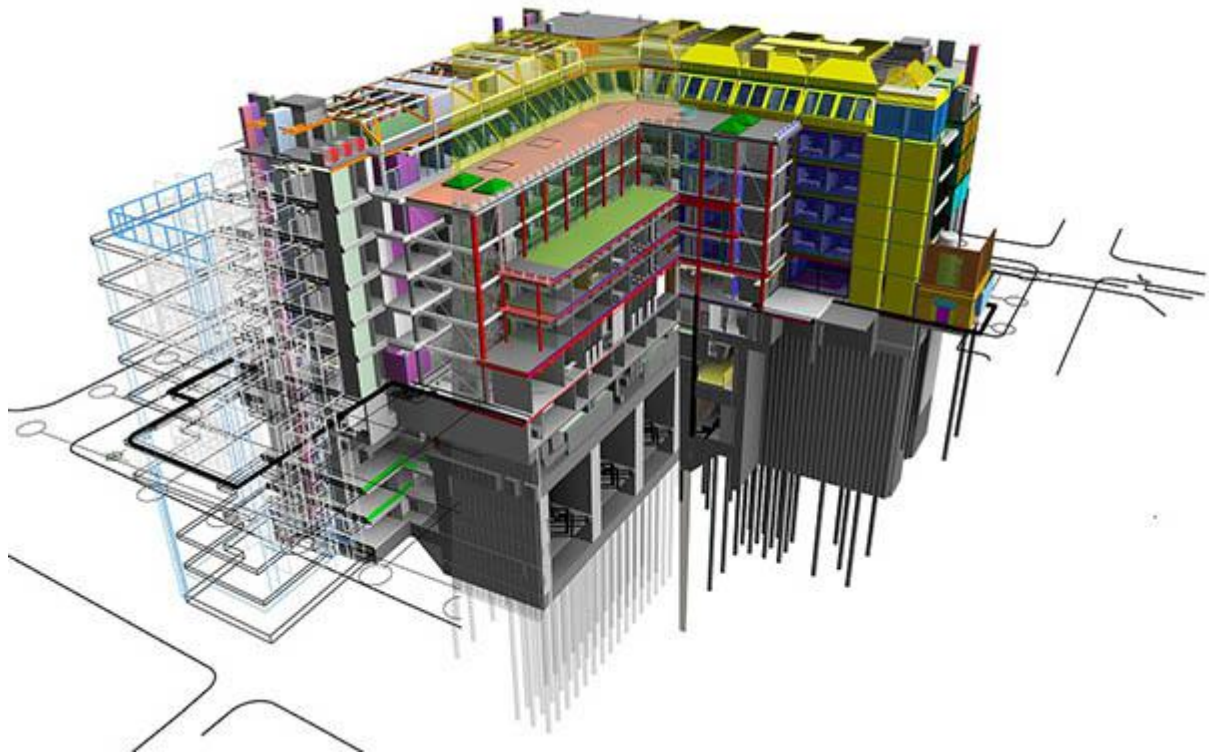


جزوه درس تولید صنعتی ساختمان



دانشگاه فنی و حرفه ای یاسوج

استاد: دکتر سید یعقوب ذوالفقاری

Email: syzoalfeghary@gmail.com

۱۳۹۸

مقدمه

نیاز به مسکن در تمام دوران جزء ملزومات اصلی زندگی بشر بوده است

در اصل ۳۱ قانون اساسی جمهوری اسلامی، داشتن مسکن متناسب با نیاز، حق هر فرد و خانواده ایرانی به حساب آمده است. و دولت موظف است با رعایت اولویت اقشار نیازمند زمینه اجرای این اصل را فراهم نماید

شرایط ایده آل: با توجه به جوان بودن جمعیت کشور و تقاضای انباشته سال های گذشته و به استناد سند چشم انداز توسعه در افق ۱۴۰۴ زمانی کشور در حوزه مسکن به توسعه یافتگی دست می یابد که شاخص تراکم خانوار در واحد مسکونی به یک رسیده باشد

چکار کنیم: برای رسیدن به این هدف دولت موظف است به مدت ۲۰ سال بستر تولید سالانه ۵/۱ میلیون واحد مسکونی را فراهم کند.

اقدامات: اقدامات صورت گرفته تا کنون نظیر واگذاری زمین دولتی به صورت اجاره ۹۹ ساله در طرح مسکن مهر، وضع سیاستهای مالیاتی و کنترل سوداگری، افزایش تسهیلات ساخت مسکن و ... از جمله بسترسازی های مناسب صورت گرفته در حوزه سیاست گذاری است.

ثمره این سیاستها باید تولید مسکن با کیفیت و ارزان باشد

گذر از روش های ساخت و ساز سنتی: روش های سنتی ساخت و ساز علاوه بر اینکه در مراحل تولید مصالح، قطعات و سازه، ایمنی در برابر زلزله و طول عمر بهره برداری بهینه نمی باشد، به دلیل سرعت پایین نیز پاسخگوی تقاضای موجود نیستند از این رو گذار از روش تولید سنتی به تولید صنعتی یک اصل غیر قابل انکار است

مولفه های تاثیر گذار در صنعت ساختمان

ارتقاء کیفیت در تولید مصالح

شیوه های طراحی و اجرا

سرعت بخشیدن به روند ساخت وساز

رقابت در پیشرفت تکنولوژی

استفاده بهینه از نیروی کار

بهره برداری از تکنولوژی های نوین ساخت

تولید صنعتی ساختمان

تولید صنعتی ساختمان، فرایند ساخت و اجرای پیوسته و زنجیره ای ساختمان است که در آن اجزاء و عناصر ساختمان به صورت مدولار و پیش ساخته تولید شده و از نظر کیفیت در تمام مراحل ساخت و اجرا قابل کنترل است.

تجربه جهانی نشان داده است که رسیدن به این مهم فرایند نسبتاً زمانبر است که با سیاست گذاری، برنامه ریزی، تدوین قوانین مناسب و مدیریت هماهنگ صنایع وابسته میسر است.

لازم است همزمان با انجام طرح های پژوهشی کاربردی در کشور سیستم ها و فناوری های مطرح روز دنیا مورد بررسی دقیق قرار گرفته و امکان سنجی بومی سازی و حصول اطمینان از قابلیت انطباق آن ها با الگوهای ساخت و ساز متداول در کشور انجام شود.

برای رسیدن به این هدف در برنامه چهارم توسعه کشور، حرکت به سمت تولید صنعتی ساختمان به عنوان یک راهبرد اصلی پیش بینی گردید و به استناد بند «د» تبصره ۶ قانون بودجه سال ۸۶ که هم اکنون تبدیل به «قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن مصوب سال ۱۳۸۷» شده است امکان اجرایی شدن برنامه صنعتی سازی ساختمان در کشور شده است **انتخاب روش**

ساخت

مراحل برنامه ریزی، طراحی و اجرا در هر پروژه ساخت، مستلزم انتخاب یا تعیین یک شیوه اجرایی مناسب از بین تعدادی گزینه متفاوت است.

مطالعه و تجربیات کشورهای صنعتی نشان داده است که ارزیابی و کنترل کیفیت صنعت ساختمان پیچیدگی زیادی نسبت به بسیاری از صنایع دیگر دارد.

اطمینان از اینکه یک سیستم ساختمانی در شرایط واقعی بیرونی یا نسبتاً تهاجمی در بلند مدت دارای دوام لازم خواهد بود، بوسیله انجام آزمایش های کوتاه مدت چندان ساده نیست.

این موضوع به همراه پیچیدگی سیستم های ساختمانی متشکل از فراورده ها و اجرا مختلف هستند ، «استاندارد سازی » این محصولات را با دشواری همراه می کند که گذشت زمان و اشراف به کلیه جوانب فنی آن برای تحقیق این امر ضروری است .

نقش مهندسین مشاور

مطالعه برای انتخاب شیوه مناسب ساخت در پروژه های متعارف ، بخشی از شرح وظایف شرکت های مهندسین مشاور است . ک طراحی و نظارت در این پروژه ها را بر عهده می گیرند .

سابقه نشان می دهد که بیشترین تاکید مطالعات مرحله اول مهندسین مشاور برای پروژه ها ، بر شرایط مالی حاکم بر طرح میزان دسترسی به مواد و مصالح و امکانات اجرایی می باشد .

که در این گزارش ها بررسی علمی و قابلیت های سیستم های مورد نظر و جنبه های اجرایی آن نظیر سرعت و دقت اجرا و همچنین دیدگاه های آینده نگرانه مانند آن ها در دوران بهره برداری به ویژه در خصوص سیستم های نوین مشاهده نمی شود .

یکی از مهم ترین دلایل این موضوع نبود اطلاعات فنی و مدون و تایید شده در خصوص بسیاری از این سیستم هاست و انجام مطالعات فنی کامل و آزمایش های لازم در مورد هر سیستم نیز توسط شرکتهای مشاور ودر برخی موارد ناممکن یا مستلزم صرف زمان و هزینه قابل ملاحظه است .

محورهای سه گانه زیر را می توان به عنوان مهمترین فناوری هایی که لازم است مورد توجه دست اندرکاران صنعت ساختمان کشور واقع شود، برشمرد :

الف) روش های سبک سازی بنا:

کشور ما در منطقه ی زلزله خیز قرار دارد. هر چه بنا سنگین تر ساخته شود، در برابر خطر ویرانی زلزله آسیب پذیرتر خواهد بود. بنابراین هر اندازه که با بهره گیری از فناوری های نوین وزن يك ساختمان را کاهش دهیم ، سازه در برابر ویرانی ایمن تر خواهد بود .

ب) روش های تولید سریع و اصولی بنا :

امروزه استفاده از سازه های پیش ساخته یکی از سریع ترین و اصولی ترین روش های ساخت بنا و پاسخگویی به نیاز بالای افراد جامعه به انبوه سازی مسکن می باشد.

از آنجا که حجم اصلی بنا به شکل قطعات از پیش ساخته شده در محیط مناسب کارخانه وبا استانداردهای صنعت ساختمان تولید می شود، بنای نهایی از کیفیت و یکپارچگی بالایی برخوردار است. از سویی به علت سبکی خاص بنا، ساختار سازه ای ویژه آنها و اتصال مناسب اجزای سازه، ساختمان می تواند شکل خود را در تکان های بسیار شدید نیز تا حد زیادی حفظ نماید.

ج- بهره گیری از مواد جدید

از جمله مواد جدیدی که جایگاه ویژه ای در ساخت و ساز بنا به خود اختصاص داده اند، افزودنی های بتن و الیاف تقویت کننده را می توان نام برد. چرا اجرای ساختمان به روش صنعتی مهم است.

اولویت های ساخت و ساز ساختمان در شرایط امروزی کشور

- ❑ تغییر در روش های متداول و سنتی ساخت
- ❑ به کارگیری مصالح و فناوری های جدید
- ❑ ارتقاء کیفیت ساخت در کشور
- ❑ افزایش عمر مفید ساختمان ها
- ❑ کاهش زمان ساخت
- ❑ بهینه شدن مصرف انرژی در ساختمان ها
- ❑ کاهش هزینه های ساخت

و در این حرکت بزرگ بهره گیری از فناوری های نوین و تولید صنعتی ساختمان راه حل اجتناب ناپذیر برای حل مشکل ساختمان و مسکن در کشور خواهد بود.

چرا اجرای ساختمان به روش صنعتی مهم است.

- ❑ نیاز گسترده و روز افزون جامعه به ساختمان و مسکن، ضرورت استفاده از سیستم های ساختمانی و مصالح جدید به منظور ارتقاء کیفیت ساختمان، افزایش سرعت ساخت، افزایش عمر مفید ساختمانها، سبک سازی و افزایش مقاومت در برابر زلزله را بیش از پیش مطرح ساخته است

□ از سوی دیگر افزایش تولید صنعتی ساختمان ها در مجموعه ساخت و سازهای کشور به منظور پاسخ به نیازهای کنونی و تامین ظرفیت برای نیازهای آینده یک ضرورت بشمار می رود .

□ در این راستا ارتقاء سطح علمی و تخصصی جامعه مهندسی کشور و آشنایی با سیستم ها و مصالح جدید ساختمانی امری اجتناب ناپذیر است.

□ حل مشکلاتی مانند زمان طولانی اجرا ،عمر مفید کم ،هزینه زیاد اجرای ساختمان ها نیازمند ارائه راهکارهایی به منظور استفاده علمی از سیستم های ساختمانی نوین و مصالح ساختمانی جدید است.

□ بازنگری روش های نوین اجرای ساختمان به منظور مطابقت این روش ها با معماری ایران و شرایط اقلیمی کشور و رسیدن به راهکارهای مناسب جهت استفاده از این سیستم ها به عنوان روش های مطابقت یافته با ویژگی های فرهنگی ، اجتماعی ،تاریخی و باورهای مردم ایران برداشته شود. معیارهای موثر در فرایند مقایسه ،ارزیابی و انتخاب فناوری های ساختمانی

پیشنهاد یک سیستم ساختمانی برای یک پروژه معین بر اساس میزان تحقق معیارهای مورد نظر و پاسخگویی آن سیستم به نیازها و یا تامین ویژگی هایی که از پروژه انتظار میرود ،صورت میگیرد.

این معیارها را می توان در پنج دسته کلی طبقه بندی کرد

□ ۱-نیازهای عملکردی معماری(فضای مناسب برای مجموعه فعالیت و تحقق اهداف طرح)

□ ۲-الزامات سازه ای(مقاومت در برابر بارهای وارده)

□ ۳-معیارهای زیبا شناسی(بسته به اهمیت و عملکردشان باید زیبا ،چشم گیر ،دعوت کننده و هماهنگ با معماری بومی باشد)

□ ۴-نیازها و محدودیت های اجرایی و ساخت(مسائل اقتصادی و محدودیت در زمان ساخت و رابطه آن با نیازهای دوران بهره برداری)

□ ۵-نیازهای دوران بهره برداری(میزان پاسخگویی سیستم ساختمانی به نیازهای دوران بهره برداری)

• ده ها سال است که در کشور طرح هایی برای صنعتی شدن تولید ساختمان آغاز شده است اما موفقیت چندانی حاصل نشده است به نظر شما کدام یک از موارد زیربیشترین تاثیر را دارد؟

۱. با وارد کردن چند کارخانه تولیدی ، که از نظر فناوری تا حد زیادی وابسته به کشورهای صنعتی است و مقررات و دانش فنی متناسب با آن در کشور وجود ندارد ، نمی توان به اهداف صنعتی شدن دست یافت.

۲. صنعتی شدن باید با بررسی دقیق سیستم ها و فن آوری های مطرح روز دنیا و امکان سنجی برای بومی سازی آن و حصول اطمینان از امکان پاسخگویی به نیازهای فرهنگی ، محیطی و اقلیمی و نیز قابلیت انطباق آن با الگوهای ساخت در کشور آغاز شود و با فرهنگ سازی و تقویت صنایع مرتبط و ارائه آموزشهای لازم ، در جهت تضمین کیفیت تولید ساختمان و اجرای فن آوری های مناسب و منطبق با شرایط و ویژگی های جامعه و کشور گسترش یابد.

۳. صنعتی شدن فرایندی نسبتا طولانی است که نیاز به تفکر مهندسی و سیستماتیک به صورت دراز مدت و سیاستی است که باید تمامی بخش های دست اندر کار در حوزه های برنامه ریزی و مدیریت ، آموزش و ترویج ، ساخت و اجرا ، تامین منابع اقتصادی و تربیت نیروی انسانی برای گسترش آن تلاش کند.

۴. مطالعه برای انتخاب سیستم ساختمانی در پروژه های متعارف ، بخشی از شرح خدمات مهندسان مشاور است که طراحی این پروژه ها را برعهده می گیرند. حاصل این مطالعات ، علی الاصول درگزارش مرحله اول که توسط مشاور تهیه می شود ، ارائه می گردد و شکل و محتوای آن بسته به سابقه و تجربه شرکت ، باخواسته های کارفرما و شرایط و ویژگی هایی که بر پروژه حکم فرماست ، بسیار متفاوت است . بررسی ها نشان می دهد که بیش ترین تاکید این گونه مطالعات بر هزینه های طرح و میزان دسترسی به مواد و مصالح و امکانات اجرا است . اما در این گزارش ها بررسی علمی قابلیت های سیستم مورد نظر و جنبه های اجرایی آن نظیر سرعت ، کیفیت و دقت اجرا و همچنین دیدگاه های آینده نگرانه مانند عملکرد در دوران بهره برداری به ویژه در خصوص فن آوریهای نوین مشاهده نمی شود. یکی از مهم ترین دلایل این موضوع ، فقدان اطلاعات فنی و تایید شده در خصوص بسیاری از این گونه فن آوری هاست . و این مسئله باعث

شده است تا مهندسين مشاور راحت ترين گزينه يعنى عدم پيگيري گزينه سيستم هاى نوين را انتخاب نمايند.

□ تعريف صنعتى سازى

- صنعت
- اگر تمام فعاليتهاى اقتصادى را كه با توليد كالا و خدمات با استفاده از ماشين آلات و تجهيزات ساخته دست بشر سر و كار دارد، به عنوان يك كل تصور كنيم، هر صنعت، زيرمجموعه اى از اين كل است كه تعداد زيادى از فعاليتهاى مشابه را شامل مى شود. صنعت، در کنار معدن و كشاورزى تقريباً تمامى فعاليتهاى توليدى يك جامعه را در بر مى گيرد و نقش حياتى در پيشرفت اقتصادى كشورها ايفا مى كند.
- صنعت عبارت است از گروه شركتهائى كه محصولات آنها جايجزين نزديكى براى هم هستند
- انقلاب صنعتى انقلاب صنعتى عبارتست از دگرگونى هاى بزرگ در صنعت، كشاورزى، توليد و حمل و نقل كه در اوسط قرن هجدهم از انگلستان آغاز شد.
- صنعتى شدن به معنى استفاده از نيروى ماشين به جاى نيروى انسان است.
- انقلاب صنعتى ابتدا از انگلستان شروع شد، زيرا انگلستان پس از چندين قرن تحول سياسى داخلى، توسعه استعمار تجارى، گسترش ناوگان دريائى، رشد طبقه متوسط و بهبود امور قانونى و ادارى كشور، از نظر زمين، كارگر، سرمايه، مديريت و حكومت وضعيتى مطلوب و هماهنگ داشت كه زمينه پيشرفت صنعتى در اين كشور را فراهم مى كرد. انقلاب صنعتى در انگلستان در سه زمينه بافندگى، زغال سنگ و ذوب آهن بيشتر نمود يافت

طراحى صنعتى

- طراحی صنعتی، علمی است که به بیان اصول مربوط به طراحی محصولات، محیط، وسایل حمل و نقل، سیستم ها و خدمات می پردازد به گونه ای که ضمن توجه به زیبایی محصول و سهولت استفاده از آن، پارامتر هایی همچون ارگونومی، نوآوری، ساخت و تولید، انتخاب مواد، مونتاژ، استحکام، تعمیر، نگهداری، اقتصاد، بازاریابی، فروش، هویت سازمانی، ارزش افزوده، بازیافت و محیط زیست نیز مدنظر قرار گیرند
- طراحی صنعتی فرایندی سیستماتیک است به گونه ای که ضمن دارا بودن مراحل مختلف با ترتیب و توالی مشخص، ارتباط قانونمندی بین این مراحل برقرار است.
- روند طراحی با انجام تحقیقات آغاز گشته و پس از تهیه چک لیست و ارائه ایده های کلی، ضمن ارزیابی این ایده ها بر اساس الزامات طراحی، ایده های برتر انتخاب گردیده و به طراحی جزئیات آن پرداخته می شود. در این روند لازم است که با دید سیستماتیک، تعاملات چند جانبه موجود میان انسان، محصول و محیط در نظر گرفته شود
- جنبه هایی از عملکرد های طراحی صنعتی را می توان در شاخه های تخصصی طراحی لوازم خانگی، تجهیزات ارتباطی، وسایل الکترونیکی و کامپیوتری، تجهیزات نظامی، ابزارهای حرفه ای، خودرو و وسایل حمل و نقل، مبلمان، تجهیزات شهری، ایستگاه ها و باجه ها، وسایل روشنایی و نورپردازی، وسایل آموزشی، اسباب بازی، بسته بندی، فضاهای زیستی و حرفه ای برشمرد.
- طراحی صنعتی علمی است که از رشته های گوناگونی چون فن آوری، اقتصاد، علوم اجتماعی، و علوم انسانی تأثیر می پذیرد.
- یک صندلی بیش از یک صندلی است: شیئی است که می تواند صرفاً وسیله ای برای نشستن باشد یا به زبانی متفاوت که برای همگان قابل درک است سخن گوید. به عبارت دیگر این شیء در مقام صندلی رئیس، موقعیت اجتماعی او را نشان می دهد و به عنوان یک اثر هنری، هویت صاحب خود را منعکس می کند.

- جنبه هایی از عملکرد های طراحی صنعتی را می توان در شاخه های تخصصی طراحی لوازم خانگی، تجهیزات ارتباطی، وسایل الکترونیکی و کامپیوتری، تجهیزات نظامی، ابزارهای حرفه ای، خودرو و وسایل حمل و نقل، مبلمان، تجهیزات شهری، ایستگاه ها و باجه ها، وسایل روشنایی و نورپردازی، وسایل آموزشی، اسباب بازی، بسته بندی، فضاهای زیستی و حرفه ای برشمرد.

- طراحی صنعتی علمی است که از رشته های گوناگونی چون فن آوری، اقتصاد، علوم اجتماعی، و علوم انسانی تأثیر می پذیرد.

یک صندلی بیش از یک صندلی است: شیئی است که می تواند صرفاً وسیله ای برای نشستن باشد یا به زبانی متفاوت که برای همگان قابل درک است سخن گوید. به عبارت دیگر این شیء در مقام صندلی رئیس، موقعیت اجتماعی او را نشان می دهد و به عنوان یک اثر هنری، هویت صاحب خود را منعکس می کند

سبک سازی ساختمان

- مفهوم سبک سازی سبک سازی ساختمان از جدید ترین اصول احداث سازه های مسکونی و اداری است

- . به این معنا که در احداث ساختمانها باید از مصالح نوین و سبک به جای مصالح سنتی و سنگین استفاده کنیم.

- استفاده از این نوع مصالح در ساختمان های بلند مرتبه اهمیت ویژه ای دارد به خاطر این که وقتی مصالح سبک را درسیستم داخلی و سیستم های ساختاری استفاده می کنیم باعث سبک شدن وزن ساختمان می شود و این ویژگی در سازه و ساختار خود را به خوبی نشان می دهد

علاوه بر آن سبک سازی ۴۰ تا ۶۰ درصد وزن ساختمان را کاهش می دهد و ضمن کاستن از تلفات جانی و مالی در هنگام وقوع حوادث بر سرعت امداد رسانی نیز می افزاید.

چرا سبک سازی

- همگام با بهره گیری از فناوری های نوین در سازه های مهندسی، روی آوردن به احداث این سازه ها مستلزم رعایت اصولی است. یکی از این اصول سبک سازی سازه هاست اما پیامدهای مثبت این رویکرد چیست؟
- استفاده از تیر آهن در سازه های مختلف، بتون مسلح و غیر مسلح، آجر، سیمان و میل گرد رفته رفته در حال فراموشی است و طراحان مصالح ساختمانی، دانش بهره گیری را از این مصالح با فناوری های نوین در آمیخته و ایده های جدیدی را ارائه داده اند و این ایده ها متناسب با شرایط جدید نیازهای جهانی ارائه شده است.
- در ایران نیز با توجه به نیاز روز افزون مسکن و فعالیت انبوه سازان، الزاما" باید از این ایده پیروی کرد تا در هزینه ها صرفه جویی و نکات ایمنی بهتر رعایت شود
- اما وقوع حوادث مخرب طبیعی به ویژه زلزله های مخرب در گوشه و کنار جهان این نکته را به مهندسان گوشزد کرد که باید طراحی ها و محاسبات را به سمت و سوی استفاده بهینه از مصالح متناسب با شرایط اقلیمی سوق دهند و به سبک سازی به عنوان مشی جدید مهندسی احداث ساختمان بنگرند
- به طور معمول و میانگین هزینه اسکلت ساختمان حدود 30% هزینه کل ساخت می باشد. این رقم یعنی حدود یک سوم هزینه ساخت و مطمئنا تفکر روی کاهش این هزینه ضمن صرفه جویی در منابع ملی هرکشوری، قدرت و سرعت اجرای کار را چند برابر می کند.
- سبکی سازه و اجزاء تشکیل دهنده ساختمان تنها هدف مهندسان طراح نبود بلکه در این راستا، اجرای راحت تر و سریعتر در عین حال کار آمد و مقاوم بودن درحالی که خللی در حین اجرا و در هنگام استفاده کاربر به وجود نیاید نیز از دیگر اهداف این طراحی ها به شمار می آمد.

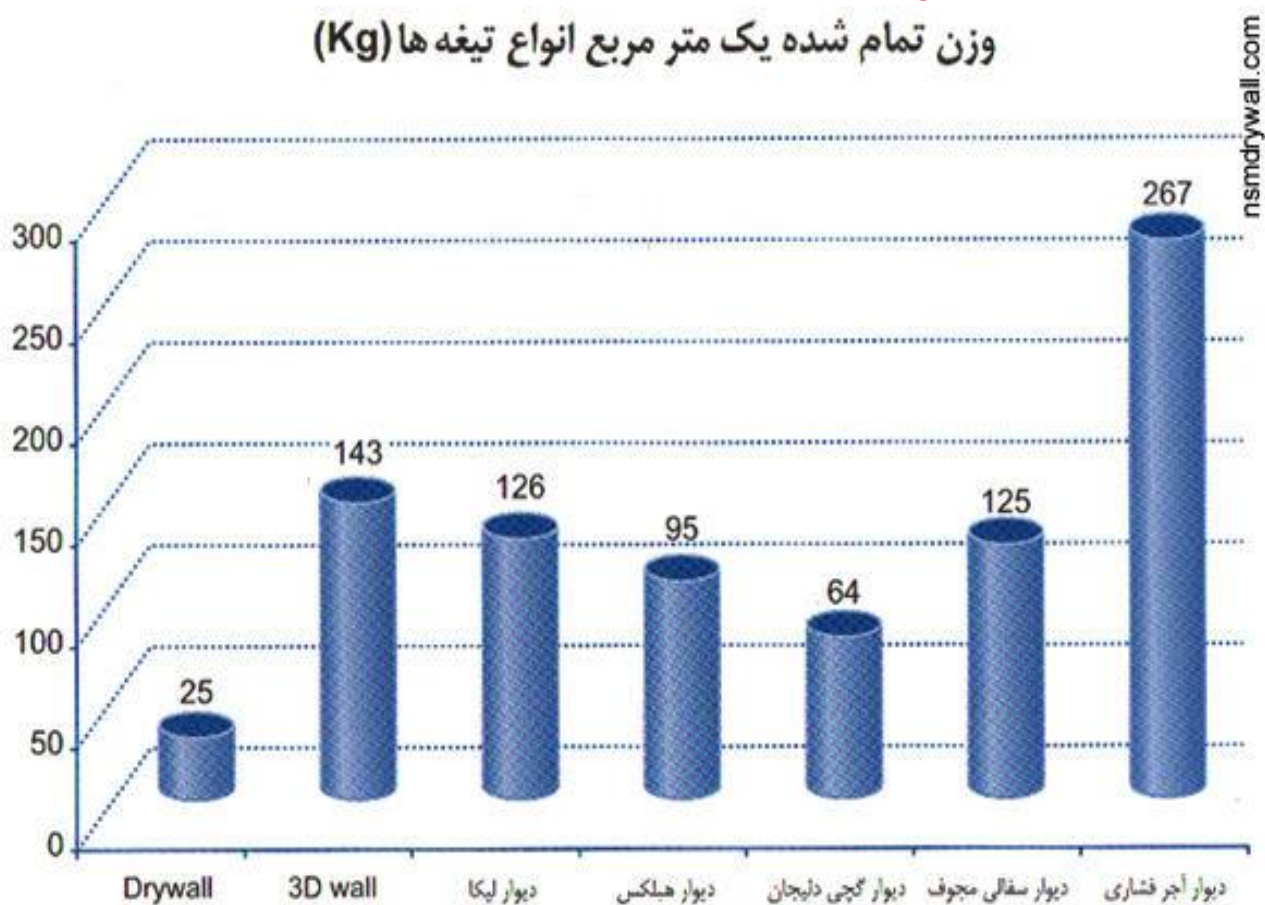
- نظیر این تفکرات را می‌توان درپارتیشن و بتن های سبك، 3D پنل ها، سقف هاي كناف، گچ برگها و حتي چسبهاي كاشي كه جاگزینی مناسب براي ملات سنگین می‌باشند و غیره... در فضاي داخلي و سازه هاي نماي خشك مانند كمپوزیت، سنگ و سراميك خشك در فضاي خارجي همه و همه برآیند تفكر وایده سبك سازي ساختمان استفاده از نماي خشك

- سبك سازی وزن ساختمان در نما، جایی که استفاده از ملات در حدود 5 سانت در پشت سنگهای نما به میزان 80 کیلو گرم در هر متر مربع به وزن ساختمان اضافه مینماید دارای اهمیت زیادی است. این رقم یعنی اضافه شدن 8 تن وزن بازای 1000 متر مربع و 80 تن بازای 10000 متر مربع نما !

پرواضح است که با اجرای نماي خشك میتوان سازه سبك تری طراحی نمود و در آن بخش از ساختمان که هزینه بسیار بالایی را متحمل میکند از آهن و فولاد کمتری استفاده کرد

مقایسه وزن انواع دیوار.

وزن تمام شده یک متر مربع انواع تیغه ها (Kg)



سیستم های دارای تاییدیه فنی

فصل اول سیستم های کامل ساختمانی

مجموعه فناوری های نیک سیستم

سیستم های قاب های سبک فولادی سرد نورد شده

سیستم ساختمانی قاب های سبک فولادی سرد نورد شده (LSF)

به شیوه اجرای طبقه ای

سیستم ساختمانی LSF به شیوه اجرای دیوارهای یکپارچه

سیستم قاب خمشی یک طبقه با مقاطع سبک فولادی سرد

نورد شده

ساختمان های نیمه پیش ساخته با صفحات منفرد

ساندویچی سقف و دیوار ، شامل لایه میانی پلی استایرن

و بتن پاشی ۳

فصل دوم سیستم های سازه ای

ساختمان بتن آرمه با شیوه قالب های تونلی

سیستم قالب عایق ماندگار ICF

روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با
قالب عایق ماندگار

روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق
ماندگار با سطح عمودی

روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق
ماندگار با سطح پانلی

روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب ماندگار
پلیمری (سیستم RBS)

روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق
ماندگار بلوکی

روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با
قالب های عایق ماندگار بلوکی پلی استایرن ونئوپور

روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق
ماندگار از جنس صفحات سیمانی حاوی تراشه های چوب

(صفحات چوب - سیمانی)

روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق

ماندگار از جنس بلوکهای چوبی - سیمانی

قابهای بتن مسلح پیش ساخته با دیوار برشی بتن مسلح
درجا

سیستم قاب ساختمانی ساده بتن مسلح با ستون پیش
ساخته ، تیر نیمه پیش ساخته ، سقف هالوکور و دیوار
برشی بتن مسلح درجا

سیستم قاب ساده بتنی نیمه پیش ساخته K با دیوار برشی
بتن مسلح درجا

سیستم دیوار باربر بتن مسلح ویژه

سیستم ساختمان های پیش ساخته با دیوار باربر متشکل

ازسقف ودیوارهای بتن آرمه با بتن سبک سازه ای

ساختمان بتن آرمه متشکل از دیوار باربر دولایه و سقف
های نیمه پیش ساخته با بتن درجا

ساختمان ها با صفحات دو لایه ساندویچی ۳D با بتن

میانی درجا

سیستم اسکلت فولادی پیش ساخته با قاب های ساده مرکب

فولادی - بتنی به همراه دیوار برشی بتن آرمه

سیستم دیوار باربر بتن مسلح پیش ساخته اجرا شده با

قالب های مدولار
روش اجرای سازه های بتنی سقف و دیوار با قالب
یکپارچه
سیستم قالب بندی ساختمانهای بتن آرمه
روش اجرای ساختمانهای بتن مسلح با قالب های
آلومینیومی
سیستم قالب بندی ساختمان های بتن مسلح با استفاده
از میز پرنده
سیستم بتنی قالب خمشی پیرامونی و دال تخت
سیستم دیوارها و سقف های بتن مسلح پیش ساخته تو
خالی (سیستم داموس)
دیوارهای تو پر و سقف های با هسته تو خالی بتن مسلح
پیش ساخته
سیستم ساختمانی ترونکو
سیستم سازه های بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی
سیستم ساختمانی متشکل از پانلهای ساندویچی بتن سبک
با تکنولوژی JK Structure
سیستم خانه های پیش ساخته سریع النصب دادو
سازه های صدفی
قاب های خمشی پیش ساخته خاص
سیستم ساختمان های بتن مسلح پیش ساخته با فناوری-R
PC
قاب خمشی ویژه بتن مسلح پیش ساخته با اتصالات دو
گانه
سیستم خانه های چوبی
سیستم ساختمانی بلوک های خشتی مسلح با تکنولوژی
HABITECH

فصل سوم دیوارهای غیر باربر

مواد پایه : بتن سبک AAC

دیوارهای ساخته شده از بلوک های دیواری ساخته شده با
بتن سبک گازی

پانل دیواری مسلح ساخته شده از بتن سبک AAC

دیوار غیر باربر ساخته شده از بتن سبک CLC

دیوارهای غیر باربر ساندویچی سه بعدی

دیوارهای غیر باربر نیمه پیش ساخته صفحات ساندویچی ۳ D

دیوارهای غیر باربر داخلی BBLOCK

دیوارهای غیر باربر متال فوم
دیوارهای غیر باربر سبک پیش ساخته LSF
پانل های دیواری ساخته شده از بتن سبک با دانه های لیکا
پانل های الیافی
پانل الیاف بتن

پانل های متشکل از خرده های نی و بتن (نی - بتن)
پانل های دیواری ساخته شده از رزین و ساقه گندم و برنج
مواد پایه : بتن سبک با دانه های پلی استایرنی

دیوارهای غیر باربر Qpanel

پانل های دیواری غیر باربر Ercolith
مواد پایه سنگدانه های سبک پرلیتی
استفاده از پرلیت در مصارف ساختمانی به منظور سبک سازی
و عایق کاری

پانل های پیش ساخته دیواری Rail-Wall از جنس بتن پرلیتی

فصل چهارم سقف ها

سقف بتنی سیاک

دال مرکب فولادی - بتنی

تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن
سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک های تو خالی
ماندگار

سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک های تو خالی
ماندگار از جنس پلی پروپیلن
سقف کوبیا کس

سقف بتنی پیش تنیده پس کشیده

سقف های مجوف پیش ساخته پیش تنیده (Hollow Core slabs)

سقف دال های نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee

فصل پنجم مصالح

تخته های سیمانی

سیستم تخته سیمانی الیافی

سیستم تخته سیمانی با تراشه های چوب

نمای مدولار پرسلان

تخته های منیزیمی (تخته های چند منظوره)

صفحات عایق حرارتی XPS

نمای مرکب عایق حرارتی بیرونی بر پایه پلی استایرن

منبسط (ETICS)

صفحات روکس دار گچی (تخته گچی)

بلوک های گچی سوراخ دار
بلوک چوب سیمانی
آجر سفال ابداعی
ملات خشک آماده (بجز ملات های پایه گچی)
عایقها
عایق فوم پلی یورتان پاششی در محل
عایق صوتی کف و دیوار
سنگدانه ها
سنگدانه های سبک مورد مصرف در بلوک های بتنی
شیل منبسط شده

فصل ششم زیر سیستم ها

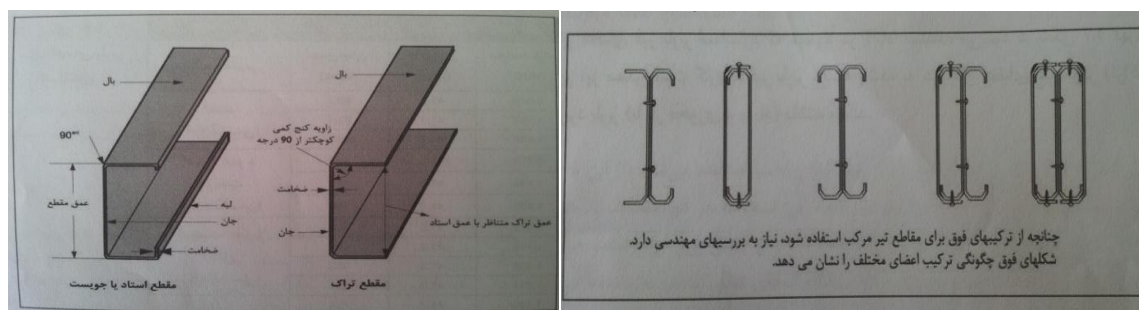
ماشین آلات
دستگاه تولید شبکه آرماتور با جوش مقاومتی به روش
ماشینی
دستگاه تولید خرپای فلزی تیرچه با جوش مقاومتی به
روش ماشینی
دستگاه تولید خرپای تیرچه ماشینی با فوند وله
پلیمری
ابزار آلات اجرایی
دستگاه اتوماتیک آرماتور بند (بند زن)
سیستم جوشکاری سر به سر میلگرد با گاز استیلن
سیستم مدولار دسترسی نوین
فونداسیون منفرد پیش ساخته
تجهیزات تاسیساتی
دستگاه ضد رسوب الکترونیکی
سیستم کنترل کولر آبی
هواکش پدیده
مسدود کننده دریچه کولر از جنس فوم پلی اتیلن
یراق آلات درب و پنجره UPVC

سیستم قاب فولادی سبک *Isf*



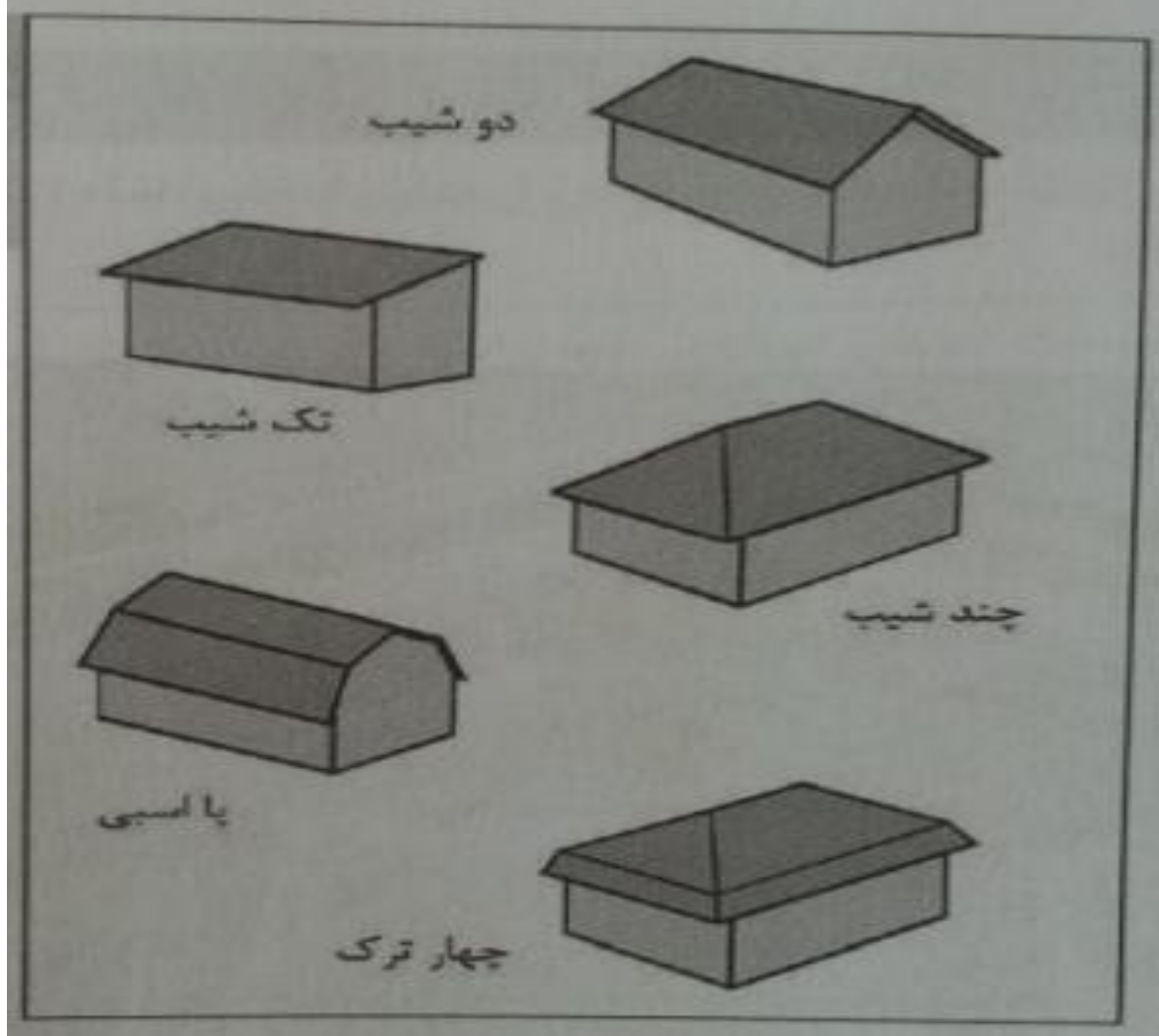
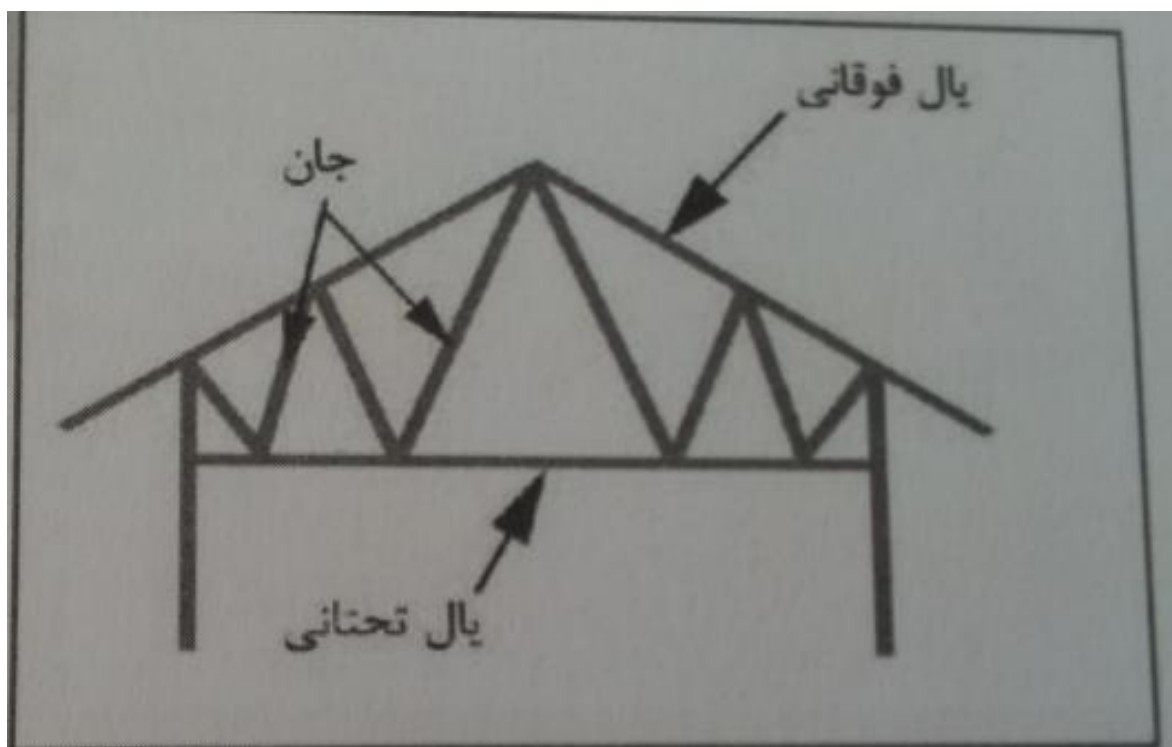
- تعریف سیستم
- سیستم ساخت قاب سبک فولادی **Lightweight Steel Framing** که به اختصار **LSF** می نامند، یک سیستم ساختمانی است، که برای اجرای ساختمان های عمدتاً کوتاه مرتبه و میان مرتبه (حداکثر تا ۵ طبقه) استفاده می شود و از سیستم های مورد تایید مهندسان عمران در کشورهای توسعه یافته و مدرن می باشد.
- این سیستم که شباهت زیادی به روش های ساخت ساختمان های چوبی دارد، بر اساس کاربرد اجزایی به نام استاد (**Stud**) یا وادار و تراک (**Track**) یا رانر شکل گرفته است و از ترکیب نیمرخ های فولادی گالوانیزه سرد نورد شده،

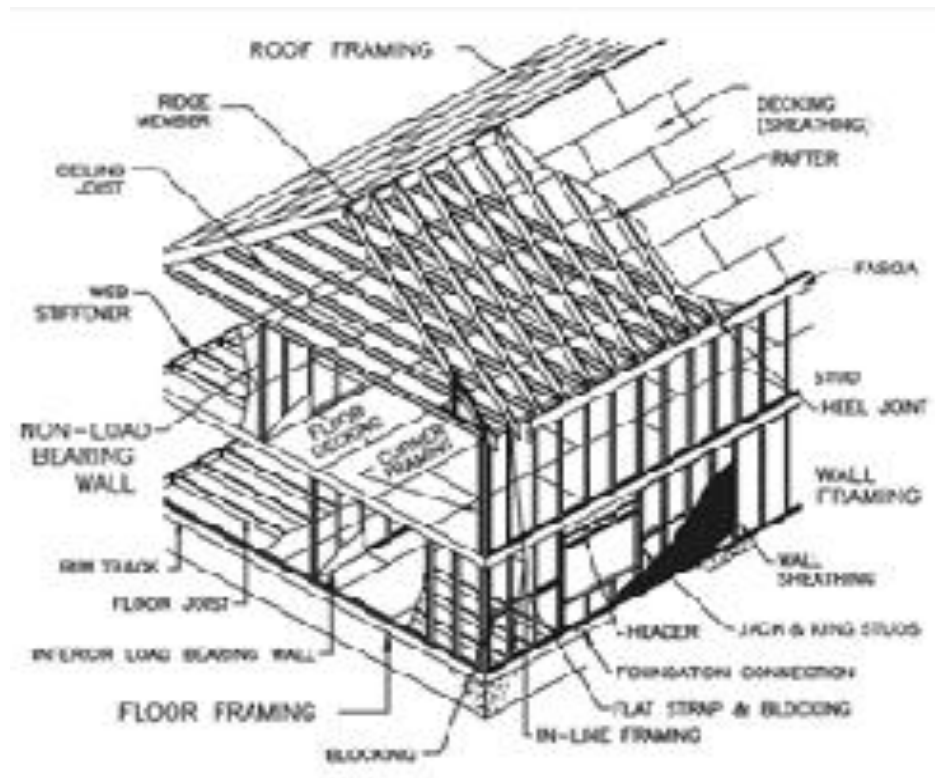
ساختار اصلی ساختمان برپا می شود. مقاطع مورد استفاده در این سیستم U, C و Z است، که معمولاً با اتصالات سرد به یکدیگر متصل می شوند. هر دیوار از تعدادی اجزای عمومی C شکل (استاد) به فواصل ۴۰ تا ۶۰ سانتی متر، که در بالا و پایین به اجزای افقی ناودانی U یا C شکل (تراک یا رانر) متصل شده اند، تشکیل می شود. در صورتی که از مقاطع C شکل به عنوان تراک (رانر) استفاده شود، لازم است برش هایی در محل نصب استاد انجام گیرد.



این سیستم در اکثر موارد با سقف سبک و به صورت موردی با انواع دیگر سقف اجرا می شود. تیر و تیرچه های این نوع سقف های سبک، همانند استاد و تراک های دیوار ها است. سقف نهایی معمولاً از نوع شیب دار و با استفاده از خرپاهای فلزی ساخته شده از پروفیل های سرد نورد شده در نظر گرفته می شود (شکل زیر). قسمت های دیگر ساختمان نیز با استفاده از پروفیل های سرد نورد شده اجرا می شوند و با انواع مختلف تخته (گچی، سیمانی، چوبی، ...) پوشیده می شوند.

جزئیات سقف مستوی یا شیب دار پوشش نهایی این سیستم می تواند با انواع تخته های ساختمان از جمله تخته سیمانی، چوب، تخته گچی و یا مصالح بنایی، سفال و آردواز صورت گیرد.





- تاریخچه
- از سال ۱۹۳۰، با توجه به ملاحظات زیست محیطی و تلاش برای اقتصادی کردن فعالیتهای ساخت و ساز ساختمان، سبب گردید برای جایگزین نمودن مصالح ساختمانی مناسب و نیز روشهای جدید ساخت و ساز تحقیقات وسیعی را آغاز نمایند
- این تحقیقات در واقع سر آغازی برای بکار گیری قطعات cfs در صنعت ساختمان سازی در آمریکا گردید.



- در کشور انگلستان از سال ۱۹۳۰ به بعد، به کار گیری فولاد در ساختمان سازی رونق گرفت و از دهه ۱۹۴۰ برای تامین قطعات فولادی مورد نیاز، استفاده از قطعات فولادی فرم داده شده در حالت سرد برای جایگزین نمودن با قطعات فولادی گرم و سنگین در ساختمان های صنعتی صورت گرفت.
- سازندگان ساختمان از سال ۱۹۶۰ از قطعات سبک فولادی cfs در دیوارهای غیرباربر جداکننده و اطراف ساختمان در ساختمان های بلند مرتبه استفاده کردند.
- تا سال ۱۹۷۰ به کار گیری قطعات cfs در بخش ساختمان سازی تجاری رواج یافت، ولی نتوانست در ساخت و ساز مسکن به طور گسترده پذیرفته شود.

- مهمترین دلیل آن ، هزینه بالای ساخت و ساز مسکن با قاب فولادی (حداقل دو برابر گرانتر از سیستم چوبی) بود
- از سال ۱۹۹۰ به دلیل تنزل چشمگیر کیفیت چوب و ارزانی قیمت فولاد ، سیستم ساختمانی Isf ، مورد توجه متخصصان ، مسئولان و سازندگان ساختمان گرفت. دامنه کاربرد
- کاربرد قابهای سبک فولادی صرفاً بعنوان سیستم باربر ثقیلی ، حداکثر تا ۵ طبقه یا ۱۵ متر ارتفاع می باشد.
- استفاده از سیستم LSF در کلیه پهنه های لرزه خیزی کشور طبق استاندارد ۲۸۰۰ ایران مجاز می باشد.
- سیستم Isf با دیوار برشی از جنس تخته های گچی یاسیمانی بعنوان مهار جانبی برای مناطق لرزه خیزی کم و متوسط مجاز است .

• مصالح

- ۱ - فولاد سرد نورد شده
- استفاده از فولادهای ساختمانی که طبق استاندارد ایران در مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان و یا استانداردهای معتبر بین المللی مورد پذیرش هستند
- مقطع گرم نورد شده در این بخش مورد نظر نیستند .
- انواع ورق های فولادی مجاز برای استفاده در اعضا سرد نورد شده عبارتند از
- فولادهای سازه ای رده ۲۳۰ و ۳۴۰ تیپ H (تنش تسلیم ۲۳۰ و ۳۴۰ mpa)
- فولادهای سازه ای رده ۲۳۰ و ۳۴۰ تیپ L (تنها برای لایه ها و تیرچه ها مجاز است)
- ورق های قاب فولادی سرد نورد شده باید با پوشش محافظ از خوردگی با آلیاژ روی-آلومینیوم طبق استاندارد های معتبر پوشانده شوند .

- ضخامت فولاد اعضای سازه ای و غیر سازه ای سرد نورد شده باید بدون احتساب پوشش های محافظ از خوردگی بین ۵/ تا ۳ میلیمتر باشد

- ۲- گچ برگ : گچ برگ یا تخته گچی که در کارخانه با تزریق دوغاب مناسب بین لایه های کاغذ تهیه می شود

- تخته گچی های معمولی دارای یک پوشش کاغذی بر روی هر دو طرف هستند که لبه ها را نیز می پوشانند. استفاده از تخته گچی های معمولی دارای محدودیت هایی هستند از جمله اینکه آنها را نباید به طور پیوسته یا طولانی مدت در معرض رطوبت قرار داد و همین طور نباید در معرض حرارت های خیلی بالا قرار داد

- نوع مقاوم این نوع تخته ها که با افزودن ، افزودنی هایی به ترکیب مواد متشکله دوغاب و صفحات پیرامونی آنها تولید می گردند با توجه به اینکه مقاطع LSF ضخامت ناچیزی و به تبع آن پایداری کمی در برابر آتش دارند نقش به سزایی در تامین پایداری مقاطع فوق الذکر در برابر حریق دارند

- بر طبق استاندارد ASTM C 1396 تخته گچی مقاوم در برابر آتش تخته ای است که اگر با ضخامت ۱۶ میلی متر در دو طرف استاد چوبی با فاصله مرکز به مرکز ۴۰ سانتی متر و با میخ هایی به طول ۴۸ و ضخامت ۳,۲ میلی متر در فاصله مرکز تا مرکز ۱۸۷ میلی متر از یکدیگر نصب شوند دارای حداقل یک ساعت مقاومت در برابر آتش استاندارد باشد و در صورت جایگزینی استاد های چوبی با استاد های فلزی این زمان حداقل باید به بیش از ۳ ساعت افزایش یابد.

- - **سمنت برد**: سمنت برد که شرکت های مختلفی تولید کننده این سمنت برد ها هستند مثل کناف جیمز هاردی و ... که در ایران نمایندگی دارند

- **۴-عایق:**

- الف) دیوارهای داخلی: از پلی استایرن ضد حریق با دانسیته ۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب به صورت منقطع در بین استادها استفاده می گردد

- (ب) رول فوم پوششی دورتادور برای مقابله با اثر پل حرارتی: از رول فوم با دانسیته ۱۲ کیلوگرم در مترمکعب به صورت دورتادور ساختمان جهت مقابله با اثر پل حرارتی استادهای دیواری استفاده گردیده است.

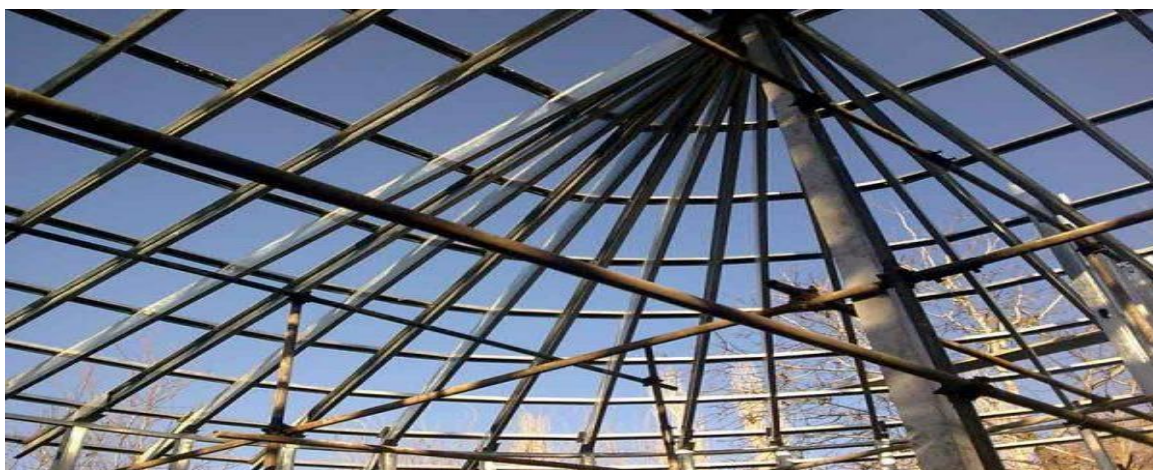
- **۵-پیچ های مصرفی:** پیچ های مصرفی جهت برقرار کردن اتصالات لازم بین اجزای مختلف این سیستم در دو دسته کلی تقسیم بندی می شوند :

- ۱- پیچ و مهره معمولی از نوع عادی یا پر مقاومت (A490,A325,A307) بنا به نیاز و مورد استفاده
- ۲- پیچ خودکار سرمته ایی و ساده که بدون پیش سوراخ کردن یا با پیش سوراخ کردن اجرا می شوند.

•
•

مزایای فیزیکی سیستم سازه های فولادی سبک

- الف : از نظر سازه ای
- انعطاف پذیری
- فلز بکار رفته در این مقاطع یک ماده غیر ارگانیک بوده و بنابراین در مقابل رطوبت و هجوم حشرات مقاوم است و چرخش ،کج شدگی ،جداشدگی، ترک و خزش در آن ایجاد نخواهد شد



- دوام و استحکام

- این مقاطع و سیستم سازه ای به راحتی می توانند بالاترین نیروهای زلزله و باد را تحمل نمایند



- مقاطع فولادی، مصالح غیر قابل اشتعال می باشند. این مصالح نمی سوزند و باعث گسترش حریق در فضاها می توانند ساختمان نمی گردند. بنابراین مالکان می توانند هزینه بیمه کمتری را برای بیمه نمودن ساختمان در برابر آتش بردارند

- مقاومت بالا

- مقاطع فولادی جدار نازک سرد نورد شده، در مقایسه با مصالح ساختمانی دیگر دارای بالاترین نسبت مقاومت به وزن می باشند

- ب : از نظر معماری

- انعطاف در طراحی

- وجود تنوع زیاد در شکل مقاطع فولادی جدار نازک و اجزایی که برای تکمیل این سیستم ساختمانی تولید می گردد، امکانات نامحدودی را برای طراح جهت ارائه ایده های مختلف طراحی ایجاد می نماید. لذا طراح می تواند از این سیستم در انواع پروژه های ساختمانی با کاربری های متنوع، بدون نیاز به تولید مقاطع و مصالح خاص، استفاده نماید

• تنوع در مصالح نما

- سطوح بیرونی ساختمان با سیستم LSF، می تواند با انواع مصالح نمایی که معمار پروژه می خواهد، پوشش داده شود. از نماهای قابل استفاده می توان به مصالح بنایی و آجر، انواع سنگ های نما، نماهای آلومینیومی، نماهای چوبی، مصالح سرامیکی، نمای PVC و... اشاره نمود. در سطوح داخلی ساختمان، پانل های گچی (Gypsum Wallboard) مستقیماً بر روی المانهای فولادی جدار نازک دیوار متصل می گردند.

• سرعت در اجرای سیستم

- برآورده نمودن الزامات استانداردهای مربوط به عملکرد ساختمان
- سیستم سازه های فولادی سبک (LSF) به راحتی می تواند با لاترین ضوابط استانداردهای مربوط به طراحی سازه، انرژی، مقاومت در برابر آتش و عملکرد صوتی را برآورده نماید.

• سیستم ساختمان مدرن

- سیستم LSF یک سیستم ساختمانی کاملاً سازگار با مدرن سیستم های ساختمان سازی در دنیا می باشد.

• ج- برای سازندگان

- به دلیل سبک بودن وزن اجرای سازه های فولادی سبک نسبت به مصالح مرسوم دیگر، المان ها به راحتی قابل حمل و نصب بوده، در نتیجه سرعت کار بسیار بالاست. به طور معمول در سیستم های متداول یک تیم باتجربه چهارنفره قادر هستند تمام دیوارهای یک خانه سه اتاق

خوابه را در یک روز نصب نمایند. این سرعت باعث می گردد که زمان اتمام پروژه به حداقل ممکن برسد. به دلیل این که این سیستم قابلیت نصب در تمام شرایط جوی مانند هوای خشک و سرمای شدید را دارا می باشد و از طرفی زمان اندکی را برای نصب در کاگاه نیاز دارد، لذا به طور معمول می توان در تمام فصول سال و در تمام شرایط جوی این سیستم ساختمانی را نصب نمود

- فعالیت های موازی و بدون وقفه در بخش های دیگر ساختمان

- به دلیل این که سیستم سازه ای ساختمان و پوشش خارجی آن بسیار سریع نصب می گردد، لذا بقیه فعالیت های ساختمان مانند تاسیسات مکانیکی و برقی و نازک کاری سطوح داخلی، می توانند به طور مستقل و به موازات تکمیل شدن نمای بیرون انجام گیرند. کلیه کابل های برق، لوله های آب و داکت های تاسیساتی می توانند قبل از نصب پانلهای گچی سطوح داخلی به راحتی در فضای خالی موجود در داخل دیوارها اجرا گردند.

- نیاز به فضای کم کارگاهی

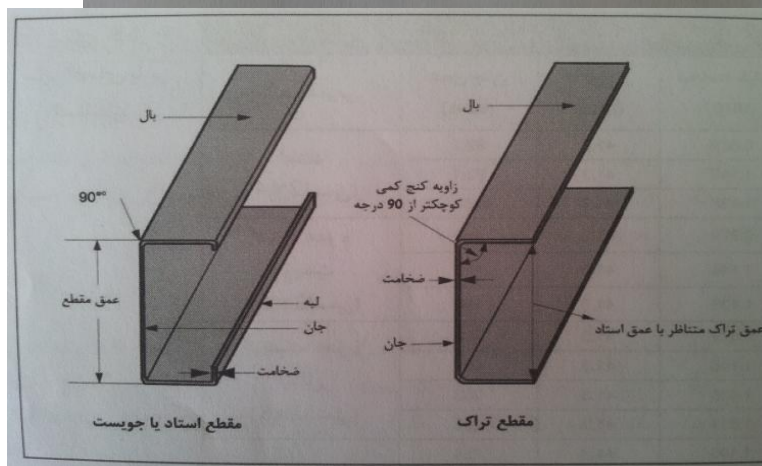
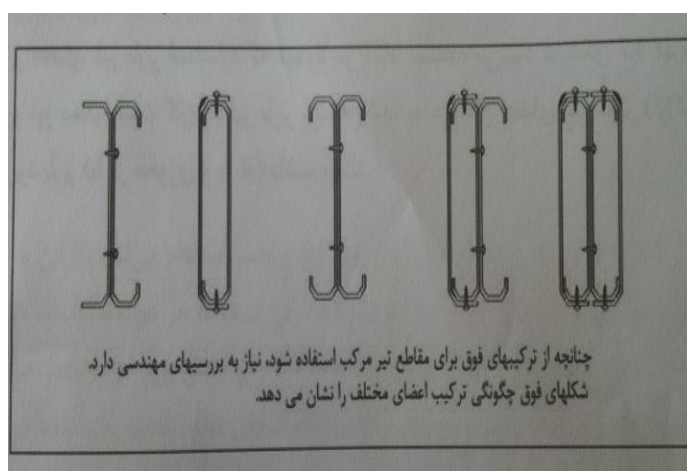


- نمونه سوله سبک

اجزای تشکیل دهنده سیستم ساختمانی Isf

- اجزای اصلی تشکیل دهنده سیستم ساختمانی Isf از سه نوع مصالح ساختمانی :

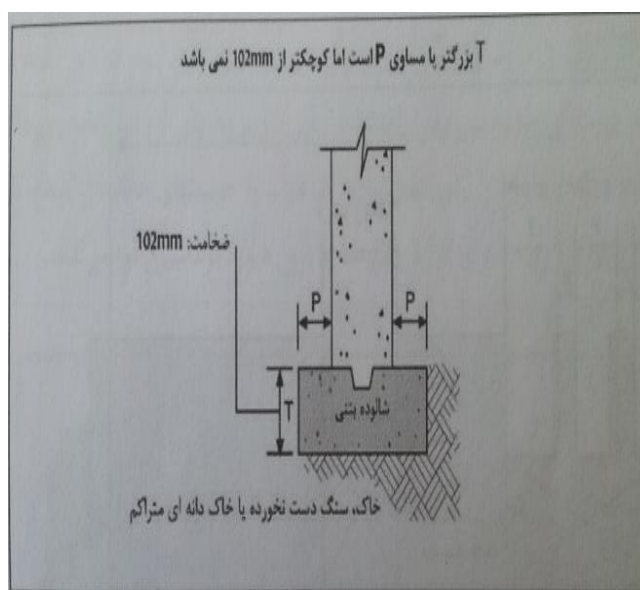
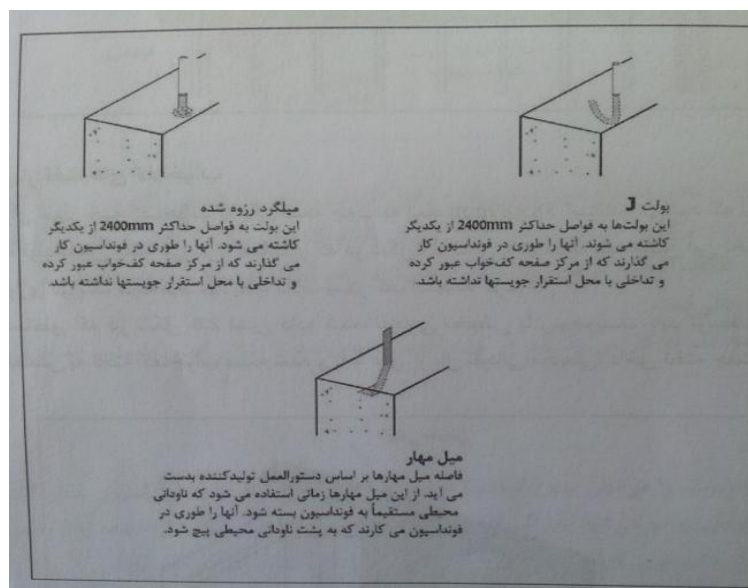
- ۱- فولاد فرم داده شده در حالت سرد



- پانلهای گچی و پشم شیشه، یا پشم سنگشالوده برای نصب سیستم ساختمانی Isf شالوده در این سیستم، مثل سایر سیستم های ساختمانی در کشور، مطابق ضوابط و مقررات محل اجرای پروژه طراحی و اجرا می شود.

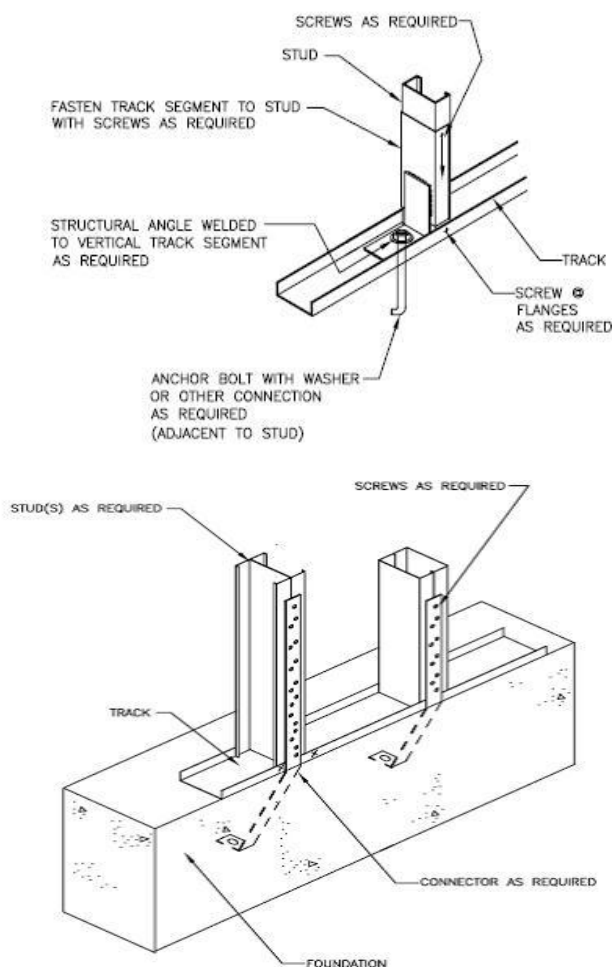
- پانلهای آماده شده و یا قطعات تشکیل دهنده اجزای ساختمان (دیوارها) در این سیستم ساختمانی با استفاده

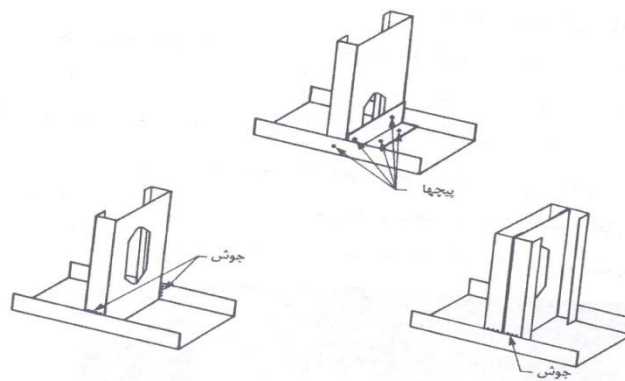
از پیچهای عصایی کار گذاشته شده در شالوده بنا نصب می شوند.



- این شیوه اتصال را معمولاً به دو طریق انجام می شود:
- ۱- نصب رانرها به پی
- ۲- نصب تیرهای کلاف به پی
- اتصال سازه فولادی سبک به شالوده با استفاده از یکی از دو روش زیر انجام میگیرد:
- ۱- نصب رانرها به پی
- ۲- نصب تیرهای کلاف به پی

- برای نصب سازه بر روی شالوده یا قبل از بتن ریزی پی جی بلت هایی به فاصله ۲۰ تا حداکثر ۱۲۰ سانتی متر در پی کار گذاشته می شود یا بعد از بتن ریزی با ایجاد سوراخ هایی با عمق مناسب در داخل فونداسیون و استفاده از چسب های مخصوص اقدام به کاشت بلت در فونداسیون می نمایند از روش دوم بیشتر برای ایجاد اضافه اشکوب بر روی ساختمان های بتنی استفاده می شود به هر حال پس از کار گذاشتن بلت در فونداسیون به یکی از دو روش بالا رانر پایینی دیوار باربر سوراخ و بلت از آن رد و با مهره به رانر کف متصل می گردد برای تعداد طبقات بیشتر معمولاً استفاده از صفحات تقویتی در محل اتصال بلت به رانر کف ضرورت پیدا می کند . البته گاهی نیز به جای استفاده از بلت برای دوختن ساختمان به فونداسیون از تسمه های U شکل که قبل از بتن ریزی در فونداسیون کارگذاشته می شود نیز استفاده می گردد.

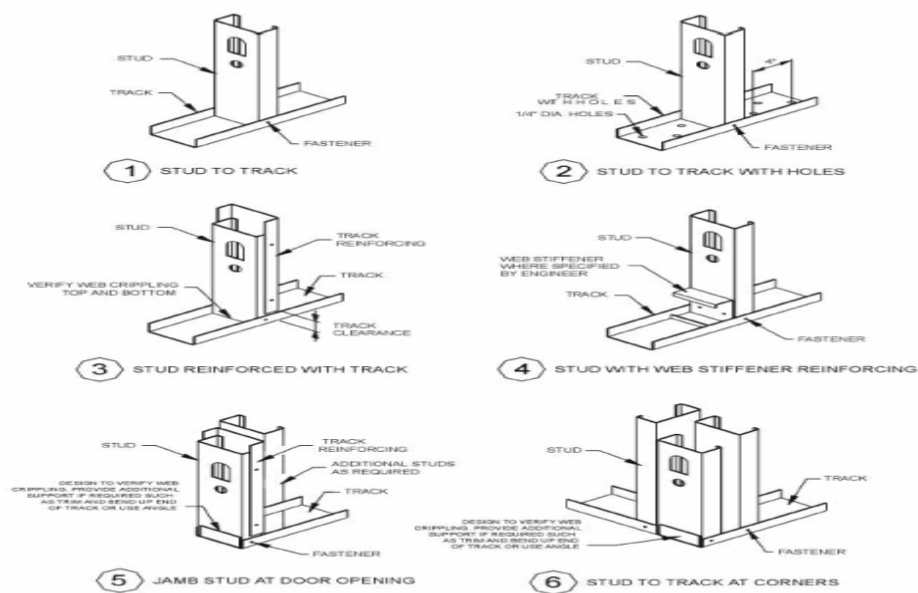




شیوه نصب سیستم به شالوده توسط تیرهای کلافی



GENERAL DETAILS



- شالوده فونداسیون دیوارهای جانبی (خارجی) ساختمان Isf با نمای فایبرسمنت برد یا دیگر گونه های نمای خشک و حداقل ظرفیت باربری خاک برابر $75/ Kg/m^2$ به عرض $256 mm$ بوده و به ازای هر طبقه افزایش $107 mm$ به عرض شالوده اضافه شود .
- شالوده فونداسیون دیوارهای جانبی (خارجی) ساختمان Isf با نمای آجری یا سنتی و حداقل ظرفیت باربری خاک برابر $75/ Kg/m^2$ به عرض $318 mm$ بوده و به ازای هر طبقه افزایش $119 mm$ به عرض شالوده اضافه شود .
- سازه Isf باید از تماس با بتن خیس فونداسیون محافظت شده باشد
- پس از تعیین عرض شالوده می توان ضخامت شالوده را بر اساس مقدار بار وارده محاسبه نمود .
- ضخامت شالوده نباید کمتر از عرض المانی که روی آن قرار می گیرد باشد .

دیوار

- ❖ معمولا تمامی دیوارهای این سیستم به صورت باربر طراحی می شوند ، ولی در صورت نیاز به دیوارهای جداکننده ، امکان استفاده از دیوار خشک نیز وجود دارد .
- ❖ هر دیوار از تعدادی اجزای عمودی C شکل (وادار) به فواصل 40 تا 60 سانتی متر که در بالا و پائین به اجزای افقی ناودانی شکل U یا C شکل (تیرچه) متصل شده اند تشکیل شده و در صورتی که از مقاطع C شکل به عنوان تیرچه استفاده شود، لازم است برش کاری در محل نصب وادار صورت گیرد.
- ❖ استادهای یا عناصر عمودی که در بین دو رانر قرار می گیرند ، با اتصالات سرد به آن ها متصل می شوند
- ❖ اتصالات سرد قطعات ، به سه روش زیر قابل اجرا است:

۱. مونتاژ در پای کار: دیوار به صورت خوابیده روی زمین مونتاژ شده و سپس در محل خود نصب می گردد.
۲. سیستم پانلی: دیوارها و سقف ها به صورت پیش ساخته به سایت منتقل شده و در کارگاه به وسیله اتصالات سرد به یکدیگر متصل می شوند.
۳. سیستم جعبه ای: جعبه های پیش ساخته پس از انتقال به کارگاه، کنار هم چیدخ شده و به یکدیگر متصل می شوند.



از این سیستم سازه ای عمدتاً برای ساختمان های کوتاه مرتبه و میان مرتبه (حداکثر ۵ طبقه) استفاده می شود و در مورد ساختمان های بلند مرتبه باید از ترکیب سیستم L.S.F با قاب های فولادی نورد گرم یا بتنی استفاده نمود بدین نحو که می توان در دیوار ها و سقف برای پایین آوردن بار مرده ساختمان از مقاطع نورد سرد استفاده نمود که نتیجتاً ابعاد مقاطع تیر و ستون قاب های فولادی یا بتنی کاهش می یابد و سازه نهایی سبکتر می گردد.

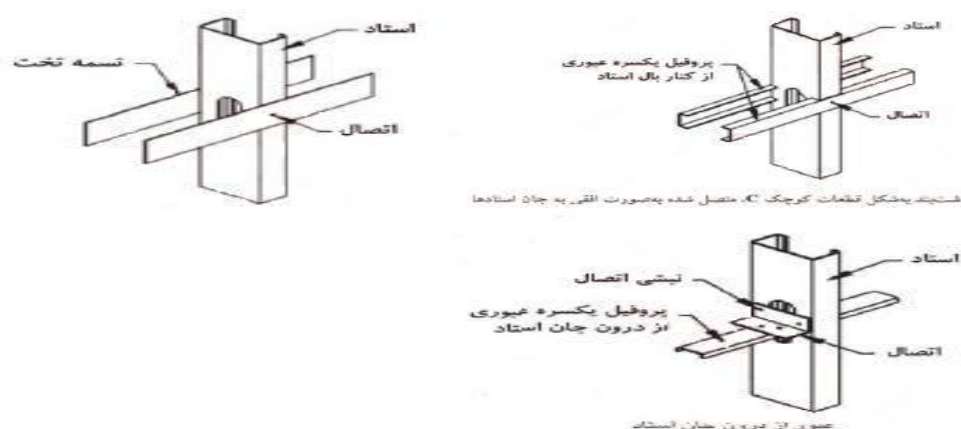


در مورد ساختمان های بیشتر از ۸ متر (۲ طبقه) لازم است جهت انتقال بار جانبی از و دیوار برشی به صورت ورق های فولادی (تا ۵ طبقه یا ارتفاع ۱۵ متر از روی تراز پایه) و دیوار برشی بتن آرمه (تا ۵ طبقه یا ارتفاع ۱۸,۲۵ متر از روی تراز پایه) استفاده کرد ولی در مورد ساختمان های کوتاه مرتبه از مهار بندی های ضربدری که به صورت تسمه در طرفین پانل های دیواری اجراء و حداقل سه استاد را در بر می گیرد استفاده می شود که برای حصول اطمینان از عملکرد مطلوب این تسمه ها باید با استفاده از تسمه کش به صورت کاملاً کشیده در آیند .



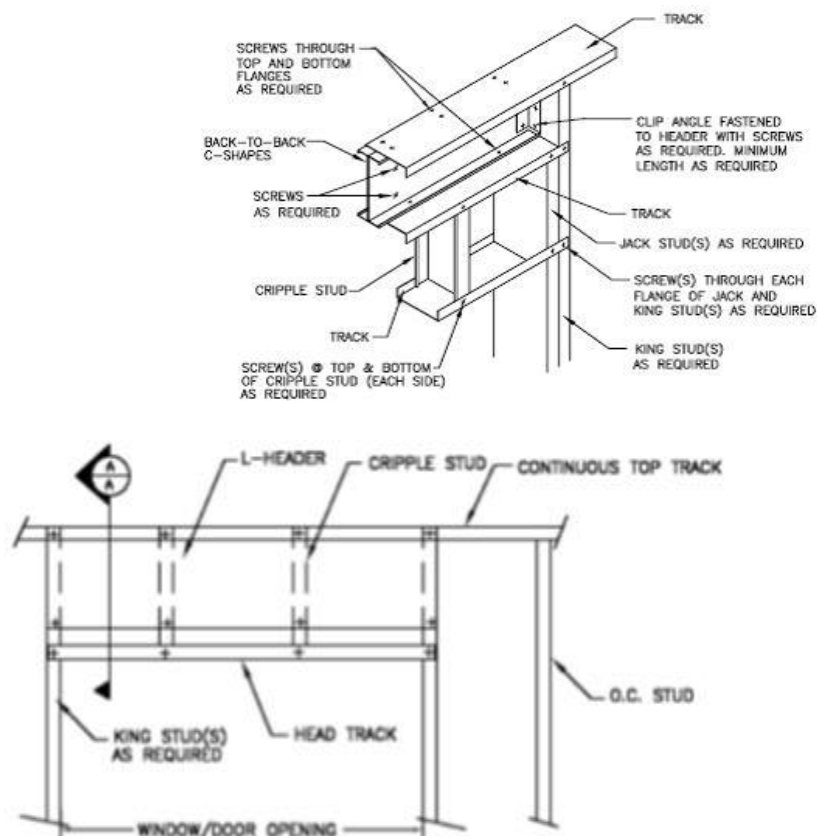
معمولاً به منظور کاهش طول کمانش استاد های دیواری و استفاده بهینه از این مقاطع لازم است این استادها از مهار جانبی کافی برخوردار باشند جهت حصول این امر از یکی از روش های زیر استفاده نمود:

- (۱) عبور تسمه های افقی به صورت کمربند در طرفین استاد های پانل های دیواری در تراز ارتفاعی مد نظر
 - (۲) سوراخ کردن یک رانر در محل استاد های دیواری پانل و عبور آن از استاد های مذکور و پیچ کردن بال رانر به بال استاد در تراز ارتفاعی مد نظر
 - (۳) شکاف دادن جان استاد های پانل دیوار و عبور یک رانر از میان این شکاف در تراز مد نظر
 - (۴) استفاده از دو رانر به عنوان پشت بند بدین نحو که دو قطعه C شکل کوچک به صورت افقی از طرفین استاد های پانل دیواری عبور داده میشود و جان آن به بال استاد پیچ می گردد.
- روش های اجرای تیرهای نعل درگاه:** برای اجرای تیرهای نعل درگاه (در دیوار) یا تیری که روی آن تیغه جداکننده قرار می گیرد (در سقف) ، می توان از قراردادن دو پروفیل C شکل به صورت پشت به پشت و تشکیل یک مقطع I شکل و یا خرپا استفاده نمود:



این سیستم، قابلیت بالائی برای نصب عایق حرارتی دارد و عایق حرارتی را به دو روش می توان بین وادارها نصب کرد. در روش اول: وادارها هم راستا اجرا می شوند و عایق حرارتی در فضای بین آنها قرار می گیرد.

در روش دوم: وادارها هم راستا اجرا نمی شوند و عایق حرارتی به صورت زیگزاکی بین آنها حرکت می کند که در این حالت وادارها به صورت پل حرارتی عمل نخواهند کرد و عایق کاری در شرایط بهتری انجام می شود. یکی دیگر از راههای عایق کاری دیوارها، نصب یک لایه حرارتی صلب در طرف خارجی قاب فلزی است



اجرای سقف مسطح و شیبدار:

سقف ساختمان در سیستم LSF معمولاً با استفاده از تیرچه های C شکل اجرا می شود در بعضی از موارد نیز برای پوشش دادن دهانه های بزرگ از خرپا نیز به جای تیرچه های ساخته شده از پروفیل های C شکل استفاده می شود. پوشش تیرهای سقف می تواند به دو صورت سبک یا کامپوزیت صورت گیرد در حالت کامپوزیت پس از پیچ کردن صفحات موج دار، بر روی تیرها و تیرچه ها (به عنوان قالب بتن) روی آن حدوداً ۵ سانتی متر بتن ریزی می شود. از پوشش سقف سبک هم برای سقف های مستوی و هم برای سقف های شیبدار می توان استفاده نمود. معمولاً در حالت مستوی برای پوشش سقف از تخته های چند

لایه ایپلای وود یا OSB یا گاهی سمنت برد پالتی استفاده میگردد ولی در حالت شیبدار معمولاً برای پوشش سقف از ساندویچ های پانل های سقفی یا ورق ذوزنقه ای یا ورق موجدار طرح سفال و یا پلای وود به همراه شنگل یا پلیمرهای قیری استفاده می گردد.



اجرای سقف نهایی سبک به صورت شیب دار دارای مزایای فراوانی است از جمله ساده سازی و سبک سازی سازه مورد نیاز ، با استفاده از خرپاهای مثلثی شکل ، با قرار گیری موازی (نسبت به یکدیگر) ، این خرپاها به وسیله مقاطع C شکل یا مقاطع کلاهی شکل موسوم به پرلین ساخته و به هم وصل می گردند . سطح فوقانی این خرپاها ، به وسیله یکی از صفحات سبک فوق الذکر پوشش داده می شود بدیهی است هزینه اجرا ، تعمیر و نگهداری سقف شیب دار به مراتب کمتر از هزینه های مربوط به بام تخت است



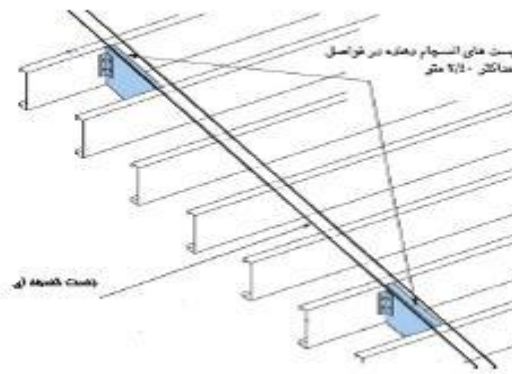


طبقه بندی دیافراگم ها از لحاظ صلبیت و مقاومت برشی:

در صورت استفاده از دال بتی در سقف ها با توجه به صلبیت نسبتاً زیاد دال بتی عملکرد سقف به صورت صلب خواهد بود ولی در صورت استفاده از صفحات فولادی یا چوبی برای اینکه دیافراگم به صورت صلب کار کند باید حتماً بست دار باشد در صورت عدم اجرای بست در دیافراگم در حالت اخیر دیافراگم نرم محسوب شده و کاربرد آن تنها در ساختمان های تا ارتفاع ۷ متر یا دوطبقه مجاز می باشد.

- بست ها : در دیافراگم های دارای بست ، کلیه لبه های صفحات پوشش باید به اعضای قاب بندی سقف یا بست های پیچ شود باید تسمه هایی به ضخامت حداقل ۰,۸۴ میلی متر و عرض ۵۰ میلی متر به عنوان بست تسمه ای جهت ایجاد انسجام در زیر یا روی صفحه پوشش اجرا می شود در این دیافراگم ها نیز باید از بست انسجام نیز استفاده شود که در شکل زیر نمایش داده شده است.



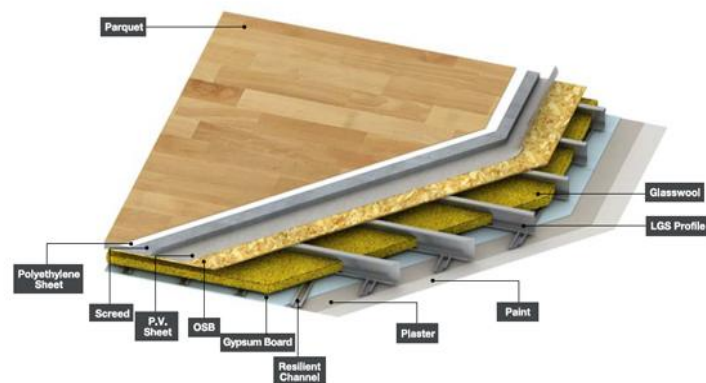


برای اتصال دو طبقه مجاور به هم در سیستم L.S.F دو روش وجود دارد :

روش اول : (روش پانلی - استاد منفصل - پلت فورم) :
در این روش در سطح تراز طبقات استادهای قطع می گردند و تیرها یا خرپا های سقفی بر روی تراک های فوقانی دیوارهای حامل قرار می گیرند در این حالت برای اتصال دو طبقه مجاور به هم معمولا از بلت هایی به فاصله ۴۰ تا حداکثر ۶۰ سانتی متر به طول معمولا از ۴۰ تا ۶۰ سانتی متر که در دو سر رزوه گردیده اند استفاده می گردد البته از یکسری تسمه که در دو طرف پانل های دیواری دو طبقه مجاور به استاد و رانرهای پانل های مذکور پیچ می شوند نیز برای دوختن دو طبقه مجاور به هم نیز می توان استفاده نمود.

روش دوم : (استاد متصل- بالنی) : در روش استاد متصل، استادهای در ارتفاع ساختمان پیوسته هستند و تیرهای سقفی به استادهای دیوار پیچ می شوند این روش اتصال ، مشابهت های زیادی به اتصالات خورجینی در قاب های فولادی نورد گرم دارد . البته در این روش لازم است دقت بسیار زیادی توسط طراح جهت طراحی اتصال مبذول گردد.





(Floor Detail) With Concrete Screed

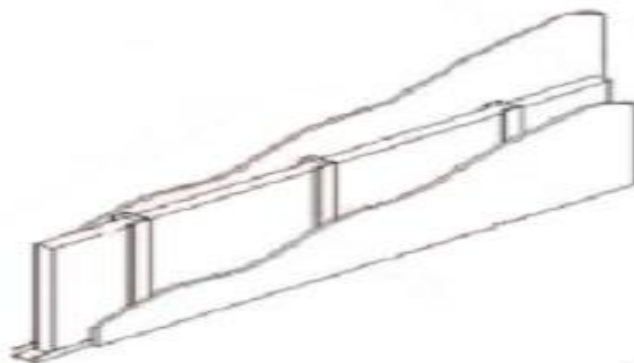
روش های عایق بندی پانل های دیواری و سقفی :

(۱) استفاده از عایق های صلب مثل پلی استایرن به صورت منقطع در بین روادارهای دیوار یا یکسره در طرف خارجی قاب فلزی

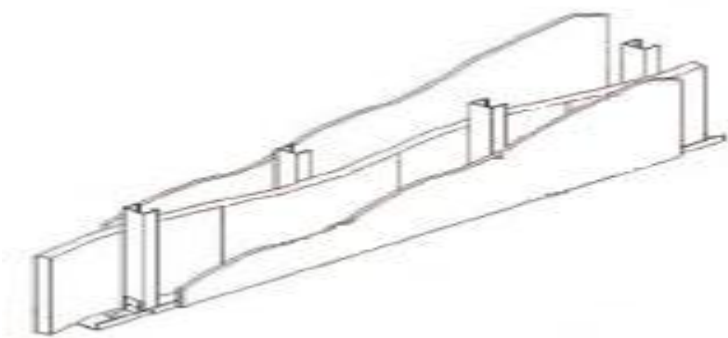
(۲) استفاده از عایق های منعطف رولی که امکان اجرای ممتد و بدون نیاز به قطع عایق در محل استاداها را فراهم می آورد.

(۳) استفاده از عایق های پاششی مثل پلی اورتان که پس از نصب پوشش خارجی پانل دیواری در پشت آن اجرا می گردد.

۴) استفاده از یک رانر عریض و قرار دادن استاده‌ها به صورت زیگزاگی در دو طرف رانر کف و قرار دادن عایق صلب در بین دو استاد



نصب عایق حرارتی به صورت منقطع و تودلی

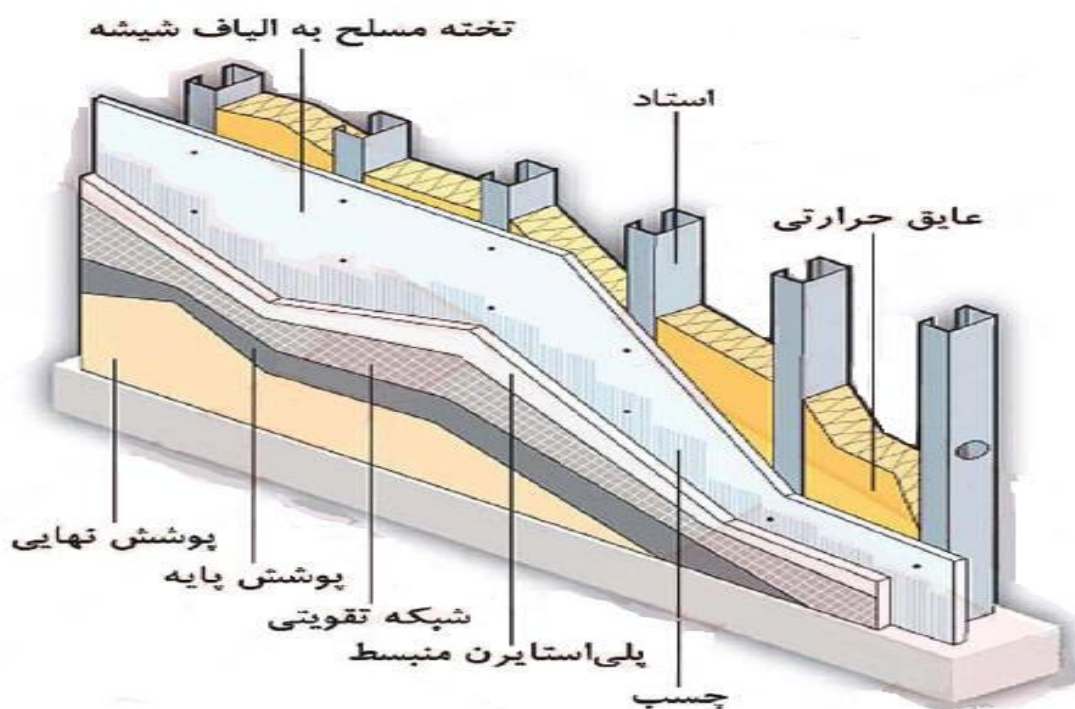


نصب عایق حرارتی به صورت یکسره و زیگزاگ

با توجه به اهمیت و محدودیت منابع انرژی در اختیار بشر یکی از بزرگترین دغدغه‌های معمول در مواجهه با سیستم‌های ساختمانی مخصوصاً سیستم‌هایی که دارای اجزای فولادی (به دلیل قابلیت انتقال بالای حرارت) هستند، کارایی آنها در جلوگیری از اتلاف انرژی است در این بخش،

عملکرد حرارتی سیستم ساختمانی قاب سبک فولادی مورد بررسی قرار گرفته و با سیستم های ساختمانی رایج در کشور مقایسه و الزامات لازم برای استفاده از این سیستم طبق مبحث نوزده مقررات ملی آورده شده است

پروفیل های سرد نورد شده : ضعف اصلی این سیستم از لحاظ انتقال حرارت از وجود همین پروفیل های فلزی ناشی می شود که تخته های طرفین دیوار را به هم ارتباط می دهد . لازم به ذکر است ضریب هدایت فولاد حدوداً ۵۶ و ضریب هدایت عایق حرارتی متداول حدوداً ۰,۰۴ است در نتیجه انتقال حرارت به صورت یکنواخت از تمامی قسمت های دیوار صورت نمی گیرد و بخش قابل توجهی از حرارت از قسمت های فلزی که مقاومت کمتری در برابر انتقال حرارت دارند عبور می کند بدین ترتیب ، پروفیل های مورد استفاده در این سیستم به عنوان پل حرارتی تلقی می شود با توجه به اینکه اجزای فلزی پل های حرارتی قابل ملاحظه ای را در این سیستم ایجاد می کند ، امکان محاسبه انتقال حرارت با در نظر گرفتن مقاومت لایه ها به صورت سری و با محاسبات ساده میسر نیست و لازم است تاثیر پل های حرارتی ، با انجام ارزیابی های دقیق تر لحاظ شود



محل عبور کانال ها و لوله های تاسیسات الکتریکی و مکانیکی ساختمان ، مجراها و سوراخ هایی است که به همین منظور در قطعات سازه پیش بینی شده است . لوله های برقی می بایست در محل عبور از سوراخ ها ، به وسیله قطعات لاستیکی محافظت شوند ، علاوه بر این ، ایجاد یک اتصال به زمین برای دیوارها ضروری است.

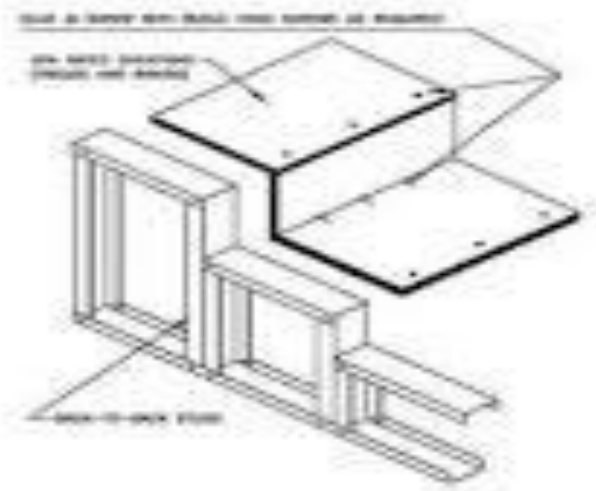


اجرای پله ها

اجرای راه پله در این سیستم به دو روش امکان پذیر است :

۱- استفاده از شمشیری ساخته شده از مقاطع C شکل که در دوطرف یا وسط بنا به مورد و نیاز می تواند به صورت دوبل یا تک اجرا شود برای پوشش روی آن نیز هم می توان از بتن و هم از پوشش های سبک مثل پلای وود یا OSB استفاده نمود.

۲- ساخت پله بر اساس پانل های باربر دیواری با ارتفاع متغییر ، در این روش برای پوشش رو پله ها معمولاً از پوشش نوع سبک استفاده می گردد.



پوشانه ها در سیستم قاب فولادی سبک
تخته های گچی

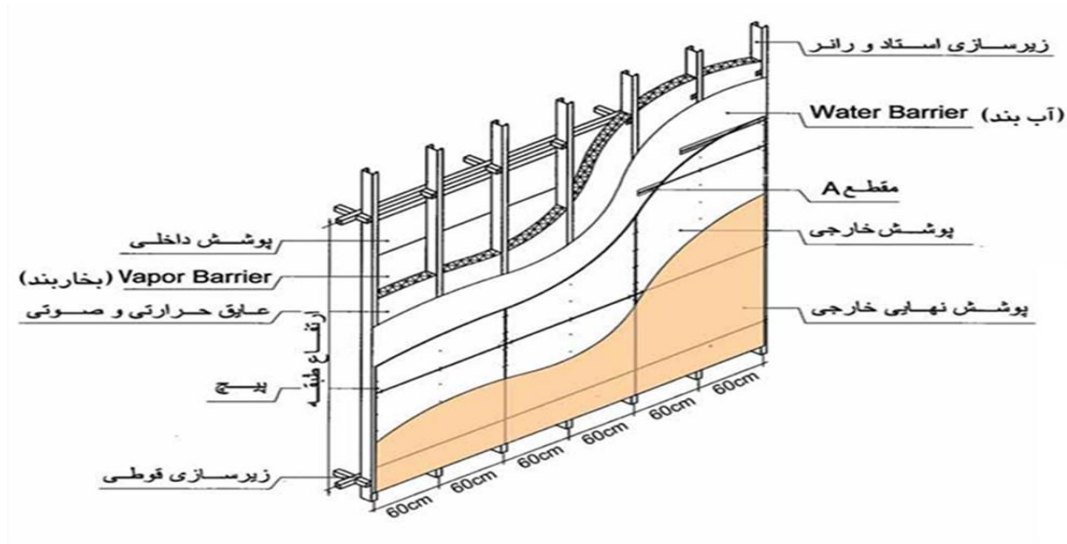
❑ تخته های گچی یکی از رایج ترین مصالح مورد استفاده به عنوان پوشانه یا دیوارهای داخلی در سیستم قاب فولادی سبک هستند .

❑ تخته های گچی معمولی مقاومت اندکی در برابر آتش دارند، اما برای تامین مقاومت بیشتر باید از تخته های مقاوم در برابر آتش استفاده کرد. گاهی از سایر تخته های محافظ از جنس چوب ،سیمان یا سیلیکات کلسیم نیز استفاده می شود ، اما گچ در بین مواد فوق از خواص بهتری برخوردار بوده و بسیار رایج است.

❑ امروز واژه دیوار خشک معادل ساخت و ساز با تخته گچی است .تخته گچی یک واژه عمومی است که برای گروه متنوعی از محصولات گچی که بیشتر با کاغذ مخصوص پوشیده شده اند ، استفاده می شود. استفاده از پوشش

کاغذی به طور عمده به علت مسلح کردن تیغه ها ، به خصوص در تخته های با طول زیاد است

جزئیات اجرای درای وال سمنت



الزامات طراحی و اجرا برای سیستم دیوارهای غیر باربر سبک پیش ساخته (LSF)

۱- در نظر گرفتن تمهیدات لازم برای مشارکت نکردن این پانل ها در سختی جانبی سازه الزامی است.

۲- طراحی پانل های خارجی و اتصالات مربوط در مقابل بار باد مطابق مقررات ملی ایران

۳- حداکثر ارتفاع خالص مجاز پانل ها ۲/۳ متر است.

۳- حداکثر وزن پانل های خارجی به ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع و پانل های داخلی به ۵۰ کیلوگرم بر متر مربع محدود می شود.

۵- رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی است.

۶- ضوابط مربوط به اجزای اتصال شامل پیچ خودکار، پیچ و مهره می باید مطابق آئین نامه AISC استاندارد AISI تامین شود.

۷- در صورت استفاده از اتصالات جوشی، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضا سرد نورد شده مطابق استاندارد AISI آئین نامه های AWS و AISC الزامی است.

۸- لازم است تمهیداتی متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده ایران صورت پذیرد.

۹- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق با مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان رعایت شود.

۱۰- در صورتی که عایق حرارتی به صورت پرکننده اجرا شود، باید نوع و ضخامت عایق، مقاومت حرارتی موردنیاز را تامین می کند

۱۱- به منظور کاهش اثر پل حرارتی، لازم است حد فاصل وادارها (STUD) و لایه خارجی جداره با نوعی عایق حرارتی متراکم پر شود.

۱۲- لازم است ملاحظات کامل هوابندی در جداره های داخلی و خارجی، بازشوها و هم چنین محل نصب اجزای اتصالی نظیر پیچ و مهره، با توجه به اقلیم مورد نظر و نیز خطر میعان به عمل آید.

۱۳- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در مقابل حریق و هم چنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جدارها در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزای ساختمانی الزامی است.

۱۴- صدا بندی هوا برد جدا کننده های بین واحد های مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدا بندی سقف بین طبقات باید مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.

۱۵- کلیه مصالح و اجزا در این سیستم از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی، بهداشتی و ... باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان و یا آئین نامه های ملی یا معتبر بین المللی شناخته شده و مورد تایید به کار گرفته شود، در غیر این صورت اخذ تاییدیه فنی در این خصوص از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی

است.

۱۶- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، ازمرکز تحقیقات ساختمان ومسکن الزامی است.

بررسی سیستم قاب فولادی سبک از نظر هزینه و زمان ساخت

ورق فولادی گالوانیزه در بین مصالح ساختمانی، یکی از بالاترین نسبت های قابلیت باربری به وزن را دارا می باشد و به همین دلیل میزان استفاده از مصالح سازه ای در سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد به نحو قابل توجهی کاهش می یابد. با توجه به سبک بودن سازه مورد استفاده در این سیستم و به تبع آن کاهش بارهای وارده، ابعاد پی ها و مصالح مصرفی در این سیستم کاهش می یابد.

با توجه به دقیق بودن ابعاد اجزای به رفته در این سیستم و همچنین طراحی دقیق انواع جزئیات و اتصالات، میزان اتلاف مصالح در این سیستم کاهش پیدا می کند. پیش ساخته بودن قطعات سبب می شود تا هزینه عملیات کارگاهی به مقدار قابل توجهی کاهش می یابد.

سبک بودن قطعات به کار رفته در این سیستم، موجب راحتی حمل و نقل اجزا می شود و به تبع آن هزینه های مربوط به ماشین آلات و نیروی کار صرف شده در این بخش کاهش پیدا می کند. سرعت بالاتر عملیات ساخت و نیز بالاتر بودن قابلیت برنامه ریزی و پیش بینی عملیات در این شیوه، سبب پایین آمدن ریسک و نیز بازگشت سریع سرمایه خواهد شد.

حفاظت سازه قاب فولادی سبک نورد سرد در برابر آتش عملکرد سازه فولادی سرد نورد شده در دمای بالا

□ فولاد سرد نورد شده نیز مانند دیگر فولاد مقاومت اندکی در برابر آتش دارد و در صورت قرار گرفتن در برابر آتش به سرعت در معرض کاهش مقاومت قرار می گیرد.

□ با افزایش درجه حرارت ،ضریب ارتجاعی و مقاومت فولاد به سرعت کاهش می یافته و در عین حال به علت اختلاف دمای موجود بین دو طرف مقطع ،تنش موجود در مقطع به صورت غیر متقارن افزایش می یابد .

□ فولاد تا دمای ۴۰۰ درجه سانتی گراد مقاومت کامل خود را حفظ می کند.در دمای بالاتر از آن مقاومت به سرعت کاهش می یابد،نرخ از دست دادن مقاومت در اعضای سرد نورد شده در دماهای بالاتر از حد ذکر شده ۱۰ تا ۲۰ درصد بیشتر از فولاد گرم نورد شده می باشد.

□ معمول ترین روش افزایش مقاومت در برابر آتش پوشاندن مقطع با مصالح مقاوم در برابر آتش است.

□ مصالح صفحه ای ،مانند تخته های سیمانی ،تخته های گچی ،تخته های متشکل از گچ و الیاف ،که برای دیوارها و سقف استفاده می شوند ،می توانند تا ۱۲۰دقیقه در برابر آتش مقاومت کنند .استفاده از عایق های پشم معدنی نیز به مقاومت در برابر آتش کمک می کند

بررسی عملکرد حرارتی قاب های فولادی سبک و روش بهبود آن

علت عمده انتقال انتقال حرارت در دیواره های سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد،پل حرارتی ناشی از وجود مقاطع نازک فولادی است.برای بهبود عملکرد حرارتی جدار دیواره ها ،روش های زیر پیشنهاد شده است:

۱. افزایش ضخامت عایق این روش ،برای رسیدن به میزان قابل قبول مقاومت حرارتی ،باید ضخامت عایق های حرارتی را تا حد ممکن افزایش داد. این روش تاثیری در کاهش اثر پل حرارتی ندارد .

۲. قراردادن یک لایه سیلیکون میان ستونک و پوشش خارجی این روش با قرار دادن یک لایه از مواد سیلیکون میان سازه فولادی سبک نورد سرد و پوشش خارجی ،می تواند تا حدودی اثر پل حرارتی را کاهش دهد .

۳. قرار دادن یک لایه نازک عایق حرارتی به عنوان پوشش خارجی دیوار در برخی موارد ،در لایه بیرونی دیوار از

یک لایه نازک از جنس پلی استایرن استفاده می شود که مسیر حرکت گرما به سوی بیرون ساختمان را مسدود می کند ، این اقدام اثر موضعی پل های حرارتی را به طور چشمگیر کاهش می دهد.

۴. کاهش انتقال حرارت در اجزای فلزی این کار با استفاده از مقاطع با ضخامت کمتر ، اضافه کردن انحنای کوچک در مقطع پروفیل و اضافه کردن شیارها و بریدگی های عمود بر جهت مسیر جریان حرارت صورت می گیرد.

بررسی عملکرد حرارتی قاب های فولادی سبک و روش بهبود آن

علت عمده انتقال انتقال حرارت در دیواره های سیستم قاب فولادی سبک نورده سرد، پل حرارتی ناشی از وجود مقاطع نازک فولادی است. برای بهبود عملکرد حرارتی جدار دیواره ها ، روش های زیر پیشنهاد شده است:

۱. افزایش ضخامت عایق این روش ، برای رسیدن به میزان قابل قبول مقاومت حرارتی ، باید ضخامت عایق های حرارتی را تا حد ممکن افزایش داد. این روش تاثیری در کاهش اثر پل حرارتی ندارد.

۲. قراردادن یک لایه سیلیکون میان ستونک و پوشش خارجی این روش با قرار دادن یک لایه از مواد سیلیکون میان سازه فولادی سبک نورده سرد و پوشش خارجی ، می تواند تا حدودی اثر پل حرارتی را کاهش دهد.

۳. قرار دادن یک لایه نازک عایق حرارتی به عنوان پوشش خارجی دیوار در برخی موارد ، در لایه بیرونی دیوار از یک لایه نازک از جنس پلی استایرن استفاده می شود که مسیر حرکت گرما به سوی بیرون ساختمان را مسدود می کند ، این اقدام اثر موضعی پل های حرارتی را به طور چشمگیر کاهش می دهد.

۴. کاهش انتقال حرارت در اجزای فلزی این کار با استفاده از مقاطع با ضخامت کمتر ، اضافه کردن انحنای کوچک در مقطع پروفیل و اضافه کردن شیارها و بریدگی های عمود بر جهت مسیر جریان حرارت صورت می گیرد.

نکات اجرایی

-
۱. تمام ستونک ها (پایه های) تحمل کننده بار ، باید در انتها به طور کامل درون لاوک ها (ناودانی های افقی) قرار گیرند.
 ۲. برای اتصالات عناصر فولادی اصلی به ستونک ها و لاوک ها ، از پیچ های شماره ۳۰ الی ۲۰۰ میلیمتر و برای اتصال تیر به پایه ها از ناودانی استفاده می شود .
 ۳. از پیچ های شماره ۸۶ الی ۲۵۴ میلیمتر برای فولاد ضخیم تر استفاده شود
 ۴. از پیچ های با سطح مقطع کوچک برای سخت کننده ها استفاده شود
 ۵. پیچ ها باید با حداقل فاصله مرکزی ۱۲ میلیمتر از یکدیگر نصب شوند
 ۶. برای اتصال قطعات چوبی به فولاد از پیچ شماره ۸ و نقطه راهنما (برای اتصال چوب به فولاد) استفاده می شود.
 ۷. پیچ های خود سوراخ کننده با سر مخروطی برای وارد شدن به چوب و ایجاد اتصال بدون ایجاد ترک در عضو چوبی استفاده شود.
 ۸. برای اتصال قطعات غیر فولادی از پیچ های مخصوص استفاده شود
 ۹. از پیچ سر تخت نیز برای نفوذ در جسم بدون ایجاد برآمدگی در سطح نهایی استفاده شود
 ۱۰. پیچ های پوشش ها باید قبل از این که سطح پوشش را به داخل فشار دهند ، آن را سوراخ کرده و از آن عبور کنند
 ۱۱. برای اتصال صفحات گچی به فولاد از پیچ های سر تیز مخروطی شماره ۱۵۲ میلیمتر (از یک تعیین کننده عمق برای جلوگیری از ایجاد خسارت به صفحه گچی استفاده شود
 ۱۲. برای چوب هایی با ضخامت بیشتر از ۴ میلیمتر از پیچ های مخروطی خود سوراخ کننده استفاده شود.

۱۳. همیشه باید از جدا بودن لوله های مسی از اسکلت فلزی به وسیله عایق های پلاستیکی و یا دیگر روش های مجاز اطمینان حاصل شود

۱۴. از عایق های پلاستیکی ،واشرها و یا دیگر روش های جفاظتی باید برای محافظت از پوشش پلاستیکی کابل های برق هنگامی که از سوراخ های اعضای سازه های فولادی سبک عبور می کنند ،استفاده شود

۱۵. تمام اجزای ساختمانی باید به صورت عمودی به محل اجرای پی حمل شوند ،مگر اینکه حمل افقی از خصوصیات عضومربوطه محسوب شود

۱۶. از قراردادن لوله ها در دیوار های خارجی پرهیز شود ،زیرا ممکن است با اعضای ساختمانی برخورد داشته و یا ارزش دمایی دیوار را کاهش دهد.

۱۷. لوله کشی باید حتی امکان داخل زمین و دیواره های داخلی انجام شود .

۱۸. ایمنی در همه مراحل نصب و برپایی سازه رعایت گردد.

۱۹. با نام پیچ تیغه) استفاده شود.

محدودیت های سیستم قاب فولادی سبک

سیستم قاب فولادی سبک ساخته شده با قطعات سرد نورد شده علیرغم مزایای بسیار ،محدودیت هایی نیز دارد که مهمترین آنها عبارتند از :

❖ مراحل طراحی باید از اندازه و چگونگی مدول ها تبعیت کرد

❖ در ابعاد دهانه ،محدودیت وجود دارد

❖ تعداد طبقات قابل ساخت با این سیستم محدود است

❖ به نیروی کار متخصص و آموزش دیده نیاز است

❖ تامین قطعات فلزی گالوانیزه تولید شده در کارخانه ،هزینه نسبتا بالایی دارد.

❖ فولادی بودن اسکلت و اتصالات سازه که باعث آسیب پذیری در برابر آتش سوزی و کارایی نسبتاً پایین در مناطق گرم و مرطوب می شود.

❖ ضخامت کم و باز بودن مقطع که باعث :

۱. کوچک بودن سختی هندسی در برابر کمانش موضعی

۲. مقاومت کم در برابر نیروهای خارج از صفحه

۳. ناکافی بودن سختی مقاطع جدا رنازک باز برای پایداری پیچشی، خمشی و جانبی

❖ ناشناخته بودن بودن رفتار سیستم در کشور که لزوم استفاده از دیوار برشی در سازه های بیش از ۲ طبقه را جهت کسب اطمینان از ایمنی لرزه ای سازه را ایجاب می کند.

❖ مهمترین ویژگی ها :

❖ سیستم سازه های فولادی سبک LSF مناسب ترین روش برای اضافه کردن یک یا دو طبقه به ساختمانهایی است که قبلاً ساخته شده است زیرا :

❖ ۱- با توجه به سبک بودن مصالح مصرفی بار اضافی به سازه زیرین وارد نمی شود.

❖ ۲- مشکلات و کثیف کاری بنایی سنتی که اغلب موجب بروز مشکل و نارضایتی ساکنین واحدهای زیرین می گردد وجود ندارد.

❖ ۳- زمان اجرا بسیار کوتاه و سریع خواهد بود.

❖ ۴- پس از اجرای نما، نمای طبقه اضافه شده با سایر طبقات زیرین کاملاً یکسان و یکدست خواهد بود.

❖ ۵- با اجرای یک سقف زیبا می توان شکوه

❖ خاصی به کل ساختمان بخشید.

❖ ۶- کلیه الزامات استانداردهای مربوط به

❖ ساختمان برآورده میگردد.

❖ سیستم سازه های فولادی سبک LSF مناسب ترین روش برای ساخت ویلا در منطق مختلف است زیرا:

❖ ۱- مزیت اصلی این سیستم سرعت قابل ملاحظه در اجرای آن میباشد به نحوی که مدت زمان اجرای یک واحد ویلایی بصورت تمام شده حدود ۶۰ روز کاری بر آورد میگردد.

❖ ۲- در این سیستم اجزا سازه ای، با اتصالات پیچی به هم متصل شده و تشکیل یک سیستم یکپارچه ساختمانی مقاوم در برابر زلزله را می دهد.

❖ ۳- با اجرای سقف با طرحهای جذاب و پوشش با پنلهای زیبا می توان جلوه خاصی به ویلا بخشید.

❖ ۴- با توجه به این که جنس تمام پروفیلها گالوانیزه است سازه در برابر خوردگی و زنگ زدگی بخصوص در هوای شرجی مثل نواحی شمالی و جنوبی کشور بسیار مقاوم خواهد بود.

❖ ۵- عایقهای صوتی موجود در این سیستم موجب کاهش چشمگیر انتقال اصوات محیطی به داخل ساختمان و در نتیجه فراهم شدن بالاترین میزان آرامش و راحتی در فضای داخلی می گردد.

۶- تمام مصالح مصرفی در این سیستم دارای مقاومت بالا در برابر آتش می باشد.

۷- به دلیل استفاده از مصالح پیش ساخته

و کوتاه بودن زمان نصب و حمل و نقل

کم حجم، امکان ساخت ویلا در دورترین

مکانهای کوهستانی و جنگلی فراهم

می گردد.

کاربرد و زمینه های قابل استفاده سازه های فولادی جدار نازک

مقاطع فولادی جدار نازک بدلیل انعطاف پذیری که در شکلهای آنها وجود دارد و بدلیل قابل تنظیم بودن طول و ابعاد آن (با تنوع بالا)، قابلیت برش دادن، سوراخ

کردن، جوش دادن، پرچ کردن، پیچ کردن در محل، سبك بودن و دارای پتانسیل بسیار بالایی برای کاربرد در سیستم‌های سازه‌ای مختلفی می‌باشند

تصاویر نمونه از انواع سازه‌های اجرا شده با مقاطع فولادی جدار نازک ارائه شده است.



ساختمان سه طبقه با سیستم سازه‌های فولادی جدار نازک با کاربری رفاهی و خوابگاهی



ساختمان دانشگاه



مجتمع مسکونی آپارتمانی



- ساختمان تجاری با نما و سقف فولادی جدار نازک



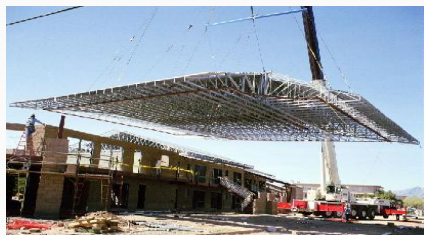
- دیوار بیرونی سالن ورزشی



- استفاده از سیستم سازه‌های فولادی سبک در سقف سالن ورزشی



- استفاده از سیستم سازه‌های فولادی سبک



- در سقف سالن ورزشی نصب خریای سقف ساختمان



- ساختمانهای یک طبقه قابل انتقال (Portable)

بررسی عملکرد حرارتی قاب های فولادی سبک و روش بهبود آن

علت عمده انتقال انتقال حرارت در دیواره های سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد، پل حرارتی ناشی از وجود مقاطع نازک فولادی است. برای بهبود عملکرد حرارتی جدار دیواره ها، روش های زیر پیشنهاد شده است:

۱- افزایش ضخامت عایق

این روش، برای رسیدن به میزان قابل قبول مقاومت حرارتی، باید ضخامت عایق های حرارتی را تا حد ممکن افزایش داد. این روش تاثیری در کاهش اثر پل حرارتی ندارد.

۲- قرار دادن یک لایه سیلیکون میان ستونک و پوشش خارجی

این روش با قرار دادن یک لایه از مواد سیلیکون میان سازه فولادی سبک نورد سرد و پوشش خارجی، می تواند تا حدودی اثر پل حرارتی را کاهش دهد.

۳- قرار دادن یک لایه نازک عایق حرارتی به عنوان پوشش خارجی دیوار

در برخی موارد، در لایه بیرونی دیوار از یک لایه نازک از جنس پلی استایرن استفاده می شود که مسیر حرکت گرما به سوی بیرون ساختمان را مسدود می کند، این اقدام اثر موضعی پل های حرارتی را به طور چشمگیر کاهش می دهد.

۴- کاهش انتقال حرارت در اجزای فلزی

این کار با استفاده از مقاطع با ضخامت کمتر، اضافه کردن انحنای کوچک در مقطع پروفیل و اضافه کردن شیارها و بریدگی های عمود بر جهت مسیر جریان حرارت صورت می گیرد.

پوشانه ها در سیستم قاب فولادی سبک

تخته های گچی

تخته های گچی یکی از رایج ترین مصالح مورد استفاده به عنوان پوشانه یا دیوارهای داخلی در سیستم قاب فولادی سبک هستند.

مشخصات تخته های گچی و مقاومت آنها در برابر آتش

تخته های گچی معمولی مقاومت اندکی در برابر آتش دارند، اما برای تامین مقاومت بیشتر باید از تخته های مقاوم در برابر آتش استفاده کرد. گاهی از سایر تخته های محافظ از جنس چوب، سیمان یا سلیکات کلسیم نیز استفاده می شود، اما گچ در بین مواد فوق از خواص بهتری برخوردار بوده و بسیار رایج است.

امروز واژه دیوار خشک معادل ساخت و ساز با تخته گچی است. تخته گچی یک واژه عمومی است که برای گروه متنوعی از محصولات گچی که بیشتر با کاغذ مخصوص پوشیده شده اند، استفاده می شود. استفاده از پوشش کاغذی به طور عمده به علت مسلح کردن تیغه ها، به خصوص در تخته های با طول زیاد است.

بررسی سیستم از نظرتاثیرات زیست محیطی

سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد به علت عدم استفاده از مواد مضر برای طبیعت، تاثیر مخربی بر محیط زیست ندارد. مصرف انرژی کمتر در بخش حمل و نقل و بهره برداری، سبب کاهش تولید آلودگی در محیط می شود.

نکات ضروری برای طراحی معماری، سازه و تاسیسات

✓ رعایت مباحث مقررات ملی ساختمان و استانداردهای ملی در تمامی مراحل طراحی الزامی است

✓ کنترل سازه در مقابل بار باد و در نظرگرفتن سیستم مقاوم در مقابل بارهای جانبی ناشی از زلزله بر مبنای مقررات ملی ساختمان و مبحث ششم (بارهای وارد بر ساختمان) الزامی است

✓ کلیه اتصالات اعضای قائم به اعضای افقی باید به گونه ای باشند، که یکپارچگی اعضا در ارتفاع سازه تامین شود.

✓ رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی است.

✓ ضوابط مربوط به اجزای اتصال شامل پیچ خود کار ، پیچ و مهره باید مطابق آیین نامه و استاندارد AISI تامین شود.

✓ در صورت استفاده از اتصالات جوشی ، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضای سرد نورد شده مطابق استاندارد AISI و آیین نامه AWS الزامی است.

✓ سقف این سیستم متشکل از تیرچه فلزی و دال بتن مسلح فوقانی به صورت یک مقطع مرکب است که باید بر اساس ضوابط مقاطع مرکب (مطابق آیین نامه AISC) و مقررات دال های بتن مسلح (برمبنای آیین نامه ACI) طراحی شود.

✓ به کارگیری مصالح بنایی در دیوارهای خارجی و داخلی مجاز نیست. حداکثر وزن دیوار در جداکننده های داخلی نباید از ۵۰ کیلوگرم و در دیوارهای خارجی نباید بیش تر از ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع باشد.

✓ باید تمهیدات لازم به منظور عدم مشارکت پانل های غیربرابر و جداکننده ها در سختی جانبی سازه صورت پذیرد.

✓ لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده در محل اجرای طرح صورت پذیرد.

✓ الزامات مربوط به صرفه جویی در مصرف انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان رعایت شود.

✓ در صورتی که عایق حرارتی به صورت پرکننده اجرا شود ، باید نوع و ضخامت عایق ، مقاومت حرارتی مورد نیاز را تامین کند.

نکات اجرایی

۱. تمام ستونک ها (پایه های) تحمل کننده بار ، باید در انتها به طور کامل درون لاوک ها (ناودانی های افقی) قرار گیرند.

۲. برای اتصالات عناصر فولادی اصلی به ستونک ها و لاوک ها ، از پیچ های شماره ۳۰ الی ۲۰۰ میلیمتر و برای اتصال تیر به پایه ها از ناودانی استفاده می شود .

۳. از پیچ های شماره ۸۶ الی ۲۵۴ میلیمتر برای فولاد ضخیم تر استفاده شود

۴. از پیچ های با سطح مقطع کوچک برای سخت کننده ها استفاده شود

۵. پیچ ها باید با حداقل فاصله مرکزی ۱۲ میلیمتر از یکدیگر نصب شوند

۶. برای اتصال قطعات چوبی به فولاد از پیچ شماره ۸ و نقطه راهنما (برای اتصال چوب به فولاد) استفاده می شود.

۷. پیچ های خود سوراخ کننده با سر مخروطی برای وارد شدن به چوب و ایجاد اتصال بدون ایجاد ترک در عضو چوبی استفاده شود.

۸. برای اتصال قطعات غیر فولادی از پیچ های مخصوص استفاده شود

۹. از پیچ سر تخت نیز برای نفوذ در جسم بدون ایجاد برآمدگی در سطح نهایی استفاده شود

۱۰. پیچ های پوشش ها باید قبل از این که سطح پوشش را به داخل فشار دهند ، آن را سوراخ کرده و از آن عبور کنند

برای اتصال صفحات گچی به فولاد از پیچ های سر تیز مخروطی شماره ۱۵۲ میلیمتر (با نام پیچ تیغه) استفاده شود

۱۲. از یک تعیین کننده عمق برای جلوگیری از ایجاد خسارت به صفحه گچی استفاده شود

۱۳. برای چوب هایی با ضخامت بیشتر از ۴ میلیمتر از پیچ های مخروطی خود سوراخ کننده استفاده شود.

۱۴. همیشه باید از جدا بودن لوله های مسی از اسکلت فلزی به وسیله عایق های پلاستیکی و یا دیگر روش های مجاز اطمینان حاصل شود

۱۵. از عایق های پلاستیکی ،واشرها و یا دیگر روش های جفاظتی باید برای محافظت از پوشش پلاستیکی کابل های برق هنگامی که از سوراخ های اعضای سازه های فولادی سبک عبور می کنند ،استفاده شود

۱۶. تمام اجزای ساختمانی باید به صورت عمودی به محل اجرای پی حمل شوند ،مگر اینکه حمل افقی از خصوصیات عضومربوطه محسوب شود

۱۷. از قراردادن لوله ها در دیوار های خارجی پرهیز شود ، زیرا ممکن است با اعضای ساختمانی برخورد داشته و یا ارزش دمایی دیوار را کاهش دهد.

۱۸. لوله کشی باید حتی امکان داخل زمین و دیواره های داخلی انجام شود .

۱۹. ایمنی در همه مراحل نصب و برپایی سازه رعایت گردد.

محدودیت های سیستم قاب فولادی سبک

سیستم قاب فولادی سبک ساخته شده با قطعات سرد نورد شده علیرغم مزایای بسیار ،محدودیت هایی نیز دارد که مهمترین آنها عبارتند از :

❖ مراحل طراحی باید از اندازه و چگونگی مدول ها تبعیت کرد

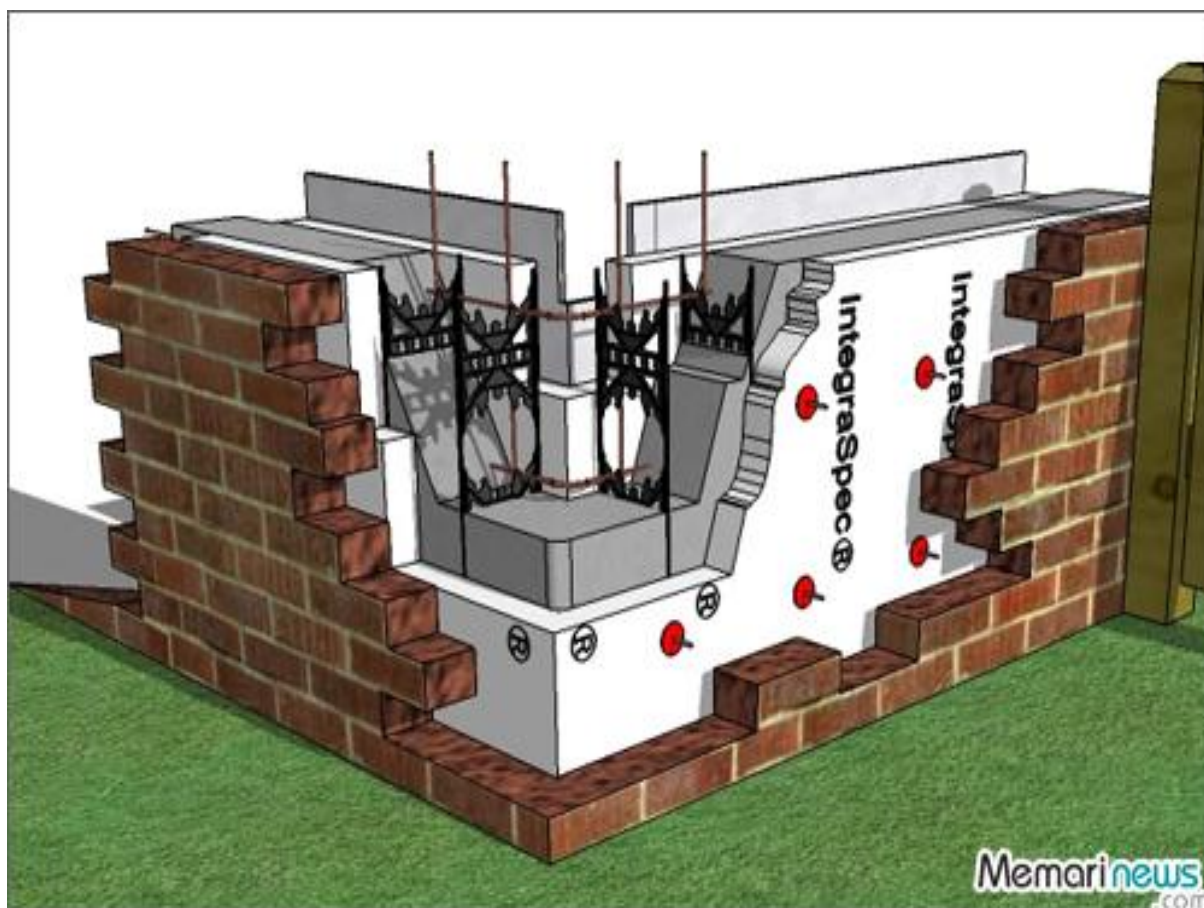
❖ در ابعاد دهانه ،محدودیت وجود دارد

❖ تعداد طبقات قابل ساخت با این سیستم محدود است

❖ به نیروی کار متخصص و آموزش دیده نیاز است

۲

ساختمان بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح یانلی



در کشورهای پیشرفته سال هاست که مسائل مربوط به دوام مصالح، سرعت اجرا، کاهش پرت مصالح، جلوگیری از اتلاف انرژی و مقاوم بودن ساختمان ها در برابر سوانح طبیعی مورد توجه و تحقیق دائم قرار گرفته که منجر به نوآوری ها و تکنیک های مدرن در زمینه صنعت ساختمان شده است.

• تعریف

- از جدیدترین سیستم های فوق الذکر، استفاده از ترکیب بتن آرمه بعنوان عضو باربر و پانل های پلی استایرن (EPS) بعنوان قالب بتن و عایق حرار



❖ معرفی کلی سیستم

□ سیستم قالب عایق ماندگار اساساً شامل قالب های دائمی است که برای بتن ریزی و ساخت دیوارهای بتن مسلح استفاده شده و پس از بتن ریزی، جزئی از دیوار محسوب می شوند.

□ در کشورهای صنعتی این محصول برای ساخت واحدهای کوچک مسکونی مورد استفاده قرار می گیرد.

❑ عمده قالب ها در این سیستم از جنس پلی استایرن منبسط شونده است ولی به ندرت از پلاستیک ها یا مصالح دیگر نیز استفاده می شود. از جمله می توان از کامپوزیت پلی استایرن -سیمان یا فوم پلی یورتال به عنوان انواع دیگر قالب نام برد ،که به نسبت پلی استایرن ،میزان استفاده از آن بسیار اندک است.

❑ در این سیستم ،قطعات به عنوان قالب گم (ماندگار) برای بتن سازه ای اعم از دیوار باربر و غیر باربر ،زیر سطح زمین یا روی سطح زمین به کار می روند.

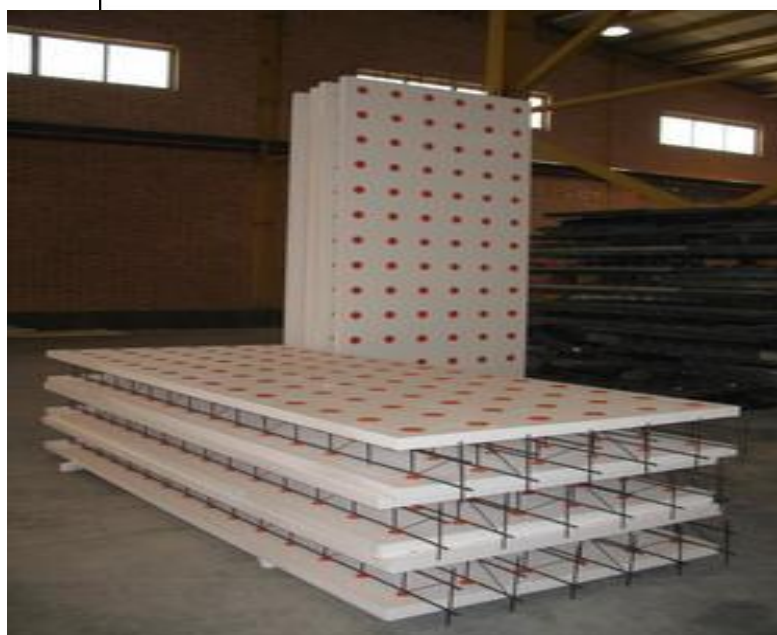
❑ این قطعات برای ساخت تیر ،نعل درگاه ،دیوار خارجی و داخلی ،شالوده و دیوار حائل بتنی مسلح یا غیر مسلح نیز بکار میرود.

❑ این قطعات پس از بتن ریزی و عمل آوری بتن ،در محل باقی می مانند و می بایست با مواد نازک کاری داخلی و خارجی محافظت شوند .

انواع قالب سیستم

✓ قالب بلوکی :بلوک ها معمولا دارای ابعادی نزدیک به ۳۰*۱۲۰ سانتی متر دارند،که با قرارگیری در کنار هم ،قالبی برای دیوار بتنی تشکیل می دهند.

✓ قالب پانلی: ابعاد متداول برای این نوع قالب ها عرض ۱۲۰ سانتی متر و ارتفاع طبقه است.



ویژگی های فنی مصالح مورد استفاده

□ پلی استایرت منبسط

بخش عایق (پلی استایرن منبسط) دارای چگالی بین ۲۴ الی ۳۲ کیلوگرم بر متر مکعب است کاربرد چگالی بالا به دلایل زیر است:

✓ آسیب ندیدن قطعه در زمان حمل و نصب

✓ مقاومت و عدم تغییر شکل قطعه در برابر فشارهای ایجاد شده توسط بتن ، در زمان ویبره کردن آن

□ بتن

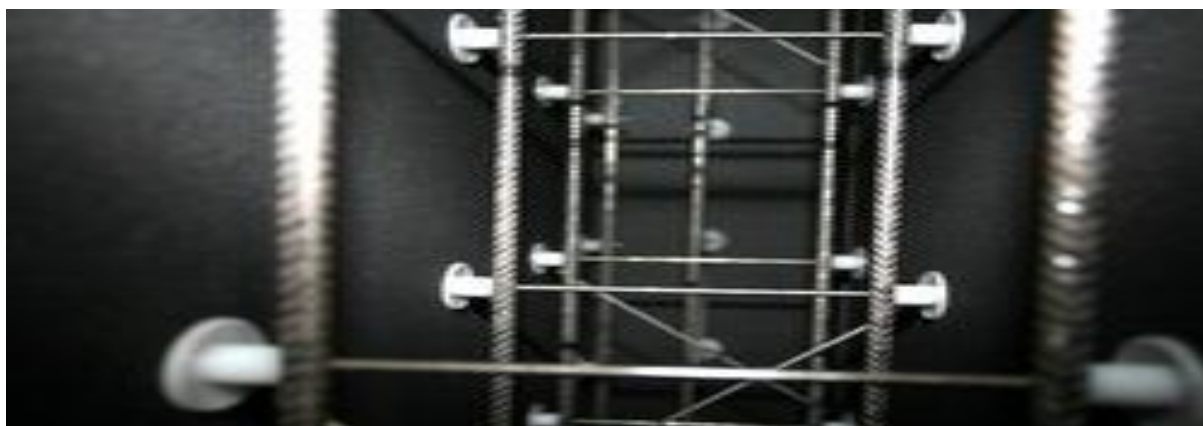
- ✓ بتن مورد استفاده مشابه بتن هایی است که برای اجرای دیوار بتن درجا استفاده می شود .
- ✓ مقاومت ۲۸ روزه آن بیش از ۱۷ مگاپاسکال باید باشد.
- ✓ اندازه سنگدانه ها کمتر از ۱۹ میلی متر باشد.
- قطر حداکثر سنگ دانه مورد استفاده در بتن بر حسب ضخامت لایه بتنی دیوار
- ✓ روانی بتن باید در حدی باشد که نیاز زیادی به لرزش نباشد. بدین منظور اسلایپ بتن بین ۱۰۰ و ۱۵۲ میلیمتر توصیه شده است. از بتن خود تراکم هم میتوان استفاده کرد.

□ رابط ها

- رابط هایی که برای اتصال لایه های پلی استایرن طرفین در نظر گرفته شده است بیش تر پلیمری هستند.
- ✓ در اکثر موارد ، برای ساخت این قطعات از پروپلین با چگالی بالا استفاده می شود
- ✓ پلی استایرن مقاوم در برابر ضربه نیز به این منظور استفاده می شود.
- ✓ در برخی از سیستم ها از رابط های فولادی با پوشش گالوانیزه استفاده می شود.
- ✓ در هر حال انتظارات مشخصی برای رابط ها تعریف نشده است و مشخصات فنی تا حد زیادی به طراحی بستگی دارد.

□ میل گرد

میل گرد های مورد استفاده در این سیستم از انواع متداول فولاد های سازه ای آجدار برای ساخت دیوارهای بتنی در جا هستند . و دارای تنش تسلیم هایی بین ۲۸۰ و ۴۰۰ مگاپاسکال هستند



روش های اجرا

با توجه به تنوعی که در شکل و مشخصات قطعات قالب گم وجود دارد ، روش های اجرای متناسب با هر یک تغییر می کند .

اجرای ICF با قالب بلوکی :

۱. ابتدا یک شالوده نواری با در نظر گرفتن آرماتورهای انتظار مورد نیاز برای اتصال دیوارهای ICF به شالوده اجرا می شود.

۲. در صورت نیاز اجرای یک لایه تکمیلی برای تسطیع کف و در بعضی موارد ایجاد زبانه ای برای درگیر شدن بلوک و جلوگیری از جابجایی آن در زمان بتن ریزی ، اجرا می شود .

۳. اتصال یک پروفیل سرد نورد شده ناودانی شکل یا قطعات چوبی برای استقرار صحیح قطعات در محل پیش بینی شده انجام گیرد.

۴. در گام بعدی ، میل گردهای عمودی را به میل گرد های انتظار متصل می کنند .

۵. سپس از بالای این میل گرد قطعه را جاگذاری می کنند و در هر ردیف آرماتورهای طولی (افقی) نیز تعبیه می شوند.

۶. در محل اتصال سقف و دیوار میل گردهای خم شده کار گذاشته می شود .

۷. در جاهای لازم پیش قالب های باز شو ها در دیوار نصب می گردند.



اجرای ICF با قالب پانلی :

۱. مراحل تسطیع و جانمایی روی شالوده برای استقرار قطعات دیواری مشابه اجرا با استفاده از قالب بلوکی است.

۲. معمولاً میلگرد ها در جهت عمودی و حتی در بعضی موارد در جهت افقی ، به صورت پیش ساخته با جدارهای از جنس پلی استایرن منبسط نصب شده اند.

۳. این قطعات در رانرهایی که بوسیله میخ شلیکی یا موارد مشابه به شالوده متصل شده اند قرار می گیرند .

۴. میل گردهای افقی دو قطعه کنار هم ، و همچنین میل گرد انتظار شالوده با میل گردهای قائم قطعه دو به دو با هم به وسیله سیم بسته می شوند .

۵. بخشی از عایق پانل تحتانی پس از بسته شدن میل گردها متصل می شوند.

۶. باز شدگی های در نظر گرفته شده نیز با استفاده از چهارچوب هایی به قالب ها میخ شده و در محل تثبیت می شوند .

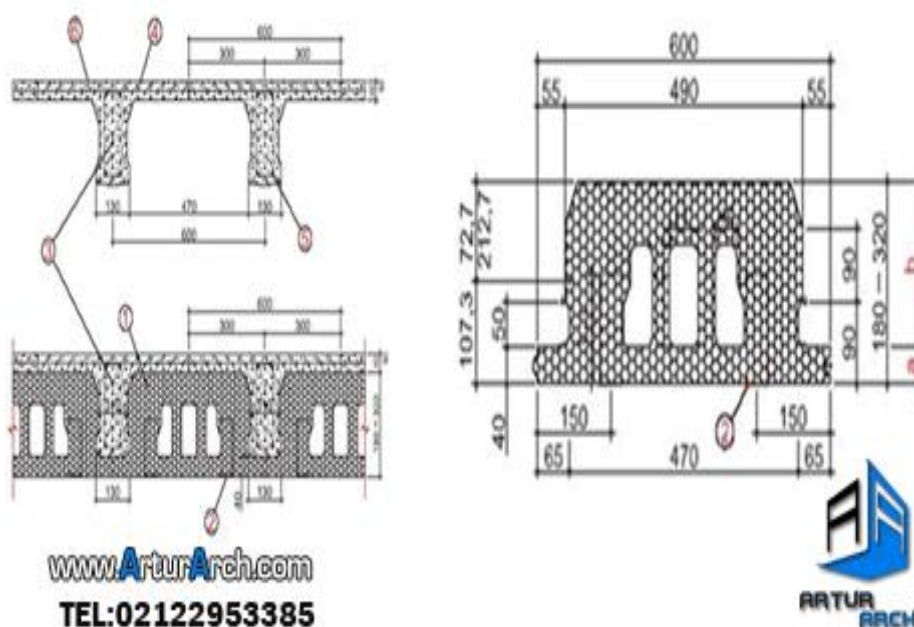
۷. پس از انجام این اقدامات و پیش بینی پشت بند های لازم بتن ریزی انجام می گیرد.





مشخصات فنی سیستم

پانل سقفی: این پانل ها در عرض ۶۰ سانتیمتر و در ضخامت 16 تا ۳۲ سانتیمتر و طول مورد دلخواه تولید می شوند. مطابق شکل، در قسمت زیرین این قطعه ۲ عدد پروفیل از ورق خم شده به شکل ناودانی یا Z وجود دارد که مقاومت مناسبی جهت بارهای وارده در هنگام نصب و ساخت به سیستم می دهند ضمن آنکه در مرحله نازک کاری می توان از آن به عنوان تکیه گاه، جهت گیر مکانیکی هر نوع سیستم نازک کاری از جمله پانل های گچی کناف استفاده نمود



لبه های پایین مقطع به صورت فاق و زبانه با پانل های مجاور درهم قفل می شوند و در بالا، فضای لازم جهت

میلگردگذاری به شکل متداول سقف های تیرچه بلوکی و
یا هر شکل دیگر فراهم می نماید

در این سیستم نیازی به تیرچه جهت اجرای سقف نمی
باشد و بتن سقف و تیرچه همزمان ریخته می شود که
درنهایت به افزایش سرعت و کیفیت کار منجر خواهد شد.

فاصله شمعهای ساپورت در هنگام بتن ریزی تا ۲ متر
قابل اجرا می باشد. جهت گچکاری سنتی می توان در زیر
سقف با استفاده از مش فلزی یا پلاستیکی و مهار آن به
سقف، عملیات نازک کاری را انجام داد







دیوار باربر: دیوارهای باربر اصلی سیستم از دولایه پلی استایرن به ضخامت ۵ سانتیمتر در طرف داخلی و ضخامت متغیر از ۵ سانتیمتر به بالا در لایه بیرونی می باشد که ضخامت لایه اخیر بستگی به میزان عایق حرارتی خواسته شده قابل افزایش است .

این دو لایه توسط بت های دوسر رزوه به قطر ۵ میلیمتر در فواصل 20سانتیمتری به همدیگر متصل می شوند. بت ها درکارخانه توسط جوش نقطه ای به آرماتورهای قائم وصل و توسط مهره های پلاستیکی به پانل های پلی استایرن محکم می شوند. نقش بت ها، هم نگهداری پانل های طرفین و تحمل بارناشی از بتن ریزی و هم تکیه گاه میلگردهای لازم افقی وقائم دیوار می باشند ضمن آن که مقاومت بالائی در برابر کمانش دیوار در جهت عمود برصفحه دیوار فراهم می نماید. فاصله بین دو پانل با تغییر طول بت ها تا ۳۰ سانتیمتر قابل افزایش می باشد.

میلگردهای قائم دیوار از قطر ۸ تا ۱۲ میلیمتر در کارخانه به همراه بت نگهدارنده در دیوار قرار گرفته و پس از نصب در جای خود مطابق پلان طراحی بتن ریزی می شوند. این پانل ها کلیه بارهای مرده و زنده و نیروهای جانبی وارد بر ساختمان را مانند نیروی ناشی از باد یا زلزله را تحمل کند. جهت حفاظت در برابر آتش، اجرای لایه گچی یا سیمانی مطابق آئین نامه های بین المللی بر روی سطوح داخلی وخارجی دیوار می بایستی اجرا گردد



مشخصات فنی دیوار باربر

✓ عرض قالب ها به طور معمول ۱۲۰ سانتی متر و ارتفاع آنها مطابق ارتفاع طبقه است. ضخامت مقطع بتن مسلح بر اساس محاسبات سازه می تواند از ۱۰ تا ۴۵ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

✓ ضخامت لایه پلی در طرف داخل حداقل ۵ سانتیمتر بوده و ضخامت این لایه در طرف بیرون متغیر و بین ۵ تا ۱۵ سانتیمتر است.

✓ میلگردهای قائم در هر دو لایه دارای قطر ۸ تا ۱۲ میلیمتر بوده و به صورت شبکه با جوش استاندارد (بر اساس محاسبات سازه) در نظر گرفته شود.

✓ دیوار پارتیشن: پارتیشن سیستم از جنس پلی استایرن و به عرض ۶۰ سانتیمتر و ضخامت از ۶ تا ۲۰ سانتیمتر و در طول دلخواه تولید می شود. در داخل هر مدول ۲ عدد پروفیل از ورق خم خورده پانچ شده کار گذاشته شده است که در ارتفاع دیوار ادامه دارد و ضمن فراهم آوردن مقاومت ایستایی، جهت اتصال مکانیکی پارتیشن به سقف و کف و پوشش نازک کاری مورد استفاده قرار می گیرد. لوله های برق و تأسیسات نیز به سادگی از داخل مقطع پروفیل و سوراخ های پارتیشن قابل عبور می باشند



✓ مقاومت سازه ای سیستم

❖ مقاومت سازه ای این سیستم وابسته به دیوارهای باربر و سقف بتنی مسلح آن است.

❖ سقف بتنی متشکل از تیرهای تیغه ای موازی بتنی است، که فاصله محور تا محور آن ۶۰ سانتی متر است و توسط یک دال بتنی پیوسته به یکدیگر متصل می شوند و سقف یکپارچه ای را پدید می آورند.

❖ با توجه به مقررات طراحی، حداقل ضخامت دال، در سقف ۴ سانتیمتر است. این حداقل برای سقف ساختمان های عمومی تا ۵ سانتیمتر و برای سقف ساختمان های صنعتی تا ۶ سانتیمتر افزایش پیدا می کند.

❖ ضخامت پوشش بتن در دال های متشکل از تیغه های ۲۵ سانتیمتری، ۵/۱ سانتیمتر و برای تیغه های بیش از ۲۵ سانتی متر، ۲ سانتیمتر در نظرگرفته می شود. برای دیوارهای باربر نیز باید این ضخامت ها رعایت گردد.

مشخصات سیستم

مطابقت با مقررات ملی ساختمان

کلیه محدودیت هایی که در مقررات ملی ساختمان و آیین نامه های طراحی در برابر زلزله و آیین نامه بتن ایران در مورد ساختمان های با شکل پذیری زیاد تعیین شده است، در این سیستم قابل اعمال است.

ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و ضوابط ویژه طراحی در برابر زلزله در مورد سازه های با شکل پذیری زیاد، در ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار همزمان با رعایت نکات ذیل قابل اعمال است:

- حداقل مقاومت بتن ۲۰ نیوتن بر میلیمتر مربع
- حداقل ضخامت دیوار باربر بتن مسلح ۱۵ سانتیمتر
- حداقل مساحت میلگردهای قائم ۰.۰۰۲۵/
- قرارگیری میلگردها در دو شبکه برای دیوارها
- حداکثر فاصله بین میلگردهای قائم و افقی در طول دیوار ۳۵ سانتیمتر و در اجزای لبه ۲۰ سانتیمتر
- حداقل میلگرد افقی عمود بر میلگردهای اصلی قائم ۰.۰۰۲۵/
- دمای بتن ریزی و تعداد طبقات در این سیستم به چه صورت است؟

حداقل گرمای مخلوط بتن بالای ۴-۵ درجه است. در صورتی که در دمای زیر صفر بتن ریزی انجام شود، عملیات سخت شدن بتن با همان حرارت ناشی از گیرش اولیه ادامه می

یابد. در مورد بتن ریزی در هوای گرم، قالب پلی استایرن اجازه خروج آب بتن را به صورت تبخیر از مخلوط بتن نمی دهد و این رطوبت تا سخت شدن کامل بتن باقی می ماند.

عکس العمل سیستم در برابر آتش به چه صورت است؟ گازی که بر اثر سوختن متصاعد می شود، گاز کشنده به مفهوم سیانور نیست. گاز CO_2 و هایت گاز CO ولی چون از نظر جرم، جرم یک مترمکعب قالب سازه ۲۰-۲۵ کیلوگرم است مقدار گاز هم آنچنان زیاد نیست که فرد را در ساختمان محبوس کند و یا آن را وادار به فرار کند.

➤ آیا این سیستم قابلیت استفاده در ساختمان های اسکلت فلزی را دارد؟

می توان آن را به صورت دیوار برشی در بین ستون ها و یا المان های سقفی و برای پوشش کف ها استفاده کرد. پارتیشن ها را می توان با تمهیداتی در روی نمای ساختمان ها استفاده کرد، که هم مسئله عایق صدا و هم عایق حرارت و اتصال به عناصر نما را جوابگو باشد. قابلیت های سیستم در سطوح منحنی به چه صورت است؟ المان های دیوار باربر قابلیت ایجاد در مدول های کمتر از $1/20$ را دارد و سطوح منحنی در حد قوس دور پله شدنی است.

ویبره کردن بتن در این روش به چه صورت است؟ ویبره بدنه شدنی است. به شرطی که لوله ای دور قالب بگردانیم که با ایجاد ویبره حرکت به طول ۴-۵ متر منتقل شود. ویبره به صورت موضعی هم با توجه به اینکه فضایی حدود ۱۵-۱۶ سانتیمتر در وسط داریم، شدنی است. البته استفاده از بتن روان و بتن خود تراز شونده که مقاومت های سازه ای هم می دهد مناسب ترین راه ها است.

گردش ماشین در پارکینگ اجرا شده با این سیستم به چه صورت است؟

با توجه به این که در سقف قابلیت اجرای تیر موجود است، می توان طراحی پلان را طوری انجام داد که حجره های پارکینگ در جهت طولی دیوار باشد و دهانه لازم را برای گردش ماشین فراهم کرد. در صورتی که این راه ها

جواب نداد می توان در چند نقطه از ستون استفاده کرد.

➤ با توجه به این که سیستم قابلیت عبور لوله ها را از داخل سقف دارد، احتیاج به بردن لوله ها در کف و پوشاندن آن با پوکه نیست.
مشکلات ناشی از وجود پلی استایرن در برابر حرارت به چه صورت است؟

پلی استایرن در دمای ۱۱۰ درجه ذوب می شود. ریزش پلی استایرن ذوب شده وقتی اتفاق می افتد که لایه معدنی رویه آن از بین رفته باشد و تا آن زمان ساکنین ساختمان از آنجا خارج شده اند و حدود ۱۰۰ دقیقه گچ از ریزش پلی استایرن جلوگیری می کند

➤ کاربرد های مناسب

➤ کارآمدترین طراحی در این سیستم، تکرار مدول در طبقات است و مدول صحیح، سیستم را کارآمد تر می کند.

➤ در صورتیکه احتیاج به ایجاد فضای باز در همکف یا تغییرات عمده در پلان ها باشد، می توان این روش را با سیستم سازه ای دیگری تلفیق کرد.

➤ این روش برای اجرای کلیه بناهایی که دهانه های آنها کمتر یا برابر ۹ متر باشد، مانند ساختمان های مسکونی، اداری، آموزشی، بهداشتی و... مناسب است.

➤ برای استفاده از سیستم قالب های عایق ماندگار، در اجرای بناهایی مانند ورزشگاه، سوله و... لازم است از ترکیب این روش با دیگر سیستم ها استفاده کرد.

➤ روش سازه بتن مسلح با قالب عایق ماندگار برای عملکردهای زیر مناسب است:

➤ کلیه ساختمان های یک تا دو طبقه

➤ مجموعه های اسکان موقت

➤ واحد های مسکونی با طبقات محدود و سقف شیب دار

➤ مراکز بهداشت روستایی

- مجموعه های فرهنگی ، ورزشی ، تفریحی
- ساختمان های کارگاهی و صنعتی
- ساختمان های مخبراتی
- ساختمان های خوابگاهی
- ساختمان های آزمایشگاهی
- غذا خوری ها ،
- فضاهای آموزشی با تعداد کلاس و طبقات محدود

بخش چهارم

سیستم قاب های بتنی پیوسته

(روش قالب تونلی)



معرفی سیستم

□ اجرای سازه بتنی به روش قاب های پیوسته و یا قالب تونلی ، از حدود ۴۰ سال پیش در جهان متداول شده است.

❑ نام قالب تونلی به دلیل نحوه اجرای این سیستم و شکل قالب های فلزی آن و اجرای همزمان دیوارها و سقف ها به آن اطلاق می شود.

❑ این روش که نوعی تولید صنعتی ساختمان بتن مسلح محسوب می شود ، با نام های دیگری مانند "سازه بتن آرمه با قاب پیوسته" نیز شناخته می شود.

❑ این روش ساخت سازه ، بیشتر در بلند مرتبه سازی استفاده می شود

❑ روش قالب تونلی ، مانند دیگر روش های ساخت صنعتی ، از چهار مزیت کاهش زمان ، کاهش هزینه ، ارتقای کیفیت و افزایش ایمنی کارکنان برخوردار است.

❑ در این سیستم ، از دیوارها به عنوان عناصر باربر ساختمان استفاده می شود و سقف ها نیز به صورت دال بتنی در جا ساخته می شوند.

❑ با توجه به این نکته که تمامی دیوارهای خارجی و داخلی به طور همزمان اجرا شود و به نحو مناسبی با کف و سقف درگیر می شوند ، ترکیب دیوارها و دال های بتنی کف یک مجموعه واحد با یکپارچگی و انسجام بسیار زیاد را تشکیل می دهند و در مقابل نیروهای جانبی باد و زلزله به خوبی رفتار می کنند.

❑ این سیستم به طور معمول از شالوده بتنی ، دیوارها و سقف های بتنی اجرا شده در محل کارگاه ، قاب های درها و پنجره ها که قبل از بتن ریزی در دیوارها نصب می شود و تاسیسات مکانیکی و برقی کار گذاشته شده در دیوار و سقف ، تشکیل می شود

مزایای اقتصادی

سرعت ساخت

کاهش هزینه

بازگشت سریع سرمایه

افزایش طول عمر ساختمان

کاهش اتلاف مصالح

کاهش نیروی انسانی

مزایای فنی

مقاومت بیشتر در برابر زلزله

امکان کنترل دقیق تر اجرا و رعایت کیفیت مورد نظر

بر اساس استانداردها امکان طراحی و ساخت مدولار

به طور خلاصه ویژگی های فنی سیستم قاب بتنی پیوسته عبارتند از:

- یکپارچگی سیستم و رفتار مناسب لرزه ای آن به دلیل عملکرد جعبه ای سازه
- تغییر ماهیت تمرکز تنش از حالت گره ای و متمرکز به صورت گسترده به علت تبدیل سازه از سیستم دال-تیر-ستون به سیستم دال-دیوار
- عملکرد مطلوب سقف سازه به صورت دیافراگم صلب و قابلیت انتقال بارهای قائم و جانبی به دیوارها
- افزایش درجه نامعینی سازه و تاخیر بیشتر در تشکیل لولای خمیری در اعضا و در نتیجه قابلیت تحمل بیشتر نیروها و لنگرها
- تقارن سازه ای و منظم بودن ساختمان در مقطع و پلان

الزامات طراحی معماری

در سیستم قاب بتنی پیوسته باتوجه به مدولار بودن قالبها، بهترین اندازه ها در پلان از نظر معماری، نزدیک ترین آنها به ابعاد قالب ها ست.

طراحی معماری در این روش، به دلیل محدودیت دهانه قالب ها باید با ابعاد قالب سازگار و منطبق باشد.

این سیستم ایجاد تنوع در طرح ها با استفاده از خاصیت تیپ بندی اجزا و قطعات و امکان سازگاری آن با امکانات محیطی، فرهنگی، جغرافیایی با حداقل تغییرات امکان پذیر است.

در صورت بهره گیری از این سیستم ،بهتر است برای نمای ساختمان از بتن نمایان ،با طرح های مختلف استفاده شود . این امر باعث می شود هزینه های مربوط به نما به حداقل برسد .

اندازه دهانه تونل ها ،به منظور کنترل تنش ها در سقف و نیز زیاد نشدن ضخامت دال بتنی سقف ،بین ۳ تا ۵ متر توصیه می شود . عمق تونل ها نیز ۶ متر توصیه می شود .

سازه

□ سیستم قاب بتنی پیوسته در عمل از یک سیستم باربر قائم و یک سستم باربر جانبی تشکیل می شود .

□ سیستم باربر قائم سازه ،همان دیوارهای بتنی مسلح می باشند .

□ سیستم باربر جانبی سازه نیز همان دیوارهای برشی بتن آرمه بوده که

دارای شکل پذیری نسبتا کمی هستند .

□ در ساختمان های بیش از ۱۵ طبقه یا بلند تر از ۵۰ متر ،از سیستم قاب

خمشی یا سیستم دوگانه استفاده می شود . در این ساختمان ها نباید برای

مقابله با تمام نیروهای جانبی ،فقط به دیوارهای برشی یا قاب های مهاربندی شده اکتفا کرد .

□ یکی از مهم ترین مزیت های سیستم یکپارچه ،پیوسته بودن عملیات بتن ریزی است . این امر باعث عدم شکل گیری درز سرد شده و در نتیجه پیوستگی سیستم سازه را افزایش می دهد .

□ رعایت حداقل مقاومت فشاری ۲۵ مگاپاسکال (نمونه استوانه ای) برای بتن

سازه ای و حداقل تنش ۴۰۰ مگاپاسکال برای میلگرد ها الزامی است

□ برای جلوگیری از نشست نامتقارن ،طول ساختمان در جهت عمود بر

محور طولی قالب های تونلی باید حداکثر ۲۵ متر باشد.

□ سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه ای در یک جهت باید حداقل ۳درصد سطح زیربنای طبقه باشد.

انواع سیستمهای دیوار باربر بتنی

دو روش اصلی اجرای این نوع سازه ها ،که به طور معمول در پروژه های انبوه سازی بسیار استفاده می شود عبارتند از :

الف- سیستم نیمه تونلی (با میزپرنده)

ب-سیتم تونلی(سقف و دیوار)



نکات سازه ای و اجرایی

❖ رعایت حداقل مقاومت فشاری ۲۵ مگاپاسکال (نمونه استوانه ای) برای بتن سازه ای و تنش ۴۰۰ مگاپاسکال برای میل گرد ها الزامی است

❖ طراحی و اجرای جزئیات مناسب در محل اتصال دیوارهای غیرسازه ای به عناصر سازه ای (به منظور عدم مشارکت در سختی جانبی سازه) الزامی است.

❖ تمامی دیوارهای باربر و سقف ها باید دارای ضخامت ثابت باشند.

❖ برای جلوگیری از نشست نامتقارن ،طول ساختمان در جهت عمود بر محور طولی قالب های تونلی باید حداکثر ۲۵ متر باشند .

❖ پیش بینی تمهیدات سازه ای در محل نصب تابلوهای برق و تمامی بازشوی های سقفی الزامی است.

❖ در صورت طراحی مدولار سازه ای و محدودیت تیپ سازه ای دیوارها و سقف ،می توان از شبکه پیش ساخته فولادی برای تسریع در قالب بندی استفاده کرد.

❖ منظم بودن ساختمان در ارتفاع و پلان ضروری است.

❖ سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه ای در هر جهت جهت باید حداقل ۳۰ درصد سطح زیربنای طبقه باشد .

❖ سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه ای در یک جهت باید حداقل ۸۰ درصد جهت دیگر باشد.

مشخصات سیستم قالب بندی

□ برای اجرای ساختمان های قاب بتنی پیوسته از نوعی سیستم قالب بندی فلزی استفاده می شود که قالب ها با وجود بزرگ بودن ،به سرعت بسته شده و با دقت در محل خود اجرا می شوند و علاوه بر آن دوام بیشتر و کیفیت بهتری دارند.

□ این سیستم قالب بندی نسبت به سایر سیستم ها ،از نظر تعداد درز تفاوت زیادی دارد .برای مثال در این سیستم سطوح تا ۲۰ متر مربع به طور یکپارچه بدون درز پوشانده می شوند .

□ قطعات بزرگ و سبک دیوارهای خارجی و داخلی ،با سرعت زیاد به وسیله جرثقیل برجی در محل خود قرار داده شده و توسط پیچ به یکدیگر متصل می شوند .

□ طی ۵ ساعت یک مجموعه قالب برای اجرای دو واحد مسکونی ۸۴ متری بسته می شوند.



□ هر قالب در صورت نگهداری و تعمیر صحیح و به موقع، تا ۲۰۰ بار قابل استفاده است. و بعد از یک تعمیر اساسی، این روند دوباره تکرار می شوند.

□ قالب در این سیستم سبک تر از دیگر سیستم های قالب بندی هستند و وزن قالب دیوار و سقف به ترتیب ۶۸ و ۴۸ کیلوگرم در متر مربع است.

□ قبل از بتن ریزی و بدون نشت دوغاب کلیه اجزا مانند بازشو پنجره ها با جزئیات خاص، در داخل قالب فلزی به طور کامل تثبیت می شوند.



مزایا

- ❖ این سیستم از انواع تولید نعتی ساختمان محسوب می شود ، همانند یک خط تولید صنعتی عمل می کند . بدین ترتیب که عملیات ساختمانی به بخش های کوچکتر تقسیم می شود و تا حد ممکن از مزایای تولید صنعتی استفاده می شود. به همین دلیل ، تمامی اجزاء کار با دقت قابل پیش بینی و برنامه ریزی است.
 - ❖ مراحل مختلف کار به صورت متوالی انجام می گیرد.
 - ❖ یکپارچه بودن سیستم سازه ای
 - ❖ اقتصادی بودن آن برای اجرای پروژه های مسکونی بلند مرتبه
 - ❖ کنترل کیفیت در محل کارگاه
 - ❖ تعبیه سیستم تاسیسات مکانیکی و برقی در حین اجرای سازه و تسریع در عملیات اجرایی
- محدودیت ها

- ❖ نیاز به تجهیزات خاص و سنگین کارگاهی
- ❖ محدود بودن دامنه فعالیت به دلیل سنگینی قطعات
- ❖ هزینه قابل ملاحظه اولیه در تولید قطعات قالبها
- ❖ نیاز به آموزش خاص نیروهای اجرایی
- ❖ با توجه به وجود دیوارهای باربر تامین پارکینگ با محدودیت روبرو است
- ❖ تعداد طبقات بهینه در این روش، بین ۸ تا ۱۰ طبقه است. به علاوه صرفه اقتصادی در این روش اختصاص به پروژه های انبوه سازی دارد
- ❖ وزن نهایی ساختمان بیش از سایر روش هاست. به دلیل صلبیت زیاد، در مقابل زلزله رفتار خوبی ندارد.
- ❖ استفاده از کاهش دهنده های اکوستیکی برای جلوگیری از انتقال و انعکاس صدای ضربه ای، الزامی است
- ❖ مقایسه دو سیستم ICF و TCF
- یکی از روشهای متداول ساختمان سازی استفاده از سیستم باربر دیوار و سقف بتنی است.
- ❖ سرعت، کیفیت و هزینه تمام شده اجرای این روش به نحو چشم گیری در گرو انتخاب، طراحی و مدیریت سیستم قالب بندی است.
- ❖ سیستم های قالب عایق ماندگار (ICF) و قالب تونلی (TCF) از جمله روش های اجرای دیوار باربر و سقف بتنی می باشد.
- ❖ در سیستم ICF اجرای ساختمان بتن آرمه با قالب های عایق ماندگار پلی استایرنی صورت می پذیرد و دیگر نیازی به استفاده از قالب های جانبی نیست. در صورتی که در سیستم قالب تونلی از قالب های فلزی یا چوبی استفاده می شود که بعد از عملیات بتن ریزی و گیرش بتن برداشته می شود.
- ❖ مقایسه پارامترهای سازه ای رفتار لرزه ای

به طور کلی این دو سیستم توانایی بسیار خوبی را در مقابله با زلزله و طوفان از خود نشان داده‌اند به طوری که در زلزله‌های گذشته از محدود ساختمان‌های به جا مانده پس از زلزله بوده‌اند.

عناصر باربر اصلی در ساختمان با سیستم ICF و تونلی دیوارهای باربر (دیوار برشی) و دال‌های تخت نسبتاً نازک هستند.

از دلایل عملکرد مناسب این دو سیستم در برابر زلزله می‌توان به یکپارچگی مناسب دیوار و سقف اشاره کرد.

❖ این یکپارچگی در دو سیستم مذکور به دو نحو متفاوت تامین می‌شود.

❖ در سیستم ICF اتصال سقف به دیوار توسط میلگردهای خم شده و بتن درجا به نحوی صورت می‌گیرد که یک اتصال گیردار برای انتقال بارهای ثقلی و یک اتصال برش‌پذیر برای انتقال بارهای درون صفحه‌ای ناشی از زلزله به وجود آید.

❖ در سیستم تونلی اتصال دیوارهای داخلی و کناری به سقف با اجرای همزمان دیوار و سقف تامین می‌شود.

❖ در زلزله‌های گذشته نقطه ضعفی که ساختمان‌های دارای سیستم تونلی از خود نشان داده‌اند به پانل‌ها و پله‌های پیش‌ساخته که از عناصر غیرسازه‌ای هستند مربوط می‌شود که با تدابیری می‌توان این مشکل را برطرف نمود.

این یکپارچگی در دو سیستم مذکور به دو نحو متفاوت تامین می‌شود.

۱. در سیستم ICF اتصال سقف به دیوار توسط میلگردهای خم شده و بتن درجا به نحوی صورت می‌گیرد که یک اتصال گیردار برای انتقال بارهای ثقلی و یک اتصال برش‌پذیر برای انتقال بارهای درون صفحه‌ای ناشی از زلزله به وجود آید.

۲. در سیستم تونلی اتصال دیوارهای داخلی و کناری به سقف با اجرای همزمان دیوار و سقف تامین می‌شود.

۳. در زلزله‌های گذشته نقطه ضعفی که ساختمان‌های دارای سیستم تونلی از خود نشان داده‌اند به پانل‌ها و پله‌های پیش‌ساخته که از عناصر غیرسازه‌ای هستند مربوط می‌شود که با تدابیری می‌توان این مشکل را برطرف نمود.

۴. یکی از عوامل مهم برای بهبود عملکرد لرزه‌ای سازه توجه به سبکی آن است. هر دو سیستم ICF و تونلی در مقایسه با سیستم‌های متداول بتنی و فولادی اندکی سبکتر هستند.

۵. با این که مصرف بتن در اجرای سیستم تونلی بیشتر از سیستم ICF است اما به دلیل کاربرد بیشتر میلگرد و آهن‌آلات در سیستم ICF به نظر می‌آید وزن سیستم تونلی کمتر باشد و به این ترتیب رفتار لرزه‌ای بهتری را از این منظر از خود بروز می‌دهد.

۶. مشاهده زلزله‌های گذشته حاکی از آن است که هرچه تعداد اعضای سازه‌ای مشارکت‌کننده در باربری (نامعینی) بیشتر باشد عملکرد لرزه‌ای آن مناسبتر است. به طور کلی تامین درجه نامعینی مورد نیاز به وسیله خطوط دیوار یا قاب در هریک از جهت‌های اصلی صورت می‌پذیرد. در هر دو سیستم مذکور با توجه به تعداد زیاد خطوط دیوار در هر دو جهت نامعینی مورد انتظار تامین خواهد شد.

۷. یکی از مواردی که رفتار لرزه‌ای این دو سیستم را تهدید می‌کند اجرای نامناسب رامکاست.

این قطعه زمانی که با ملات اجرا می‌شود پیوستگی بتن دیوار را دچار مشکل می‌کند و در پای دیوار که محل بروز بیشترین لنگر خمشی است به صورت موضعی دیوار را دچار ضعف می‌کند.

همچنین اگر رامکا همزمان با دیوار و سقف پایینی اجرا نشود درز سرد به وجود می‌آید.

بنابراین در صورت الزام اجرای رامکا این قطعه باید از بتن ساخته شده و همزمان با بتن‌ریزی دیوار و سقف پایینی اجرا شود

محدودیت معماری:

۱. در سیستم ICF به دلیل زیاد بودن ضخامت دیوارها بار مرده سیستم زیاد می‌شود در نتیجه لازم است دیوارهای طبقات مختلف درست در یک راستا قرار بگیرند.

در سیستم تونلی نیز به دلیل روش اجرایی خاص سیستم، دیوارهای سازه‌ای متعدد به صورت موازی قرار می‌گیرند و به همین دلیل هر دو سیستم مذکور دارای محدودیت در زمینه معماری هستند. البته آزادی عمل در سیستم ICF بیشتر است.

۲. تعداد طبقات: حداکثر تعداد طبقات سیستم ICF بستگی به نوع رابط‌ها دارد. این رابط‌ها معمولاً پلیمری هستند و در بعضی سیستم‌ها نیز از رابط‌های فولادی با پوشش گالوانیزه استفاده می‌شود.

چنانچه به جای رابط فلزی از رابط‌های پلاستیکی استفاده شود به خاطر مسائل آتش‌سوزی حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان دو طبقه خواهد بود.

نظیر سیستم شبکه‌ای سوراخدار که نوع رایج ICF مورد استفاده در ایران است.

اما در سیستم تونلی در کلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی ایران، مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران، اجرای ساختمان حداکثر تا ۱۵ طبقه بلامانع است.

در کشورهای مختلف اروپایی و مناطق غیر لرزه‌خیز جهت ساخت سازه‌های از ۲ تا ۴۵ طبقه از سیستم تونلی استفاده می‌شود.

البته از منظر اقتصادی تعداد طبقات بهینه در روش تونلی بین ۸ تا ۱۰ طبقه است.

۳. **مقاومت در برابر آتش:** برای بررسی مقاومت دو سیستم ICF و قالب تونلی در مقابل آتش مقاومت بتن و عایق پلی استایرن مورد استفاده در ICF باید مد نظر قرار گیرد

۴. مقاومت بتن در مقابل حریق: انواع بتن‌های معمولی مورد استفاده در این دو سیستم، غیر قابل اشتعال و در نتیجه بی‌خطر هستند.

بتن مقادیر زیادی رطوبت در حال تعادل با محیط دارد و در مجاورت آتش با از دست دادن رطوبت و واکنش‌های هیدراسیون که همراه با جذب حرارت قابل توجهی است، انتقال حرارت را به داخل بدنه بتنی به تاخیر می‌اندازد.

این موضوع به علت مقدار بالای گرمای نهان تبخیر و نیز صرف گرما برای واکنش‌های هیدراسیون است که به طور قابل توجهی رفتار بتن در برابر آتش را بهبود می‌بخشد

۴. مقاومت اسفنج پلی استایرن: پلی استایرن به کاربرده شده در ICF باید مطابق استانداردهای معتبر از نوع خود خاموش‌شو یا کندسوز شده باشد.

این نوع پلی‌استایرن در مدت کوتاهی پس از قرارگرفتن در معرض شعله جمع می‌شود و بدون شعله‌ور شدن از منبع دور می‌شود. به دلیل جمع‌شدگی عایق پس از قرار گرفتن در معرض آتش (دماهای نزدیک به ۱۰۰ درجه)، پوشش گچ‌برگ دچار ریزش می‌شود و در نتیجه پلی‌استایرن مستقیماً در معرض آتش قرار می‌گیرد، به همین دلیل برای اتصال پوشش گچ‌برگ به عایق باید از توری رابیتس یا مش فلزی استفاده شود

در صورت رعایت این نکات ساختمان‌های با سیستم ICF مقاومت بسیار خوبی را در برابر آتش از خود نشان می‌دهند.

۶. اثر رطوبت بر روی مقاومت بتن در برابر آتش: بررسی اثرات رطوبت بر روی مقاومت بتن حائز اهمیت است. رطوبت موجود در بتن اگر از حدی تجاوز نکند بر روی مقاومت بتن در مقابل آتش اثر مثبت دارد

و به طور کلی می‌توان گفت افزایش یک درصد حجمی رطوبت مقاومت بتن در مقابل آتش را 4-5 درصد افزایش می‌دهد.

اما افزایش بیشتر رطوبت که مقدار آن به میزان تخلخل سیمان بستگی دارد باعث ترکیدگی بتن در شرایط آتش سوزی خواهد شد.

از آنجا که در سیستم ICF از عایق پلی استایرن در دو طرف دیوار بتنی به صورت ماندگار استفاده می‌شود امکان خشک شدن سریع رطوبت در بتن وجود ندارد و رطوبت تا مدت‌ها در درون بتن حفظ می‌شود

سطح بتن پس از قرارگیری در معرض آتش سوزی داغ می‌شود و باعث می‌شود لایه‌ای به فاصله ۲,۵ سانتی‌متر از سطح از رطوبت اشباع شود. در نتیجه از مهاجرت بخار آب به طرف سرد جلوگیری می‌کند و سبب می‌شود تا فشار بخار آب در این محل افزایش یابد.

این موضوع سبب از بین رفتن یکپارچگی بتن و خرابی آن می‌شود و حتی ممکن است پکیدن بتن به شکل انفجاری رخ دهد.

پس از خرابی بتن ضخامت لایه بتنی محافظ میلگردها به شدت کاهش می‌یابد و فولادها در معرض آتش قرار می‌گیرند و به دلیل ضعف فولاد در دماهای بالا مقاومت مکانیکی سیستم در شرایط حریق کاهش می‌یابد.

بنابراین در صورت بیش از حد بودن رطوبت بتن در سیستم ICF این موضوع مخاطره آمیزتر از سیستم قالب تونلی است زیرا رطوبت در سیستم قالب تونلی به دلیل عدم ماندگاری قالب راحت‌تر خارج می‌شود.

بررسی عملکرد حرارتی :

بتن و خصوصاً بتن مسلح بیشترین میزان انتقال حرارت را در بین مصالح مورد استفاده در ساختمان سازی دارد.

به منظور جلوگیری از انتقال حرارت از عایق استفاده می‌شود. سیستم ICF به دلیل استفاده از دو لایه عایق حرارتی پلی استایرن که هرکدام به طور معمول ضخامتی

در حدود ۵ سانتی‌متر دارند مشکل چندانى از این بابت ندارد. همچنین به دلیل درزبندى و هوا بندى مناسب دیوار مقدار نفوذ هوا و تبادل حرارتى ناشى از آن نیز قابل اغماض است. در این سیستم دمای سطح داخلى جدار به دلیل وجود لایه‌ى داخلى عایق حرارتى یکنواخت است و پلهای حرارتى قابل توجهى در این سیستم وجود ندارد

اما در سیستم قالب تونلى به دلیل عدم وجود عایق‌های حرارتى، انتقال حرارتى بین داخل و خارج ساختمان بسیار زیاد است. به منظور کاهش این تبادل حرارتى باید از عایق‌های حرارتى استفاده کرد. لازم به توضیح است مقدار عایق حرارتى مورد نیاز مطابق ضوابط تعیین شده در مبحث ۱۹ محاسبه مى‌شود

به طور کلی در عایق کارى سیستم تونلى دو روش عایق‌کارى از داخل و خارج مورد استفاده قرار مى‌گیرد. لازم به توضیح است عایق کارى از خارج درمقایسه با عایق کارى از داخل به سبب کاهش اثر پلهای حرارتى باعث مى‌شود میزان انتقال حرارت از دیوارهای پوسته خارجى به میزان قابل توجهى کمتر باشد.

بررسی عملکرد صدابندى (آکوستیکى)

- وجه مشترك هر دو سیستم مذکور در بررسی عملکرد آکوستیکى دیوار بتنى اجرا شده مى‌باشد. هر چه ضخامت لایه بتنى دیوار بیشتر شود صدا بندى افزایش مى‌یابد.
- به طور کلی جدارهایی که شاخص کاهش صدای وزن یافته آنها از ۵۰ دسی بل بیشتر است برای دیوارهای خارجى و دیوارهای بین واحدهای مستقل در ساختمان‌های مسكونى قابل قبول است.
- از آنجایی که در هر دو سیستم معمولاً دیوار بتنى ۱۵ سانتى متر اجرا مى‌شود این خواسته تأمین خواهد شد. البته لازم به ذکر است که در سیستم ICF دو لایه پلی استایرن ۶ سانتى متری هم داریم که عملکرد آکوستیکى آن را به نحو قابل توجهى بهبود مى‌بخشد، به طوری که به این سیستم «مسکوت» گفته مى‌شود.

□ در مورد این دو سیستم باید صدا بندي سقفها را هم مورد توجه قرار دهيم.

در سیستم تونلی که از دال بتنی استفاده می‌شود، کاهش صدای هوابرد جوابگوي انتظارات تعیین شده می‌باشد. ولی در مورد صدا بندي کوبه‌اي به تنهایی جوابگو نیست و لازم است با يك لایه ارتجاعي در کف تکمیل شود این لایه ارتجاعي معمولاً با موکت یا فرش تأمین می‌شود با توجه به مطالب گفته شده مشخص است که سیستم ICF عملکرد آکوستیکی بسیار بهتری نسبت به سیستم تونلی دارد.

مقایسه نکات اجرایی
بتن ریزی:

۱. محدودیت فصلی در خصوص اجرای سیستم قالب تونلی جدی‌تر و تعیین‌کننده تر از سیستم ICF می‌باشد. در سیستم قالب تونلی به دلیل اینکه بتن اجرا شده تنها توسط لایه‌های نازک فلزی قالب محافظت می‌شود، هنگام بتن ریزی در شرایط دمایی نامتعارف باید تمهیدات لازم در نظر گرفته شود. در صورتی که در سیستم ICF به دلیل استفاده از قالب‌های حرارتی بتن‌ریزی در شرایط دمایی متنوع و اغلب فصول سال امکان‌پذیر است

۲. هنگام بتن ریزی از ارتفاع بیشتر از ۲ متر در سیستم تونلی، چنانچه تمهیدات خاص اعمال نشود کیفیت بتن دچار مشکل می‌شود زیرا به سبب بتن ریزی از ارتفاع زیاد و برخورد بتن با آرماتورها جداشدگی به وجود می‌آید. این در حالی است که در سیستم ICF به دلیل کشویی بودن قالب‌های مورد استفاده و امکان بالا و پایین بردن آنها این مشکل وجود ندارد.

مقایسه نکات اجرایی
بتن ریزی:

۱. محدودیت فصلی در خصوص اجرای سیستم قالب تونلی جدی‌تر و تعیین‌کننده تر از سیستم ICF می‌باشد. در سیستم قالب تونلی به دلیل اینکه بتن اجرا شده تنها توسط لایه‌های نازک فلزی قالب محافظت می‌شود، هنگام بتن ریزی در شرایط دمایی نامتعارف باید تمهیدات لازم در نظر

گرفته شود. در صورتی که در سیستم ICF به دلیل استفاده از قالب‌های حرارتی بتن‌ریزی در شرایط دمایی متنوع و اغلب فصول سال امکان‌پذیر است

هنگام بتن‌ریزی از ارتفاع بیشتر از ۲ متر در سیستم تونلی، چنانچه تمهیدات خاص اعمال نشود کیفیت بتن دچار مشکل می‌شود زیرا به سبب بتن‌ریزی از ارتفاع زیاد و برخورد بتن با آرماتورها جداشدگی به وجود می‌آید. این در حالی است که در سیستم ICF به دلیل کشویی بودن قالب‌های مورد استفاده و امکان بالا و پایین بردن آن‌ها این مشکل وجود ندارد.

۱. زمان:

سیستم ICF در پروژه های تک سازی سرعت اجرای قابل قبولی نسبت به سایر فناوری‌های موجود دارد، در صورتی که در پروژه های انبوه سازی به دلیل سرعت پایین اجرای عملیات نصب پانل‌های دیوار و سقف و تعداد پانل‌های پلی استایرن بسیار کندتر از سیستم قالب تونلی می‌باشد.

هم اکنون با استفاده از روش تونلی انبوه‌سازان با برنامه‌ریزی مناسب می‌توانند یک طبقه را در دو روز اجرا نمایند. لازم به ذکر است در دو سیستم مورد بررسی موازی کردن اقدامات در قسمت‌های مختلف یک پروژه و ایجاد هم‌پوشانی های لازم بین فعالیت‌های مختلف اجرایی به سهولت و بدون بالا بردن هزینه‌های پروژه امکان‌پذیر است.

هزینه:

۱. قطعات قالبی مورد استفاده در سیستم قالب تونلی معمولاً چندکاره هستند و می‌توانند برای بخش‌های مختلفی از دیوار یا سقف ساختمان در نظر گرفته شود اما در سیستم ICF با توجه به باقی ماندن قطعات قالب در ساختمان هزینه تمام شده دیوارها و سقف‌ها بیشتر خواهد شد

۲. استفاده بیش از حد از میلگرد برای هم‌پوشانی از دیگر محدودیت‌هایی است که سیستم ICF را برای انبوه‌سازی

نامناسب می‌کند. با توجه به این که برای سهولت اجرا میلگردهای عمودی کوتاه و با هم پوشانی متعدد در نظر گرفته می‌شوند دور ریز میلگردها و مصرف آن به طور محسوسی بیش تر از سیستم قالب تونلی است.

۳. لایه‌های پلی استایرن استفاده شده در سیستم ICF با ضخامت و چگالی بالا به دلیل بحصره‌جویی در مصرف انرژی نیست بلکه بیشتر به خاطر تامین مقاومت مورد نیاز قالب‌ها در مقابل فشار بتن است که همین موضوع باعث بالا رفتن هزینه کلی ساختمان خواهد شد. در صورتی که در سیستم قالب تونلی بعد از اجرای ساختمان و بتن‌ریزی، با توجه به میزان مورد نیاز، عایق‌های حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و همین امر باعث صرفه جویی در هزینه‌ها می‌شود.

۴. در سیستم ICF عدم نیاز به ماشین آلات و ابزار گران قیمت، هزینه‌های پروژه را کاهش می‌دهد. در حالی که در سیستم قالب تونلی با توجه به سنگین بودن قطعات قالب دیوار و سقف مورد استفاده، وجود جرثقیل و دیگر امکانات نصب الزامی است.

۵. سیستم ICF به علت سبک بودن قالب‌ها قابلیت حمل در شعاع زیاد را دارد. علاوه بر آن به دلیل قابلیت ضربه پذیری قابل توجه آن‌ها، در حمل و نقل دچار آسیب جدی نمی‌شود. در صورت مونتاژ قالب در محل پروژه، قالب حجم کمتری را اشغال می‌کنند و به سادگی و با هزینه کمتری حمل می‌شوند. در سیستم تونلی نیز صرف نظر از قالب‌هایی که در زمان تجهیز کارگاه حمل می‌شوند، به قطعات بزرگ و سنگین نیازی نیست.

۶. از نقاط ضعف سیستم قالب تونلی عدم امکان جوابگویی به انتظارات عملکردی پارکینگ هاست. در عمل لازم است برای پارکینگ فضایی مجزا در نظر گرفته شود. اما در سیستم ICF امکان ایجاد پارکینگ در خود ساختمان وجود دارد. البته باید در طراحی آن ضوابط لازم در نظر گرفته شود تا از نظر مقاومتی در برابر زلزله سازه را دچار مشکل نکند.

۷. در سیستم تونلی تاسیسات قبل از بتن ریزی و در بین قالبها قرار می‌گیرد، به همین دلیل امکان دسترسی به مدارهای تاسیسات الکتریکی در دوره بهره‌برداری وجود ندارد و در صورت بروز مشکل در اکثر موارد لازم خواهد بود مدار جایگزینی به صورت روکار اجرا شود در صورتی که در سیستم ICF عبور لوله‌های تاسیساتی با سوراخ کردن اسفنج پلی‌استایرن امکان پذیر است.

در سیستم تونلی امکان تغییر ابعاد قطعات پس از تولید منتفی است. در نتیجه در صورت وجود اشتباه در ساخت قطعه تخریب و اجرای مجدد بخش‌های مورد نظر با دشواری و پیچیدگی‌های متعدد همراه است. در صورتی که در سیستم ICF در صورت اشتباه در ساخت قطعه در محل ساخت امکان برش قطعات وجود دارد.

نتیجه‌گیری:

□ هر دو سیستم ICF و قالب تونلی به دلیل یکپارچگی اتصالات دیوار و سقف، رفتار لرزه‌ای خوبی را از خود نشان می‌دهند اما در مقایسه با یکدیگر، سیستم قالب تونلی به دلیل استفاده از میلگرد کمتر، سبکتر بوده و در نتیجه رفتار لرزه‌ای بهتری دارد

□ در صورت رعایت نکات اجرایی، هر دو سیستم مقاومت خوبی در برابر آتش دارند اما اگر رطوبت بیش از حد مجاز باشد، سیستم ICF به دلیل داشتن دو لایه عایق پلی‌استایرن و عدم امکان تبخیر رطوبت اضافی، شرایط مخاطره‌آمیزتری نسبت به سیستم قالب تونلی دارد.

□ دو لایه پلی‌استایرن موجود در ICF، سبب می‌شود که این سیستم عملکرد حرارتی و آکوستیکی بهتری را نسبت به سیستم تونلی از خود نشان دهد.

□ در سیستم تونلی به دلیل نصب سریع‌تر قالبها نسبت به سیستم ICF، سرعت اجرایی بالاتری دارد و برای انبوه‌سازی مناسبتر است

در سیستم تونلی به دلیل استفاده کمتر از میلگرد و امکان کاربرد دوباره قالبها، از منظر مصالح مورد

استفاده هزینه کمتری نسبت به سیستم ICF دارد. اما در سیستم تونلی، ماشین آلات مورد استفاده گران قیمتتر هستند

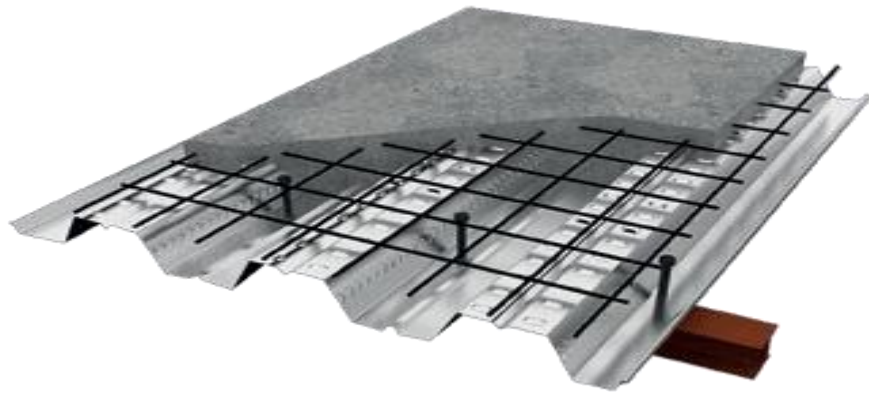
بخش چهارم

سقف عرشه فولادی



روند اجرای سقف عرشه فولادی

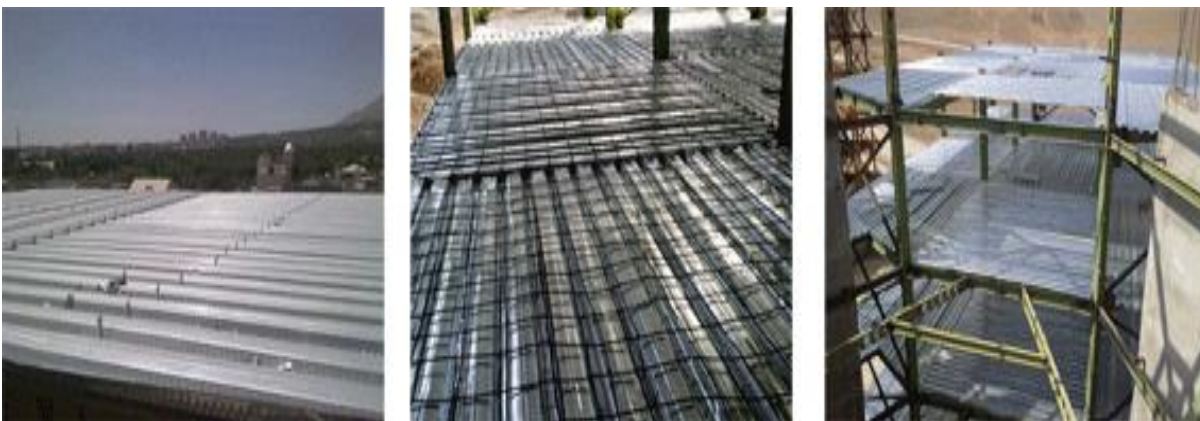
روند اجرای سقف بدین صورت میباشد که پس از طراحی سقف و مشخص شدن فواصل تیرهای فرعی، نقشه های شاپ جهت جاگذاری صفحات بر روی دهانه های مختلف تهیه و دستور تولید به کارخانه داده میشود. پس از تولید، صفحات بسته بندی شده توسط ماشینهای حمل بار به محل پروژه ارسال و به وسیله جرثقیل و یا تاور مستقر در کارگاه بر روی اسکلت در ترازوهای مختلف سقف قرار داده میشود



سپس صفحات بر روی تیرها طبق نقشه ،پخش شده و بوسیله پرچهای مخصوص در جای خود ثابت میگردد

در مرحله بعد گل میخ ها (برشگیر) از روی بال پل ها و تیرهای فرعی نصب میشود. نصب گل میخ ها توسط دستگاه صورت می گیرد. با توجه به اینکه این برشگیرها نقش مهمی در ایمنی سقف حین بهره برداری و هنگام زلزله ایفا میکنند، در انتخاب گل میخ میبایستی دقت کافی صورت گیرد و همچنین نصب گل میخ ها باید توسط افراد متخصص انجام شود.

-پس از نصب گل میخ آرماتورهای حرارتی مورد نیاز سقف بصورت شبکه مش آرماتور بسته شده و فلاتینگ اطراف نصب و سقف آماده بتن ریزی میگردد.



سپس بتن ریزی با پمپ زمینی بر روی سقف های آماده صورت گرفته و بتن توسط گروه بتن ریزی بر روی سقف پخش میشود.

باید توجه داشت ضخامت بتن از روی بالاترین سطح ورق نباید کمتر از ۵۰ میلیمتر باشد.

لازم بذکر است با توجه به اینکه صفحات فولادی قالب سقف را تشکیل داده اند لذا شیره بتن بعد از بتن ریزی کاملاً حفظ شده و بتن سقف در شرایط ایده آل تری به عمل می آید و دارای مقاومت بهتری می باشد.



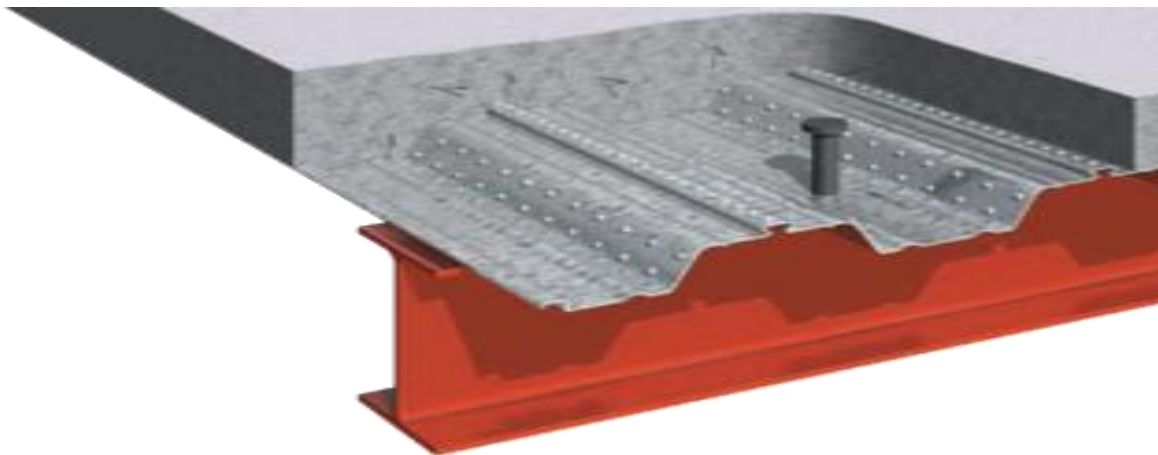
الزامات اجرای سقف عرشه فولادی

۱- ارتفاع ورق های فولادی دوزنقه ای در این مقاطع به mm۷۵ محدود میشود.

۲- تامین ضوابط دیافراگم صلب با توجه به ضوابط موجود در فصل ۱۲ آیین نامه ASCE7-05 و ضوابط موجود در استاندارد ۲۸۰۰ ایران الزامی است .

۳- حداکثر تغییر مکان مجاز ناشی از بار مرده حین اجرا به $L/180$ یا ۲۰ mm برای هر دهانه محدود میشود.

۴- حداکثر تغییر مکان مجازی ناشی از بار زنده بهره برداری به $L/360$ برای هر دهانه محدود میشود.



- ۵- رعایت الزامات مربوط به بازشو در سقفها، براساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی است.
- ۶- رعایت ضوابط طراحی برشگیرها براساس بند ۱۰-۱-۲-۷ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان یا براساس ضوابط موجود در بخش ۱۳ آیین نامه **ASCE 7-05** الزامی است.
- ۷- قطر گل میخهای برش گیر باید 20 mm یا کمتر بوده و حداقل ارتفاع آنها بعد از نصب، که از بالای ورق دوزنقه ای اندازه گیری میشود، نباید کمتر از 40 mm باشد.
- ۸- ضخامت دال بتن آرمه در بالای کنگره ورق دوزنقه ای نباید از 50 mm کمتر باشد.
- ۹- رعایت مشخصات فولادهای بکار برده شده بر اساس استاندارد **ASTM** با حداقل F_y برابر 230 MPa الزامی است.
- ۱۰- رعایت مشخصات بتن سازه ای برای بتن مورد استفاده در دال بتن آرمه، مطابق با ضوابط موجود در **AISC** و با حداقل f_c برابر 21 MPa و حداکثر آن برابر 70 MPa و همچنین رعایت ضوابط مربوط به آرماتور گذاری دال بتن آرمه براساس ضوابط موجود در آیین نامه **ACI 318-05** الزامی است.
- آرمه براساس ضوابط موجود در آیین نامه **ACI 318-05** الزامی است.

۱۱- مقاومت تسلیم آرماتورهای مورد استفاده در دال بتن آرمه رویه، مطابق ضوابط AISC نباید از $MPa 525$ تجاوز کند.

۱۲- رعایت ضوابط ومقررات مربوط به جوشکاری اعضای سرد نورد شده مطابق استاندارد AISI و آیین نامه های AWS و AISC الزامی است.

۱۳- رعایت ضوابط راهنمای طراحی Floor vibrations due to human activity منتشر شده توسط انجمن AISC برای کنترل ارتعاش کف ها الزامی است.

۱۴- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمانها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان ومسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.

۱۵- صدا بندی هوابرد وکوبه ای سقف بین طبقات میبایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.

۱۶- رعایت الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، جهت صرفه جویی در مصرف انرژی الزامی است.

۱۷- در نظر گرفتن جزئیات دقیق مسیر و محل نصب کلیه اجزای تاسیسات مکانیکی و برقی در مرحله طراحی و اجرای سقف، ضروری است.

۱۸- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است
محاسن استفاده از سیستم

۱- سرعت اجرای بالا - ۱۱ برابر سریعتر از سقفهای دیگر

۲- بازگشت سریع سرمایه

۳- کاهش تیرهای فرعی به حداقل - ۲۰ تا ۳۰ درصد صرفه جویی در مصرف فولاد اسکلت سازه

- ۴- ۱۵ تا ۲۰ درصد صرفه جویی در مصرف بتن سقف
- ۵- کاهش وزن سقف، اسکلت، فونداسیون و در نهایت کاهش وزن سازه
- (وزن بار مرده این پروفیل با ۸ سانتیمتر حجم بتن رویه ۲۱۰ کیلو گرم بر متر مربع است در حالی که وزن سقف کامپوزیت سنتی با همین خصوصیات فنی ۲۷۰ کیلو گرم و سقف‌های تیرچه بلوک ۳۶۰ کیلوگرم می‌باشد)
- ۴۰ درصد سبکتر از سقف‌های تیرچه بلوک و ۲۲ درصد سبکتر از سقف‌های کامپوزیت سنتی
- ۶- عملکرد مناسب در برابر زلزله (بالابردن صلبیت ساختمان) و مقاومت در برابر نیروهای جانبی
- ۷- امکان اجرا و عملیات بتن ریزی کلیه سقف‌های ساختمان در یک زمان
- ۸- عبور آسان وسالم تاسیسات از زیر سقف و همچنین تعمیر و تعویض بسیار راحت موارد آسیب دیده
- ۹- کاهش قابل توجه هزینه های جاری کارگاه
- ۱۰- تأمین میلگرد کششی سقف - ۶۰ تا ۷۰ درصد صرفه جویی در مصرف میلگرد
- ۱۱- ایجاد یک سکوی فولادی با ایمنی بالا در زمان اجرای سقف
- ۱۲- کاهش ضخامت سقف و در نتیجه افزایش ارتفاع مفید در طبقات
- ۱۳- ایجاد سطحی یکنواخت در زیر سقف
- ۱۴- انعطاف پذیری با هر نوع طراحی از لحاظ معماری و کاربری
- ۱۵- امکان اجرا بر روی هر نوع سازه فلزی
- ۱۶- بدون نیاز به شمع گذاری و زیرسازی

۱۷- قابلیت اجرا در انواع شرایط محیطی و آب و هوایی

۱۸- حذف عملیات کفراژبندی و دکفراژ

۱۹- اجرای بدون مانع داکتها و رایزها منطبق با نقشه های معماری

۲۰- حمل آسان و نیاز به حداقل فضا برای دپو و نگهداری

۲۱- دقت بالا و قابل کنترل در اجرا



سیستم
پانل های سه بعدی
3D sandwich panel

مقدمه :

❖ رشد روز افزون نیاز جوامع بشری به ساخت و ساز انواع ساختمانها در زمینه های مسکونی ، آموزشی بهداشتی تجاری و . . . و همچنین ضرورت استفاده بهینه از انواع مصالح موجود ، اجرای اصولی کارها به روش های صنعتی با استفاده از علوم و فنون مهندسی ، سرعت در اجرای کار و امکان بهره برداری چند منظوره

از محصولات مورد نظر که نهایتاً با حفظ کیفیت و مشخصات فنی لازم، صرفه و صلاح اقتصادی را نیز در پی داشته باشد، دست اندر کاران صنعت ساختمان را همواره به سمت بررسی و تحقیق بمنظور شناسایی مصالح جدید با کاربرد های متنوع هدایت می نماید.

❖ در این راستا یکی از روشهای شناخته شده استفاده از انواع سیستم های پیش ساخته می باشد که به دلیل تنوع مصالح موجود در کشور میتواند در سرعت، کیفیت و هزینه احداث انواع ساختمانها تاثیرات زیادی را ایجاد نماید.

با توجه به اینکه دیوار از اجزاء عمده ساختمان بوده که در واقع پس از سازه و اسکلت مهمترین عضو اصلی هر ساختمان می باشد و کاربردهای گوناگونی دارد لذا بایستی مصالح انتخاب شده برای این منظور نیز ویژگی هایی متناسب با آنچه از یک دیوار مقاوم و کارآ مورد انتظار است، را داشته باشد

تاریخچه پانل:

□ - اولین بار در سال ۱۹۶۷ میلادی توسط شخصی بنام ویکتور وایزمن در کالیفرنیا آمریکا به ثبت رسیده و تا کنون در مراکز پرحادثه و بعنوان انبوه سازی در تعدادی از کشورهای اروپایی، آفریقایی و آسیایی نیز استفاده شده است.

□ - در کشور ما سابقه تولید و استفاده از این سیستم به سالهای پایانی قبل از انقلاب و بطور بسیار محدود برمیگردد.

قطعات تشکیل دهنده پانل:

□ - دو صفحه شبکه جوش شده فولادی با یک لایه عایق پلی استایرن با ضخامت های مورد نیاز که در میان آن قرارگرفته است.

□ - اتصال دو صفحه مشبك به یکدیگر توسط اعضای خرپائی (برشگیرها).

□ - ابعاد پانل ۱*۳ متر در چشمه های ۵*۵ و ۸*۸ سانتیمتر بامفتول ۵/۲ و ۳ میلیمتر.

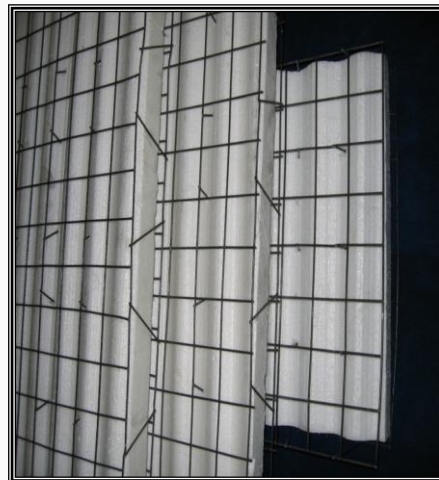
- ❑ - برش گیرها به مفتول های طولی (تارها) متصل میگردند لذا پانل ها بصورت دال يك طرفه عمل مینمایند .

انواع پانل :

- ❑ - پانلها در دو بخش دیواری و سقفی با ضخامت های متفاوت تولید شده و انواع پانلهای دیواری به عنوان دیوار باربر و یا جدا کننده قابل استفاده میباشند .

پانل مشبك عایق دار ، از دو صفحه شبكه جوش شده فولادي با يك لایه عایق پلی استایرن كه در میان آن قرار گرفته و توسط اعضاي خربايي به يكديگر متصل شده اند تشكيل میگردد .

مدول عرضي پانل ها ۱۲۰ سانتیمتر
می باشد و بسته به کاربردهای
متفاوت ، طول و ضخامتهای
مختلف دارند .



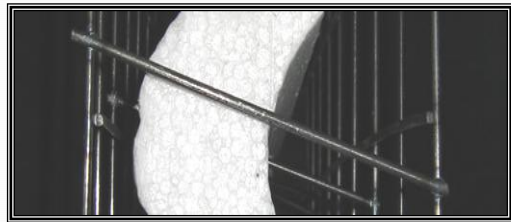
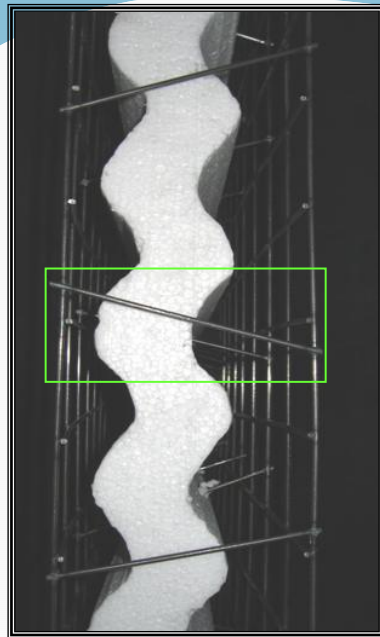
مشخصات ظاهري پانل :

الف : شبكه فولادي: این شبكه متشكل از مفتول های طولی(تار) و عرضی(پود) از فولاد نوع A1 با قطر ۶ میلیمتر است كه طی دو مرحله كشش و يك مرحله تنش زدایی به ۵/۳ می رسد در مناطق مرطوب باید از مفتول های قطری گالوانیزه استفاده كرد.

- ❑ ضرورت مقاومت كافي و تامین ضخامت مورد نیاز به روش كشش سرد .

- ❑ نظم در فواصل اتصال مفتول های تار و پود و هم اندازه بودن آن

- ❑ اتصال برش گیرها با زاویه و نظم معین بصورت خربایي به مفتولهاي طولي (تار) بصورت حداکثر يك در میان .
 - ❑ محکم و مقاوم بودن جوش ها در محل اتصال تار و پود و برش گیرها .
 - ❑ مساوي و موازي بودن فاصله صفحات مشبك طرفين پانل از یکدیگر .
 - ❑ صاف بودن مفتول هاي مصرفي وعدم اعوجاج در تار و پودها .
 - ❑ ضخامت حداقل مفتول ها براي دیوارهاي غير باربر ۲/۲ و دیوارهاي بار بر ۵/۲ میلیمتر .
 - ❑ فاصله بين صفحات مشبك با عایق پلي استایرن ۱/۵ تا ۲ سانتیمتر .
 - ❑ بیرون زدگی برش گیرها حداکثر به اندازه ضخامت مفتول تار
 - ❑ حداکثر تعداد نقص، در رفتگی و عدم اتصال قابل قبول تنها برابر با یک نقطه جوش در هر متر مربع پانل است
- ب : هسته عایق :**
- ❑ هسته عایق از جنس پلي استایرن قابل انبساط از نوع کند سوز مطابق استاندارد مربوطه .
 - ❑ وزن مخصوص عایق مصرفي در پانلهاي باربر حداقل ۱۵ کیلوگرم و پانلهاي غير باربر حد اقل ۱۲ کیلوگرم در متر مکعب
 - ❑ نظم در برش آن و حتي الامکان استفاده از سطوح غير مسطوي . (کمتر شدن پرت مصالح) برای انتخاب عرض و ارتفاع پانل ها از مدول ۳۰ سانتیمتری استفاده می شود



زاویه و نظم برشگیرها و میزان
بیرون زدگی آنها



عملکرد پانل و قابلیت های آن:

- ❖ بدلیل دارا بودن اغلب ویژگی های انواع دیوارهای پیش ساخته و غیر پیش ساخته ، بطور یکجا در پانلهای سه بعدی استفاده از آن برای انواع ساختمانها با سازه های مختلف ، کاربرد های گوناگون ، معماری متنوع و اقلیمهای متفاوت به راحتی امکان پذیر میباشد .
- ❖ با رعایت مشخصات فنی و تمهیدات لازم میتوان با استفاده از پانل های سقفی و دیواری بدون سازه مجزا ، ساختمانهای تا ۴ طبقه را طراحی و اجرا نمود .

با توجه به قابلیت های پانل ، طراحی و اجرای هر نوع ساختمان با طرح های متنوع و گوناگون به راحتی امکان پذیر می باشد .



محاسن و مزایا :

- ❖ مقاومت قابل قبول در برابر نیروهای برشی ناشی از زلزله به دلایل :
 - الف : مشخصات فنی و سه بعدی بودن سیستم و قابلیت توزیع یکنواخت و بسیار مناسب نیروهای وارده
 - ب : پایین آمدن وزن بارهای مرده و در نتیجه سبکتر شدن ساختمان .
 - ج : عدم تخریب گسترده در صورت وقوع زلزله های شدید و نداشتن آوار .
- ❖ عایق در برابر حرارت ، برودت و صدا بدلیل وجود مواد پلی استایرن در داخل دیوار .
- ❖ تاثیر مستقیم در وزن ساختمان و امکان صرفه جویی در مصرف مصالح در سایر بخش های سازه ای .
- ❖ سرعت در اجرای کار و امکان استفاده از این سیستم در مناطق دور دست بدون نیاز به ماشین آلات سنگین
- ❖ حد اقل ایجاد سطح اشغال ، در نتیجه دستیابی به حد اکثر فضای مفید در ساختمان .

❖ حذف نعل درگاه در باز شو ها به دلیل یکپارچه بودن دیوارها .

❖ داشتن آزادی عمل در طراحی ها و امکان استفاده از انواع نما های خارجی و داخلی بر روی آن .

❖ عدم نیاز به کنده کاری بمنظور عبور لوله های تاسیساتی و نصب چهار چوب درها و کلاف پنجره ها ، در نتیجه عدم انباشت نخاله .

❖ عدم نیاز به انجام گچ و خاک در زیرسازی دیوار های داخلی در نتیجه صرفه جویی در مصالح و زمان اجرای کار .

❖ درجه نامعینی بالاتر نسبت به سیستم های قابی و توزیع گسترده نیروها

❖ کاهش تمرکز تنش یا امکان بلند شدن (uplift) نسبت به سیستم قابی

صرفه جویی قابل توجه در هزینه ها در دو بخش :

الف : درطول مدت بهره برداری شامل :

صرفه جویی در مصرف انرژی .

✖ استهلاك کمتر در تجهیزات و تاسیسات مکانیکی .

✖ کمتر شدن هزینه های بازسازی در صورت وقوع زلزله .

ب : در زمان اجرا شامل :

✖ حمل و نقل ، تخلیه و جابجایی سریعتر و ارزانتر پانل در مقایسه با مصالح سنتی

✖ حد اقل پرت مصالح .

✖ عدم نیاز به تخریب محل عبور لوله های آب و برق در نتیجه عدم انباشت نخاله و صرف هزینه های مربوطه .

سرعت بیشتر در اجرای کار در نتیجه تسریع در تحویل پروژه

محدودیت ها

- ❑ عدم امکان دسترسی به تاسیسات مکانیکی و الکتریکی در صورت اجرای توکار لوله و اجزای تاسیسات
- ❑ لزوم در نظر گرفتن تمهیدات اضافی برای جوابگویی به انتظارات در زمینه صدابندی
- ❑ وجود پل حرارتی به دلیل وجود خاموت های برشی
- ❑ وجود خطر جذب آب و یخبندان لایه بتنی خارجی
- ❑ لزوم در نظر گرفتن تمهیدات اضافی برای جوابگویی به انتظارات در زمینه صرفه جویی در مصرف انرژی
- ❑ عملکرد ضعیف در محیط های مهاجم و خورنده
- ❑ عدم امکان تعمیر یا جایگزینی قطعات و یا ایجاد تغییرات در مراحل بعد
- ❑ عملکرد ضعیف در مناطقی که تغییرات دمای روزانه و فصلی قابل توجه است به ویژه زمانی که ضخامت لایه بتنی خارجی کم است

نحوه نگهداری از پانل در کارگاه :

- ❑ دور از تابش مستقیم اشعه خورشید ، بارش باران ، نفوذ رطوبت ، تغییرات حرارتی شدید و عوامل گزند بار محیطی .
- ❑ دور از مواد آتش زا یا حرارت مستقیم و مواد حلال مانند هیدرو کربن ها (تینر ، بنزین و . . .)
- ❑ اجتناب از بارگذاری روی پانل و یا عبور از روی آنها .
- ❑ عدم ضربه به جوش شبکه ها و مفتول ها .
- ❑ چیدن روی سکو های مناسب .
- ❑ دقت در حمل نقل و جابجایی پانل بمنظور عدم تابیدگی و خمیدگی آن

عملیات نصب پانل در ساختمان و بتن پاشی طرفین آن :

- ❑ این بخش کار از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده بطوریکه در نهایت ایستایی و مقاومت دیوارها ارتباط

مستقیم با چگونگی رعایت مشخصات مورد نظر در نصب و بتن پاشی پانلها دارد .

□ قسمت عمده ای از مزایا و محاسن این سیستم بستگی به چگونگی رعایت مشخصات فنی در نصب صحیح و کامل اتصالات ؛ استفاده از مصالح مناسب و نحوه بتن پاشی پانل ها دارد ، اهم نکاتی که بایستی در زمان اجرا دقت گردد بشرح زیرمیباشد :

الف : نصب پانل :

□ بررسی نقشه ، ابعاد و محل بازشوها ، فواصل ستونها و . . . برای جلوگیری از پرت بیش از حد پانل .

□ برش پانل بر اساس نقشه و ابعاد و اندازهها

□ استفاده از میلگرد ۱۰ یا ۱۲ برای اتصال به سازه .

□ استفاده از شبکه های اتصال تخت ، گونیا و یو در محل های مربوطه .

□ شاغولی نمودن پانل های دیواری .

□ تعبیه بازشوها ، نصب چهارچوب درها و پنجره ها و تقویت اطراف بازشو ها .

□ نصب پانل در دهانه های دارای بادبند .



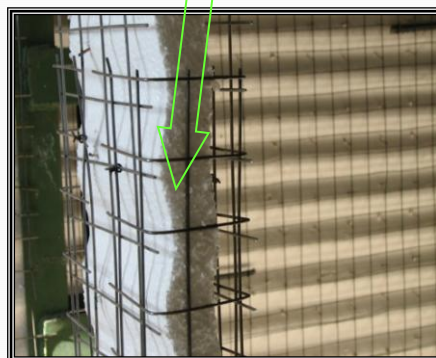
پیش پانل با استفاده از قیچی میگرد بر واره برقی



استفاده از شبکه اتصال گونیا براي زوایاي مختلف



شبكة اتصال یو برای قسمت های
آزاد پانل

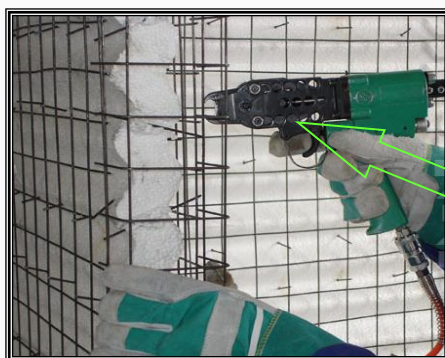




اتصال پانل دیواری به کف



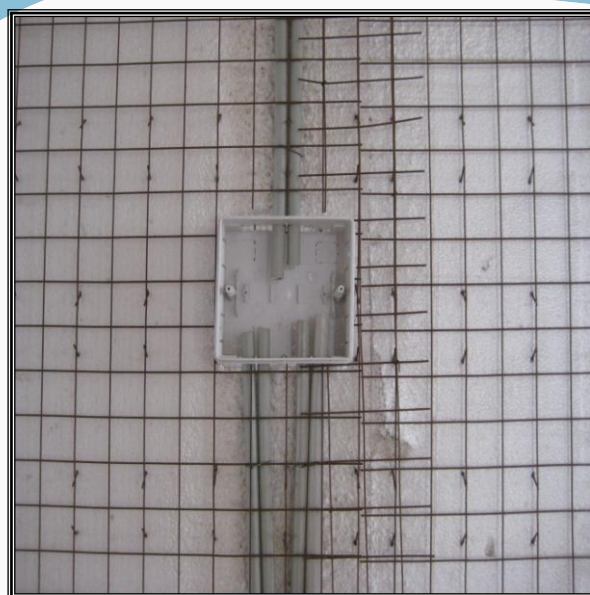
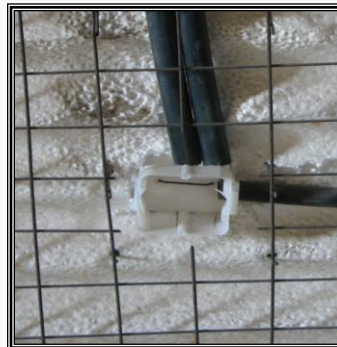
اتصال پانل به روش دستی



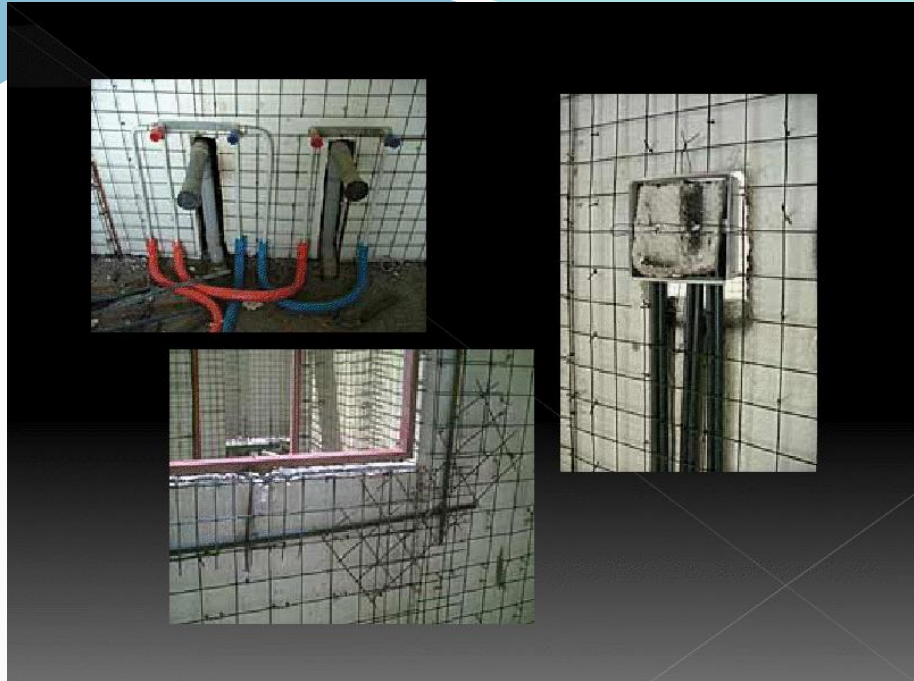
اتصال با استفاده از دستگاه
پنوماتیک

ب: کارهای تاسیساتی:

□ اجرای لوله کشی آب و فاضلاب ، لوله های برق و نصب قوطی کلید ، پریز و تابلو های مربوطه



لوله کشی برق از حد فاصل
شبکه اتصال و عایق پلی استایرن
عبور مینماید .



اجرای پشت بند قبل از بتن پاشی



استفاده از پانل برای دیوارهای پیرامونی سوله ضمن ایجاد سهولت و سرعت در اجرا ، باعث افزایش قابل توجهی در فضای مفید داخلی خواهد شد .



استفاده از پانل در برجهای بلند مرتبه

: بتن پاشی :

- ❑ مصالح سنگی ، دانه بندی و مشخصات سنگدانه ها .
- ❑ مشخصات سیمان و عیار آن .
- ❑ آب مصرفی در بتن .
- ❑ اسلامپ بتن .

- ❑ نسبت آب و سنگدانه به سیمان.
- ❑ استفاده از پشت بند .
- ❑ مراحل بتن پاشي .
- ❑ ضخامت بتن در دیوارهاي باربر و جدا کننده .
- ❑ نگهداري بتن با توجه به نسبت سطح به حجم آن و خشك شده سريع بتن .
- ❑ اجراي نمای دوغابي .
- ❑ عدم استفاده از بتن هاي ریزشي پای کار .
- ❑ عدم ساخت بتن در حجم زیاد .
- ❑ پوشش کافي بتن در اطراف لوله هاي آب گرم و قوطي کلید و پریز .
- ❑ عدم استفاده از گچ در تماس با پانل .



نمونه دستگاه بتن پاش ایرانی



بن پاشی با استفاده از دستگاه بن پاش





برای جلوگیری از خارج شدن دیوار از حالت شاقولی در زمان بتن پاشی بهتر است از پشت بند مناسب استفاده گردد.



پس از اتمام بتن پاشی مرحله اول اجرای نمای دوغابی سنگ ، کاشی ، سرامیک ، آجرنما و ... به سهولت امکان پذیر میباشد.



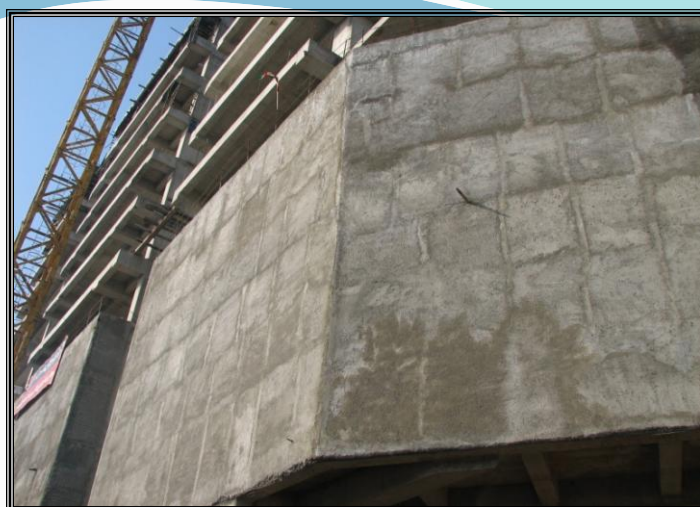
کرم بندي و شمشه کشي
پس از بتن پاشي مرحله اول



بتن پاشي ديوار داخلي به اتمام رسيده و آماده گچ کاري مي باشد .



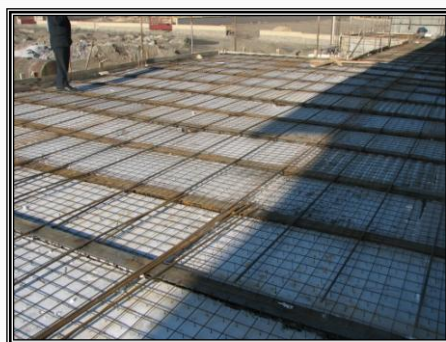
نمای خارجی در طبقات بایستی همباد گردند



نمای سیمان کاری شده خارجی با کرم بندی و شمشه کشی



بمنظور امکان نصب مناسبتر پنجره بهتر است قبل از بتن پاشی قاب فلزی پروفیلی در محل نصب پنجره تعبیه گردد



اجرای سقف با استفاده از پانل های سقفی

پانل کف بصورت دال یکطرفه عمل می کند . این رفتار بدلیل وجود اعضای برشگیر در جهت طولی پانل می باشد . شبکه بکار رفته در پانل کف عبارتند از :

$$wwf * ((80 / 80 \varnothing 3.5 / \varnothing 3.5) / (L/1200))$$

- ❖ ضخامت لایه پلی استایرن بر اساس طراحی دال کف بین ۶ تا ۱۰ سانتیمتر متغیر می باشد. به طبع آن فاصله شبکه های جوش شده از یکدیگر در محدوده ۱۰ تا ۱۴ سانتیمتر متغیر می کند. قطر مفتول های خرپایی ۳,۵ میلیمتر می باشد.
- ❖ از آنجا که شبکه بکار رفته در پانل دارای مقدار فولاد کمی است بایستی دال کف تقویت شود.
- ❖ این کار به دو صورت انجام می شود: با توجه به طول دهانه و بار وارده، لنگر مقاوم محاسبه شده و یک سری آرماتور تقویتی با فواصل معین در پانل تعبیه می گردد. بین هر دو پانل سقفی در عرض حدود ۲۰ سانتی متر، عایق پلی استایرن حذف شده و میلگردهای تقویتی در آن ناحیه متمرکز می شوند.
- ❖ در واقع یک سیستم تیر دال با فواصل حدود یک متر ایجاد می گردد. مبنای طراحی دال کف در برابر خمش، روابط بتن مسلح در حالت حدی است.
- ❖ ضخامت بتن شاتکریت در زیر پانل ۴ سانتیمتر و روی آن ۶ سانتی متر می باشد. برای بارهای متعارف، دال کف پانلی تا ۶ متر طراحی و اجرا می گردد.
- ❖ در دهانه ها بزرگتر نیز می توان با ایجاد تمهیداتی از این سیستم استفاده کرد.
- ❖ در دال بتنی تحت خمش، یک جریان برشی افقی باعث لغزش دولایه بتن به یکدیگر می شود. اتصالات خرپایی در پانل ها بایستی به اندازه ای باشند که دو لایه کاملاً پیوسته عمل کرده و لغزش بین لایه ها وجود نداشته باشد. براین اساس اتصالات برشگیر بصورت المان های خرپایی مدل شده و طراحی می گردند.



قالب بندی سقف پانلی قبل از بتن ریزی



سقف در حال بتن ریزی



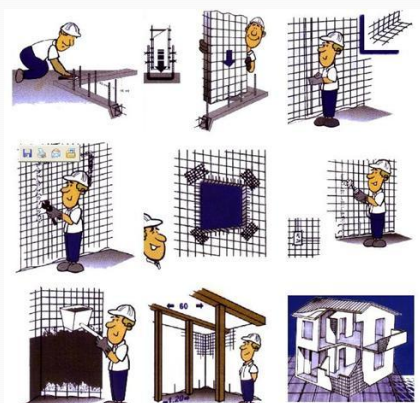
اجرای نمای آلومینیومی بر روی دیوار پانلی



نمونه ساختمانها ي ويلايي



احداث شده با پانل



O

سیستم ساختمانی ترونکو (Tronco System)



معرفی سیستم

- ❑ واژه ترونکو در زبان اسپانیایی به معنی الوار است. طرح اصلی سیستم ترونکو برگرفته از همان ساختمان های چوبی سنتی و متداول در آمریکا و کانادا است.
- ❑ در این روش سنتی، ساختمان با استفاده از الوارهای چوبی با مقطع دایره ساخته می شوند.
- ❑ سیستم ترونکو با الهام از این روش ولی با مصالح و فن آوری جدید، روش نوینی برای تولید ساختمان ابداع نمود.
- ❑ در سیستم ترونکو عنصر اصلی را قطعات لوله از جنس فولاد گالوانیزه تشکیل می دهند
- ❑ لوله های گالوانیزه مورد استفاده در این سیستم، شبیه همان الوارهای چوبی خانه های قدیمی، با مقطع دایره هستند. با این تفاوت که این لوله ها توخالی هستند و به دلیل وجود هوا در داخل لوله ها عایق مناسبی نیز به شمار می روند.
- ❑ قطر لوله های گالوانیزه ۲۰ سانتی متر و کمتر از الوارهای چوبی متداول است.

□ مزیت اصلی این سیستم سرعت بالا و سهولت اجراست



ویژگی های معماری:

نکات اساسی در طراحی پلان در این سیستم عبارتند از:

۱. زوایا در پلان ۹۰ درجه باشند.
۲. حداکثر دهانه بدون ستون میانی ۴ متر است.
۳. حداکثر ارتفاع ناخالص ۳,۶ متر برای هر طبقه است.
۴. حداکثر تعداد طبقات برای ساختمان های آموزشی یک طبقه و برای ساختمان های با اهمیت متوسط دو طبقه اعلام شده است. در کشورهای دیگر جهان حد اکثر طبقات ۳ طبقه می باشد.

سیستم سازه ای

برای تامین مقاومت سیستم در برابر بارهای جانبی مانند باد یا زلزله از روش های مختلف از جمله:

۱. مهاربندهای تسمه ای استفاده می شود .

۲. روش دیگر، با قرار گرفتن دیوارهای بتنی در امتداد دیوارهای اصلی ساختمان که در صورت ضرورت می تواند پایداری ساختمان در برابر نیروهای جانبی را تامین کند.

اجزای اصلی این سیستم عبارتند از:

□ لوله های گالوانیزه:

این لوله ها به وسیله ی دستگاه های مخصوص از ورق گالوانیزه در طول های مورد نظر در محل اجرای پروژه ساخته میشود. به دلیل ضخامت کم قطعات، میزان انبساط و انقباض بسیار جزئی است و همچنین به دلیل ضخامت کم ورق لوله ها و هوای موجود در داخل لوله ها، تبادل حرارتی در این روش بسیار کم است.

□ اتصالات معمولی:

اتصال دو لوله با زاویه ی ۹۰ درجه، توسط این نوع اتصالات (که اتصال معمولی نامیده می شود انجام می شود.

□ اتصالات دوتایی:

از این نوع اتصال در تقاطع دو دیوار استفاده می شود.

□ پوشش انتهایی:

در صورتی که انتهای لوله ها در داخل پروفیل در یا پنجره قرار گیرد، به طور کلی در انتهای لوله ها از قطعات اتصالی استفاده نشود، انتهای لوله با این اعضا که پوشش نهایی نامیده می شود پوشیده می شود.

□ صفحه اتصال:

به منظور اتصال سیستم به پی، داخل پی صفحات فولادی با میلگردهای مهار شده درون بتن قرار داده می شود و اولین گروه لوله ها به این صفحات (صفحات اتصال) جوش داده می شوند.

□ مهاربند های تسمه ای:

صفحات سازه ای قائم تشکیل شده به سیستم مذکور، توسط تسمه های فولادی (که مهاربندی تسمه ای نامیده می شود) در دو جهت مهاربندی می شوند تا در برابر نیروهای جانبی مقاومت کنند. این تسمه ها فولادی و از نوع گالوانیزه هستند و به وسیله ی پیچ و اتصال دهنده به سازه ی ساختمان متصل می شوند.

بررسی سازه :

□ دیواره های ساختمان در سیستم ترونکو، در حکم سازه ی نگهدارنده ی ساختمان و پوشش نما است.

□ وزن متوسط هر مترمربع سازه ی فولادی در این سیستم ۱۶-۱۵ کیلوگرم است.

□ در این سیستم سقف و دیوارها به صورت یکپارچه عمل می کنند.

□ این امر مانع از تمرکز تنش در اتصالاتی که معمولاً در زلزله آسیب پذیرند، می شود.

□ در این سیستم همه ی اجزا از یک عنصر اساسی ساخته می شوند که مشابه الوار چوبی با مقطع دایره است.

□ این الوارها به صورت افقی روی هم قرار گرفته و در گوشه ها به هم متصل می شوند، به همین دلیل تیر و ستون در این سیستم وجود ندارد.





- سرعت ساخت این سیستم بسیار زیاد است بطوریکه ۳۰۰ متر مربع سقف و دیوار در یک روز کاری ۸ ساعته با ۱۰ نفر نیروی انسانی قابل اجراست.
- هزینه ی حمل و نقل عناصر ساختمانی بسیار پایین است، زیرا حجم مواد اولیه بسیار کم و حمل آن آسان است. در واقع تولید اصلی در محل پروژه انجام میشود.
- دهانه ی تیرهای اصلی حداکثر ۴ متر است و در جهت دیگر محدودیتی وجود ندارد. البته با یک تیر میانی می توان طول دهانه را افزایش داد.
- سیستم ترونکو در برابر زلزله و باد نیز مقاوم است، زیرا وزن ساختمانی که به این روش ساخته شود ، یک چهارم سیستم های سنتی است و این امر باعث کاهش قابل توجه نیروی زلزله ی ساختمان می شود.
- وزن کم، استفاده از این سیستم را در مناطقی با خاک ضعیف و حتی بر روی بناهای ساخته شده، ممکن می سازد.
- تولید، اجرا و برپایی این سیستم می تواند در هر اقلیم و در هر فصلی از سال انجام بگیرد و مانند بعضی از سیستم های متداول همچون بتن، نیازمند دمایی خاص برای اجرا نیست.
- یکی از خصوصیات مهم این سیستم، امکان استفاده ی مجدد از آن است. عمر مفید بنایی که با این سیستم ساخته می شود، بیش از ۶۰ سال است.

کاربردهای مناسب:

► مناسب ترین کاربردهای سیستم ترونکو، شامل بناهای مسکونی یک یا دو طبقه و بناهای دیگرمانند مدارس، درمانگاه ها، مهدکودک ها، خوابگاه ها یا ساختمان های اداری و تجاری با طبقات محدود است.

محدودیت ها:

► حداکثر تعداد طبقات قابل اجرا با این سیستم دو طبقه و در موارد خاص تا سه طبقه است. این سیستم در دهانه های کوچک قابل اجراست. و برای سالن های اجتماعات، مساجد، فضاهای وسیع مانند سالن های ورزشی و یا انبارها مناسب نیست.

روش اجرا:

□ احداث سکوی بتنی با بتن سبک به ضخامت ۱۵-۲۰ سانتی متر با بتن سبک و شبکه ای از میلگردهای شماره ۶ یا ۸ که به طور کامل از اطراف مهار شدند و همزمان با اجرای پی صفحات فولادی در لبه ها در بتن کار گذاشته می شوند. (معمولاً این صفحات در محل تقاطع دیوارهای خارجی و نیز محل بازشوهای اصلی است) اولین سری از لوله ها در محل مورد نظر به صفحات فلزی جوش داده می شوند.

□ همزمان با بالا رفتن دیوارها پروفیل های در و پنجره قرار داده می شوند در ارتفاع مشخص تیرهای اصلی و فرعی اجرا می شوند و سقف اجرا می شود

□ در ساخت بنای دو طبقه ابتدا دیوارهای طبقه دوم و سپس سقف آن اجرا می شود.

□ در دیوارهای خارجی پس از نصب یونولیت و رابیتس اجرای هر گونه نمای سنتی یا صنعتی امکان پذیر است . پاشیدن سیمان روی یونولیت استفاده از مصالح ضدآب خمیری روی یونولیت (مانند مرمریت) نمای سنگی یا آجری ساختمان های تجاری و صنعتی بدون نازک کاری

□ ساده ترین و مناسب ترین راه برای پوشش نما استفاده از پانل های عایق پلی استایرن با چسب سیمان است که در یک طرف صاف و در سمت دیگر موج هستند.

الزامات طراحی و اجرایی

✍ پیش بینی سیستم مهاربندی جانبی برای مقاومت در برابر بارهای جانبی

✍ رعایت ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران در طراحی و محاسبه قسمت های بتنی ساختمان الزامی است.

✍ طراحی سازه ای کلیه اجزا و اتصالات سیستم باید بر اساس استاندارد AISI و طراحی لرزه ای آن بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ و با در نظر گرفتن ضریب رفتار ۵ انجام شود.

✍ رعایت محدودیت حداکثر بار زنده و مرده به ترتیب ۲۵۰ و ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مربع برای سقف ها توصیه می شود.

✍ در صورت استفاده از سقف بتنی به منظور یکپارچگی بین سقف بتن مسلح و تیرهای فولادی سرد نورد شده ، به کارگیری برش گیر مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه AISI الزامی است.

✍ کلیه اتصالات اعضای قائم به اعضای افقی باید به گونه ای باشد که یکپارچگی اعضا در ارتفاع سازه تامین شود .

✍ استفاده از این سیستم برای ساختمانهای با اهمیت متوسط تا دو طبقه و برای ساختمان های آموزشی تا یک طبقه توصیه می شود .

✍ ضوابط مربوط به اتصال دهنده ، شامل پیچ خود کار ، پیچ و مهره باید طبق آیین نامه AISI رعایت شود

✍ مهار بندی تسمه ای مورد استفاده در این سیستم باید فاقد هرگونه افتادگی اولیه باشد .

✍ رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی است .

✍ به کارگیری حداکثر دهانه باربر ۴ متر و حداکثر ارتفاع ناخالص (با در نظر گرفتن ضخامت سقف) ۶/۳ متر برای هر طبقه توصیه می شود .

✍ تامین ضوابط دیافراگم صلب برای کلیه سقف ها الزامی است.

✍ در صورت استفاده از اتصالات جوش ، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضای سرد مورد شده مطابق مبحث دهم مقررات ساختمان (طراحی و اجرای ساختمان فولادی) و استاندارد

✍ AISI و ایین نامه های AWS و AISI الزامی است.

✍ صدابندی هوابرد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات باید مطابق ضوابط مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران تامین شود .

✍ ضروری است پیش بینی های لازم در ارتباط با جزئیات معماری و سازه از حیث دوام ، خوردگی ، مسائل زیست محیطی و ... بر مبنای مقررات ملی ساختمان و یا ایین نامه های معتبر بین المللی انجام شود .

✍ ضوابط و مقررات مربوط به محافظت ساختمان ها در برابر آتش باید مطابق مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن رعایت شود

تولید صنعتی ساختمان

(قابل استفاده برای مهندسين عمران و دانشجویان رشته مهندسی عمران اجرایی)



مؤلفین

محمد اسماعیل اقتداری
(مدرس دانشگاه)

الیاس بهرادی مهر
(مدرس دانشگاه)