کلاس های ارتقای پایه نظام مهندسی

عنوان دوره :

قالب بندی و قالب برداری(کد دوره 313)

برای رشته عمران

تهیه و تنظیم : محمد باقر مهدی زاده

رشته : عمران(پایه سه به دو)	صلاحیت : نظارت	شماره دوره: ۳۱۳

ردیف	سرفصل ها :	مدت : (ساعت)
۱	شناخت انواع قالبها از لحاظ نوع جنس و مصالح و موارد کاربرد هر یک از آنها	
۲	شناخت بارهای وارد بر قالب (بارهای قائم، بارهای جانبی، بارهای ویژه)	
۳	عوامل تأثیرگذار در بارهای وارد بر قالب (نوع سیمان، افزودنی‌ها، درجه حرارت و . . .)	
۴	شناخت اجزای قالبهای افقی و قائم(بدنه اصلی، سفت کننده ها، افقی و مایل نگهدارنده، پایه ها و شمعها و . . .)	
۵	انتخاب سیستم مناسب قالب با توجه به عوامل مربوطه	
۶	طراحی اجزای قالبهای افقی و قائم(تیر، دال، ستون و دیوار)	
۷	ضوابط مربوط به زمان قالب برداری	
۸	قالبهای ویژه(میزی، متحرک، یکپارچه و لغزان)	
۹	نکات ویژه قالب برداری	
جمع		۱۶

منابع و مراجع

- راهنمای قالب بندی
- نشریه 55 سازمان برنامه و بودجه

دلیل قالب بندی بتن

بتن تا قبل از گیرش‌های اولیه و نهایی، ترکیبی سیال محسوب می‌شود. این ترکیب سیال برای قرار گیری در موقعیت مورد نظر نیاز به چهارچوبی جهت نگهداری و جلوگیری از ریزش ترکیب بتن تا زمان گیرش اولیه دارد. به این چهارچوب نگهداری بتن، قالب گفته می‌شود.

قالب چیست و چه کاربردی دارد؟

قالب سازه ای است که برای بتن ریزی به صورت موقت یا گاهی دائم مورد استفاده قرار می گیرد.

وظیفه اصلی قالب تحمل بارهای ناشی از بتن و اجرای آن تا زمانی است که خود بتن بتواند بارهای وارده از جمله وزنش را تحمل کند.

قالب باید به اندازه کافی مقاومت داشته باشد تا نیروهای ناشی از لرزاندن (ویبره کردن) بتن را تحمل کند و بدون آسیب رساندن به بتن از آن جدا شود

قالب باید بتواند بتن را در محدوده رواداری ها نگه دارد، بارهای وارده را تا زمان سخت شدن بتن و کسب مقاومت کافی تحمل کند و به سطح بتن نمای دلخواه بدهد.

از دیگر وظایف قالب می توان به حفاظت بتن در برابر صدمات مکانیکی، جلوگیری از کم شدن رطوبت بتن و نشت شیره آن، ایجاد عایقی مناسب در برابر سرما و گرمای محیط و نگه داشتن میلگردها و سایر اجزایی که در بتن قرار می گیرند در محل خود اشاره کرد.

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.

مصالح متداول برای ساخت قالب عبارتند از :

- آجر و بلوک
- چوب
- ورق های فولادی و نیمرخ های سبک
- آلومینیوم
- فایبر گلاس

قالب آجري

اين نوع قالب براي شالوده ها وديوارهاي حايل مجاور خاك مورد استفاده قرار مي‌گيرد. براي اجرا بسته به ارتفاع بتن در قالب و نيز نيروهاي وارده، يك ديوار به ضخامت 10 يا 20 سانتيمتري احداث مي‌شود. براي جلوگيري از كرمو شدن بتن و مكيده شدن آب آن توسط آجر قبل از بتن‌ريزي بايد يك لايه ورق نايلوني روي سطح ديوار قالب نصب كرد، در صورتي كه امكان انجام دادن اين كار نباشد، بايد سطح آجرها را كاملاً آب پاشي نمود. همچنين بايد دقت نمود تا آب در قالب‌ها جمع نشود.

قالب آجری

قالب بلوک سیمانی

در واقع قالب آجری یا بلوکی، یک نوع قالب بندی دائم است که معمولاً برای فونداسیون انجام می شود و پس از بتن ریزی نیز در جای خود باقی می ماند. جذب آب بتن توسط مصالح موجب کاهش کیفیت بتن می گردد.

اجرای دیوار پشت بند برای قالب آجری

نکته مهم اینکه مصالح قالب نباید از کیفیت بتن کاسته یا اجرای فونداسیون را با مشکل مواجه نماید.بدین منظور قالبهای اجری قبل از بتن ریزی توسط پلاستیک پوشیده شده و یا ابعاد پی را در حدود ۵ سانتی متر از هر طرف بیشتر از ابعاد محاسبه شده انتخاب نمود تا شیره سیمان را به خود جذب ننماید و در قالب های چوبی و فلزی سطح قالب به نفت سیاه و یا روغن های دیگر اغشته میشود تا برداشتن و جدا کردن قالب به سهولت انجام گیرد. اگر بعد از بستن قالب بخواهیم ان را روغن مالی کنیم ممکن است میلگردهای بسته شده به روغن اغشته گردد که این خود مانع چسبیدن بتن و فولاد و یکپارچگی آنها میگردد

رواداری های قالب بندی فنداسیون

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

قالب های چوبی بتن

این نوع قالب بندی که به دلیل زمان بر بودن، بیشتر در پروژه های کوچک استفاده می شود بسیار ساده است.

این قالب ها نسبت به نوع فلزی عمر کمتری دارند ولی به دلیل انعطاف بالا در مواردی که قالب بندی مشکل باشد راه حل مناسبی هستند.

چوب های استفاده شده معمولاً از جنس درختانی با برگ های سوزنی نظیر چوب کاج و چوب روسی می باشند.

چوب مصرفی باید صاف، بدون پیچ و تاب و سالم باشد. از مصرف چوب تازه باید خودداری کرد.

طراحی و محاسبه قالب های چوبی بر اساس طراحی و محاسبه ساختمان های چوبی موقت صورت می گیرد

قالب های پلی وود از چند لایه چوب و پلاستیک ساخته می شوند. پلاستیک سطح روی چوب را می پوشاند و در برابر رطوبت مقاوم می گردد.

قالب چوبی

۱-صفحه رویه
۲-پشت بند
سر شمع
۳- نیرک
۴- شمع ها
ppt90.ir

برای شاقول کردن ستون از هر دو طرف با شاقول با نخ نازک و به ارتفاع ۲.۵ متر استفاده کنید. لبه قالب را ملاک قرار دهید، چون معمولاً وسط قالب شکم داده است. بالاترین نقطه را که می توانید ملاک قرار دهید و در پایین ترین نقطه شاقول بودن را بسنجید.
شاقول قالب های بتنی

چوب

- از مصالح متداول می باشد
- کار با چوب راحت می باشد
- اکثر چوب های مصرفی برای قالب سازی چوب های وارداتی از روسیه یا فنلاند می باشند و به چوب های روسی معروفند

منشا چوب:

- چوب درختان سوزنی برگ مانند کاج و سرو
- چوب درختان پهن برگ مانند چنار، بلوط، افرا، صنوبر (تبریزی)

چوب درختان سوزنی به نرم چوب (نرم تر و سبک تر) و چوب درختان پهن برگ سخت چوب نامیده می شود.

تغییر شکل های چوب های درختان پهن برگ در مقابل تغییرات رطوبت بیشتر از سوزنی برگان می باشد و این به عنوان یک امتیاز منفی برای آنها می باشد.

در کل چوب درختان سوزنی برگ برای ساخت قالب ترجیح داده می شود.

انواع چوب:

- الوار و چهار تراش (تخته)
- تخته لایه (چند لایه- پلی وود)
- نئوپان
- فیبر

الوار و چهار تراش (تخته):

- چوب های عمل آورده شده توسط اره برقی بریده شده و به صورت الوار در می آیند.
- مقطع الوار برای ساخت قالب های در اندازه ۲۰*۱۵۰، ۲۰*۲۰۰، ۲۵*۱۵۰، ۲۵*۲۰۰ میلیمتر و چهار تراش ها در ابعاد ۵۰*۵۰، ۱۰۰*۵۰، ۱۰۰*۱۰۰ و ۱۵۰*۱۵۰ میلیمتر مورد استفاده قرار می گیرد.

منظور از چهار تراش در واقع برش هایی از چوب می باشد که بسته به پروژه های در حال اجرا در ابعاد و اندازه های مختلف تهیه و تولید می شوند. در واقع همان طوری که از نام این محصول آشکار می باشد، چهار تراش به **چوبی** گفته می شود که هر چهار طرف آن تراش داده می شود.

مدرن چوب

تخته زیرپایی (تخته بنایی) :

تخته زیرپایی تخته ای با ضخامت ۵ سانتی متر و در عرض های ۲۰ ، ۲۲ ، ۲۵ ، ۲۸ و ۳۰ سانتی متر تولید می شود طول تخته زیر پایی معمولا ۳ ، ۴ یا ۶ متری می باشد .در بازار ایران تخته زیر پایی در دو نوع روسی و ایرانی موجود می باشد جنس روسی این محصول مقاومت و کیفیت بهتری نسبت به جنس ایرانی دارد. تخته زیر پایی که تخته بنایی نیز نامیده می شود بیشتر در کارهای بنایی نمای ساختمان ،گچ کاری، و خیلی از کارهای دیگه می تواند مورد استفاده قرار بگیرد .

منظور از تخته های زیرپایی، تخته هایی از جنس چوب می باشند که در ابعاد و اندازه های گوناگون تولید و عرضه می شوند. تخته هایی که در صورت استفاده از آن ها بر روی داربست ها در طول پروژه های ساختمانی و عمرانی، نه تنها موجب حرکت آزادانه و راحت کارگران در ارتفاعات و بر روی داربست ها می شود، بلکه با کنترل تکانه ها و لغزش های احتمالی موجب افزایش ایمنی و حفظ جان کارگران نیز می شود. تخته هایی چوبی که در انجام عملیات های گوناگون اعم از ساخت سازه های ساختمانی، تعمیرات بنا های ساختمانی، گچ کاری، رنگ آمیزی، نقاشی و حتی ایستادن نیرو های کار در ارتفاعات از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می باشند. تخته هایی چوبی که در برابر عوامل محیطی از جمله باران، برف، آفتاب شدید، رطوبت و به طور کلی سرما و گرما از ماندگاری و استحکام مناسبی برخوردار می باشند و از این رو از آسیب های گوناگونی از جمله پوسیدگی، خمیدگی و در نهایت فرسودگی نیز مصون می مانند.

مشخصات چوب مورد استفاده در قالب بندی چوبی

چوب مورد مصرف در قالب، باید صاف، بدون پیچ و تاب، سالم و بدون گره از نوع صمغ دار باشد . چنانچه ضخامت تخته در بدنه قالب، روی نقشه ها مشخص نشده باشد ، حداقل ضخامت برای قالب سطوح زیرین، 3 سانتیمتر و برای قالب سطوح قائم، 5/2 سانتیمتر خواهد بود. برای پایه های داربست، باید حتی الامکان چوب راست و بدون ترک به کار رود . قطر متوسط چوب گرد مصرفی در پایه ها، نباید از 10 سانتیمتر کمتر باشد. حداقل ابعاد در مورد چهار تراشها، 8 سانتیمتر است.

پایه های چوبی تا ارتفاع 4 متر باید یکپارچه باشند و از چهار متر به بالا میتوان از دو اصله چوب استفاده کرد، در این حالت حداکثر تعداد پایه های وصله دار یک سوم کل تعداد پایه ها خواهد بود.

پایه های چوبی تا ارتفاع چهار متر حداقل در یک ردیف باید توسط قیدهایی به صورت چپ و راست به یکدیگر کلاف شوند. از ارتفاع چهار متر به بالا به ازای هر دو متر اضافه، یک ردیف کلاف اضافه منظور خواهد شد. برای انتقال بار بخشهای فوقانی به زمین، تخته هایی به ضخامت کافی به نام زیر سری، زیر پایه ها گذاشته میشود. سطح زیر سری باید چنان باشد که فشار وارد بر زمین در هیچ حالت از یک کیلوگرم بر سانتیمتر مربع تجاوز ننماید.

در بتن ریزی قالب چوبی قالب باید به اندازه کافی مقاومت داشته باشد تا نیروهای ناشی از لرزیدن بتن را تحمل کند و بدون آسیب رساندن به بتن از آن جدا شود.

قالب بندی چوبی در فهرست بها

فصل پنجم. قالب‌بندی غیر فولادی

الزامات عمومی

۱. استفاده از قالب چوبی در مرحله تهیه برآورد باید به پیشنهاد مهندس مشاور و تصویب کارفرما صورت گیرد.

۲. در اندازه‌گیری قالب‌بندی‌ها، سطوحی از قالب که در تماس با بتن است، ملاک محاسبه قرار می‌گیرد.

۲-۱. در اندازه گیری سطوح قالب‌بندی شده، پخ نبش یا گردی گوشه‌ی قالب از سطح کار کسر نمی‌گردد.

۳. بابت ارتفاع یا جدار خارجی، هیچ‌گونه اضافه‌بهایی به ردیف‌های قالب‌بندی چوبی تعلق نمی‌گیرد.

۴. در ردیف‌های این فصل، هزینه‌های پشت بند، چوب‌بست و داربست، بازکردن قالب، ماده رهاساز، پیچ و مهره، رنده کردن قالب‌چوبی، تمیز کردن و اجرای کامل کار، در هر ارتفاع، در نظر گرفته شده است.

۵. منظور از چوب‌بست و داربست در این فصل، مجموعه‌ای از قطعات فولادی یا چوبی یا مخلوطی از آن دو، به صورت افقی یا قائم یا مایل و یا قوسی است که برای نگهداری قالب و انتقال نیروهای ناشی از بتن‌ریزی از قالب به زمین یا سایر تکیه‌گاه‌ها، به کار برده می‌شود.

۶. منظور از پشت‌بند، قطعات افقی، قائم یا مایل و یا قوسی است که از آن‌ها برای اتصال قطعات قالب به یکدیگر و تقویت آن‌ها، استفاده می‌شود و می‌تواند چهارتراش چوبی، قطعات فولادی یا ترکیبی از چوب و فولاد باشد. در صورتی‌که در ردیف‌های قالب‌بندی چوبی از پشت‌بند فلزی استفاده شود، قالب چوبی به حساب می‌آید و بهای آن از ردیف‌های این فصل منظور می‌شود.

۷. بهای انجام عملیات لازم برای ایجاد پخ نبش یا گردی گوشه‌ی قالب، در قیمت‌های این فصل منظور شده است

۸-۱. منظور از فاصله‌نگهدار در قالب‌بندی دیوارها، لوله فولادی یا پلاستیکی و میله دو سر رزوه و واشر و مهره به منظور مقابله با فشار بتن است، که بهای آن در ردیف‌های قالب‌بندی دیوارها منظور شده است.

۸-۲. چنانچه از قیدهای مخصوص، اعم از پلاستیکی یا فولادی برای جلوگیری از نفوذ آب استفاده شود، اضافه‌بهای مربوط، حسب مورد از ردیف‌های ۰۶۰۸۰۹ و ۰۶۰۸۱۰ منظور می‌گردد.

۹. در مواردی که قالب باید به صورت یکسره در محل بازشوها اجرا و غیر قابل قطع باشد، سطح قالب اجرا شده در محل بازشوها، از سطح قالب‌بندی سازه کسر نمی‌شود.

۱۰. منظور از تخته نراد خارجی، چوب‌های روسی یا مشابه آن است. چوب کاج وارداتی معروف به چوب روسی، اعم از این‌که چوب‌های یاد شده محصول کشور روسیه یا سایر کشورهایی باشد که چوب کاج آن‌ها شبیه چوب روسی است، تخته نراد خارجی نامیده می‌شود. در صورت استفاده از چوب‌های غیرمشابه نراد خارجی (نظیر چوب‌های جنگلی و معمولی)، ۳۵ درصد کسربها به ردیف‌های مربوط تعلق می‌گیرد.

۱۱. با توجه به بند ۱ الزامات عمومی، در صورت استفاده از قالب چوبی، چنانچه بنا به تقاضای پیمانکار و تأیید مهندس مشاور از قالب چوبی با کوبیدن ورق فولادی در داخل آن استفاده شود، بهای قالب‌بندی برابر ۷۵ درصد ردیف‌های فصل ششم منظور می‌شود.

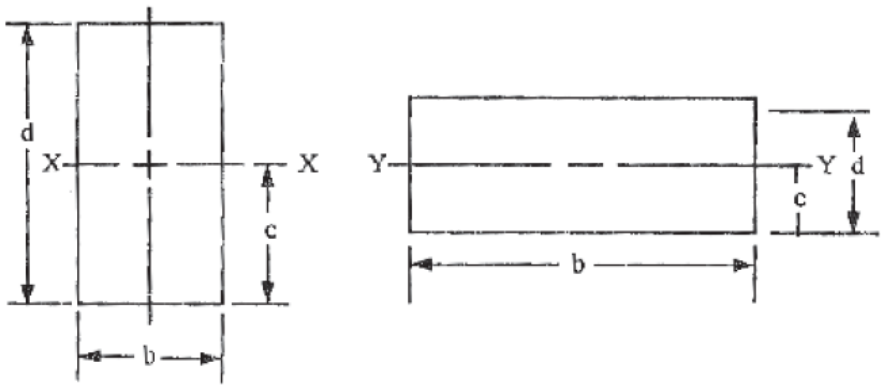
شماره	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)	مقدار	بهای کل (ریال)
۰۵۰۱۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از تخته نراد خارجی، در پی‌ها و شناژهای مربوط به آن.	مترمربع	۱,۵۰۸,۰۰۰		
۰۵۰۱۰۲	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از تخته نراد خارجی، برای بتن‌ریزی پشت جدول، کف‌سازی و بتن مِگر به هر ارتفاع.	مترمربع	۸۶۷,۰۰۰		
۰۵۰۲۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده تخته نراد خارجی، در دیوارهای بتنی به هر ارتفاع.	مترمربع	۲,۳۲۹,۰۰۰		
۰۵۰۳۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از تخته نراد خارجی، در ستون‌ها و شناژهای قائم با مقطع چهار ضلعی به هر ارتفاع.	مترمربع	۲,۳۵۳,۰۰۰		
۰۵۰۴۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از تخته نراد خارجی، در دال‌ها (تاوه‌ها) به هر ارتفاع.	مترمربع	۲,۲۷۶,۰۰۰		
۰۵۰۴۰۶	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از تخته نراد خارجی برای دال‌های مرکب به هر ارتفاع.	مترمربع	۱,۸۵۲,۰۰۰		
۰۵۰۵۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از تخته نراد خارجی، در تیرهای بتنی به هر ارتفاع.	مترمربع	۲,۹۳۱,۰۰۰		

الوار و چهار تراش (تخته):

- مشخصه های مورد نیاز برای محاسبات قالب

الف- سطح مقطع

$$A=bd$$



b = عرض

d = ارتفاع مقطع

الوار و چهار تراش (تخته):

ب- تار خنثی

ج – ممان اینرسی

$I_x=bd^3/12$ b = عرض d = ارتفاع مقطع

د – اساس مقطع

$S_x=bd^2/6$

ه – شعاع ژیراسیون

$r=(I/A)^{0.5}$

مشخصه های مکانیکی الوار:

ردیف	شرایط تنش	دامنه (kg/cm^2)
۱	تنش خمشی مجاز در تارهای انتهایی	۶۰ تا ۱۳۰
۲	تنش برشی افقی	۱۰ تا ۱۳
۳	فشار عمود بر الیاف*	۳۰ تا ۴۵
۴	فشار موازی الیاف*	۸۰ تا ۱۳۰
۵	ضریب الاستیسیته (E)	۹۰۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰۰

نوع تنش	تنش‌های مجاز چوب	
	kg/cm^2	N/mm^2
کشش ناشی از خمش در قطعات با دهانهٔ ساده	70	7
کشش ناشی از خمش در قطعات با دهانه یکسره	75	7.5
کشش ساده موازی با تارها	60	6
فشار در امتداد تارها	$3.6E/\lambda^2 \leq 60$	$3.6E/\lambda^2 \leq 6$
فشار در امتداد عمود بر تارها	20	2
برش افقی	8	0.8
ضریب ارتجاعی (در امتداد تارها)	80000 تا 100000	8000 تا 10000
ضریب ارتجاعی (در امتداد عمود بر تارها)	3000	300

الوار و چهار تراش (تخته):

- اصلاح برای مقدار رطوبت (ضریب C_m)

برای رطوبت های بیش از ۱۹ درصد، بایستی ضرایب زیر بر مشخصه های مکانیکی اعمال گردند:

خمش	کشش مستقیم	برش	فشار عمود بر الیاف چوب	فشار موازي الیاف چوب	مدول الاستیسیته
0.85	1	0.97	0.67	0.80	0.90

الوار و چهار تراش (تخته):

- اصلاح برای تداوم بار (ضریب C_d)

برای تداوم بار ، بایستی ضرایب زیر بر مشخصه های مکانیکی اعمال گردند. برای ضریب الاستیسیته، مقدار C_d همواره مساوی ۱ است.

تداوم بار	C_d	نوع بار
دایمی	۰/۹	بار مرده
۱۰ سال	۱	بار زنده
۲ ماه	۱/۱۵	بار برف
۷ روز	۱/۲۵	بارهای اجرایی (مثل قالب‌بندی)
۱۰ دقیقه	۱/۶	بار باد یا زلزله
ضربه	۲	بار ضربه‌ای

تخته لایه (پلی وود)

- پلی وود از لایه های نازک چوب که توسط چسب های مخصوص به یکدیگر چسبیده اند، تشکیل می گردد.
- ابعاد پلی وود مولا ً به عرض ۱/۲۰ و طول ۲/۴۰ و با ضخامت ۶ تا ۳۰ میلیمتر می باشد.
- به دلیل تماس دائمی با رطوبت بتن، دارای روکش لاکی از جنس پلیمر می باشند.
- پلی وود ها مقاومت خمشی زیادی ندارند و باید آنها را با پشت بندهای چوبی، آلومینیومی و یا فلزی تقویت کرد.

تنش مجاز تخته لایه (پلی وود)

ردیف	حالت تنش	تنش مجاز (kg/cm^2)	
		خشک	مرطوب
۱	کشش مستقیم (F_t) و خمش (F_b)	۸۵	۶۰
۲	فشار در صفحهٔ لایه‌ها (F_c)	۸۰	۵۰
۳	برش خمشی (F_v)	۱۰	۸
۴	برش غلتکی	۴	۳
۵	فشار تماسی (عمود بر لایه‌ها)	۱۵	۱۰
۶	ضریب الاستیسیته	۱۰۵۰۰۰	۹۰۰۰۰

استاندارد PS1-83 ، استاندارد ساخت پلی وود می باشد.

فشار مجاز بتن روی تخته لایه (پلی وود)

ضخامت تخته‌لایه (mm)	فواصل پشت‌بندها (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

واحد فشار، تن بر متر مربع می باشد.

استفاده از اعداد فوق وقتی امکان پذیر است که پشت بندها برای فشار فوق طراحی شده باشند.

در حصول اعداد جدول فوق، تغییر شکل مجاز $\frac{1}{360}$ دهانه فرض شده است.

استفاده از تخته لایه (پلی وود) برای سطوح منحنی

- حداقل شعاع انحنای پلی وود بر حسب ضخامت به شرح زیر می باشد.

ضخامت تخته‌لایه	حداقل شعاع انحنا (متر)	
	عمود بر الیاف	موازی الیاف
۶	۰/۶	۱/۵
۸	۰/۶	۱/۸
۱۰	۰/۹	۲/۴
۱۲	۱/۸	۳/۶
۱۶	۲/۴	۴/۸
۲۰	۳/۶	۶

نئوپان

- از اختلاط خرده چوب با چسب و قالب دادن توسط فشار و گرما حاصل می شود.
- به دلیل ضعیف بودن این چوب و حساس بودن به رطوبت، نمی توان از نئوپان در امر قالب بتن استفاده کرد.

فیبر

- مخلوطی از ذرات چوب با چسب می باشد که تحت گرما و فشار پرس شده اند.
- ضخامت در حدود چند میلیمتر می باشد و به عنوان رویه کوبی در قالب های نما استفاده می شود و یکبار مصرف است

میخ

- از میخ در قالب سازی چوبی استفاده می شود.

طول میخ	قطر (mm)	تنش تسلیم خمشی (kg/cm^2)
۵۰	۲/۹	۷۰۰۰
۶۰	۳/۳	۷۰۰۰
۷۰	۳/۸	۶۳۰۰
۸۰	۴	۶۳۰۰
۹۰	۴/۱	۵۶۰۰
۱۰۰	۴/۹	۵۶۰۰
۱۲۰	۵/۵	۴۹۰۰
۱۵۰	۶/۷	۴۹۰۰
۲۰۰	۷/۱	۴۹۰۰

مقاومت بیرون کشیدگی میخ

- مقاومت بیرون کشیدگی میخ بستگی به وزن مخصوص چوب دارد.

طول میخ	قطر	مقاومت بیرون‌کشیدگی (kg/mm)
۵۰	۲/۹	۰/۳
۶۰	۳/۳	۰/۳۴
۷۰	۳/۸	۰/۳۹
۸۰	۴	۰/۴۴
۹۰	۴/۱	۰/۴۸
۱۰۰	۴/۹	۰/۵۷
۱۲۰	۶/۷	۰/۶۳
۱۵۰	۷	۰/۷
۲۰۰	۷/۵	۰/۸

مقاومت جانبی میخ ها

- مقاومت جانبی میخ بستگی به قطر میخ، عمق نفوذ میخ، مقاومت تسلیم خمشی میخ، ضخامت، نوع و مقاومت لهیدگی چوب دارد.
- میخ حداقل باید به اندازه ۱۲ برابر قطر در عضو پایه نفوذ کرده باشد.

مقاومت جانبی میخ ها

ضخامت قطعه جانبی	مشخصات میخ		مقاومت خمشی جانبی (kg)
	طول (mm)	قطر (mm)	
۲۰ میلی‌متر	۵۰	۲/۹	۳۳
	۶۰	۳/۳	۳۸
	۷۵	۳/۸	۳۸
	۸۰	۴	۴۵
	۹۰	۴/۱	۵۱
	۱۰۰	۴/۹	۵۵
	۱۲۵	۵/۵	۶۰
	۱۵۰	۶/۷	۶۲
	۲۰۰	۷/۱	۶۹
۳۸ میلی‌متر	۸۰	۴	۵۵
	۹۰	۴/۱	۶۶
	۱۰۰	۴/۹	۷۳
	۱۲۵	۵/۵	۸۰
	۱۵۰	۶/۷	۸۲
	۲۰۰	۷/۱	۹۰

آلومینیوم

- به علت سبکی، بهترین جایگزین چوب در صنعت قالب سازی است.
- از آلومینیوم بیشتر به عنوان پشت بند قالب استفاده می شود.
- پانل ها با پشت بند آلومینیومی و رویه پلی وود از کاربردی ترین قالب ها می باشند.

مشخصات مکانیکی آلومینیوم

- مشخصات دو آلیاژ پر کاربرد ۶۰۶۱ و ۶۰۶۳ به شرح جدول زیر است:

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

تنش های مجاز آلومینیوم

- کشش مستقیم

(هر کدام کوچکتر است) $F_t = 0.6F_y$ یا $0.5F_u$

- تنش خمشی کششی

(هر کدام کوچکتر است) $F_b = 0.6F_y$ یا $0.5F_u$

- تنش برشی

$F_v = 0.4F_y$

F_u= تنش نهایی

F_y= تنش تسلیم

تنش های مجاز آلومینیوم

- فشار

$\lambda \leq 10$	$F_c = 1310\ \text{kg/cm}^2$
$10 < \lambda \leq 65$	$F_c = (1390 - 8.68\,\lambda)\ \text{kg/cm}^2$
$\lambda > 65$	$F_c = \dfrac{351 \times 10^4}{\lambda^2}\ \text{kg/cm}^2$

λ = لاغري عضو فشاري

قالب های فلزی (فولادی)

برای ساخت پانل‌های فلزی از فولاد به صورت گرم نورد شده و سرد خم شده استفاده می شود. در کارهای بزرگ بتنی به دلیل استفاده زیاد برای چندین دفعه، استفاده از قالب های مدولار فلزی به صرفه تر می باشد.

از مهم ترین مزایای پانل‌های فلزی نسبت به چوبی می توان به عمر بیشتر، سطح صاف، سرعت اجرایی بالا و عدم احتراق اشاره کرد.

ورق فولادی St 37 اصلی ترین ماده تولید پانل فلزی است پس هرچه مرغوب تر باشد کیفیت آن هم بالاتر می رود.

استفاده از قالب های بی کیفیت سطح بتن را موج دار می کند و کار شاقول در نمی آید. استفاده از آلومینیوم در سطوح در تماس با بتن به ویژه در صفحات رویه به دلیل کاهش کیفیت بتن ممنوع است .

از زمان های قدیم پانل‌های فلزی در دو مدل لبه خم و تسمه ای یا جوشی ساخته می شدند. امروزه مدل های جدیدی نظیر لارج پانل، تونل فرم ، تونلی و انواع دیگر قالب‌های خاص تولید می شوند.

قالب های لبه خم نسبت به تسمه ای در هر مترمربع حدود ۲,۵ کیلوگرم سبک تر هستند.

رویه قالب های تسمه ای معمولاً از ورق ۳ میلی متر و تسمه ها از ورق ۵ میلی متر می باشند ولی قالب های لبه خم، به صورت یکپارچه از ورق ۳ میلی متر تولید می شوند و لبه ها با استفاده از دستگاه خم می شوند.

نیمرخ های سبک و ورق های فولادی

- ورق های فولادی از متداولترین مصالح برای ساخت قالب در ایران و خارج از ایران می باشد.
- ورق های مورد مصرف از نوع نرمه با تنش تسلیم $Fy=2400\ kg/cm^2$ با کرنش گسیختگی حدود ۲۰ درصد می باشد و به ورق های روغنی معروف است.
- ورق ها دارای شکل پذیری مطلوب می باشند و تغییر شکل های عملیات سرد تاشدگی را به خوبی تحمل می نمایند.
- ضخامت ورق های مورد استفاده در نیمرخ ها بین ۱ تا ۴ میلیمتر است.

نیمرخ های سبک و ورق های فولادی

نیمرخ امگا

ناودانی لبه دار

ناودانی بدون لبه

Z لبه دار

Z بدون لبه

نبشی لبه دار

نبشی بدون لبه

نیمرخ کلاهی

قوطی

قوطی مستطیلی

لوله

شناخت اجزای قالب های افقی و قائم

(بدنه اصلی، سفت کننده ها،نگهدارنده افقی و مایل، پایه ها، شمع ها)

اجزای قالب دیوار

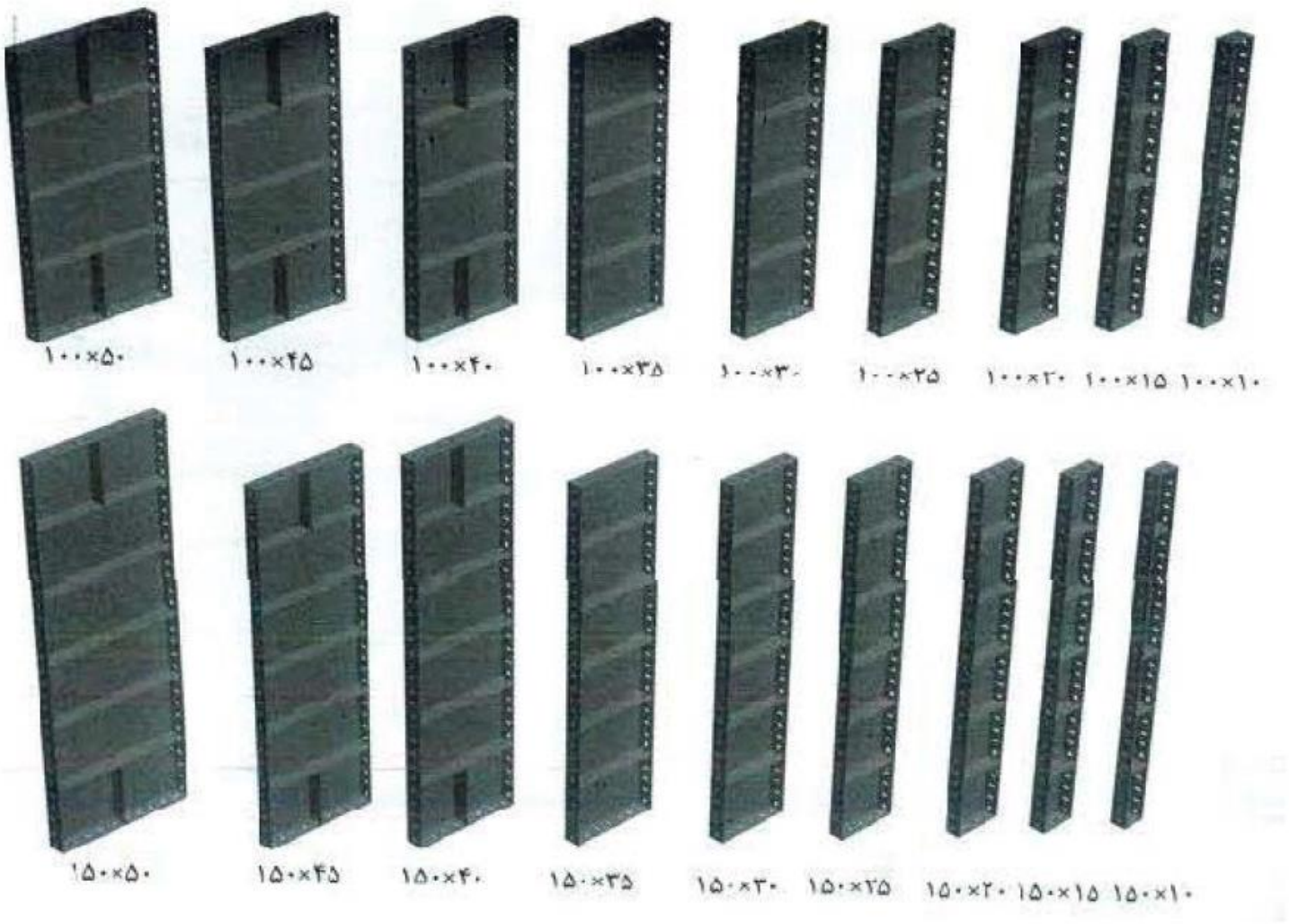
۱- قالب مدولار

این قالب از ورق رویه به ضخامت ۳ میلیمتر و تسمه های پانچ شده (عرض ۵۰ الی ۶۰ میلیمتر) در پیرامون آن به علاوه یکسری تسمه سخت کننده (با ضخامت ۵ میلیمتر) تشکیل شده است.

فاصله مرکز به مرکز سوراخ های پانچ ۵ سانتیمتر است.

طول این قالب هلعمولاً ۱۰۰ و ۱۵۰ سانتیمتر است و دارای عرض های ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ سانتیمتر می باشند.

اجزای قالب دیوار



قالب مدولار

اجزای قالب دیوار

تسمه پانچ

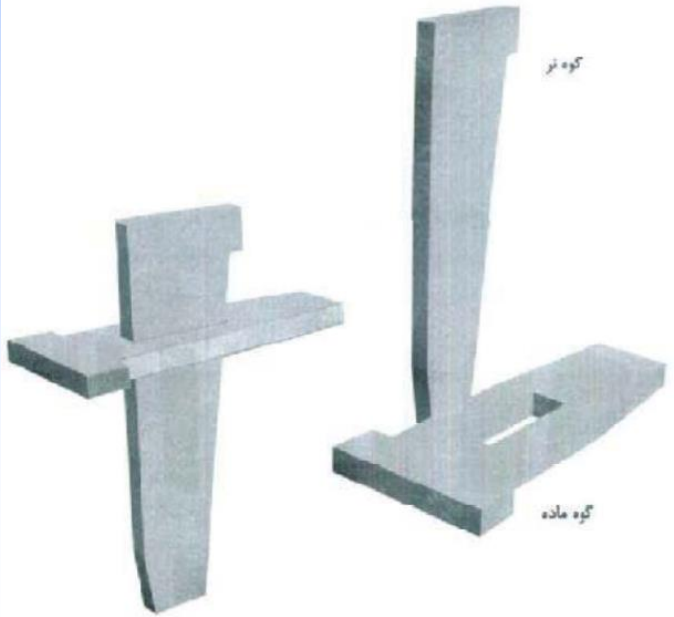
اجزای قالب دیوار

۲- گوه نر و ماده

زمانی که دو قالب مدولار در کنار هم قرار می گیرند، سوراخ های پانچ آنها مقابل هم قرار می گیرد. در این وضعیت با عبور دادن گوه ماده از سوراخ پانچ و با کوبیدن گوه نر در داخل آن با استفاده از چکش، قالب ها به یکدیگر متصل می شوند.

اجزای قالب دیوار

گوه نر و ماده



اجزای قالب دیوار

۳- کلمپس

کلمپس نیز مانند گوه برای اتصال قالب ها

به یکدیگر مورد استفاده قرار می گیرد.

اجزای قالب دیوار

۴- کنج بیرونی و کنج داخلی

•در گوشه های دیوار و جاهائیکه دیوار در پلان با زاویه ۹۰ درجه به یکدیگر متصل می شوند، با استفاده از کنج های داخلی و خارجی می توان این اتصال را در دیوار ایجاد نمود.

•در لبه کنج تسمه پانچ شده ای جوش می شود تا بوسیله گوه به قالب های مدولار متصل شود.

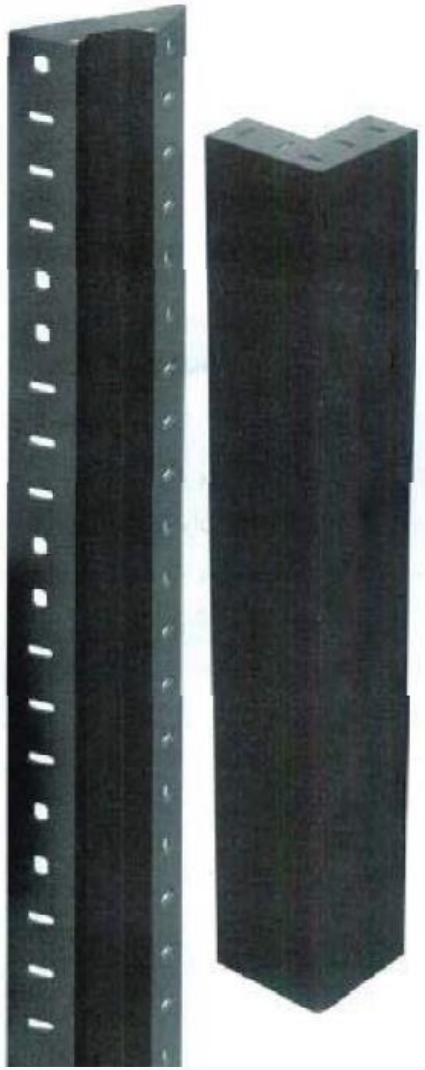
•کنج بیرونی در لبه تیز دیوار یک پخ ۲۵*۲۵ میلیمتر ایجاد می کند.

•ابعاد متعارف کنج بیرونی ۲/۵*۲/۵، ۵*۵ و ۱۰*۱۰ با طول های ۱۰۰ و ۱۵۰ سانتیمتر است.

•ابعاد متعارف کنج داخلی ۱۰*۱۰، ۱۵*۱۵و ۲۰*۲۰با طول های ۱۰۰ و ۱۵۰ سانتیمتر است.

اجزای قالب دیوار

کنج بیرونی و کنج داخلی



اجزای قالب دیوار

۵- پشت بند افقی

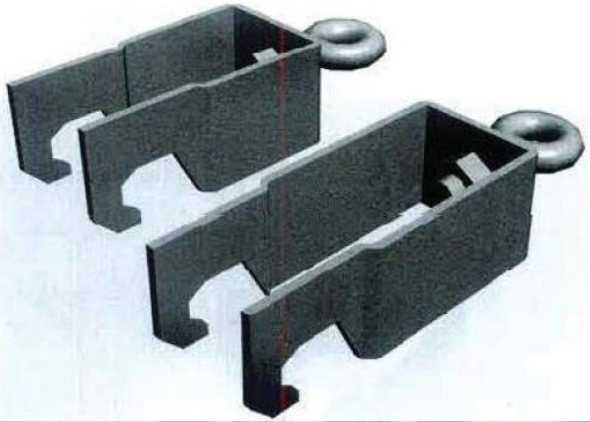
الف- لوله

•از لوله داربستی به قطر ۵۰ میلیمتر به عنوان کمرکش یا پشت بند افقی (Wale) استفاده می شود.
•با نصب لوله، علاوه بر تامین تکیه گاه، قالب ها در یک راستا قرار می گیرند.
•معمولا لوله های پشت بند با فاصله محور تا محور ۵۰ سانتیمتر بصورت افقی در پشت قالب نصب می شوند.

ب- قوطی

در صورتیکه فشار وارده قابل ملاحظه باشد، بجای لوله از قوطی استفاده می شود.

اجزای قالب دیوار



۶- گیره متوسط و گیره بلند

از گیره متوسط برای نصب لوله به پشت قالب مدولار و از گیره بلند برای نصب قوطی به پشت قالب مدولار استفاده می نمایند.

گیره در انواع کوتاه (متوسط) ، بلند و دو لوله ساخته می شود. گیره متوسط برای اتصال پشت بند افقی (لوله) به قالب بتن و گیره بلند برای اتصال پشت بند افقی یا عمودی از نوع ناودانی یا قوطی به قالب به کار می رود.

قلاب گیره در سوراخ های لبه قالب‌ها قرار گرفته و با سفت کردن پیچ تعبیه شده روی آن گیره به لوله محکم می شود. برای اتصال دو لوله موازی یاعمود بر هم از گیره دو لوله استفاده می شود.

شکل گیره دولوله مشابه گیره بلند بوه ولی قلاب های آن کشیده تر بوده و انحنای مناسبی برای قرار گرفتن لوله در داخل گیره دارد.

اجزای قالب دیوار

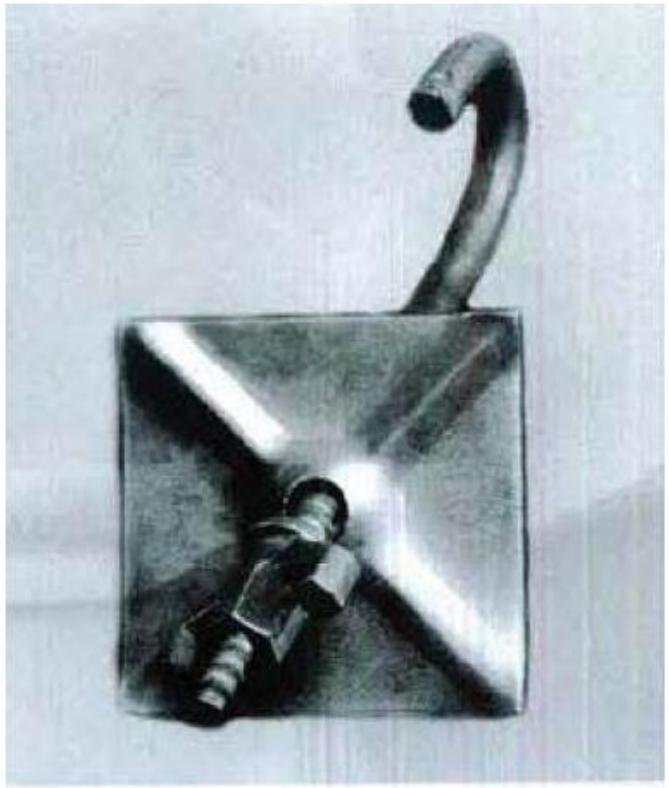
۷- سولجر (پشت بند قائم)

•سولجر نقش پشت بند قائم سیستم قالب بندی دیوار را دارند.

•سولجر ها به شکل جفت ناودانی که پشت یکدیگر قرار می گیرند، با ضخامت ورق ۳ میلیمتر، ارتفاع ۱۵۰ میلیمتر و عرض بال ۴۵ میلیمتر بوده و در انتها یک بال برگشتی به اندازه ۱۵ میلیمتر دارد.

•سولجر ها مولا ً در فواصل تقریبی ۱ متری یکدیگر به صورت قائم استفاده می شوند.

اجزای قالب دیوار



۸- گیره سولجر (گیره عصایی)

•با استفاده از گیره عصایی سولجرها به پشت لوله بسته می شوند.

•ناحیه خمیده دور لوله افتاده و ناحیه رزوه شده عصایی از مابین دو نیمرخ سولجر عبور کرده و پس از عبور از میان واشر، گیره سولجر توسط مهره خروسکی در جای خود محکم می شود.

اجزای قالب دیوار

۹-بولت (کش قالب)

•میلگردهای دو سر دنده ای شده هستند که با عبور از طرفین قالب و مهار شدن توسط واشر و مهره در پشت سولجر، مانع از باز شدن طرفین دیوار تحت فشار هیدرواستاتیک می شوند.

•لوله ها نقشه تکیه گاه قالب ها، سولجرها نقش تکیه گاه لوله ها و بولت ها نقش تکیه گاه سولجرها را دارند.

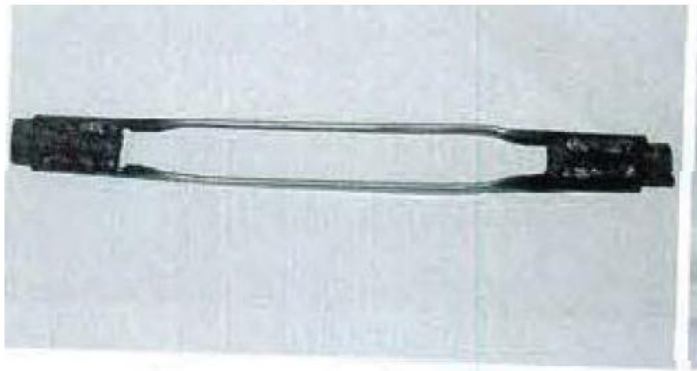
•در محل نصب بولت در داخل بتن، لوله پولیکا قرار داده می شود و پس از باز کردن قالب، بتن به بولت نمی چسبد و به سادگی خارج می شود و سوراخ های باقیمانده با ملات پر می شود.

اجزای قالب دیوار

۱۰- مغزی آب بند

در دیوارهای آب بند، دو سر بولت به مغزی آب بند متصل شده و پس از بتن ریزی، بولت ها باز می شوند اما مغزی آب بند در داخل دیوار باقیمانده و دیوار آب بند می شود.

((مغزی آب بندی چدنی))



((مغزی آب بندی فلزی))

اجزای قالب دیوار

۱۱- جک دوبله

•از این جک در طرفین دیوار در فواصل حدود ۳ الی ۴ متری و در پشت سولجرها استفاده می شود.

•وظیفه این جک ها تنظیم قالب دیوار به صورت شاقولی و مقاومت در برابر بارهای جانبی نامتقارن مانند بار باد بر روی قالب می باشد.

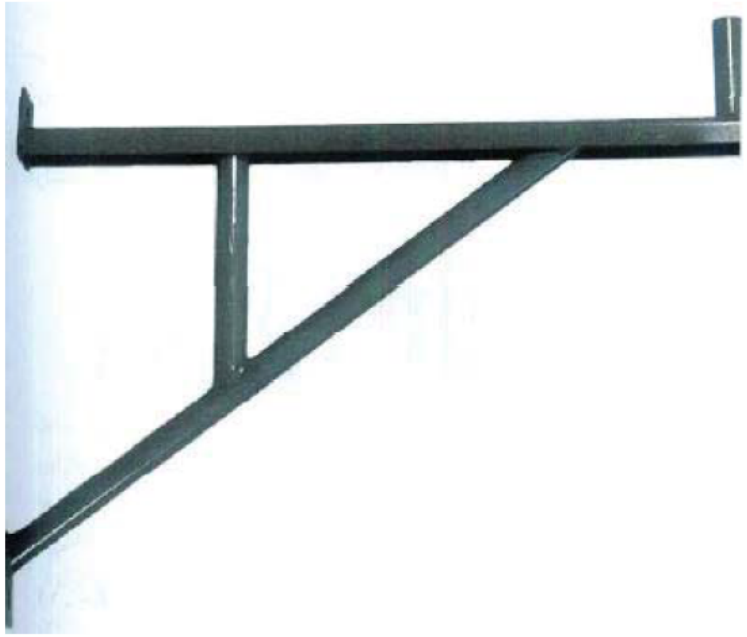
اجزای قالب دیوار

در صورت استفاده مناسب از جک های دوبله در پشت سولجرها، به نحوی که به طور کامل به زمین مهار شده باشند، نیازی به این حجم نامناسب از ساپورت وجود ندارد. در این عکس مشاهده می شود که عمده مهارها، متصل به سولجرهای قائم نمی باشند.

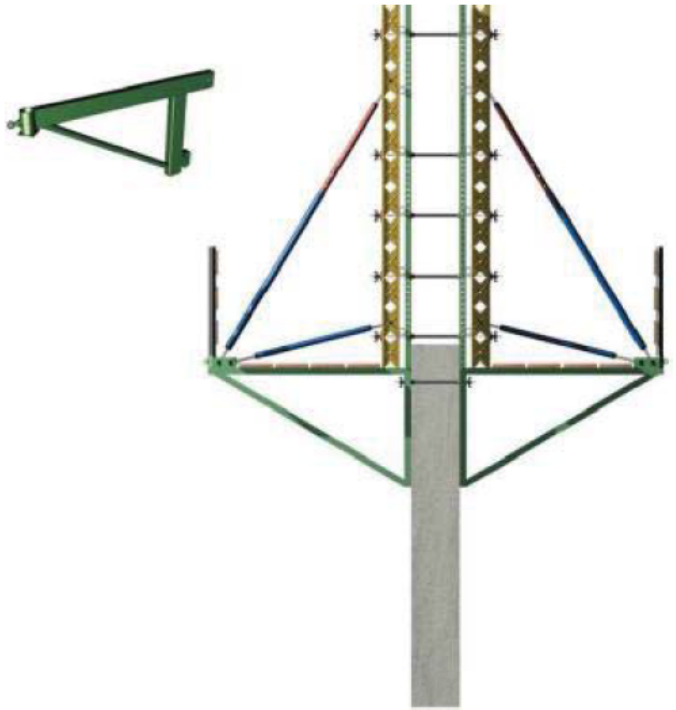
اجزای قالب دیوار

۱۲- پاگرد بتن ریزی

یک قطعه خرپایی مثلثی است که در بالای دیوار و بر روی سولجر ها قابل نصب است. پس از نصب و با قرار دادن تخته الوار روی آنها، سکوی کار مناسبی جهت کارگران در بالای قالب تعبیه می شود.



اجزای قالب دیوار



۱۳- براکت

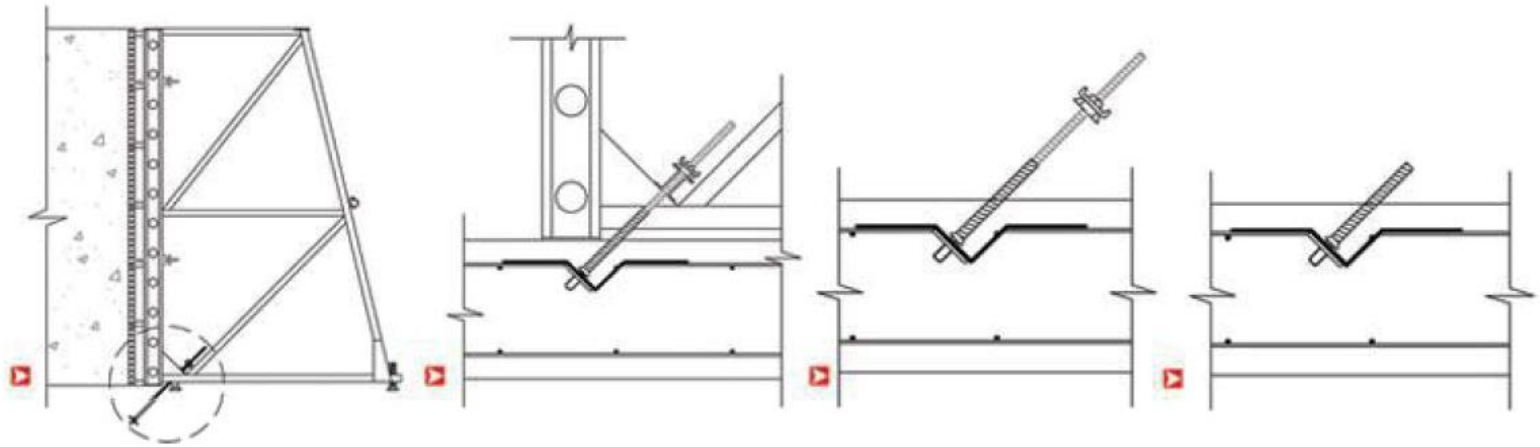
قطعه ای خرپایی به شکل مثلث است و در ساخت دیوارهای با ارتفاع زیاد کاربرد دارد.

نحوه استفاده به این صورت است که برای اجرای دیواری به ارتفاع ۹ متر، با سیستم قالب بندی به ارتفاع ۳ متر، پس از اجرای ۳ متر اول دیوار و باز نمودن قالب ها، در سوراخ های باقیمانده محل بولت ها، در بالای دیوار براکت نصب می شود و سیستم قالب بندی به روی آن سوار می شود.

اجزای قالب دیوار

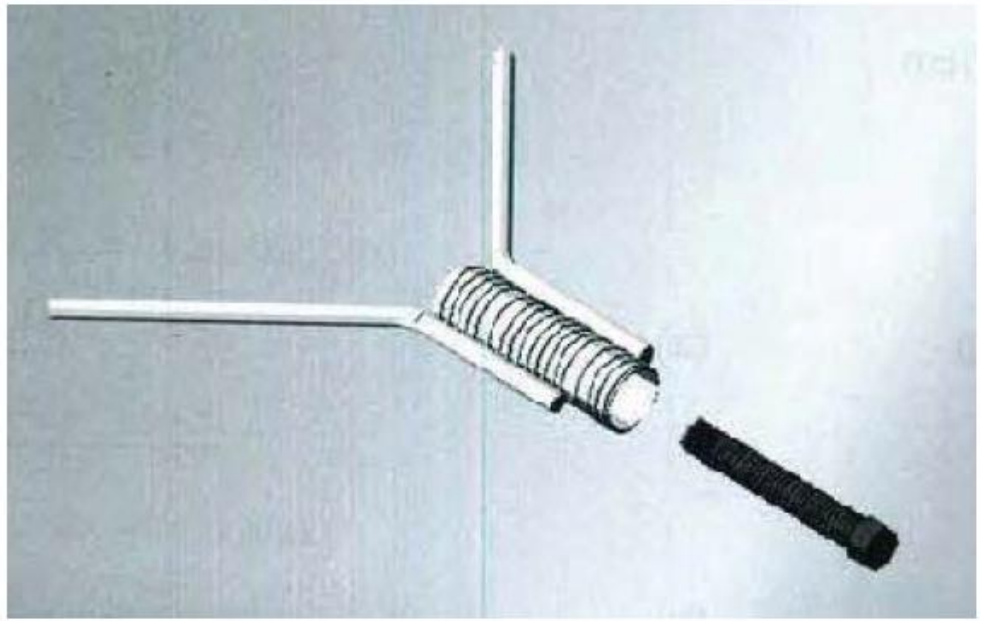
۱۴- خرپای پشت بند

در بعضی موارد برای قالب بندی دیوار یک طرفه، به دلیل عدم امکان استفاده از بولت، برای مهار نمودن فشار جانبی بتن از جک های مهاری خاص یا خرپاهای پشت بند قالب استفاده می شود.



اجزای قالب دیوار

۱۵- انکربولت (میل مهار)



برای تامین تکیه گاه کششی در پای قالب دیوار و نگه داشتن خرپا در محل خود در پاشنه دیوار، قلابی قرار می گیرد که پس از گیرش و سخت شدن بتن می توان خرپا را توسط پیچ به آن مهار نمود.

اجزای قالب سقف

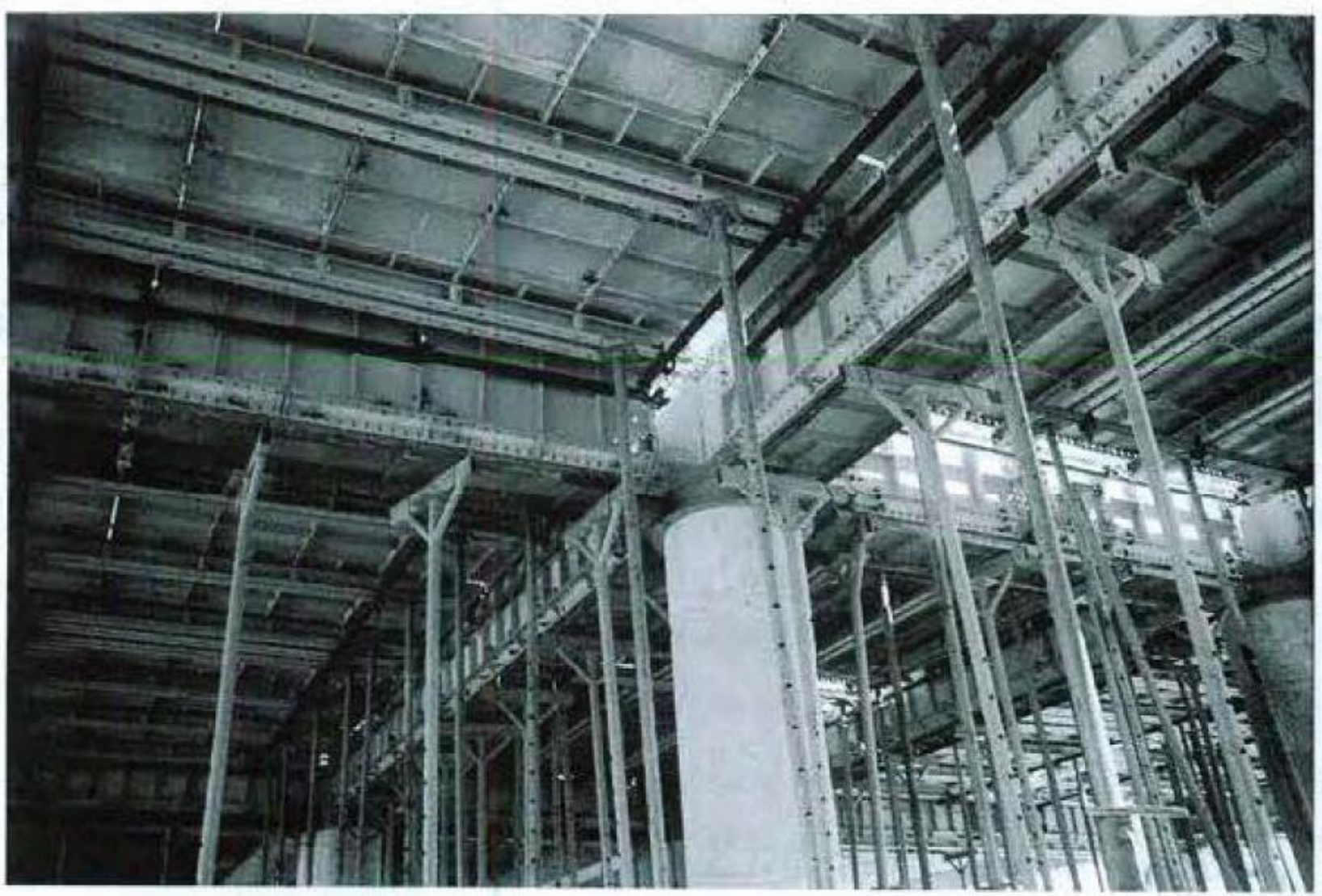
۱- عرشه
مانند ورق پلای وود، متال دک (کامپوزیت)

۲- تیرچه ها
اعضایی که در زیر عرشه قالب قرار می گیرند و نقش آنها تامین تکیه گاه عرشه می باشد.

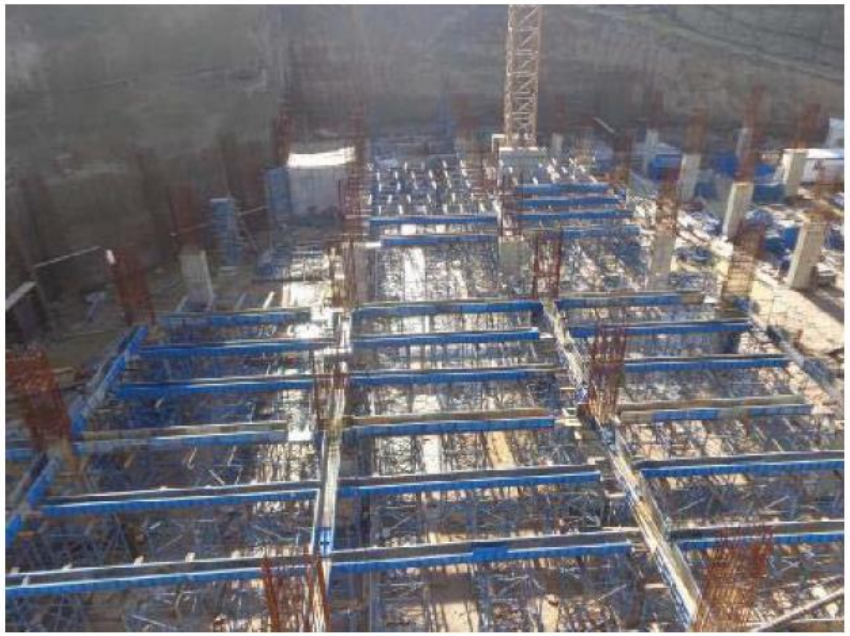
۳- تیرها
اعضایی که زیر تیرچه ها قرار می گیرند و تکیه گاه تیرچه ها می باشند. در قالب بندی با قالب مدولار معمولا از سولجر به عنوان تیر استفاده می شود.

۴- شمع ها
اعضایی هستند که تکیه گاه تیرچه ها و تیرها می باشند و از نوع چوبی، فلزی یا داربست می باشند.

اجزای قالب سقف

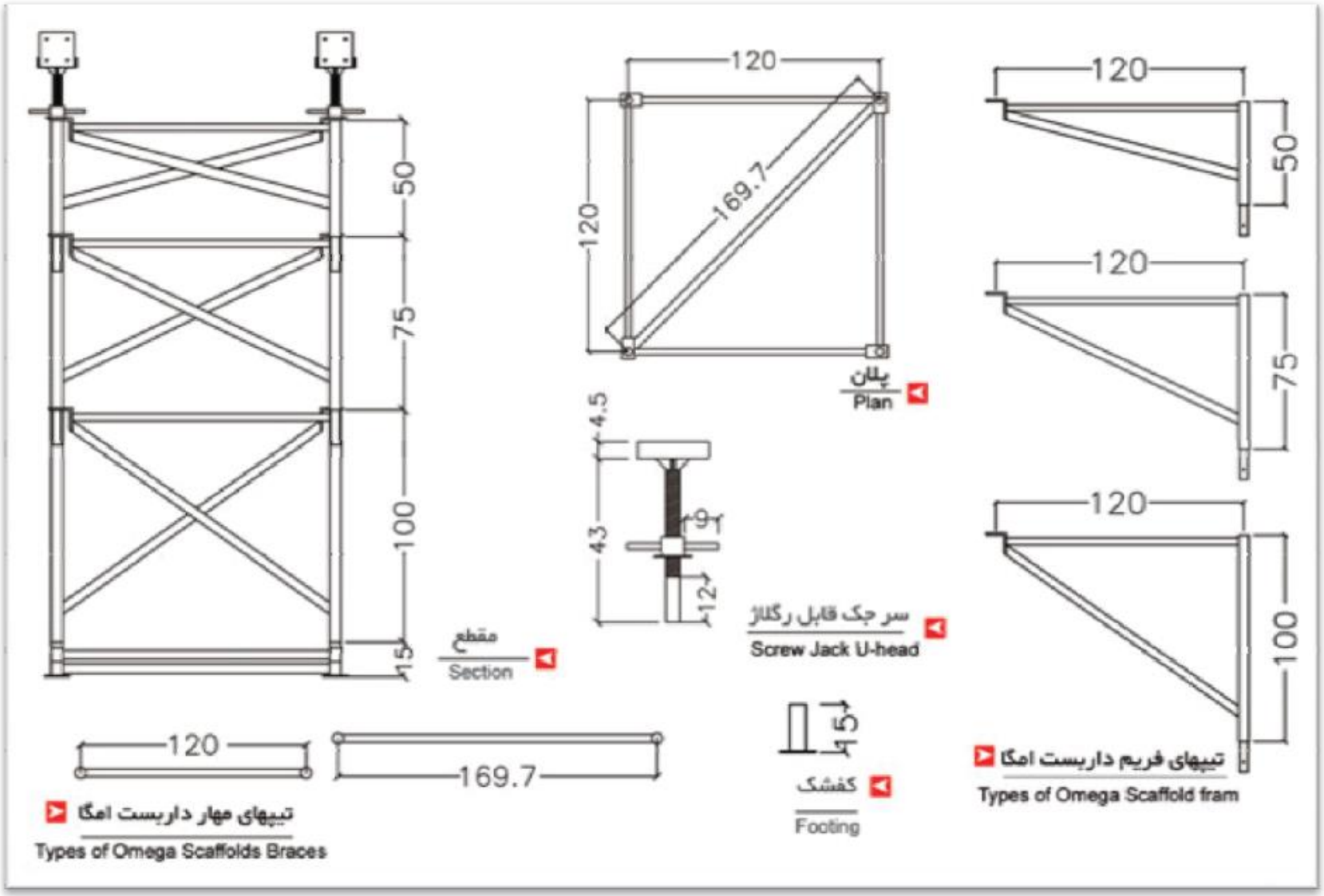


اجزای قالب سقف

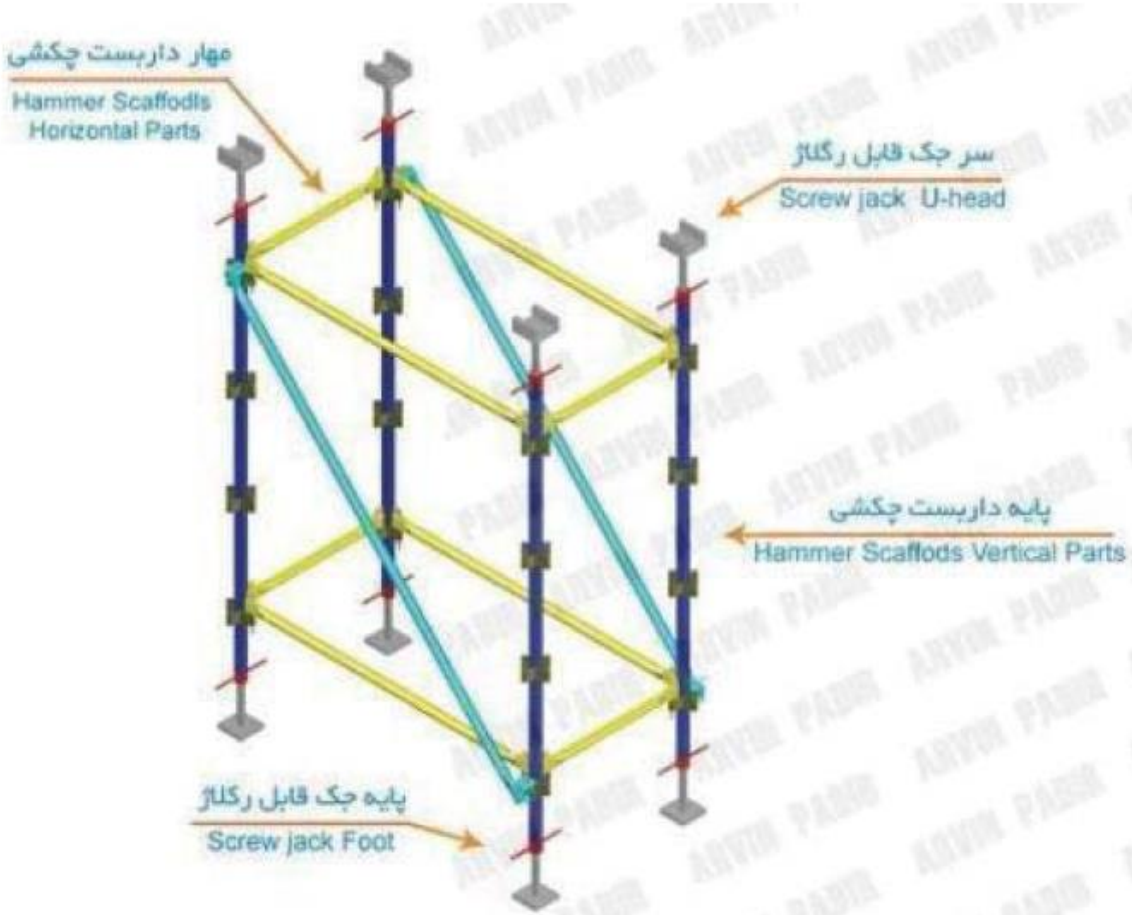


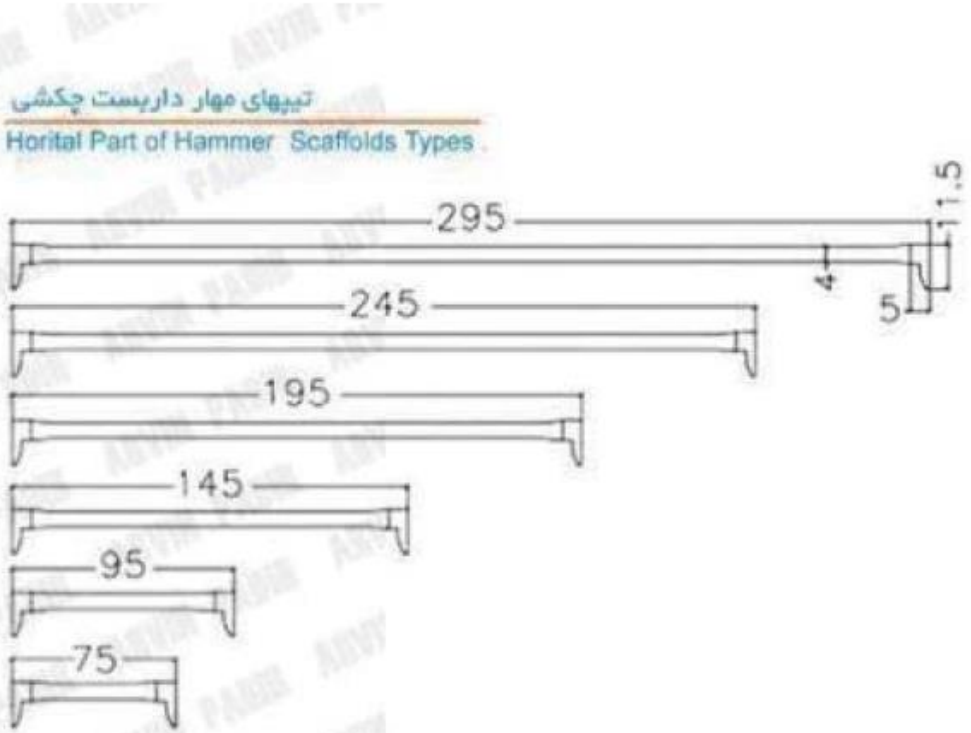
اجزای قالب سقف

اجزای قالب سقف



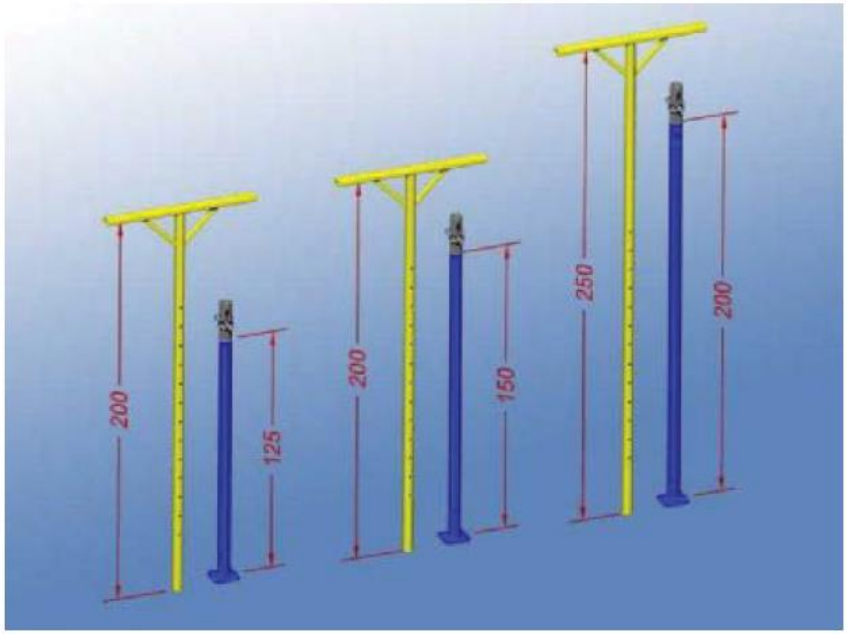
اجزای قالب سقف





اجزای قالب سقف

سرجک قابل رگلاژ



شمع فلزی

قالب های پلیمری بتن

پلاستیک های سخت و پلاستیک های الیافی دو نوع از مواد پلیمری مصرفی در قالب های بتنی هستند. قالب های فایبرگلاس از مواد پلیمری به عنوان ماده اصلی و الیاف شیشه به عنوان تقویت کننده ساخته می شوند.

قالب های فایبر کلاس

فایبرگلاس

- یک نوع ماده مرکب که از رزین پلی استر و الیاف شیشه تشکیل شده است.
- الیاف شیشه مقاومت مکانیکی و رزین پلی استر عمل چسباندن الیاف را انجام می دهند.
- از قالب فایبرگلاس برای قالب بندی سطوح منحنی استفاده می شود (مانند سقف مجوف)
- فایبرگلاس مقاومت خمشی زیادی ندارد و قالب توسط پشت بندهای کافی بایستی تقویت شود.

شمع یا پایه اطمینان

نکات اجرایی قالب بندی بتن

پیش از نصب قالب‌ها باید مواد رهاساز (روغن قالب) را روی آن ها مالید. استفاده از گازوئیل و روغن سوخته یعنی روغنی که از تعویض روغنی ها گرفته می شود نیز مرسوم است اما استفاده از آن ها توصیه نمی شود.

مواد رهاساز قالب باید به گونه ای به کار برده شوند که آرماتورها را آلوده نکرده و یک لایه یکنواخت و نازک روی سطح قالب به وجود آورند.

پس از روغن کاری، قالب‌ها متناسب با عرض مقطع مورد نظر یک به یک در جای خود قرار گرفته و با پین و گوه های فلزی در هم قفل می شوند.

قطعات رویه قالب‌ها باید به نحوی در کنار هم قرار بگیرند که شیره بتن هدر نرود.

پشت بندها جهت جلوگیری از کج شدن و ناشاقولی احتمالی قالب‌ها نصب و مهار می گردند.

کنترل شاقول بودن در هر مرحله قبل و بعد از بتن ریزی ضروری است

معمولاً قالب های فلزی با ابعادی از مضرب ۵ در بازار موجود هستند.

قالب ستون ها برای اجرای ستون با مقطع مربع یا مستطیل با عرض های ۱۰ تا ۵۰ سانتی متر با طول های ۱، ۱,۵ و ۲ متر عرضه می گردند.

قالب‌های کنج نیز در ابعاد ۵ در ۵، ۵ در ۱۰ و ۱۰ در ۱۰ سانتی متر متعارف هستند. در صورت نیاز به قالب‌هایی با اشکال و ابعاد مختلف می توانید به کارخانه های قالب سازی اشکال و ابعاد مورد نظرخود را سفارش دهید.

برای یک ستون مربعی به عرض ۴۰ سانتی متر و ارتفاع ۳ متر به ۱۲ عدد قالب ۱۰۰ در ۳۰ سانتی متر و ۸ عدد قالب کنج ۵ در ۵ در ۱۵۰ سانتی متر نیاز است که به وسیله ۷۵ جفت پین و گوه به هم متصل می شوند

قالب‌ها باید هنگامی برداشته شوند که بتن بتواند تنش های موثر را تحمل کند و تغییر شکل های آن از تغییر شکل های پیش بینی شده بیشتر نشود.

عملیات قالب برداری و برچیدن پایه ها باید به گونه ای باشد که نیرو و ضربه ناشی از بازکردن قالب‌ها، اعضا و قطعات بتنی را تحت اثر بارهای ناگهانی قرارندهد، بتن صدمه نبیند و ایمنی و قابلیت بهره برداری قطعات حفظ شود .

برداشتن پایه های اطمینان باید بدون اعمال فشار و ضربه ، به گونه ای باشد که بار به تدریج از روی آن ها حذف شود.

برچیدن پایه های اطمینان در دهانه های بزرگ از وسط دهانه به سمت تکیه گاه ها و در کنسول ها از لبه به طرف تکیه گاه انجام می شود.

برداشتن بار از روی پایه های اطمینان باید به گونه ای باشد که در صورت لزوم و در هر لحظه بتوان باربرداری از روی پایه ها را متوقف کرد

پایه های اطمینان در قالب بندی

زمانی که قالب سطوح زیرین قطعات بتن آرمه برداشته می شود باید پایه های اطمینان در زیر سطح باقی گذاشته شود تا از بروز تغییرشکل های تابع زمان و مشکلات مقاومتی و تغییرشکلی تا کسب مقاومت کافی بتن جلوگیری شود.

پیش بینی پایه های اطمینان برای تیرهای با دهانه بزرگتر از ۵ متر، تیرهای کنسول به طول بیش از ۲,۵ متر، دال های با دهانه بزرگتر از ۳ متر و دال های کنسول به طول بیشتر از یک و نیم متر اجباری است.

تعداد پایه های اطمینان ، مشخصات و فواصل بین آن ها باید بر مبنای مقاومت کوتاه مدت بتن محاسبه گردد ولی در هر حال فاصله بین پایه های اطمینان نباید از ۳ متر بیشتر باشد.

برای تیرهای با دهانه تا ۷ متر برداشتن کل قالب‌ها و داربست و زدن پایه های اطمینان مجاز است.

ولی برای دهانه های بزرگتر از ۷ متر تنظیم قالب و داربست باید به گونه ای باشد که برداشتن قالب بدون جابه جایی پایه های اطمینان امکان پذیر باشد و یا برداشتن قالب و زدن پایه های موقت مرحله ای باشد

در ساختمان های متشکل از دیوارها و دال های بتن آرمه نظیر ساختمان هایی که با قالب تونلی یا قالب‌هایی با ابعاد بزرگتر ساخته می شوند، برچیدن پایه های اطمینان و برپایی مجدد آن ها در دهانه های تا ۱۰ متر به شرط برپایی پایه های اطمینان بلافاصله پس از برداشتن قالب‌ها و اطمینان از عدم بروز ترک یا تغییرشکل نامطلوب به صورت مرحله ای مجاز است.

اگر قطعه بتنی مورد نظر جزئی از یک سیستم پیوسته باشد هنگامی می توان پایه های اطمینان را برداشت که تمامی قطعات مجاور آن هم، بتن ریزی شده باشند و بتن مقاومت کافی خود را کسب کرده باشد.

در صورتی که تیر یا دال یکسره طراحی شده باشد نیز نمی توان پایه های اطمینان دهانه ای را برچید مگر اینکه دهانه های اطراف آن بتن ریزی شده باشند و بتن آن نیز به مقاومت کافی رسیده باشد.

توصیه می شود پایه های اطمینان همیشه در دو طبقه متوالی وجود داشته باشند و تا حد امکان بر روی هم و در امتداد واحد قرار گیرند.

در صورتی که مجموعه قالب بندی طبقه فوقانی بر طبقه تحتانی تکیه کرده باشد هنگامی می توان پایه های اطمینان طبقه زیرین را برچید که بتن طبقه فوقانی مقاومت لازم را به دست آورده باشد

زمان قالب برداری

پایه ها و قالب‌های باربر نباید قبل از آنکه اعضای بتنی مقاومت کافی برای تحمل وزن خود و بارهای وارده را کسب کنند برچیده شوند. در صورتی که زمان قالب برداری در طرح تعیین نشده باشد باید زمان های داده شده در جدول ۲-۱۲-۹ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان را به عنوان حداقل زمان لازم برای برچیدن قالب‌ها و پایه ها ملاک قرار داد.

برچیدن قالب‌ها و پایه های اطمینان در مدتی کمتر از زمان های داده شده در این جدول فقط به شرط آزمایش قبلی میسر است.

در صورتی که آزمایش آزمونه های آگاهی نگهداری شده در کارگاه رسیدن مقاومت بتن به حداقل ۷۰ درصد مقاومت مشخصه را نشان دهند می توان قالب‌های سطح زیرین را برداشت ولی برچیدن پایه های اطمینان فقط در صورتی مجاز است که علاوه بر رعایت تمامی محدودیت ها بتن به مقاومت ۲۸ روزه مشخصه خود برسد .

زمان های ارائه شده در این جدول برای بتن با سیمان پرتلند معمولی نوع یک یا دو یا سایر سیمان هایی است که روند کسب مقاومت مشابهی دارند، در صورتی که از سیمان پرتلند نوع ۳ یا مواد زود سخت کننده استفاده شود و یا عمل آوری با بخار باشد می توان زمان های داده شده را کاهش داد.

هم چنین، در صورت استفاده از سیمان یا مواد دیر سخت کننده نظیر سیمان پرتلند نوع ۵ باید زمان های داده شده را افزایش داد

رواداری های قالب بندی

رواداری های قالب بندی باید به گونه ای باشد که اهداف پیش بینی شده برای ساختمان، ظرفیت باربری ساختمان و یا هر قسمتی در آن در حد غیر قابل قبول مخدوش نشود.

انحراف ابعاد و موقعیت قالب‌ها نباید از حدودی معین تجاوز کند. اگر رواداری ها توسط طراح تعیین نشده باشد می توان از جدول شماره ۱-۱۲-۹ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان کمک گرفت

شناخت بارهای وارد بر قالب
(بارهای قائم، بارهای جانبی، بارهای ویژه)

بارهایی که در طراحی قالب بایستی در نظر گرفته شوند عبارتند از:

- بار مرده
- بار زنده
- وزن بتن و آرماتور
- فشار جانبی بتن

بار مرده

- بار مرده وزن قالب می باشد.
- وزن قالب با تمام متعلقات بر حسب اینکه چوبی یا فولادی باشد، بین ۲۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع متغیر است.

بار زنده

- در قالب های افقی، مثل قالب دال، در حین بتن ریزی وزن گروه و تجهیزات بتن ریزی بر روی قالب اعمال می گردد. بر اساس ACI حداقل بار زنده بایستی ۲۴۰کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفته شود.
- در صورت استفاده از تجهیزات سنگین تر، این وزن تا ۳۶۰کیلوگرم بر متر مربع قابل افزایش است.
- مجموع بارهای مرده و زنده نباید کمتر از ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفته شود.

وزن بتن

- در قالب های افقی، مثل قالب دال، وزن بتن تازه از بارهای اساسی در طراحی می باشد.
- میزان وزن مخصوص بتن مسلح برابر ۲۵۰۰کیلوگرم بر متر مکعب توصیه می گردد.

فشار قائم طراحی برای قالب دال

ضخامت دال (سانتیمتر)	بار طراحی (کیلوگرم بر متر مربع)	
	در صورت عدم استفاده از دامپر موتوری	در صورت استفاده از دامپر موتوری
10	500	625
15	625	750
20	750	875
25	875	1000
30	1000	1125

مقدار بار زنده در حالت استفاده از دامپر دستی ۲۵۰ کیلوگرم بر متر مربع منظور شده است.

مقدار بار زنده در حالت استفاده از دامپر موتوری ۳۷۵کیلوگرم بر متر مربع منظور شده است.

فشار جانبی بتن

- در طراحی قالب های قائم، مثل قالب دیوار یا ستون، فشار جانبی بتن بار اصلی در طراحی می باشد.
- بتن تازه همانند مایعی با چگالی ۲۴ کیلونیوتن بر متر مکعب رفتار می نماید و در نتیجه فشار جانبی در عمق y از تراز آزاد بتن، مساوی 24y کیلونیوتن بر متر مربع می باشد. عمق y بر حسب متر و از تراز فوقانی بتن به سمت پایین اندازه گیری می شود.

فشار جانبی بتن

دو عامل مهم در تحت تاثیر قرار دادن فشار هیدرواستاتیک عبارتند از:

- سرعت بتن ریزی (بر حسب متر عمق بر ساعت)
- درجه حرارت بتن

هر چه سرعت بتن ریزی بیشتر باشد، عمقی از بتن که به صورت نگرفته و خمیری است بزرگتر شده و فشار جانبی به صورت خطی و هیدرواستاتیک افزایش می یابد.

درجه حرارت بتن تاثیر عکس داشته و هرچه بالاتر باشد، بتن زودنر به حالت جامد در آمده و فشار جانبی کاهش می یابد.

فشار جانبی بتن

علاوه بر دو عامل فوق عوامل زیر نیز بر فشار جانبی تاثیر گذار می باشند:

- نوع ارتعاش بتن (داخلی یا خارجی)
- ضربه ناشی از ریزش بتن آزاد بر روی قالب
- اسلامپ (روانی) بتن

روابط تعیین فشار جانبی بتن بر روی دیوارها

در صورتیکه سرعت بتن ریزی R کمتر از ۲ متر بر ساعت در ارتفاع باشد:

$$P_m = 0.72 + \frac{78.5R}{T_c + 17.8} \ (\text{ton/m}^2)$$

$$P_m = 7.2 + \frac{785R}{T_c + 17.8} \ (\text{KN/m}^2)$$

روابط تعیین فشار جانبی بتن بر روی دیوارها

در صورتیکه سرعت بتن ریزی R بین ۲ تا ۳ متر بر ساعت در ارتفاع باشد:

$$P_m = 0.72 + \frac{115.6}{T_c + 17.8} + \frac{24.4R}{T_c + 17.8} \ (\text{ton/m}^2)$$

$$P_m = 7.2 + \frac{1156}{T_c + 17.8} + \frac{244R}{T_c + 17.8} \ (\text{kN/m}^2)$$

روابط تعیین فشار جانبی بتن بر روی دیوارها

در صورتیکه سرعت بتن ریزی R بیش از ۳ متر بر ساعت در ارتفاع باشد:

$$P_m = 2.4\,h\ (ton/m^2)$$

$$P_m = 24\,h\ (kN/m^2)$$

P_m= فشار حداکثر (ton/m^2 یا Kn/m^2)

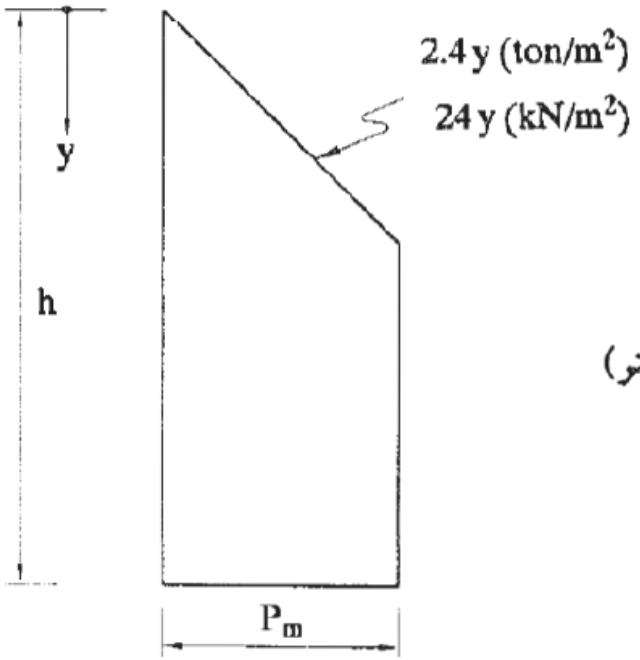
R= سرعت بتن ریزی (متر بر ساعت)

T_c= درجه حرارت بتن تازه (درجه سانتیگراد)

h= ارتفاع کل بتن ریزی (متر)

روابط تعیین فشار جانبی بتن بر روی دیوارها

Pm لازم نیست بیشتر از ۱۰ تن بر متر مربع (۱۰۰ کیلونیوتن بر متر مربع) یا 2.4h تن بر متر مربع (یا 24h کیلونیوتن بر متر مربع) در نظر گرفته شود. مقدار حداقل آن نیز ۳ تن بر متر مربع (۳۰ کیلونیوتن بر متر مربع) می باشد.

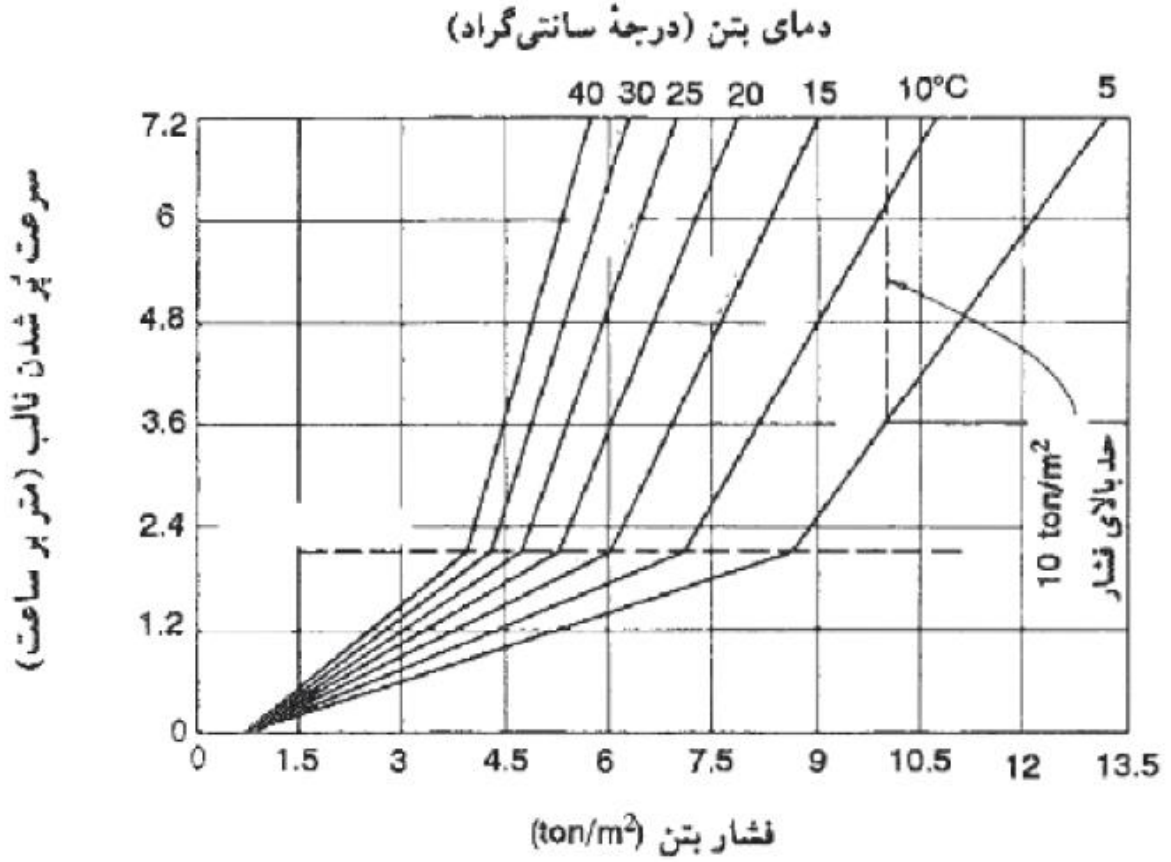


(y برحسب متر)

$$3 \leq P_m \leq 10 \text{ ton/m}^2$$

$$30 \leq P_m \leq 100 \text{ KN/m}^2$$

روابط تعیین فشار جانبی بتن بر روی دیوارها



نمودار تعیین فشار بتن بر قالب دیوار

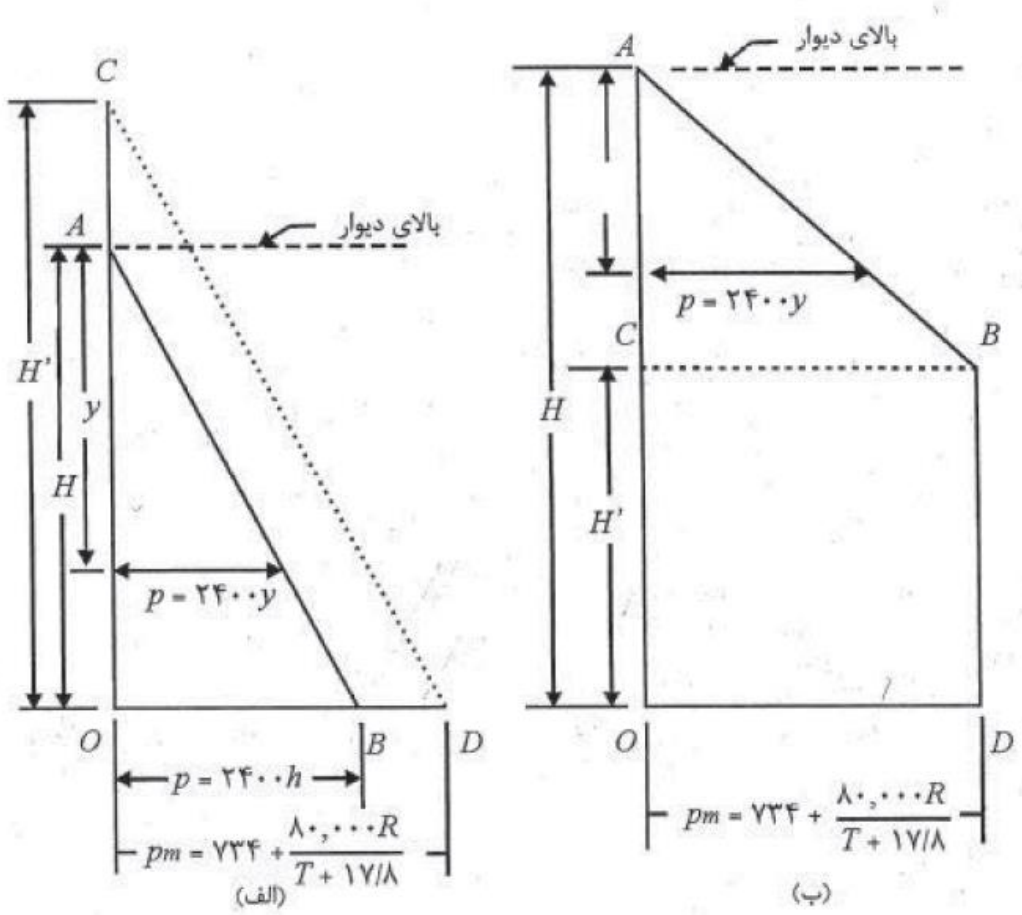
روابط تعیین فشار جانبی بتن بر روی دیوارها

رابطه بین سرعت پر کردن قالب دیوارها با حداکثر فشار جانبی و درجه حرارت

سرعت پر کردن قالب (متربرساعت)	حداکثر فشار جانبی (kg/m^2) برای دماهای زیر					
	۵°C	۱۰°C	۱۵°C	۲۰°C	۲۵°C	۳۰°C
۰/۵			است	۲۹۲۰ حاکم	حداقل	مقدار
۱/۰	۴۲۴۳	۳۶۱۲	۳۱۷۳			
۱/۵	۵۹۹۷	۵۰۵۰	۴۲۹۳	۳۹۰۹	۳۵۳۸	۳۲۲۵
۲/۰	۸۰۸۲	۶۷۶۰	۵۸۴۲	۵۱۶۶	۴۶۴۹	۴۲۲۹
۲/۵	۸۶۳۸	۷۳۰۸	۶۴۲۱	۳۳۹۵	۴۹۳۹	۴۴۹۹
۳/۰	۹۱۷۳	۷۶۵۵	۶۶۰۰	۵۸۲۴	۵۲۲۰	۴۷۵۹

فشارها بر اساس وزن مخصوص ۲۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب با اسلامپ ۱۰۰ میلیمتر محاسبه شده است.

روابط تعیین فشار جانبی بتن بر روی دیوارها



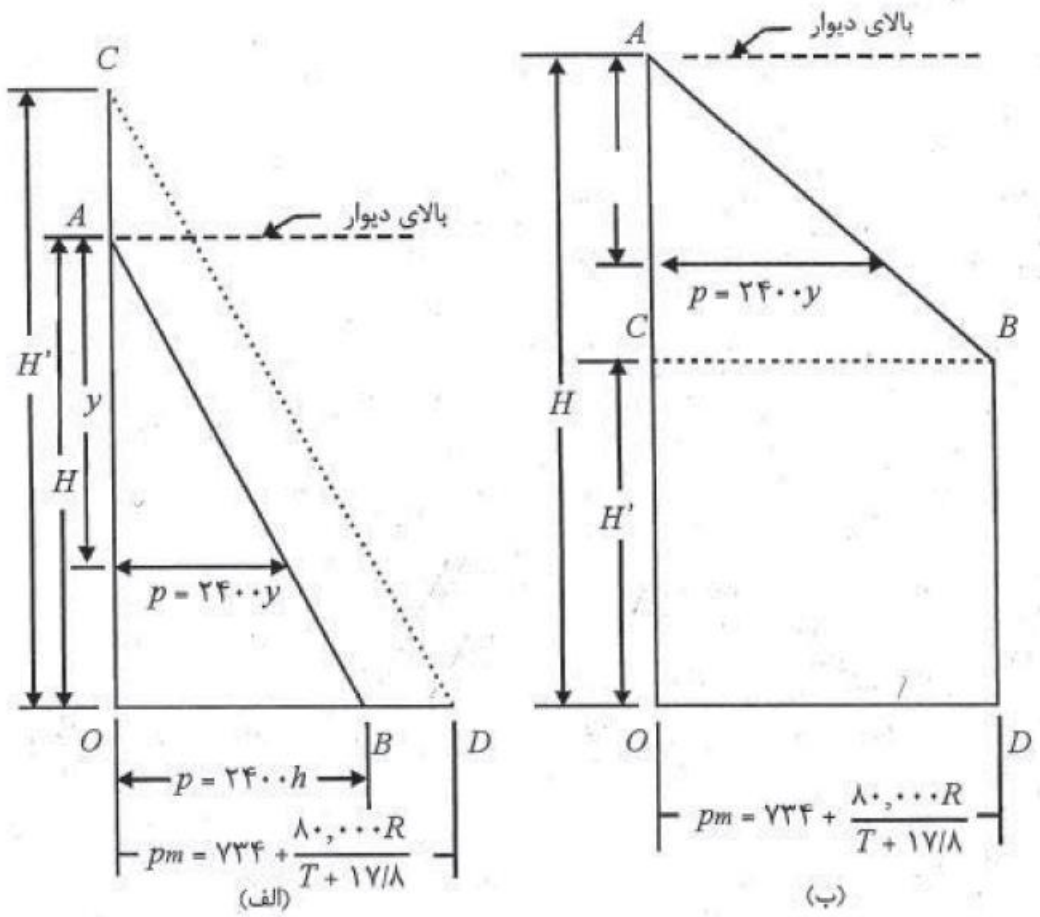
شکل الف-

گرادیان فشار بر روی قالب دیوار با ارتفاع H با خط AB نشان داده شده است.

حداقل ارتفاع مورد نیاز برای بوجود آمدن حداکثر فشار برای سرعت بتن ریزی و دمای مشخص برابر H' است و گرادیان فشار با خط CD نشان داده شده است.

این قالب باید برای فشار AB و جیحا CD طراحی شود.

روابط تعیین فشار جانبی بتن بر روی دیوارها



شکل ب-

گرادیان فشار بر روی قالب دیوار با ارتفاع H بیشتر از حداقل مورد نیاز برای ایجاد فشار ماکزیمم برای سرعت بتن ریزی و دمای مشخص است.

بخش OC در معرض فشار حداکثر و برای قسمت های بالای C گرادیان فشار با AB نمایش داده شده است.

این قالب باید برای فشار AB و BD طراحی شود.

روابط تعیین فشار جانبی بتن بر روی ستون ها

$$P_m = 0.72 + \frac{78.5R}{T_c + 17.8} \ (\text{ton/m}^2)$$

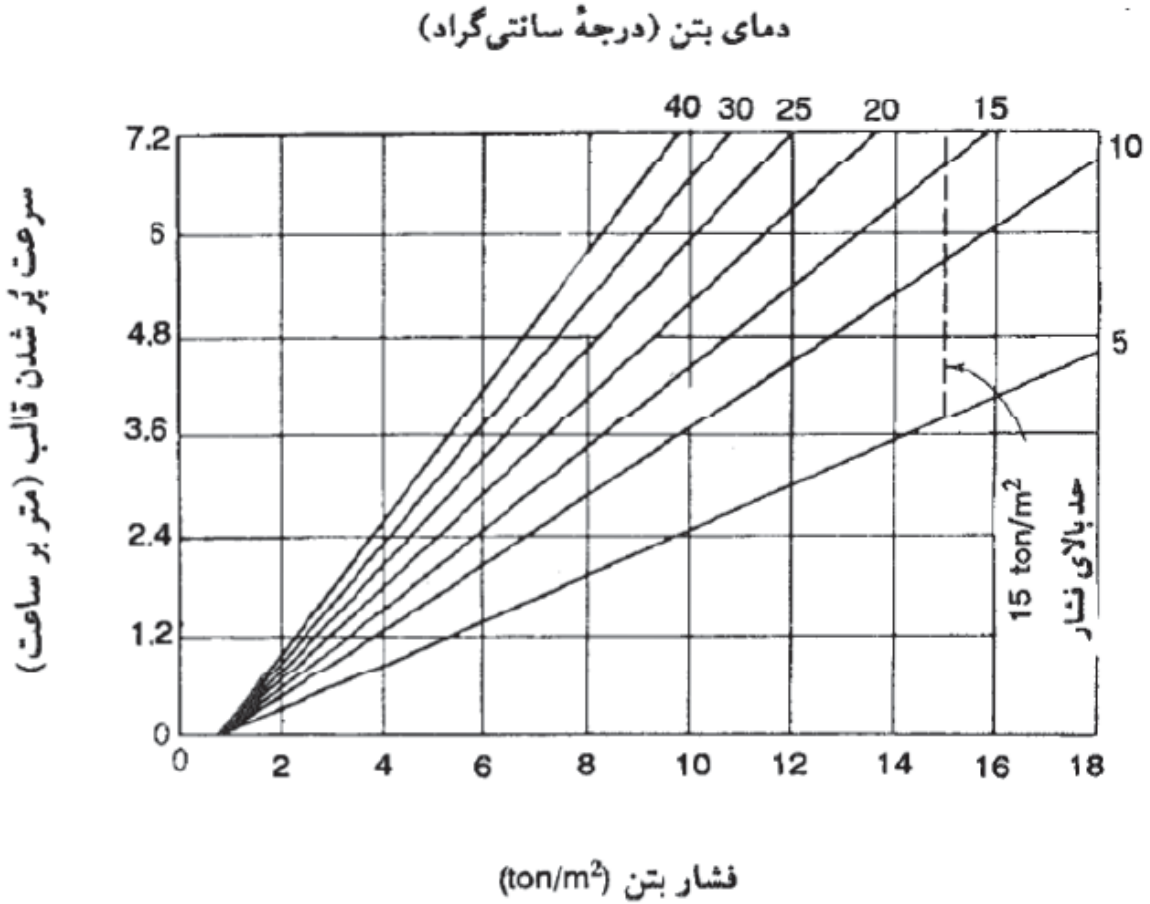
$$P_m = 7.2 + \frac{785R}{T_c + 17.8} \ (\text{kN/m}^2)$$

Pm لازم نیست از مقادیر حدی زیر بیشتر گردد:

$3 \le P_m \le 15 \ \text{ton/m}^2$ یا $2.4h$

$30 \le P_m \le 150 \ \text{kN/m}^2$ یا $24h$

روابط تعیین فشار جانبی بتن بر روی ستون ها



نمودار تعیین فشار بتن بر قالب ستون

رابطه بین سرعت پر کردن قالب ستون با حداکثر فشار جانبی و درجه حرارت

فشارها بر اساس وزن مخصوص ۲۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب با اسلامپ ۱۰۰ میلیمتر محاسبه شده است.

سرعت پر کردن قالب (متربرساعت)	حداکثر فشار جانبی (kg/m^2) برای دماهای زیر					
	۵°C	۱۰°C	۱۵°C	۲۰°C	۲۵°C	۳۰°C
۰/۵			است	۲۹۳۰حاکم	حداقل	مقدار
۱/۰	۴۲۴۳	۳۶۱۲	۳۱۷۳			
۱/۵	۵۹۹۷	۵۰۵۰	۴۳۹۳	۳۹۰۹	۳۵۳۸	۳۲۴۵
۲/۰	۷۷۵۲	۶۴۸۹	۵۶۱۲	۴۹۶۷	۴۴۷۲	۴۰۸۱
۲/۵	۹۵۰۶	۷۹۲۸	۶۸۳۲	۶۰۲۵	۵۴۰۷	۴۹۱۸
۳/۰	۱۱۲۶۰	۹۳۶۷	۸۰۵۱	۷۰۸۳	۶۳۴۱	۵۷۵۵
۳/۵	۱۳۰۱۵	۱۰۸۰۶	۹۲۷۱	۸۱۴۱	۷۲۷۶	۶۵۹۲
۴/۰		۱۲۲۴۵	۱۰۴۹۰	۹۲۰۰	۸۲۱۱	۷۴۲۹
۴/۵		۱۳۶۸۴	۱۱۷۱۰	۱۰۲۵۸	۹۱۴۵	۸۲۶۵
۵/۰			۱۲۹۲۹	۱۱۳۱۶	۱۰۰۸۰	۹۱۰۲
۵/۵			۱۴۱۴۹	۱۲۳۷۴	۱۱۰۱۴	۹۹۳۹
۶/۰				۱۳۴۳۲	۱۱۹۴۹	۱۰۷۷۶
۶/۵				۱۴۴۹۱	۱۲۸۸۴	۱۱۶۱۳
۷/۰					۱۳۸۱۸	۱۲۴۵۰
۷/۵	است	حاکم	۱۴۶۵۰	حداکثر	مقدار	۱۳۲۸۶
۸/۰						۱۳۲۸۶
۸/۵						
۹/۰						

سیستم قالب لغزنده

در این سیستم که برای سازه های بتنی بلند استفاده می شود، نیازی به استفاده از جرثقیل نیست. بالا رفتن این سیستم بوسیله جک های هیدرولیک و با اتکا بر سطح بتن سخت شده مرحله قبل انجام می شود. قالب لغزنده در طیف وسیعی از سازه ها کاربرد دارد که موارد زیر از این جمله هستند:

- سیلوهای تک سلولی و چند سلولی و بونکرها
- دیوارهای برشی در سازه های بلندمرتبه
- ستون های مرتفع
- برج ها
- مخازن
- شفت های قائم
- دودکش ها

سیستم قالب لغزنده

قالب لغزنده در دو نوع مقطع ثابت و مقطع متغیر ساخته می شود.

وقتی قطر یا ابعاد سازه و ضخامت آن از پایین تا بالا یکسان باشد از قالب لغزنده مقطع ثابت استفاده می شود.

قالب لغزنده مقطع متغیر در ساخت سازه هایی کاربرد دارد که ابعاد خارجی سازه و یا ضخامت آن در ارتفاع تغییر می کند.

ارتفاع پوسته قالب لغزنده ۱ تا ۱/۲ متر بوده و بتن ریزی با این قالب به صورت پیوسته انجام می شود. قالب های لغزنده با سرعت ۲۰ تا ۳۵ سانتیمتر در ساعت به سمت بالا و به صورت هیدرولیکی حرکت می کنند.

سیستم قالب تونلی

در اجرای ساختمانهای متشکل از دیوار و دال از قالب های تونلی استفاده می شود. قالب های تونلی طوری طراحی شده اند که با دو قالب نصف هر دال و دیوار مجاور آن با دو قالب یکپارچه به شکل L همزمان قالب بندی می شوند و پس از فولادگذاری، بتن ریزی انجام می گردد. در این سیستم امکان پیش بینی محل تاسیسات مکانیکی و برقی وجود دارد و قالب ها یکپارچه باز و بسته می شوند. قالب بندی با جرثقیل در کمترین مدت انجام می گیرد.

مزایای سیستم قالب تونلی

- سرعت در ساخت و ساز
- کاهش نیروی انسانی
- عدم نیاز به نیروی انسانی متخصص
- کاهش حجم نازک کاری
- سرعت در نصب و برچیدن قالب
- اجرای همزمان تاسیسات الکتریکی و مکانیکی
- محکم و بادوام با ضریب تکرار بالا
- صرفه جویی در هزینه ساخت
- افزایش ایمنی در کارگاه
- اجرای همزمان دیوار و دال

قالب های خاص و قطعات پیش ساخته

این قالب ها که در ساخت تیرهای پیش ساخته پل ها، دیوارهای پیش ساخته، دال های پیش ساخته، منهول، جدول و موج شکن کاربرد فراوان دارند بر اساس نقشه های اخذ شده از کارفرما طراحی و ساخته می شوند.

قالب یک قطعه پیش ساخته طوری طراحی و تولید می شود که ضمن سهولت باز و بسته کردن، قابلیت استفاده در دفعات بسیار زیاد را داشته باشد. به همین دلیل استحکام این قالب ها باید در طراحی کاملا مورد توجه قرار گیرد. قالب های پیش ساخته معمولاً ابعاد بزرگ و وزن زیادی دارند و لذا برای استفاده از آنها باید جرثقیل به کار گرفته شود.

طراحی اجزای قالب های افقی و قائم

روابط تحلیلی

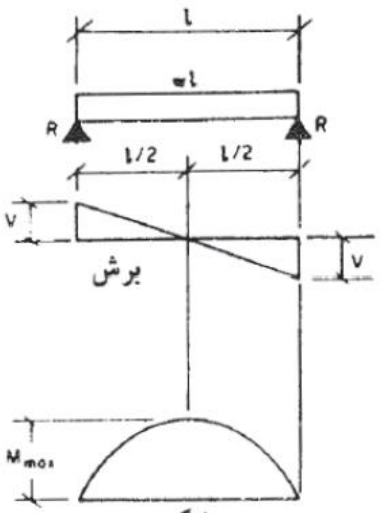
در اغلب اوقات سازه قالب ساده بوده و از روابط ساده استاتیکی می توان برای تحلیل آن استفاده نمود.

قسمت های زیادی از قالب، رفتاری مشابه تیر سراسری دارند. در این رابطه می توان از روابط ساده اما قابل قبول زیر استفاده نمود.

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

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

روابط تحلیل تیرها

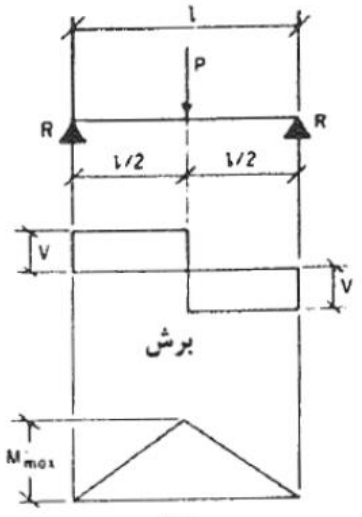


تیر ساده تحت بار گسترده

$$R = V = \frac{wl}{2}$$

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

$$D_{max} = \frac{5wl^4}{384EI}$$

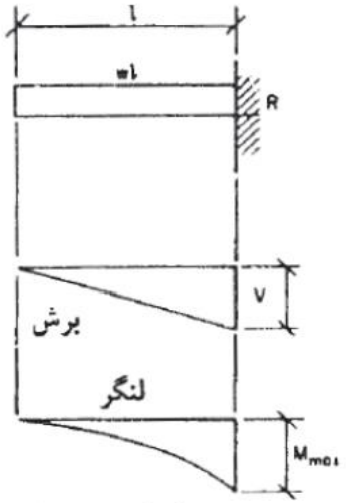


تیر ساده تحت بار متمرکز

$$R = V = \frac{P}{2}$$

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

$$D_{max} = \frac{Pl^3}{48EI}$$

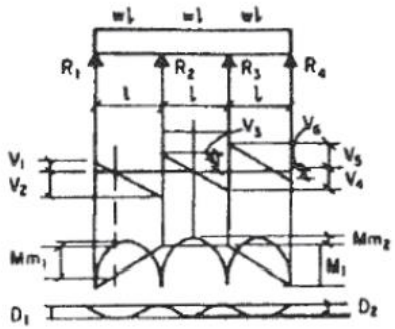


تیر طره‌ای تحت بار گسترده

$$R = V = wl$$

$$M_{max} = \frac{wl^2}{2} \quad \text{AT FIXED END}$$

$$D_{max} = \frac{wl^4}{8EI} \quad \text{AT FREE END}$$



تیر یکسرهٔ سه‌دهانه با دهانه‌های مساوی تحت بار گسترده

$$R_1 = R_4 = V_1 = V_6 = \frac{4wl}{10}$$

$$R_2 = R_3 = \frac{11wl}{10}$$

$$V_2 = V_5 = \frac{6wl}{10} \qquad V_3 = V_4 = \frac{wl}{2}$$

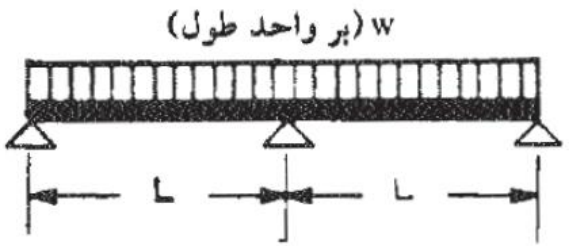
$$M_1 = \frac{wl^2}{10} \qquad M_{m1} = \frac{2wl^2}{25}$$

$$M_{m2} = \frac{wl^2}{40}$$

$$D_1 = \frac{4wl^4}{581EI} \qquad D_2 = \frac{wl^4}{1920EI}$$

روابط تحلیل تیرها

تیر دودهانه

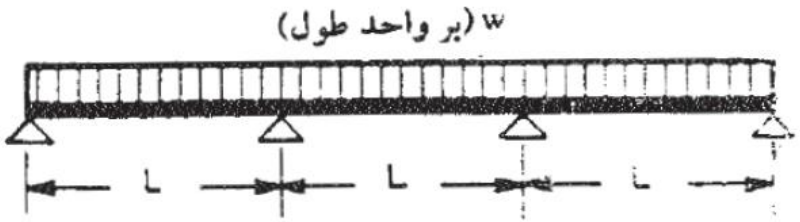


$$M_{max} = \frac{wL^2}{8}$$

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

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

تیر سه‌دهانه



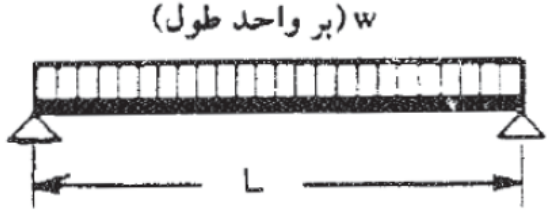
$$M_{max} = \frac{wL^2}{10}$$

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

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

روابط تحلیل تیرها

تیر سادهٔ تک‌دهانه

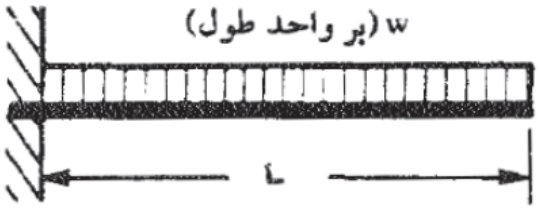


$$M_{max} = \frac{wL^2}{8}$$

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

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

تیر طره‌ای



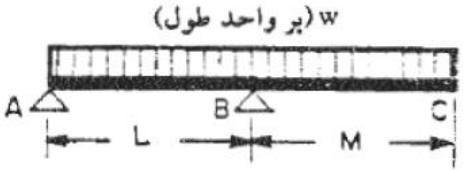
$$M_{max} = \frac{wL^2}{2}$$

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

$$V_{max} = wL$$

روابط تحلیل تیرها

تیر سادهٔ یکسر طرّه



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

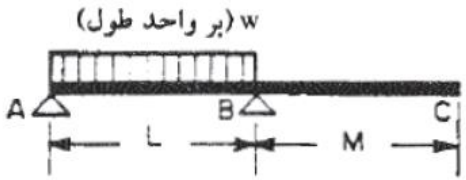
$$M_B = \frac{wM^2}{2}$$

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

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

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

تیر سادهٔ یکسر طرّه

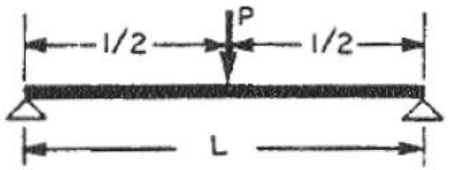


$$M_{max} = \frac{wL^2}{8}$$

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

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

تیر ساده تحت بار متمرکز



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

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

تنش خمشی در تیرها

برای اعضای تحت خمش، تنش خمشی بکار رفته نباید از تنش مجاز خمشی تجاوز کند ($f_b<F_b$)

برای تیری که تحت اثر لنگر خمشی M قرار دارد، تنش خمشی اعمال شده از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$f_b = \frac{Mc}{I} = \frac{M}{S}$$

برای تیری با مقطع مستطیلی توپر، ممان اینرسی و اساس مقطع عبارتست از:

$$I = \frac{bd^3}{12} \qquad S = \frac{I}{c} = \frac{bd^2}{6} \qquad f_b = \frac{M}{S} = \frac{6M}{bd^2}$$

تنش خمشی در تیرها

برای طراحی اعضای تحت خمش، خواهیم داشت:

$$S = \frac{M}{F_b} \quad \Rightarrow \quad bd^2 = \frac{6M}{F_b}$$

زمانی که یک تیر را تحلیل می کنیم، مقدار بار گسترده یکنواخت در طول تیر، یا مقدار بارهای متمرکز و نقطه اثر آن معلوم است.

همچنین، طول دهانه و نوع تکیه گاه ها (ساده یا پیوسته) معلوم است. بنابراین لنگر خمشی قابل محاسبه است.

همچنین با مشخص بودن نوع مصالح تیر، تنش مجاز Fb آن معلوم است. با استفاده از این اطلاعات ، ابعاد مورد نیاز (عرض و عمق) تیر را می توان تعیین نمود.

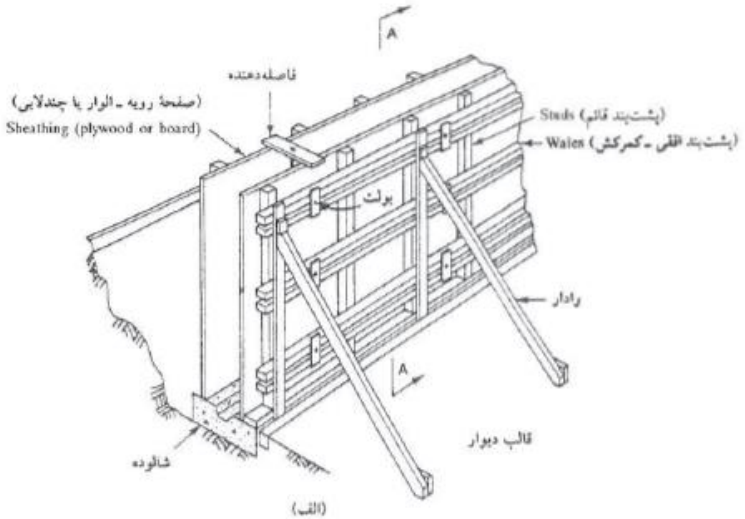
پایداری اعضای خمشی

بر اساس آیین نامه NDS (آیین نامه طراحی ملی ساختمانهای چوبی)، اصول تقریبی زیر که بر اساس نسبت عمق به عرض تیرهای چوبی می باشد (d/b) بایستی در نظر گرفته شود:

- d/b=2 یا کمتر، به تکیه گاه جانبی نیازی نمی باشد.
- d/b=3 or 4 ، دو انتها باید در مقابل دوران، غلتیدن و جابجایی مقاومت کنند.
- d/b=5، یک لبه تیر باید در امتداد محور عضو نگه داشته شود.
- d/b=6، بستن پهلوها یا مهاربندی با دهانه های کمتر از ۲۴۰ سانتیمتر باید انجام شود.

مثال ۶ ـ ۱ طراحی قالب دیوار

شکل ۶ ـ ۱۱، نشان‌دهندهٔ سیستم قالب‌بندی دیوار می‌باشد.



شکل ۶ ـ ۱۱ اجزای قالب دیوار.

اجزای قالب دیوار به‌ترتیب اولویت باربری و محاسبه عبارتند از:

۱ ـ صفحهٔ رویه (Sheating)
۲ ـ پشت‌بند قائم (Stud)
۳ ـ پشت‌بند افقی یا کمرکش (Wale)
۴ ـ بولت (Tie)
۵ ـ وادار (Brace)

فشار بتن تازه ابتدا به‌صفحهٔ رویه اعمال می‌شود. صفحه رویه در حدفاصل پشت‌بندهای قائم به‌صورت تیر یکسره عمل نموده و بار را به‌پشت‌بندهای قائم منتقل می‌کند. پشت‌بندهای قائم نیز به‌صورت تیر سراسری قائم روی کمرکش‌های افقی تکیه کرده و بار خود را به‌آن منتقل می‌کند. پشت‌بند افقی یا کمرکش به‌صورت تیر سراسری در حد فاصل بولت‌ها دهانه می‌زند. واکنش وارد بر بولت‌ها از دو طرف مساوی بوده و بولت را تحت کشش قرار می‌دهد. وادار عامل باربر در مقابل فشار قالب نیست و وظیفهٔ آن حفظ تعادل قالب در امتداد شاقول در مقابل نیروهای جانبی اتفاقی و باد می‌باشد و غالباً برای نیروی باد محاسبه می‌شود.

مطابق شکل ۶ ـ ۱۲، قالب دیواری به‌ارتفاع ۴/۵ متر مفروض است. سرعت بتن‌ریزی حدود ۱ متر بر ساعت و درجه حرارت هوا در حین بتن‌ریزی ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد می‌باشد. مطلوب است کنترل و طراحی قالب.

حل:

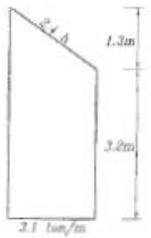
۱ ـ *تعیین فشار بتن‌ریزی*

$$R=1\ m/h<2\ m/h$$

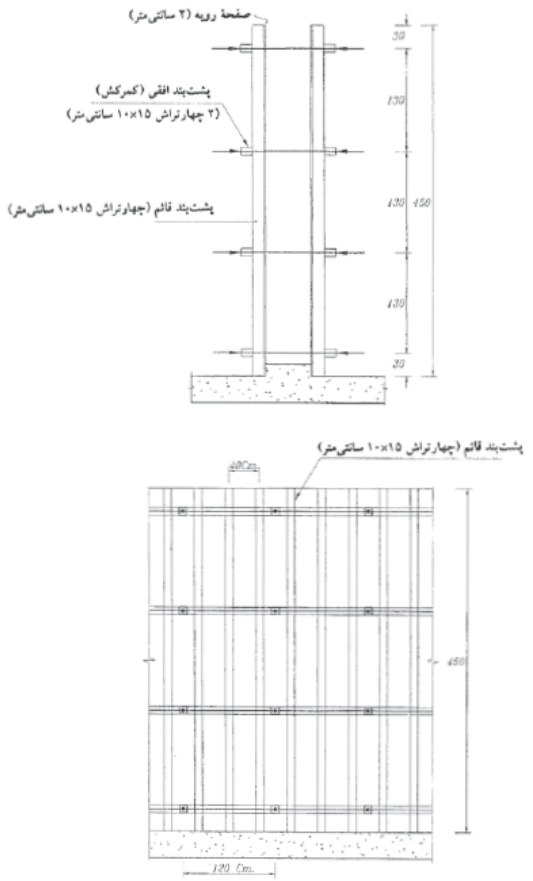
$$P=0.72+\frac{78.5R}{T_c+17.8}=0.72+\frac{78.5\times1}{15+17.8}=3.1\ ton/m^2$$

$$\text{خطی } h=\frac{3.1}{2.4}=1.3\ m$$

در نتیجه فشار وارد بر دیوار به‌صورتی است که در شکل ۶ ـ ۱۳ می‌بینید.



شکل ۶ ـ ۱۳



شکل ۶ ـ ۱۲ هندسهٔ مثال مورد طراحی.

۲ ـ *طراحی صفحهٔ رویه*

رویه را از تختهٔ ۲ سانت (و یا چندلایی ۲۰ میلی‌متر) انتخاب می‌نماییم. برای واحد عرض با دهانهٔ ۰/۴ متر داریم:

$$M=\frac{ql^2}{10}=\frac{3.1\times0.4^2}{10}=0.05\ \text{ton.m}$$

$$S=bh^2/6=100\times2^2/6=66.67\ \text{cm}^3$$

$$f_b=0.05\times10^5/66.67=75\ \text{kg/cm}^2\le 75 \quad \text{خوبست}$$

کنترل تغییرشکل:

$$\Delta\cong\frac{2}{384}\frac{ql^4}{EI}$$

$$I=bh^3/12=100\times2/12=66.67\ \text{cm}^4$$

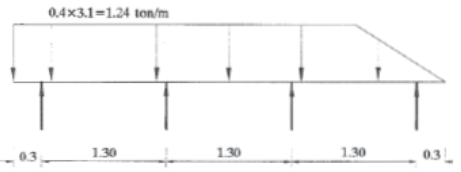
$$E=85000\ \text{kg/cm}^2$$

$$q=3.1\ \text{ton/m}=31\ \text{kg/cm}$$

$$\Delta=\frac{2}{384}\times\frac{31\times40^4}{85000\times66.67}=0.073\ \text{cm}=0.73\ \text{mm}<3\ \text{mm}\ ,\ \frac{L}{270}$$

۳ ـ *طراحی پشت‌بند قائم*

پشت‌بند قائم دارای عرض بارگیر ۴۰ سانتی‌متر بوده و مدل سازه‌ای آن به‌شکل زیر است:



شکل ۶ ـ ۱۴

تیر فوق را می‌توان به‌کمک روش‌های دقیق تحلیل نمود. با فرض فشار یکنواخت 1.24 ton/m نتایج تحلیل تقریبی به‌شرح زیر خواهد بود:

$$M=\frac{ql^2}{10}=\frac{1.24\times1.30^2}{10}=0.21\ \text{ton.m}$$

از چهارتراش ۱۵×۱۰ سانتی‌متر استفاده می‌شود:

$$S=10\times\frac{15^2}{6}=375\ \text{cm}^3$$

$$f_b=0.21\times10^5/375=56<70\ \text{kg/cm}^2$$ خوبست

کنترل تغییرشکل:

$$I=10\times\frac{15^3}{12}=2812.5\ \text{cm}^4$$

$$\Delta=\frac{2}{384}\times\frac{ql^4}{EI}=\frac{2}{384}\times\frac{12.4\times130^4}{85000\times2812.5}=0.077\ \text{cm}=0.77\ \text{mm}<3\ \text{mm}\ ,\ \frac{L}{270}$$

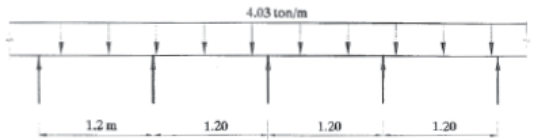
کنترل برش:

$$V=\frac{1.24\times1.30}{2}=0.81\ \text{ton}$$

$$f_v=1.5\frac{V}{A}=1.5\frac{0.81\times10^3}{10\times15}=8.10\ \text{kg/cm}^2\cong8$$ قابل قبول است

۴ـ *طراحی پشت‌بند افقی (تیرکمرکش)*

مطابق شکل، فواصل بولت‌ها در هر ۱/۲ متر انتخاب می‌شود. فواصل بولت‌ها در واقع دهانهٔ پشت‌بند افقی می‌باشد. مدل سازه‌ای پشت‌بند افقی به‌شکل زیر است:



شکل ۶ـ۱۵

عرض بارگیر =B=1.3

$$q=1.3\times3.1=4.03\ \text{ton/m}$$

$$M=0.1ql^2=0.1\times4.03\times1.2^2=0.58\ \text{ton.m}$$

چهارتراش ۱۵×۲۰ سانتی‌متر جوابگوی پشت‌بند افقی می‌باشد. به‌منظور عدم نیاز به‌سوراخکاری از دو چهارتراش ۱۵×۱۰ سانتی‌متر به‌موازات یکدیگر استفاده می‌شود تا بولت‌ها از میان آنها عبور نمایند.

$$S=\frac{2\times10\times15^2}{6}=750\ \text{cm}^3$$

$$f_b=\frac{0.58\times10^5}{750}=77\ \text{kg/cm}^2\cong75$$ قابل قبول است

کنترل تغییرشکل:

$$I=2\times10\times15^3/12=5625\ \text{cm}^4$$

$$\Delta=\frac{2}{384}\times\frac{ql^4}{EI}=\frac{2}{384}\times\frac{40.3\times120^4}{85000\times5625}=0.091\ \text{cm}=0.9\ \text{mm}<\left(3\ \text{mm}\ ,\ \frac{L}{270}\right)$$

کنترل برش:

$$V=ql/2=4.03\times1.2/2=2.42\ \text{ton}$$

$$f_v=1.5\frac{V}{A}=1.5\times\frac{2.42\times10^3}{2\times10\times15}=12.10>8\ \text{kg/cm}^2$$

تنش برشی جواب نمی‌دهد، اگر فرض نماییم ابعاد صفحهٔ فشار بولت ۳۰×۳۰ سانتی‌متر انتخاب شود، دهانهٔ برشی کوچک می‌شود.

$$V=4.03\times0.9/2=1.814\ \text{ton}$$

$$f_v=1.5\times\frac{1.814\times10^3}{2\times10\times15}=9\ \text{kg/cm}^2>8$$ قابل قبول است

طراحی بولت

سطح بارگیر هر بولت، ۱/۳×۱/۲ متر می‌باشد.

نیروی بولت =1.2×1.3×3.1=4.84 ton

مجاز $F_t=0.33F_u=0.33\times3700=1200\ kg/cm^2$

$$A=\frac{4.84\times10^3}{1200}=4.03\ cm^2$$

انتخاب می‌شود:

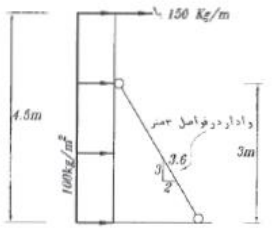
$\Phi 24$ و $A=4.52\ cm^2$

کنترل صفحهٔ تکیه‌گاهی:

$$f_b=\frac{4.84\times10^3}{30\times30}=5.4\ kg/cm^2<50\ kg/cm^2$$ خوبست

کنترل وادار

نیروی وادار برحسب فشار افقی باد (با مقدار $100\ kg/m^2$) و یا نیروی افقی ۱۵۰ کیلوگرم بر متر طول (هرکدام که بحرانی‌تر باشد) تعیین می‌گردد.



شکل ۶ ـ ۱۶

$$F_1=\frac{3.6}{2}\times\frac{150\times4.5}{3}\times3=1215\ kg$$

$$F_2=\frac{3.6}{2}\times\frac{100\times4.5}{3}\times\frac{4.5}{2}\times3=1822\ kg$$ (حاکم است)

برای وادار از چوب گرد به‌قطر ۱۵ سانتی‌متر استفاده می‌شود:

$$A=\pi\times\frac{15^2}{4}=176\ cm^2$$

$$f_a=\frac{1822}{176}=10.35\ kg/cm^2$$

$L=\sqrt{2^2+3^2}=3.6\ m$

$r=R/2=7.5/2=3.75\ cm$

$\lambda=360/3.75=96$

مجاز $F_a=\frac{3.6\times85000}{96^2}=33>10.35\ kg/cm^2$ خوبست

مثال ۶ ـ ۲ طراحی قالب فلزی دیوار از نوع پانلی

شکل ۶ ـ ۱۷ تشان‌دهندهٔ قالب فلزی پانلی دیواری به‌ارتفاع ۳ متر می‌باشد. هندسهٔ پانل تیپ در شکل‌های ۶ ـ ۱۸ و ۶ ـ ۱۹ نشان داده شده است. مطلوب است کنترل اجزای قالب:

۱ ـ فشار بتن

سرعت پرشدن قالب $=2\ m/h$

درجه حرارت بتن $=12\ °C$

با استفاده از رابطهٔ ۳ ـ ۲ داریم:

$$P_m=0.72+\frac{78.5\times2}{12+17.8}\cong6\ ton/m^2$$

ارتفاع خطی $=6/2.4=2.5\ m$

۲ ـ ورق‌های مصرفی

ورق‌های مصرفی از نوع نرمهٔ روغنی می‌باشند که قابلیت پرسکاری مناسب دارند و تنش مجاز پایه برای آنها مساوی $1400\ kg/cm^2$ در نظر گرفته می‌شود.

۳ ـ طراحی پانل تیپ

کنترل ضخامت ورق رویه

ضخامت ورق رویه $=3\ mm=0.3\ cm$

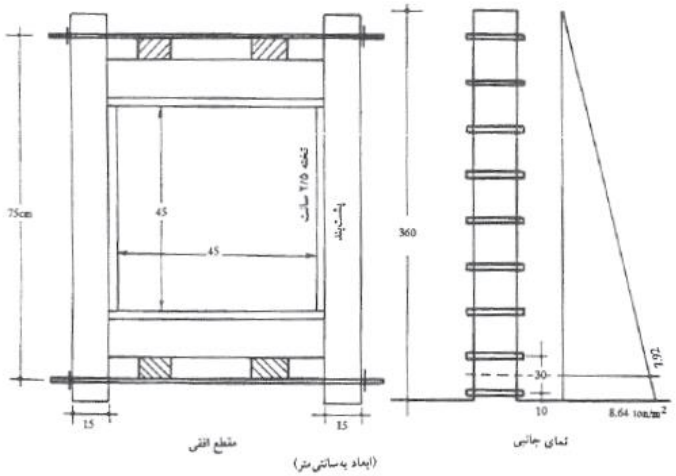
(برای پهنای $1\ cm$) $S=\frac{1\times0.3^2}{6}=0.015\ cm^3$ و $I=\frac{1\times0.3^3}{12}=0.00225\ cm^4$

$q=6\ T/m^2=0.6\ kg/cm^2$

برای پهنای واحد $q=0.6\ kg/cm$

مثال ۷ ـ ۱ طراحی قالب ستون

شکل ۷ ـ ۵، قالب ستونی به‌ارتفاع ۳/۶ متر را نشان می‌دهند. در صورتی‌که ستون در یک ساعت پُر شود و درجه حرارت بتن ۱۰ درجه سانتی‌گراد باشد، ستون را کنترل نمایید.



شکل ۷ ـ ۵

حل:

۱ ـ محاسبهٔ فشار بتن‌ریزی

$P_m=0.72+\frac{78.5R}{T_c+17.8}$ و $\leq 2.4h$ و $<14.5\ ton/m^2$ و $>3ton/m^2$

$T_c=10°C$

$R=3.6\ m/h$

$P_m=0.72+\frac{78.5\times3.6}{10+17.8}=10.9\ ton/m^2$

$2.4h=2.4\times3.6=8.64\ ton/m^2$

با توجه به‌اینکه P_m از فشار هیدرواستاتیک بتن تجاوز می‌کند، رابطهٔ $2.4h$ حاکم بر فشار جانبی و فشار بتن مطابق نمودار شکل خواهد بود.

۲ ـ کنترل صفحه رویه

$M=\frac{ql^2}{10}=\frac{7.92\times0.3^2}{10}=0.071\ ton.m$

ضخامت صفحهٔ رویه $=2.5\ cm$

$s=bh^2/6=100\times2.5^2/6=104.2$

$f_b=0.071\times10^5/104.2=68.13\ kg/cm^2 < 75\ kg/cm^2$ خوبست

کنترل تغییرشکل

$\Delta\cong\frac{2}{384}\frac{ql^4}{EI}$

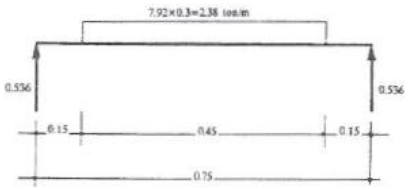
$I=bh^3/12=100\times2.5^3/12=130.2\ cm^4$

$E=85000\ kg/cm^2$

$q=7.92\ ton/m=79.2\ kg/cm$

$\Delta=\frac{2}{384}\times\frac{79.2\times30^4}{85000\times130.2}=0.03=0.3mm < 3mm$ و $\frac{L}{270}$

۳ ـ طراحی پشت‌بند



شکل ۷ ـ ۶

مثال ۸ ـ ۱

شکل ۸ ـ ۸ نشان‌دهندهٔ سیستم قالب‌بندی چوبی دال می‌باشد. اجزای قالب دال به‌ترتیب اولویت باربری و محاسبه عبارتند از:

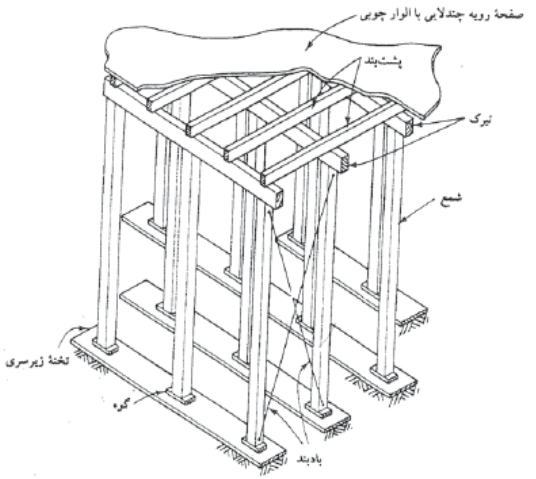
۱. صفحهٔ رویه (Sheating)

۲. پشت‌بند اول (Joist)

۳. پشت‌بند دوم یا تیرک (Stringer)

۴. شمع (Shore)

وزن بتن تازه و بار زنده ابتدا به‌صفحهٔ رویه وارد می‌شود. صفحهٔ رویه در حدفاصل پشت‌بندها به‌صورت تیر یکسره عمل نموده و بار را به‌تکیه‌گاه‌های خود یعنی پشت‌بندها منتقل می‌کند. پشت‌بندها نیز به‌صورت تیر سراسری روی تیرک‌ها تکیه کرده و بار خود را به‌آن منتقل می‌کنند. تیرک‌ها نیز به‌صورت تیر سراسری بر روی شمع‌ها متکی هستند.



شکل ۸ ـ ۸ سیستم قالب‌بندی دال.

$$M=0.536\times\frac{0.75}{2}-2.38\times0.225^2/2=0.14 \text{ ton.m}$$

$$S=5\times\frac{15^2}{6}=187.5 \text{ cm}^3$$

$$f_b=\frac{0.14\times10^5}{187.5}=74.7 \text{ kg/cm}^2 < 75$$

پشت‌بند کوتاه با توجه به‌وضعیت تکیه‌گاهی از چهارتراش 5×10 cm در نظر گرفته می‌شود.

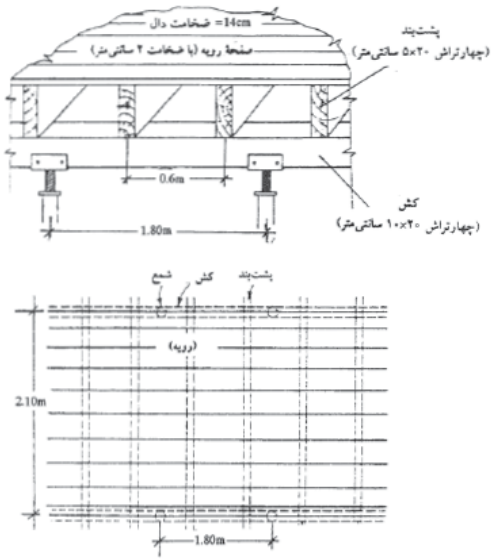
۴ ـ طراحی میله مهار

$F=0.536$ ton

$$A=\frac{0.536}{0.9}=0.6 \text{ cm}^2$$

$\Phi 14$ و $A_s=1.5 \text{ cm}^2$ خوبست

شکل ۸ ـ ۹، ابعاد و اندازه‌های مثال طراحی قالب دال را نشان می‌دهد که در ادامه به‌حل آن می‌پردازیم:



شکل ۸ ـ ۹ مثال طراحی قالب دال.

حل:

۱ ـ تعیین بارهای وارده

بتن $=1\times0.15\times2500=375\ kg/m^2$

قالب $=10\ kg/m^2$

بار زنده $=250\ kg/m^2$

$635\ kg/m^2$

۲ ـ طراحی صفحهٔ رویه برای عرض واحد (یک متر)

$$M=\frac{ql^2}{10}=\frac{0.635\times0.6^2}{10}=0.023\ ton.m/m$$

$$S=\frac{bh^2}{6}=\frac{100\times2^2}{6}=66.67$$

$$f_b=\frac{0.023\times10^5}{66.67}=34.5\ kg/cm^2<70$$

$$\Delta=\frac{2}{384}\ \frac{ql^4}{EI}$$

$I=100\times2^3/12=66.67\ cm^4$

$q=0.635\ ton/m=6.35\ kg/cm$

$$\Delta=\frac{2}{384}\times\frac{6.35\times60^4}{85000\times66.67}=0.076\ cm=0.76\ mm<3\ mm \quad و \quad \frac{600}{270}=2.2\ mm$$

۳ ـ طراحی پشت‌بند

فاصلهٔ پشت‌بندها $=0.60\ m$ دهانه $=2.10\ m$

$q=0.635\times0.60=0.38\ ton/m$

$$M=\frac{ql^2}{10}=\frac{0.38\times2.1^2}{10}=0.168\ ton.m$$

ابعاد پشت‌بند $b=5\ cm$ $h=20\ cm$

$$S=\frac{bh^2}{6}=5\times20^2/6=333\ cm^3$$

کنترل خمش:

$f_b=0.168\times10^5/333=50<75\ kg/cm^2$

کنترل تغییرشکل:

$I=bh^3/12=5\times20^3/12=3333\ cm^4$

$$\Delta=\frac{2}{384}\times\frac{3.8\times210^4}{85000\times3333}=0.136\ cm=1.36\ mm<3mm$$

کنترل برش:

$V=ql/2=0.38\times2.1/2=0.4$ ton

$f_v=1.5\frac{V}{A}=1.5\times\frac{0.4\times10^3}{5\times20}=6$ kg/cm^2<8

۴ـ طراحی تیرک

عرض بارگیر =2.10 m ابعاد: b=10 cm و h=20 cm

$q=0.635\times2.1=1.33$ ton/m و $l=1.8$ m

$M=\frac{ql^2}{10}=\frac{1.33\times1.8^2}{10}=0.43$ ton.m

$S=\frac{bh^2}{6}=\frac{10\times20^2}{6}=667$ cm^3

$f_b=\frac{0.43\times10^5}{667}=65$ kg/cm^2<75

کنترل تغییرشکل:

$I=bh^3/12=10\times20^3/12=6667$ cm^4

$\Delta=\frac{2}{384}\times\frac{13.3\times180^4}{85000\times6667}=0.128$ cm=1.28 mm<3mm

کنترل برش:

$V=ql/2=1.33\times1.8/2=1.2$ ton

$f_v=1.5\frac{V}{A}=1.5\times\frac{1.2\times10^3}{10\times20}=9>8$

تنش برشی مقدار بزرگتر از حد مجاز است. اگر به‌جای دهانهٔ محور به‌محور، از دهانهٔ خالص استفاده گردد، تنش برشی جواب خواهد داد.

۵ـ طراحی شمع

نیروی محوری شمع =0.635×2.10×1.80=2.4 ton

L=2.50 m (ارتفاع آزاد شمع)

فرض می‌کنیم شمع از چوب گرد به‌قطر ۱۰ سانتی‌متر باشد.

$A=\frac{\pi d^2}{4}=\frac{\pi\times10^2}{4}=78.5$ cm^2

$f_a=\frac{2.4\times10^3}{78.5}=30.6$ kg/cm^2

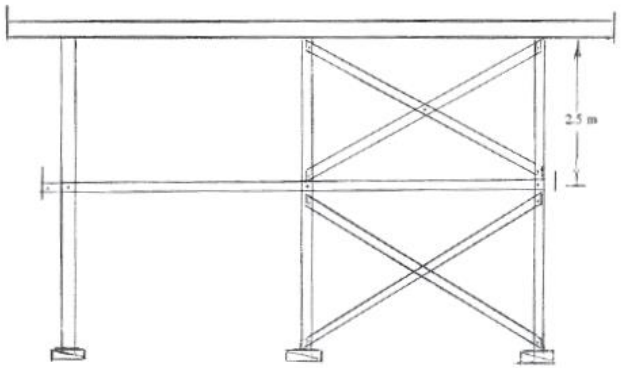
مجاز $F_a=\frac{3.6E}{\lambda^2}\le60$ kg/cm^2

شعاع شمع $R=$ (شعاع ژیراسیون) $r=\frac{R}{2}$

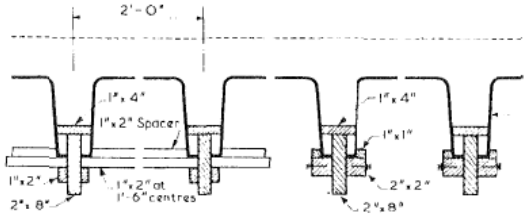
$r=5/2=2.5$ cm

$\lambda=L/r=250/2.5=100$

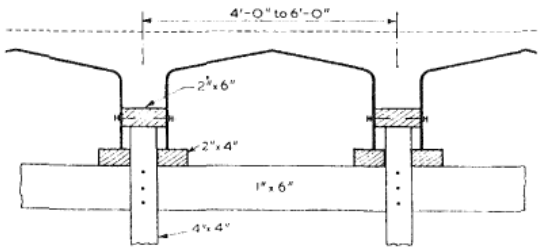
مجاز $F_a=\frac{3.6\times85000}{100^2}=30.6=f_b$ خوبست



شکل ۸ـ۱۰ سیستم بادبندی سیستم قالب دال.



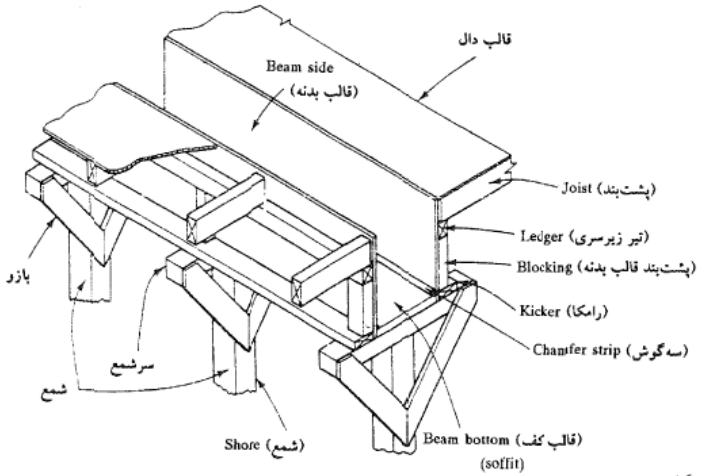
قالب تیرچه



قالب تیرچه با دهانهٔ بزرگ

شکل ۸ ـ ۱۷ (ادامه).

مثال ۸ ـ ۲ طراحی قالب تیر



شکل ۸ ـ ۱۸ سیستم قالب‌بندی تیر.

شکل ۸ ـ ۱۸، سیستم قالب تیر را نشان می‌دهد. عناصر اصلی سیستم قالب تیر عبارتند از:

۱. قالب کف (Soffit)

۲. قالب بدنه (Side)

۳. شمع (Shore)

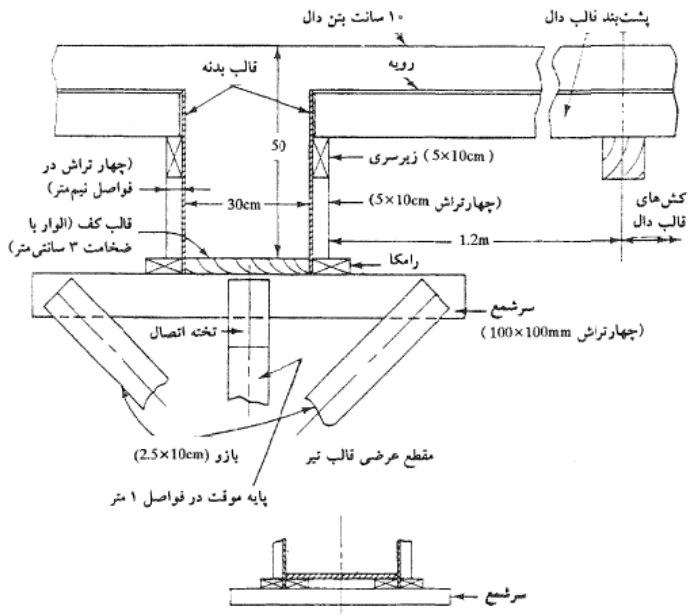
قالب سقف نیز از طرفین به‌سیستم قالب تیر متصل می‌گردد.

در شکل ۸ ـ ۱۹، ابعاد و مشخصات قالب تیر بتنی نشان داده شده است که هدف از ارایهٔ این مثال، کنترل قالب فوق می‌باشد.

حل:

۱ ـ طراحی پایهٔ موقت (شمع)

تعیین بارهای وارده :



شکل ۸ ـ ۱۹ مقطع قالب تیر مثال ۸ ـ ۲.

دال بتنی $=(1.25+0.3)\times0.1\times2.5=0.38$ ton/m

قسمت برجستهٔ تیر $=0.3\times0.4\times2.5=0.3$ ton/m

قالب $=0.025\times(1.25+0.3)=0.04$ ton/m

بار زنده $=0.25\times(1.25+0.3)=0.38$ ton/m

$\cong 1.10$ ton/m

فواصل پایه موقت $=1$m

$$P=1.10\times1=1.10 \text{ ton}$$

از چوب گرد به‌قطر ۱۰ سانتی‌متر استفاده می‌شود، ارتفاع آزاد ۳ متر می‌باشد.

$A=78.5 \text{ cm}^2$

$$f_a=\frac{1.10\times10^3}{78.5}=14 \text{ kg/cm}^2$$

$r=R/2=2.5$ cm

$\lambda=300/2.5=120$

$$F_a=\frac{3.6E}{\lambda^2}=\frac{3.6\times85000}{120^2}=21.2>14$$ خوبست

۲ ـ طراحی قالب کف

تعیین بارهای وارده:

وزن بتن تیر $=0.3\times0.5\times2.5=0.37$ ton/m

بار زنده $=0.3\times0.25=0.07$ ton/m

0.44 ton/m

$M=0.44\times1^2/10=0.044$ ton.m

اگر از تخته به‌ضخامت ۳ سانتی‌متر استفاده شود:

$$S=\frac{bh^2}{6}=\frac{30\times3^2}{6}=45 \text{ cm}^3$$

$$F_b=\frac{0.044\times10^5}{45}=97>75 \text{ kg/cm}^2$$

اگر از دهانهٔ خالص استفاده شود، خواهیم داشت:

$M=0.44(1-0.1)^2/10=0.036$ ton.m

$F_b=0.036\times10^5/45=79 \text{ kg/cm}^2$ قابل قبول است

کنترل برش و تغییرشکل بر عهدهٔ خواننده است.

۳ ـ طراحی قالب بدنه

فشار بتن $=2.4\times0.5=1.2 \text{ ton/m}^2$

فواصل پشت‌بندها ۰/۵ متر انتخاب می‌شود.

$M=1.2\times0.5^2/10=0.03$ ton.m/m

از تخته با ضخامت ۲ سانتی‌متر استفاده می‌شود:

$S=100\times2^2/6=66.7 \text{ cm}^3$

$F_b=0.03\times10^5/66.7=45<75 \text{ kg/cm}^2$

کنترل برش و تغییرشکل بر عهدهٔ خواننده است.

۴ ـ طراحی تیر زیرسری

تیر زیرسری وزن قالب دال را تحمل می‌کند.

تعیین بارهای وارده :

وزن دال $=0.6\times0.1\times2.5=0.15$ ton/m

بار زنده $=0.6\times0.25=0.15$ ton/m

قالب $=0.6\times0.03=0.02$ ton/m

0.32 ton/m

$M=0.32\times1^2/10=0.032$ ton.m

$S=5\times10^2/6=83 \text{ cm}^3$

$F_b=0.032\times10^5/83=38<75 \text{ kg/cm}^2$

۸ ـ ۹ قالب‌های پله

شکل ۸ ـ ۲۰، نشان‌دهندهٔ قالب پله می‌باشد. قالب پله متشکل از اجزای زیر است:

۱. قالب کف پله

۲. قالب بدنه

۳. قالب پیشانی

محاسبات مربوط به‌طراحی قالب پله مشابه قالب سقف می‌باشد. لذا از تکرار آن خودداری می‌شود.

۶. تنش مجاز خمشی پشت‌بندها ۷۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع

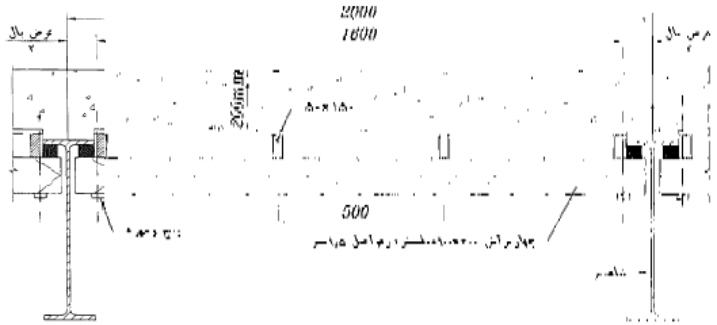
۷. تنش برشی مجاز چوب پشت‌بندها ۱۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع

۸. مدول ارتجاعی چوب ۸۰۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع

۹. افتادگی مجاز $l/300$ دهانه

۱۰. پشت‌بندها طولی از چهارتراش ۱۵۰×۵۰ میلی‌متر در فواصل ۵۰۰ میلی‌متر

۱۱. پشت‌بندهای عرضی از چهارتراش ۲۰۰×۱۰۰ میلی‌متر در فواصل ۱۵۰۰ میلی‌متر



شکل ۱۱ ـ ۷ قالب خرپشهٔ مثال ۱۱ ـ ۱

حل:

محاسبهٔ بارهای وارده

وزن بتن دال $=0.2\times2.5=0.5\ ton/m^2$

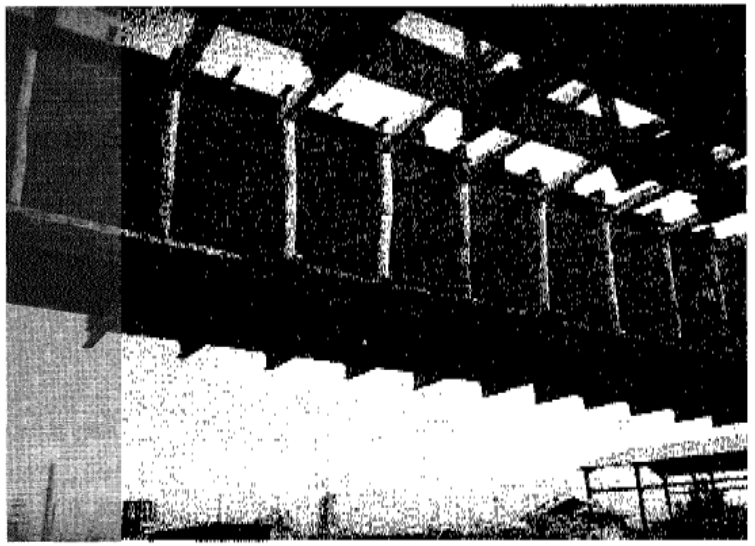
بار زنده $-0.35\ ton/m^2$

وزن قالب $=0.05\ ton/m^2$

جمع $0.9\ ton/m^2$

کنترل صفحهٔ رویه

صفحهٔ رویه از ورق چندلایی به‌ضخامت ۲۰ میلی‌متر می‌باشد.



شکل ۱۱ ـ ۶ استفاده از شاه‌تیرهای چوبی برای اتکای قالب خرپشه در تیرهای فولادی جمع‌شونده

بازه را به‌شاه‌تیرهای پیش‌ساخته منتقل نمود. همان‌طور که شکل‌ها نشان می‌دهند، اجزای قالب در این حالت مشتمل بر قالب رویه، پشت‌بند، و دستک‌ها می‌باشند. دستک‌ها واکنش پشت‌بند را به‌شاه‌تیرها منتقل می‌نمایند.

مثال ۱۱ ـ ۱

مطلوب است طراحی قالب خرپشه نشان داده شده در شکل ۱۱ ـ ۷.

مشخصات طراحی به‌قرار زیر می‌باشند:

۱. ضخامت دال بتنی ۲۰۰ میلی‌متر

۲. فاصلهٔ مرکز به‌مرکز شاه‌تیرها ۳ متر

۳. بار زندهٔ روی قالب ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع

۴. صفحهٔ رویهٔ از چندلایی به‌ضخامت ۲۰ میلی‌متر

۵. تنش مجاز خمشی چندلایی ۸۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع

کنترل تنش

$$M=\frac{ql^2}{10}=\frac{0.9\times0.5^2}{10}=0.023 \text{ ton.m/m}$$

$$S=\frac{bh^2}{6}=\frac{100\times2^2}{6}=66.67 \text{ cm}^3$$

$$f_b=\frac{0.023\times10^5}{66.67}=34.5 \text{ kg/cm}^2 < 80 \text{ kg/cm}^2$$ خوبست

کنترل تغییرشکل:

$$\Delta=\frac{2}{384}\frac{ql^4}{EI}$$

$q=0.09$ kg/cm^2 و $l=50$ و $E=80000$ kg/cm^2

$I=1\times2^3/12=0.667$ cm^3/cm

$$\Delta=\frac{2}{384}\times\frac{0.09\times50^4}{80000\times0.667}=0.055 \text{ cm} < \frac{50}{360}=0.14 \text{ cm}$$

کنترل برش :

$V=0.9\times0.5/2=0.225$ ton

$$f_v=1.5\frac{V}{A}=1.5\times\frac{0.225\times10^3}{100\times2}=1.7 \text{ kg/cm}^2 < 10 \text{ kg/cm}^2$$

کنترل پشت‌بندهای طولی :

این پشت‌بند به‌صورت تیر سراسری با دهانهٔ ۱/۵ متر عمل می‌نماید:

$q=0.5\times0.9=0.45$ ton/m

$$M=\frac{ql^2}{10}=\frac{0.45\times1.5^2}{10}=0.10 \text{ ton.m}$$

از چهارتراش 50×150 mm استفاده می‌شود.

$$S=\frac{bh^2}{6}=\frac{5\times15^2}{6}=187.5 \text{ cm}^3$$

$$f_b=\frac{0.10\times10^5}{187.5}=53.33 < 70 \text{ kg/cm}^2$$

کنترل تغییرشکل :

$$\Delta=\frac{2}{384}\frac{ql^4}{EI}$$

$q=4.5$ kg /cm $l=150$ cm و $E=80000$ kg/cm^2

$I=5\times15^3/12=1406$ cm^4

$$\Delta=\frac{2}{384}\times\frac{4.5\times150^4}{80000\times1406}=0.105 \text{ cm} < \frac{150}{360}=0.42 \text{ cm}$$

کنترل برش:

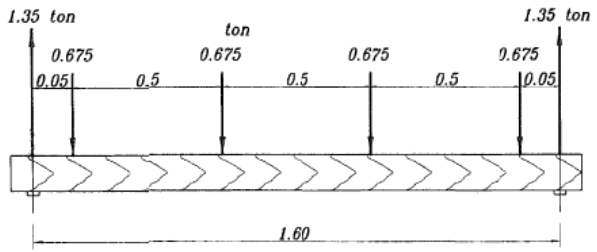
$V=0.45\times1.5/2=0.34$ ton

$$f_v=1.5\frac{V}{A}=1.5\times\frac{0.34\times10^3}{5\times15}=6.8 \text{ kg/cm}^2 < 10 \text{ kg/cm}^2$$

کنترل پشت‌بندهای عرضی

پشت‌بندهای عرضی به‌واسطه اتکای پشت‌بندهای طولی روی آنها، تحت بار متمرکز قرار می‌گیرند.

مقدار نیروی متمرکز $0.5\times1.5\times0.9=0.675$ ton



شکل ۱۱ ـ ۸

کنترل تنش خمشی:

$$M=1.35\times\frac{1.60}{2}-0.675\times0.75-0.675\times0.25=0.41 \text{ ton.m}$$

از چهارتراش 100×200mm استفاده می‌گردد.

$S=bh^2/6=10\times20^2/6=667$ cm^3

$$f_b=\frac{0.41\times10^5}{667}=61.5 \text{ kg/cm}^2 < 70 \text{ kg/cm}^2$$

کنترل برش:

$V=1.35$ ton

$$f_v=1.5\frac{V}{A}=1.5\times\frac{1.35\times10^3}{10\times20}=10.125 \text{ kg/cm}^2\cong10$$ قابل قبول است

کنترل تغییرشکل:

برای محاسبهٔ تغییرشکل، بارگستردهٔ معادل محاسبه می‌گردد:

$$q=0.675\times4/1.6=1.7 \text{ ton.m}=17 \text{ kg/cm}$$

$$\Delta=\frac{2}{384}\frac{ql^4}{EI}$$

$$I=10\times20^3/12=6667 \text{ cm}^4$$

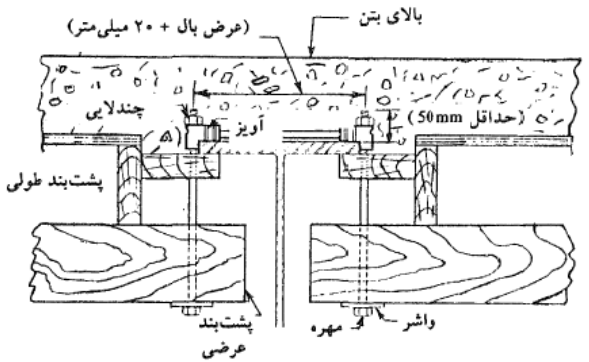
$$\Delta=\frac{2}{384}\times\frac{17\times160^4}{80000\times6667}=0.11 \text{ cm} < \frac{160}{360}=0.45 \text{ cm}$$

کنترل آویز

در شکل ۱۱ ـ ۹ جزییات آویز نشان داده شده است. سطح مقطع آویز برابر است با:

$$A=\frac{1.35}{.92}=1.47 \text{ cm}^2$$

$$d=1.367 \text{ cm} \longrightarrow d=14 \text{ mm}$$



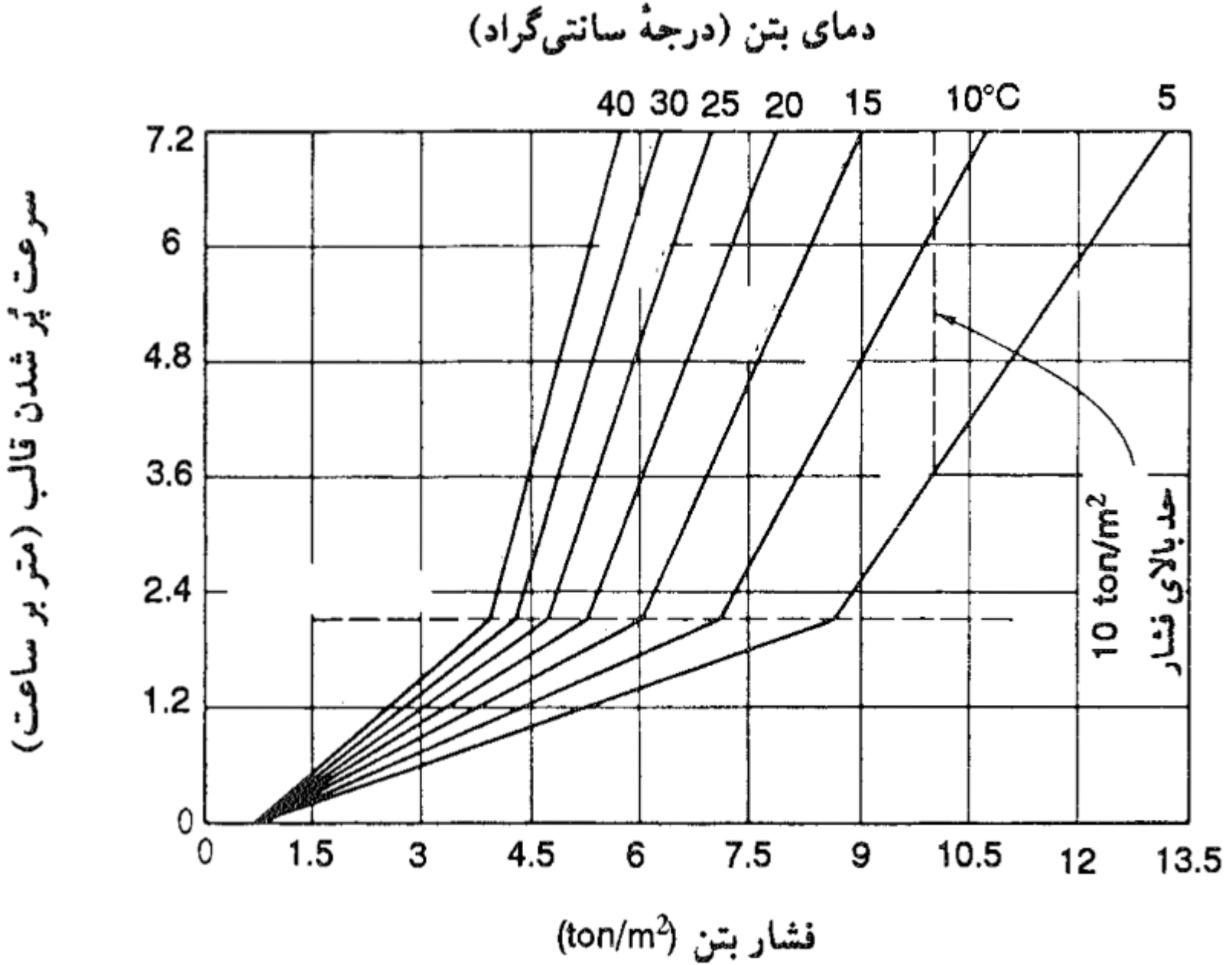
شکل ۱۱ ـ ۹ جزییات آویز.

۱) بستن رامکا

- رامکاها میلگردهایی هستند که به اندازه مقطع ستون بریده می‌شوند و در واقع هدایت‌کننده قالب‌گذاری هستند یعنی قالب ستون تا جایی داخل می‌رود که به رامکا اتصال پیدا کند.
- به طور کلی هدف از بستن رامکاها را می‌توان به صورت زیر بیان کرد :

۱- در یک راستا قرار گرفتن قالب
۲- مقطع را به اندازه نقشه ساختن
۳- چنانچه ستون‌های یک ردیف دارای مقطع یک اندازه باشند در یک راستا قرار گرفتن تمامی ستون‌های آن ردیف

رامکا میلگرد هایی است که در اطراف شبکه میلگرد ستون در پایین ترین نقطه (روی سقف یا فونداسیون) می گذارند تا بدین وسیله محل قرار گیری قالب بتن مشخص گردد.



شکل ۳ ـ ۲ نمودار تعیین فشار بتن بر قالب دیوار.

Academyofcivil.com