قالب بندی و قالب برداری

رشته مهندسی عمران (پایه ۳ به ۲)
صلاحیت نظارت ۱۶ ساعت

مدرس دکتر سعید غفارپور جهرمی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید رجایی تهران

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفارپور جهرمی

سرفصل دوره قالب بندی و قالب برداری

- مروری بر ضوابط مقررات ملی مرتبط با آرماتوربندی و بتن ریزی
- شناخت انواع قالب از نظر جنس
- شناخت اجزای قالب
- انتخاب سیستم مناسب قالب بندی
- قالب های ویژه (میزی، متحرک، یکپارچه، لغزان)
- شناخت بارهای وارد بر قالب
- عوامل موثر در بارهای وارد بر قالب
- طراحی اجزای قالب تیر ستون دال و دیوار
- ضوابط مربوط به زمان قالب برداری
- نکات ویژه قالب برداری

منابع و مراجع

مبحث نهم مقررات ملی ایران، طرح و اجرای سازه های بتن آرمه، ۱۳۹۲ (ویرایش ششم)
راهنمای قالب‌بندی ساختمان‌های بتن آرمه، شاپور طاحونی، دفتر امور مقررات ملی، ۱۳۸۲

قالب بندی سازه های بتنی، گروه صنعتی بوذرجمهر– محمود تقی پور ۱۳۸۵
اصول اجرایی در قالب‌بندی،آرماتوربندی و بتن‌ریزی، سعید غفارپور جهرمی، ۱۳۸۶
ضوابط و جزییات اجرای ساختمانهای بتن‌آرمه، حمیدرضا فرشچی ۱۳۸۹
آیین‌نامه بتن ایران (آبا)، نشریه ۱۲۰، ۱۳۸۱
تفسیر آیین بتن ایران
نشریه ۵۵
اجرای ساختمان‌های بتن آرمه، مهدی قالیبافیان، ۱۳۷۶
تکنولوژی و طرح اختلاط بتن، داود مستوفی نژاد، ۱۳۷۴

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفارپور جهرمی

مقدمه

- بتن چیست؟
  - نسبت‌های معینی از آب، سیمان، شن و ماسه
- میزان مصرف جهانی : حدود ۱۰ برابر مصرف فولاد

- **مزایای بتن**
- **معایب بتن**
- **مراحل ساخت سازه های بتن آرمه**

مزایای بتن

- **مقاومت فشاری**
  - **بتن سخت‌شده مقاومت فشاری قابل قبولی در سازه‌های مختلف دارد.**
- **شکل پذیری**
  - **خمیری بودن بتن در مرحله ساخت، شکل‌دهی و شکل‌پذیری آن را امکان‌پذیر می‌سازد.**
- **فراوانی مصالح**
  - **مصالح تشکیل دهندهٔ بتن در اکثر مناطق کشور به آسانی یافت می شود.**
- **عمر بالا**
  - **سازه‌ها و عضوهای بتنی در صورت عدم وجود عوامل مهاجم و مخرب می‌توانند دوام نامحدودی داشته باشند.**
- **مقاومت در برابر آتش**
  - **سازه‌های بتنی نسبت به سازه‌های فولادی به شرط مناسب بودن پوشش بتن می‌توانند درجه حرارات‌های بالاتر از ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد را تا چند ساعت و بدون تغییرشکل قابل ملاحظه، تحمل کند.**

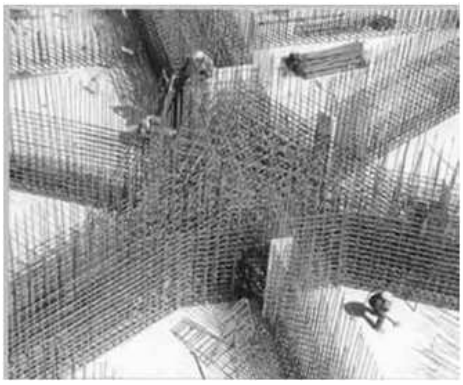
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

معایب بتن

- **مقاومت کششی**
  - **مقاومت کششی بتن بسیار محدود و در حد یک‌دهم مقاومت فشاری بتن است. لذا در بسیاری از موارد از مقاومت کششی بتن صرف‌نظر می‌شود.**
- **حجیم بودن اعضای بتنی**
  - **پایین بودن مقاومت فشاری بتن در مقایسه با فولاد باعث شده است که اعضای باربر سازه‌های بتنی دارای ابعاد بزرگ و حجیم باشند.**
- **سنگین بودن**
  - **حجیم بودن اعضای بتن‌آرمه و بالا بودن وزن مخصوص بتن باعث شده است که همواره سازه‌های بتنی سنگین‌تر از سازه‌های فولادی باشند.**
- **انتقال حرارت**
  - **ضریب انتقال حرارت بتن همواره استفاده از عایق‌های حراراتی را در ساختمان الزام‌آور کرده است.**
- **نیاز به نظارت دقیق**
  - **ساخت بتن، اجرای آن و عمل آوری بتن و همچنین فولاد گذاری در بتن نیازمند نظارت و کنترل دقیق است.**
- **قالب‌بندی**
  - **ساخت قالب، برپایی قالب و در نهایت جمع‌کردن قالب در سازه‌های بتنی فرآیندی زمان‌بر و پر هزینه است.**
- **سرعت کم اجرا**
  - **در اجرای قسمتهای مختلف سازه‌های بتن‌آرمه لازم است بتن قبل از بارگذاری، حداقل مقاومت لازم را در طول زمان کسب کرده باشد.**

مراحل ساخت سازه های بتن آرمه

- ساخت قالب و قالب‌بندی و برپایی قالب
- ساخت آرماتورها، آرماتوربندی و فولادگذاری
- ساخت بتن، انتقال بتن و بتن ریزی
- عمل‌آوری و محافظت از بتن
- بازکردن قالب‌ها، نظافت و انبارکردن قالب‌ها



دستگاه نظارت (مهندس ناظر) در کارگاه وظیفه دارد کیفیت بتن را در طول مراحل زیر به دقت کنترل کند:

مرحلهٔ طرح اختلاط، مرحلهٔ ساخت بتن ، مرحلهٔ انتقال بتن
مرحلهٔ اجرای بتن و ویبره کردن ، مرحلهٔ عمل‌آوری، مرحلهٔ قالب‌برداری

همچنین موارد زیر برای تمامی بتن‌های اجرا شده در کارگاه باید به دقت درج شود:

- **رده، کیفیت و نسبت‌های اختلاط بتن**
- **تاریخ قالب‌بندی، آرماتوربندی، بتن‌ریزی و قالب‌برداری**
- **ساعت ساخت و ریختن بتن**
- **شرایط جوی از قبیل دما، رطوبت، باد و بارندگی**
- **نتایج آزمایش‌های انجام شده روی مصالح مختلف**

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

قالب بندی

قالب یک سازهٔ موقت چوبی یا فلزی (و یا دیگر مصالح) است که همانند ظرفی به بتن خمیری، شکل دلخواه می‌دهد.

استفاده از قالب تا زمان خودگیری و کسب مقاومت کافی برای بتن لازم و ضروری است.

این زمان به نوع، ابعاد عضو و شرایط عمل‌آوری بتن از ۱ تا ۲۸ روز متفاوت است.

تهیه، ساخت و نصب قالب را قالب‌بندی و جمع‌آوری آن به قالب‌برداری موسوم است

قالب‌بندی مجموعه‌ای است که برای دربرگرفتن بتن و حفظ آن تا زمان سخت‌شدن و رسیدن به مقاومت کافی ساخته می‌شود که شامل اجزاء مختلف چون رویه، بدنه، پشت‌بندها، ، حایل‌ها، چپ و راستها، میله‌های تنظیم و غیره است.

ساخت قالب، نصب، نگهداری و جمع‌آوری آن از قسمتهای حساس و پرهزینه در اجرای سازه‌های بتن مسلح محسوب می‌شود به طوری که ۳۰ تا ۵۰ درصد هزینهٔ برپایی هر اسکلت بتنی می‌تواند به قالب‌بندی اختصاص یابد.

اقتصاد قالب بندی

اقتصاد قالب بندی از مرحله طراحی آغاز می شود. طراحی سازه های بتنی بر مبنای حداقل ابعاد مقطع و مقدار فولاد (کاهش مصالح مصرفی) همواره بهترین و اقتصادی ترین طراحی نمی باشد چون در طراحی اثر هزینه قالب بندی و سازه موقت منظور نشده است.

طرحی اقتصادی است که دربرگیرنده تمامی موارد اجرای یک سازه بتن مسلح یعنی: مصالح، زمان اجرا، نیروی کار، هزینه تجهیزات و ساخت، نصب و برچیدن قالب همانند مصالح اصلی یعنی فولاد و بتن باشد.

چند توصیه مهم در طراحی سازه:

- **طراحی بر مبنای ابعاد استاندارد قالب (اکر از قالبهای انحصاری شرکت خاصی استفاده می شود). ابعاد این قالب ها معمولا مضربی از ۵ هستند.**
- **سادگی، یکنواختی در ابعاد و اندازه قالب همواره مد نظر باشد**
- **ابعاد ستونها (مقطع و ارتفاع ستون) در تمامی طبقات تا حد امکان ثابت باشد. در صورت لزوم تنها یک بعد ستون تغییر یابد.**
- **آرایش و موقعیت ستونها منظم و ثابت باشد**
- **عرض ستونها و تیرها یکسان باشد تا باعث کاهش عملیات قالببندی در محل اتصال گردد (عدم استفاده از تیر عریضتر یا ستون عریضتر).**
- **عمق و فاصله تیرها در هر طبقه یکسان و متناسب با ابعاد قالب استاندارد باشد تا نیازی به طراحی خاص بخصوص در ارتفاع آویز تیرها لازم نباشد.**

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

اقتصاد قالب بندی

چند توصیه مهم در طراحی قالب:

- **توجه به بار وارد بر قالب در طراحی اجزای قالب (طراحی قوی-طراحی ضعیف)**
- **توجه به سطوح نما، سطوح در معرض دید، سطوح اکسپوز یا نیازمند نازک کاری**
- **توجه به روش مونتاژ قالب و باز کردن قالب (آموزش نیروی کار جهت ساخت، نصب و برچیدن قالب)**
- **استفاده از قالب های استاندارد و تجهیزات مناسب و سریع برای ساخت، نصب و برچیدن قالب**

- **با اطلاع از زمان برچیدن قالبها، می توان با یک برنامه ریزی دقیق و انتخاب یک روش مناسب در اجرای ساختمان هزینه ها را به شدت کاهش داد.**

بعنوان نمونه در پلان ساختمانهای بزرگ با رعایت تقارن محوری ممکن است بتوان درز انقطاع ساخت اجرا کرد. در این صورت هر طبقه به دو بخش مختلف تقسیم می شود.

با اطلاع از زمان اجرای بخش های مختلف ساخت بنا در هر بخش میتوان برنامه ریزی دقیقی جهت اجرا اتخاذ کرد. این زمانها عبارتند از:

- **ساخت و نصب قالب، نصب جک، نصب داربست، آرماتوربندی، بتن ریزی، زمان برچیدن قالب قسمتهای مختلف، زمان برچیدن جکها و پایه های اطمینان، اطلاع از روند سخت شدن بتن**

نکات اساسی در طراحی قالب بتن

- **ابعاد دقیق داشته باشد،**
- **در برابر بارهای وارده مقاومت کافی داشته باشد (ایستایی قالب)،**
- **اتصالات آن محکم و مقاوم باشد(دوام و پایداری)،**
- **بدون درز باشد،**
- **جمع‌آوری و بازکردن قالب بدون صدمه زدن به بتن باشد،**
- **از نظر اقتصادی به‌صرفه باشد.**

دست‌یابی به این اصول زمانی محقق می‌شود که انتخاب نوع قالب و سیستم قالب‌بندی به درستی انجام شود. انتخاب سیستم قالب‌بندی بر عهده مدیران با تجربه است. یک انتخاب اشتباه می‌تواند مشکلات بسیاری را در بحث کیفیت، مدت زمان و هزینهٔ انجام پروژه ایجاد کند.

عوامل موثر در انتخاب قالب مناسب بتن

- **نمای ظاهر**
  - **سطح بتن بیانگر وضعیت سطحی قالب است. دستیابی به سطحی صاف در بتن نما، همواره از اهداف مورد نظر در انتخاب نوع قالب است. اما حصول آن با توجه به محدودیت‌های ساخت و اجرای بتن در همه جا امکان پذیر نیست.**
- **هزینه اقتصادی**
  - **عوامل موثر هزینهٔ عملیات قالب‌بندی:**
    - ***قیمت اولیهٔ قالب،***
    - ***لوازم جانبی،***
    - ***نیروی کار ماهر،***
    - ***هزینهٔ ساخت و نصب قالب،***
    - ***هزینهٔ نگهداری،***
    - ***هزینهٔ جمع‌آوری قالب،***
    - ***هزینهٔ بازکردن قطعات قالب و***
    - ***هزینهٔ نگهداری و انبارکردن قالب.***

عوامل موثر در انتخاب قالب مناسب بتن

- **استفاده مجدد و تکرار پذیری**
  - **امکان استفاده مجدد از قالب، یکی از عوامل تاثیرگذار بر کاهش هزینهٔ قالب‌بندی است. ممکن است هزینهٔ اولیهٔ یک قالب بسیار زیاد باشد اما در طول زمان و با تکرار استفاده، توجیه اقتصادی داشته باشد.**
- **تدارکات**
  - **منظور از تدارکات قالب‌بندی، نیاز به تجهیزات و نیروی انسانی سازمان‌یافته در یک محدودهٔ زمانی خاص برای ساخت و اجرای قالب‌بندی است. تدارکات همواره یکی از قسمت‌های پرهزینه در اجرای قالب‌بندی است که می‌تواند از طریق همکاری و همفکری طراح قالب با مجری (پیمانکار) تا حدی کاهش یابد.**
- **بهره‌وری**
  - **مقدار کار انجام‌شده برحسب مترمربع قالب به ازای هر ساعت کار نیروی انسانی را بهره‌وری گوییم. هرچه بهره‌وری عملیات قالب‌بندی بالاتر باشد، هزینهٔ قالب‌بندی نیز کمتر خواهد بود.**

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفارپور جهرمی

قالب بندی و قالب برداری

رشته مهندسی عمران (پایه ۳ به ۲)
صلاحیت نظارت ۱۶ ساعت

مدرس دکتر سعید غفارپور جهرمی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید رجایی تهران

مواد تشکیل دهنده بتن

بتن ترکیبی با نسبت‌های معین از سیمان، آب، شن و ماسه

نسبت مواد تشکیل‌دهندهٔ بتن

	حجم مصالح (٪)	وزن مصالح در هر مترمکعب (kg)
آب	۱۰	۱۵۰
سیمان	۲۰	۳۵۰
مصالح سنگی	۷۰	۱۹۰۰
هوا	۳	-

سیمان

مادهٔ ریز و پودر شده‌ای که به تنهایی خاصیت چسبندگی ندارد اما از ترکیب شدن با آب و عمل هیدراتاسیون (واکنش شیمیایی آب و سیمان)، خاصیت چسبندگی پیدا می‌کند. دو عامل مهم در سرعت واکنش‌زایی سیمان با آب تاثیر گذارند: ترکیبات شیمیایی سیمان و نرمی سیمان

ترکیبات شیمیایی سیمان

نام ترکیب	ترکیب شیمیایی	علامت اختصاری	درصد تقریبی	خصوصیات
تری‌کلسیم‌سیلیکات	$3CaO,SiO_2$	C_3S	۶۰ - ۴۵	سرعت واکنش، زودگیر و دیرگیر کردن بتن، حرارت‌زایی، مقابله با سولفات‌ها
دی‌کلسیم‌سیلیکات	$2CaO+SiO_2$	C_2S	۲۵ - ۱۵	
تری‌کلسیم‌آلومینات	$3CaO+Al_2O_3$	C_3A	۱۵ - ۵	
تتراکلسیم‌آلومینیوم	$4CaO+Al_2O_3+Fe_2O_3$	C_4AF	۱۵	

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاروی جهرمی

مواد تشکیل دهنده بتن

ضوابط آیین‌نامهٔ ای و مقررات ملی

- **مشخصات سیمان مصرفی در بتن باید با مشخصات استانداردهای معتبر مطابقت داشته باشد.**
- **مشخصات سیمان مصرفی باید با مشخصات سیمان طرح اختلاط مطابقت داشته باشد.**
- **استفاده از سیمان نوع پنجم در محیطهایی که علاوه بر سولفات، ترکیبات کلر نیز وجود دارد، از لحاظ حفاظت میلگرد نامناسب و غیرمجاز است.**
- **نوع سیمان، تاریخ تولید و بسته بندی و کارخانهٔ سازنده باید روی کیسه‌ها درج شود.**
- **در مدت انبارکردن، سیمان مصرفی نباید در تماس با رطوبت باشد.**
- **در مناطق خشک، حداکثر می‌توان ۱۲ پاکت سیمان را روی هم انبار کرد. حداکثر ارتفاع پاکت‌ها نباید بیش از ۱۸۰ سانتیمتر باشد. در مناطق شرجی، حداکثر۸ پاکت سیمان با حداکثر ارتفاع ۱۲۰ سانتیمتر را میتوان انبار کرد.**
- **پاکت ها باید در تماس یکدیگر قرار گیرند تا از جریان هوا کاسته شود ولی در تماس دیوارها نباشند.**
- **اگر مدت زمان انبار کردن سیمان طولانی شود، لازم است سیمان قبل از مصرف، مورد آزمایش قرار گیرد.**
- **نگه‌داری سیمان فقط در سیلو یا مناطق حفاظت‌شده مجاز است حداکثر مدت زمان مصرف ۹۰ روز است.**
- **در مناطق با رطوبت بالای ۹۰ درصد، حداکثر زمان مصرف سیمان کیسه ای ۴۵ روز و در سایر مناطق ۹۰ روز است.**
- **سیمانهای کلوخه‌شده باید قبل از مصرف با غلطک نرم شود و سپس کیفیت آنها مورد آزمایش قرار داد.۰**

مواد تشکیل دهنده بتن

مصالح سنگی

مصالح سنگی بتن شامل شن و ماسه، حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد حجم بتن را تشکیل می‌دهند بطوری‌که شن بعنوان دانهٔ درشت ۴۵ درصد و ماسه بعنوان دانهٔ ریز ۲۵ درصد حجم تقریبی بتن را شامل می‌شوند.

دانه‌بندی دپوی شن و ماسه

نوع دپو	دامنه دانه‌بندی (mm)
دپو ماسه	۱-۵
دپو اول شن	۵-۱۰
دپو دوم شن	۱۰-۲۰
دپو سوم شن	۲۰-۴۰

هرچه سطح جانبی دانه‌ها بیشتر باشد، مقدار سیمان بیشتری لازم است تا تمام سطوح با خمیر سیمان پوشانده شود، لذا مصرف سیمان در بتن ساخته شده با مصالح سنگی شکسته و گوشه‌دار بیشتر از دیگر دانه‌بندی‌ها می‌باشد. همچنین مقاومت فشاری نمونه‌های ساخته شده با دانه‌بندی شکسته، بدلیل قفل و بست بهتر دانه‌ها بالاتر از دانه‌بندی‌های دیگر است.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

مواد تشکیل دهنده بتن

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

- **بزرگترین اندازه اسمی سنگ‌دانه‌ها نباید از مقادیر زیر تجاوز کند:**
  - **یک پنجم کوچکترین بعد داخلی قالب بتن**
  - **یک سوم ضخامت دال**
  - **سه‌چهارم ضخامت پوشش بتن**
  - **سه چهارم حداقل فاصلهٔ آزاد میلگردها**
  - **۳۸mm در بتن آرمه**
  - **۶۳ mm در بتن غیرآرمه**
- **منظور از بزرگترین اندازه اسمی سنگ‌دانه، اندازه‌ای است که حداکثر ۱۰٪ وزنی مصالح از آن بزرگتر باشند.**
- **توصیه می‌شود که دانه‌بندی از ۲۲ میلیمتر بزرگتر نباشد.**

- **حداقل ارزش ماسه‌ای مصالح ریزدانهٔ بتن (ماسه) ۷۵ درصد است.**
- **مدول نرمی ماسه نباید کمتر از 2.3 و بیشتر از 3.1 باشد.**
- **حداکثر درصد دانه‌های پولکی‌شکل در بتن ۳۰درصد و دانه‌های سوزنی شکل ۴۰ درصد وزن شن است.**
- **بارگیری، حمل و نقل و جابجایی مصالح سنگی باید طوری انجام شود که احتمال شکستن دانه‌ها، جدایی ذرات و نفوذ مواد زائد به حداقل برسد.**
- **انبار کردن مصالح سنگی باید حتی‌المقدور در محل سرپوشیده و بدور از یخبندان و هوازدگی انجام شود. همچنین مصالح سنگی با دامنهٔ دانه‌بندی مختلف باید در محل مجزا، دپو شوند.**

مواد تشکیل دهنده بتن

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

- **مصالح سنگی باید عاری از هرگونه ناخالصی غیر مجاز باشد.**
- **ناخالصی‌های غیرمجاز عبارتند از مواد شیمیایی، گل و لای، رس، گچ و هر نوع ماده‌ای که بر چسبندگی ذرات با خمیرسیمان اثر گذار باشد.**
- **حداقل ارزش ماسه‌ای مصالح ریزدانهٔ بتن (ماسه) ۷۵ درصد است.**
- **حداکثر مقدار سولفاتها در شن یا ماسه، 0.4 درصد وزنی است.**
- **حداکثر مقدار کلرید در شن یا ماسه، 0.04 درصد وزنی است.**
- **مقدار کل سولفاتهای قابل حل در آب (شامل سولفاتهای موجود در سیمان، آب و مصالح سنگی) نباید بیشتر از ۵ درصد وزن سیمان باشد.**

حداکثر درصد مجاز ناخالصی‌ها در مصالح سنگی

نوع ناخالصی	استاندارد	ماسه (٪)	شن (٪)
کلوخه‌های رسی و ذرات سست	دت ۲۲۱	۳	۰/۲۵
دانه‌های گذشته از الک نمرهٔ ۲۰۰ - بتن تحت سایش - - سایر بتن‌ها	۴۴۶	۳ ۵	۱
زغال‌سنگ، لیگنیت و سایر مصالح سبک - در نمای بتن - سایر بتن‌ها	دت ۲۱۹	۰/۵ ۱	۰/۵ ۱
میکا	-	۱	-
سولفاتها (SO_3^{--})	دت ۲۳۰	۰/۴	۰/۴
کلریدها (Cl^-)	دت ۲۳۱	۰/۰۴	۰/۰۴

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

مواد تشکیل دهنده بتن

آب

آب نقش اساسی در انجام واکنش‌های شیمیایی در بتن دارد. تشکیل خمیر سیمان و دوغاب سیمان جهت چسباندن سنگدانه‌ها مستلزم وجود آب و کامل شدن واکنش‌های شیمیایی سیمان می‌باشد.
حداقل نسبت آب به سیمان برای انجام واکنش شیمیایی حدود ۲۰ درصد وزن سیمان است اما در عمل به منظور کارآیی بتن امکان بتن‌ریزی در سازه‌های مختلف و با تراکم میلگرد نسبت آب به سیمان بین ۴۰ تا ۷۰ درصد دچار تغییر می‌شود.

مناسب‌ترین آب برای ساخت بتن، شستشوی مصالح سنگی و عمل آوری بتن، آب آشامیدنی و قابل شرب است
ناخالصی‌های موجود در آب به دو گروه کلی طبقه‌بندی می‌شوند:
◦مواد معلق و قابل رؤیت در آب شامل گل‌و لای، چربیها، خزه، روغن، مواد آلی و دیگر مواد معلق
◦مواد محلول و ناخالصی‌های حل شده در آب شامل کربنات‌ها، کلریدها، سولفاتها، نمکها، قلیایی‌ها و دیگر ترکیبات شیمیایی

مواد تشکیل دهنده بتن

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

- **آب مصرفی در بتن باید قابل شرب و بدون مزه و بوی خاص و مطابق با مشخصات آب مصرفی در طرح اختلاط باشد.**
- **مقاومت ۷ روزه و ۲۸ روزهٔ ملات ساخته شده با آب غیرآشامیدنی نباید کمتر از ۹۰ ٪ مقاومت بتن ساخته شده با آب مقطر باشد.**
- **زمان گیرش خمیر سیمان ساخته شده با آب غیرآشامیدنی نسبت به خمیر ساخته شده با آب مقطر، نباید بیش از یک ساعت باشد.**
- **در آزمایش سلامت سیمان، نتایج تغییرحجم حاصل از نمونهٔ ساخته شده با آب غیرآشامیدنی نباید بیش از مقدار مربوط به نمونهٔساخته شده با آب مقطر باشد.**
- **این آزمایشها باید در شرایط یکسان، با مصالح یکسان و با نسبت یکسان انجام شود وفقط آب مصرفی آنها متفاوت باشد.**
- **مقدار اسیدیته یا pH آب مصرفی در بتن باید بین 5 تا 8.5 باشد.**
- **در شرایط محیطی مختلف، نسبت آب به سیمان و مقاومت بتن نباید از مقادیر مندرج در جدول تجاوز کند.**
- **به منظور افزایش دوام بتن می‌توان نسبت آب به سیمان را با استفاده از مواد افزودنی مناسب چون روان‌کننده‌ها کاهش داد تا علاوه بر کسب مقاومت مناسب، نفوذپذیری آن در برابر عوامل مهاجم کاهش یابد.**

نسبت آب به سیمان در شرایط محیطی ویژه

شرایط محیطی	حداکثر نسبت آب‌به‌سیمان	حداقل مقاومت فشاری (MPa)
بتن آب‌بند:		
در معرض آب شیرین	۰/۵	۲۵
در معرض آب شور و دریا	۰/۴۵	
یخ‌زدگی و آب‌شدن متوالی تر وخشک شدن مکرر	۰/۴۵	۳۰
حفاظت در برابر خوردگی در بتن‌آرمه و در معرض کلریدها و نمک	۰/۴	۳۵

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

مواد تشکیل دهنده بتن

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

- **حداکثر مقدار سولفاتهای قابل حل در آب (شامل آب ، سیمان و مصالح سنگی) نباید بیشتر از ۵٪ وزن سیمان باشد.**
- **آب دریا با حداکثر غلظت ppm۳۵۰۰۰ را فقط می‌توان در ساخت بتن غیرمسلح مورد استفاده قرار داد.**
- **بتن ساخته شده با آب دریا، زودگیر است اما مقاومت فشاری ۲۸ روزهٔ آن حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد کمتر از مقاومت فشاری مورد نظر است.**
- **کاهش مقاومت بتن ساخته شده با آب دریا را می‌توان با کم‌کردن نسبت آب به سیمان جبران کرد.**
- **استفاده از آب دریا و هر نوع آب حامل یون کلرید در بتن آرمه مجاز نمی‌باشد.**
- **استفاده از سیمان ضدسولفاته تیپ پنج، به همراه آب حاوی کلرید در بتن‌آرمه مجاز نمی‌باشد.**
- **به منظور حفاظت میلگردها، یون کلرید قابل حل در بتن (شامل آب، سیمان و مصالح سنگی) نباید از مقادیر مجاز جدول تجاوز کند.**

حداکثر مقدار ناخالصی‌ها در آب

نوع ناخالصی	شرح	استاندارد	حداکثر مقدار (ppm)
ذرات جامد معلق	بتن‌آرمه در شرایط محیطی شدید	دت ۳۰۵	۱۰۰۰
	بتن‌آرمه در شرایط محیطی ملایم		۲۰۰۰
مواد محلول در آب	بتن‌آرمه در شرایط محیطی شدید	دت ۳۰۵	۱۰۰۰
	بتن‌آرمه در شرایط محیطی ملایم		۲۰۰۰
	بتن غیر مسلح		۳۵۰۰۰
یون کلرید (Cl^-)	بتن‌آرمه در شرایط محیطی شدید	دت ۳۰۶	۵۰۰
	بتن‌آرمه در شرایط محیطی ملایم		۱۰۰۰
	بتن غیر مسلح		۱۰۰۰۰
یون سولفات ($SO4^-$)	بتن‌آرمه	دت ۳۰۷	۱۰۰۰
	بتن غیر مسلح		۳۰۰۰
قلیاها	$(Na_2O+0.658K_2O)$	دت ۳۰۴	۶۰۰

قالب بندی و قالب برداری

رشته مهندسی عمران (پایه ۳ به ۲)
صلاحیت نظارت ۱۶ ساعت

مدرس دکتر سعید غفارپور جهرمی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید رجایی تهران

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفارپور جهرمی

کنترل کیفیت بتن

مهندس ناظر در کارگاه وظیفه دارد کیفیت بتن را در طول مراحل زیر به دقت کنترل کند:

- مرحلهٔ طرح اختلاط
- مرحلهٔ ساخت بتن
- مرحلهٔ انتقال بتن
- مرحلهٔ اجرای بتن و ویبره کردن
- مرحلهٔ عمل‌آوری
- مرحلهٔ قالب‌برداری

کنترل کیفیت بتن در مراحل زیر لازم است کنترل شود:

- اسلامپ بتن خمیری (در لحظه ریختن بتن)
- مقاومت فشاری بتن سخت شده (مقاومت مشخصه ۲۸ روزه)
- دوام و پایای بتن (در طول عمر بهره برداری)

کنترل کیفیت بتن

- منظور از ***مقاومت بتن***، مقاومت فشاری مشخصهٔ بتن است که بر اساس آزمون فشاری نمونه‌های استوانه‌ای شکل به ابعاد ۱۵۰*۳۰۰ میلیمتر استوار است.

جدول ۹-۵-۱ مقادیر r_1

a×2a	۱۰۰ ×۲۰۰	۱۵۰ ×۳۰۰	۲۰۰ ×۴۰۰	۲۵۰ ×۵۰۰	۳۰۰ ×۶۰۰
r_1	۱/۰۲	۱/۰۰	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۱

جدول ۹-۵-۲ مقادیر r_2

مکعبی b	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰
r_2	۱/۰۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۵	۰/۹

جدول ۹-۵-۳ مقادیر r_2

مقاومت فشاری نمونه مکعبی (MPa)	≤ ۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵
r_2	۱/۲۵	۱/۲۰	۱/۱۷	۱/۱۴	۱/۱۳	۱/۱۱	۱/۱۰
مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای (MPa)	با توجه به ضریب	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

کنترل کیفیت بتن

- **ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی**
- مبنای مقاومت فشاری بر اساس نمونه‌های استوانه‌ای است و در صورت استفاده از نمونه‌های مکعبی باید مقاومت آنها به مقاومت نظیر نمونه‌های استوانه‌ای تبدیل شود.
- در بتن مسلح فقط استفاده از بتن‌های ردهٔ C16 و بالاتر مجاز است.
- انتخاب طرح اختلاط بتن رده‌های C12 و پایین‌تر می‌تواند بصورت تجربی و بدون مطالعات آزمایشگاهی باشد.
- انتخاب طرح اختلاط بتن رده‌های C20 و پایین‌تر باید بر اساس طرح اختلاط استاندارد و مشروط بر استفاده از مصالح استاندارد باشد.
- انتخاب طرح اختلاط بتن رده‌های C20 و بالاتر باید همراه با مطالعات آزمایشگاهی و تهیهٔ مخلوط‌های آزمایشی باشد.

- اگر نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی بیانگر مقاومتی بسیار بالاتر از مقاومت فشاری مورد نظر نشان دهند، می‌توان مقدار سیمان را قدری کاهش داد.
- اگر نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی بیانگر مقاومتی بسیار کمتر از مقاومت فشاری مورد نظر نشان دهند، باید در طرح اختلاط تجدید نظر کرد.
- اختلاف اسلامپ نمونه‌های آزمایشگاهی با حداکثر مجاز اسلامپ باید در حدود ۲ میلیمتر باشد.

کنترل کیفیت بتن

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

- کلیه وسایل اختلاط و انتقال بتن باید تمیز باشد.
- خطای توزین هر یک از اجزای بتن حداکثر ۳ درصد است.
- خطای دستگاه‌های توزین حداکثر 0.4 درصد ظرفیت دستگاه است.
- روشهای غیروزنی برای پیمانه‌کردن مصالح باید در حد روش وزنی دقیق باشد.
- اختلاط بتن باید با ماشین‌آلات مخلوط کن انجام شود و اختلاط دستی بتن فقط برای حجم بتن‌ریزی کم و رده پایین‌تر از C16مجاز است.
- تمام اجزای بتن باید بصورت همگن در مخلوط‌کن پخش شوند.
- قبل از اختلاط مجدد باید مخلوط‌کن بطور کامل تخلیه شود.
- سرعت اختلاط مصالح باید ثابت و با سرعت توصیه‌شده برای دستگاه باشد.
- حداقل مدت زمان اختلاط مصالح 1.5 دقیقه و متناسب با ظرفیت مخلوط‌کن می‌باشد.
- اختلاط مجدد یا بازآمیختن بتن پس از اختلاط، فقط تا قبل از گیرش اولیهٔ بتن (بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه) مجاز است.
- افزودن آب به بتن و اختلاط مجدد به هیچ‌عنوان مجاز نیست.
- حداکثر زمان مصرف بتن ۴۵ دقیقه و تعداد دوران جام تراک میکسر ۳۰۰ دور است.

کنترل کیفیت بتن

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری در مرحله نهایی بتن‌ریزی و بصورت کاملا تصادفی انجام می شود تا بتوان بر اساس نتایج آزمایش فشاری مقاومت بتن را ارزیابی کرد.

- هر نمونه‌برداری باید شامل گرفتن ۲ نمونه باشد.
- متوسط مقاومت۲ نمونه بعنوان نتیجهٔ نهایی شناخته می‌شود.
- نمونه‌برداری باید از محل مصرف نهایی و در مرحلهٔ بتن‌ریزی انجام شود.
- دفعات نمونه‌برداری به حجم اختلاط بتن وابسته است و منطبق با شرایط زیر باشد:
  - حداقل یک نمونه‌برداری (۲ نمونه) از هر ردهٔ بتن در روز
  - حداقل ۶ نمونه‌برداری (۱۲ نمونه) از کل هر سازه
  - برای ستون ها، حداقل یک نمونه برداری (۲ نمونه) در هر ۵۰ متر طول تجمعی ستون‌ها
  - برای تیرها و کلاف ها، حداقل یک نمونه برداری (۲ نمونه) در هر ۱۰۰ متر طول تجمعی
  - برای دال‌ها و دیوارها و شالوده ها ، حداقل یک نمونه برداری (۲ نمونه) در هر ۱۵۰ مترمربع سطح یا ۳۰ مترمکعب
  - توصیه می شود نمونه برداری بین طبقات ساختمان توزیع شود
  - اگر حجم کل بتن مصرفی در یک ساختمان کمتر از ۳۰ متر مکعب باشد و دلایل کافی مبنی بر رضایت بخش بودن بتن کیفیت وجود داشته باشد، با نظر دستگاه نظارت می توان از نمونه گیری صرفنظر کرد.

۹-۱۰-۸-۹ آزمونه‌های آگاهی

در صورتی که آگاهی از کیفیت بتن در موعدهای خاصی مانند زمان باز کردن قالب‌ها و غیره ضرورت داشته باشد، علاوه بر آزمونه‌های متعارف ارزیابی مقاومت و روش عمل آوردن و مراقبت بتن (مذکور در بندهای ۹-۱۰-۸-۲ و ۹-۱۰-۸-۸) آزمونه‌هایی از بتن گرفته و در موعدهای مورد نظر تحت آزمایش قرار می‌دهند. این آزمونه‌ها را آزمونه‌های آگاهی می‌نامند. از جمله نمونه‌های آگاهی عبارتند از نمونه‌های با سنین ۳، ۷ و۴ روزه.

از جمله موارد استفاده آزمونه‌های آگاهی، تخمین و پیش بینی مقاومت ۲۸ روزه بتن از روی مقاومت آزمونه‌های آگاهی با سنین کمتر است. بدین منظور از جمله می‌توان از جدول ۹-۱۰-۲۴ (مذکور در بند ۹-۱۰-۸-۱۱) استفاده کرد. از جمله مزایای این امر آن است که در صورت بروز اشکال در مقاومت بتن، مدیران و مهندسان کارگاه و دستگاه نظارت می‌توانند در زمان‌های زودتر از این امر آگاهی یافته و هر چه زودتر از ادامه مشکل پیشگیری کرده و در جهت تصحیح و اصلاح امر اقدام کنند. بدین منظور ضروری است آزمایشگاه‌های فنی پروژه نتایج این آزمونه‌ها در اسرع وقت به مسئولان کارگاه و دستگاه نظارت تحویل دهند.

شایان ذکر است که نمونه‌های آگاهی می‌باید در شرایطی مشابه شرایط عضو اصلی، در محل، نگهداری و عمل آوری شوند.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

کنترل کیفیت بتن

۹-۱۰-۸-۱۱ ارزیابی بتن‌های ساخته شده با سایر انواع سیمان‌های پرتلند

۱. روند کسب مقاومت بتن‌هایی که با شرایط یکسان، ولی با انواع مختلف سیمان پرتلند ساخته می‌شوند یکسان نیست. ولی در عین حال، مقاومت ۹۰ روزه تمامی آنها با یکدیگر برابر بوده و مساوی ۱/۲ برابر مقاومت نمونه ۲۸ روزه‌ای است که با سیمان نوع یک ساخته شده است. در صورت استفاده از انواع سیمان‌های پرتلند استاندارد می‌توان با اجازه دستگاه نظارت، مقاومت‌های فشاری مشخصه مورد انتظار را با استفاده از جدول ۹-۱۰-۲۴ به دست آورد.

۲. در صورت مصرف انواع سیمان‌های پرتلند دیر سخت شونده و با استفاده از سیمان‌های پرتلند پوزولانی استاندارد در بتن، باتوجه به دیرتر سخت شدن این نوع سیمان‌ها، می‌باید با انجام آزمایش‌های لازم بر روی سیمان مورد استفاده و کسب اطلاع از روند افزایش مقاومت آن، نسبت به سیمان نوع I، زمان انجام قالب برداری، باز کردن پایه‌های اطمینان، عمل‌آوری و هر آنچه که به مقاومت لازم در سنین مشخص مربوط است، به روش مناسب تصحیح گردد.

۹-۱۰-۲۴ تاثیر نوع سیمان و سن بتن بر روی مقاومت فشاری نسبی بتن

نوع سیمان	مقاومت فشاری (به صورت نسبی)			
	۱ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه	۹۰ روزه
سیمان نوع I	۰/۳۰	۰/۶۶	۱/۰۰	۱/۲۰
سیمان نوع II	۰/۲۳	۰/۵۶	۰/۹۰	۱/۲۰
سیمان نوع III	۰/۵۷	۰/۷۹	۱/۱۰	۱/۲۰
سیمان نوع IV	۰/۱۷	۰/۴۳	۰/۷۵	۱/۲۰
سیمان نوع V	۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۸۵	۱/۲۰

۳. به عنوان مثال در صورت ساخت بتن با سیمان پرتلند نوع II، می‌باید در روابط (۹-۱۰-۹) تا (۹-۱۰-۱۶) به جای f_c مقدار ۰/۹ f_c را قرار داده و نتایج مقاومت ۲۸ روزه نمونه‌ها را با آن سنجید. همچنین در بتن‌های ساخته شده با سیمان پرتلند نوع II، می‌باید مقاومت معیار هفت روزه را به جای ۰/۶۶ f_c مربوط به سیمان پرتلند نوع یک، برابر با ۰/۵۶ f_c در نظر گرفت.

۴. استفاده از مقاومت‌های نمونه‌ها در سنین ۱۱ و ۴۲ روزگی به جای ۷ و ۲۸ روزه در بتن‌های ساخته شده با سیمان‌های پرتلند نوع دو یا پنج مجاز نیست و فاقد وجاهت قانونی است.

کنترل کیفیت بتن

ارزیابی مقاومت و پذیرش بتن

پس از نمونه‌برداری آزمایش مقاومت فشاری پس از ۲۸ روز انجام شود. برای ارزیابی مقاومت بتن لازم است نتایج حداقل سه نمونه برداری متوالی وجود داشته باشد. ارزیابی مقاومت در سه رده قابل قبول، غیر قابل قبول و عدم پذیرش قطعی میتواند قرار گیرد.

شرط قابل قبول بودن مقاومت بتن:

- (۱) ارزیابی مقاومت ۳ نمونه‌برداری متوالی

$$f_1 , f_2 , f_3 \geq f_c$$

یا

- (۲) ارزیابی میانگین مقاومت و کمترین مقاومت

$$\frac{f_1 + f_2 + f_3}{3} \geq f_c + 1.5 \quad MPa$$

$$f_{\min} \geq f_c - 4 \quad MPa$$

شرط غیر قابل قبول بودن مقاومت بتن:

$$\frac{f_1 + f_2 + f_3}{3} < f_c \quad MPa$$

$$f_{\min} < f_c - 4 \quad MPa$$

- **اگر شرایط فوق احراز نشود، عدم پذیرش قطعی بتن محرز میشود.**

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

کنترل کیفیت بتن

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

- **نحوه برخورد با بتن های غیر قابل قبول از نظر مقاومت**

بند ۹-۱۰-۸-۶ مبحث نهم مقررات ملی صفحه ۱۳۸

- **نحوه برخورد با بتن های با عدم پذیرش قطعی نظر مقاومت**

بند ۹-۱۰-۸-۷ مبحث نهم مقررات ملی صفحه ۱۴۳

کنترل کیفیت بتن

آماده سازی محل بتن‌ریزی

- کنترل آرماتورگذاری: از لحاظ قطر، نوع، تعداد، فاصله، محل قرارگیری، مشخصات خم، وصله‌ها، اتصالات و غیره مطابق با نقشه‌های تایید شده.
- کنترل قالب‌بندی: از لحاظ ابعاد و اندازه، پوشش بتن، درزها، اتصالات، شاقول بودن، گونیا بودن زاویه‌ها، مهار و پایداری قالب مطابق با نقشه‌های تایید شده.
- آماده‌سازی محل بتن‌ریزی: از لحاظ وجود مواد زاید، تدابیر احتیاطی و غیره

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

- پاکیزه کردن محل بتن‌ریزی از مواد زاید و ناخالصی‌ها چون یخ، برف، آب اضافی، لایه‌های سست و ضعیف و غیره لازم و ضروری است.
- اندود کردن سطح داخلی قالب‌ها با مواد لغزنده چون روغن و غیره لازم است تا هنگام باز کردن قالب به بتن آسیبی وارد نشود.
- تمیز کردن سطح کلیهٔ میلگردها از مواد زاید، چربی و گرد و غبار
- اشباع کردن دیوارها، قالب‌های آجری و دیگر مصالح بنایی که در تماس با بتن است.
- پوشاندن قالب‌های آجری و دیگر قالب‌های جذب کنندهٔ شیرهٔ بتن با پوشش نایلونی.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

کنترل کیفیت بتن

بتن‌ریزی

بتن‌ریزی از حساس‌ترین مراحل اجرای سازه های بتنی است که نیاز به تجربه و تخصص دارد.

عدم جداشدگی دانه‌های بتن، عدم افت دما و اطمینان از تراکم بتن مهمترین اصل در حمل بتن و بتن ریزی است

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

- به منظور جلوگیری از جدایی دانه‌ها، بتن باید در محل نهایی خود ریخته شود.
- بتن در مرحلهٔ بتن‌ریزی باید حالت خمیری داشته و متناسب با اسلامپ مورد نظر باشد.
- بتن باید به راحتی در فضای بین میلگردها نفوذ کند.
- اسلامپ بتن در مرحلهٔ بتن‌ریزی باید در حد مجاز باشد.
- افزایش اسلامپ بتن با افزودن آب غیرمجاز است و فقط با افزودن مواد روان کننده یا دوغاب سیمان با تشخیص دستگاه نظارت مجاز است.
- مواد افزودنی باید قبل از تخلیهٔ بتن از مخلوط‌کن، به مصالح اولیه اضافه شود.
- در مرحلهٔ بتن‌ریزی، حداکثر نسبت آب به سیمان نباید از حد مجاز فراتر رود.
- بتن‌ریزی قطعات سازه‌ای پس از گیرش اولیهٔ و نیمه سخت شدن بتن (شروع هیدراتاسیون) مجاز نمی‌باشد.
- عملیات بتن‌ریزی باید بصورت پیوسته و در زمان کم انجام شود.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

کنترل کیفیت بتن

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

- بتن‌ریزی باید بصورت لایه های افقی و نسبتا تراز ریخته شود.
- در مرحلهٔ بتن ریزی باید از تراکم بتن در اطراف میلگردها و گوشه‌های قالب اطمینان حاصل کرد.
- در تراکم بتن با استفاده از ویبراتور باید موارد زیر رعایت شود:
  - ویبراتور بطور منظم، در فواصل مشخص و به طور قائم در بتن فرو رود و به آرامی بیرون کشیده شود.
  - مدت زمان ویبرهٔ بتن باید تا زمان خروج حبابهای هوا باشد.
  - قسمتی از ویبراتور باید در لایهٔ زیرین قبلی که هنوز حالت خمیری دارد، نفوذ کند.
- استفاده از مواد حباب‌زا و بتن با حباب هوا، برای بتن‌های در معرض رطوبت و یخبندان متوالی الزامی است.
- استفاده از بتن مِگر (C10) جهت تنظیم کف پی‌ها توصیه می‌شود.
- حداکثر ارتفاع سقوط بتن در ستون‌ها به منظور جلوگیری از جداشدگی دانه‌ها، بین ۹۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر است.

کنترل کیفیت بتن

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

- دمای بتن در زمان بتن‌ریزی در بتن معمولی از ۳۲ و در بتن حجیم از ۱۵ درجه بیشتر نباشد. حداقل دمای بتن نباید از ۵ درجه سانتی‌گراد کمتر باشد.

جدول ۹-۸-۲ حداقل دمای بتن بر حسب درجه سلسیوس در مراحل مختلف کار با توجه به دمای محیط و حداقل اندازه اعضا و قطعات

ردیف	شرح	دمای محیط (درجه سلسیوس)	ابعاد اعضا و قطعات (به میلی‌متر)			
			کمتر از ۳۰۰	۳۰۰ تا ۹۰۰	۹۰۰تا۱۸۰۰	بیش از ۱۸۰۰
۱	حداقل دمای بتن هنگام اختلاط	بیش از ۱-	۱۶	۱۳	۱۰	۷
۲		۱- تا ۱۸-	۱۸	۱۶	۱۳	۱۰
۳		کمتر از ۱۸-	۲۱	۱۸	۱۶	۱۳
۴	حداقل دمای بتن هنگام ریختن و نگهداری	به هر میزان	۱۳	۱۰	۷	۵
۵	حداکثر مجاز افت تدریجی دمای بتن در ۲۴ ساعت اولیه پس از خاتمه عمل‌آوری از بتن	به هر میزان	۲۸	۲۲	۱۷	۱۱

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفارپور جهرمی

قالب بندی و قالب برداری

رشته مهندسی عمران (پایه ۳ به ۲)
صلاحیت نظارت ۱۶ ساعت

مدرس دکتر سعید غفارپور جهرمی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید رجایی تهران

آرماتوربندی

آرماتور: میلگرد شکل داده شده

آرماتوبندی: شکل‌دهی به میلگرد، ساخت آرماتور و جاگذاری آنها در محل خود مطابق با نقشه‌های اجرایی

تنش تسلیم

مقدار تنشی که در آن فولاد به حد جاری شدن می‌رسد، به تنش تسلیم، ، موسوم است

مقاومت مشخصهٔ فولاد

بیانگر مقاومتی است که فقط ۵ درصد احتمال مقاومت کمتر از آن برای فولاد وجود دارد یعنی ۹۵ درصد فولاد مصرفی مقاومت بالاتری دارند. (بطور تقریبی می‌توان مقاومت مشخصه را برابر با تنش تسلیم دانست)

مقاومت کششی فولاد

در آزمایش کششی فولاد، تنشی که باعث پارگی فولاد می‌شود بعنوان مقاومت کششی فولاد شناخته می‌شود. هرچه فولاد نرم‌تر باشد، اختلاف بین مقاومت کششی و تنش تسلیم بیشتر است.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

آرماتوربندی

جدول ۹-۱۰-۲۰ ضوابط و الزامات قطرهای: اسمی، زمینه و خارجی انواع میلگردها

قطر اسمی میلگردهای ۴۴۰ (mm)(d_b)	میلگردهای S۳۴۰ و S۴۰۰ (با آج دوکی)			میلگردهای S۳۴۰ و S۴۰۰ (با آج یکنواخت)			میلگردهای S۵۰۰ (با آج دوکی)		
	قطر اسمی (mm)(d_b)	قطر زمینه (mm)(d_1)	حداکثر ارتفاع برجستگی طولی (mm)	قطر اسمی (mm)(d_b)	قطر زمینه (mm)(d_1)	قطر خارجی (mm)(d_2)	قطر اسمی (mm)(d_b)	قطر زمینه (mm)(d_1)	قطر خارجی در بلندترین نقطه آج عرضی و یا آج طولی (d_4)(mm)
۶	۶	۵/۷۰	۰/۶	۶	۵/۷۵	۶/۷۵	–	–	–
۸	۸	۷/۶۰	۰/۸	۸	۷/۵۰	۹/۰۰	–	–	–
۱۰	۱۰	۹/۵۰	۱/۰	۱۰	۹/۳۰	۱۱/۳۰	–	–	–
۱۲	۱۲	۱۱/۴۰	۱/۲	۱۲	۱۱/۰۰	۱۳/۵۰	–	–	–
۱۴	۱۴	۱۳/۴۰	۱/۴	۱۴	۱۳/۰۰	۱۵/۵۰	۱۴	۱۳/۲۰	۱۵/۷۰
۱۶	۱۶	۱۵/۳۰	۱/۶	۱۶	۱۵/۰۰	۱۸/۰۰	۱۶	۱۵/۲۰	۱۸/۲۰
۱۸	۱۸	۱۷/۳۰	۱/۸	۱۸	۱۷/۰۰	۲۰/۰۰	۱۸	۱۷/۲۰	۲۰/۲۰
۲۰	۲۰	۱۹/۳۰	۲/۰	۲۰	۱۹/۰۰	۲۲/۰۰	۲۰	۱۹/۲۰	۲۲/۲۰
۲۲	۲۲	۲۱/۳۰	۲/۲	۲۲	۲۱/۰۰	۲۴/۰۰	۲۲	۲۱/۲۰	۲۴/۲۰
۲۵	۲۵	۲۴/۰۳	۲/۵	۲۵	۲۴/۰۰	۲۷/۰۰	۲۵	۲۴/۲۰	۲۷/۲۰
۲۸	۲۸	۲۶/۹۰	۲/۸	۲۸	۲۶/۵۰	۳۰/۵۰	۲۸	۲۶/۸۰	۳۰/۸۰
۳۲	۳۲	۳۰/۷۸	۳/۲	۳۲	۳۰/۵۰	۳۴/۵۰	–	–	–
۳۶	۳۶	۳۴/۸۰	۳/۶	۳۶	۳۴/۵۰	۳۹/۵۰	–	–	–
۴۰	۴۰	۳۸/۵۰	۴/۰	۴۰	۳۸/۵۰	۴۳/۵۰	–	–	–

آرماتوربندی

ارزیابی مقاومت و پذیرش فولاد

نمونه‌برداری: در هر نمونه‌برداری باید میلگردی به طول یک متر بریده شود و آزمونه‌ها (نمونه مورد آزمایش)، از این نمونهٔ یک‌متری بریده شوند. تعداد نمونه‌برداری و تواتر آنها باید طوری انجام شود که نمونهٔ بریده شده گویای کیفیت کلی آرماتورها باشد.

- از هر ۵۰ تن حداقل ۵ نمونه
- از هر قطر فولاد، حداقل ۵ نمونه
- از هر ردهٔ فولاد، حداقل ۵ نمونه
- با موافقت دستگاه نظارت از هر ۳ بندل ۵ تنی میلگرد مشابه، یک نمونه.

مشخصات فولادهای ساختمانی

نوع	رده	f_{yk} (MPa)	f_{su} (MPa)	شکل‌پذیری	نوع میلگرد
A-I	S_{220}-S_{240}	۲۲۰ – ۲۴۰	۳۶۰	نرم	میلگرد ساده
A-II	S_{300}-S_{340}	۳۰۰ – ۳۴۰	۵۰۰	نیمه‌سخت	میلگرد آجدار مارپیچ
A-III	S_{400}	۴۰۰	۶۰۰	نیمه‌سخت	میلگرد آجدار جناقی
A-III	S_{500}	۵۰۰	۶۵۰	سخت	میلگرد آجدار مرکب

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

آرماتوربندی

شرط پذیرش فولاد

- شرط(۱): روابط زیر بین تنش تسلیم و تنش کششی برقرار باشد:

$$f_{su} \geq ۱/۱۸ \, (f_{y,obs})_i$$
$$(f_{su,obs})_i \geq ۱/۲۵ \, f_{yk}$$
$$\left|(f_{y,obs})_i - f_{yk}\right| \leq ۱۲۵ \text{ MPa}$$
$$(f_{su,obs})_i \geq ۱/۲۵ \, (f_{y,obs})_i$$

- شرط(۲): شکل‌پذیری فولاد در حد مجاز باشد (اندیس ۵ و ۱۰ معرف نسبت طول به قط نمونه است):

جدول ۹-۱۰-۲۱ حداقل مجاز ازدیاد طول نسبی میلگردهای فولادی در آزمایش کشش

رده فولاد / ازدیاد طول نسبی	S_{240}	S_{340}	S_{400}	S_{500}
حداقل مقدار مجاز ε_{10}	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۸
حداقل مقدار مجاز ε_{5}	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۰

- شرط(۳): با آزمایش کششی ۵ نمونه، تنش تسلیم هیچکدام کمتر از مقاومت مشخصهٔ فولاد مورد نظر نباشد:

$$f_1, f_2, f_3, f_4, f_5 > f_{yk}$$

آرماتوربندی

شرط پذیرش فولاد

- شرط(۴):اگر شرط ۳ برقرار نشود، باید ۵ نمونهٔ دیگر انتخاب شود و آزمایش کششی روی آنها نیز صورت پذیرد. در این صورت برای نتایج کل ۱۰ نمونه، باید رابطهٔ زیر برقرار باشد

$$f_{y,obs,m} \geq f_{yk} + ۰/۶s$$

$$f_{y,obs,m} = \frac{\sum_{i=۱}^{۱۰} (f_{y,obs})_i}{۱۰}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=۱}^{۱۰} \left[(f_{y,obs,m}) - (f_{y,obs})_i \right]^۲}{۹}}$$

- اگر شرایط فوق برآورده نشود، فولاد از نظر مقاومت و تغییرشکل برای سازهٔ مورد ***قابل قبول نمی‌باشد.***

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

آرماتوربندی

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

- کلیه میلگردها باید دارای برگ شناسایی کارخانهٔ سازنده باشند.
- آزمایش کشش میلگرد باید روی تمامی میلگردها انجام شود.
- آزمایش خمش میلگرد برای تمامی میلگردهای سرد اصلاح شده الزامی است.
- جوش‌پذیری فولاد تابع روش تولید و ترکیب شیمیایی فولاد است.
- میلگرد سرد اصلاح‌شده و گرم‌عمل‌آمده نسبت به حرارات جوشکاری بسیار حساس است.
- محل نگهداری میلگردهای فولادی باید تمیز و عاری از رطوبت باشد.
- میلگردهای زنگ زده باید قبل از مصرف مورد آزمایش و بازبینی و زنگ‌زدایی (به روش ماسه‌پاشی) قرار گیرد. همچنین در محاسبات باید کاهش سطح مقطع آن مد نظر قرار گیرد.
- در آزمایش خمش، زمانی میلگرد از نظر جوش‌پذیری قابل قبول است که ترکی در منطقه جوش شده به وجود نیاید.
- جوش دادن میلگردهای عرضی به میلگردهای طولی مجاز نمی‌باشد.
- میلگرد طولی کلیه سازه‌ها باید از نوع آجدار باشد.
- مقاومت مشخصه فولاد در اعضایی که بعنوان سیستم مقاوم جانبی عمل می‌کنند نباید بیش از ۴۰۰ MPa باشد.
- میلگردها نباید بطور مستقیم روی زمین انبار شود. همچنین بسته به قطر و رده نیز باید بصورت مجزا انبار گردند.
- محموله‌های میلگرد با وزن بیش از ۲۵ تن بایستی دارای گواهینامه فنی (کارخانه سازنده، نوع میلگرد، قطر، طول، تعداد بسته، مشخصات شیمیایی و مکانیکی و ...) باشند.

آرماتوربندی

انواع آرماتور

- میلگرد راستا
- میلگرد عرضی (خاموت – تنگ)
- سنجاقک
- رکابی
- اوتکا
- مش بندی
- خرک
- بولت
- ماهیچه

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

آرماتوربندی

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

- قبل از مصرف میلگرد باید سطح میلگرد کاملا از ناخالصی‌ها پاک گردد. ناخالصی‌ها عبارتند از گل، روغن، قیر، دوغاب خشک سیمان، رنگ، زنگ‌زدگی، برف، یخ و غیره

برش میلگردها

- کلیه میلگردها باید با استفاده از وسایل مکانیکی چون قیچی و گیوتین بریده و قطع شوند.
- استفاده از حرارت، جوش و ضربه برای برش میلگردها مجاز نبوده و باید به تایید ناظر برسد.
- سر میلگردهای سرد اصلاح‌شده که دارای سرهای نتابیده هستند، باید قبل از مصرف، قطع شوند.

حمل و انبارکردن میلگردها

- در موقع حمل باید از واردشدن هر گونه ضربه به میلگرد امتناع کرد.
- میلگردها را نباید از ارتفاع رها نمود.
- تغییرشکل‌های خمیری و بریدگی موضعی میلگردها باید بازرسی و کنترل شود.
- علائم و نشانه‌های مشخص کنندهٔ نوع میلگرد نباید از بین بروند.
- انبار کردن میلگرد باید طوری انجام شود که هیچ ناخاصی بر سطح آن قرار نگیرد.
- میلگردها نباید در معرض خوردگی و زنگ زدگی قرار گیرند.

آرماتوربندی

ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

خم‌کردن میلگردها

- کلیه میلگردها باید بصورت سرد خم شوند.
- خم‌کردن میلگردها باید بطور مکانیکی با ماشین مجهز به فلکه خم‌کن انجام شود.
- میلگردها باید با یک بار عبور آچار خم شوند.
- میلگردها باید با سرعت ثابت و یکنواخت خم شوند.
- خم کلیه میلگردها باید دارای شعاع انحنای ثابت باشد.
- قطر فلکه و شعاع انحنای میلگردها باید متناسب با نوع فولاد و قطر میلگرد باشد.
- سرعت خم کردن میلگردها تابع نوع فولاد و دمای محیط است.
- خم کردن میلگردهای سرد اصلاح‌شده بسیار حساس است و سرعت آن باید بطور تجربی تعیین شود.
- خم کردن میلگردها در دمای کمتر از ۵- درجه سانتی‌گراد مجاز نمی‌باشد.
- باز و بسته‌کردن خم‌ها به منظور اصلاح خم مجاز نمی‌باشد.
- در مواقع ضروری که خم باز و بسته می‌شود، باید میلگرد از نظر ترک‌خوردگی کنترل شود.
- خم‌کردن میلگردهایی که از بتن بیرون زده‌اند، مجاز نمی‌باشد مگر با تایید دستگاه نظارت.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

آرماتوربندی

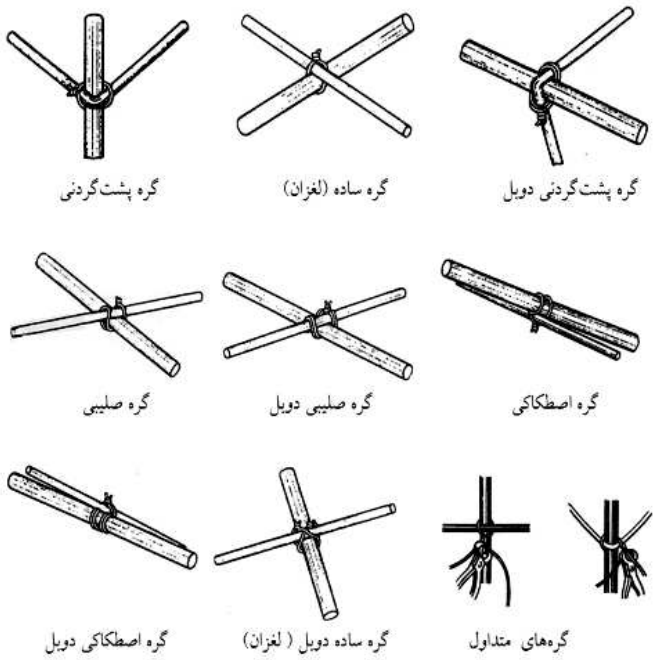
ضوابط آیین‌نامه بتن و مقررات ملی

مونتاژ آرماتور

- هر میلگرد باید در جای خود قرار گیرد و رواداری آرماتور (جابجایی مجاز) نباید از حدود مجاز زیر تجاوز کنند:
  - پوشش بتن: حداکثر کاهش در پوشش بتن ۸ میلیمتر است به شرطی که پوشش بتن از دوسوم مقدار اولیه کمتر نشود.
  - موقعیت میلگردهای طولی: حداکثر جابجایی میلگردهای راستا از موقعیت اصلی آنها (طبق نقشه)
    - ۸ میلیمتر برای اعضای کوچکتر از ۲۰۰ میلیمتر
    - ۱۲ میلیمتر برای اعضای بین ۲۰۰ تا ۶۰۰ میلیمتر
    - ۲۰ میلیمتر برای اعضای بزرگتر از ۶۰۰ میلیمتر
  - فاصلهٔ میلگردها: تغییر در فاصلهٔ بین میلگردها حداکثر ۳ سانتیمتر است.
- به منظور کاهش اشتباه در مرحلهٔ مونتاژ، استفاده از فولادهای با مقاومت مختلف در یک عضو، مجاز نمی‌باشد.
- جنس، ابعاد، تعداد و فاصله لقمه‌ها در تثبیت موقعیت میلگرد نباید مانعی در برابر ریختن بتن ایجاد کرده یا نقطه ضعف در مقاومت و پایایی محسوب شود.

آرماتوربندی

- مونتاژ آرماتورها و تثبیت میلگردها با روشهای مجاز (سیمهای فولادی، گیره‌های فولادی یا تپانچهٔ جوش‌کاری)
- کلیهٔ سیم‌های فولادی و وسایل اتصال نباید در محدودهٔ پوشش بتن واقع شوند.
- استفاده از جوش فقط در فولاد های جوش‌پذیر و با اجازهٔ مهندس ناظر مجاز است و نباید باعث کاهش سطح مقطع شود.



روش‌های مختلف اتصال میلگردها

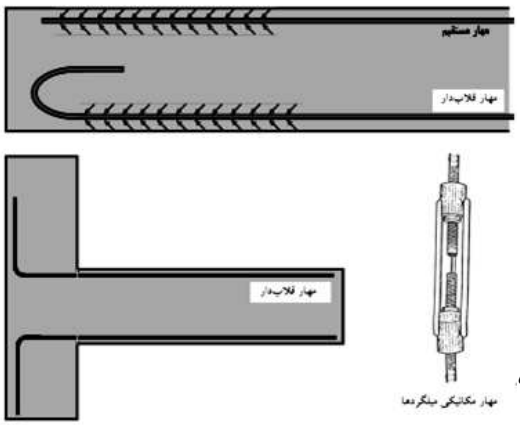
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

آرماتوربندی

مهار آرماتورها

در تمامی قطعات بتن مسلح، لازم است نیروی کششی و فشاری موجود در میلگردها بوسیلهٔ پیوستگی موجود بین بتن و آرماتور به صورت تدریجی منتقل شود. حداقل طول مناسب آرماتور برای انتقال این نیروها، به طول مهاری موسوم است.

مهار مستقیم
مهار قلابدار
مهار مکانیکی



روشهای مختلف مهار میلگرد در بتن

ضوابط آیین‌نامه و مقررات ملی

- عدم استفاده از مهار مستقیم برای میگردهای ساده و کششی
- قلاب‌ها در میلگرد های ساده و آجدار فشاری تاثیر ندارند.
- طول مهاری تابع قطر میلگرد، مقاومت میلگرد، نوع میلگرد و نوع بتن است.
- حداقل طول مهاری میلگردهای کششی ۳۰ سانتیمتر است.

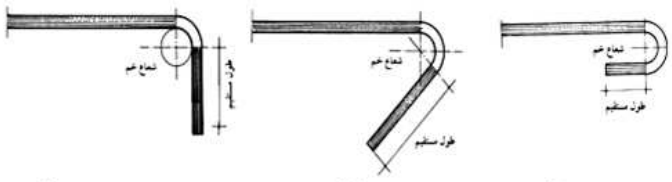
آرماتوربندی

مشخصات خم میلگرد

نوع خم: ۹۰ درجه (گونیا)، ۱۳۵ درجه (چنگک) و ۱۸۰ درجه (قلاب)

شعاع خم: شعاع انحنای خم که به قطر میلگرد و نوع میلگرد وابسته است.

طول مستقیم: طول مستقیم میلگرد بعد از انتهای انحنای خم



خم ۱۸۰ درجه　　خم ۱۳۵ درجه　　خم ۹۰ درجه

انواع شکل خم میلگرد

مشخصات قطر خم میلگرد

نوع آرماتور	نوع خم (درجه)	قطر میلگرد(mm)	طول بعد ازخم	حداقل (mm)
میلگردهای اصلی	۹۰	کلیه قطرها	$12d_b$	۶۰
	۱۳۵	۱۶ تا ۲۵	$8d_b$	۶۰
	۱۸۰	کلیه قطرها	$4d_b$	۶۰
خاموت و تنگ	۹۰	کمتر از ۱۶	$4d_b$	۶۰
		۱۶ تا ۲۵	$12d_b$	۶۰
	۱۳۵	کمتر از ۱۶	$6d_b$	۶۰
	۱۸۰	کمتر از ۱۶	$4d_b$	۶۰

مشخصات قطر انحنای خم میلگرد

قطر میلگرد (mm)	مقاومت میلگرد		
	S_{220}	S_{350} ،S_{300}	S_{400} ، S_{500}
کمتر از ۲۸	$5d_b$	$5d_b$	$6d_b$
۲۸ تا ۳۴	$5d_b$	$6d_b$	$8d_b$
۳۶ تا ۵۵	$7d_b$	$10d_b$	$10d_b$
حداقل قطر خم در خاموت و تنگ			
۱۶ و کمتر	$2.5d_b$	$4d_b$	$4d_b$

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

آرماتوربندی

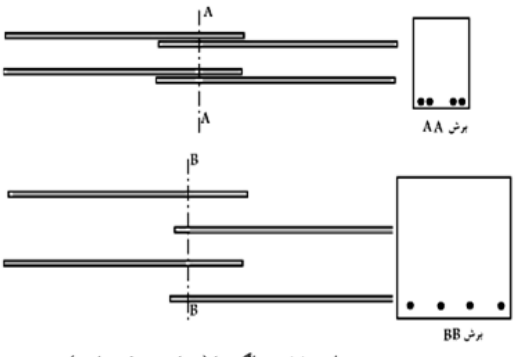
وصلهٔ آرماتورها

وصلهٔ پوششی

وصلهٔ اتکایی

وصله‌های جوشی

وصله‌های مکانیکی



وصله پوششی میلگردها (تماسی و غیرتماسی)

وصلهٔ پوششی

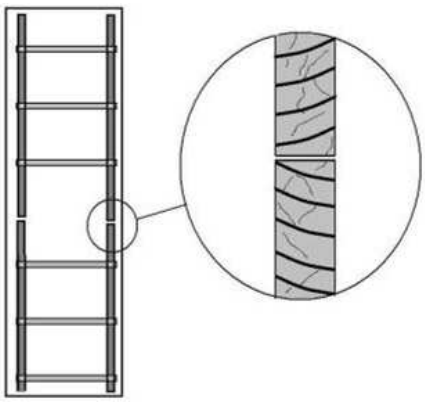
ضوابط آیین‌نامه و مقررات ملی

- در تیرها، حداکثر فاصلهٔ محور تا محور (فاصله عرضی) دو میلگرد در وصلهٔ پوششی غیرتماسی، ۱۵ سانتیمتر است. در دیگر اعضای بتنی حداکثر فاصله باید ۵ برابر قطر میلگرد باشد.
- در وصلهٔ پوششی میلگردهای ساده، باید انتهای وصله دارای قلاب ۱۳۵ درجه و بالاتر باشد.
- وصلهٔ پوششی فقط برای میلگردهای با قطر کمتر از ۳۶ میلیمتر مجاز است.
- در یک مقطع نمی‌توان چند میلگرد را وصله کرد بلکه محل وصله باید از یکدیگر فاصله داشته باشد.
- حداقل طول هم‌پوشانی وصله‌ها تابع مشخصات بتن، فولاد و شرایط قرارگیری میلگرد در قطعه است ولی نمی‌تواند از ۳۰ سانتیمتر کمتر باشد.

آرماتوربندی

وصلهٔ اتکایی

- وصلهٔ اتکایی فقط برای میلگردهای تحت نیروی فشاری مجاز است (در ستون‌ها).
- وصله اتکایی فقط برای میلگردهای قطور و با قطر بیشتر از ۲۵ میلیمتر مجاز است.
- برش میلگردها باید کاملا گونیایی باشد تا تماس دو میلگرد کامل باشد. زاویه انحراف سطح دو میلگرد نباید بیش از 1.5 درجه باشد.
- میلگردهایی که بصورت اتکایی وصله می شوند، حتما باید با خاموت بسته نگهداری شوند.
- حداکثر تعداد وصله میلگردها بصورت اتکایی در هر مقطع نباید بیشتر از ۴ باشد.



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

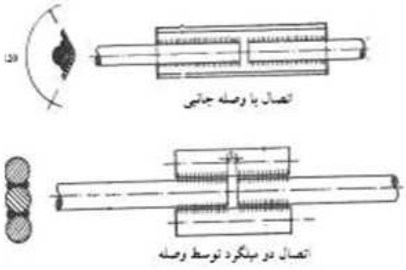
آرماتوربندی

وصله‌های جوشی

جوش الکتریکی تماسی: در این روش دو میلگرد بصورت نوک به نوک در شرایط کارخانه‌ای جوش می‌شوند.

جوش الکتریکی ذوبی: در این روش، دو میلگرد در کنار یکدیگر قرار داده شده و از یک طرف یا دو طرف به یکدیگر جوش می‌شوند

- در جوش الکتریکی تماسی، حداقل قطر میلگردهای گرم نوردشده ۱۰ میلیمتر و میلگردهای سرد اصلاح‌شده، ۱۴ میلیمتر است.
- در جوش الکتریکی تماسی، نسبت سطح مقطع دو میلگرد، نباید از 1.5 بیشتر شود.
- جوش الکتریکی ذوبی فقط برای میلگردهای گرم نورد شده و تا قطر ۳۶ میلیمتر مجاز است.
- حداقل طول جوش در حالت یک‌طرفه ۱۰ برابر قطر و در حالت دو طرفه ۵ برابر قطر میلگرد کوچکتر است.



آرماتوربندی

Clambar

Wallfix

Boltwall

Chainbar

Maxichair

Normchair

Platebar

Fixbar

Wheelbar

Cagabar

پوشش بتن

هدف از ایجاد پوشش بتن، حفاظت از میلگرد فولادی از عوامل مهاجمی چون رطوبت، حملات شیمیایی و آتش‌سوزی است.
در هر شرایطی، پوشش بتن نباید از قطر میلگردها یا قطر بزرگترین دانهٔ شن در بتن کمتر باشد
برای ایجاد پوشش بتن لازم است در مرحله آرماتوربندی و قالب‌بندی، از فاصله‌دهنده و لقمه ایجاد شود. ابعاد، فاصله و موقعیت این لقمه‌ها نباید مانعی در برابر بتن‌ریزی ایجاد کرده و باعث ضعف گردد

حداقل پوشش بتن بر حسب میلیمتر

نوع قطعه	شرایط محیطی				
	ملایم	متوسط	شدید	بسیار شدید	فوق‌العاده شدید
تیرها و ستون‌ها	۳۵	۴۵	۵۰	۶۵	۷۵
دال‌ها، دیوارها و تیرچه	۲۰	۳۰	۳۵	۵۰	۶۰
پوسته‌ها(صفحات پلیسه‌ای)	۲۰	۲۵	۳۰	۴۵	۵۵
شالوده‌ها	۴۰	۵۰	۶۰	۷۵	۹۰

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

آرماتوربندی

یکی از معیارها تعیین پوشش بتن توجه به ضوابط خاص طراحی عضو بتنی در برابر حریق است. پوشش مناسب بتن در برابر حریق بین ۲۵ تا ۹۰ میلیمتر و تابع پارامترهای مختلفی است:

- مدت زمان مورد نظر برای مقاومت عضو در برابر حریق (۶۰ تا ۱۵۰ دقیقه)
- مدت زمان لازم برای تخلیه افراد (بین ۳۰ تا ۲۴۰ دقیقه)
- ابعاد عضو بتنی
- نوع قطعه بتنی(تیر، دال ، ستون؛ دیوار)

جدول ۹ – ۱۹ – ۳ ضوابط هندسی الزامی ستون‌ها، از نظر مقاومت در برابرحریق

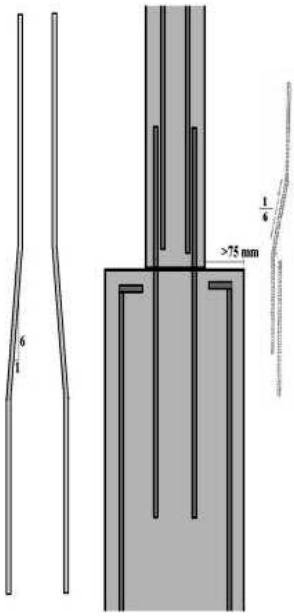
ردیف	مدت زمان مقاومت در برابر حریق (دقیقه)	حداقل کوچکترین بعد مقطع ستون (b) (میلی‌متر)	حداقل فاصله مرکز میلگردهای سفره خارجی تا وجه ستون (a) (میلی‌متر)
۱	۳۰	۱۵۰	۲۵
۲	۶۰	۲۰۰	۳۵
۳	۹۰	۲۴۰	۵۰
۴	۱۲۰	۳۰۰	۵۰
۵	۱۸۰	۴۰۰	۵۰
۶	۲۴۰	۴۵۰	۵۵

مقایسه افت مقاومت فشاری بتن و فولاد در اثر تغییرات دما در جدول امده است.

افت مقاومت فشاری بتن و فولاد با افزایش دما

دما (درجه‌سانتی گراد)	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰
بتن	۰/۹۲	۰/۷۷	۰/۶	۰/۴۵	۰/۳۴	۰/۲۳	۰
فولاد	۰/۹۳	۰/۸۱	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۱۲	۰	۰

آرماتوربندی



ضوابط خاص آرماتوربندی ستون‌ها
میلگردهای طولی

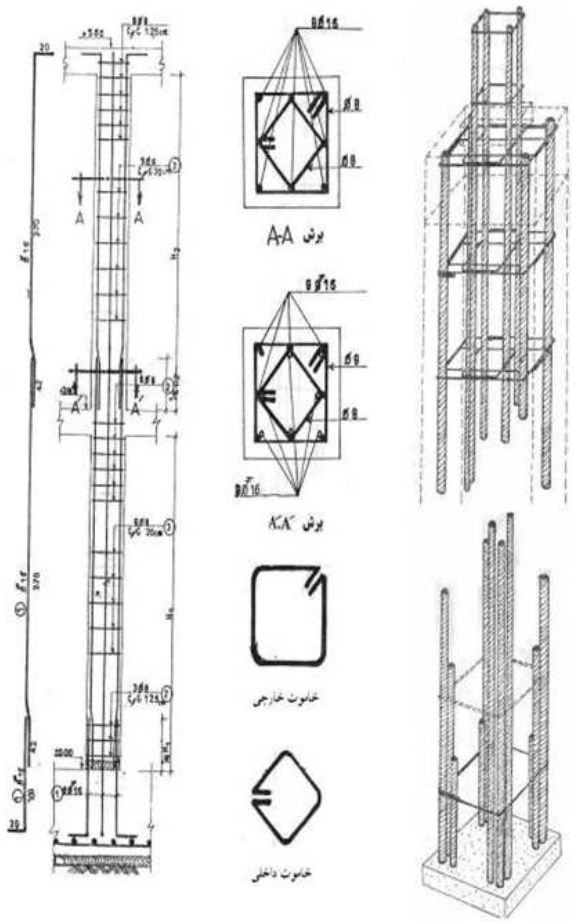
- حداقل تعداد میلگردهای طولی، برابر با تعداد اضلاع ستون است.
- شیب میلگردهای خم شده در هنگام تغییر مقطع ستون باید بیش از باشد.
- اگر تغییر مقطع ستون در ارتفاع و طبقات مختلف، بیش از ۷۵ میلیمتر باشد، نباید میلگرد طولی را بصورت خم‌شده بکار برد.
- اگر تغییر مقطع ستون بیش از ۷۵ میلیمتر باشد باید از میلگردهای انتظار مجزا برای اتصال استفاده شود.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

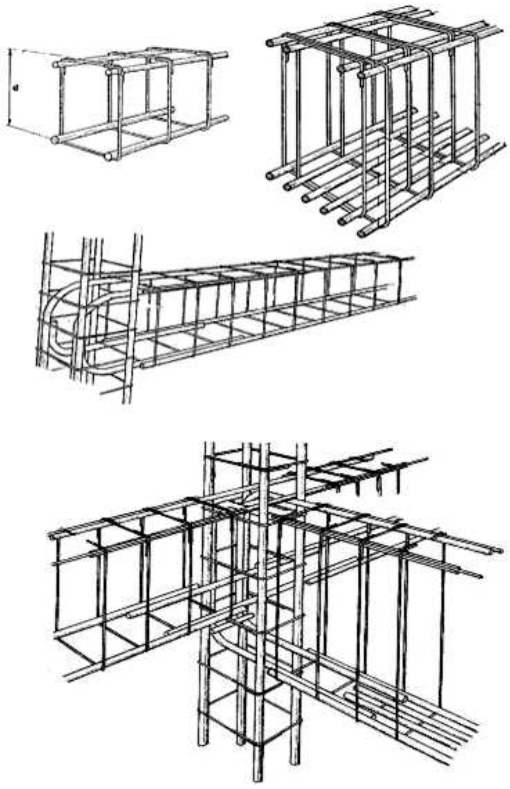
آرماتوربندی

ضوابط خاص آرماتوربندی ستون‌ها
میلگردهای عرضی

- حداقل قطر مارپیچ‌ها و تنگ‌ها نباید کمتر از ۶ میلیمتر باشد.
- فاصلهٔ بین میلگردهای طولی مارپیچ‌شده نباید کمتر از ۲۵ میلیمتر و بیشتر از ۷۵ میلیمتر باشد.
- حداکثر فاصلهٔ خاموت‌ها ۲۵۰ میلیمتر است.
- هر یک از میلگردهای طولی باید در گوشهٔ خاموت‌ها قرار گیرد.
- زاویهٔ داخلی خاموت‌ها باید کمتر از ۱۳۵ درجه باشد.
- خاموت‌های بسته باید با قلاب استاندارد ۱۳۵ درجه اجرا شود.
- در ابتدا و انتهای ستون فواصل تنگ‌ها، نصف فاصلهٔ آن در وسط ستون باشد



آرماتوربندی



ضوابط خاص آرماتوربندی تیرها

میلگردهای طولی

- حداقل تعداد میلگردهای طولی به تعداد اضلاع مقطع عضو است.
- قطع میلگرد در نواحی لنگر مثبت و منفی بصورت زیر توصیه می‌شود:
- میلگرد منفی: حداقل یک‌سوم طول دهانه
- میلگرد مثبت: حداقل یک‌چهارم طول دهانه

میلگرد های عرضی

- حداقل قطر خاموتها ۸ میلیمتر وحداکثر قطر آنها ۱۲ میلیمتر است.
- در اعضای تحت برش می‌توان از خاموت باز استفاده کرد اما در اعضای تحت پیچش حتما باید از خاموت بسته استفاده کرد.
- مقاومت میلگردهای عرضی نباید بیشتر از MPa ۴۰۰ باشد.
- فاصلهٔ خاموت ها نباید از نصف ارتفاع مقطع تیر بیشتر شود.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفارپور جهرمی

قالب بندی و قالب برداری

رشته مهندسی عمران (پایه ۳ به ۲)
صلاحیت نظارت ۱۶ ساعت

مدرس دکتر سعید غفارپور جهرمی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید رجایی تهران

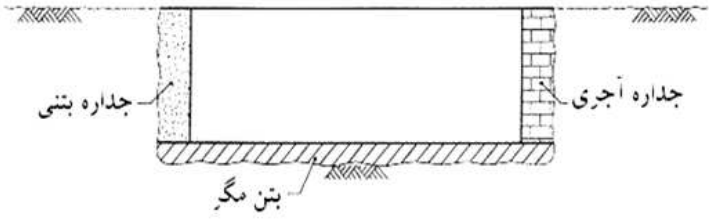
طبقه بندی قالب بتن بر حسب جنس مصالح

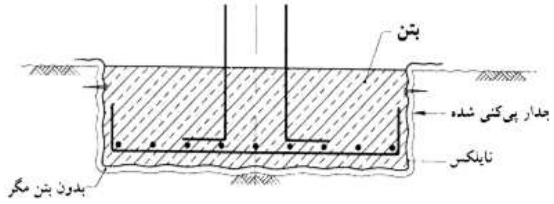
- مصالح مناسب برای قالب‌بندی با توجه به ملاحظات اقتصادی، ایمنی، نمای ظاهر، امکانات و مصالح موجود و مناسب در هر منطقهٔ جغرافیایی انتخاب می‌شود. متداول‌ترین مصالح موجود در ساخت قالب عبارتند از
  - آجر
  - چوب (الوار چوبی- پلی وود)
  - ورقهای فولادی و نیمرخ‌های فولادی سبک
  - فایبرگلاس
  - آلومینیوم
  - پلاستیک فشرده

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

قالب آجری

- پس از گودبرداری و آماده‌سازی کف پی، " بتن مگر" یا بتن رگلاژ در کف پی اجرا می‌شود. آنگاه در دو طرف پی دیوار آجری و با ارتفاع دلخواه اجرا می‌شود.
- سطح داخلی دیوار باید قبل از بتن‌ریزی با صفحات و نایلون‌های مناسب پلاستیکی پوشانده شود تا شیرهٔ بتن جذب دیوار نگردد.
- این قالب‌ها اغلب پس از خودگیری بتن در زمین باقی می‌ماند و جمع‌آوری نمی‌شود.
- این نوع قالب به قالب منفی نیز موسوم است و هزینهٔ قالب‌بندی باید با قیمت آجرچینی مقایسه شود





قالب آجری

در این تصویر به دلیل کم بودن ضخامت دیوار آجری، قالب شکم داده است که پیشنهاد میشود برای ممانعت از این مشکل ضخامت دیوارهای آجری بعنوان قالب بایستی حداقل ۲۰ سانتیمتر باشد. همچنین توصیه موکد اینکه بجای استفاده از ملات گل بایستی در اجرای دیوار از ملات ماسه سیمان استفاده کرد.

دیوارهای آجری ساخته شده با ملات گل در ضخامت ۱۰ سانتیمتری به هنگام بتن ریزی فونداسیون به دلیل سنگینی ادوات بتن ریزی نظیر لوله های پمپ بتن، رفت و آمد نیروی انسانی و همچنین فشار جانبی بتن، دچار خرابی شده و آجرهای کنده شده در بتن غوطه ور خواهند شد.

اجرای نامناسب قالبهای آجری فونداسیون (همانطور که میبینید دیواره قالب کاملا قوسدار پیش روی کرده است و در واقع فونداسیون در امتداد طولی در امتداد مستقیم نخواهد بود)
ریختن خاک در قسمت بیرونی قالب بخاطر جلوگیری از ریزش دیواره های قالب موقع بتن ریزی فونداسیون است اما پس از بتن ریزی حتما باید خاک تخلیه شده و بلوکاژ (ریختن سنگ و قلوه بدون ملات یعنی بصورت خشکه) اجرا گردد بلوکاژ از بالا آمدن نم و رسیدن رطوبت به کف ساختمان جلوگیری میکند.اما در صورت اجرای خاک رطوبت میتواند به راحتی تاکف ساختمان بالا بیاید.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاروی جهرمی

ریختن خاک و نخاله ساختمانی در قسمتهای خارجی قالبهای فونداسیون و عدم اجرا بلوکاژ

خالی بودن پشت دیواره قالب موقع بتن ریزی و حرکت دیواره قالب و در نتیجه آسیب هندسه فونداسیون بتنی

یکی از نکات مهم در ساختمان عدم اجرای بلوکاژ یا ریختن قلوه سنگ قبل از اجرای کف سازی است. بلوکاژ از صعود رطوبت از خاک کف به سمت بالا و کف سازی جلوگیری میکند. خاک و نخاله، صعود موئینگی بالایی دارند که باعث انتقال رطوبت میشوند .

قالب چوبی

چوب از مصالح متداول و قدیمی در قالب‌بندی محسوب می‌شود. از چوب می‌توان در تمام قسمت‌های قالب‌بندی نظیر رویه، بدنه، پایه، پشت بند، چپ وراست‌ها و غیره استفاده نمود. دلایل متعددی که استفاده از چوب برای قالب بندی را رایج کرده است، عبارتند از:

- **سبک بودن**
- **سهولت اجرا**
- **هزینه اولیهٔ نسبتا کم**
- **تدارکات اندک**
- **مقاومت مناسب (فشاری، کششی و برشی)**
- **ضریب حرارتی کم (در فصل سرما و گرما)**
- **صیقلی بودن سطح آن**
- **سادگی اتصالات**

در مقابل تمام این مزایا، تکرارپذیری کم (حدود۱۰ بار)، دورریزی زیاد مصالح و خطر آتش‌سوزی از مهمترین ضعف‌های این نوع مصالح است.

چوب مناسب برای ساخت قالب، چوب درختان سوزنی‌برگ است که سبک‌تر و نرم‌تر از چوب درختان پهن‌برگ است. همچنین تغییر شکل چوب‌های سوزنی برگ در مقابل تغییرات رطوبت کمتر از دیگر چوب‌ها است. چوب درختان را نمی‌توان بطور مستقیم مورد استفاده قرار داد بلکه قبل از استفاده از چوب باید آن را عمل‌آوری کرد، یعنی پوست آن کنده شود و رطوبت آن کاهش داده شود. پس از آن توسط مواد شیمیایی مناسب چون مازوت اشباع می‌شود تا دوام آن افزایش یابد.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

قالب چوبی

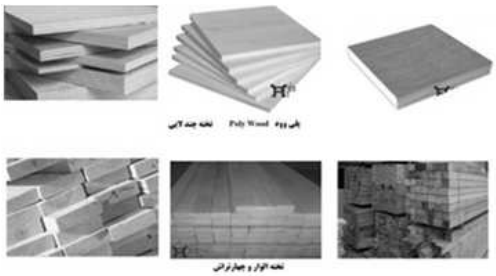
ابعاد و شکل قطعات چوبی در ساخت قالب

نوع قطعه	اصطلاح قالب‌بندی	ابعاد مقطع بر حسب میلیمتر	مورد مصرف	شکل مقطع
الوار	تخته	(۱۵۰×۳۰) - (۲۰۰×۲۵) (۱۰۰×۲۰) - (۱۵۰×۲۵)	رویه قالب	
چهار تراش	پشت بند	(۱۰۰×۱۰۰) - (۱۵۰×۱۵۰) (۷۵×۷۵) - (۱۰۰×۵۰) (۷۵×۵۰) - (۵۰×۵۰)	پشت بند قائم پشت بند افقی	
تخته لایه	چندلایی	با ضخامت و عرض متفاوت	رویهٔ قالب	
شمع چوبی	چوب گرد	با قطرهای مختلف از ۵۰ تا ۱۵۰	شمع، وادار، پایهٔ	

قالب چوبی

کامپوزیت چوب-پلاستیک

به کامپوزیتهایی اطلاق می شود که از چوب (در هر شکلی) با ترموپلاستیکها تشکیل شده که ترکیب این محصولات بسیار متنوع هستند. این کامپوزیت سختی و قدرت را از ویژگیهای چوب و پلاستیک گرفته و اما تراکم آنها غالباً بالاتر از آن دو است. پلاستیک بطور مؤثر سطح روی چوب را بعنوان یک لایه نازک پوشانده و مقاومت بالای این کامپوزیت در برابر رطوبت در مقایسه با چوب بسیار نا چیز است. استفاده از این نوع مصالح در رویه قالب و همچنین تولید پشت بند (سولجر-کمرکش) بدلیل مقاومت بسیار بالا کاربرد دارد.



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

قالب چوبی

تخته‌لایه (پلی‌وود)

تخته‌لایه از لایه‌های نازک چوب که توسط چسب‌های مخصوص به‌یکدیگر چسبیده‌اند، تشکیل می‌گردد. برای ساختن تخته لایه (چندلایی)، ابتدا چوب را به‌شکل ورقه‌ها و لایه‌های نازک بریده و سپس بین لایه‌ها را چسب می‌زنند و تحت گرما و فشار به‌یکدیگر پرس می‌کنند. تعداد لایه‌ها فرد است و الیاف لایه‌ها را در دو لایهٔ متوالی عمود بر هم قرار می‌دهند. به‌همین جهت چوب که اساساً ناهمسانگرد است، در شکل تخته لایه به‌صورت همسانگرد درمی‌آید.

تخته لایه در دو حالت چسب داخلی و چسب خارجی ساخته می‌شود که برای مصارف قالب‌بندی بهتر است از نوع چسب خارجی مورد استفاده قرار گیرد.

ابعاد تخته‌لایه‌ها معمولاً به‌عرض ۱/۲۰ و طول ۲/۴۰ متر با ضخامت ۶ تا ۳۰ میلی‌متر می‌باشد.

تخته‌لایه فقط به‌عنوان رویهٔ قالب (به‌جای تخته‌کوبی) مورد استفاده قرار می‌گیرد و دائماً در تماس با رطوبت بتن می‌باشد. به‌همین علت تخته‌لایه دارای روکش لاکی از جنس پلیمر می‌باشد، به‌طوری که آن را در مقابل نفوذ رطوبت مقاوم سازد. در هنگام تراکم بتن با ویبراتور، در صورت اصابت نوک ویبراتور با سطح لاکی تخته‌لایه، تخریب سطحی در تخته‌لایه به‌وجود می‌آید. به‌همین علت باید در ویبراتورزنی تخته‌لایه مراقب بود.

تخته‌لایه‌ها مقاومت خمشی خیلی زیادی ندارند، و باید آنها را با پشت‌بندهای چوبی، آلومینیومی و یا فلزی تقویت کرد.

قالب چوبی

نئوپان

نئوپان از اختلاط خرده‌چوب (شامل همه‌گونه ضایعات چوبی مثل سرشاخه، پوست، برگ، ساقه غلات) با چسب و قالب دادن توسط فشار و گرما حاصل می‌گردد. محصول حاصل چوب ضعیفی می‌باشد که در مقابل رطوبت بسیار حساس است. فلذا از آن نمی‌توان در امر قالب بتن استفاده کرد. تولید جدیدی از نئوپان تحت عنوان MDF ساخته می‌شود که حساسیت آن در مقابل رطوبت کمتر است، لیکن به‌علت گرانی در صنعت قالب‌سازی استفاده نمی‌شود.

فیبر

مخلوط از ذرات چوب (دم اره) با چسب می‌باشد که تحت فشار و گرما پرس شده و با ضخامت چند میلی‌متر در دسترس است. از آن فقط به‌عنوان رویه‌کوبی در قالب‌های نما استفاده می‌شود و یکبار مصرف است.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

مشخصات مکانیکی چوب

رفتار مکانیکی و مقاومتی چوب به جنس و منشاء آن وابسته است. همچنین مقاومت چوب در راستای الیاف متفاوت از راستای عمود بر الیاف است. در شرایط عادی و معمول بهره‌برداری (در شرایطی که رطوبت محیط کمتر از ۲۰ درصد و مدت زمان تداوم بار حدود ۱۰ سال فرض شود)، مشخصات مکانیکی چوب مطابق جدول زیر درنظر گرفته می‌شود. در دیگر شرایط بهره‌بردای که درصد رطوبت دچار نوسان شده یا مدت زمان بارگذاری کمتر یا بیشتر از ۱۰ سال است، لازم است مقادیر جدول قبل برای رطوبت و تداوم بار اصلاح شود.

ضریب اصلاح رطوبت

ضریب اصلاح برای رطوبت بیشتر از ۲۰ درصد				
خمش	کشش مستقیم	فشار	برش	مدول ارتجاعی
		در راستای الیاف / در امتداد عمود		
۰/۸۵	۱	۰/۸ / ۰/۶۷	۰/۹۷	۰/۹

ضرایب اصلاح تداوم بار

مدت زمان اعمال بار	نوع بار	ضریب اصلاحی
دایمی	بار مرده	۰/۹
۱۰ ساله	بار زنده	۱
۲ ماهه	بار برف	۱/۱۵
۷ روز	بار کوتاه مدت چون قالب‌بندی	۱/۲۵
۱۰ دقیقه	بار باد و زلزله	۱/۶
ضربه	بار ضربه‌ای و لرزشی	۲

مشخصات مکانیکی چوب

شرایط تنش	تنش مجاز (kg/cm^2)	مقادیر توصیه شده (kg/cm^2)	
تنش خمشی مجاز	۶۰ -۱۳۰	کشش خمشی در دهانهٔ ساره	۷۰
		کشش خمشی در دهانهٔ یکسره	۷۵
		کشش ساده در راستای الیاف	۶۰
تنش برشی	۱۰ -۱۳	۸	
فشار در امتداد عمود بر الیاف	۳۰ - ۴۵	۲۰	
فشار در امتداد الیاف	۸۰ -۱۳۰	$\frac{3.6E}{\lambda^2} \le 60$	
ضریب الاستیسیته	۹۰/۰۰۰ -۱۲۰/۰۰۰	در راستای الیاف	۸۰/۰۰۰ -۱۰۰/۰۰۰
		در امتداد عمود بر الیاف	۳۰۰۰

مشخصات مکانیکی تخته لایه–پلی وود

جدول فشار مجاز بتن روی تخته‌لایه‌ها

با توجه به‌اینکه تخته‌لایه‌ها اغلب برای رویه مورد استفاده قرار می‌گیرند، وجود جدولی که بتوان بدون انجام محاسبات خمشی و تغییرشکلی، فشار مجاز بتن را محاسبه نمود، بسیار مفید می‌باشد. در جدول فشارهای مجاز برای ردهٔ متوسطی از تخته‌لایه‌ها ارایه شده است.

فشار مجاز بتن روی تخته‌لایه (ton/m^2)

ضخامت تخته‌لایه	فواصل پشت‌بندها (mm)			
(mm)	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰
۱۲	۱/۶	۰/۷	–	–
۱۵	۲/۷	۱/۲۰	۰/۷	–
۲۰	۳/۴	۱/۷	۱	۰/۵
۲۸	۷	۳/۶	۲/۴	۱/۴

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

قالب آلومینیومی

آلومینیوم

به‌علت سبکی، آلومینیوم از بهترین جایگزین‌های چوب در صنعت قالب‌سازی بتن است. از آلومینیوم بیشتر به‌عنوان پشت‌بند قالب استفاده می‌شود. پانل‌ها با چهارچوب (پشت‌بند) آلومینیومی و رویه تخته‌لایه (پلی‌وود) از کاربردی‌ترین قالب‌ها می‌باشند. وزن مخصوص آلومینیوم ۲/۷۵ تن بر مترمکعب می‌باشد.

مشخصات مکانیکی آلومینیوم

آلومینیوم در آلیاژهای مختلف تولید می‌شود که دو آلیاژ ۶۰۶۱ و ۶۰۶۳ آن کاربرد بیشتری دارند. در جدول مشخصات مکانیکی این دو آلیاژ ارایه شده است.

مشخصات مکانیکی آلیاژهای ۶۰۶۱ و ۶۰۶۳

نوع آلیاژ	کشش			فشار	برش (kg/cm^2)		خمش (kg/cm^2)	
	تنش نهایی (kg/cm^2)	تنش تسلیم (kg/cm^2)	کرنش نظیر خرابی (درصد)	تسلیم (kg/cm^2)	نهایی	تسلیم	نهایی	تسلیم
6061-T6	2660	2450	10	2450	1890	1400	5600	3920
6063-T5	1540	1120	8	1120	910	630	3220	1820
6063-T6	2100	1750	8	1750	1330	980	4410	2800

قالب فایبر گلاس

فایبرگلاس

فایبرگلاس یک نوع مادهٔ مرکب است که رزین پلی‌استر و الیاف شیشه از اجزای اصلی آن به‌شمار می‌روند. الیاف شیشه مقاومت مکانیکی ایجاد کرده و رزین پلی‌استر این الیاف را به‌یکدیگر می‌چسباند.

از قالب فایبرگلاس برای قالب‌بندی سطوح منحنی استفاده می‌شود (مثل قالب سقف‌های مجوف). روی مقاومت خمشی لایه فایبرگلاس زیاد حساب نمی‌شود و قالب توسط پشت‌بندهای کافی باید تقویت گردد.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

قالب فلزی (ورق‌های فولادی با نیمرخ‌های سبک)

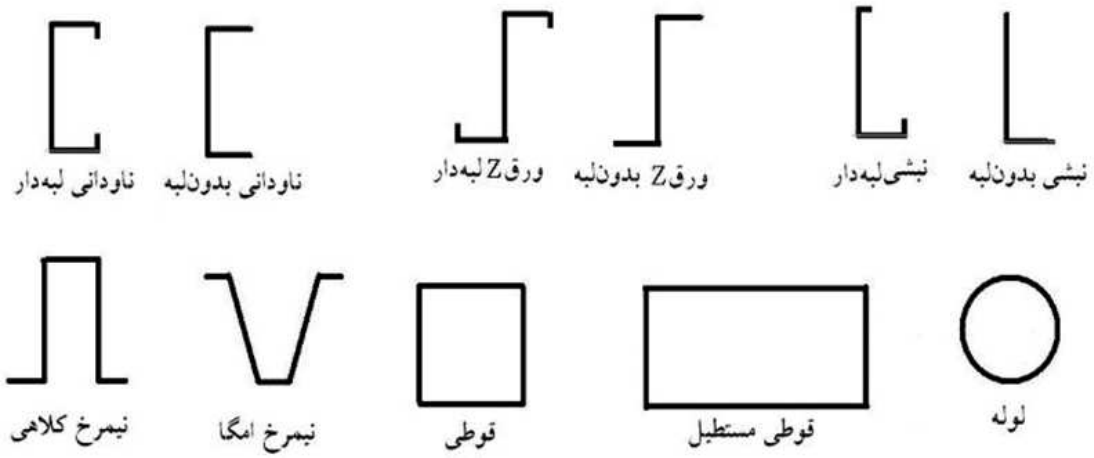
قابلیت تکرار بسیار زیاد در استفاده از قالب‌های فلزی، یکی از خصوصیات بارز این قالب‌ها است که تا حد زیادی هزینهٔ اولیهٔ آن را توجیه می‌کند. دیگر مزایای این قالب‌ها عبارتند از:

- **قابلیت کاربرد با تکرار زیاد**
- **عمر بالا**
- **سطح صاف**
- **سرعت اجرای بالا**
- **امکان جمع‌آوری سریع قالب**
- **مقاومت بالا**
- **دوام زیاد**
- **کارآیی**
- **سهولت اجرایی در قالب‌های مدولار**
- **سادگی اتصالات**

با همهٔ این مزایا برای قالب‌های فلزی، استفاده از این نوع قالب‌ها، محدودیت‌های خاص خود را دارد که شامل سنگینی وزن، تدرکات خاص و هزینهٔ اولیهٔ نسبتا زیاد است.

قالب فلزی (ورق‌های فولادی با نیمرخ‌های سبک)

برای ساخت قالب‌های فلزی معمولا از ورق‌های فولادی بعنوان رویه و نیمرخ سبک فولادی بعنوان پشت‌بند استفاده می‌شود و اتصال آنها به کمک خال‌جوش انجام می‌شود. ضخامت معمول ورق‌های فولادی بین ۱ تا ۴ میلیمتر متفاوت است.



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

مشخصات مکانیکی فولاد

ورقهای فولادی مورد مصرف در قالب‌بندی از نوع فولاد نرم با حد تسلیم (Fy) معادل ۲۴۰۰kg/cm2 هستند اما در برخی موارد از ورقهای سرد تاشده (نوردشده در حالت سرد) نیز برای ساخت قالب استفاده می‌شود. ورقهای سرد تا شده معمولا ضخامت بسیار کمی دارند لذا در محاسبهٔ تنش‌های مجاز باید به لاغری اجزای مقطع توجه کافی شود. این اجزا تحت تنش فشاری نسبتا اندک تمایل به کمانش دارند. در محاسبات و طراحی می‌توان مشخصات مکانیکی فولاد مصرفی در طراحی قالب‌های فلزی را بصورت زیر درنظر گرفت.

تنش خمشی مجاز	$F_b = 0.6\,F_y$
تنش برشی مجاز	$F_v = 0.4\,F_y$
تنش فشاری مجاز	$F_a =$ تابع لاغری و کمانش
مدول ارتجاعی	$E_s = 2\times10^6\ kg/cm^2$

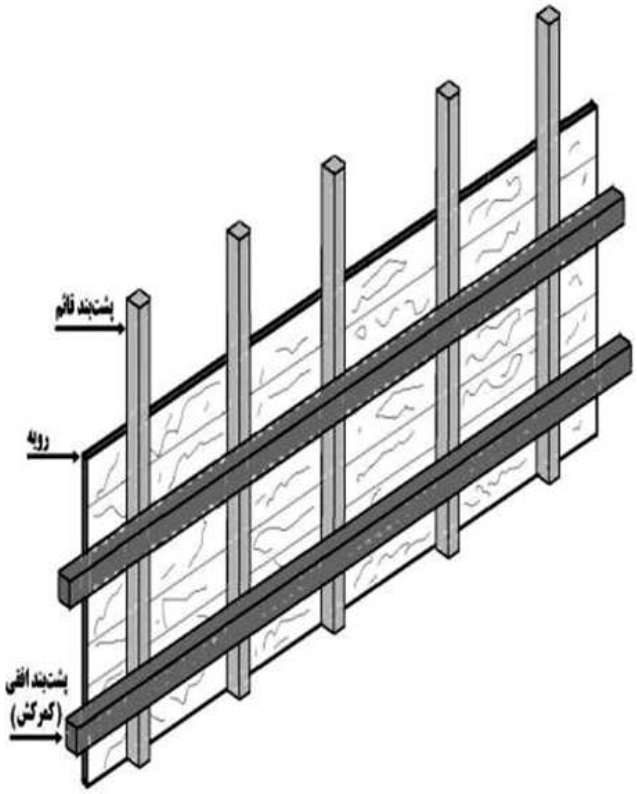
قالب بندی و قالب برداری

رشته مهندسی عمران (پایه ۳ به ۲)
صلاحیت نظارت ۱۶ ساعت

مدرس دکتر سعید غفارپور جهرمی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید رجایی تهران

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفارپور جهرمی

اجزای قالب‌بندی



رویه

قسمت اصلی قالب‌بندی را رویه تشکیل می‌دهد که شامل سطحی است که بطور مستقیم در تماس با بتن است. این سطح باید کاملا صاف و صیقلی باشد تا سطح بتن پس از قالب‌برداری غیریکنواخت و به اصطلاح کرمو نباشد. برای رویه از مصالح مختلفی چون چوب، ورق فولادی یا ورق پلی‌اتیلن استفاده می‌شود. ضخامت رویه تابع مشخصات و نوع مصالح است.

پشت‌بند

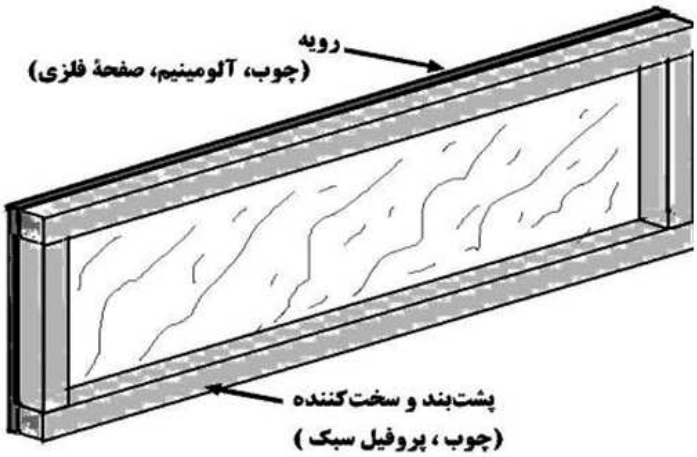
قطعات رویه توسط پشت‌بند به یکدیگر متصل شدهریال یکپارچه شده و سختی آنها در تحمل بار افزایش می یابد. پشت‌بند چوبی مقطعی قوی‌تر از رویه با حداقل بعد ۵ سانتیمتر است. معمولا پشت‌بندها در دو راستای عمود بر هم در قالب‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

یکی از پشت‌بندها رویه را نگهداری کرده و پشت‌بند دیگر نیز عمود بر پشت‌بند اولیه اجرا می‌گردد که یکی را پشت‌بند قائم و دیگری را پشت‌بند افقی (کمرکش- سولجر) گویند. فاصلهٔ پشت‌بند چوبی قائم که به رویه متصل است، حدود ۶۰ سانتیمتر و فاصلهٔ پشت بندهای قائم (کمرکش-سولجر) نیز حدود ۱۵۰ سانتیمتر است.

اجزای قالب‌بندی

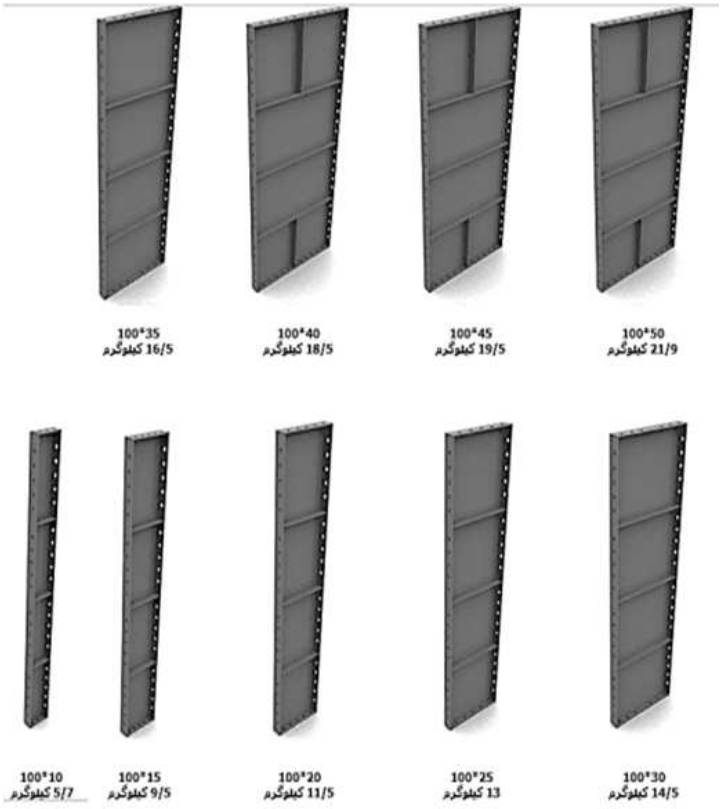
پانل

ترکیب رویه همراه با سخت کننده در پشت آن بعنوان پانل شناخته می‌شود که در آن از ورقهای فولادی، چوب، پلی وود یا ورقهای پلیمری بعنوان رویه و از پشت‌بند بعنوان سخت‌کننده استفاده می‌شود. ابعاد پانل بسیار متفاوت است و طوری ساخته می شود که به راحتی بتوان آن را حمل و نصب کرد. استفاده از قالب‌های پانلی سرعت اجرای قالب‌بندی و قالب برداری را افزایش می‌دهد.



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

اجزای قالب‌بندی



پانل های استاندارد (قالبهای مدولار)

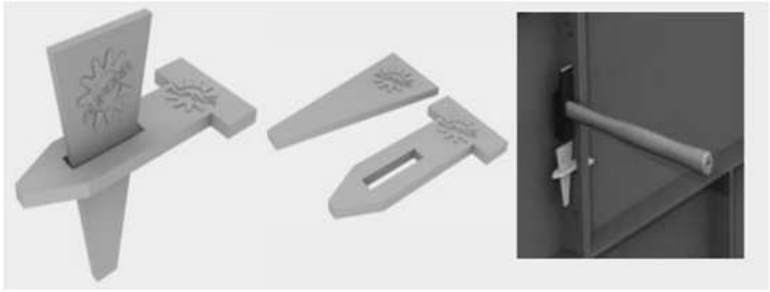
این سیستم قالب بندی سهولت کاربرد و امکان استفاده متعدد در اجرای کلیه سازه های بتنی اعم از فونداسیون، ستون، دیوار، تیر، سقف و غیره را دارد که بدلیل سادگی مونتاژ و دمونتاژ، مورد توجه قرار گرفته است.

قالبهای مدولار در ابعاد و اندازه های متنوع طراحی و تولید میشوند. ضخامت رویه قالب از ورق ۳ و تسمه های جانبی با ضخامت ۵ و ۶ و سخت کننده ها نیز از ورق ۳ یا ۴ میباشد.

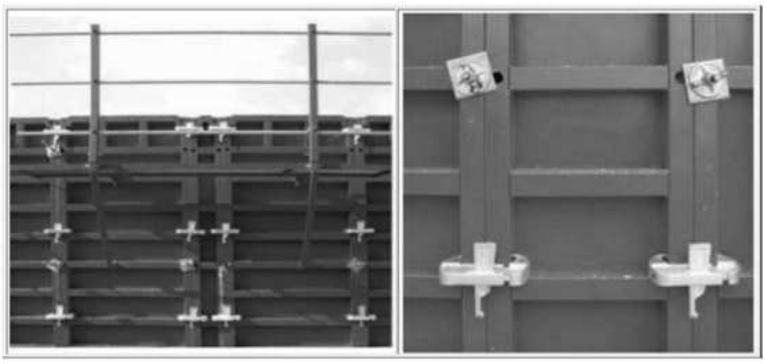
قالبهای مدولار معمولا در ابعاد استاندارد تولید شده و وزن هر مترمربع قالب بین ۳۶ تا ۴۴ کیلوگرم است.

تسمه دور قالب سوراخهای منظمی با فواصل ۵ سانتیمتر دارند تا بتوان از هر طرف توسط پین وگوه یا کلمپس به یکدیگر متصل نمود. عرض پنلهای مدولار از ۱۰تا ۵۰ سانتیمتر با مضرب ۵ و طول آنها عموما ۱۰۰ و ۱۵۰ و ۲۰۰ سانتیمتر می باشد. قالبهای مدولار مقاومت و صلبیت بالایی دارند و میتوان از آنها بیش از ۱۵۰ بار در سازه های مختلف استفاده نمود. سطح حاصل از بتن ریزی قالبها بسیار صاف و هموار بوده و هزینه نازک کاری ساختمان را می کاهد.

اجزای قالب‌بندی



پین و گوه
جهت اتصال پانل ها به یکدیگر استفاده می شود. این گوه ها از جنس گالوانیزه و بصورت نر و ماده هستند.



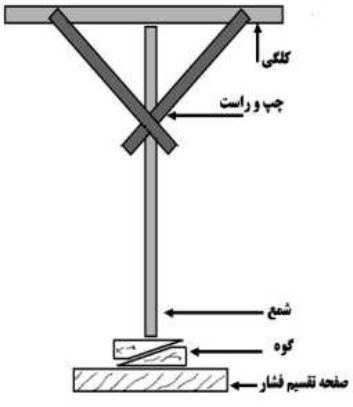
بستهای قفلی
مونتاژ صفحات و قطعات جانبی با بستهای قفلی مدل دستبندی بسیار ساده و سریع است و براحتی مونتاژ و باز کردن قالب موجب صرفه جویی در زمان، هزینه و نیروی انسانی می گردد.

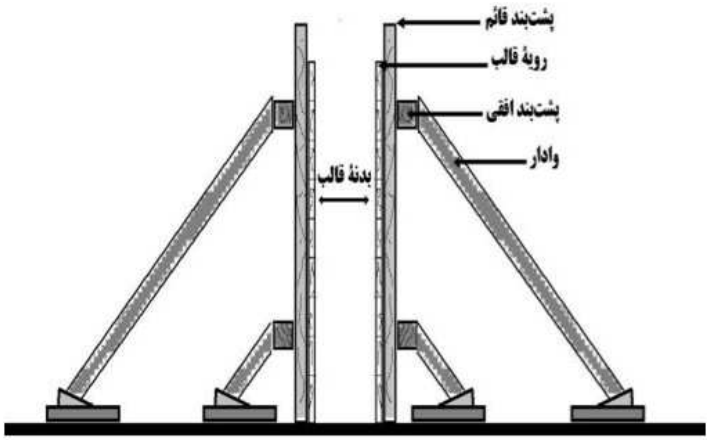
بست قورباغه ای
این نوع اتصالات بعنوان عامل پیوند دهنده و ایجاد کننده یکپارچگی قطعات منفصل قالب مدولار نقش مهمی ایفا کرده و از آنها جهت اتصال و دوختن دو پانل مجزا ازهم استفاده می شود. این اتصالات کلمپس CLAMPS نیز نامیده میشود که با شکل خاص خود اتصال محکمی فراهم میکند.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

اجزای قالب‌بندی

بدنهٔ قالب: بخش رویه قالب که بصورت قائم قرار دارد و به گونهٔ قالب نیز موسوم است.
کف قالب: بخشی از رویه از قالب که بصورت افقی نصب می‌شود (کف تیرها، دالها و سقفها).
وادار: منظور از وادار، عضو مایل نگهدارنده بدنهٔ قائم قالب‌بندی است.
شمع چوبی: برای انتقال وزن قالب و بارهای وارده بر آن به سطح زیرین می توان از شمع چوبی با مقطع گرد استفاده می‌شود. هر شمع چوبی از قسمت‌های مختلف ساخت می‌شود: کلاهک یا کلگی، دستک چپ و راست، شمع‌پایه (گِرد یا چهارگوش)، گوه و صفحهٔ تقسیم فشار .
چپ و راست: برای مهارکردن شمع چوبی و پایه‌های نگهدارندهٔ قالب در مقابل جابجایی و تغییرمکان از چپ و راست استفاده می شود.





اجزای قالب‌بندی

جک سقفی تلسکوپی (فلزی)
نگهداری و استقرار قالب‌های قائم و افقی را می‌توان با استفاده از شمع‌های فلزی انجام داد. این شمع دارای مقطع لوله‌ای شکل هستند و در طول آنها سوراخ‌هایی جهت تنظیم ارتفاع شمع، تعبیه شده است. ظرفیت باربری محوری شمع تابع طول آزاد شمع و قطر آن است.

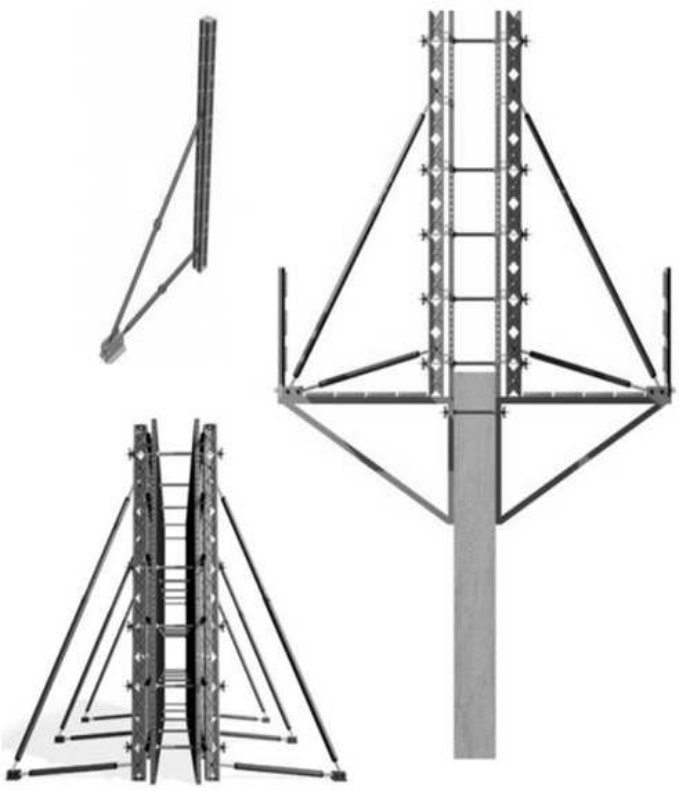
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

اجزای قالب‌بندی

سر جک
بر اساس نیاز پروژه از سر جک های نوع Tشکل سرجک Ushکل (تنظیم) استفاده می شود. همچنین بر اساس نیاز میتوان سرجک Tشکل را به صورت سرخود و دائمی بر روی جک نصب کرد.

.

اجزای قالب‌بندی



جکهای شاقول کننده

این جکها ضریب اطمینان بالائی جهت پایداری سازه قالب بندی ایجاد نموده و نقش شاقول کننده یا تراز کننده در حین مونتاژ و بتن ریزی دارند. این شمعها در سه نوع بصورت لوله، قوطی یا سولجر ساخته شده و به حالت دو بازوی کوچک و بزرگ ساخته میشوند. در دو سر هر بازو پیچ و مهره های راست گرد و چپ گرد وجود داشته که باعث تنظیم شمع ها می شود.

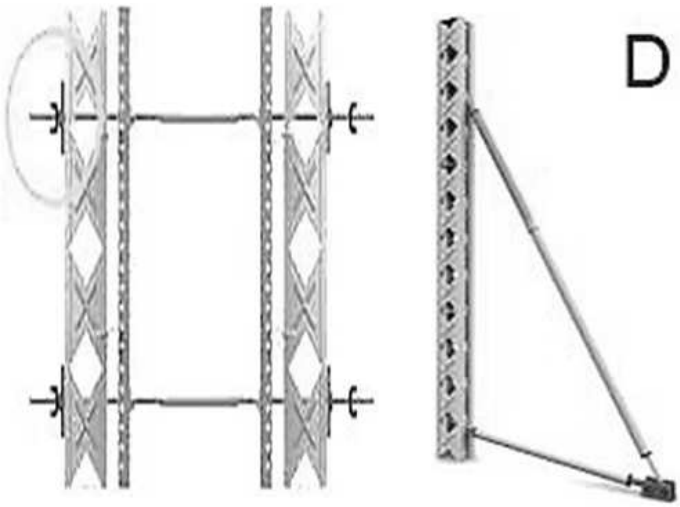
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

اجزای قالب‌بندی

سولجر-کمرکش

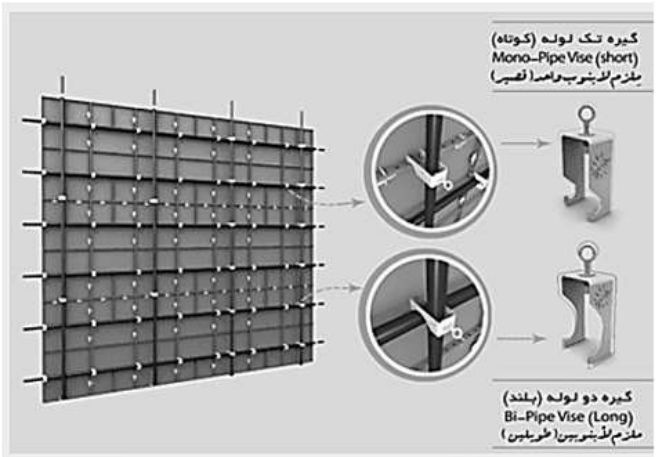
به پشت بند دوم که عمومد بر پشت بند اول است و وظیفه نگهداری و پشتیبانی پشت بند اول (پشت بند روی رویه) را برعهده دارد، سولجر یا کمرکش گفته میشود که می تواند افقی یا عمودی باشد. سولجر که بعنوان سخت کننده در بدنه قالب و عمود بر پشت بندهای لوله ای توسط بولت عصایی نصب می شود.

مقطع سولجر معمولا از نوع ناودانی یا قوطی و با ظرفیت خمشی بالا (مدول مقطع بالا) می باشد.



اجزای قالب‌بندی

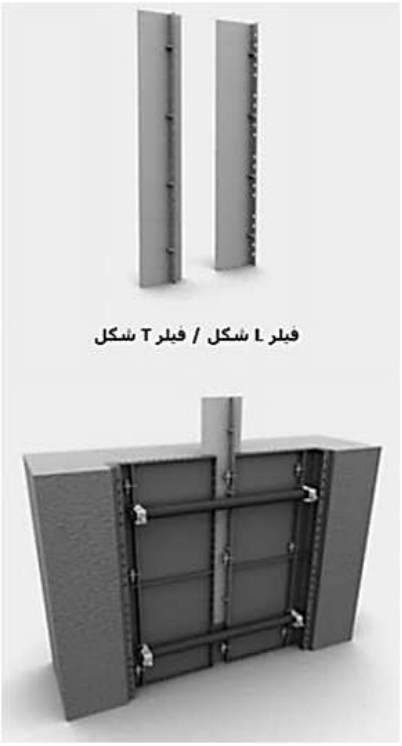
گیره
جهت اتصال پشت بند افقی (لوله، قوطی یا ناودانی) به بدنه قالب مدولار استفاده می شود. گیره انواع مختلفی دارد: گیره کوتاه، گیره بلند، گیره لوله به لوله.

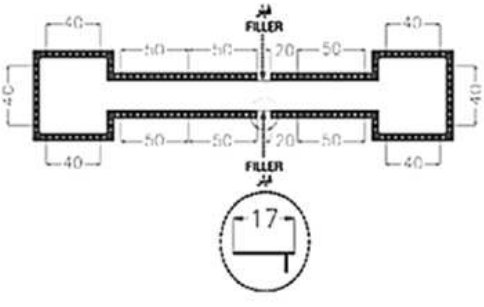


دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

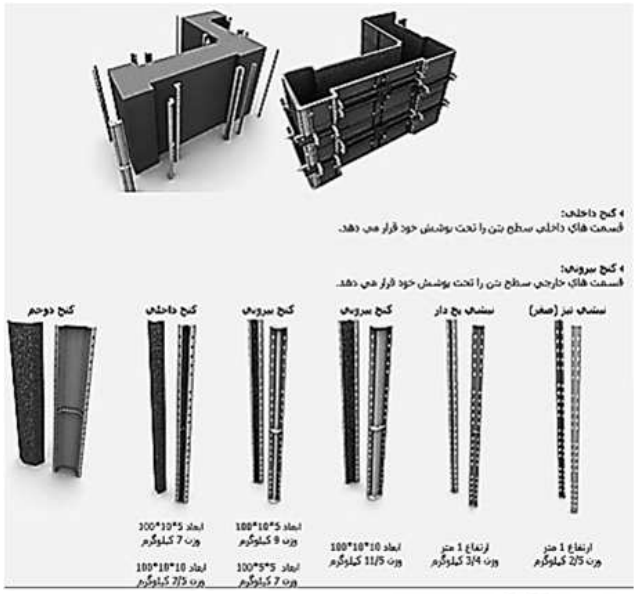
اجزای قالب‌بندی

فیلر (پرکننده Filler)
استفاده از فیلر در فضاهای محدود که امکان استفاده از قالب استاندارد وجود ندارد، الزامی است. همچنین فیلر فرایند باز شدن قالب را تسهیل نموده و در فضاهای محدود قالب بندی که امکان باز شدن قالب وجود ندارد، فضای لازم را جهت باز نمودن قالب ایجاد میکند. استفاده از فیلر در سیستم قالبهای بزرگ، جابجایی قسمتهای مختلف قالب توسط جرثقیل را امکان پذیر می کند.

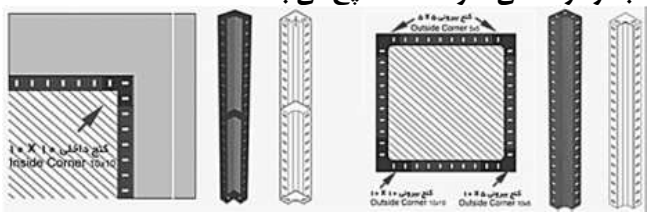




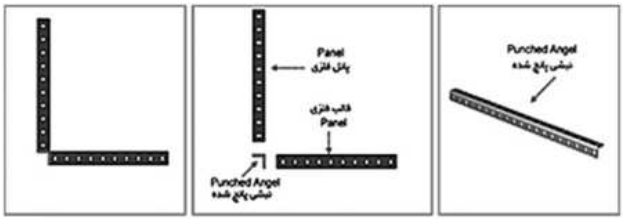
اجزای قالب‌بندی



کنج های مدولار (کنج بیرونی و کنج داخلی)
جهت اتصال قالبهای مدولار در شکستگی های عمود بر هم (زاویه قائم) از کنج استفاده می شود. کنج بیرونی قسمتهای بیرونی سطح بتن را پوشش داده و دارای پخ 1.5 سانتی میباشد. این کنج دارای ابعاد ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتیمتر بوده و در اتصال آویز به کف پوتر کاربرد دارد. کنج داخلی قسمتهای داخلی پوشش بتن بکار گرفته می شود اما فاقد پخ می باشد.

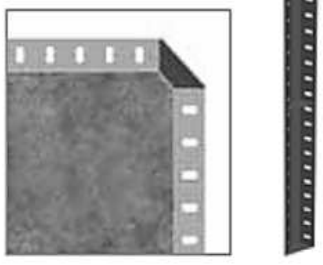


نبشی پانچ شده
از این نوع نبشی همانند کنج های مدولار برای اتصال دو قالب عود برهم بصورت تیز استفاده میشود.



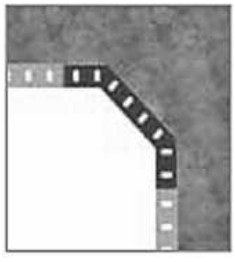
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

اجزای قالب‌بندی



پخی 2.5

از این نوع قطعه جهت اتصال پانلهای مدولار با زاویه قائم استفاده می شود که کاربرد آن مانند نبشی پانچ شده صفر می باشد با این تفاوت که به علت ایجاد کی مثلث 2.5 × 2.5درون این قطعه فرم سازه قالب بندی شده پس از بتن ریزی دارای گوشه های پخ دار به طول /5 3سانتی متر می شود که زیبایی خاصی به سازه می بخشد



کنج پخی

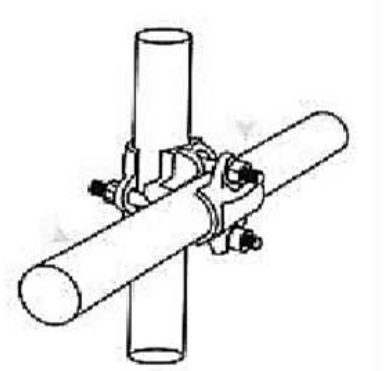
این قطعه از ابعاد 5 × 5 سانتی متر، 10 × 5 و 10 × 10 و 10 × 15 و 15 ×15 با طولهای1 و 1.5و 2 متر تولید می گردد و عموماً با زاویه 135 درجه تولید می گردد.

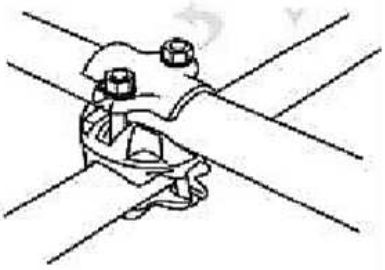
واشر دولوله

واشر کاس

پین جک

اجزای قالب‌بندی



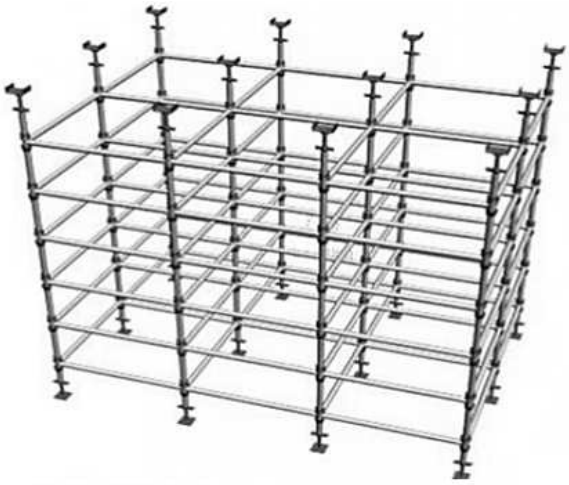


داربست مدولار سنتی

داربست سنتی از اتصال لوله های فلزی با قطر ۵ سانتیمتر در طولهای مختلف همراه با اتصالات و بستهای چهارپیچ تشکیل می شود. استفاده از این روش متداول اما ایمنی آن محدود است. لوله های داربست درزجوش و اتصالات چدنی هستند.

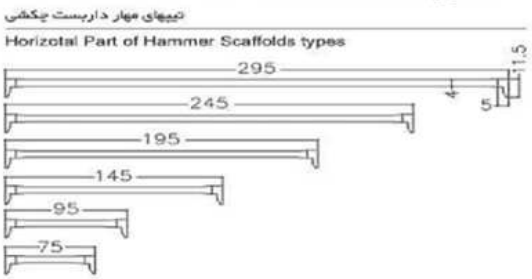
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

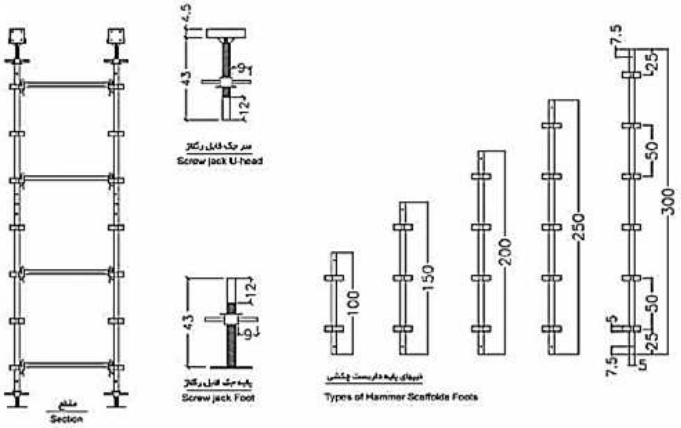
اجزای قالب‌بندی



داربست مدولار چکشی

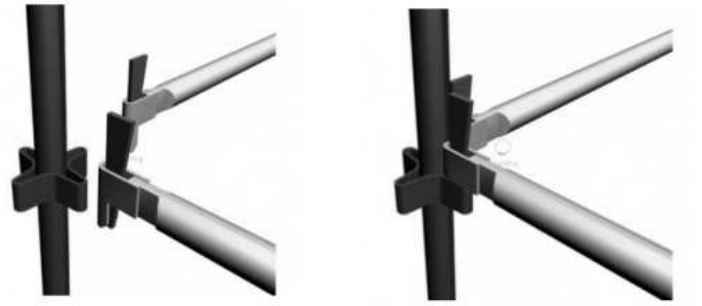
این نوع داربست از پایه های قائم و مهارهای افقی در ابعاد و اندازه های مختلف ساخته می شود. طول پایه های قائم تا ۳ متر است و مهارهای افقی به سادگی با ضربه چکش به پایه های قائم متصل می شوند. از مزایای این نوع داربست سهولت در اجرا ، قابلیت توسعه در پلان و ارتفاع و باربری زیاد می باشد.



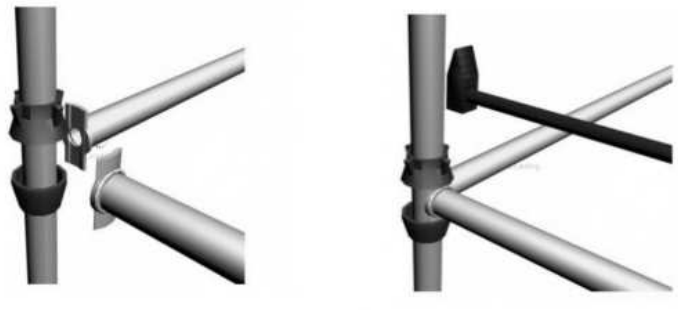


اجزای قالب‌بندی

اتصالات المانهای قائم و افقی در داربست مدولار



اتصال ستاره ای



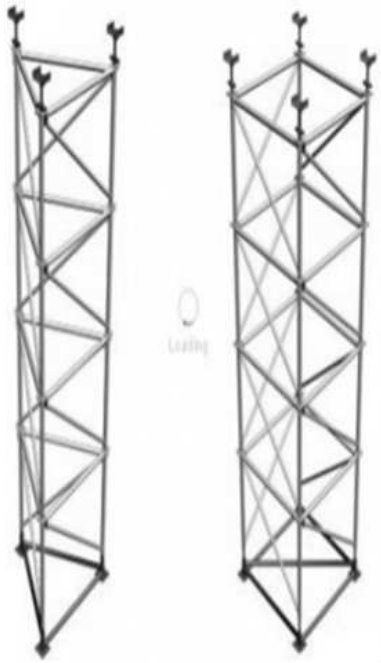
اتصال کاسه ای

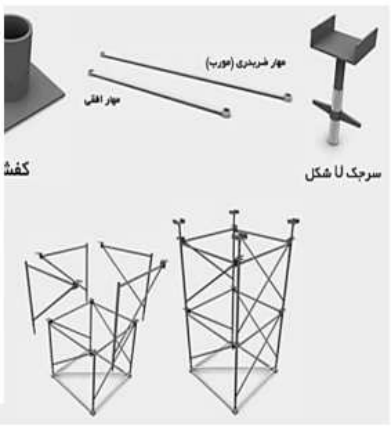
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

اجزای قالب‌بندی

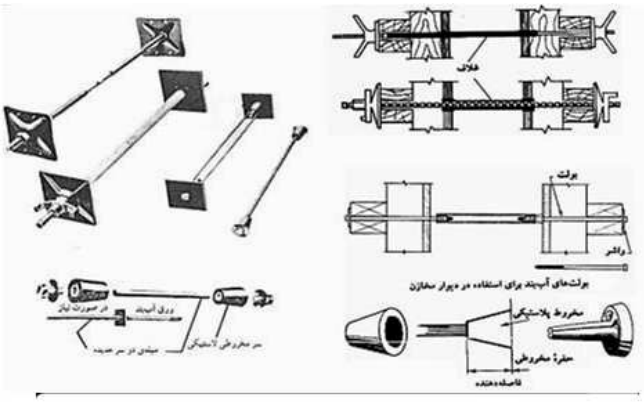
داربست مثلثی

این نوع داربست که از قرار گرفتن فریم های مثلثی شکل در کنار یکدیگر تشکیل می شود و باربری آن بسیار بالا می باشد و در اجرای دال های بتنی ، سقف ها بلند و پل ها مورد استفاده قرار می گیرد. در بتن ریزی سقف های بلند، پل ها و دالهای بتنی و بتن ریزی های سنگین این نوع داربست جایگزینی بسیار مطمئن بجای جک سقفی میباشد زیرا علاوه بر باربری بسیار بالا محدودیتهای ارتفاع نیز ندارد. ایمنی، مقاومت فراوان و سهولت استفاده و سرعت کارکردن با اسکافولد از دیگر مزایای قابل تامل اسکافرها به جای جک های سقفی میباشد. سر جک تنظیم تعبیه شده بر روی آن امکان تراز کردن و جابه جایی راحت چهار تراش را بوجود می آورد.





اجزای قالب‌بندی



بولت و میان بولت

منظور از بولت در عملیات قالب‌بندی، استفاده از میلگردهای فولادی در بدنه دیوارها و ستونها جهت تحمل فشار جانبی بتن و ممانعت از بازشدگی قالب است. این بولت‌ها تحت نیروی کشش زیاد قرار دارند لذا در محل تکیه گاه خود دارای صفحه تقسیم فشار هستند و در آنها از پیچ خروسکی استفاده میشود.

در دیوارهایی که نیازمند آببندی کامل هستند، دارای میان بولت مدفون در بتن هستند که میتواند فلزی یا پلاستیکی باشد.

در میان بولت فلزی دو مهره خاص در دو انتها هستند که بولت‌های بیرونی به راحتی به آنها متصل می‌شوند. این میان بولت‌ها به همراه دو مخروط ناقص پلاستیکی، تامین کننده فاصله بین دو پانل و تحمل کننده فشار جانبی بتن می‌باشند.

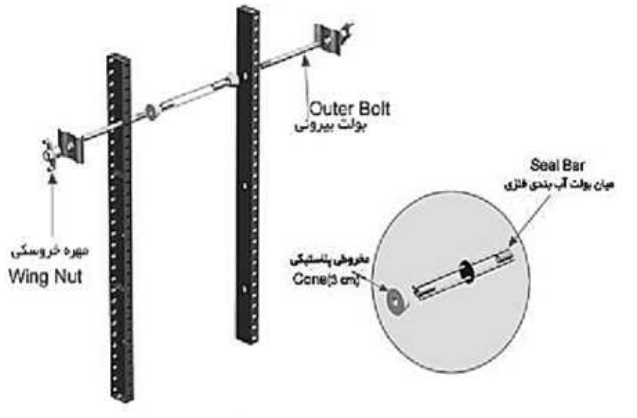
قطعات فلزی مدفون شده در بتن در معرض رطوبت اکسید شده و باعث سرایت رطوبت به تمامی شبکه آرماتور میشوند که استفاده از میان‌بولت پلاستیکی در چنین شرایطی ارجح است.

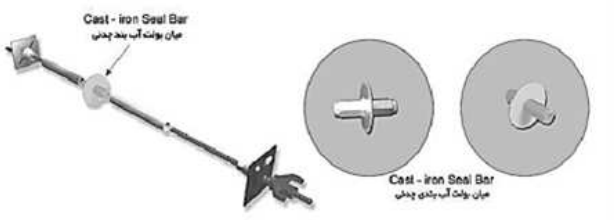
میان بولت‌های پلاستیکی از دو مخروط ناقص پلاستیکی و یک تکه لوله پلاستیکی، جمعا به مقدار عرض دیوار مورد نظر آماده شده و از میان آنها بولت یکسره تمام دنده عبور می‌کند. این میان‌بولت‌ها فقط نقش تنظیم قطر دیوار را به عهده داشته و بولت‌های یکسره در برابر فشار جانبی بتن مقاومت می‌نمایند.

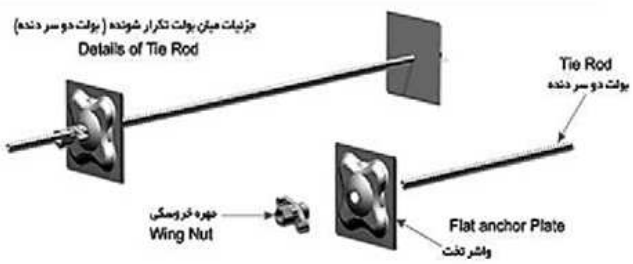
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

اجزای قالب‌بندی

بولت و میان بولت

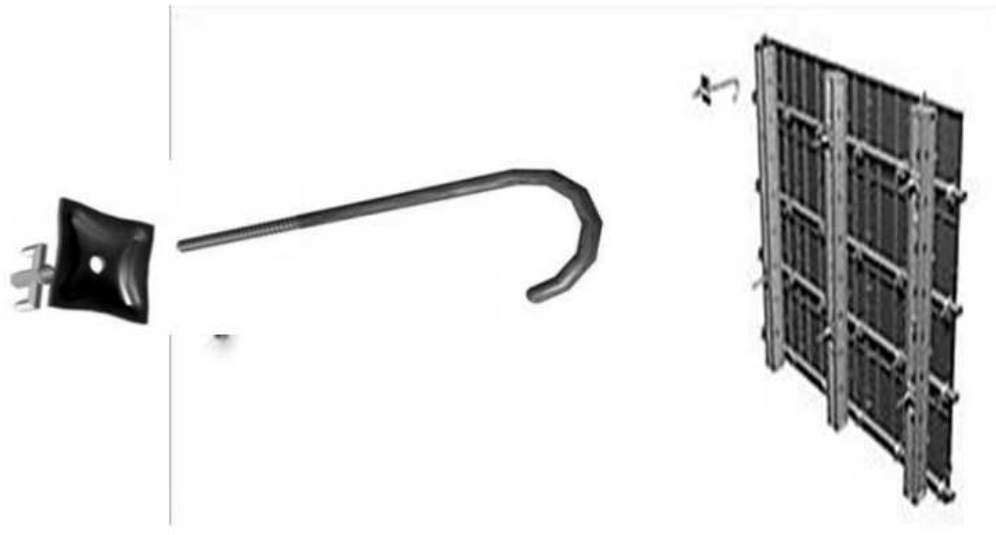






اجزای قالب‌بندی

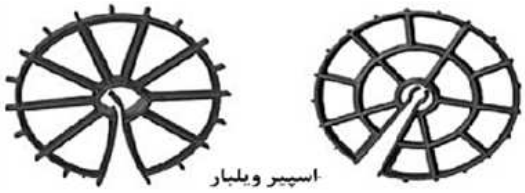
بولت عصایی
در قالب بندی دیوارهای یکطرفه امکان استفاده از بولت دوطرفه وجود ندارد لذا باید از بولت عصایی برای اتصال سولجر به لوله پشت بند افقی استفاده کرد.



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

اجزای قالب‌بندی

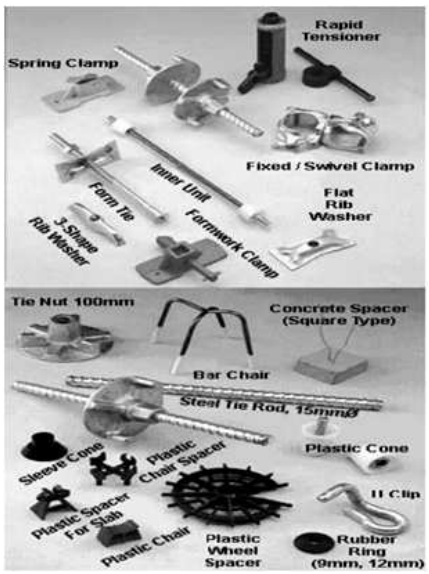
فاصله‌دهنده (اسپیسر)
برای ایجاد پوشش بتن روی میلگردها از فاصله دهنده‌ها یا لقمه استفاده می‌شود. فاصله‌دهنده‌ها از جنس‌های مختلفی چون PVC یا ملات ماسه‌سیمان ساخته می‌شوند و در مرحله قالب‌بندی و آرماتوربندی، در قسمت‌های مختلف قالب و در فواصل معین کارگذاشته می‌شوند.


اسپیر ویلبار

اسپیسر والفیکس

فیکسچر

اسپیسر پلیتبار



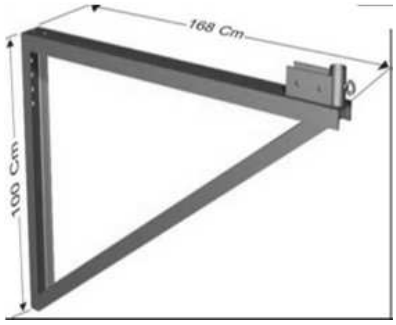
اجزای قالب‌بندی

براکت (پلت فورم)-سکوی بتن ریزی

ابزاری است خرپایی که بر روی دیوار نصب شده و به عنوان نشیمنگاه قالب، تکیه‌گاه برای جک های شاقول کننده، ایجاد امکان عبور افراد، تامین امنیت و ایجاد جان پناه و حذف داربست‌بندی تا ارتفاع موردنظر بکار گرفته می شود.

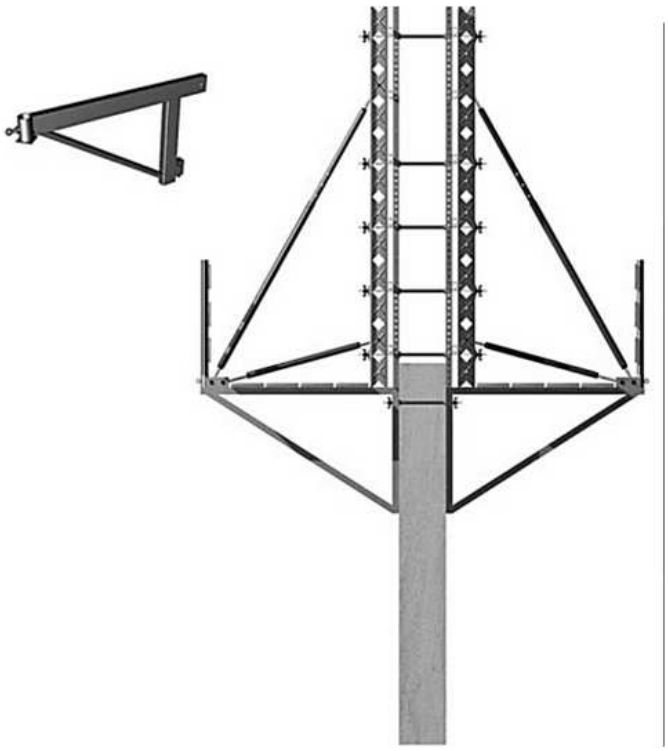
استفاده از براکت در قالببندی سازه های مرتفع که بتن ریزی آنها در چند مرحله انجام میشود صرفه جویی قابل توجه در هزینه و زمان اجرا ایجاد خواهد کرد. براکت یک سکوی موقت، مستحکم و پایدار جهت انجام عملیات قالببندی در ارتفاع است که پس از اتمام بتن ریزی مرحله اول و باز نمودن قالبها، جهت رفتن به ارتفاع بالاتر و بستن قالب، براکت بروی سوراخهای جای مانده از بولت توسط واشر و مهره یا انکر بولت روی بتن بسته میشود.

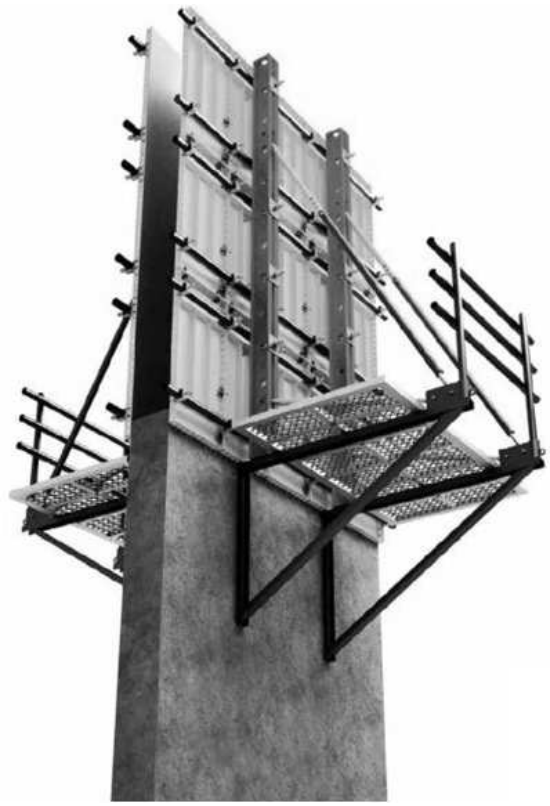
براکت اقتصادی ترین روش جهت قالببندی در ارتفاع است که پس از اتمام هر مرحله به راحتی باز شده و در ارتفاع بعدی نصب میشود. از سوی دیگر با قراردادن تخته یا زیرپائی روی آن امکان حرکت و تامین امنیت کارگران بعنوان یک جان پناه فراهم می گردد.



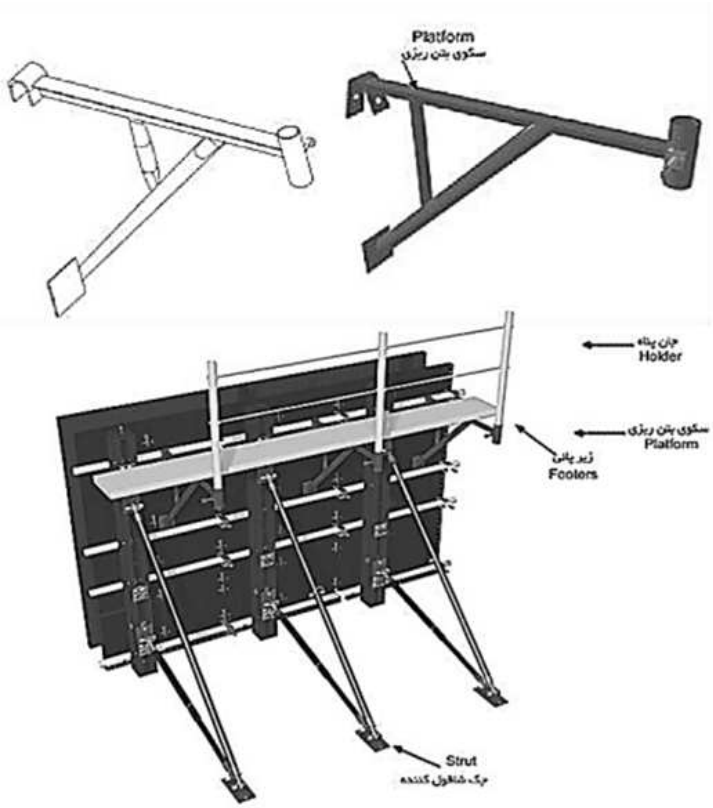
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

اجزای قالب‌بندی





اجزای قالب‌بندی



سکوی بتن ریزی

در قالب بندی سازه های مرتفع محلی جهت استقرار کارگران در نظر گرفته میشود. سکوی بتن ریزی به راحتی توسط پیچ و مهره به لوله، قالب یا سولجر بسته شده و با قرار گرفتن الوار تخته روی آن میتوان با امنیت بیشتر رفت و آمد نمود. همچنین امکان نصب جان پناه روی آن وجود داشته و ایمنی کارگران را هنگام کار در سازه های مرتفع تا حد زیادی فراهم می نماید.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفارپور جهرمی

قالب بندی و قالب برداری

رشته مهندسی عمران (پایه ۳ به ۲)
صلاحیت نظارت ۱۶ ساعت

مدرس دکتر سعید غفارپور جهرمی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید رجایی تهران

سیستم های قالب‌بندی

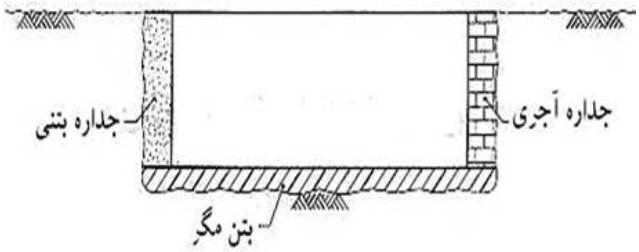
سیستم قالب‌بندی از نظر سازه‌ای همانند یک سازهٔ باربر عمل می‌کند که باید در مقابل بارهای قائم و جانبی وارد شده به قالب مقاوم و ایستا باشد. بر این اساس می‌توان روشهای مختلف ساخت و اجرای قالب‌بندی را بصورت زیر طبقه‌بندی نمود:

قالب منفی-آجری
قالب سنتی-چوبی
قالب مدولار -پانلی
قالب میزی
قالب GrideFlex
قالب بالا رونده
قالب تونلی
قالب لغزنده (افقی-قائم)

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

سیستم های قالب‌بندی

قالب منفی (قالب مدفون)
منظور از قالب منفی، استفاده از دیوار آجری یا بتن کم‌مایه (کم‌سیمان) برای ساخت بدنهٔ قالب فونداسیون است. این قالب پس از گودبرداری و پی‌کنی فونداسیون اجرا می‌شود و پس از بتن‌ریزی فونداسیون در زمین مدفون می‌شود.

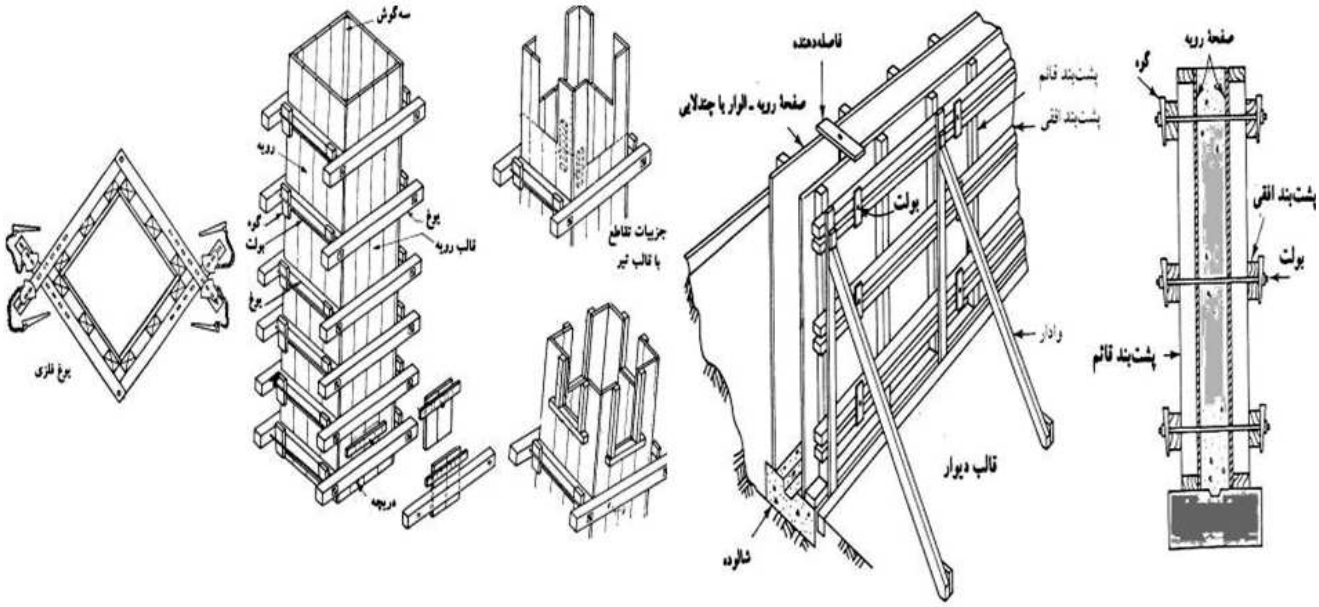


قالب منفی (قالب مدفون)
قالب های آجری از لحاظ سرعت کار و اقتصادی مقرون به صرفه می باشد ولی جذب بالا باعث مکش شیره بتن مجاور خود شده و به سرعت آن را خشک میکند و مانع تکامل فعل و انفعالات شیمیایی (هیدراتاسیون سیمان) می گردد که باعث کاهش مقاومت بتن مجاور قالب خواهد شد. بدین لحاظ می توان در قالب آجری ابعاد پی را حدود ۵ سانتیمتر از هر طرف بیشتر انتخاب نمود یا روی آجر قبل از بتن ریزی با نایلون پلاستیکی پوشانده شود تا آجر مستقیما با بتن در تماس نباشد. در اینصورت باید دقت شود که لبه ورق پلاستیک در کف فونداسیون قرار نگیرد زیرا مانع اتصال و پیوستگی بتن جدید به بتن مگر میشود.

سیستم های قالب‌بندی

قالب سنتی (کفراژ چوبی)

منظور از قالب سنتی، استفاده از الوار و چهارتراش چوبی در ساخت قالب است. از آنجا که این روش از قدیمی‌ترین و متداول‌ترین روش‌ها در ساخت قالب و قالب‌بندی سازه‌های بتنی است، بعنوان یک روش سنتی شناخته می‌شود.
بزرگترین عیب این روش، زمانبر بودن اجرای عملیات قالب بندی و قالب برداری است.



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

سیستم های قالب‌بندی

قالب سنتی (کفراژ چوبی)

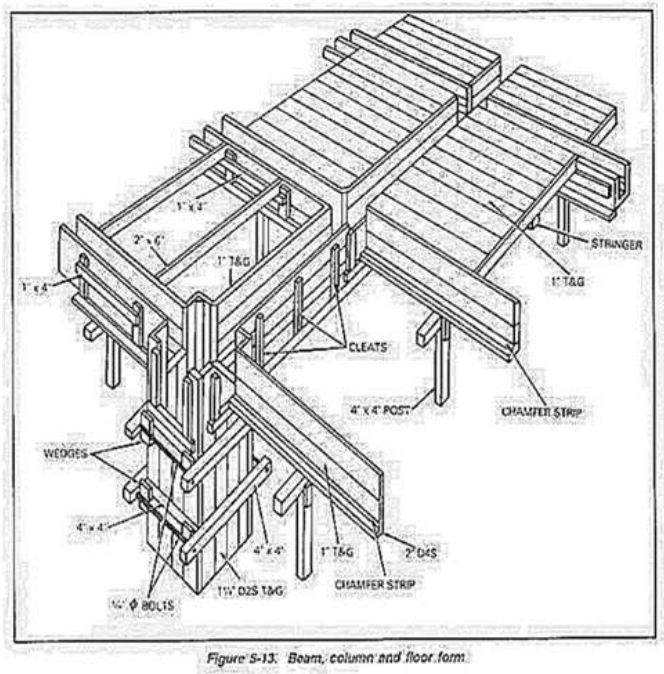


Figure 5-13. Beam, column and floor form

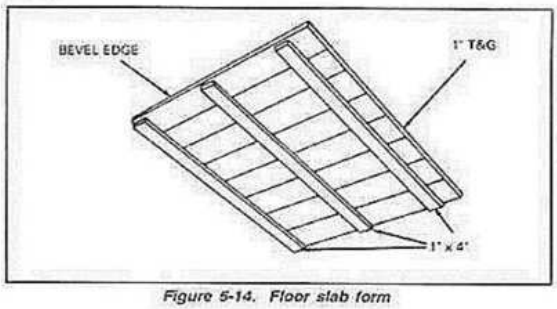


Figure 5-14. Floor slab form

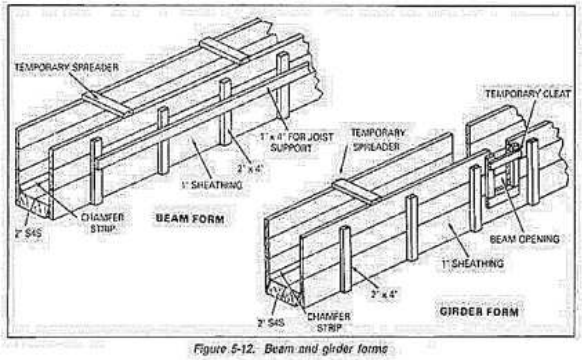


Figure 5-12. Beam and girder forms

سیستم های قالب‌بندی

قالب پانلی-مدولار

منظور از قالب پانلی، استفاده از رویه‌های چوبی، فولادی یا فایبرگلاس به همراه پشت‌بندهای چوبی یا فولادی بعنوان سخت‌کننده در ساخت قالب است. ابعاد پانل‌ها بسیار متنوع و مونتاژ آنها بسیار سریع و راحت است. از این نوع قالبها (مدولار) جهت قالب بندی انواع سازه های بتنی و اجزای مختلف ساختمانها مانند فونداسیون ، ستون ، دیوار ، راه پله و تیر و دال استفاده می شود.

قالبهای مدولار از کنار هم قرار گرفتن قالبهای با اندازه های مختلف به تناسب ابعاد سازه و ملحقات آن که متشکل است از پشت بندها (لوله، ناودانی و سولجر) و اتصالات شامل گیره و پین گوه، بولت دوسر دنده واشر و مهره که با توجه به ارتفاع سازه از براکت و جک شاقول کننده نیز استفاده می گردد.

استفاده از قالب بندی مدولار دارای مزایا و ویژگی های خاصی از جمله استفاده آن در تمام قسمت و اجزای سازه بتنی می باشد و از این قالبها می توان در فونداسیون، دیوار، ستون و سقف، راه پله و ... استفاده کرد. در صورتی که اجرای سازه شبیه به هم و تکراری است میتوان سطوح قالببندی را بصورت پانل درآورده و به صورت دستی یا توسط جرثقیل در کارگاه جابجا و نصب نمود.

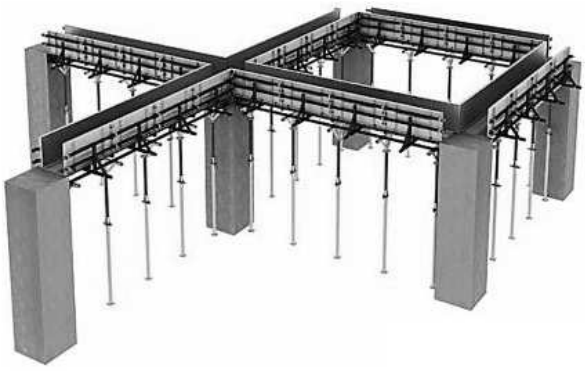
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

سیستم های قالب‌بندی

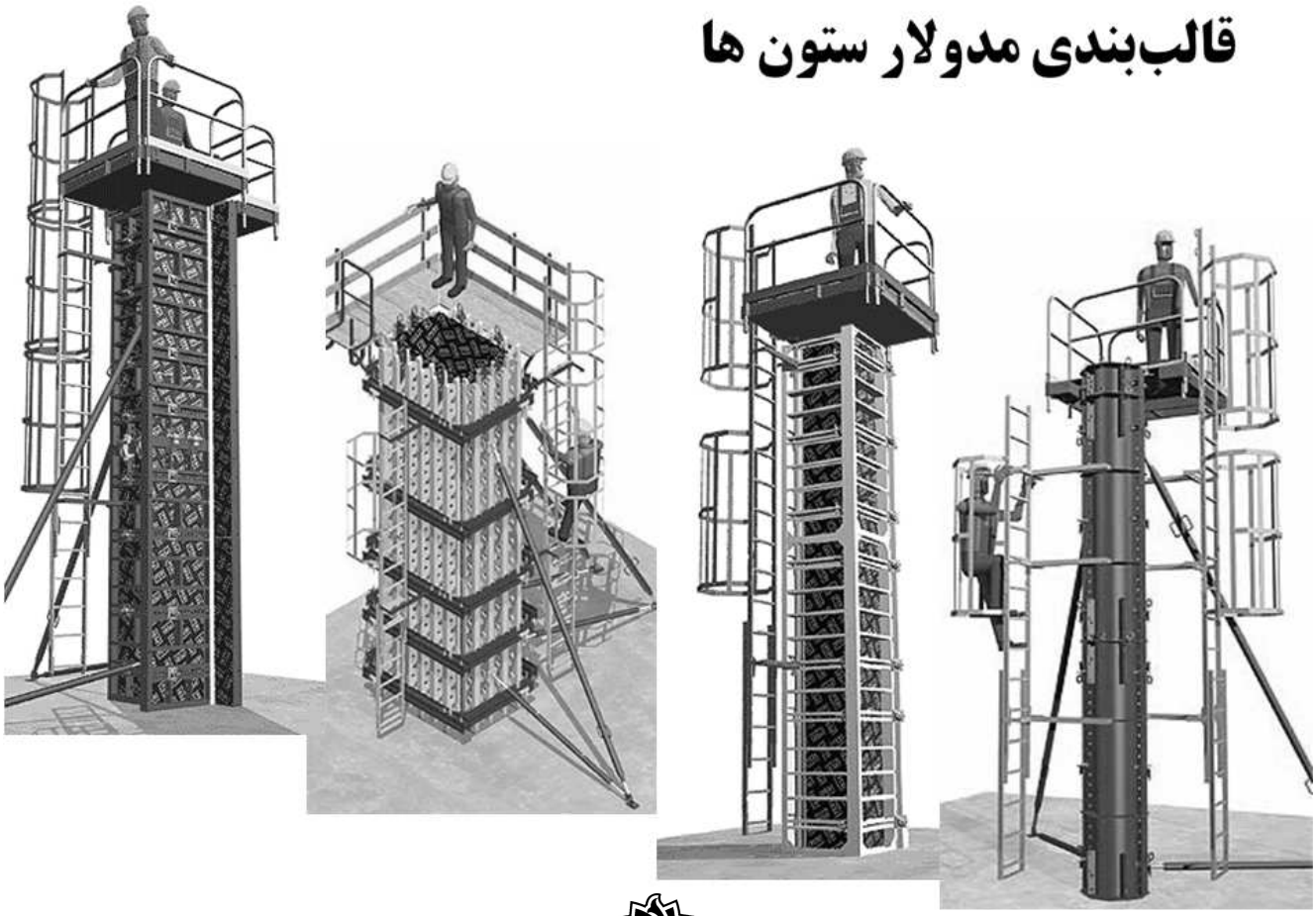
انواع قالب مدولار

قالبهای مدولار خم: کلیه زوایای این قالبها و تسمه های محیطی آن توسط دستگاه خم می گردد و اجزای معدود از آن جوش می شود.

قالبهای مدولار تسمه‌ای (جوشی): اجزای تشکیل دهنده ی این قالب از جمله تسمه های محیطی آن به سطح بدنه قالب و همچنین پشت بندهای آن توسط جوش به یکدیگر متصل می گردد. استفاده از قالبهای خم بدلیل یکپارچگی سطح پانلها و سطوح کناری و دوبله بودن ورق در حاشیه کناری از قدرت و استحکام بالایی نسبت به قالبهای جوشی برخوردار است. همچنین استفاده از قالبهای خم در سازه های اکسپوز، هیدرولیک، مخازن، سیلوها بعلت ایجاد زائدگی در محل مونتاژ قالبها توصیه نمیگردد و استفاده از قالبهای تسمه‌ای جوش در سازه های فوق به علت عدم ایجاد زائدگی پیشنهاد می گردد.

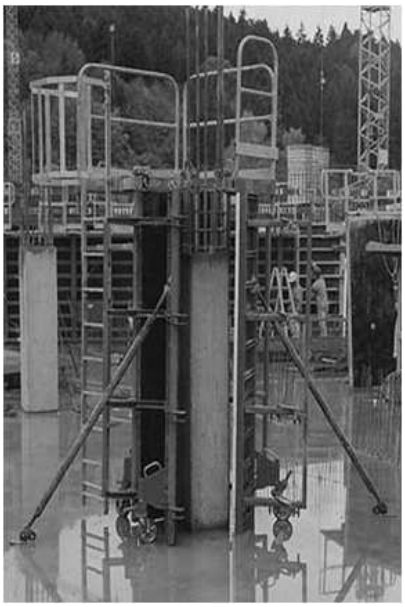


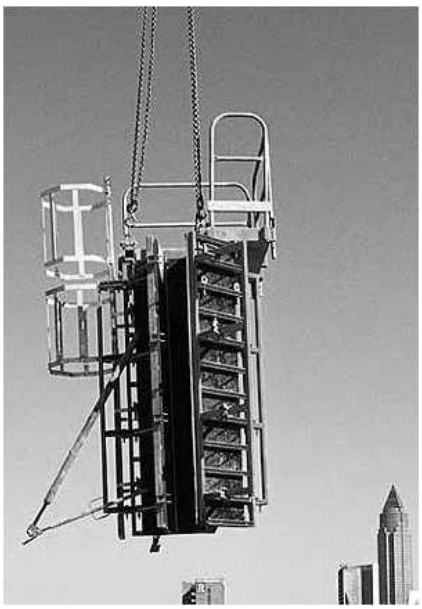
قالب‌بندی مدولار ستون ها



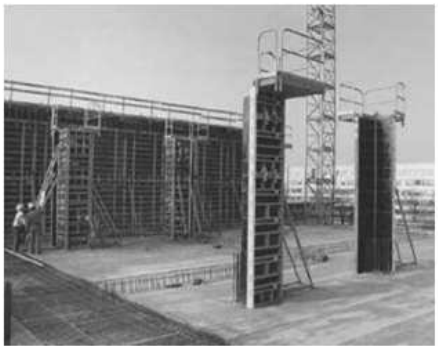
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

قالب‌بندی مدولار ستون ها





سیستم های قالب‌بندی برای ستون ها



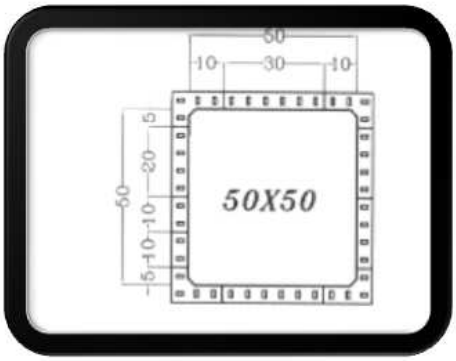
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

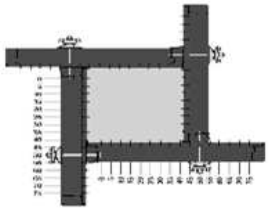
قالب‌بندی مدولار ستون ها

20 x 20

60 x 60

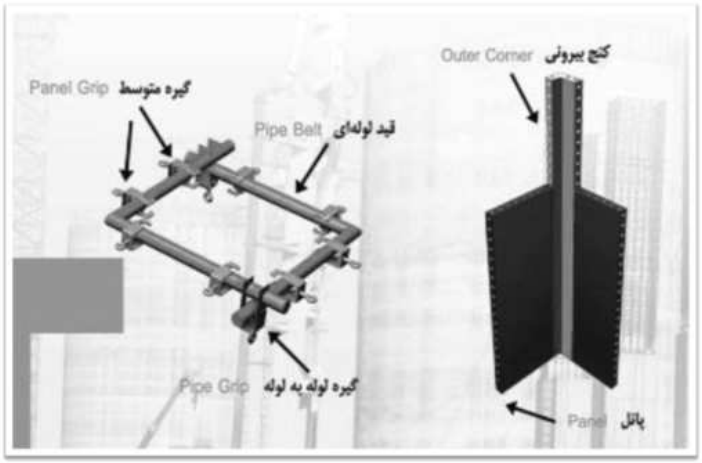
30 x 100

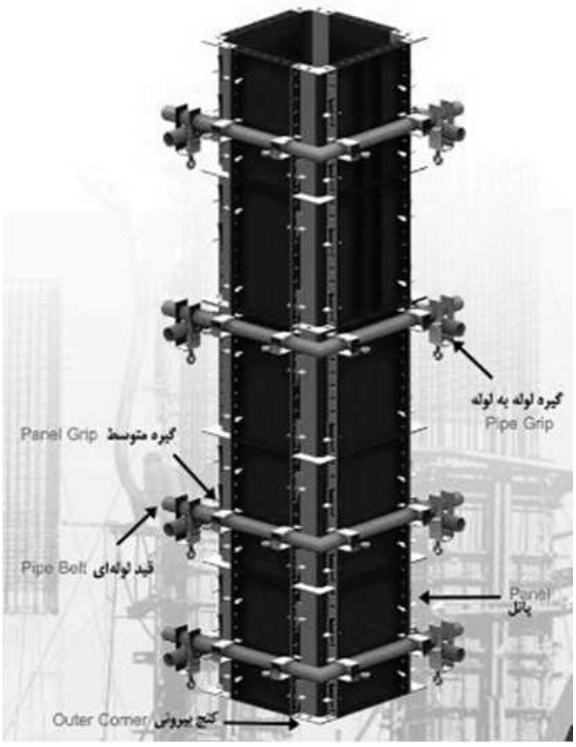




قالب‌بندی مدولار ستون ها

ترکیب قالب مدولار ستون
پانل
کنجهای بیرونی
قید
اتصالات پین و گوه یا گیره

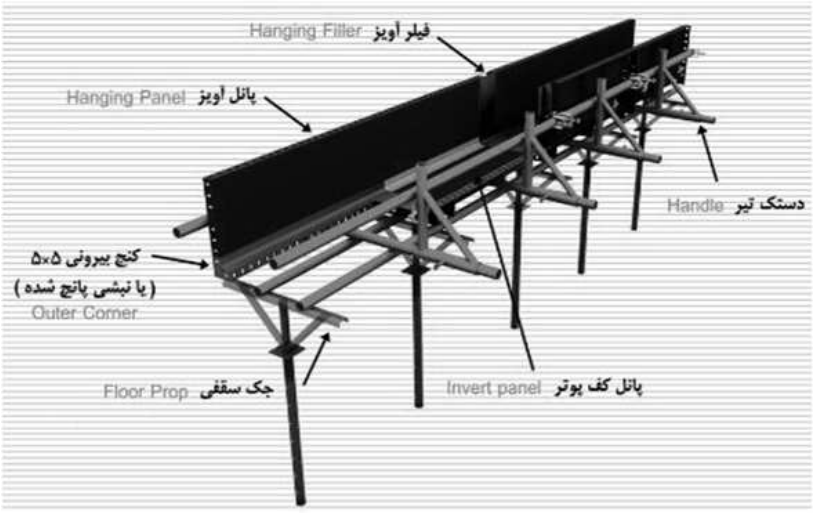




دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

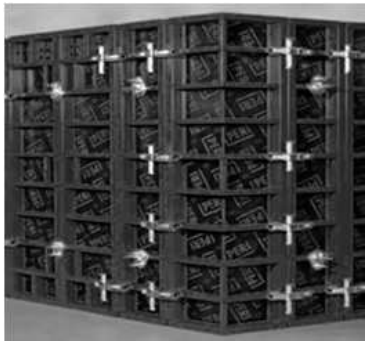
قالب مدولار دال و تیر

قالب بندی سقف های تیرچه بلوک و دال های یکطرفه و دوطرفه به خوبی توسط سیستم قالب بندی مدولار میسر است. اجزای قالب بندی دالها: قالب کف پوتر قالب آویز قالب کف دال
اتصال قالب آویز به قالب کف پوتر توسط کنج بیرونی یا نبشی پانچ شده انجام می شود. همچنین اتصال قالب آویز به قالب کف دال توسط کنج داخلی میسر است



قالب مدولار دیوار

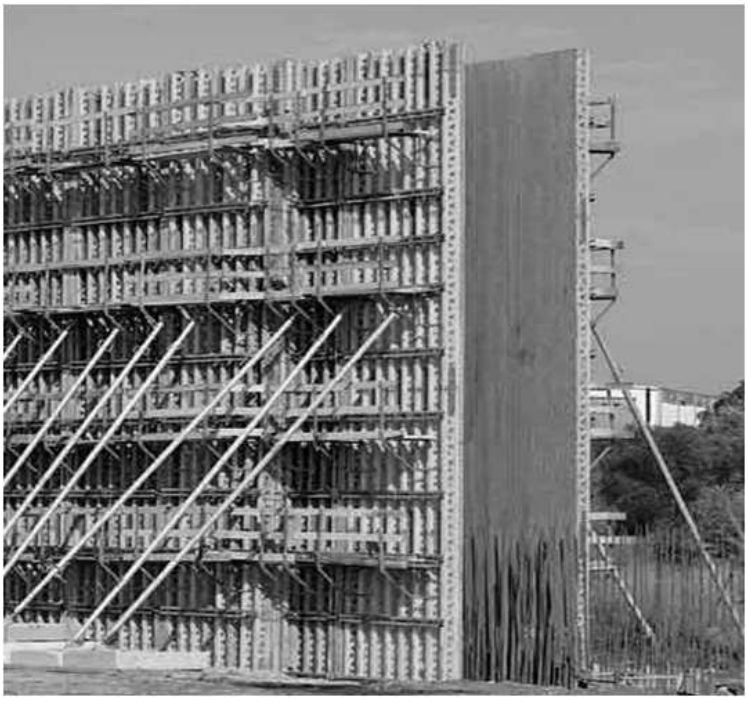
در اجرای دیوارهای بتنی در جهت سهولت قالب بندی از پانل های یکپارچه نیز می توان استفاده کرد.

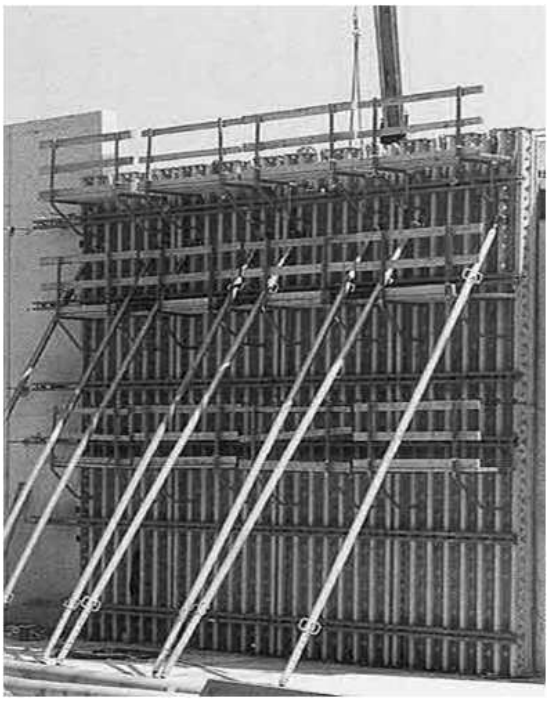


دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

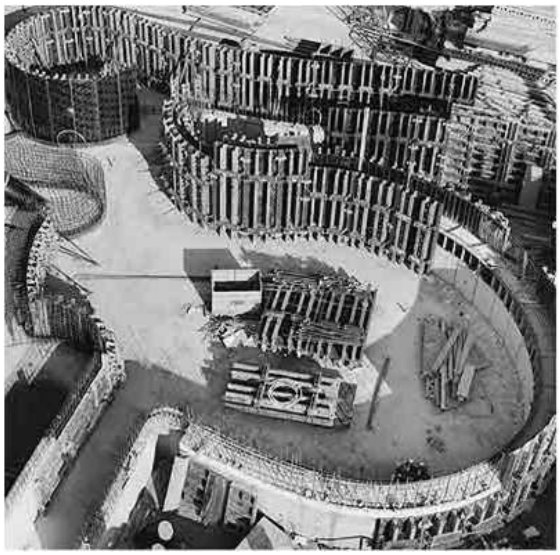
قالب مدولار دیوار

قالب مدولار دیوار

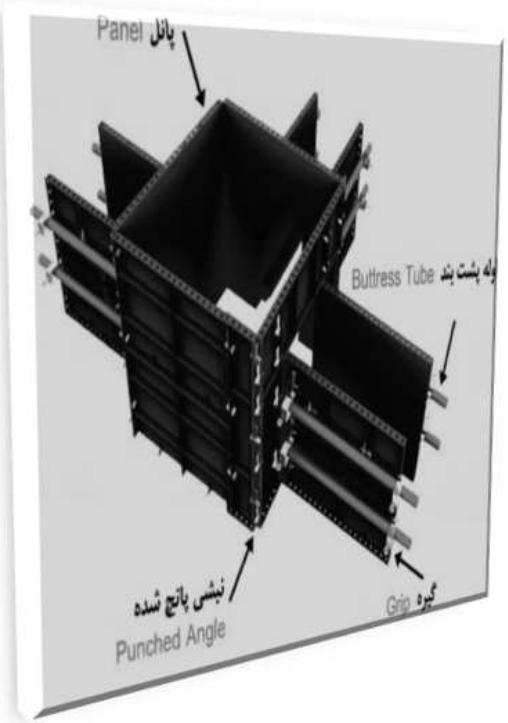




قالب‌بندی مدولار دیوار منحنی



قالب مدولار فونداسیون



اجزای قالب مدولار در فونداسیون

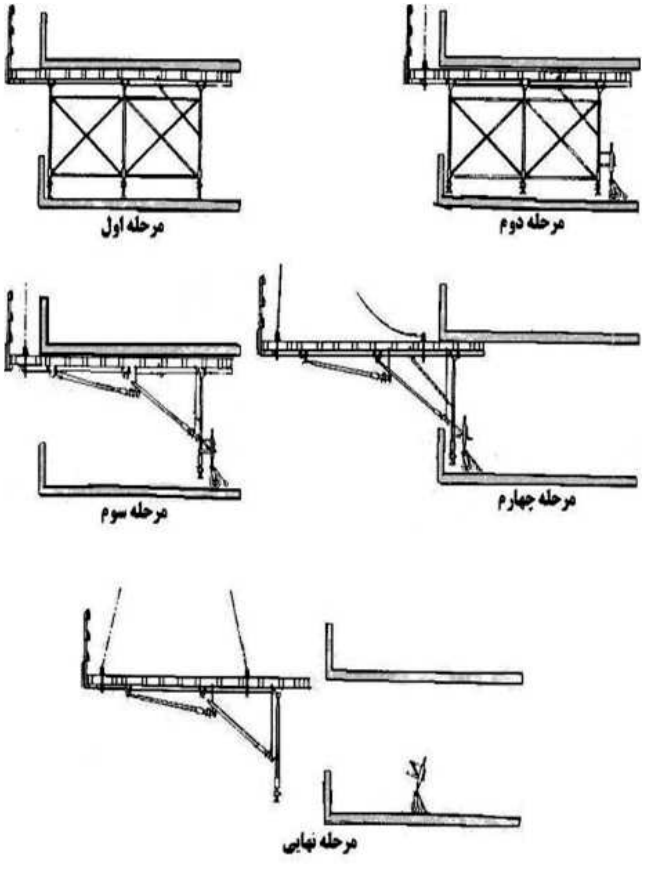
۱ – پانل های مدولار
۲–کنج ها
۳–نبشی های پانچ شده
۴–پشت بندها و اتصالاتی مانند گوه و غیره

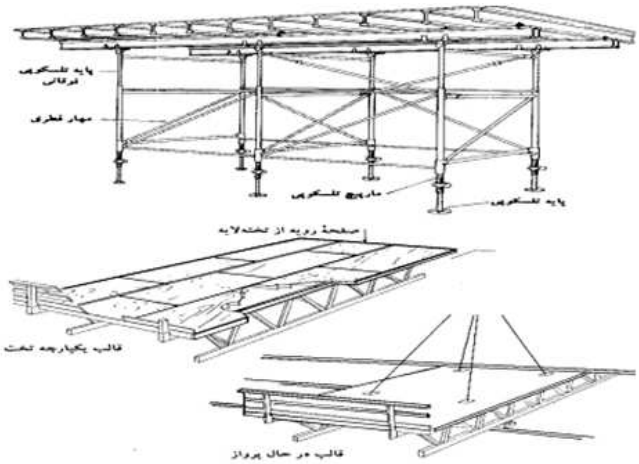
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

سیستم های قالب‌بندی

قالب میزی

در قالب‌بندی دالها و سقف‌های بتنی که بصورت تیپ با تکرار زیاد اجرا می‌شوند، استفاده از قالب میزی سرعت عمل را افزایش می‌دهد. در این روش اجزای قالب شامل رویه، پشت‌بندها و شمع‌ها بصورت یکپارچه ساخته، حمل‌ونقل و نصب می‌شوند. این قالب سریعترین سیستم قالب‌بندی است که در انبوه‌سازی‌ها مورد استفاده است. حمل‌ونقل این قالب‌ها باید توسط جرثقیل و بالابر انجام شود.



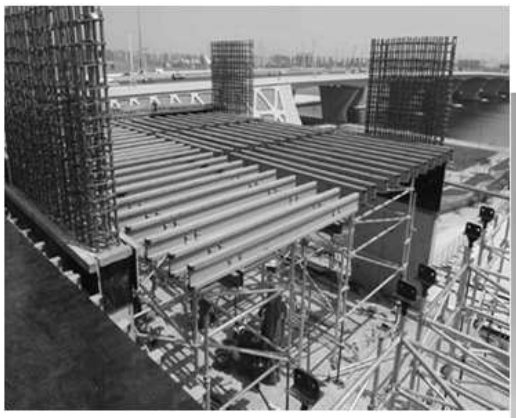


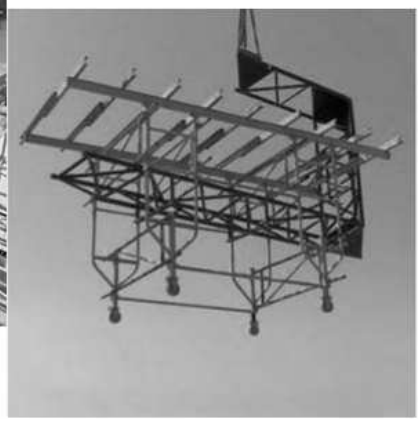
سیستم های قالب‌بندی

قالب میزی

این سیستم برای دالهای بتنی که در سطحی وسیع به صورت یکجا اجرا شده و در دال فاقد تیر امتیاز بالایی دارد. ارتفاع میز این سیستم قابل تنظیم است و در ساختمانهای با ارتفاع طبقات متغیر به راحتی قابل استفاده است. این سیستم قالب بندی امکان نصب و برچیدن بسیار سریعی دارد و از نظر هزینه نیروی انسانی و تجهیزات با صرفه محسوب می گردد.

طراحی پایه در این سیستم به صورت تاشونده نیز امکان پذیر است. همچنین با روکش تخته لایه (پلی وود)، از تیرهای فولادی و چوبی به عنوان حمال اصلی و فرعی استفاده می شود. قالب های میزی با تکیه گاه هایی که قاشق نام دارند به کمک جرثقیل به صورت کاملاً مطمئن به محل سازه بعدی انتقال داده می شوند.





دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

سیستم های قالب‌بندی

قالب میزی

سیستم قالب بندی میزی جهت اجرای در سطح بزرگ ارجح است و در مقایسه با روشهای دیگر از سرعت و کارایی بیشتری برخوردار است. در این سیستم قالب در مرحله شروع پروژه به صورت یکپارچه نصب شده و حمل و نقل سیستم به نیروی انسانی کمتری نیاز دارد و به راحتی و سرعت انجام می گیرد. در این سیستم به جای سولجرهای فلزی از تیرهای چوبی با رویه پلای وود استفاده می شود که باعث کاهش وزن سیستم و همچنین سطح بتن بسیار صاف می شود.

سیستم های قالب‌بندی

قالب GridFlex در اجرای سقف

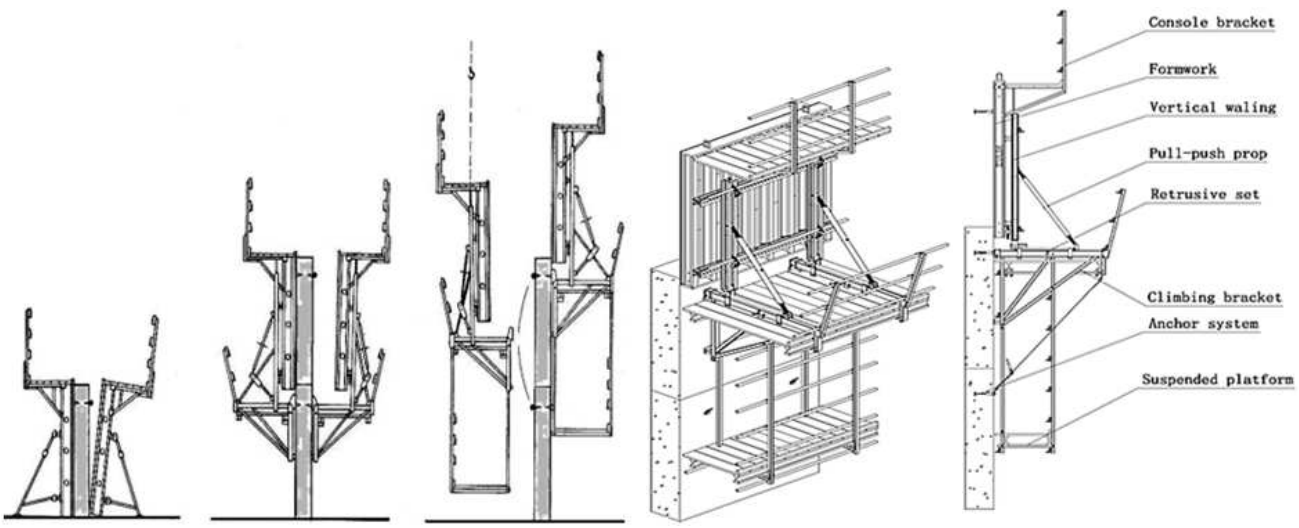
استفاده از این سیستم سرعت اجرای بسیار زیادی دارد و دارای ایمنی مناسب است. این روش در تمامی هندسه ها و ابعاد قابل استفاده است.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

سیستم های قالب‌بندی

قالب بالارونده

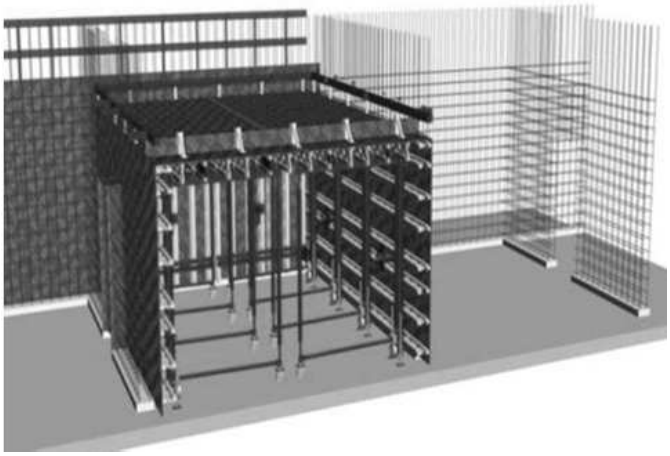
برای قالب‌بندی دیوارهای بلند می‌توان از قالب بالارونده استفاده کرد. در این روش، قالب‌بندی بصورت مرحله به مرحله اجرا شده و دیوار بتن‌ریزی می‌شود. هر مرحلهٔ اجرای دیوار را یک لیفت می‌نامیم. در قالب بالارونده، قالب هر مرحله به مرحلهٔ قبلی متکی شده و همانند یک صخره‌نورد با بالا صعود می‌کند تا کل دیوار اجرا شود. مکانیسم حرکت این قالب میتواند بصورت هیدرولیکی و خود بالابر صعود کند.



سیستم های قالب‌بندی

قالب تونلی

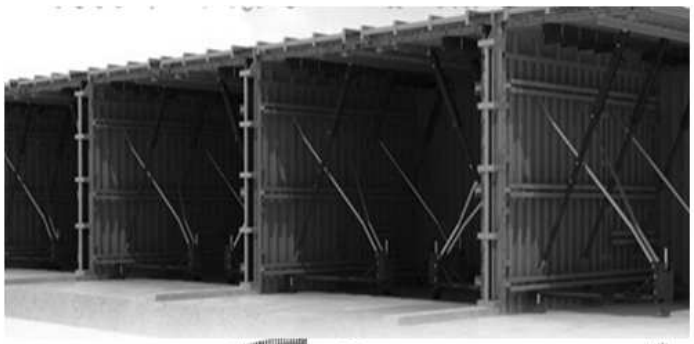
یکی دیگر از سیستم‌های قالب‌بندی در سقف‌ها، استفاده از قالب تونلی است. در این سیستم، قالب دیوار و قالب سقف بصورت یکپارچه ساخته می‌شود. پس از نصب قالب در محل خود، آرماتوربندی و بتن‌ریزی دیوار و سقف بصورت همزمان انجام می‌شود. سرعت اجرای قالب تونلی نسبت به قالب میزی بیشتر است اما قالب‌برداری آن نیازمند مدت زمان بیشتری است.

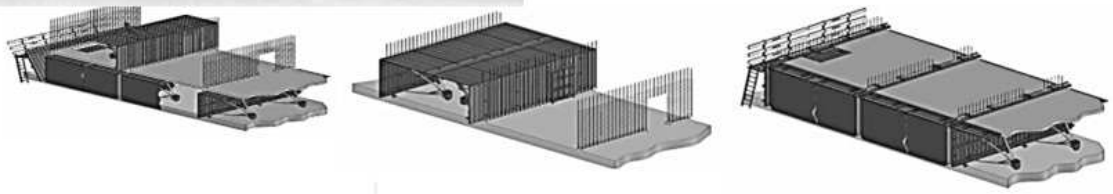


سیستم های قالب‌بندی

قالب تونلی

استفاده از این سیستم در ساخت سازه بتنی از حدود ۴۰ سال پیش مورد استفاده انبوه سازان جهان بوده است. این روش یکی از بهترین روشهای ساخت و ساز صنعتی است که ابتدا در کشورهای زلزله خیز مورد توجه قرار گرفت. در این روش به چهارمعیار کاهش زمان، کاهش هزینه، ارتقاء کیفیت و امنیت کارکنان توجه بسیاری شده است.





قالب تونلی : اجرای ساختمانهای باسیستم بار بر دیوار و سقف بتنی است که دیوار ها و سقف ؛ با بتن ریزی یکپارچه و هم زمان احداث می شود.قالب های مورد استفاده (به شکل ⌐¬) می باشدکه بصورت پشت به پشت (به شکل ⌐¬) در دو طرف دیوار و بخشی از سقف ها را قالب بندی می کند و با قرار گرفتن قالب های منوالی در کنار هم ؛ بدون قالب واسط سقفی (⌐¬) با همرا با آن(⌐¬) مجموعه قالبهای دیوار و سقف را تشکیل می دهند.

سیستم های قالب‌بندی

قالب تونلی

در این سیستم جهت اجرای سریع و بهتر در راستای دیوار رامکا اجرا میشود. رامکا عبارتست از استفاده از قالب نواری به ارتفاع۱۰ سانتیمتر که در مسیر حاشیه پایینی دیوار و قبل از آن گذاشته؛ بتن ریزی و قالب برداری میگردد (بتن ریزی هر طبقه با رامکای طبقه فوقانی بصورت یکپارچه اجرا میشود).

سپس قالب توسط جرثقیل و نیروی انسانی به محل انتقال یافته در مکان دقیق توسط نقشه بردار مستقر می گردد. قالب بوسیله جک های زیرین در محل تثبیت شده و خیز منفی به سمت بالا در قالب سقف ایجاد میشود. تثبیت فاصله قالب دیوار با استفاده از اسپیسر و بولت انجام می شود و سپس آرماتوربندی اجرا میشود. در نهایت بتن ریزی یکپارچه دیوار و سقف انجام شده و پس از خودگیری بتن قالببرداری انجام می پذیرد.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی
تعالی

جمهوری اسلامی ایران
وزارت مسکن و شهرسازی
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

شماره : .....
تاریخ : .....
پیوست : .....

الزامات طراحی و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه با شیوه قالب‌های تونلی

۱- مبانی کلی طراحی این سیستم مطابق با ساختمان‌های بتن آرمه از نوع دیوار باربر صورت گرفته و شیوه اجرای آن به روش قالب‌های تونلی انجام می‌شود.

۲- اجرای این سیستم در کلیه پهنه‌های لرزه خیزی ایران (مطابق استاندارد ۲۸۰۰) حداکثر تا ۱۵ طبقه یا ۵۰ متر از تراز پایه بلامانع است.

۳- طرح لرزه‌ای و سازه‌ای به ترتیب بر اساس آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران و آئین‌نامه آبا (یا آئین‌نامه ACI 318-05 و ویرایش‌های بعد از آن) انجام گیرد.

۴- رعایت ضوابط مربوط به شکل‌پذیری متوسط و زیاد متناسب با لرزه‌خیزی مناطق مختلف ایران مطابق استاندارد ۲۸۰۰ توصیه می‌شود.

۵- منظم بودن ساختمان در پلان و ارتفاع ضروری است.

۶- بکارگیری حداکثر دهانه ۵/۵ متر برای سقف، حداکثر ارتفاع خالص۳ متر(بدون احتساب ضخامت سقف) و حداقل ضخامت ۱۵ سانتی‌متر برای دیوارهای هر طبقه در این سیستم مجاز می‌باشد.

۷- سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای درهر جهت باید حداقل ۳٪ سطح زیر بنای طبقه باشد.

۸- سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای یک جهت می‌بایست حداقل ۸۰٪ جهت دیگر باشد.

۹- رعایت حداقل مقاومت فشاری نمونهٔ استوانه‌ای ۲۵ مگاپاسکال برای بتن سازه‌ای و حداقل تنش تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال برای فولاد الزامی است.

۱۰- در نظر گرفتن ملاحظات خاص در پلان معماری، جهت بستن و باز نمودن قالب‌های تونلی ضروری است.

بسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران
وزارت مسکن و شهرسازی
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

شماره : .....
تاریخ : .....
پیوست : .....

الزامات طراحی و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه با شیوه قالب‌های تونلی

۱۱- قالب برداری اجزاء سازه‌ای می‌بایستی مطابق مبحث نهم مقرارت ملی ساختمان صورت گیرد.
۱۲- استفاده از مواد افزودنی شیمیایی (روان کننده، فوق روان کننده و افزودنی‌های تسریع کنندهٔ گیرش بتن) باید مطابق با مقررات ملی ساختمان و یا سایر مراجع معتبر بین المللی بوده، همچنین نوع و میزان مصرف آن‌ها بر مبنای مشخصات اجرایی و اقلیمی کشور انتخاب گردد.
۱۳- در شرایط اقلیمی مختلف، باید تمهیدات لازم در طراحی و اجرای ساختمان‌ها در نظر گرفته شود.
۱۴- طراحی و اجرای جزئیات مناسب در محل اتصال دیوارهای غیر سازه‌ای به منظور عدم مشارکت در سختی جانبی سازه الزامی است.
۱۵- لحاظ نمودن جزئیات دقیق مسیر و محل نصب کلیه اقلام تأسیسات برقی و مکانیکی در مرحله طراحی و اجرا ضروری است.
۱۶- در نظر گرفتن تمهیدات و تجهیزات لازم جهت اجرای بتن‌ریزی یکپارچه دیوارها و سقف در هر طبقه ضروری است.
۱۷- تمهیدات لازم در اجرای نازک‌کاری و نماسازی بر روی سطوح بتنی، می‌بایستی در مراحل طراحی و اجرا در نظر گرفته شود.
۱۸- عایقکاری حرارتی جداره‌های خارجی ساختمان مطابق الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان الزامی است.
۱۹- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان درخصوص حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق با درنظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.
۲۰- صدابندی هوابرد جداکننده های بین واحد های مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین گردد.

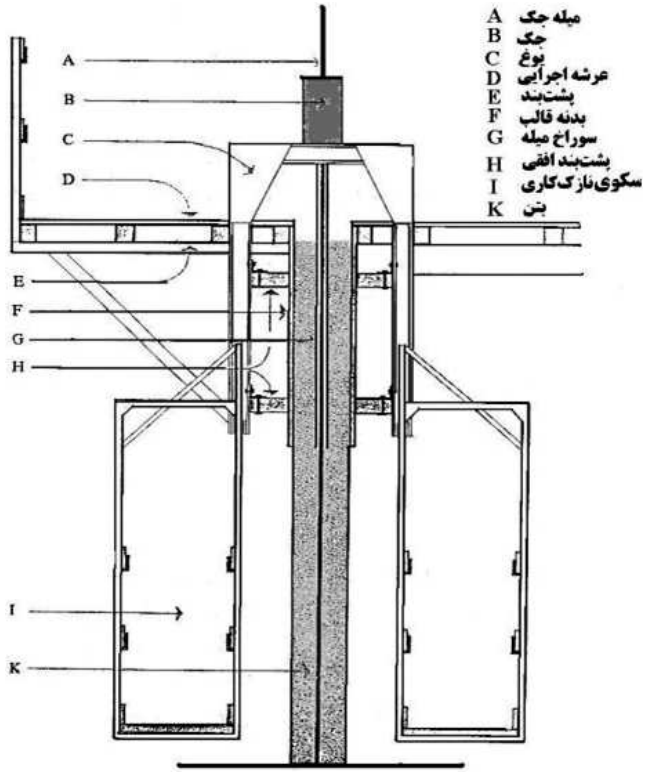
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

سیستم های قالب‌بندی

معایب قالب تونلی

محدودیت این روش در طراحی فضاهای داخلی است. لازم است طراحی بر طبق محدودیت‌های اجرا در خصوص ابعاد قالب و قالب‌گذاری و به صورت مدولار انجام شود.

سیستم های قالب‌بندی



قالب های لغزنده

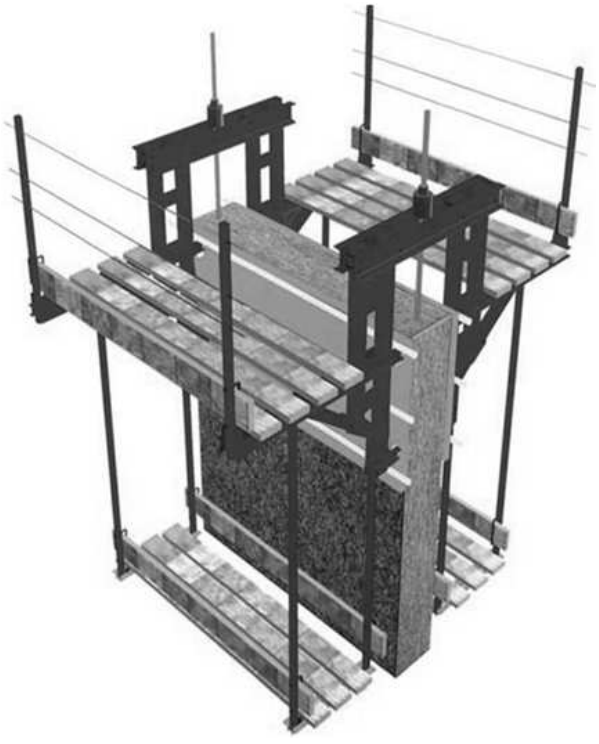
برای ساخت سازه‌های بلند و با جدارهٔ نازک، دودکش‌ها، سیلوها، برجها، هسته‌های برشی ساختمان‌ها. در این سیستم، داربست اطراف سازه حذف شده و اجرای سازه بصورت پیوسته و با سرعت اندک دنبال می‌شود.

عملکرد این روش بگونه‌ای است که قالب به صورت پیوسته و پس از هر مرحله بتن‌ریزی، به کمک جک‌های هیدرولیکی و در حالی که دو جداره قالب به بتن ریخته شده قبلی چسبیده است به سمت بالا کشیده می‌شود.

مراحل اجرای کار در سیستم قالب لغزنده به صورت پیوسته و مداوم انجام می‌شود. برای استفاده هر چه بهتر و اقتصادی‌تر از قالب و جلوگیری از وقفه کار، نیاز به برنامه‌ریزی دقیق و آماده کردن وسایل و امکانات لازم نظیر، تعیین ساعات کار کارگران در مراحل مختلف، فراهم کردن نور مصنوعی کافی برای کار در شب و برنامه‌ریزی دقیق در تهیه، حمل و ریختن به موقع بتن دارد.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

سیستم های قالب‌بندی



قالب های لغزنده

این روش ابتدا در آمریکا ابداع شد و سپس به اروپا راه یافت. اساس کار این روش به این صورت است که قالبی با ارتفاع حدودا دو متر در فواصل زمانی متناوب حرکت داده میشود که ضمن بالا کشیدن قالب، عملیات بتنریزی و آرماتوربندی نیز ادامه دارد و هیچگاه قالب از بتن جدا نمیشود. قالب لغزنده از قطعاتی مختلفی تشکیل شده است. راهبری قالب لغزان نیازمند بررسی های زیادی از جمله تعیین سرعت حرکت قالبها، اجرای بازشوها، جلوگیری از انبساط بیش از حد بتن و جلوکیری از یخ زدن بتن در زمستان می باشد که هر یک در کیفیت کار بتن ریزی تاثیری بسزا دارد.

در این روش سرعت اجرای سازه ها بسیار بالاست و در ساختمانهای بلندتر از ۲۰متر کاملا اقتصادی است. سازه اجرا شده کاملا یکپارچه و عاری از وجود درزهای افقی و عمودی است و در صورت دقت در اجرا نمای بتن کاملا خوب و قابل قبول خواهد بود. در مقابل قیمت این نوع قالبها ارزانتر و نیروی متخصص بیشتری نسبت به روش کلاسیک نیازمند است.

سیستم های قالب‌بندی

قالب لغزنده قائم

اساس روش اجرای قالب لغزنده عمودی این است که قالب در فواصل زمانی متناوب به بالا کشیده می شود. در ضمن بالا کشیدن قالب عملیات بتن ریزی و آرماتور بندی نیز ادامه می یابد و دائما مخلوط بتن از بالا به درون قالب ریخته شده و ضمن حرکت قالب به سمت بالا بتن سخت شده از قسمت زیرین قالب جا می ماند. سرعت حرکت قالب به نحوی تنظیم می شود که بتن در زمان خارج شدن از قالب ضمن تحمل وزن خود، جهت حفظ شکل خود از مقاومت کافی برخوردار باشد. قالب بندی لغزان قائم را می توان بر اساس حرکت پیوسته انجام داد و یا آن را طوری برنامه ریزی کرد که در ارتفاع معینی متوقف گردد و سپس حرکت لغزان خود را مجددا از سر گیرد. معمولا حرکت قالب لغزان با سرعتی یکنواخت صورت می گیرد.

در صورتی که قالب لغزان دارای توقف باشد درزهایی به وجود می آیند که با درزهای میان مراحل بتن ریزی در عملیات ساختمانی با قالب ثابت فرقی ندارد.

قالب لغزنده در امتداد قائم با سرعتی یکنواخت حرکت می کند و این سرعت به اندازه ای است که هر مقطع از بتن در طول مدت زمان لازمی که برای گیرش اولیه نیاز دارد درون قالب می ماند. سرعت حرکت قالب تابع اسلامپ بتن، شرایط آب و هوایی و سرعت نصب تجهیزات هر مرحله داشته و بین ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر در هر ساعت است. روش قالب لغزنده عمودی برای سازه های پوسته ای با ضخامت جدار ثابت و یا تقریبا ثابت به کار می رود. قالب های لغزان قائم توسط جکهایی به بالا حرکت داده می شوند که بر روی میله های صاف یا لوله های سازه ای کار گذاشته شده در بتن سخت عمل می کنند. این جکها ممکن است از نوع دستی، بادی، برقی و یا هیدرولیکی باشند. سکوهای کار و داربست های کارگران پرداختکار نیز به قالب بندی متصل و به همراه آن حرکت می کنند.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

سیستم های قالب‌بندی

قالب لغزنده قائم

مزایا

سرعت اجرای بسیار بالا
یکپارچگی سازه اجرا شده (عاری از درزهای ساختمانی عمودی و افقی)
عدم نیاز به داربست
ایمنی بالاتر
صرفه اقتصادی در سازه های مرتفع بیش از ۲۰ متر

معایب

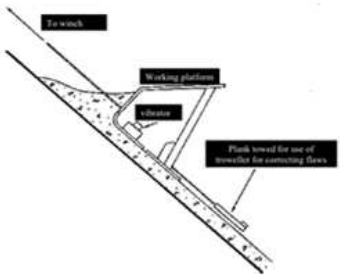
قیمت اولیه بالا
مشکل در اجرای بازشوها ، برآمدگیها و همچنین آرماتورهای انتظار
(قالب لغزنده برای اجرای سازه هایی که مقطع ثابت داشته باشند مانند سیلوهای مناسب تر است)
نیازمند تدارکات اجرایی گسترده است.
(با توجه به اینکه کار با قالب لغزنده معمولا" ۲۴ ساعته و بطور سه شیفت اجرا می شود ، در نتیجه تأمین بتن ، آرماتور و سایر تدارکات مورد نیاز آن حساس تر از کارهای معمولی است . در صورت قطع برق ، وجود ژنراتور ضروری است و همچنین بایستی پیش بینی های لازم در مورد خراب شدن دستگاه بتن ساز ، پمپ بتن و سایر وسایل کار بعمل آید)
مشکلات اجرایی بیشتر در مقایسه با روشهای دیگر در گرما یا سرمای شدید
نیاز به نیروی متخصص بیشتر و هماهنگی بین گروه های مختلف کاری

سیستم های قالب‌بندی

قالب ها ی لغزنده افقی

این نوع قالب برای ریختن بتن دیوارهای طولانی، کف و جداره کانال های بزرگ، بتن ریزی شیبها، کف تونلها و سطح راه ها به کار می رود. قالب افقی لغزان بر روی تکیه گاه ثابت (ریل یا سکو) حرکت می کند.

بخش دریافت بتن ماشین ناوه ای است که برای توزیع یکنواخت بتن در تمامی بخشهای قالب طراحی شده است. متراکم ساختن بتن توسط لوله لرزانی انجام می شود که با لبه جلویی قالب موازی و کمی جلوتر از آن قرار دارد. متراکم کردن بتن سازه را میتوان با ویبراتورهای دستی نیز انجام داد. با استفاده از روش قالب لغزان افقی می توان لوله های بتنی درجا و یکپارچه و همچنین پوشش تونلها را انجام داد.



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفارپور جهرمی

قالب بندی و قالب برداری

رشته مهندسی عمران (پایه ۳ به ۲)
صلاحیت نظارت ۱۶ ساعت

مدرس دکتر سعید غفارپور جهرمی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید رجایی تهران

بارهای وارد بر قالب

در طراحی قالب، بارهای مختلفی که می‌تواند بر قالب وارد شود، عبارتند از:

- **بار مرده (وزن قالب و تجهیزات قالب)**
- **بار زنده**
- **وزن بتن و آرماتورها**
- **فشار جانبی ناشی از بتن تازه**
- **فشار و مکش باد**
- **ضربه‌های احتمالی ناشی از ماشین آلات و پمپ بتن**
- **بار ناشی از بتن ریزی نامتقارن**
- **اثرات دینامیکی تخلیه بتن**
- **با ناشی از لرزش و تراکم بتن**
- **با ناشی از نشست نامتقارن قالب**
- **وزن گذرگاه، سکوی کار، سکوی بتن ریزی**
- **بارهای موقت دپوی مصالح**
- **بار ناشی از طبقات بالادست در قالب بندی ساختمانهای چند طبقه**

قالب‌های افقی‌شکل مثل قالب دال‌ها، تیرها و سقفها بیشتر تحت تاثیر بار قائم (بار مرده، بار زنده و وزن بتن) هستند و قالب‌های قائم مثل ستون‌ها و دیوارها تحت تاثیر بار افقی (فشار جانبی بتن خمیری و فشار باد) قرار دارند.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

بارهای وارد بر قالب

بار مرده (P_d)

وزن قالب و اتصالات آن بعنوان بارهای مرده شناخته می‌شوند. بار مرده قالب به جنس مصالح و تراکم اجزای آن یعنی پشت بند، سولجر، بولت و غیر وابسته است و باید توسط مهندس طراح تخمین زده شود. بار مردهٔ قالبهای چوبی کم و بار مردهٔ قالب‌های فلزی زیاد است. مقدار تقریبی بار مرده بین ۵۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم در هر مترمربع می باشد.

$$P_d = ۵۰ \text{ تا } ۲۵۰ \ \ kg/m^2$$

بارهای وارد بر قالب

بار زنده (P_L)

منظور از بار زنده، وزن مصالح، افراد و تجهیزاتی است که در زمان اجرای قالب، آرماتوربندی و بتن‌ریزی بر قالب وارد می‌شوند.

این بارها بطور موقت و در کوتاه‌مدت بر قالب اعمال می‌شوند. حداقل بار زنده $۲۴۰kg/m^2$ و در موارد خاص که تجهیزات سنگینی و وسایل حمل ماشینی بتن مورد استفاده می‌گیرد، $۳۶۰kg/m^2$ در نظر گرفته می‌شود. مجموع بار مرده و زنده نباید کمتر از $۴۸۰kg/m^2$ و در حمل ماشینی بتن از $۶۰۰kg/m^2$ درنظر گرفته شود

$P_L =$ ۲۴۰ تا ۳۶۰ kg/m^2

$P_d + P_L >$ ۴۸۰ تا ۶۰۰ kg/m^2

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

بارهای وارد بر قالب

وزن بتن و آرماتور (P_c)

یکی از مهمترین بارهای وارد بر قالب، وزن بتن وآرماتور است. این بار به ضخامت بتن‌ریزی (ارتفاع بتن‌ریزی)، وزن مخصوص بتن (سبک یا سنگین) و تراکم آرماتورها وابسته است. اگر ضخامت بتن‌ریزی مشخص باشد (d)، این بار بر حسب وزن مخصوص بتن خمیری و میلگرد معادل $۲۵۰۰kg/m^3$ فرض می‌شود، به راحتی تعیین می‌شود.

$P_c = 2500\,d \quad kg/m^2$

بارهای وارد بر قالب

فشار و مکش باد

در طراحی قالب، فشار و مکش باد در سطوح بادگیر بر اساس مبحث ششم مقررات ملی و متناسب با نوع منطقه و ارتفاع کار عملیات قالببندی تعیین می شود (حدودا معادل $100\ kg/m^2$).

در دیوارها فشار باد افقی است و قبل از بتنریزی یا حین بتنریزی و پس از آن، می تواند قالب را از حالت تعادل خارج کند لذا فشار باد لازم است مبنای طراحی جک های مایل و شاقول کننده قرار گیرد.

در دال و سقف فشار باد بصورت عمودی از پایین به بالا بر قالب درنظر گرفته میشود اما که اگر باعث کاهش اثرات بار زنده و مرده شود، از آن صرفنظر می شود.

نیروی ضربه وارد بر قالب

ضربه حاصل از عملیات اجرایی در مرحله قالب بندی، آرماتوربندی و بتن ریزی لازم است متناسب با بحرانی ترین شرایط در طراحی قالب لحاظ شود (حدودا معادل $150\ kg/m$ بصورت متمرکز).

محل نیروی ضربه در محلی که بیشترین تاثیر را بر قالب دارد لازم است لحاظ شود. مثلا اگر بحث پایداری و ایستایی قالب ستون مد نظر باشد، بحرانی ترین محل در بالاترین تراز قالب است.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

بارهای وارد بر قالب

فشار جانبی بتن

یکی از مهمترین بارهای وارد بر قالب ستونها و دیوارها در مرحلهٔ بتن‌ریزی، فشار جانبی بتن در حالت خمیری است. بتن تازه و خمیری در زمان بتن‌ریزی همانند سیالی با وزن مخصوص تقریبی $2400\ kg/m^3$ رفتار می‌کند. عوامل مختلفی بر توزیع و مقدار فشار جانبی بتن اثرگذار هستند که عبارتند از:

- **سرعت بتن‌ریزی (در هر ساعت چند متر از ارتفاع دیوار یا ستون بتن ریزی می شود)**
- **درجه حرارت بتن خمیری**
- **وزن مخصوص بتن خمیری**
- **اسلامپ و روانی بتن**
- **نوع سیمان مصرفی در ساخت بتن**
- **نوع و مقدار افزودنی**
- **مواد پوزولانی**
- **ضربه و لرزش ناشی از بتن‌ریزی**
- **نوع ارتعاش بتن (داخلی یا خارجی)**

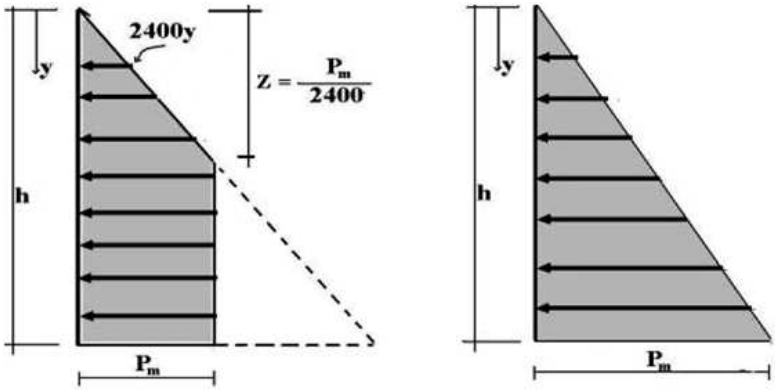
هرچه سرعت بتن‌ریزی زیاد باشد (بیش از ۳ متر از ارتفاع قالب در هر ساعت)، همواره عمق بیشتری از بتن بصورت خمیری و شل (سفت نشده) وجود دارد که به بدنه قالب، فشار جانبی وارد می‌کند.

بارهای وارد بر قالب

در حالت خمیری فشار جانبی بتن تابع فشار هیدروستاتیک است و مقدار آن با رابطه زیر قابل محاسبه است:

$P_m = ۲۴۰۰y \quad kg/m^2$

در این رابطه ۲۴۰۰ بیانگر وزن مخصوص بتن خمیری است و همچنین y بیانگر عمق مورد نظر از تراز فوقانی بتن است.
پس از بتن ریزی، بتن شروع به خودگیری و سخت‌شدن می‌کند. اگر سرعت بتن‌ریزی کم باشد، به این معنی است که بتن در چندین مرحله در قالب ریخته می‌شود و احتمال سخت شدن بتن در لایه‌های زیرین وجود دارد. لذا می‌توان احتمال داد که فشار جانبی بتن در لایه‌های زیرین با گذشت زمان، اندک اندک با سخت شدن بتن، کاهش یابد. علاوه بر آن با افزایش درجه حرارت بتن، سرعت خودگیری و سخت‌شدن بتن افزایش می‌یابد.
در شرایطی که سرعت بتن‌ریزی کم باشد یا شرایطی حاکم باشد که بتن نتواند بصورت هیدروستاتیک به قالب فشار وارد کند، بدون قطع فشار جانبی از مقدار هیدروستاتیک کمتر خواهد بود. مقدار فشار در این شرایط تابع سرعت بتن‌ریزی و دمای بتن است. فشار جانبی در دیوارها و ستونها طبق رابطه تخمین زده می‌شود.



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

بارهای وارد بر قالب

فشارجانبی در دیوارها

اگر بتن مصرفی دارای وزن مخصوص $2400kg/m^2$ باشد، از سیمان نوع یک و بدون هرگونه مواد افزودنی و پوزولان ساخته شده باشد، دمای بتن بین ۵ تا ۴۰ درجه باشد و اسلامپ آن کمتر از ۱۰۰ می‌باشد میتوان از روابط زیر برای تخمین فشار جانبی بتن در دیوارهای استفاده کرد.

سرعت بتن‌ریزی کم	$V_1 < ۲ \ m/h$	$P_m = ۷/۲ + \frac{۸۰۰V_1}{T_c + ۱۸} (kN/m^۲)$
سرعت بتن‌ریزی متوسط	$۲ \le V_1 \le ۳ \ m/h$	$P_m = ۷/۲ + \frac{۱۲۰۰}{T_c + ۱۸} + \frac{۲۵۰V_1}{T_c + ۱۸} (kN/m^۲)$
سرعت بتن‌ریزی زیاد	$V_1 > ۳ \ m/h$	$P_m = ۲۴H \ (kN/m^۲)$

V_1 سرعت بتن ریزی (متر در هرساعت)، H ارتفاع کل بتن‌ریزی، T_c دمای بتن تازه بر حسب سانتیگراد.

مقادیر حداقل و حداکثر فشار جانبی در دیوارها:

حداقل $P_m = ۳۰$

حداکثر $P_m = \min(۱۰۰ \text{ یا } ۲۴H)$

بارهای وارد بر قالب

فشارجانبی در ستون‌ها

برای هر سرعت بتن‌ریزی، فشار جانبی بتن در ستون‌ها طبق رابطهٔ زیر تعیین می‌شود:

$$P_m = ۷/۲ + \frac{۸۰۰V_۱}{T_c + ۱۸} (kN/m^۲)$$

مقادیر حداقل و حداکثر فشار جانبی در ستون:

$P_m = ۳۰$ **حداقل**

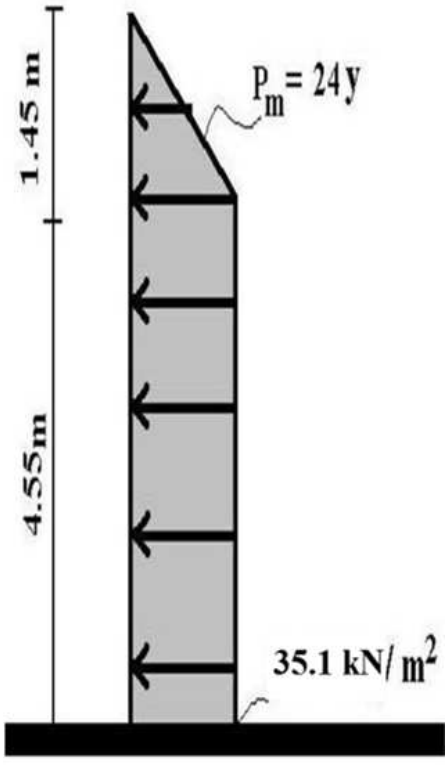
$P_m = \min(۱۵۰ \text{ یا } ۲۴H)$ **حداکثر**

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

بارهای وارد بر قالب

مثال

بتن‌ریزی یک دیوار ۶ متری در مدت ۴ ساعت اجرا می‌شود. اگر دمای بتن تازه ۲۵ درجه سانتیگراد باشد، فشار جانبی بتن در ارتفاع دیوار را تعیین کنید.



$$P_m = 7.2 + \frac{800V}{T_c + 18} = 7.2 + \frac{800 \times 1.5}{25 + 18} = 35.1\ kN/m^2$$

$$30 \le 35.1 \le 100, \quad 144$$

بارهای وارد بر قالب

مثال:

بتن‌ریزی یک ستون ۳ متری در مدت 1.5 ساعت انجام شده است. اگر دمای بتن تازه ۲۵ درجه سانتیگراد باشد، فشار جانبی بتن در ارتفاع ستون را تعیین کنید.

$$P_m = 7.2 + \frac{800V}{T_c + 18} = 7.2 + \frac{800 \times 2}{25 + 18} = 44.4\ kN/m^2$$

$$30 \le 44.4 \le 150, \quad 72$$

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفارپور جهرمی

قالب بندی و قالب برداری

رشته مهندسی عمران (پایه ۳ به ۲)
صلاحیت نظارت ۱۶ ساعت

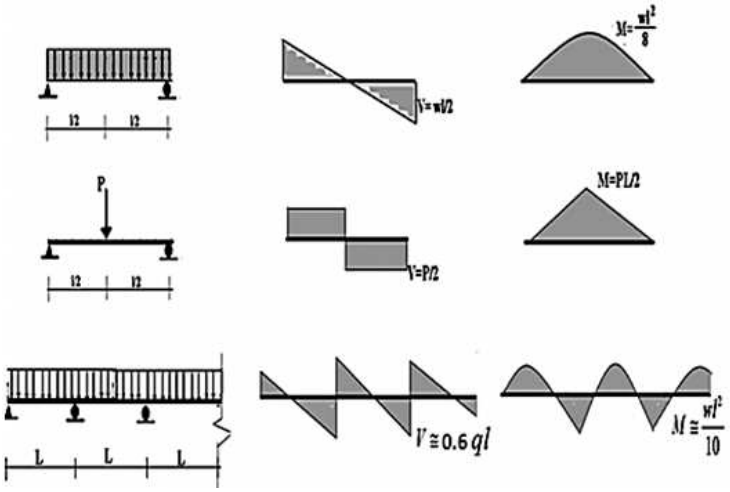
مدرس دکتر سعید غفارپور جهرمی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید رجایی تهران

طراحی اجزای قالب

✓ حداکثر لنگر خمشی	$M_{max} = \frac{ql^2}{10}$
✓ حداکثر نیروی برشی	$V_{max} = 0.6ql$
✓ حداکثر خیز و تغییرشکل قالب	$\Delta_{max} = \frac{2.65}{384}\frac{ql^4}{EI}$

طراحی اجزای قالب بعنوان یک سازهٔ موقت با استفاده از تئوری‌های تحلیل سازه و مقاومت مصالح انجام میشود. با مشخص بودن بارهای وارد بر قالب می‌توان با تحلیل استاتیکی، تغییرات لنگر خمشی، نیروی برشی و نیروی محوری را تعیین کرد و سپس با مقایسه تنش موجود با تنش مجاز مصالح, مقطع و مشخصات سازه ای قالب را تعیین کرد.

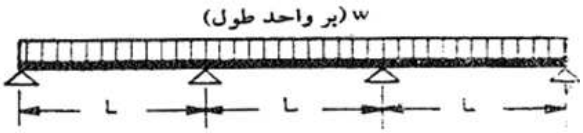
قسمتهای زیادی از قالب، همانند یک تیر سراسری و تحت بار یکنواخت رفتار می‌کنند و روابط ساده ای برای تعیین تلاشهای داخلی آن قابل استفاده است.



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

طراحی اجزای قالب

تیر سه‌دهانه

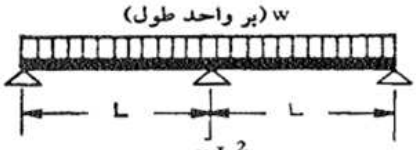


$$M_{max} = \frac{wL^2}{10}$$

$$\Delta_{max} = \frac{2.65}{384} \times \frac{wL^4}{EI}$$

$$V_{max} = 0.6\ wL$$

تیر دودهانه

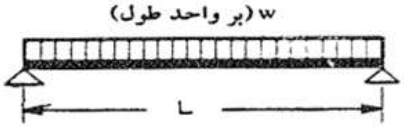


$$M_{max} = \frac{wL^2}{8}$$

$$\Delta_{max} = \frac{2}{384} \times \frac{wL^4}{EI}$$

$$V_{max} = \frac{5}{8}\ wL$$

تیر سادهٔ تک‌دهانه

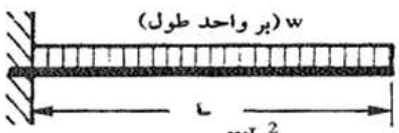


$$M_{max} = \frac{wL^2}{8}$$

$$\Delta_{max} = \frac{5}{384} \times \frac{wL^4}{EI}$$

$$V_{max} = \frac{wL}{2}$$

تیر طره‌ای



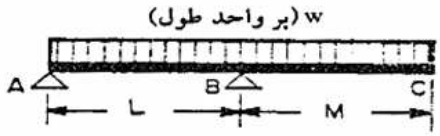
$$M_{max} = \frac{wL^2}{2}$$

$$\Delta_{max} = \frac{wL^4}{8EI}$$

$$V_{max} = wL$$

طراحی اجزای قالب

تیر سادهٔ یکسر طرّه



$$M_{max\ A\text{-}B}=\frac{w}{8L^2}(L+M)^2(L-M)^2$$

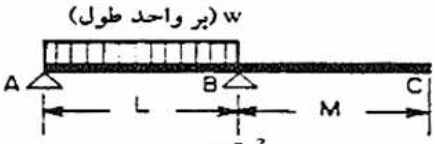
$$M_B=\frac{wM^2}{2}$$

$$\Delta_C=\frac{wM}{24EI}(4M^2L-L^3+3M^3)$$

$$\Delta_x=\frac{wx}{24EIL}(L^4-2L^2x^2+Lx^3-2M^2L^2+2M^2x^2)$$

$$V_{max\ B}=\frac{w}{2L}(L^2+M^2)$$

تیر سادهٔ یکسر طرّه

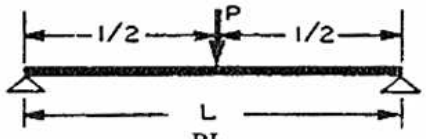


$$M_{max}=\frac{wL^2}{8}$$

$$\Delta_{max}=\frac{5}{384}\times w\times\frac{L^4}{EI}$$

$$\Delta_C=w\times\frac{L^3M}{24EI}\quad و\quad V_{max}=\frac{wL}{2}$$

تیر ساده تحت بار متمرکز



$$M_{max}=\frac{PL}{4}$$

$$\Delta_{max}=\frac{PL^3}{48EI}\qquad V_{max}=\frac{P}{2}$$

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

طراحی اجزای قالب

با مشخص شدن تلاش‌های حداکثر می‌توان، تنش خمشی حداکثر و تنش برشی حداکثر در مقطع را محاسبه نمود و آن را با مقدار مجاز مقایسه کرد:

✓ تنش خمشی حداکثر	$f_b=\frac{M_{max}C}{I}=\frac{M_{max}}{S}<f_b'$)
✓ تنش برشی(مقاطع مستطیلی)	$f_v=\frac{1.5V_{max}}{A}<f_v'$
✓ تنش برشی حداکثر(مقاطع غیرمستطیلی)	$f_v=\frac{VQ}{Ib}<f_v'$

یکی از مهمترین مراحل طراحی، کنترل تغییرشکل قالب تحت بارهای وارده است. اگر تغییر شکل قالب بزرگ و بیش از حد باشد، پس از خودگیری بتن این تغییرشکل‌ها در سطح بتن دیده شده و می‌تواند خدمت‌دهی سازه را تحت تاثیر قرار دهد. بر این اساس علاوه بر کنترل تنش خمشی و تنش برشی باید تغییرشکل و خیز قالب نیز تعیین شود و با مقدار مجاز مقایسه گردد. حداکثر تغییرشکل و خیز قالب از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود:

$$\Delta_{max}=\frac{2.65}{384}\frac{ql^4}{EI}$$

حداکثر تغییرشکل قالب نباید از مقادیر زیر فراتر رود:

نمای عضو یا صلبیت آن مهم باشد $\Delta_{max}=\min(\frac{\ell}{۳۶۰},۱/۵mm)$

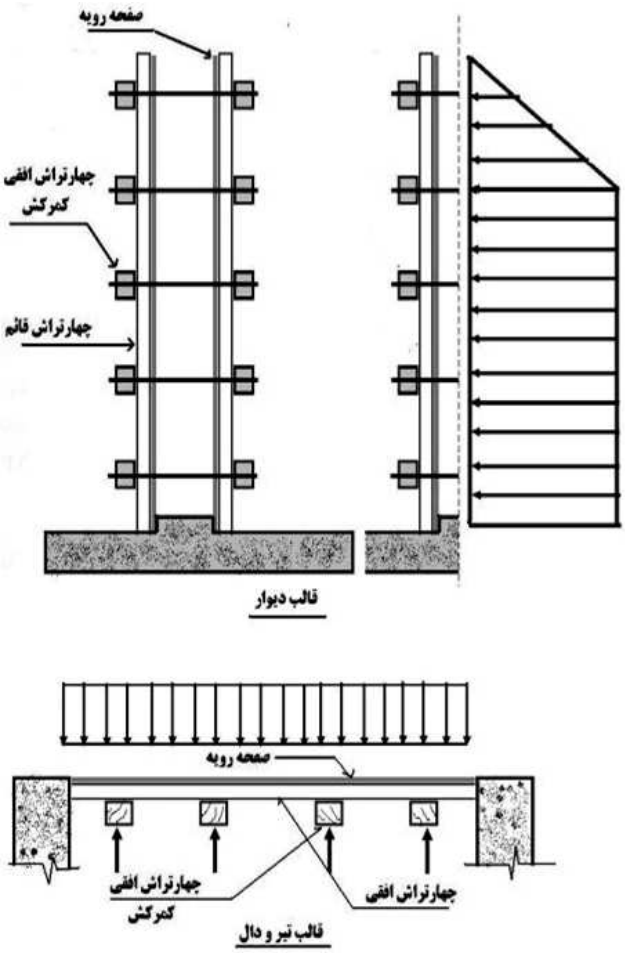
نمای عضو و یا صلبیت آن از اهمیت زیادی برخوردار نباشد $\Delta_{max}=\min(\frac{\ell}{۲۷۰},۳mm)$

طراحی اجزای قالب

طراحی رویه، پشت بند و سولجر

در قالب چوبی، برای ساخت رویه معمولا از الوارهایی با مقطع مستطیل شکل به عرض ۱۰ تا ۱۵ و به ضخامت ۲ تا ۳ سانتیمتر استفاده می‌شود. اما در قالب‌های فلزی از ورق‌های فولادی نازک با عرض ۱ تا ۲ متر و ضخامت ۳ تا ۴ میلیمتر در ساخت رویه استفاده می‌شود. بر اساس هندسه قالب، شدت بار و طول دهانه که فاصلهٔ پشت‌بندها است تعیین شده و با کنترل خمش، برش و تغییرشکل می‌توان ضخامت مناسب رویه را تعیین کرد.

پشت‌بندها نیز معمولا همانند یک تیر سراسری و تحت بار یکنواخت رفتار می‌کنند و در تحلیل آنها نیاز است ابتدا بر اساس هندسه قالب شدت بار وارد بر پشت‌بند و طول دهانه را تعیین شود. هدف از طراحی پشت‌بند، تعیین ابعاد مناسب و مقطع کافی برای پشت‌بند است. این ابعاد با کنترل خمش، برش و تغییرشکل بدست می آید.



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

طراحی اجزای قالب

مقاومت مجاز مصالح

فولاد

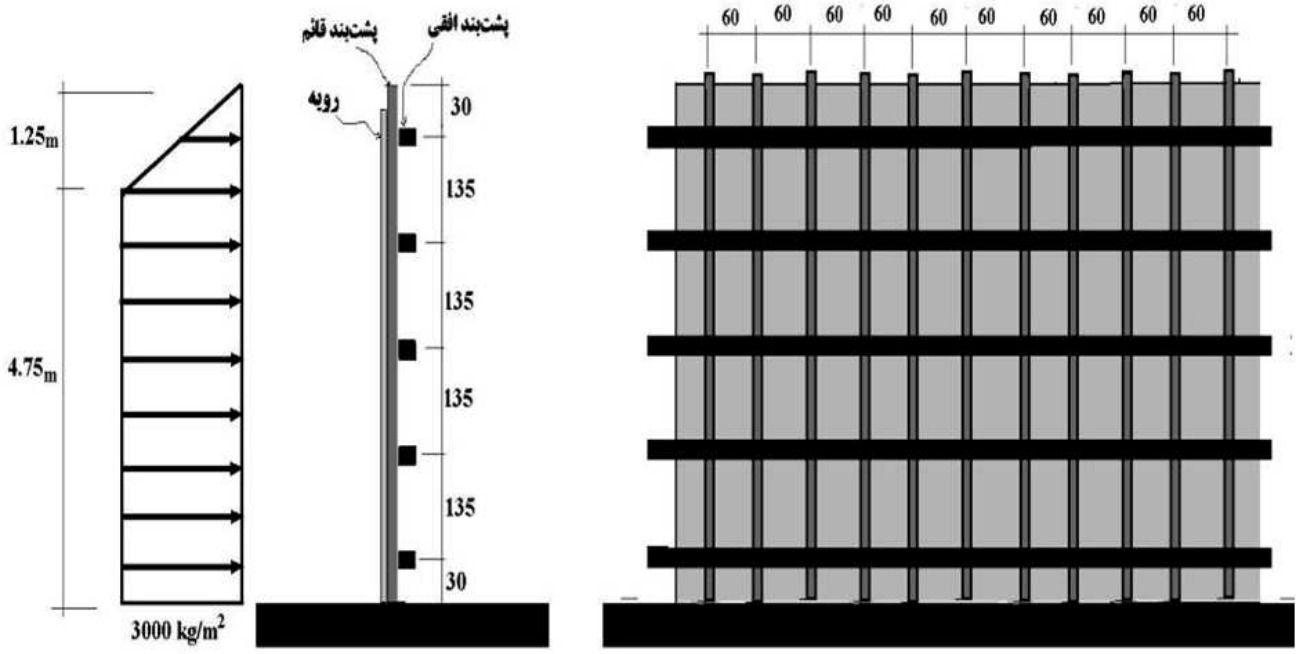
تنش خمشی مجاز	$F_b = 0.6\,F_y$
تنش برشی مجاز	$F_v = 0.4\,F_y$
تنش فشاری مجاز	$F_a =$ تابع لاغری و کمانش
مدول ارتجاعی	$E_s = 2\times10^6\ kg/cm^2$

مشخصات مکانیکی چوب

شرایط تنش	تنش مجاز (kg/cm^2)	مقادیر توصیه شده (kg/cm^2)	
تنش خمشی مجاز	۱۳۰ - ۶۰	کشش خمشی در دهانهٔ ساره	۷۰
		کشش خمشی در دهانهٔ یکسره	۷۵
		کشش ساده در راستای الیاف	۶۰
تنش برشی	۱۳ - ۱۰	۸	
فشار در امتداد عمود بر الیاف	۴۵ - ۳۰	۲۰	
فشار در امتداد الیاف	۱۳۰ - ۸۰	$\frac{3.6E}{\lambda^2} \le 60$	
ضریب الاستیسیته	۱۲۰/۰۰۰ - ۹۰/۰۰۰	در راستای الیاف	۱۰۰/۰۰۰ - ۸۰/۰۰۰
		در امتداد عمود بر الیاف	۳۰۰۰

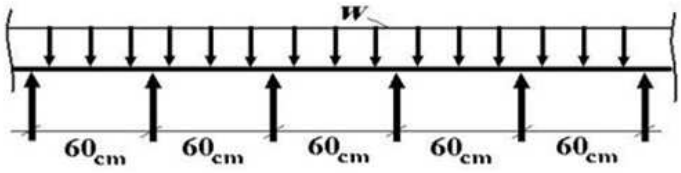
طراحی اجزای قالب

مثال : توزیع فشار جانبی بر یک دیوار ۶ متری مطابق شکل است. اگر در ساخت رویه از چوب استفاده شود، حداقل ضخامت مناسب رویه، ابعاد پشت بند و ابعاد سولجر را تعیین کنید.

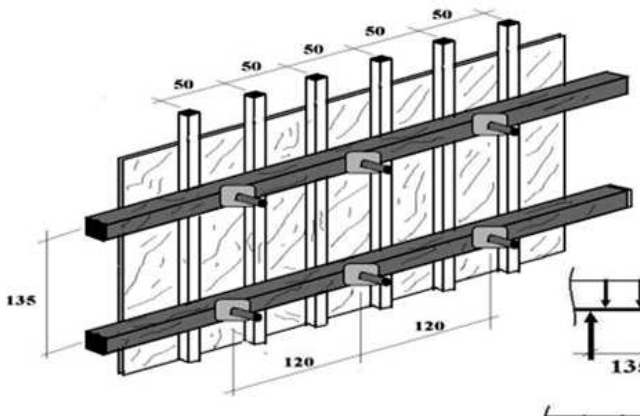


دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

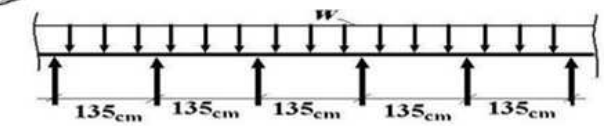
طراحی اجزای قالب

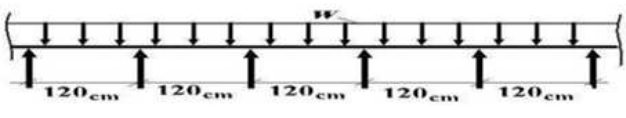


طراحی رویه
دیاگرام بارگذاری در طراحی رویه
کنترل خمش
کنترل برش
کنترل تغییرشکل



طراحی پشت بند
دیاگرام بارگذاری در طراحی پشت بند قائم (اولیه) و پشت بند افقی (کمرکش- سولجر)
کنترل خمش
کنترل برش
کنترل تغییرشکل





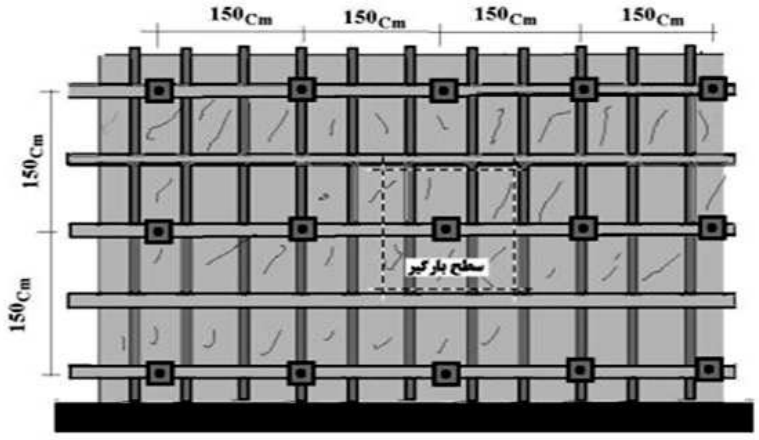
طراحی اجزای قالب

طراحی بولت و صفحه تقسیم فشار

از بولت یا میل مهار در قالب‌های دیوار و ستون استفاده می‌شود تا علاوه بر تامین پایداری قالب، در مقابل فشار جانبی بتن نیز مقابله کند. مطابق شکل بولت از تغییرشکل و جابجایی بدنهٔ قالب ممانعت می‌کند. به منظور کنترل تنش لهیدگی و جلوگیری از تراکم و تغییرشکل قالب در محل بولت‌ها، لازم است از صفحهٔ تقسیم فشار یا صفحه تکیه‌گاهی با ابعاد مناسب استفاده شود تا از احتمال برش پانچ در این ناحیه جلوگیری گردد. نیروی محوری هر بولت به سطح بارگیر آن وابسته است که این سطح نیز به فاصلهٔ ردیف‌های افقی و قائم بولت‌گذاری بستگی دارد.

مثال: فاصلهٔ بین بولت‌ها در راستای قائم و افق ۱۵۰ سانتیمتر است. مطلوبست تعیین قطر مناسب بولت و ابعاد صفحهٔ تقسیم فشار.

توزیع فشار جانبی بر قالب



توزیع و فاصلهٔ بولت‌ها

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

طراحی اجزای قالب

طراحی شمع و جک قائم

شمع و جک معمولا تحت بار محوری فشاری قرار دارند که ظرفیت باربری آن تابع لاغری است و از روابط اولر قابل محاسبه است.

$$\lambda = \frac{kl}{r_{min}} \rightarrow\rightarrow (\text{روابط کمانش اولر}) \rightarrow\rightarrow f_a \rightarrow\rightarrow\rightarrow F_a = f_a . A$$

لاغری

$$f_a = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2 \times F.S}$$

تنش مجاز

بار محوری مجاز

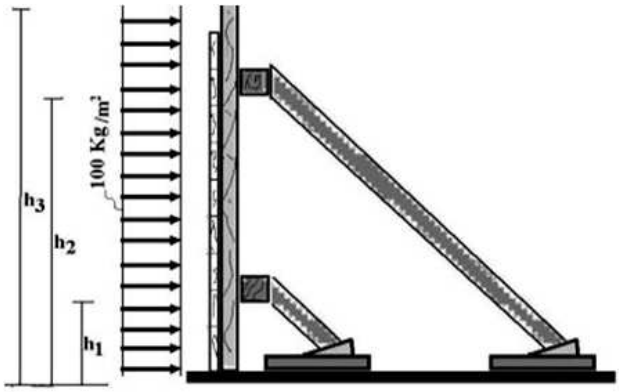
شعاع ژیراسیون در مقاطع دایره ای

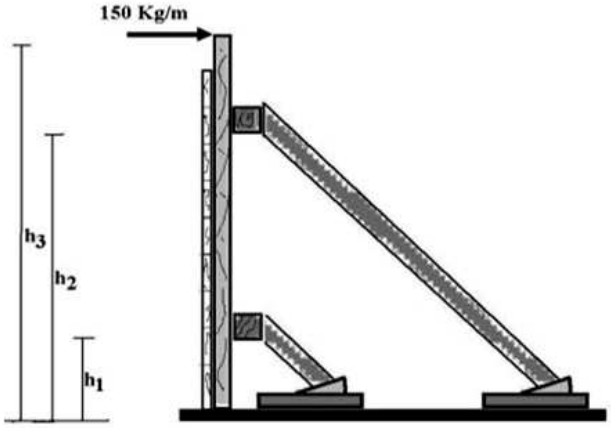
$$r_{min} = \frac{d}{4}$$

شعاع ژیراسیون در مقاطع لوله ای

$$r_{min} = \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4}$$

طراحی اجزای قالب





طراحی جک مایل

برای تامین ایستایی و پایداری بدنه‌های قالب دیوار و ستون از وادار(شمع چوبی مایل) یا شمع فلزی مایل یا جک شاقول کننده استفاده می‌شود.

معمولا در دیوارهای دوطرفه (دو طرف قالب) فشار جانبی بتن توسط بولت مهار میشود بنابراین فشار افقی باد و نیروها و ضربات احتمالی در مراحل آرماتوربندی، قبل از بتنریزی، حین و بعد از بتنریزی بعنوان مهمترین نیروهای موثر در طراحی شمع مایل در نظر گرفته می‌شوند.

فشار افقی باد معادل ۱۰۰kg/m2 و نیروی ضربه افقی به شدت ۱۵۰kg/m مبنای تحلیل قرار می گیرند.

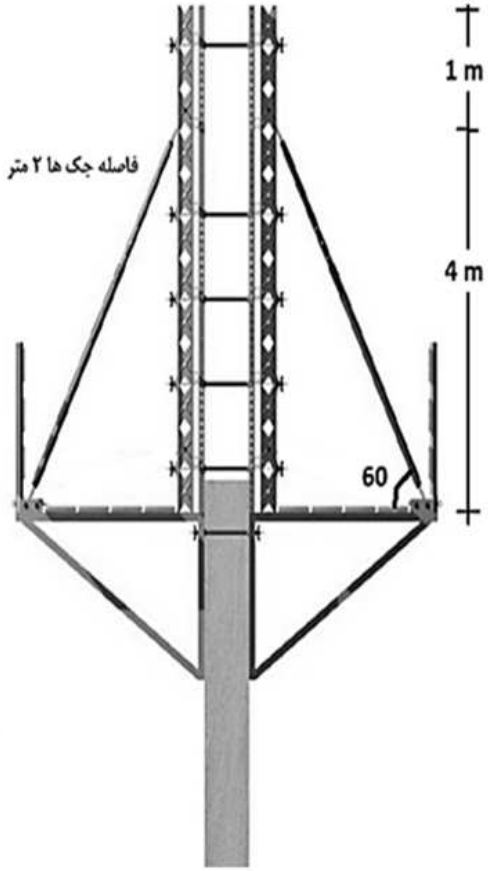
هر یک از این دو نیرو که بار محوری بزرگتری در شمع مایل ایجاد کند، ملاک عمل خواهد بود. مقدار این نیرو به فاصلهٔ بین شمعهای مایل (سهم بارگیری) و تعداد آنها وابسته است.

نیروی محوری در شمع مایل بصورت فشاری درنظر گرفته و با کنترل کمانش جک، طراحی آن انجام میشود.

در دیوارهای یکطرفه (یک طرف قالب)، فشار جانبی بتن نیروی موثر طراحی است.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

طراحی اجزای قالب



مثال: در شکل مقابل نیروی محوری طراحی شمع مایل را تعیین کنید.

حالت اول بارگذاری: فشار باد معادل ۱۰۰kg/m2

فاصله شمع مایل ۲ متر میباشد یعنی سهم بارگیر هر شمع مایل ۲ متر است.

با لنگرگیری می توان نیروی محوری شمع مایل را تعیین کرد:

$$w = 100 \times 2 = 200 \quad kg/m$$
$$\sum \hat{M}_A = 0$$
$$P_1 . Cos(60^0) \times 4 - (200)(5)(2.5) = 0$$
$$P_1 = 1250 \quad kg$$

حالت دوم بارگذاری: نیروی افقی با شدت ۱۵۰kg/m در موثرترین محل (بالای قالب)

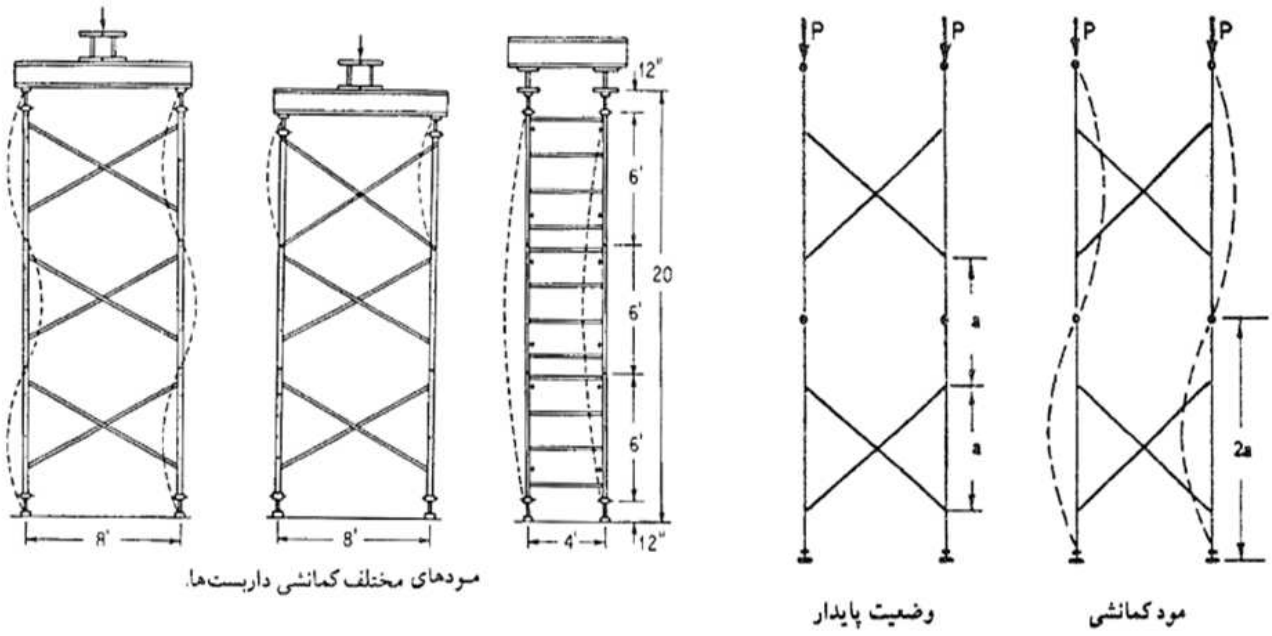
فاصلهٔ شمعها ۲ متر است و سهم بارگیر نیز ۲ متر خواهد بود.

$$F = 150 \times 2 = 300 \; kg$$
$$\sum \hat{M}_A = 0 \Rightarrow P_2 Cos(60^0) \times 4 - (300)(5) = 0 \Rightarrow P_2 = 750 \quad kg$$

طراحی اجزای قالب

طراحی داربست

داربست نیز همانند جکهای قائم تحت اثر بار محوری قرار دارد و ظرفیت باربری آن تابع لاغری و کمانش اعضا می باشد.
لاغری کل داربست باید با لاغری اجزای داربست مقایسه شود و هر کدام بزرگتر باشد تعیین کننده ظرفیت باربری است.

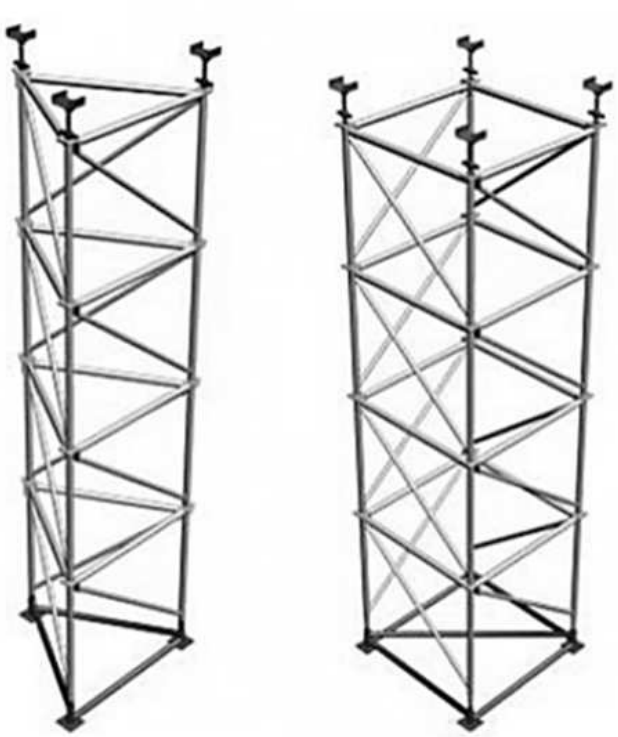


مود کمانشی وضعیت پایدار

مودهای مختلف کمانشی داربست‌ها.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید غفاریور جهرمی

طراحی اجزای قالب



طراحی داربست
داربست نیز همانند جکهای قائم تحت اثر بار محوری قرار دارد و ظرفیت باربری آن تابع لاغری و کمانش اعضا و همچنین لاغری و کمانش مجموعه داربست است. بعبارتی ممکن است تحت بار محوری فشاری، داربست زودتر از عضو کمانش کند یعنی کمانش در ارتفاع داربشت رخ دهد.

ظرفیت باربری یک داربست برابر است با مجموع ظرفیت باربری پایه های آن.

ظرفیت باربری مجاز هر پایه با تعیین ضریب لاغری و از روابط اولر قابل محاسبه است اما لازم است اشاره شود که در برای تعیین تنش مجاز باید لاغری عضو و لاغری داربست بصورت مجزا تعیین شود در محاسبات از لاغری بزرگتر استفاده شود.

قالب بندی و قالب برداری

رشته مهندسی عمران (پایه ۳ به ۲)
صلاحیت نظارت ۱۶ ساعت

مدرس دکتر سعید غفارپور جهرمی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید رجایی تهران

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفارپور جهرمی

قالب‌برداری

باز کردن قالب ها زمانی مجاز خواهد بود که بتن به حداقل مقاومت لازم برای تحمل وزن خود و بارهای احتمالی را بدون ترک خوردگی داشته باشد. زمان باز کردن قالب تابعی از حجم بتن، نوع بتن، ابعاد قطعه، نوع قطعه و شرایط محیطی دارد. این زمان متناسب با نحوه عمل آوری بتن می باشد.
عمل آوردی فرآیندی است که طی آن از افت رطوبت بتن جلوگیری و دمای بتن در حدی رضایت بخش حفظ می شود و شامل سه مرحله مراقبت، محافظت و پروراندن است. عمل آوری در هوای سرد تا زمان کسب مقاومت 5MPa الزامی است.

مراقبت: تدابیر لازم به منظور جلوگیری از افت رطوبت بتن.
محافظت: تدابیر لازم به منظور جلوگیری از تاثیر عوامل بیرونی چون باد، باران، یخبندان، لرزش و ضربه.
پروراندن: تدابیر لازم به منظور سرعت بخشیدن به گرفتن و سخت‌شدن بتن به کمک حرارت، فشار و بخار آب.

جدول ۹-۷-۱ روش‌های مجاز عمل‌آوری

نوع بتن و نسبت آب به سیمان مخلوط بتن	روش مجاز عمل‌آوری بر اساس شرایط محیطی		
	شرایط محیطی معمولی	شرایط محیطی هوای گرم	شرایط محیطی هوای سرد
بتن معمولی با نسبت آب به سیمان ۰/۴۳ و بیشتر	روش آب‌رسانی و روش عایقی	روش آب‌رسانی و روش عایقی	روش عایقی
بتن حاوی مواد افزودنی معدنی مانند دوده سیلیس، سرباره و متاکائولین، با نسبت آب به سیمان کمتر از ۰/۴۳	روش آب‌رسانی	روش آب‌رسانی	روش عایقی برای بتن با نسبت آب به سیمان ۰/۴ تا ۰/۴۳ مجاز است. اما ساخت بتن با نسبت آب به سیمان ۰/۴ و کمتر در هوای سرد مجاز نیست.

۹-۷-۲ جدول حداقل مدت عمل‌آوری

نوع بتن و نسبت آب به سیمان مخلوط بتن	حداقل مدت عمل‌آوری بر اساس شرایط محیطی، روز		
	شرایط محیطی معمولی	شرایط محیطی هوای گرم	شرایط محیطی هوای سرد
بتن معمولی با نسبت آب به سیمان ۰/۴۳ و بیشتر	۶	۷	۱۰
بتن حاوی مواد افزودنی معدنی مانند دوده سیلیس، سرباره و متاکائولین، با نسبت آب به سیمان کمتر از ۰/۴۳	۱۰	۱۴	۱۴

ضوابط قالب‌برداری

۹-۱۲-۱-۱۰ زمان قالب‌برداری

الف) درصورتیکه زمان قالب‌برداری در طرح تعیین و تصریح نشده باشد باید زمان‌های داده شده در جدول ۹-۱۱-۲ را بعنوان حداقل زمان لازم برای برچیدن قالب‌ها و پایه‌ها ملاک قرار داد.

جدول ۹-۱۲-۲ حداقل زمان لازم برای قالب‌برداری

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

ارجاع به فصل دوازدهم مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۱۳۹۲) و تفسیر مفاد آن

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفارپور جهرمی

قالب بندی و قالب برداری

رشته مهندسی عمران (پایه ۳ به ۲)
صلاحیت نظارت ۱۶ ساعت

مدرس دکتر سعید غفارپور جهرمی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید رجایی تهران

۹-۱۲ ضوابط قالب بندی در بتن، لوله‌ها و مجراهای مدفون و درزهای بتن

۹-۱۲-۰ علائم اختصاری

P_{max} = فشار حدی بتن بر روی قالب، کیلونیوتن بر متر مربع

V_1 = سرعت بتن‌ریزی، متر بر ثانیه

Δ_{max} = حداکثر تغییر شکل اعضای خمشی سازه قالب، میلیمتر

P_2 = نیروی برکنش ناشی از بار باد وارد بر قالب، کیلونیوتن

α = ضریب انبساط حرارتی بتن، بر درجه سانتیگراد

۹-۱۲-۱ کلیات و تعاریف

۹-۱۲-۱-۱ قالب و قالب بندی

قالب، سازه‌ای موقّت وگاهی اوقات دائمی است که وظیفه آن تحمل بارهای ناشی از بتن و نیز ناشی از اجرای بتن تا هنگامی است که مقاومت بتن به جایی برسد که خود بتن و یا خود بتن و آرماتورهای موجود در آن بتوانند بارهای مزبور را تحمل کنند. سیستم قالب‌بندی شامل قالب، پشت‌بندها، وادارها، داربست‌بندی، قطعات اتصال و نظایر آنها می‌باشد.

بیش از ساخت و اجرای تمامی انواع قالب‌ها می‌باید نقشه‌ها، مشخصات فنی، و در صورت لزوم دفترچه محاسبات آنها را تهیه و به تایید مراجع ذیصلاح رسانید. میزان و جزئیات این امر، به شرایط و ویژگی‌های قالب، از جمله ابعاد، پیچیدگی، اهمیت، استفاده مجدد و نظایر آنها بستگی دارد.

تمامی قالب‌ها را می‌باید برای مقاومت و خدمت‌دهی طراحی کرد. پایداری سیستم سازه و نیز امکان کمانش اعضای سازه‌ای را می‌باید برای تمامی شرایط ممکن بررسی و کنترل کرد.

۹-۱۲-۱-۲ سیستم‌های سازه‌ای قالب‌های انواع اعضای سازه‌ای

۹-۱۲-۱-۲-۱ سیستم سازه‌ای قالب‌های دال‌ها

این سازه‌ها شامل صفحه رویه، پشت‌بندهای در دو امتداد متعامد یعنی تیرچه‌ها و تیرک‌ها، و پایه‌ها (شمع‌ها) می‌باشد.

۹-۱۲-۱-۲-۲ سیستم سازه‌ای قالب‌های دیوارها

این سازه‌ها شامل صفحه رویه، پشت‌بندهای قائم، پشت‌بندهای افقی، بولت‌ها و وادلرها می‌باشند.

۹-۱۲-۱-۲-۳ سیستم سازه‌ای قالب‌های ستون‌ها

این سازه‌ها شامل صفحه رویه و پشت‌بندهای سخت‌کننده آن و یوغ و یا صفحه رویه و پشت‌بندهای سخت‌کننده آن و اتصالات بین پشت‌بندهای سخت شده می‌باشد.

۹-۱۲-۱-۲-۴ سیستم سازه‌ای قالب‌های تیرها

این سازه‌ها شامل دو بخش سازه قالب کف تیر و سازه قالب دیوارهای تیر می‌باشد. سازه قالب کف تیر رفتاری مشابه قالب‌های دال‌ها و سازه قالب دیوارهای تیر رفتاری نظیر قالب‌های دیوارها دارد.

۹-۱۲-۱-۲-۵ سیستم سازه‌ای قالب‌های فونداسیون‌ها

این سازه‌ها شامل قالب‌های دیوارهای فونداسیون می‌شوند و رفتاری مشابه قالب‌های دیوارها دارند.

۹-۱۲-۱-۲-۶ سایر سیستم‌های سازه‌ای قالب‌ها

این سازه‌ها ممکن است ترکیبی از سیستم‌های سازه‌ای بندهای ۹-۱۲-۱-۲-۱ تا ۹-۱۲-۱-۲-۵ و یا یک سیستم سازه‌ای خاص باشد.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید علایور جهرمی

۹-۱۲-۱-۲-۷ داربست

سازه‌ای موقت است که برای نگهداری قالب در موقعیت مورد نظر، سکوهای کار و تحمل بارهای حین اجرا برپا می‌شود و شامل شمع بندی، پایه‌های قائم، صفحات افقی، بادبندها، زیرسری‌ها و نظایر آن می‌گردد.

۹-۱۲-۱-۳ عملکردهای قالب

۱) قالب باید بتن را در شکل مورد نظر در محدوده رواداری‌ها نگاه دارد، به سطح آن نمای دلخواه بدهد، و بارهای وارده را تا زمان سخت شدن و کسب مقاومت کافی تحمل کند.

۲) قالب باید در برابر نیروهای وارده به خوبی محاسبه شده و ایمنی لازم را داشته باشد.

۳) بتن را در برابر صدمات مکانیکی نیز حفظ کند.

۴) از کم شدن رطوبت بتن و نشت شیره آن جلوگیری نماید.

۵) عایقی مناسب در برابر سرما و گرمای محیط باشد.

۶) میلگردها و سایر اجزا و قطعاتی را که داخل بتن قرار می‌گیرند در محل مورد نظر نگاه دارد.

۷) در برابر نیروهای ناشی از لرزاندن و مرتعش ساختن بتن مقاومت کند و بدون آسیب رساندن به بتن از آن جدا شود.

۹-۱۲-۱-۴ رواداری‌ها

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 غیر قابل قبول مخدوش نشود، بزرگ اختیار کرد.

مبنای سنجش خطاهای احتمالی، نقاط و خطوطی است که در شروع کار ایجاد و تا پایان کار به نحوی مقتضی حفظ می‌شوند. چنانچه رواداری‌ها توسط طراح تعیین نشده باشد، انحراف ابعاد و موقعیت قالب‌ها نباید از حدودی معین تجاوز کند. حدود رواداری‌های قالب‌ها برای ساختمان‌ها و قطعات متداول بتن آرمه در جدول۹-۱۲-۱ درج شده‌اند.

رواداری‌های فوق می‌باید در آرماتوربندی اعضای سازه‌ای، به ویژه ستون‌ها و دیوارها، نیز رعایت گردند. سیستم سازه‌ای را می‌باید به گونه‌ای طراحی و محاسبه و اجرا کرد که بتواند رواداری‌های مورد نظر را در عمل تعیین نماید.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید علایور جهرمی

جدول ۹-۱۲-۱ رواداری‌های ساختمان‌های بتنی متعارف

ردیف	شرح			رواداری	
۱	انحراف از امتداد قائم	الف	در لبه و سطح ستون‌ها، پایه‌ها، دیوارها، نبش‌ها و کنج‌ها	۶ میلی‌متر و در هر ۳ متر طول	
				حداکثر ۲۵ میلی‌متر در کل طول	
		ب	برای گوشه نمایان ستون‌ها، درزهای کنترل، شیارها و دیگر خطوط برجسته نمایان و مهم	۶ میلی‌متر در هر ۳ متر طول	
				حداکثر ۱۲ میلی‌متر در کل طول	
۲	انحراف سطوح با ترازهای مشخص شده در نقشه‌ها	الف	در سطح زیرین دال‌ها، سطح زیرین تیرها، نبش‌ها و کنج‌ها قبل از برچیدن حایل‌ها	۶ میلی‌متر در هر ۳ متر طول	
				۹ میلی‌متر در هر چشمه یا هر ۶ متر طول	
		ب	در نعل درگاه‌ها، زیرسری‌ها، جان پناه‌های نمایان شیارهای افقی و دیگر خطوط برجسته نمایان و مهم	۶ میلی‌متر در هر ۶ متر طول	
				حداکثر ۱۲ میلی‌متر در کل طول	
۳	انحراف ستون‌ها، دیوارها و تیغه‌های جداکننده از موقعیت مشخص شده در پلان ساختمان		در هر چشمه	۱۲ میلی‌متر	
			در هر ۶ متر طول	۱۲ میلی‌متر	
			حداکثر در کل طول	۲۵ میلی‌متر	
۴	انحراف از اندازه و موقعیت بازشوهای واقع در کف و دیوار و غلاف ها			۶ ± میلی‌متر	
۵	اختلاف در ابعاد ستونها، مقطع عرضی ستون‌ها و تیرها و ضخامت دال‌ها و دیوارها	الف	در جهت نقصانی	۱۲ میلی‌متر	
		ب	در جهت اضافی		
۶	شالوده‌ها	الف	اختلاف اندازه‌های در پلان	نقصانی	۱۲ میلی‌متر
				اضافی	۵۰ میلی‌متر
		ب	جابه جایی یا خروج از مرکز	دو درصد عرض شالوده در امتداد طول مورد نظر مشروط بر آنکه بیش از ۵۰ میلی‌متر نباشد	
		پ	ضخامت	کاهش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده	۵ درصد
				افزایش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده	محدودیتی ندارد
۷	پله‌ها	الف	در تعداد معدودی پله	ارتفاع پله	۱/۵ ± میلی‌متر
		ب	در پله‌های متوالی	کف پله	۳ ± میلی‌متر

۹-۱۲-۱-۵ مصالح مصرفی در قالب

مصالح مناسب برای قالب را باید با توجه به ملاحظات اقتصادی، ایمنی و سطح تمام شدهٔ مورد نظر انتخاب کرد. مشخصه‌های فیزیکی و مکانیکی مصالح را باید در ساخت قسمت‌های مختلف مانند بدنه، رویه، ملحقات، اجزای نگهدارندهٔ قالب و نظایر آنها مورد توجه قرار داد.

انواع مصالح متداول مورد استفاده در قالبهای بتن عبارتند از:

چوب، فولاد، آلومینیوم، مواد پلیمری و مصالح بنایی.

چوب مصرفی در قالب‌ها شامل انواع تخته لایه (پلای وود)، چهارتراش، و نظایر آنها می‌شود. چوب مصرفی برای قالب باید صاف، بدون پیچ و تاب، سالم و بدون گره باشد. از مصرف چوب تازه برای قالب‌بندی باید خودداری شود. طراحی و محاسبهٔ قالب‌های چوبی بر اساس طراحی و محاسبهٔ ساختمان‌های چوبی موقت صورت می‌گیرد.

فولاد ممکن است به صورت گرم نورد شده و یا سرد خم شده در سازه‌های قالب به کار رود. در هریک از حالات می‌باید ضوابط طراحی ساختمان‌های گرم نورد شده یا سرد خم شده را به کار برد.

استفاده از آلومینیوم در سطوح در تماس با بتن، به ویژه در صفحات رویه ممنوع است، زیرا هم موجب خرابی قالب و هم موجب کاهش کیفیت بتن می‌شود.

دو نوع مواد پلیمری مصرفی در قالب‌های بتنی عبارتند از پلاستیک‌های سخت و پلاستیک‌های الیافی.

درصورتی که از مصالح بنایی به عنوان قالب استفاده می‌شود باید شرایطی را در اجرا فراهم آورد که از جذب آب بتن توسط مصالح بنایی، که موجب کاهش کیفیت بتن می‌گردد، جلوگیری شود.

۹-۱۲-۱-۶ اجرای قالب

۱) تعبیهٔ قالب برای اعضای بتنی با سطح فوقانی با شیب بیشتر از ۱:۱ الزامی است.

۲) پیش از آرماتوربندی می‌باید تا حد امکان رویهٔ قالب‌ها را نصب کرده و مواد رها ساز (روغن قالب) را روی قالب‌ها مالید.

۳) قطعات رویهٔ قالب‌ها را می‌باید به گونه‌ای در کنار هم قرار داده و جفت کرد که هدر رفتن شیرهٔ بتن ممکن نباشد.

دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید علایور جهرمی

۴) قالب‌ها باید از هر نوع آلودگی، ملات‌ها، مواد خارجی و نظایر اینها عاری باشند و پیش از هر بار مصرف با مواد رهاساز پوشانیده شوند. این مواد را باید چنان به کار برد که بدون آلوده شدن آرماتورها، روی سطوح قالب لایه‌ای یکنواخت و نازک بوجود آید.

۵) در مواردی که دسترسی به کف قالب‌ها دشوار یا غیر ممکن باشد، باید با تعبیه دریچه‌های بازدید و کفشوی قالب امکان تمیز کردن قالب پیش از بتن‌ریزی را فراهم کرد.

۶) درصورتیکه کیفیت سطح تمام شده، اهمیتی خاص داشته باشد، نباید از قطعات قالب صدمه دیده در مراحل قبلی استفاده کرد.

۷) مجموعه قالب‌بندی باید در تمامی مراحل پیش از بتن‌ریزی، ضمن و پس از آن به دقت زیر نظر باشد و به منظور حفظ مجموعه در محدودهٔ رواداری تعیین شده تنظیم شود.

۸) تعبیهٔ خیز اولیه برای تیرها و دال‌های با دهانهٔ بزرگ به گونه‌ای که بتواند تغییر شکل دراز مدت ناشی از بار مرده را جبران نماید، الزامی است.

۹-۱۲-۱-۷ پایه‌های اطمینان

۱) هنگام برداشتن قالب سطوح زیرین قطعات بتن آرمه باید پایه‌هایی را به عنوان پایه‌های اطمینان در زیر سطح باقی گذاشت تا از بروز تغییر شکل‌های تابع زمان جلوگیری شده و در عین حال تا کسب مقاومت کافی بتن، از بروز مشکلات مقاومتی و تغییر شکلی در ساختمان جلوگیری کند.

۲) پیش بینی پایه‌های اطمینان برای تیرهای با دهانهٔ بزرگتر از ۵ متر، تیرهای کنسول به طول بیشتر از دو و نیم متر، دال‌های با دهانهٔ بزرگتر از سه متر، و دال‌های کنسول، به طول بیشتر از یک و نیم متر اجباری است. تعداد پایه‌های اطمینان، فاصله بین آنها، و مشخصات آنها را می‌باید از طریق محاسبه و بر مبنای مقاومت کوتاه مدت بتن بدست آورد ولی در هر حال فاصله بین آنها نباید از سه متر بیشتر باشد.

۹-۱۲-۱-۸ قالب برای بتن‌ریزی در زیر آب

۱) قالب برای بتن‌ریزی در زیر آب، با توجه به ملاحظاتی که در مورد دیگر انواع قالب آمده است، طرح و محاسبه می‌شود با این تفاوت که جرم بتن در زیر آب بر اثر نیروی ارشمیدس به اندازه جرم آب جابجا شده کاهش می‌یابد.

۲) در ناحیهٔ جزر و مد، قالب‌ها باید برای پایین ترین تراز آب طرح و محاسبه شوند.

۳) تغییرات در برنامه‌های اجرایی ممکن است بتن‌ریزی را که برای حالت غوطه‌وری برنامه‌ریزی شده با تغییر شرایط مواجه سازد و به این ترتیب فشار آب را از دایره عمل خارج نماید.

۴) قالب‌های زیر آبی را باید تا حد امکان در قطعات بزرگ و در بالای سطح آب ساخت و سپس در محل خود در زیر آب مستقر کرد.

۵) باید از به کار بردن بولت‌ها و کش‌های درونی در قالب که می‌تواند در کار بتن‌ریزی اختلال ایجاد کند، تا حد امکان پرهیز شود.

۶) قالب‌ها را می‌باید به دقت به یکدیگر متصل کرده و به ترتیبی در کنار مصالح و یا قسمت‌های ساخته شده قبلی قرار داد که دوغاب و ملات تحت تأثیر فشار از درزها خارج نشود.

۷) چنانچه قالب در معرض عبور جریان آب قرار می‌گیرد باید از وجود منافذ کوچک در قالب که امکان شسته شدن ذرات بتن تازه را فراهم می‌سازد، پرهیز گردد.

۹-۱۲-۱-۹ قالب‌برداری

۹-۱۲-۱-۹-۱ نحوهٔ قالب‌برداری

۱) قالب را باید هنگامی برداشت که بتن بتواند تنش‌های موثر را تحمل کند و تغییر شکل آن از تغییر شکل‌های پیش‌بینی شده تجاوز نکند.

۲) پایه‌ها و قالب‌های 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 و برچیدن پایه‌ها باید گام به گام، بدون اعمال نیرو و ضربه 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.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید علایور جهرمی

۴) درصورتیکه قالب برداری پیش از پایان دوره مراقبت بتن انجام پذیرد، باید تدابیری برای مراقبت پس از قالب برداری اتخاذ کرد.

۹-۱۲-۱-۹-۲ برداشتن پایه‌های اطمینان

۱) برای تیرهای با دهانهٔ تا هفت متر، برداشتن کل قالب و داربست و زدن پایه‌های اطمینان مجاز است ولی برای دهانه‌های بزرگتر از هفت متر، تنظیم قالب و داربست باید به گونه‌ای باشد که برداشتن قالب بدون جابجایی پایه‌های اطمینان میسر باشد و یا برداشتن قالب و زدن پایهٔ موقت، به صورت مرحله‌ای باشد.

۲) برای ساختمان‌های متشکل از دیوارها و دال‌های بتن آرمه، نظیر ساختمان‌هایی که با قالب‌های تونلی یا قالب‌واره‌های به ابعاد بزرگتر ساخته شوند، می‌توان برچیدن پایه‌های اطمینان و برپایی مجدد آنها را در دهانه‌های تا ده متر مجاز دانست مشروط بر آنکه زدن پایه‌های اطمینان بلافاصله پس از برداشتن قالب باشد و در عمل اطمینان حاصل شود که هیچ نوع ترک یا تغییر شکل نامطلوب بروز نخواهد کرد. در این حالت نیز اجرای مرحله‌ای پایه اطمینان قالب الزامی است.

۳) بطور کلی در صورتیکه قطعهٔ مورد نظر جزئی از سیستمی پیوسته باشد، هنگامی می‌توان پایه‌های اطمینان را برداشت که تمامی قطعات مجاور آن هم بتن‌ریزی شده باشند و بتن مقاومت کافی را کسب کرده باشد. درصورتیکه تیر یا دال یکسره طراحی شده باشد، نمی‌توان پایه‌های اطمینان دهانه‌ای را برچید مگر آنکه دهانه‌های طرفین آن بتن‌ریزی شده باشند و بتن آن نیز مقاومت لازم را به دست آورده باشد.

۴) در صورت تکیه کردن مجموعه قالب‌بندی طبقهٔ فوقانی روی طبقهٔ تحتانی فقط هنگامی می‌توان طبقهٔ زیرین را برچید که بتن طبقهٔ بالا مقاومت لازم را بدست آورده باشد. این امر می‌باید مبتنی بر محاسبات سازه‌ای صورت پذیرد.

۵) توصیه می‌شود پایه‌های اطمینان همیشه در دو طبقهٔ متوالی وجود داشته باشند و تا حد امکان هر دو پایهٔ اطمینان نظیر در دو طبقه، بر روی هم و در امتدادی واحد قرار گیرند.

۶) برداشتن پایه‌های اطمینان باید بدون اعمال فشار و ضربه، به گونه‌ای باشد که بار به تدریج از روی آنها حذف شود.(در دهانه‌های بزرگ از وسط دهانه به سمت تکیه گاه‌ها و در کنسول‌ها از لبه به طرف تکیه‌گاه).

۷) برداشتن بار از روی پایه‌های اطمینان در دهانه‌های بزرگ و قطعاتی که نقش سازه‌ای حساسی دارند، باید با وسائل قابل کنترل انجام پذیرد به گونه‌ای که درصورت لزوم در هر لحظه بتوان باربرداری از روی پایه‌ها را متوقف کرد.

۹-۱۲-۱-۱۰ زمان قالب‌برداری

الف) درصورتیکه زمان قالب‌برداری در طرح تعیین و تصریح نشده باشد باید زمان‌های داده شده در جدول ۹-۱۱-۲ را بعنوان حداقل زمان لازم برای برچیدن قالب‌ها و پایه‌ها ملاک قرار داد.

جدول ۹-۱۲-۲ حداقل زمان لازم برای قالب‌برداری

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

زمان‌های داده شده با رعایت نکات مشروحه زیر معتبرند:

۱) بتن با سیمان پرتلند معمولی نوع یک یا دو یا سایر سیمان‌هایی که روند کسب مقاومت مشابه دارند، ساخته شده باشد.

۲) درصورتیکه ضمن سخت شدن بتن دمای محیط به کمتر از صفر درجهٔ سلسیوس تنزل کند زمان‌های داده شده را باید با توجه به شرایط بند ۹-۸-۴ اصلاح کرد.

۳) در صورت استفاده از سیمان پرتلند نوع سه یا مواد زود سخت‌کننده یا عمل‌آوری با بخار می‌توان زمان‌های داده شده را کاهش داد.

۴) درصورت استفاده از سیمان یا مواد دیر سخت شونده نظیر سیمان پرتلند نوع پنج یا سیمان‌هایی که روند کسب مقاومت مشابه دارند، باید زمان‌های داده شده را افزایش داد.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید علایور جهرمی

۵) درصورتیکه ملاحظاتی خاص برای جلوگیری از بروز ترک‌ها (به خصوص در اعضا و قطعات با ضخامت‌های متفاوت یا رویارو با دماهای مختلف)، یا تقلیل تغییر شکل‌های ناشی از وارفتگی مورد نظر باشد، باید زمان‌های داده شده را افزایش داد.

۶) درصورتیکه عمل آوردن تسریع شده یا قالب‌بندی خاصی مورد نظر باشد تقلیل زمان‌های داده شده امکان پذیر است.

ب) برچیدن قالب‌ها و پایه‌ها در مدتی کمتر از زمان‌های داده شده در جدول ۹-۱۲-۲ فقط به شرط آزمایش قبلی میسر است.

درصورتی که آزمایش آزمونه‌های آگاهی (نگهداری شده در کارگاه) حاکی از رسیدن مقاومت بتن به حداقل هفتاد درصد مقاومت مشخصه باشد، می‌توان قالب‌های سطوح زیرین را برداشت ولی برچیدن پایه‌های اطمینان فقط در صورتی مجاز است که علاوه بر مراعات تمامی محدودیت‌ها، بتن به مقاومت بیست و هشت روزهٔ مورد نظر رسیده باشد.

۹-۱۲-۱-۱۱ روش‌های طراحی قالب‌ها

قالب‌ها را از انواع مواد و مصالح می‌سازند. در یک سیستم قالب‌بندی ممکن است در عین حال از چند نوع مصالح نیز استفاده کرد.

گاهی اوقات، بویژه در ساختمان‌های بتن آرمه، ممکن است از سازهٔ اجرا شدهٔ طبقات زیرین بعنوان بخشی از سیستم قالب‌بندی نیز استفاده کرد.

اعضای چوبی سیستم قالب‌بندی را معمولاً به روش تنش مجاز، با استفاده از ضوابط طراحی ساختمان‌های چوبی، طراحی می‌کنند.

طراحی سایر اعضای سیستم قالب‌بندی که با فولاد، آلومینیوم، مواد پلیمری، یا بتن ساخته می‌شوند بر اساس آیین نامه‌ها و مقررات و ضوابط مربوطه صورت می‌گیرد.

۹-۱۲-۱-۱۲ بارهای وارد بر قالب‌های بتن

بارهای وارد بر قالب‌های بتن به پنج بخش اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱. بارهای قائم

۲. بارهای جانبی ناشی از فشار رانشی بتن تازه

۳. بارهای افقی

۴. بارهای ویژه

۵. بارهای ناشی از پس‌کشیدگی

قالب‌ها را می‌باید به گونه‌ای طراحی کرد که بتوانند بارهای وارده را پیش از آنکه سازهٔ بتنی مقاومت کافی را بدست آورد، با ایمنی مناسبی تحمل کنند.

۹-۱۲-۱-۱۳ سیستم‌های سازه‌ای قالب‌های انواع اعضای بتنی

۹-۱۲-۱-۱۳-۱ سیستم سازه‌ای قالب‌های دال‌ها

بارهای قائم وارد بر این قالب‌ها مستقیماً بر صفحهٔ رویهٔ قالب وارد می‌آید. این بارهای وارده از طریق صفحهٔ رویه به تیرچه‌ها، و از طریق تیرچه‌ها به تیرک‌ها، و از طریق تیرک‌ها به پایه‌ها (شمع‌ها) منتقل می‌گردند.

۹-۱۲-۱-۱۳-۲ سیستم سازه‌ای قالب‌های دیوارها

در این قالب‌ها، فشار رانشی بتن تازه بر صفحهٔ رویهٔ قالب وارد می‌آید. نیروی ناشی از این فشار از طریق صفحهٔ رویه به پشت بندهای قائم، و از طریق پشت بندهای قائم به پشت بندهای افقی به عضو کششی‌ای که بولت نامیده می‌شود منتقل می‌گردد. وادارها نیروی ناشی از بار باد و نیز ناشی از ضربه‌ها و نیروهای حین کار را تحمل می‌کنند.

۹-۱۲-۱-۱۳-۳ سیستم سازه‌ای قالب‌های ستون‌ها

در این نوع قالب‌ها، فشار رانشی بتن تازه بر صفحهٔ رویهٔ قالب وارد می‌آید. این نیروها به پشت بندهای قالب منتقل می‌شوند. نیروهای ناشی از رانش بتن تازه موجب ایجاد نیروی کششی در یوغ‌ها می‌گردد. وادارها نیروی ناشی از بار باد و نیز ناشی از ضربه‌ها و نیروهای حین کار را تحمل می‌کنند.

۹-۱۲-۱-۱۴ اسناد و مدارک فنی قالب‌های بتن

جزئیات و ضوابط اسناد و مدارک فنی قالب‌های بتن (نقشه‌ها، مشخصات فنی، دفترچهٔ محاسبات، و نظایر آنها) می‌باید مبتنی بر اصول کلی مهندسی ساختمان و بتن و نیز آیین‌نامه‌ها و مقررات ملّی مربوطه باشند.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید علایور جهرمی

اسناد و مدارک فنی قالب‌ها می‌باید از جمله شامل موارد زیر باشد:

۱. نوع مصالح مصرفی در قالب
۲. ابعاد و اندازه‌های اعضا
۳. جزئیات اتصالات اعضا
۴. مرجع محاسبات
۵. بارهای و روشهای طراحی و ضرایب اطمینان
۶. جزئیات دقیق روش اجرای کار و توالی مراحل کار، هم در قالب‌بندی و هم در قالب‌برداری
۷. جزئیات تاثیر روش اجرای کار و توالی مراحل اجرای کار بر بارهای طراحی و محاسبات سازهٔ قالب
۸. جزئیات مهارهای افقی، بست‌ها و قیدها و سیستم تامین صلبیت جانبی سازهٔ قالب
۹. جزئیات روش آب‌بندی اجزای قالب به منظور جلوگیری از خروج شیرهٔ بتن از قالب
۱۰. جزئیات روش‌های به کار برده شده برای تامین آب‌بندی سازهٔ بتن آرمهٔ در حال اجرا در هنگام بهره برداری، از جمله واتراستاپ‌ها، تیرهای زیرسری، و نظایر آنها
۱۱. جزئیات سوراخ‌های تعبیه شده در قالب برای خروج آشغال و آب حاصل از شستشوی قالب پیش از بتن‌ریزی و نیز برای بازرسی احتمالی داخل قالب
۱۲. جزئیات درزهای اجرایی و قطعات لازم برای اجرای درز به شکل‌های خاص، به منظور تامین پیوستگی مناسب بین بتن‌های دو طرف درز
۱۳. جزئیات اجرا و محل قرارگیری لوله‌ها و مجراهای مدفون در بتن، از جمله لوله‌ها و مجراهای آب، فاضلاب، بخار، برق، گاز و نظایر آنها. شایان ذکر است که این جزئیات می‌باید با رعایت ملاحظات سازه‌ای، تاسیساتی و تمامی موارد ذیربط و مبتنی بر آیین‌نامه‌ها و مقررات ملّی ساختمان در زمینه‌های مربوط تهیه گردد. همچنین رعایت ضوابط دوام در خصوص لوله‌ها و مجراهای مزبور و هرگونه قطعهٔ فلزی احتمالی مدفون در بتن الزامی است.
۱۴. جزئیات سوراخ‌های زهکش برای خروج آب پشت دیوار، در قالب‌های دیوارهای حایل و نظایر آنها.
۱۵. جزئیات سوراخ‌های احتمالی کارگذاشته شده برای پمپاژ بتن و ورود ویبراتور به درون قالب
۱۶. جزئیات نوع ویبراتورهای خارجی یا قالب‌های بدنه، در صورت استفاده و محل و جزئیات نصب آنها بر روی قالب

۱۷. جزئیات تامین شرایط برای جلوگیری از سقوط آزاد بتن در ارتفاع بیش از ۱/۲ m
۱۸. جزئیات روش تنظیم و جانمایی قالب در محل خود
۱۹. جزئیات سکوی کار و سایر سکوهای ویژهٔ نصب و برپایی قالب
۲۰. جزئیات خاص قالب‌های ویژه، نظیر قالب‌های بالا رونده، قالب‌های لغزنده، قالب‌های تونلی (قالب‌های یکپارچه دال و دیوار)، قالب‌های تونل‌ها، قالب‌های پل‌ها، و سایر انواع قالب‌های ویژه.

۹-۱۲-۱-۱۵ حداکثر تغییر شکل مجاز اعضای خمشی

اعضای خمشی قالب‌ها، از جمله صفحات رویه و پشت بندهای متعامد قالب‌های دیوارها و دال‌ها، عموماً به صورت تیرهای یکسره رفتار می‌کنند. حداکثر مقدار تغییر شکل مجاز اعضای خمشی، بسته به اهمیت ساختمان می‌باید بر اساس ضوابط آیین‌نامه‌ها و مقررات ملّی مربوطه در نظر گرفته شود. در عین حال، هنگامی که نمای عضو یا صلبیت آن مهم باشد، مقدار زیر می‌تواند به عنوان یک معیار مناسب برای حداکثر تغییر شکل اعضای خمشی ساختمان قالب در نظر گرفته شود:

$$\Delta_{max} = \min(\frac{\ell}{۳۶۰}, ۱/۵mm) \qquad (۹-۱۲-۱)$$

در عبارت اخیر، l نشان دهنده طول هریک از دهانه‌های آزاد قالب، و نه طول کل عضو سازه‌ای، است.

درصورتیکه نمای عضو و یا صلبیت آن از اهمیت زیادی برخوردار نباشد، معیار زیر برای حداکثر مقدار Δ_{max} مناسب است:

$$\Delta_{max} = \min(\frac{\ell}{۲۷۰}, ۳mm) \qquad (۹-۱۲-۲)$$

۹-۱۲-۱-۱۶ بارهای قائم وارد بر قالب‌ها

قالب دال‌ها و قالب کف تیرها را برای بارهای قائم وارد بر قالب طراحی می‌کنند.

بارهای قائم عمدتاً ناشی از موارد زیر می‌باشند:

۱. وزن قالب و ملحقات و قطعات اتصال آن

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید علایور جهرمی

۲. وزن بتن تازه ریخته شده

۳. وزن آرماتوربندی و سایر اقلام کار گذاشته شده در داخل بتن

۴. وزن ناشی از اجرای کار در هنگام آرماتوربندی، بتن‌ریزی، عمل‌آوری و نظایر آنها، که عبارتند از:

الف) وزن کارگران و پرسنل

ب) وزن ابزار و وسایل و تجهیزات، از جمله دستگاه ویبراتور و نظایر آن

پ) وزن گذرگاه‌ها و سکوهای کار

ت) وزن مواد و مصالح انبار شده بر روی قالب

ث) بار قائم ناشی از اجرای عملیات بتن‌ریزی

ج) بارهای موقت ناشی از انبار کردن مصالح، اعم از در حین کار یا سایر زمان‌ها

چ) بارهای ناشی از فشار رو به بالای باد

ح)در ساختمان‌های چند طبقه، بارهایی که از اتمام یا بخشی از طبقات فوقانی بر قالب‌ها وارد می‌شود را نیز می‌باید در طراحی قالب‌ها به حساب آورد.

۹-۱۲-۱-۱۶-۱ انواع بارهای قائم

بطور کلی بارهای قائم شامل دو بخش اصلی زیر می‌شوند:

۱. بارهای مرده، که شامل وزن قالب به علاوه وزن بتن تازهٔ ریخته شده و وزن آرماتور درون آن می‌شوند.

۲. بارهای زنده، که شامل وزن کارگران، وسایل و تجهیزات، مواد و مصالح انبار شده، عبورگاه کارگران وسایل و تجهیزات و ضربات ناشی از اجرای کار و ویبره بتن و نظایر آنها می‌شوند.

در ساختمان‌های چند طبقه، که ممکن است بارهای ناشی از طبقات فوقانی نیز به طبقات پایین وارد شوند، این بارها را باید در محاسبات سیستم شمع‌بندی و داربست‌ها و پایه‌های اطمینان طبقات پایین، متناسب و منطبق بر شرایط کار، در نظر گرفت.

بارهای زنده طراحی وارد بر قالب‌ها را نباید کمتر از $۲/۴\ kN/m^۲$ وارد بر تصویر سطح افقی در نظر گرفت. همچنین در صورتی که از وسایل حمل ماشینی بتن استفاده می‌شود نباید این مقدار را کمتر از $۳/۶\ kN/m^۲$ در نظر گرفت.

مجموعه بارهای مرده و زنده طراحی را نباید کمتر از $۴/۸\ kN/m^۲$ و درصورت استفاده از وسائل حمل ماشینی بتن نباید کمتر از $۶\ kN/m^۲$ در نظر گرفت.

وزن مخصوص بتن تازهٔ با وزن متعارف را می‌توان برابر با $۲۴\ kN/m^۳$ (برای بتن بدون آرماتور) و $۲۵\ kN/m^۳$ (برای بتن با آرماتور) در نظر گرفت.

۹-۱۲-۱-۱۷ نیروی برکنش ناشی از باد بر قالب‌های افقی بتن، بر اساس مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان

در قالب‌های افقی نظیر قالب‌های دال افقی و نظایر آن، نیروی بر کنش وارد بر قالب‌ها ($P_۲$) را می‌توان بر اساس مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان (بارهای وارد بر ساختمان) بدست آورد. نیروی برکنش از جمله نیروهای قائم وارد بر قالب محسوب می‌شود.

شایان ذکر است که نیروی باد در راستای قائم و در جهت از پایین به بالا بر قالب وارد می‌آید. همچنین در صورتیکه این نیرو اثر کاهنده بر روی بارهای ثقلی مرده و زنده داشته باشد نباید آن را در نظر گرفت.

نیروهای برکنش، بویژه از نظر طراحی اتصال پایه‌های قالب‌های قائم و دوختن آنها به زمین یا کف و نیز به خود قالب بسیار مهم است. برای طراحی بدین منظور می‌باید شرایط قالب را پیش از اجرا، یعنی پیش از وارد آمدن بارهای حین اجرا و وزن کارگران و بتن دال و نظایر آنها، در نظر گرفت.

۹-۱۲-۱-۱۸ در محاسبه بارهای جانبی ناشی از فشار رانشی بتن تازه، پیش از گیرش آن، بتن را به عنوان یک مایع در نظر می‌گیرند لذا نیروی ناشی از رانش بتن تازه عموماً همانند فشار هیدرواستاتیکی مایعات به دست می‌آید. وزن مخصوص بتن تازه با سنگدانه‌های با وزن مخصوص متعارف را می‌توان برابر با $۲۴\ kN/m^3$ در نظر گرفت. که لازم نیست فشار حاصل از فرض فوق از مقادیرحدی بدست آمده در بند ۹-۱۲-۱-۱۸-۲ بیشتر در نظر گرفته شود.

۹-۱۲-۱-۱۸-۱ پارامترهای موثر بر بارهای جانبی وارد بر قالب‌های بتن

بارهای جانبی ناشی از رانش بتن تازه، اساساً بر قالب‌های ستون‌ها، دیوارها، دیوارهای طرفین قالب‌های فونداسیون‌ها، و دیوارهای طرفین قالب‌های تیرها وارد می‌آیند. این بارهای جانبی عمدتاً ناشی از موارد زیر می‌باشند:

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید علایور جهرمی

۱. بارهای ناشی از رانش بتن تازه

۲. بارهای ناشی از فشار و مکش حاصل از بار باد

۳. بارهای ناشی از تغییرات دما

عوامل موثر بر بارهای جانبی ناشی از فشار رانشی بتن تازه، که بر قالب‌ها وارد می‌شوند، عبارتند از:

۱. سرعت بتن‌ریزی (V_1)

۲. دمای بتن تازه (T_c)

۳. ارتفاع بتن ریزی (H)

در خصوص موارد فوق، نکات زیر را می‌توان بیان کرد:

۱. منظور از سرعت بتن ریزی V_1، مقدار ارتفاع بتنی است که در واحد زمان ریخته می‌شود و واحد آن معمولا m/h است.

۲. دمای بتن‌ریزی در حدود $^{\circ}C$ ۴۰-۵ فرض شده است.

۹-۱۲-۱-۱۸-۲ محاسبه بارهای جانبی ناشی از فشار رانشی بتن تازه، وارد بر قالب‌های دیوارهای بتنی

فشار رانشی بتن تازه برای دیوارها و ستون‌ها طبق روابط ۹-۱۲-۱ و ۹-۱۲-۲ محاسبه می‌گردد:

الف) دیوارها

$$V_1 < 2\,m/h \qquad P_m = 7/2 + \frac{800 V_1}{T_c + 18}(kN/m^2)$$

$$2 \le V_1 \le 3\,m/h \qquad P_m = 7/2 + \frac{1200}{T_c + 18} + \frac{250 V_1}{T_c + 18}(kN/m^2) \qquad (۹\text{-}۱۲\text{-}۱)$$

$$V_1 > 3\,m/h \qquad P_m = 24H$$

$$30 \le P_m \le 100\,(kN/m^2)$$

ب) ستون‌ها

$$P_m = 7/2 + \frac{800 V_1}{T_c + 18}(kN/m^2) \qquad (۹\text{-}۱۲\text{-}۲)$$

$$30 \le P_m \le 150\,(kN/m^2)$$

۹-۱۲-۱-۱۹ لوله‌ها و مجراهای مدفون در بتن

۹-۱۲-۱- ۱۹-۱ کلیات

۱) مدفون کردن لوله‌ها و مجراهای آب و فاضلاب، بخار و گاز در بتن تیرها و ستون‌ها و در امتداد محور آنها، یا در بتن قطعات صفحه‌ای و به موازات میان صفحه آنها جز در موارد مندرج در این فصل ممنوع است.

۲) از عبور دادن لوله‌ها و مجراهای مذکور عمود بر امتدادهای ذکر شده باید تا حد امکان احتراز کرد. در صورت ضرورت باید اطراف لوله‌ها و مجراها را به نحوی مناسب تقویت کرد.

۳) در مناطقی که بارندگی مستمر ندارند، می‌توان برای ساختمان‌های تا سه طبقه، ناودان را در داخل بتن ستون دفن کرد مشروط بر اینکه در انجام محاسبات ساختمان، فضای اشغال شده توسط ناودان، خالی در نظر گرفته شود.

۴) عبوردادن لوله‌ها و مجراها از داخل فضای خالی تیرها و ستون‌های با مقطع مجوف مشروط براینکه قابل بازدید و قابل تعویض باشند، بلامانع است.

۵) لوله‌ها و مجراهای آلومینیمی نباید در قطعات بتنی دفن شوند مگر آنکه به طرزی موثر روکش شده باشند به‌طوری که ترکیب شیمیایی میان بتن و آلومینیم و نیز فعل و انفعال الکتروشیمیایی بین آلومینیم و فولاد امکان پذیر نباشد.

۶) در قالب‌بندی، پوشش‌های طبقات و نیز دیوارهای باربر باید عبور لوله‌ها و مجراهای مورد نیاز تاسیسات مکانیکی و برقی مطابق نقشه‌های مربوط پیش‌بینی شود، تا تخریب بتن پس از اتمام بتن‌ریزی لازم نشود. در موارد اضطراری که تعبیهٔ سوراخ‌ها در زمان قالب‌بندی و بتن ریزی پیش بینی نشده باشد، سوراخ کردن دال یا دیوار فقط با استفاده از وسایل مناسب و مصوب دستگاه نظارت مجاز است.

۷) قرار دادن لوله‌های پلاستیکی داخل ستون‌ها و دیوارها برای عبور میل مهارهای قالب به شرط پرکردن آنها با ملات ماسه سیمان پس از قالب‌برداری، مجاز است. در صورتی‌که تعداد و قطر این لوله‌ها در حدی باشد که هیچ یک از مقاطع بتن بیشتر از ۳٪ تقلیل نیابد، می‌توان از پرکردن آنها صرفنظر کرد.

دانشگاه آزاد اسلامی واحد زرین‌شهر
دانشکده فنی و مهندسی
مدرس: دکتر سعید علایور جهرمی

۸) درستون‌ها، سطح اشغال شده توسط لوله‌ها و مجراهایی که همراه بست‌های خود در بتن ستون دفن می‌شوند نباید از ۳٪ سطح مقطعی که محاسبهٔ مقاومت قطعه برآن اساس بوده یا برای مقابله با اثر آتش‌سوزی مورد نیاز است بیشتر باشد. به‌علاوه این گونه لوله‌ها و مجراها باید در حوالی محور طولی قرار گیرند.

در هر حال، عملکرد قطعه نباید با خدشهٔ قابل ملاحظه‌ای مواجه شود. در صورت برآورده نشدن شروط فوق باید اثر مجراها را در مقاومت ستون‌ها منظور کرد.

۹) لوله‌ها و مجراهای مدفون در بتن دال‌ها، تیرها و دیوارها، به جز در مواردی که نقشه‌های آنها به تصویب مهندس طراح رسیده باشند، باید با هردوی ضوابط زیر مطابقت داشته باشند:

الف) ابعاد بیرونی آنها نباید از $\frac{1}{3}$ ضخامت کل قطعهٔ مورد نظر بیشتر باشد.

ب) فاصلهٔ مرکز تا مرکز هر دو لوله یا مجرای مجاور نباید از ۳ برابر قطر آنها کمتر باشد.

۹-۱۲-۲ درزهای بتن

۹-۱۲-۲-۱ درزهای اجرایی

تعداد درزهای اجرایی باید در کمترین حد لازم برای انجام کار انتخاب شود.

در تعیین موقعیت درزهای اجرایی باید دقت کافی به عمل آید. شکل درزهای اجرایی و موقعیت آنها بسته به اهمیت کار باید در نقشه‌ها منعکس یا در کارگاه به وسیله دستگاه نظارت تعیین شود. در هر حال تعیین موقعیت درزهای اجرایی را نباید به محل یا زمانی دلخواه از قبیل پایان روز کار موکول کرد.

۹-۱۲-۲-۱-۱ در درزهای اجرایی باید سطح بتن را تمیز کرد و دوغاب خشک شده را از روی آن زدود.

۹-۱۲-۲-۱-۲ درزهای اجرایی را باید در مقاطعی پیش‌بینی‌کرد که در آنها نیروهای داخلی و به ویژه نیروهای برشی کمترین مقدار را دارند. در صورت لزوم برای انتقال نیروهای برشی و سایر نیروهای داخلی، در محل درزهای اجرایی باید پیش‌بینی‌های لازم به عمل آید.

۹-۱۲-۲-۱-۳ برای تأمین پیوستگی بتن در محل درزهای اجرایی باید سطح بتن قبلی را خشن ساخت و سپس لایه بعد را ریخت.

۹-۱۲-۲-۱-۴ باید تمامی سطوح درزهای اجرایی را قبل‌از بتن‌ریزی جدید به صورت اشباع با سطح خشک در آورد.

۹-۱۲-۲-۱-۵ درزهای اجرایی نباید بدون شکل باشند بلکه باید امتدادی عمود بر امتداد تنش‌های عمود بر سطح داشته باشند. از ایجاد درزهای بزرگ اجرایی باید خودداری کرد و درزهای لازم را به صورت پلکانی یا سطوح شکسته در نظر گرفت.

۹-۱۲-۲-۱-۶ ایجاد درزهای اجرایی قائم باید با قالب‌های مناسب انجام شود.

۹-۱۲-۲-۱-۷ ایجاد درزهای اجرایی کف‌ها باید در ثلث میانی دهانه دال‌ها و تیرهای اصلی و فرعی قرار گیرند. در تیرهای اصلی فاصله هر درز اجرایی تا تیر فرعی متقاطع با آنها نباید از دو برابر عرض تیر فرعی کمتر باشد. در صورت تعارض مفاد بند ۹-۱۲-۲-۱-۲ اولویت دارد.

۹-۱۲-۲-۱-۸ تیرها یا دال‌های متکی بر ستون‌ها یا دیوارها را تا زمانی‌که این اعضای قائم حالت خمیری دارند، نباید بتن‌ریزی کرد.

۹-۱۲-۲-۱-۹ بتن تیرها و سر ستون‌ها را باید به صورت یکپارچه با بتن دال ریخت ، مگر آن‌که خلاف آن در نقشه‌ها یا دفترچه مشخصات تصریح شده باشد.

۹-۱۲-۲-۲ درزهای انبساط

در ساختمان‌هایی که طول یا عرض آنها زیاد باشد، لازم است با تعبیه درز انبساط امکان آزاد شدن تغییر شکل‌ها فراهم شود. فاصله بین دو درز متوالی (طول یا عرض ساختمان بین دو درز) در مناطق خشک ۲۵ متر، در مناطق معتدل ۳۵ متر و در مناطق مرطوب ۵۰ متر در نظر گرفته می‌شود.

در صورت عدم امکان پیش بینی درز انبساط لازم است اثر تغییر شکل‌های حرارتی یا جمع‌شدگی بتن در تحلیل سازه منظور شود. عرض درز انبساط متناسب به تغییر شکل اجزای سازه‌ای از رابطه (۹-۱۲-۳) محاسبه می‌شود.

$$\Delta L = \alpha L \Delta T \qquad (۹-۱۲-۳)$$

در این رابطه، α برابر با ۱۰×۱۰^{-۶} $1/°C$ در نظر گرفته می‌شود. مقدار ΔT بر حسب تغییرات درجه حرارت در هر منطقه اختیار می‌شود. در صورتی که آمار قابل قبول مورد نیاز برای ΔT

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید علایور جهرمی

وجود نداشته باشد آن را برابر با ۶۰ درجه سلسیوس بر حسب حداقل $30\ ^{\circ}C$- و حداکثر $30\ ^{\circ}C$+ در نظر گرفته می‌شود. این مقدار لازم است ضوابط مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان را برای درز انقطاع نیز تأمین نماید.

۹-۱۲-۲-۳ درزهای انقطاع

در ساختمان‌هایی که نسبت طول به عرض ساختمان از ۳ بیشتر است باید با ایجاد درز انقطاع آن را به مستطیل‌هایی تبدیل‌کرد که نسبت طول به عرض آنها از ۳ بیشتر نباشد در غیر این صورت تغییر شکل‌های ناشی از نبود درز انقطاع در تحلیل منظور گردد. سایر ضوابط درز انقطاع و میزان آن مطابق با مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان می‌باشد.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس: دکتر سعید علایور جهرمی

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

خطا های طراحی

- خطا در محاسبه
- ارزیابی نادرست اثر عوامل جوی
- ارزیابی نادرست خورندگی محیط
- عدم توجه به تغییر و تحول مشخصه های مصالح در طول زمان
- خطا در تهیه نقشه ها و مدارک اجرائی
- عدم توجه به جزئیات اجرائی
- عدم توجه به ضوابط ، مقررات و توصیه های آئین نامه ای در موقع تهیه نقشه های اجرائی

خطاهای اجرائی

- خطا در قالب بندی
- خطا در آرماتوربندی
- خطا در بتن ریزی
- خطا در قالب برداری
- عدم رعایت ضوابط اجرائی و اصول فنی
- خطا در کنترل کیفیت

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

خطا در محاسبه

- ✓ انتخاب مدل محاسباتی نامناسب برای سازه
- ✓ خطا در ارزیابی عاملهای موثر بر سازه ، ترکیب های تعیین کننده آنها و تغییر شکل های تحمیل شده برآن.
- ✓ خطا در محاسبه اثر عاملها و ارزیابی تلاشها و تغییر شکلها.
- ✓ اختیار کردن مفروضات ناصحیح در مورد مشخصات مکانیکی مصالح مصرفی (زیادتر گرفتن مقاومت های مصالح از حد قابل دسترسی)
- ✓ خطا در تعیین ابعاد و مقاطع مناسب برای تحمل تلاشها که در نتیجه تنشها از ح د قابل تحمل مصالح فراتر می روند.
- ✓ عدم توجه به رانش قوسها ، قابها و ستونهای غیرقائم.
- ✓ عدم توجه به عواقب اثر توأم تلاشهای مختلف که ممکن است اثر یکدیگر را تشدید نمایند.
- ✓ خطا در ارزیابی اثر تغییر شکلها و تغییر مکانها و یا پذیرش تغییر مکانهای زیاد که ممکن است :
  - پایداری مجموعه ساختمان را تحت تأثیر قرارداده و هندسهٔ کلی ساختمان را برهم زند
  - به کمانش و ناپایداری برخی از اجزاء و قطعات نظیر ستونها و صفحات باربر منجر شوند
  - جنبهٔ موضعی داشته باشند و به تغییر شکلها و ترکهای بیش از حد مجاز قطعات بیانجامند
- ✓ عدم توجه و از نظر انداختن اثرات خاص عاملها مثل ضربه زدن ساختمانها در موقع زلزله به یکدیگر ، پدیده تشدید نوسانها ، اثر وانتوری و اثر دینامیک عمود بر امتداد وزش باد در ساختمانهای باریک و بلند ناشی از گردبادهای موضعی.

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

ارزیابی نادرست اثر عوامل جوی

- ✓ عدم توجه به توالی و تکرر دوره های یخبندان و باز شدن یخ.
- ✓ عدم توجه به تر و خشک شدن های متوالی و مکرر.
- ✓ عدم توجه به نوسانات دما و رطوبت و اثر آنها بر تغییر شکلهای ایجاد شده در بتن موارد بالا ممکن است ازابتدا به تخریب سطح و در طول زمان به از هم پاشیدگی بتن منجر شوند)

ارزیابی نادرست خورندگی محیط

- ✓ عدم توجه به اثرات نامطلوب خاک ، آب و اتمسفر حامل املاح و گازهای خورنده.
- ✓ انتخاب و کاربرد مصالح نامناسب مثلا " انتخاب نوع نامناسب سیمان یا مصرف میلگردهای مختلف در مناطق گرم ، مرطوب و آلوده به املاح خورنده که به تسهیل بروز اثر پیل و خوردگی میلگردها منجر می شود.
- ✓ عدم پیش بینی ضخامت مناسب بتن روی میلگردهای آرماتور در محیط خورنده که سبب تسهیل نفوذ عوامل خورنده به داخل بتن و تسریع در شروع خوردگی میلگردها در داخل بتن می گردد.
- ✓ عدم توجه به تغییر و تحول مشخصه های مصالح در طول زمان وادادگی یا وارفتگی (Shrinkage & Creep)
- ✓ ارزیابی نادرست اثر تغییر شکلهای تابع زمان(جمع شدگی یا افت (Relaxation & Durability)
- ✓ تقلیل پایایی

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

خطا در تهیه نقشه ها و مدارک اجرائی

- ✓ مشخص نکردن نوع مصالح مصرفی در نقشه ها و مدارک اجرائی و باز گذاشتن راههای خطاهای اجرایی.
- ✓ بیش از حد ساده کردن نقشه ها با علامات و حروف جهت سادگی ترسیم که سبب اشتباه در اجرا می شود.
- ✓ نقشه کشی در ترسیم نقشه ها و رسم نقشه های اجرایی مغایر با آنچه محاسبه شده است.
- ✓ عدم کفایت مدارک اجرایی از جمله :
  - ✓ عدم تصریح شرایط و مقررات حاکم بر اجرا .
  - ✓ عدم تصریح رواداری ها در مدارک اجرایی .
  - ✓ عدم ذکرمرحله بندی اجرا از جمله مشخص کردن ترتیب بتن ریزی قطعات یا ترتیب کشیدن کابلهای پیشنیدگی .
  - ✓ تهیه نکردن نقشه های جزئیات نقاطی که به دلایل خاص نیاز به تمهیدات ویژه دارند
  - ✓ ناقص بودن نقشه ها از نظر مقاطع ، جزئیات و نماهای لازم برای اجرا .
- ✓ عدم هماهنگی نقشه های اجرایی با یکدیگر و تفاوت در مقاطع و جزئیات در نقشه های مختلف یک کار.
- ✓ عدم کنترل نقشه ها و مدارک اجرایی قبل از اجرا و یا کنترل سطحی و غیر دقیق آنها.

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

عدم توجه به جزئیات اجرائی

- ✓ مهار نکردن کامل میلگردهای اتصال اجزاء سازه به یکدیگر (گره های تیر و ستون) و تأمین نکردن پیوستگی.
- ✓ پیش بینی نکردن آرماتور دوخت کافی و تنگ در محل قطع و وصله میلگردها.
- ✓ پیشبینی نکردن آرماتور توزیع در محل اثر بارهای متمرکز
- ✓ پیش بینی نکردن آرماتور تعلیق در محل اثر بارهای آویخته.
- ✓ پیش بینی نکردن تنگ در محل خمیدگی میلگردهای کششی در گوشه های تورفته ، برای جلوگیری از رانش به فضای خالی.
- ✓ قطع و وصلهٔ همه یا قسمت اعظم میلگردهای آرماتور اصلی در یک مقطع.
- ✓ کم اختیار کردن آرماتور تقسیم دالها.
- ✓ رعایت نکردن شعاع خم میلگردهای قطور که ممکن است به خود میلگردها و مهاری آنها لطمه بزند و یا باعث شکاف خوردن بتن گردد.
- ✓ عدم دقت در آرماتوربندی دور بازشوها ی دیوارها و دالها و بیش بینی نکردن میلگرد مورب در گوشه های بازشوها.
- ✓ عدم قراردادن میلگرد در گوشه های دالهایی که روی خاک تکیه دارند و روی آنها دیوار است (ترک خوردگی آنها)
- ✓ تراکم بیش از حد میلگرد در پائین تیر یا دال در محل برخورد تیر به ستون که مانع عبور بتن می شود.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

عدم توجه به جزئیات اجرائی

- ✓ عدم وجود قلاب برای بهم بستن دو شبکه آرماتور جدار سیلوها به هم.
- ✓ ادامه ندادن و مهار نکردن میلگردهای طولی کلاف های شالوده در زیر ستونها.
- ✓ قرار دادن مقدار زیادی میلگرد در مقاطع با عرض کم و بتن خور نبودن مقطع.
- ✓ مهار نکردن و پیوند ندادن دیوارهای اطراف ساختمان به اسکلت باربر برای جلوگیری از جدا شدگی و فرو افتادن آنها.
- ✓ نزدیک بودن پیچ های مهاری کف ستون به لبهٔ فونداسیون که در موقع زلزله خطرناک است.
- ✓ قرار گرفتن دیوارها و تیغه ها تنها روی یک تیرچه سقف که سبب افت تیرچه و ترک خوردگی سقف و دیوارها می شود.
- ✓ متصل نکردن تیرهای اصلی زوج به یکدیگر برای جلوگیری از تغییر شکل متفاوت آنها و تأمین مقاومت پیچشی مجموع.
- ✓ تأمین نکردن پیوستگی کلاف های روی دیوارها.

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

عدم توجه به ضوابط و مقررات و توصیه های آئین نامه ای در موقع تهیه نقشه های اجرایی

- ✓ قرار ندادن آرماتورگونه در تیرها
- ✓ عدم رعایت مقادیر حداقل تنگ
- ✓ ادامه نیافتن حداقل آرماتور لازم تا روی تکیه گاه
- ✓ ندادن تنگهای ستونها در محل برخورد با تیرها و ایجاد نقطه ضعف در هنگام زلزله
- ✓ ادامه نیافتن حداقل آرماتور منفی لازم از تکیه گاهها به سمت وسط دهانه تیر
- ✓ قرار ندادن آرماتور فوقانی در دالهای با ضخامت زیاد
- ✓ مشخص نکردن کلافهای قائم و افقی در سازه های با مصالح بنایی خصوصا" در مناطق زلزله خیز
- ✓ استفاده از میلگردهای ساده و بدون آج برای آرماتور اصلی ... و بسیاری موارد دیگر

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

خطا در قالب بندی

- ✓ خطا در هندسهٔ کلی سازه و موقعیت اجزاء آن نظیر عدم رعایت طول دهانه ها و ابعاد چشمه ها ، برون محوری ستونها، برون شاقولی اجزای قائم ، عدم رعایت رقومها، مستقیم الخط نبودن فصل مشترک سطوح مختلف، برون شاقولی دیوارها ، برون محوری تیر در محل برخورد به ستون.
- ✓ عدم رعایت ابعاد مقاطع و انحراف از آنچه در طرح پیش بینی شده است
- ✓ آب بند نبودن قالب که به خروج شیرهٔ بتن و کیفیت نازل آن منجر می شود
- ✓ عدم پایداری شکل قالب به ویژه لغزان
- ✓ عدم ایستائی داربست
- ✓ معیوب بودن قالب لغزان (مثلا" فاقد کمربند هادی فوقانی و متغیر شدن ضخامت پوشش بتن روی میلگرد)
- ✓ آغشته نکردن داخل قالب به مواد روغنی برای سهولت جدایی قالب از بتن

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

خطا در آرماتوربندی

- ✓ عدم رعایت نوع ، قطر، طول ، شکل و تعداد میلگردهای آرماتور
- ✓ عدم رعایت جزئیات خمها و طولهای مهاری
- ✓ عدم رعایت ترتیب قرار گرفتن میلگردها در گره ها
- ✓ عدم رعایت فاصله میلگردها از قالب و از یکدیگر (که سبب زیاد یا کم شدن پوشش بتن روی آرماتور می شود)
- ✓ تثبیت نکردن میلگردها نسبت به هم و مجموعهٔ آنها نسبت به قالب
- ✓ عدم رعایت جزئیات اجرائی در محلهای وصله و گره ها
- ✓ عدم توجه به خم کردن انتهای تنگها و مهار کردن آن در داخل حجم بتن
- ✓ عدم رعایت موقعیت و طول میلگردهای انتظار و در صورت انحراف از موقعیت صحیح ، خم کردن آنها به برای انتقال به محل پیش بینی شده در نقشه
- ✓ رعایت نکردن موقعیت دقیق کابلهای پیش تنیدگی
- ✓ رعایت نکردن موقعیت و محل صحیح میلگردها
- ✓ خم کردن میلگردهای طولی ستونها در محل وصله پوششی که حالت گمانه گردن به آنها می دهد

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

خطا در بتن ریزی

- به کار بردن مصالح سنگی نامناسب، مثلا " سنگدانه هائی که واکنش نامطلوب آنها با مواد قلیائی سیمان محتمل است یا سنگدانه های با چسبندگی کم و یا قابل تورم و یا تمیز نبودن مصالح سنگی
- استفاده ازسیمان وآب نامناسب برای تهیه بتن (مصرف همزمان چند نوع سیمان یا مصرف سیمان مانده و عدم رعایت نسبت های اختلاط بهینه مواد متشکله بتن
- مصرف مواد افزودنی ناشناخته و به ویژه مصرف توأم چند ماده بدون توجه به سازگاری آنها با هم
- استفاده از تجهیزات و روش های نامناسب اختلاط
- عدم توجه به حفظ یکنواختی بتن در موقع حمل و استفاده از روشهای نامناسب حمل
- استفاده از روشها و وسائل نامناسب برای ریختن و جا دادن بتن و عدم توجه به پرشدن گوشه ها و زوایای قالب و اطراف میلگردها
- عدم مراقبت یا مراقبت ناقص بتن با وسائل و روشهای غیر مؤثر
- عمل آوردن بتن با روشهای نامناسب
- تسطیح و پرداخت عجولانهٔ بتن قبل از اینکه بخش عمدهٔ جمع شدگی اولیه و نشست بتن صورت گرفته باشد. این مسئله به ویژه وقتی ضخامت قطعه زیاد است به ایجاد فضای خالی زیر میلگردهای افقی فوقانی و ایجاد ترک منجر می شود.
- عدم توجه به ضوابط بتن ریزی در شرایط خاص آب و هوائی (خیلی گرم و یا خیلی سرد)
- کیفیت بد بتن (به طور کلی) مانند ضعف مقاومت یا عدم یکنواختی

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

خطا در قالب برداری

- ✓ برداشتن قالب قبل از موعد و وقتی که بتن هنوز به میزان لازم خود را نگرفته و سخت نشده است.
- ✓ قالب برداری با اعمال فشار و ضربه زدن به قطعات تازه بتن ریزی شده که به ایجاد و تعمیم ریز ترکها منجر می شود.
- ✓ برداشتن کل قالب و نصب مجدد پایهٔ اطمینان و یاعدم نصب پایه اطمینان در دهانه ها و چشمه های بزرگ.
- ✓ برداشتن پیش از موعد پایه های اطمینان.
- ✓ جا ماندن قطعات چوبی قالب در بتن مانند رویهٔ قالب

خطا در کنترل کیفیت

- ✓ نبودن کنترل و یا ضعیف بودن آن روی کیفیت کار افرادی که به کار گمارده شده اند.
- ✓ عدم وجود نظارت موثر و مناسب به ویژه نظارت درونی از طرف خود سازنده نه نظارت بیرونی از طرف کارفرما.
- ✓ نامناسب و یا نادرست بودن روش کنتر ل کیفیت و در نتیجه به اشتباه افتادن ناظر در مورد کیفیت کار اجرا.

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دانشکده مهندسی عمران
مدرس:دکتر سعید غفاریور جهرمی

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

عدم رعایت ضوابط اجرائی و اصول فنی

- آماده نکردن سطوح واریز در درزهای ساختمانی قبل از شروع مجدد بتن ریزی.

ساختن قسمت پائین ستون و دیوار به ارتفاع حدود ۱۰ سانتیمتر با بتن یا ملات یا به اصطلاح منظور تکیه دادن و تنظیم قالب که به ایجاد نقطه ضعف در محل تلاشهای ماکزیمم منجر می شود و یا حداقل اینکه به جای یک سطح واریز دو سطح واریز داریم.

- انجام عملیات اجرایی در شرایط غیر مجاز (در هوای سرد و یخبندان یا هوای بسیار گرم و در معرض وزش باد یا بارندگی).
- عدم توجه به مرحله بندی اجرا و از جمله کشیدن بی موقع کابلهای پیش تنیدگی یا رعایت نکردن ترتیب بتن ریزی که در نقشه ها پیش بینی شده.
- تزریق ناقص کابلهای پیش تنیدگی.
- توجیه ، تفسیر و تغییر احتمالی نقشه ها در کارگاه بدون نظر طراح.
- عدم توجه به ایستایی قسمتهای اجرا شده زیر سربارهای اجرائی و بارگذاری غیرمتعارف این قسمتها.
- انجام ندادن امور بدیهی در جلوگیری از اثر عوامل محیطی (ضد زنگ زدن و ...)
- تمیز نکردن گل جوش قبل از سرنج زدن و جوشکاری بر روی قسمت های سرنج خورده یا آلوده و مرطوب و عدم زنگ زدگی قبل از سرنج زدن.

خطاهای طراحی و اجرائی ساختمانهای بتن آرمه

عدم رعایت ضوابط اجرائی و اصول فنی

- عدم توجه به تراز بودن سطح بتن سقفها یا تراز بودن بلوکهای سفالی و در نتیجه افزایش بار مرده در اثر پوکه ریزی اضافی برای تراز نمودن سقف.
- عدم توجه به پیوستگی قسمتهایی که جداگانه بتن ریزی شده اند.
- ایجاد سطوح واریز معیوب (شیبدار، درجای نادرست و به شکل ناصحیح)
- استفاده از میلگردهای با مشخصه های مختلف
- به کار بردن میلگردهای ساده که در بازشدگی ترکها موثر است.
- مهار نکردن بالای دیوارها به زیر تیر فوقانی
- تمیز نکردن داخل قالب ها قبل از بتن ریزی
- پرکردن بلوکهای سیمانی دیوارها با خرده بلوک
- عدم زدودن زنگ میلگردها و قطع ارتباط آنها با بتن آلوده پشتی در هنگام بهسازی
- عایق بندی نامناسب قطعات مرتبط با خاک
- عدم توجه به یخ زدن و آماده کردن جوش درزها که به تقلیل ظرفیت اتصالات منجر می شود