

معرفی وامکان سنجی سیستم قاب سبک فلزی در صنعت ساختمان

کلیات

نیازمبرم جامعه به مسکن این واقعیت را آشکار کرده است که استفاده از سیستم سنتی در امر ساخت و ساز پاسخگوی نیاز جامعه نخواهد بود. یکی از روشهای نوینی که در صنعت ساخت و ساز مطرح است، سیستم ساختمانی با پتانسیل تولید صنعتی و پیش ساخته است که نیازهای کمی و کیفی بخش مسکن را می تواند برآورده کند. یکی از این گونه سیستم ها، سیستم قاب سبک فلزی LSF است که نه تنها امکان تولید صنعتی آن وجود دارد، بلکه سبک بودن سیستم باعث کاهش نیروهای اینرسی در هنگام زمین لرزه خواهد بود و در نتیجه آسیب پذیری ناشی از زمین لرزه را کمتر کاهش خواهد داد.

در این مجموعه سعی شده است که علل برتری هر یک از این سیستمها و مشخصات آن از لحاظ تئوری و فنی بررسی گردد و مزایا و معایب سیستم با توجه به موقعیت کشور و استان زنجان و امکان تولید آن در داخل نیز از جوانب مختلف، مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

سیستم فرا ال اس اف که بر مبنای طراحی و اجرای ساختمان با مقاطع فولادی سرد نورد شده می باشد نیز روشی است که در سالیان گذشته چندین شرکت با این سیستم ساختمانی در ایران مشغول فعالیت بوده اند ولی در حال حاضر تحت عنوان سیستم فرا ال اس اف مشغول فعالیت هستند. شرکتهای قبلی فعال در این زمینه گروه قطعات فولادی ایران، راشستان و رویان فولاد می باشند. در حال حاضر شرکت کامیار سازه، ارکان سازه، آرمان توسعه در حال تولید با این سیستم ساختمانی هستند که در عمل فقط یک شرکت کامیار سازه می باشد و سایر شرکتهای عوامل تبلیغ یا رقبا پشت پرده ای هستند که استعلام قیمتها را تسهیل می نمایند.

شرکت سادف بلژیک پیشرو در تولید این مقاطع در دنیا می باشد. ساختمانهای زیادی با استفاده از مقاطع فولادی سرد نورد شده در ایران ساخته و اجرا شده است که در حال حاضر شرکتهای فعال در این عرصه بدلیل سود آوری در دیگر عرصه ها و نداشتن کادر متمرکز طراحی و اجرا با این سیستم و قدیمی بودن تکنولوژی آنها دیگر مشغول به کار نیستند.

مقدمه

نیازهای کمی و کیفی ساختمان طی دهه های گذشته نشان می دهد که بهترین راهکار تحقق اهداف مسکن برای اقشار مختلف جامعه، به کار گیری شیوه های نوین در احداث ساختمان است. دستیابی به پایداری و پایایی لازم در برابر شرایط محیطی و سوانح طبیعی (زلزله و باد) از یک طرف و بازسازی ساختمانهایی که در اثر عوارض طبیعی تخریب شده اند



شکل ۱. اسکلت LSF یک ساختمان در کانادا

و نیز تجدید نظر در شیوه های ساخت به علت بالا رفتن سطح استاندارد و تغییر نیازهای زندگی از سوی دیگر اهمیت موضوع را بیش از پیش تبیین می کند. همچنین از نظر اقتصادی نیز می توان با استفاده از تولید صنعتی و پیش سازی زمان ساخت را کوتاه تر کرد. زیرا امروز مشخص شده است که زمان ساخت ارتباط مستقیم با هزینه ساخت دارد، لذا با استفاده از این فناوری قیمت ساخت را نیز می توان کاهش داد.

شیوه های رایج ساختمان سازی موجود، نیاز به کارگر ساده ساختمانی دارد. از طرفی گرایش به این شغل در جامعه امروزی با علاقه و اشتیاق همراه نیست، در حالی که تولید صنعتی ساختمان با حداقل کارگر امکان پذیر و به عنوان کار فنی برای عموم مطلوب است. همچنین موضوع توسعه پایدار که امروزه توجه تمام کشورها را به خود جلب کرده است با استفاده از شیوه های تولید صنعتی محقق خواهد شد. ساخت مسکن نسبت به دیگر فعالیت های ساختمانی از تنوع بیشتری برخوردار است که منشا آن بیشتر در دسترس بودن مصالح ساختمانی، آداب و سنت های جوامع، فرهنگها و عوامل اجتماعی است. در این راستا می توان گرایش به استفاده از فولاد در کارهای ساختمانی را نام برد.

با پیشرفت صنایع فولاد و اعمال سیاست های بهینه سازی صنعت ساختمان، استفاده از سیستم LSF در ساخت بناها به ویژه ساختمان های مسکونی دهه گذشته شتاب بیشتری به خود گرفته است، به طوری که در انگلستان و دیگر کشورهای اروپایی این سیستم را برای جایگزینی با سیستم سنتی آجر، بلوک و سنگ استفاده کرده اند و در شمال آمریکا، کشورهای اسکاندیناوی و استرالیا این سیستم بهترین جایگزین برای سیستم چوبی می دانند. در ژاپن این سیستم به دلیل هماهنگی آن با سیستم های تولید پیش ساخته، مقاومت در برابر زلزله و کیفیت مطلوب ساخت جهت استفاده طولانی از ساختمان جایگزین سیستم چوبی گردیده است.

به طور کلی می توان عوامل موثر در بهره وری سیستم های تولید صنعتی را به صورت زیر تقسیم کرد:

- مشتریان: مالکان، استفاده کنندگان
- طراحان: معماران، مهندسان، مشاوران، سازندگان حرفه ای
- سازندگان: پیمانکاران، صنعتگران، کارگران، اتحادیه ها
- واگذار کنندگان وام و تسهیلات: اعتبار (بانکها، سرمایه گذاران دولتی و خصوصی)
- کارخانه ها و تولید کنندگان: تولید کنندگان مواد اولیه، تولید کننده قطعات، توزیع کنندگان، اتحادیه های تجاری
- طراحان و مجریان ضوابط و مقررات: تعیین کنندگان، استانداردها، دستورالعمل ها و توصیه ها

آموزش دهندگان : انتشارات ، دانشگاهها ، مدارس حرفه ای ، موسسات خصوصی

- محققین و اساتید : موسسات و مراکز تحقیقاتی ، آزمایشگاههای تحقیقاتی ، بخش تجهیزات ، نوآوری با توجه به عوامل ذکر شده برای استفاده از سیستم های نوین باید جوانب مختلف آن مورد بحث قرار گیرد . در مقاله حاضر نیز، برخی از مهم ترین جوانب و عوامل موثر بر اشاعه و گسترش استفاده از سیستم LSF در احداث واحد های مسکونی در ایران مورد بحث و بررسی قرار گرفته است .

تفاوت عمده طراحی ساختمان در سیستم فرا ال اس اف و سیستم ال اس اف شیوه طراحی ساختمانها می باشد. در سیستم ال اس اف ساختمان به صورت پانلهای باربر طراحی می شود ، در حالی که در سیستم فرا ال اس اف ساختمان بر اساس سیستم قاب فولادی طراحی می شود .

مهندسين عمران و سازه اکثرا با مقاطع این سیستم آشنا نیستند و قابلیت های این سیستم نیز درک نشده است . استفاده از مقاطع گالوانیزه که در ضخامتهای ۲ میلی متر به بالا عمدتا وارداتی هستند موجب افزایش قیمت این محصول و عدم تمایل مشتری به خرید و استفاده از این مقاطع گردیده است . استفاده از فولاد معمولی می تواند موجب رفع این اشکال گردد. با وجود گران بودن این مقاطع در حدود ۲ برابر فولاد معمولی در تجربه ای عملی ، در عمل وزن فولاد گرم نورد شده بیش از دو برابر وزن همین سازه با سیستم فرا ال اس اف و گرانتز شدن روش متداول از این سیستم گردیده بود.

هیچ یک از شرکتهای تولید کننده سازه ال اس اف در ایران به صورت ترکیبی از این سازه استفاده نمی کنند و در نتیجه قیمت سازه ال اس اف بسیار بالا تر از سیستمهای سنتی تمام می شود . قابلیت ترکیب سازه های سرد نورد شده شرکت فولاد لوشان با سازه ال اس اف متداول و بندهای آئین نامه ای مربوطه موجب کاهش وزن تمام شده سازه از حدود ۳۰ الی ۳۵ کیلوگرم در متر مربع زیر بنا به حدود ۱۷ الی ۲۴ کیلوگرم در متر مربع خواهد شد . همچنین محدودیت دو طبقه برای سازه ال اس اف وجود دارد که در سازه های فرا ال اس اف امکان اجرا تا ۵ طبقه وجود دارد که یک مزیت نسبی بسیار عالی خواهد بود و همچنین در استفاده از این سیستم در سازه های هیبریدی می توان سازه هایی تا ۵ طبقه را اجرا نمود .

عرضه و تقاضا برای مسکن

حجم زیاد ساخت و ساز و میزان سرمایه گذاری در بخش مسکن نسبت به سایر بخشها باعث شده است تا استفاده از فناوریهای نوین در بخش ساختمان مورد توجه محققین قرار گیرد .

بر اساس سر شماری سال ۱۳۷۵ ، در ایران یک و نیم میلیون واحد مسکونی برای تامین مسکن مورد نیاز بود ، در واقع تعداد خانوارهای ایرانی برابر با ۱۲/۳ میلیون و تعداد واحد های مسکونی موجود نیز برابر با ۱۰/۸ میلیون واحد مسکونی بوده است که از این تعداد ۶/۹ میلیون در شهرها و ۳/۹ میلیون در روستاها سکنی داشتند .

از طرفی رشد جمعیت در سالهای قبل از ۱۳۷۵ برابر با ۲/۷٪ بوده است ، در صورتی که رشد جمعیت در سر شماری سال ۱۳۶۵ برابر با ۳/۹٪ بوده است ، و این نشان دهنده نیاز شدید به مسکن در آینده است . برای برنامه ریزی جهت تولید مسکن در ایران پیش بینی جمعیت برای ۲۰ سال آینده (تا سال ۱۳۹۵) با در نظر گرفتن ضریب رشد ۲٪ محاسبه شده که رقم ۸۹/۱۶ میلیون نفر را نشان می دهد . طبق این برآورد ، هر سال ۴۵۰ هزار واحد مسکونی برای خانوار های جدید باید ساخته شود و برای پاسخگویی به کمبودها ، بازسازی ساختمانهای آسیب دیده در اثر حوادث طبیعی و یا جنگ ، مجموعا سالانه ۷۰۰ هزار واحد مسکونی ، برای سالهای آتی باید ساخته شود .

علاوه بر آمار فوق طی برنامه چهارم توسعه سالانه در کشور باید یک میلیون واحد مسکونی جدید ساخته شود.

میزان تولید مسکن بین سالهای ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۴ تقریباً بین ۳۱۱ تا ۵۲۶ هزار واحد و به طور میانگین ۳۶۸/۴ هزار واحد در سال بوده است. در حال حاضر با تمام تلاشهای وزارت مسکن و شهر سازی ظرفیت (توان) تولید مسکن در کشور سالیانه ۶۰۰ هزار واحد مسکونی می باشد لذا جهت دستیابی به اهداف برنامه، میزان تولید مسکن در ایران می باید به نزدیک دو برابر افزایش یابد.

۴. روشهای ساخت مسکن

سیستم های ساختمانی دیوار باربرو اسکلتی (بتنی، فلزی) دو روش متداول برای ساخت مسکن در ایران هستند. بررسی روند ساخت و ساز مسکن در ایران در سالهای اخیر نشان می دهد استفاده از سیستم اسکلتی روند صعودی، و سیستم دیوار باربر روند نزولی داشته است. عوامل تاثیر گذار بر این روند را مسائل فنی، نیاز طراحان و تلاش متخصصین برای بهبود کیفی ساختمان سازی میدانند. طبق سرشماری سال ۱۳۷۵ در ایران ۶۵٪ از خانه سازی با استفاده از سیستم دیوار باربر انجام شده است (به طوری که ۸۰٪ از کل واحدهای مسکونی احداث شده یک و یا دو طبقه بوده است) و بعد از آن بیشترین درصد مربوط به سیستم ساختمانی اسکلتی است.

یک ارزیابی اقتصادی در رابطه با روشهای ساختمان سازی فوق نشان داده است که سیستم اسکلت فلزی بنا به دلایلی از جمله متداول بودن سیستم و سابقه طولانی استفاده از این سیستم در ایران اقتصادی تر و مناسب تر از دو روش دیگر است، ولی دارای مشکلات کیفی است که بخشی از آنها را به شرح ذیل عنوان کرده اند:

اجرای جوش های غیر استاندارد

اتصال ضعیف قطعات به یکدیگر (تیر و ستون)

عدم توجه به ضوابط و مقررات ساختمانی

مشکل آتش سوزی و نگهداری

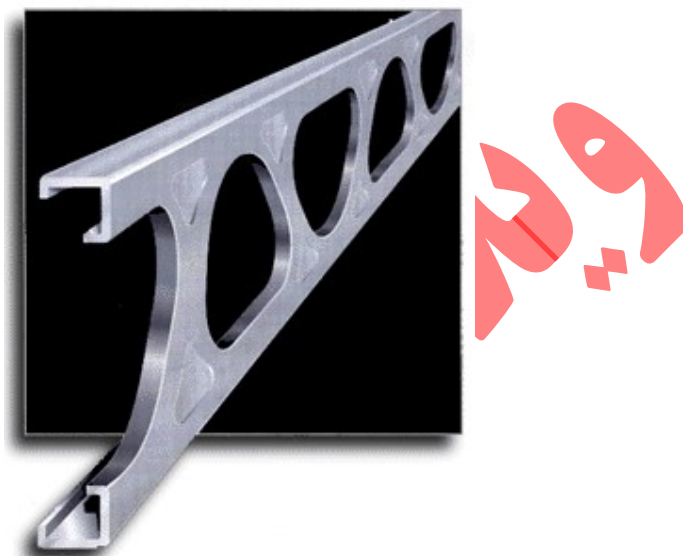
۵. تاریخچه تولید صنعتی ساختمان در ایران

تلاشهای اولیه برای صنعتی کردن سیستم های ساختمانی در ایران در سالهای ۱۳۳۵ و ۱۳۴۹ بنا به دلایلی چون عدم تطابق سیستمهای وارداتی با سیستم های رایج، کمبود دانش فنی، و عدم جوابگویی پتانسیل صنعت ساختمان داخلی برای پشتیبانی از آنها با شکست مواجه شده اند. به طوری که در حال حاضر ساختمان سازی به روش تولید صنعتی و پیش ساخته در ایران متداول نیست. اما با وجود این شکستها در چهاردهه گذشته مطالعات اخیر نشان می دهند هنوز هم استفاده از فناوری جدید (تولید صنعتی و پیش ساخته)، برای ساختمان سازی به عنوان تنها راه حل برای رسیدن به اهداف برنامه یعنی پاسخگویی به نیازهای کمی و کیفی ساختمان سازی به ویژه مسکن است.

۶. فلز فرم داده شده در حالت سرد و قاب سبک فلزی

۱. تاریخچه و دلایل به کارگیری سیستم

فلز فرم داده شده در حالت سرد یا CFS از سال ۱۸۵۰ در کشورهای انگلستان و آمریکا با کاربرگردان در ساخت لوازم منزل و خودرو شروع شد ولی تا قبل از جنگ جهانی اول در ساختمان سازی به کار گرفته نشده بود. از سال ۱۹۵۰ به بعد استفاده از فلز CFS در ساختمانهای صنعتی شروع شد، اما از آن جا که نتوانست با سیستمهای رایج ساختمان سازی در آن زمان رقابت اقتصادی کند، لذا تا سال ۱۹۹۰ موفق نشد به این بخش وارد شود، اما از سال ۱۹۹۰ به بعد به دلیل گران شدن چوب و مشکلات زیست محیطی در ساختمان سازی باعث شد سیستم ساختمانی LSF که با استفاده از فلز CFS شکل گرفته است، برای ساخت واحد های مسکونی به کار گرفته شود.



شکل ۲. نمونه ای از قطعات سیستم CFS ساخته شده به روش روتاری

۲. LSF در انگلستان

بعد از جنگ جهانی اول، سیستم ساختمانی آجر و بلوک رایج در انگلستان به تنهایی توانست پاسخگوی نیازهای ساختمان سازی در آن کشور باشد، لذا جهت پاسخگویی به این نیازها سازندگان ساختمان اقدام به به کارگیری فلز در ساختمان سازی کردند و استفاده از فلز در ساختمان سازی افزایش یافت، به گونه ای که برای پاسخگویی به این نیازها ناگزیر به استفاده از فلز ورقی شکل نازک فرم داده شده در ساختمانهای غیر مسکونی شدند. در پی توسعه و گسترش استفاده از این نوع فلز در ساختمان سازی از سال ۱۹۹۰ به بعد نیز اقدام به استفاده از سیستم ساختمانی LSF برای ساخت واحد های مسکونی در آن کشور گردید.

۳. LSF در آمریکا

چوب به عنوان اصلی ترین مصالح ساختمانی در آمریکا به دلیل فراوانی و دسترسی آسان، ارزانی آن نسبت به مصالح ساختمانی دیگر و راحتی کار ساخت و ساز برای قرنهای متمادی استفاده قرار گرفته است. آمار در سال ۱۹۹۵ نشان میدهد که ۹۳٪ از دیوارهای خارجی و داخلی ساختمانهای مسکونی در آمریکا از چوب ساخته شده است.

استفاده از فولاد در ساختمان سازی این کشور نیز بعد از جنگ جهانی اول رواج پیدا کرد ولی استفاده از CHS تا سال ۱۹۶۰ به دلیل گرانی آن در ساخت واحدهای مسکونی مورد استفاده قرار نگرفته بود و فقط در ساختمان سازی های تجاری رواج داشته است .

از دهه ۶۰ به بعد قیمت چوب نسبت به فلز افزایش یافت به طوری که در سال ۱۹۹۲ قیمت چوب نسبت به قیمت ثابتی که داشت بیش از دو برابر شد ، اما قیمت فلز در همان دوران ثابت مانده بود. لذا به کار گیری سیستم LSF به علت اقتصادی بودنش برای ساخت واحدهای مسکونی از سال ۱۹۹۰ به بعد در آمریکا ، با رشد ۳۰۰ درصدی در هر سال استفاده شد و در حال حاضر هزینه ساخت سیستم فلزی با سیستم چوبی برابری می کند تا حدی که ۳۰۰۰ دلار صرفه جویی در هر واحد مسکونی ۲۰۰ متر مربعی قابل دستیابی است.

۴. LSF در استرالیا

استفاده از سیستم LSF در استرالیا از سال ۱۹۵۰ با وارد کردن آن از آمریکا شروع شد ، به طوری که در شروع کار با استفاده از فلز غیر گالوانیزه شش برابر گران تر از سیستم های رایج در آن کشور تمام می شد ، ولی امروزه با استفاده از فلز گالوانیزه قیمت ساخت آن با سیستم های دیگر برابری می کند .

۵. LSF در ژاپن

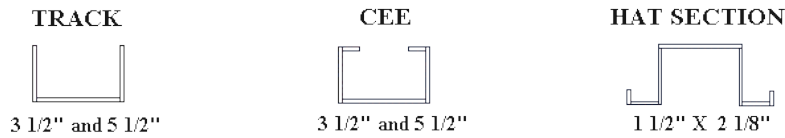
کشور ژاپن در ۱۹۵۰ از نظر ساختمان سازی در وضعیت بدی قرار داشت به طوری که فقط با ۴/۲ میلیون کمبود واحد مسکونی مواجه بود . برای فعال کردن واحدهای تولید ، مسکن دولت ژاپن ، وزارت ساختمان را در این کشور تاسیس کرد. این وزارت خانه برای تامین مسکن مورد نیاز و با در نظر گرفتن مسایلی چون کوتاه تر کردن زمان ساخت ، استفاده از مصالح غیر آتش زا و با در نظر گرفتن مسایل زیست محیطی از سازندگان در خواست طرح های نوین ساختمانی کرد و در صورت پذیرفته شدن طرحشان ، آنها را مورد حمایت قرار می داد تا امکان به کار گیری همه جانبه طرح های موفق فراهم شود . در این راستا استفاده از فلز CFS سریعاً مورد قبول صنعت ساختمان سازی ژاپن قرار گرفت و دلیل موفقیت سیستم LSF در این کشور بیشتر مرهون خصوصیات ساختمان سازی در این کشور است .

۶. LSF در سایر کشورها

- سوئدی ها در سال ۱۹۹۰ با پیروی از آمریکا اقدام به جایگزین کردن سیستم LSF به جای سیستم چوبی رایج برای خانه سازی در آن کشور کردند .
- سیستم ساختمان سازی رایج در فرانسه از مصالح ساختمانی بتونی و بنایی بوده ولی اخیراً از سیستم LSF برای ساخت آپارتمانهای مسکونی استفاده می شود .
- از سیستم LSF برای ساخت آپارتمانهای مسکونی استفاده میشود .
- در کشور کره تا سال ۱۹۹۶ آجر و بتن مصالح ساختمانی معمول در آن کشور بوده اند ولی بعد از ۱۹۹۶ اقدام به استفاده از سیستم LSF برای ساخت آپارتمان های پنج طبقه نمود اند .

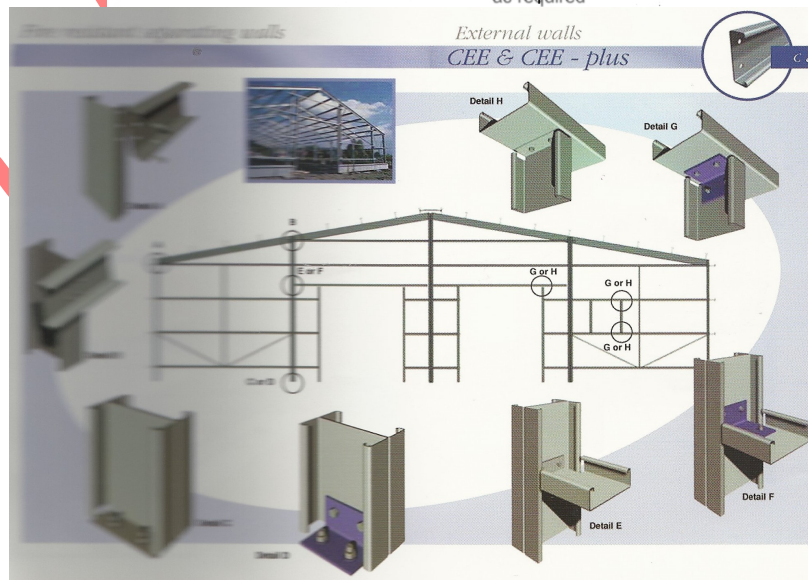
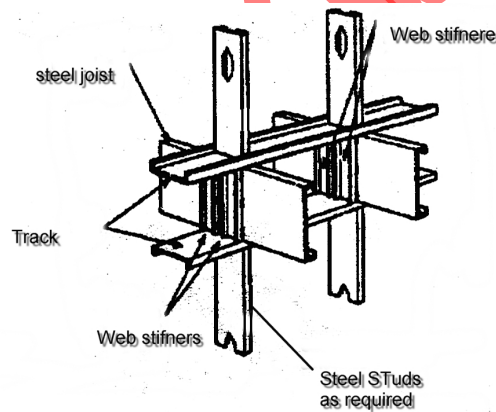
۷. مشخصات فنی LSF

قطعات CFS از فلز گالوانیزه و یا فلز ضد زنگ ساخته می شوند که از مشخصات بارز آنها می توان به سختی و محکمی زیاد قطعات نسبت به وزن آنها اشاره کرد (شکل ۳).



شکل ۳. قطعات سیستم LSF

این قطعات به نامهای قطعات باز، بسته و ساخته شده خوانده می شوند و این نوع قطعات پتانسیل مناسبی برای معماران و مهندسين مهیا کرده اند به گونه ای که می توانند دقیقا قطعه مورد نظر خود را بر اساس نیازشان انتخاب نمایند. فلزهای ورقی شکل معمولا در عرض ۱/۵ متر در کارخانجات ذوب آهن تولید و در کارخانجات مخصوص دیگری به صورت رولی و پرسی فرم داده شده و به شکل CFS در می آیند. اندازه قطعات در جا معمولا بین ۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر و ضخامتشان ۰/۴ تا ۳/۵ میلیمتر است. اتصالات سیستم اغلب به صورت پیچ و مهره و در حالت خاص پرچ و جوش اند. قطعات اصلی سیستم عبارتند از تیرچه، خط ریل، گلمیخ، (شکل ۴). سیستم LSF به دو طریق ریل متحرک و تیرهای حلقوی به پی ساختمانها اتصال داده می شود.



شکل ۴. قطعات اصلی سیستم LSF

دو روش برای بر پا کردن قطعات سیستم LSF وجود دارد : سیستم باربر که از طریق اتصال قطعات سیستم در کارگاه ساخته می شود و دیگری سیستم کانکسی (جعبه ای) که در کارخانه ساخته شده و به کارگاه حمل و نصب می شود . المانهای اصلی دیوارهای خارجی و داخلی سیستم از پرچ ها و ریلها تشکیل شده اند که این قطعات با مواد مناسب جهت عایق بندی حرارتی و صوتی پوشش داده می شوند . اصولاً دیوارهای باربر برای بارهای عمودی و افقی طراحی شده اند و دیوارهای غیر باربر برای جداسازی فضاها مورد استفاده قرار می گیرند .



شکل ۵. مقاطع فولادی مورد استفاده برای ستون با استفاده از پروفیل‌های سرد نوردشده

کف سازیها در سیستم LSF از قطعات C شکل بنام تیرچه که با ورق های فلزی دوزنقه ای شکل با پنج سانتی متر بتن پوشش داده می شود ، تشکیل شده اند و بنام سقف سازی تخت معروف است . سیستم دیگر برای پوشش تیرریزها استفاده از چوب و نئوپان است که بیشتر در اروپا و امریکا مورد استفاده قرار می گیرد .

یکی از مزایای سیستم LSF ، داشتن پتانسیل تطبیق با انواع نما سازیهای رایج در کشورهای مختلف است . نما سازیها معمول در ایران آجرکاری ، سیمانکاری ، دیوار پرده ای از فلز ورقی شکل و نمای سنگی است که همگی با این سیستم مطابقت دارند .

چند نمونه از ساختمانهای ساخته شده با استفاده از سیستم LSF در شکلهای ۷ تا ۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۸ . مراحل ساخت یک ساختمان به شیوه LSF



ادامه شکل ۸ . مراحل ساخت یک ساختمان به شیوه LSF



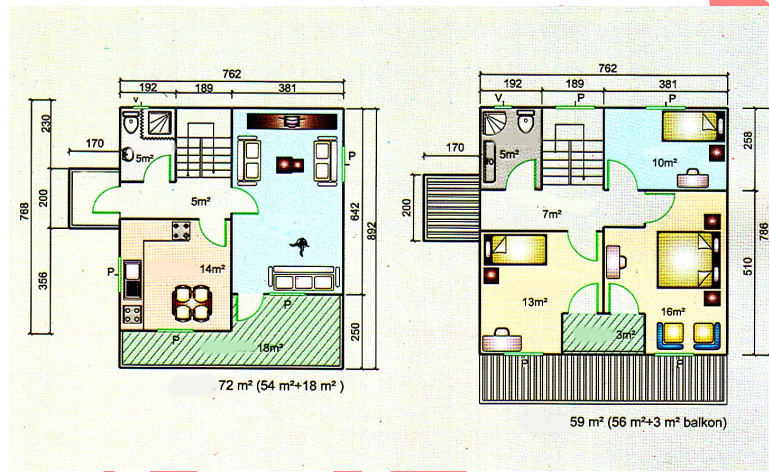
ادامه شکل ۸ . مراحل ساخت یک ساختمان به شیوه LSF



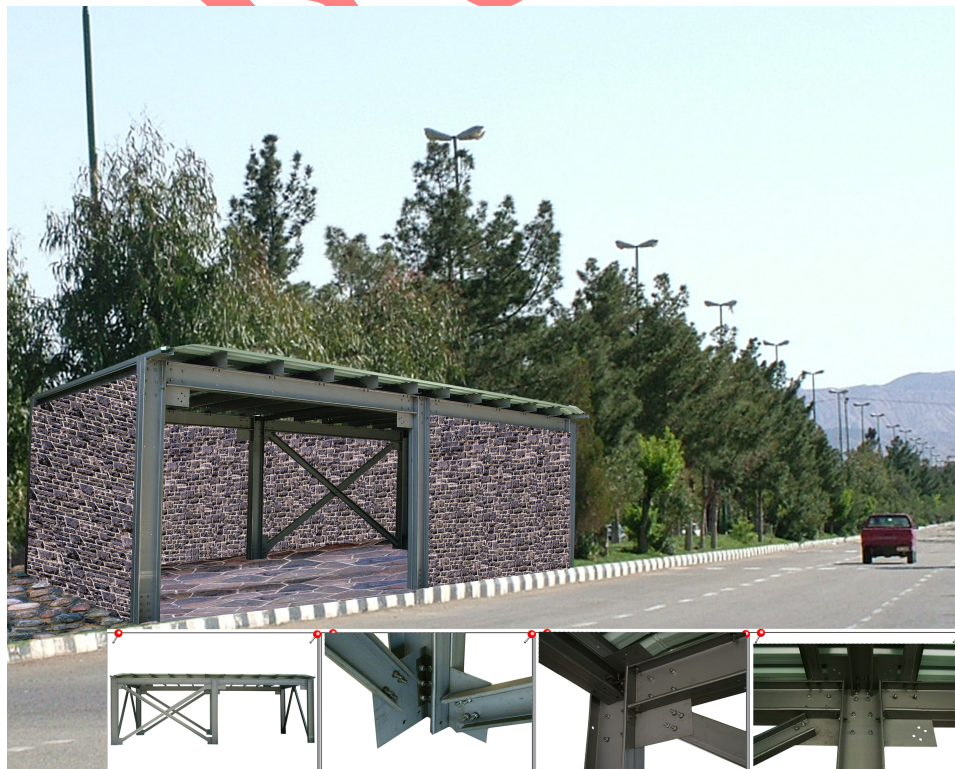
ادامه شکل ۸ . مراحل ساخت یک ساختمان به شیوه LSF



ادامه شکل ۸ . مراحل ساخت یک ساختمان به شیوه LSF



شکل ۹. پلان ساختمان شکل ۸





شکل ۱۰. نمونه عملی استفاده از مقاطع سرد نوردشده در ساختمانهای تپ بنیادمسکن



شکل ۱۱. الحاق بنا به ساختمان موجود به شیوه LSF



ادامه شکل ۱۱. الحاق بنا به ساختمان موجود به شیوه LSF

۸. کاربرد سازه ال اس اف و فرا ال اس اف در ایران

در ایران دو آئین نامه ۶۱۲ و ۶۱۳ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور با هماهنگی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تدوین و آئین کاربرد این سازه ها در آنها تشریح شده است و در نتیجه مشکلی از نظر تأیید و طراحی ساختمانها با این سیستم در نزد مراکز دولتی و سازمانهای نظام مهندسی وجود نخواهد داشت. بررسی ها و مطالعات نشان میدهد که سیستم LSF نیاز به یک سری مهارتها و ابزار آلات خاص خود دارد که نصابهای کناف می توانند این پروسه را انجام دهند. در سیستم فرا ال اس اف خوشبختانه بخشی از آنها شبیه مهارت هایی است که در حال حاضر در سیستم های اسکلت فلزی و یا کارخانه های تولیدکننده ساختمانهای صنعتی استفاده می شوند و در ترکیب با سیستم ال اس اف می توان بسیار اقتصادی ساختمان را اجرا نمود .

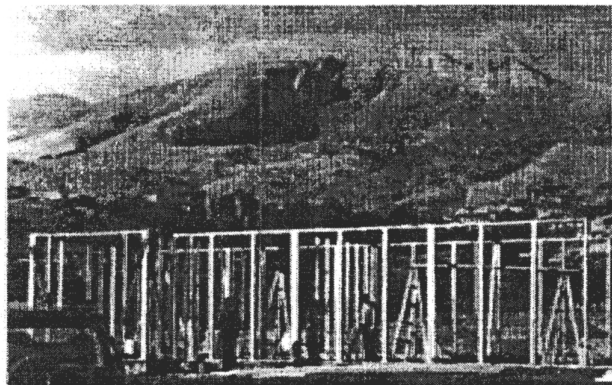
۹. تولید ساختمانها با استفاده از CFS

بر اساس مطالعات و بررسی های انجام شده کارخانه هایی در ایران فعالیت می کنند که در زمینه تولید ساختمانهای صنعتی (فلزی) با استفاده از اتصالات پیچ و مهره برای کاربری هایی مانند فضاهایی برای گذران اوقات فراغت ، فضاهایی برای استفاده موقت و به طور کلی ، ساختمانهایی با قابلیت حمل و نقل ، تخصص دارند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲. سیستم کانکسی

همچنین از سیستم LSF در ایران برای ساخت مراکز بهداشتی نیز استفاده شده است (شکل ۱۳) ، ولی برای ساخت واحدهای مسکونی بنا به دلایلی مثل عدم دسترسی به اطلاعات فنی کامل و عدم اطلاع از پتانسیل های سیستم از آن کمتر استفاده شده است . البته قیمت تمام شده پیشنهادی شرکتها برای این سیستم بسیار بالا می باشد که کارفرمایان را به بنابراین بخش قابل توجهی از تجربیات مورد نیاز برای تولید ساختمانهای صنعتی در ایران موجود است که این تجربیات تا حدودی مربوط به تولید سیستم LSF نیز می شود بدون شک برای استفاده از این سیستم در ایران به یک سری برنامه آموزشی خاص نیاز است که با داشتن پتانسیل های فوق در واقع می توان گفت پایه و اساس آموزش مورد نیاز برای به کارگیری این سیستم در ایران موجود است .



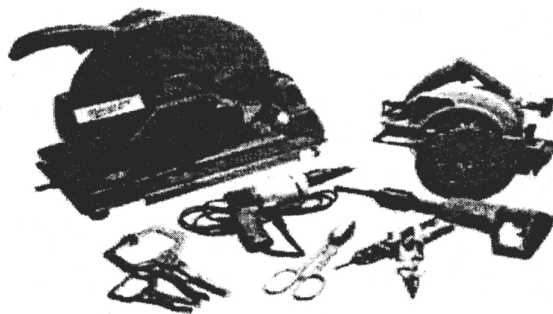
شکل ۱۳. استفاده از سیستم برای ساخت مراکز بهداشتی

۹-۱. موسسات تحقیقات ساختمان

برای توسعه پایدار صنعت ساختمان سازی کار پژوهشی ممتد انجام گیرد تا بتوان به نتیجه مطلوب رسید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن در ایران هدایت بخشی از این مسئولیت را بر عهده دارد.

۹-۲. ابزار و ماشین آلات

برای استفاده از هر سیستم ساختمانی ابزارآلات نقش مهمی دارد و میتواند در تصمیم گیری در مورد انتخاب سیستم برای شرایط خاص نقش موثر داشته باشند. بر اساس تجربیات کشورهای استفاده کننده از سیستم LSF در مقایسه با سیستم های رایج در کشورها، سیستم LSF ساده ای است و برای ساخت آن به چند وسیله محدود نیاز است (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. نمونه ای از ابزارآلات مورد نیاز برای ساخت و ساز سیستم LSF

۱۰. ارزیابی سیستم LSF در ایران

برای استفاده از سیستم LSF در ساختمان سازی مزایا و معایبی از طرف کشور های استفاده کننده مطرح شده است، اما بررسی ها نشان می دهند که بعضی از این سیستم ها در ایران وجود ندارد. لذا برای استفاده بهینه از پتانسیل های موجود در سیستم، ارزیابی زیر برای شرایط ایران انجام و ارایه گردیده است.

۱-۱۰. طراحی و برنامه ریزی

- این سیستم قابلیت های متنوعی در طراحی و ساخت مسکن با قطعات سبک را داراست.

- تنوع زیاد در شکل و اندازه قطعات CFS ، امکانات متنوعی برای طراح مهیا می کند به طریقی که از مصالح ساختمانی مناسب استفاده شود و در عین حال وزن ساختمان کاهش یابد تا در برابر زلزله مقاومت بیشتری پیدا کند .

- تمام مصالح ساختمانی معمول برای نما سازی در ایران مانند سنگ ، آجر و سیمان کاری قابلیت تطبیق با سیستم را دارا هستند .

- سیستم LSF ، سیستم سبکی است ، بنابراین برای برخی از نقاط ایران مانند نواحی شمالی کشور که دارای زمین های سست و ضعیف اند و یا برای نواحی که با خطر نسبی خیلی بسیار زلزله مواجه هستند سیستم مناسبی هستند . از طرفی این مسئله در مقایسه با ساخت و ساز سنگین ساختمان در ایران بسیار اهمیت دارد ، زیرا تجربیات و تحقیقات نشان داده اند که این نوع ساخت و ساز ها (ساخت و ساز های سنتی و سنگین) در مقابله با زلزله مقاومت خوبی نداشته اند .

۱-۱۰.۲. ساخت و ساز

- سیستم LSF ، یک سیستم ساختمانی با قابلیت تولید صنعتی ، و با استفاده از مصالح خشک است که با استفاده از آن معمولاً می توان ساختمان را بین یک تا چهار روز در مقابل بارندگی محافظت کرد. این مسئله برای ساختمان سازی در ایران به علت شرایط جوی خاص به ویژه در فصل زمستان مهم است.

- پیش ساخته بودن سیستم ، تاکید بر پاکردن سریع و آسان آن در کارگاه دارد و این ویژگی با شرایط کشور که به دلیل کمبود مسکن نیاز به ساختمان سازی سریع است بسیار فعالیت دارد.

- از آنجا که بیشتر کارهای پیچیده ساخت و ساز این سیستم در کارخانه انجام می گیرد لذا کارگران نیمه ماهر در کارگاه مورد نیاز خواهند بود. اهمیت این موضوع به علت کمبود کارگران ماهر برای ساختمان سازی در کشور است.

- یکی از تفاوت های مهم سیستم های رایج با سیستم LSF ، "تر" بودن نوع این سیستم های رایج است ، به طوری که در روش های رایج ساختمان سازی کشور، به کارگیری حجم قابل توجهی ملات گچ و خاک برای به دست آوردن سطوح صاف متداول است.

- کار ساخت و ساز LSF ، ساده تر از روش های رایج ساختمان سازی در ایران است، اشکالات ساخت به راحتی برطرف می شود و ماشین آلات کمتری مورد نیاز هستند. خصوصاً تجهیزات و لوازمی مانند: بالابرها و دستگاه های جوش.

- کارگرانی که تجربه کار با سیستم LSF را ندارند، ولی با اسکلت فلزی رایج در ایران آشنا هستند زمینه فراگیری فنون این سیستم را خواهند داشت.

- برای کارگذاری تاسیسات در ساختمان ، قطعات سیستم در کارخانه ها سوراخ کاری می شوند، در حالی که در روش های ساختمان سازی در ایران با استفاده از شکاف و برش در دیوار انجام می شود. این طرزعمل زمان ساخت را تقلیل داده و کمیت کار را افزایش خواهد داد.

۱-۱۰.۳. زلزله

- بخشهای عظیمی از کشور در مناطقی با لرزه خیزی زیاد قرار دارند و ساخت و ساز سنتی تجربیات موفقیت نداشتند. استفاده از سیستمی مانند LSF که اساساً مقاومت خوبی در مقابل زلزله دارد، ساختمانی مناسبی خواهد بود.

- براساس تجربیات کشورهای که از این سیستم استفاده کرده اند، وزن سیستم LSF تقریباً یک سوم سیستمهای متداول سنتی است و ۶۰٪ سبک تر از سیستمهای چوبی است و از آنجا که زلزله بستگی به بار مرده ساختمان دارد، لذا استفاده از سیستم LSF مشکل زلزله را کاهش خواهد داد.

- المانهای اصلی دیوار پرده ای از فلز CFS است. استفاده از این نوع دیوارها علاوه بر کاهش وزن ساختمان، خطر خرابی و ریزش المانهای غیر باربر در زمان وقوع زلزله را به حداقل می رساند.

- اتصالات سیستم LSF، پیچی، پرچی و یا جوشی هستند و توانایی تحمل نیرو و لنگر خمشی را دارند، در صورتی که اغلب اتصالات در روشهای ساختمان سازی متداول در ایران در محل و با کیفیت نامطلوب انجام می شود و باعث گسیخته شدن آنها زیر بار زلزله می گردد. لذا به کارگیری سیستم ساختمانی با استفاده از اتصالات صحیح و کیفیت ساخت مطلوب، آسیب پذیری ساختمان در برابر نیروهای وارده را کاهش می دهد.

۱۰-۴. کیفیت ساخت

- ساختمان سازی ایران طی سالهای گذشته، با مشکل کیفیت ساخت روبرو بوده است، از آنجا که سیستم LSF در کارخانه با امکان کنترل بهتر تولید می شود لذا کیفیت کار نیز ارتقاء خواهد یافت.

- مصالح ساختمانی و روشهای ساخت مورد استفاده در سیستم LSF امکان دستیابی به استانداردهای لازم مانند: حفاظت ساختمان در برابر آتش سوزی، تبادل حرارتی و آکوستیک را داراست. در حال حاضر در اغلب سیستم های رایج کشور، استانداردهای فوق رعایت نمی شوند. البته با توجه به تاکید مقررات جدید مبنی بر رعایت این موارد، به کارگیری سیستم LSF می تواند بخشی از این نیاز را پاسخگو باشد.

۱۰-۵. هزینه ساخت

- به علت ناآشنایی با سیستم LSF در ایران، احتمالاً قیمت تمام شده این سیستم در ابتدای کار بیش از سیستم های رایج خواهد بود و این می تواند یکی از موانع برای استفاده از این سیستم در ایران باشد، اما تجربیات کشورهای که این سیستم را به کار گرفته اند نشان می دهد که بعد از مدتی قیمت ساخت، قابل مقایسه با روشهای رایج خواهد بود.

- امکان صرفه جویی در هزینه ساخت سیستم LSF در ایران به دلیل ارزان بودن کارگر، کمتر است ولی افزایش سرعت ساخت از دو نظر می تواند آن را تا حد امکان جبران کند: یکی برای پاسخگویی سریع به کمبودهای مسکن، دیگری برای جلوگیری از تاخیر در ساخت و سازها، زیرا طولانی شدن مراحل ساخت باعث افزایش هزینه ساخت می شود، به ویژه زمانی که قراردادها رسمی باشند.

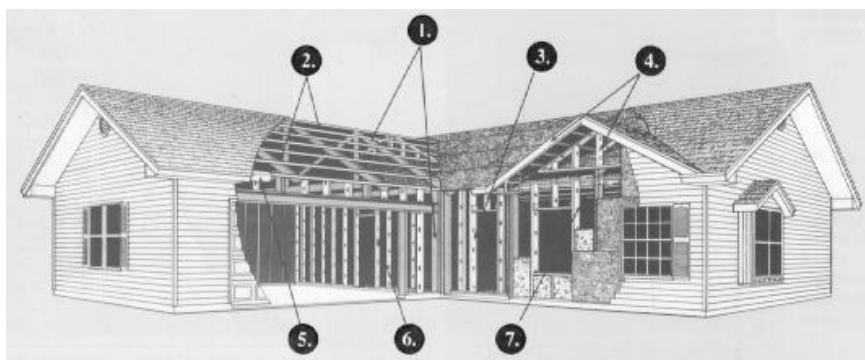
- صرفه اقتصادی سیستم LSF در تولید انبوه آن است و از طرفی جهت رفع کمبود فعلی مسکن در ایران نیاز به تولید بسیار احساس می شود. خوشبختانه سیستم LSF سیستم مناسبی هم برای تولید انبوه و هم برای تک سازی است.

۱۰-۶. مزایای زیست محیطی سیستم

- یکی از مهم ترین دلایل رشد تجاری این سیستم در مسکن ، زیست محیطی آن است زیرا استفاده از آن باعث صرفه جویی و جلوگیری از اتلاف مصالح ساختمانی در مرحله ساخت و ساز و همچنین هزینه کمتر برای نگهداری ساختمان می شود.
- عدم توجه به عایق کاری حرارتی در ساختمان یکی از دلایل اتلاف انرژی است. خوشبختانه با استفاده از سیستم LSF به راحتی می توان عایقکاری حرارتی مورد نیاز را ایجاد نمود.
- ماده اصلی سیستم LSF آهن است که قابل بازیافت است و این امر عامل مهمی در صرفه جویی استفاده از مواد اولیه خواهد بود.
- استفاده از سیستم LSF کیفیت ساخت را در مقایسه با سیستم های رایج ارتقاء می دهد و در نتیجه طول عمر ساختمان افزایش خواهد یافت.
- بیشترین میزان ساختمان سازی ، در شهرهای پرجمعیت انجام می شود. این موضوع در بسیاری از موانع آسایش را از همسایگان سلب می کند. استفاده از سیستم LSF به دلیل سرعت زیاد کار، این مشکل را تعدیل خواهد کرد. از طرفی قطعات ساختمانی در موقع برپا کردن ساختمان به کارگاه حمل می شود ، لذا نیاز به محل برای انبار کردن قطعات در محوطه ساختمان سازی به حداقل خواهد رسید.

۱۱. محدودیت های سیستم ال اس اف متداول

- همان طور که در مباحث قبل مطرح شد ، کشورهای استفاده کننده از سیستم LSF با محدودیتهای روبرو بودند. این مسایل نیز با اتخاذ تدابیر مناسب در کشور قابل حل است. این مشکلات عبارتند از :
- عدم آشنائی با فلز و محاسبات سازه ای آن
 - در حال حاضر تعداد طبقاتی که برای سیستم PLAtform ، Balloon توسط مراکز علمی مورد قبول واقع شده است دو طبقه است ولی به طور غیر رسمی بیشتر از پنج طبقه نیز با این سیستم ساخته شده است.
 - پیچیدگی اجرای سقف کاذب و گرانی آن در ساخت سقفها و بام : این موضوع نیاز به بررسی و آرایه راهکارها با توجه به پتانسیل های صنعت ساختمان سازی دارد.
 - برای رسیدن به حد قابل قبول آسایش صوتی شرایط خاص نیاز به استفاده از دو لایه گچبرگ است که این کار ، اقتصادی نیست.
 - دیوارهای دو جداره در سیستم به صورت توپر به نظر نمی رسند ، لذا می باید با استفاده از تجربیات کشورهای دیگر تدابیر لازم اتخاذ گردد.
 - بدیهی است اطلاعات فنی جامع و فراگیر ، گام مهمی در بهره وری مناسب این سیستم خواهد گردید که در حال حاضر این اطلاعات در برخی از کشورها وجود دارد ، لذا لازم به دقت مورد توجه قرار گیرد.
 - در سیستم ال اس اف فقط باید از خرپا با همان مقاطع مورد استفاده در ساختمان استفاده نمود که در سیستم فرا ال اس اف به دلیل استفاده از مقاطع سیگما و سی پلاس این نیاز مرتفع گردیده و سرعت احداث و هزینه تمام شده کمتر خواهد بود .
 - در سازه فرا ال اس اف امکان اجرای تا ۸,۵ متردهنه با مقاطع سرد نورد شده سیگما و سی پلاس وجود دارد که در سایر سیستمها این قابلیت وجود ندارد.



شکل ۱۵. اجزای ساختمان به شیوه LSF

نتیجه گیری و پیشنهادات

هیچ یک از شرکتهای تولید کننده سازه ال اس اف در ایران به صورت ترکیبی از این سازه استفاده نمی کنند و در نتیجه قیمت سازه ال اس اف بسیار بالاتر از سیستمهای سنتی تمام می شود . قابلیت ترکیب سازه های سرد نورد شده شرکت فولاد لوشان با سازه ال اس اف متداول و بندهای آئین نامه ای مربوطه موجب کاهش وزن تمام شده سازه از حدود ۳۰ الی ۳۵ کیلوگرم در متر مربع زیر بنا به حدود ۱۷ الی ۲۴ کیلوگرم در متر مربع خواهد شد . همچنین محدودیت دو طبقه برای سازه ال اس اف وجود دارد که در سازه های فرا ال اس اف امکان اجرا تا ۵ طبقه وجود دارد که یک مزیت نسبی بسیار عالی خواهد بود و همچنین در استفاده از این سیستم در سازه های هیبریدی می توان سازه هایی تا ۵ طبقه را اجرا نمود . در سازه ال اس اف به دلیل اندرکنش پوشش ساختمان با سازه ، هر نوع پوششی را نمی توان استفاده نمود اما در سیستم فرا ال اس اف به دلیل ماهیت تنها باربری سیستم اجزا کناری را تر و استاد متداول در سیستم ال اس اف به راحتی می توان از پوششهایی نظیر سیمانکاری بر روی رابیتس که پوششی بسیار ارزان قیمت در مقایسه با سمنت بردهای متداول در سیستم ال اس اف است استفاده نمود و این نوع پوشش آشناتر و برای کاربران مقبول تر میباشد و امکان عبور تاسیسات از داخل دیوار و همچنین محلی برای نصب عایق حرارتی در داخل سیستم ساختمانی را فراهم می نماید. استفاده از پروفیلها مزایایی به شرح زیر نسبت به سازه های ال اس اف خواهد داشت .

- ✓ پتانسیلهای مقاطع سیگما و اس پلاس سرعت اجرا را بالاتر برده و نیاز به ساخت خرپا را مرتفع می نماید.
- ✓ صلبیت قابل توجه سازه همانند سازه های متداول گرم نورد و بتن آرمه تامین می نماید .
- ✓ اعضای سازه ای مبتنی بر ستون ، تیرهای اصلی ، فرعی و مهاربندها می باشد.
- ✓ عدم وجود دیوارهای باربر و انعطاف پذیری هر گونه طراحی معماری
- ✓ حجم کم قطعات سازه ای و کاهش هزینه حمل و نقل
- ✓ قابلیت استفاده از نیروهای متخصص و غیر بومی جهت حمل و نصب .

برای یک سازه ۸۵ متری تیپ بنیاد مسکن لیست مصالح به شرح فوق کمتر از ۲ تن میباشد. با در نظر گرفتن سازه سیگما برای تیرها ، ۹۱۴ کیلوگرم در مجموع کمتر از سه تن فولاد نیاز است ، یعنی در حدود ۳۳،۵ کیلوگرم در متر مربع.

ویدئو سازی کانسپین