

امکان سنجی سیستم قاب سبک فلزی در صنعت ساختمان

Lightweight Steel Framing (LSF)

محمد حسن فلاح، دانشکده معماری دانشگاه شفیلد، انگلستان

اصغر وطنی اسکویی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ایران

مهندس خرمی

چکیده

نیاز شدید جامعه به مسکن این واقعیت را آشکار کرده است که استفاده از سیستم سستی در امر ساخت و ساز جوابگوی نیاز جامعه نخواهد بود. لذا استفاده از سیستم ساختمانی با پتانسیل تولید صنعتی و پیش ساخته پاسخگوی نیازهای کمی و کیفی کشور را می تواند برآورده کند. یکی از اینگونه سیستم ها، سیستم قاب سبک فلزی LSF می باشد که نه تنها امکان تولید صنعتی آن وجود دارد بلکه سبک بودن سیستم باعث کاهش نیروهای انسانی در هنگام زمین لرزه خواهد بود و در نتیجه آسیب پذیری تحت زمین لرزه های آتی را کمتر خواهد کرد.

ساخت ساختمانی با این سیستم از سال ۱۹۹۰ در کشورهایی مثل انگلستان، امریکا، استرالیا و ژاپن جهت جایگزینی با سیستم های چوبی، آجری و بلوکی شروع شده و ارزان بودن سیستم نسبت به دیگر سیستم های رایج در کشورهای فوق الذکر باعث رشد سریع سیستم نیز گشته است.

مهمترین عضو تشکیل دهنده سیستم، Stud ها همراه با عناصر پوششی که برای دیوارهای داخلی از گچ برگ و نصب عایق از پشم شیشه و یا لایه های پلی استایرن می باشد که از ترکیب موارد فوق می توان به عنوان عناصر سازه ای و یا غیر سازه ای استفاده نمود. اتصالات رایج بین عناصر بوسیله پیچ و مهره می باشد. گرچه در شرایط خاصی می توان از اتصال پرچ و جوش نیز استفاده کرد. ساختمانهای ساخته شده رایج از این سیستم بصورت دو طبقه الی چهار طبقه بوده است ولی استفاده از این سیستم جهت ساختمانهای بلند مرتبه نیز امکان پذیر می باشد.

در مقاله حاضر سعی شده است که علل استفاده از این سیستم بصورت کامل توضیح داده شود و سپس مشخصات سیستم از لحاظ تئوری و فنی معرفی گردد و مزایا و معایب سیستم با توجه به موقعیت کشور و امکان تولید داخل نیز بحث شده است.

کلید واژه ها: سیستم قاب سبک فلزی،^(۱) صنعت ساختمان، تولید صنعتی، پیش ساختگی، سبک سازی، صرفه جویی در مصرف انرژی، زیست محیطی

۱- مقدمه

مطالعات متعددی نشان می دهند استفاده از فن آوری در ساختمان سازی امر بدیهی می باشد چرا که برای پاسخگوی به نیازهای کمی و کیفی ساختمان سازی جامعه نیاز است از این پدیده استفاده گردد تا از نظر کیفی برای دستیابی به مقاومت لازم در برابر عوارض طبیعی (زلزله، باد)، از نظر کمی جهت جوابگوی به رشد بالای جمعیت، بازسازی ساختمانهایی که در اثر عوارض طبیعی تخریب شده و نیز تجدید بناهای مور نیاز بدلیل بالا رفتن سطح زندگی مردم را بتوان پاسخگو بود. همینطور از نظر اقتصادی نیز می توان با استفاده از تولید صنعتی و پیش ساختگی زمان ساخت را کوتاهتر کرد زیرا بر اساس مطالعاتی که صورت گرفته زمان ساخت به عنوان هزینه ساخت قلمداد می شود لذا با استفاده از این ابزارها می توان قیمت ساخت را هم کاهش داد.

ساخت و ساز مجتمع های مسکونی به روشهای قرن گذشته، دیگر جوابگوی نیازهای زندگی اجتماعی مردم هم نمی باشند و اغلب مردم راغب هستند از سیستم تک سازی استفاده کنند و یا در اجتماعات کوچکتر زندگی بکنند. متدهای رایج ساختمان سازی اغلب کارگر بر و برای جوانان شغل غیر جاذب می باشند در صورتیکه تولید صنعتی ساختمان با حداقل کارگر و به عنوان کار فنی برای عموم مردم جاذب می باشد. فاکتور جدید در ساختمان سازی مسئله زیست محیطی بودن آن می باشد. این موضوع اخیراً مورد توجه محافل تحقیقاتی قرار گرفته و نیاز است که با بکارگیری تکنیک های جدید در صدد جوابگوی به این نیاز جامعه نیز پرداخته شود.

ساخت و ساز مسکن نسبت به دیگر ساخت و سازهای ساختمانی از تنوع بیشتری برخوردار است که منشأ آن را بیشتر بدلیل در دسترس بودن مصالح ساختمانی، سنین جوامع، فرهنگها و عوامل اجتماعی می دانند و این متد برخورد از ایام بسیار دور شروع شده و ادامه دارد. لازم به ذکر است که فولاد جزو یکی از مصالح ساختمانی می باشد که در اغلب فرهنگ ها به شکلهای متفاوت جهت ساخت واحدهای مسکونی بکارگرفته شده است و در حال گسترش می باشد.

با پیشرفت صنایع فولاد و اقتصادی بودن سیستم LSF در ساخت واحدهای مسکونی این حرکت در دهه گذشته شتاب بیشتری بخود گرفته است بطوریکه در انگلستان و دیگر کشورهای اروپائی این سیستم را برای جایگزینی با سیستم سنتی آجر، بلوک و سنگ بکار گرفته اند و در شمال آمریکا، کشورهای اسکانندیناوی و استرالیا این سیستم را بهترین آلترناتیو

^(۱) Lightweight Steel Framing, Light Gauge Steel Framing

بجای سیستم چوبی می دانند. در ژاپن این سیستم بخاطر تطابق آن با سیستم های تولید پیش ساخته ساختمان، مقاومت بالا در برابر زلزله و کیفیت بالای ساخت جهت استفاده طولانی از ساختمان جایگزین سیستم چوبی شده است.

تولید صنعتی ساختمان در هر فرهنگی، اصولاً وابسته به پروسه تحقیقات، آموزش، تکنولوژی موجود در ساختمان سازی، مدیریت و برنامه ریزی و امکانات کارخانجات می باشد. لذا عواملی که در صنعت ساختمان سازی دخیل بوده و نیاز به بررسی دارند به شرح ذیل میتوان دسته بندی کرد.

-مشتریان: مالکان، استفاده کنندگان

-طراحان: معماران، مهندسين، مشاوران، سازندگان حرفه ای،

-سازندگان: پیمانکاران، صنعتگران، کارگران، اتحادیه ها

-مسائل مالی: وام دهنده، سرمایه گذاران

-کارخانجات و تولیدکنندگان: تولید کنندگان مواد اولیه، تولید کننده قطعات، توزیع

کنندگان، اتحادیه های تجاری

-ضوابط و مقررات: آژانس مقررات، تعیین کنندگان کد، استانداردها

-آموزش و اطلاعات: انتشارات، دانشگاهها، مدارس حرفه ای، موسسات خصوصی

-تحقیق و توسعه: موسسات و مراکز تحقیقاتی، لابراتوار ها برای آزمایشات، بخش

تجهيزات، نوآوری

با توجه به فاکتورهای ذکر شده سیستم LSF نیازمند به تحقیق و بررسی برای بکار گیری را دارد که در این مقاله خانه سازی در ایران با استفاده از سیستم LSF مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. لازم بذکر است که سازمان ملی زمین و مسکن وابسته به وزارت مسکن و شهر سازی علاقمندی خود را جهت انجام کار مطالعاتی در رابطه با این سیستم اعلام نموده که یک تیم تحقیقاتی در حال بحث و بررسی و عقد قرار داد می باشند.

۲-عرضه و تقاضا برای مسکن

حجم زیاد ساخت و ساز و میزان سرمایه گذاری در بخش ساخت مسکن نسبت به سایر بخشها در ساختمان سازی آن را به عنوان موثرترین بخش صنعت ساختمان و تأثیر گذار در راستای استفاده از تکنولوژی ساختمان جهت تأمین نیازهای کمی و کیفی مورد توجه متخصصین مربوطه قرار داده است. یکی از ویژگیهای تولید مسکن در ایران فعالیت گسترده بخش خصوصی می باشد. آمار سالهای قبل نشان می دهند ۹۵٪ از تولید مسکن در ایران توسط بخش خصوصی بوده و فقط ۵٪ آن توسط دولت انجام گرفته است.

بر اساس سر شماری سال ۱۳۷۵ در ایران یک و نیم میلیون واحد مسکونی ما کمبود داشتیم. در واقع تعداد خانوارهای ایرانی برابر با ۱۲/۳ میلیون و تعداد واحدهای 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 قرار داشته اند.

رشد جمعیت هم در سالهای قبل از ۱۳۷۵ برابر با ۲/۷٪ بوده است در صورتیکه رشد جمعیت در سرشماری سال ۱۳۶۵ برابر با ۳/۹٪ بوده است و این نشان دهنده نیاز شدید به مسکن در آینده می باشد. 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 میدهد. طبق این برآورد هر سال ۴۵۰ هزار واحد مسکونی برای خانوارهای جدید باید ساخته شود و از طرفی برای پاسخگویی به کمبودها، تجدید بناها و تخریبات اتفاقی در اثر حوادث طبیعی مسئولین امر برای ساخت ۷۰۰ هزار واحد مسکونی برای سالهای آتی برنامه ریزی کرده اند.

میزان تولید مسکن بین سالهای ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۴ حدوداً بین ۳۱۱ تا ۵۲۶ هزار واحد یعنی ۳۶۸/۴ هزار واحد در سال بوده است. لذا جهت دستیابی به اهداف برنامه نیاز است میزان تولید مسکن در ایران به دو برابر افزایش یابد.

۳- روشهای متداول ساخت مسکن

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

یک ارزیابی اقتصادی در رابطه با سه متد ساختمان سازی فوق نشان داده است سیستم اسکلت فلزی بنا بدلایلی از جمله متداول بودن سیستم و سابقه طولانی استفاده از این سیستم در ایران اقتصادیتر و مناسبتر از دو متد دیگر میباشد. ولی دارای مشکلات کیفی می باشد که بخشی از آنها را به شرح ذیل عنوان کرده اند.^[۱]

- اجرای جوش های غیراستاندارد
- اتصال ضعیف بین قطعات (تیر و ستون)
- عدم توجه به ضوابط و مقررات ساخت و ساز
- مشکل آتش سوزی و نگهداری

۱-۳- سیستم های تولید صنعتی و پیش ساخته ساختمان در ایران

اولین و دومین تلاش برای صنعتی کردن سیستم های ساختمان سازی در ایران در سالهای ۱۳۳۵ و ۱۳۴۹ بنا بدلایلی مثل عدم تطابق سیستم های وارداتی با سیستم های رایج، کمبود دانش فنی، وعدم جوابگوی پتانسیل صنعت ساختمان سازی داخل برای پشتیبانی از آنها با شکست مواجه شدند بطوریکه در حال حاضر ساختمان سازی به روش تولید صنعتی و پیش ساخته در ایران متداول نمی باشد. اما با وجود این شکست ها در چهار دهه گذشته مطالعات اخیر نشان می دهند هنوز هم استفاده از تکنولوژی جدید (تولید صنعتی و پیش ساخته)، برای ساختمان سازی بعنوان تنها راه حل برای رسیدن به اهداف برنامه یعنی پاسخگوئی به نیاز های کمی و کیفی ساختمان سازی مخصوصاً مسکن در ایران میباشد. [۵] [۸]

۴- فلز فرم داده شده در حالت سرد و قاب سبک فلزی LSF

۱-۴- تاریخچه و دلایل بکارگیری سیستم:

فلز فرم داده شده در حالت سرد یا Cold Formed Steel (CFS) از سال ۱۸۵۰ در کشورهای انگلستان و امریکا با بکار گیری در ساخت لوازم منزل و ماشین شروع شد ولی تا قبل از جنگ جهانی اول در ساختمان سازی بکار گرفته نشده بود. از سال ۱۹۵۰ به بعد استفاده از فلز CFS در ساختمانهای صنعتی شروع شد اما از آنجا که نتوانست با سیستم های رایج مسکن سازی در آن زمان رقابت اقتصادی بکند لذا تا سال ۱۹۹۰ موفق نشد به این بخش وارد شود. اما از سال ۱۹۹۰ به بعد بدلیل گران شدن چوب و مسئله زیست محیطی در ساختمان سازی باعث شد سیستم ساختمانی LSF که با استفاده از فلز CFS شکل گرفته است برای ساخت واحدهای مسکونی بکار گرفته شود. [۱۲]

۱-۱-۴- سیستم LSF در انگلستان

بعد از جنگ جهانی اول، سیستم ساختمانی آجر و بلوک رایج در انگلستان به تنهایی نتوانست پاسخگوی نیازهای ساختمان سازی در آن کشور شود. لذا جهت جوابگوئی به این نیازها سازندگان ساختمان اقدام به بکارگیری فلز در ساختمان سازی کردند و در سال ۱۹۴۰ استفاده از فلز در ساختمان سازی افزایش یافت بطوریکه برای جوابگوی به این نیازها مجبور به استفاده از فلز ورقی شکل نازک فرم داده شده در ساختمانهای غیر مسکونی کرده اند. در پی توسعه و گسترش استفاده از این نوع فلز در ساختمان سازی از سال ۱۹۹۰ به بعد نیز اقدام به بکار گیری سیستم ساختمانی LSF برای ساخت واحدهای مسکونی در آن کشور کردند. [11]

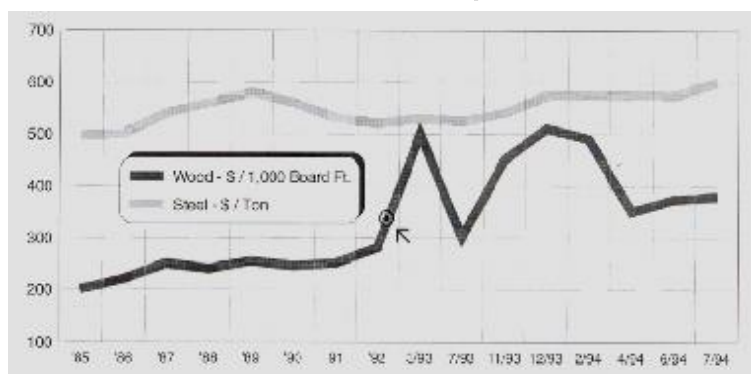
۲-۱-۴- سیستم LSF در امریکا

چوب به عنوان اصلیتترین مصالح ساختمانی در امریکا بدلیل فراوانی و دسترسی آسان، ارزانی آن نسبت به مصالح ساختمانی دیگر و راحتی کار ساخت و ساز برای قرنهای مورد استفاده

قرار گرفته است. آماری در سال ۱۹۹۵ نشان می‌دهد ۹۳٪ از دیوارهای خارجی و داخلی ساختمان‌های مسکونی در آمریکا از چوب ساخته شده است.

استفاده از فولاد در ساختمان سازی مثل کشور انگلستان بعد از جنگ جهانی اول رواج پیدا کرد ولی استفاده از CFS تا سال ۱۹۶۰ بدلیل گرانی آن در ساخت واحدهای مسکونی مورد استفاده قرار نگرفته بود و فقط در ساختمان سازهایی تجاری رواج داشته است. [۳]

از دهه ۶۰ به بعد وضعیت تغییر کرد بطوریکه کیفیت چوب تنزل کرد و قیمت فلز نسبت به چوب ارزانتر شد مخصوصاً در سال ۱۹۹۲ قیمت چوب نسبت به قیمت ثابتی که داشت بیش از دو برابر شد و این در حالی بود که قیمت فلز در همان دوران ثابت مانده بود (نمودار ۱). لذا بکارگیری سیستم LSF بنا بدلیل اقتصادی بودنش برای ساخت واحدهای مسکونی از سال ۱۹۹۰ به بعد در آمریکا، با رشد ۳۰۰ درصدی در هر سال بکار گرفته شد و در حال حاضر هزینه ساخت سیستم فلزی با سیستم چوبی برابری می‌کند تا حدی که \$۳۰۰۰ صرفه جوئی در هر واحد مسکونی ۲۰۰ متر مربعه ای قابل دستیابی می‌باشد.



نمودار ۱: تغییرات قیمت فولاد و چوب در آمریکا

۳-۱-۴- سیستم LSF در استرالیا:

استفاده از سیستم LSF در استرالیا از ۱۹۵۰ با وارد کردن آن از آمریکا شروع شد بطوریکه در شروع کار این سیستم با استفاده از فلز غیر گالوانیزه و شش برابر گرانتر از سیستم های رایج در آن کشور تمام می شد ولی امروزه با استفاده از فلز گالوانیزه و نیز قیمت ساخت آن با سیستم های دیگر برابری می کند.

۴-۱-۴- سیستم LSF در ژاپن

کشور ژاپن در ۱۹۵۰ از نظر ساختمان سازی در وضعیت بدی قرار داشت بطوریکه فقط ۴/۲ میلیون کمبود واحد مسکونی وجود داشت. برای فعال کردن واحدهای تولید مسکن دولت ژاپن وزارت ساختمان را در این کشور تأسیس کرد. این وزارتخانه برای تأمین مسکن مورد نیاز و با در نظر گرفتن مسائل مثل کوتاهتر کردن زمان ساخت، استفاده از مصالح غیر آتشزا و با در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی از سازندگان درخواست طرحهای ساختمانی می کرد و در صورت پذیرفته شدن طرحشان، آنها را مورد حمایت قرار می داد تا امکان بکارگیری همه جانبه طرحهای موفق فراهم شود. بنا بدلائل فوق استفاده از CFS سریعاً مورد

قبول صنعت ساختمان سازی ژاپن قرار می گیرد و دلیل موفقیت سیستم LSF در این کشور را بیشتر مرهون خصوصیات ساختمان سازی در این کشور میدانند.

۵-۱-۴- سیستم LSF در سایر کشورها

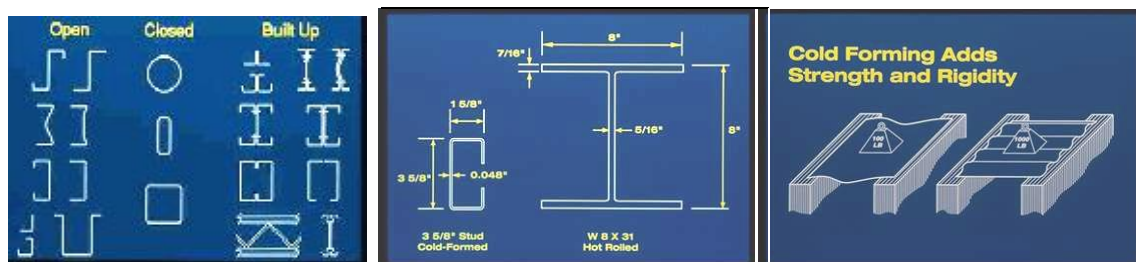
-سوئدیاها از سال ۱۹۹۰ با پیروی از امریکا اقدام به جایگزین کردن سیستم LSF بجای سیستم چوبی رایج برای خانه سازی در آن کشور می کنند.

-سیستم ساختمان سازی رایج در فرانسه از مصالح ساختمانی بتنی و بنائی بوده ولی اخیراً از سیستم LSF برای ساخت آپارتمانهای مسکونی استفاده می کند.

-در کشور کره آجر و بتن تا سال ۱۹۹۶ مصالح ساختمانی معمول در آن کشور بوده اند ولی بعد از ۱۹۹۶ اقدام به بکار گیری سیستم LSF برای ساخت آپارتمانهای پنج طبقه نموده اند.

۲-۴- مشخصات فنی سیستم LSF

قطعات CFS (شکل ۱) از فلز گالوانیزه و یا فلز ضد زنگ می باشند که از مشخصات بارز آن می توان به سختی و محکمی زیاد قطعات نسبت به وزن آنها اشاره کرد. (شکل ۲) فرق بین قطعات ساخته شده از فلز گرم در مقایسه با فلز سرد، در متنوع بودن قطعات ساخته شده از فلز فرم داده شده در حالت سرد نسبت به فلز گرم می باشد. قطعات ساخته شده بنامهای قطعات باز، بسته و ساخته شده نامیده می شوند. (شکل ۳) این نوع قطعات پتانسیل مناسبی برای معماران و مهندسين مهيا کرده اند که آنها دقیقاً قطعه مورد نظر خود را بر اساس نیازشان انتخاب نمایند. فلزهای ورقی شکل معمولاً 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 آورند. اندازه قطعات در جان معمولاً بین ۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر وضخامتشان ۴/۵ تا ۳/۵ میلیمتر میباشد. [۵] [۳]

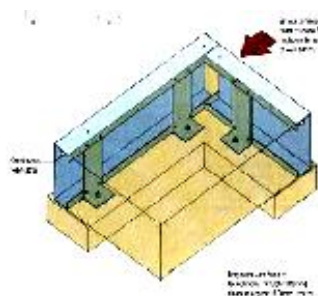


شکل ۱: فرم دادن ورق فلزی و زیاد شدن مقاومت آن
شکل ۲: مقایسه قطعه فولادی گرم و سرد
شکل ۳: اشکال مختلف از CFS باز، بسته، ساخته شده

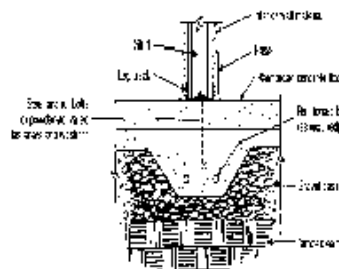
اتصالات سیستم اغلب بصورت پیچ مهره و در حالات خاصی پرچ و جوش میباشند.

قطعات اصلی سیستم عبارتند از Studs, Tracks, Joist (شکل ۴) سیستم LSF به دو طریق Runner track (شکل ۵) و Ringbeams (شکل ۶) به پی ساختمان اتصال داده میشود. دو متد برای برپا کردن قطعات سیستم LSF وجود دارد: سیستم باربر که از طریق

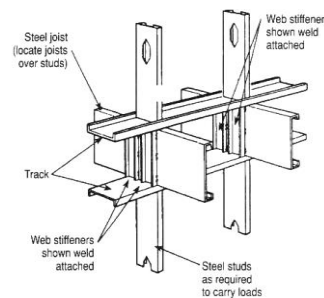
اتصال قطعات سیستم در کارگاه ساخته میشود و دیگری سیستم کانکسی (جعبه ای)^(۱) که در کارخانه ساخته شده و به کارگاه حمل و نصب میشود. المانهای اصلی دیوارهای خارجی و داخلی سیستم تشکیل شده اند از S t u d s و Tracks. این قطعات با پوششهای مناسب جهت عایق کاری حرارتی و صوتی پوشش داده می شوند. اصولاً دیوارهای باربر برای بارهای عمودی و افقی طراحی شده اند و دیوارهای غیر باربر برای جداسازی فضاها مورد استفاده قرار میگیرند. [۷]



شکل ۶: متد اتصال سیستم LSF با Ringbeams



شکل ۵: متد اتصال سیستم LSF با Runner track



شکل ۴: قطعات اصلی سیستم LSF

کف سازیها در سیستم LSF تشکیل شده اند از قطعات C شکل بنام Joist که با ورق های فلزی دوزنقه ای شکل با پنج سانتی متر بتن پوشش داده میشود و بنام سقف سازی Decking معروف میباشد. سیستم دیگر برای پوشش تیرریزها (Joist ها) استفاده از چوب و نئوپان می باشد که بیشتر در اروپا و امریکا مورد استفاده قرار می گیرد. یکی از محسنات سیستم LSF، داشتن پتانسیل تطبیق با انواع نما سازیهای رایج در کشورهای مختلف می باشد. نما سازیهای معمول در ایران آجرکاری، سیمانکاری، دیوار پرده ای از فلز ورقی شکل و نمای سنگی می باشند که همگی با این سیستم تطابقت دارند. چند نمونه از ساختمانهای ساخته شده با استفاده از سیستم LSF نشان داده شده است.

ساختمان خوابگاه دانشجویان با ۱۰ اتاق واقع در دانشگاه آکسفورد - بوركس،

انگلستان. (شکل ۷)

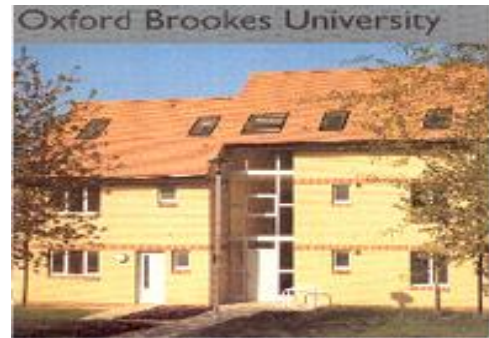
شهرک ساخته شده با استفاده از سیستم LSF در شهر Dijon فرانسه. (شکل ۸)

سیستم جعبه ای که، تشکیل شده از دیوارها، سقف و کف، که با تریلر به سایت حمل شده و توسط جرثقیل در محلهای تعیین شده جا گذاشته میشوند. (شکل ۹ و ۱۰)

^(۱) Modular System



شکل ۸: شهرک ساخته شده با استفاده از سیستم LSF در شهر Dijon



شکل ۷: ساختمان خوابگاه دانشجویان با ۱۰ اتاق واقع در دانشگاه آکسفورد بورکس



شکل ۹ و ۱۰: سیستم جعبه ای که، تشکیل شده از دیوارها، سقف و کف، که با تریلر به سایت حمل شده و توسط جرثقیل در محل‌های تعیین شده جا گذاشته میشوند.

۵- پتانسیل صنعت ساختمان سازی ایران برای پشتیبانی سیستم LSF

مهمترین مصالح ساختمانی مورد نیاز سیستم LSF فولاد می باشد که خوشبختانه تولید آن در ایران سابقه طولانی دارد بطوریکه در بین ۳۶ کشور اول تولید کننده فولاد در جهان، ایران در ردیف بیست و سوم قرار گرفته است و این نشان میدهد که تولید فولاد در ایران در وضعیت مطلوبی قرار دارد. استفاده از فولاد در ساختمان سازی هم سابقه طولانی دارد بطوریکه تنها برای ساخت مسکن ۲۵٪ تا ۳۰٪ از کل تولیدات فولاد در ایران (که بیش از ۶ میلیون تن در سال می باشد) در این بخش بکار گرفته می شود.

در حال حاضر تولید گچبرگ^(۱) در ایران آنچنان گسترده نیست ولی اخیراً کارخانه ای فعالیت اش را در این زمینه آغاز کرده است. تولید و بکار گیری پشم شیشه و پلی استایرن در ایران متداول می باشد و از نظر نحوه تولید و بکار گیری برای ساخت سیستم LSF تفاوت آنچنانی ندارند.

^(۱) Plasterboard

بررسیها و مطالعات نشان میدهند سیستم LSF نیاز به یک سری مهارت ها و ابزارآلات خاص خود می باشد که خوشبختانه بخشی از آنها شبیه مهارتهایی می باشند که در حال حاضر در سیستم های اسکلت فلزی و یا کارخانجات تولید کننده ساختمانهای صنعتی بکار گرفته میشوند.

۱-۵- کارخانجات تولید کننده ساختمانهای فلزی با استفاده از ورق فلزی سرد

بر اساس مطالعات و بررسیهای انجام شده کارخانجاتی در ایران فعالیت می کنند که متخصص در تولید ساختمان های صنعتی (فلزی) با استفاده از اتصالات پیچ مهره برای کار بریهایی مثل گذراندن اوقات فراغت، استفاده موقت و کلاً با قابلیت حمل و نقل موجود می باشند. (شکل ۱۱) و همچنین از سیستم LSF در ایران برای ساخت مراکز بهداشتی استفاده شده است (شکل ۱۲) ولی برای ساخت واحد های مسکونی بنا بدلائلی مثل عدم دسترسی به اطلاعات فنی کامل و عدم اطلاع از پتانسیل های سیستم استفاده نشده است. بنا بر این بخش قابل توجهی تجربیات مورد نیاز برای تولید ساختمانهای صنعتی در ایران موجود است و تا حدودی مربوط به تولید سیستم LSF میشوند. بدون شک برای استفاده از این سیستم در ایران به یک سری برنامه آموزشی اختصاصی نیاز می باشد که با داشتن پتانسیل های فوق در واقع می شود گفت پایه و اساس آموزش مورد نیاز برای بکار گیری این سیستم در ایران موجود میباشد.



شکل ۱۲: استفاده از سیستم LSF برای ساخت مراکز بهداشتی



شکل ۱۱: سیستم کانکسی

۲-۵- مرکز تحقیقات برای ساختمان سازی

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

۳-۵- ابزارآلات و ماشین آلات

برای بکار گیری هر سیستم ساختمانی ابزار آلات نقش مهمی دارند و میتوانند تاثیر گذار باشند که کدام سیستم برای کدام شرایط مناسب میباشد. بر اساس تجربیات کشور های استفاده کننده از سیستم LSF در مقایسه با سیستم های رایج در آن کشورها سیستم LSF، سیستم ساده ای می باشد و برای ساخت آن نیازمند به چند وسیله محدود می باشیم.^[۳] (شکل ۱۳)



شکل ۱۳: ابزارآلات مورد نیاز برای ساخت سیستم LSF

۶-۱- ارزیابی محسنات استفاده از سیستم LSF در ایران

برای استفاده از سیستم LSF، محسنات و معایبی از طرف کشورهای استفاده کننده از این سیستم عنوان گردیده است ولی بررسیها نشان می دهند که بعضی از آنها برای شرایط ایران شاید صادق نباشند لذا برای استفاده بهینه از پتانسیل های موجود در سیستم ارزیابی زیر مختص برای استفاده از این سیستم در ایران تهیه و ارائه گردیده است.

۶-۱- طراحی و برنامه ریزی

این سیستم دارای قابلیت های متنوع در طراحی و ساخت مسکن با قطعات سبک را داراست که ساخت و ساز را راحتتر میکند. این امر از این نظر در ایران مهم خواهد بود که بیشتر ساخت و سازها خود ساز می باشند تنوع زیاد در شکل و اندازه قطعات CFS، امکانات متنوعی برای طراح مهیا می کند که از مصالح ساختمانی بهینه استفاده شود و همینطور کمک خواهد کرد تا وزن ساختمان کمتر گردد. این مورد برای مقابله با مشکل زلزله مهم است. تمام مصالح ساختمانی معمول برای نماسازی در ایران مثل سنگ، آجر و سیمانکاری قابلیت تطبیق با سیستم را دارا هستند.

سیستم LSF، سیستم سبکی می باشد لذا مناسب دارد در ایران بخاطر وجود زمینهای ضعیف در شمال کشور و مشکل زلزله که در بیشتر نقاط ایران مشکل ساز می باشد. و

همینطور در مقایسه با متد ساخت و ساز ساختمان که بصورت سنگین در ایران [۲] صورت می پذیرد مهم میباشد زیرا تحقیقات نشان داده اند این نوع ساخت و ساز ها در مقابله با زلزله مقاومت خوبی نداشته اند.

۶-۲- ساخت و ساز

سیستم LSF، سیستم ساختمانی با قابلیت تولید صنعتی، پیش ساختگی، و با استفاده از مصالح خشک می باشد که معمولاً می توان ساختمان را بین یک تا چهار روز در مقابل بارندگی محافظت کرد. این مسئله برای ساختمان سازی در ایران بخاطر تحت تأثیر بودن آن با شرایط جوی مخصوصاً برای فصل زمستان مهم است.

پیش ساخته بودن سیستم تأکید بر برپا کردن سریع و آسان آن در کارگاه دارد و این مناسبت دارد در شرایط ایران بخاطر کمبود مسکن و نیاز به پاسخگوئی سریع به این نیازها.

از آنجائی که بیشتر کارهای پیچیده ساخت و ساز این سیستم در کارخانه انجام می گیرد لذا کارگران نیمه ماهر در کارگاه مورد نیاز خواهد بود این مورد مهم است بخاطر کمبود کارگران ماهر برای ساختمان سازی در ایران.

اختلاف مهم سیستم های رایج با سیستم LSF در رابطه با تر بودن نوع ساخت و ساز رایج در ایران میباشد که در متدهای رایج ساختمان سازی در ایران مستلزم بکار گیری ضخامت قابل توجهی ملات گچ و خاک برای بدست آوردن سطوح صاف می باشد.

کار ساخت و ساز LSF ساده تر از متدهای رایج ساختمان سازی در ایران میباشد، اشکالات ساخت راحتتر بر طرف می شود، ماشین آلات کمتری مورد نیاز هست مخصوصاً بالابر و دستگاههای جوش.

کارگرانی که تجربه کار با سیستم LSF را ندارند، ولی تجربه کار با اسکلت فلزی رایج در ایران را دارند میتوانند از این تجربیات استفاده نمایند تا راحتتر بتوانند این سیستم را بکار گیرند.

برای کارگذاری تأسیسات در ساختمان، قطعات سیستم در کارخانجات سوراخ کاری می شود در صورتیکه در متدهای ساختمان سازی در ایران با استفاده از شکاف و برش در دیوار انجام میشود. این طرز عمل زمان ساخت را تقلیل داده و کیفیت کار را بالا خواهد برد.

۶-۳- مقاومت در برابر زلزله

بخشهای عظیمی از کشورمان مشکل زلزله دارد و ساخت و ساز سنتی نتوانسته در این رابطه خوب عمل کند. استفاده از سیستمی مثل LSF که اساساً مقاومت خوبی در مقابله با زلزله دارد سیستم مناسبی می باشد.

بر اساس تجربیات کشورهای که از این سیستم استفاده کرده اند وزن سیستم LSF یک سوم سیستم سنتی میباشد و ۶۰٪ سبکتر از سیستم چوبی می باشد و از آنجا که بار زلزله بستگی به بار مرده ساختمان دارد لذا استفاده از سیستم LSF مشکل زلزله را کمتر خواهد کرد.

-المانهای اصلی دیوار پرده ای از فلز CFS می باشد. استفاده از این نوع دیوار ها بجز اینکه وزن ساختمان را کم می کند از طرفی خطر خرابی و ریزش المانهای غیر بار بر در زمان وقوع زلزله را به حداقل می رساند.

-اتصالات سیستم LSF پیچی، پرچی و یا جوشی می باشد که اتصالات سخت محسوب می شوند در صورتیکه اتصالات متدهای ساختمان سازی رایج در ایران در کارگاه و با کیفیت پائین انجام میشود و باعث گسیخته شدن آنها زیر بار زلزله می گردد. لذا بکار گیری سیستم ساختمانی با استفاده از اتصالات ساده و کیفیت ساخت بالا در زمان زلزله بهتر عمل خواهد کرد.

۴-۶- کیفیت بالای ساخت و یکسان بودن آن

-ساختمان سازی ایران، مشکل کیفیت ساخت و ساز را تجربه کرده و برای بهبود شرایط عمومی آن تلاش می کند از آنجا که سیستم LSF درکارخانه با امکان کنترل بهتر تولید میشود لذا کیفیت کار نیز بالا خواهد بود.

-مصلح ساختمانی و متدهای ساخت مورد استفاده در سیستم LSF جهت رسیدن به استانداردهای لازم مثل حفاظت ساختمان در برابر آتش سوزی، تبادل حرارتی و آکوستیک مورد نظر، سیستم مناسبی می باشد. در حال حاضر در سیستم های رایج در ایران استانداردهای فوق آنچنان رعایت نمی شود ولی ضوابط و مقررات جدید رعایت موارد فوق را مورد تأکید قرار داده است بنا بر این سیستم LSF می تواند بخشی از این نیازها را جوابگو باشد.

۵-۶- تأثیرات هزینه ساخت

-بخاطر نا آشنائی با سیستم LSF در ایران احتمالاً این سیستم قیمت تمام شده اش در ابتدای بکارگیری نمی تواند با سیستم های رایج رقابت بکند و این شاید یکی از موانع برای استفاده از این سیستم در ایران باشد اما تجربیات کشورهای که این سیستم را بکار گرفته اند نشان داده بعد از مدتی قیمت ساخت قابل مقایسه با متدهای رایج خواهد شد.

-صرفه جوئی در هزینه ساخت سیستم LSF در ایران بدلیل ارزان بودن کارگر امکانش کمتر می باشد ولی سرعت ساخت از دو نظر مهم می باشد یکی برای جوابگوی سریع به کمبدهای مسکن دیگری برای جلوگیری از تأخیر در ساخت و سازها، زیرا طولانی شدن مراحل ساخت باعث افزایش هزینه ساخت میشود مخصوصاً زمانی که قراردادهای رسمی باشند.

صرفه اقتصادی سیستم LSF در تولید انبوه آن می باشد و از طرفی جهت رفع کمبود فعلی مسکن در ایران ما نیاز به تولید انبوه داریم که خوشبختانه سیستم LSF سیستم مناسبی هم برای تولید انبوه و هم برای تک سازی میباشد.

۶-۶- فواید زیست محیطی سیستم

دلیل دیگر برای رشد تجاری این سیستم در مسکن فواید زیست محیطی آن بود مثل کمتر هدر رفتن مصالح ساختمانی در مرحله ساخت و ساز و همچنین هزینه کمتر برای نگهداری ساختمان می باشد.

عدم توجه به عایق کاری حرارتی در ساختمان سازی باعث میشود انرژی زیادی هدر برود. خوشبختانه با استفاده از سیستم LSF به راحتی می توان در حد بالا عایق کاری حرارتی را نسبت به روش های رایج بدست آورد.

مواد اصلی سیستم LSF آهن می باشد که قابل باز یافت می باشد و این کمک زیادی در صرفه جوئی استفاده از مواد اولیه خواهد کرد.

استفاده از سیستم LSF کیفیت ساخت را در مقایسه با سیستم های رایج بالا خواهد برد در نتیجه طول عمر ساختمان اضافه خواهد شد.

بیشتر ساختمان سازی، مخصوصاً مسکن در شهرهای شلوغ ساخته میشود و باعث ناراحتی همسایه ها می گردد. استفاده از سیستم LSF بخاطر سرعت بالای کار ساخت این مشکل را کمتر خواهد کرد. از طرفی قطعات ساختمانی در موقع برپا کردن ساختمان به کارگاه حمل میشوند لذا نیاز به محل برای انبار کردن قطعات در سایت به حداقل خواهد رسید.

۷- محدودیت های بکار گیری سیستم

کشور های استفاده کننده از سیستم LSF یک سری محدودیتهایی را عنوان کرده اند. به نظر میرسد باز هم بعضی از موارد عنوان شده بخاطر استفاده طولانی از فولاد در ساختمان سازی ایران مشکلی نخواهد بود.

عدم آشنائی متخصصین با فلز و محاسبات سازه ای آن

تعداد طبقاتی که توسط مراکز علمی مورد قبول واقع شده تا این مرحله دو طبقه برای سیستم های Platform و Balloon سیستم میباشد ولی غیر رسمی بیشتر از پنج طبقه هم ساخته شده است. توسط نگارنده یک ساختمان پنج طبقه با توجه به شرایط ایران طراحی و محاسبه شده است.^[۵]

مشکل پیچیدگی اجرای سقف کاذب و یا گرانی آن برای ساخت سقفها و بام می باشد که نیاز به بررسی و ارائه راهکارها با توجه به پتانسیل های صنعت ساختمان سازی دارد. برای رسیدن به حد قابل قبول نرم اکوستیک در شرایط خاصی نیاز است که دو لایه گچبرگ استفاده شود که این برخورد اقتصادی نمی باشد.

-دیوارهای دو جداره در سیستم LSF حالت توپر احساس نمیشود لذا نیاز است با استفاده از تجربیات کشورهای دیگر راهکارهای لازم ارائه شود.
-نهایتاً اطلاعات فنی همه جاگیر محدود میباشد گرچه در بعضی از کشورها اطلاعات قابل قبول وجود دارد.

۸- نتیجه گیری و پیشنهادات

مهمترین مباحث و فرضیات که در این مقاله بسط و توسعه داده شده اند عبارتند از:

- ۱- فاصله قابل توجه ای بین عرضه و تقاضا در بازار مسکن وجود دارد.
- ۲- رشد سریع جمعیت، مهاجرت به شهرها و عدم پاسخگویی متدهای رایج به نیازهای کمی و کیفی مخصوصاً برای مقابله با مشکل زلزله عوامل اصلی این کمبودها می باشند.
- ۳- برای دستیابی به برنامه تولید مسکن، نیاز بود که سیستم جدیدی مورد بررسی قرار می گرفت. برای این منظور امکانات صنعت ساختمان سازی در ایران برای پشتیبانی سیستم LSF مورد ارزیابی قرار گرفت که این ارزیابی نشان داد:
 - الف- سیستم LSF قابل تطبیق با صنعت ساختمان سازی در ایران میباشد
 - ب- برای تولید انبوه و تک سازی ساختمان از این سیستم می توان استفاده کرد.
 - پ- اثرات شاخص LSF در ایران می تواند از نظر سرعت ساختمان سازی بهبود کیفیت ساخت و ساز مخصوصاً در رابطه با مقاومت در برابر زلزله باشد.
 - ت- بیشتر مصالح و قطعات مورد نیاز را از منابع ایرانی بصورت آماده میتوان تهیه کرد زیرا صنایع مربوط به سیستم سبک و پیش ساخته موجود میباشد.
- برای دستیابی به پتانسل های فوق توصیه می گردد مؤسسه ای تأسیس گردد و مسئولیت تحقیق در رابطه با سیستم LSF را در ایران بعهده بگیرد تا طراحان، تولید کنندگان، سازندگان و استفاده کنندگان را راهنمایی کند.
- خلاصه اینکه سیستم LSF برای خانه سازی در ایران میتواند یکی از راهکارهایی در جهت پاسخگویی به کمبود مسکن و بهبود کیفی ساختمان مخصوصاً در رابطه با مقاومت در برابر زلزله باشد. از طرفی طبیعت تولید صنعتی سیستم LSF میتواند به طور معمول روی متدهای رایج ساختمان سازی و تولید مصالح ساختمانی تأثیر گذاشته و کیفیت آنها را بهبود بخشد. نهایتاً برای استفاده از سیستم LSF در ۱۵ سال آتی برای ۱۵٪ از کل تولید مسکن جدید در ایران در هر سال امکان سنجی از نظر آهن، گچبرگ، پشم شیشه و نیروی انسانی مورد نیاز برآورد لازم انجام و برنامه ریزی شده است.

منابع

- ۱- وزارت مسکن و شهرسازی (معاونت امور مسکن)، *ارزیابی و مقایسه روشهای متداول ساختمان سازی در کشور (اسکلت بتن، فلز، دیوار حمل)* جلد اول ۱۹۹۳.
- ۲- سازمان برنامه و بودجه، *مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی*، نشریه شماره ۱-۱۶۷، ۱۹۹۸.
- [3] AISI (Ameican Iron and Steel Institute), *Residential steel framing manual*, Publications (RG-930), 1998
- [4] Arbabian, H., *Changes in building construction in an earthquake country*, Ph.D. Thesis, University of Manchester, 1997.
- [5] British Steel, *SureBuild: The lightweight steel framing system for housing*, May 1994.
- [6] Fallah, M.H., *The potential use of lightweight steel framing for residential building construction in Iran*, Ph.D. Thesis, University of Sheffield, 2001
- [7] Hacker H. John and Gorges A. Julie, *Residential steel design and construction* (Energy efficiency cost savings code complacence), 1997.
- [8] Memarzia, K., *Productivity and the Iranian building industry: a case study of component manufacture*, D.Phil., University of York, 1995.
- [9] Rogan, A., *Light steel framing in residential housing*, New Steel Construction, April/May 1998. p.36.
- [10] Scharff, R., *Residential Steel Framing Handbook*, Walls & Ceilings Magazine 1996.
- [11] Trebilcock, P, *Building design using cold formed steel section: An architect's guide*, The Steel Construction Institute, 1994.
- [12] Yu, W.W., *Cold-formed steel structures (design analysis construction)*, McGraw-hill Book Company, 1973.