

الحمد لله
الرحمن
الرحيم



دانشگاه پیام نور مرکز بوشهر
دانشکده فنی - گروه عمران

سیستم ساختمانی قاب های سبک فولادی سردنورد شده

توسط
علی بازدار

استاد راهنما:
مهندس مقدسی

اردیبهشت ماه ۱۳۹۴

چکیده

سیستم ساخت قاب فولادی سبک (Lightweight Steel Framing) که به اختصار آن را 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 شکل است، که معمولاً با اتصالات سرد به یکدیگر متصل می شوند. این سیستم در حدود ۳۰ سال است که به شکل گسترده به کار می رود و به عنوان جایگزین مناسبی برای روش های سنتی ساخت ، جایگاه ویژه ای در صنعت ساخت و ساز کشورهای پیشرفته یافته است. این سیستم سازه ای در انواع ساخت و سازها مانند خانه های مسکونی واداری، هتل ها و هتل آپارتمانها، ساختمانهای مدارس و دانشگاهی، رستورانها دارای کاربرد می باشد. نتایج بررسی ها نشان می دهد که علاوه بر این که سرعت اجرا را حداقل دو برابر می نماید، منجر به کاهش چهل درصدی در فولاد مصرفی خواهد شد. این سیستم به دلیل مزایای فراوان از جمله سرعت و کیفیت بالای ساخت و عملکرد لرزه ای مناسب در سال های اخیر در بسیاری از کشورهای دنیا رواج قابل توجهی یافته است، همچنین توانایی ترکیب با سیستم های سازه ای دیگر را نیز دارا می باشد.

واژه های کلیدی: سیستم قاب فولادی سبک (LSF) ، مقاطع سرد نورد شده ، صنعت ساختمان

سازی کشور

فهرست مطالب

۷	فصل ۱: مقدمه
۸	۱-۱- مقدمه
۸	۲-۱- بیان مسئله
۹	۳-۱- تعاریف
۹	۱-۳-۱- سیستم ها و فناوری های نوین ساختمانی
۹	۲-۳-۱- فولاد سرد
۹	۴-۱- سیستم L.S.F
۱۱	۲-۴-۱- تأییدیه فنی
۱۲	۳-۴-۱- چارچوب نظریه فنی
۱۳	۵-۱- سؤالات تحقیق
۱۵	فصل ۲: نتایج و بحث
۱۶	۱-۲- مقدمه
۱۸	۲-۲- شرح سازه های سبک فولادی سرد نورد شده
۲۳	۳-۲- اجزا LSF
۲۸	۴-۲- بررسی عوامل مختلف در سیستم قاب سبک فولادی
۲۸	۱-۴-۲- عوامل مربوط به هزینه
۲۸	۲-۴-۲- عوامل مربوط به زمان
۲۹	۳-۴-۲- عوامل مربوط به قابلیت های اجرایی
۲۹	۴-۴-۲- عوامل مربوط به کیفیت و قابلیت های فنی
۳۰	۵-۲- ماشین آلات مورد نیاز
۳۰	۶-۲- عمر مفید
۳۰	۷-۲- ساختمان های قابل احداث با استفاده از LSF
۳۱	۸-۲- اتصالات
۳۵	۹-۲- دیوارهای غیر باربر
۳۶	۱۰-۲- مراحل طراحی و اجرایی بخش های مختلف سازه فولادی سبک
۳۶	۱-۱۰-۲- طراحی
۳۷	۲-۱۰-۲- مرحله دوم پی
۴۰	۳-۱۰-۲- مرحله سوم اسکلت ساختمان
۴۳	۴-۱۰-۲- مرحله چهارم پوشش های خارجی و داخلی
۵۰	۱۱-۲- مرحله پنجم تاسیسات الکتریکی و مکانیکی
۵۰	۱-۱۱-۲- تاسیسات مکانیکی:
۵۳	۲-۱۱-۲- مرحله ششم درب و پنجره
۵۴	۱۲-۲- نحوه تعریف مقاطع سرد نورد شده در SAP و ETABS
۵۵	۱۳-۲- مهاربندی جانبی سیستم ساختمانی قاب سبک فولادی سردنورد شده

۵۷	۱۴-۲- الزامات طراحی و اجرا در ایران.....
۶۲	۱۵-۲- نقاط ضعف و نقاط قوت.....
۶۲	۱-۱۵-۲- مزایای سازه های LSF:.....
۶۵	۲-۱۵-۲- معایب سازه های LSF:.....

فصل ۳: نتیجه گیری و پیشنهادات ۶۶

مراجع ۶۸

فهرست اشکال

۱۱	شکل (۱-۱) نمونه ای از ساختمان سازی با سیستم Isf.....
۱۱	شکل (۲-۱) نمونه ای از انبوه سازی با سیستم Isf.....
۱۷	شکل (۱-۲) نمونه ای از ساختمان سازی با سیستم Isf.....
۱۷	شکل (۲-۲) نمونه ساختمان سازی با سیستم Isf.....
۱۹	شکل (۳-۲) ساختمان سازی با Isf.....
۲۳	شکل (۴-۲) ورق گالوانیزه
۲۴	شکل (۵-۲) نمایی از کارگاه ساخت قطعات سازه سیستم ساختمانی Isf.....
۲۴	شکل (۶-۲) نمایی از استاد و تراک
۲۶	شکل (۷-۲) نمایی از قطعات سیستم Isf.....
۲۷	شکل (۸-۲) نمایی از استادها و رانرها
۲۷	شکل (۹-۲) نمونه های استادها
۳۲	شکل (۱۰-۲) اتصال پیچی قطعات
۳۳	شکل (۱۱-۲) نمایی از اتصالات در سیستم Isf.....
۳۳	شکل (۱۲-۲) پیش ساختگی قطعات در کارگاه
۳۴	شکل (۱۳-۲) نصب قطعات پیش ساخته.....
۳۸	شکل (۱۴-۲) آرماتور بندی شالوده نواری.....
۳۸	شکل (۱۵-۲) قالب بندی شالوده.....
۳۹	شکل (۱۶-۲) نمایی از اتصال قطعات به فونداسیون
۳۹	شکل (۱۷-۲) نمایی از اتصال سازه به فونداسیون.....
۴۰	شکل (۱۸-۲) نصب کردن استادها و رانرها.....

- شکل (۱۹-۲) نصب دیوارها ۴۱
- شکل (۲۰-۲) نمونه ای ساختمان با سیستم Isf ۴۱
- شکل (۲۱-۲) جاگذاری قطعات ۴۲
- شکل (۲۲-۲) تیرچه ها در سقف ۴۳
- شکل (۲۳-۲) نمایی از سقف در سیستم Isf ۴۳
- شکل (۲۴-۲) نمونه ای از عایق در ساختمان های Isf ۴۴
- شکل (۲۵-۲) نماسازی با مصالح سنتی برای ساختمان Isf ۴۶
- شکل (۲۶-۲) نمونه ای نماسازی ۴۷
- شکل (۲۷-۲) آجرکاری برای نماسازی ساختمان Isf ۴۷
- شکل (۲۸-۲) نمونه ای از پوشش سقف ۴۹
- شکل (۲۹-۲) اجرای تاسیسات در فضای خالی بین پوشش داخلی و خارجی دیوار جهت عبورلوله های آب ۵۰
- شکل (۳۰-۲) کارگذاری لوله های تاسیساتی ۵۱
- شکل (۳۱-۲) راه مناسب نصب لوله های تاسیساتی ۵۲
- شکل (۳۲-۲) تاسیسات الکتریکی ۵۳
- شکل (۳۳-۲) نمونه ای از مدل سازی کامپیوتری ۵۵
- شکل (۳۴-۲) سیستم (LSF) مهاربندی جانبی با بادبند ضربدری ۵۶
- شکل (۳۵-۲) استفاده از بادبند تسمه یا پرفیل و ورقه فولادی برای مهار جانبی جهت مقابله با زلزله و باد ۵۶
- شکل (۳۶-۲) نحوه اتصال دیوار برشی در سیستم (LSF) ۵۶

فصل ۱: مقدمه

۱-۱- مقدمه

افزایش تقاضای مسکن ناشی از رشد جمعیت، مهاجرت به شهرها و در نهایت توسعه شهرنشینی از یک سو و عدم عرضه متناسب مسکن با توجه به ناکارآمدی روش های سنتی ساخت و ساز از سوی دیگر، استفاده از صنعتی سازی ساختمان را در جوامع مختلف اجتناب ناپذیر نموده است. امروزه توسعه علوم و فنون موجب پیدایش فناوری های نوینی در عرصه ساخت و ساز گردیده است. هم اکنون در ایران تعداد زیادی از سیستم و فناوری های نوین ساختمانی مورد تأیید قرار گرفته است. از این رو آشنایی و بهره مندی از آنها متناسب با شرایط اقلیمی، جغرافیایی و نیازهای ساختمانی مناطق مختلف کشور یک ضرورت فنی و اقتصادی در بخش ساختمان و مسکن محسوب میگردد [۱].

۱-۲- بیان مسئله

اکثر شهرهای ایران از جمله بوشهر به دلیل مشکلاتی همچون رشد جمعیت، مهاجرتپذیری، کمبود مسکن، بافت های فرسوده ساختمانی نیازمند ساخت و ساز و نوسازی های گسترده است، با وجود بهره گیری از مصالح و تجهیزات مدرن در احداث برخی از ساختمان ها، هنوز روش های ساخت و ساز در شهرها عمدتاً سنتی است. این در حالی است که با توجه به اوضاع اقلیمی و جغرافیایی ایران و قرار داشتن بر روی کمر بند زلزله، روش های سنتی ساخت و ساز از یک سو به دلیل سنگینی مصالح و آوارهای ساختمانی و نیز خطرات جانی و پیامدهای زیست محیطی و از سوی دیگر به دلیل طولانی بودن دوره زمانی ساخت و ساز و اتلاف انرژی از منظر مدیریت ساخت با معایب و محدودیت های جدی روبه رو است صرف نظر از عدم رعایت استانداردها، در این خصوص مشکل اصلی، عدم معرفی کامل سیستم ها و فناوری های نوین ساختمانی برای اغلب متقاضیان و همچنین برخی از مجریان احداث بنا در بخش ساختمان و مسکن و نیز عدم تبیین دقیق مزایا و معایب هر یک از سیستم ها برای اجرا در این بخش می باشد. لذا با توجه به راهبرد صنعتی سازی ساختمان در کشور و نیاز شهروندان به مسکن مسئله اساسی تحقیق این

است که تا چه حد کاربرد سیستم قاب فولادی سبک (L.S.F) از توجییهات کافی در بخش ساختمان به ویژه احداث مسکن در شهر بوشهر برخوردار است؟

۱-۳- تعاریف

۱-۳-۱- سیستم ها و فناوری های نوین ساختمانی

به مجموعه ای از روش های صنعتی ساخت اطلاق می شود که سبک سازی، سرعت اجرا و مقاومت سازه ها را در برابر زلزله، حریق افزایش داده و عملکرد حرارتی و اکوستیک را در سیستم بهبود می بخشد.

۱-۳-۲- فولاد سرد

فولاد سرد از ورق های فولادی سازه ای ساخته می شود که از طریق پرس ورقهای بریده شده و یا رول فرمینگ فولاد توسط مجموعه ای از قالب ها شکل داده می شوند (برخلاف فولاد نورد گرم برای شکل دهی به این شیوه نورد سرد به عملیات حرارتی نیاز نمی باشد) و بنابراین آنها را با نام فولاد سرد می شناسند. اعضای خانواده فولاد سرد و دیگر محصولات آن نازک تر، سبک تر و دارای تولید ساده تری بوده و معمولاً نسبت به همتهای تولیدی به شیوه نورد گرم خود از هزینه های کمتری برخوردارند، گستره ای از ضخامت های مختلف فولاد برای برآورده کردن نیازهای سازه ای و غیر سازه ای در دسترس می باشد [۲].

۱-۴- سیستم L.S.F

ساختمان های پیش ساخته فولادی سبک (Light Weight Steel Frame) به LSF موسوم بوده که بصورت خشک و عمدتاً با استفاده از اتصالات پیچی بکار می روند. این ساختمان ها از ۳ جزء اصلی شامل: مقاطع متشکل از ورق های فولادی سرد نورد شده برای سازه، صفحات تخته گچی به عنوان پوشش

رویه درونی و لایه عایق حرارتی و صوتی تشکیل می شوند. کاربرد این ساختمان ها به عنوان یک سیستم سازه ای مستقل و اکثرا درانبوه سازی ساختمان های دوطبقه، دفاتر و ساختمان های تجاری کوچک، واحدهای صنعتی و سالن های ورزشی یک طبقه است. یک سیستم سازه ای باربر ثقیلی است که قابلیت ترکیب شدن با سیستم سازه ای دیگر، مانند دیوارهای بتن مسلح سازه ای را دارد. در ساختمان های کوتاه بصورت سیستم سازه ای مختلط بکار می رود. استفاده از اشکال مختلف آن طبق آیین نامه مجاز بوده است. مقاطع آن دارای ابعاد متنوع و محدوده تغییرات ضخامتی بین ۰/۶ تا ۲/۵ میلیمتر می باشند. اتصال LSF به شالوده به واسطه کلاف افقی با مقطع c، شکل می گیرد. اجزاء قائم به عنوان عضو باربر ستونی در بارهای ثقیلی عمل می کند، برخی از این اعضا در دهانه مهاربندی جانبی سازه علاوه بر بار ثقیلی، متحمل نیروهای ناشی از بار جانبی هم بوده که تحت نام وادار در سیستم معرفی شده اند. سقف این سازه ها متشکل از تیرچه های فلزی سردنورد شده است. تیرها و تیرچه ها عمدتاً دارای مقاطع با اشکال Z و C می باشند. پوشش سقف با دال بتنی در صورت یکپارچگی لازم بین بتن و پروفیل فولادی تیرچه، می تواند به عنوان سقف مرکب فلزی طراحی شود. LSF، بمنظور باربری جانبی سازه در امتداد اصلی متعامد، از دهانه های بار برجانبی استفاده می شود. دهانه های باربر به ۴ روش ایجاد شده: سیستم دهانه های مهاربندی با اعضای قطری، سیستم دیوار برشی با ورق فولادی نازک، سیستم دیوار باربر با پوشش OSB و سیستم دیوار برشی بتن مسلح؛ که مهاربندی با اعضاء قطری برای ساختمان های تا ۲ طبقه مسکونی و سیستم باربر جانبی دیوار برشی بتن مسلح تا ۴ طبقه مسکونی مجاز است [۱].



شکل (۱-۱) نمونه ای از ساختمان سازی با سیستم Isf



شکل (۲-۱) نمونه ای از انبوه سازی با سیستم Isf

۱-۴-۲- تأییدیه فنی

مدرکی است که رعایت استانداردها و ضوابط مربوط به پایداری و پایایی ساختمان ها را در سیستم ها و فناوری های ساختمانی در شرایط مختلف اقلیمی و لرزه خیزی را گواهی می نماید، بنا به قانون بودجه

سال ۱۳۸۶ تأییدیه فنی از سوی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ایران پس از ارزیابی های مختلف صادر می شود [۱].

۱-۴-۳- چارچوب نظریه فنی

برای بررسی هر یک از سیستم ها و فناوری های نوین ساختمانی از چارچوب نظریه فنی استفاده خواهد شد. نظریه فنی به بیان ساده، اعلام رسمی نتایج بررسی و ارزیابی کیفیت، دوام و سایر ویژگی های یک فرآورده یا سیستم ساختمانی با استفاده از مقررات ساختمان، استانداردها و دستورالعمل های معتبر است که از سوی یک سازمان مسئول و مطابق قانون برای مدتی محدود ارائه می شود، به این ترتیب نظریه فنی رابطه بین تولید کننده، طراح، مدیر اجرایی یا کارفرما و مصرف کننده را در مورد انتخاب نوع سیستم ساختمان تعیین می کند. در چارچوب نظریه فنی مصالح، سیستم ها و فناوری هایی در بخش ساختمان و مسکن مورد استفاده خواهند بود که طبق قانون از تأییدیه فنی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن برخوردار باشند، این تأییدیه پس از ارزیابی مرکز، معمولاً با چهار گروه از شاخص ها به شرح زیر صادر می گردد

گروه اول: شاخص های فنی

مشمول بر شاخص های ارزیابی :

۱. سازه و زلزله

۲. حریق

۳. انرژی

۴. آکوستیک

گروه دوم: شاخص های تولید صنعتی

مشمول بر شاخص های ارزیابی:

۱. سرعت اجرا

۲. سبک سازی

۳. نیروی انسانی ماهر

۴. تولید کارخانه ای و کنترل کیفیت

۵. حم لונقل و نصب در محل

گروه سوم: شاخص های اقتصادی

مشمول بر شاخص های ارزیابی:

۱. هزینه احداث در کارخانه

۲. هزینه هر متر مربع زیربنا

۳. مسافت اقتصادی از نظر حمل و نقل

۴. تعمیر و نگهداری

۵. عمر مفید و دوام

گروه چهارم: شاخص های فرهنگی

مشمول بر شاخص های ارزیابی:

میزان انطباق با معماری ایرانی - اسلامی

انعطاف پذیری در طرح های معماری [۱]

۱-۵- سؤالات تحقیق

با توجه به موضوع و مسئله اساسی پروژه سؤالات زیر را می توان مطرح کرد:

کاربرد سیستم L.S.F با شاخص های فنی تا چه حد قابل تأیید است؟

از نظر شاخص تولید صنعتی، سیستم L.S.F چگونه ارزیابی می شود؟

ارزیابی سیستم L.S.F از بعد اقتصادی چقدر قابل توجیه است؟

سیستم L.S.F تا چه حد با شاخص فرهنگ ملی و بومی قابل تطبیق است؟

تا چه حد کاربرد سیستم L.S.F از توجیهات فنی، صنعتی، اقتصادی و فرهنگی در بخش ساختمان

به ویژه احداث مسکن در شهر بوشهر برخوردار است؟

فصل ۲: نتایج و بحث

۲-۱- مقدمه

در ساختمان های رایج، سازه علی رغم طراحی پیشرفته معمولاً از اجرای ضعیفی در ایران برخوردار است به این معنی که رفتار واقعی سازه در مواقع سرویس دهی با آنچه طراحی شده کاملاً متفاوت است. لذا نظارت دقیق بر کیفیت اجرا و تطبیق با جزییات محاسبه شده امری کاملاً ضروری می باشد. از این رو ساختمان های پیش ساخته شده در کارخانه به دلیل طی نمودن مراحل کنترل کیفیت و تولید مطابق با نقشه های محاسباتی رفتار مناسب در موقع سرویس دهی خواهد داشت. در این بین قاب های سبک فولادی ال اس اف با کیفیت ساخت کارخانه ای و اتصالات ساده، مطمئن مستحکم و سریع از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشند.

همچنین نیاز روز افزون کشور به سطح زیربنای بیشتر در امر مسکن، آموزش، تسهیلات بهداشتی، درمانی، رفاهی، تاسیسات صنعتی و تجاری که عمدتاً از افزایش جمعیت و توسعه ناشی میشود، ایجاب می نماید که از روش های جدیدی در ساختمان سازی استفاده گردد. در این روشها علاوه بر کاهش زمان ساخت، با صرفه جویی در مصرف مصالح ساختمانی سنتی، هزینه ساخت نیز با حفظ کیفیت مطلوب کاهش می یابد به منظور دستیابی به اهداف فوق سیستم ساختمانی ساخت سریع با بررسی های فنی و اقتصادی جامعی که در آن امکانات و شرایط موجود در نقاط مختلف کشور منظور گردیده است طراحی شده و به عنوان سیستم ساختمانی سریع معرفی می گردد [۲].



شکل (۱-۲) نمونه ای از ساختمان سازی با سیستم Isf



شکل (۲-۲) نمونه ساختمان سازی با سیستم Isf

۲-۲- شرح سازه های سبک فولادی سرد نورد شده

ساختمان های پیش ساخته فولادی سبک به صورت اجرایی خشک و عمدتاً با استفاده از اتصالات پیچی و به روش تولید صنعتی به کار گرفته می شود. این ساختمان ها از سه جز اصلی شامل

۱. مقاطع متشکل از ورق های فولادی سرد نورد شده برای سازه

۲. صفحات تخت گچی به عنوان پوشش رویه

۳. لایه عایق حرارتی و صوتی تشکیل می شوند

کاربرد این ساختمان ها به عنوان یک سیستم سازه ای مستقل اکثراً در انبوه سازی ساختمان های دو طبقه دفاتر و ساختمان های تجاری کوچک واحد های صنعتی و سالن های ورزشی یک طبقه است به نظر می رسد این سیستم سازه ای باربر تقلی ترکیب شدن با سیستم های سازه ای دیگر همانند دیوارهای بتن مسلح سازه ای را نیز داراست و می تواند در ساخت ساختمان های کوتاه مرتبه به صورت سیستم سازه ای مختلط به کار گرفته شود. برای ساخت مقاطع سرد نورد شده مطابق آیین نامه های مربوط به این سازه ها استفاده از اشکال مختلف مجاز است این مقاطع معمولاً دارای ابعاد متنوع و محدودی تغییرات ضخامتی بین ۰/۶ الی ۲/۵ میلی متر است اتصال سازه LSF به شالوده به واسطه یک کلاف افقی با مقطع شکل می گیرد اجزای قائم این سیستم به عنوان عضو باربر ستونی در بارهای ثقلی عمل می کند برخی از این اعضا که در دهانه مهاربندی جانبی سازه قرار می گیرند، علاوه بر بارثقلی متحمل نیروهای ناشی از بارهای جانبی نیز می شوند این اعضا تحت نام وادار در این سیستم معرفی می شود سقف سازه این ساختمان ها متشکل از تیرچه های فلزی سرد نورد شده است که فواصل تیرچه ها با توجه به میزان ظرفیت باربری عضو و ابعاد قطعات پوشش سقف که می تواند تخته های چوبی سیمانی و با دال بتن مسلح باشد تعیین می شود تیرها و تیرچه ها عمدتاً دارای مقاطع با اشکال c یا z هستند، پوشش سقف با دال بتن مسلح در صورت تامین یکپارچگی لازم بین بتن و پروفیل فولادی تیرچه می تواند به عنوان یک سقف مرکب بتنی فلزی طراحی شود در ساختمان های LSF به منظور باربری جانبی سازه در دو امتداد اصلی متعامد از دهانه های باربر جانبی استفاده می شود که تحت عنوان

(Load Bearing Wall) نماد گذاری شده است.



شکل (۲-۳) ساختمان سازی با lsf

دهانه های باربر به چهار روش ایجاد می شود که عبارتند از : سیستم دهانه های مهاربندی شده با اعضا قطری سیستم دیوار برشی با ورق فولادی نازک سیستم دیوار باربر با پوشش osb و سیستم دیوار برشی بتن مسلح در حال حاضر در کشور ایران استفاده از سیستم دهانه های مهاربندی شده با اعضا قطری برای ساختمان های تا دو طبقه مسکونی و سیستم باربر جانبی دیوار برشی بتن مسلح برای ساختمان های تا چهار طبقه مسکونی مجاز است، اینرسی حرارتی کم این سیستم آن را برای استفاده دایم مانند ساختمان های مسکونی با مشکلاتی روبه رو می سازد ولی درعین حال عملکرد آن برای سایر ساختمان ها با کاربری مقطعی مناسب است عملکرد صوتی دیوارها و سقف های ساخته شده با این سیستم در صورت رعایت تمهیدات لازم به راحتی پاسخ گویی انتظارات تعیین شده در مقررات ملی ساختمان است مواد تشکیل دهنده LSF بار حریق ندارند ولی پروفیل های 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 سیستم ها دست یابی به این هدف است از عمده مزایای ساختمان های سبک فولادی (LSF) کاهش جرم ساختمان است که در تاثیر فراوانی در جهت کاهش هزینه های ناشی از مصالح نیروی انسانی و نیز زمان احداث پروژه خواهد داشت . به کارگیری این سیستم در ساختمان های ۵ طبقه کشور با رعایت تمهیدات خاصی مقدور است و به نظر می رسد به عنوان یک گزینه در انبوه سازی می تواند موفق باشد مشروط بر آن که به لحاظ عملکرد سازه ای طراحی و اجرای آن محدودیت ها و ضوابط موجود در سایر

آئين نامه ها بررسي و براي کشور تهيه و تدوين شود قدر مسلم آن که اصلاحاتي در خصوص مقاطع ستوني اعضاء قطري مهاربند و نيز اتصالات اين سيستم مورد نياز است که بايد به نحو شايسته اي به آن پرداخته شود اين سيستم در زمينه هاي انرژي، حريق، آکوستيک . سازه در مرکز تحقيقات ساختمان و مسکن مورد ارزيابي قرار گرفته و کاربرد آن در حيطه الزامات ارائه شده مجاز است . قطعات CFS که اعضاء اصلي تشکيل دهنده سيستم LSF مي باشد معمولاً از ورق فولادي گالوانيزه براساس استاندارد BS2989 تهيه و بکار گرفته مي شوند و در حال حاضر براساس استاندارد اروپايي در قاره اروپا BS EN 10142 10147 توليد مي شوند اين نوع ورق هاي فولادي معمولاً در عرض هاي ۱/۵ متر در کارخانجات ذوب آهن توليد شده و در کارخانجات مخصوص ديگري به صورت رولي و پرسی فرم داده مي شوند تا به اشکال مورد نظر در مي آيند اندازه قطعات در جان اعضاء CFS معمولاً بين ۵۰ تا ۳۰۰ ميليمتر مي باشد معمول ترين ضخامت ورق فولادي گالوانيزه شده براي توليد قطعاتي که در سازه LSF به کار مي روند ۱/۲ تا ۳/۲ ميلي متر مي باشد براي فرم دادن ورق فولادي آن را به صورت نواري از بين یک سري غلتک ها عبور مي دهند اين حرکت در بين غلتک ها سبب تغيير شکل ورق ها مي شود و تعداد غلتک هاي به کار رفته بستگي به پيچيدگي قطعات دارند. اين قطعات را مي توان قبل يا بعد از عبور دادن در بين غلتک ها برش داد اين شيوه عمل معمولاً در سطح بالا و با دقت زياد توسط کامپيوتر کنترل مي شود قطعات با طول هاي کوتاه و مقدار محدود را مي توان به وسيله پرس فرم داده و يا خم کرد اين تکنیک معمولاً براي قطعات ساده (مانند نبشي و C شکل) مناسب مي باشد سوراخ کاري هايي نيز در مرحله فرم دادن ورق فولادي انجام مي شود که براي کارگذاري تاسيسات در بنا انجام مي شود.

مالکين منازل انتظار دارند که خانه هایشان یک عمر دوام داشته باشند بنابراين، وجود سيستم حفاظتي مناسب در مواد فريم ها براي تحقق اين منظور لازم مي باشد درمورد فولاد اين کار توسط گالوانيزه سازي انجام مي گيرد عضوهای فولادي واقع در داخل منازل همچون فريم کف يا ديوارها، سطح خوردگي بسيار کمتری دارند مطالعات نشان داده اند که فولاد با پوشش مرسوم روی G40 بايستي تحت اين شرايط تا بيش از ۱۰۰ سال عمر کند . تمامی عضوهای سازه های دارای حداقل پوشش فلزی G60 يا

معادل آن می باشند . عضوهای فریم غیر سازه ای نیز دارای حداقل پوشش فلزی G40 یا معادل می باشند . عدم نصب تیرچه های CFS در تماس با مس ضروری است . مواد CFS با چوب خشک دیوارهای پیش ساخته، محصولات ایزولاسیون و یا گچ خشک و سیمان وارد واکنش نمی شوند. درآب و هواهای خاص و نامساعد همچون ساحلی بایستی از پوشش G70 برای حفاظت سازه ها استفاده گردد .

سیستم های ساختمانی با اعضای سبک فولادی پلاستر های گچی و پشم سنگ بطور گسترده در ایالات متحده، استرالیا و ژاپن و در برخی از کشورهای اروپایی گسترش یافته است در این کشور ها قاب فولادی سبک به عنوان یک سیستم مهم در امر اسکان می باشد این سیستم اغلب از دیوارهای باربر و کف با پروفیل های سبک فولادی یا بتن در جا می باشند استادهای باربر از ناودانی های لبه دار با ضخامت ۱-۳ میلی متر تولید می شوند در ایالات متحده برای سر هم بندی و مونتاژ معمولاً از جوشکاری در محل استفاده می شود از این سیستم برای ساختمانهای تا هشت طبقه مورد استفاده قرار می گیرند. نمونه ای از اشکال سرد نورد شده در شکل ۱ نشان داده شده است.

سطح مقطع C شکل، گونه مرسوم در فریم های CFS محسوب می شود . یک عضو C شکل متشکل از یک صفحه جان، یک بال و یک لبه سوراخدار و یا بدون سوراخ می باشد . نبشی، صفحات ، کانالهای زیر سازی و کلاهی نیز می توانند موجود باشند . ضخامت عضو بر حسب (mils) یک هزارم اینچ بیان می شود البته سیستم gauge هنوز به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد .(هر چه gauge بالاتر باشد ضخامت کمتر است) . فولاد در بین دیگر مصالح ساختمانی از بیشترین نسبت مقاومت به وزن برخوردار . عضوهای فریم CFS توسط عملیات سرد از ورقهای فولاد سازه ای و بر طبق یکی از استانداردهای زیر شکل دهی می شوند

ASTM A 722: Grades 33,37,40 & 50A

ASTM A 875: Grades 33,37,40, & 50(Class 1,31)

ASTM A 653. Grades 33.37.40 & 50(Class 1,3)

برای تهیه کردن و حمل و نقل CFS ها را معمولاً می توان از پخش کننده های اسکلت فولادی ،

تهیه کنندگان تیغه ها یا تولید کننده های اسکلت های فولادی تهیه کرد . اجزاء فولادی به صورت دسته

یا پالت وجود دارند . با یک جرثقیل می توان تخلیه بار را به راحتی انجام داد . با طراحی برش های دقیق می توانید کار را ساده کنیم، نرم افزار Steelxpert یک ابزار عالی برای طراحی این برش هاست .

برخی از ویژگی های منحصر به فرد فریم های فولادی عبارتنداز:

۱. فراوانی : اعضای خانواده ی فولادهای سرد به راحتی توسط توزیع کنندگان محلی تامین

کنندگان و مصالح ساختمانی در دسترس می باشند.

۲. ثبات قیمت: بهای فولاد تغییراته زیاد نداشته .

۳. کیفیت یکپارچه : فولاد دارای گره ،پیچش ویا معایب موضعی نمی باشد . همواره از نظر

ابعادی دقیق بوده و تحت تلرانس های تعیین شده ای تولید می گردد.

۴. انعطاف در طراحی : اعضای خانواده CFS در اندازه های مختلف موجود می باشند و طراح را

قادر به برآورده ساختن ملزومات مورد نیاز خود برای بارها ، تحت شرایط اقتصادی

ودستیابی به طول تیرهای بلند می نماید

۵. وزن سبک: لیستوفر وزن فلز مصرفی در CFS تا حد ۴۰٪ نسبت به وزن آهن آلات مرسوم

در نورد گرم از مصرف کمتری برخوردارند که این امر وزن سازه را کاهش می دهد

۶. نصب آسان: سوراخهای موجود بر روی این سازه ها نصب خطوط الکتریکی، لوله کشی

ومکانیکی را سهولت می بخشد.

در اروپا سیستم های مشابهی توسعه یافته اند اما معمولاً این سیستم ها در ساختمان های بلند در

ایالات متحده مورد استفاده قرار نمی گیرند . در سوئد و فنلاند بدلیل اینکه انرژی ارزش بالاتری نسبت به

امریکا دارد و اقلیم آب و هوایی بسیار سرد است به منظور بقای انرژی و جلوگیری از ایجاد پل سرمایی

توسط فولاد برای بازدهی و کارایی بیشتر حرارتی استادهای با جانهای شیاردار توسعه یافته اند این استاد

ها در دیوارهای خارجی ساختمان با پشم سنگ پوششی در فضای میان استدها استفاده می شوند استد

ها معمولاً عمقی بین ۲۰۰ تا ۱۷۰ میلی متر دارند که شاخص حرارتی آنها تقریباً $25 \text{ W/M}^2 \text{ K}$ بدون

داشتن عایق خارجی می باشند که مشابه دیوارهای با استدهای چوبی می باشند اگر از عایق بیرونی

استفاده شود شاخص ضریب انتقال حرارت را می توان به پایان تر از ۲۵ W/M2 K % کاهش داد این نوع از استدها را می توان در دیوارهای یکپارچه ۱ و همچنین در دیوارهای باربر در ساختمانهای ۳ تا ۴ طبقه استفاده نمود شیارهای جان در این مقاطع مقاومت جان را در برابر برش کاهش می دهند روش های طراحی برای استدهای شیاردار گسترش یافته اند ولی تاکنون در آیین نامه ها ارائه نشده است روش های طراحی صفحات گچی تک لایه توسط کالانسر و آکرلند توسعه یافته اند و تاکنون از این روش در سوئد استفاده می شود همچنین از این روش می توان برای طراحی دیوارهای با استد فولادی استفاده نمود [۱][۳][۶].



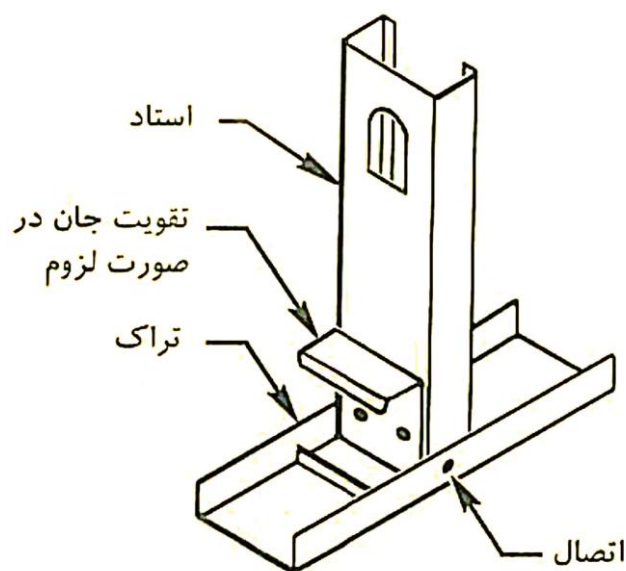
شکل (۲-۴) ورق گالوانیزه

۲-۳- اجزا LSF

اجزا سیستم قاب فولادی سبک را می توان به صورت مخفف STUFL نامید، که این اسم مخفف شامل Stud ، Track ، U channel ، Furring و L-header است. همچنین اتصالات این سیستم به صورت پیچ های خودکار یا جوش CO2 در شرایط کارخانه ای می باشد



شکل (۲-۵) نمایی از کارگاه ساخت قطعات سازه سیستم ساختمانی Isf



شکل (۲-۶) نمایی از استاد و تراک

۱. عضو قائم (STUD) :

این سازه به طور عمودی و بفواصل ۴۰ تا ۶۰ سانتیمتر درون سازه های هادی قرار داده می شود سازه های ناودانی و سازه های قائم مکمل یکدیگر بوده اتصال آنها به یکدیگر بوسیله پیچ شبکه کلی آهن گذاری و پشت بند صفحات گچی را فراهم می نماید سازه های ناودانی و سازه های قائم معمولاً در ضخامت های ۰/۵ میلیمتری و ۰/۷ میلیمتری در دیوارهای داخلی غیر باربر و با ضخامت ۰/۸۵ میلیمتر

و در دیوارهای داخلی با ارتفاع بلندتر از حد معمول ۰ در نما سازی ها و با عنوان عناصر تقویتی بکاربرده می شود بال سازه ها ۳ میلیمتر و پهنای آنها در سه اندازه مختلف ۶ سانتیمتر ۹ سانتیمتر ۱۵ سانتیمتر و عرضه می شود برای دیوارسازی معمولی عرض ۹ سانتیمتر توصیه می گردد این سازه ها فاصله مناسبی را برای عبور لوله های آب فاصلاب و عایق پشم شیشه ما بین صفحات گچی بوجود می آورد.

۲. سازه های تقلیل دهنده صدا:

بهترین روش برای تقلیل انتقال صوت بکار بردن سازه های تقلیل دهنده صدا می باشد که بر روی سازه های عمودی پیچ می شود این سازه سطح آنگاه صفحات گچی را به سازه های عمودی به حداقل تقلیل می دهد نتیجتاً انتقال صوت را از صفحات به سازه کم می نماید

۳. قطعه اتصال سازه کلاهی به دیوار آجری یا بتنی

با استفاده از این قطعه و کمک ناودانی های باربر و سازه های کلاهی شکل می توان شبکه می توان شبکه پشت بند جهت نصب صفحات گچی بر روی دیوارهای آجری و یا بتنی را فراهم آورد ویژگی این قطعات اتصال آن است که تنظیم شاقولی شبکه پشت بند را امکان پذیر می سازد و در نتیجه کیفیت کار را بالاتر می برد .

۴. ناودانی های باربر:

این ناودانی ها به عرض ۴ سانتیمتر و دارای ضخامتی برابر ۱/۵ میلیمتر هستند جنس آنها از آهن سیاه معمولی است که معمولاً با رنگ مشکی در بازار عرضه می شود موارد استفاده از ناودانها عمدتاً در شبکه بندی سقفهای کاذب و شبکه بندی فلزی جهت روکش دیوارهای بتنی و آجری می باشد.

۵. سازه های تقویتی کنجها:

این نوع سازه برای تقویت و حفاظت کنجهای بیرونی و ایجاد خط مستقیم درکنجها روی صفحات گچی بکار برده می شود و می توان آنها را با پیچ به سازه های عمودی متصل کرد ضخامت این نوع سازه معمولاً ۰/۳ میلیمتر است این سازه با نوار و بتن پوشانده می شود نوع بتنی ای که بکار برده می شود باید

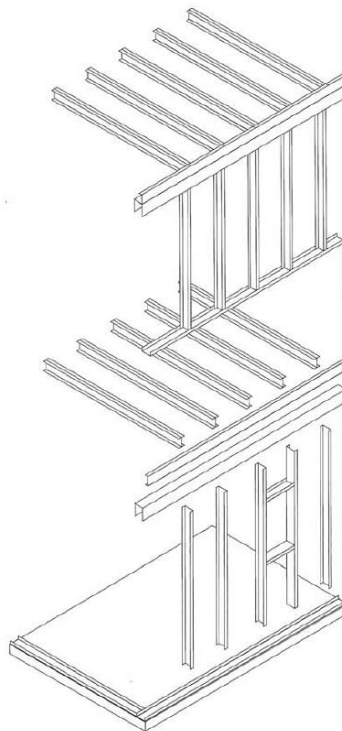
نوع مرغوب و آزمایش شده باشد که.

۶. سازه های تقویتی حاشیه:

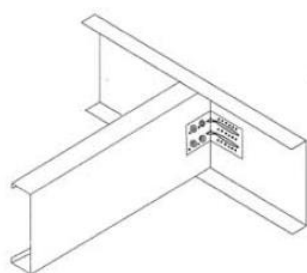
سازه های تقویتی ز شکل برای تقویت و ظرافت لبه پانلها در اطراف پنجره ها سقف و جائیکه پانلها در کنار مصالح دیگر قرار می گیرد بکار می رود با استفاده از این نوع ضمايم می توان خطوط مستقیم و حاشیه های تمیز بوجود آورد عرض دهانه این سازه معمولاً ۱۲ و ۱۵ میلیمتر است.

۷. سازه های تقویتی در انبساط:

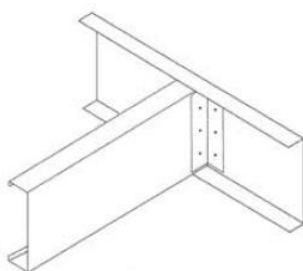
با استفاده از سازه های درز انبساط می توان سطح بزرگ دیوار یا سقف را به سطوح کوچکتری تبدیل نمود بدین ترتیب از بوجود آمدن ترک در سطوح نازک کاری جلوگیری به عمل آورد در تقسیم بندی سطوح لازم است درز انبساط از کف تا سقف و از ارتفاع نعل درگاه در تا سقف ادامه یابد [۳][۶].



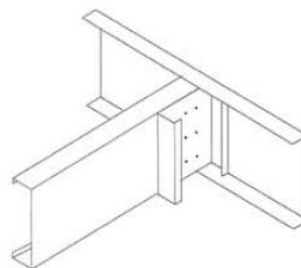
شکل (۷-۲) نمایی از قطعات سیستم Lsf



Angle junction

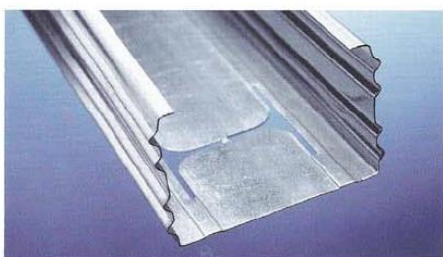
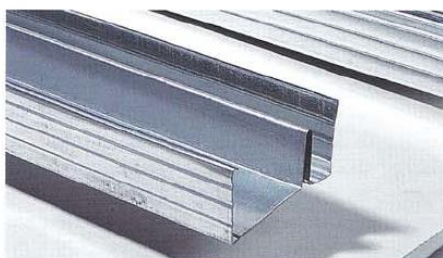
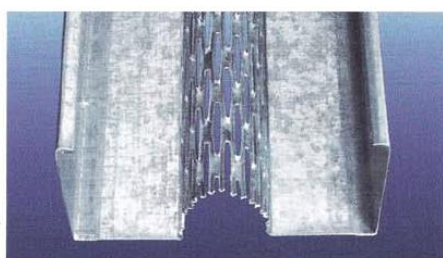


Rigid L profile



Rigid C profile

شکل (۸-۲) نمایی از استادها و رانرها



شکل (۹-۲) نمونه های استادها

۲-۴- بررسی عوامل مختلف در سیستم قاب سبک فولادی

۲-۴-۱- عوامل مربوط به هزینه

سیستم LSF از سیستم هایی است که شعاع مصرف اقتصادی بالایی دارد. در صورتی که این سیستم به روش اجرای درجا برپا شود، مصالح اولیه را که بسیار سبک و کم حجم است می توان به فواصل دور و حتی مناطق صعب العبور نیز منتقل کرد. این مصالح معمولاً به راحتی در حمل آسیب پذیر نیستند، ولی در صورت بروز آسیب در قطعات، در ساختمان قابل استفاده نخواهند بود و نیاز به تولید مجدد قطعه است. این در حالی است که چند کاره بودن قطعات و قابلیت جایگزینی قطعه خراب شده با سایر قطعات، سیکل ساخت را تا رسیدن مجدد قطعه متوقف نمی سازد. هزینه های انبارداری این مصالح چندان قابل توجه نیست، زیرا ورق گالوانیزه در برابر شرایط جوی مقاوم است و به علاوه فضای زیادی برای انبارداری این مصالح لازم نیست.

۲-۴-۲- عوامل مربوط به زمان

از نظر سرعت اجرا، تجربیات سایر کشورها نشان داده شده است که این سیستم در زمان کوتاهی برپا می شود و سرعت اجرای آن نسبت به شیوه های سنتی و حتی صنعتی سنگین بسیار بالاتر است. نسبت فرآوری محصول در کارخانه نسبت به سایت در این سیستم ساخت، بر اساس نوع اجرا و مقدار پیش ساخته سازی، می تواند بسیار متغیر و متفاوت باشد. این سیستم قابلیت اجرا در تمام شرایط جوی را دارد و با تغییرات شرایط جوی مشکلات جدی در اجرا به وجود نخواهد آمد. روش LSF این امکان را برای سرمایه گزاران فراهم می کند تا سرمایه آنها در کوتاه ترین زمان ممکن با بهترین کیفیت ساختمان سازی بازگردانده شود. به عنوان مثال برای احداث یک بنای ۴ طبقه با مساحت ۱۰۰۰ متر مربع زیر بنا تنها ۱۱۴ روز کاری زمان نیاز دارد.

۲-۴-۳- عوامل مربوط به قابلیت های اجرایی

این سیستم برای تنوع در معماری فضا و اختیار دادن به طراح در ایجاد طرح های مختلف قابلیت بالایی دارد. سهولت اجرای دهانه های متنوع و تغییر ارتفاع، به اضافه سادگی قرار دادن بازشو در جداره ها که مرهون قابلیت ترکیب آن با سیستم تیر ستون است. این سیستم را از جهت تطابق با طرح های معماری در سطح خوبی قرار داده است. نگهداری این سیستم شرایط خاصی را نمی طلبد و به علت اجرای خشک، تغییرات آن به سادگی صورت می پذیرد. به علت استفاده از مصالحی که فرآوری عمده و خاص در سایت ندارند، می توان این سیستم را با دقت نسبتاً بالایی کنترل کرد.

۲-۴-۴- عوامل مربوط به کیفیت و قابلیت های فنی

استفاده از ورق گالوانیزه، پایداری این سیستم را در برابر هوازگی و میکرو ارگانیسم ها افزایش داده است. از نظر زیست محیطی، این سیستم ساختمانی در زمره سیستم هایی است که انرژی اندکی برای ساخت اجزای آن مصرف می شود. از نقاط ضعف این سیستم، در صورتی که در اجرا تمامی نکات فنی مورد رعایت قرار نگیرد، خطر ایجاد صدا در حالت های انقباض و انبساط است. وزن کم این سیستم ساختمانی (در حدود ۶۰ درصد وزن واحد سطح سیستم های رایج ساخت و ساز) باعث می شود نیرو های اعمال شده در صورت وقوع زمین لرزه به طور قابل توجهی نسبت به ساختمان های متداول کمتر باشد، تا حدی که در اکثر موارد، اثر نیرو های اعمال شده توسط باد بیشتر و تعیین کننده تراز نیروهای ناشی از زمین لرزه است. در ضمن وزن کم این سیستم باعث می شود به عنوان گزینه ای مناسب برای مناطق با مقاومت کم خاک، تلقی شود. به رغم اینکه بار مرده این سیستم با اجزای اصلی و کاربردی آن منتقل می شود، ولی اجرای خشک، قابلیت تغییرات آتی را تا حدی در آن به وجود می آورد. معمولاً ساختار نمای این سیستم، از سازه آن جدا است و از سهولت و دقت اجرای خشک برخوردار است. اجرای خشک، امکان برچیدن و استفاده مجدد این سیستم را ایجاد کرده است، به علاوه آنکه، قطعات و اجزا عمدتاً از مصالح و فلزات قابل بازگشت به چرخه ساخته شده اند [۱][۳][۶].

۲-۵- ماشین آلات مورد نیاز

۱. دریل
۲. تفنگ های شلیک میخ
۳. بالابر ها
۴. اره های برش برای فولاد و تخته های گچی [۱]

۲-۶- عمر مفید

یک ساختمان به مصالحی که در ساخت آن بنا بکار رفته بستگی دارد. در این روش از بهترین و با کیفیت ترین مصالح موجود که به صورت صنعتی فرآوری می شوند، با بهره گیری از آخرین دستاورد های علمی صنعت ساختمان در جهان استفاده می گردد. عمر مفید این ساختمان ها کمتر از ساختمان های رایج نمی باشد و حداقل عمر مفید این نوع ساختمان ها ۶۰ سال برآورد شده است [۹].

۲-۷- ساختمان های قابل احداث با استفاده از LSF

این سیستم در انواع ساخت و سازها مانند :

۱. ویلاها
۲. ساختمانهای مسکونی و اداری
۳. هتل ها و هتل آپارتمانها
۴. مدارس و دانشگاهها

۵. رستورانها
۶. کمپهای اقامتی و تفریحی و
۷. ساختمان های چند واحدی
۸. دفاتر و ساختمان های تجاری کوچک
۹. ساختمان های ورزشی و آموزشی
۱۰. احداث نیم طبقه در داخل بناهایی با ارتفاع زیاد
۱۱. توسعه تعداد طبقات بر روی پشت بام ساختمان های موجود
۱۲. فضاهای کاربردی پیش ساخته مثل سرویس های بهداشتی
۱۳. بازسازی مناطق آسیب دیده از بلایای طبیعی (زلزله، سیل، طوفان، رانش زمین و ...) از نقطه نظر اسکان دائم
۱۴. اسکان نیمه موقت آسیب دیدگان از بلایای طبیعی (با توجه به سرعت احداث و هزینه پایین)
۱۵. احداث مسکن کوچک و ارزان قیمت برای جوانان
۱۶. احداث شهرکهای مسکونی جدید (در قالب انبوه سازی) [۳]

۲-۸- اتصالات

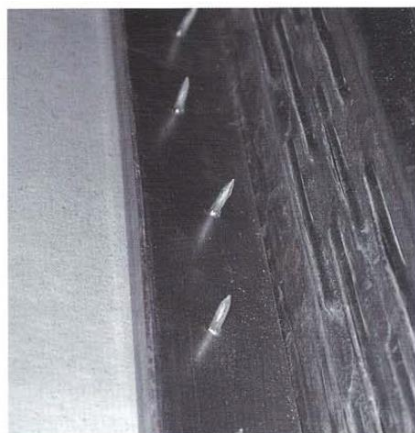
این سیستم به صورت اجرای خشک و اغلب با استفاده از اتصالات پیچ و به روش تولید صنعتی به کار گرفته می شود گرچه در شرایط خاصی میتوان از اتصال پرچ و جوش نیز استفاده کرد.



شكل (۲-۱۰) اتصال پیچی قطعات



شکل (۱۱-۲) نمایی از اتصالات در سیستم Isf



شکل (۱۲-۲) پیش ساختگی قطعات در کارگاه



شکل (۲-۱۳) نصب قطعات پیش ساخته

اتصالات پیچی

پیچ های فولاد به فولاد

پیچ های اتصال پوشش ها

اتصالات جوشی:

مناطق جوش کاری باید به نحوه مناسبی آماده سازی شود تا مقاومت خوردگی منطقه جوش کاری

حفظ شود

اتصال به دیگر مصالح:

مشخصات پیچ، میخ، میل مهار و دیگر اتصال دهنده ها که برای اتصال قاب های فولادی سبک به

چوب، مصالح بنایی، بتن و دیگر اجزاء فولادی بکار می روند، باید مطابق استانداردهای معتبر باشند.

مهار های نگهدارنده و مهار های برشی:

میل مهارهای نگهدارنده دیوارهای برشی و دیوارهای باربر فولادی سبک همراه مهاربند تسمه ای

قطری باید از نوع J شکل بوده و در هنگام بتن ریزی در پی قرار داده شود. استفاده از روش کاشت بولت، به شرط تأمین طول مهاری کافی در طول ترک زیرین مجاز است [۳][۶][۱۱].

۲-۹- دیوارهای غیر باربر

صفحات دیواری سبک که از سیستم ساختمانی قاب های سبک سرد نورد شده منشعب می شوند قابل کاربرد در اکثر سیستم های ساختمانی می باشند. track وادار و stud این صفحات دیواری بر اساس کاربرد اجزایی به نام (تیرچه) شکل گرفته است و ساختار اصلی دیوارها از ترکیب نیمرخ های فولادی گالوانیزه سرد نورد شده، بر پا می شود. مقطع مورد استفاده در این شکل می باشد که معمولاً با اتصالات مکانیکی به یکدیگر متصل C دیوارها می شوند. هر دیوار از تعدادی اجزای عمودی (شکل) وادار (به فواصل ۴۰ تا شکل C یا U ۶۰ سانتی متر که در بالا وپایین به اجزای افقی ناودانی شکل شکل C (تیرچه) متصل شده اند، تشکیل می شوند. در صورتی که از مقاطع 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 آن ها قرار می گیرد اجرا در روش دوم، وادارها هم راستا اجرا نمی شوند و عایق حرارتی به صورت زیگزاگ بین آن ها حرکت می کند. در این حالت وادارها به صورت پلی 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) تأمین 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. ورق های نسبتاً نازک فولاد گالوانیزه در برابر آتش دارای مقاومت کمی بوده و از این نظر باید محافظت در برابر آتش به سرعت دچار LSF شوند در غیر اینصورت ساختارها از نوع تغییر شکل شده و فرو خواهند ریخت محافظت از این ساختارها در مقابل آتش به وسیله تخته های گچی که بر روی چهارچوب فولادی نصب می

شود قابل تأمین است [۵].

۲-۱۰- مراحل طراحی و اجرایی بخش های مختلف سازه فولادی سبک

۲-۱۰-۱- طراحی

ابتدا پلان اولیه (پلان معماری) طبق نظر و درخواست کارفرما با توجه به ویلایی بودن (فلت، دوبلکس، تریبلکس) یا در چند طبقه (آپارتمانی) تهیه و سپس طرح معماری تهیه شده با نرم افزارهای کامپیوتری مثل افزار اختصاصی FRAME BUILDER شرکت GENESIS به عنوان یکی از پیشرفته ترین نرم افزارهای طراحی سازه در دنیا دارای مشخصه های بارز طراحی حرفه ای به همراه ارائه جزئیات اجرایی در کلیه ساختمان ها می باشد. نرم افزار فوق کلیه اطلاعات نقشه ها و راهکارهای لازم را به منظور بهبود عملیات اجرایی ساختمان و همچنین صرفه اقتصادی مطلوب در استفاده از فریم های ساخته شده از فولاد سبک LSF را در اختیار مجریان مشتریان و بهره برداران قرار می دهد. اسکلت اصلی ساختمان (سازه) شامل تمامی دیتایل ها و محاسبات که شامل مقاومت های باد، برف، زلزله و بارهای مختلف (زنده، مرده) و رعایت فواصل ستون های برابر از هم، ضخامت، عرض و نوع ستونها و تیرها تعریف و جانمایی می گردد.

در این مرحله که تمامی محاسبات با نرم افزارها و مطابق استانداردهای مشخص انجام شده، مسیر انتقال تمامی تاسیسات مکانیکال (آب گرم و سرد) و برق نیز مشخص و در زمان تولید با دستگاههای مشخص پانچ و سوراخ می گردد. تمامی برشها و جای پیچها (اتصالات سازه ای) در این مرحله طراحی و تعیین می شود.

نکته ای که مهم و قابل توجه می باشد این است که هیچگونه محدودیتی در طراحی و اجرای ساختمانهای پیش ساخته (صنعتی سازی) وجود ندارد. در هر طرح و نقشه و ابعادی که مبتنی بر معماری ایرانی- بومی - معماری مدرن، کلاسیک قابل طراحی و ساخت می باشد.

۲-۱۰-۲- مرحله دوم پی

شالوده مرسوم برای سیستم ساختمانی قاب سبک فولادی سرد نورد شده از نوع نواری و یا در صورت لزوم شالوده گسترده می باشد.

در ساختمان هایی که تراز کف ساختمان پائین تر از زمین طبیعی است می توان دیوارهای بتن مسلح را در پیرامون طبقه زیرزمین و نیز زیر تمامی دیوار های باربر داخلی اجرا نمود . باید توجه شود که سختی جانبی طبقه زیرین بتن آرمه باید حداقل ۱۰ برابر سختی جانبی سازه فولادی سردنورد شده فوقانی باشد و در این صورت می توان بخش های فولادی سبک و بتن آرمه را مستقل طراحی نمود.

ضروری است دقت لازم برای اجرای سطح بالایی شالوده به صورت تراز و بدون هر گونه نقص به منظور نصب دیوارهای باربر، به عمل آید . اگر به هر دلیل سطح بالایی تراز نباشد باید تمهیداتی برای ایجاد سطح باربر صاف بین ترک تحتانی یا ترک پیرامونی و شالوده در نظر گرفته شود . حداکثر فاصله قابل قبول سطح شالوده و ترک تحتانی دیوارهای باربر ۶/۴ میلی متر می باشد که باید با قرار دادن صفحات باربر پر کننده یا اجرای گروت پرکننده سطح مسطح مورد نظر را ایجاد نمود.

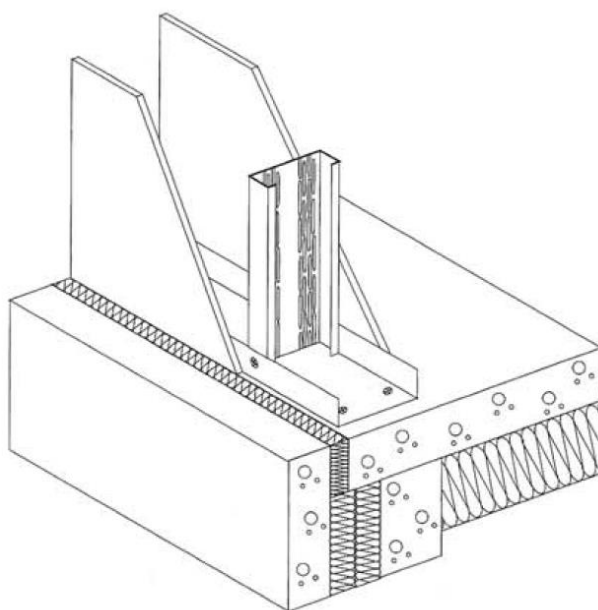
هیچ یک از اعضاء قاب های فولادی سبک نباید در تماس مستقیم با زمین قرار گیرد و بدین منظور باید با تمهیداتی قاب در ارتفاع کافی بالای تراز زمین نصب شود. باید از تماس مستقیم ترک تحتانی دیوار یا هر بخش دیگری از قاب بندی با بتن تازه جلوگیری شود . به طور مثال می توان اطراف قطعه سرد نورد شده را با پوشش پلی اتیلن پوشش داد. ضوابط طرح و اجرای شالوده ها باید مطابق بخش مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد. همچنین در این نوع فونداسیون قابلیت اجرای محل چاه ارت و لوله فاضلاب و سایر موارد دیده شده است.



شكل (۲-۱۴) آرماتور بندى شالوده نواری



شكل (۲-۱۵) قالببندى شالوده



شکل (۱۶-۲) نمایی از اتصال قطعات به فونداسیون



شکل (۱۷-۲) نمایی از اتصال سازه به فونداسیون

۲-۱۰-۳- مرحله سوم اسکلت ساختمان

۱. دیوار

در سازه فولادی سبک، بار جانبی و بار ثقلی را دیوارها تحمل می کنند. دیوارها به صورت توخالی هستند و می توان این فاصله خالی را با بتن سبک یا فوم پلی استایرن پر کرد.

این دیوارها شامل دیوارهای باربر و دیوارهای غیرسازه ای می باشد. دو نوع روش اجرایی برای ساخت قاب بندی دیوارها در ساختمان وجود دارد . قاب بندی دیوارهای باربر را می توان در محل کارگاه مشروط بر ایجاد یک سطح تراز و شاسی کشی مناسب ساخت و سپس در جای دقیق بر پا داشت . روش دیگر، تولید پانل پیش ساخته در کارخانه است که در آن پیش سازی سقف ها، دیوارها و خرپاها به کمک میزهای مونتاژ انجام و پس از حمل به محل، عملیات نصب پانل های آماده انجام می شود. اجرای دیوارهای غیر باربر در هر دو روش می تواند بعد از اجرای دیوارهای باربر و سقف انجام شود.



شکل (۲-۱۸) نصب کردن استادها و رانرها



شکل (۱۹-۲) نصب دیوارها



شکل (۲۰-۲) نمونه ای ساختمان با سیستم Isf



شکل (۲-۲۱) جاگذاری قطعات

۲. سقف

سیستم سقف سازه ای شامل تیرچه، ترک پیرامونی، سخت کننده های جان، بست های تسمه ای، بست های انسجام دهنده و انواع پوشش از قبیل صفحات سازه ای چوبی، فولادی می باشد. همچنین کاربرد سقف های مرکب بتن و عرشه فولادی با رعایت ضوابط مربوط مجاز است. اعضای خرپای فولادی باید به طور دقیق برش خورده و به طرز مناسب به یکدیگر متصل شوند. بیشینه فضای خالی بین اعضای جان نباید بیش از ۱۲٫۷ میلی متر باشد. موقعیت اعضای یال خرپا، جان خرپا و گره ها باید مطابق نقش ه ها اجرا شود.



شکل (۲-۲۲) تیرچه ها در سقف



شکل (۲-۲۳) نمایی از سقف در سیستم lsf

۲-۱۰-۴- مرحله چهارم پوشش های خارجی و داخلی

از ویژگی های جالب توجه در سیستم LSF ایجاد حجم و فرم دلخواه معماری بر اساس اسکلت سازه ای است به طوری که تنوع بیشتر طرح های معماری در سیستم LSF نسبت به سیستم های سنتی

ساخت و ساز، امکان سازگاری و تطابق سیستم با معماری بومی را فراهم می نماید. بر خلاف سازه های سنتی که پس از اتمام مرحله سفت کاری فرم نهایی و نازک کاری شده ساختمان چندان قابل تشخیص نیست، در سیستم LSF همانند اسکلت بدن موجودات زنده که تمامی اجزاء اسکلت در باربری و ایجاد فرم بدن دارای نقش می باشند، پس از اجرای اسکلت سازه ای در این سیستم شمایل تمام شده ساختمان کاملاً قابل تشخیص بوده و فاصله ی بسیار کمی بین مرحله ی سفت کاری و نازک کاری وجود دارد به طوری که اجرای مراحل نازک کاری با سرعت و سهولت بیشتری همراه بوده و اجرای مراحل پایانی ساخت در سیستم LSF همواره از دقت، ظرافت و کیفیت بالاتری نسبت به سایر سیستم های مورد استفاده در ساخت و ساز برخوردار است.

۱. ایزولاسیون

با استفاده از مرغوب ترین عایق های حرارتی و صوتی ساختمانی با روشهای روز دنیا در جداره های خارجی از تبادل حرارت و صدا جلوگیری می شود، این تکنیکها نه تنها قابلیت تطابق در هر اقلیم و شرایطی را دارا می باشد بلکه در صرفه جویی انرژی نیز نقش به سزایی دارد.



شکل (۲-۲۴) نمونه ای از عایق در ساختمان های Lsf

۲. دیواره های خارجی

جهت جلوگیری از هر گونه اتلاف انرژی حرارتی و برودتی در ساختمان و در دیواره های خارجی از عایق پشم سنگ فشرده پالتی استفاده خواهد شد، که این بناها را در برابر سرما و گرما و رطوبت محیط، کاملاً عایق خواهد نمود. انواع عایقهای سرامیکی، سرباره، پلی استایرن، پلی اتیلن، پلاستیک گزینه های مورد استفاده می باشند.

گاهی بسته به ایده طراحی معماری یا نیاز ساختمانی و یا کاربری سازه ای از مصالح سنتی در بخش هایی از ساختمان LSF مانند فونداسیون، سقف و کف یا نمای دیوارهای خارجی استفاده می گردد.

۱. بتن در دو نوع بتن عادی و سبک و بتن سبک نیز در دو نوع بتن سبک سازه ای و بتن

سبک غیر سازه ای کاربردهای گسترده ای در ساختمان یافته اند و در ساختمان های LSF نیز بسته به نوع طراحی و انتظار طراح در نوع سازه ای یا غیر سازه ای به کار می روند. بتن در فونداسیون و کف سازی و دال اصلب کف ساختمان LSF و همچنین کاشت پیل های فونداسیون در مواردی که ساختمان LSF بر روی به عنوان ماده اصلی کاربرد دارد و بستر ساختمان به این ماده وابسته می باشد.

۲. آجر نما، آجر عمدتاً برای نمای خارجی ساختمان LSF به کار می رود و به دلیل ماهیت

اصیل آن در معماری یکی از مصالح بسیار مطلوب برای نمای ساختمان LSF به شمار می آید. ۳. سنگ نما انواع سنگ های تزئینی نما همانند دیگر ساختمان ها برای ایجاد نمای

خارجی ساختمان LSF به کار می روند



شكل (۲-۲۵) نما سازی با مصالح سنتی برای ساختمان Isf



شکل (۲۶-۲) نمونه ای نماسازی



شکل (۲۷-۲) آجرکاری برای نماسازی ساختمان Isf

۳. دیواره های داخلی

عایق جهت دیواره های داخلی از پلی استایرن به ضخامت ۵cm استفاده میشود.

۴. مصالح پوششی

پانل گچی (Gypsum Board)

پانل سیمانی یا سمنت بورد (Cement Board) و جیپسوم بورد

پانلهای چوبی و (MDF) (Wooden Panel)

در حال حاضر در اکثر قریب به اتفاق ساختمان های در حال ساخت، از مصالح سنتی (نظیر آجر، سفال، بلوک و غیره) به عنوان دیوار استفاده می شود که مشکلات اجرایی و معایب خود را دارا هستند. در سازه های LSF علاوه بر امکان استفاده از مصالح سنتی به عنوان پوشش بیرونی، نوع دیگری از پوشش ها به عنوان پوشش داخلی استفاده می شود که عمدتاً شامل پانلهای گچی، پانلهای چوبی یا پانل های فایبرسمنت است.

در مورد پانل های فایبرسمنت می توان گفت که این پانل ها بر روی سازه فلزی گالوانیزه نصب شده و نقش دیوار را در تمامی کاربردها (اعم از دیوار داخلی و خارجی، سقف داخلی و خارجی و غیره) بر عهده خواهند داشت. پانل های فایبر سمنت نسل جدیدی از مصالح ساختمانی است که طی دو دهه اخیر کاربرد گسترده ای یافته و در سطوح داخلی و خارجی ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد. مقاومت مکانیکی خوب و مقاومت بسیار عالی در برابر رطوبت، حشرات موزی و سایر عوامل مخرب باعث شده تا استفاده از این پانل ها روز به روز با استقبال بیشتری روبرو شود. و برخی از کاربرد های آن مثل

۱. پارتیشن بندی داخلی، سقف کاذب، پوشش دیوار خارجی، پوشش دیوار داخلی و سقف خارجی

۲. ابعاد هر پانل: ۲۴۴۰*۱۲۲۰mm و یا سایر ابعاد مورد نیاز بصورت سفارشی

۳. ضخامت: برای دیوارهایی که این پانل نقش دیواره خارجی اصلی را دارد ضخامت ۸mm بکار

برده می شود.

ویژگی برجسته این محصول خاصیت ضد حریق و نسوز بودن آن است. با استفاده از این محصول در دیوارها و پارتیشن بندی ها بالطبع اسکلت فلزی ساختمان در مقابل حریق ایمن می گردد.

مقاوم در برابر رطوبت، حریق، ضربه، حشرات و مواد شیمیایی

فاقد آزیست یا هرگونه مواد زیان آور

عدم ایجاد آلودگی های زیست محیطی

نصب آسان ایمنی، پایداری، سبکی و دوام قابل توجه

پوشش های سقف و دیوار :

۱. کاغذ دیواری یا پوستر

۲. رنگ

۳. دیوارپوش

۴. کاشی یا سنگ های آنتیک

۵. کتیبه



شکل (۲۸-۲) نمونه ای از پوشش سقف

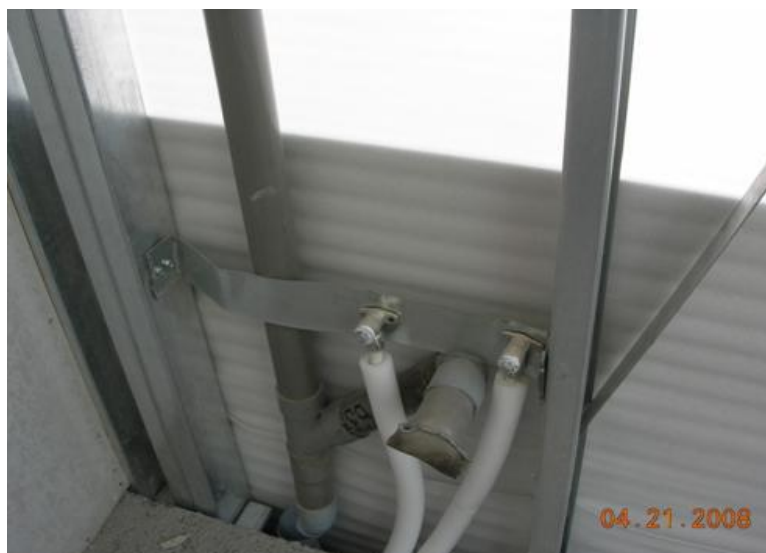
پوشش های کف

۱. پارکت
۲. موکت
۳. سنگ ، سرامیک و گرانیت
۴. کفپوش

۲-۱۱- مرحله پنجم تاسیسات الکتریکی و مکانیکی

۲-۱۱-۱- تاسیسات مکانیکی:

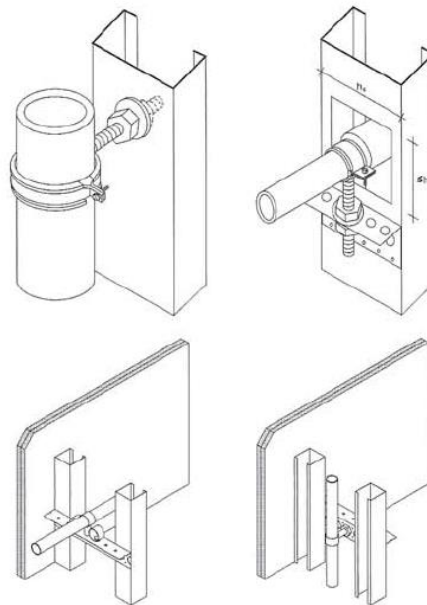
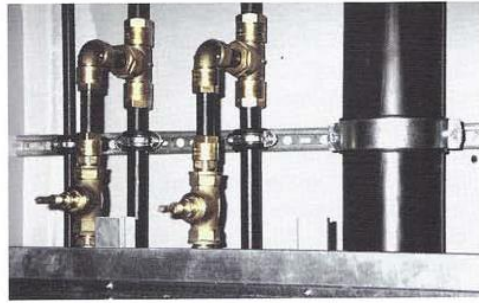
اساس لوله های تاسیساتی با استفاده از سوپر پایپ و پی وی سی فشرده می باشد که در مقایسه با لوله های فلزی و چدنی از انعطاف و طول عمر بیشتری برخوردار می باشند . برای سیستم تهویه مطبوع نیز می توان بسته به نظر کارفرما یا از پکیج و از سیستم تهویه مرکزی استفاده کرد.



شکل (۲-۲۹) اجرای تاسیسات در فضای خالی بین پوشش داخلی و خارجی دیوار جهت عبور لوله های آب



شکل (۲-۳۰) کارگذاری لوله های تاسیساتی



شکل (۲-۳۱) راه مناسب نصب لوله های تاسیساتی

تاسیسات الکتریکی :

تاسیسات برقی شامل : سیم کشی، کلید، پرز، تابلو برق، چاه ارت، خط تلفن و کابل تلویزیون که در این نوع ساختمانها به راحتی میسر می باشد.

در این شیوه لوله های پلاستیکی از بالای سقف کاذب به میان فضای خالی دیوارها به محل قوطی ها که از پیش به وسیله پشت بندهای مخصوص در محل مورد نصب شده اند کشیده می شوند.



شکل (۳۲-۲) تاسیسات الکتریکی

کف کاذب:

این سیستم برای بالاتر قرار گرفتن کف تمام شده ساختمان و ایجاد یک فضای خالی در زیر سازه استفاده می شود و با ایجاد یک فضای خالی در کف سازه علاوه بر تهویه طبیعی در زیر ساختمان، در مناطق مرطوب از جمع شدن رطوبت و آب جلوگیری می کند و همچنین باعث اجرای ساده شبکه فاضلاب و جلوگیری از ورود حشرات و حیوانات موذی می شود.

۲-۱۱-۲- مرحله ششم درب و پنجره

درب ها : استفاده از انواع درب ها از نوع MDF-HDF-UPVC - و آلومینیوم ضد حریق و ضد

سرقت (چهارچوب درب ها از نوع فولاد با چوب می باشد).

پنجره : استفاده از انواع پنجره های UPVC و یا آلومینیومی با شیشه های تک جداره و دو جداره

در ضخامت و ابعاد و اشکال مختلف [۱][۳][۶].

۱۲-۲- نحوه تعریف مقاطع سرد نورد شده در SAP و ETABS

چون در SAP و ETABS امکان تعریف بعضی از مقاطع دویل مورد استفاده در سیستم LSF نیست و امکان تعریف خصوصیات هندسی واقعی مقطع بر اساس مصالح سرد نورد شده وجود ندارد به ناچار برای تعریف دقیق مصالح مورد استفاده می بایست از نرم افزار های جانبی ، برای مثال نرم افزار کمپانی CFS برای تعریف مقطع مورد نظر و دریافت مشخصات هندسی کاهش یافته مقطع با حساب خصوصیات مقاطع سرد نورد شده و با در نظر گرفتن ضوابط طول کمانشی و ... که در آیین نامه AISI به مفصل برای اینگونه مقاطع آمده است استفاده شود. سپس با دریافت خصوصیات هندسی به دست آمده از این نرم افزار برای مقطع مورد نظر میتوانیم در SAP یا ETABS مقطع خود را با توجه به این خصوصیات هندسی بدست آمده به صورت General تعریف نموده و سپس همانند سازه های فولادی در نرم افزار مربوطه مدلسازی و به صورت ASD یا LRFD طراحی کنیم [۱۰].



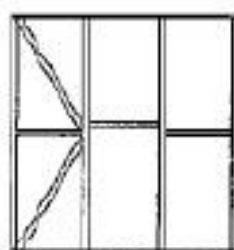
شکل (۲-۳۳) نمونه ای از مدل سازی کامپیوتری

۲-۱۳- مهاربندی جانبی سیستم ساختمانی قاب سبک فولادی سردنوردشده

برای مهاربندی از بادبند و دیوار برشی فولادی و ترکیب آن ، استفاده می شود [۱۲].



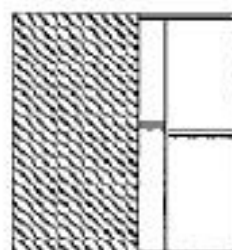
شکل (۳۴-۲) سیستم (LSF) مهاربندی جانبی با بادبند ضربدری



K Bracing

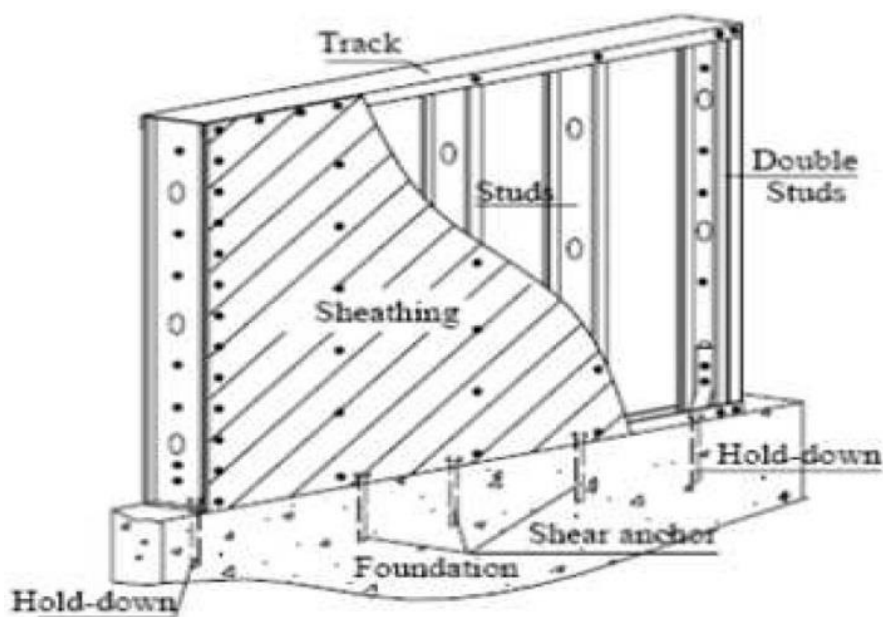


Steel Cross
Bracing



Full Panel
Bracing

شکل (۳۵-۲) استفاده از بادبند تسمه یا پرفیل و ورقه فولادی برای مهار جانبی جهت مقابله با زلزله و باد



شکل (۳۶-۲) نحوه اتصال دیوار برشی در سیستم (LSF)

۲-۱۴- الزامات طراحی و اجرا در ایران

۱. در مناطق با خطر نسبی کم، متوسط و زیاد (مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ ایران) استفاده از این سیستم سازه به عنوان قاب ساختمانی ساده به همراه دیوار برشی بتن مسلح حداکثر در ۵ 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 آیین نامه ۲۸۰۰ ایران) تا حداکثر ۲ طبقه یا 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 آیین نامه ۲۸۰۰ ایران) مجاز نیست.
۴. به کارگیری حداکثر دهانه ۵ متر و حداکثر ارتفاع ناخالص (با احتساب ضخامت سقف) ۳/۶۰ متر برای هر طبقه در این سیستم مجاز است.
۵. طراحی کلیه اجزاء اتصالات در این سیستم بر اساس استاندارد AISI و طرح سازه ای و لرزه ای آن بر اساس آیین نامه های ASCE- 05 ، IBC2003 و ویرایش های بعد از آن انجام گیرد.
۶. رعایت محدودیت حداکثر بار مرده و زنده به ترتیب ۲۵۰ کیلوگرم بر متر مربع و ۳۵۰ کیلوگرم بر متر مربع برای سقف ها الزامی است.
۷. رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی است.
۸. تأمین ضوابط دیافراگم صلب برای کلیه سقف ها الزامی است.
۹. کلیه اتصالات اعضای قائم به اعضای افقی می باید به گونه ای باشد که یکپارچگی اعضا در ارتفاع سازه تأمین شود.
۱۰. ضوابط مربوط به اجزاء اتصالی شامل پیچ خودکار، پیچ و مهره می بایستی مطابق آیین نامه AISI و استاندارد AISI تأمین شود.

۱۱. به کارگیری مصالح بنایی در دیوارهای خارجی و داخلی مجاز نمی باشد. حداکثر وزن متر مربع دیوار تمام شده در جداکننده های داخلی نبایستی بیشتر از ۵۰ کیلوگرم بر متر مربع و در دیوارهای خارجی نبایستی بیش از ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد.
۱۲. لازم است تمهیدات لازم به منظور عدم مشارکت پانل های غیر باربر و جداکننده ها در سختی جانبی سازه صورت پذیرد.
۱۳. لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده ایران صورت پذیرد.
۱۴. کلیه مصالح و اجزا در این سیستم اعم از معماری و سازه ای از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی و غیره می بایستی بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران یا آیین نامه های ملی یا معتبر بین المللی شناخته شده و مورد تایید، به کار گرفته شود.
۱۵. به منظور کاهش اثر پل حرارتی، لازم است حدفاصل استاداها (stud) و لایه خارجی جداره با نوعی عایق حرارتی متراکم پر شود.
۱۶. در دیوارهای خارجی سازه های افقی یا رانر بدون پانچ باشد.
۱۷. در دیوارهای داخلی که بر روی آنها کاشی نصب می شود، باید ضخامت سازه های عمودی و فاصله سازه ها از یکدیگر با محاسبه تعیین گردد.
۱۸. در ناودانی های نگهدارنده سقف کاذب (سی چانل) عرض سازه بسته به مورد می تواند تا ۴۰ میلیمتر و بال آن ۱۰ میلیمتر و ضخامت ورق آن تا ۱/۲ میلیمتر باشد.
۱۹. سازه های کلاهی یا هت چانل، این سازه سبک در سقف کاذب یا برای روکش دیوار بنائی مورد استفاده قرار می گیرد و ضخامت ورق آن نباید کمتر از ۰/۵۵ میلیمتر باشد.
۲۰. سازه های تقویتی کنجهها، این سازه ها از ورق گالوانیزه به ضخامت حداقل ۰/۳ میلیمتر ساخته می شود و آج مخصوص بر روی سازه، گیرایی بتن را بر روی سازه تامین می کند.
۲۱. اتصال کلاف بندی سازه های سبک به یکدیگر، فاصله استاداها از یکدیگر باید ۶۰ حداکثر

سانتیمتر باشد (مگر طبق محاسبه، غیر از این قید شده باشد) در هر حال حداکثر تغییر مکان مجاز نباید بیش از ۱:۲۴۰ باشد.

۲۲. رانرها به کف استراکچر با بولت یا میخ هیلتی در فواصل حداکثر ۱۲۰ سانتیمتر متصل می گردد در انتهای آزاد دیوارهای جداکننده و یا کناره کلاف درب ها از استاد دابل که به وسیله پست اتصال به یکدیگر متصل شده باشند استفاده می شود.

۲۳. در محل تقاطع دیوارها از سه عدد سازه استفاده به عمل می آید.

۲۴. در مواردی که دیوار جداکننده فقط تا ارتفاع سقف کاذب ادامه دارد بستگی به مورد هر یک از این روش ها بکار برد: ۱- در فواصل ۱/۲۰ متر استاداها تا سقف اصلی ادامه می یابد. ۲- در فواصل ۱/۲۰ متر دیوار با بازرو های ۴۵ درجه به سقف استراکچر متصل می گردد. ۳- دیوار به شبکه فلزی آویز از سقف استراکچر متصل می شود. نحوه اتصالات هر یک از روش های فوق را مهندس سازه تعیین می کند.

۲۵. کلاف درها را قبل از ثابت نمودن سازه های کناری بصورت شاقول از دو طرف ثابت می نمایند از کلاف فلزی سه تکه می توان بجای کلاف یک تکه استفاده کنید.

۲۶. در نصب درای وال باید پشت بندهای درخواستی طرح و یا بازشوهای لازم در دیوارها در نظر گرفته می شود.

۲۷. ضخامت پانل های گچی باید ۱۲+ میلیمتر باشد و همچنین رعایت نحوه استفاده از پانل ها و مشخصات ارائه شده توسط تولید کننده باید رعایت گردد.

۲۸. برای اتصال سازه به یکدیگر از پیچ خودکار سازه به سازه و در صورت عدم دسترسی از پرچ استفاده می شود

۲۹. برای اتصال پانل ها یک لایه از پیچ های مخصوص پانل به طول ۲۵ میلیمتر و برای اتصال پانلهای دولایه از پیچهای مخصوص به طول ۳۵ میلیمتر استفاده می شود.

۳۰. طراحی پی در این نوع سازه بعلت سبکی ساختمان در مقابل UPLIFT بایستی کنترل شود

بطور کلی عملیات پی سازی بسیار ساده تر و کم حجم تر از پی سازی ساختمان های سنتی است در کشور ما که جزو مناطق زلزله خیز دنیا محسوب می شود استفاده از این روش ساخت از اهمیت ویژه ای برخوردار است زیرا وزن مرده ساختمان (dead load) کمتر از ۵۰ کیلوگرم در متر مربع می باشد که کمتر از ۱/۱ نیروی وارده در مقایسه با ساختمان موجود دارد نوسازی های بعداز زلزله با استفاده از این روش ساختمانی ضمن بر طرف نمودن خطرهای آتی از سرعت ساخت قابل توجهی نیز برخوردار است. اشکال معمولی مقاطع شامل ناودانیهها ، z ، نبشی ، HATSECTIOS و مقاطع I , T و دایره بطور کلی اجزاء سازه ای اندازه ۲ اینچ تا ۱۲ اینچ و ضخامت ۰/۴ میلیمتر تا ۶ میلیمتر ساخته می شوند و در مواردی تا ۱۸ اینچ و ضخامت یک دوم اینچ نیز ساخته شده اند.

۳۱. ظرفیت باربری و سختی این مقاطع از موضوعات اصلی مورد مطالعه این سیستم می باشد. این مقاطع برای ساختمان های تا ۴ طبقه مورد استفاده قرار می گیرند در ساختمان های بلندتر مقاطع اصلی فولاد گرم نورد شده استفاده می شود و مقاطع درجه دوم مانند تیرچه و پانل ها از سیستم سرد استفاده می شود در این سیستم مقاطع به صورت اعضاء جداگانه و یا به صورت پانل و deck مورد استفاده قرار می گیرند.

۳۲. مقاومت جان در انتها (نشیمن گاه) تحت عنوان webcripling یکی از محدودیتهای طراحی است که از استاندارد A.I.S.I شرطهای لازم و مقاومت های باربری مجاز تعیین شده است.

۳۳. ضخامت ورق به تنهایی محدودیتی را بیان نمی کند بلکه نسبت پهنا به ضخامت w/t عامل محدودیتها می باشد و البته خستگی المان زیر بار نیز در این رابطه تاثیر گذار می باشد که در استاندارد A.I.S.I بحث شده است.

۳۴. اعضای که نسبت پهنا به ضخامت آنها بزرگ می باشند قادر به توسعه در لوله های پلاستیک قبل از کمانش موضعی نخواهند بود برای نسبتهای بزرگ w/t طراحی پلاستیک ضرورت دارد تا ظرفیت غیر الاستیک رزرو تیرها را محاسبه نمود.

۳۵. در مورد مربوط به کمانش انتخاب فلز با مقاومت بالا بی فایده است و بی سبب باعث بالا رفتن هزینه می شود چون کمانش ناشی از ارتفاع و یا کمانش موضعی به مقاومت بستگی ندارد بلکه جز مشخصه های هندسی است.

۳۶. ورق گالوانیزه از ورق سیاه با پوشش محافظتی از فلز روی که با مراحل گرمادهی انجام می شود مشخصات در استاندارد ASTM446-83 آمده است مشخصه های مهم شامل FY مقاومت کششی مدول الاستیسیته مشخصه های STRESS – STRAIN نرمی DUCTILITY جوش پذیری مقاومت FATIGUE بالاخره سختی TOUGHNESS و فرم پذیری و دوام و پایداری DURALILITY از مشخصه های مهم می باشد. فلز گرم نورد شده مقاومت کمانشی بیشتری نسبت به سرد نورد شده دارند (E آنها بالاتر است)

۳۷. تغییر شکل نسبی برای فولاد نورد گرم معمولاً (نقطه تسلیم مشخص است) و برای سرد نورد شده که حالت نرمی بیشتری دارد به صورت منحنی است که مدول آن را کمی کمتر از گرم نورد شده به حساب می آورند.

۳۸. نرمی: فلزی را شامل می شود که تغییر شکل پلاستیک را بدون شکستن تحمل نماید که برای توزیع خستگی پلاستیک در اتصالات مورد توجه می باشد. نرمی فلز بوسیله تست کششی یا تست خمش BEND و یا تست شیار اندازه گیری می شود.

۳۹. خستگی: جهت خستگی FATIGUE هیچ گونه پیش بینی خاصی در A.I.S.I ارائه نگردیده و در حال حاضر از استاندارد A.I.S.C که عمومیت دارد استفاده می شود برای این گونه سازه بهر حال این خستگی مهم است. بستگی به سیکل یا تکرار بار گذاری دارد و خستگی مجاز از منحنی S (S-N) ماکسیمم خستگی و تعداد سیکل تا رسیدن به مرحله تخریب (استفاده می شود خستگی FATIGUE در رابطه با کشش برای فولادهای مختلف از ۰/۳۵ تا ۰/۶. خستگی معمول کششی فولاد می باشد.

۴۰. مقاومت تسلیم و مقاومت نهایی در قسمت هایی که تحت تاثیر نیروهای بالا برای فرم دادن قرار

می گیرد مقاومت تسلیم افزایش می یابد مهمترین عوامل تاثیر نسبت R/T برای گوشه های نسبت FU/FY فلز مورد استفاده می باشد عوامل دیگر از قبیل نوع فولاد نوع خستگی (فشار یا کشش) و جهت خستگی نسبت به جهت عملیات فرم دادن عمود یا در جهت خستگی تاثیر گذار می باشند بطور کلی با افزایش تسلیم، نرمی فلز کاهش می یابد فلز ترد و شکننده می شود

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

۴۲. رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزای ساختمانی الزامی است.

۴۳. صدا بندی هوا برد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدا بندی سقف بین طبقات می بایست طبق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تأمین شود.

۴۴. اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است [۶].

۲-۱۵- نقاط ضعف و نقاط قوت

۲-۱۵-۱- مزایای سازه های LSF :

۱. سرعت اجرای بسیار بالا :

روش ال اس اف این امکان را برای سرمایه گزاران فراهم می کند تا سرمایه آنها در کوتاه ترین زمان ممکن با بهترین کیفیت ساختمان سازی بازگردانده شود. به عنوان مثال برای احداث یک

بنای ۴ طبقه با مساحت ۱۰۰۰ متر مربع زیر بنا تنها ۱۱۴ روز کاری زمان نیاز دارد. افزایش ۸

الی ۱۳ درصدی فضاهای مفید داخلی در مقایسه با شیوه سنتی

۲. کیفیت بالا و یکنواخت محصول نهایی :

به علت اینکه مقاطع سازه ای این سیستم در کارخانه تولید و برش خورده و سپس توسط

تکنسین های فنی اجرا می گردند، کیفیت محصول نهایی در مقایسه با ساخت و ساز سنتی

بسیار بالاتر می باشد

۳. سبکی و در نتیجه کاهش نیروی زلزله وارد بر سازه :

وزن سازه ای این سیستم حدودا ۲۵٪-۳۰٪ سازه های معمول است در نتیجه به همین نسبت

نیروی زلزله بسیار کمتری را به خود جذب می نماید

۴. کیفیت بالای اجرای اتصالات :

بر خلاف ساخت و سازهای سنتی که در اغلب موارد کیفیت اجرای اتصالات پایین و منشاء

بسیاری از خرابیها در زلزله می باشند، در این سیستم اتصالات ساده و همانند سایر اجزای سازه

دارای کیفیت اجرای بالایی می باشند

۵. برخوردار از استانداردهای جهانی مصرف انرژی :

به لحاظ عایق بندی مناسب دیوارها در سیستم LSF درصد انتقال انرژی در این ساختمانها

بسیار پایینتر از سازه های سنتی است و در دراز مدت منجر به صرفه جویی قابل توجه در

هزینه گرمایش و سرمایش ساختمان می شود.

۶. حمل و نقل آسان :

سبکی و ابعاد کوچک مقاطع، زمینه را برای حمل و نقل آسان حتی برای نقاط صعب العبور

فراهم می کند

۷. قابلیت بازیافت بخش عمده مصالح :

اغلب اجزای سازه ای و غیر سازه ای در این سیستم به صورت پیچی اجرا می شوند و بازیافت

آنها به سهولت امکانپذیر است. نزدیک به ۷۰ درصد مصالح قابلیت تعویض شدن دارند.

۸. مقاومت و دوام بالا در برابر شرایط محیطی نامطلوب :

به دلیل گالوانیزه بودن کلیه مقاطع، ساختمانهای ساخته شده با این روش دارای مقاومت مناسب تری در برابر خوردگی و رطوبت بوده و در شرایط محیطی شمال و جنوب کشور دارای عمر مفید بیشتری خواهند بود.

۹. سهولت اجرای تاسیسات برقی و مکانیکی :

در روند شکل دهی و ساخت مقاطع فولادی جدار نازک، سوراخهایی استاندارد در جان این مقاطع پیش بینی می شود که عبور سیم ها و لوله ها از داخل آنها باعث تسهیل در نصب سیستم های الکتریکی و لوله کشی ها در داخل دیوار می گردند

۱۰. تطابق فرهنگی محیط داخل و نمای ساختمان با ساختمانهای سنتی :

در سطوح خارجی انواع نماها از قبیل سنگ، آجر نما، نمای PVC، چوبی یا آلومینیومی، رنگ، کاشی، سرامیک و ... در فضای داخل نیز همانند دیوارهای معمول امکان اجرای رنگ، کاغذ دیواری و ... وجود دارد که این خصیصه باعث می گردد تفاوتی با ساختمانهای معمول و رایج احساس نشود

۱۱. عملکرد صوتی خوب :

عایق درون دیوارها باعث عدم انتقال صدا و عملکرد صوتی مناسب این ساختمانها می شود

۱۲. برخوردار از استانداردها و ضوابط ضد آتش سوزی :

تمام عناصر این سیستم از جمله عایقهای حرارتی و صوتی از استانداردهای ضد حریق برخوردار می باشند

۱۳. نیاز به فضای کم کارگاهی و ایمنی بیشتر در کارگاه

۱۴. قابلیت اجرا در تمامی شرایط جوی

۱۵. می توان برای زمین های سست هم استفاده کرد

۱۶. عدم وجود ترکهای رایج روی سطوح نازک کاری

۱۷. انعطاف پذیری در طراحی سازه و معماری

۱۸. امکان استفاده در کنار سایر سیستم ها

۱۹. هزینه و زمان قابل پیش بینی

۲۰. احتیاج به نظارت کمتر

۲-۱۵-۲- معایب سازه های LSF:

۱. درابعاد دهانه محدودیت وجود دارد (حداکثر دهانه ۵ متر)

۲. تعداد طبقات قابل ساخت با این سیستم محدود است (درمناطق مختلف به عنوان قاب ساده

ساختمانی به همراه دیوار برشی بتن آرمه تا پنج طبقه یا ارتفاع ۱۸ متر از تراز پایه مجاز است و

یا تا دو طبقه یا ارتفاع ۷/۲ متر از تراز پایه با اجرای مهاربندی قطری مجاز است و حداکثر

ارتفاع ناخالص با احتساب ضخامت سقف ۳/۶ متر برای هر طبقه مجاز است)[۲]

۳. به نیروی کار متخصص و ماهر نیاز دارد

۴. به دلیل عمومیت نیافتن این روش تامین قطعات فلزی گالوانیزه تولید شده در کارخانه هزینه

نسبتا بالایی دارد.

۵. اگر در اجرا تمام نکات فنی رعایت نشود خطر ایجاد صدا در حالت های انقباض و انبساط وجود

دارد

۶. عدم شناخت کافی استفاده کنندگان از نحوه بهره برداری[۳].

فصل ۳: نتیجه گیری و پیشنهادات

صنعت ساخت و ساز از جمله مطلوب ترین و اقتصادی ترین صنایع تولیدی محسوب می شود که سهم قابل توجهی در اشتغال زایی و تولید ناخالص ملی دارد. متأسفانه در کشور ما به دلیل استفاده از روشهای سنتی که کارایی چندانی ندارند، این صنعت از رشد چندانی برخوردار نبوده و نیاز به دگرگونی و جایگزینی روش های نوین با بهره وری بالا کاملاً ضروری است.

مسکن به عنوان یک نیاز ضروری بخش وسیعی از ثروت ملی کشور را تشکیل می دهد و کمبود آن هزینه های هنگفتی را به سبد هزینه های خانوار تحمیل می نماید. در حال حاضر میلیون ها دستگاه نیاز است که سالانه میلیون ها بر این تعداد افزوده خواهد شد. احداث این تعداد واحدهای مسکونی در سال با تکیه بر روش های فعلی ساخت و ساز امکان پذیر نمی باشد و باید با استفاده از روش های نوین و تولید صنعتی ساختمان این معضل را برطرف نمود.

یکی از بهترین روش های ساخت و ساز صنعتی، سیستم قاب سبک فولادی است، این سیستم محدودیت هایی مثل محدودیت در طول دهانه (حداکثر ۵ متر) و محدودیت در طبقات (حداکثر ۵ طبقه) دارد اما با مقایسه با دیگر روش های ساخت در سطح کشورمان، با توجه به ویژگی هایی خوبی که این سیستم دارد مثل زمان ساخت کم، کاهش هزینه ساخت، ایمنی بیشتر، افزایش عمر مفید ساختمان ها به ۶۰ سال، پرت مصالح بسیار کم و کیفیت بالای ساخت، سیستم LSF این را دارویه شفاف بخشی برای رفع نیاز به مسکن در مناطقی از کشورمان که می توان در آنجا از این روش ساخت استفاده کرد دانست. با توجه به بررسی ها می توان گفت که در استان بوشهر این سیستم می تواند بسیار کارآمد باشد و توسط مردم استان و انبوه سازان استفاده شود.

مراجع

۱. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (۱۳۸۸)، گامی در صنعتی سازی ساختمان. ویرایش

چهارم

۲. سلیمی ، بهنام (۱۳۸۷)، مراحل تولید فولاد، انواع فولاد و کاربردهای آن. دانشگاه صنعتی

خاتم النبیا بهبهان.

۳. کاری، بهروز ؛ احمدی ، رسول (۱۳۸۶)، سیستم قاب فولادی سبک. مرکز تحقیقات

ساختمان و مسکن.

۴. وثوقی فر ، حمیدرضا ؛ ترک ، شهرام ؛ طارمی ، مجید (۱۳۸۹)، بررسی کاربرد سیستم

LSF در سبک سازی مآثر سازه در مقایسه با سیستم های رایج کشور .

۵. جعفروند ، علی ؛ جلیل خانی ، میثم (۱۳۸۹)، ارزیابی لرزه ای سازه های فولادی

سبک (LSF).

۶. احمدی ، رسول ؛ ماجدی اردکانی ، محمدحسین (۱۳۸۸)، ساختمان ها با قاب های

سبک فولادی سرد نورد شد (LSF).

۷. هاشمی ، شاکر (۱۳۹۲)، ارزیابی لرزه ای ترکیبی قاب سبک فولادی LSF با قاب خمشی

فولادی.

۸. خاتمی ، سیدمحمد ؛ طاووسی تفرشی ، شهریار (۱۳۸۹)، بررسی انواع قاب های فلزی در

کاهش وزن سازه.

۹. حسینعلی پور ، مجتبی ؛ حقیقی ، حسین (۱۳۸۹)، راهبرد صنعتی سازی ساختمان در

چشم انداز بیست ساله کشور.

۱۰. وثوقی فر ، حمیدرضا ؛ ترک ، شهرام ؛ طارمی ، مجید (۱۳۸۹)، بررسی کاربرد سیستم

LSF در سبک سازی مؤثر سازه در مقایسه با سیستم های رایج در کشور.

۱۱. سروش نیا ، احسان (۱۳۸۹)، طراحی لرزه ای برای معماران. دانشگاه تهران

۱۲. وفامهر ، محسن (۱۳۸۴)، استفاده از سیستم نوین دیوارهای برشی فولادی در ساخت

و مقاوم سازی لرزه ای سازه ها.

۱۳. کرمی ، افشین (۱۳۸۶)، بررسی وضعیت بازار مسکن در ایران، مؤسسه تحقیقات تدبیر

اقتصاد.

- 13 G.P. De Vos , B.W.J. van Rensburg (1997). Lightweight cold-formed portal frames for developing countries.
- 14 Milan Veljkovic, bernt Johansson (2006). Light steel framing for residential buildings.
- 15 Dan Dubina (2008). Behavior and performance of cold-formed steel-framed houses under seismic action.