



بنام خدا

دوره: ۸۱۴

روش های ساخت، فناوری های نوین اجرایی ساختمان

و جزئیات اجرایی

مدرس: حسین زنوزی

مکان: دانشگاه تبریز، دانشکده عمران

جمهوری اسلامی ایران  
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

## آیین‌نامه طراحی و اجرای سازه‌های فولادی سرد نورد (بخش غیر سازه)

نشریه شماره ۶۱۳

معاونت نظارت راهبردی  
امور نظام فنی  
Nezamfanni.ir

۱۳۹۱

جمهوری اسلامی ایران  
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

## آیین‌نامه طراحی و اجرای سازه‌های فولادی سرد نورد (بخش سازه)

نشریه شماره ۶۱۲

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی  
معاونت تحقیقات  
www.bhrc.ac.ir

معاونت نظارت راهبردی  
امور نظام فنی  
Nezamfanni.ir

۱۳۹۱

فصل ۱- الزامات ایمنی در برابر آتش برای سیستم ساختمانی قالب سبک فولادی  
فصل ۲- الزامات طراحی سیستم‌های قالب‌های سبک فولادی از دید عملکرد حرارتی

فصل ۳- الزامات صدابندی سیستم ساختمان قالب‌های سبک فولادی LSF

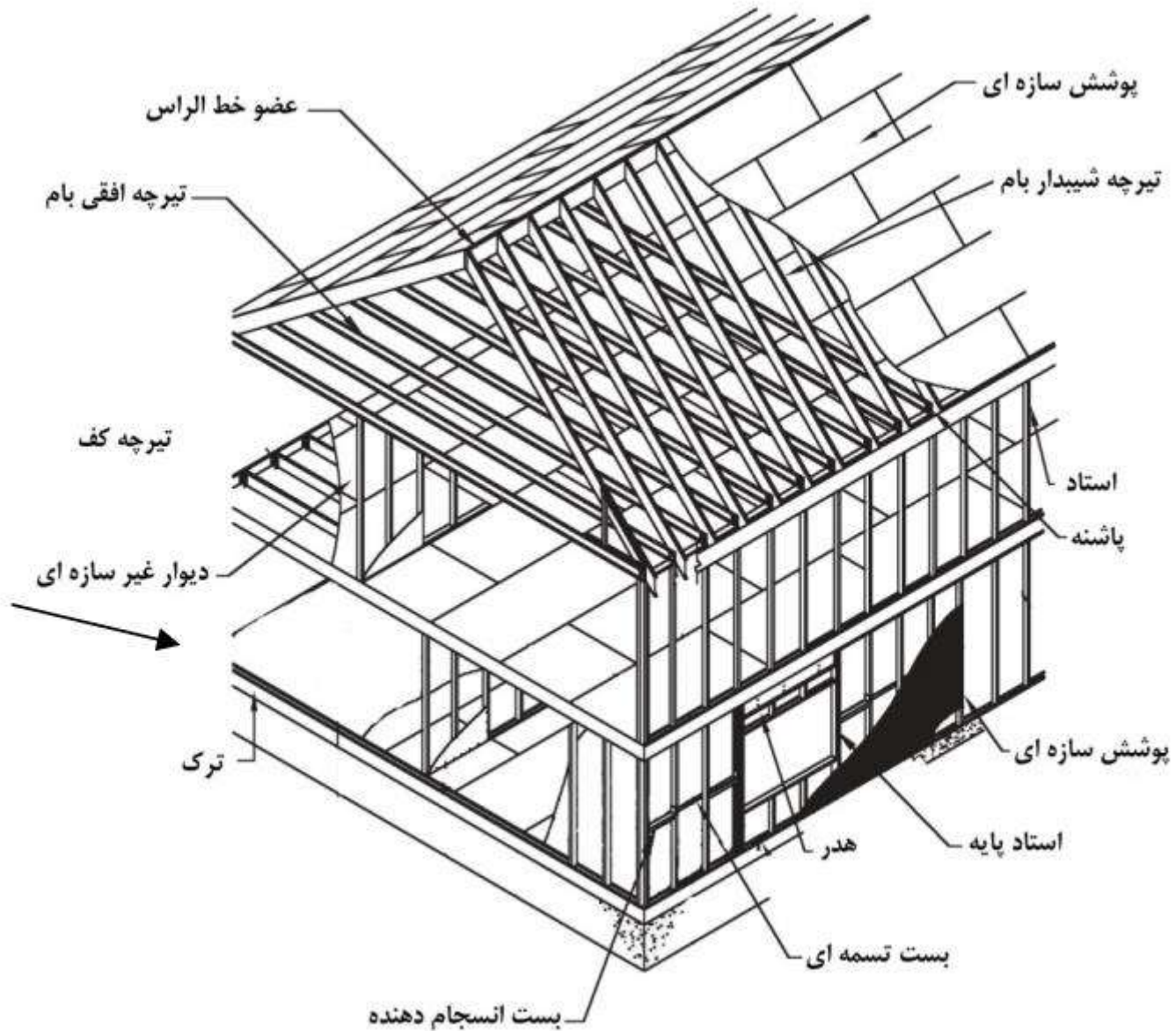
ساختمان‌های پیش ساخته فولادی سبک ( Light Weight Steel Frame ) موسوم به LSF به صورت اجرای خشک و عمدتاً با استفاده از اتصالات پیچی و به روش تولید صنعتی بکار گرفته می‌شوند. این ساختمان‌ها از سه جزء اصلی شامل ورق‌های فولادی سرد نورد شده جهت تامین سازه، صفحات تخته گچی بعنوان پوشش رویه درونی و لایه عایق حرارتی و صوتی، تشکیل می‌شوند. کاربرد این ساختمان‌ها به عنوان یک سیستم سازه‌ای مستقل، اکثراً در انبوه‌سازی ساختمان‌های دو طبقه، دفاتر و ساختمان‌های تجاری کوچک، واحدهای صنعتی و سالن‌های ورزشی در یک طبقه می‌باشد. به نظر می‌رسد این سیستم سازه‌ای توانائی ترکیب شدن با سیستم‌های سازه‌ای دیگر، همانند دیوارهای بتن آرمه سازه‌ای را نیز دارا می‌باشد و می‌تواند در ساخت ساختمان‌های کوتاه مرتبه به صورت سیستم سازه‌ای مختلط بکار گرفته شود. جهت ساخت مقاطع سرد نورد شده مطابق

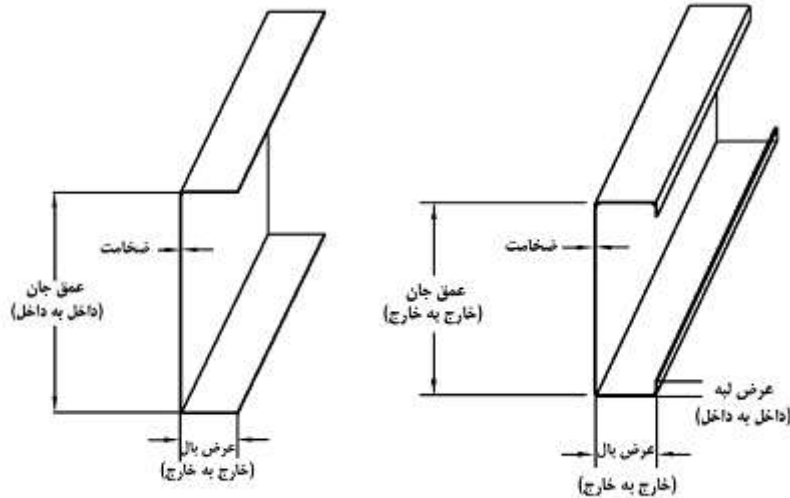
آیین‌نامه‌های مربوط به این سازه‌ها، استفاده از اشکال مختلف مجاز می‌باشد. این مقاطع معمولاً دارای ابعاد متنوع و محدوده تغییرات ضخامتی بین ۱/۶ الی ۲/۵ میلی‌متر می‌باشند. اتصال سازه LSF به شالوده به واسطه یک کلاف افقی با مقطع C شکل صورت می‌گیرد. اجزاء قائم این سیستم به عنوان عضو باربر ستونی در بارهای ثقلی عمل می‌نمایند، برخی از این اعضا که در دهانه مهاربندی جانبی سازه قرار می‌گیرند علاوه بر بار ثقلی، متحمل نیروهای ناشی از بارهای جانبی نیز می‌شوند، این اعضا تحت نام وادار (Stud) در این سیستم معرفی می‌شوند. سقف سازه این ساختمان‌ها متشکل از تیرچه‌های فلزی سرد نورد شده بوده که فواصل تیرچه‌ها با توجه به میزان ظرفیت باربری عضو و ابعاد قطعات پوشش سقف که می‌تواند تخته‌های چوبی، سیمانی و یا دال بتن آرمه باشد تعیین می‌شود. تیرها و تیرچه‌ها عمدتاً دارای مقاطع با اشکال C یا Z می‌باشند، پوشش سقف با



راحتی پاسخگوی انتظارات تعیین شده در مقررات ملی ساختمان می‌باشد. پروفیل‌های سرد نورد شده مقاومت کمی در برابر حریق دارند و باید به خوبی محافظت شوند. یکی از دلایل کاربرد گچ به عنوان پوشش داخلی این سیستم‌ها، دستیابی به این هدف است. از عمده مزایای ساختمان‌های سبک فولادی (LSF)، کاهش جرم ساختمان می‌باشد که تاثیر فراوانی در جهت کاهش هزینه‌های ناشی از مصالح، نیروی انسانی و نیز زمان احداث پروژه‌ها خواهد داشت. به کارگیری این سیستم در ساختمان‌های ۵ طبقه کشور با رعایت تمهیدات خاصی مقدور بوده است. این سیستم در زمینه‌های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.

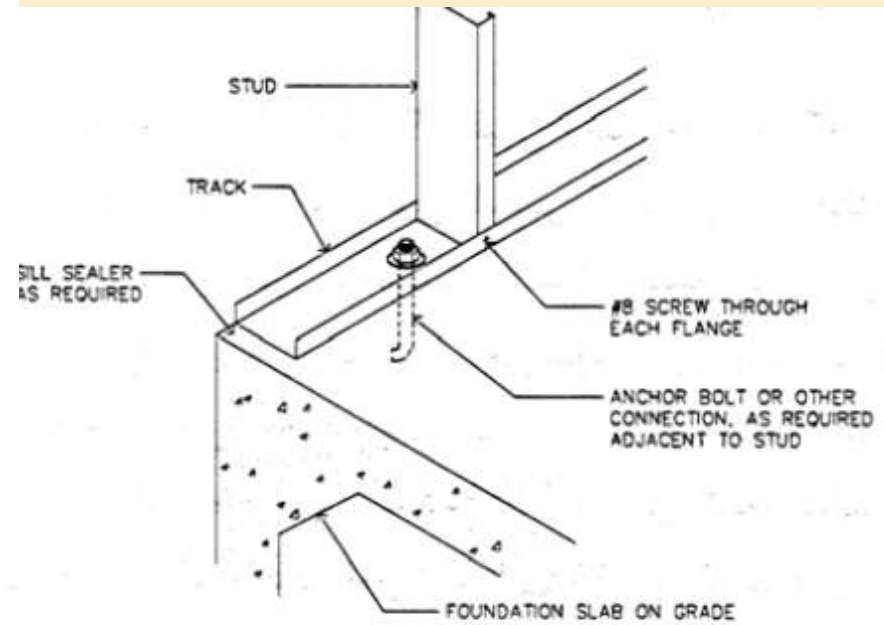
دال بتن آرمه، در صورت تامین یکپارچگی لازم بین بتن و پروفیل فولادی تیرچه، می‌تواند بعنوان یک سقف مرکب بتنی فلزی طراحی شود. در ساختمان‌های LSF، به منظور باربری جانبی سازه در دو امتداد اصلی متعامد، از دهانه‌های باربر جانبی استفاده می‌شود که تحت عنوان (Load Bearing Wall) نامیده می‌شود. دهانه‌های باربر به چهار روش ایجاد میشود که عبارتند از: سیستم دهانه‌های مهاربندی شده با اعضای قطری، سیستم دیوار برشی با ورق فولادی نازک، سیستم دیوار باربر با پوشش‌های OSB، سیستم دیوار برشی بتن آرمه. در حال حاضر در کشور ایران استفاده از سیستم دهانه‌های مهاربندی شده با اعضای قطری برای ساختمان‌های تا دو طبقه مسکونی و سیستم باربر جانبی دیوار برشی بتن آرمه برای ساختمان‌های تا پنج طبقه مجاز می‌باشد. عملکرد صوتی دیوارها و سقف‌های ساخته شده با این سیستم در صورت رعایت تمهیدات لازم به



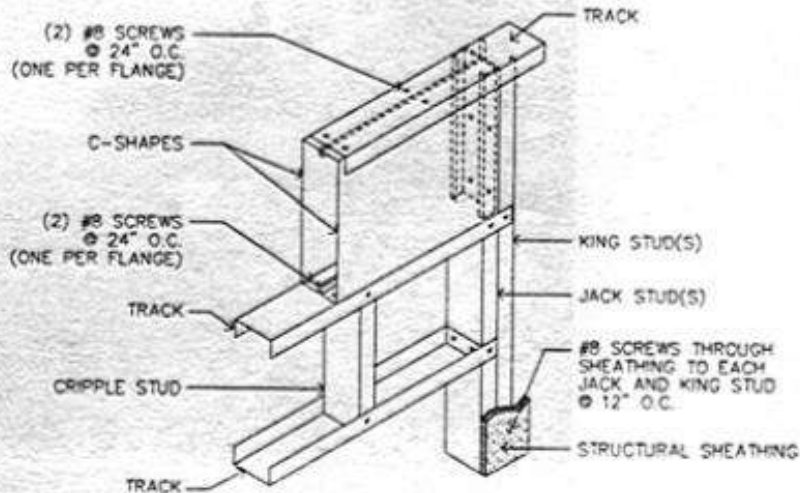


شکل ۱-۶ مقطع ترک

شکل ۱-۷ مقطع C شکل



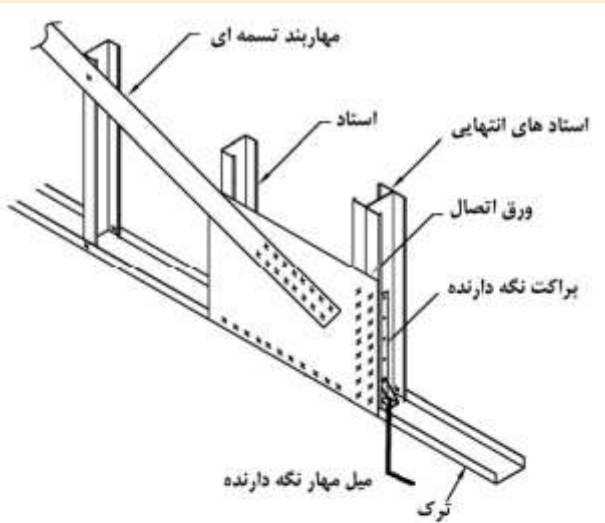
تصویر شماره ۶- اتصال سیستم LSF به فونداسیون



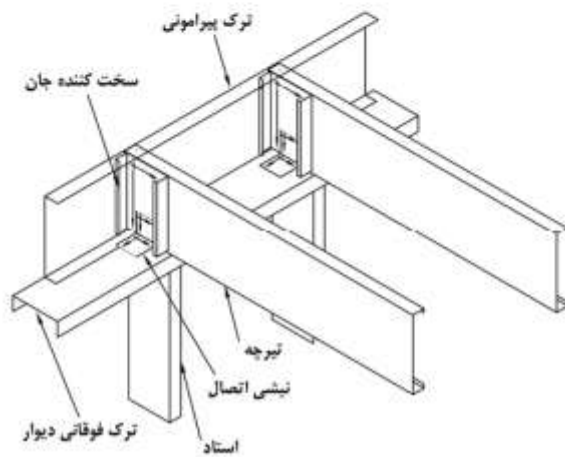
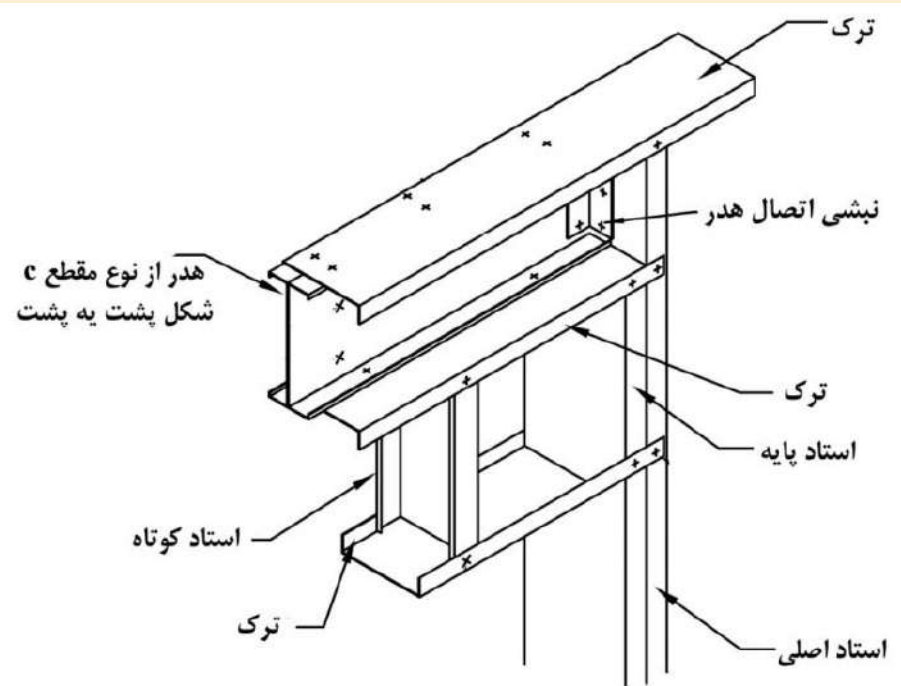
شماره ۳- اتصال اعضای سازه ای در سیستم LSF



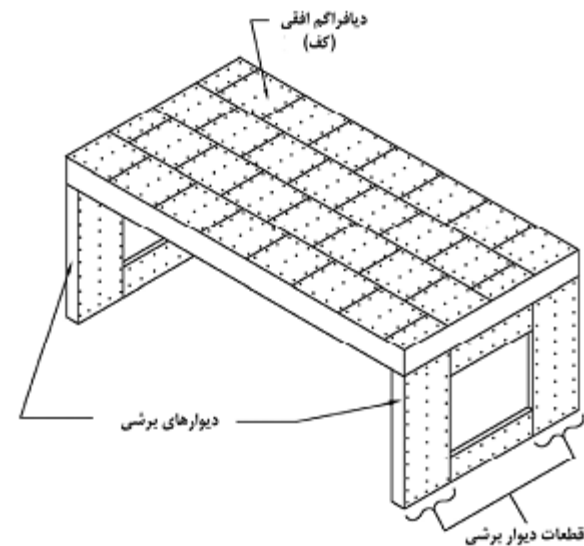
# قاب های سبک فولادی LSF



جزئیات دیوار قاب بندی شده سبک فولادی با مهاریندی تسمه ای قطری به



شکل ۴-۱ جزئیات اتصال تیرچه به قاب سبک فولادی



LSF طبقاتی بلند مرتبه در 10 طبقه

نخستین ساختمان LSF در 10 طبقه 2012





## ضوابط اجرایی

### ضوابط اجرایی

1. سطح محل اجرا باید دارای کف سازی اسلب بتنی کاملاً مسطح و تمیز باشد .  
اجرای سازه قبل از اسلب بتنی (کف سازی ) مجاز نیست . تأسیسات آب و فاضلاب همکف باید قبل از کف سازی انجام شده باشد.
2. بتن و ملات های محل اجرای سازه باید کاملاً خشک شده باشند . به جهت خاصیت قلیایی بسیار زیاد بتن و واکنش فعال با پوشش گالوانایز، از تماس مستقیم سازه با بتن و ملات مرطوب باید ممانعت به عمل آورد. برای بتن های عاری از کلرید نیازی به این امتناع نیست.
3. رانر کف پنل های دیوارهای جانبی باید از لبه ترد فونداسیون 1 اینچ ( 25 میلیمتر ) فاصله داشته باشند.
4. رانر باید بر روی کف خواب تخته ای یا عایق های پلی یورتان، پلی اتیلن یا ایزوله ای مناسب اجرا گردد.
5. نصب پنل های دیوارها و استادهای داخل قاب بندی باید شاقول و تراز و ثابت باشد. ابزارها و لوازم جانبی لازم برای نصب مطلوب باید استفاده شوند.
6. اتصال قاب های غیربرابر در قاب های سازه ای باید به شکلی باشد که در رفتار سازه ای و سختی جانبی قاب های برابر تأثیری نداشته باشد.
7. قاب ها پس از جای گذاری باید در محل هایی از سازه با نصب کابل هایی برای تخلیه بارهای الکتریکی به زمین متصل شده و بارهای الکتریکی طبقات بالا برای تخلیه به طبقات پایین سازه انتقال یابند. تابلوهای برق پروژه باید دارای ارت های تخلیه در پای هر تابلو باشند.



8. برای تخلیه ی بارالکتریکی ساختمان و نصب (Earthing) تعبیه ی چاه ارت برق گیر برای دفع حملات الکتریسیته ی رعد و برق ها و جریانات الکتریکی الزامی است . لازم است اتصال زمین و لحاظ نمودن آخرین پیشرفت ت های روز در زمینه احداث چاه ارت (استفاده از بنتونیت و سایر مواد کاهش دهنده مقاومت ) با مقاومت حداکثر ر 2 اهم اجرا شود . رعایت ضوابط چاه ارت بر اساس استانداردهای آن مانند VDE-0140 الزامی است.

9. محل های ساییده شده و خراش یده شده و مواضع و نقاط جوش کاری شده باید با پوشش گالوانیزه پاششی اصلاح و دوباره در حد استاندارد پوشیده شوند.

10. تمامی بولت ها و براکت های مورد استفاده باید دارای پوشش های گالوانایز، سندبلاست یا ضد زنگ زدگی و ضد خوردگی مناسب باشند.

11. بولت های قرارگرفته در مواضع دو استاد بسیار نزدیک به هم که غیرقابل دسترس، برای محکم کاری و به کارگیری ابزار می گردد، باید به حد فاصل استاد مجاور منتقل شوند.

12. محل جویست های اضافی یا قفل بندی جویست های مجاور دیواره ای بیرونی و درونی، بازشوها و دیگر نقاط که نیاز به تقویت و ساپورت دارند باید در طراحی ساخت سقف نشان داده شوند.

13. تدارک جویست اضافی بر ای پارتیشن های جد اکننده ی موازی جویست ها که طول آن ها بیش از نصف طول جویست می باشد و همچنین برای بازشوهای سقف و کف که یک یا چند عضو طولی را قطع کرده باشند.

14. در سازه های قاب فلزی سبک پیش از آنکه عوامل مؤثر در تخریب سازه در اثر نیروهای جانبی یا خستگی می باشند.

15. تمام تمهیدات لازم نظیر عوامل موسوم به «3B» مهاربندی ها (Bracing)، پل بندی ها (Bridging)، و قفل بندی ها (Blocking) جهت ممانعت از پیش از آنکه در هر یک از عناصر و مؤلفه های سازه ای قاب های دیوار، کف و سقف باید اعمال گردد.

16. لوله های عبوری از داخل قاب های دیوار به ویژه لوله های آب سرد باید با عایق های مناسب پوشیده شوند تا از تعرق در داخل قاب ممانعت به عمل آید.

17. آب بندی و عایق کاری رطوبتی و بخاربندی زیرسطح سازه از روی فونداسیون تا جداره ها و محل بازشوها و پوشش سقف باید به طور کامل انجام گیرد.
18. باید از حداکثر طول رول عایق بخاربندی و هوابندی برای پیچاندن آن به دور ساختمان استفاده شود. بستن عایق باید از پایین ساختمان شروع شود و هر لایه عایق که از بالای عایق پایینی شروع می شود باید به اندازه یک لایه 4 اینچی (10 سانتی متری) بر روی عایق پایینی قرار گیرد تا در محل مجاورت لایه ی عایق پایینی و لایه ی بالایی درز نفوذ هوا ایجاد نگردد.
19. هم راستایی محور انتقال نیروهای ناشی از بار طبقات بالا تا فونداسیون با قراردادن استادهای نیمه به اندازه عمق جان چوبست ها در داخل چوبست ها در امتداد استادهای طبقات بالا و راستای استادهای طبقه پایین تا فونداسیون تأمین گردد.
20. رواداری: نصب دیوارها و جداکننده ها بر روی خطوط مستقیم، عمود (شاقول) - تراز افقی و عمودی- بدون انحنا و انحراف یا عوارض دیگر، در محل های اتصال، به ازای هر 100 سانتی متر ارتفاع، یک میلیمتر رواداری خطا در تراز افقی و عمودی در طول و ارتفاع مجاز شمرده می شود. در قاب های افقی در هر طبقه نیز به ازای هر 120 سانتی متر، یک میلی متر رواداری خطا در هر جهت مجاز می باشد.
21. پوشش های (گیپسوم برد، پلاستر برد، سمنت برد، فایبرسمنت برد، پلاستوبرد، وودبرد، فایبرگلاس و ...) قاب بندی باید 1/2 اینچ (13 میلیمتر) از فونداسیون، کف و سقف، دیوارهای بتنی و بنایی فاصله داشته باشند.
22. پوشش های سمنت برد، گیپسوم برد، فایبر سمنت برد و پلاستر برد، در محل مجاورت با یکدیگر، باید با بتونه های الاستیک درزگیری شوند.



## الزامات سیستم ساختمانی قاب های سرد نورد شده (LSF) به شیوه اجرای طبقه ای

۶- کنترل سازه در مقابل بارباد بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران مبحث ششم و با در نظر گرفتن سیستم مقاوم در مقابل بار جانبی ناشی از زلزله که در بندهای ۱ و ۲ آورده شده است انجام گردد.

۷- رعایت محدودیت حداکثر بار زنده و مرده به ترتیب ۲۵۰ کیلوگرم بر متر مربع و ۳۵۰ کیلوگرم بر متر مربع برای سقف‌ها الزامی است.

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

۹- رعایت ضوابط فصل ۲۱ آئین‌نامه ACI 318-05 و ویرایش‌های پس از آن برای طراحی دیوارهای برشی بتن آرمه الزامی است.

۱۰- تأمین ضوابط دیافراگم صلب برای کلیه سقف‌ها الزامی است.

۱۱- کلیه اتصالات اعضاء قائم به اعضاء افقی می‌بایستی به گونه‌ای باشند که یکپارچگی اعضاء در ارتفاع سازه تأمین گردد.

۱- در مناطق با خطر نسبی کم، متوسط و زیاد (مطابق آئین‌نامه ۲۸۰۰ ایران) استفاده از این سیستم سازه‌ای به‌عنوان قاب ساختمانی ساده به همراه دیوار برشی بتن آرمه حداکثر در پنج طبقه یا ارتفاع ۱۸ متر از تراز پایه بلامانع است.

۲- استفاده از این سیستم در مناطق با خطر نسبی کم، متوسط و زیاد (مطابق آئین‌نامه ۲۸۰۰ ایران) تا حداکثر دو طبقه با ارتفاع ۷/۲۰ متر از تراز پایه، با اجرای مهاربندی قطری بلامانع است.

۳- به کارگیری این سیستم در مناطق لرزه خیز با خطر نسبی بسیار زیاد (مطابق آئین‌نامه ۲۸۰۰ ایران) مجاز نیست.

۴- بکارگیری حداکثر دهانه ۵ متر و حداکثر ارتفاع ناخالص (با احتساب ضخامت سقف) ۳/۶۰ متر برای هر طبقه در این سیستم مجاز می‌باشد.

۵- طراحی کلیه اجزاء و اتصالات بر اساس استاندارد AISI و طرح سازه‌ای و لرزه‌ای آن بر اساس آئین‌نامه‌های ASCE 2005-07، IBC 2003 و ویرایش‌های بعد از آن انجام

جدول ۳-۴ مقادیر ضریب رفتار ساختمان،  $R_u$ ، همراه با حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان  $H_m$

$H_m$ (متر)	$C_d$	$\Omega_0$	$R_u$	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی	سیستم سازه
۵۰	۵	۲/۵	۵	۱- دیوارهای برشی بتن‌آرمه ویژه	الف- سیستم دیوارهای باربر
۵۰	۴	۲/۵	۴	۲- دیوارهای برشی بتن‌آرمه متوسط	
-	۳/۵	۲/۵	۳/۵	۳- دیوارهای برشی بتن‌آرمه معمولی [۱]	
۱۵	۳	۲/۵	۳	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	
۱۵	۳/۵	۲	۴	۵- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و مهارهای تسمه‌ای فولادی	
۱۵	۴	۳	۵/۵	۶- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و صفحات پوشش فولادی	
۱۰	۳	۲	۳	۷- دیوارهای بتن‌پاششی سه‌بعدی	

- ۱۶- لازم است تمهیدات لازم جهت عدم مشارکت پانل‌های غیر باربر و جدا کننده‌ها در سختی جانبی سازه صورت پذیرد.
- ۱۷- لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران صورت پذیرد.
- ۱۸- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی و غیره می‌بایستی بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تأیید، بکار گرفته شود، در غیر این صورت اخذ تأییدیه فنی در این خصوص از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.
- ۱۹- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان رعایت گردد.
- ۲۰- در صورتی که عایق حرارتی به صورت پرکننده اجرا شود، باید نوع و ضخامت عایق، مقاومت حرارتی مورد نیاز را تأمین نماید.

- ۱۲- ضوابط مربوط به اجزاء اتصالی شامل پیچ خودکار، پیچ و مهره می‌بایستی مطابق آئین‌نامه AISC و استاندارد AISI تأمین گردد.
- ۱۳- در صورت استفاده از اتصالات جوشی، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضاء سرد نورد شده مطابق استاندارد AISI و آئین‌نامه‌های AWS و AISC الزامی است.
- ۱۴- سقف سازه‌ای این سیستم متشکل از تیرچه فلزی و دال بتن آرمه فوقانی به صورت مقطع مرکب می‌باشد که می‌بایستی بر مبنای ضوابط مقاطع مرکب مطابق آئین‌نامه AISC و دال‌های بتن آرمه بر مبنای آئین‌نامه ACI تأمین گردد.
- ۱۵- بکارگیری مصالح بنائی در دیوارهای خارجی و داخلی مجاز نمی‌باشد. حداکثر وزن متر مربع سطح دیوار تمام شده در جداکننده‌های داخلی نبایستی بیشتر از ۵۰ کیلوگرم بر متر مربع و در دیوارهای خارجی نبایستی بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع باشد.



شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره‌ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزاء ساختمانی الزامی است.

۲۴- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحد‌های مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین گردد.

۲۵- چنانچه مجموعه ضوابط، دستورالعمل و یا آئین‌نامه در خصوص این سیستم توسط این مرکز انتشار یابد، شرکت‌های تولید کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن می‌باشند.

۲۶- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

۲۱- به منظور کاهش اثر پل حرارتی، لازم است حد فاصل ستونک‌ها (Stud) و لایه خارجی جداره با نوعی عایق حرارتی متراکم پر گردد.

۲۲- لازم است ملاحظات کامل هوابندی در جداره‌های داخلی و خارجی، بازشوها و همچنین محل نصب اجزاء اتصالی نظیر پیچ و مهره، با توجه به اقلیم مورد نظر و نیز خطر میعان به عمل آید.

۲۳- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه

## دیوارهای غیر باربر سبک پیش ساخته LSF

صفحات دیواری سبک که از سیستم ساختمانی قاب‌های سبک سرد نورد شده منشعب می‌شوند قابل کاربرد در اکثر سیستم‌های ساختمانی می‌باشند. این صفحات دیواری بر اساس کاربرد اجزایی به نام Stud (وادار) و Track (تیرچه) شکل گرفته است و ساختار اصلی دیوارها از ترکیب نیمرخ‌های فولادی گالوانیزه سرد نورد شده، برپا می‌شود. مقطع مورد استفاده در این دیوارها C شکل می‌باشد که معمولاً با اتصالات مکانیکی به یکدیگر متصل می‌شوند. هر دیوار از تعدادی اجزای عمودی C شکل (وادار) به فواصل ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر که در بالا و پایین به اجزای افقی ناودانی شکل U یا C شکل (تیرچه) متصل شده‌اند، تشکیل می‌شوند. در صورتی که از مقاطع C شکل به عنوان تیرچه استفاده شود، لازم است برش کاری در محل نصب وادار انجام شود.

این سیستم، قابلیت بالایی برای نصب عایق حرارتی دارد. 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 زیگزاگی بین آنها حرکت می کند. در این حالت، وادارها به صورت پل حرارتی عمل نخواهند کرد و عایق کاری در شرایط بهتری انجام می شود. یکی دیگر از راه های عایق کاری دیوارها، نصب یک لایه حرارتی صلب در طرف خارجی قاب فلزی است.

عایق صوتی، از افزودن تخته گچی یا سیمانی در دو طرف عایق حرارتی (پشم شیشه) تامین می شود. از دیگر روش های ایجاد عایق صوتی در یک طبقه، استفاده از دیوارهای جداکننده با دو قاب مجزا از یکدیگر و نیز استفاده از وادارهای آکوستیکی می باشد.



## الزامات طراحی و اجرا برای دیوارهای غیر باربر سبک پیش‌ساخته LSF

- ۱- در نظر گرفتن تمهیدات لازم جهت عدم مشارکت این پانل‌ها در سختی جانبی سازه الزامی است.
- ۲- طراحی پانل‌های خارجی و اتصالات مربوطه در مقابل بار باد مطابق مقررات ملی ایران مبحث ششم انجام گیرد.
- ۳- حداکثر ارتفاع خالص مجاز پانل‌ها  $3/2$  متر می‌باشد.
- ۴- حداکثر وزن پانل‌های خارجی به  $100 \text{ kg/m}^2$  و پانل‌های داخلی به  $50 \text{ kg/m}^2$  محدود می‌گردد.
- ۵- رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی است.
- ۶- ضوابط مربوط به اجزاء اتصال شامل پیچ خودکار، پیچ و مهره می‌بایستی مطابق آئین‌نامه AISC و استاندارد AISI تأمین گردد.

## عایق

سیستم ساختمانی LSF بر اساس شرایط طراحی آن می‌بایست دارای تمهیدات عایق‌کاری مناسبی باشند. برای ساختمان LSF در هر نوع شرایطی 6 نوع عایق‌کاری باید انجام پذیرد:

1. عایق هوا بندی (Air Barrier)
2. عایق بخار بندی (Vapor Barrier)
3. عایق حرارتی (Thermal Insulation)
4. عایق صوتی (Acoustic)
5. عایق حریق (Fire resistance)
6. عایق آب بندی (Water Barrier)

نکته 1: گرچه گاهی با محصولی می‌توان به دو یا چند نوع عایق بندی رسید اما باید توجه داشت که اثرات هرکدام باید به تنهایی مورد بررسی و تأیید قرار گیرند.

نکته 2: با توجه به این که مواد و محصولات مختلفی در جهت رسیدن به راهکارهای فوق مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید به عوارض استفاده هر یک نسبت به محیط مورد استفاده ی آن توجه خاص شود. مانند استفاده از یشم سنگ برای فضای خانه یا عایق های پلی استایرن یا پروفیلین یا پلی یورتان های پاتشی که هرکدام باید نسبت به عوارض استفاده از آن در محیط مورد نظر تمهیدات خود را دارا باشند.

## استاندارد های عایق

عمده استانداردهای مورد استناد جهت عایق بندی:

### Standards ASTM C665

Compliance Federal Specification HH-I-521F—

– Curtain Wall and FIRESpan Insulation as Types I and III, Class A, Category 1 (0.02 perm, tested in accordance with ASTM E96 procedure)

– Safing Insulation as Types I and III, Class A, Category 1

– SAFB Blankets as Type I

– FS-15 Blankets as Type I

– FS-25 Blankets as Type III, Class A, Category 1

### ASTM C612

Federal Specification HH-I-558B—

– Curtain Wall Insulation (all) and FIRESpan Insulation (all) as Types 1A & 1B and 2 (0.02 perm, tested in accordance with

ASTM E96 procedure)

– Curtain Wall Insulation (CW 70, CW 90) and FIRESpan Insulation as Types 3 and 4 (0.02 perm, tested in

accordance with ASTM E96 procedure)

– Safing Insulation as Types 1A & 1B and 2

– Sound Attenuation Fire Blankets as Type 1A

ASTM E136 (rated noncombustible as defined by NFPA Standard 220 when tested according to ASTM E136)

– THERMAFIBER Safing Insulation

– THERMAFIBER Curtain Wall Insulation

– THERMAFIBER FIRESpan and FIRESpan SS Insulation



## پوشش

یوتشن‌های مورد استفاده برای ساختمان LSF از مصالح پیش ساخته و گاهی مصالح بنایی می‌باشند. این یوتشن‌ها بسته به محل استفاده و به دلیل تخییر ماهیت نوع خود بسته به نوع طراحی و اثر معماری در دو تقسیم بندی کلی یوتشن‌های داخلی و یوتشن خارجی قرار می‌گیرند:

1. یوتشن‌های داخلی

2. یوتشن خارجی

1. یوتشن‌های داخلی همگی از مصالح پیش ساخته با عنوان گچبرگ ها و سمنت بردهای مختلف می‌باشند:

1. گچسوم برد، فایبر گچسوم برد (گچبرگ)

2. پلاستر برد،

3. منیزیم برد،

4. سمنت برد، فایبرسمنت برد،

5. سمنت پلاست،

6. وودبرد، وودتایل،

7. نمای آجری،

8. استاکو XPS - استاکو (EPS) 8، استاکو، پلاستوفوم

9. وال پنل، روف پنل

10. ساندویچ پنل،

11. فایبرگلاس، گلا سبرد، گلاس تایل، گلاس بریک

پلی کلرید وینیل (PVC)، 12. پلاستوبرد

12. سرامیک تایل،

13. کرافت + رزین فنل + اوورلی (High pressure Laminate HPL) 15. کرافت برد

14. پلیمر برد، پلی کربنات تایل،

15. آکرلیک تایل، پلکسی گلاس،

2. پوشش‌های خارجی بسته به نوع طراحی از گچبرگ‌ها، سمنت بردها، انواع مصالح بنایی یا پیش‌ساخته می‌باشند:

1. گچسوم برد، فایبر گچسوم برد (گچبرگ)

2. پلاستر برد،

3. منیزیم برد،

4. سمنت برد، فایبرسمنت برد،

5. سمنت پلاست،

6. وودبرد، وودتایل،

7. نمای آجری،

8. استاکو XPS، استاکو (8 EPS) . استاکو، پلاستوفوم

9. وال پنل، روف پنل

10. ساندویچ پنل،

11. فایبرگلاس، گلا سبرد، گلاس تایل، گلاس بریک

12. پلی کلرید وینیل (12 PVC) . پلاستوبرد

13. آلومینیوم برد-تایل-پنل

14. سرامیک تایل،

15. کرافت + رزین فنل + اوورلی (15) High pressure Laminate HPL . کرافت برد

16. پلیمر برد، پلی کریئات تایل،

17. آکریلیک تایل، پلکسی گلاس،

18. فوتو ولتائیک فیلم

## اجرای سیستم L.S.F



سازه های سقف نیز طبق روال بقیه اعضا و با کمک اعضای واسطه به بدنه پانل های باربر اتصال می یابند.



## اجرای سیستم L.S.F



پس از انتقال پانل‌ها به کارگاه ساختمانی، باید هر پانل را به طور مجزا و در محل خود (مطابق نقشه‌های اجرایی استخراج شده از پلان معماری) نصب نمود.

## اجرای سیستم L.S.F

اجرای سریع پوشش نهایی سطوح در مرحله نازک کاری



یکی از مزایای قابل رقابت L.S.F با سیستم های رایج، توانایی اجرای سریع پوشش نهایی سطوح داخلی با استفاده از صفحات خشک گچی است که توقف زمانی بنا در مرحله سفیدکاری سنتی را تا حد قابل توجهی کاهش می دهد.



# اجرای سازه های با سیستم صفحات سه بعدی پیش ساخته سبک

# 3DPanel



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



بررسی و ارزیابی چند سیستم مطرح  
در پروژه های انبوه سازی ساختمان های مسکونی

## سیستم صفحات ساندویچی با بتن پاششی (3D) Lightweight Three Dimensional Sandwich Panels

دکتر بهروز کاری، دکتر رسول احمدی

و همکاران

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

## دستورالعمل طراحی، ساخت و اجرای سامانه های پانلی سه بعدی

(تجدید نظر اول)

نشریه شماره ۳۸۵

معاونت نظارت راهبردی

امور نظام قنی

Nezamfanni.ir

# پانل های سه بعدی (3D Panel)



- باربر
- غیر باربر

## ساختمان پانل 3D

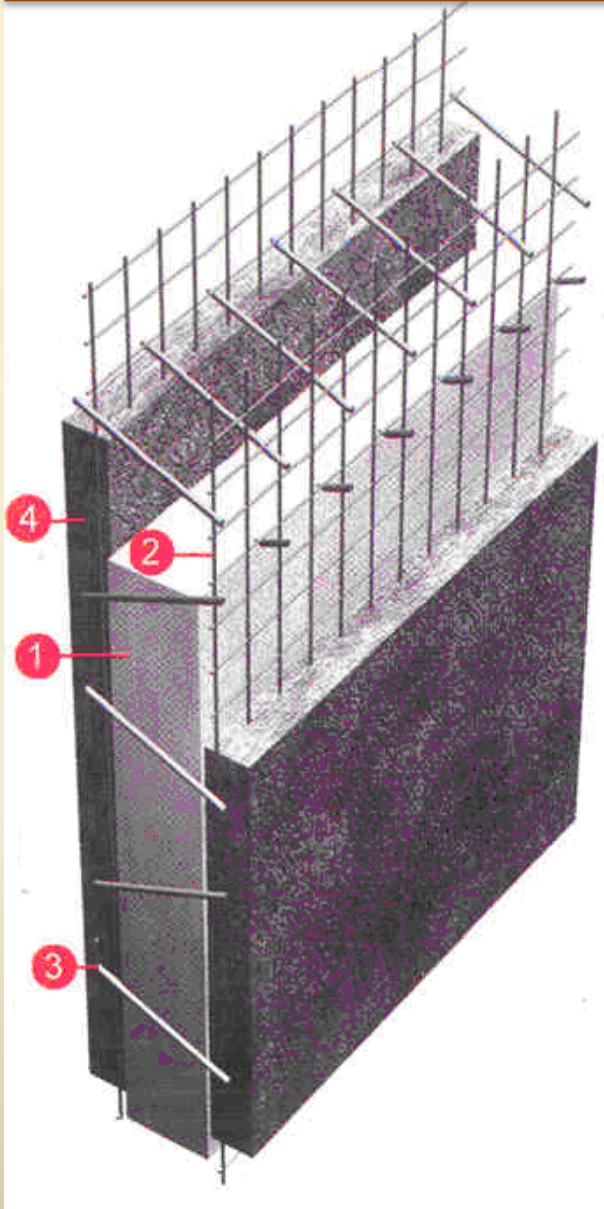
هسته عایق (Expanded Poly Styrene)

شبكة مفتول های گالوانیزه

میلگردهای خریایی یا برشگیرها (Cross Wires)

بتن پاشیده شده روی پانل (Shotcrete)

- این پانل ها به دو نوع باربر و غیرباربر تقسیم می شوند.





## پانل های تک لایه باربر ساندویچی 3D

- اجزای پانل شامل یک شبکه خرپایی فضایی از میلگردهای ساده به قطر کوچک (مدور ۴-۳/۵ میلیمتر)، یک لایه ورق پلی استایرن و دو لایه بتن پوششی است.
- ابتدا شبکه جوش شده لایه تحتانی به وسیله جوش نقطه اتوماتیک ساخته شده و سپس ورقه ساخته شده از ماده پلی استایرن به ضخامت ۴ الی ۹ سانتی متر در بین دو شبکه جوش شده فولادی قرار می گیرد.
- در این مرحله دستگاه، فولادهای مورب را از داخل ورقه پلی استایرن عبور می دهد و انتهای این فولادها به شبکه لایه تحتانی جوش می شود
- لایه فوقانی روی مجموعه قرار می گیرد و به انتهای دیگر قطعات فولادی مورب جوش می شود؛
- ورق پلی استایرن علاوه بر نقش پرکنندگی، وظیفه عایق حرارتی، برودتی و صوتی را به عهده دارد.
- میلگردهای مورب شبکه خرپایی که از داخل ورق پلی استایرن عبور می کنند، دو شبکه فولادی را در جهت طولی پانل به یکدیگر متصل می کنند و تشکیل خرپا می دهند.
- سپس در دو سمت ورق پلی استایرن، بتن ریزدانه ای، به ضخامت ۴ الی ۷ سانتی متر پاشیده می شود.

## پانل های غیرباربر 3D

- پانل های غیرباربر 3D، تنها به عنوان دیوارهای جدا کننده مورد استفاده قرار می گیرد. این پانل ها، در قطعاتی با عرض یک و طول سه متر در کارخانه تولید می شود.
- این قطعات در محل کارگاه، در موقعیت خود قرار داده می شوند و به یکدیگر و به سازه متصل میگردند و عملیات پاشش بتن مطابق شرح پیش گفته درباره دیوارهای باربر انجام می شود.

ساختمان های نیمه پیش ساخته با صفحات منفرد ساندویچی 3D، بنا به ملاحظات لرزه ای، انرژی، حریق و آکوستیک برای احداث ساختمان ها، پانل 3D شامل یک شبکه خرپای فضایی از میلگردهای ساده، یک لایه پلی استایرن و دو لایه بتن پوششی در طرفین است. شبکه خرپای فضایی، از اتصال شبکه های فولادی ساخته شده به روش جوش نقطه ای اتوماتیک توسط، میلگردهای مورب حاصل می شود. در تولید این پانل ها، ابتدا لایه پلی استایرن به ضخامت 4 الی 9 سانتی متر، روی شبکه فولادی تحتانی قرار گرفته و میلگردهای مورب توسط دستگاه، از داخل لایه پلی استایرن عبور داده شده و به شبکه فولادی تحتانی جوش می شوند. در مرحله بعد، شبکه فولادی فوقانی بر روی مجموعه قرار گرفته و به میلگردهای مورب جوش داده می شود. در این سیستم بازشوها در زمان تولید در کارخانه و یا قبل از نصب، تعبیه شده، و تقویت های لازم در گوشه ها با استفاده از شبکه فولادی انجام شود.



لازم است پانل‌ها برای تحمل برش و خمش وارده در سقف و تحمل بار محوری و برش عرضی در دیوارها طراحی شوند و جزئیات لازم برای یکپارچه نمودن اجزاء سیستم به دقت مورد توجه قرار گیرد. در این پانل‌ها، لایه پلی استایرن علاوه بر نقش قالب‌بندی، در عایق‌کاری حرارتی، برودتی و صوتی نیز موثر است. پانل‌های 3D در قطعاتی با عرض یک متر و طول سه متر در کارخانه تولید می‌شوند. پس از حمل به کارگاه و اجرای زیرسازی مناسب، در موقعیت خود قرار داده شده و به یکدیگر متصل می‌شوند. پس از نصب و اجرای تاسیسات برقی و مکانیکی لازم، دو سمت پانل‌ها به ضخامت 4 الی 7 سانتی‌متر با بتن ریزدانه بتن‌پاشی می‌شود. پس از

انجام بتن پاشی، سطح بتن در دو مرحله به وسیله ماله تخته‌ای و ماله فلزی پرداخت می‌شود.

مزایای این سیستم در سه بخش معماری، سازه و اقتصادی عبارتند از: انعطاف‌پذیری پانل‌های ساندویچی برای ایجاد اشکال مختلف در بازشوها و فضاهای داخلی ساختمان، افزایش فضای مفید به دلیل ضخامت کم پانل‌ها، کاهش جرم ساختمان، باز پخش بیش‌تر نیرو به دلیل پیوستگی بین دیوارها و سقف، سهولت نصب پانل‌ها، کاهش زمان اجرای پروژه و نیروی انسانی مورد نیاز، امکان احداث سریع ساختمان و اسکان آسیب دیدگان ناشی از بلایای طبیعی. هم‌چنین از نقطه ضعف این سیستم می‌توان موارد زیر را برشمرد: ترد بودن فولادهای پیش‌کشیده، دشواری رعایت رواداری‌ها به هنگام نصب و شاقول کردن پانل‌ها، دشواری کنترل ضخامت بتن پاشیده، عدم امکان ایجاد حفره در داخل بتن پاشیده شده داخل اتصال، عدم دست یافتن به مقاومت‌های بالای بتن، امکان ایجاد خوردگی در شبکه فولادی، عدم امکان دسترسی برای تعمیر یا اصلاح مسیر تأسیساتی. این سیستم در زمینه‌های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.

## ۸-۵- تعداد طبقات و حداکثر ارتفاع مجاز

۸-۵-۱-

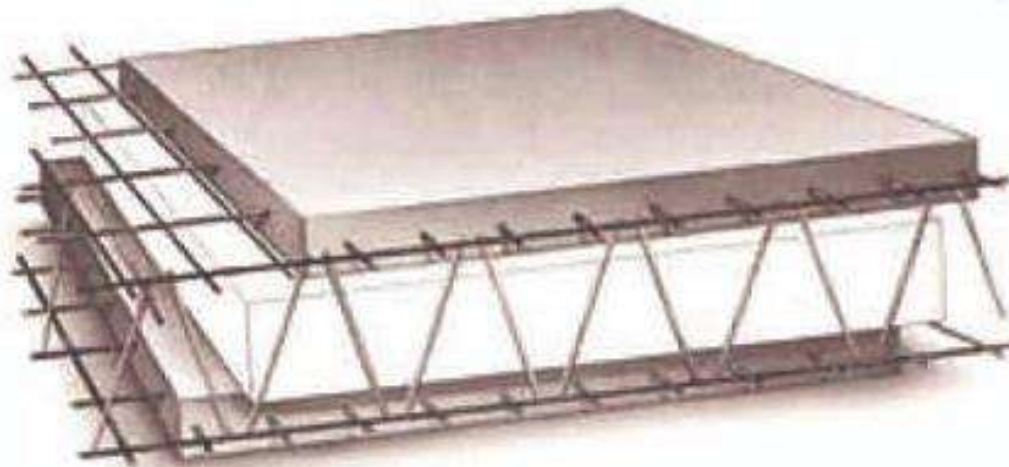
تعداد طبقات و ارتفاع مجاز سامانه های پانلی کامل، ۴ طبقه با حداکثر ۱۵ متر از تراز پایه است.

برای ساختمان های با اهمیت زیاد، تعداد طبقات و ارتفاع مجاز به ۳ طبقه با حداکثر ۱۲ متر از تراز پایه محدود می گردد.

برای ساختمان های با اهمیت خیلی زیاد، تعداد طبقات و ارتفاع مجاز به ۲ طبقه با حداکثر ۱۰ متر از تراز پایه محدود می گردد.



دیوارهای غیرباربر 3D، شامل یک شبکه خرپای فضایی از میلگردهای ساده به قطر ۳ الی ۵ میلیمتر، یک لایه پلی استایرن و دو لایه بتن پوششی در طرفین هستند و تنها به عنوان دیوارهای جداکننده مورد استفاده قرار می گیرند. شبکه خرپای فضایی به کار رفته، مشخصات مصالح و روند تولید این پانل ها، مشابه پانل های باربر می باشد. در این پانل ها، لایه پلی استایرن علاوه بر نقش قالب بندی، در عایق کاری حرارتی، برودتی و صوتی نیز موثر است. پانل های 3D در قطعاتی با عرض یک متر و طول سه متر در کارخانه تولید می شوند. پس از حمل به کارگاه و اجرای



## مزایای سیستم

سبکی

عایق بودن (کاهش تبادل انرژی حرارتی و صوتی)

صرفه جوئی در مصرف فولاد

عدم نیاز به نیروی متخصص

امکان تهیه مواد اولیه در داخل کشور

افزایش زیربنا

اقتصادی بودن

مقاوم در برابر زلزله

اجرای راحت تاسیسات مکانیکی و برقی

## معایب سیستم

محدودیت از نظر معماری

عدم فرهنگ ساخت و ساز با این سیستم

اتکا به سیمان به عنوان ماده اصلی

عدم امکان ویبراسیون بتن

حیوانات جونده

عدم اجرای کامل در دیوارهای جنب همسایه (درز انبساط)





شکل ۷ کلاف بندی دیوار و سقف پانل سه بعدی



شکل ۱۸ کاربرد شبکه فلزی مضاعف، و میل‌گردها برای تقویت اتصال دیوار و سقف

در صورتی که در محل اتصال دو پانل دیواری مجاور هم‌سطح، کلاف عمودی در نظر گرفته شده باشد، میل‌گردهای T شکل، از دو طرف کلاف، اتصال کلاف به پانل‌ها را تأمین می‌کنند (شکل ۱۹).



شکل ۱۹ کاربرد میل‌گردهای T شکل برای اتصال شناژ به پانل‌ها و خاموت‌بندی شناژ





# شکل گیری و موقعیت و عملکرد شرکت پولادمشبک ایستا



این شرکت اولین تولید کننده پانلهای ساختمانی سه بعدی باعایق پلی استایرن در ایران می باشد که پس از طی مراحل تولید آزمایشی در مهرماه سال 1376 با معرفی پائل ساختمانی "پوما" به صنعت ساختمان کشور، تولیدانبوه خود را آغاز نمود.

اولین پروژه انبوه سازی مسکن در منطقه زلزله زده جنوب خراسان و در روستای مرزی و دور افتاده گزخت، توسط این شرکت به اجرا درآمد و در پی ساخت و سازهای دیگری انجام



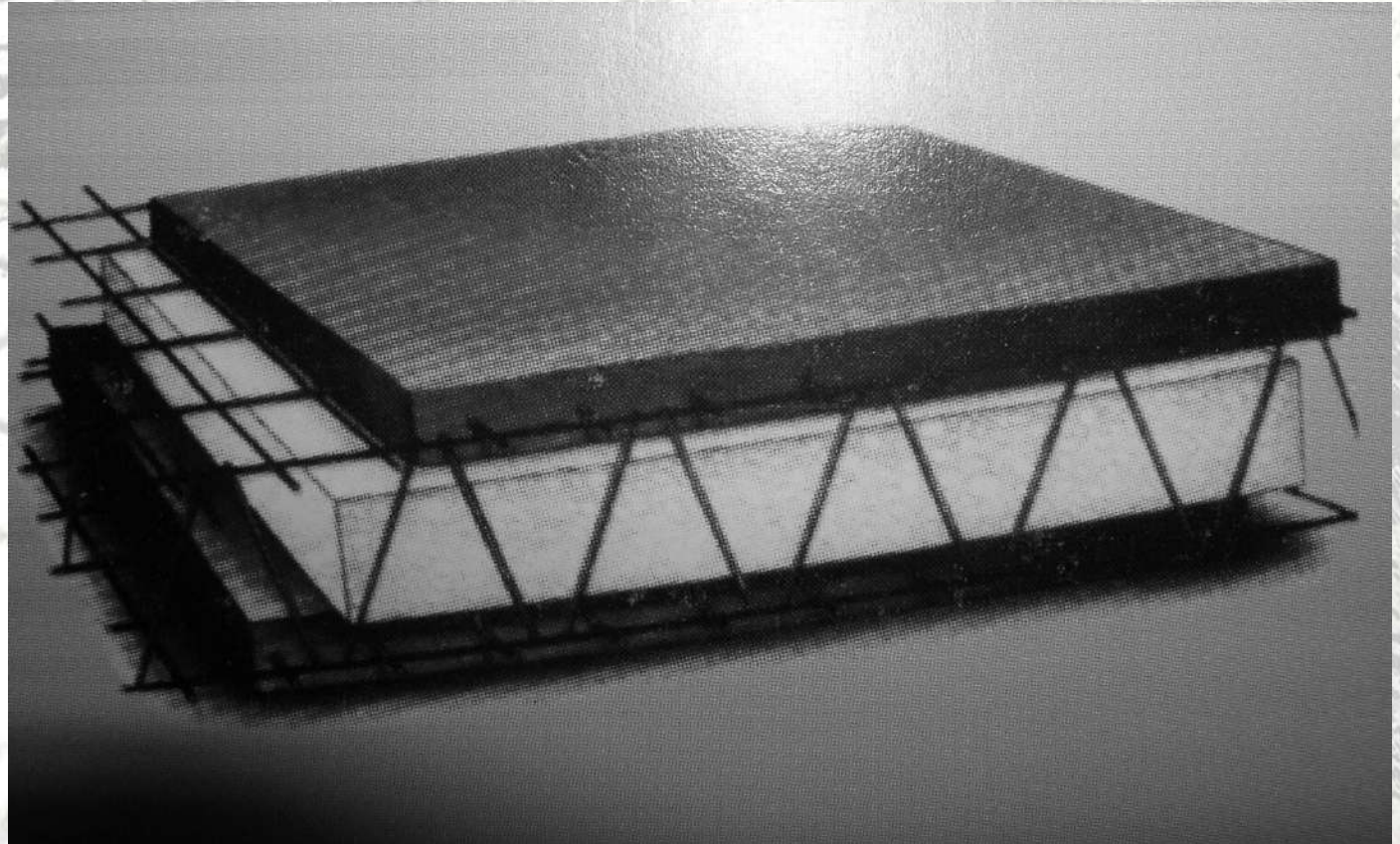
## مشخصات پانلهای پیش ساخته پوما

– پانل پوما، از دو سطح مشبک مفتولی با چشمه های  $5 \times 5$  cm و سقف یکنواخت تشکیل شده است که این دو صفحه مشبک به فاصله 5 یا 7.5 و یا 10 از یکدیگر (در سقف در دهانه های بیش از 3.5 متر ضخامت پانل 20 سانتیمتر است) بوسیله همین مفتولها ثابت و به یکدیگر جوش شده اند. قطر مفتولهای به کار رفته در این پانل سه بعدی 2.5 و 4 یا 6 میلیمتر میباشد. (مقاومت کششی مفتولهای مصرفی حداقل 4000 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد). پانلها با عرض ثابت 110 و طول 3 متر تولید میگردد و در صورت نیاز به طول بلندتر پانلها در محل اجرا به کمک نوار شبکه به یکدیگر دوخته میشوند.



## اجرای سازه های با سیستم صفحات سه بعدی پیش ساخته سبک 3D

---





## اجرای سازه های با سیستم صفحات سه بعدی پیش ساخته سبک 3D



## اجرای سازه های با سیستم صفحات سه بعدی پیش ساخته سبک 3D





## عایق داخل پانل پوما:

- بین دو سطح مشبک ماده عایقی از جنس پلی استالین و یا عایقهای شناخته شده دیگر قرار دارد که کاربرد این عایقها در جلوگیری از تبادل حرارت، برودت و صدا به تناسب موقعیت ساختمان عملکرد مطلوبی دارد. آزمایشات انجام شده بر روی یک قطعه پانل پوما که شرایط مناسب ساخت و نصب و بتن پاشی را گذرانیده باشند نشان داده است که دیوار 10 سانتیمتری در پوما (شبهه 7.5 با عایق 6 سانتیمتری پلی استایرن و اندود سیمانی طرفین معادل 60 سانتیمتر دیوار آجری خاصیت عایق بودن داراست.



## تیپ بندی پانلهای پوما:

- الف: پانلهای دیواری پوما با مفتول 2.5 سانتیمتر شبکه جوشی 5\*5 سانتیمتر طرفین در سه تیپ:
- الف\_1 (تیپ 1): به ضخامت 5 سانتیمتر با 3 سانتیمتر عایق پلی استایرن
- الف\_2 (تیپ 2): به ضخامت 7.5 سانتیمتر با 4 سانتیمتر عایق پلی استایرن
- الف\_3 (تیپ 3): به ضخامت 10 سانتیمتر با 6 سانتیمتر عایق پلی استایرن

- ب\_ پانلهای سقفی پوما با شبکه جوشی  $5*5$  سانتیمتر از مفتول 2.5 میلیمتری یک طرف و شبکه جوشی  $10*10$  سانتیمتر با مفتول 4 میلیمتر طرف دیگر در 2 تیپ:
- ب\_1 (تیپ 1): به ضخامت 10 سانتیمتر با 6 سانتیمتر عایق پلی استایرن (دهانه 3.5 متر)
- ب\_2 (تیپ 2): به ضخامت 20 سانتیمتر با 6 سانتیمتر عایق پلی استایرن (دهانه 3.5 متر)
- ب\_2 (تیپ 2): به ضخامت 20 سانتیمتر با 15 سانتیمتر عایق پلی استایرن (دهانه بیش از 3.5 متر)



- ج\_ شبکه های اتصال نواری و گونیا با شبکه جوشی 5\*5 از مفتول 2.5 سانتیمتری:

- ج\_1 (تیپ 1): شبکه اتصال با عرض 20 سانتیمتر

- ج\_2 (تیپ 2): شبکه اتصال با عرض 25 سانتیمتر

- ج\_3 (تیپ 3): شبکه اتصال با عرض 33 سانتیمتر

- ج\_4 (تیپ 4): شبکه اتصال گونیا

- ج\_5 (تیپ 5): شبکه اتصال U

- نکته: منظور از ضخامت پانل پومافاصله عرض بین دو شبکه جوشی طرفین + ضخامت عایق پلی استایرن میباشد.



## توضیح:

- 1- در برآورد مقدار پانل و اتصالات موردنیاز، به این نکته توجه شود که در مرحله اجرا هر متر مربع پانل حداقل به 2 متر طول شبکه نیاز دارد
- 2- در هر قسمت از ساختمان که دیوارها عمود بر یکدیگر قرار میگیرند، طرفین تمامی کنجها با شبکه گونیا مستحکم شده و سپس ملات پاشی انجام میشود.
- 3- پانلهای سقفی پوما به همراه تیرچه سقفی، متناسب با وضعیت جغرافیایی منطقه برابر آیین نامه های معتبر محاسبه و تولید میگردد که جهت ارائه قیمت پانل سقفی آگاهی از وضعیت اقلیمی منتقه اجرا ضروری میباشد.



- کاربرد پوما در ساختمان:
- پانل پوما را میتوان جهت دیوارهای خارجی و تیغه بندی های داخلی ساختمان ها به کار گرفت. بیشترین کاربرد این محصول در ساختمانهای مرتفع میباشد. زیرا در طراحی و ساخت چنین ساختمانهایی کاهش منطقی وزن مصالح (بار مرده) مدنظر میباشد که با استفاده از این محصول دستیابی به این مهم مقدور میگردد. زیرا وزن یک متر مربع دیوار آجری 22 سانتیمتر با ملات ماسه سیمان اندود طرفین بیش از 500 کیلوگرم میباشد و طبعاً به کار گیری پوما کاهش بار مرده ساختمانهای بلند مرتبه را به طرز حیرت آوری موجب میگردد.



- با پانلهای پوما میتوان ساختمانهای یک یا دو طبقه (حتی ارتفاع 3 تا 4 طبقه) بدون استفاده از اسکلت فلزی یا بتنی بنا کرد و به عنوان دیوارهای باربری تقسیم کننده و همینطور در سقف از آن بهره گرفت. کاربرد دیگر این پانلها در برج سازی و طرحهای خاص معماری میباشد.
- پانل پوما به جهت خود ایستا بودن در اجرای دیوار بلند سالنهای سوله و سیلوها و آشیانه های هواپیما کاربرد موثر و مطمئن است.





## کاربرد پوما در صنایع نفت و پتروشیمی و آب و فاضلاب:

- ایجاد حفاظ بتنی مسلح عایق دار بر روی جداره خارجی مخازن فلزی مواد نفتی و آمونیاک و همچنین منابع فلزی و یا بتنی آب و فاضلاب نیز یکی دیگر از ویژگیهای منحصر به فرد پوما می باشد. ساخت مخازن هوایی آب مصرفی شهرها و روستاها در نقاط گرمسیر و یا سردسیر کور با پانلهای پوما موجب صرفه جویی در مصرف آب و انرژی خواهد بود.



## روش نصب پانل 3d:

- 1- علامت زدن محل دیوارها روی زمین



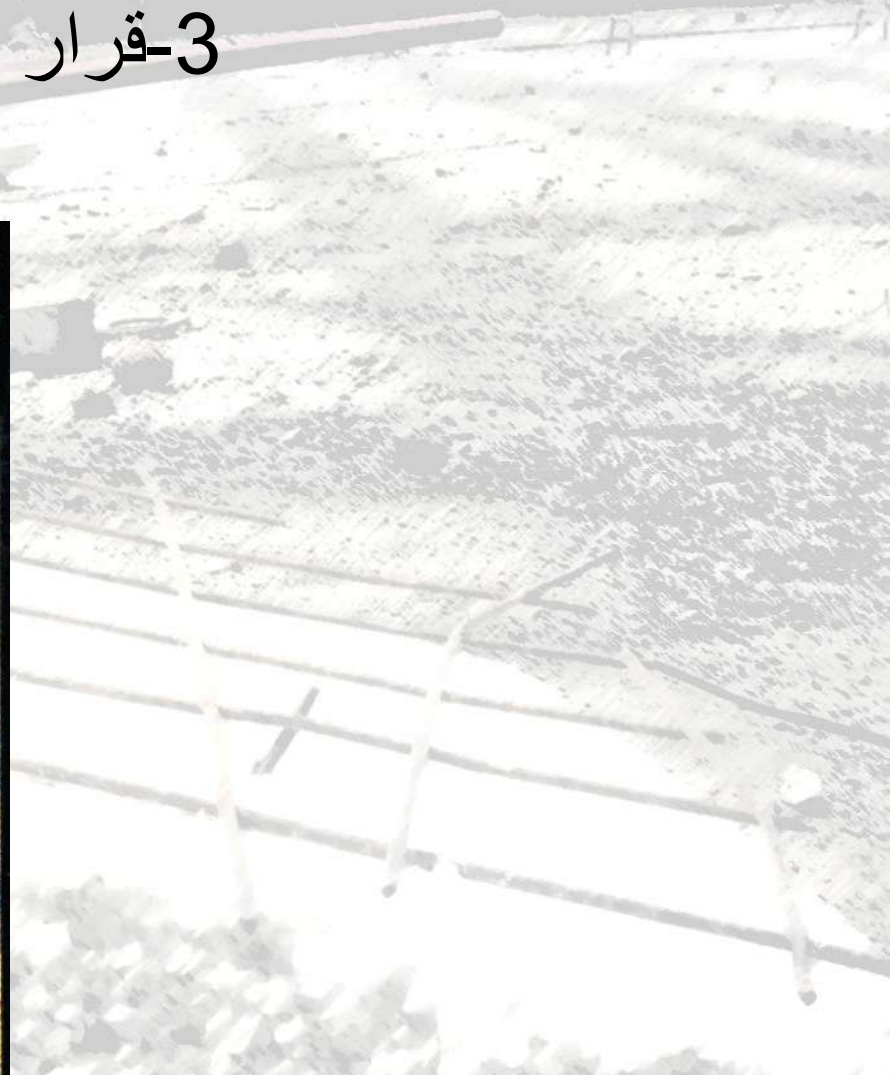


## 2\_ اتصال میلگرد انتظار به ستونها و پانلهای ساختمان



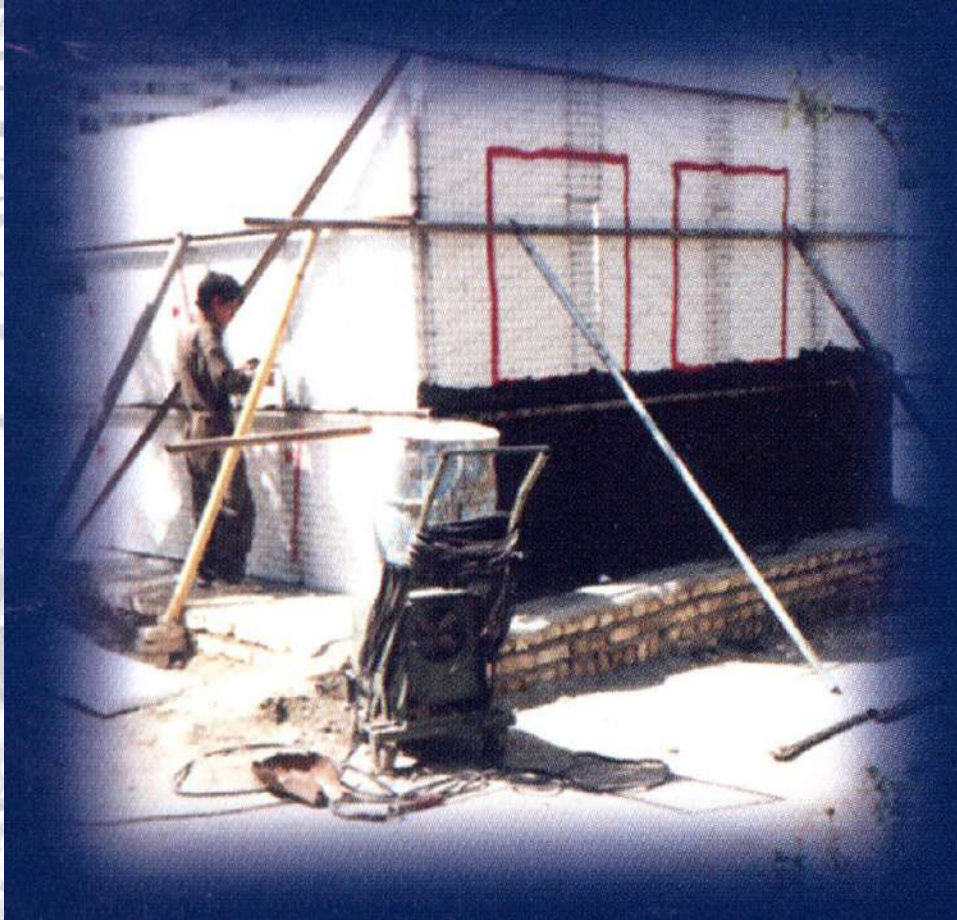


- 3-قرار دادن پانلها در محل مورد نظر





- 4- شاغول کردن دیوارهای پانل





- 5-اتصال به وسیله سیم زدن بین میل گرد انتظار  
میلگرد شبکه پانل



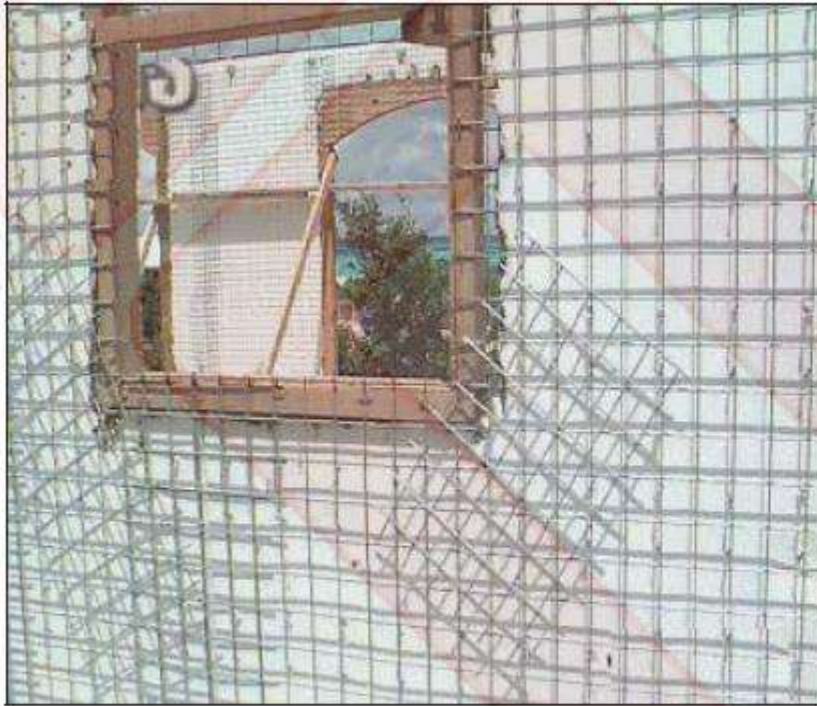


- 6- علامت زدن محل بازشوها
- 7- برش بازشوها و قطع کردن سیمهای شبکه به محل برش





## • 7- برش باز شوها و قطع کردن سیمهای شبکه به محل برش



شکل ۳۹ جاگذاری قاب باز شو و تقویت شبکه فلزی

- 8-حرارت دادن لایه پلی استایرن در محل عبور لوله های تاسیساتی و انجام کارهای تاسیسات برقی و مکانیکی



روش عبور دادن لوله های برق ، تلفن ،  
گاز و آب از داخل شبکه پانل

Way of passing water and power, gas and telephone  
pipes

روش ذوب کردن پلی استایرن در داخل شبکه، بوسیله  
هوای گرم فشرده ، جهت عبور دادن لوله های تاسیسات

Way of melting polystyrene inside the grill by Hot-compressed air which is  
used for instalatin.





## اجرای سازه های با سیستم صفحات سه بعدی پیش ساخته سبک 3D



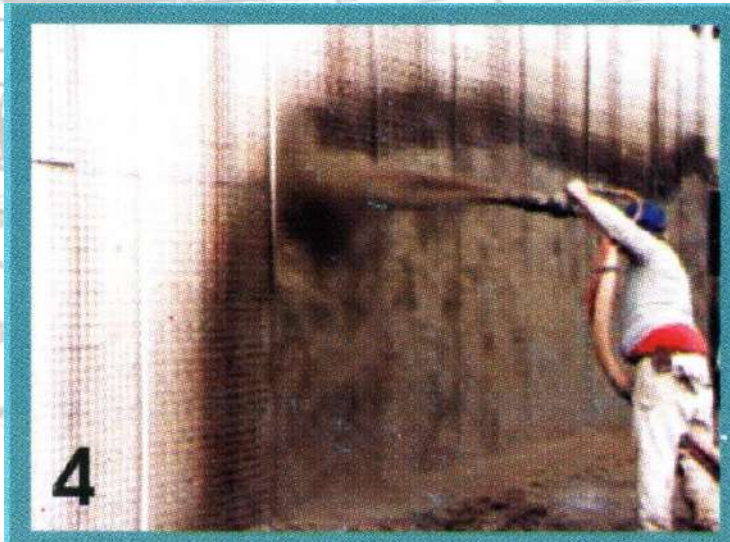
شکل ۴۴ قطع شبکه فلزی برای عبور مدارها و پوشش مجدد آن



شکل ۴۵ قوطی ها و ترمینال های تاسیسات



# • 9- پاشیدن سیمان یا بتن توسط دستگاه شاتگریت و شمشه گیری آنها.



جدول ۲ حداکثر مقدار اتلاف ناشی از برگشت بتن پاشی

سطح	درصد بازگشت مصالح
کف یا سقف	۰ - ۵
دیوارهای قائم یا شیب دار	۵ - ۱۰
کار در شرایط بالای سر	۱۰ - ۲۰

## • 10- به کار بردن مصالح نازک کازی بر روی شبکه

- پلی استایرن 2 نوع میباشد: نوع نسوز و نوعی که در مقابل حرارت میسوزد.
- 9- پاشیدن سیمان یا بتن توسط دستگاه شاگریت
- در این پانلها از نوع پلی استایرن نسوز استفاده میشود که فقط در مقابل حرارت جمع میشود و جا را برای عبور لوله های تاسیساتی باز میگذارد.



## مزایای استفاده از پانل پوما:

- سبکی دیوارها و سقف در نتیجه کاهش اسکلت و وزن بار مرده ساختمان(در هر 100 متر مربع زیر بنا حداقل 10 تن کاهش)
- رفتار مناسب در برابر نیروهای زلزله به علت یکنواختی المانهای سازه ای(10 تا 15 درصد افزایش مقاومت سازه)
- ساخت ویلاها و ساختمانهایی تا 4 طبقه بدون اسکلت(حد اکثر 25 کیلوگرم آهن در 100 متر مربع ساختمان و 20 درصد کاهش هزینه ساخت)یعنی این سازه در دیوارهابه عنوان دیوار برشی و در سقف به صورت دال دو طرفه عمل میکند.
- حذف یا کاهش بادبندها در ساختمان(پانل رفتار سازه ای  $R=5$ )را دارا میباشد
- افزایش عمر مفید ساختمان(حد اقل 20 سال افزایش عمر مفید)
- افزایش فضای مفید(هر 100 متر مربع زیربنا حداقل 2 متر مربع فضای مفید بیشتر)
- عایق مناسب در مقابل حرارت و برودت ، صدا و رطوبت(90-100% عایق)
- سرعت قابل ملاحظه در ساخت و ساز(حد اقل 80 متر مربعدر یک روز برای یک اکیپ)

- کاهش هزینه های اجرایی تاسیسات پروژه (حد اقل 30% کاهش هزینه)
- سادگی اجرای ساختمان در نتیجه کنترل مهندسی بهتر و آزادی عمل در اجرای طرحهای متنوع به علت انعطاف پذیری این قطعات
- سهولت در حمل و نقل و انعطاف پذیری در اجرای طرحهای متنوع و سهولت بالا کشیدن پانلها در ارتفاع
- حداقل نمودن بتن و فولاد مصرفی در سازه و حفظ سرمایه ملی
- قابلیت یکپارچه سازی دیوار ها با توجه به طولهای 3-12 متری پانل
- حداقل نمودن هزینه های اجرای پروژه (40% کاهش در زمان اجرا )
- امکان تولید انبوه در مدت زمان کم
- در صورت انجام محاسبات سازه با لحاظ نمودن این سیستم میتوان حد اقل در هر متر مربع 60000ریال کاهش هزینه نمود.



### اجرای سازه های با سیستم صفحات سه بعدی پیش ساخته سبک 3D

دیوار ۲۲ Cm آجری	دیوار ۲۰ Cm سفالی	دیوار ۱۰ Cm پوما	نوع محصول خصوصیات
۴۲۰ Kg/m <sup>2</sup>	۲۰۰ Kg/m <sup>2</sup>	۱۲۰ Kg/m <sup>2</sup>	وزن
۱/۰۵ λ	۱/۱ λ	۰/۰۴۴ λ	ضریب انتقال حرارت
۲۵ db	۲۸ db	۴۳ db	قابلیت عایق صوت
۸۵ m <sup>2</sup>	۹۰ m <sup>2</sup>	۲۵۰ m <sup>2</sup>	ظرفیت بارگیری کامیون ۶ چرخ
۲۸ m <sup>2</sup>	۵۶ m <sup>2</sup>	۱۱۲ m <sup>2</sup>	سرعت اجرا یک گروه ۴ نفره در یک شیفت کاری
—	—	✓	قابلیت باربری
✓	✓	—	نیاز به گچ و خاک
✓	✓	—	نیاز به نعل درگاه
—	—	✓	قابلیت تحمل بار جانبی
✓	✓	—	پرت مصالح
✓	✓	—	نیاز به بادبند
—	—	✓	درگیری با قاب پیرامون
✓	✓	—	کنده کاری تاسیساتی
✓	✓	—	نخاله ناشی از کنده کاری



- مقاومت در برابر آتش سوزی به علت وجود قشر های بتنی طرفین پانل
- نفوذ ناپذیری ساختمان در برابر حشرات
- امکان به کارگیری در مناطق صعب العبور جهت احداث ساختمان بدون نیاز به کارگران متخصص
- عبور دادن لوله های آب و فاضلاب و برق و تلفن به سادگی از زیر شبکه پانل قبل از بتن پاشی و کلا اجرای تاسیسات ساختمان با کمترین هزینه

## اجرای سازه های با سیستم صفحات سه بعدی پیش ساخته سبک 3D





### اجرای سازه های با سیستم صفحات سه بعدی پیش ساخته سبک 3D



با تشکر از توجه شما

