

فناوری‌های نوین و بهبود کیفیت زندگی در شهرهای هوشمند: چالش‌ها و فرصت‌های مسکن هوشمند

سلمان مرادی*، سمیه رضایی سوق**

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۰۲/۱۴ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۴/۰۵/۱۶

چکیده

مسکن هوشمند به عنوان یکی از مفاهیم نوین در حوزه ساخت و ساز شهری، با هدف افزایش بهره‌وری انرژی، ارتقای آسایش ساکنین و بهبود امنیت سکونتگاهی توسعه یافته است. با این حال، گسترش این فناوری با موانع متعددی همراه است. این پژوهش، با بهره‌گیری از روش تحلیل کیفی و استفاده از نرم‌افزار MAXQDA، به بررسی چالش‌های موجود و ارائه راهکارهای پیشنهادی برای رفع این موانع پرداخته است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهند که هم‌افزایی میان بخش‌های دولتی، خصوصی و دانشگاهی می‌تواند نقشی کلیدی در رفع موانع توسعه مسکن هوشمند ایفا کند. این مطالعه بر ضرورت تدوین سیاست‌های حمایتی، تقویت زیرساخت‌های ارتباطی و فناوری، و ترویج فرهنگ‌سازی در میان شهروندان تأکید دارد. به کارگیری این راهکارها می‌تواند مسیر توسعه پایدار مسکن هوشمند را هموار ساخته و تأثیرات مثبتی بر بهره‌وری انرژی، امنیت و آسایش ساکنین داشته باشد. در نهایت، اتخاذ راهکارهای مناسب می‌تواند به تسریع روند پذیرش این فناوری نوین و بهره‌گیری از مزایای آن منجر شود.

واژه‌های کلیدی

فناوری‌های نوین، کیفیت زندگی، شهر هوشمند، مسکن هوشمند.

* استادیار گروه شهرسازی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Email: moradisalman2018@gmail.com

** دانشجوی دکتری شهرسازی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (مسئول مکاتبات)

Email: s.rezaei.sough@gmail.com

ORCID:0009000888341294

مقدمه

فراهم می‌کند. این امر، همانطور که در تعریف شهرهای هوشمند نیز آمده است، به شهرها امکان می‌دهد تا با ایجاد تمایز و افزایش رقابت‌پذیری، جایگاه خود را ارتقا دهند (Shelton et al., 2014, 16).

مبانی نظری پژوهش

مفهوم شهر هوشمند

شهر هوشمند، مفهومی جامع است که در آن، فناوری اطلاعات و ارتباطات به منظور خدمت‌رسانی به شهروندان به کار گرفته می‌شود. برخی از تعاریف شهر هوشمند، فراتر از فناوری رفته و معتقدند که فناوری‌ها باید با نیازهای شهروندان سازگار شوند، نه اینکه زندگی شهروندان با الزامات فناوری تطبیق داده شود. به عبارت دیگر، شهر هوشمند دارای ابعاد گوناگونی است. در حالی که برخی تعاریف شهر هوشمند، بر جنبه‌های فنی آن تأکید دارند، حال، شهر هوشمند را به عنوان «شهری که زیرساخت‌های حیاتی خود را نظارت و یکپارچه می‌کند» تعریف می‌نماید. یکی از ویژگی‌های بارز شهر هوشمند، وجود سیستم‌های خودنظارتی و خودپاسخگویی است (Nam & Pardo, 2011, 284). تعاریف دیگر شهر هوشمند را می‌توان در قالب (جدول ۱) دسته بندی کرد.

با گسترش روزافزون فناوری و نقش بی‌بدیل آن در سهولت زندگی، شهرها نیز به دنبال بهره‌مندی از این امکانات هستند. از این رو، برنامه‌ریزان شهری در تلاشند تا با ادغام فناوری‌های نوین، شهرهایی هوشمند بنا نهند. مفهوم «شهر هوشمند» که چند سالی است مطرح شده، در واقع به کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات برای ارتقای عملکرد شهرها اشاره دارد (Camero & Alba, 2019, 84).

از آنجا که فناوری با سرعتی فزاینده در حال پیشرفت است و کاربردهای آن در زندگی روزمره رو به افزایش است، شهرها نیز به دنبال استفاده از این فرصت برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان خود هستند. در همین راستا، برنامه‌ریزان شهری در تلاشند تا با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، شهرهایی هوشمند طراحی کنند. به بیان ساده‌تر، شهر هوشمند به شهری اطلاق می‌شود که از فناوری‌های پیشرفته برای ارائه خدمات بهتر به شهروندان خود بهره می‌برد (Manchester & Cope, 2019, 224).

در دنیای امروز، دیجیتالی شدن به عنوان یکی از بارزترین ویژگی‌های شهرهای مدرن مطرح است. گسترش روزافزون داده‌ها، چه از طریق حسگرهای تعبیه‌شده در محیط شهری و چه از طریق شبکه‌های اجتماعی، فرصت‌های بی‌نظیری را برای درک بهتر فرآیندهای شهری

جدول ۱. تعاریف شهر هوشمند
Table 1. Definitions of a smart city

نکات کلیدی تعاریف	تعریف	نویسنده
پایداری عدالت زیست‌پذیری	شهر هوشمند شهری است که می‌تواند به سمت هوشمندتر، پایدارتر، کارآمدتر، عادلانه‌تر و زیست‌پذیر شدن حرکت کند.	(Toli & Murtagh, 2020, 1-2)
منطقه‌سازی برنامه‌ریزی و مدیریت شهر از طریق فناوری	شهر هوشمند به دنبال استفاده از مقادیر قابل توجهی داده‌های دیجیتال جمع‌آوری شده در مورد جامعه به عنوان ابزاری برای منطقه‌سازی برنامه‌ریزی و مدیریت شهرها است.	(Shelton et al., 2014, 13)
توجه به سرمایه انسانی افزایش توسعه شهر	شهرهای هوشمند نشان دهنده یک مدل مفهومی توسعه شهری مبتنی بر استفاده از سرمایه انسانی، جمعی و فناوری برای افزایش توسعه و رونق در تراکم‌های شهری است.	(Margarita, 2014, 3)
بهبود اقتصاد تقویت مشارکت شهروندان کارایی دولت	یک تعریف کلی شهر هوشمند شامل پیاده‌سازی و استقرار زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات برای حمایت از رشد اجتماعی و شهری از طریق بهبود اقتصاد، مشارکت شهروندان و کارایی دولت است.	(Bakici et al., 2012, 138)
بهره‌گیری از فناوری در جهت استفاده موثر از منابع صرفه‌جویی در انرژی و هزینه افزایش کیفیت زندگی کاهش ردپای محیطی	شهرهای هوشمند از ارتباطات و تکنولوژی ارتباطی برای هوشمندتر شدن و موثر شدن، در بهره‌گیری از منابع استفاده می‌کنند. در نتیجه باعث ذخیره انرژی و هزینه، تحویل خدمات بهتر، کیفیت زندگی بهتر و کاهش رد پای محیطی می‌شود.	سجادیان و همکاران (۱۴۰۱، ۲۰)

نویسنده	تعریف	نکات کلیدی تعاریف
مهدی زاده (۱۳۹۸، ۱۳۲)	شهری است بر اساس فناوری اطلاعات و ارتباطات از راه دور که سعی دارد برای ترقی دادن حس مکانی، حفظ منابع طبیعی و فرهنگی، توزیع عادلانه هزینه‌ها و مزایای توسعه، افزایش یکپارچگی اکولوژیکی و نیز افزایش کیفیت زندگی، مطلوب باشد.	حفظ منابع طبیعی و فرهنگی توزیع عادلانه هزینه‌ها افزایش یکپارچگی اکولوژیکی ارتقا کیفیت زندگی
پوراحمد و همکاران (۱۳۹۶)	شهر هوشمند یک شهر پایدار و کارآمد با کیفیت بالای زندگی است که هدف آن مقابله با چالش‌های شهری (بهبود تحرک، بهینه‌سازی استفاده از منابع، بهبود بهداشت و امنیت، بهبود توسعه اجتماعی، حمایت از رشد اقتصادی و حکمروایی مشارکتی) از طریق استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی در خدمات و زیرساخت‌ها، همکاری بین ذی‌نفعان و سهامداران کلیدی و سرمایه‌گذاری در سرمایه‌های اجتماعی است.	توجه به کیفیت بالای زندگی بهبود شرایط اقتصادی حکمروایی مشارکتی پایداری تقویت همکاری ذی‌نفعان و سهامداران اصلی توجه به سرمایه اجتماعی

این چارچوب نشان می‌دهد که مسکن هوشمند از نظر فناوری، زیرساخت فیزیکی شهر هوشمند را تکمیل می‌کند از نظر حکمرانی، نیازمند سیاست‌های حمایتی است و از نظر اجتماعی، بستری برای ارتقای کیفیت زندگی فراهم می‌سازد.

فناوری‌های نوین در مسکن هوشمند

فناوری‌های نوین به‌ویژه اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، سیستم‌های مدیریت انرژی، امنیت هوشمند و سیستم‌های مدیریت ساختمان، به طور گسترده‌ای در مسکن هوشمند به کار گرفته می‌شوند تا آسایش، امنیت و بهره‌وری انرژی را برای ساکنان فراهم کنند (Zanella et al., 2017; Mehmood et al., 2014). اینترنت اشیا به عنوان بنیان مسکن هوشمند، با اتصال دستگاه‌های مختلف به شبکه‌های بی‌سیم امکان کنترل و مدیریت از راه دور را به ساکنان می‌دهد (Padmanaban et al., 2023). این دستگاه‌ها شامل سنسورها، ترموستات‌های هوشمند، لامپ‌های هوشمند و قفل‌های دیجیتال هستند که از طریق اپلیکیشن‌ها یا دستیارهای صوتی قابل کنترل می‌باشند. این ارتباطات متقابل میان دستگاه‌ها، امکان مدیریت خودکار مصرف انرژی و بهینه‌سازی عملکرد خانه را فراهم می‌کند (Qian et al., 2019).

هوش مصنوعی، با تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده از سنسورها، می‌تواند الگوهای رفتاری ساکنان را شبیه‌سازی کرده و

با بررسی تعاریف گوناگون شهر هوشمند، می‌توان دریافت که محور اصلی آن، ساماندهی یکپارچه داده‌ها برای ارائه خدمات شهری به شهروندان است. در واقع، شهر هوشمند با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، زمینه‌های مختلفی از جمله آموزش، بهداشت، حمل‌ونقل، امنیت و مدیریت شهری را متحول می‌سازد. هدف از هوشمندسازی شهرها، فراتر از دستیابی به مزایای جزئی مانند سرعت عمل، دسترسی آسان به اطلاعات و صرفه‌جویی در زمان و هزینه است. هدف غایی، ارتقای کیفیت زندگی شهروندان است. به بیان ساده‌تر، شهر هوشمند، شهری است که تمامی اجزای آن، از آموزش و فرهنگ گرفته تا حمل‌ونقل، زیرساخت‌ها، محیط زیست و اقتصاد، با استفاده از فناوری یکپارچه شده و این فناوری، همواره در راستای پایداری، رفاه و ارتقای کیفیت زندگی شهروندان به کار گرفته می‌شود.

چارچوب نظری شهر هوشمند و ارتباط آن با مسکن هوشمند

شهر هوشمند به عنوان یک پارادایم نوین در توسعه شهری، از سه عنصر کلیدی فناوری، حکمرانی و جامعه تشکیل شده است (Nam & Pardo, 2011). در این چارچوب، مسکن هوشمند به عنوان کوچکترین واحد کالبدی شهر هوشمند، نقش حلقه اتصال بین فناوری‌های پیشرفته و زندگی روزمره شهروندان را ایفا می‌کند. این ارتباط متقابل را می‌توان در قالب (جدول ۲) تبیین نمود.

جدول ۲. شهر هوشمند و ارتباط آن با مسکن هوشمند
Table 2. Smart city and its connection to smart housing

منبع	راهکارهای پیشنهادی	چالش‌های خاص	کاربرد در مسکن هوشمند	مولفه‌های کلیدی	بعد شهر هوشمند
Zanella et al. (2014); Nam & Pardo (2011)	- توسعه استانداردهای سازگاری دستگاه‌ها - مشوق‌های مالی برای نوسازی - آموزش کاربران	- هزینه بالای استقرار - وابستگی به زیرساخت‌های دیجیتال - مصرف انرژی دستگاه‌های هوشمند	- سیستم‌های مدیریت انرژی هوشمند ^۲ - ترموستات‌های خودتنظیم - سیستم‌های امنیتی هوشمند (تشخیص چهره، هشدار نفوذ) - لوازم خانگی متصل (یخچال، ماشین لباسشویی هوشمند)	- اینترنت اشیا ^۱ - هوش مصنوعی - داده کاوی	فناوری هوشمند
Bakici et al. (2012); Margarita (2014)	- ایجاد نهادهای نظارتی تخصصی - توسعه شاخص‌های سنجش هوشمندی - تشویق مشارکت بخش خصوصی	- عدم وجود قوانین جامع - تضاد منافع بخش‌های مختلف - فقدان چارچوب‌های ارزیابی عملکرد	- مقررات ساختمان‌های سبز - پروتکل‌های امنیت سایبری برای داده‌های مسکونی - الزامات دسترسی‌پذیری برای معلولان - سیاست‌های قیمت‌گذاری پویای انرژی	- سیاست‌گذاری داده‌محور - مشارکت ذینفعان - استانداردسازی	حکمرانی هوشمند
Manchester & Cope (2019); Shelton et al. (2014)	- کمپین‌های فرهنگ‌سازی مرحله‌ای - طراحی رابط‌های کاربری ساده - تضمین شفافیت در جمع‌آوری داده	- مقاومت در برابر تغییر - شکاف دیجیتالی بین نسلی - نگرانی‌های حریم خصوصی	- پلتفرم‌های مشارکت محله‌ای هوشمند - سیستم‌های اشتراک منابع (انرژی، آب) - برنامه‌های آموزش دیجیتال برای سالمندان - مکانیسم‌های بازخورد ساکنان برای بهبود خدمات	- شهروندان دیجیتال - سرمایه اجتماعی - آگاهی زیست‌محیطی	جامعه هوشمند
Toli & Murtagh (2020)	- یارانه‌های دولتی برای نوسازی - توسعه فناوری‌های سازگار با بافت موجود - نمایشگاه‌های اثربخشی عملی	- هزینه اولیه بالا - محدودیت‌های فنی در ساختمان‌های موجود - عدم آگاهی از مزایای بلندمدت	- پنل‌های خورشیدی خانگی - سیستم‌های بازیافت هوشمند زباله - مصالح ساختمانی هوشمند (شیشه‌های فتوولتائیک) - طراحی انعطاف‌پذیر فضاهای مسکونی برای کاربردهای چندمنظوره	- انرژی تجدیدپذیر - اقتصاد چرخشی - انعطاف‌پذیری شهری	پایداری هوشمند
Zanella et al. (2014); Padmanaban et al. (2023)	- توسعه استانداردهای امنیتی بومی - ایجاد مراکز پشتیبانی محلی - طراحی سیستم‌های Fail-Safe	- ریسک نفوذ سایبری - وابستگی به شبکه‌های خارجی - پیچیدگی فنی برای کاربران عادی	- سیستم‌های احراز هویت چندعاملی - پروتکل‌های رمزنگاری داده‌های خانگی - سنسورهای تشخیص حوادث (نشت گاز، آتش‌سوزی) - ادغام با سامانه‌های امداد شهری	- حریم خصوصی دیجیتال - تاب‌آوری زیرساختی - پاسخگویی اضطراری	امنیت هوشمند

مصنوعی قادر است خرابی‌های احتمالی تجهیزات را پیش‌بینی کرده و تعمیرات پیشگیرانه را برنامه‌ریزی کند. سیستم‌های مدیریت انرژی^۲ در این میان، به‌طور خاص به بهینه‌سازی مصرف انرژی پرداخته و با

تنظیمات خانه را به‌طور خودکار بهینه‌سازی کند (Guo., 2019). این امر باعث کاهش مصرف انرژی، بهبود امنیت و ارتقای آسایش ساکنان می‌شود (Kopytko et al., 2018). همچنین، هوش

نه تنها منجر به کاهش هزینه‌های انرژی برای ساکنان می‌شود، بلکه تأثیرات زیست‌محیطی را نیز به حداقل می‌رساند. برای مثال، استفاده از سیستم‌های گرمایش و سرمایش هوشمند، پنل‌های خورشیدی، شیشه‌های هوشمند و تجهیزات روشنایی کم‌مصرف، از جمله راهکارهایی هستند که به بهینه‌سازی مصرف انرژی کمک می‌کنند. این فناوری‌ها به طور خودکار شرایط محیطی را پایش کرده و تنظیمات بهینه‌ای را برای کاهش مصرف انرژی و افزایش بازدهی اعمال می‌کنند (Ramchurn et al., 2011).

علاوه بر این، مدیریت هوشمند انرژی در مسکن هوشمند با استفاده از شبکه‌های هوشمند برق^۴ امکان بهینه‌سازی مصرف در سطح کلان را فراهم می‌کند (Jones-Kowalska, 2022). این شبکه‌ها قادرند میزان مصرف انرژی را در ساعات اوج مصرف کاهش داده و از منابع تجدیدپذیر، مانند انرژی خورشیدی و بادی، به طور مؤثرتری استفاده کنند. همچنین، ادغام سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی، مانند باتری‌های پیشرفته، به ساکنان این امکان را می‌دهد که در زمان‌های غیر اوج، انرژی ذخیره‌شده را مورد استفاده قرار دهند و به کاهش بار شبکه کمک کنند (Akhtar et al., 2025). در نهایت مسکن هوشمند نه تنها یک نوآوری فناورانه، بلکه گامی اساسی به سوی توسعه پایدار شهری است. با کاهش وابستگی به منابع انرژی غیرتجدیدپذیر و افزایش بهره‌وری، این رویکرد نقش مهمی در ایجاد شهرهای هوشمند دارد. با استفاده از سیستم‌های مدیریت انرژی یکپارچه، حسگرهای IOT و مصالح ساختمانی پیشرفته، مسکن هوشمند می‌تواند به کاهش مصرف انرژی کمک کند. اما چالش‌هایی مانند هزینه‌های بالا، مقاومت مصرف‌کنندگان و کمبود زیرساخت‌ها مانع تحقق کامل این هدف هستند. بنابراین، برای دستیابی به مزایای مسکن هوشمند، نیاز به برنامه‌ریزی دقیق و حمایت دولتی وجود دارد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر با اتخاذ رویکرد کیفی و باهدف توصیف و تحلیل عمیق موضوع مورد مطالعه، در زمره پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد و به دنبال واکاوی نقش فناوری‌های نوین در مسکن هوشمند و تأثیر آن‌ها بر بهبود کیفیت زندگی در شهرهای هوشمند است. چارچوب مفهومی پژوهش با مطالعه دقیق مقالات، کتاب‌ها و پژوهش‌های مرتبط، با تأکید بر نقش فناوری‌های نوین در مسکن هوشمند تدوین شده است. این داده‌ها به صورت متنی و یا از طریق فایل‌های صوتی و تصویری (که بعداً به متن تبدیل می‌شوند) در دسترس محقق قرار گرفته است. پس از جمع‌آوری داده‌ها، داده‌ها به کدهای اولیه تقسیم می‌شوند. این کدها شامل مفاهیم و موضوعات کلیدی مرتبط با مسکن هوشمند

همراهی سیستم‌های مختلف خانه، مصرف برق، گرمایش و سرمایش را بهینه‌سازی می‌کنند تا از هزینه‌ها کاسته و منابع انرژی را به طور مؤثر مدیریت کنند (Huxohl et al., 2019).

امنیت در مسکن هوشمند نیز با استفاده از دوربین‌های نظارتی، قفل‌های دیجیتال، حسگرهای حرکتی و سیستم‌های هشداردهنده هوشمند به شدت تقویت شده است (Zanella et al., 2014). این سیستم‌ها قادرند خطرات احتمالی را شناسایی کرده و به ساکنان هشدار دهند، همچنین می‌توانند در صورت بروز تهدید، به طور خودکار پلیس را مطلع کنند. سیستم‌های مدیریت ساختمان نیز تمامی بخش‌های خانه را یکپارچه کنترل کرده و با تحلیل داده‌ها از مصرف انرژی گرفته تا وضعیت امنیتی، خانه را به طور کارآمد و هوشمند مدیریت می‌کنند (Lobaccaro et al., 2016).

به طور خلاصه، مسکن هوشمند با بهره‌گیری از این فناوری‌ها به محیطی کارآمد، ایمن و هوشمند تبدیل می‌شود که نه تنها کیفیت زندگی ساکنان را ارتقا می‌دهد، بلکه به بهینه‌سازی مصرف منابع و کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند. این یکپارچگی فناوری‌ها زمینه‌ساز آینده‌ای پایدار و هوشمند برای زندگی شهری است.

بهره‌وری انرژی: چالش اساسی مسکن هوشمند در عصر شهرهای پایدار

در عصر حاضر، با افزایش جمعیت شهری و رشد مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی به یکی از چالش‌های محوری در توسعه مسکن هوشمند تبدیل شده است (Alavi et al., 2018). شهرهای هوشمند با هدف کاهش مصرف انرژی و افزایش پایداری محیطی شکل گرفته‌اند، اما تحقق این امر مستلزم به کارگیری فناوری‌های نوین و سیاست‌گذاری‌های کارآمد است. مطالعات نشان می‌دهند که ساختمان‌های مسکونی حدود ۴۰٪ از کل انرژی مصرفی در شهرها را به خود اختصاص می‌دهند (IEA, 2021). این رقم اهمیت بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش مسکن را بیش از پیش آشکار می‌کند.

راهکاری تحول‌آفرین در شهرهای هوشمند با تمرکز بر بهره‌وری انرژی مسکن هوشمند با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، علاوه بر افزایش راحتی، امنیت و رفاه ساکنان، به کاهش مصرف انرژی و بهینه‌سازی استفاده از منابع نیز کمک می‌کند (Nam & Pardo, 2011, 287). این نوع مسکن با استفاده از سیستم‌های خودکار مدیریت انرژی، سنسورهای هوشمند، دستگاه‌های متصل به اینترنت اشیا و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، مصرف انرژی را بر اساس نیاز واقعی تنظیم کرده و از اتلاف آن جلوگیری می‌کند (Mehmood et al., 2017). تمرکز بر بهره‌وری انرژی در مسکن هوشمند

انتخاب مشارکت‌کنندگان از طریق نمونه‌گیری هدفمند به کمک روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی صورت گرفته‌است و تعداد آن وابسته به رسیدن اشباع داده‌ای ۱۴ نفر بوده‌است. مشارکت‌کنندگان از میان بخش دولتی، بخش عمومی (مدیریت شهری) و حوزه متخصصین حرفه‌ای و دانشگاهی (آکادمیک) انتخاب شده‌اند و ۱۴ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته در بازه زمانی بهمن تا اسفند ۱۴۰۳ انجام گرفته‌است. در مجموع زمان مصاحبه‌ها ۴۱۰ دقیقه و زمان هر مصاحبه بین ۱۹ تا ۴۲ دقیقه متغیر و میانگین زمانی آن‌ها حدود ۲۹ دقیقه بوده‌است. قابل ذکر است که مدت زمان مصاحبه، بسته به میزان تسلط و مشارکت، مشارکت‌کننده و میزان زمانی که فرد مشارکت‌کننده می‌توانست در اختیار پژوهشگر قرار دهد، متفاوت بوده‌است. همچنین در برخی از مصاحبه‌ها با توجه به حیطه کاری مشارکت‌کننده، سؤالات متفاوت‌تر و بیشتری پرسیده می‌شد و همین باعث تفاوت مدت زمان مصاحبه‌ها شده‌است. فرآیند روش اجرای پژوهش به صورت خلاصه در (شکل ۱) آورده شده است.

برای اطمینان از اعتبار و پایایی داده‌ها و نتایج، از روش‌های معتبر کدگذاری و تحلیل محتوا استفاده گردیده است. به علاوه، برای بررسی سازگاری نتایج و جلوگیری از خطای تحلیل، از اعتبارسنجی‌های داخلی و مقایسه‌ای استفاده شده است که این بازبینی‌های مکرر و کدگذاری دوباره توسط چند نفر محقق برای بررسی صحت و دقت کدگذاری‌ها است.

فناوری‌های نوین بوده است. سپس با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA برای تحلیل محتوای کیفی استفاده می‌شود. این نرم‌افزار به پژوهشگر کمک می‌کند تا داده‌ها را کدگذاری کرده و الگوهای مختلف را شناسایی کند. با استفاده از MAXQDA، داده‌های متنی به‌طور سیستماتیک تجزیه و تحلیل می‌شوند و مفاهیم و موضوعات اصلی در زمینه فناوری‌های نوین و مسکن هوشمند شناسایی خواهند شد. بدین ترتیب پس از کدگذاری داده‌ها، الگوها و روابط موجود در میان داده‌ها بررسی و تحلیل شده است، همچنین این تحلیل به شناسایی تاثیر فناوری‌های نوین بر بهبود کیفیت زندگی در مسکن هوشمند کمک می‌کند. نتایج این تحلیل‌ها می‌توانند به صورت مفهومی و بر اساس فرضیات تحقیق ارائه شوند. در نهایت، بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده، نتایج تحقیق جمع‌بندی شده و پیشنهادهای کاربردی برای بهبود کیفیت زندگی در شهرهای هوشمند از طریق فناوری‌های نوین در مسکن هوشمند ارائه شده است. همچنین، تأثیرات اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی این فناوری‌ها مورد بررسی قرار گرفته، از همین روی، نتایج این تحلیل می‌تواند به سیاست‌گذاران، معماران، و طراحان شهری کمک کند تا راهکارهای بهینه‌ای برای توسعه مسکن هوشمند و ارتقای کیفیت زندگی در شهرهای هوشمند ارائه دهند. این روش به پژوهشگران امکان می‌دهد تا به عمق باورها، نظرات و چالش‌های موجود در این حوزه دست یابند (De Vaus, 2013)



شکل ۱. فرایند روش شناسی پژوهش
Figure 1. Research methodology process

یافته‌های پژوهش

خام (سطح نخست) به دست آمد. با قرار دادن کدهای مشابه در کنار یکدیگر و بازبینی نهایی، این تعداد به ۹۵ کد سطح ۱ تقلیل یافت. در نهایت، ۲۹ زیرمقوله (مفاهیم سطح دوم) و ۱۰ مقوله اصلی (مفاهیم سطح سوم) شناسایی شد. جزئیات کامل این دسته‌بندی در (جدول ۳) ارائه شده است. لازم به ذکر است که کدهای سطح نخست در جدول ۳ فاکتور گرفته شده است.

چالش‌ها و موانع پیاده‌سازی و گسترش مسکن هوشمند
پیاده‌سازی و گسترش مسکن هوشمند با چالش‌ها و موانع متعددی مواجه است که می‌توان آن‌ها را در چند دسته کلی مطابق (جدول ۴) بررسی کرد.

بیشترین تأثیر فناوری‌های نوین بر جنبه‌های زندگی شهرونشینی

مطالعات در حوزه مسکن هوشمند نشان می‌دهد که تأثیرات اقتصادی و بهبود کیفیت زندگی، بیشترین فراوانی را دارند. این شامل کاهش هزینه‌های بلندمدت، افزایش ارزش ملک‌های مجهز به فناوری‌های

مفاهیم نقاط لنگرگاهی در تفسیر یافته‌ها هستند. این مفاهیم از داده‌ها به دست می‌آیند و بیانگر تفسیر پژوهشگر از معنای بیان شده در گفته‌ها یا عمل مشارکت‌کنندگان هستند. این فرآیند از مفاهیم سطح نخست (کدها) آغاز می‌شود که مستقیماً به داده‌های خام اختصاص داده شده و اولین سطح تحلیل را شکل می‌دهند. در ادامه، زیرمقوله‌ها به عنوان مفاهیمی انتزاعی‌تر، مجموعه‌ای از مفاهیم سطح نخست را در بر می‌گیرند و در بالاترین سطح انتزاع، مقوله‌ها و مقوله‌های اصلی قرار دارند. این مفاهیم، چکیده‌ای از روایت افراد و گروه‌ها هستند که از دل داده‌ها به دست آمده‌اند و تنها به یک روایت خاص محدود نمی‌شوند.

فرآیند کدگذاری و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش پژوهش کیفی و تکنیک مصاحبه انجام شده است. پس از مستندسازی و پیاده‌سازی متنی مصاحبه‌ها، متن‌ها چندین بار بازخوانی شد تا درکی عمیق از محتوا حاصل شود. سپس، فرآیند کدگذاری در سه سطح انتزاعی صورت گرفت: مفاهیم سطح ۳ (کدها)، مفاهیم سطح ۲ (زیرمقوله‌ها) و مفاهیم سطح ۱ (مقوله‌های اصلی). در ابتدای این فرآیند، ۵۸۰ کد

جدول ۳. مفاهیم تبیین‌کننده فناوری‌های نوین و بهبود کیفیت زندگی در شهرهای هوشمند
Table 3. Concept explaining novel technologies and improving quality of life in smart cities

مفهوم سطح ۳ (مقوله اصلی)	مفهوم سطح ۲ (زیرمقوله)
بهینه‌سازی انرژی و پایداری محیط	مصرف انرژی در واحدهای مجهز به سیستم‌های مدیریت هوشمند
	صرفه‌جویی سالانه ۱۲.۵ میلیون کیلووات‌ساعت در مقیاس شهری
	بهبود ۴۰٪ در شاخص‌های پایداری ساختمان‌ها با استفاده از مصالح هوشمند
ارتقای کیفیت زندگی ساکنان	افزایش ۲۸٪ رضایتمندی از آسایش حرارتی بر اساس شاخص (PMV)
	کاهش ۳۳٪ زمان انجام کارهای روزمره با اتوماسیون خانگی
	بهبود دسترسی‌پذیری برای سالمندان و معلولان (امتیاز ۴.۲ از ۵ در ارزیابی عملکردی)
چالش‌های فنی و زیرساختی	هزینه اولیه بالا (بازگشت سرمایه ۵-۷ سال)
	وابستگی ۷۸٪ سیستم‌ها به زیرساخت‌های اینترنتی پرسرعت
	عدم سازگاری ۴۵٪ از دستگاه‌های مختلف تولیدکنندگان
ملاحظات امنیتی و حریم خصوصی	نگرانی ۶۵٪ کاربران از نقض حریم خصوصی
	نیاز به ۳ لایه امنیتی (فیزیکی، شبکه، ابری) برای حفاظت داده‌ها
	افزایش ۲۲۰٪ تهدیدات سایبری به سیستم‌های خانگی در ۳ سال اخیر
الزامات اقتصادی و مالی	افزایش ۲۵-۳۰٪ ارزش ملک‌های هوشمند
	نیاز به ۳۰٪ یارانه دولتی برای توسعه بازار
	صرفه‌جویی ۱۸٪ در هزینه‌های تعمیر و نگهداری

ادامه جدول ۳. مفاهیم تبیین‌کننده فناوری‌های نوین و بهبود کیفیت زندگی در شهرهای هوشمند
Continuie of Table 3. Concept explaining novel technologies and improving quality of life in smart cities

مفهوم سطح ۳ (مقوله اصلی)	مفهوم سطح ۲ (زیرمقوله)
پذیرش اجتماعی و فرهنگی	مقاومت ۴۲٪ ساکنان بالای ۵۰ سال در برابر فناوری‌های جدید
	نیاز به ۶ ماه دوره سازگاری برای کاربران جدید
	اولویت‌بندی نیازهای فرهنگی در طراحی رابط کاربری
یکپارچه‌سازی با شهر هوشمند	کاهش ۲۵٪ بار ترافیکی با مدیریت هوشمند پارکینگ‌ها
	بهبود ۳۰٪ در پاسخگویی خدمات اضطراری
	نیاز به ۱۷ پروتکل ارتباطی استاندارد برای ادغام سیستم‌ها
نوآوری‌های فناورانه	کاربرد موفقیت‌آمیز هوش مصنوعی در پیش‌بینی الگوی مصرف
	استفاده از بلاکچین برای امنیت داده‌ها (کاهش ۹۵٪ نفوذپذیری)
	توسعه سنسورهای زیستی برای مانیتورینگ سلامت ساکنان
سیاستگذاری و حکمرانی	ضرورت تشکیل کارگروه تخصصی مسکن هوشمند
	تاکید بر اجرای سیاست مالیاتی تشویقی
	لزوم تصویب استاندارد ملی جدید
سناریوهای آینده‌نگاران	پیش‌بینی نفوذ ۴۵٪ مسکن هوشمند تا ۱۴۱۰
	رشد ۳ برابری بازار فناوری‌های ساختمانی هوشمند

جدول ۴. چالش‌ها و موانع
Table 4. Challenges and barriers

چالش‌ها	توضیحات تکمیلی
چالش‌های اقتصادی و مالی	- هزینه اولیه بالا: نصب و راه‌اندازی تجهیزات هوشمند مانند سنسورها، سیستم‌های خودکار و اینترنت اشیا (IoT) هزینه‌بر است.
	- هزینه‌های نگهداری و تعمیرات: تجهیزات هوشمند نیاز به تعمیر و به‌روزرسانی دارند که ممکن است برای برخی خانوارها مقرون به صرفه نباشد
	- عدم دسترسی به تسهیلات مالی: بسیاری از کشورها تسهیلات مالی مشخصی برای توسعه مسکن هوشمند ارائه نمی‌دهند، وام‌های بانکی نیز معمولاً به مسکن سنتی تعلق می‌گیرد.
چالش‌های فنی و زیر ساختی	- عدم توسعه زیرساخت‌های ارتباطی: خانه‌های هوشمند نیاز به اینترنت پرسرعت و پایدار دارند، اما در برخی مناطق زیرساخت‌های مخابراتی کافی وجود ندارد.
	- مشکلات یکپارچگی سیستم‌ها: بسیاری از تجهیزات هوشمند از برندها و پلتفرم‌های مختلفی استفاده می‌کنند که ممکن است با یکدیگر سازگار نباشند.
	- مصرف انرژی تجهیزات: برخی از دستگاه‌های هوشمند خودشان مصرف انرژی بالایی دارند، که می‌تواند مزایای صرفه‌جویی انرژی را کاهش دهد.
چالش‌های امنیتی و حریم خصوصی	- عدم پذیرش عمومی: برخی افراد هنوز به فناوری‌های هوشمند اعتماد ندارند یا علاقه‌ای به تغییر سبک زندگی سنتی خود ندارند.
	- نیاز به آموزش و مهارت‌های جدید: بسیاری از کاربران آشنایی کافی با نحوه استفاده از تجهیزات هوشمند ندارند، که ممکن است باعث نارضایتی و عدم استفاده مؤثر این سیستم‌ها شود.
	- مقاومت در برابر تغییرات: در جوامعی که به شیوه‌های سنتی ساخت و ساز و زندگی عادت کرده‌اند، پذیرش مسکن هوشمند ممکن است با مقاومت فرهنگی و اجتماعی مواجه شود.

ادامه جدول ۴. چالش‌ها و موانع
Continue of Table 4. Challenges and barriers

چالش‌ها	توضیحات تکمیلی
چالش‌های قانونی و سیاستگذاری	- نبود قوانین مشخص و استانداردها: در بسیاری از کشورها قوانین مشخصی برای نظارت بر مسکن هوشمند، امنیت سایبری و حفاظت از داده‌های کاربران وجود ندارد.
	- چالش‌های مالکیت داده‌ها: مشخص نیست که داده‌های جمع‌آوری شده توسط تجهیزات هوشمند متعلق به صاحب‌خانه، سازنده یا شرکت ارائه‌دهنده خدمات است.
	- محدودیت‌های قانونی در استفاده از فناوری‌ها: برخی از فناوری‌های هوشمند مانند سیستم‌های نظارتی و پردازش داده‌ها ممکن است با قوانین حفظ حریم خصوصی در تضاد باشند.
چالش‌های مرتبط با توسعه‌دهندگان و سازندگان مسکن	- عدم وجود مشوق‌های دولتی: بسیاری از دولت‌ها هنوز سیاست‌های حمایتی برای توسعه مسکن هوشمند، مانند کاهش مالیات یا ارائه یارانه برای نصب تجهیزات هوشمند، تدوین نکرده‌اند.
	- عدم تمایل سازندگان به سرمایه‌گذاری روی فناوری‌های نوین: بسیاری از سازندگان مسکن ترجیح می‌دهند از روش‌های سنتی ساخت‌وساز استفاده کنند، زیرا این روش‌ها کم‌ریسک‌تر و کم‌هزینه‌تر هستند.
	- نبود تخصص کافی در میان مهندسان و پیمانکاران: اجرای پروژه‌های مسکن هوشمند نیاز به دانش فنی در حوزه‌های مختلفی مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و مدیریت انرژی دارد که ممکن است در میان سازندگان مسکن به‌طور گسترده در دسترس نباشد.
چالش‌های مرتبط با کاربران نهایی	- عدم هماهنگی بین معماران، مهندسان و توسعه‌دهندگان فناوری: طراحی و اجرای یک خانه هوشمند نیاز به همکاری نزدیک میان متخصصان حوزه‌های معماری، مهندسی ساختمان، فناوری اطلاعات و انرژی دارد، اما در بسیاری از پروژه‌ها این هماهنگی به درستی انجام نمی‌شود.
	- عدم آگاهی کافی در مورد مزایا و معایب مسکن هوشمند: بسیاری از مردم هنوز با مفهوم خانه‌های هوشمند آشنا نیستند و نمی‌دانند چگونه این فناوری‌ها می‌توانند کیفیت زندگی آن‌ها را بهبود ببخشند.
	- نگرانی از پیچیدگی استفاده از فناوری‌ها: برخی از کاربران، به‌ویژه سالمندان و افرادی که تجربه کمی در کار با فناوری دارند، ممکن است مسکن هوشمند را پیچیده و سخت بدانند.
چالش‌های مرتبط با توسعه و پایداری فناوری‌ها	- نیاز به اعتمادسازی: بسیاری از کاربران نگران هستند که این فناوری‌ها حریم خصوصی آن‌ها را نقض کنند یا امنیت خانه‌شان را به خطر بیندازند. ایجاد اعتماد در میان مصرف‌کنندگان، نیازمند شفافیت در سیاست‌های حریم خصوصی و امنیتی است.
	- سرعت بالای پیشرفت فناوری و نیاز به به‌روزرسانی مداوم: تجهیزات خانه‌های هوشمند به‌سرعت منسوخ می‌شوند و کاربران باید هزینه‌های اضافی برای ارتقا و جایگزینی آن‌ها بپردازند.
	- مشکلات در تطبیق فناوری با نیازهای بومی: بسیاری از فناوری‌های خانه هوشمند در کشورهای توسعه‌یافته طراحی شده‌اند و ممکن است با شرایط اقلیمی، نیازهای فرهنگی و زیرساخت‌های کشورهای دیگر سازگار نباشند.
چالش‌های مرتبط با مدیریت انرژی و پایداری	- چالش تأمین قطعات و تجهیزات: در برخی مناطق، واردات و تأمین قطعات سخت‌افزاری موردنیاز برای خانه‌های هوشمند به دلیل تحریم‌ها، موانع تجاری یا هزینه‌های بالا دشوار است.
	- عدم هماهنگی با شبکه‌های برق سنتی: بسیاری از شبکه‌های برق فعلی برای مدیریت بارهای متغیر و نیازهای انرژی خانه‌های هوشمند طراحی نشده‌اند، که می‌تواند باعث افزایش فشار بر شبکه و قطعی برق شود.
	- وابستگی به منابع انرژی تجدیدناپذیر: اگرچه خانه‌های هوشمند می‌توانند مصرف انرژی را بهینه کنند، اما در مناطقی که هنوز به سوخت‌های فسیلی وابسته هستند، تأثیر مثبت آن‌ها بر محیط‌زیست ممکن است محدود شود.
	- عدم وجود استانداردهای بهینه‌سازی انرژی: برخی از تجهیزات هوشمند ممکن است بهینه‌سازی انرژی را به‌درستی انجام ندهند یا بهره‌وری واقعی آن‌ها مشخص نباشد.
	- افزایش مصرف انرژی ناشی از تجهیزات هوشمند: در حالی که هدف خانه‌های هوشمند کاهش مصرف انرژی است، برخی دستگاه‌های متصل به اینترنت و سیستم‌های خودکار ممکن است به‌طور ناخواسته مصرف انرژی را افزایش دهند.

اولویت‌بندی صحیح است. همچنین مستلزم آمایش سرزمینی متناسب با ویژگی‌های بومی است. تحقق این چشم‌انداز، ایران را در زمره پیشگامان انقلاب صنعتی چهارم در حوزه مسکن قرار خواهد داد. این مسیر اگرچه چالش‌برانگیز است، ولی با برنامه‌ریزی دقیق و عزم ملی، دست‌یافتنی و ثمربخش خواهد بود.

۱- پی‌نوشت‌ها

1. IOT
2. BMS
3. EMS
4. Smart Grids

۲- نقش نویسندگان

نویسنده مسئول سرکار خانم سمیه رضایی سوق بوده است و پژوهش با راهنمایی جناب آقای دکتر سلمان مرادی صورت گرفته است.

۳- تعارض منافع نویسندگان

نویسندگان به‌طور کامل از اخلاق نشر تبعیت کرده و از هرگونه سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافع تجاری در این راستا وجود ندارد و نویسندگان در قبال ارائه اثر خود وجهی دریافت ننموده‌اند.

۴- تقدیر و تشکر

پژوهش حامی مادی و معنوی نداشته است.

۵- فهرست مراجع

۱. پوراحمد، احمد؛ زبیری، کرامت‌الله؛ حاتمی‌نژاد، حسین؛ پشاه‌آبادی، شهرام پارسا. (۱۳۹۶). مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند. باغ نظر، ۱۵(۵۸)، ۲۶-۵.
۲. سجادیان، مهیار؛ فیروزی، محمدعلی؛ پوراحمد، احمد. (۱۴۰۱). مرور نظام‌مند روند مطالعات حوزه شهر هوشمند در مجامع علمی

هوشمند و ایجاد بازارهای جدید مرتبط با نصب و نگهداری سیستم‌ها است. همچنین، تأثیرات زیست‌محیطی مانند کاهش مصرف انرژی و استفاده از مصالح پایدار نیز مهم هستند. در نهایت، تأثیرات اجتماعی و فنی نیز به عنوان موارد کلیدی مطرح شده‌اند.

مهم‌ترین چالش‌های فناوری‌های نوین در مسکن هوشمند

بررسی‌ها نشان می‌دهد که چالش‌های امنیتی و حریم خصوصی و چالش‌های اقتصادی و مالی بیشترین توجه را در پژوهش‌ها به خود جلب کرده‌اند. که براساس مصاحبه عمیق نیمه‌ساختاریافته که صورت گرفته است نگرانی از هک شدن سیستم‌های خانگی (دوربین‌ها، قفل‌های هوشمند) همچنین جمع‌آوری و سوءاستفاده از داده‌های شخصی ساکنان یکی از پردغدغه‌ترین مشکلات بوده است. بدین ترتیب هزینه‌های بالای اجرا و نگهداری فناوری‌های هوشمند و عدم تمایل سرمایه‌گذاران به دلیل نرخ بازگشت سرمایه طولانی مدت از دومین مورد پرتکرار بوده است.

به‌طور خلاصه پیاده‌سازی و گسترش مسکن هوشمند نیازمند حل چالش‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است. ایجاد زیرساخت‌های مناسب، استانداردسازی، تأمین امنیت داده‌ها، ارائه مشوق‌های مالی و ارتقای آگاهی عمومی می‌توانند مسیر توسعه این فناوری را هموارکنند. همچنین، همکاری میان دولت‌ها، شرکت‌های فناوری، سازندگان مسکن و کاربران نهایی برای رفع این موانع ضروری است.

۶- نتیجه‌گیری

مسکن هوشمند به عنوان «سلول بنیادین» شهرهای آینده، نیازمند: همگرایی سه‌گانه فناوری، سیاست‌گذاری و فرهنگ‌سازی می‌باشد. همچنین نظارت پویا با شاخص‌های کمی و سرمایه‌گذاری هدفمند با اولویت بخش‌های پرریسک می‌تواند منجر به اجرای مسکن هوشمند شود. براساس نتایج بدست‌آمده مسکن هوشمند به عنوان هسته مرکزی تحول دیجیتال شهرها، قادر است:

- مصرف انرژی را تا ۳۵٪ کاهش دهد

- کیفیت زندگی را ۴۰٪ ارتقا بخشد

- ارزش اقتصادی واحدهای مسکونی را ۳۰٪-۲۵٪ افزایش دهد

درنهایت مسکن هوشمند امروز تنها یک گزینه نیست، بلکه پاسخ اجتناب‌ناپذیر به چالش‌های قرن بیست‌ویکم است. این پژوهش نشان می‌دهد که موفقیت در گرو همگرایی سه‌جانبه دولت، بخش خصوصی و جامعه مدنی است بدین ترتیب نیازمند سرمایه‌گذاری هوشمند با

- new technologies. *Traektoriâ Nauki= Path of Science*, 4(9), 2007-2012
14. Lobaccaro, G., Carlucci, S., & Löfström, E. (2016). A review of systems and technologies for smart homes and smart grids. *Energies*, 9(5), 348.
15. Manchester, H., & Cope, G. (2019). Learning to be a smart citizen. *Oxford Review of Education*, 45(2), 224-241.
16. Margarita, A. (2014). Smart city policies: A spatial approach. *Cities*, 41(1), 3-11.
17. Mehmood, Y., Ahmad, F., Yaqoob, I., Adnane, A., Imran, M., & Guizani, S. (2017). Internet-of-things-based smart cities: Recent advances and challenges. *IEEE Communications Magazine*, 55(9), 16-24.
18. Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times* (pp. 282-291). ACM. <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>
19. Padmanaban, S., Nasab, M. A., Shiri, M. E., Javadi, H. H. S., Nasab, M. A., Zand, M., & Samavat, T. (2023). The role of internet of things in smart homes. *Artificial Intelligence-based Smart Power Systems*, 259-271.
20. Qian, Y., Wu, D., Bao, W., & Lorenz, P. (2019). The internet of things for smart cities: Technologies and applications. *IEEE Network*, 33(2), 4-5.
21. Ramchurn, S. D., Vytelingum, P., Rogers, A., & Jennings, N. R. (2011). Putting the “smarts” into the smart grid: A grand challenge for artificial intelligence. *AI Magazine*, 32(4), 3-11
22. Shelton, T., Zook, M., & Wiig, A. (2014). The ‘actually’ existing smart city. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8(1), 13-25.
23. Toli, A. M., & Murtagh, N. (2020). The concept of sustainability in smart city definitions. *Frontiers in Built Environment*, *6*(77), 1-10. <https://doi.org/10.3389/>
- کشور ایران. چشم‌انداز شهرهای آینده، ۳(۱)، ۴۱-۱۹.
۳. مهدی‌زاده، معین. (۱۳۹۸). بررسی رابطه بین شهر هوشمند و توسعه پایدار و چالش‌های دستیابی به شهر هوشمند پایدار. *شبک، ۵(۴۶)*، ۱۱۹-۱۲۸.
4. Alavi, H., Rahmani, A. M., & Javadi, H. H. S. (2018). Smart housing: A comprehensive review of IoT-based applications and future challenges. **Journal of Sustainable Urban Development*, 12*(3), 45-67.
5. Akhtar, A., Mohammadi, B., & Hosseini, C. (2025). Reducing peak energy consumption through renewable energy integration and storage. *Journal of Sustainable Energy*, 15(2), 123-145.
6. Bakici, T., Almirall, E., & Wareham, J. (2012). A smart city initiative: The case of Barcelona. *Journal of the Knowledge Economy*, *4*(2), 135-148. <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0084-9>
7. Camero, A., & Alba, E. (2019). Smart City and information technology: A review. *Cities*, 93, 84-94.
8. Guo, X., Shen, Z., Zhang, Y., & Wu, T. (2019). Review on the application of artificial intelligence in smart homes. *Smart Cities*, 2(3), 402-420.
9. De Vaus, D.A. (2013). *Surveys in Social Research*. publisher: The Australian Copyright Act 1968. Fifth edition.
10. Huxohl, T., Pohling, M., Carlmeier, B., Wrede, B., & Hermann, T. (2019). Interaction guidelines for personal voice assistants in smart homes, *i-com*, *18*(3), 233-246. <https://doi.org/10.1515/icom-2019-0021>
11. International Energy Agency (IEA). (2021). *Energy Efficiency 2021*. Paris: IEA Publications.
12. Jonek-Kowalska, I. (2022). Housing infrastructure as a determinant of quality of life in selected polish smart cities. *Smart Cities*, 5(3), 924-946.
13. Kopytko, V., Shevchuk, L., Yankovska, L., Semchuk, Z., & Strilchuk, R. (2018). Smart home and artificial intelligence as environment for the implementation of

fbuil.2020.00077

IEEE Internet of Things Journal, *1*(1), 22-32. [https://](https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328)

24. Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328

& Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities.



© 2025 by author(s); Published by Science and Research Branch Islamic Azad University, This work for open access publication is under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0). (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Novel Technologies and Improving Quality of Life in Smart Cities: Challenges and Opportunities of Smart Housing

Salman Moradi, Assistant Professor, Department of Urban Engineering, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Somayeh Rezaei Sough*, Ph.D. Candidate, Department of Urban Engineering, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

Smart housing has emerged as a pivotal component of the broader smart city paradigm, reflecting the integration of advanced technologies, urban governance, and socio-cultural adaptation to enhance energy efficiency, improve residents' comfort, and strengthen the safety and resilience of living environments. Its transformative potential is evident in both environmental and socio-economic dimensions; however, its widespread diffusion is still constrained by a set of intertwined barriers. These include economic and financial challenges, technical and infrastructural limitations, socio-cultural resistance, and legal or regulatory ambiguities that collectively hinder large-scale implementation. Accordingly, this study aims to provide a comprehensive exploration of these challenges, while outlining strategic pathways that may accelerate the effective realization of smart housing in future urban contexts. The research adopted a qualitative methodology, employing semi-structured interviews with 14 key stakeholders, including government officials, municipal managers, academic experts, and professional practitioners. Conducted between February and March 2025, the interviews totaled 410 minutes, with an average duration of 29 minutes, and were fully transcribed for systematic analysis. Using MAXQDA software, the data were coded in three stages—open, axial, and selective coding—resulting in 580 initial codes, refined into 95 main codes, 29 subcategories, and 10 core categories. This analytical structure enabled the identification of both opportunities and barriers that shape the trajectory of smart housing development. The findings demonstrate that smart housing offers quantifiable benefits: reductions in residential energy consumption by up to 35%, improvements in quality-of-life indicators by nearly 40%, and increases in property values by 25–30%. Beyond these measurable outcomes, smart housing enhances accessibility for vulnerable groups, reduces the time required for routine household tasks through automation, and improves safety via integrated monitoring and emergency response systems. Key enabling technologies include the Internet of Things (IoT), artificial intelligence, smart energy management systems, renewable energy integration, and innovative building materials that collectively redefine housing in the twenty-first century. Nevertheless, substantial barriers remain. High upfront costs and extended payback periods discourage investment, especially in developing economies. Technical barriers include inadequate broadband infrastructure, limited device interoperability, and insufficient technical support, while cybersecurity and privacy concerns foster hesitation among users. Moreover, resistance among older generations, digital literacy gaps, and legal ambiguities regarding data ownership and accountability further complicate adoption. The study underscores that overcoming these challenges requires a multidimensional, collaborative approach. Governments should create enabling frameworks through supportive legislation, targeted subsidies, tax incentives, and the establishment of national standards. The private sector must innovate toward cost reduction and interoperability, while academic institutions play a critical role in applied research, professional training, and the design of culturally adapted solutions. Equally important are awareness campaigns and digital literacy initiatives that build trust, foster acceptance, and encourage adoption. In conclusion, smart housing should be recognized not as an optional luxury but as a strategic necessity to address environmental, economic, and social challenges. For countries such as Iran, advancing smart housing represents both a pathway to sustainable urban development and an opportunity to position themselves among frontrunners of the Fourth Industrial Revolution in the housing sector.

Keywords: Novel Technologies , Quality of Life, Smart City, Smart Housing.

* Corresponding Author Email: s.rezaei.sough@gmail.com