

# راهبرد صنعتی سازی ساختمان در چشم انداز بیست ساله کشور (مطالعه موردی امکان سنجی استفاده از LSF در تهران)

مجتبی حسینعلی پور\*

حسین حقیقی\*\*

## چکیده

در تحقیق حاضر که با هدف معرفی فناوری های نوین ساختمانی و امکان سنجی کاربرد سیستم LSF در ساخت و ساز تهران انجام شده، بر خورداری سیستم یاد شده از توجیه فنی، صنعتی، اقتصادی و فرهنگی، برای بخش ساختمان و مسکن تهران، به عنوان فرضیه اهم پذیرفته شده است. در این تحقیق که از نوع کاربردی است، جهت ارزیابی فرضیه مذکور ابتدا اطلاعات مربوط به وضعیت اقلیمی، جغرافیایی و لرزه خیزی تهران از طریق کتابخانه ای جمع آوری و به روش توصیفی بررسی می شود، سپس سیستم LSF به روش تحلیلی از دو منظر سازه و اجزای معماری با سه شاخص کیفیت، اقتصاد و سرعت ارزیابی خواهد شد. در این تحقیق نتیجه گیری شده که هر چند این سیستم با استقرار در گروه A/B از جدول رتبه بندی سیستم ها و در مقایسه با ۱۱ سیستم ساختمانی مطرح و کسب امتیاز طیف ۸۰ - ۷۵ از ۱۰۰، دارای بیشترین امتیاز است، اما با وجود خطر بسیار زیاد لرزه خیزی تهران، استفاده از سیستم LSF برای کلان شهر تهران فاقد توجیه فنی بوده و مجاز نمی باشد. در خاتمه، با توجه به مردود بودن فرضیه تحقیق که ارزیابی آن با تکنیک فراتحلیل انجام یافته است، روایی و پایایی آن علاوه بر تحلیل های کمی، از روش دلفی با مقیاس تورستن مورد آزمون قرار می گیرد.

## واژگان کلیدی

مسکن، صنعتی سازی ساختمان، فناوری های نوین ساختمانی، راهبرد صنعتی سازی، سیستم قاب سبک فولادی (L.S.F)، شهر تهران، چشم انداز بیست ساله

\* استادیار گروه فناوری ساختمان دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی

Email: m\_hosseinalipour@sub.ac.ir

\*\* کارشناس ارشد رشته مهندسی عمران مدیریت ساخت از واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

Email: haghhighihosein2010@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۸/۲۰

تاریخ ارسال: ۸۹/۰۵/۲۷

## 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 بیش از ۶۵ سیستم و فناوری نوین ساختمانی مورد تأیید قرار گرفته است (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۸). 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 می گردد.

## ۱- بیان مسئله

تهران بزرگ ترین و پرجمعیت ترین شهر ایران به دلیل مشکلاتی همچون رشد جمعیت، مهاجرت پذیری، کمبود مسکن، بافت های فرسوده ساختمانی نیازمند ساخت و سازی گسترده است. از این رو،

۱۴۶۹۵ فقره پروانه ساختمانی فقط در سال ۱۳۸۵ برای ساخت و ساز جدید در شهر تهران صادر شده است، که در مقایسه با سال قبل، ۳۵/۷ درصد رشد را نشان می دهد. در حالی که این رشد در سال ۱۳۸۵ برای شهرهای بزرگ کشور ۱۰/۲ درصد و برای کلیه مناطق شهری ایران در حد ۱۷ درصد اعلام شده است (بانک مرکزی، ۱۳۸۶).

با وجود بهره گیری از مصالح و تجهیزات مدرن در احداث برخی از ساختمان ها، هنوز روش های ساخت و ساز در این کلان شهر همچون دیگر مناطق ایران عمدتاً سنتی است. این در حالی است که با توجه به اوضاع اقلیمی و جغرافیایی ایران و قرار داشتن بر روی کمربند زلزله، به ویژه وجود گسل های متعدد در شهر تهران، روش های سنتی ساخت و ساز از یک سو به دلیل سنگینی مصالح و آوارهای ساختمانی و نیز فراوانی حجم نخاله ها - ۱/۳۴ تا ۱/۶۱ تن به ازای هر متر مربع ساختمان - با خطرات جانی و پیامدهای زیست محیطی و از سوی دیگر به دلیل طولانی بودن دوره زمانی ساخت و ساز و ائتلاف انرژی از منظر مدیریت ساخت با معایب و محدودیت های جدی روبه رو است (ماجدی ۱۳۸۳). چنانچه ساخت و سازهای غیر استاندارد را در کنار این پدیده بررسی

سرعت اجرا و مقاومت سازه‌ها را در برابر زلزله، حریق افزایش داده و عملکرد حرارتی و اکوستیک را در سیستم بهبود می‌بخشد (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۶).

در این تحقیق سیستم و فناوری نوین ساختمانی که مورد تأیید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ایران قرار گرفته است، بررسی می‌شوند.

## ۲-۲- سیستم L.S.F

سیستم ساختمانی قاب‌های سبک فولادی سرد نوردشده (L.S.F) یکی از سیستم‌ها و فناوری‌های نوین ساختمان است که برای اجرای ساختمان‌های عمدتاً کوتاه مرتبه و میان مرتبه (تا ۵ طبقه) استفاده می‌شود.

این سیستم که شباهت زیادی به روش‌های ساخت ساختمان‌های چوبی دارد، از سه جزء اصلی، شامل مقاطع متشکل از ورق‌های فولادی سرد نوردشده برای سازه، صفحات تخته گچی به عنوان پوشش رویه درونی و لایه عایق حرارتی و صوتی تشکیل می‌شوند (کاری و احمدی، ۱۳۸۶).

## ۲-۳- تأییدیه فنی

مدرکی است که رعایت استانداردها و ضوابط مربوط به پایداری و پایایی ساختمان‌ها را در سیستم‌ها و فناوری‌های

کنیم، بر شدت نگرانی‌ها افزوده می‌شود، از این رو مسئولین شهرداری تهران نسبت به گسترش ساخت‌وسازهای غیر استاندارد، اعلام هشدار نموده‌اند (روزنامه همشهری، ۱۳۸۷).

صرف نظر از عدم رعایت استانداردها، در این خصوص مشکل اصلی، عدم معرفی کامل سیستم‌ها و فناوری‌های 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 سیستم‌ها برای اجرا در این بخش می‌باشد. لذا با توجه به راهبرد صنعتی‌سازی ساختمان در کشور و نیاز فزاینده تهران به مسکن مسئله اساسی تحقیق این است که تا چه حد کاربرد سیستم قاب فولادی سبک (L.S.F)<sup>۱</sup> از توجیحات کافی در بخش ساختمان به‌ویژه احداث مسکن در شهر تهران برخوردار است؟

## ۲- تعاریف

### ۲-۱- سیستم‌ها و فناوری‌های نوین ساختمانی

به مجموعه‌ای از روش‌های صنعتی ساخت اطلاق می‌شود که سبک‌سازی،

1. Lightweight Steel Framing

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 (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۶).

### 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 تولیدکننده، 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 (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۸):

گروه اول: شاخص های فنی

مشمول بر شاخص های ارزیابی:

۱. سازه و زلزله

۲. حریق

۳. انرژی

۴. اکوستیک

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. حمل و نقل 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:

۱. میزان انطباق با معماری از ایرانی -

اسلامی

توجیه فنی، صنعتی، اقتصادی و فرهنگی می‌باشد.

#### ۶- روش‌شناسی تحقیق

این تحقیق از نوع کاربردی و روش آن تحلیلی است که از تکنیک فراتحلیل برای تجزیه و تحلیل یافته‌ها و استنتاج مطالعات انجام شده استفاده می‌شود. در جهت اطمینان از روایی و پایایی نتایج تحقیق و ارزیابی فرضیه تحقیق به روش دلفی<sup>۲</sup> و با مقیاس تورستن<sup>۳</sup> از نظرات خبرگان بهره گرفته می‌شود. با عنایت به اینکه در تحقیق حاضر، «نوع سیستم و فناوری ساختمانی» به عنوان متغیر مستقل و «مشخصات فنی، صنعتی، اقتصادی و فرهنگی سیستم مورد نظر» از متغیرهای وابسته خواهند بود. بنابراین به منظور نمایشی از روابط متغیرها و چگونگی اندازه‌گیری آنها به کمک شاخص‌های مربوطه و ارزیابی توجیه کاربرد سیستم مورد نظر با توجه به تأثیر شرایط جغرافیایی - اقلیمی و شرایط اجتماعی - اقتصادی منطقه اجرای سیستم - به عنوان متغیرهای مداخله‌گر - همچنین فرآیند پذیرش و یا رد فرضیه تحقیق که پس از آزمون‌های لازم صورت می‌گیرد و نهایتاً

۲. انعطاف‌پذیری در طرح‌های معماری

#### ۴- سوالات تحقیق

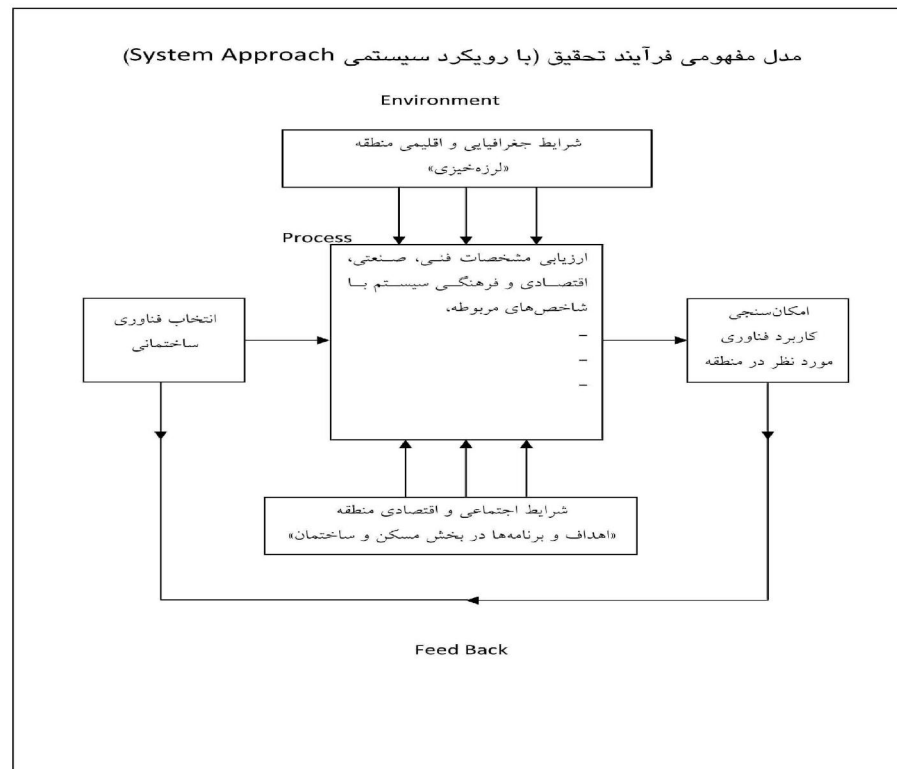
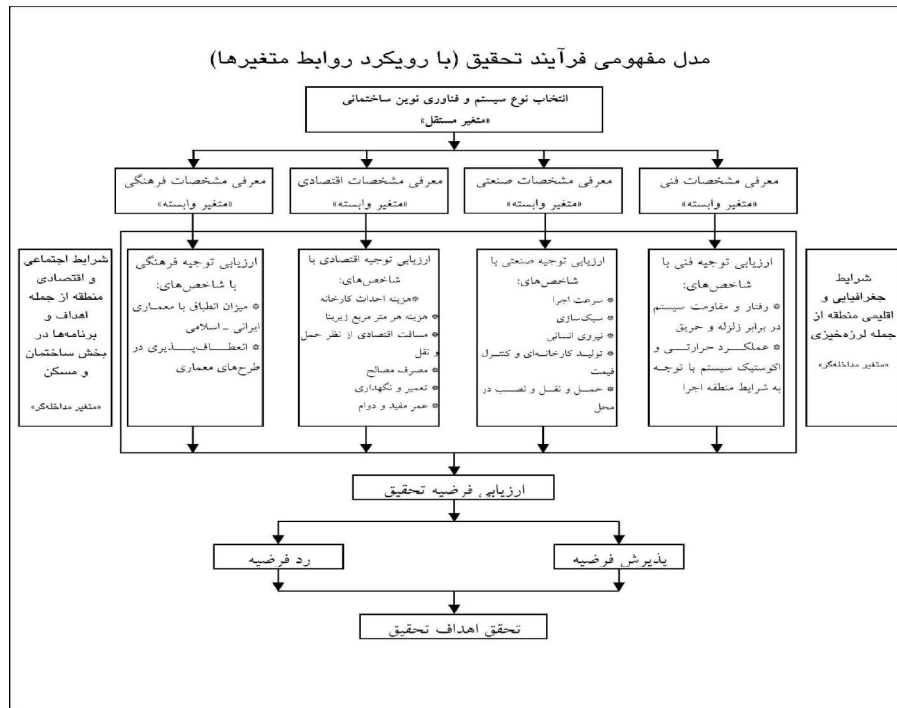
با توجه به موضوع و مسئله اساسی تحقیق سوالات زیر مطرح می‌شوند:

- ۱- کاربرد سیستم L.S.F با شاخص‌های فنی تا چه حد قابل تأیید است؟
- ۲- از نظر شاخص تولید صنعتی، سیستم L.S.F چگونه ارزیابی می‌شود؟
- ۳- ارزیابی از سیستم L.S.F از بعد اقتصادی چقدر قابل توجیه است؟
- ۴- سیستم L.S.F تا چه حد با شاخص فرهنگ ملی و بومی قابل تطبیق است؟
۵. تا چه حد کاربرد سیستم L.S.F از توجیهات فنی، صنعتی، اقتصادی و فرهنگی در بخش ساختمان به‌ویژه احداث مسکن در شهر تهران برخوردار است؟

#### ۵- فرضیه مهم

هر چند با توجه به سوالات تحقیق، فرضیه‌های متعددی قابل طرح می‌باشند، ولی فرضیه مهم این تحقیق، به صورت زیر مطرح می‌شود:

با توجه به شرایط اقلیمی و نیازهای شهر تهران در بخش ساختمان و مسکن استفاده از سیستم L.S.F در این شهر به ویژه برای شهرک‌های اقماری آن، دارای



کاملاً در جهت شرقی - غربی تا منطقه کن امتداد پیدا می‌کند. همچنین گسل دیگر تهران از جنوب کهریزک عبور می‌نماید. در تهران علاوه بر گسل‌های یادشده، گسل‌های دیگری وجود دارد که همه آنها به علاوه آتشفشان خاموش دماوند تهران را ناامن ساخته است (بیت‌الهی، ۱۳۸۸). در هر صورت لرزه‌خیزی منطقه تهران نشان می‌دهد که با وجود گسل‌های جوان و کاری در منطقه این شهر در وضعیت لرزه‌خیزی بالایی قرار دارد.

همچنین مبتنی به گزارش سازمان نوسازی شهر تهران (۱۳۸۸) مشخص شده است که طبق شاخص‌های مصوب شورای عالی شهرسازی و معماری، وسعت پهنه‌های ناپایدار شهری در تهران ۱۴۷۹۲ هکتار بوده که تنها ۳۲۶۸ هکتار آن به دلیل داشتن سه شرط ناپایداری، نفوذناپذیری و ریزدانگی به عنوان بافت فرسوده مصوب شده و نیازمند مداخله هماهنگ و جدی است. این گزارش تأیید می‌کند که وضعیت کالبدی، عملکردی، خدمات و زیرساخت‌های شهری، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی بافت‌های فرسوده تهران بسیار نامطلوب است.

علاوه بر این در این تحقیق چگونگی ساخت‌وساز در کشور به ویژه در شهر تهران

مفهومی فرآیند تحقیق با رویکرد نمایش روابط متغیرها و مدل مفهومی فرآیند تحقیق با رویکرد سیستمی<sup>۴</sup> به شرح صفحه آتی استفاده می‌نماییم:

## ۷ - یافته‌های تحقیق

با توجه به اینکه کلان‌شهر تهران، محدوده جغرافیایی مورد نظر در فرضیه تحقیق اعلام شده است، لذا به منظور آگاهی از ویژگی‌های اقلیمی و نیازهای ساختمانی این شهر و نهایتاً ارزیابی از تناسب مشخصات سیستم LSF با ویژگی‌ها و نیازهای بخش ساختمان و مسکن در تهران ابتدا نتایج مطالعات محیط طبیعی شهر تهران مشتمل بر وضعیت جغرافیایی، توپوگرافی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی مرور می‌گردد. با تکیه بر نتایج حاصله مشخص می‌شود تهران یکی از نواحی زلزله‌خیز البرز مرکزی بوده که بزرگ‌ترین گسل فعال البرز مرکزی مشهور به گسل (مشا - فشم) در مناطق فیروزکوه، دماوند از ده مشاء واقع در جنوب گردنه امامزاده هاشم، پیست آبعلی، لواسان، افجه، فشم تا شهرستانک ادامه می‌یابد. و از این گسل بزرگ، شاخه‌ای جدا شده و گسل شمال تهران را در ناحیه لواسان ایجاد کرده است و

4. System Approach

با توجه به اهداف برنامه پنجم توسعه که در راستای اجرای سند چشم انداز بیست ساله طراحی شده است، مورد تدقیق قرار می گیرد. این مطالعه نشان می دهد که در راستای ارتقاء صنعت ساختمان اهداف زیر در کشور پیگیری خواهند شد:

تولید ساختمان به روش صنعتی از ۳ درصد به ۳۰ درصد؛  
افزایش عمر مفید ساختمان ها از ۲۹ سال به ۱۰۰ سال؛

بهبود شیوه های ساخت: مسکن امن و مقام و ارتقاء نسبت واحدهای مسکونی ساخته شده از مصالح مقاوم و طبق استاندارد ۲۸۰۰ از ۷۵ درصد به ۱۰۰ درصد؛

با دوام سازی واحدهای ساختمانی، شهری و روستایی به میزان ۱۰۰ درصد؛  
ارتقای کارایی منابع انسانی: رشد بهره وری نیروی انسانی در بخش ساختمان از ۲/۲ درصد به ۵ درصد؛

ارتقای کارایی سرمایه: افزایش بهره وری سرمایه از یک درصد به ۳ درصد؛  
افزایش سهم اعتبارات بانک در سرمایه گذاری در مسکن از ۴۰ درصد به ۸۰ درصد؛

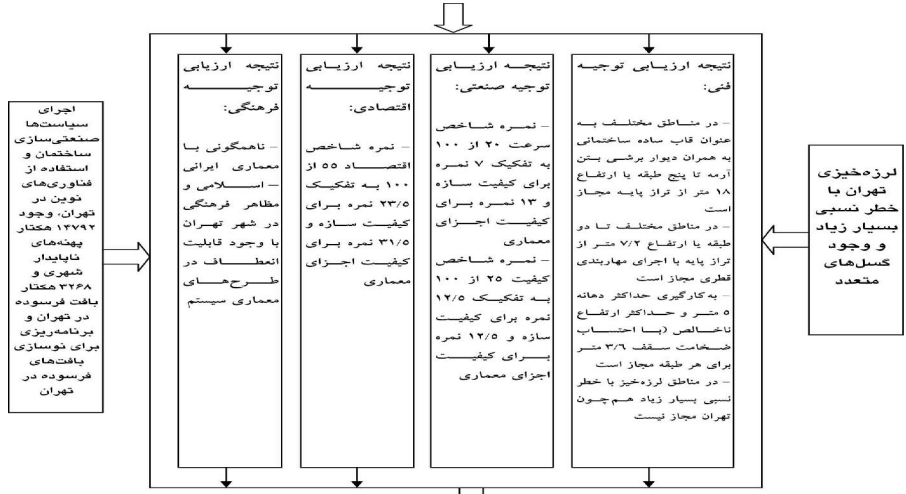
همچنین در این بررسی، با توجه به نیاز ساخت ۲۴ میلیون واحد مسکونی در افق

۱۴۰۴ ضمن تأکید بر ساخت وسازها با روش صنعتی و استفاده از فناوری های نوین به سهم حدود ۱۵ درصدی ساخت وسازها در تهران تصریح شده است (ماجدی، ۱۳۸۸). لذا یافته های این تحقیق مؤید ناکارآمدی روش های سنتی و ضرورت بهره گیری از سیستم ها و فناوری های نوین ساختمانی به ویژه در شهر تهران در سال های آتی است.

به منظور ارزیابی قابلیت های سیستم LSF در جهت پاسخگویی به نیازهای ساختمانی شهر تهران و به ویژه با در نظر گرفتن وضعیت اقلیمی، زلزله خیزی، بافت های فرسوده و اهداف برنامه پنجم و سند چشم انداز بیست ساله، این سیستم از ابعاد مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با عنایت به اینکه ارزیابی سیستم LSF مطابق با روش های معمول مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، با تکیه بر نتایج ارزیابی مشخصات فنی و نیز یافته های حاصل از ارزیابی با شاخص های صنعتی مشتمل بر ۳ شاخص کیفیت، اقتصاد و سرعت انجام یافته است. نتایج ارزیابی مشخصات فنی این سیستم حاکی از این واقعیت است که مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ ایران استفاده از سیستم LSF:



بررسی چگونگی کاربرد سیستم LSF در تهران



اجرای سیاست‌ها صنعتی‌سازی و ساختمان از فناوری‌های نوین در تهران، وجود ۱۳۷۹۲ هکتار پهنه‌های ناپایدار شهری و ۲۲۶۸ هکتار بافت فرسوده در تهران و برنامه‌ریزی برای نوسازی فرسوده در تهران

لرزه‌خیزی تهران با خطر نسبی بسیار زیاد گسل‌های متعدد

**نتیجه ارزیابی فرضیه:**  
 با وجود استقرار سیستم LSF در گروه B<sup>+</sup> و برخورداری از بیشترین امتیاز در مقایسه با ۱۱ سیستم مهم و مطرح ساختمانی و مناسب بودن آن برای صنعتی‌سازی ساختمان در مناطق مختلف کشور به ویژه با کاربری اداری و تجاری به استثنای مناطق لرزه‌خیز یا خطر نسبی زیاد استفاده از سیستم LSF در تهران به دلیل وجود گسل‌های متعدد و بسیار زیاد بودن خطر لرزه‌خیزی مجاز نمی‌باشد.  
 هرچند با رعایت الزاماتی استفاده از این سیستم در ساخت و سازهای کم‌مرتبه (یک تا دو طبقه) در تهران به خصوص در شهرک‌های اقماری و در کاربری‌های اداری امکان‌پذیر خواهد بود. بنابراین با توجه به جمیع جهات و به رغم ضرورت صنعتی‌سازی ساختمان در کشور، استفاده از سیستم LSF از توجیحات کافی فنی و فرهنگی برای پاسخگویی به نیازهای بخش ساختمان و مسکن در تهران برخوردار نیست.

فرضیه قابل پذیرش نیست

در مناطق لرزه خیز با خطر نسبی بسیار زیاد مجاز نیست.

همچنین نتایج ارزیابی ویژگی‌های صنعتی با شاخص‌های کیفیت، اقتصاد و سرعت نشان می‌دهد که نمره شاخص‌های مذکور به ترتیب ۲۵، ۵۵ و ۲۰ از ۱۰۰ بوده که با در نظر گرفتن نتایج ارزیابی حاصل از مشخصات فنی، سیستم LSF در مقایسه با ۱۱ سیستم و فناوری مهم با بیشترین امتیاز و استقرار در طیف (۸۰ - ۷۵) از ۱۰۰ در گروه B<sup>+</sup> و زیر سیستم دیوار غیر باربر سبک پیش‌ساخته LSF نیز پس از سیستم پانل‌های بتن سبک دیواری با بتن گازی با استقرار در گروه B از بیشترین امتیاز برخوردار می‌باشد (احمدی و ماجدی، ۱۳۸۸).

## ۸ - تجزیه و تحلیل یافته‌ها و استنتاج نهایی

با توجه به مدل مفهومی تحقیق که با رویکرد روابط متغیرها و همچنین رویکرد سیستمی ارائه شده بود، می‌توان با مدل زیر نسبت به ارزیابی فرضیه تحقیق و نهایتاً پذیرش یا رد آن اقدام نمود.

لازم به توضیح است که علاوه بر مستند و مستدل بودن نتیجه ارزیابی فرضیه، به ویژه بهره‌مندی آن از تحلیل‌های کمی، یافته‌های

این تحقیق نه تنها با گزارش‌های رسمی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن که تنها مرجع قانونی تایید فنی سیستم‌ها و فناوری‌های نوین ساختمانی در کشور بوده است، انطباق کافی دارد. بلکه روایی و پایایی آن با توجه به نظرات خبرگان این رشته به روش دلفی و با مقیاس تورستن مورد تأیید قرار گرفته است.

در این پژوهش فرم داوری، برای ۱۲ صاحب‌نظر ارسال گردید که ۸ داور از محققان و صاحب‌نظران مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن به طور صحیح و کامل به سؤالات پرسشنامه پاسخ دادند و به ارزیابی نتایج تحقیق به شرح زیر پرداختند.

۱. شاخص‌های فنی به این نتیجه ختم شد که سیستم L.S.F، در مناطق مختلف به عنوان قاب ساده ساختمانی به همراه دیوار برشی بتن آرمه تا پنج طبقه یا ارتفاع ۱۸ متر از تراز پایه مجاز است. در مناطق مختلف تا دو طبقه یا ارتفاع ۷/۲ متر از تراز پایه با اجرای مهاربندی قطری مجاز است. به کارگیری حداکثر دهانه ۵ متر و حداکثر ارتفاع ناخالص (با احتساب ضخامت سقف ۳/۶ متر برای هر طبقه مجاز است).

در مناطق لرزه خیز با خطر نسبی بسیار زیاد همچون تهران مجاز نیست.

طبقه بندی ارزیابی داوران نسبت به نتیجه دوم تحقیق		
ارزیابی	تعداد	درصد
نامعتبر	۳	۳۷.۵
معتبر	۵	۶۲.۵
جمع	۸	۱۰۰

۳. همچنین از نظر شاخص‌های اقتصادی سیستم L.S.F (نمره شاخص اقتصاد ۵۵ از ۱۰۰ به تفکیک ۲۳/۵ نمره برای کیفیت سازه و ۳۱/۵ نمره برای کیفیت اجزای معماری) لذا به لحاظ اقتصادی در مقایسه با دیگر روش‌ها از توجیه لازم برای اجرا در تهران برخوردار است.

میانگین نمره اعتبار نتیجه فوق براساس ارزیابی داوران بر روی یک محور ۱۱ درجه‌ای (۱ تا ۱۱) ۷.۵ و میانه نیز ۷.۵ می‌باشد که نشان می‌دهد در مجموع داوران نتیجه فوق را معتبر ارزیابی نموده‌اند.

طبقه بندی ارزیابی داوران نسبت به نتیجه سوم تحقیق		
ارزیابی	تعداد	درصد
نامعتبر	۱	۱۲.۵
معتبر	۷	۸۷.۵
جمع	۸	۱۰۰

۴. همچنین به لحاظ شاخص‌های فرهنگی سیستم L.S.F با وجود قابلیت انعطاف، فاقد هماهنگی با معماری ایرانی و اسلامی تشخیص داده شد، به طوری که

میانگین نمره اعتبار نتیجه فوق براساس ارزیابی داوران بر روی یک محور ۱۱ درجه‌ای (۱ تا ۱۱) ۶.۷۵ و میانه آن ۷ می‌باشد که نشان می‌دهد در مجموع داوران نتیجه فوق را معتبر ارزیابی نموده‌اند.

طبقه بندی ارزیابی داوران نسبت به نتیجه اول تحقیق		
ارزیابی	تعداد	درصد
نامعتبر	۳	۳۷.۵
معتبر	۵	۶۲.۵
جمع	۸	۱۰۰

۲. شاخص‌های صنعتی منتج به این نتیجه شدند که سیستم L.S.F به لحاظ کیفیت و سرعت (نمره شاخص سرعت ۲۰ از ۱۰۰ به تفکیک ۷ نمره برای کیفیت سازه و ۱۳ نمره برای کیفیت اجزای معماری و - نمره شاخص کیفیت ۲۵ از ۱۰۰ به تفکیک ۱۲/۵ نمره برای کیفیت سازه و ۱۲/۵ نمره برای کیفیت اجزای معماری) لذا در مقایسه با دیگر روش‌ها از قابلیت توجیه صنعتی برخوردار است.

میانگین نمره اعتبار نتیجه فوق براساس ارزیابی داوران بر روی یک محور ۱۱ درجه‌ای (۱ تا ۱۱) ۶.۳۷۵ و میانه آن ۷ می‌باشد که نشان می‌دهد در مجموع داوران نتیجه فوق را معتبر ارزیابی نموده‌اند.

به کارگیری آن منجر به ایجاد عدم توازن در سیمای هویتی، معماری و فرهنگی شهر تهران خواهد گردید.

میانگین نمره اعتبار نتیجه فوق براساس ارزیابی داوران بر روی یک محور ۱۱ درجه‌ای (۱ تا ۱۱) ۶.۳۷۵ و میانه آن ۶ می‌باشد که نشان می‌دهد در مجموع با توجه به شاخص‌های مرکزی داوران نتیجه فوق را معتبر ارزیابی نموده‌اند، اما اگر بخواهیم بر مبنای فراوانی نمراتی زیر ۶ و بالای ۶ داوران قضاوت کنیم، این نتیجه مطرح می‌شود که ۵۰ درصد داوران نتیجه فوق را معتبر و ۵۰ درصد دیگر نامعتبر دانسته‌اند.

طبقه بندی ارزیابی داوران نسبت به نتیجه چهارم تحقیق		
تعداد	درصد	
۴	۵۰	نامعتبر
۴	۵۰	معتبر
۸	۱۰۰	جمع

۵. نتیجه نهایی تحقیق در ارزیابی سیستم L.S.F این است که: «با وجود استقرار سیستم LSF در گروه B+ و برخورداری از بیشترین امتیاز در مقایسه با ۱۱ سیستم مهم و مطرح ساختمانی و مناسب بودن آن برای صنعتی سازی ساختمان در مناطق مختلف کشور به ویژه با کاربری اداری و تجاری به استثنای مناطق

لرزه خیز با خطر نسبی زیاد استفاده از سیستم LSF در تهران به دلیل وجود گسل‌های متعدد و بسیار زیاد بودن خطر لرزه خیزی مجاز نمی‌باشد.

هر چند با رعایت الزاماتی استفاده از این سیستم در ساخت‌وسازهای کم مرتبه (یک تا دو طبقه) در تهران به خصوص در شهرک‌های اقماری و در کاربری‌های اداری امکان پذیر خواهد بود. بنابراین با توجه به جمیع جهات و به رغم ضرورت صنعتی سازی ساختمان در کشور، استفاده از سیستم LSF از توجیحات کافی فنی و فرهنگی برای پاسخگویی به نیازهای بخش مسکن در تهران برخوردار نیست.

میانگین نمره اعتبار نتیجه فوق براساس ارزیابی داوران بر روی یک محور ۱۱ درجه‌ای (۱ تا ۱۱) ۶/۸۷۵ و میانه آن ۷ می‌باشد که نشان می‌دهد در مجموع داوران نتیجه فوق را معتبر ارزیابی نموده‌اند.

طبقه بندی ارزیابی داوران نسبت به نتیجه نهایی تحقیق		
تعداد	درصد	
۳	۳۷.۵	نامعتبر
۵	۶۲.۵	معتبر
۸	۱۰۰	جمع

## فرجام

هرچند در جهت اجرایی شدن راهبرد صنعتی سازی ساختمان در کشور و دستیابی به اهدافی هم‌چون، ارتقای سطح تولید صنعتی ساختمان از ۳ درصد به ۳۰ درصد، افزایش عمر مفید ساختمان‌ها از ۲۹ سال به ۱۰۰ سال و در نظر گرفتن سهم ۱۵ درصدی فناوری‌های نوین ساختمانی در ساخت‌وسازهای تهران، به‌ویژه پاسخگویی به ضرورت احداث ۲۴ میلیون درصد واحد مسکونی تا سال ۱۴۰۴ هجری شمسی در کشور، استفاده از سیستم‌های نوین ساختمانی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود، لذا در این راستا فناوری «L.S.F» به دلیلی برخوردار از توجهات صنعتی و اقتصادی و استقرار آن در گروه  $B^+$  نسبت به فناوری مهم ساختمانی دارای اولویت و اهمیت می‌گردد. اما شرایط ویژه تهران از نظر وجود گسل‌های متعدد و بالا بودن خطر لرزه‌خیزی آن، استفاده از فناوری «L.S.F» را که در مناطق با خطر لرزه‌خیزی بسیار زیاد فاقد توجه فنی است، با تردید جدی مواجه می‌سازد.

از سوی دیگر وجود بیش از ۱۴۷۹۲ هکتار پهنه ناپایدار در شهر تهران که ۳۲۶۸ هکتار آن به دلیل داشتن سه شرط

ناپایداری، نفوذ ناپذیری و ریزدانی به عنوان بافت فرسوده، وضعیت کالبد، عملکردی، خدمات زیرساخت‌های شهری، اجتماعی و زیست‌محیطی این شهر را با خطر مواجه ساخته و نیازمند سرعت در نوسازی است؛ ضرورت بازنگری در فناوری «L.S.F» به منظور افزایش استحکام و مقاوم‌سازی آن در جهت به‌کارگیری در ساخت‌وساز تهران بیش از پیش توجیه‌پذیر می‌گردد.

لذا پیشنهاد می‌گردد تا ضمن معرفی و ترویج صنعت «L.S.F» از سوی مسئولین ذی‌ربط در استفاده از این فناوری در ساخت‌وسازهای مناطق مختلف کشور، مطالعات تکمیلی در راستای رفع کاستی‌های فناوری «L.S.F» به‌ویژه مقاوم‌سازی آن در برابر زلزله از طریق روش‌های تلفیقی و نوآورانه در مراکز مطالعاتی کشور به‌ویژه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن با جدیت انجام شود.

با توجه به اینکه در گزارش تفصیلی تحقیق، که این مقاله برگرفته از آن است، به تحقیقات و مطالعات داخلی و خارجی معتبر مراجعه و از نتایج آنها استفاده شده، لذا جهت مراجعه و مطالعه بیشتر، فهرست کامل آنها در قسمت منابع و مأخذ ارائه شده است.

منابع فارسی

۱. احمدی، رسول و محمدحسین ماجدی اردکانی (۱۳۸۸)، *ساختمان‌ها با قاب‌های سبک فولادی سرد نورد شده (LSF)*.
۲. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۶)، *نماگرهای اقتصادی*، شماره ۵۱، سه ماهه چهارم.
۳. بیت الهی، علی (۱۳۸۸)، *لرزه‌خیزی کلان شهر تهران و اطراف آن*، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
۴. دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان (۱۳۸۵)، *مقررات ملی ساختمان مبحث نهم (طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه)*، وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان.
۵. «تدابیر شهرداری برای جلوگیری از ساخت و سازهای غیراستاندارد»، *روزنامه همشهری* (۱۳۸۷)، شماره ۴۶۹۱، چهارشنبه ۱۵ آبان.
۶. سازمان نوسازی شهر تهران (۱۳۸۸)، *گزارش اجمالی از بافت‌های فرسوده و برنامه‌ها و اقدامات سازمان نوسازی شهر تهران*.
۷. *سند چشم‌انداز بیست ساله جمهوری اسلامی ایران*.
۸. *سیاست‌های کلی اصل ۴۴ قانون اساسی*.
۹. *سیاست‌های کلی برنامه پنجم توسعه*.
۱۰. طباطبائی‌فر و همکاران (۱۳۸۷)، *سیستم قاب پیش ساخته و نیمه پیش ساخته بتن مسلح*، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
۱۱. *طرح جامع شهر تهران، ۱۳۸۶*.
۱۲. *قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (۸۸-۱۳۸۴)*.
۱۳. *قانون بودجه سال ۱۳۸۶*.
۱۴. کاری، بهروز و رسول احمدی (۱۳۸۶)، *سیستم قاب فولادی سبک*، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
۱۵. کرمی، افشین (۱۳۸۶)، *بررسی وضعیت بازار مسکن در ایران*، مؤسسه تحقیقات تدبیر اقتصاد.
۱۶. کمیته دائمی بازنگری آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله ۱۳۸۴: *آیین طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله*، استاندارد ۸۴-۲۸۰۰، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
۱۷. *لایحه برنامه پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۳-۱۳۸۹)*.
۱۸. ماجدی اردکانی، محمدحسین (۱۳۸۳)، *بررسی تحقیقات انجام شده برای استفاده بهینه از آره‌های ساختمانی و نقش کاهش تخریب در دارایی‌های بخش ساختمان*، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
۱۹. ماجدی اردکانی، محمدحسین (۱۳۸۸)، *تاریخچه و برنامه صنعتی سازی ساختمان‌ها در ایران*.
۲۰. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (۱۳۸۸)، *گامی در صنعتی سازی ساختمان*، ویرایش چهارم.
۲۱. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (۱۳۸۶)، *گامی در صنعتی سازی ساختمان*، سال ۱۳۸۶، ویرایش اول.

منابع لاتین

22. ATC, (1995), *Structural Response Modification Factors*, ATC-19 Report, Applied Technology Council, Redwood City, California.
23. Brzev S., et al. (2004), *The Web-Based World Housing Encyclopedia: Housing Construction in High Seismic Risk Areas of the World*, 13<sup>th</sup> World Conference on

30. Report on: Thermal Performance of Lightweight Steel Framing Homes, Lightweight Steel Framing, *technical Bulletin, CSSBI*, Canadian Sheet Building Institute, Volume 5, Number 1, July 1999.
31. *Turkish Ministry of Public Works and Settlement* (1997), Requirement for the Structures to be built in Disaster Areas, Ankara, Turkey.
32. Whittaker, A., Hart, G. and Rojahn, C.(1999), Seismic Response Modification Factors, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, 125(4)
- Earthquake Engineering, Vancouver, BC, Canada, CD.
24. Canadian Sheet Steel Building Institute (1999), Residential Steel Framing, Installation Manual, *CSSBI*, Ontario.
25. ICBO, (1997), *Uniform Building Code*, Vol. 2: Structural Engineering Design Provisions, International Council of Building Officials, Whittier, California.
26. Pampanin, S., Amaris, A., Akguzel, u., Palermo, A.(2006), *Experimental Investigation on High-Performance Jointed Ductile Connections for Precast Frames*, First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology ( a joint event of the 13<sup>th</sup> ECEE & 30<sup>th</sup> General Assembly of the ESC), Geneva, Switzerland, 3-8 September 2006, Paper No.2038.
27. Report on: Durability, Lightweight Steel Framing, *Technical Bulletin, CSSBI* Canadian Sheet Steel Building Institute, Volume 2, Number 2, March 1999.
28. Report on: Life Cycle Assessment of Steel Framed Homes, Lightweight Steel Framing, *Technical Bulletin, CSSBI*, Canadian Sheet Steel Building Institute, Volume 3, Number 2, July 1999.
29. Report on: Lightweight Steel Framing Construction Techniques, *CSSBI*, Volume 6, Number 1, March 2001.

