

## بتون کاری و بتون مسلح

مواد متشکله بتون، نظیر شن و ماسه، با سیمان و آب در مخلوط‌کن‌های عمودی یا افقی با ظرفیت‌های مختلف، که عموماً در محل عملیات ساختمان نسب می‌گردند، مخلوط می‌شود، اما گاهی نیز بیشتر مقرون به صرفه است که بتون آماده در سیلوی محل تخلیه شود. برای این منظور ایستگاه‌های اختلاط بتون در پیرامون شهرها یا نزدیک محل ماسه ایجاد می‌گردند. استفاده از کامیون‌های مجهز به بشکه‌های چرخان مخصوص از تفکیک اجزای متشکله مخلوط بتونف که باعث کاهش استحکام ساختمان‌های بتونی می‌گردند، جلوگیری می‌شود.

از بالابرها یا جراثقل‌های برج‌دار برای انتقال بتون مخلوط آماده از مخلوط‌کن‌های یا سیلوها به محل کار استفاده می‌شود. اندازه و ارتفاع بعضی ساختمان‌ها ممکن است نیاز به تلمبه‌کردن بتون داشته باشد (برای حمل و ریختن بتون مخلوط و آماده). تلمبه‌هایی وجود دارد که بتون را تا ارتفاع 100 متر بالا می‌برد. چون ظرفیت این تلمبه‌ها به مراتب بیشتر از جراثقل‌های بالابرنده است. از آن‌ها به ویژه برای کارهای ساختمانی مرتفع، برج‌ها و سیلوها به کمک قالب‌های کار بالابرنده استفاده می‌شود. تلمبه‌های بتون معمولاً بر روی کامیون‌ها نصب می‌شوند و کامیون‌های مجهز به بشکه‌های گردان بتون مخلوط و آماده را از ایستگاه تهیه بتون بدون نیاز به نگهداری در سیلوها مستقیماً به محل کار حمل می‌کنند.

### کالبد کار

از پیشرفت‌های فنی این است که امکان استفاده از برج‌های مجهز به بالابر با بازوهای درازتر و ظرفیت بیشتر پیروی کرده است و دیگر نیازی به داربست‌های محیطی نمی‌باشد.

از کالبد‌های پیش‌ساخته تا ابعاد 25 متر مربع به ویژه برای ساختارهای عمودی، نظیر نماها و دیوارهای جداکننده در ساختمان‌های صنعتی و مسکونی بزرگ استفاده می‌شود. قالب‌های فولادی کالبد‌ها که در محل یا در کارخانه از پیش ساخته می‌شوند از صفحه‌های فلزی یا چوبی پوشیده شده‌اند. این قالب‌ها را با قالب جراثقل، هنگامی که بتون سفت شده جدا می‌کنند. بسته به نوع روش ساختمان‌سازی، صفحه‌های قالب پیش‌ساخته را برای تمیز کردن پایین می‌آورند و یا به دیوار بخش دیگری از ساختمان که آماده بتون‌ریزی است می‌برند.

از قالب‌های موسوم به میزی برای ساختارهای افقی مانند کف ساختمان‌های بزرگ استفاده می‌گردد. این میزها از ترکیب چندین قطعه ساختار فولادی تشکیل شده‌اند و آن‌ها را می‌توان به شکل کف‌های سطوح مختلف به هم متصل کرد. قسمت فوقانی میز، یعنی قالب تخته کف واقعی به وسیله جک‌های پیچی یا هیدرولیکی پس از سفت شدن بتون پایین آورده می‌شود. دستگاه‌های حمل بار قالب ماندی برای جداسازی صفحات، بالا بردن آن‌ها به سطح بعدی و اتصال آن‌ها به یکدیگر ابداع شده است.

از قالب لغزنده یا بالارونده برای ساخت برج‌ها، سیلوها، ستون‌های پل‌ها و ساختمان‌های مرتفع مشابه استفاده می‌گردد. برای این منظور، یک قطعه قالب در محل متناسب با مقطع ساختمان تهیه می‌شود و ارتفاع آن ممکن است به 2 تا 4 متر برسد. سطوحی از قالب که با بتون در تماس است، با صفحات فولادی پوشیده می‌شوند و کل قطعه به دستگاه‌های نگهدارنده متصل می‌گردد. میله‌های فولادی عمودی که در بتون قرار می‌گیرند نقش نگهدارنده را دارند. با سفت شدن بتون قالب لغزنده به طرف بالا نگهدارنده می‌شود و کار استحکام و جای‌گیری بتون بدون وقفه ادامه می‌یابد، بدان معنی که کار در تمام ساعات شبانه‌روز به وسیله نوبت کارها ادامه پیدا می‌کند.

تفاوت قالب‌های بالارونده با نوع لغزان در مهار شدن آن‌ها به وسیله غلاف پیچ‌دار در بتون می‌باشد. تا سفت شدن بتون ریخته شده و رسیدن به استحکام لازم، پیچ‌های مهارکننده باز و قالب تا ارتفاع بخش بعدی که باید بتون‌ریزی شود بالا برده می‌شود و برای بتون‌ریزی آماده و مهار می‌گردند.

ماشین‌های موسوم به قالب‌گیری، غالباً در مهندسی عمران به خصوص برای ساخت قطعات کف پل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، خصوصاً زمانی که پل‌ها یا مسیرهای طولانی ساخته می‌شوند. یکی از این ماشین‌ها جای قالب‌های کاذب پیچیده را می‌گیرد. قطعات سقفی با کفی متناسب با طول دهانه پل به طوری در قالب فولادی قرار می‌گیرند که امکان مهار کردن و جابجایی جانبی یا پایین آوردن آن‌ها بعد از سخت شدن بتون وجود داشته باشد. پس از انجام پوشش دهانه پل، قالب مهار کننده قطعه به قطعه در طول دهانه‌های پل جلو برده می‌شود و عناصر قالب مجدداً در محل مهار می‌شوند و بتون‌ریزی شروع می‌گردد.

زمانی که پلی با استفاده از روش «پایه پل» سازی ساخته می‌شود، قاب حایل قالب بسیار کوتاه‌تر از آن‌چه که در بالاتر ذکر شد، می‌باشد. این قاب بر روی ستون بعدی تکیه نکرده، اما باید برای ایجاد پایه پل مهار گردد. این روش که عموماً برای پل‌های بسیار مرتفع مورد استفاده قرار می‌گیرد غالباً بر چنین قالبی متکی است، که طی مراحل از طرفین پایه پیشروی می‌کنند.

از بتون‌های فشرده مخصوص برای ساخت پل‌ها و ساختمان‌های با طراحی ویژه استفاده می‌شود. رشته‌هایی از سیم فولادی پیچیده شده به شکل صفحات فولادی یا غلاف پلاستیکی برای ازدیاد استحکام در داخل بتون قرار داده می‌شود. انتهای رشته میله‌ها دارای صفحاتی در قسمت سر می‌باشد، تا عناصر بتون پیش فشرده با کمک جک‌های هیدرولیکی قبل از قرار گرفتن عناصر تحت فشار قرار گیرد.

### قطعات پیش‌ساخته

روش‌های ساختمان‌سازی با استفاده از قطعات پیش‌ساخته مانند کف‌ها، دیوارها، دیواره پل‌ها و ... برای ساختمان‌های مسکونی، پل‌ها و تونل‌ها در مح عملیات ساختمانی، یا در یک کارخانه بتون‌سازی خاص پیشرفت کرده است. با متصل کردن قطعات پیش‌ساخته در محل کار بسیاری از خطرهای ناشی از نصب، جابجایی و پیاده کردن قالب‌های پیچیده و کاذب را در ارتفاع از بین برده است.

استحکام معمولاً در محل با برش و خم کردن میله‌ها طبق میزان معین شده صورت می‌گیرد. فقط عناصر بتون پیش‌ساخته در محل یا کارخانه، وقتی ریخته می‌شوند که میله‌ها به یکدیگر بسته شده یا جوش داده شده باشند و شبکه یا قفس بتون آماده شده باشد.

### پیشگیری از خطرات

مکانیزاسیون و بهبود روش‌ها، بسیاری از مخاطرات قدیمی را در محل‌های ساختمان‌سازی از بین برده است، ولی خطرهای جدیدی را نیز ایجاد کرده است. به عنوان مثال، مرگ در اثر سقط از ارتفاع. خوشبختانه با به کارگیری ماشین‌های قالب‌ریزی و قاب‌های حایل قالب، در پل‌سازی و ... کاهش یافته است. علت این امر در واقع این است که سکوها و راهروهای کار با نرده‌های محافظ همزمان با ماشین قالب نصب و جابجا می‌شوند، در حالی که در قالب‌های قدیمی نرده‌های محافظ وجود ندارد. از طرف دیگر، مخاطرات مکانیکی افزایش یافته و مخاطرات الکتریکی به دلیل رطوبت محیط جدی می‌باشند. مخاطرات بهداشتی از خود سیمان، مواد افزودنی، برای حفظ و ضد آب کردن سیمان و لیزکننده‌های قالب، به وجود می‌آید. برخی از اقدامات پیشگیرانه مهم برای پیشگیری از حوادث در عملیات‌های مختلف در زیر مورد بحث قرار گرفته است:

### مخلوط کردن بتون

از آن جایی که تقریباً همیشه بتون به وسیله ماشین مخلوط می‌شود، باید توجه خاصی نسبت به طراحی و ساخت دندان‌ها کلیدها و قیف‌های گیرنده سیمان بشوند. خصوصاً زمانی که دستگاه مخلوط کننده بتون تمیز می‌شود، ممکن است کلید به طور غیر عمدی عمل کرده و بشکه یا قیف شروع به کار کند و سبب آسیب دیدن کارگر مربوط گردد. بنابراین، کلیدها باید

محفوظ و به نحوی تنظیم شوند که هیچ گونه اشتباهی رخ ندهد. اگر لازم باشد باید آن‌ها را به قفل داخلی یا یک قفل مجهز کرد. ظروف بالابر باید از مناطق ایجاد کننده خطر برای کارگران دستگاه‌های مخلوط‌کنی و آن‌هایی که در نزدیک آن‌ها حرکت می‌کنند دور باشند. همچنین باید مراقبت شود تا کارگرانی که حفره‌های زیر قیف تغذیه را تمیز می‌کنند در اثر پایین آمدن اتفاقی این قسمت‌ها چار آسیب نشوند.

سیلوهای حاوی مواد متشکله سیمان، خصوصاً ماسه دارای خطر حوادث کشنده هستند. کارگرانی که برای جابجا کردن قسمت‌های موسوم به قوس وارد سیلو می‌شوند، چنانچه به وسیله یک شخص دیگر و بدون طناب ایمنی و لوله هوا حمایت نشوند، ممکن است در زیر مواد شل دفع شوند. بنابراین سیلوها باید مجهز به دستگاه تولید کننده لرزش و سکوها باشند تا ماسه‌های چسبنده پایین ریخته شوند و هشدارها به کار افتند. هیچ شخصی نباید بدون وجود یک فرد کمکی وارد سیلو شود.

## انتقال و قرار دادن بتون

طراحی صحیح نقاط انتقال بتون و تجهیز آن‌ها با آیین‌ها و قفس‌های سبکی دریافت کننده، نیاز به یک کارگر دائمی برای رساندن سبک جرثقیل دارد تا هدایت آن را مرتفع کند و بدین ترتیب از بروز حوادثی که سبب له شدن دست‌ها می‌شود اجتناب گردد.

سیلوهای انتقال که به وسیله جک‌های هیدرولیکی بلند می‌شوند، باید طوری ایمن شوند که در اثر شکستن یک خط لوله ناگهان سقوط نکنند.

سکوهای ریختن بتون در قالب‌ها به کمک سبدهای آویخته از قلاب جرثقیل و یا تلمبه بتون‌زنی، باید مجهز به حفاظ باشند. اپراتور جرثقیل باید برای این نوع کار آموزش ببیند و دارای دید کافی باشند. اگر مسافت زیاد باشد، لازم است از تلفن دو طرفه یا تاکی واکی استفاده شود.

زمانی که از پمپ‌های بتون‌ریزی با خطوط لوله و ستون‌های قراردهنده استفاده می‌شود، باید به استحکام تأسیسات توجه خاص شود. کامیون‌های تولید کننده لرزش با تلمبه‌های بتون‌ریزی سر خود باید مجهز به کلیدهای از داخل قفل شونده باشند، تا مانع از به کار افتادن همزمان هر دو عمل شود. دستگاه ایجاد لرزش به طوری باید محافظت شوند که کارکنان نتوانند با قسمت‌های متحرک تماس پیدا کنند. سطل‌های جمع‌آوری گلوله‌های لاستیکی که پس از قرار دادن بتون برای پاک کردن لوله‌ها از داخل آن‌ها گذرانده می‌شوند، اکنون به وسیله دو آرنج دو طرفه جایگزین شده‌اند. این آرنج‌ها تقریباً تمام فشار مورد نیاز برای راندن گلوله‌ها در طول لوله را جذب می‌کنند و نه تنها اثر ضربه به انتهای لوله را از بین می‌برند، بلکه از پرتاب گلوله از انتهای لوله نیز پیشگیری می‌کنند.

زمانی که از کامیون‌های ایجاد کننده لرزش همراه با وسایل بتون‌ریزی و بالابرنده استفاده می‌شود، باید توجه خاصی به سیم‌های برق بالای سر بشود. این سیم‌ها باید دارای پوشش عایق بوده، یا به وسیله داربست‌های نگهدارنده در محیط کار محافظت شوند، تا از هر گونه تماس اتفاقی اجتناب شود، مگر این که خطوط بالای سر را بتوان جابجا کرد اما با این ایستگاه تأمین برق اهمیت دارد.

## قالب

استفاده از قالب‌های متشکل از تیر یا تخته مربع شکل، غالباً به دلیل فقدان نرده‌های محافظ و سکوهای لبه‌دار، که فقط به مدت کوتاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند اکثراً سبب سقوط می‌شود، امروزه بیشتر از پایه‌های فولادی برای تسریع در نصب قالب‌ها استفاده می‌شود، اما در اینجا هم نرده‌ها و لبه‌های محافظ غالباً به دلیل نیاز برای مدت کوتاه نصب نمی‌شوند.

استفاده روزافزون از تخته‌های چندلایی برای قالب‌ها دارای این مزیت است که به آسانی و سرعت نصب می‌شوند. معهداً پس از چندین بار استفاده برای نصب سریع سکوها، به علت عدم تناسب آن‌ها با هدف‌های مورد نظر و نیاز به کاهش فاصله بین

دو پایه نسبت به داریست‌های عادی استفاده از آن‌ها متروک شده است. حوادث ناشی از شکسته شدن تخته‌های کهنه نیز هنوز زیاد است.

دو خطر عمده را باید هنگام استفاده از قطعات پیش‌ساخته در نظر داشت. این قطعات باید طوری نگهداری شوند که نتوانند واژگون شوند. از آنجایی که همیشه نگهداری قطعات قالب به طوری افقی امکان‌پذیر نیست آن‌ها را باید به وسیله حایل‌هایی ایمن کرد. قطعات قالب که همیشه مجهز به سکوها، نرده‌های محافظ و لبه هستند، آویختن آن‌ها را از روی ساختمان آسان می‌کند. این‌ها ایمنی محیط کار را برای کارکنان تأمین می‌کنند و نیاز به نصب سکوهایی برای بتون‌ریزی را مرتفع می‌نمایند. از نردبان‌های ثابت نیز می‌توان برای دسترسی ایمن‌تر به سکوها استفاده کرد. داریست‌ها و سکوهایی کار مجهز به نرده‌های محافظ و لبه‌دار متصل به قطعات قالب باید خصوصاً برای قالب‌های سرنده و بالارونده به کار برده شوند. تجربه نشان داده است که عملاً در جاهایی که سکوهایی کار فوری و به سرعت نصب نشده‌اند هیچ حادثه ناشی از سقوط وجود نداشته است. متأسفانه قطعات قالب مجهز به نرده‌های محافظ برای هر مکانی قابل استفاده نیستند، خصوصاً در نقاطی که ساختمان‌های مسکونی کوچک ساخته می‌شوند.

وقتی که قطعات قالب به وسیله جرثقیل‌ها از انبار به محل ساختمان منتقل می‌شوند، قرقره‌های و طناب‌های بالابرنده نظیر ریسمان‌ها و قلاب‌ها باید دارای ابعاد و استحکام کافی باشند، اگر زاویه بین ساق‌های قلاب خیلی زیاد باشد، قطعات قالب باید به کمک میله جابجا شوند.

کارگرانی که قالب‌ها را پاک می‌کنند، در معرض خطرهای بهداشتی هستند، که غالباً نادیده گرفته می‌شود. باقیمانده‌های تون چسبیده به سطوح قالب‌ها در اکثر موارد به وسیله یک دستگاه ساینده دستی پاک می‌شود. سنجش گردوغبار نشانگر این است که غبارهای حاصل از این کار دارای درصد بالایی از ذرات قابل استنشاق و سیلیس می‌باشد. بنابراین تدابیر پایش غبار، مانند استفاده از دستگاه پاک‌کننده دستی مجهز به وسیله مکش صافی‌دار یا محل محصور مجهز به تهویه باید فراهم شود.

### نصب قطعات پیش‌ساخته

در کارخانه‌های تولید قطعات پیش‌ساخته لازم است از وسایل بالابرنده خاصی برای جابجایی و تغییر محل قطعات به طور ایمن و پیشگیری از آسیب‌های مهره‌های کمربند کارگران استفاده شود. قرار دادن حلقه اتصال در داخل بتون جابجایی را نه تنها در کاخانه، بلکه در محل نصب نیز آسان می‌کند. برای اجتناب از خمیدگی حلقه‌های اتصال در اثر بارهای مایل قطعات بزرگ را باید با کمک طناب‌ها و قلاب‌ها وصل شود، ممکن است بتون بریزد و حلقه کنده شود. استفاده از قرقره‌های بالارونده نامناسب می‌تواند موجب حوادث جدی، به علت سقوط قطعات بتونی شود.

برای نقل و انتقال قطعات پیش‌ساخته در جاده، باید از وسایل نقلیه مناسب و وسایل نگهدارنده مناسب استفاده شود تا از واژگون شدن یا لغزیدن قطعات در هنگام توقف ناگهانی وسیله نقلیه جلوگیری شود. مشخص بودن وزن قطعات وظیفه فردی که جرثقیل را به کار می‌گیرد، هنگام بارگیری، تخلیه و نصب در محل کار آسان می‌کند.

وسایل بالابرنده محل کار باید به طور مناسب انتخاب شده و عمل کنند. کامیون‌ها و جاده‌ها باید در شرایط مطلوبی نگهداری شوند، تا از واژگون شدن قطعات بارگیری شده در طی عملیات جلوگیری شود.

برای نصب قطعات و جلوگیری از سقوط کارکنان از ارتفاع باید از سکوهایی دارای حفاظ استفاده شود. کلیه وسایل حفاظت جمعی نظیر داریست‌ها، تورهای ایمنی، نصب جرثقیل‌های بالای سر پیش از تکمیل ساختمان و قبل از تجهیز کردن کارکنان به وسایل حفاظتی باید در نظر گرفته شوند. البته می‌توان کارگران را به طناب‌های ایمنی و لوله نجات مجهز کرد، ولی تجربه نشان می‌دهد که افراد فقط وقتی که تحت نظارت و مجبور به استفاده از این وسایل باشند آن‌ها را به کار می‌برند.

طناب‌های نجات در واقع هنگام انجام بعضی کارها مزاحم هستند و برخی از کارگران نیز از این که می‌توانند بدون استفاده از هر گونه وسیله حفاظتی در ارتفاع کار کنند مغرور هستند.

قبل از شروع به طراحی یک ساختمان پیش‌ساخته، مهندس معمار، سازنده قطعات پیش‌ساخته و مقاطعه‌کار ساختمان باید درباره روند و ایمنی کلیه عملیات بحث و مطالعه نمایند. زمانی که انواع وسایل جابجایی و بالابرنده موجود در محل از قبل شناسایی شوند، می‌توان قطعات بتونی را که در کارخانه ساخته می‌شوند، با وسایل بستن نرده‌های محافظ و لبه‌ها مجهز نمود. بدین طریق ممکن است به راحتی نرده‌ها و لبه‌های محافظ را قبل از بالا بردن قطعات در محل نصب کرد. قطعات دیوار مربوط به کف‌ها را نیز می‌توان به طور ایمن نصب کرد. زیرا کارگران به وسیله نرده‌های محافظ حفاظت می‌شوند.

برای بنا کردن ساختارهای صنعتی مرتفع، سکوه‌های کار متحرک به وسیله جرثقیل تا محل مورد نظر بالا برده می‌شوند و به قلاب‌های موجود در خود بنا آویزان می‌گردند. در چنین موارد، شاید ایمن‌تر باشد که کارگران با جرثقیل به سکوها انتقال یابند (به علت ایمنی ویژه بالابر و به کارگیری آن به وسیله یک فرد با کفایت) تا با استفاده از نردبان‌ها و داربست‌هایی که بدون توجه ساخته شده‌اند.

زمانی که از قطعات بتونی تحت فشار استفاده می‌شود، باید توجه خاصی نسبت به طراحی فرورفتگی‌های بعد از فشار مبذول شود تا بتوان جک‌های کششی را به کار برد و بدون وقوع هیچ‌گونه خطری برای کارکنان باز کرد. قلاب‌های آویز جک‌های تحت کشش با سوراخ‌های عبور طناب جرثقیل برای کار بعد از کشش باید در زیر سکوه‌های پل یا قطعات جعبه مانند ایجاد شود. این نوع کار نیز احتیاج به تهیه سکوی کار همراه با نرده‌های محافظو لبه دارد. کف سکو باید به قدر کافی پایین باشد تا فضای کافی جهت کار و جابجایی جک به طور ایمن وجود داشته باشد. هیچ فردی اجازه ندارد که در عقب جک تحت کشش قرار گیرد زیرا ممکن است حوادث جدی در نتیجه آزاد شدن انرژی زیاد هنگام شکستن قطعه مهار شده با طناب فولادی به وجود آید. کارگران نیز نباید در جلوی صفحات مهار شده تا مدتی که ملات‌های فشرده شده به داخل صفحات و تری سفت نشده‌اند قرار گیرند. زمانی که تلمبه ملاط همراه با لوله‌های هیدرولیکی به جک متصل می‌شوند، هیچ‌کس اجازه ندارد هنگام کشش در ناحیه بین تلمبه و جک قرار گیرد. ارتباط کامل بنی اپراتورها و سرپرست بسیار مهم است.

## آموزش

به واسطه افزایش به کارگیری وسایل فنی و استفاده از ماشین‌آلات دستگاه‌ها و مواد مختلف آموزش کارکنان کارهای ساختمانی به خصوص و کارگران کارگاه‌های ساختمانی به طور کلی بسیار مهم می‌باشد. برای کاهش تعداد حوادث ساختمانی باید فقط در موارد استثنایی از کارگران غیر ماهر یا وردست استفاده شود.