

صفحه	موضوع
۱	۱- تعریف
۱	۲- فلسفه بکارگیری قالب لغزنده
۲	۳- تاریخچه
۶	۴- انواع قالب لغزنده
۶	- قالب لغزنده قائم یا شیبدار
۶	- قالب لغزنده افقی
۷	- انواع قالب های لغزان قائم یا شیبدار
۷	۵- کاربرد انواع قالب لغزنده
۸	۶- مزایا و معایب بکارگیری قالب لغزنده قائم
۹	۷- ساز و کار کلی حرکت قالب لغزنده قائم
۱۰	۸- اجزای قالب لغزان قائم تک حرکته ساده و تجهیزات وابسته به آن
۱۳	۹- تشریح اجزای قالب لغزان قائم تک حرکته و عملکرد آن ها
۱۳	- میل جک
۱۴	- غلاف میل جک
۱۵	- جک (هیدرولیکی)
۲۰	- یوک یا یوغ
۲۱	- شابلون و حلقه مانع حرکت جک
۲۳	- رویه و بدنه قالب لغزنده
۲۵	- پشت بندها و مهاربندی قالب
۲۵	- پاگردهای کار داخلی و خارجی (سکوهای کار میانی)
۲۶	- داربست آویزان یا پاگرد آویز (پاگرد تحتانی پرداخت و عمل آوری)
۲۹	- پاگرد فوقانی یا سکوی توزیع بتن

صفحه	موضوع
۲۹	- لقمه فولادی یا فاصله نگه دار
۳۱	- هادی یا شابلون کمرکش فوقانی برای نگهداری میلگردها
۳۱	- ستون کاذب و مهار میل جک برای جلوگیری از کمانش در بازشوها
۳۲	- راه پله (پلکان) دسترسی یا آسانسور نفرات
۳۳	- ابزار کنترل شاقول بودن قالب و تراز بودن پاگردها
۳۴	- ابزار کنترل ارتفاع
۳۵	- تجهیزات برقی و کابل های لازم
۳۵	- تجهیزات آبرسانی
۳۶	- میل در آر (میل کش)
۳۷	۱۰- نیروی وارد بر قالب لغزان قائم
۳۸	۱۱- پیش نیازهای بالا بردن قالب لغزان
۳۹	۱۲- هدایت و بالا بردن قالب لغزان
۴۰	- مشخصات و کیفیت بتن و ساخت آن
۴۲	- کیفیت حمل، بتن ریزی و تراکم
۴۳	- تعیین سرعت حرکت و بالا بردن قالب
۴۵	- شروع کار بتن ریزی و حرکت قالب
۴۶	- کنترل کیفی بتن در حین اجرا
۴۸	- کنترل قالب در حین اجرا
۴۸	- روا داری قالب لغزان
۴۹	- ایجاد سایر امکانات لازم در حین اجرا
۴۹	- پرداخت سطحی بتن و عمل آوری
۵۰	- نصب جعبه (قالب) بازشو ها
۵۰	- میلگردگذاری

صفحه

موضوع

۵۱

- چسبیدن یا گیر کردن قالب (توقف ناخواسته)

۵۱

- توقف عمومی حرکت قالب

۵۱

- قالب برداری نهایی و پایین آوردن قالب و متعلقات

منابع و مأخذ

## قالب لغزنده Slip-form

محسن تدین، عضو هیئت مدیره انجمن بتن ایران و ریاست کمیته تخصصی بتن سبک  
عضو هیئت علمی دانشگاه بوعالی سینا و مدرس دانشگاه علم و صنعت و انجمن بتن ایران  
تلفن: ۰۹۱۲-۱۲۷۲۹۹۳، نماابر: ۰۲۱-۲۲۹۰۱۳۵۵، پست الکترونیکی: [tadayonmoh@yahoo.com](mailto:tadayonmoh@yahoo.com)

### ۱- تعریف

قالب لغزان یا قالب لغزنده (Slip Form or Slip-Forming) یک نوع روش قالب بندی و پیشبرد قالب است که مسلماً قالب با حرکات مقطعي تدریجي در فواصل زمانی مشخص شده به جلو یا بالا حرکت می کند و بتن ریزی و میلگردگذاری به صورت تقریباً پیوسته ادامه می یابد.  
در قالب لغزنده سطح قالب همواره در تماس با بتن بوده و از آن فاصله نمی گیرد ولی بر روی آن لیز می خورد.

برای جلوگیری از خلط مفهوم قالب لغزنده و قالب بالارونده (Climbing Form) باید به این نکته توجه نمود که قالب بالارونده در هر نوبت در محل موردنظر مستقر و بسته می شود و پس از تکمیل میلگردگذاری و بتن ریزی و گیرش و سخت شدن بتن در زمان موردنظر باز می گردد و در محل و موقعیت جدید (در ادامه کار به صورت افقی یا قائم و یا شیبدار) مجدداً بسته می شود.

### ۲- فلسفه بکارگیری قالب لغزنده

بشر سال ها با شیوه معمولی قالب بتن را مستقر می نمود و بتن ریزی را به انجام می رساند و در ادامه این مراحل را تکرار می کرد و در نتیجه زمان زیادی را به ویژه برای سازه های مرتفع تلف می نمود.  
برای تسريع در ساخت سازه های مختلف مخصوصاً سازه های مرتفع، فن ساخت به کمک قالب لغزنده بوجود آمد که روش اصلاح شده یا تغییر یافته نوعی قالب بالارونده با خود بالابر بود.

### ۳- تاریخچه

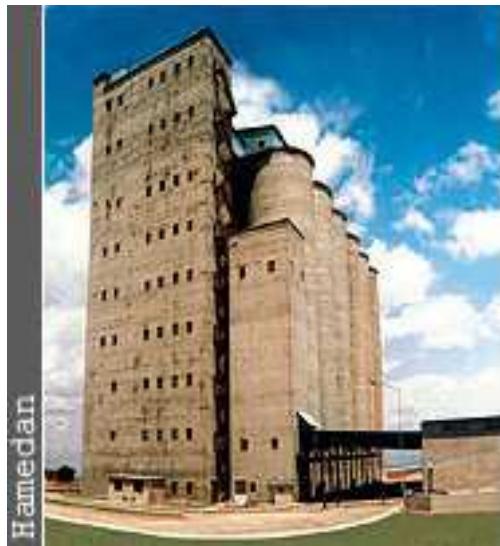
ظاهراً روس ها فن ساخت قطعات به کمک قالب لغزنده قائم را ابداع نموده اند و سپس در اروپا و آمریکا این روش توسعه یافته و تکمیل شده است. هر چند برخی ابداع آن را مربوط به ایالات متحده می دانند و معتقدند بعد از جنگ جهانی دوم به اروپا رفته است. از آنجا که وسایل و تجهیزات قالب در این شیوه ساخت مانند یک ماشین کار می کند، می تواند دارای انواع مختلف با جزئیات کاملاً یا جزئی متفاوت باشد و ابداع هریک از انواع آن مدعیانی دارد.

در کشور ما ظاهراً قالب لغزنده قائم در ابتدا برای ساخت سیلوهای غلات بکار گرفته شده است اما متأسفانه همچون سایر بخش ها، این فن تاریخچه روشنی در ایران ندارد.

روس ها سیلوهایی را قبل از انقلاب ساخته اند و سپس آلمانی ها و انگلیسی ها و ایتالیایی ها پروژه هایی را شروع کرده اند و به اتمام رسانیده اند یا در بحبوحه انقلاب اسلامی آن ها را نیمه کاره رها کرده اند. سیلوی رشت، سیلوی تاکستان، سیلوی کرمان و دودکش های نیروگاه اتمی بوشهر و غیره از جمله این موارد هستند که پس از انقلاب به تدریج تکمیل شده اند و با این کار شناخت بهتری از اجرای این قالب و پروژه ها بدست آمده است.

سیلوی بهبهان و شهر کرد نیز با این روش توسط روس ها قبل انقلاب ساخته شده اند. اولین اجرای مستقل و ایرانی در زمینه قالب لغزنده قائم ساده از بدو کار طراحی و اجرا مربوط به سال ۱۳۶۸ در سیلوی جدید همدان بوده است. در حالی که اجرای این سیلوها به صورت تکمیل پروژه نیمه کاره به سیلوهای رشت و تاکستان و کرمان بر می گردد و مربوط به سال های ابتدایی دهه ۶۰ هجری شمسی است.

پس از سیلوی همدان، سیلوهای گنبد و زاهدان و اهواز و سپس ده ها سیلوی دیگر اجرا گردید. هم چنین دودکش های با مقاطع ثابت و یا متغیر غیر تدریجی در نیروگاه نکا و کارخانه شیشه ساوه (شهر صنعتی کاوه) با قالب های ساده انجام شد.



اولین دودکش بزرگ با قطر متغیر و شیب ثابت و ضخامت متغیر در ابتدای دهه ۷۰ هجری شمسی در نیروگاه ۱۰۰۰ مگاواتی شهید مفتح همدان با یک قالب سوئدی - مجاری به دست مهندسین ایرانی اما با نظارت و هدایت یک مهندس سوئدی در امر پیشبرد قالب، به انجام رسید که تجربه ارزشمندی محسوب می شد.

اولین قالب ساخته شده ایرانی با قطر و ضخامت متغیر با شیب ثابت در پروژه هسته ای اصفهان با هدایت مهندسین ایرانی بکار گرفته شد که مربوط به سال های ابتدای نیمه دوم دهه ۷۰ هجری شمسی است که با موفقیت همراه بود.

اولین تجربه و شروع ایجاد برج های خنک کننده بتونی نیروگاه های حرارتی یا سیکل ترکیبی مربوط به نیروگاه اصفهان (شهید منتظری) در سال های نیمه اول دهه ۷۰ می باشد. اما اولین تکمیل و تحويل رسمی این نوع برج ها مربوط به نیروگاه منظر قائم شهریار کرج است که در سال ۱۳۷۸ رخ داد در حالی که قبل از آن برج خنک کن نیروگاه اراک شروع شده بود. همه این برج ها با قالب خارجی و با هدایت و راهبرد یک خارجی انجام شد.

اولین برج خنک کن که با قالب نامناسب ایرانی و با هدایت یک جوان ایرانی به اتمام رسید مربوط به نیروگاه خوی در سال ۱۳۷۹ می باشد. از آن پس هدایت برج های خنک کننده بر عهده ایرانی ها گذاشته شد در حالی که بعضًا دارای قالب ساخت خارج می باشد.



برج خنک کن نیروگاه شهید منتظری اصفهان



علاوه بر دودکش، کندوی سیلوها، برج خنک کن، پایه های پل های دره ای، پایه های مربوط به دریچه شیر تخلیه درون دریاچه سدهای خاکی، ساخت شفت های سدها و نیروگاه، برج آب گیر سدها، ساخت بنایهای مستطیل شکل مانند ساختمان برج کار سیلوها و هسته ساختمان های بلند نیز با این روش در ایران ساخته شده است. معروف ترین سازه ای که با این روش ساخته شده است برج مخابراتی تهران می باشد که بتن ریزی آن با قالب لغزنده در سال ۱۳۸۳ پایان یافت و در سال ۱۳۸۶ به بهره برداری خواهد رسید.



نمای قالب لغزنده قسمت نوک برج تهران



نمای کلی برج تهران و قالب لغزنده روی آن

تجربه جدیدی در سال ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در اجرای مخازن نفتی بتنی با قطر بسیار بزرگ و ارتفاع متوسط به کمک قالب لغزنده در خوزستان شکل گرفت که دارای قطر و ضخامت متغیر اما با شبیه ثابت بود که شبیه یک دودکش قطور به نظر می‌رسد.

قالب لغزنده افقی در ساخت کانال‌های بزرگ قبل از انقلاب در خوزستان و فارس بکار رفته است. هم چنین برای ساخت جداول بتنی خیابان و جاده، قالب لغزان افقی مورد استفاده قرار گرفته است اما چندان رونقی نیافته و گسترش جدی در آن دیده نشده است.

از آن جا که رویه بتنی راه کمتر ساخته می‌شود قالب لغزنده در این مورد نیز بکار نرفته است. در مورد رویه بتنی فرودگاه‌ها نیز اطلاعاتی در دست نیست.

در ایران در برخی کارخانه‌های قطعات پیش ساخته برای ساخت سقف‌های مجوف از قالب لغزنده افقی نیز استفاده می‌گردد.

#### ۴- انواع قالب لغزنده

قالب لغزنده به دو صورت اجرا می‌شود که این تقسیم بندی بر اساس جهت حرکت آن می‌باشد.

##### - قالب لغزنده قائم یا شبیدار

معمولًاً در جهت کاملاً قائم یا شبیدار متمایل به قائم حرکت می‌کند و بالا می‌رود که معمول ترین و معروف ترین نوع قالب لغزنده است و امکانات بیشتری را می‌طلبد و از جذایت زیادتری برخوردار است.

بتنی که از زیر قالب بیرون می‌آید تا حدی خود را گرفته و لذا به شکل اولیه پابرجا می‌ماند و به تدریج سخت و مقاوم می‌شود.

##### - قالب لغزنده افقی

قالب به صورت افقی بر روی سطح بتن می‌لغزد و به جلو کشیده می‌شود و بتن نمایان شده به نحوی است که در امتداد قائم پایدار می‌ماند.

## انواع قالب های لغزان قائم یا شیبدار

### - تک حرکت

فقط دارای یک حرکت به سمت بالا است، قطر یا ابعاد خارجی و داخلی سازه ثابت می باشد. هم چنین شیب و ضخامت قطعه ثابت است. این قالب ساده ترین قالب لغزنده قائم است که نمونه آن سیلوهای غلات می باشد که استوانه ای با ضخامت و قطر ثابت است.

### - قالب لغزان با دو حرکت

### - قالب لغزان با سه حرکت

در این قالب ضمن حرکت رو به بالا، قطر و ضخامت آن به صورت تدریجی تغیر می کند اما شیب خارجی آن ثابت می باشد. نمونه این قالب را در ساخت دودکش ها یا بسیاری از برج های مخابراتی - تلویزیونی می توان دید.

### - قالب لغزان با چهار حرکت

این قالب علاوه بر حرکت به سمت بالا، قطر و شیب و ضخامت متغیر به صورت تدریجی و کنترل شده دارد. پیچیده ترین نوع قالب لغزان است و نمونه آن برج های خنک کننده نیروگاه ها می باشد.

## ۵- کاربرد انواع قالب لغزنده

همان گونه که در تاریخچه مذکور شدیم ساخت کندوی سیلوها، دودکش ها، ساختمان برج کار سیلوها، برج های مخابراتی، پایه بلند پل های دره ای، پایه اتاقک شیر تخلیه سدها، برج های خنک کن و ساختمان های اداری و مسکونی و یا هسته مرکزی آن ها با این روش میسر است. در ساخت بخشی از سکوهای نفتی دریابی نیز این نوع قالب بندی بکار گرفته شده است. پایه دکل های بتنی استadioom های بزرگ ورزشی نیز از جمله این موارد است که نوع قالب لغزان قائم یا شیبدار را در بر می گیرد. ساخت کیسون (صندوقه) های مرتفع و مخازن آب نیز در زمرة این کاربردها است.

در مورد قالب لغزان افقی ساخت جداول، رویه راه و فرودگاه، ساخت تراورس های یکپارچه درجا و پوشش کانال ها و جان پناه پل و ساخت سقف های پیش ساخته را می توان نام برد که اهمیت آن مانند قالب لغزان قائم یا شبیدار نیست.

## ۶- مزایا و معایب بکارگیری قالب لغزنده قائم

### الف) مزایای اجرا توسط قالب لغزنده قائم

- سرعت پیشروی به سمت بالا با توجه به اجرای مداوم و شانه روزی
- عدم وجود درزهای اجرایی اعم از درز افقی یا قائم و یکپارچگی و پیوستگی بهتر بتن
- اقتصادی تر و ارزان تر شدن کار در صورت مرتفع بودن سازه (معمولًاً در ارتفاع های بیش از ۲۰ متر و حتی بیش از ۳۰ متر)
- امکان پرداخت سطح بتن خارج شده از زیر قالب به علت نرمی و نیمه خمیری بودن بتن در صورت نیاز
- کاهش مصالح مصرفی در قالب بندی به ویژه حذف داربست

### ب) معایب اجرا توسط قالب لغزان قائم

- برای سازه هایی با ارتفاع کمتر از ۲۰ متر و به ویژه کمتر از ۱۵ متر غیر اقتصادی خواهد بود.
- آماده سازی قالب و بستن آن در ابتدا بسیار وقتگیر تر از قالب عادی است.
- در مواردی که پنجه، در یا بازشو وجود دارد کار مشکل می شود. اصولاً نباید زواید و قسمت های برجسته موضعی در سازه وجود داشته باشد و گرنه کار بسیار سخت یا غیر ممکن می گردد.
- در صورتی که قطر، ضخامت مقطع و یا شیب تغیر کند کار مشکل تر است و به قالب و تجهیزات خاص و گران قیمت نیازمند است.
- ساخت قالب و سرمایه گذاری اولیه برای آن بسیار زیاد است.
- مدیریت اجرایی و فنی آن مشکل است. تدارکات اولیه و حین اجرا بسیار حساس است. پرسنل متumer کز و

قابل توجهی بکار گرفته می شود که باید در دو یا سه شیفت در طول شبانه روز کار کنند. نقدینگی زیادی برای شروع کار و در حین اجرا لازم است.

- تهیه محل اقامت و پذیرایی تمام وقت از پرسنل در حال کار و استراحت ضروری است. به طور کلی هزینه های تجهیز کارگاه زیاد می باشد.

- برای پرهیز از قطع شدن بتن سازی و بتن رسانی و ریختن آن نیاز به تأمین مرتب سیمان و مصالح دیگر وجود دارد. هم چنین باید وسایل ساخت و انتقال و ریختن و بالابر ذخیره را پیش بینی نمود و نیاز به برق اضطراری کافی وجود دارد.

- کنترل کیفی بتن و اجرای آن و میلگرد گذاری از مشکلات بیشتری برخوردار است و توقف کار برای کنترل های ضروری امکان پذیر نیست.

- مشکلاتی از نظر تغیر در زمان گیرش بتن در بخش های مختلف قالب (سمت آفتاب و مقابل آن) و در شب و روز و هم چنین در روزهای سرد و گرم در طول اجرا وجود دارد که کار را سخت می کند.

- کنترل حرکت قالب مشکل است و نیاز به افراد متخصص و با تجربه دارد.

- کار میلگرد گذاری از مشکلات خاصی برخوردار است و نیاز به برنامه ریزی دقیق دارد.

- احتمال بیشتر کاهش کیفی نمای بتن و افزایش نیاز به پرداخت سطح

- مشکل بودن اجرای سقف ها به صورت همزمان. هر چند با تدبیری می توان این کار را انجام داد و سرعت اجرا را در مجموع بالا برد.

## ۷- ساز و کار کلی حرکت قالب لغزنده قائم

برای این که بتوانیم حرکت قالب لغزان قائم را به درستی درک و احساس نماییم، معمولاً به بالا رفتن یک نفر از ستون یا درخت متولسل می شویم. در ابتدا فرد پاهای خود را به شدت به ستون فشرده و به عبارتی تکیه گاه برای تحمل بار وزن خویش را بوجود می آورد و سپس دست ها را بالا برد و ستون را در بر می گیرد. به دنبال آن

با تکیه کردن بر دست ها، پاهای خود را بالا کشیده و در موقعیت بالاتر مجدداً آن را محکم به ستون می فشارد و مراحل قبلی را پی در پی انجام می دهد تا مسیری را در ارتفاع ستون طی کند.

برای بالا بردن قالب در امتداد قائم نیز باید میله هایی را در مقطع قرار داد و به کمک جک های مخصوص این حرکات را مشابه سازی کرد.

برای کاهش یا افزایش ضخامت مقطع از یک جک افقی متصل به قالب استفاده می کنیم تا قالب داخلی را حرکت دهد. برای کاهش یا افزایش قطر سازه معمولاً امروزه محیط قالب را با جک های مخصوص به صورت کشویی کم یا زیاد می نمایند. بدینهی است موقعیت قالب و سازه از نظر شاقولی، مدور بودن و سایر موارد باید مرتب کنترل شود تا هندسه کار بهم نخورد.

#### - اجزای قالب لغزان قائم تک حرکته ساده و تجهیزات وابسته به آن

اجزای قالب لغزان قائم در ساده ترین حالت با یک حرکت به انضمام تجهیزات وابسته آن به شرح زیر می باشد.

- میله جک یا میل جک

- غلاف میل جک

- یوک یا یوغ

- جک (معمولأً هیدرولیکی)

- شابلون اندازه حرکت جک و مانع حرکت جک

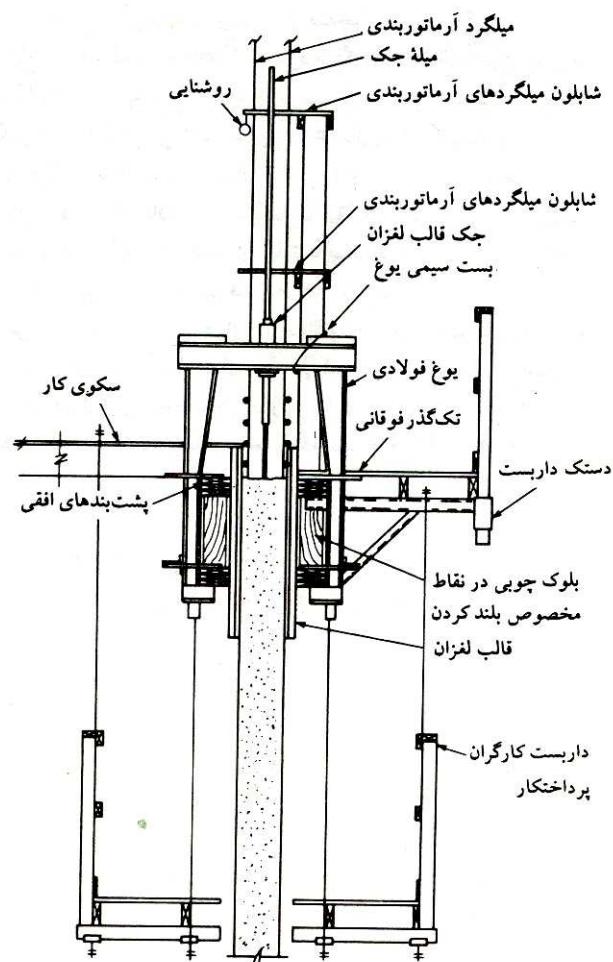
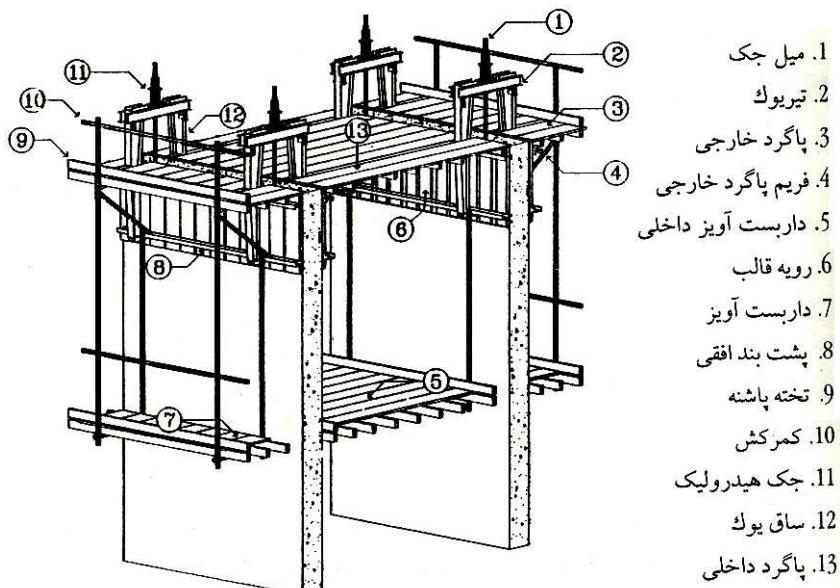
- رویه و بدنه قالب

- پشت بند های افقی و احتمالاً قائم قالب

- پاگرد داخلی و خارجی (سکوی کار داخلی و خارجی یا سکوی کار میانی) و خربای آن

- سکوی کار تحتانی (سکوی کار آویزان) یا پاگرد تحتانی که بخش داخلی و خارجی دارد

- احتمالاً سکوی کار یا پاگرد فوکانی (سکوی کار توزیع بتن)
  - هادی یا کمرکش نگهدارنده میلگردها برای جلوگیری از دور شدن میلگردها از قالب
  - وسایل جلوگیری از کمانش میل جک در بازشوها یا ایجاد ستون کاذب
  - وسایل و تجهیزات عمل آوری
  - لقمه فولادی یا فاصله نگهدار برای جلوگیری از نزدیک شدن میلگردها به قالب
  - اتاق کنترل شامل وسایل اندازه گیری ارتفاع و پمپ احتمالاً هیدرولیکی برای حرکت دادن جک‌ها و
  - مخزن فشار سنج‌ها**
    - لوله‌های رفت و برگشت سیال (روغن) و شیرهای کنترل سیال (روغن هیدرولیک)
    - کابل‌های برق سیستم حرکت و روشنایی و لامپ‌ها و بلندگو و برق لرزاننده و بالابرها بتن و
    - جرثقیل‌ها و پمپ آب**
      - لوله‌ها و افشارک‌های آب برای نگهداری از بتن و شست و شوهای لازم
      - میل جک در آر (میل کشش)
      - ابزار کنترل شاقول بودن و تراز بودن پاگردها
      - راه پله دسترسی و آسانسور نفرات
      - تجهیزات ایمنی و آتش نشانی و بهداشتی و چراغ‌های دستی
- بدیهی است این مجموعه یک ماشین را تشکیل می‌دهد که باید آن را هدایت نمود تا عملکرد مطلوبی داشته باشد و وظایف محوله را به درستی انجام دهد.



## ۹- تشریح اجزای قالب لغزان قائم تک حرکته و عملکرد آن ها

عملکرد و جایگاه هریک از اجزا و تجهیزات نامبرده در مجموعه قالب لغزان در این بخش مورد بحث قرار می گیرد.

### - میل جک - Jack Rod

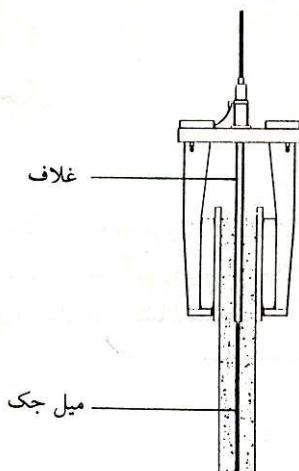
همه بار مرده و زنده مجموعه قالب از طریق یوک و جک به میل جک ها وارد می شود و در واقع میل جک ها ستون این سازه یا ماشین متحرک است. همواره از چندین میل جک به تناسب سطح جانبی و وزن قالب ها استفاده می شود و ممکن است در یک مجموعه مانند کندوهای ۹ تایی به بیش از ۲۵۰ میل جک نیز برسد. معمولاً میل جک های عادی از ظرفیت باربری ۳ تن و میل جک های قوی از ظرفیت باربری ۵ تا ۶ تن برخوردارند. فاصله میل جک ها از یکدیگر معمولاً بین ۹۰ تا ۱۵۰ سانتی متر می باشد. قطر میل جک ها بسته به ظرفیت باربری آن ها ۲۵ یا ۳۸ یا ۴۰ میلی متر است. میل جک ها معمولاً به صورت میلگرد توپر با رویه صاف می باشند. هرچند در ایران از لوله صنعتی ضخیم نیز استفاده می کنند. در برخی کشورها از میله یا قوطی چهارگوش (مربعی) نیز بهره می گیرند که جک خاصی نیاز دارد. میل جک ها معمولاً به طول ۳ متر ساخته می شود و برای سوار کردن آن ها بر روی هم از مغزی خاص استفاده می نمایند و یا در یک طرف سوراخ رزوه و در سر دیگر به صورت پیچ می باشد. بهتر است دندانه پیچ مربعی یا ذوزنقه ای (به جای مثلثی) باشد. از آنجا که جک های متفاوت و با سیستم های مختلف بکار می رود، گاه کیفیت سطحی میل جک ها تابع نوع جک می باشد. مثلاً در جک های دندانه ای از میل جک هایی با رویه صاف اما نرم تر استفاده می کنند تا فک گیره ای دندانه ای آن بتواند بر سطح میلگرد اثر گذارد و دندانه های فک مزبور ساییده نشود و عمر آن طولانی تر گردد. در جک های ساقمه ای از میلگرد کاملاً گرد و با سطح سخت از فولاد خاص استفاده می کنند تا ساقمه بر روی سطح نلغزد و به پایین لیز نخورد. میل جک ها در پایین ترین نقطه بر یک صفحه فولادی تخت یا یک جایگاه فلزی (پاشنه) گرد یا فرورفته قرار می گیرد اما به آن متصل یا جوش داده نمی شود تا بتوان آن را از درون قطعه با اتخاذ تدبیری به راحتی بیرون کشید و مجدداً مصرف کرد زیرا این میل جک ها معمولاً گران هستند و اصولاً از وزن و قیمت بالایی برخوردارند و از دست دادن آن ها عاقلانه نیست. در

مواردی مانند احتیاج به میل جک ها و یا در برخی سازه ها مانند برج خنک کن لازمست میل جک ها را در آورده و یک تکیه گاه جدید با تخریب موضعی پوسته سازه به کمک یک صفحه فولادی ایجاد نماییم و میل جک ها را روی آن قرار دهیم.

### - غلاف میل جک

برای این که امکان درآوردن میل جک از داخل بتن قطعه فراهم شود و بتن دور میل جک را نگیرد و به آن نچسبد، از یک لوله به عنوان غلاف میل جک استفاده می کنند. قطر داخلی غلاف اندکی بیش از قطر میل جک است (در حدود ۳ تا ۶ میلی متر). ضخامت بدنه این لوله زیاد است و یک لوله با جداره نازک نیز می تواند بکار رود. مثلاً اگر میل جک ۲۵ میلی متری ("۱) باشد لوله سیاهی با قطر داخلی ۳۱ میلی متر ("۴/۱۱) کافی است. طول این لوله از زیر تیر افقی یوک تا تراز تحتانی قالب است که معمولاً  $1/5$  تا  $2$  متر خواهد بود به نحوی که وقتی قالب در ابتدای کار سوار می شود انتهای غلاف در روی کف قرار می گیرد و هم سطح کف بدنه قالب می باشد. در واقع غلاف میل جک نیز یک قالب است که سوراخی را در بتن در هنگام بالارفتن بر جای می گذارد که معادل قطر خارجی غلاف می باشد. نقش دیگری که به تبع نقش فوق می توان به غلاف نسبت داد انتقال بهتر تنش ها به بتن خمیری در بخش های تحتانی بتن تازه گرفته و جوان می باشد. هم چنین قطر بزرگتری که نسبت به میل جک دارد توزیع تنش بهتری را موجب می شود و هم چنین مانند میل جک تحت تنش واقع نمی باشد و در معرض کمانش نیست. به هر حال میل جک در داخل سوراخی که در حدود ۸ تا میلی متر از آن بزرگتر است کمانش (Buckling) خواهد نمود اما بتن سخت شده و مقاوم تر در این ناحیه نیروهای محدود جانبی ناشی از کمانش میل جک را تحمل می نماید مگر این که سرعت پیشروی قالب به سمت بالا بسیار زیاد باشد که ممکن است به علت ضخامت کم قطعه یک ترکیدگی در منطقه سوراخ در قسمت بیرونی مشاهده شود و به ندرت ممکن است برای قالب نیز خطرناک باشد اما به هر حال این خسارت از نظر سازه ای برای قطعه بتنی می تواند مهم باشد. این کمانش در بازشوها مشکلات جدی به بار می آورد و ممکن است به ناپایداری و خرابی میل جک منجر گردد و قالب تکیه گاه خود را از دست دهد. لذا اتخاذ تدبیری در این مناطق ضروری است. معمولاً سعی می کنند میل جک و یوک در محل بازشوها واقع نشوند تا

مشکل به طور اساسی حل شود. سوراخی که توسط غلاف ایجاد می شود امکان درآوردن میل جک را فراهم می کند که این کار با وسیله ای خاص به نام میل درآر (میل کش) انجام می گردد. به عنوان مثال در کندوهای ۹ گانه سیلوی همدان که دارای قطر داخلی ۱۲ متر بود در حدود ۲۵۰ میل جک با دو ظرفیت ۳ و ۶ تن وجود داشت که مجموعاً برای ۵۴ متر ارتفاع آن عملاً  $250 \times 54 = 13500$  متر یعنی  $13/5$  کیلومتر میل جک بکار رفته است و بازیافت آن کاملاً توجیه دارد زیرا خود سرمایه بزرگی محسوب می شد به ویژه این که از فولاد پر مقاومت ST52 و به صورت توپر بود. وزن این میل جک ها در این پروژه متوجه از ۵۰ تن بوده است.

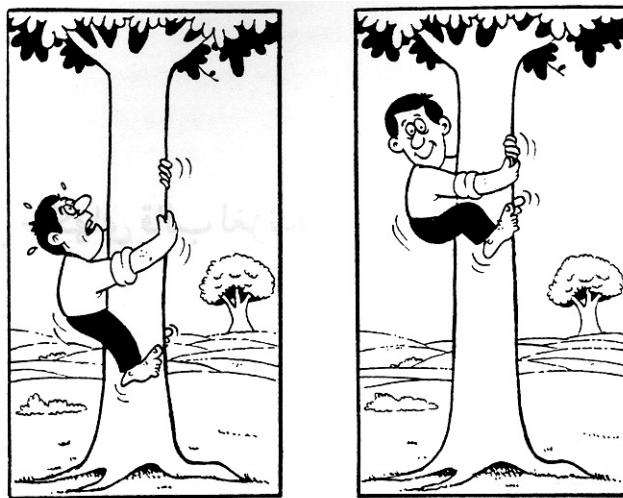


غلاف میل جک

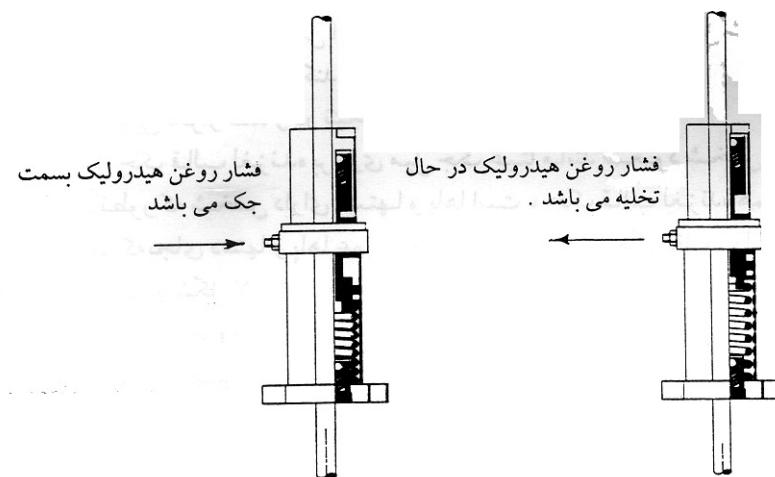
### - جک (هیدرولیکی) (Hydraulic Jack)

در ساز و کار حرکت رو به بالای قالب گفتیم که مانند یک انسان که از یک ستون یا درخت بالا می رود این وظیفه به عهده جک است که از میل جک بالا رود. جک ها دو سری فک دارند که یک سری از آن ها در نقش پا و سری دیگر در نقش دست ها انجام وظیفه می کنند. بنابراین بیهوده نیست که برخی به آن ها جک میمونی پا و سری دیگر در نقش دست های دستی، برقی و بادی نیز وجود دارند اما معمولاً از جک های روغنی (هیدرولیکی) استفاده می گردد. در واقع جک اطراف میل جک را گرفته است و به عبارت دیگر میل جک از درون جک رد شده است. هرچند جک های دستی، برقی و بادی نیز وجود داشتند اما امروزه ممکن است صرفاً یک جک روغنی دستی برای موقع اضطراری و باز کردن یک جک جهت تعمیر و یا کمک به آن مورد استفاده قرار گیرد هرچند

جک های ذخیره همواره وجود دارد تا بتوان جایگزین جک نیازمند تعمیر نمود.



بالارفتن شخص از درخت شبیه بالارفتن جک لغزنده از میل جک است



در این حالت فر اصلی جک فشرده ، فک بالا درگیر و فک پائین بهمراه کل بدنه ، جک به سمت بالا می روند

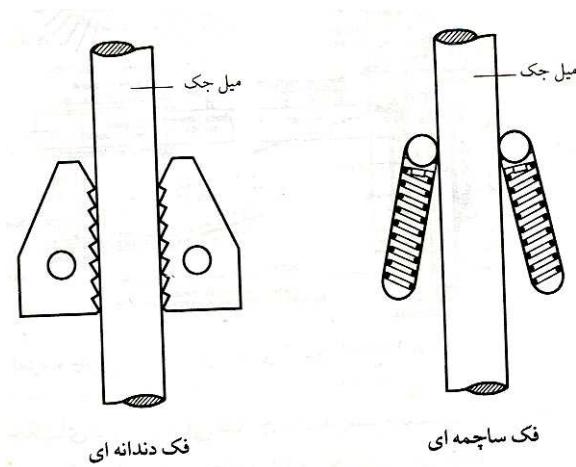
در این حالت فر اصلی جک در حال بازشدن بوده و فک بالا سمت بالا حرکت می کند . فک پائین بهمراه کل بدنه جک ثابت می باشد

#### عملکرد جک قالب لغزنده

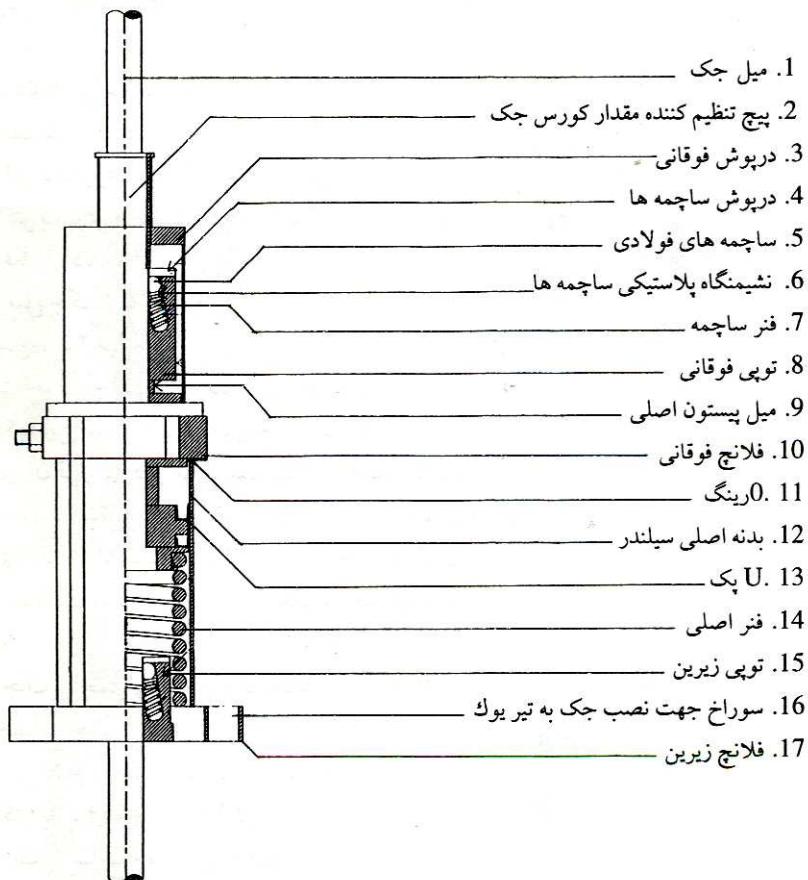
فک های جک های هیدرولیکی امروزه در دو نوع ساقمه ای و دندانه ای هستند. در جک های دارای فک

ساقمه ای، درگیری فک با میل جک ضعیف تر از نوع دندانه ای است اما استهلاک ساقمه ها کمتر از دندانه ها

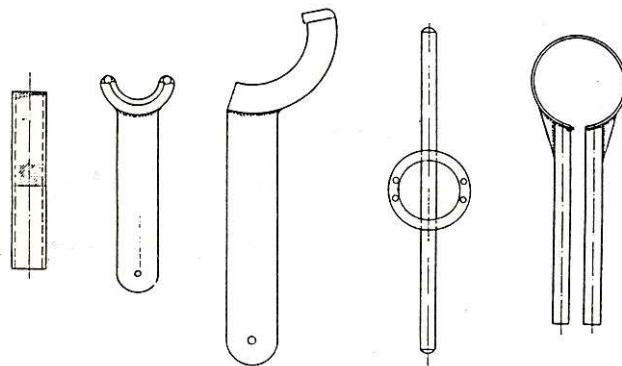
می باشد. ساچمه ها نیاز به تعمیر و تیز کردن ندارند اما فک های دندانه ای نیاز به تیز کردن و سنگ کاری دارند. فک های ساچمه ای و ساچمه ها ارزان هستند اما فک های دندانه ای گران قیمت می باشند. در عوض فک ساچمه ای به کیفیت سطحی میل جک حساس تر از نوع دندانه ای است. جک ها در هر نوبت حرکت خود به سمت بالا (یک کورس) معمولاً ۲۰ تا ۳۰ میلی متر و غالباً ۲۵ میلی متر (۱ اینچ) حرکت می کنند. بنابراین یوک و قالب نیز با تمام متعلقات خود در هر نوبت همان قدر بالا می رود تا نوبت بعدی فرار رسد. امروزه جک های ایرانی نیز ساخته شده و بکار رفته است و گاه مزیت های خاص قبل تنظیم بودن کورس را نیز دارا می باشند. جک های سوئیڈی دارای انواع متعددی می باشند که ساخت کارخانجات مختلف است و در ایران بکار رفته است. در ایران تعداد زیادی از سیلوها به کمک جک های روسی ساخته شده اند که مزایا و معایبی دارند. سیلوهای قدیمی تر ایران مانند نکا، ازنا، اندیمشک، سنتدج، گرگان، ارومیه، اراک، خوی، مراغه، بهبهان و ... از این جمله اند. ظرفیت باربری جک ها نیز مانند میل جک ها است و معمولاً بین ۳ تا ۶ تن متغیر است. اما ظرفیت های استثنایی متتجاوز از ۲۰ تن نیز وجود دارد که غالباً کاربرد چندانی ندارد. طبیعی به نظر می رسد که جک های ۶ تنی مخصوص میل جک های قطورتر (۳۴ تا ۳۸ میلی متر) باشد و جک های ۳ تا ۳/۵ تنی اختصاص به میل جک هایی به قطر ۲۵ تا ۲۷ میلی متر داشته باشند. حداقل فشار روغن در جک ها بسته به ظرفیت و سطح (یا قطر) پیستون بین ۴۰ تا ۱۰۰ بار فشار می باشد.



جک های هیدرولیکی از طریق لوله های حاوی روغن هیدرولیک تغذیه می شوند و این کار به کمک یک پمپ فشار هیدرولیک انجام می شود. گاه جک ها عمل نکرده و بالا نمی روند و یا روغن ریزی پیدا می کنند. برخی اوقات با ضربه زدن به جک یا میل جک (به ویژه بخش بالای جک) می توان آن را مجدداً فعال نمود. در مورد روغن ریزی باید آن را تعویض نموده و در صورتی که امکان تعویض زود هنگام فراهم نباشد آن را با زدن جک دستی یاری می دهند. برخی جک ها به راحتی باز می شوند و از میل جک خارج می گردد و دوباره میل جک را داخل آن کرده و روی یوک می بندیم. اما برخی جک ها را باید تا رسیدن به آخر میل جک نگه داشت و سپس تعویض نمود و اگر امکان این کار نباشد لازم است میل جک را برید و جک را از روی یوک جدا نمود. معمولاً در کارگاه قالب لغزنده یک اتاق کوچک را به تعمیر جک ها اختصاص می دهد که مجهر به میز کار و گیره و ابزار آلات دیگری است.



قطعات جک ساقمه ای ساخت کارخانه های داخل کشور



ابزار آلات مخصوص باز و بسته نمودن جک ها



تصویر یک جک واقعی در قالب لغزنده



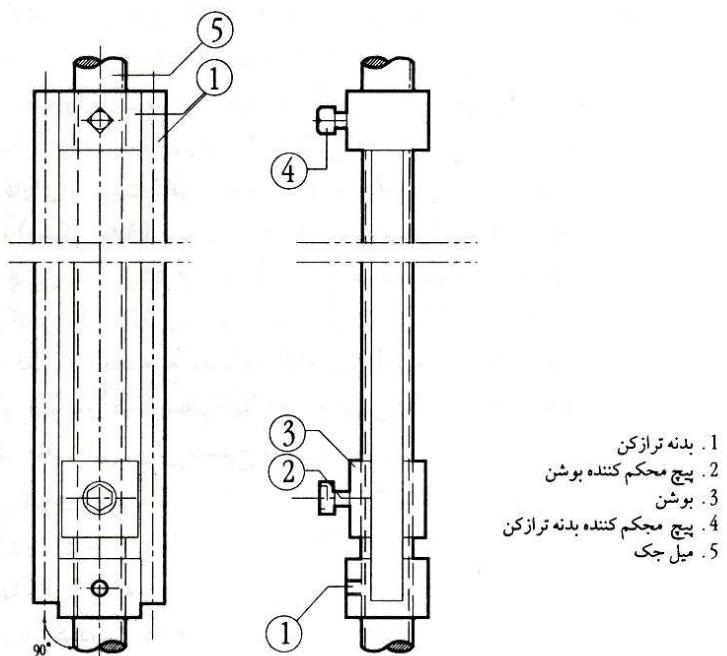
نمای داخل یک جک دندانه ای

## - یوک یا یوغ (Yoke)

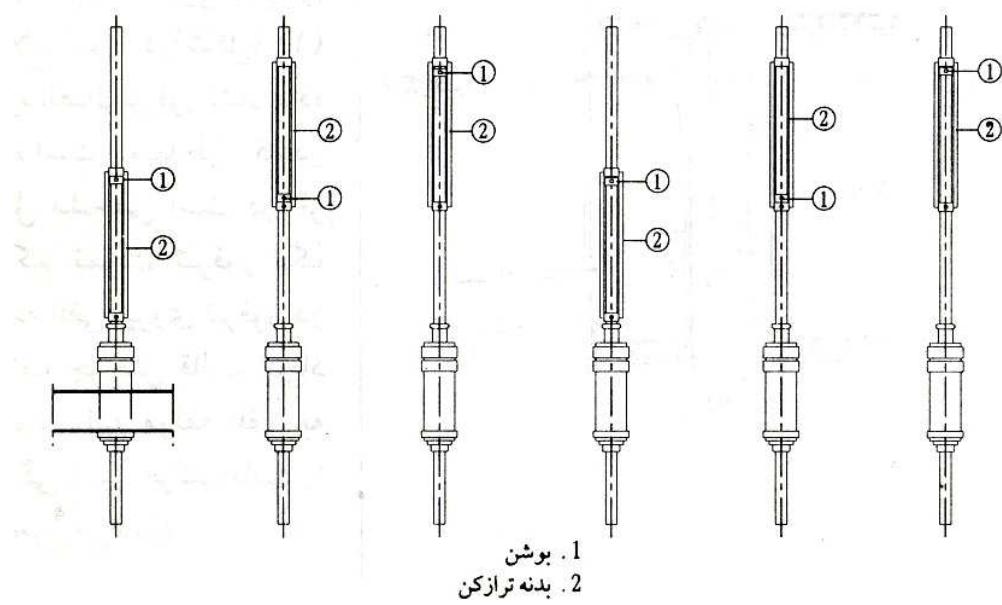
یوغ را بر گردن اسب، گاو و چهارپایان می بندند تا گاوآهن شخم یا ارابه یا کالسکه ای را با خود به جلو بکشد. یوک که انگلیسی شده یوغ ترکی است همین کار را انجام می دهد. جک در اینجا همان گاو است که بر میل جک بالا می رود و بر روی یوک بسته شده است و بدین ترتیب یوک را با خود بالا می برد. همه اجزای قالب به جز میل جک بر یوک متکی و سوار هستند و یا به آن آویزان می باشند بنابراین با یوک به بالا حرکت می کنند. لازم است یوک از استحکام کافی و صلیبیت برخوردار باشد. یوک دارای یک تیر دوبل افقی و دو ستونک قائم تک یا دوبل (ساق یوک) است. به جز جک و برخی اقلام مانند داربست یا شابلون هادی نگهدارنده میلگردها و پاگرد فوقانی توزیع بتن (در صورت وجود) که بر تیر فوقانی متکی هستند بقیه اجزا قالب مانند پاگرد میانی و پاگرد آویز تحتانی و بدنه و پشت بندهای قالب همگی به ستونک قائم وصل می باشند و بارها را به آن منتقل می نمایند که به هر حال به جک و نهايتأً به میل جک وارد می شود. غلاف تنها عضوی است که به زیر تیر افقی یوک متصل و آویزان است. میل جک از بین دو تیر دوبل افقی می گذرد و بدین دلیل آن را به صورت دوبل در می آورند. اگر تیر افقی یک قوطی باشد باید در وسط دارای سوراخی با قطر بزرگتر از قطر میل جک باشد تا میل جک از میان آن عبور نماید. فاصله دو تیر دوبل (از نوع IPE یا INP یا UNP) اندکی بیش از قطر میل جک است و لوله غلاف میل جک از زیر به این تیر جوش می شود و یا با اتخاذ تدابیری پیچ می گردد تا قابل باز کردن باشد. لازم به ذکر است که یوک از بازشدن قالب ها از یکدیگر (دور شدن) جلوگیری می نماید. هرچه فاصله زیر تیر افقی یوک از قسمت فوقانی بدنه قالب بیشتر باشد امکان میلگردگذاری ساده تر فراهم می شود زیرا فقط در این فاصله که بین ۷۰ تا ۱۰۰ سانتی متر است می توان میلگردهای افقی دیواره را به میلگردهای قائم متصل نمود. برای کارگذاری میلگردهای قائم مشکلی وجود ندارد. یوک می تواند از جنس چوبی یا فلزی باشد اما امروزه به ویژه در ایران نوع فولادی آن کاربرد دارد. یوک می تواند جوشی باشد یا به هم پیچ شود و قابل تنظیم باشد. فاصله دو ساق یوک باید در حدی باشد که بتوان قطعاتی با ضخامت های مختلف را اجرا نمود. فاصله دو یوک از هم ۹۰ تا ۱۵۰ سانتی متر و اغلب بین ۱ تا ۱/۲ متر می باشد.

## - شابلون و حلقه مانع حرکت جک

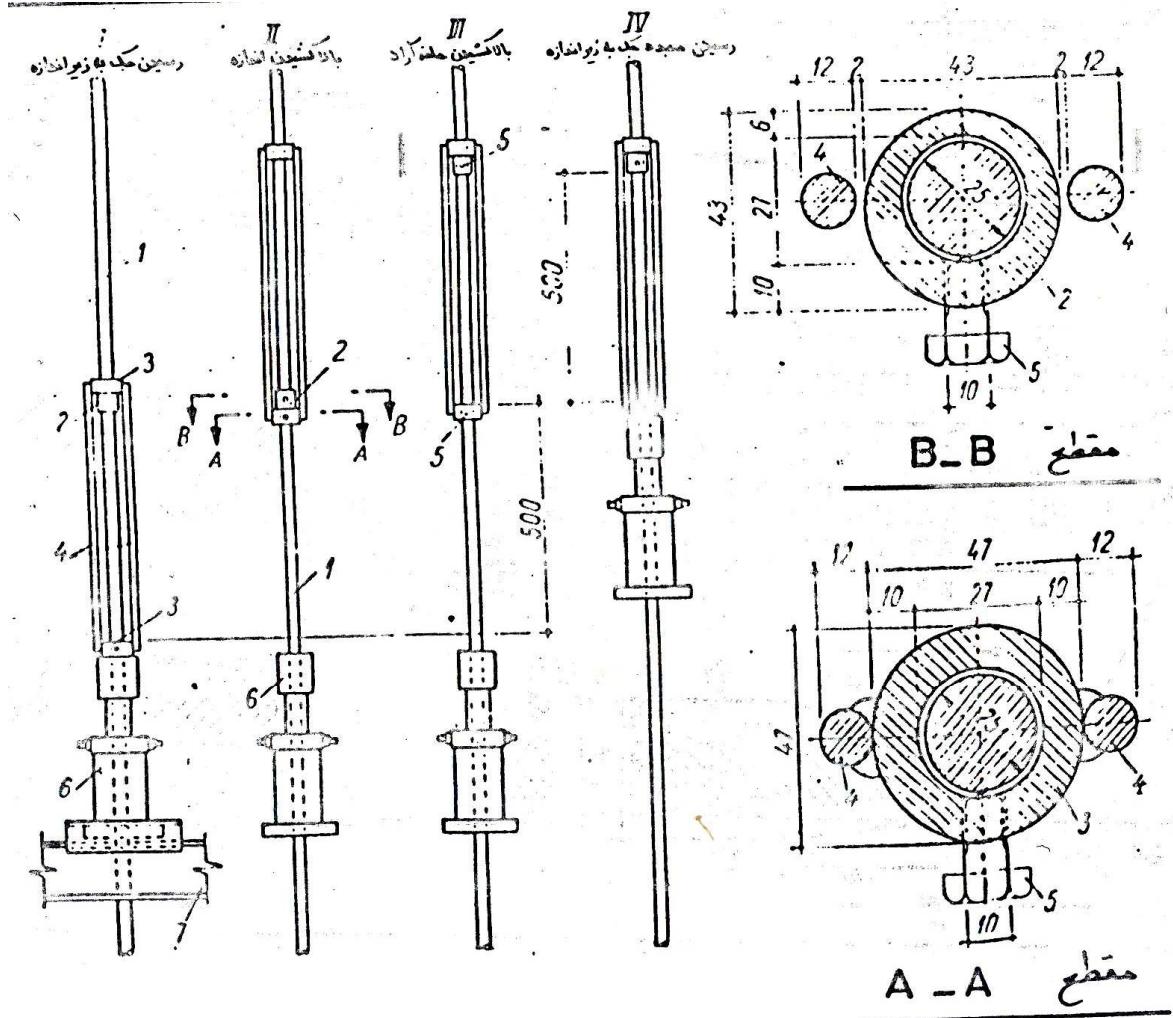
برای شاقول ماندن سازه، قالب باید در امتداد قائم بالا رود. برای این که این مهم حاصل گردد جک ها باید یکسان حرکت کنند. به علت نقايسص موجود در جک ها یا یکسان نبودن فشار روغن در جک ها، درگيری و چسبندگی موضعی قالب و بتن، افزایش بار مرده یا زنده در یک طرف قالب به ویژه انبار کردن مصالح (میلگردها) در یک منطقه، وجود بارهای نامتقارن مانند وینچ ها و آسانسور بتن و سایر عوامل متفرقه مانند اختلاف دما در قسمت های مختلف به ویژه در اثر تابش آفتاب، ممکن است جک ها یکسان پیشروی نکنند و قالب از شاقول بودن خارج گردد. برای این که به نحوی این نقايسص جبران شود و آثار محسوس نداشته باشد، سعی می کنند در فواصل معینی (مثلاً ۳۰ سانتی متر) مانع بر روی میل جک ایجاد کنند تا جک ها در هنگام رسیدن به این موانع از حرکت باز ایستند تا جک های عقب مانده در نوبت های بعدی حرکت خود به آن ها برسند و سپس موانع را مجدداً در فاصله معینی بالا برده و بر روی میل جک محکم بسته تا مجدداً پس از مدتی به توازن حرکت جک ها منجر شود. برای انجام این کار از یک حلقه که با پیچی بر روی میل جک بسته می شود استفاده می گردد. قاعدهتاً می توان با یک خط کش یا شابلون به طول معین این حلقه را به اندازه معینی دقیقاً بالا برد اما این کار دارای خطای ناخواسته (اتفاقی) است و می تواند به نحو نامشخصی باعث کج شدن قالب شود. لذا سعی می کنند این کار را با وسیله ای خاص که نوعی شابلون است انجام دهند که خطای آن بسیار ناچیز باشد و یا بتوان آن را فاقد خطا قلمداد نمود. وسیله مزبور دارای دو حلقه متصل به دو میله است که میل جک از داخل آن ها آزادانه رد می شود اما دو حلقه پیچ دار وجود دارد که ابتدا بر روی هم هستند و سپس یکی از آن ها را بالا کشیده و محکم می کنند در حالی که پیچ دیگر شل است و به راحتی حرکت می کند تا به حلقه محکم شده فوقانی برسد و هنگامی که همه حلقه های آزاد در اثر حرکت جک به سمت بالا به بالا رانده شدند و به حلقه های محکم شده رسیدند حلقه آزاد را بالا می کشنند و پیچ آن را محکم گردد و سپس قاب شابلون را بالا برده تا به حلقه برسد پس از آن حلقه فوقانی را آزاد کرده، بالا می بردند و محکم می کنند و در عوض پیچ حلقه پایینی را شل می نمایند تا عمل فوق تکرار شود. بدیهی است وقتی این عمل نتیجه مناسبی می دهد که ارتفاع این شابلون ها کاملاً یکسان ساخته شود.



بعاد تراز کن (شابلون)



مراحل استفاده از تراز کن



نمونه ای از نقشه های ساخت ترازکن

### - رویه و بدن قالب لغزنه (Form and Sheathing) -

رویه قالب ممکن است مانند بده قالب چوبی یا فلزی (فولادی) باشد. هم چنین ممکن است به صورت ترکیبی از این دو ساخته شود. معمولاً اگر بخواهیم از بدن چوبی استفاده نماییم لازم است تخته چندلا (بین ۹ تا ۱۳ میلی متر بکار ببریم. این تخته ها دارای رویه ای از رنگ مخصوص یا فرمیکا خواهند بود. لایه) با حداقل ضخامت ۱۰ میلی متر بکار ببریم. این تخته ها دارای رویه ای از رنگ مخصوص یا فرمیکا خواهند بود. اگر از رویه فلزی (فولادی) بر روی یک بدن چوبی استفاده شود کافی است یک ورق فولادی نازک (۰/۵ تا ۰/۷۵ میلی متر) سیاه یا گالوانیزه بکار ببریم. اما اگر بدن فولادی باشد احتیاج به رویه دیگری ندارد و ضخامت بدن فولادی ۲ تا ۳ میلی متر بکار گرفته می شود. اگر ضخامت کم باشد به سخت کننده ها یا پشت بندهای قوی تری احتیاج

داریم. به هر حال ضخامت کمتر از ۲ میلی متر ممکن است اعوجاج های موضعی پیدا کند که در این نوع قالب مشکل وجود می آورد و اصطکاک را زیاد نموده و نما را نامطلوب تر می نماید. بدنه چوبی از جنس تخته ۲/۵ سانتی متری در ایران کاربرد ندارد. هرچه رویه صاف تر و هموارتر باشد اصطکاک کمتری خواهیم داشت. در قالب لغزان از مواد رها ساز (Releasing Agents) یا به تعبیر دیگر روغن قالب استفاده نمی شود و ضرورتی ندارد. بدنه قالب در قالب های لغزان ساده قائم در یک یا دو محل دارای شکاف کامل در تمام ارتفاع خواهد بود و لبه آن به مقدار حدوداً ۱۰ سانتی متر روی هم می آید (هم پوشانی یا Overlap) تا با تغییرات جزئی موجود بتواند به صورت انعطاف پذیر عمل نماید و دچار تنفس نشود و قطر یا شکل به مقدار جزئی عوض شود، و گرنه می تواند مشکلات جدی به بار آورد. به این شکاف ها فیلتر قالب می گویند. ارتفاع بدنه قالب از ۹۰ تا ۱۵۰ سانتی متر موجود است و مقادیر ۱ تا ۱/۲ متر معمول تر است. به هر حال تصمیم گیری در مورد ارتفاع بدنه قالب به نوع سازه، سرعت پیشروی، شرایط آب و هوایی، نوع بتن و قدرت کنترل قالب بستگی دارد. در هوای سردتر ارتفاع بدنه را بین ۱۲۰ تا ۱۴۰ سانتی متر می گیرند. برای قالب قائم لغزان ساده می توان ارتفاع بدنه را بالا برداشته باشند برج خنک کن برای ایجاد شبیه های متغیر و ایجاد قوس مسلم ارتفاع بدنه بین ۹۰ تا ۱۰۰ سانتی متر پیش بینی می شود. هرچه سرعت پیشروی کمتر باشد، ارتفاع بدنه را کمتر در نظر می گیرند و در شرایطی که بتن سفت تری موجود است ارتفاع بدنه را کمتر منظور می کنند. مواردی وجود دارد که ارتفاع بدنه قالب به ۲/۵ متر رسیده است. برای پایه پل ها، برج های آبگیر کوچک و چاه هایی با عمق کم و برخی هسته های ساختمان های بلند ممکن است ارتفاع بدنه قالب زیاد انتخاب گردد. معمولاً سعی می شود عرض (فاصله) بین دو رویه قالب در تراز تحتانی ۵ تا ۱۰ میلی متر بیشتر از فاصله آن ها در تراز فوقانی باشد. بدینه است این تدبیر برای حرکت ساده تر و روان تر قالب و بهبود نمای بتن اتخاذ می شود و به هیچ وجه نباید خلاف آن عمل نمود. ممکن است بدنه داخلی و خارجی برای این کار کمی شیبدار شوند و یا صرفاً این شبیه را به بدنه داخلی داد. طراحی بدنه قالب با توجه به بارهای جانبی (رانشی) بتن و اصطکاک موجود با در نظر گرفتن فاصله پشت بندها و کیفیت مکانیکی بدنه قالب انجام می گردد.

## - پشت بندها و مهاربندی قالب

پشت بند نهایی بدنه قالب همان ستونک یا ساق یوگ می باشد و بارها نهایتاً به آن منتقل می گردد. مسلماً این بارها توسط پشت بندهای واسطه باید انتقال یابد. پشت بندهای افقی و حتی قائم ممکن است بکار رود که برخی از آن ها مانند قالب فولادی ممکن است بسیار نازک و مانند سخت کننده های سراسری باشد. اگر بدنه قالب از تخته های چوبی معمولی باشد (که در ایران مرسوم نیست) اولین پشت بندها باید افقی باشد زیرا تخته ها به صورت قائم کنار هم چیده می شود و باید به هم دوخته شود. در بدنه چوبی چند لایه یا فولادی نیازی به این امر نیست اما ممکن است فقط با یک پشت بند افقی به ساق یوگ متصل شود و بار را به آن وارد کند. پشت بندها می توانند چوبی یا فولادی باشد که در ایران نوع فولادی آن معمول است. اگر فاصله یوگ ها از یکدیگر بیشتر از ۱/۵ متر باشد ممکن است از یک خرپا به عنوان پشت بند استفاده شود و هم چنین توصیه می گردد پشت بندهای افقی با ضربدری مهاربندی شود. اگر پشت بند افقی فولادی بکار بريم بهتر است حداقل دو پشت بند افقی در ربع پایینی و بالایی بکار رود و مقطع آن از تیرآهن ۱۰ ضعیفتر نباشد اما در سال های اخیر در ایران از لوله یا ناوданی استفاده می شود که ممکن است از این نیز ضعیف تر باشد، به هر حال باید از نظر محاسباتی جواب دهد. فاصله پشت بندها باید چنان باشد که بدنه قالب از نظر خمشی، برشی و خیز بدون مشکل باشد، هم چنین این پشت بندها نیز از نقطه نظرهای مختلف سازه ای جواب بدهند. ممکن است گاه از یک یوگ افقی بین دو یوگ قائم استفاده کرد. این کار در حالی انجام می شود که بارها خیلی زیاد و فاصله یوک ها از هم نیز زیاد باشد. در محل فیلتر قالب پشت بندها نیز همپوشانی داشته و باید به صورت کشویی بتوانند از کنار هم بگذرند.

## - پاگردهای کار داخلی و خارجی (سکوهای کار میانی) (Working Platform (deck))

برای عملیات بتن ریزی، حرکت کارگران، بستن میلگردها، کارگذاری و ادامه دادن میل جک ها در طول کار، کنترل قالب و رفت و آمد ناظرین، بازدید کنندگان و تعمیر کاران، کنترل کنندگان لوله های روغن و کابل های برق سیستم روشنایی و سایر موارد نیاز به سکو و محل کار و تردد وجود دارد که به آن سکوی کار یا پاگرد (کار) می گویند و در سمت خارج و داخل یعنی دو سمت یوک و بدنه قالب وجود دارد که پاگرد داخلی و خارجی نام

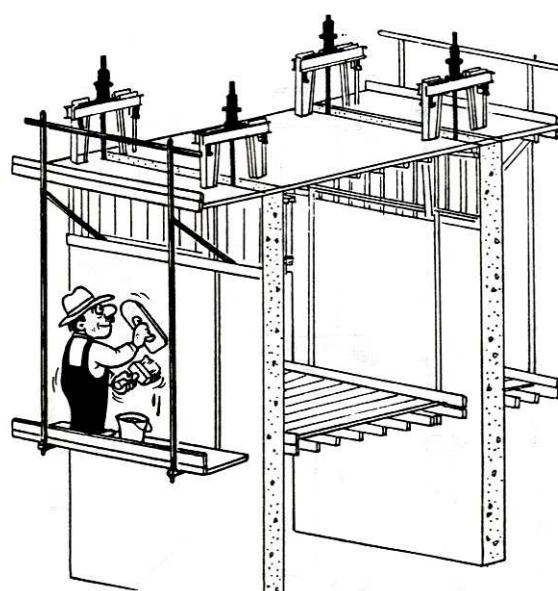
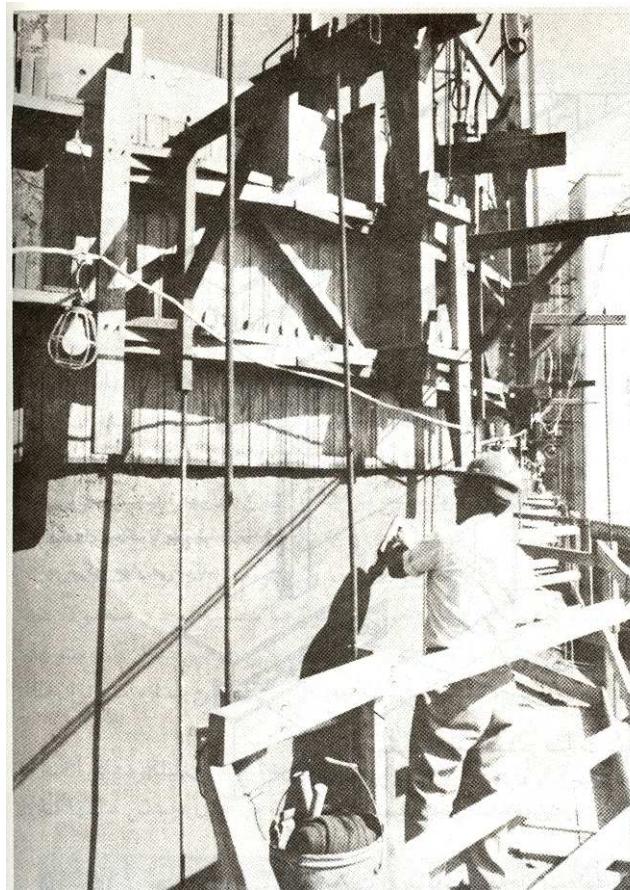
دارد. علت نام گذاری آن در برخی موارد به نام سکوی کار میانی آن است که یک پاگرد تحتانی برای پرداخت و عمل آوری وجود دارد و گاه یک سکوی فوقانی برای توزیع بتن و برخی عملیات دیگر داریم. اگر سکوی کار فوقانی نداشته باشیم چنین اصطلاحی موضوعیت ندارد. پاگرد کار (سکوی کار) دارای یک کف (دال) چوبی است که از تخته هایی به ضخامت ۲/۵ تا ۳ سانتی متر ساخته شده است در حالی که فاصله پشت بندهای زیر آن از ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر بیشتر نشود. زیر این تخته های کف تیرها، یا ناوданی فولادی یا چارتراش چوبی وجود دارد که باید به روی تیرهای اصلی تر و یا بر روی خرپای متکی به یوغ و یا بر پشت بند افقی بدنه قالب تکیه کند. این دال و پشت بندهای زیر آن و خرپا یا پشت بند بدنے قالب باید بتواند بارهای زنده و مرده پاگرد را تحمل کند. تخته های پاگرد در صورتی که در شرایط مرطوب کنار هم قرار گیرند بهتر است کاملاً به هم چسبانده شوند و اگر در شرایط خشک بکار گرفته می شود یک درز کوچک باقی گذاشته شود تا در اثر مرطوب شدن دچار تغییر شکل نشود و باد نکند. در کف این پاگرد در سمت خارج و داخل، یک یا دو دریچه برای دسترسی به کمک یک پلکان به پاگرد تحتانی (سکوی کار پرداخت) وجود دارد که باید همواره پوشیده شود. عرض پاگردها معمولاً حداقل بین ۸۰ تا ۹۰ سانتی متر می باشد و ممکن است در قسمت هایی بزرگتر شود تا میلگردها و لوله های لازم را بتوان انبار نمود. این پاگرد از شروع کار باید نصب شده باشد یعنی باید از بدء کار، سازه آن و تخته کوبی انجام شده باشد. خرپای مثلثی متکی بر ساق یوک معمولاً در ایران به صورت فولادی بوده و اجزای آن با پیچ و مهره به یکدیگر و به ساق یوک متصل می شود و باید بتوان آن را به راحتی در پای کار باز کرد و نباید به هیچ وجه آن را جوش نمود. در اطراف پاگردها باید حفاظ ایمنی ایجاد کرد و از یک تخته پاخور استفاده نمود. گاه لازم است در اطراف سکوی کار یک پوشش به عنوان مانع وزش باد با بروزنت یا پوشش مناسب دیگری ایجاد نماییم که از حفاظ موجود و یا سازه مخصوص دیگری استفاده می کنیم.

### - داربست آویزان یا پاگرد آویز (پاگرد تحتانی پرداخت و عمل آوری)

(Finishing and Curing Platform)

لازم است برای پرداخت و عمل آوری بتن و بازدید های لازم، پاگردی را در ترازی پایین تر از کف قالب ایجاد نمود تا افراد ایستاده بتوانند در جلوی صورت خود بتن خارج شده از زیر قالب را مشاهده کنند و بتوانند آن را

پرداخت نموده و یا مواد عمل آوری را بر سطح بتن بمالند یا بپاشند. هم چنین در صورت لزوم بتوان آب را بر سطح بتن اما در ترازی پایین تر از زیر قالب (حدود ۷۰ تا ۱۰۰ سانتی متر پایین تر) پاشید. کف داربست آویزان معمولاً ۱۵۰ تا ۱۸۰ سانتی متر پایین تر از کف قالب می باشد. کف این پاگرد معمولاً از تخته های چوبی ساخته می شود و بر روی پروفیل فولادی قرار می گیرد و توسط پروفیل فولادی به صورت آویزان به خرپای متصل به یوک یا خود یوک با پیچ و مهره متصل می شود. عرض این پاگرد معمولاً حدود ۶۰ تا ۸۰ سانتی متر است و اطراف آن حفاظ فولادی قرار دارد. از طریق پلکان یا آسانسور از پایین می توان به این پاگرد وارد شد و یا از طریق سکوی کار به کمک پله (نردهان) به پاگرد آویزان رفت. پاگرد تحتانی نباید به راحتی تکان بخورد یا باد آن را تکان دهد و نباید به بدنه دیواره بتن بخورد نماید. در روی پاگرد باید یک تخته پاخور به ارتفاع حداقل ۱۰ سانتی متر نصب شود. لوله های آب و کابل های روشنایی روی پروفیل آویز داخلی نصب می شود. در مواردی که عمل آوری با بخار یا اشعه مادون قرمز یا بخاری برقی انجام می شود، لوله ها و ابزار این عملیات معمولاً بر روی آویز خارجی قرار می گیرد. در صورتی که بخواهیم بتن را در مقابل وزش هوای گرم یا سرد یا تابش آفتاب حفاظت کنیم، برزنت یا پوشش مناسب دیگری به صورت قائم به آویزهای خارجی وصل می گردد. داربست آویزان را نمی توان از ابتدا بست بلکه پس از این که قالب به اندازه فاصله زیر داربست تا زیر قالب از زمین جدا شد اقدام به نصب این داربست به کمک پیچ و مهره می نمایند و تخته های کف را نصب می کنند.



عملیات عمل آوری (کیورینگ) بتن از درون داربست آویز

## پاگرد فوقانی یا سکوی توزیع بتن

در برخی پروژه ها یک سکو برای انتقال و توزیع بتن به ویژه با تسمه نقاله در نظر می گیرند. از این روش در برخی سیلوهای ایران مانند تاکستان و همدان استفاده شده است که تقریباً ۲/۵ متر بالاتر از سکوی کار قرار می گیرد.

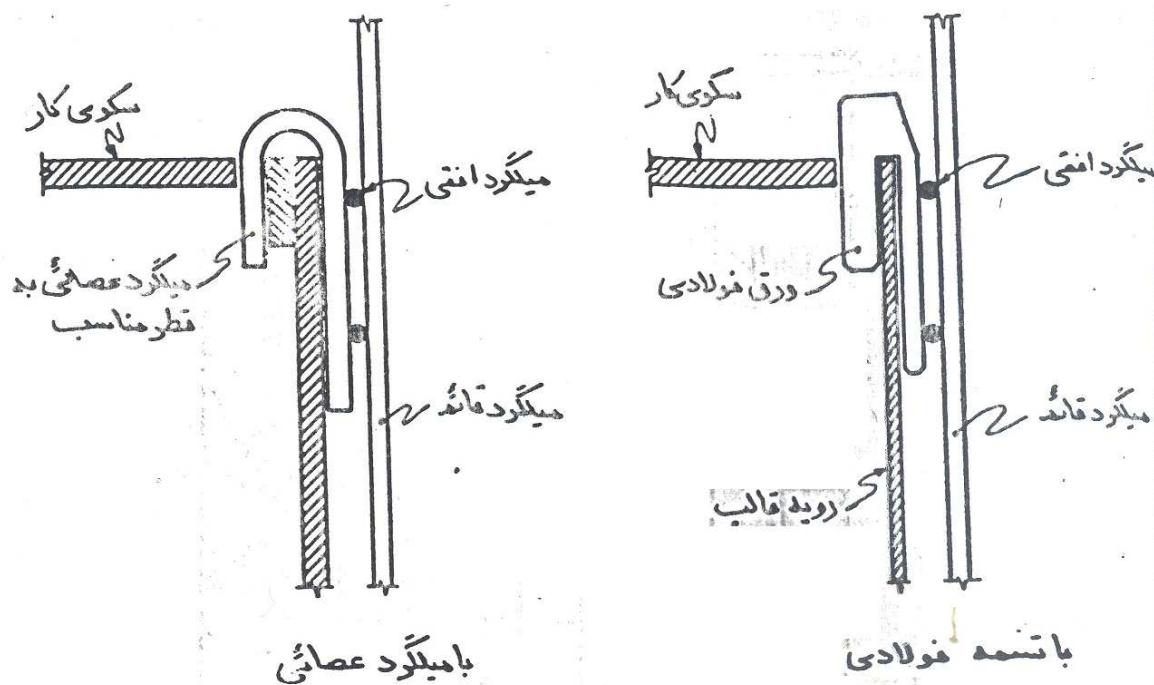
وقتی بتن با وینچ یا آسانسور بالا می آید آن را در مخزن (فیدر) تسمه نقاله می ریزد و سپس انتقال می یابد و در انتهای در مخزن دیگری می ریزد و یا در میان راه با روش تخلیه جانبی از روی تسمه نقاله به داخل مخزن بتن ریخته می شود.

به هر حال با اتخاذ این روش وزن مجموعه قالب زیاد می شود بنابراین سعی شده است از ایجاد آن ترجیحاً پرهیز شود. این پاگرد نباید مزاحمتی برای کارگذاری میلگردهای قائم و میل جک ها فراهم نماید.

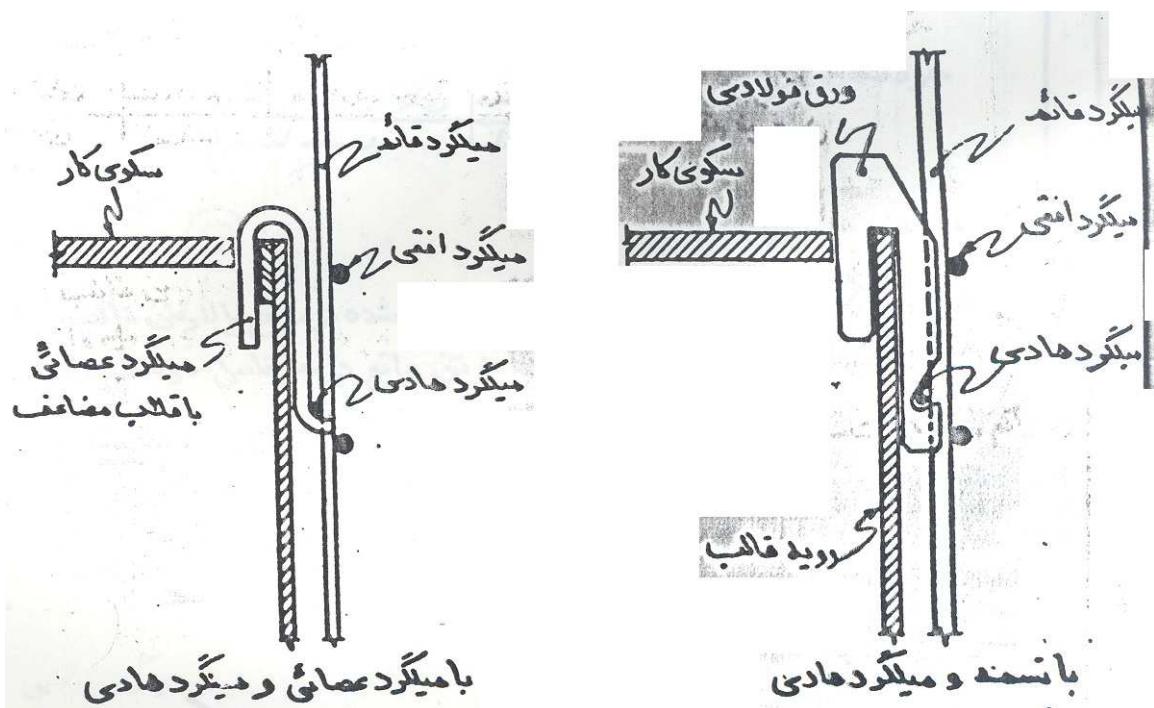
### - لقمه فولادی یا فاصله نگه دار Lower Steel Spacer

برای حفظ فاصله قالب تا خارجی ترین میلگرد (پوشش بتنی روی میلگرد) در دو طرف دیواره بتنی می توان از نبشی، سپری یا لوله استفاده نمود به نحوی که از طرف بالا خم شده و به لبه فوقانی قالب متصل گردد (لبه قالب در قسمت خم شده قرار گیرد) در صورتی که میلگردهای افقی نسبت به میلگرد قائم به قالب نزدیک تر باشد (روش معمول) این تدبیر کافی است اما اگر میلگرد قائم به قالب نزدیک تر باشد لازم است از یک میلگرد هادی افقی متصل به این لقمه ها در ارتفاع حدود ۱۰ سانتی متری داخل قالب استفاده نمود.

مسلمان این لقمه و میلگرد هادی آن همراه قالب مرتبًا بالا می رود و میلگردهای قائم یا افقی را از قالب دور می کند.



میلگردهای افقی نسبت به میلگرد قائم به قالب نزدیک‌تر هستند



میلگردهای افقی نسبت به میلگرد قائم از قالب دورتر هستند

### - هادی یا شابلون کمرکش فوقانی برای نگهداری میلگردها Upper Bar Guide Spacer

برای نزدیک نشدن دو شبکه میلگرد دیواره بتنی به یکدیگر لازم است به نحوی نگذاریم میلگردهای قائم به هم نزدیک شود. لذا به کمک دو میلگرد افقی یا لوله افقی خمیده در ترازی بالاتر از تیر فوقانی یوک در داخل شبکه میلگردهای قائم و محکم کردن آن‌ها با وسیله مطمئن به یوک (مانند یک پایه متصل به یوک) و استفاده از آن‌ها به عنوان یک شابلون یا هادی مانع نزدیک شدن دو شبکه به یکدیگر می‌شویم.



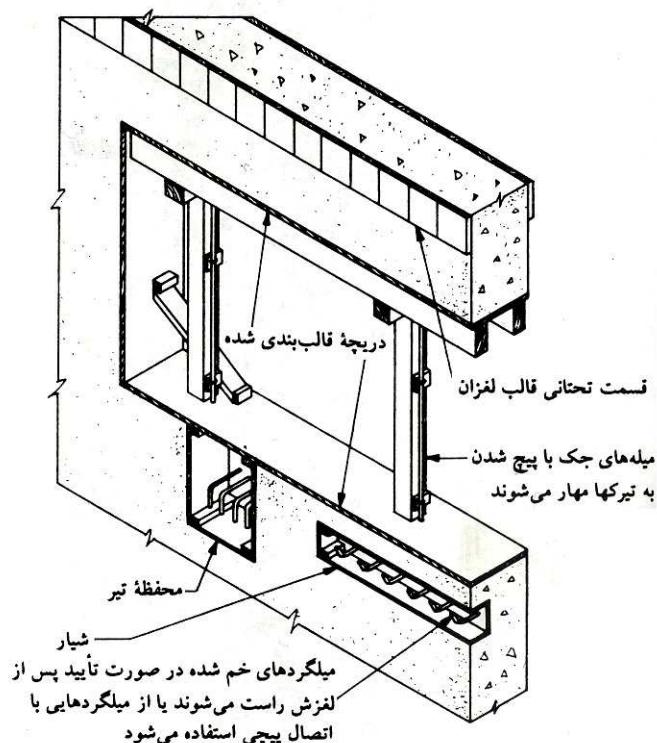
نمونه‌ای از هادی برای نگهداری میلگردها

### - ستون کاذب و مهار میل جک برای جلوگیری از کمانش در بازشوها

در طراحی اولیه قالب سعی می‌کنیم میل جک‌ها در منطقه بازشوها واقع نشود اما اگر عرض بازشو زیاد باشد و یا نتوانیم به علت تعدد بازشوها و یا جابجا شدن آن‌ها موفق شویم و ارتفاع بازشو از حدود ۵/۰ متر بیشتر شود لازم است آن را در محل بازشو مهار کنیم زیراطول کمانش یک میل جک معمولی معمولاً بین ۵/۰ تا ۷/۰ متر است.

در بازشوها مرتفع علاوه بر اینکه باید از قاب (قالب) مناسب و محکم استفاده کنیم لازم است از ستون کاذب برای جلوگیری از کمانش میل جک استفاده نماییم. برای انجام این کار لازم است یک ستون که در نقشه‌ها وجود ندارد اجرا شود و پس از تکمیل کار و خروج میل جک، تخریب گردد. در این رابطه یک بازشو به دو بازشو

تقسیم می شود که بین این دو قسمت همان ستون کاذب وجود دارد. وقتی قالب به تراز زیر بازشو رسید و قالب های (قاب های) بازشو نصب شد، قبل از بتن ریزی حد فاصل دو قالب قائم ستون مقداری خاک اره می ریزند و سپس بتن را می ریزند و وقتی به تراز فوقانی بازشو می رساند مجدداً کمی خاک اره در این قسمت ریخته و پس از آن در ادامه بتن اصلی ریخته می شود. پس از این کار یک ستون به عرض دیواره بتُنی و طولی ترجیحاً معادل این عرض ایجاد می شود که اجازه کمانش را به میل جک نمی دهد. در نهایت کار وقتی میل جک را بیرون می آوریم می توان به کمک یک کابل و جرقه‌یل یا تیفور، به راحتی این ستون کاذب را از محل خود درآوریم.



جزئیات قالب بندی جهت ایجاد بازشو ها

### - راه پله (پلکان) دسترسی یا آسانسور نفرات -

برای رفتن کارگران و سایر نفرات به روی پاگرهای کار و پرداخت نیاز به یک پلکان یا آسانسور (بالابر) داریم. پلکان معمولاً به کمک چوب و فولاد ساخته می شود و به بدنه بتُنی سازه از طریق صفحات مدفون مهار

می گردد. پلکان دارای پاگرد هایی در فواصل ۱/۵ تا ۲ متر خواهد بود و باید بسیار محکم باشد و معمولاً عرض راه پله به اندازه ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر (صرفًا برای عبور یک نفر) می باشد. با بالارفتن قالب مرتبًا بر ارتفاع سازه پلکان اضافه می شود. آسانسورها بر قطعات متصل به بدنه حرکت می کند و باید از اینمی برخوردار باشد و مرتبًا باید مسیر و تجهیزات مربوطه متناسب با حرکت قالب اضافه شود.



نمونه ای از راه پله (پلکان)

### - ابزار کنترل شاقول بودن قالب و تراز بودن پاگرددها

معمولًا قالب در حین بالا رفتن ممکن است کمی منحرف شود. در سازه های مرتفع با ابعاد کوچک تر احتمال انحراف بیشتر است. هدایت گر قالب باید چند نوبت در روز قالب و سازه را کنترل کند تا از انحراف بیشتر جلوگیری و یا اصلاح انحراف نماید. اصلاح انحراف گاه مشکل می باشد و یا اشکالات دیگری را به وجود می آورد و ممکن است صلاح در حفظ انحراف و عدم افزایش آن باشد. علت انحراف ها معمولاً هماهنگ نبودن عملکرد جک ها، بارگذاری نامتقارن بر روی قالب و تفاوت شدید در درجه حرارت بدنه قالب یا بتن در بخش های مختلف آن است. حتی نیروی کریولیس ناشی از حرکت زمین را در انحراف قالب به ویژه نوع پیچشی آن در قالب های

لغزنده مدور (مانند سیلوها و دودکش ها و ...) محتمل می دانند. وسایلی مانند شیلنگ تراز، اندازه زنی روی میل جک ها یا قالب به کمک ترازیاب، استفاده از شاقول های معمولی یا نوری یا لیزری می تواند در تشخیص انحراف و اندازه گیری آن موثر باشد. شاقول های معمولی در بیشتر پروژه ها به کار رفته است به کمک یک شاقول سنگین وزن که طول سیم آن قابل افزایش است و به دور یک قرقه در بالای قالب پیچیده شده است و به تدریج باز می شود، می توان انحراف را بدست آورد. برای این کار فاصله سیم از دیواره بتی را در بالاترین و در پایین ترین نقاط اندازه گیری می کنند که اختلاف این دو اندازه معادل انحراف سازه بین این دو انحراف است. بنابراین در یک سازه معمولاً از چهار طرف شاقول آویزان می کنند تا حرکت های انحرافی در هر جهت را تشخیص دهند. تراز نبودن روی پاگرد کار معمولاً می تواند ناشی از انحراف و کج شدن باشد که با وسایل مختلف اندازه گیری می شود.

#### - ابزار کنترل ارتفاع

در اتاق کنترل معمولاً یک متر فلزی یا پلاستیکی وجود دارد که سر آن در ارتفاع صفر (زمین) بسته شده است و با بالا رفتن قالب، این متر که در اتاق کنترل به دیواره اتاق وصل شده به تدریج با چرخش باز می شود و می توان ارتفاع کف قالب یا تراز فوقانی قالب را به دست آورد و در هر لحظه از ارتفاع و سرعت حرکت قالب با توجه به ارتفاعات ثبت شده در زمان های مختلف اطلاعاتی را به دست آورد. زمان به کار انداختن پمپ روغن و حرکت قالب به بالا و میزان هر حرکت (یا رقوم ارتفاعی) باید ثبت شود.



نمونه ای از اتاقک کنترل پمپ

## - تجهیزات برقی و کابل های لازم

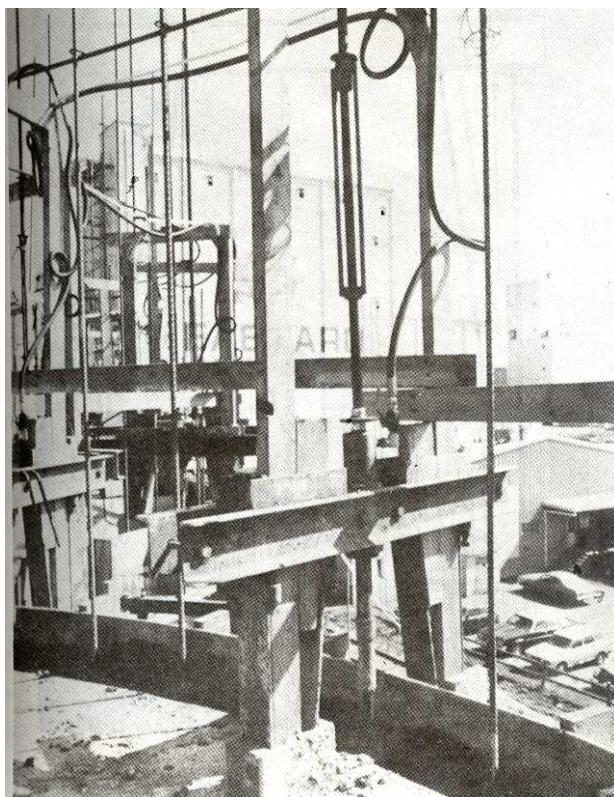
پمپ، روشنایی، بلندگو، جرثقیل ها و آسانسور و بالابر، پمپ آب، لرزاننده های خرطومی، ابزاری مانند دریل و برق جوشکاری و بخاری برقی یا وسایل گرمایشی نیاز به برق دارد. برق مورد نیاز باید با یک کابل اصلی تأمین شود. این کابل دور قرقه ای پیچیده شده و همزمان با بالارفتن قالب کابل باز می شود. سیستم توزیع برق در روی قالب برای وسایل و تجهیزات مختلف باید ایجاد گردد و تابلوهایی ساخته شود. سیستم توزیع برق باید اینم باشد و در برابر آب باران و برف محافظت شود. معمولاً سعی می شود برای اینمی بیشتر از برق ۱۱۰ ولت یا کمتر تا حد ۲۴ ولت استفاده گردد و دستگاه ها و لامپ های روشنایی نیز با این ولتاژ کار کنند و لذا تأمین آن ها در ایران کمی مشکل می گردد. برق ۲۲۰ ولت باید به ولتاژ مورد نظر به کمک یک رکتیفاير تبدیل شود. در کارگاه قالب لغزان باید برق اضطراری وجود داشته باشد و بتوان از آن استفاده نمود. بهتر است کابل ها دارای شماره و عالیم مشخصه باشد تا در موقع ضروری دچار مشکل نشویم و قابل کنترل و تعمیر باشد.

## - تجهیزات آبرسانی

علاوه بر شست و شوی پاگردها و اشباع کردن سطوح درزهای اجرایی افقی احتمالی، شست و شوهای نظافتی نفرات نیاز به آب برای عمل آوری در پاگرد تحتانی داریم مگر این که عمل آوری به کمک مواد شیمیایی مخصوص انجام شود. لوله اصلی آب به همراه پلکان مرتبًا بالا می آید و بدان اضافه می شود. در پاگردهای کار و پرداخت، لوله کشی انعام می شود. اتصال لوله اصلی به همراه پلکان مرتبًا بالا می آید و بدان اضافه می شود د پاگردهای کار و پرداخت لوله کشی انعام می شود. اتصال لوله اصلی به شبکه روی قالب توسط یک لوله انعطاف پذیر با طول کافی انعام می شود و هر از چند گاهی با توجه به بالارفتن قالب اتصال مربوطه قطع و یک شاخه لوله به لوله اصلی اضافه می شود و اتصال لوله انعطاف پذیر به لوله اصلی مجددًا برقرار می گردد. لوله آب عمل آوری در اطراف پاگرد تحتانی در پاگرد خارجی و داخلی کشیده می شود و معمولاً به کمک نازل ها یا افشارنک ها آب به صورت پاشیدن با ذرات ریز به سطح بن می رسد اما باید به مناطقی برخورد کند که آن را بشوید و به سطح آسیب رساند لذا به نقاطی آب را می پاشیم که تا حدود زیادی سخت شده باشد.

### - میل در آر (میل کش)

با توجه به لزوم در آوردن میل جک از سوراخ موجود در اطراف آن نیاز به وسیله یا دستگاهی است که آن را میل در آر یا میل کش می گویند. نحوه عمل این دستگاه شبیه جک قالب است اما در بالا نصب می شود و میل جک ها را بالا می کشد در حالی که جک در قالب خود را بروی میل جک بالا می کشد. با توجه به لزوم تسريع و تسهيل در اين کار، هر نوبت حرکت و بالا آمدن میل جک (یک کورس) ۱۰ سانتی متر یا بیشتر می باشد. برای اين کار ابتدا یوک ها را با چارتراش به بنز گیر می دهند و جک ها را از روی یوک جدا کرده و کنار می گذارند. میل جک را وارد میل کش نموده و میل کش را به بالای یوک متصل می نمایند. سیستم تأمین روغن و فشار (هیدرولیک) میل کش را نصف کرده و آن را به کار می اندازند. این سیستم به صورت اهرم دستی کار می کند و با راه اندازی آن میل جک را بالا آورده، وقتی به محل اتصال دو میل جک می رسند، میل کش را متوقف کرده، میل جک بالایی را پیچانده و باز می کنند تا با این روال همه میل جک در ارتفاع سازه خارج گردد.



نمونه ای از قالب و ابزار نصب شده روی آن

## ۱۰- نیروی وارد بر قالب لغزان قائم

### الف) بارهای قائم

مانند هر قالب بندی بار مرده و زنده قائم باید منظور شود. بار مرده قطعات با توجه به جنس آن‌ها منظور می‌شود. برای سکوهای کار و داربست آویزان معمولاً می‌توان بار مرده ناشی از وزن اجزا را ۵۵ تا ۸۰ کیلوگرم بر مترمربع (۰/۵ تا ۰/۷۵ کیلوپاسکال) منظور کرد. وزن قالب، یوک و جک و لوله‌ها را نیز باید درنظر گرفت که ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع می‌شود. برای بار زنده ۳/۶ کیلوپاسکال (حدود ۳۷۵ کیلوگرم بر مترمربع) و برای تیرها و خرپاها و پشت بندهای افقی حداقل ۲/۴ کیلوپاسکال (۲۵۰ کیلوگرم بر مترمربع) و برای سکوی آویزان پرداخت حداقل ۱/۲ کیلوپاسکال (۱۲۵ کیلوگرم بر مترمربع) باید درنظر گرفت. حداقل وزن حجمی چوب مصرفی ۷۵۰ کیلوگرم بر مترمربع منظور شده است. اصطکاک بین قالب و بتن برای یک قالب به ارتفاع ۱۰۰ تا ۱۲۰ سانتی متر نباید از ۲/۹ کیلونیوتون به ازای هر متر طول (۳۰۰ کیلوگرم) از بدنه قالب کمتر در نظر گرفت. در واقع تنفس اصطکاکی ۲/۹ کیلوپاسکال (حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمربع) می‌باشد. به این ترتیب باید حداقل بارهای قائم زنده و مرده را در مجموع بدست آورد و تعداد یوک، جک و میل جک را با توجه به ظرفیت باربری آن‌ها به دست آورد.

### ب) بارهای جانبی

بارهای جانبی عمدتاً مربوط به رانش جانبی (افقی) بتن می‌باشد که برای طراحی بدنه قالب، پشت بندها و ساق یوغ و مهاربندی‌ها و غیره بکار می‌آید.

$$P = 4.8 + \frac{524R}{T + 17.8}$$

P حداکثر فشار جانبی بر حسب کیلوپاسکال، R سرعت ارتفاعی بتن ریزی بر حسب متر در ساعت و T دمای

بتن داخل قالب بر حسب درجه سانتی گراد می‌باشد.

فشار جانبی در قالب لغزان کمتر از بتن معمولی منظور می‌شود و باید لرزاندن بتن با دقت بیشتری انجام شود. لایه‌های بتن ریزی معمولاً بین ۲۰ تا ۲۵ سانتی متر باید صورت گیرد. اگر ضخامت لایه‌ها بیشتر شود و تراکم لرزشی داخلی کاملی انجام شود لازم است ثابت فرمول فوق از ۴/۸ به ۷/۲ افزایش یابد یعنی ۱/۵ برابر می‌گردد.

## ۱۱- پیش نیازهای بالا بودن قالب لغزان

- هدایت و بالابردن قالب لغزان احتیاج به تخصص و تجربه و حوصله کافی دارد. فرد معینی باید هدایت را به عهده گیرد و برای شیفت های مختلف نماینده ای معرفی نماید. قبل از انجام این کار باید به مسائل زیر توجه داشت.
- از صحت عملکرد اجزای قالب و وجود آن ها و مشخصات هندسی آن ها مطمئن گردیم و در موارد خاص اجزای ذخیره را کنترل کنیم.
  - از وجود نفرات متخصص و کافی برای انجام عملیات مختلف قالب بندی، میلگردگذاری و بتن سازی و بتن ریزی اطمینان حاصل نماییم.
  - تجهیزات قالب و وسائل مورد نیاز از نظر وجود و صحت کنترل شود.
  - تجهیزات وابسته به عملیات مانند جرثقیل، برق اضطراری، بتن ساز مرکزی و تأمین آب کنترل گردد.
  - از وجود مصالح کافی برای ساخت بتن اعم از سنگدانه، سیمان، افزودنی و آب در پای کار مطمئن شویم و یا در صورتی که امکان انبار کردن آن ها به صورت یک جا موجود نیست از روند تأمین آن در طول کار و متناسب با پیشرفت قالب اطمینان حاصل نماییم.
  - از وجود میلگرد مورد نیاز پروژه در پای کار مطمئن شویم و حتی لازم است همگی میلگردها بریده و خم شده باشد تا اجازه شروع کار داده شود و یا به نحوی مطمئن شویم در طول کار بخشی از میلگردها می تواند بریده، خم و آماده حمل به روی قالب گردد.
  - از وجود نقدینگی و وجوه لازم برای انجام کار در مدت محدود اطمینان حاصل نماییم.
  - از آماده بودن امکانات تأمین غذا و آشپزخانه برای طول دوره حرکت قالب مطمئن باشیم (برای شیفت های شبانه روزی)
  - امکانات رفاهی کافی برای اقامت و کار پرسنل در شیفت های مختلف شبانه روزی فراهم باشد.
  - امکانات ایاب و ذهاب در طول اجرا به ویژه وسائل حمل بیمار و مصدوم (آمبولانس) در تمام شبانه روز

فراهم باشد.

- از وجود امکانات ایمنی و بهداشتی بر روی قالب و در پای کار مطمئن شویم.
- از وجود قاب ها (قالب)، بازشوها و اقلام مدفعون به صورت آماده اطمینان حاصل نماییم.
- روند برنامه بالا بردن قالب مشخص شود و زمان کلی کار پیش بینی شود.
- شیفت بندی افراد و مرخصی ها مشخص گردد و برای موارد اضطراری پیش بینی انجام شود.
- از وجود طرح مخلوط کامل بتن و زمان گیرش بتن در شرایط مختلف آب و هوایی اطمینان حاصل شود و به صورت آزمایشی ساخته و بررسی گردد.
- به طراحی قالب به طور کلی و فرضیات آن دقت شود و احاطه حاصل گردد.
- نسخ کافی از نقشه و مشخصات لازم برای اجرا، تهیه و در اختیار مسئولین ذیربسط قرار داده شود.
- وجود امکانات کافی کنترلی برای بتن و اجزای آن در حین اجرا و استقرار آزمایشگاه و وجود پرسنل

محرب و آزموده

## ۱۲- هدایت و بالا بردن قالب لغزان

- در هدایت و بالابردن قالب لغزان به نکات زیر باید توجه نمود و آن ها را مدنظر قرار داد که رئوس آن ها ابتدا ذکر می شود و سپس به جزئیات می پردازیم.
- مشخصات و کیفیت بتن و ساخت آن
  - کیفیت بتن ریزی
  - تعیین سرعت حرکت و بالا بردن قالب
  - شروع کار بتن ریزی و حرکت قالب
  - کنترل کیفی بتن در حین اجرا
  - کنترل قالب در حین اجرا

- روا داری قالب لغزنده

- ایجاد امکانات لازم در حین اجرا

- پرداخت سطحی بتن و عمل آوری

- نصب جعبه (قاب یا قالب) بازشو ها

- میلگرد گذاری

- توقف ناخواسته یا گیر کردن (چسیدن) قالب

- توقف عمدی حرکت قالب

- قالب برداری نهایی و پایین آوردن آن

### - مشخصات و کیفیت بتن و ساخت آن

بسیاری از اقداماتی که باید در هدایت و بالا بردن قالب انجام شود تابع مشخصات و کیفیت بتن و ساخت آن می باشد. بتی که با قالب لغزان ریخته می شود طی چند ساعت از زیر قالب بیرون می آید و باید بتواند در محل خود ایستا باشد و بتواند شرایط محیطی موجود و در ادامه بارهای وارد را تحمل نماید. کیفیت بتن در ارتفاع متفاوت است. بتنهایی که اول خارج می شود زودتر ریخته شده است و احتمالاً تا حدی بیشتر گرفته و سخت شده است و بتنهای بالاتر خمیری تر می باشد. در شرایط متعارف با دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد یا بیشتر، بت مناسب معمولاً باید بین  $1/5$  تا ۲ ساعت پس از ریختن گیرش اولیه خود را به انجام رساند (حدود ۲ تا  $2/5$  ساعت پس از ساخت) و در مدت ۴ تا ۸ ساعت پس از بت ریزی به گیرش نهایی برسد و مقاومت  $1/5$  تا ۲ کیلوگرم بر سانتی متر مربع را بدست آورد. مسلمًا آهنگ افزایش مقاومت بت باید از آهنگ افزایش بار وارد بر آن بیشتر باشد. این بت باید کارآئی کافی برای ریختن، جای دهی و تراکم را داشته باشد. توصیه آن است که در هنگام ریختن بت اسلامپ آن بین  $7/5$  تا  $12/5$  سانتی متر باشد و مسلمًا اسلامپ آن در روی زمین پس از ساخت باید با توجه به شرایط محیطی بین ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر باشد.

هم چنین لازم است اصطکاک بت با قالب کم باشد. جمع شدگی بت با توجه به یکسره بودن اجرا باید

حتی الامکان کم باشد. یکنواختی در تولید بتن از نظر کیفیت در این روش اجرا بسیار مهم است.

برای کاهش اصطکاک لازم است ترجیحاً از ماسه گرددگوشه استفاده گردد اما مصرف شن شکسته بنا به دلایل دیگر توصیه نمی شود مگر این که به نحوی به افزایش مصرف سیمان و افزایش جمع شدگی منجر نگردد و باعث جداسدگی نشود. مسلماً طبق طرح مخلوط باید مقاومت لازم نیز کسب گردد. بدیهی است سنگدانه های پولکی و کشیده مطلوبیتی ندارد و بهتر است از آن پرهیز شود.

افزایش مصرف سیمان و افراط در آن باعث افزایش جمع شدگی و چسبندگی بیشتر بتن به قالب می شود که هر دو نتیجه مناسبی تلقی نمی شود. توصیه آن است که عیار سیمان به ۴۰۰ کیلوگرم در متر مکعب محدود شود. برای کاهش جمع شدگی و ایجاد دوام کافی، نسبت آب به سیمان به ۰/۵ محدود گردد و اگر بتن در شرایط محیطی با تری و خشکی و یخ بندان پی در پی باشد حتی محدود کردن آن به ۰/۴۵ توصیه می شود.

در صورت استفاده از مواد افزودنی مقدار دقیق آن در ساخت بتن رعایت شود و گرنه مشکلات جدی حاصل می گردد. استفاده از مواد کاهنده آب (روان کننده) و حباب زا برای کاهش عیار سیمان و ایجاد کارآئی و کاهش اصطکاک و جمع شدگی توصیه می شود. سعی می شود از سیمان مناسب با شرایط پروژه به ویژه اجرای خاص با قالب لغزان استفاده گردد.

طرح اختلاط (نسبت های اختلاط) به صورت دقیق و آزمایشگاهی تهیه شده باشد و در کارگاه به صورت آزمایشی ساخته و در صورت لزوم اصلاح گردد. مسلماً زمان گیرش بتن باید با توجه به شرایط احتمالی حاکم بر پروژه مورد بررسی قرار گیرد. حداکثر اندازه سنگدانه بتن باید به یک هشتم ضخامت دیواره محدود گردد و مسلماً از پوشش بتنی روی میلگرد بیشتر نباشد و سایر ضوابط هندسی من جمله فاصله میلگردهای افقی و قائم نیز رعایت شود.

در اغلب موارد حداکثر اندازه اسمی سنگدانه انجام مصرف آن ها در شرایط عادی پرهیز شود. ساخت بتن به صورت وزنی با رعایت کنترل های رطوبتی سنگدانه انجام شود و سعی گردد روا داری نسبت آب به سیمان به ۰/۰۲ محدود شود. اگر کنترل رطوبتی مستقیم و نسبت آب به

سیمان مقدور نیست، با کنترل اسلامپ این کار به دقت انجام شود.

حجم بتن تولیدی باید به اندازه ای باشد که بتن ها در پای کار معطل نشود و ضمناً درز سرد در بین لایه های بتن ریزی ایجاد نگردد. به هر حال به این موضوع به ویژه در شرایط هوای گرم توجه خاصی مبذول نمود. در شرایطی که سطح بتن داخل قطعه زیاد باشد محاسبات باید با دقت صورت گیرد و با توجه به سرعت کار و شرایط محیطی و نوع بتن و سیمان و افزودنی موجود حجم مورد نیاز در واحد زمان مشخص می گردد.

از مصرف سیمان های داغ پرهیز شود هر چند با آب سرد یا یخ دمای بتن را متعادل کنیم. سیمان داغ باعث افت اسلامپ و کلوخه شدن و گیرش ناگهانی در برخورد با آب با هر دمایی می شود. بهتر است در قالب لغزنده دمای سیمان به ۴۵ درجه محدود شود و ابداً از ۵۰ درجه بالاتر نرود. دمای بتن برای ریختن در قالب در هوای گرم و به طور کلی در هر شرایط محیطی از ۳۰ درجه بالاتر نرود و حداقل دمای بتن با توجه به ضخامت قطعه از ۱۰ یا ۱۳ درجه کمتر نشود و حتی در هوای سرد نیز بسته به ضخامت قطعه از ۱۸ یا ۲۱ درجه سانتی گراد تجاوز نکند.

### - کیفیت حمل، بتن ریزی و تراکم

حمل در اسرع وقت و با توجه ویژه به عدم جدادشده‌گی انجام شود و قبل از ریختن در قطعه مجدداً کنترل شود. جابجایی های مکرر و بی مورد در هوای سرد و گرم توصیه نمی شود و باعث جدادشده‌گی نیز می شود و بر دمای مورد نیاز اثر گذاشته و در شرایط خشک و گرم و تواام با وزش باد شدت تبخير را افزایش می دهد.

- پس از کنترل های لازم در مورد میلگردهای نصب شده، لازم است بتن بالا آمده از پای کار را در سطح پاگردها توزیع نموده و در لایه هایی به ضخامت حدود ۲۰ سانتی متر به صورت تقریباً یکنواخت ریخت و در قطعه جای داده و متراکم کرد. یکنواخت پر نشدن قالب می تواند در قالب لغزان مسئله ساز باشد و کنترل حرکت را مشکل کند.

- همواره بتن ریزی لایه بعدی پس از تکمیل بتن ریزی و تراکم لایه قبلی انجام شود و ۵ تا ۱۰ سانتی متر از لایه زیرین به صورت مشترک با لایه فوقانی لرزانده شود. مسلماً این کار باید قبل از گیرش اولیه لایه زیرین انجام شود و گرنه درز سرد ایجاد خواهد شد که بسیار نامطلوب است. برای اطمینان بهتر است از مصرف بتن هایی که بیش

از یک ساعت از ساخت آن ها گذشته خودداری کنیم و یا با توجه به دانستن زمان گیرش در مورد بتن ها و امکان

صرف آن ها و ایجاد درز سرد تصمیم گیری نماییم. در این حالت ممکن است نیاز به دیرگیر کننده داشته باشیم.

- خوب است همواره حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر بالای قالب را خالی نگه داریم. این کار به کاهش

اصطکاک، کنترل بهتر قالب و کاهش ترک خوردگی های بتن کمک می کند.

- از ریختن خرده های سخت شده بتن در داخل بتن تازه خودداری شود و سعی گردد لبه قالب ها و بخش

فوچانی قالب تمیز نگه داشته شود. بهتر است برای این که پاگرد و لبه قالب آلوده به بتن نشود از یک ورق که به شکل

قیف درآمده استفاده شود و یا از یک ورق گونیای گالوانیزه در سمت بتن ریزی استفاده گردد.

- ضمن رعایت اصول تراکم بتن، لازم است از استفاده از ویراتورهای قوی پرهیزیم. خوب است قطر

ویراتور از یک پنجم و حتی یک ششم ضخامت قطعه تجاوز نکند.

- لازم است در هنگام لرزاندن بتن، لرزاننده را به میلگرد و قالب نچسبانیم تا مشکلی برای درگیری بتن و

میلگرد در منطقه ای که بتن گرفته است به وجود نیاورد و نمای بتن آسیب نیند.

- میله یا سیخ زدن در فاصله میلگرد و قالب می تواند به تراکم این بخش بتن کمک نماید.

### تعیین سرعت حرکت و بالا بردن قالب

مشخص نمودن سرعت مناسب برای حرکت رو به بالا از نقطه نظرهای مختلف اهمیت دارد. معمولاً سرعت

متوسط حرکت قالب لغزان بین ۵ تا ۳۰ سانتی متر در ساعت متغیر است. قالب در هر شبانه روز معمولاً ۱ تا ۷ متر

می تواند حرکت نماید. در سرعت های کم امکان چسیدن بتن به قالب و بالا رفتن اصطکاک مطرح است در حالی

که در سرعت های زیاد نگران وضعیت بتن خروجی از زیر قالب و نگرفتن آن به قدر کافی هستیم. در هر دو حالت

کرانه ای، مشکل کنترل قالب از نظر نحوه حرکت و شاقولی بودن وجود دارد و نگران کننده تر است. معمولاً در

دماهی کمتر از ۱۵ درجه سانتی گراد دو تا سه گام حرکتی در هر ساعت (دو بار پمپ کردن روغن) توصیه می شود

در حالی که در دماهی ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی گراد سه تا چهار بار حرکت در ساعت معقول به نظر می رسد. در دماهی

۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی گراد ۴ تا ۶ حرکت در ساعت میسر است. بدیهی است در صورتی که خواسته دیگری داشته

باشیم باید شرایط را با مصرف افزودنی یا تغییر دمای محیط اطراف بدنه قالب عوض کنیم. هر چند سرعت های بالا به عنوان متوسط مطرح شده است، اما در یک ساعت و یا چند ساعت ممکن است مقدار حرکت کمتر از ۵ یا بیشتر از ۳۰ سانتی متر در ساعت باشد. سرعت های مقطعی تا ۴۵ سانتی متر در ساعت نیز وجود داشته است. پیچیدگی های زیادی در مشخص نمودن سرعت مناسب وجود دارد و با یک عامل موافق نیستیم. ممکن است بنا به ضرورت سرعت کم یا زیادی بخواهیم بنابراین باید عوامل دیگری را بنا به دلخواه تغییر دهیم و اگر نتوانیم باید در خواسته خود تعديل کنیم. اگر زمان لازم برای رسیدن به مقاومت  $1/5$  تا ۲ کیلوگرم بر سانتی متر مربع را  $t$  بنامیم و  $H$  ارتفاع قالب و  $h$  ارتفاع هر لایه بتن ریزی بر حسب سانتی متر باشد، سرعت حرکت قالب بر حسب سانتی متر در ساعت از رابطه زیر بدست می آید.

$$V = \frac{H - h - 10}{t}$$

مثالاً اگر ارتفاع قالب ۱۲۰ سانتی متر و ارتفاع یک لایه ۲۰ سانتی متر باشد و زمان لازم برای رسیدن بتن به مقاومت مناسب جهت بیرون آمدن از قالب ۶ ساعت منظور گردد سرعت مناسب حرکت قالب ۱۵ سانتی متر در ساعت می شود.

سرعت حرکت قالب بر فشار واردہ به بدنه قالب، امکانات لازم برای میلگردگذاری در حین اجرای قالب و نصب اقلام مدفعون، حجم بتن لازم در هر ساعت، استقرار قالب بازشو ها، امکانات ریختن و جای دهی و تراکم و امکانات لازم برای پرداخت سطح بتن بیرون آمده از زیر قالب اثر می گذارد. این موارد می تواند موجب تجدید نظر در ضخامت لایه، تغییر کیفیت بتن از نظر گیرش و سرعت قالب گردد. معمولاً خوب است سرعت حرکت قالب چنان باشد که اگر با انگشت شست خود به بتن بیرون آمده فشار دهیم اثر آن باقی بماند و ضمناً سطح آن را بتوان با ماله مخصوص یا یونولیت یا اسفنج خیس پرداخت نمود. در صورتی که بتن خیلی نرم و خمیری باشد ممکن است دچار تغییر شکل یا بادکردن شود و یا حتی شره کند. اگر بتن خیلی سخت شده باشد قابل پرداخت نیست و به شدت اصطکاک بتن و قالب را افزایش می دهد.



اثرگذاری فشار در بتن مناسب برای خارج شدن از قالب

### - شروع کار بتن ریزی و حرکت قالب

پس از این که اقدامات و پیش نیازهای بتن ریزی و حرکت قالب فراهم گردید و مجوز مربوطه صادر شد، در شروع کار لازم است نکاتی رعایت گردد.

در ابتدا با لایه هایی به ضخامت حدود ۲۰ سانتی متر، ارتفاع ۶۰ تا ۸۰ سانتی متر از قالب را با بتن پر کرده و هر لایه را طبق اصول حاکم بر بتن ریزی و تراکم به خوبی ریخته و متراکم می نماییم. در این مدت از صحت آب بندی و پایداری اولیه قالب مطمئن می شویم. در این رابطه نباید برای اولین پمپ زنی و حرکت جک عجله کنیم و باید اجازه دهیم در شرایط معمولی حدود ۴ ساعت از ریختن اولین لایه بگذرد (در هوای خنک ۵ تا ۶ ساعت و در هوای نسبتاً گرم در حدود ۳ ساعت). سپس قالب را برای اولین بار به سمت بالا حرکت می دهیم. بدیهی است باید تمام موانع حرکتی از جمله تکیه گاه های کمکی اولیه قاب و اتصالات محتمل قالب با شالوده یا زمین قطع و حذف گردد. وقتی قالب چند سانتی متر بالا آمد، لازم است مجدداً ضمن کنترل بتن خروجی از زیر قالب، از عملکرد قالب و جک ها اطمینان حاصل کنیم. فاصله ارتفاعی حرکت اطراف قالب باید در جک زدن های اولیه کنترل شود و با ارتفاع ثبت شده در اتاق کنترل مقایسه گردد و مقدار متوسط هر حرکت (جک زدن) به دست آید و از یکنواختی آن مطمئن شد و در صورت عدم یکنواختی، مشکل را یافته و رفع کرد. در صورتی که از روی شالوده و زمین کار را شروع کنیم مسلماً در ابتدا نصب داربست آویز (سکو یا پاگرد پرداخت) میسر نیست. لذا باید آن قدر بالا رفته که امکان نصب سکوی تحتانی فراهم گردد.

## - کنترل کیفی بتن در حین اجرا

کنترل کیفی بتن در مرحله اجرای قالب با اهداف متفاوت و در مراحل مختلف با اشکال گوناگون انجام می شود و از اهمیت زیادی مانند کارهای معمولی برخوردار است. از جمله کنترل اجزای بتن که در کارگاه انبار شده و یا مرتبا وارد کارگاه می شود را می توان نام برد. فرصت برای انجام برخی آزمایش ها مثلاً کنترل کیفی سیمان وجود ندارد و معمولاً سنگدانه ها مرتبا مورد بررسی های اولیه قرار می گیرند. توصیه می شود در روزهای اول آزمایش هایی نظیر دانه بندی، درصد گذشته از الک شماره ۲۰۰، درصد شکستگی و درصد ذرات پولکی و کشیده روزانه یک بار انجام شود و ضمن بررسی کیفی سنگدانه، مرتبا تغییرات لازم در طرح های مخلوط داده شود. بدیهی است اگر نمونه های سه روز اول فاقد مشکل باشد می توان این آزمایش ها را به دو بار در هفته و حتی یک بار در هفته کاهش داد.

- کنترل دمای سنگدانه، سیمان و آب نیز در حین اجرا علاوه بر کنترل دمای بتن ساخته شده و دمای بتن در حال ریختن می تواند در ساخت بتن و رسیدن به دمای مورد نیاز به ما کمک کند. باید توجه کرد که از مصرف سیمان و آب با دمای زیاد پرهیز شود. لازم است دمای بتن مرتبا کنترل گردد. توصیه می شود دمای بتن در تمام شبانه روز به ویژه در صورتی که احتمال می دهیم به علل خاصی نظیر تغییر دما و یا استفاده از سیمان تازه وارد یا سنگدانه جدید الورود، دمای بتن دست خوش تغییراتی شده باشد.

- با تعیین رطوبت سنگدانه ها به ویژه ماسه در طول شبانه روز باید نسبت به اصلاح رطوبتی طرح مخلوط (میزان آب مصرفی و سنگدانه مرطوب) اقدام نمود. استفاده از امکانات ویژه نظیر بتن سازهای تمام اتوماتیک با حس گر های رطوبتی و نرم افزارها و سامانه های کنترلی توصیه می گردد. در غیر این صورت باید از آزمایش های سریع تعیین رطوبت بهره گرفت و سریعاً محاسبات لازم را انجام داده و نتیجه را به مسئول بتن سازی اطلاع داد.

- در صورتی که نتوان رطوبت را دقیقاً به دست آورد لازم است به صورت چشمی مقادیر را اصلاح کرد و آب را به تدریج وارد مخلوط کن نمود تا روانی لازم طبق طرح مخلوط به دست آید. مسلماً در این حالت تغییرات دانه بندی و شکل دانه ها و درصد شکستگی و هم چنین درصد ذرات گذشته از الک شماره ۲۰۰ تأثیر عمده ای را

بر روانی (اسلامپ) بتن به وجود می آورد که باید به آن توجه نمود و گرنه این نوع کنترل نمی تواند به یکنواختی بتن به ویژه از نظر کنترل نسبت آب به سیمان منجر گردد.

- کنترل های چشمی (مشاهده ای) (Visual Inspection) برای بتن ساخته شده، حمل شده، پای کار در هنگام ریختن و در حین ریختن از اهمیت زیادی برخوردار است. به ویژه مسئله جداشدگی یا آب انداختن در این رابطه باید بررسی گردد و در صورت بروز اشکال به نحو مقتضی مرتفع گردد، خواه از استعداد بتن نشات گرفته باشد و خواه از شیوه حمل و ریختن و تراکم.

- کنترل کیفی مقاومتی بتن با نمونه برداری و قالب گیری بتن و نگهداری آن در شرایط استاندارد انجام می شود که با مقاومت مشخصه (رده مورد نظر) مقایسه می گردد. برای این منظور از هر ۷۵ متر مکعب بتن یک نوبت نمونه برداری ضروری است ولی به هر حال در هر شیفت نیاز به یک نوبت نمونه برداری وجود دارد (طبق ACI). برای این منظور تهیه حداقل دو آزمونه در سن مقرر (معمولًاً ۲۸ روزه) ضروری است. اما بهتر است یک آزمونه قاضی نیز تهیه شود. اگر تهیه آزمونه برای تعیین مقاومت سینی دیگر مثلًاً ۳ یا ۷ روزه نیز نیاز باشد اخذ یک آزمونه برای آن ها کافی است. در صورتی که اخذ نمونه های آگاهی یا نمونه های عمل آمده در کارگاه برای کنترل کفايت عمل آوری نیز ضروری باشد، لازم است آزمونه ها را افزایش داد اما به هر حال این آزمونه ها صرفاً در شرایط واقعی عمل آوری در بخش بالای سکوی کار تحتانی (زیر سکوی کار میانی) نگهداری می شود. بدیهی است سن آزمایش در نمونه آگاهی دلخواه است اما سن آزمایش برای کنترل کفايت عمل آوری ۲۸ روز خواهد بود. در برخی منابع تهیه نمونه به ازای هر متر ارتفاع و در دو نوبت نمونه برداری در هر نوبت کاری پیش بینی شده است که مستند آین نامه خاصی نیست.

- بسته به استاندارد و آین نامه مورد استناد آزمونه ها مکعبی یا استوانه ای خواهد بود. در آبا اجازه داده شده است تا نمونه مکعبی تهیه و نتایج آن به استوانه ای تبدیل گردد.

- بتن خروجی از زیر قالب از نظر میزان گیرش و سخت شدگی باید توسط مسئول قالب یا ناظر کنترل شود و در سرعت قالب در صورت نیاز تجدید نظر گردد و یا شرایط ساخت بتن از نظر افروزنی و غیره مورد بازبینی قرار

گیرد.

### - کنترل قالب در حین اجرا

مفهوم کنترل قالب در حین اجرا بسیار گسترده است. کنترل کیفیت عملکرد قالب و یا هندسه حرکت قالب از جمله این مفاهیم است. کیفیت بدنه قالب، پشت بندها، پاگردها، یوک، جک، میل جک، سیستم پمپاژ روغن به همراه صحت عملکرد امکانات جنبی که به حرکت صحیح و اصولاً امکان حرکت منجر می شود، از جمله مواردی است که نیاز به کنترل دارد. بررسی قالب از نظر تمیزی قسمت فوقانی رویه قالب و پاگردها بسیار مهم است. لازم است گه گاه در پاگرد تحتانی اقدام به کنترل فاصله بتن از بدنه تحتانی قالب نماییم. معمولاً این کار از سمت داخل و خارج انجام می شود. اگر فاصله بیش از یک یا دو میلی متر باشد، نشانه آن است که قالب کج شده و در حال انحراف از مسیر قائم می باشد. در این حالت معمولاً سمت مخالف قالب فشار توان با برش به بتن بدنه وارد می کند که ممکن است بتن به صورت بریده و بد نما خارج شود و قالب به آن سمت منحرف شده که باید سعی شود این مشکل با حرکت بیشتر جک های سمت مخالف جبران گردد. گاه قالب لغزان می چرخد و می توان با بستن قالب به کمک تیفور از پیچش بیشتر جلوگیری نمود و می توان با شبی دادن جک ها از پیچش جلوگیری کرد.

### - روا داری قالب لغزان

در اجرای قالب لغزان روا داری های زیر در ۱۱۷ ، ACI 313 پیش بینی شده است.

#### (الف) انحراف از قائم (شاقولی)

برای ارتفاع ۳۰ متر یا کمتر ۷۵ میلی متر

برای ارتفاع بیش از ۳۰ متر یک چهارصدم ارتفاع اما به هر حال کمتر از ۱۰۰ میلی متر

#### (ب) قطر داخلی یا فاصله بین دیوارها

هر ۳ متر قطر یا ۳ متر فاصله

مجموع انحراف از قطر یا فاصله

۱۲ میلی متر

کمتر از ۷۵ میلی متر

+۲۵ تا -۱۰ میلی متر

ابعاد سطح مقطع دیوار

### ج) موقعیت باز شو یا اقلام مدفون یا مشابه

در امتداد قائم  $\pm 75$  میلی متر

در امتداد افق  $\pm 25$  میلی متر

### - ایجاد سایر امکانات لازم در حین اجرا

در حین اجرا امکاناتی باید متناسب با پیشرفت کار فراهم آید و یا گسترش پیدا کند. از جمله این موارد می توان به افزایش ارتفاع جرثقیل، افزایش امکانات حرکت وینچ و آسانسور در ارتفاع (برای حمل بتن یا نفر)، امتداد دادن لوله کشی آب، ایجاد پلکان دسترسی و رمپ های لازم، تأمین روشنایی های لازم مقطعي و ... اشاره نمود. گاه لازم است از وسائل گرمایشی در هوای سرد استفاده گردد که در حین اجرا تأمین و نصب می گردد.

### - پرداخت سطحی بتن و عمل آوری

بتن خروجی از زیر قالب به خاطر کاستی های احتمالی نیاز به ترمیم و پرداخت دارد. این بتن باید تا حدودی نرم و قابل پرداخت باشد. یک گروه باید در پاگرد تحتانی خارجی و گروه دیگر در پاگرد تحتانی داخلی متناسب با حجم کار مشغول باشند. برای این کار نیاز به امکانات نظافتی و هم چنین ماله های یونولیتی یا لاستیکی و حتی فلزی وجود دارد. مقداری ملات ریز دانه هم برای ترمیم یا پرداخت بهتر ضروری است. این ملات باید به مقدار کم ساخته و مصرف گردد و در صورت ترمیم، بهتر است در داخل آن لاتکس (چسب بتن) مصرف شود. عمل آوری ممکن است با مواد شیمیایی عمل آوری انجام شود که باید با قلم مو یا پیستوله بر روی بتن خارج شده از قالب اعمال شود. توصیه می گردد از این روش برای بتن هایی که نسبت آب به سیمان آن ها از  $0.42$  کمتر است استفاده نشود مگر این که شرایط محیطی حاد مانند وزش باد به همراه خشکی و گرمای هوا کار حفاظت و عمل آوری را به شدت مشکل نماید. معمولاً با استفاده از پاشش آب از سوراخ ها یا نازل لوله هایی که در پاگرد تحتانی داخل و خارج نصب شده، بر سطح بتن خارج شده از زیر قالب، عمل آوری رطوبتی انجام می شود. این آب باید دقیقاً به بتن تازه خارج شده پاشیده شود بلکه ابتدا باید پرداخت انجام شده و آب به سطح بتن در تراز یک متري زیر قالب پاشيم تا سطح بتن شسته نشود و بد نما نگردد. هرچه آب به صورت ریزتر و پودری پاشیده شود بهتر است. در صورتی که نیاز به کاهش

وزش باد یا تابش آفتاب به سطح بتن تازه خارج شده از زیر قالب داشته باشیم لازم است با برزن特 یا گونی که در قسمت خارجی پاگرد تحتانی کشیده می شود این کار را به انجام برسانیم. اگر نیاز به ایجاد گرما در هوای سرد داشته باشیم، از لامپ مادون قرمز یا بخاری برقی در پاگرد تحتانی استفاده می شود. به هر حال لازم است این لامپ ها یا بخاری در فاصله مناسبی نصب گردد تا ضمنن توزیع گرما در سطح بتن و قالب، از خشک شدگی و ترک خوردگی موضعی جلوگیری شود. توصیه می گردد این وسائل در قسمت خارجی پاگرد تحتانی نصب شود. گاه در هوای سرد یا هنگامی که باد گرم و خشک می وزد، ممکن است از یک گونی یا برزن特 آویزان از زیر پاگرد تحتانی استفاده گردد و حتی طول این پوشش و محافظت ممکن است به چندین متر برسد تا در طی ۲ تا ۳ روز پس از خروج بتن، عمل آوری و حفاظت انجام شود.

#### - نصب جعبه (قالب) بازشو ها

اجرای بازشو ها معمولاً مشکل است. برای ایجاد بازشو (در و پنجه و غیره) معمولاً صندوقه (جعبه) چوبی و گاه فولادی در بین بدنه قالب های لغزنده کار می گذارند. به منظور پرهیز از ایجاد درگیری بتن قالب لغزنده و صندوقه (جعبه) معمولاً عرض (پهنا) صندوقه را در حدود ۱۰ تا ۱۵ میلی متر کمتر از ضخامت بتن جداره در نظر می گیرند. پس از بالا رفتن قالب لغزنده، صندوقه (قالب) چوبی یا فلزی روغن زده را از محل خارج می کنند. در مواردی که میل جک در بین قالب (جعبه) قرار می گیرد باید سعی نمود میل جک از داخل صندوقه عبور نماید و گرنمیل جک باید روی صندوقه واقع شود که بار زیادی را وارد می کند. اگر بازشو ها در یک تراز قرار گیرند اجرای آن ها ساده تر خواهد بود. مشکل بزرگ گیر کردن صندوقه به قالب و بالا رفتن آن می باشد که همواره جدی می باشد. لذا تدابیری را اتخاذ می کنند تا این حرکت ناخواسته قالب (جعبه) بازشو صورت نگیرد. بستن جعبه بازشو به میلگردها با سیم یا خال جوش از این جمله است. گاه با یک زنجیر یا سیم قلاب دار آن را به میلگردهای افقی زیرین اتصال می دهند. تعیین موقعیت بازشوها به ویژه تراز تحتانی باید با دقت و با توجه به ارتفاع موجود قالب تعیین شود.

#### - میلگردگذاری

میلگردگذاری در حین حرکت قائم انجام می شود. نصب میلگردهای قائم ساده است و به صورت

هم پوشانی انجام می شود. اما مشکل بزرگ نصب میلگردهای افقی و بستن آن ها به میلگردهای قائم است. این کار در فاصله بالای قالب تا زیر تیر افقی یوک می تواند انجام شود. توصیه می گردد در طراحی قطعه، میلگردهای افقی در قسمت خارجی قرار گیرد تا بستن آن ساده تر باشد در غیر این صورت میلگردگذاری به کندی و سختی انجام می شود و ممکن است باعث کند شدن سرعت حرکت قالب گردد.

#### - چسیدن یا گیر کردن قالب (توقف ناخواسته)

گاه به دلیل اصطکاک و چسبندگی زیاد قالب به بتن و عدم توانایی جک ها برای بالا بردن قالب، توقف ناخواسته ای پیدا می شود که به مرور زمان با گرفتن و سخت شدن بتن حرکت مجدد مشکل تر می شود. وقتی بتن خیلی سفت و چسبناک باشد یا دچار گیرش های سریع (به دلیل گرمی هوا) شود و یا قالب زیاد پر شده باشد و یا به دلایلی سرعت حرکت قالب کم باشد و یا بین دو حرکت فاصله زمانی زیاد به وجود آید، احتمال وقوع چنین مشکلی وجود دارد. کمک دادن جک ها در اسرع وقت می تواند مشکل را حل کند و گرنه لازم است قالب را بریده و آزاد نماییم تا امکان حرکت به وجود آید. به هر حال اگر توقف در بتن رسانی زیاد شود لازم است عملیات آماده سازی درز ناخواسته اجرایی انجام شود.

#### - توقف عمومی حرکت قالب

به دلیل مشکلاتی در امر تدارکات مصالح یا مشکلات نیروی انسانی یا قالب یا شرایط آب و هوایی (محیطی) ناجور و پیش بینی نشده و یا عدم پیش بینی کار در این شرایط، لازم است توقف در حرکت قالب را داشته باشیم. مناسب نبودن تولید بتن یا غلط بودن عملیات اجرایی ممکن است باعث شود دستور توقف صادر گردد. گاه برای بالا کشیدن میل جک و کارگذاری آن ها در رقوم بالاتر ممکن است توقف پیش بینی شده داشته باشیم. به هر حال درز اجرایی در این محل خواهیم داشت و لازم است اقدامات مورد نیاز در درزهای اجرایی افقی انجام شود.

#### - قالب برداری نهایی و پایین آوردن قالب و متعلقات

وقتی به رقوم مورد نظر نهایی رسیدیم و کار بتن ریزی و تراکم تمام شد، حرکت قالب را بدون بتن ریزی با

سرعت مناسب ادامه می دهیم تا تراز تحتانی قالب از سطح بتن بالاتر رود. پس از تمیز کردن سطوح بتن و تراشیدن بتن اضافی باید مطمئن شویم بتن برای تحمل تنفس پایه ها و بالشتک ها و زیر سری چوبی یا فلزی به قدر کافی کسب مقاومت نموده است. سپس این پایه ها یا بالشتک ها و زیر سری ها را بین قالب و سطح افقی بتن قرار می دهیم. سپس جک ها را آزاد کرده و آن ها را در می آوریم و پس از آن با میل جک کش، میل جک ها را خارج می کنیم. در مرحله بعد به تدریج با جرثقیل یا وسائل دیگر قطعات قالب را پیاده کرده و آن ها را تمیز و تعمیر نموده و برای کار بعدی آماده می کنیم.

## منابع و مأخذ

۱- قاسمی علیرضا، "قالب لغزنده"، کارخانه بوذر جمهر، چا: اول تابستان ۱۳۷۳

۲- اطیابی اردشیر، "قالب بندی بتن ACI طرح و اجرا"، نشر جویبار، چاپ اول ۱۳۷۵

۳- مهندسان مشاور سانو، "اصول ساخت و نصب و مشخصات فنی و اجرایی قالب لغزان، ۱۳۷۱

۴- تدین محسن، "جزوه درس روش های اجرای ساختمان" و "روش های ساخت"

۵- سایت شرکت توسعه سیلوها، [WWW.Tosee-Siloha.Com](http://WWW.Tosee-Siloha.Com)

۶- سایت مهندسان مشاور بلند پایه، [WWW.BolandPayeh.Com](http://WWW.BolandPayeh.Com)