

# ارزیابی شاخص های کیفیت، هزینه و زمان در سازه های فولادی سبک (مطالعه موردی: سازه های LSF در شهر یزد)

سید شهاب الدین میرجعفری\*  
کارشناس ارشد عمران، دانشکده عمران، دانشگاه آزاد یزد



فصلنامه علمی تخصصی  
مهندسی و مدیریت ساخت  
سال دوم، شماره اول  
شماره پیاپی پنجم، بهار ۱۳۹۶

نویسنده مسئول:  
سید شهاب الدین میرجعفری

آدرس ایمیل:  
civil.shahab@yahoo.com

## چکیده:

استفاده از سازه LSF در شهر یزد نیز رو به افزایش است و این نکته حائز اهمیت است که تا چه حدی این سازه با شرایط مناسب و طبق ضوابط اجرا میشود و آنچه که به عنوان سازه نوین صنعتی در معرض عموم قرار می گیرد، سازه با کیفیت و با هزینه ای مناسب و در زمانی مطلوب است. در این تحقیق سعی بر این بود تا ارزیابی از شاخصهای کیفیت، هزینه و زمان در مورد سازه LSF در شهر یزد داشته باشیم. برای بررسی این سه شاخص و ارتباط این شاخص ها با یکدیگر و تاثیرشان بر روند ساخت سازه LSF، ابتدا به تبیین سازه و ویژگی ها و اجزای آن پرداخته شد و در ادامه با استفاده از پرسشنامه از نظرات کارشناسان و صاحبانظران در مورد سازه LSF و نحوه اجرای آن استفاده کردیم. سپس به کمک نرم افزارهای آماری همچون Spss و Pls به تحلیل داده های تحقیق که از کارشناسان به دست آمده بود پرداختیم. نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن است که کارشناسان بر این اعتقادند که از بین شاخص های مطرح شده، هزینه بیشترین اهمیت و تاثیر را دارد، خصوصاً هزینه سازه که خود بیان کننده اهمیت میزان هزینه اجرای سازه در شهر یزد می باشد. پس از هزینه، زمان سازه و خصوصاً آنچه که از این سازه به سرعت اجرای ساختمان مرتبط می شود حائز اهمیت بوده است؛ و نهایتاً کیفیت به عنوان شاخص بعدی مطرح می شود که نشان از دیدگاه مثبت و نسبی صاحبانظران و کارشناسان از این سازه می باشد.

کلمات کلیدی: سازه LSF، شاخص های کیفیت، هزینه سازه.

## Evaluation indexes quality, cost and time at Lightweight steel structures (case study: LSF structures in yazd city)

Seyed Shahab aldin Mirjafari\*  
MA.civil, college civil, azad islamc yazd University



Corresponding author:  
Seyed Shahab aldin Mirjafari

Email address:  
civil.shahab@yahoo.com

## ۱- مقدمه:

ساختمان و مسکن به عنوان نیاز ضروری زندگی امروزی بشر، بخش قابل توجهی از اقتصاد یک مجموعه یا خانواده و حتی یک کشور را تشکیل می دهد. اما نوع و نحوه ساخت یک ساختمان که از سویی به عنوان سرمایه ای امن و ماندگار لحاظ شود و از سویی دیگر ساختار و ترکیب شهرسازی و اهداف مدیریت هدفمند و کارآمد را تحقق بخشد، بسیار حائز اهمیت است. در سال های اخیر صنعتی سازی ساختمان توسعه قابل توجهی پیدا کرده است به طوری که هم اکنون در ایران بیش از ۱۴۳ سیستم و فناوری نوین ساختمانی مورد تایید قرار گرفته است (طارمی و همکاران، ۱۳۸۷). در این بین سیستم سازه LSF به دلیل داشتن مزایای فراوان از جمله سرعت و کیفیت بالای ساخت، عملکرد لرزه ای مناسب و هزینه تمام شده کمتر نسبت به سازه های سنتی رایج، رواج بیشتری یافته است (حرمی، ۱۳۹۰). با سرعت یافتن تحول در نوع سازه ها و صنعتی شدن ساختمان سازی و وجود منابع عظیم سرمایه گذاری در این بخش و در پی آن توسعه دامنه انتخاب برای نوع سازه شرایط جدید و متفاوتی پدید آمده است. اما به نظر می رسد سطح این پیشرفت و تحول سریع با سطح آگاهی و اطلاعات دست اندرکاران امر ساختمان همراه نبوده است. باید گفت با تحول در بخش ساختمان و صنعتی شدن آن ضریب تخصصی شدن در این حوزه افزایش قابل توجهی یافته است و رعایت و آیین نامه ها اجتناب ناپذیرتر شده است. لذا با توجه به راهبرد صنعتی سازی ساختمان و حرکت به سمت استفاده از سازه های نوین همانند LSF این مسئله اساسی مطرح می شود که تا چه حد کاربرد قاب های فولادی سبک (LSF)، در شهر یزد با کارشناسی و بررسی جنبه های مختلف خصوصا شاخص های کیفیت، هزینه و زمان اجرا می شود؟ شهر یزد به عنوان چهارراه ترانزیتی و بندر خشک کشور در مسیر توسعه و پیشرفت قرار گرفته است. این حرکت روبه رشد باعث افزایش جمعیت و خصوصا جمعیت مهاجر در این شهر شده است و در آینده با جمعیت قابل توجهی روبرو خواهد شد که نیازمند ساخت و سازی گسترده خصوصا در زمینه مسکن می باشد. حرکت ساخت و سازها به سوی صنعتی شدن و استفاده از سازه های نوین این نوبت را می دهد که در آینده با ساختمان هایی اصولی و استانداردتر روبرو خواهیم شد اما این نکته حائز اهمیت است که ورود افراد غیرمتخصص به این حوزه می تواند سازه های نوین را همچون سازه های سنتی با معضل سازه های غیر اصولی مواجه کند، لذا بررسی، ارزیابی و ارائه شاخص هایی در زمینه کیفیت، هزینه و زمان می تواند از ساخت این سازه ها در شرایط غیر کارخانه ای و غیر استاندارد تا حد زیادی جلوگیری کند.

ضرورت این موضوع در شرایط کنونی شهر یزد که این سازه گسترش قابل توجهی پیدا نکرده است از اهمیت بسزایی برخوردار است تا سازه های نوین و به خصوص LSF به طور کامل و مناسب معرفی و اجرای آن به طور اصولی و فنی انجام گیرد.

امین میرزایی در سال ۱۳۹۰ به بررسی تحقیقی با عنوان لزوم استفاده از فناوری های نوین ساختمانی در ایران و بررسی سیستم ساختمانی LSF پرداخته است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که می بایست فرآیند صنعتی سازی ساختمان، شامل بر کلیه فعالیت های مرتبط با طراحی، فناوری ها، روش های ساخت و ساز و تولید کارخانه ای قطعات و اجزای ساختمان، با رعایت موازین علمی به طور انبوه و بر اساس استانداردهای مدولارو زنجیره ای و رعایت الزامات فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی و موازین توسعه پایدار انجام گیرد. طارمی و همکاران در سال ۱۳۸۷ به بررسی تحقیقی با عنوان بررسی تاثیر استفاده از سیستم های سبک فولادی (LSF) در جداگر های ساختمانی در بهینه سازی مصرف انرژی پرداخته است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که اولین مزیت استفاده از این سیستم، سبک سازی می باشد. (مجتبی حرمی در سال ۱۳۹۰ به بررسی تحقیقی با عنوان بررسی کاربرد سیستم LSF در ساخت و سازهای مقاوم و سریع پرداخته است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که نیاز کمتر به استفاده از مصالح و قابل بازیافت بودن، کاهش هزینه های نیروی انسانی، نیاز کم به تجهیزات و هزینه های کمتر بهره برداری نسبت به دیگر سیستم های هزینه سب می شود هزینه های ساخت سیستم LSF نسبت به دیگر سیستم ها کاهش یابد. (فتحی و همکاران در سال ۱۳۹۳ به بررسی تحقیقی با عنوان بررسی عملکرد

حرارتی سیستم ساختمانی قاب فولادی سبک (LSF) پرداخته است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که تولیدات صنعتی از جمله LSF تا حد بسیار زیادی می تواند باعث صرفه جویی در هزینه ساخت و مصرف انرژی شود که نقش قابل توجهی در راستای افزایش کیفیت و عمر مفید ساختمان دارد.

در این پژوهش به بررسی ارزیابی شاخص های کیفیت، هزینه و زمان در سازه های فولادی سبک (LSF) در شهر یزد می پردازیم.

### ۲- سازه های سبک فولادی

استفاده از سیستم سازه فولادی سبک (LSF) 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. سیستم LSF که از اعضای فولادی یا مقاطع cfs ساخته می شود از سال ۱۹۴۶ در صنعت ساختمان وارد شد، اما به دلیل اقتصادی نبودن کاربرد محدودی یافت. از سال ۱۹۹۰ به دلایل زیادی از جمله افزایش قیمت چوب و محدود بودن منابع تهیه آن، مشکلات زیست محیطی، نیاز به تولید سریع و انبوه مسکن و ضرورت استفاده از پیش ساخته سازی، سیستم LSF کاربرد وسیعی یافت. به طوری که امروزه این سیستم در آمریکا، کانادا، استرالیا، ژاپن و بسیاری از کشورهای دیگر در احداث ساختمان های تجاری و مسکونی کوتاه مرتبه و میان مرتبه کاربرد دارد. (مجید طارمی و ابراهیم رضوی، ۱۳۸۹). برخوردار از استانداردهای جهانی مصرف انرژی به نحوی که 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، سهولت اجرای تاسیسات برقی و مکانیکی که 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، 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 و دیگر ویژگی این سازه، برخوردار از استانداردها و ضوابط ضد آتش سوزی تمام عناصر این سیستم از جمله عایقهای حرارتی و صوتی می باشند که در بخش اجزا سازه بیشتر به آن می پردازیم (فروزانی حقیقی و غدیری نیا، ۱۳۹۱).

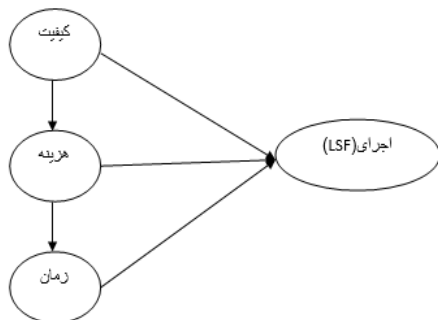


شکل ۲: خط تولید LSF

### اجزای سیستم LSF

اجزای اصلی تشکیل دهنده سیستم LSF از سه نوع مصالح ساختمانی فولاد فرم داده شده در حالت سرد، پاتل های گچی و پشم شیشه و یا پشم سنگ شکل گرفته است. در واقع با اتصال قطعات فوق به همدیگر سیستم که به شکل پانلی بارهای عمودی و جانبی را به تکیه گاه انتقال می دهند. دیوارهای باربر به عنوان انتقال دهنده بارهای عمودی و به عنوان نگهدارنده نمای خارجی بنا و نیز جذب کننده بارهای جانبی ساختمان از جمله باد و زلزله عمل می نمایند. دیوارهای غیر باربر معمولا برای جدا سازی فضاهای

- فرضیه های تحقیق  
 فرضیات این تحقیق شامل موارد ذیل است:  
 فرضیه اصلی اول: کیفیت بر ساخت LSF تاثیر معناداری دارد.  
 فرضیه اصلی دوم: هزینه بر ساخت LSF تاثیر معناداری دارد.  
 فرضیه اصلی سوم: زمان بر ساخت LSF تاثیر معناداری دارد.  
 فرضیه اصلی چهارم: کیفیت بر هزینه تاثیر معناداری دارد.  
 فرضیه اصلی پنجم: هزینه بر زمان تاثیر معناداری دارد.  
 فرضیه فرعی اول: سازه بر ساخت LSF تاثیر معناداری دارد.  
 فرضیه فرعی دوم: عایق صوتی-حرارتی بر ساخت LSF تاثیر معناداری دارد.  
 فرضیه فرعی سوم: فرهنگ بر ساخت LSF تاثیر معناداری دارد.  
 فرضیه فرعی چهارم: هزینه سازه بر ساخت LSF تاثیر معناداری دارد.  
 فرضیه فرعی پنجم: هزینه نیروی انسانی بر ساخت LSF تاثیر معناداری دارد.  
 فرضیه فرعی ششم: هزینه نگهداری و بهره برداری بر ساخت LSF تاثیر معناداری دارد.  
 فرضیه فرعی هفتم: سرعت اجرا بر ساخت LSF تاثیر معناداری دارد.  
 فرضیه فرعی هشتم: سهولت اجرا بر ساخت LSF تاثیر معناداری دارد.  
 با توجه به فرضیه های ارائه شده مدل مفهومی تحقیق بصورت شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل ۴: مدل مفهومی تحقیق

## ۶- نتایج

### ۶-۱- عوامل موثر بر اجرای (LSF)

در این تحقیق با توجه به بررسی چارچوب نظری، پیشینه تحقیق و نظر خبرگان و کارشناسان سه دسته از عوامل تاثیرگذار بر اجرای (LSF) شناسایی شده اند. این عوامل به دو قسمت شاخص های اصلی و زیر شاخص ها تقسیم شده اند که نتیجه این بررسی در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱: شاخص ها و زیرشاخص های موثر در اجرای (LSF)

زیر شاخص	شاخص
سازه (K1)	کیفیت (K)
عایق صوتی - حرارتی (K2)	
فرهنگی (K3)	
سرعت اجرا (T1)	زمان (T)
سهولت اجرا (T2)	
هزینه سازه (H1)	هزینه (H)
هزینه نیروی انسانی (H2)	
هزینه نگهداری و بهره برداری (H3)	

### ۶-۲- بررسی برازش مدل تحقیق

بررسی برازش مدل تحقیق طی سه مرحله انجام می شود. در مرحله اول مدل بیرونی پژوهش مورد بررسی قرار می گیرد در مرحله دوم نوبت به بررسی مدل درونی می رسد و مرحله سوم نیز به بررسی مدل کلی پژوهش اختصاص دارد. در بررسی مدل بیرونی پژوهش پایانی و به دنبال آن روانی مدل درونی بررسی می شود. نتایج بررسی مدل بیرونی تحقیق در جدول (۲) نشان داده شده است.

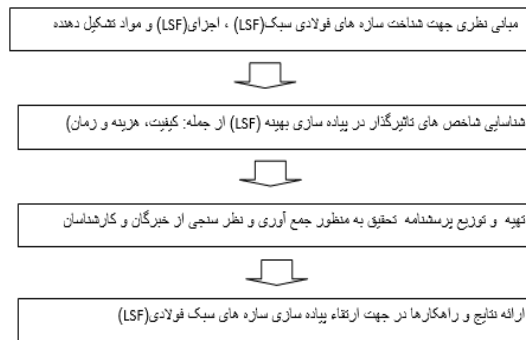
داخلی بنا مورد استفاده قرار می گیرند. برای فرم دادن ورق فولادی آن را به صورت نواری از بین یک سری غلتک ها عبور می دهند، این حرکت در بین غلتک ها سبب تغییر شکل ورق ها می شود و تعداد غلتک های به کار رفته بستگی به پیچیدگی قطعات دارند. این قطعات را می توان قبل یا بعد از عبور دادن در بین غلتک ها برش داد. این شیوه عمل معمولاً در سطح بالا و با دقت زیاد توسط کامپیوتر کنترل می شود. قطعات با طول های کوتاه و تعداد محدود را می توان با پرس فرم داده و یا خم کرد. این تکنیک معمولاً برای قطعات ساده مانند نبشی و C شکل مناسب می باشد. (حرمی، ۱۳۹۰). عنصر اصلی بعدی در این سیستم صفحات سیمانی یا گچی هستند که در ضخامت ها و ابعاد مختلف و با خواص گوناگون از جمله ضد رطوبت یا ضد حریق به بازار ارائه می گردد (امیری و امیدو، ۱۳۹۲). دیگر عنصر اصلی این سیستم عایق های صوتی و حرارتی هستند که اغلب دو عایق پشم شیشه و پشم سنگ در این سازه ها استفاده می شود. در این روش ساخت شیوه ی نصب قطعات امکان بکارگیری عایق حرارتی را در داخل جداره ها مهیا می کند. در بسیاری اوقات برای کاهش انتقال صوت و حرارت فضای مجوف داخل دیوار را با عایق و به خصوص پشم های مصرفی پر می کنند (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۰).



شکل ۲: دیوار باربر در سازه LSF

## ۵- مواد و روشها

تحقیق حاضر، از نظر نوع، کاربردی و از نظر روش اجرا، توصیفی و پیمایشی است. هدف این تحقیق، بررسی شاخص های کیفیت، هزینه و زمان در سازه های فولادی سبک (LSF) در شهر بزد بوده و یک تحقیق کاربردی است که می تواند با تعیین این عوامل نقش بسزایی در پیاده سازی بهینه سازه های سبک فولادی (LSF) در پروژه های ساختمانی ایفا کرد. همچنین این تحقیق از نوع اکتشافی است و از روش کتابخانه ای و میدانی (تکمیل پرسشنامه) پرسشنامه و بازدید میدانی استفاده گردیده است. جامعه آماری در این تحقیق، شامل گروهی از پیمانکاران، کارفرمایان و مشاوران در سطح شهر بزد که تخصص و زمینه ای در خصوص سازه LSF دارند تشکیل می گردد ۳۳ نفر می باشد. برای توصیف و تجزیه و تحلیل اطلاعات و پس از تهیه مدل تحقیق، برای سنجش اعتبار آن، از پرسشنامه و اظهارنظرهای تخصصی افراد خبره استفاده شده است. جهت بررسی و اثبات فرضیه های تحقیق از روش مدلسازی معادلات ساختاری (SEM) توسط نرم افزار (PLS ۲) استفاده شده است. روند کلی پژوهش حاضر، به طور خلاصه در شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۳: مراحل و روند کلی تحقیق حاضر

جدول ۲: بررسی مدل برونری تحققی

ابعاد	ضریب آفای ترونباخ	پایایی ترونکی (CR)	مقادیر اشتراکی	روایی همگرا (AVE)
سازه، LSF	۰/۸۷	۰/۸۸	۰/۳۱۶	۰/۵۳
کیفیت	۰/۷۱	۰/۷۸	۰/۱۶۶	۰/۵۲
سازه	۰/۷۳	۰/۷۹	۰/۱۶۲	۰/۵۶
عایق صوتی-حرارتی	۰/۷۲	۰/۷۵	۰/۱۴۴	۰/۶۲
فرهنگی	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۳۱۱	۰/۶۳
هزینه	۰/۸۶	۰/۸۸	۰/۴۲۵	۰/۵۹
هزینه سازه	۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۱۴۸	۰/۵۳
هزینه نیروی انسانی	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۱۴۶	۰/۶۵
هزینه نگهداری و بهره برداری	۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۲۰۱	۰/۶۱
زمان	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۲۳۱	۰/۵۱
سرعت اجرا	۰/۸۱	۰/۸۵	۰/۴۹۷	۰/۵۳
سهولت اجرا	۰/۷۴	۰/۸۱	۰/۵۸۹	۰/۶۶

در این بخش به بررسی شاخص برازش کل مدل خواهیم پرداخت. در مدل سازی معادلات ساختاری (SEM) بر اساس روش حداقل مربعات توسط نرم افزار PLS ۲ شاخص (GOF) جهت بررسی برازش کل مدل مفهومی تحقیق استفاده خواهد شد. این شاخص توسط رابطه زیر قابل محاسبه می باشد.

$$GOF = \sqrt{Communalities \times R^2}$$

**Communalities** = میانگین مقادیر اشتراکی کلیه متغیرهای مرتبه اول پنهان تحقیق که شامل: LSF، سازه، عایق صوتی-حرارتی، فرهنگی، هزینه سازه، هزینه نیروی انسانی، هزینه نگهداری و بهره برداری، سرعت اجرا و سهولت اجرا است.  
 $R^2$  = میانگین ضریب تعیین متغیرهای وابسته (مرتبه اول و دوم) می باشد.

مطابق رابطه (GOF)، مقدار شاخص (GOF) برابر است با:  $۰/۴۹۷$  می باشد، با توجه به سه مقدار  $۰/۰۱$ ،  $۰/۲۵$  و  $۰/۳۶$  که به عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای شاخص (GOF) معرفی شده است (Wetzels et al, ۲۰۰۹) کسب مقدار  $۰/۴۹۷$  برای شاخص (GOF) در مورد این تحقیق، نشان دهنده برازش بسیار مناسب مدل مفهومی تحقیق می باشد.

۳-۶-۱- آزمون فرضیه های تحقیق  
 بنا به آنچه که ذکر شده است، این تحقیق در برگردنده ۵ فرضیه اصلی و ۸ فرضیه فرعی است.

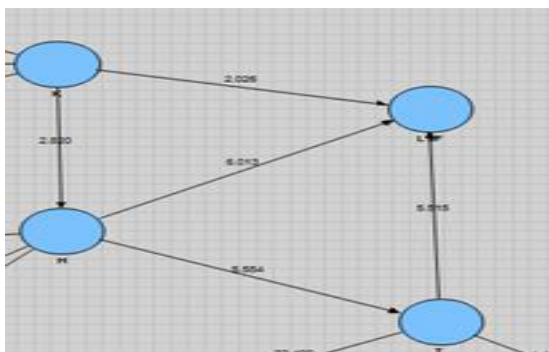
### ۳-۶-۱- آزمون فرضیه های اصلی تحقیق

در این تحقیق جهت بررسی و صحت فرضیه های اصلی تحقیق، از روش مدل سازی معادلات ساختاری استفاده شده است. مقدار آماره (T-Value) و ضریب مسیر (بتا) برای بررسی و اثبات فرضیه های اصلی تحقیق در جدول (۴) آمده است.

جدول ۴: نتایج آزمون (T-Value) و ضریب مسیر فرضیه های اصلی تحقیق

عنوان فرضیه	مقدار آماره (T Value)	ضریب (مسیر/بتا)	وضعیت
کیفیت بر ساعت LSF تاثیر معناداری دارد.	۲/۰۲	۰/۲۴	پذیرش
هزینه بر ساعت LSF تاثیر معناداری دارد.	۶/۰۱	۰/۵۷	پذیرش
زمان بر ساعت LSF تاثیر معناداری دارد.	۵/۵۱	۰/۴۲	پذیرش
کیفیت بر هزینه تاثیر معناداری دارد.	۲/۸۲	۰/۴۱	پذیرش
هزینه بر زمان تاثیر معناداری دارد.	۵/۵۵	۰/۵۵	پذیرش

با توجه به نتایج جدول (۴)، مقدار (T-Value) متعلق به تمام فرضیه های اصلی تحقیق از  $۱/۹۶$  بیشتر شده است، لذا فرضیه های اصلی تحقیق تحت شرایط  $۰/۹۵$  مورد پذیرش واقع شده اند. ضریب بتای هر کدام از فرضیه های اصلی نشان دهنده میزان تاثیر و اهمیت عوامل بر اجرای (LSF) می باشد. به عنوان نمونه در فرضیه اصلی اول تحقیق ضریب بتا معادل  $۰/۲۴$  شده است که نشان می دهد عامل کیفیت ۲۴ درصد بر ساخت (LSF) تاثیر گذار بوده است. در شکل (۵) و شکل (۶) مدل ساختاری تحقیق بر اساس مقادیر (T-Value) و ضریب بتا بر اساس فرضیه های اصلی نشان داده شده است.



شکل (۵): مدل ساختاری فرضیه های اصلی تحقیق به همراه مقدار آماره (t)

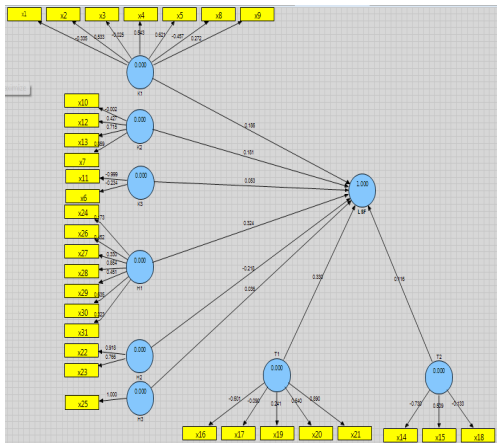
بر اساس نتایج بدست از جدول (۲)، مقادیر ضریب آفای ترونباخ و پایایی ترونکی (CR) کلیه ابعاد مدل تحقیق بزرگتر از  $۰/۷$  شده است لذا ابعاد و مولفه ها از صحت و اعتبار کافی برخوردار می باشد از طرفی مقادیر اشتراکی نشان دهنده مقدار تغییر پذیری شاخص ها (سوالات) توسط ابعاد (سازه ی) مرتبط با خود می باشد. در ادامه روایی همگرا (AVE) مورد بررسی قرار گرفت که نشان دهنده میزان همبستگی هر سازه با سوالات (شاخص ها) خود می پردازد که هرچه این همبستگی بیشتر باشد، برازش نیز بیشتر است بطوری که کلیه ابعاد مدل دارای مقادیر روایی همگرا (AVE) بزرگتر از  $۰/۵$  می باشند لذا روایی همگرایی پژوهش حاضر تأیید شد.

مرحله بعد به برازش مدل درونی تحقیق خواهیم پرداخت که نتیجه این بررسی شامل پارامترهای (R<sup>2</sup>) معیاری است که برای متصل کردن بخش اندازه گیری و بخش ساختاری مدل سازی معادلات ساختاری به کار می رود و نشان از تأییدی دارد که یک متغیر برونزا بر یک متغیر درونزا میگذارد. پارامتر (Redundancy) این معیار نشانگر مقدار تغییر پذیری شاخصهای یک سازه ی درون زا است که از یک یا چند سازه ی برونزا تأثیر میپذیرد. هر سازه حاصل ضرب مقدار اشتراکی آن سازه در مقدار R<sup>2</sup> همان سازه است می باشد و در نهایت پارامتر (Q<sup>2</sup>) که بیانگر معیار پیش بینی قدرت مدل را بیان می کند. نتایج بدست آمده از برازش مدل درونی در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳: بررسی مدل درونی تحقیق

ردیف	ابعاد	معیار R <sup>2</sup>
۱	هزینه	۰/۲۱۹
۲	هزینه سازه	۰/۷۹۴
۳	هزینه نیروی انسانی	۰/۵۵۶
۴	هزینه نگهداری و بهره برداری	۰/۰۷۱
۵	سازه ای	۰/۶۵۵
۶	صوتی حرارتی	۰/۳۵۴
۷	فرهنگی	۰/۵۱۶
۸	LSF	۰/۹۹
۹	زمان	۰/۳۰۷
۱۰	سرعت اجرا	۰/۸۲۵
۱۱	سهولت اجرا	۰/۶۳۵





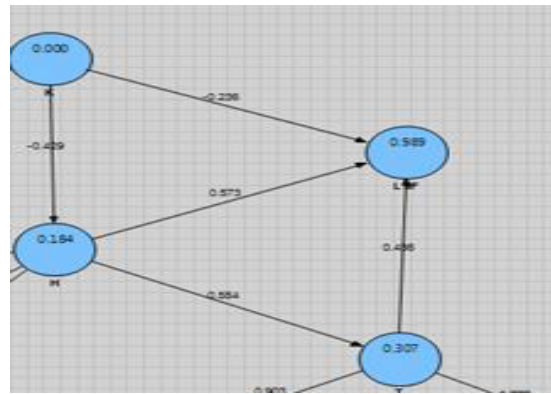
شکل (۸): مدل ساختاری فرضیه های فرعی تحقیق به همراه ضریب مسیر (بتا)

### ۷- بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر که با هدف بررسی و ارزیابی شاخص های کیفیت، هزینه و زمان در سازه های فولادی سبک (LSF) در شهر یزد انجام شد، عوامل و زیر عوامل تاثیرگذار بر اجرای (LSF) را مورد بررسی قرار داد. بدین منظور با توجه به بررسی چارچوب نظری، پیشینه تحقیق و نظر خبرگان و کارشناسان عوامل و زیر عوامل تاثیرگذار بر اجرای (LSF) شناسایی شدند. پس از جمع آوری اطلاعات از طریق پرسشنامه به بررسی فرضیه های اصلی و فرعی تحقیق توسط روش مدلسازی معادلات ساختاری پرداخته شد. نتایج بدست آمده از فرضیه های اصلی نشان داد که هر سه عامل: کیفیت، هزینه و زمان بر نحوه اجرای (LSF) به عنوان عوامل اصلی تاثیرگذار بوده است و عامل هزینه بیشترین تاثیر را داشته است. لذا پیشنهاد می شود که کاربران و استفاده کنندگان از این سازه سبک فولادی به تمام ابعاد هزینه شامل هزینه سازه، هزینه نیروی انسانی و هزینه نگهداری و بهره برداری که در این تحقیق مورد بررسی قرار داده شده است توجه بیشتری داشته باشند. و به اجرای صنعتی این سازه و برنامه ریزی مناسب اهمیت خاصی قائل شوند. نتایج بدست آمده از فرضیه های فرعی نشان حاکی از آن می باشد که از مجموع ۸ فرضیه، دو فرضیه رد شده است و مابقی فرضیه های فرعی مورد پذیرش واقع شده اند. لذا پیشنهاد می گردد در مجموع تمامی زیر عوامل تاثیرگذار بر اجرای (LSF) توسط سازندگان مورد توجه جدی قرار گیرد بطوریکه سه زیر شاخص سرعت اجرا، هزینه ساخت و هزینه نیروی انسانی بیشترین تاثیر را در اجرای (LSF) داشته اند. لذا مجریان این امر بایستی با برنامه ریزی دقیق در وقت صرفه جویی کرده و با بهره گیری از نیروهای انسانی متخصص در این زمینه باعث افزایش کیفیت کار و جلوگیری از اتلاف هزینه ها شوند. در ادامه جهت انجام تحقیق های آتی به سایر محققین پیشنهاد می گردد، به بررسی و ارزیابی عوامل بعد فرهنگ و تاثیر گذاری آن بر ساخت LSF، بررسی و ارزیابی عوامل بعد هزینه نگهداری و بهره برداری و تاثیر گذاری آن بر ساخت LSF و بررسی و ارزیابی عوامل بعد هزینه ساخت و تاثیر گذاری آن بر کیفیت ساخت LSF را در اولویت کار خویش قرار دهند.

### مراجع

- [۱]. طارمی، مجید و رضوی، ابراهیم؛ (۱۳۸۷)، «بررسی تاثیر استفاده از سیستم های سبک فولادی (LSF) در جداگرهای ساختمانی در بهینه سازی مصرف انرژی»، دانشگاه آزاد اسلامی تهران واحد جنوب.
- [۲]. حرمتی، مجتبی؛ (۱۳۹۰)، «بررسی کاربرد سیستم LSF در ساخت و سازه های مقاوم و سریع»، دانشگاه آزاد اسلامی تهران واحد جنوب.
- [۳]. فتحی، سعیده و حقیقی، امیر و دلقندی، همتا؛ (۱۳۹۳)،



با توجه به بررسی فرضیه های اصلی تحقیق، مشخص شد که عامل هزینه با ضریب بتا ۰/۵۷ بیشترین تاثیر را در ساخت سازه LSF نسبت به سایر عوامل تاثیر گذار داشته است.

### ۳-۲-۳-۶- آزمون فرضیه های فرعی تحقیق

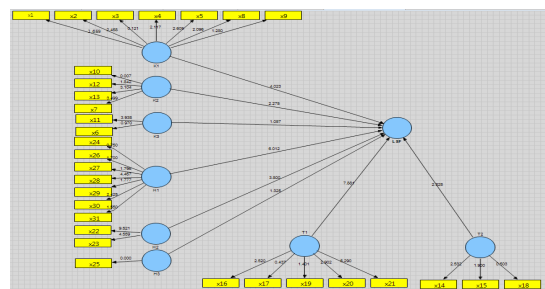
در این تحقیق جهت بررسی و صحت فرضیه های فرعی تحقیق، از روش مدل سازی معادلات ساختاری استفاده شده است. مقدار آماره (T-Value) و ضریب مسیر (بتا) برای بررسی و اثبات فرضیه های فرعی تحقیق در جدول (۵) آمده است.

جدول ۵: نتایج آزمون (T-Value) و ضریب مسیر فرضیه های فرعی تحقیق

عنوان فرضیه	مقدار آماره (T Value)	ضریب مسیر (بتا)	وضعیت
سازه بر ساعت LSF تاثیر معناداری دارد.	۴/۰۲	۰/۱۸	پذیرش
عایق صوتی-حرارتی بر ساعت LSF تاثیر معناداری دارد.	۲/۲۷	۰/۱۸	پذیرش
فرهنگی بر ساعت LSF تاثیر معناداری دارد.	۱/۰۵	۰/۰۴۳	مردود
هزینه سازه بر ساعت LSF تاثیر معناداری دارد.	۶/۰۱	۰/۳۲	پذیرش
هزینه نیروی انسانی بر ساعت LSF تاثیر معناداری دارد.	۳/۱۸	۰/۲۱	پذیرش
هزینه نگهداری و بهره برداری بر ساعت LSF تاثیر معناداری دارد.	۱/۳۲	۰/۰۳	مردود
سرعت اجرا بر ساعت LSF تاثیر معناداری دارد.	۷/۸۸	۰/۳۳	پذیرش
سهولت اجرا بر ساعت LSF تاثیر معناداری دارد.	۲/۸۲	۰/۱۱	پذیرش

با توجه به نتایج جدول (۵)، از بین ۸ فرضیه فرعی مطرح شده، دو فرضیه دارای مقدار (T-Value) کوچکتر از ۱/۹۶ شده است لذا مردود شده اند و مابقی فرضیه های فرعی دارای مقادیر (T-Value) بزرگتر از ۱/۹۶ شده اند که در سطح اطمینان ۹۵٪ مورد پذیرش قرار گرفته اند. بطوریکه ضریب مسیر (بتا) در مورد فرضیه هایی که مورد تأیید قرار گرفته اند میزان تاثیر گذاری هر کدام از زیر عوامل موثر بر اجرای (LSF) را نشان می دهد. به عنوان نمونه در فرضیه اول فرعی تحقیق ضریب بتا برابر ۰/۱۸ شده است، که نشان می دهد عامل سازه ۱۸ درصد بر ساخت (LSF) تاثیر گذار بوده است.

در شکل (۷) و (۸) مدل ساختاری تحقیق بر اساس مقادیر (T-Value) و ضریب بتا بر اساس فرضیه های فرعی نشان داده شده است.



شکل (۷): مدل ساختاری فرضیه های فرعی تحقیق به همراه مقدار آماره (t)

«فناوری‌های نوین ساختمانی و بهیبه سازی مصرف انرژی (بررسی موردی سیستم‌های LSF)»، کنفرانس ملی خانه سبز. [۴]. طارمی، مجید و رضوی، ابراهیم؛ (۱۳۸۹)، «لزوم تدوین استاندارد طراحی و ساخت سیستم قاب سبک فولادی (LSF) در مدیریت پدافند غیرعامل»، دومین همایش ملی ایمنی.

[۵]. فروزانی حقیقی، مهنروش و غدیری نیا، محدثه؛ (۱۳۹۱)، «صنعتی سازی گامی به سوی صرفه جویی در مصرف مصالح (مطالعه موردی بر سیستم ساختمانی LSF با تمرکز بر میزان مصرف مصالح)»، اولین همایش ملی اندیشه‌ها و فناوری‌های نو در معماری.

[۶]. امیری، پژمان و امیدي نسب، فریدون؛ (۱۳۹۲)، «درآمدی بر سیستم‌های نوین ساختمانی در اصلاح الگوهای معماری نمونه موردی بررسی سیستم LSF»، اولین همایش ملی مصالح ساختمان و تکنولوژی‌های نوین در صنعت ساختمان، دانشگاه آزاد میبد.

[۷]. قاسمی، محمد و رهگذر، رضا و نرماشیری، کامبیز؛ (۱۳۹۰)، «بررسی عملکرد حرارتی سیستم ساختمانی قاب فولادی سبک (LSF)»، دانشگاه آزاد اسلامی زاهدان.