



فصلنامه علمی تخصصی  
مهندسی و مدیریت ساخت  
سال دوم، شماره چهارم  
شماره پیاپی هشتم  
زمستان ۱۳۹۶

# جانمایی آمایشی فناوری‌های نوین ساختمانی بر اساس پیش‌بینی تقاضای بخش مسکن در سال‌های آتی به منظور تدوین برنامه ارتقای بهره‌وری در بخش مسکن

مجید پازیکی

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

مهدی روانشادنیا

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

نویسنده مسئول: مجید پازیکی

آدرس ایمیل:

majid.paziki.dr@gmail.com

## چکیده:

اهتمام به تأمین مسکن مناسب، بادوام، مقاوم و ایمن، از بزرگ‌ترین دغدغه‌های انسان معاصر، جوامع و حاکمیت‌های کنونی است. دغدغه‌ای که هیچ‌گاه ذهن حاکمان را آسوده نگذاشته و همواره درصد فراوانی از مطالعات، پژوهش‌ها، سیاست‌گذاری‌ها و امور اجرایی خرد و کلان را به خود معطوف نموده است. در ایران نیز طی سال‌های اخیر، رونق و رکود بازار مسکن و مجموعه‌های هم پیوند با آن، بااهمیت تلقی شده و مسکن و وضعیت کمی و کیفی آن به‌عنوان عاملی حساس معرفی شده است.

طرح جامع مسکن سندی است ملی که چشم‌انداز بخش مسکن در سال‌های آینده را ترسیم می‌کند. در این چشم‌انداز هدف‌ها، به معنای تغییرات مطلوب، قابل‌دستیابی و قابل‌سنجش در وضعیت مسکن خانوارهای ایرانی در دوره‌های پنج‌ساله آینده تعیین می‌شود و راهبردها و راهکارهای دستیابی به این هدف‌ها، تدوین می‌گردد.

در این پژوهش تلاش می‌شود به بررسی روش‌های نوین ساخت و مزایا، معایب و اثرات بالقوه هر کدام در راستای پیش برد اهداف طرح جامع مسکن در نقاط مختلف کشور پرداخته شود و با استفاده از نظرات خبرگان بخش مسکن، راهکاری تدوین گردد که با توجه به منابع و محدودیت‌های هر ناحیه، بتوان مناسب‌ترین روش ارتقای بهره‌وری بخش مسکن را با توجه به این روش‌های نوین ساخت تعیین نمود. در نتیجه، روش‌هایی که قابلیت عملیاتی‌سازی بیشتر و هزینه‌های کمتری را برای هر ناحیه فراهم سازند به‌عنوان روش پیشنهادی جهت ارتقای بهره‌وری بخش مسکن در آن ناحیه معرفی می‌گردد تا با سرمایه‌گذاری و حمایت از گسترش این روش‌های نوین ساخت بتوان مسکن انبوه و ارزان را در کمترین زمان ممکن در اختیار مردم قرارداد.

کلمات کلیدی: طرح جامع، مسکن، الگوریتم ژنتیک، روش‌های نوین ساخت.

## Analytical allocation of new construction methods based on future residential demand to modify residential construction efficiency plan

Majid Paziki  
Master Of Science and Research Branch, Islamic Azad University  
Mahdi Ravanshadnia  
Faculty Member of Science and Research Branch, Islamic Azad University



Volume 2, Issue 4,  
Winter 2018

Corresponding author:  
mohsen hamzezadeh  
Email address:  
majid.paziki.dr@gmail.com

## ۱- مقدمه :

رسیدگی به این موضوع مشکل بسیار ضعیف است. (۵)  
 ۱-۲ سیاست ملی مسکن در انگلستان  
 چگونه می‌توان تمام لندن را با یک‌خانه مقرون‌به‌صرفه و مقرون‌به‌صرفه عرضه کرد، بزرگ‌ترین چالش امروز ماست. لندن‌ها این را فقط به‌خوبی می‌دانند نگرانی‌های عمومی نسبت به مسکن در پایتخت، بالاترین سطح ثبت‌شده خود را در سال ۲۰۱۶ به دست آورد. یکی از سه لندن اکنون آن را یکی از بزرگ‌ترین مسائل کشور می‌داند. کمبود مسکن در لندن می‌تواند به شکستی در چند دهه پیش برسد تا خانه‌های جدیدی که اقتصاد رو به رشد شهر نیاز دارد، ایجاد کند. اثرات این کمبود مزمن در حال حاضر به هر جنبه‌ای از زندگی لندن‌ها می‌رسد. (۶)  
 استراتژی مسکن لندن پیش‌نویس شهردار، چشم‌انداز خود را برای مسکن در پایتخت، همراه با سیاست‌ها و پیشنهادهایی برای دستیابی به آن قرار داده است. این چارچوبی برای آنچه شهردار طی چندین سال انجام می‌دهد، از جمله بیش از ۳.۱۵ میلیارد پوند از سرمایه‌گذاری مسکن مقرون‌به‌صرفه تا سال ۲۰۲۱ و همچنین تعدادی از برنامه‌های دیگر و خدمات ارائه‌شده توسط شهردار و همکارانش و بلندمدت آن فراهم می‌کند جاه‌طلبی برای آینده این دعوت برای اقدام برای همه سازمان‌هایی است که نقش مهمی را در رفع بحران مسکن لندن ایفا می‌کنند تا با او در کنار این هدف کار کند. (۷)  
 ۱-۲ فناوری‌های نوین ساختمانی

### سیستم قاب فولادی سبک

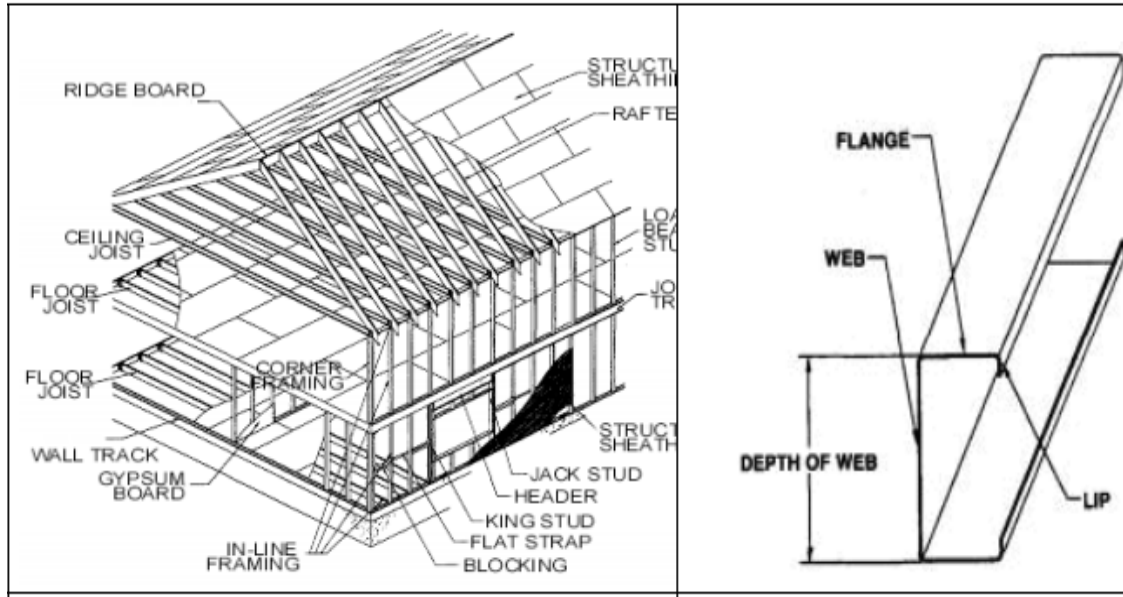
قاب فلزی سبک یک سیستم ساختمانی با ورقه‌های فولادی نازک فرم داده‌شده در حالت سرد، ورق‌های گالوانیزه و یا ورق‌های ضدزنگ، به‌عنوان المان باربر و غیر باربر و تخته‌های گچ به‌عنوان پوشش سطوح داخلی دیوارها و سقف و عایق‌های معدنی به‌عنوان پوشش سطوح داخلی دیوارها و سقف و پوشش‌های خارجی نما می‌باشد. (۸)  
 سابقه تولید و استفاده از عناصر سرد نورد شده برای اولین بار به سال ۱۸۵۰ برمی‌گردد. انجمن فولاد و آهن آمریکا در سال ۱۹۴۶ آیین‌نامه AISI را در رابطه با مقاطع سرد نورد شده تدوین و تصویب و با نام سیستم ساختمانی قاب فولادی سبک معرفی نمود. در حال در کشورهایمانند آمریکا، کانادا، استرالیا، در برخی مناطق ۶۰ تا ۹۰ درصد ساختمان‌ها با این فناوری ساخته‌شده است. اصول و روش حاکم بر آیین‌نامه AISI مشابه آیین‌نامه فولاد آمریکا AISC و همچنین آیین‌نامه فولادی ایران (مبحث دهم) می‌باشد. (۸)  
 قالب فولادی سبک نورد سرد برای اجرای ساختمان‌هایی با طبقات محدود (معمولاً تا ۵ طبقه) استفاده می‌شود اغلب در انبوه‌سازی‌ها (مسکونی کم ارتفاع) ساختمان‌های چندطبقه، دفاتر و ساختمان‌های تجاری کوچک، واحدهای صنعتی و سالن ورزشی یک طبقه کاربرد دارد. (۹-۱۰)

بخش مسکن و ساختمان یکی از بزرگترین بخش‌های فعالیت اقتصادی در همه کشورهاست. در کشور ما در ۱۰ سال گذشته سهم مسکن از تشکیل سرمایه ثابت ۲۰ الی ۳۰ درصد، از اشتغال کشور حدود ۱۱ درصد، از تسهیلات بانکی ۲۱ الی ۲۴ درصد، از کل نقدینگی کشور ۲۰ الی ۳۰ درصد و سهم دولت از کل سرمایه‌گذاری بخش مسکن ۰.۶۱ الی ۲.۹ درصد بوده است. (۱)  
 طرح جامع مسکن سندی است ملی که چشم‌انداز بخش مسکن در سال‌های آینده را ترسیم می‌کند. در این چشم‌انداز هدف‌ها، به معنای تغییرات مطلوب، قابل‌دستیابی و قابل‌سنجش در وضعیت مسکن خانوارهای ایرانی در دوره‌های پنج‌ساله آینده تعیین می‌شود و راهبردها و راهکارهای دستیابی به این هدف‌ها، تدوین می‌گردد. طرح جامع مسکن، مسیری را که دولت تا دستیابی به هدف‌ها بایستی بپیماید روشن می‌سازد. مسئولیت رسیدن به هدف‌ها بر عهده دولت است اما در این مسیر مردم، بخش خصوصی و همه مسئولین اجرایی، قضائی و قانون‌گذاری بایستی همراه وهم‌گام باشند تا بتوان به هدف‌ها رسید. طرح جامع طرحی است پویا که سعی در شناخت مسائل اساسی بخش مسکن و یافتن راه‌حل‌هایی منسجم و هماهنگ برای این مسائل دارد. از آنجاکه ماهیت، نوع و میزان و حجم مسائل در طی زمان تغییر می‌یابد، طرح جامع مسکن نیز به‌طور مستمر ارزیابی، بازنگری، تصحیح و تکمیل می‌شود. (۲)  
 با توجه به رشد سریع جمعیت و شهرنشینی در ایران و تاکید اسناد فرادست ملی بر حفظ توسعه پایدار و آمایش سرزمین، برپایه بهره‌وری بهینه از منابع سرزمین و گسترش عدالت اجتماعی و فضایی، بازنگری و اصلاح نظام برنامه ریزی فضایی کشور به یک مسئله و ضرورت ملی تبدیل شده است. در این راستا لازم است اولاً، مسائل و مشکلات و نیازهای کنونی کشور به درستی شناسایی گردد و ثانیاً، از آخرین دستاوردها و تجربه‌های جهانی بهره‌گیری شود. (۳)  
 کشورهایی که امروزه به عنوان کشورهای توسعه یافته شناخته می‌شوند، ضمن اینکه از شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی بالایی برخوردارند، از نظر توسعه زیرساخت‌ها از جمله فناوری‌های موجود در بخش ساختمان و توسعه بخش مسکن، از توزیع نسبتاً عادلانه‌ای در جوامع برخوردارند. (۴)

۱-۱ نمونه‌های خارجی طرح‌های مبتنی بر تقاضای بخش مسکن  
 ۱-۱-۱ سیاست ملی مسکن در ایالات متحده برای قرن بیست و یکم

در ماه مه ۲۰۰۲، کمیته مسکن ده‌ساله دوجانبه کنسرسیوم منصوب شد، گزارش نهایی خود را منتشر کرد که چالش‌های مسکن در این کشور را بر عهده داشت. این اولین گزارش کمیسیون جامع‌کنگره در مورد سیاست مسکن از زمان کمیسیون ملی مسکن مقرون‌به‌صرفه در سال ۱۹۹۰ است (گزارش روئس و ماکسول). درحالی‌که این واقعیت که کمیته مسکن دهه هزاره در سال ۲۰۰۱ ایجاد شد، نشان‌دهنده سطح نگرانی سیاست‌گذاران ملی در مورد فقدان مسکن ارزان‌قیمت باقیمت مناسب و مناسب در آمریکا است، توصیه‌های این گزارش نشان می‌دهد که تعهد سیاسی فعلی برای اختصاص منابع جدید قابل‌توجه برای

### 9.3 STEEL FRAMING LANGUAGE



شکل ۱. سیستم قاب فولادی سبک

میشوند. سیستم ساختمانی دیوار باربر بتن مسلح در زمره سیستمهای ساختمانی مندرج در آییننامه ۲۸۰۰ ایران است که روشهای مختلفی برای اجرای آن وجود دارد. یکی از این شیوههای اجرا، سیستم قالبهای عایق ماندگار است. (۱۱) قالبهای ماندگار بهصورت پانلهای مستطیلی در کارخانه تولید و به کارگاه منتقل میشوند. این پانلهای مسلح پلی استایرن متشکل از دولایه ورق پلی استایرن، مش میانی و آرماتورهای خرپایی برای نگهداشتن آرماتورهای افقی و عمودی تعبیه شده میباشد. ضخامت لایه پلی در طرف داخل حداقل ۵ سانتیمتر و ضخامت این لایه در طرف بیرون بین ۵ تا ۱۵ سانتیمتر (بسته به میزان عایق حرارتی لازم) اجرا شود. این دولایه بهوسیله پیچهای دو سر رزوه به قطر ۵ میلیمتر در فواصل ۲۰ سانتیمتر به یکدیگر متصل میشوند؛ وظیفه پیچها، نگهداری پانلهای طرفین، تحمل بار ناشی از بتنریزی، تکیهگاه میلگردهای افقی و قائم و مانع کمانش دیوار در جهت عمود بر صفحه دیوار میشوند. فاصله بین دو پانل با تغییر طول پیچها تا ۲۰ سانتیمتر قابلا افزایش است. (۱۲)

سقفهای مجوف پیشساخته یا Hollow Core Slabs از سیستمهای رایج اجرای سقف در کشورهای مختلف هستند. سقفها به دو صورت با استفاده از بتن مسلح معمولی و یا بتن مسلح پیشساخته در کارخانه تولید و به محل اجرای پروژه انتقال داده میشوند. در مقطع طولی این سقفها بهممنظور کاهش بار مرده سقف حفراتی طولی تعبیه شده است. (۷)

#### سیستم پانل سه بعدی

سیستم پانلهای ساندویچی نیمه پیشساخته بتنی مسلح اولین بار در سال ۱۹۶۷ میلادی توسط شخصی به نام ویکتور وایزمن در امریکا به ثبت رسید و در ایران بهصورت عملی در سال ۱۳۷۰ اجرا گردید. سیستم پانل سه بعدی شامل یک شبکه خرپای فضایی از میلگردهای ساده به قطر ۳ الی ۵ میلیمتر، یکلایه پلی استایرن و دولایه بتن پوششی در طرفین هستند و تنها

#### سیستم قالب تونلی

سیستم موسوم به تونلی یا Tunnel Formwork system یکی از روشهای مورد استفاده برای اجرای ساختمانهای با سیستم باربر دیوار و سقف بتنی است. از آنجاییکه اجرای قالببندی سقف و دیوار بهصورت سلولی و همزمان انجام میگردد به نام تونلی مرسوم است در سیستم اجرای تونلی دیوارها و سقفهای بتن مسلح بهصورت همزمان آرماتوربندی، قالببندی و بتنریزی میشوند. این روش ضمن افزایش سرعت و کیفیت اجرا عملکرد سازههای و رفتار لرزه‌های مجموعه سازه را به لحاظ یکپارچگی اعضا و اتصال آنها به نحو چشمگیری بهبود میبخشد. (۸) قالبهای مورد استفاده بهاندازه تقریبی ابعاد فضاها هستند. برای قالببندی یا قالب برداری نیاز به تبدیل آنها به ابعاد کوچک نیست و با همان ابعاد اولیه بهصورت یکپارچه از فضا خارج میشوند. خروج قالبهای تونلی، پس از بتنریزی دیوار و سقف و گیرش اولیه بتن بافاصله دادن قالبها از جدارهای بتنریزی شده (قالب برداری) و با حرکت افقی روی چرخ یا غلتک صورت میگردد. جدارهایی که با استفاده از این روش اجرا میشوند. جدارهای اصلی داخلی و بعضی جدارهای خارجی (جانبی) هستند. در این روش، در برخی موارد، برای افزایش سهولت و سرعت اجرا، اجزای غیر سازه‌های مانند دیوارهای جداکننده، پلهها و پانلهای نما بهصورت پیشساخته در نظر گرفته میشوند و پس از تکمیل سازه اصلی به آن متصل میشوند که این امر در مورد سازه پله توصیه نمیشود.

#### سیستم بتن مسلح با قالب عایق ماندگار

این سیستم به شیوه اجرای ساختمان بتن آرمه درجا از انواع دیوار باربر با قالبهای عایق ماندگار میباشد که به نام ((ICF Insulating Concrete Formwork)) سیستم قالبهای عایق ماندگار شناخته میشود. در کشورهای صنعتی این سیستم برای ساخت واحدهای کوچک مسکونی استفاده میشود. در حال حاضر بیش از ۸ درصد ساختمانهای با ارتفاع کم و متوسط در امریکا و کانادا با این فناوری ساخته

به‌عنوان دیوارهای جداکننده مورد استفاده قرار می‌گیرند. شبکه خرپای فضایی به‌کاررفته، مشخصات مصالح و روند تولید این پانلها، مشابه پانلهای باربر میباشد. در این پانلها، لایه پلی استایرن علاوه بر نقش قالب‌بندی، برای عایقکاری حرارتی، برودتی و صوتی در قطعاتی با عرض یک متر و طول سه متر در کارخانه تولید میشوند. پانلهای از حمل به کارگاه و اجرای زیرسازی مناسب، در موقعیت خود قرار داده میشوند. پس از برپایی، دو سمت پانلها با بتن ریزدانه بتن پاشی میشود. شاکریت میتواند به روش خشک و یا تر باشد. در روش خشک مصالح بتن به‌صورت خشک و مخلوط نشده با آب داخل لوله حرکت میکند هنگام پاشیده شدن هوا و آب به این مواد اضافه میشود. لکن در روش تر که معمولتر است ملات بتن در مخزن ساخته میشود. (۶) مزایای این پانلها را میتوان در سه بخش معماری، سازه و اقتصاد، به‌صورت زیر خلاصه کرد: انعطاف‌پذیری سیستم و امکان ایجاد اشکال مختلف در بازشوها و فضاهای داخلی ساختمان، افزایش فضای داخلی مفید به دلیل ضخامت کم پانلها، کاهش جرم ساختمان و سهولت نصب پانلها، همچنین از نقاط ضعف این سیستم میتوان، ترد بودن فولادهای پیش کشیده، دشواری رعایت روا داریها به هنگام نصب و شاقول کردن و همچنین دشواری کنترل ضخامت بتن پاشیده را برشمرد. (۱۳)

## مواد و روش‌ها

همیشه این سؤال برای پژوهشگران وجود دارد که از چه تعداد نمونه استفاده کنند تا معرفی کاملی از جامعه مورد پژوهش باشد و نتایج دارای صحت و دقت کافی باشد. در تعیین حجم نمونه عوامل گوناگونی دخیل هستند که عبارتند از: اهداف تحقیق، روش تحقیق، امکانات مالی و زمانی، حجم جامعه مادر، نحوه کنترل متغیرهای ناخواسته، میزان تأثیرپذیری متغیر وابسته از متغیر مستقل، درصد خطاپذیری در نتایج، ناهمگونی شدید متغیرها و عوامل مورد مطالعه در جامعه مادر و میزان روایی و پایایی وسایل اندازه‌گیری متغیر وابسته. روش نمونه‌گیری مورد استفاده در این بخش نمونه‌گیری از جامعه محدود است که در سطح ۹۵٪ و واریانس برآوردی از نمونه مورد آزمون برابر ۰.۲۱۳ استخراج شده و با در نظر گرفتن خطای ۵٪ حجم نمونه برابر با ۳۱۵ نمونه در نظر گرفته میشود. فرمول به دست آوردن حجم نمونه به شرح زیر است:

$$n = \frac{\sigma^2 \times Z_{\alpha}^2}{\epsilon^2 (N-1) + \sigma^2 \times Z_{\alpha}^2} \quad (1)$$

در این رابطه Z احتمال نرمال استاندارد، آلفا سطح خطا، سیگما انحراف معیار و  $\epsilon$  نشان‌دهنده مقدار دقت اندازه‌گیری است. گردآوری اطلاعات مورد نیاز تحقیق یکی از مراحل اساسی تحقیق است. مرحله گردآوری اطلاعات آغاز فرایندی است که طی آن محقق یافته‌های میدانی و کتابخانه‌ای را گردآوری میکند و به روش استقرائی به فشرده‌سازی آنها از طریق طبقه‌بندی و سپس تجزیه و تحلیل می‌پردازد و فرضیه‌های تدوین‌شده خود را مورد ارزیابی قرار میدهد و در نهایت حکم صادر میکند و پاسخ مسئله تحقیق را به اتکای آنها می‌یابد.

## مطالعات کتابخانه‌ای

در تمام تحقیقات علمی مورد استفاده قرار می‌گیرد ابزار جمع‌آوری اطلاعات محقق در روش کتابخانه‌ای، همه اسناد چاپی همانند کتاب، دایره‌المعارفها، فرهنگنامهها، مجلات، روزنامهها، هفته‌نامهها، ماهنامهها، لغتنامهها، سالنامهها، مصاحبه‌های چاپ‌شده، پژوهشنامهها، کتابهای همایشهای علمی، متون چاپی نمایه شده در بانکهای اطلاعاتی و اینترنت و هر منبعی که به‌صورت چاپی قابل‌شناسایی باشد؛ است. مطالعه سوابق یا پژوهش کتابخانه‌ای، پژوهشی است که همه اطلاعات لازم را از منابعی که در کتب و نوشته‌ها و تحقیقات قبلی موجود در کتابخانه‌ها یا پایگاه‌های سازمانها مکتوب است به دست آورده و لزومی به مراجعه به افراد و انجام پرسش یا مشاهده یا مصاحبه ندارد. بررسی‌های کتابخانه‌ای، به‌منظور جمع‌آوری جامع اسناد علمی و تحقیقی، کتبی، یا غیر کتبی که محقق در رابطه با تحقیق خاصی باید از آنها الهام بگیرد، انجام می‌شود. دلیل انجام بررسی‌های کتابخانه‌ای این است که محقق اطمینان یابد که هیچ‌یک از متغیرهایی که به نحوی در مسئله یا سؤال تحقیق تأثیر داشته‌اند، ناشناخته نمانده‌اند. بررسی‌های کتابخانه‌ای، در تنظیم ادبیات تحقیق، بسیار ضروری است که این خود می‌تواند جامعیتی را در داده‌های حاصل از مصاحبه و پرسشنامه ایجاد نماید، به‌عبارت‌دیگر امکان ایجاد چارچوب شخصی را برای مطالعات بعدی فراهم می‌نماید فواید استفاده از کتابخانه برای جمع‌آوری اطلاعات به شرح ذیل است:

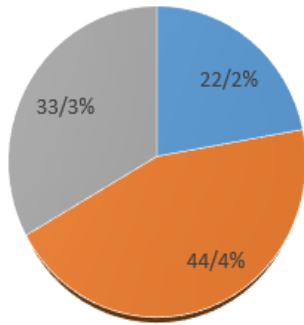
کسب اطلاعات اولیه راجع به موضوع مورد تحقیق  
اخذ تصمیم در این مورد که چه محلی و چه اشخاصی و چه کتبی باید مورد مطالعه قرار گیرد.  
اطلاع یافتن از سوابق موضوع مورد تحقیق  
گرفتن تجربه از آنچه تا به حال انجام شده

## پرسشنامه

به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات در بخش اصلی تحقیق و سنجش متغیرهای پژوهش، از پرسشنامه استفاده شده است. شاخصهای مورد سنجش در پژوهش، پیش از آنکه در قالب پرسشنامه به نظر سنجی گذاشته شود، در معرض قضاوت چند تن از خبرگان و کارشناسان قرار گرفت و نهایتاً از پرسشنامه مورد توافق به‌عنوان ابزار جمع‌آوری داده‌ها استفاده شد. سؤالات این پرسشنامه شامل ۳۹ سؤالات متمایز از هم است. مفهوم اعتبار به این سؤال پاسخ میدهد که ابزار اندازه‌گیری تا چه خصیصه مورد نظر را می‌سنجد. بدون آگاهی از اعتبار اندازه‌گیری نمیتوان به‌دقت داده‌های حاصل از آن اطمینان داشت. ابزار اندازه‌گیری ممکن است برای اندازه‌گیری یک خصیصه ویژه دارای اعتبار باشد، درحالی‌که برای سنجش همان خصیصه بروی جامعه دیگر از هیچ‌گونه اعتباری برخوردار نباشد. روشهای متعددی برای تعیین اعتبار ابزار اندازه‌گیری وجود دارد که عبارتند از:

اعتبار محتوا نوعی اعتبار است که معمولاً برای بررسی اجزای تشکیل‌دهنده یک ابزار اندازه‌گیری به‌کاربرده میشود. اعتبار محتوا یک ابزار اندازه‌گیری به سؤالاتی تشکیل‌دهنده آن بستگی دارد. اگر سؤالاتی ابزار معرف ویژگیها و مهارتهای ویژه‌ای باشد که محقق قصد اندازه‌گیری آنها را داشته

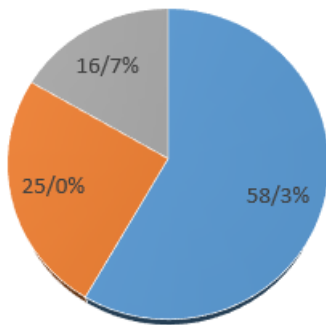
### سطح تحصیلات پاسخ دهندگان



کارشناسی ارشد و دکتری ■ کارشناسی ■ کمتر از کارشناسی

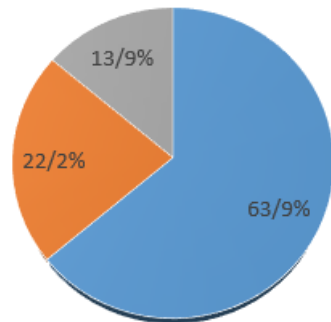
همچنین ۲۱ نفر از پاسخ دهندگان سابقه کاری تا ۱۰ سال داشته و ۹ نفر از پاسخ دهندگان سابقه کاری بین ۱۰ تا ۲۰ سال داشته اند. سابقه کار ۶ نفر از پاسخ دهندگان بیش از ۲۰ سال بوده است.

### سابقه کار پاسخ دهندگان



بیشتر از ۲۰ سال ■ ۱۰ تا ۲۰ سال ■ کمتر از ۱۰ سال

همچنین پاسخها نشان میدهد ۲۳ نفر از پاسخ دهندگان در سطح کارشناسی و اجرایی بوده اند و ۸ نفر در سطح سرپرستی و ۵ نفر در سطح مدیریتی فعالیت دارند. موقعیت شغلی پاسخ دهندگان



مدیریت ■ سرپرستی ■ کارشناسی

باشد، آزمون دارای اعتبار محتوا است. برای اطمینان از اعتبار محتوا، باید در موقع ساختن ابزار چنان عمل کرد که سؤالهای تشکیل دهنده ابزار معرف قسمتهای محتوای انتخاب شده باشد؛ بنابراین اعتبار محتوا. ویژگی ساختاری ابزار است که همزمان با تدوین آزمون در آن تنیده میشود. اعتبار محتوای یک آزمون معمولاً توسط افرادی متخصص در موضوع مورد مطالعه تعیین میشود. از اینرو اعتبار محتوا به قضاوت داوران بستگی دارد. در این تحقیق، جهت سنجش اعتبار پرسشنامه، با کارشناسان خبره و اساتید دانشگاه مشورت شده است که نتیجه تأیید اعتبار پرسشنامه بوده است.

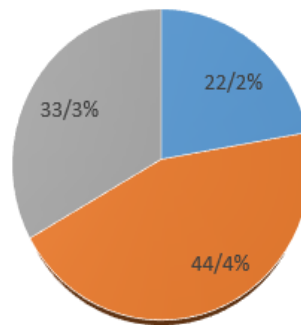
### استفاده از روش آلفای کرون باخ

پایایی، ثبات و هماهنگی منطقی پاسخها در ابزار اندازه گیری را نشان میدهد و به ارزیابی درستی و خوب بودن ابزار اندازه گیری کمک میکند، یعنی آزمونهایی که از آنها برای انجام پژوهش استفاده میشود، باید در هر بار استفاده نتایج یکسان و قابل اعتمادی داشته باشد. برای تعیین و محاسبه ضریب پایایی، تکنیکهای متعددی وجود دارد: تکرار آزمون (باز آزمایی)، روش معادلسازی (موازی و همتا)، روش تصنیف (دو نیم کردن پرسشنامه و محاسبه همبستگی نمرات دودسته)، کودر ریچاردسون آلفای کرون باخ

در این پژوهش، پایایی پرسشنامه یا قابلیت اعتماد آن با استفاده از روش اندازه گیری آلفای کرونباخ محاسبه شد.

از میان پاسخ دهندگان به پرسشنامه ۸ نفر تحصیلات کمتر از کارشناسی داشته اند، ۱۶ نفر تحصیلات کارشناسی و ۱۲ نفر تحصیلات کارشناسی ارشد یا دکتری داشته اند.

### سطح تحصیلات پاسخ دهندگان



کارشناسی ارشد و دکتری ■ کارشناسی ■ کمتر از کارشناسی

همچنین ۲۱ نفر از پاسخ دهندگان سابقه کاری تا ۱۰ سال داشته و ۹ نفر از پاسخ دهندگان سابقه کاری بین ۱۰ تا ۲۰ سال داشته اند. سابقه کار ۶ نفر از پاسخ دهندگان بیش از ۲۰ سال بوده است.

پس از جمع‌آوری داده‌ها میبایست با تحلیل ریاضی مشخص شود که بر اساس پاسخهای داده‌شده به پرسشنامه، میزان اثرگذاری شاخصهای مختلف بر انتخاب روش اجرا به چه صورت قابل کمی‌سازی هست. به این منظور از روش آنترویی شانون استفاده‌شده است. آنترویی نخستین بار توسط شانون بیان شد که می‌توان آنها را بینظمی معادل دانست. هرچه نظم سیستمی بالا رود آنترویی آن کاهش می‌یابد و بالعکس، کاهش نظم باعث افزایش آنترویی می‌شود. (۱۰)

برای بیان کمی اطلاع، نظریه اطلاع مطرح شد. میزان اطلاعی که هر موضوع به ما می‌دهد، به‌وسیله نسبت تعداد سؤالات لازم برای رسیدن به موضوع، اندازه‌گیری می‌شود. می‌توان گفت مفهوم آنترویی شانون هسته اصلی نظریه اطلاع را تشکیل می‌دهد و گاهی اوقات تحت عنوان اندازه عدم قطعیت به کار می‌رود. اگر موضوع موردنظر، در فضایی غیر هم‌شانس قرار داشته باشد، متوسط تعداد سؤالهایی که برای رسیدن به موضوع لازم است، آنترویی شانون (اطلاع شانون) گوئیم و با  $H$  نشان می‌دهیم. (۱۴)

تعریف عمومی و کلی آنترویی به‌صورت زیر است: فرض کنید  $(\mu, \beta, \Omega)$  فضای اندازه باشد به‌طوریکه  $R = \Omega$  یا  $N = \Omega$  تابع اندازه‌پذیر از  $\Omega$  به  $N$  باشد، به‌طوریکه در آن آنترویی شانون  $f$  نسبت به  $\mu$  به‌صورت زیر تعریف می‌شود: (۲)

که در آن، اگر  $f$  مقدار و همچنین فرض کنید  $\ln f(x)$  انتگرال‌پذیر است. اگر متغیر  $X$  دارای تابع چگالی احتمال  $f$  باشد، آنترویی  $X$  را با  $H(X)$  نشان می‌دهیم. در حالتی که  $\mu$  اندازه شمارا روی  $N = \{0, 1, 2, \dots\}$  باشد، آنگاه:

$$(۱-۱) \quad H(f, \mu) = H(X) = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i, \quad \sum_{i=1}^n p_i = 1, \quad p_i \geq 0$$

و اگر  $\mu$  اندازه لبگ باشد، داریم:

$$(۴) \quad H(f, \mu) = -\int_{\Omega} f(x) \ln f(x) dx$$

همه مسائلی که با تشخیص مدل احتمال سروکار دارند، با روش آنترویی قابل‌حل می‌باشند. از فواید روش مذکور این است که جوابها از مسئلهای به مسئله دیگر متفاوت و کاربردهای مفیدی دارند. مثلاً در مکانیک آماری مسئله تعیین توزیع یک یا چند متغیر تصادفی را تحت فرضی که میانگینهای آماری معلوم باشند، بررسی می‌شود. نکته‌ای که باید به آن اشاره کرد این است که در برخی مواقع، تابع چگالی احتمال ماکزیمم آنترویی موجود نیست، مثلاً اگر وقید دیگری نداشته باشیم، تابع چگالی احتمال ماکزیمم آنترویی وجود ندارد ولی اگر وقید دیگری مانند داشته باشیم تابع چگالی احتمال ماکزیمم آنترویی نمایی است. کاگان، لینیک و راتو (۱۹۷۳) یک خانواده کلی از توزیعها را مشخص کردند که برای آن از طریق قضیه زیر آنترویی شانون ماکزیمم می‌شود. (۱۴)

آنترویی پراکندگی تابع جرم (چگالی) احتمال را بدون توجه به مکان تمرکز جرم احتمال اندازه‌گیری می‌کند. با توجه به اینکه واریانس متوسط مربعات فواصل یک متغیر تصادفی را از میانگین اندازه‌گیری می‌کند، پس هم واریانس و هم آنترویی اندازه‌های پراکندگی و عدم قطعیت هستند، ولی هیچگونه رابطه مشخصی بین واریانس و آنترویی یک توزیع

احتمال موجود نیست. اگرچه هر دو اندازه به تراکم مربوط می‌شوند، ولی ترتیب‌های اینها با دو منشأ اندازه‌گیری کاملاً متفاوت تعیین می‌شوند. در حالت کلی هیچ رابطه واضحی میان آنترویی و واریانس وجود ندارد. (۱۵)

بهمینطور استفاده از روش آنترویی، در گام اول ماتریس تصمیمگیری را شکل می‌دهیم. در گام دوم، ماتریس تصمیمگیری را نرمال‌سازی می‌کنیم:

$$E_j = -K \sum_{i=1}^m [P_i, l_{ij}, P_t], \quad K = \frac{1}{l_{jm}}$$

هر  $K$  در زیر بر روی درایه‌های ماتریس فوق انجام می‌پذیرد:

(۵)

در گام چهارم، درجه انحراف مجموعه  $(E_j - 1)$  محاسبه می‌شود. درجه انحراف نشان می‌دهد چه مقدار اطلاعات مفید برای تصمیمگیری در اختیار تصمیمگیرنده قرار دارد. هرچه مقادیر اندازه‌گیری شده شاخصها به هم نزدیک باشند، نشان‌دهنده آن است که گزینه‌های رقیب، برتری قابل‌توجهی نسبت به هم ندارند. در گام پنجم، وزن هر شاخص از تقسیم  $D_j$  به مجموع  $D_j$  های تمامی شاخصهای در نظر گرفته‌شده محاسبه می‌شود.

آمایش داده‌ها با استفاده از الگوریتم ژنتیک الگوریتمهای ژنتیک یکی از اعضای خانواده مدل‌های محاسباتی الهام‌گرفته‌شده از روند تکامل است. این الگوریتمها راه‌حلهای بالقوه یک مسئله را در قالب کروموزومهای ساده‌ای کد میکنند و سپس عملگرهای ترکیبی را بر روی این ساختارها اعمال میکنند. الگوریتمهای ژنتیک اغلب به‌عنوان روشی برای بهینه‌سازی توابع شناخته می‌شوند که البته دامنه استفاده از این روشها بسیار گسترده‌تر از این است. (۱۳)

در دهه ۷۰ میلادی دانشمندی از دانشگاه میشیگان به نام «جان هلند» ایده استفاده از الگوریتم ژنتیک را در بهینه‌سازیهای مهندسی مطرح کرد. ایده اساسی این الگوریتم انتقال خصوصیات موروثی توسط ژنهاست. ژنها قطعاتی از یک کروموزوم هستند که اطلاعات موردنیاز برای یک مولکول DNA یا یک پلی‌پپتید را دارند. علاوه بر ژنها، انواع مختلفی از توالیهای مختلف تنظیمی درونی کروموزومها وجود دارد که در همانندسازی، رونویسی و... شرکت دارند. فرض کنید مجموعه خصوصیات انسان توسط کروموزومهای او به نسل بعدی منتقل میشوند. هر ژن در این کروموزومها نماینده یک خصوصیت است. به‌عنوانمثال ژن میتواند رنگ چشم باشد، ژن ۲ طول قد، ژن ۳ رنگ مو و الی‌آخر. حال اگر این کروموزوم به‌تمامی، به نسل بعد انتقال یابد، تمامی خصوصیات نسل بعدی شبیه به خصوصیات نسل قبل خواهد بود. بدیهی است که در عمل چنین اتفاقی رخ نمیدهد. درواقع به‌صورت همزمان دو اتفاق برای کروموزومها می‌افتد. اتفاق اول موتاسیون (جهش) است. موتاسیون به این صورت است که بعضی ژنها به‌صورت کاملاً تصادفی تغییر میکنند. البته تعداد اینگونه ژنها بسیار کم میباشد اما درحال این تغییر تصادفی همانگونه که پیشتر دیدیم بسیار مهم است. مثلاً ژن رنگ چشم میتواند به‌صورت تصادفی باعث شود تا در نسل بعدی یک نفر



دارای چشمان سبز باشد، درحالیکه تمامی نسل قبل دارای چشم قهوه‌ای بوده‌اند. علاوه بر موتاسیون اتفاق دیگری که میافتد و البته این اتفاق به تعداد بسیار بیشتری نسبت به موتاسیون رخ میدهد چسبیدن ابتدای یک کروموزوم به انتهای یک کروموزوم دیگر است. این همان چیزی است که مثلاً باعث میشود تا فرزند تعدادی از خصوصیات پدر و تعدادی از خصوصیات مادر را باهم به ارث ببرد و از شبیه شدن تام فرزند به تنها یکی از والدین جلوگیری میکند. (۱۳)

## تحلیل یافته‌ها و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، استفاده از فناوریهای نوین ساختمانی به‌عنوان یکی از اهرمهای کلیدی افزایش عرضه مسکن، کاهش هزینههای ساخت و بهبود سرعت اجرای پروژههای ساختمانی بخصوص در زمینه انبوهسازی مورد بررسی قرار گرفته است تا با اعمال سیاستهای حمایتی مناسب بتوان به بهبود وضعیت مسکن در بخشهای مختلف کشور پرداخت. همانطور که در فصول پیشین بیان شد، یکی از دلایل عدم امکان پاسخگویی صحیح به نیازهای بخش مسکن، استفاده از روشهای سنتی و کم‌بازده در ساختوساز است و در محدود مواردی هم که اهمیتی برای استفاده از فناوریهای نوین ساختمانی وجود داشته باشد، به سبب عدم وجود راهکار مدون انتخاب بهترین فناوری موجود، انتخاب روشهایی که با امکانات منطقه‌ای همخوانی نداشته و عملاً گرانتر و کندتر از روش سنتی ساخت اجرا گردد، موجب کاهش اقبال سازندگان به این فناوریها گردیده است. لذا میبایست راهکار مدونی برای انتخاب بهترین فناوری ساختمانی برای هر منطقه با توجه به تمام جنبه‌های امکانات و ظرفیت منطقه‌ای ارائه گردد. رویکرد این پژوهش، ارائه سازوکار مناسب برای انتخاب روشهای ساخت بهینه جهت ارتقای بهره‌وری سازندگان بخش مسکن با توجه به ظرفیتهای هر منطقه از کشور است که با استفاده از کسب نظرات خبرگان این صنعت و تحلیل داده‌ها با استفاده از روشهای آنتروپی شانون و الگوریتم ژنتیک صورت میپذیرد. در این پژوهش، عوامل اثرگذار بر انتخاب یک فناوری نوین ساختمانی از سوی سازندگان شناسایی شده و به ترتیب میزان اثرگذاری، اولویتبندی شده‌اند. سپس با استفاده از روش آنتروپی شانون، تابع هدف عوامل اثرگذار بر انتخاب فناوری ساخت شکلگرفته و با استفاده از الگوریتم ژنتیک، سازوکار شناسایی بهترین فناوری ساخت برای هر منطقه با توجه به ظرفیتهای موجود در آن، تعریف شده است.

### عوامل اثرگذار بر انتخاب فناوری ساخت

نظرسنجی انجام شده از ۳۶ نفر از فعالان صنعت ساختوساز در بخش مسکن نشان میدهد که ۱۰ عامل اصلی بر انتخاب یک فناوری نوین ساختمانی اثرگذار میباشند. این ۱۰ عامل به ترتیب میزان اهمیت در چهار سطح به شرح ذیل عنوان گردیده‌اند: اولویت اول: وجود نمونه اجرا شده قابل بازدید اولویت دوم: کیفیت ظاهری و تیپ بودن نقشهها اولویت سوم: سهولت اجرای سازه، سهولت اجرای تأسیسات و در دسترس بودن مصالح اولویت چهارم: هزینه و زمان اجرا، در دسترس بودن اکیپ اجرایی و شرایط بازار مسکن بنابراین به‌منظور اعمال سیاستهای ترویجی برای هر یک از

فناوریهای نوین ساختمانی، اولین اقدام باید اجرای تعدادی پروژه ساختمانی با فناوری مذکور در سطح شهر، استان یا منطقه باشد تا امکان بازدید فعالان صنعت ساخت و آشنایی ایشان با منافع و مزایای آن فناوری حاصل گردد. در سطح دوم، لازم است نمونه اجرا شده از نظر ظاهری باکیفیت و قابلقبول باشد تا نظر فعالان بخش مسکن را جهت استفاده از فناوری مذکور جلب نماید. همچنین تیپ بودن نقشهها و در نتیجه سهولت درک مهندسی این فناوری نوین با توجه به‌تازگی و ناشناختگی آن برای جامعه سازندگان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در سطح سوم، سهولت اجرای سازه و همچنین سهولت اجرای تأسیسات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. طبیعتاً در پروژههای بخش مسکن، اجرای سازه و تأسیسات به‌عنوان دو بخش اصلی شناخته میشوند که به‌طورجدی از سوی نهادهای ذیربط مورد ارزیابی و گزارش دهی قرار میگیرند. با توجه به زلزله‌خیز بودن کشورمان، بخش سازه از نظر امنیت جانی ساکنین و بهره‌برداران بسیار مهم است. از سوی دیگر، بخش تأسیسات نیز به‌عنوان مهمترین نماینده کیفیت اجرای پروژه شناخته میشود. اگر فناوری پیشنهادی، سبب بروز صعودت در اجرای سازه و تأسیسات گردد، عملاً از کیفیت اجرا خواهد کاست. همچنین وجود مصالح مناسب جهت اجرای فناوری پیشنهادی برای سازندگان از اهمیت برخوردار بوده است. تأمین مصالح از فواصل دور و حتی خارج از کشور، به معنای الزام به تأمین مقادیر کافی و بعضاً اضافه از مصالح موردنیاز است چراکه از یکسو، بروز برخی تحریمها میتواند موجب عدم امکان تأمین مصالح از کشورهای تولیدکننده گردد. از سوی دیگر، شرایط اقتصادی سبب تغییرات شدید قیمت مصالح در بازه‌های زمانی کوتاهمدت میشود و در نهایت واردات برخی از این مصالح از کشورهای دیگر و انجام بروکرسی گمرکی و واردات مصالح میتواند بسیار زمانبر باشد. در سطح چهارم، هزینه و زمان اجرا برای توجیه‌پذیری اقتصادی استفاده از این فناوری نوین ساختمانی اهمیت مییابد. با توجه به عدم وجود تجربه استفاده از فناوریهای نوین ساخت، در دسترس بودن اکیپ اجرایی نیز بر پذیرش یک فناوری از سوی سازندگان اثرگذار مییابد. در نهایت شرایط بازار مسکن، بر مقبولیت فناوریهای نوین بین سازندگان اثر میگذارد. در شرایط رونق بازار و سوددهی فراوان بخش مسکن، سازندگان تمایلی به تغییر روشهای سنتی ندارند. فناوریهای نوین ساخت زمانی با اقبال سازندگان مواجه میشوند که فشار بازار، آنها را به‌سوی بهینه‌سازی روش ساخت، کاهش هزینهها و اجرای سریعتر پروژههای ساختمانی سوق دهد.

### جانمایی آمایشی فناوریهای نوین ساختمانی

داده‌های به‌دست‌آمده از پرسشنامه‌ها با استفاده از روش آنتروپی شانون، مورد تحلیل قرار گرفته و تابع هدف عوامل اثرگذار بر انتخاب فناوری ساخت، به شرح ذیل به‌دست‌آمده است. با استفاده از این تابع هدف و جایگذاری مقادیر  $X_1$  تا  $X_{10}$  و  $Y$  با توجه به ظرفیتهای موجود برای هر فناوری ساخت در هر یک از شهرهای موردبررسی، میتوان با به‌کارگیری الگوریتم ژنتیک به مقایسه گزینه‌های مختلف در هر شهر پرداخت. تابع هدف:

$$F(x) = (0.099 X_1 + 0.099 X_2 + 0.1 X_3 + 0.101 X_4 + 0.1 X_5 + 0.1 X_6 + 0.099 X_7 + 0.103 X_8 + 0.$$

099X9+0.101X10)Y

X1: هزینه اجرا

X2: زمان اجرا

X3: سهولت اجرا سازه

X4: کیفیت ظاهری

X5: سهولت اجرای تأسیسات

X6: در دسترس بودن مصالح مورد نیاز

X7: در دسترس بودن اکوپ اجرایی

X8: وجود نمونه اجرا شده

X9: شرایط بازار مسکن

X10: تیب بودن نقشه‌ها

Y: نسبت تقاضای بخش مسکن به ظرفیت موجود در این پژوهش نمونه‌ای از این مسئله انتخاب فناوری مناسب ساختمانی برای استان تهران شامل شهرهای تهران، اسلامشهر، شهریار، قدس، ملارد، گلستان، پاکدشت، قرچک، ورامین، نسیم شهر، اندیشه، رباطکریم مورد تحلیل قرار گرفت. فناوری‌های ساختمانی مورد بررسی نیز شامل سیستم قاب فولادی سبک، سیستم قالب تونلی، سیستم بتن مسلح با قالب عایق ماندگار، سیستم پیشساخته بتنی و سیستم پانل سبب‌بندی می‌باشند. با توجه به پرسشنامه‌های تکمیل‌شده توسط شرکتهای تخصصی اجرای فناوری‌های فوق‌الذکر، ظرفیت ۱۲ شهر تعیین‌شده در اجرای هر یک از فناوری‌های نوین ساختمانی مورد پرسش قرار گرفته و با استفاده از الگوریتم ژنتیک، بهترین فناوری ساختمانی برای اجرا در این استان و مناسبترین شهر برای توسعه این فناوری شناسایی شده است. بر این اساس سیستم پانل سبب‌بندی به‌عنوان بهترین فناوری ساختمانی برای توسعه در استان تهران شناسایی شده و شهر تهران به‌عنوان مرکز توسعه این فناوری پیشنهاد میگردد. این پاسخ به‌دست‌آمده از الگوریتم ژنتیک از نظر میزان گسترش فناوری‌های پنج‌گانه فوق در شهر تهران و نیز میزان استفاده از فناوری‌های نوین ساختمانی در شهرهای مختلف استان تهران، با واقعیت بازار ساختمان همخوانی دارد که بیانگر کارایی مدل ساخته‌شده برای عوامل اثرگذار بر انتخاب فناوری ساخت می‌باشد.

## نتیجه گیری

محدودیت اصلی این پژوهش در جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز در سطح کشور می‌باشد. همانگونه که در قسمت ۳-۵ مشاهده میشود، نمونه اجرا شده در این پژوهش شامل ۵ فناوری ساختمانی و ۱۲ شهر در سطح استان تهران است. در حالیکه برای به‌کارگیری این پژوهش در سطح ملی و یا استفاده از نتایج آن برای تهیه اسنادی از جمله طرح جامع مسکن، چندین فناوری دیگر نیز قابل ارزیابی بوده و نیز این ارزیابی می‌بایست در سطح ۱۱۵۰ شهر مختلف در سراسر کشور به انجام برسد. استفاده از الگوریتم‌های فرا ابتکاری از جمله الگوریتم ژنتیک که در این پژوهش به‌عنوان ابزار تحلیلی مورد پیشنهاد قرار گرفته است نیز به سبب وجود این تعداد فراوان از فناوری‌های ساخت و شهرهای متعدد کشور می‌باشد. رفع این محدودیت توسط سازمانهای ذیربط که در گستره ملی عمل مینمایند و مشاورین معتبر با ابزار مناسب برای جمع‌آوری داده‌های کافی محقق خواهد شد. همانگونه که در فصلهای پیشین نیز بیان شده است، با

روش پیشنهادی در این پژوهش میتوان به دو دستاورد عمده دست یافت. اولاً، بر اساس میانگین نتایج به‌دست‌آمده در روشهای مختلف میتوان بهترین روش ساخت را برای یک شهر، استان و یا منطقه مشخص نمود. ثانیاً، بر اساس بهترین نتایج به‌دست‌آمده برای هر یک از روشهای ساخت، یک شهر یا استان را به‌عنوان متولی توسعه آن روش مشخص نمود. طبیعتاً شهر یا استان انتخاب‌شده دارای مناسبترین زیرساخت برای تبدیل شدن به صادرکننده مصالح و خدمات فنی و مهندسی برای اجرای روش مذکور خواهد بود. با استفاده از روش پیشنهادی در این پژوهش و جمع‌آوری داده‌های مناسب در سطح کشور، میتوان به‌جای آمایشی فناوری‌های نوین ساختمانی در سراسر کشور اقدام نمود. با ارائه روش حل مسئله در این پژوهش، نهادهای ذیربط قادر هستند با همکاری مشاوران مناسب به‌گردآوری داده‌های لازم پرداخته و نقشه‌های جامع‌المانی بهینه فناوری‌های ساختمانی را در سطح ملی تهیه نموده و در سیاست‌گذاری‌های بخش مسکن از جمله تهیه سند آتی طرح جامع مسکن به‌کار گیرند.

## منابع

- ۱- طرح‌های جامع مسکن سال ۱۳۸۵، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۶، معاونت مسکن و ساختمان، دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد مسکن
- ۲- علی چگینی، کریم احمدی (۱۳۹۵)، درسهایی از مسکن اجتماعی فرانسه و سازمانهای مرتبط، فصلنامه اقتصاد مسکن، شماره ۵۸
- ۳- علی چگینی، کریم احمدی (۱۳۸۵)، جایگاه تأمین مالی در مسکن اجتماعی فرانسه، فصلنامه اقتصاد مسکن، شماره ۲۴
- ۴- محمود گلابچی، حامد مظفریان (۱۳۸۸)، فناوری‌های نوین ساختمانی، انتشارات دانشگاه تهران
- ۵- سارا فتاحی (۱۳۸۹)، بررسی و ارزیابی سیاست‌های تأمین مسکن اقشار کم درآمد، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده شهرسازی
- ۶- تهران در رتبه بندی جهانی کلان شهرها (۱۳۹۷)، اسناد پشتیبان برنامه سوم توسعه شهری، نشریه شماره ۲
- ۷- محمد پولاد دژ (۱۳۷۶)، مکان یابی و کارایی پروژه‌های صنعتی، چاپ و نشر بنیاد
- ۸- جواد مهدیزاده (۱۳۸۹)، نظری به وضعیت برنامه‌ریزی فضایی در ایران، نشریه نگره، انجمن صنفی مهندسان معمار و شهرساز
- ۹- حسین نظم فر، سمیه محمدی حمیدی، مجید اکبری (۱۳۹۶)، بررسی نابرابری‌های توسعه در استان‌های کشور، فصلنامه مجلس و راهبرد، شماره ۹۴
- ۱۰- علی محمدی، نبی مولایی (۱۳۸۹)، کاربرد تصمیم‌گیری چند معیاره خاکستری در ارزیابی عملکرد شرکت‌ها، مدیریت صنعتی دانشگاه تهران - دوره دوم - شماره ۴
- ۱۱- عزت‌الله اصغری زاده (۱۳۹۴)، رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر تسلط آماري، پژوهشنامه بازرگانی - سال نوزده - شماره ۷۴
- ۱۲- مظفر صرافى (۱۳۹۴)، برنامه‌ریزی برای درونزا کردن توسعه در فضاهای شهری، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای - سال سیزدهم - شماره ۲۴
- ۱۳- رضا توکلی مقدم، سید مصطفی کلامی (۱۳۹۲)، الگوریتم‌های فرا ابتکاری، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب



۱۴- کوروش عشقی، مهدی کریمی نسب (۱۳۹۵)، تحلیل الگوریتمها و طراحی روشهای فرا ابتکاری، انتشارات دانشگاه شریف

۱۵- بهروز دری نو کورانی (۱۳۹۳)، طراحی چند هدفه شبکه زنجیره تأمین با رویکرد الگوریتم ژنتیک، پژوهشهای مدیریت در ایران دوره هجدهم - شماره ۴ منابع انگلیسی

Bayliss.K, Fine.B, Robertson.M (2013), 16- The systems of provision approach to applied to housing and water, FESSUD

Cowan.D, Mcdermont.M (2016), A social 17- case study, center for market and public organization, UK

London housing Strategy (2017), Great- 18- London authority, draft for public consultation

Benjaminsen.L, Dyb.E (2008), The ef- 19- fectiveness of Homeless policies- variation among the Scandinavian countries, The Danish center for social research

Zhang.R (2017), Comparative study of 20- public housing policies of Hong Kong and Singapore, International Immersion program papers, 71

Phang.S.Y (2013), Do Singaporeans 21- spend too much on real estate, National university of Singapore

Yoshino.N, Helbe.M, Aizawa.T (2015), 22- Housing policies for Asia, Asian development bank institute

Martins.C, Santos.P, Silva.L.S (2013), 23- Light weight steel framed construction system, Innovative construction systems, CH5

Palombo.C.A (2010), New Housing con- 24- struction in Phoenix : Evidence of new suburbanism, Cities Journal, 27,77-86

Kaplinski.O (2018), Innovative solutions 25- in construction industry, Journal of Engineering structures and technologies, 10, 27-33

A guide to modern methods of construc- 26- tion, 2006, NHBC foundation, UK