

تحلیل شاخص‌های هوشمند در کاهش میزان آسیب‌پذیری کالبدی مسکن شهری (مطالعه موردی: منطقه ۱ شهر تهران)^۱

حمید رضا مشایخی (دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران)

hr.mashaykhi.71@gmail.com

سید علی علوی (دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، نویسنده مسئول)

a.alavi@modares.ac.ir

صفر قاندرحمتی (استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران)

safarrahmatai@modares.ac.ir

تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۹/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۶

صص ۲۰۶-۱۸۵

چکیده

مسکن و جان‌پناه به‌عنوان یکی از ضروری‌ترین نیازهای بشری همواره در صدر خواسته‌های انسان قرار داشته است. خانه‌های هوشمند از جمله آخرین دستاوردهای صنعت مسکن در عصر حاضر هستند که در چند دهه اخیر در کشور ما نیز مورد توجه قرار گرفته‌اند، روش تحقیق این پژوهش توصیفی - تحلیلی است؛ که در بخش اول با مطالعه مقالات و اسناد؛ تعریف مسکن هوشمند، زمینه‌ها، اجزا، کارکردها و همچنین به‌وسیله مشاهدات عینی و تکمیل پرسش‌نامه اطلاعات لازم درباره شاخص‌های مسکن هوشمند جمع‌آوری شد، در ادامه با استفاده از تکنیک سلسله‌مراتب AHP میزان آسیب‌پذیری کالبدی واحدهای مسکونی منطقه ۱ شهر تهران مشخص شده است؛ که نتایج نشان می‌دهد بسیاری از نواحی مسکونی در معرض آسیب‌پذیری شدید قرار دارد. همچنین برای پاسخ به فرضیه تحقیق نظرات ۳۰ نفر از اساتید و صاحب‌نظران بخش مسکن جمع‌آوری و به وسیله تکنیک تحلیل مسیر تجزیه و تحلیل شده است. نتایج حاصل از تحلیل مسیر نشان می‌دهد کلیه عوامل دارای اثر مستقیم و معنی‌دار بر روی کاهش آسیب‌پذیری مسکن شهری می‌باشند. تفکیک آثار مستقیم و غیر مستقیم متغیرها بر کاهش آسیب‌پذیری مسکن شهری نشان می‌دهد که عامل امنیت و ایمنی با مقدار ۰/۸۹۲ بیشترین اثر مستقیم را به‌طور مثبت و معنی‌دار بر کاهش آسیب‌پذیری مسکن شهری دارد. نکته قابل توجه در مورد این عامل این است که اثر غیرمستقیم این عامل از طریق عامل رفاه و آسایش با مقدار ۰/۸۶۳ است، که بسیار قابل توجه است؛ به عبارتی عامل امنیت و ایمنی از طریق عامل رفاه و آسایش سبب کاهش چشمگیر آسیب‌پذیری مسکن خواهد شد. همچنین اثر مستقیم عامل رفاه و آسایش با میزان ۰/۴۲۲، و صرفه‌جویی انرژی با مقدار ۰/۳۹۸ به مقدار قابل توجهی بر کاهش آسیب‌پذیری مسکن شهری مؤثر هستند.

کلیدواژه‌ها: برنامه‌ریزی، شاخص‌های آسیب‌پذیری کالبدی مسکن، مسکن هوشمند، منطقه ۱ شهر تهران.

۱. این پژوهش برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای حمیدرضا مشایخی تحت عنوان "تحلیل شاخص‌های هوشمند در کاهش میزان آسیب‌پذیری کالبدی مسکن شهری (مطالعه موردی: منطقه ۱ شهر تهران)" به راهنمایی دکتر سید علی علوی و مشاوره دکتر صفر قاندرحمتی، که در دانشگاه تربیت مدرس انجام شده است، می‌باشد.

۱. مقدمه

با توجه به تغییرات ایجاد شده در فرهنگ، علایق، خواسته‌ها و نیازهای افراد لزوم پاسخگویی به این نیاز به شدت احساس می‌شود، علاوه بر این ورود تکنولوژی به تمامی عرصه‌های زندگی، علاوه بر افزایش کیفیت زندگی به میزان قابل توجهی رفاه و آسایش استفاده‌کنندگان را نیز تأمین نموده است، از جمله مهم‌ترین این عرصه‌ها مقوله مسکن و محل زندگی افراد است. که سبب شده، در تمامی جوامع، کیفیت و میزان رضایت ساکنان از مهم‌ترین مسائل در امر ساخت‌وساز و بهره‌برداری از مسکن باشد (رفعیان و همکاران، ۱۳۸۸، ص. ۵۳).

مسکن یکی از کاربری‌های مهم شهری است که باید سعی شود هنگام وقوع حوادث و بلایای طبیعی و انسانی دچار آسیب نشود. بدین منظور می‌بایست از طرح‌های ساده برای ساخت مسکن استفاده نمود و هم‌جواری‌ها را رعایت کرد، خصوصاً مسکن باید از کاربری‌های خطرآفرین نظیر کارگاه‌های صنعتی، پمپ‌بنزین‌ها، و مخازن و انبارهای نفت و مواد سوختی به دور باشد. استفاده از مصالح ساختمانی سبک و برقراری امکان تخلیه سریع مناطق مسکونی در کاهش آسیب‌پذیری در این مناطق بسیار مؤثر است (بذرافکن، ۱۳۹۴، ص. ۶۸).

بررسی نحوه برخورد با ابعاد مسکن در تجربه کشورها نشان می‌دهد که جنبه‌های کیفی مسکن ابعاد وسیعی یافته است و طیفی از مسائل مختلف اعم از جنبه‌های مربوط به سازه تا نحوه استفاده از آن را دربر می‌گیرد. کهل خاطر نشان می‌سازد که بین کیفیت و فعالیت‌های انجام گرفته در فضای درونی و بیرونی مسکن ارتباط نزدیکی وجود دارد (لطفی، خیرخواه و

۱.۱. طرح مسئله

هم‌زمان با شکل‌گیری جوامع بشری و به تبع آن تلاش جدی بشر برای ایجاد آسایش در زندگی شخصی خود، تأمین مسکن مناسب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین خواسته‌های بشری مطرح گردیده است. حق برخورداری از مسکن مناسب به‌عنوان بخشی از حق زندگی در بسیاری از اسناد بین‌المللی مورد توجه قرار گرفته و بر آن تأکید شده است. از جمله در ماده ۲۵ اعلامیه جهانی حقوق بشر و ماده ۱۱ معاهده بین‌المللی حقوق اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی سازمان ملل و همچنین در دومین اجلاس اسکان بشر در استانبول، حق مناسب مسکن برای تمامی افراد به رسمیت شناخته شد؛ بنابراین با توجه به تعریف کمیته حقوق اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی سازمان ملل (ICESCR)، مسکن مناسب مسکنی است با امنیت تصدی، دسترسی به خدمات، امکانات و زیرساخت‌های اولیه با مواد و مصالح مناسب و بادوام که با توجه به توان مالی افراد و شرایط فرهنگی و اجتماعی هر جامعه‌ای در مکانی مناسب احداث گردیده است (شاهرخی فر، ۱۳۹۵، ص. ۳-۲). در کشور ما نیز بر طبق اصول ۳۱ و ۴۳ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، داشتن مسکن متناسب با نیاز و نیز تأمین نیازهای اساسی از جمله مسکن، حق هر فرد و خانوار ایرانی است. لذا دولت موظف است با رعایت اولویت، برای آن‌ها که نیازمندترند، زمینه اجرای این اصل را فراهم آورد (وزارت راه و شهرسازی، ۱۳۸۵، ص. ۷-۶).

کوچک‌زاده، ۱۳۹۴، ص. ۴). بنابراین توجه به ابعاد کیفی مسکن همراه با پرداختن به جنبه‌های تأمین کمی نیازهای مسکن، باید به یکی از اجزاء ضروری برنامه‌های مسکن بدل شود (حیسی و اهری، ۱۳۸۳، ص. ۳). با ورود تکنولوژی‌های برتر به صنعت ساختمان و لزوم پاسخگویی به نیازهای جدید افراد جامعه، مسکن هوشمند به‌عنوان پدیده‌ای نوظهور اما به‌شدت جذاب در کانون توجهات قرار گرفته است. در تمامی کشورهای جهان اول مراکز علمی و دانشگاهی با توجه به محاسن و همچنین استقبال کاربران از آن پروژه‌های تحقیقاتی و عملیاتی بسیاری جهت شناخت بهتر و تکامل آن به اجرا درآورده‌اند. از مهم‌ترین عوامل و قابلیت‌های مسکن هوشمند که آن را مورد استقبال مصرف‌کنندگان قرار داده است می‌توان به: امنیت و ایمنی، راحتی و آسایش، تسهیل مدیریت، مدیریت و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کمک به ارتقا بهداشت و سلامت و... اشاره کرد. با توجه به اهمیت روزافزون مسکن و مسائل و ابعاد آن، تحلیل مسائل کمی و کیفی مسکن از طریق ابزاری صورت می‌گیرد که به‌صورت متغیرهایی به نام شاخص‌های مسکن مطرح بوده و بیانگر ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و کالبدی مسکن هستند (عزیزی، ۱۳۸۴، ص. ۲۵). و یکی از شاخص‌های نو و جدیدی که در سالیان اخیر و با ورود فناوری موردتوجه کاربران، سازندگان، برنامه‌ریزان و مدیران بخش مسکن قرار گرفته است و به مقدار قابل ملاحظه‌ای کیفیت سکونت و رضایت‌مندی ساکنان خود را افزایش داده است مسکن هوشمند و شاخص‌های هوشمند مسکن است، این شاخص‌های

به‌روز و جدید به دلیل بهبود کیفیت زندگی افراد، افزایش راندمان ساختمان، صرفه‌جویی در انرژی مصرفی، صرفه‌جویی در هزینه‌های نگهداری مسکن و سایر قابلیت‌ها و توانایی‌هایشان به‌شدت موردتوجه و استفاده قرار دارند.

پدیده مسکن هوشمند در کشورهای پیشرفته اروپایی و امریکای شمالی سالیان متمادی است که در کانون مباحث تحقیقاتی و اجرایی قرار دارد. و در کشور ما نیز طی در سالیان اخیر موردتوجه قرار گرفته است. از طرفی باینکه پدیده مسکن هوشمند در کشور و علی‌الخصوص تهران به‌صورت فزاینده‌ای موردتوجه استفاده‌کنندگان قرار گرفته است، اما این امر توسط مراکز علمی و دانشگاهی مورد غفلت واقع شده است. بنابراین در این پژوهش تلاش شده تا با تبیین مبانی و اصول مسکن هوشمند با استفاده و استناد به منابع و متون علمی، جایگاه و اهمیت این مقوله در صنعت ساخت و ساز کشور و همچنین بررسی منطقه یک شهر تهران به‌عنوان نمونه مورد مطالعه، پدیده مسکن هوشمند و چالش‌های فراروی آن و همچنین میزان تأثیر شاخص‌های مسکن هوشمند در کاهش میزان آسیب‌پذیری مساکن شهری مورد مطالعه و بررسی دقیق قرار دهیم. بنابراین پژوهش حاضر درصدد پاسخگویی به این سوال است که: اولاً آیا شاخص‌های مسکن هوشمند در کاهش میزان آسیب‌پذیری مساکن شهری مؤثر هستند، و در ثانی میزان و سطح این اثرگذاری تا چه میزان است؟ و با توجه به مسئله مطرح شده؛ فرضیه پژوهش بدین صورت طرح می‌گردد: شاخص‌های

هوشمند، در کاهش آسیب‌پذیری کالبدی مساکن شهری بیشترین تأثیر را دارند.

۱.۲. پیشینه پژوهش و مبانی نظری

بر اساس مطالعات و تحقیقات صورت گرفته، متأسفانه در کشور ما تاکنون پژوهشی جامع درباره مسکن هوشمند صورت نگرفته است و تنها مقالاتی مختصر در باب فواید و مزایای آن به‌خصوص در حوزه انرژی و مدیریت مسکن وجود دارد. اما در متون علمی بین‌المللی مقالاتی مناسب در باب شناسایی مزایا و کاربردهای فراوان این پدیده وجود دارد که در ادامه مهم‌ترین این تحقیقات و نتایج حاصل از آن‌ها مورد بحث قرار می‌گیرند.

در سال ۲۰۱۰ رابلز^۱ و همکاران در مقاله "مروری بر امنیت در خانه‌های هوشمند" ابتدا به تعریف مسکن هوشمند و مزایای آن پرداخته‌اند، سپس انواع سیستم‌های حفاظتی و کنترل‌کننده‌های امنیتی خانه‌های هوشمند، شیوه عمل و فواید هر کدام را تشریح نموده‌اند. همچنین علاوه بر امنیت فیزیکی و اموال واحد مسکونی به سیستم‌های حفاظتی از سالمندان و افراد در معرض خطر که سلامتی شکننده‌ای دارند، پرداخته شده است که در صورت بروز اعمال مشکوک، سیستم با افراد مرتبط و مراکز اورژانسی ارتباط برقرار می‌کنند.

در سال ۲۰۱۲ گوین^۲ و همکاران در مقاله "انرژی در ساختمان هوشمند بر اساس فعالیت کاربر؛ یک نظرسنجی" ابتدا به بررسی ادبیات موضوع سپس پتانسیل‌های خانه‌های هوشمند در صرفه‌جویی انرژی،

خلاصه‌ای از مهم‌ترین طرح‌های اجرا شده و در پایان به مناسب‌ترین روش‌های صرفه‌جویی در انرژی را بیان نموده‌اند. آنان مسکن هوشمند به لحاظ انرژی را: مسکنی مجهز به فناوری‌های روز، که با نظارت بر رفتار ساکنین، کنترل خودکار تجهیزات و... که حداکثر صرفه‌جویی در انرژی را دارد تعریف می‌نمایند. این مقاله راهکارهایی چون اجرایی کردن طرح‌های مطالعاتی و تحقیقاتی، استفاده از مصالح و تجهیزاتی که راندمان بهتری دارد، تولید انرژی از منابع تجدید پذیر در محل، تزریق تولید مازاد انرژی به شبکه و... را برای بهبود عملکرد انرژی در مساکن هوشمند مفید و عملیاتی می‌داند.

در سال ۲۰۱۶ لوباکارو^۳ و همکاران در مقاله "مروری بر سیستم‌ها و فن آوری‌های هوشمند؛ خانه‌ها و شبکه‌های هوشمند" ابتدا مفهوم و چگونگی ظهور خانه‌های هوشمند را بیان کرده‌اند، که از نظر آن‌ها خانه هوشمند باید پنج ویژگی اصلی: ۱- هوشمندی: توانایی انجام وظایف به‌صورت خودکار ۲- انعطاف‌پذیری: توانایی انجام وظایف مختلف و یا تولید نتایج متفاوت ۳- تعامل: توانایی برقراری ارتباط دوسویه با کاربران ۴- سازگاری: توانایی یادگیری، پیش‌بینی و پاسخگویی به نیازهای کاربران ۵- بهره‌وری: توانایی انجام وظایف به‌گونه‌ای که موجب صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌ها شود را داشته باشد. در ادامه درباره معماری، موانع، چالش‌ها، منافع و چشم‌انداز این خانه‌ها بحث شده است. این مقاله نتیجه می‌گیرد که با توجه به روندهایی چون توجه به آسایش و رفاه ساکنین، لزوم صرفه‌جویی در انرژی،

1. Robles
2. Nguyen

3. Lobaccaro

گسترش صنعت IT، توجه صنعت ساختمان به خانه های هوشمند و... خانه های هوشمند پیش از پیش در جهت پاسخگویی به نیازهای کاربران و حفظ محیط زیست در حال گسترش هستند.

در سال ۱۳۹۳ تقوایی و رنجبر در مقاله "ارزیابی میزان آسیب پذیری واحدهای مسکونی شهر شیراز بر اساس شاخص های کالبدی" آسیب پذیری واحدهای مسکونی بر مبنای ۷ معیار، با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP مورد ارزیابی قرار داده اند. بر اساس یافته های آنان، طراحی و برنامه ریزی شهری شیراز در راستای شاخص های کالبدی نیست؛ به طوری که بالاترین آسیب پذیری بر اساس شبکه دسترسی راه ها و فضای باز به منطقه ۸ و کمترین آسیب پذیری به مناطق ۱ و ۶ شهری مربوط است. هر چه از حاشیه های شهر به مرکز شهر نزدیک تر شویم میزان آسیب پذیری واحدهای مسکونی بیشتر می شود که این به دلیل وجود مراکز حساس نظامی، تراکم بالای جمعیت و زیربنای کم واحدهای مسکونی در مرکز شهر است.

رحمانی نوده و همکاران نیز در سال ۱۳۹۴ در مقاله "مسکن هوشمند رهیافتی نو در توسعه پایدار" بایان اینکه امروزه با افزایش جمعیت، شهرنشینی وسعت بسیار فزاینده و گسترده ای یافته است که بر شدت استفاده از منابع انرژی افزوده است و تدریجاً کاهش منابع انرژی که عمده تاً هم تجدید ناپذیر هستند؛ و به دنبال آن مصرف بهینه انرژی و مدیریت منابع برای آیندگان به بحث اصلی در حوزه علوم مختلف تبدیل شده است با گسترش فناوری و فناوری اطلاعات IT، این بحث در زمینه برنامه ریزی شهری و

معماری نیز مطرح شده است. در این مقاله مسکن و ساختمان هوشمند به عنوان نمود عینی و عملی کاربرد فناوری های نوین برای استفاده بهینه و مدیریت بهتر انرژی در زندگی روزمره بیان می شود مسکن هوشمند می تواند گام مؤثری را در مباحث اقتصادی، زیست محیطی و امنیتی بردارد.

در منابع علمی داخلی نیز در سال ۱۳۹۵ سبحانی نودشه در مقاله "تحلیل و بررسی طراحی مسکن بر مبنای هوشمند سازی در هزاره سوم با تأکید بر بهینه سازی انرژی" با انتخاب پنج نمونه مطالعاتی، رهنمودهایی مبتنی بر چگونگی ساخت ساختمان های هوشمند و کاربرد آن در کاهش مصرف انرژی ارائه کرده است. محقق معتقد است عدم تطبیق دقیق کارکرد و فرم در طراحی مسکن، کاربرد انرژی در مسکن را با مشکلاتی مواجه می سازد، باین همه، عقیده دارد که ساختمان های هوشمند به صورت معناداری مصرف انرژی پایینی دارند، که می توان از طریق طراحی مناسب و به کارگیری مؤثر فناوری مسکن هوشمند راندمان بالایی در مصرف انرژی به دست آورد.

مسکن، در لغت فارسی به معنی محل سکون و آرامش است (معین، ۱۳۷۵، ص. ۱۹۷۸). ریشه کلمه مسکن از ماده سکن به معنی آرام گرفتن بعد از حرکت، سکونت، آرامش باطن و انس گرفته شده است (اینالو، ۱۳۸۰، ص. ۱۱). مفهوم مسکن علاوه بر مکان فیزیکی، کل محیط مسکونی را نیز دربرمی گیرد که شامل کلیه خدمات و تسهیلات ضروری مورد نیاز برای بهتر زیستن خانواده و طرح های اشتغال، آموزش و بهداشت افراد است (مخبر، ۱۳۳۳،

اقداماتی باشد که در قالب برنامه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت باعث حفظ جان و مال ساکنان شهرها می‌شود. این‌گونه برنامه‌ها می‌تواند به‌صورت برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، منطقه بندی شهری، مقاوم‌سازی و بهسازی بافت‌های شهری و ... را باهدف ایمن‌سازی شهری شامل شود (احدنژاد، زلفی، نوروزی و جلیلی، ۱۳۸۹، ص. ۸۸).

شاخص هوشمند یک اصطلاح جدید برای مصالح و اجزایی است که توانایی درک و پردازش رویدادهای محیطی را داشته و نسبت به آن واکنش نشان می‌دهند. به‌بیان‌دیگر این مصالح قابلیت تغییرپذیری داشته و قادرند شکل، فرم، رنگ و انرژی درونی خود را به‌صورت برگشت‌پذیر در پاسخ به تغییرات فیزیکی و یا شیمیایی محیط تغییر دهند (گرچی مهلبانی و حاج ابوطالبی، ۱۳۸۸، ص. ۶۷). از ابتدای دهه ۱۹۸۰ میلادی، گستره طراحی و ساخت ساختمان‌ها هر روز شاهد نوآوری‌های جدیدی در زمینه‌ی مصالح کارآمدتر و پربازده‌تر بوده است، و در این مسیر روزبه‌روز بر قابلیت‌های مصالح افزوده‌شده و انسان همواره شاهد معرفی مصالح جدید در عرصه ساخت‌وساز بوده است (اربابی یزدی و سیدی یزدی، ۱۳۹۱، ص. ۴)، مواد و مصالح مورد استفاده بشر در طی تاریخ و ادوار گذشته، نقشی انکارناپذیر در شکل‌دهی فضای ذهنی و در نتیجه زندگی انسان داشته‌اند. شاید به همین دلیل باشد که عده‌ای از اندیشمندان، اعصار زندگی بشر را با توجه به عناصر غالب مورد استفاده در آن دوران به عصر سنگ، عصر برنز، عصر آهن، عصر مواد مرکب (کامپوزیت‌ها) و در نهایت دوران حاضر را

ص. ۵۷). مسکن به‌عنوان استخوان‌بندی کالبد فضای شهری نقش اصلی در محافظت از انسان و دارایی‌های وی در برابر سوانح طبیعی و انسانی ایفا می‌کند (عینالی، ۱۳۹۳، ص. ۸۷). مسکن مناسب به‌عنوان عنصر حیاتی برای تأمین امنیت ساکنین در برابر سوانح طبیعی و انسانی و زمینه‌ساز توسعه و پیشرفت آن‌ها است، که کیفیت آن با توسعه ملموس و نیازهای ساکنین مرتبط بوده و سرمایه‌گذاری در آن ضمن تأمین فرصت‌های شغلی و خدمات پایه، از رشد اقتصادی نیز پشتیبانی می‌کند (توکلی، فاضل‌نیا و گلدی شرافت، ۱۳۸۸، ص. ۹).

بخش مسکونی شهری حدود نیمی از مساحت شهرها را در برمی‌گیرد و به لحاظ کمی و کیفی مهم‌ترین کاربری شهری محسوب می‌شود. با توجه به اهمیت این کاربری، اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری را می‌توان در سه مفهوم کلیدی سلامت، آسایش و زیبایی خلاصه نمود (احد نژاد، زلفی، نوروزی و جلیلی، ۱۳۸۹، ص. ۹۰). موضوع ایمنی شهری در متون برنامه‌ریزی شهری به‌عنوان یک هدف ذکر نشده است. ایمنی تنها به‌عنوان یک معیار بهینه در تعیین مکان‌های مناسب فعالیت و کاربری‌های شهری و در کنار معیارهای دیگری چون سازگاری، آسایش، کارایی و مطلوبیت به‌کاررفته است (سعیدنیا، ۱۳۷۸، ص. ۲۶-۲۳). اما مسئله حفاظت از جان انسان‌ها، متعلقات آن‌ها، تأسیسات و تجهیزات شهری در مقابل مخاطرات طبیعی و انسانی آن‌قدر مهم است که می‌بایست یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری محسوب شود. از نظر برنامه‌ریزی شهری، ایمنی شهری می‌تواند شامل کلیه تمهیدات و

عصر مواد هوشمند نام گذاری کرده اند (گلابچی، تقی - زاده و سروش نیا، ۱۳۹۰، ص. ۲۷). معمار آلمانی آکسل ریتز می گوید: استفاده از مواد و مصالحی که خصوصیات آنها تحت تأثیر گرما، نور یا رطوبت تغییر پیدا می کنند موجب انقلابی در معماری خواهد شد، و معماران آینده قادر به طراحی ساختمان هایی خواهند بود که هندسه آنها مطابق با وزن انسان هایی درون ساختمان هستند تغییر می یابد (وفامهر و نازی دیزجی، ۱۳۸۹، ص. ۸۵).

اگر به طور خلاصه به مرور تاریخ معماری قرن گذشته پردازیم، خواهیم دید هر دوره عموماً به وسیله مصالح و فناوری هایی که در آن دوران ساخته و مورد استفاده قرار می گرفته است، تعریف می شود. در واقع با ظهور مدرنیسم بود که نوعی تلاش همه سویه برای اندیشیدن و تفکر در مورد سرنوشت آینده معماری صورت پذیرفت. در سال ۱۹۱۴ میلادی یک گروه از معماران جوان ایتالیایی "بیانیه معماری فوتوریست" را منتشر کردند که این بیانیه اعلام می داشت: معماری فوتوریست، معماری پیش اندیشی، بی پروایی و بی پیرایگی است. معماری بتن، آهن، شیشه و تمام مصالحی است که جایگزین بهتری برای چوب، سنگ و آجر باشند؛ طوری که قابلیت بالایی از انعطاف پذیری و سبکی را فراهم آورند. بنابراین مشاهده می شود که همواره رابطه تنگاتنگ و نوعی پیوند تاریخی ناگشودنی بین مصالح ساخت و ساز و معماری وجود داشته است، تا اینکه در قرن بیست و یکم نقش مصالح و تکنولوژی ها در معماری اهمیت فراوانی یافته است. امروزه به دلیل آینده نگری که از سوی برنامه ریزان و طراحان در

دستور کار قرار گرفته است، شاهد توسعه و گسترش مصالح هوشمند در صنعت ساخت و ساز هستیم. کما اینکه در بسیاری از کشورهای اروپایی و پیشرفته از حالت تحقیق و پژوهش فراتر رفته و استفاده از مصالح هوشمند در ساختمان ها به صورت علمی و عملی به کار گرفته می شود.

۱.۲.۱. زمینه های تاریخی و اجتماعی

شکل گیری مسکن هوشمند

پرفسور ریچارد هارپر^۱ در کتاب "درون خانه های هوشمند" با استناد به کتاب گن و همکاران به سیر علل، زمینه ها و ریشه های تاریخی و اجتماعی به وجود آمدن و گسترش مسکن هوشمند در جهان و به خصوص قاره اروپا پرداخته است. وی وقایع و عللی که زمینه شکل گیری مبحث مسکن هوشمند را چنین بیان می کند:

دهه های ۱۹۲۰-۱۹۱۵: در طول دهه های ابتدایی

قرن ۲۰ کمبود نیروی خدمتکار خانگی به شدت احساس شد، در راستای این کمبود نیروی کار، برای اولین بار ماشین آلات الکتریکی از جمله ماشین آلات دوخت و دوز، جاروبرقی و... طراحی و معرفی شدند. در این دوره زاویه تبلیغات این بود که با کمک فن آوری، یک نفر به تنهایی (زن خانه) می تواند تمام کارهای خانگی را مدیریت کند، در این دوره با توجه به این که هنوز صنعت برق فراگیر نشده بود این مسائل، تصاویری فانتزی و دور از ذهن به نظر می رسید.

دهه های ۱۹۴۰-۱۹۲۰: دهه های ۱۹۲۰ تا ۱۹۴۰

میلادی، در انگلستان نسبت خانوارهایی که به برق

1. Richard Harper

دسترسی پیدا کردند به ۶۵٪ افزایش پیدا کرد. درحالی که هنوز اکثریت خانوارها و استفاده‌کنندگان، از برق فقط جهت روشنایی استفاده می‌کردند، تبلیغ‌کنندگان در تلاش بودند به کمک توانایی‌ها و امکاناتی که صنعت برق در اختیار آن‌ها قرار می‌دهد، با تجدیدنظر روان‌شناسانه "زن خانه‌دار" به "زن مصرف‌کننده" تأکید از تولید را به‌سوی مصرف هدایت کنند؛ و در این راه با معرفی فناوری‌های جدید چون ماشین لباسشویی و سایر وسایل و امکاناتی که در امر خانه‌داری به بانوان کمک می‌کند سعی داشتند با تأکید برافزایش ساعات فراغت آنان بر فروش محصولات خود بیفزایند.

دهه‌ی ۱۹۴۵-۱۹۴۰: در طول جنگ جهانی دوم، تبلیغات دولتی زنان را به‌عنوان افرادی که شایستگی‌های فنی فراوانی دارند و قادرند مشاغل بیشتری در تولید و صنعت را تصرف کنند به تصویر کشید تا از این طریق مردان را برای رفتن به نیروهای مسلح و جبهه‌های نبرد آزاد کند. زنان به کار خارج از خانه عادت کردند و همچنین از نقش و شرایط استقلال مالی خود لذت می‌بردند، این عوامل باعث هموار شدن جذب فناوری به داخل خانه‌ها برای کمک به زنان شاغل در دوران جنگ شد.

دهه‌ی ۱۹۵۹-۱۹۴۵: پس از جنگ جهانی دوم به‌منظور ایجاد اشتغال برای مردان و بازگشت به زندگی غیرنظامی، تبلیغات دولتی آشکارا به متقاعد کردن زنان برای بازگشت به خانه می‌پردازد. و زنان موفق را افرادی می‌داند که در خانه به امر تربیت فرزندان و فراهم کردن شرایط مساعد برای همسرانشان مشغول هستند.

دهه‌ی ۱۹۷۰-۱۹۶۰: در این دوره تبلیغات و پدیده "ایده آل گرایی سکونت زنان در خانه" با شکست روبرو شد، و زنان دیگر حاضر نبودند چون گذشته فقط در چهارچوب منزل به امر خانه‌داری مشغول باشند، زنان بیشتری به محل کار می‌رفتند و دستگاه‌های کمک‌کننده به زنان در خانه از جمله ماشین لباسشویی، جاروبرقی، ششوار، ماشین‌آلات دوخت و دیگر فن‌آوری‌ها به امری عادی در خانه‌ها تبدیل شد.

دهه‌ی ۱۹۸۰: با آغاز دهه ۱۹۸۰ وسایل و تکنولوژی‌های الکتریکی به‌طور فزاینده‌ای به داخل خانه‌ها نفوذ کردند. که علاوه بر وسایل و امکانات معمول گذشته، معرفی و گسترش تلفن‌های بی‌سیم و همراه و مهم‌تر از همه گسترش رایانه و کامپیوتر و ورود آن از محل کار به منازل بود، که امکانات فراوانی از قبیل خدمات بانکداری، دورکاری، خریدوفروش و... را در اختیار کاربر قرار می‌دهد به همه‌گیر شدن و هوشمند شدن مسکن کمک فراوانی کرد. در این دهه منافع تجاری در ساخت خانه‌های هوشمند به‌اندازه‌ای بود که در سال ۱۹۸۴ میلادی انجمن ملی سازندگان مسکن ایالات متحده آمریکا، با تشکیل گروه "خانه‌های هوشمند" بکارگیری اصول و فن‌آوری‌های جدیدی در زمینه افزایش بهره‌وری انرژی، کنترل از راه دور، استفاده از مواد و مصالح نوین را در امر ساخت‌وساز الزامی کرد، و به‌طور هم‌زمان تولیدکنندگان لوازم الکترونیکی، تجهیزات دیجیتال مناسب برای استفاده در ساختمان‌های هوشمند را طراحی و به بازار ارائه کردند.

دهه ی ۱۹۹۰: در این دهه برای نخستین بار مفهوم خانه هوشمند وارد فرهنگ محبوب جامعه شد و در کانون توجه اقشار مختلف اعم از دانشگاهیان، طراحان و برنامه ریزان و به صورت خاص کاربران و استفاده کنندگان قرار گرفت. خانه هوشمند دیگر امری علمی- تخیلی نبود، مقالات علمی شروع به پرداختن به کم و کیف، ویژگی ها، نقاط ضعف و قوت، سبک زندگی در خانه های هوشمند و دیگر مسائل مرتبط با خانه های هوشمند کردند (هارپر^۱، ۲۰۰۶، ص. ۱۸-۲۱).

۱.۲.۲. کارکردهای مسکن هوشمند

ارتقای بهداشت و سلامت و کمک به افراد: با توجه به نیازهای گوناگون افراد تحقیقات زیادی در سرتاسر جهان انجام شده است که بتواند طرح هایی مناسب برای کمک به افراد مختلف ارائه دهد. در ایالات متحده امریکا، موسسه فناوری جورجیا یک خانه هوشمند بر اساس محاسبات فراگیر که حواس را به رسمیت می شناسد برای کمک به افراد مسن و افرادی که دچار اختلالات حافظه هستند طراحی کرده است (کد^۲ و همکاران، ۱۹۹۹، ص. ۱۹۸-۱۹۱). دانشگاه فلوریدا خانه هوشمند Gator را برای افراد مسن و از کار افتاده طراحی کرده است که در آن سنسورهای محیطی برای آسایش، بهره وری انرژی، ایمنی و امنیت، دستگاه ها و لوازم هوشمند از قبیل تلفن هوشمند، جعبه پست الکترونیکی هوشمند و... جهت تسهیل امور ساکنین تعبیه شده است (ایتل^۳، ۲۰۰۶، ص. ۳۶۵-۳۴۹). اخیراً به کمک فن آوری های جدید

سیستم ها و ربات هایی طراحی شده است که افراد مسن را در انجام فعالیت های اولیه خود مانند: غذا خوردن، حمام کردن، لباس پوشیدن، تحرک، نگهداری از منزل و ... حمایت می کند. این ربات ها بر در نظر گرفتن علایق اجتماعی، زیباشناسی و حمایت عاطفی برای بهبود کیفیت زندگی سالمندان طراحی شده است (فرلیزی^۴، ۲۰۰۵، ص. ۱۸-۱۶).

بهینه سازی مصرف انرژی: امروزه یکی از مهم ترین نکاتی که در ساختمان ها اعم از مسکونی، تجاری، بیمارستان ها، هتل ها و... در نظر گرفته می شود، مسئله بهینه سازی مصرف انرژی است. که در سالیان اخیر به علت رشد فزاینده استفاده از سوخت های فسیلی، محدود بودن منابع انرژی و همچنین قیمت رو به رشد آن ها بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، که به میزان قابل توجهی مصرف انرژی را کاهش می دهد (قافله باشی، کریمی، ۱۳۹۳، ص. ۷). بر اساس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان- مربوط به صرفه جویی در مصرف انرژی در ساختمان است- رعایت عایق کاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان، نصب پنجره های دوجداره، عایق های حرارتی کانال های هوا و لوله های آب گرم و تأسیسات، نصب سیستم های کنترل کننده موضعی دما نظیر ترموستات رادیاتورها و فن کویل ها، نصب سیستم های کنترل مرکزی هوشمند مجهز به سنسور اندازه گیری دمای هوای محیط و ... الزامی است (سازمان بهره وری انرژی ایران، ۱۳۸۹، ص. ۳۰).

تأمین امنیت و ایمنی: یک مسکن مطلوب باید به گونه ای باشد که درجات مختلف امنیت را برای

1. Harper
2. Kidd and et al
3. Intille

انعطاف پذیری: انعطاف پذیری در اجرا و استفاده از خصوصیات شاخص فناوری هوشمند است. با استفاده از ابزارهایی که این تکنولوژی در اختیار قرار می دهد، برای اضافه کردن امکانات به منزل موجود در اکثر موارد نیاز به سیم کشی مجدد و تعویض تجهیزات موجود در ساختمان وجود ندارد. استفاده از کلیدها و صفحات نمایش هوشمند برای برنامه ریزی و اجرای دستورات، امکان کنترل از راه دور، از داخل ساختمان و یا تلفن همراه، همگی ساکنان را برای دسترسی به امکانات ساختمان یاری می کند (همان، ۵۸).

۲. روش شناسی پژوهش

۲.۱. روش پژوهش

روش تحقیق در پژوهش حاضر با توجه به ماهیت و اهداف موضوع و در ارتباط با آزمون فرضیه تحقیق، توصیفی - تحلیلی است. با توجه به این که پژوهش حاضر به دنبال شناسایی و بررسی میزان اثرگذاری شاخص های هوشمند و نوین مسکن بر میزان آسیب پذیری کالبدی مسکن شهری است. جامعه آماری در این پژوهش شامل ۱۱۷۹۳۲ واحد مسکونی است که بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰ در منطقه ۱ شهر تهران وجود دارند. برای سنجش فرضیه پژوهش نظرات ۳۰ نفر از اساتید صاحب نظران و فعالان در بخش مسکن در قالب پرسشنامه جمع آوری و تجزیه و تحلیل شده است. همچنین برای تکمیل و بهبود کار پژوهشی با استفاده از داده های به دست آمده از مراکز مربوط با استفاده از تکنیک سلسله مراتب AHP میزان آسیب پذیری کالبدی واحدهای مسکونی

ساکنین فراهم آورد (ابراهیم زاده و قادرمرزی، ۱۳۹۴، ص. ۱۴۵). تأمین امنیت یکی از اصلی ترین وجوه مسکن هوشمند است (رابل^۱، کیم، ۲۰۱۰، ص. ۱). سیستم های ایمنی پیشرفته می توانند مبتنی بر چندین سنسور مانند تشخیص دود، تشخیص شکستگی شیشه و تشخیص حرکت باشند که وضعیت های مخاطره آمیز احتمالی را شناسایی کنند و واکنش مناسب به آن را در دستور کار قرار دهند (فلاحی، آل-شمس و کمالی، ۱۳۹۱، ص. ۱۴۰). سیستم های امنیتی خانه های هوشمند با به کار بردن برنامه های هوش مصنوعی امنیت ساکنان و اموال آنان تضمین می کند (رابل، کیم، ۲۰۱۰، ص. ۱).

تسهیل در مدیریت: وجود سیستم یکپارچه

زیرساخت ها و ایجاد ارتباط بین اجزای سیستم برای دریافت اطلاعات گوناگون از بخش های مختلف مسکن و تجزیه و تحلیل آن ها، موجب می شود که سیستم به صورت خودکار و آنلاین بهترین تصمیم ممکن را با توجه به داده های در کوتاه ترین زمان ممکن می سازد. ساختمان هوشمند با استفاده از اتوماسیون و بر عهده گرفتن برخی کارهای تکراری راحتی بیشتری برای ساکنان خود به ارمغان می آورد. از طرف دیگر برای ایجاد فضای دلخواه در ساختمان هوشمند با استفاده از سناریوهای از پیش تعیین شده راحت ترین کار ممکن است. استفاده از یک نرم افزار کنترل کننده کارآمد ساده برای کنترل تمامی تجهیزات مزیت دیگری است که خانه های هوشمند در اختیار کاربران قرار می دهند و موجب سادگی زندگی در مسکن هوشمند می شود (مرادیان، ۱۳۸۹، ص. ۵۸).

منطقه ۱ شهر تهران بررسی شده است. که در جدول به صورت کامل بیان و تشریح شده است. زیر تمامی مفاهیم، ابعاد و شاخص های این پژوهش

جدول ۱. شاخص های مسکن هوشمند

مفاهیم	ابعاد	شاخص ها	توضیحات
شاخص های هوشمند مسکن	تعمیرات	سیستم هوشمند تشخیص حرکت، موجود زنده	سیستم های نظارتی حرکت از یک حسگر الکترونیکی که با تشخیص حرکت و تبدیل آن به سیگنال الکتریکی تشکیل شده، که به حضور افراد یا برخی اشیاء در فضای تحت کنترل حساس هستند، اغلب این سیستم ها مبتنی بر PIR طراحی شده اند.
		سیستم هوشمند اعلام حریق و کنترل آتش و دود	به سیستمی گفته می شود که نسبت به دود، حرارت و یا هر دو حساس است، و با دریافت و پردازش اطلاعات دریافتی از سطح محیط به محض دریافت فرکانس های الکترونیکی نشان دهنده وضعیت خطر، اعلام خطر می نماید.
		سیستم هوشمند تشخیص گازهای خطرناک	این سنسورها قابلیت تشخیص گازهای خطرناکی چون NH_3 , O_2 , CO_2 , CO در مسکن را دارند، و با تشخیص این گازها، سیستم های اعلام خطر و آذیرهای مربوطه و سیستم تهویه و فن های خروجی را فعال می نمایند.
		سیستم کنترل تردد و قفل های هوشمند	این قفل ها به وسیله امواج رادیویی مختلف افراد مجاز را در محیط مسکونی شناسایی کرده و اجازه تردد به آن ها می دهد، این سیستم ها در انواع مختلف، قفل های هوشمند کارت، اثر انگشتی، اسکن چهره و ... ارائه گردیده است.
		گیت های هوشمند کنترل پارکینگ	در این سیستم با برقرار شدن ارتباط بین وسیله نقلیه و دریافت کننده امواج رادیویی کنترل کننده، سیستم مجوز ورود وسایل نقلیه را برای کاربران دارای مجوز صادر می کند، این عمل به دو صورت نیمه خودکار و تمام خودکار انجام می شود.
تعمیرات	تعمیرات	سیستم های هوشمند تأمین انرژی	این سیستم های شامل تمامی مواردی است که با تبدیل انرژی های تجدید پذیر موجود در طبیعت به انرژی های قابل استفاده در مسکن می شوند، مهم ترین و شایع ترین کاربرد انرژی های نوین سیستم صفحات خورشیدی و سیستم تبرید جذبی خورشیدی است.
		سیستم هوشمند کنترل دمای محیط	این سیستم شامل سنسورها، شیرهای کنترلی روی لوله های سیال، دمپرها کانال های انتقال هوا و نوشتن سناریو برای کنترل دمای نقطه مورد نظر است که با دریافت داده های محیط و تجزیه و تحلیل آن ها و با تعامل با ترموستات های موجود در اتاق کیفیت هوای را برحسب نیاز تضمین می نمایند.
		سیستم هوشمند کنترل روشنایی و نور	این سیستم ها از طریق سنسورهای تشخیص حرکت و حضور افراد و در صورتی که فردی در محدوده کنترل آن ها قرار گیرد، وظیفه تبدیل حرکت افراد را به سیگنال های الکتریکی بر عهده دارند و فرمان روشنایی محیط را صادر می کنند.
		سیستم پنجره های هوشمند	در این پنجره ها، به وسیله شیشه های هوشمند علاوه بر نور، دما را نیز کنترل کنند. مثلاً در هوای گرم، میزان شفافیت این شیشه کم شده و مانع از گرم شدن فضا، و در فصول سرد نیز این شیشه ها ضمن عبور دادن و تقویت نور خورشید به داخل فضا، موجب بالا رفتن دما و روشنایی محیط می شوند.

ادامه جدول ۱

مفاهیم	ابعاد	شاخص‌ها	توضیحات
رژاه و آسایش		سیستم پرده‌های هوشمند	سیستم کنترل هوشمند پرده‌ها می‌تواند با تعریف سناریو برای هر یک از پرده‌ها، آن‌ها را تحت کنترل گرفته و با استفاده از سناریوهای مختلف که می‌تواند با سناریوهای روشنایی و کنترل دما تلفیق شود ضمن استفاده حداکثری از نور طبیعی، محیطی جذاب و رؤیایی را به وجود آورد.
		سیستم‌های هوشمند صوتی و تصویری	این سیستم امکاناتی را فراهم می‌کند، که به وسیله ماینیتورهای لمسی، ریموت کنترل، تلفن و ... قادر است کلیه سیستم‌ها و تجهیزات صوتی و تصویری خانه را به صورت دلخواه و یا بر اساس برنامه و سناریوهای از پیش تعیین شده بر اساس علائق و خواسته‌های کاربران تنظیم و برنامه‌ریزی کند.
		سیستم کلید و پریزهای هوشمند	در این سیستم با برقراری ارتباط بین کلیدها و حسگرهای موجود در مکان با ورود کاربر به صورت خودکار فرمان روشنایی محیط صادر، و هم‌زمان با خروج سیستم روشنایی را خاموش یا نور را به صورت کم و به میزان موردنیاز (دیم) تنظیم می‌کند.
		سیستم هوشمند کنترل آبیاری و تغذیه حیوانات خانگی	در این سیستم، سنسورهای موجود در خاک، به طور مداوم میزان خشکی خاک و رطوبت موردنیاز گیاهان خانه را بررسی کرده و طبق سناریوی از پیش تعیین شده، و یا به طور منظم در ساعات خاصی از شبانه‌روز می‌تواند به طور خودکار آبیاری را انجام دهد.
آسیب‌پذیری کالبدی (فیزیکی)		مصالح مسکن	ساختمان مسکونی باید دارای دوام لازم در زمان بهره‌برداری باشد. دوام و پایداری هر نوع سازه در درجه اول به اسکلت آن وابسته است. به صورت کلی اسکلت‌بندی ساختمان‌ها در چهار دسته کلی: ساختمان‌های با اسکلت بتنی، فلزی، آجری، خشت و گلی تقسیم می‌گردد.
		عمر و قدمت ساختمان	عمر مفید ساختمان در ایران حداکثر ۳۰ سال عنوان شده است که در مقایسه با کشورهای اروپایی تفاوتی فاحش دارد. خطا در طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری، فقدان ثبات در قوانین شهرسازی از جمله عواملی است که باعث پیری زودرس ساختمان‌ها و فرسوده شدن آن‌ها و تبدیل شدن به بافت فرسوده هستند.
		سطح زیربنا مسکن	سرانه زیربنای واحد مسکونی از جمله شاخص‌های کلیدی در شناخت وضعیت مسکن است. ضریب سطح اشغال، نسبت سطح مجاز برای ساخت و ساز به مساحت کل زمین است که به صورت درصد معرفی می‌شود. معمولاً این ضریب بر اساس طرح‌های جامع و تفصیلی در هر منطقه متغیر است.
		کاربری اراضی	یکی دیگر از عواملی که تأثیر به‌سزایی در آسیب‌پذیری کالبدی مسکن دارد، کاربری‌های شهری و نحوه قرارگیری آن‌ها نسبت به یکدیگر است. در زمینه کاربری‌ها شهری می‌بایست نحوه هم‌جواری کاربری‌ها، انواع تراکم‌ها (جمعیتی، ساختمانی و مسکونی)، میزان تراکم‌های یادشده، قطعه‌بندی اراضی با کاربری‌های گوناگون، نظم و اندازه قطعات، میزان فشردگی و پیوستگی آن‌ها و ... مورد بررسی و مطالعه قرار گیرند.
	تراکم جمعیتی	تراکم جمعیت به‌عنوان پتانسیلی برای وارد آمدن خسارات زیاد هنگام وقوع حوادث و بلایا است. تلفات جانی و مجروحین به‌عنوان مهم‌ترین ضربه ناشی از بلایای است. توزیع مناسب جمعیت در بخش‌های گوناگون شهر و امدادسانی به ساکنان پس از زلزله از مهم‌ترین مباحثی است که در مقابله با آسیب‌پذیری مؤثر می‌باشند.	

ادامه جدول ۱

مفاهیم	ابعاد	شاخصها	توضیحات
		گسل	گسلها نقش مهمی در آسیب پذیری دارند. زیرا عامل و سرمنشأ بسیاری دیگر از رخدادهای طبیعی همچون زلزله، زمین لغزه و ... هستند. بنابراین نحوه مجاورت و قرارگیری پدیده های انسانی همچون شهر و محیط مسکونی نسبت به گسلها از اهمیت فراوانی در کاهش آسیب پذیری برخوردار است.
		شبکه معابر	این شاخص نقش اساسی در آسیب پذیری شهر در برابر بلایا به خصوص بلافاصله بعد از وقوع حوادث دارد. معابر به عنوان یکی از عناصر مهم مؤثر در آسیب پذیری شهری است، چراکه نیاز به تخلیه منطقه از مجروحین و مصدومین و امداد رسانی در اسرع وقت مطرح می گردد.
		شیب منطقه	شیب از جمله عواملی است که بر کاهش و یا شدت بخشیدن به مقدار آسیب وارده بر مساکن و ساخت و سازهای یک منطقه تأثیری به سزا دارد.

مأخذ: (یافته های پژوهش)

۲.۲. تحلیل مسیر

روش تحلیل مسیر، برای اولین بار از سوی سویل رایت به منظور توضیح روابط علیتی در جمعیت های ژنتیکی ارائه شد. او از این مدل به منظور مطالعه آثار مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای علت بر متغیر معلول استفاده نموده و هدف آنالیز مسیر را وسیله ای برای بیان منطقی همبستگی های مشاهده شده بین متغیرهای که مشمول روابط علی است؛ عنوان کرد. در رابطه علیتی یک یا چند متغیر معلول یک یا چند متغیر علی هستند. این رابطه در مدل رگرسیون با ضریب همبستگی نشان داده می شود. بنابراین، مدل تحلیل مسیر و رگرسیون تقریباً شبیه هم هستند؛ لیکن تفاوت هایی نیز باهم دارند. در هر حال مدل تحلیل مسیر تمام آثار مدل رگرسیون را برمی گیرد و علاوه بر آن در تحلیل مسیر علاوه بر آثار مستقیم متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته، می توان آثار غیرمستقیم آنها را نیز که از طریق سایر متغیرهای بر متغیر وابسته دارند، تحلیل و بررسی نمود. به عبارت دیگر، برخی متغیرها به طور مستقیم برخی دیگر به صورت

غیرمستقیم و برخی دیگر از هر دو طریق ممکن است متغیر وابسته را تحت تأثیر قرار دهد. علاوه بر آن، ضرایب استاندارد مدل تحلیل مسیر از جمله مزیت دیگر این مدل بر مدل رگرسیون معمولی است که از طریق آن امکان مقایسه تأثیر متغیرها بر متغیر پاسخ تسهیل می شود. بنابراین، در این مدل دو نوع متغیر درونزا (وابسته) و برونزا (مستقل) قابل تعریف است.

۳.۲. تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

برای سنجش میزان آسیب پذیری کالبدی مساکن شهری، با توجه به مقالات، اسناد و مبانی نظری پژوهش ۸ داده اصلی که در آسیب پذیری کالبدی مسکن شهری نقش اساسی دارند مورد بررسی قرار گرفته اند، این داده ها که عبارت اند از: جمعیت، مصالح ساختمان، قدمت واحدهای مسکونی، زیربنای واحدهای مسکونی، گسل های موجود منطقه، شیب محدوده مورد مطالعه، کاربری های شهری منطقه، راهها و جاده های منطقه به عنوان داده های و شاخص های سنجش آسیب پذیری کالبدی مساکن شهری منطقه

۳. یافته‌های پژوهش

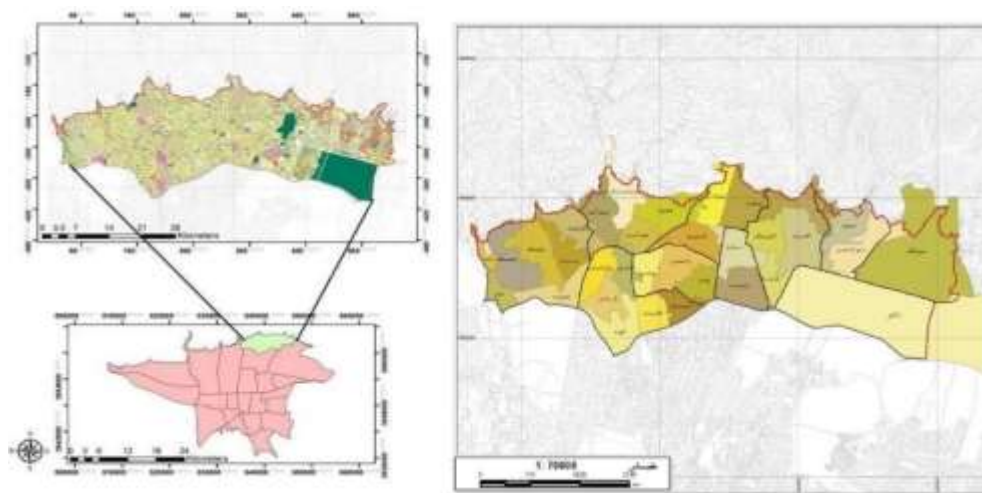
در این بخش برای سنجش میزان آسیب‌پذیری کالبدی واحدهای مسکونی منطقه ۱ شهر تهران با توجه به مقالات، اسناد و مبانی نظری پژوهش ۸ شاخص اصلی که در آسیب‌پذیری کالبدی مسکن شهری نقش اساسی دارند، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این شاخص‌ها عبارت‌اند از: تراکم جمعیتی منطقه، مصالح ساختمان‌ها، قدمت واحدهای مسکونی، زیربنای واحدهای مسکونی، گسل‌های منطقه ۱ شهر تهران، شیب زمین، کاربری‌های اراضی منطقه، راه‌ها و جاده‌های منطقه که اطلاعات و داده‌های آنها از مراکز آماری و نهادهای مربوطه تهیه و با استفاده از روش تحلیلی سلسله‌مراتب AHP و نرم‌افزارهای ArcGIS و ادیسی اقدام به تولید نقشه‌های آسیب‌پذیری شاخص‌ها شده است، که با توجه به محدودیت صفحات، فقط نقشه نهایی میزان آسیب‌پذیری واحدهای مسکونی منطقه ارائه شده است.

با توجه به شاخص‌های مورد نظر، وزن عامل مصالح ساختمانی برابر با ۰/۳۳۱۳، وزن عامل گسل برابر با ۰/۲۳۰۷، وزن عامل عمر و قدمت واحدهای مسکونی ۰/۱۵۷۲، همچنین وزن شیب زمین مساوی با ۰/۱۰۵۹، وزن زیربنای واحد مسکونی ۰/۰۷۰۹، وزن جمعیت ۰/۰۴۷۷، وزن کاربری اراضی برابر ۰/۰۳۲۷ و در پایان نرخ جاده‌ها و خطوط ارتباطی برابر با ۰/۰۲۳۶ است. نرخ سازگاری ۰/۰۳ است که قابل قبول است. پس از به دست آوردن اوزان عوامل مختلف در محیط ArcGIS، این وزن‌ها به نرم‌افزار ادیسی وارد نموده و نقشه نهایی به ما ارائه می‌نماید. (شکل ۲)

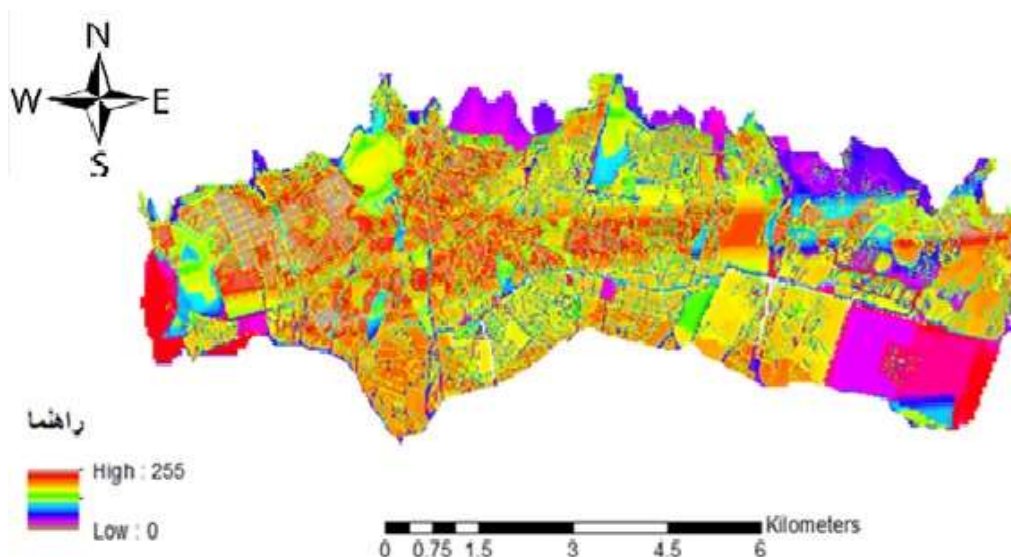
یک انتخاب‌شده و اطلاعات آنها با استفاده از داده‌های مختلف به دست آمده از مراکز آماری و نهادهای مربوطه تلاش شده است میزان آسیب‌پذیری کالبدی واحدهای مسکونی منطقه ۱ شهر تهران را با استفاده از روش سلسله‌مراتب AHP مشخص گردد. بدین منظور و در ادامه با استفاده از نرم‌افزارهای ArcGIS اقدام به تولید نقشه‌های رستری شاخص‌های بالا شده است.

۲. ۴. محدوده مطالعه

منطقه یک شهرداری تهران با مساحت ۳۶۰۴/۸۹۴۴ هکتار شمالی‌ترین منطقه تهران به شمار می‌رود به طوری که مرز شمالی آن بر مرز شمال تهران (خطوط ارتفاعی ۱۸۰۰ متر) منطبق است (طرح تفصیلی منطقه ۱ شهر تهران، ۱۳۸۴، ص. ۲). در بلندای تهران و با وسعتی حدود ۶۴ کیلومترمربع بر اساس داده‌های آخرین سرشماری ۴۳۹۴۶۷ نفر جمعیت را در خود جای داده است. مختصات جغرافیایی این منطقه از طرف شمال محدود به ارتفاعات ۱۸۰۰ متری دامنه جنوبی کوه‌های البرز، از جنوب به بزرگراه شهید چمران حدفاصل دوراهی هتل آزادی و بزرگراه مدرس و پل آیت‌الله صدر و از غرب به اراضی رودخانه درکه و از شرق نیز به انتهای بزرگراه ارتش، کارخانه سیمان و منبع نفت شمال شرق تهران محدود می‌شود^۱ (شکل ۱). (<http://Region1.Tehran.ir>)



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه مأخذ: (مهندسین مشاور بافت، ۱۳۸۴)



شکل ۲. نقشه آسیب پذیری کالبدی واحدهای مسکونی منطقه ۱ تهران مأخذ: (یافته های پژوهش)

منفعت طلبانه و غیر کارشناسی، شیب زیاد منطقه به دلیل مجاورت یا رشته کوه های البرز این منطقه را به عنوان یکی از آسیب پذیرترین مناطق مسکونی شهر تهران در مقابل بلایی مختلف قرار داده است، همان گونه که در نقشه به وضوح قابل مشاهده است، رنگ های متمایل به قرمز نشان از خطر خیز بودن و بلاخیز بودن این مناطق دارد. درجایی که مجموع

نقشه نهایی میزان آسیب پذیری کالبدی واحدهای مسکونی منطقه ۱ تهران نشان می دهد که بیشتر سطح مسکونی منطقه ۱ شهر تهران در معرض آسیب جدی قرار دارد، چنان که داده های توصیفی و تحلیلی حاصله نشان می دهند از یک سو با عبور گسل بسیار بزرگ شمال تهران از مرکز این منطقه، و همچنین به دلیل بافت سستی و تاریخی، ساخت و سازهای بلندمرتبه،

عوامل خطرزایی همچون گسل، شیب، بافت ریزدانه و ساخت‌وسازهای نامناسب در مجاورت یکدیگر قرار می‌گیرند، شرایط بحرانی و بغرنجی برای واحدهای مسکونی و ساکنان آنها به وجود می‌آورند، که این مناطق در نقشه فوق بارنگ نارنجی پررنگ مشخص شده است. این مناطق آسیب‌پذیر را به‌طور ملموسی در منطقه تاریخی و مسکونی منطقه ۱ شامل تجریش، امامزاده قاسم، جماران، دزاشیب و حتی قسمتی از منطقه ولنجک مشاهده نمود. آنچه از این نقشه ملموس و کاملاً مشخص است این است که واحدهای مسکونی بیشتر نواحی منطقه ۱ تهران

آسیب‌پذیر بوده و تحت تأثیر شدید مخاطرات طبیعی و انسانی می‌باشند. در ادامه بر اساس مطالعات و جمع‌بندی داده‌های اسنادی و کتابخانه‌ای شاخص‌های مختلف مسکن هوشمند و همچنین آسیب‌پذیری کالبدی مسکن استخراج گردیده است. و در قالب یک پرسشنامه در معرض نظر اساتید، نخبگان و صاحب‌نظران بخش مسکن قرار گرفته‌اند، که میزان تأثیر هر یک از شاخص‌های مسکن هوشمند را بر کاهش آسیب‌پذیری کالبدی مسکن شهری مشخص نمایند؛ که در ادامه ابتدا نتایج توصیفی و سپس نتایج تحلیلی آن آورده شده است.

جدول ۲. داده‌های پرسشنامه نخبگان

	شاخص	امتیاز									
		بسیار کم		کم		متوسط		زیاد		بسیار زیاد	
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
توسعه فضای شهری	سیستم هوشمند تشخیص حرکت موجود زنده	۷	۲۳/۳	۷	۲۳/۳	۹	۳۰	۴	۱۳	۳	۱۰
	سیستم هوشمند اعلام حریق و کنترل آتش و دود	۰	۰	۴	۱۳/۳	۷	۲۳/۳	۱۴	۴۶/۶	۵	۱۶/۶
	سیستم هوشمند تشخیص گازهای خطرناک	۵	۱۶/۶	۶	۲۰	۷	۲۳/۳	۹	۳۰	۳	۱۰
	سیستم کنترل تردد و قفل-های هوشمند	۸	۲۶/۶	۱۱	۳۶/۶	۷	۲۳/۳	۳	۱۰	۱	۳/۳
	گیت‌های هوشمند کنترل پارکینگ	۱۰	۳۳/۳	۹	۳۰	۸	۲۶/۶	۳	۱۰	۰	۰
توسعه فضای سبز شهری	سیستم‌های هوشمند تأمین انرژی	۱۵	۵۰	۱۲	۴۰	۳	۱۰	۰	۰	۰	۰
	سیستم هوشمند کنترل دمای محیط	۱۶	۵۳/۳	۱۲	۴۰	۲	۶/۶	۰	۰	۰	۰
	سیستم هوشمند کنترل روشنایی و نور	۱۴	۴۶/۶	۱۱	۳۶/۶	۵	۱۶/۶	۰	۰	۰	۰

ادامه جدول ۲

امتیاز										شاخص	رفاه و آسایش
بسیار زیاد		زیاد		متوسط		کم		بسیار کم			
درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد		
۳/۳	۱	۱۰	۳	۲۰	۶	۲۳/۳	۷	۴۳/۳	۱۳	سیستم پنجره‌های هوشمند	
۰	۰	۰	۰	۱۳/۳	۴	۳۶/۶	۱۱	۵۰	۱۵	سیستم پرده‌های هوشمند	
۰	۰	۰	۰	۶/۶	۲	۴۰	۱۲	۵۳/۳	۱۶	سیستم‌های هوشمند صوتی و تصویری	
۰	۰	۰	۰	۳/۳	۱	۳۶/۶	۱۱	۶۰	۱۸	سیستم کلید و پرزهای هوشمند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۰	۱۲	۶۰	۱۸	سیستم هوشمند آبیاری و تغذیه حیوانات خانگی	

مأخذ: (یافته‌های پژوهش)

هوشمند و با ۶۰ درصد رأی بسیار کم و ۳۶ درصد رأی کم در جایگاه دوم کم‌اهمیت‌ترین شاخص‌های هوشمند مسکن در کاهش میزان آسیب‌پذیری کالبدی مسکن شهری در منطقه یک تهران می‌باشند. در میان سه مؤلفه اصلی امنیت و ایمنی، صرفه جوی در انرژی و رفاه و آسایش، شاخص‌های مربوط به مؤلفه امنیت و ایمنی بالاترین امتیازات را از صاحب‌نظران امر دریافت کرده‌اند به گونه‌ای که چهار شاخص از ۵ شاخص مربوط به امنیت و ایمنی در ردیف تأثیرگذارترین شاخص‌ها بر کاهش آسیب‌پذیری کالبدی مسکن شهری می‌باشند، و در سوی مقابل هر سه شاخص بخش رفاه و آسایش در زمره کم‌اثرترین شاخص‌های مؤثر بر میزان آسیب‌پذیری کالبدی مسکن شهری می‌باشند.

جدول شماره ۲ که مربوط به سنجش تأثیر شاخص‌های مسکن هوشمند بر میزان تأثیرپذیری مسکن شهری منطقه ۱ تهران از آسایش، صاحب‌نظران و نخبگان بخش مسکن است، نشان می‌دهد که شاخص سیستم‌های هوشمند اعلام حریق و کنترل آتش و دود با ۱۶ درصد امتیاز بسیار زیاد، ۴۶ درصد امتیاز زیاد و ۲۳ درصد امتیاز متوسط بیشترین تأثیر را از نظر جامعه پاسخگویان در کاهش آسیب‌پذیری کالبدی مسکن شهری منطقه یک تهران داشته است. پس‌از این شاخص، شاخص سیستم هوشمند تشخیص گازهای خطرناک با ۱۰ درصد امتیاز بسیار زیاد، ۳۰ درصد امتیاز زیاد و ۲۳ درصد امتیاز متوسط قرار دارد. از سوی دیگر صاحب‌نظران بر این باورند که شاخص‌های سیستم هوشمند آبیاری و تغذیه حیوانات خانگی با ۶۰ درصد امتیاز بسیار کم و ۴۰ درصد کم‌اهمیت‌ترین شاخص هوشمند مسکن در کاهش آسیب‌پذیری کالبدی مسکن شهری است. همچنین شاخص سیستم‌های کلید و پرزهای

جدول ۳. نتایج تحلیل مسیر شاخص‌های تاثیرگذار بر کاهش آسیب پذیری مسکن شهری

همبستگی با کاهش آسیب پذیری کالبدی مسکن	اثر غیرمستقیم				اثر مستقیم	منطقه ۱ شهر تهران
	جمع کل	رفاه و آسایش	صرفه جویی در انرژی	امنیت و ایمنی		متغیرهای وارد شده به مدل
۰/۸۹۰	۰/۴۰۲	۰/۳۹۳	۰/۰۰۹	-	۰/۸۹۲	امنیت و ایمنی
۰/۲۴۳	۰/۰۲۵	۰/۰۲۱	-	۰/۰۰۴	۰/۳۹۸	صرفه جویی در انرژی
۰/۲۳۰	۰/۸۴۳	-	-۰/۰۲	۰/۸۶۳	۰/۴۲۲	رفاه و آسایش

مأخذ: (یافته های پژوهش)

تحلیل نتایج نشان دهنده اثر مستقیم و معنی دار متغیر صرفه جویی انرژی نیز می باشد. که اثر مستقیم این متغیر (۰/۳۹۸) قسمت اعظم ضریب همبستگی آن با کاهش آسیب پذیری مسکن شهری را تشکیل می دهد.

۴. نتیجه گیری و پیشنهادها

همزمان با شکل گیری جوامع بشری و به تبع آن تلاش جدی بشر برای ایجاد آسایش در زندگی شخصی خود، تأمین مسکن مناسب به عنوان یکی از مهم ترین خواست های بشری مطرح گردیده است. که امروزه با توجه به تغییرات ایجاد شده در فرهنگ، علایق، خواسته ها و نیازهای افراد و ورود فناوری به تمامی عرصه های زندگی، از جمله مقوله مسکن و محل زندگی افراد. ورود فناوری های برتر به صنعت ساختمان و لزوم پاسخگویی به نیازهای جدید افراد جامعه مسکن هوشمند به عنوان پدیده ای نوظهور اما به شدت جذاب در کانون توجهات قرار گرفته است. از مهم ترین عوامل و قابلیت های مسکن هوشمند که آن را مورد اقبال مصرف کنندگان قرار داده است می توان به: امنیت و ایمنی، راحتی و آسایش، تسهیل

به منظور پاسخگویی به این سؤال که آیا شاخص های مورد نظر ما در این تحقیق بر روی کاهش آسیب پذیری مسکن شهری تأثیرگذار مؤثر بوده است؟ از مدل تحلیل مسیر در محیط SPSS استفاده شده است. نتایج حاصل از تجزیه علیت در منطقه یک تهران بیانگر آن است که کلیه عوامل دارای اثر مستقیم و معنی دار بر روی کاهش آسیب پذیری مسکن شهری می باشند. تفکیک آثار علی و غیرعلی متغیرها بر روی کاهش آسیب پذیری مسکن شهری، در جدول شماره ۳ نشان می دهد که امنیت و ایمنی بیشترین اثر مستقیم را به طور مثبت و معنی دار بر کاهش آسیب پذیری مسکن شهری دارد. (۰/۸۹۲). همچنین در جدول دیده می شود که اثر مستقیم متغیر رفاه و آسایش بر روی کاهش آسیب پذیری مسکن شهری معنی دار و مثبت است. نکته قابل توجه در مورد این عامل این است که اثر غیر مستقیم این عامل (۰/۸۶۳) از طریق عامل امنیت و ایمنی بیش از اثر مستقیم آن (۰/۴۲۲) و بسیار قابل توجه است. به عبارتی متغیر رفاه و آسایش از طریق متغیر دیگر الگو یعنی امنیت و ایمنی سبب افزایش چشمگیری در کاهش آسیب پذیری مسکن خواهد شد. در ادامه

مدیریت، مدیریت و صرفه جویی در مصرف انرژی، کمک به ارتقا بهداشت و سلامت و... اشاره کرد. از طرفی با اینکه پدیده مسکن هوشمند در کشور و علی الخصوص تهران به صورت فزاینده ای مورد توجه استفاده کنندگان قرار گرفته است، این پژوهش در راستای تفهیم و مشخص نمودن تاثیر مسکن هوشمند در کاهش آسیب پذیری کالبدی با استناد به منابع علمی در منطقه یک شهر تهران انجام شده است. که در این راستا سؤال: میزان تاثیر شاخص های هوشمند در کاهش میزان آسیب پذیری مسکن شهری محدوده مورد مطالعه مطرح گردید. برای پاسخ گویی به سؤال و تأیید یا رد فرضیه از پرسشنامه جامعه نخبگان (۳۰ نفر)، و برای بهبود کار تحقیق نیز با استفاده از تکنیک سلسله مراتب AHP میزان آسیب پذیری کالبدی واحدهای مسکونی منطقه ۱ شهر تهران بررسی شده است.

همچنین با مطالعات انجام شده درباره آسیب پذیری کالبدی مسکن شهری در منطقه ۱ تهران با استفاده از روش سلسله مراتبی AHP مشخص شده است که بسیاری از نواحی مسکونی منطقه ۱ تهران در معرض آسیب پذیری شدید قرار دارد و به دلیل بافت سنتی و تاریخی، منطقه ۱ شهر تهران و همچنین ساخت و سازهای بلندمرتبه، شیب زیاد این منطقه به دلیل مجاورت یا رشته کوه های البرز همچنین ساخت و سازها منفعت طلبانه و غیر کارشناسی این منطقه را به عنوان یکی از آسیب پذیرترین مناطق مسکونی شهر تهران در مقابل بلایای مختلف قرار داده است. و همان گونه که در شکل شماره ۲ به وضوح قابل مشاهده است، رنگ های متمایل به قرمز نشان از

خطر خیز بودن و بلاخیز بودن این مناطق دارد. درجایی که مجموع عوامل خطرزایی همچون گسل، شیب، و ساخت و سازهای نامناسب در مجاورت یکدیگر قرار می گیرند، شرایط بحرانی و بغرنجی برای واحدهای مسکونی و ساکنان آنها به وجود می آورند، که این مناطق در نقشه فوق به وضوح بارنگ نارنجی پررنگ مشخص شده است که توجه هر چه بیشتر برنامه ریزان، مدیران و خود ساکنان منطقه را می طلبد، نتایج حاصل از مدل تحلیل مسیر نیز نشان می دهد که شاخص های هوشمند تاثیر مثبت و معنی داری چه به صورت مستقیم و چه غیرمستقیم در کاهش آسیب پذیری کالبدی مسکن شهری منطقه ۱ تهران دارد. به طور کلی می توان نتیجه گرفت که اگر چه هر سه عامل در کاهش آسیب پذیری مسکن شهری دارای تاثیر مثبت و معنی دار بوده اند. اما با توجه به نتایج به دست آمده می توان به اهمیت فوق العاده متغیر امنیت و ایمنی پی برد زیرا هم بالاترین اثر مستقیم را در بین دو عامل دیگر به خود اختصاص داده است و هم تاثیر غیر مستقیم آن بر روی عامل رفاه و اسایش شایان توجه است و به عبارت دیگر می توان گفت تمامی اقدامات در جهت کاهش آسیب پذیری در این عامل خلاصه می شود و مستلزم اتخاذ تدابیر مثبت و توجه مسولین امر نسبت به بهبود امنیت و ایمنی مسکن شهروندان می باشد. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده فرضیه تحقیق تأیید می گردد. و می توان گفت تعریف و بازنمایی مسکن هوشمند، میزان استقبال و وجود آن در کشور و محدوده مورد مطالعه، تاثیر مسکن هوشمند بر آسیب-

پذیری کالبدی و... از مهم‌ترین یافته‌های این پژوهش می‌باشند.

کتابنامه

۱. احدنژاد، م.، زلفی، ع.، نوروزی، م. ج. و جلیلی، ک. (۱۳۹۰). ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها در برابر زلزله نمونه موردی شهر خرمدره. فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، ۳(۷)، ۸۱-۹۸.
۲. اربابی یزدی، ا. م. و رافتی سیدیزدی، م. (۱۳۹۱). مصالح هوشمند و تأثیر آن بر خلق معماری یگانه. مشهد: اولین اجلاس ملی بنای ماندگار.
۳. اینالو، ح. (۱۳۸۰). جغرافیای استان قزوین. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
۴. بذرافکن، ش. (۱۳۹۴). نقش حکمروایی خوب شهری در کاهش آسیب‌پذیری مسکن در برابر زلزله مطالعه موردی منطقه ۹ شهر تهران. تهران: پایان‌نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۵. تقوایی، م.، و رنجبر، ع. ا. (۱۳۹۳). ارزیابی میزان آسیب‌پذیری واحدهای مسکونی شهر شیراز براساس شاخص‌های کالبدی، نشریه امداد و نجات، ۶ (۳)، ۱۹-۱.
۶. توکلی، م.، فاضل‌نیا، غ.، و گلدی شرافت، س. ا. (۱۳۸۸). بررسی تحول معماری مسکن روستایی و تدوین الگوی بهینه مطالعه موردی شهرستان آق‌قلا. فصلنامه مسکن و محیط روستا، ۲۸ (۱۲۷)، ۱۴-۳۱.
۷. حبیبی، م.، و اهری، ز. (۱۳۸۳). گزارش طرح مطالعاتی بررسی ابعاد کیفی مسکن در ایران. تهران: انتشارات وزارت مسکن و شهرسازی.
۸. رحمانی نوده، م.، گروسی، ع.، و گروسی، و. (۱۳۹۴). مسکن هوشمند رهیافتی نو در توسعه پایدار. تبریز: اولین همایش ملی علوم زمین و توسعه شهری.
۹. رفیعیان، م.، و خدایی، ز. (۱۳۸۸). بررسی شاخص‌ها و معیارهای موثر بر رضایت‌مندی شهروندان از فضاهای عمومی شهری. نشریه راهبرد، ۱۸ (۵۳)، ۲۴۸-۲۲۷.
۱۰. سازمان بهره‌وری انرژی ایران (۱۳۸۹). گزارش عملکرد شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور در بخش ساختمان در سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۷۹. تهران: سازمان بهره‌وری انرژی ایران.
۱۱. سبحانی نودشه، ا. (۱۳۹۵). تحلیل و بررسی طراحی مسکن بر مبنای هوشمندسازی در هزاره سوم با تأکید بر بهینه‌سازی انرژی. استانبول: کنگره بین‌المللی تحولات نوین پایداری در معماری، شهرسازی، عمران و مهندسی ساختمان.
۱۲. سعیدنیا، ا. (۱۳۷۸). کتاب سبز راهنمای شهرداری‌ها، جلد دوم (کاربری زمین شهر). تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، وزارت کشور.
۱۳. شاه‌رخی فر، ز. (۱۳۹۵). تحلیلی تطبیقی از سیاست‌های اجرایی بخش مسکن در برنامه‌های توسعه بعد از انقلاب (کرمانشاه). پایان‌نامه جهت اخذ کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه تربیت مدرس.
۱۴. عزیزی، م. م. (۱۳۸۴). تحلیلی بر جایگاه و دگرگونی شاخص‌های مسکن شهری در ایران. نشریه هنرهای زیبا، ۲۳ (۲۳)، ۳۴-۲۵.

۱۵. عینالی، ج.، چراغی، م.، و رومیانی، ا. (۱۳۹۳). ارزیابی نقش اعتبارات مسکن در کاهش آسیب پذیری کالبدی سکونتگاه های روستایی مطالعه موردی: دهستان بزینه رود- خدابنده (استان زنجان). *فصلنامه مسکن و محیط روستا*، ۲۳ (۱۴۶)، ۹۰-۷۷.
۱۶. فلاحی، ف.، الشمس، م.، و کمالی، ع. (۱۳۹۱). بررسی توان در مدار وارونگر CMOS با استفاده از تکنولوژی های ۹۰ nm و 65 nm و کاهش ولتاژ منبع تغذیه. اصفهان: اولین اجلاس ملی ایده های نو در مهندسی برق.
۱۷. قافله باشی، س.ا.، و کریمی، م. (۱۳۹۳). بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان با استفاده از شبکه هوشمند بی سیم، تابلوی مدیریت انرژی کلیدهای هوشمند الکتریکی. بابل: اجلاس ملی بهینه سازی مصرف انرژی در علوم و مهندسی.
۱۸. گرجی مهلبانی، ی.، و حاج ابوطالبی، ا. (۱۳۸۸). مصالح هوشمند و نقش آن در معماری. *فصلنامه مسکن و محیط روستا*، ۲۱ (۱۲۷)، ۶۶-۸۱.
۱۹. گلابچی، م.، تقی زاده، ک.، و سروش نیا، ا. (۱۳۹۰). *نانو فناوری در معماری و مهندسی ساختمان*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۲۰. لطفی، ص.، خیرخواه، ز.، و کوچک زاده، م. (۱۳۹۴). تحلیل و اولویت بندی کیفیت مسکن محلات شهری نمونه موردی محلات شهری نکا. *فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس*، ۷ (۲۵)، ۷۱-۵۱.
۲۱. مخبر، ع. (۱۳۶۳). *ابعاد اجتماعی مسکن*، ترجمه مرکز مدارک اقتصادی-اجتماعی. تهران: انتشارات سازمان برنامه و بودجه.
۲۲. مرادیان، م. (۱۳۸۹). سیستم مدیریت ساختمان و مصرف انرژی. *ماهنامه بازار بین الملل*، ۲ (۹)، ۵۸-۵۶.
۲۳. معین، م. (۱۳۷۵). *فرهنگ لغت فارسی معین*. جلد ششم، چاپ نهم، تهران: چاپخانه سپهر.
۲۴. وزارت راه و شهرسازی (۱۳۸۵). طرح جامع مسکن، سند راهبردی-اجرایی. تهران: وزارت راه و شهرسازی.
۲۵. وفامهر، م.، و نازی دیزجی، س. (۱۳۸۹). کاربرد مصالح هوشمند در معماری. *ماهنامه بین المللی راه و ساختمان*، ۸ (۷۴)، ۹۱-۸۳.
26. Forlizzi, J. (2005). Robotic products to assist the aging population. *Interactions*, 12(2), 16-18.
27. Harper, R. (2006). *Inside the smart home*. New York: Springer Science & Business Media.
28. Intille, S. S., Larson, K., Tapia, E. M., Beaudin, J. S., Kaushik, P., Nawyn, J., & Rockinson, R. (2006, May). Using a live-in laboratory for ubiquitous computing research. In K. Fishkin, B. Schiele, P. Nixon, A. Quigley (Eds). *In International Conference on Pervasive Computing* (pp. 349-365). Springer Berlin Heidelberg
29. Kidd, C. D., Orr, R., Abowd, G. D., Atkeson, C. G., Essa, I. A., MacIntyre, B., ... & Newstetter, W. (1999, October). The aware home: A living laboratory for ubiquitous computing research. In N. A. Streitz & Sh. Konomi (Eds). *In International Workshop on Cooperative Buildings* (pp. 191-198). Springer Berlin Heidelberg.
30. Lobaccaro, G., Carlucci, S., & Löfström, E. (2016). A Review of Systems and Technologies for Smart Homes and Smart Grids. *Energies*, 9(5), 348.

31. Nguyen, T. A., & Aiello, M. (2013). Energy intelligent buildings based on user activity: A survey. *Energy and Buildings*, 56, 244-257.
32. Robles, R. J., Kim, T. H. (2010). A review on security in smart home development. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 15(1), 13-22.