقدار درشت دانه	۶٫۰
میانگین مقاومت فشاری سه آزمون ۷ روزه	۷٫۵
مقدار حباب هوا	۲٫۰
مقدار اسلامپ	۲٫۰

۱- مقدار اختلاف بین نتیجه دو نمونه (میانگین سه آزمون از هر یک) گرفته شده از حدود ۱۵٪ و ۸۵٪ بتن تخلیه شده از مخلوط کن تعیین می شود. این اختلاف بر مقدار متوسط نتیجه دو نمونه تقسیم شده و به صورت درصد ارایه می شود.

- (۳) حجم بتنی در کامیون مخلوط کن ساخته می شود؛ نباید بیش از دوسوم ظرفیت اسمی دیگ آن باشد. حجم بتنی که داخل کامیون مخلوط کن حمل می شود؛ نباید از ۸۰ درصد ظرفیت اسمی دیگ آن تجاوز کند.
- (۴) حداقل زمان اختلاط بتن باید به نحوی باشد که مخلوط همگن حاصل شود. این زمان نباید کمتر از ۱/۵ دقیقه برای مخلوط کن های گرانشی (به جز کامیون مخلوط کن) و ۱ دقیقه برای مخلوط کن های با ظرفیت ۰/۷۵ مترمکعب در نظر گرفته می شود. برای هر ۰/۷۵ مترمکعب اضافی، ۱۵ ثانیه اضافه می شود. در مواردی که از کامیون مخلوط کن برای مخلوط کردن استفاده می شود، باید ۷۰ الی ۱۰۰ دور مطابق با سرعت تعیین شده توسط کارخانه سازنده بچرخد تا الزامات یکنواختی بتن حاصل شود.
- (۵) حداکثر زمان اختلاط نباید بیش از ۳ برابر حداقل زمان اختلاط بند فوق باشد.
- (۶) سطح داخلی مخلوط کن باید قبل از آغاز به کار فرآیند اختلاط و در اولین پیمانه، آغشته به ملات شود و یا ۵ درصد به وزن آب و مواد سیمانی و ماسه اضافه شود.
- (۷) مخلوط کن ها باید بعد از اتمام هر نوبت کاری و یا ایجاد وقفه طولانی بین نوبت های بتن سازی، شسته شوند.
- (۸) پرونده کار روزانه همه مخلوط های ساخته شده در کارگاه باید به طور تفصیلی و مشتمل بر مشخصات بتن، از جمله موارد زیر ثبت و نگهداری شود:

- تاریخ و زمان اختلاط و بتن ریزی
- مقادیر به کاررفته برای اختلاط مصالح و نوع اجزای بتن
- نتایج آزمایش های بتن تازه
- دمای بتن و دمای محیط در هنگام بتن ریزی



- محل نهایی و حجم تقریبی بتن‌های ریخته شده در سازه.

ساخت و اختلاط بتن سازه ای با دست به هیچ وجه مجاز نمی باشد.

۲.۴ زمان بتن ریزی

بنا بر بند (۲-۴-۷) آیین‌نامه بتن ایران، زمان مجاز بتن‌ریزی به زمان‌های زیر محدود شده است.

حداکثر زمان مجاز، برای عملیات بتن‌ریزی، شامل انتقال، بتن‌ریزی و تراکم، در دمای محیطی کمتر از ۲۵ درجه سلسیوس، ۲ ساعت پس از ساخت بتن می‌باشد. در دمای بالاتر از ۲۵ درجه، این زمان باید به ۱/۵ ساعت محدود شود. در صورت استفاده از وسایل حمل بتن، بدون دیگ چرخان، از محل تولید بتن‌ریزی، زمان‌های فوق نیم ساعت کاهش می‌یابد. در صورت استفاده از مواد دیرگیرکننده، می‌توان زمان‌های فوق را افزایش داد.

۳.۴ انتقال بتن

طبق بند (۳-۴-۷) آیین‌نامه بتن ایران، انتقال بتن از مخلوط‌کن تا محل نهایی بتن‌ریزی باید چنان صورت گیرد که از جدا شدن یا از بین رفتن مصالح جلوگیری شود؛ همچنین وسایل انتقال بتن باید به نحوی عمل کنند تا بتن بین بتن‌ریزی‌های متوالی از حالت خمیری خارج نشود؛ بدین منظور از وسایل زیر می‌توان برای بتن‌ریزی استفاده نمود:

الف - انتقال بتن با پمپ

ت) تجهیزات پمپ باید طوری طراحی و تهیه گردند که امکان بتن‌ریزی پیوسته به وجود آید. در مواردی که احتمال قطع بتن به مدت نسبتاً طولانی، در حین بتن‌ریزی، وجود دارد باید روش‌هایی برای جلوگیری از افت کیفیت بتن پیش بینی شود.

ج) پمپ بتن باید بتواند فشار لازم برای انتقال بتن را با توجه به طول لوله‌های افقی و عمودی و نوع بتن تامین نماید. ج) قبل از شروع بتن‌ریزی اصلی با پمپ، لازم است از دوغاب یا ملات به منظور لغزان کردن سطوح داخلی لوله و یا هدف جلوگیری از گرفتگی لوله‌ها استفاده نمود. این دوغاب یا ملات نباید داخل قالب ریخته شود.

ح) در فواصل نزدیک به پمپ، نباید از لوله‌های انعطاف‌پذیر استفاده شود.

در انتقال بتن با پمپ باید موارد «الف» تا «ح» زیر مورد توجه قرار گیرد:

الف) قبل از بتن‌ریزی با پمپ باید جزئیات آن مانند نوع پمپ، قطر لوله‌ها، مسیر لوله‌ها و نرخ تخلیه بتن مشخص شود. همچنین پمپ‌پذیری بتن باید به گونه‌ای باشد که امکان حمل و ریختن بتن با سهولت انجام شود.

ب) قطر لوله باید براساس نوع و کیفیت بتن، حداکثر اندازه، سنگدانه، وضعیت پمپ کردن، ایمنی و نرخ آن انتخاب شود. موقعیت پمپ باید در محلی باشد که حداقل طول و خم در لوله‌های پمپ به کار برده شود.

پ) در انتقال بتن به وسیله پمپ، باید نسبت حداکثر اندازه اسمی سنگدانه به کوچک‌ترین قطر داخلی لوله انتقال بتن از ۰٫۳۳ کمتر باشد.

ت) تعداد و نوع پمپ باید براساس سرعت تخلیه بتن، سرعت بتن‌ریزی در قطعه، ارتفاع و طول حمل بتن و شرایط آب و هوایی انتخاب شود.



ب - بتن‌ریزی با جام

باشد. همچنین نباید از ۳ عمودی به ۲ افقی بیشتر باشد. سازه سرسره و روش به کار گرفته شده نباید منجر به جداسدگی بتن شود. بدین منظور در انتهای سرسره از یک مانع و قیف قائم باید استفاده کرد.

ب) لوله می‌تواند صلب و یا انعطاف پذیر باشد. حداقل قطر لوله باید در بالای لوله ۸ و در پایین ۶ برابر حداکثر اندازه اسمی سنگدانه باشد.

پ) محدودیتی در مورد ارتفاع بتن‌ریزی یا لوله وجود ندارد. ت) در هنگام بتن‌ریزی دهانه خروجی لوله باید تا حد امکان به سطح نهایی بتن نزدیک شود. همچنین نباید بتن به‌طور ناگهانی و با حجم زیاد در یک محل ریخته شود و نیاز به جابجایی افقی کاهش یابد و جداسدگی پیش نیاید. در مواردی که در هنگام تخلیه، جداسدگی اتفاق بیافتد، باید بتن را قبل از استفاده دوباره مخلوط کرد.

ث) قبل و بعد از استفاده از سرسره بتن، سطح سرسره باید با آب شسته شود.

الف) جام باید به شکلی ساخته شده باشد که جداسدگی در هنگام بارگیری و تخلیه بتن به حداقل برسد. همچنین باید از خروج شیره بتن در هنگام بسته بودن دریچه خروجی جام جلوگیری شود.

ب) در مواردی که در جام، همزن وجود ندارد، نگهداری طولانی بتن در جام سبب بروز مشکلاتی در تخلیه آن می‌شود. جام باید به نحوی باشد که در صورت باز شدن دریچه، تمام بتن بر اثر وزن خود تخلیه شود و درون جام، بتن باقی نماند. شیب جداره جام نباید از ۶۰ درجه کمتر و اندازه دهانه آن نباید از ۸ برابر حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌های بتن کوچک‌تر باشد.

پ- بتن‌ریزی با ناوه (سرسره‌ای) و لوله (سرسره قائم)

الف) به‌عنوان یک قاعده کلی، استفاده از لوله نسبت به سرسره بتن ارجح است. وقتی سرسره بتن به کار گرفته می‌شود، شیب سرسره باید به حدی باشد که از جداسدگی جلوگیری شود و نباید از نسبت ۲ عمودی به ۳ افقی کمتر

ت - سایر تجهیزات انتقال بتن

ب) در مواردی که از وسایل حمل دستی مانند فرغون و وسایل حمل موتوری مانند دامپر (فرغون موتوری) استفاده می‌شود، فاصله حمل نباید به ترتیب از ۶۰ و ۳۰۰ متر تجاوز کند و در هر حال باید از جداسدگی بتن جلوگیری شود.

پ) استفاده از هر وسیله حمل، چنانچه منجر به جداسدگی در بارگیری و تخلیه نشود، مجاز است.

الف) در صورت استفاده از تسمه نقاله برای انتقال بتن، باید تمهیدات لازم برای جلوگیری از تغییر نسبت آب به سیمان، روانی بتن بر اثر تابش آفتاب، بارش باران و سایر شرایط آب و هوایی پیش‌بینی شود. برای جلوگیری از جداسدگی بتن در هنگام تخلیه باید از صفحات مانع و قیف، در انتهای تسمه نقاله یا در بین راه و قبل از تخلیه در قطعه مورد نظر استفاده کرد.

۴. آماده‌سازی محل بتن‌ریزی

بنا بر بند (۱-۲-۵-۲۲-۹) مبحث نهم و بند (۲-۲-۷) آیین‌نامه بتن ایران و همچنین نشریه ۵۵، قبل از بتن‌ریزی باید محل موردنظر را آماده کرد.



۵.۴ بتن ریزی پی

طبق بند (۱-۲-۵-۲۲-۹) مقررات ملی ساختمان، الزامات اجرایی در زمان بتن ریزی به شرح ذیل می باشد:

ج- در فرآیند بتن ریزی باید موارد (۱) تا (۵) زیر رعایت شوند:

- ۱- با سرعتی انجام شود که مقدار مناسبی از بتن در محل ریختن فراهم باشد.
- ۲- با سرعتی انجام شود که بتن در تمام مدت بتن ریزی از کارایی لازم برای تراکم با تجهیزات مورد نظر برخوردار باشد.
- ۳- از جدا شدن اجزای بتن یا اتلاف آن جلوگیری شود.
- ۴- وقفه‌هایی وجود نداشته باشند که سبب از دست رفتن کارایی بتن و ایجاد درز سرد در مراحل متوالی جای دادن بتن گردند.
- ۵- بتن تا حد امکان در نزدیک‌ترین موقعیت نسبت به محل نهایی مورد نظر ریخته شود، تا از جداشدگی سنگ دانه‌ها بر اثر جا به جایی مجدد یا روان شدن آن‌ها جلوگیری شود.
- چ- بتنی که به مواد مضر آغشته شده، یا کارایی اولیه را به حدی از دست داده که با روش‌های مورد نظر قابل تراکم نیست، نباید مصرف شود.



ح- روان کردن مجدد بتن با استفاده از افزودنی‌های روان کننده در محدوده‌ی تعیین شده در آیین‌نامه‌ی بتن ایران (آبا)، قبل از خروج از مخلوط‌کن مجاز است؛ مگر آن که توسط مهندس ناظر منع شده باشد.

خ- بتن ریزی باید از آغاز تا پایان به صورت تقریباً پیوسته، تا تکمیل هر قسمت در محدوده‌ی مرزها یا درزهای از پیش تعیین شده، ادامه یابد.

طبق بند (۶-۷-۸-۵) نشریه ۵۵، الزامات مربوط به بتن‌ریزی پی به شرح ذیل می‌باشد:

۵-۷-۸-۶ بتن ریزی شالوده

پس از رسیدن به پی و بستر مناسب، پیمانکار باید با توجه به بارهای وارده به شالوده از طریق روشهای مورد تأیید دستگاه نظارت نسبت به تحکیم پی اقدام نماید. در صورت سست بودن محل پی، باید عملیات پی کنی تا تراز زمین سخت (با مقاومت موردنظر) ادامه یافته و حفاری اضافی با مصالح مورد تأیید دستگاه نظارت تا تراز زیر شالوده، پر شده و تحکیم یابد. بستر پی باید با حداقل ۱۰ سانتیمتر بتن رده C₁₀ آماده و رگلاژ شود.

پس از نصب قالب باید نسبت به بستن آرماتورها، صفحات زیر ستون، میل مهار و قطعات مدفون در بتن اقدام شود. در صورتی که به علت شرایط زمین پی، با تأیید دستگاه نظارت، بستن قالب ضرورت نداشته باشد پیمانکار باید با تعبیه پوششهای پلاستیکی و دیگر روشهای مشابه، از جذب آب بتن تازه توسط زمین اطراف شالوده جلوگیری نماید.

۶.۴ نمونه برداری و آزمایش بتن

پذیرش بتن در کارگاه بر اساس نتایج آزمایش فشاری آزمونه‌های تهیه شده از بتن مصرفی می‌باشد. دفعات، تعداد و نحوه نمونه برداری همچنین شرایط پذیرش نمونه در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان بند (۱۱-۲۲-۹) آورده شده است.

۷.۴ کاور بتن

مطابق بند (۹-۲-۱) مبحث نهم مقررات ملی، ضوابط پوشش بتنی روی میلگردها (کاور) به شرح ذیل می‌باشد:

پوشش بتنی روی میلگردها برابر است با حداقل فاصله بین سطح بتن تا نزدیک‌ترین رویه میلگردها، اعم از طولی و عرضی و یا سیم آرماتوربندی.



در صورت طراحی براساس دوام، کاور بدست آمده از آن باید ملاک عمل قرار گیرد.

در صورتی که بتن دارای سطح فرورفته و برجسته باشد، ضخامت پوشش باید در عمق فرورفتگی‌ها اندازه گیری شود.

Cover \geq max { اعداد جدول ۹-پ ۱-۵، قطر میلگردها، چهارسوم بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه }

در صورت همجواری بتن با دیوارخاکی مقاوم و تماس دائم با آن، ضخامت پوشش نباید کمتر از ۷۵ میلی متر باشد.

جدول ۹-پ ۱-۵ مقادیر حداقل ضخامت پوشش بتن روی میلگردها در شرایط محیطی خورنده کلریدی به میلی متر

نوع شرایط محیطی				نوع عضو
(۴) XCS4	(۳) XCS3 و XCD4	(۲) XCS2 و XCD2 و XCD3	(۱) XCS1 و XCD1	
۷۵	۶۰	۵۰	۴۵	تیرهای اصلی و ستون‌ها
۶۰	۵۰	۴۰	۳۵	دال‌ها و تیر فرعی و تیرچه
۷۵	۶۰	۵۰	۴۵	دیوارها
۵۵	۴۵	۳۵	۳۰	پوسته‌ها
۹۰	۷۵	۶۰	۵۰	شالوده‌ها

- رواداری منفی مجاز ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها حداکثر (۱۰-) میلی متر است
- در صورتی که حفاظتهای سطحی بتن با مواد مناسب اعمال شوند، مقادیر پوشش بتنی را می توان کاهش داد. میزان کاهش باید براساس نوع پوشش و نتایج مطالعات آزمایشگاهی بدست آید.
- اگر رده‌ی بتن (مقاومت مشخصه) بیشتر از حداقل رده‌ی مندرج در جدول ۹-پ ۱-۲ باشد، و رده‌ی بتن به اندازه‌ی ۵ مگاپاسکال بالاتر از حداقل رده باشد، میتوان ۵ میلی متر مقدار پوشش را کاهش داد.
- برای میلگرد با قطر بیش از ۳۶ میلی متر، مقادیر پوشش باید ۱۵ درصد اضافه شود.
- حداکثر مقدار پوشش روی میلگرد نباید از ۱/۱۵ برابر مقدار "حداقل" بیشتر شود.



<p>- سطوح بتنی در معرض یون‌های کلرید موجود در هوا</p>	<p>رطوبت متوسط</p>	<p>XCD1</p>	<p>خوردگی ناشی از یون‌های کلرید به غیر از آب شور دریا (بتن دارای میلگرد یا سایر فلزات مدفون و در تماس با آب حاوی یون‌های کلرید، شامل نمک‌های یخ‌زدا، با منبعی غیر از آب دریای شور).</p>	<p>۲</p>
<p>- استخر شنا</p>	<p>مرطوب، به ندرت خشک</p>	<p>XCD2</p>		
<p>- قسمتهایی از ساختمان که در تماس با خاک مهاجم هستند و در زیر سطح آب زیر زمینی واقع شده‌اند (آب به راحتی می‌تواند از سطح به داخل نفوذ پیدا کند)</p>	<p>بتن آرمه در تماس مستقیم با خاک دارای یون کلرید</p>	<p>XCD3</p>		
<p>- بخش‌هایی از ساختمان که در معرض پاشش کلریدی قرار دارند، - روسازی‌های محوطه ساختمان‌ها، - دال پارکینگ‌ها.</p>	<p>چرخه‌های تر و خشک شدن</p>	<p>XCD4</p>		
<p>- ساختمان‌های دور از ساحل</p>	<p>بتن آرمه در معرض نمک‌های کم موجود در هوا و خیلی دور از دریا</p>	<p>XCS1</p>	<p>خوردگی ناشی از یون‌های کلرید آب دریای شور (بتن دارای میلگرد یا سایر فلزات مدفون و در تماس با یون‌های کلرید ناشی از آب دریا، و یا نمک‌های موجود در هوا)</p>	<p>۳</p>
<p>- بخش‌هایی از ساختمان‌های دریایی که در آب دریا قرار دارند، - بخش‌هایی از سازه که در خاک ساحلی یا پایین‌تر از سطح کف دریا قرار دارند.</p>	<p>به طور دائم غرقاب یا درون خاک خیس یا مرطوب</p>	<p>XCS2</p>		
<p>- ساختمان‌های نزدیک ساحل</p>	<p>بتن آرمه در معرض نمک‌های زیاد موجود در هوا و بدون تماس مستقیم با آب دریا یا پاشش</p>	<p>XCS3</p>		
<p>- بخش‌هایی از ساختمان‌های دریایی در معرض پاشش و جزر و مد</p>	<p>نواحی در معرض پاشش و جزر و مد</p>	<p>XCS4</p>		



۸.۴ تراکم و پرداخت

در این بخش از مقاله به بحث تراکم و پرداخت بتن فونداسیون پرداخته می‌شود.

۱.۸.۴ تراکم

طبق بند (۷-۱۰) نشریه ۵۵، پس از ریختن بتن، پیمانکار باید با وسایل مناسب با توجه به نوع بتن آن را متراکم نماید. این عمل باید چنان انجام شود که هوای محبوس داخل بتن به‌طور کامل خارج شده و بتن یکپارچه دور میلگردها، قطعات مدفون و در نهایت کلیه زوایای قالب را پر نماید. بسته به جنس قالب، نوع بتن و تراکم آرماتورها، برای متراکم کردن بتن وسایل و تجهیزات مختلفی به شرح زیر توصیه می‌شود:

- **تراکم با دست**

در کارهای کوچک و محدود و مخلوط‌های خمیری و روان، با اجازه دستگاه نظارت می‌توان از میله فولادی برای تراکم بتن استفاده نمود.

- **تراکم با وسایل مکانیکی**

مناسب برای بتن‌های سفت و درشت‌دانه می‌باشد.

- تراکم با کوبنده‌های موتوری
- تراکم با استفاده از نیروی گریز از مرکز: مناسب کارهای پیش‌ساخته نظیر شمع‌ها
- میز سقوط: مناسب کارهای پیش‌ساخته نما
- لرزاننده‌ها: دارای کاربرد عمومی

طبق بند (۷-۵-۲) آیین‌نامه بتن ایران، ضوابط مربوط به تراکم بتن به شرح زیر می‌باشد:

کفایت تراکم با مشاهده اتمام خروج حباب هوا و شروع به روزدن شیره بتن حاصل می‌شود.

در صورت انجام تراکم مجدد بتن، باید پیش از گیرش اولیه و تا حد ممکن با تأخیر صورت گیرد.

ویبراتور باید تا حد ممکن به صورت قائم وارد بتن گردد.

فاصله بین نقاط فرو بردن ویبراتور باید حداکثر ۱/۵ برابر شعاع عملکرد موثر ویبراتور باشد.

ویبراتور باید حدود ۵۰ تا ۱۰۰ میلی متر در لایه قبلی که هنوز حالت خمیری دارد، فرو رود.

۲.۸.۴ پرداخت

طبق بند (۷-۶) آیین‌نامه بتن ایران، هدف از پرداخت سطح بتن، صاف و هموار کردن و تسطیح نهایی و در صورت لزوم زبر کردن آن و تأمین کیفیت مقاومت سایشی و دوام مطلوب آن می‌باشد. عملیات پرداخت سطح بتن باید بلافاصله بعد از ریختن بتن، در حالتی که بتن خمیری است، اجرا شود.



مراحل پرداخت سطح بتن:

۱. شمشه گیری (الزامی)
۲. تخته ماله زنی (الزامی)
۳. ماله کشی (بسته به کاربری و مشخصات پروژه اجرا می شود)
۴. زیر کردن (بسته به کاربری و مشخصات پروژه اجرا می شود)

۵ نکات ایمنی

با توجه به بند (۳-۱۰-۱۲) مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان، در زمان قالب بندی و بتن ریزی باید نکات ایمنی زیر رعایت شود:

اجزای قالبها توسط شخص ذیصلاح با ضریب اطمینان حداقل ۲/۵ نسبت به بارهای وارده، طراحی و ساخته شوند.

بازدید از قالبها توسط شخص ذیصلاح برای اطمینان از استحکام و عدم ریزش قالبها در زمان بتن ریزی

کارگرانی که در امر حمل، ساختن و ریختن بتن فعالیت دارند؛ باید به کفش، کلاه، عینک و دستکش حفاظتی مجهز شوند.

کارگرانی که به طور مداوم با سیمان، اندود، بتن شاتکریت و چکشی کردن بتن فعالیت دارند باید به دستکش، عینک و ماسک حفاظتی مناسب مجهز باشند.



میخ‌های موجود در تخته‌ها و سایر اجزای قالب‌های چوبی باید بلافاصله بعد از باز شدن قالب به داخل چوب کوبیده و یا بیرون کشیده شود.

دستگاه بتن ساز باید مجهز به ضامن باشد تا در هنگام تمیز کاری دستگاه از به کار افتادن اتفاقی آن پیشگیری شود.

۶ نتیجه‌گیری

در این مقاله به قالب‌بندی و بتن‌ریزی فونداسیون پرداخته و نکات و ضوابط اجرایی بیان شد. به‌عنوان نتیجه‌گیری موارد مهم و کلیدی در قالب‌بندی و بتن‌ریزی که نیاز است به آن‌ها توجه شود در ادامه ذکر می‌شود.

۱. مراحل اجرای فونداسیون عبارتند از: پی‌کنی، بتن مگر، آرماتورگذاری، قالب‌بندی و بتن‌ریزی.
۲. پیش از آرماتوربندی باید تا حد امکان رویه‌ی قالب‌ها را نصب کرده و مواد رها ساز (روغن) روی قالب‌ها مالید.
۳. استفاده از قالب‌بندی آلومینیومی در سطح تماس با بتن ممنوع می‌باشد.
۴. تعبیه قالب برای اعضای بتنی با سطح فوقانی با شیب بیشتر از ۱:۱ الزامی است.
۵. قطعات رویه‌ی قالب‌ها را می‌باید به‌گونه‌ای در کنار هم قرار داده و جفت کرد که هدر رفتن شیره بتن ممکن نباشد.
۶. ساخت و اختلاط بتن سازه‌ای با دست به‌هیچ‌وجه مجاز نمی‌باشد.
۷. انتقال بتن از مخلوط‌کن تا محل نهایی بتن‌ریزی باید چنان صورت گیرد که از جدا شدن یا از بین رفتن مصالح جلوگیری شود.
۸. پیش از بتن‌ریزی، محل موردنظر باید آماده‌سازی شود.
۹. حداقل فاصله بین رویه میلگردها، اعم از طولی و عرضی تا نزدیک‌ترین سطح آزاد بتن را کاور می‌نامند.
۱۰. پس از ریختن بتن، پیمانکار باید با وسایل مناسب با توجه به نوع بتن آن را متراکم نماید. این عمل باید چنان انجام شود که هوای محبوس داخل بتن به‌طور کامل خارج شده و بتن یکپارچه دور میلگردها، قطعات مدفون و در نهایت کلیه زوایای قالب را پر نماید.

منابع

۱. [مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، ویرایش سال ۱۳۹۹.](#)
۲. [مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان، ویرایش سال ۱۳۹۲.](#)
۳. نشریه ۵۵ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
۴. [آیین نامه بتن ایران، تجدیدنظر دوم، ۱۴۰۰.](#)

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر برای شرکت مهندسی سبز سازه محفوظ می‌باشد و هرگونه کپی برداری، تقلید یا باز نشر غیر قانونی بوده و تحت پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



۵ مهارت لازم برای کار در پروژه‌های اجرایی

متره و برآورد ابنیه | صورت وضعیت نویسی | تعدیل فهرست بها | تکلا استراکچرز | اتوکد و نقشه‌های فاز ۲

یکی از مهمترین سوالات استخدام بسیاری از شرکت های پیمانکاری و مهندسين مشاور چه برای پست های فنی و چه برای پست های نظارتی و اجرایی، اصول و روش ها و کاربردهای متره هست. به نظر شما چرا؟



آیا می خواهید تجربیات یک فرد با سابقه را که اجرای پروژه‌های عظیم و قابل توجهی بر عهده او بوده در اختیار داشته باشید؟ پروژه هایی نظیر متروی تهران، برجهای مسکونی و تجاری، تونل و انبوه سازی مسکن ...



در کنار اصول صورت وضعیت نویسی براساس فهرست بها و مبانی حقوقی آن، چقدر با مفهوم تعدیل آحاد بهای پیمان و نحوه محاسبه و اعمال آن آشنایی دارید؟



برای درک سه بعدی سازه های فولادی تا بحال قدمی برداشتید؟ علاقه دارید آموزشی ببینید که مدرس آن با فیلمبرداری از محیط کارخانه تولید اجزاء سازه فولادی، دید شما را نسبت به یک سازه فولادی بالا ببرد؟



آیا به دنبال یادگیری نرم افزار اتوکد به صورت کاملا کاربردی هستید؟ میدانید در صورت عدم هماهنگی جزئیات اجرایی سازه شما با ضوابط معماری و شهرسازی، احتمال برگشت نقشه سازه شما وجود دارد؟



برای کسب اطلاعات درباره این ۵ دوره تخصصی روی لینک زیر کلیک کرده یا با شماره زیر تماس بگیرید:

sbz.one/5sk

۰۵۶۳۲۰۴۴۰۳۹

