مطالعات پایداری و توسعه سکونتگاه‌های همساز با اقلیم/ دوره سوم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، (پیاپی ۴).
صص ۳۰۷-۳۲۴

دسته‌بندی رویکردها در طراحی خانه‌های هوشمند**

محسن افشاری [*۱]، محمد حسین بشری موحد [۲]

۱. دانشیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۴ DOI: 10.22034/mpsh.2026.583470.1089

چکیده

این پژوهش با مرور سیستماتیک پیشینه به بررسی و دسته‌بندی جنبه‌های مختلف طراحی خانه هوشمند از جمله؛ تعامل کاربر، کنترل و سازگاری، سلامت، پایداری، مدیریت مصرف انرژی و اتوماسیون خانه می‌پردازد. ساختار و روش تحقیق مقاله براساس رویکرد سیستماتیک پریسما است که شامل بررسی ادبیات جامع حوزه تحقیق است، و روند انتشار یافته‌ها و مبانی تحلیل کیفی یافته‌ها را نیز مورد بحث قرار می‌دهد. در بخش یافته‌های تحقیق، تجزیه و تحلیل ادبیات موجود در مورد طراحی خانه هوشمند، از جمله فناوری و سیستم‌های درگیر مانند درگاه‌ها، سیستم‌های عامل، و پروتکل‌های اتصال ارائه شده است، و طراحی خانه‌های هوشمند در زمینه شهرهای هوشمند و همچنین تعامل کاربر با خانه‌های هوشمند را از طریق سناریوهای مختلف بررسی شده است. این پژوهش همچنین نقش کنترل و سازگاری را در طراحی خانه هوشمند، به ویژه در زمینه سلامت را مورد بحث قرار می‌دهد، از طرفی نیز، پایداری خانه‌های هوشمند از جمله مدیریت مصرف انرژی و ادغام با انرژی‌های تجدیدپذیر و ذخیره انرژی را بررسی می‌نماید. همچنین خطرات قابل قبول در طراحی خانه هوشمند را بررسی می‌نماید. در نهایت دسته‌بندی یافته‌ها در سه بخش؛ اهداف کلیدی طراحی یک خانه هوشمند؛ ابعاد متفاوت ساختمان و خانه هوشمند؛ و رویکردهای رایج طراحی خانه هوشمند بیان شده است. این پژوهش، با بحث و نتیجه‌گیری از طبقه‌بندی رویکردها، تکامل هوشمندی در طراحی خانه سیستم‌های چند عامله، هوشیار و تطبیق‌پذیر را مطرح می نماید و اهمیت هوش و سازگاری در طراحی خانه هوشمند به عنوان عامل اصلی طراحی برای تعامل و انعطاف‌پذیری خانه هوشمند نسبت به کاربر را برجسته می‌نماید.

واژگان کلیدی: خانه هوشمند، رویکردها، طراحی کاربر محور، طبقه بندی، مرور سیستماتیک.

* نویسنده مسئول: محسن افشاری

** این مقاله بر گرفته از طرح پژوهشی با عنوان «دسته‌بندی رویکردها در طراحی خانه‌های هوشمند» به شماره قرارداد ۱۴۰۰۰۹/۶ در دانشگاه هنر اصفهان است.

مقدمه

خانه اولین فضایی است که آدمی در آن، احساس تعلق فضایی را تجربه می‌کند. خانه یک اثر معماری و بنای ساده صرف نیست؛ بلکه یک پدیدار روان شناختی، روان کاوانه و اجتماعی است؛ و به لحاظ ابعاد روان‌شناختی و سکونتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Gifford, 2014). با توجه به رواج روزافزون توجه به خانه‌های هوشمند، لازم است ابعاد مختلف خانه‌های هوشمند نیز مورد بررسی قرار گیرد. در خانه‌های هوشمند، ترکیبی از زیرساخت‌ها و فناوری‌های نوین روز دنیا استفاده شده است که با توجه به گسترش فن‌آوری‌های روز دنیا و نیازهای متفاوت جامعه، رویکردهای متفاوتی در این حوزه صورت گرفته است. از طرفی، فن‌آوری خانه‌های هوشمند به سرعت نحوه تعامل ما با خانه‌هایمان را تغییر می‌دهد و سطوح جدیدی از راحتی، آسایش و پایداری را فراهم می‌کند. ظهور خانه‌های هوشمند می‌تواند تضمین کند که فناوری‌های هوشمند به یک ویژگی عادی زندگی مردم تبدیل می‌شوند، چه خواسته باشند و چه نباشند. رویکردهای طراحی خانه هوشمند چند وجهی هستند و نیازمند بررسی دقیق عوامل مختلف از جمله زیر ساخت‌های تکنولوژی، یکپارچگی، طراحی کاربر محور، انرژی وپایداری، امنیت، زیبایی شناسی و آینده نگری هستند.

مسئله مهم مطالعه رویکردهای طراحی خانه هوشمند و تعامل آن با طراحی و کاربران، فقدان یک چارچوب جامع است که پیچیدگی‌ها، وابستگی‌های و چشم انداز رویکردها را توضیح دهد. کاربران باید به نحوی با خانه هوشمند تعامل یا ارتباط برقرار کنند. این تعاملات می‌توانند کم و بیش مکرر و کم و بیش فعال باشند. کاربران با داشتن نیازها و ترجیحات ثابت و پایدار تعبیر می‌شوند که خانه‌ها، به جای خود کاربران، می‌توانند به طور بهینه آنها را مدیریت کنند. خانه‌های هوشمند به‌عنوان سیستم‌های یادگیری هوشمند و آگاه از زمینه، نیاز به هرگونه مشارکت فعال کاربر را با خودکار کردن عملکردها بر اساس عادت‌های آشکار شده کاربران برطرف می‌کنند. رابطه طراحی خانه هوشمند و کاربر را می‌توان در دو بخش ذیل در حالت کلی ارائه داد؛ ۱) سخت افزار و نرم افزار: توسعه فناوری خانه‌های هوشمند برای کاربران، ۲) مقبولیت و قابلیت استفاده: طراحی فناوری خانه هوشمند برای کاربران و قرار دادن فناوری‌های خانه هوشمند در میان زندگی روزمره در خانه (Hargreaves & Wilson, 2017, pp. 21-27).

علاوه بر این، کاربران ممکن است ترجیحات و نیازهای متفاوتی در مورد فناوری خانه هوشمند داشته باشند که طراحی یک راه حل مناسب برای همه را به چالش می‌کشد. برخی از کاربران ممکن است راحتی را در اولویت قرار دهند، در حالی که برخی دیگر ممکن است حریم خصوصی یا پایداری را در اولویت قرار دهند. بنابراین، نیاز به بررسی جامع رویکردها در طراحی خانه هوشمند وجود دارد که تعامل بین معماری، فناوری و کاربران و تعامل پیچیده این عوامل را تبیین نماید. تحقیق در مورد رویکردهای طراحی خانه هوشمند و بررسی ادبیات به چند دلیل ضروری است:

- *شناسایی بهترین شیوه‌ها:* تحقیقات می‌تواند به شناسایی بهترین شیوه‌ها برای طراحی و اجرای سیستم‌های خانه هوشمند کمک کند. این می‌تواند به اطمینان از کارآمد، موثر و کاربرپسند بودن سیستم‌ها کمک کند و می‌تواند رضایت کلی صاحبان خانه را بهبود بخشد.
- *پرداختن به چالش‌ها:* طراحی خانه هوشمند، می‌تواند چالش‌هایی از جمله مسائل اجتماعی و اخلاقی را به همراه داشته باشد. تحقیقات می‌تواند به شناسایی این چالش‌ها و توسعه راه‌حل‌هایی برای رسیدگی به آن‌ها کمک کند و اطمینان حاصل کند که سیستم‌های خانه هوشمند، ایمن و مسئولیت‌پذیر هستند.
- *پیشرفت دانش:* تحقیقات می‌تواند دانش و درک طراحی خانه هوشمند را با شناسایی روندها، الگوها و مسائل نوظهور ارتقا دهد. این می‌تواند به اطلاع‌رسانی تحقیقات و توسعه آینده در این زمینه کمک کند و اطمینان حاصل کند که سیستم‌های خانه هوشمند همچنان به تکامل خود ادامه می‌دهند تا نیازهای صاحبان خانه را برآورده کنند.
- *ارائه راهبرد:* تحقیقات می‌تواند راهنمایی و توصیه‌هایی را برای معماران، طراحان و کارشناسان فناوری که بر روی پروژه‌های طراحی خانه هوشمند کار می‌کنند، ارائه دهد. این می‌تواند به اطمینان از طراحی و پیاده سازی سیستم‌ها به شیوه ای سازگار و موثر کمک کند و می‌تواند کیفیت کلی سیستم‌های خانه هوشمند را بهبود بخشد.
- *فهیمدن خط مشی:* تحقیق در مورد رویکردهای طراحی خانه هوشمند و بررسی آن می‌تواند خط مشی و مقررات مربوط به توسعه و استفاده از فناوری خانه‌های هوشمند را مشخص سازد. این می‌تواند به اطمینان از توسعه و استفاده

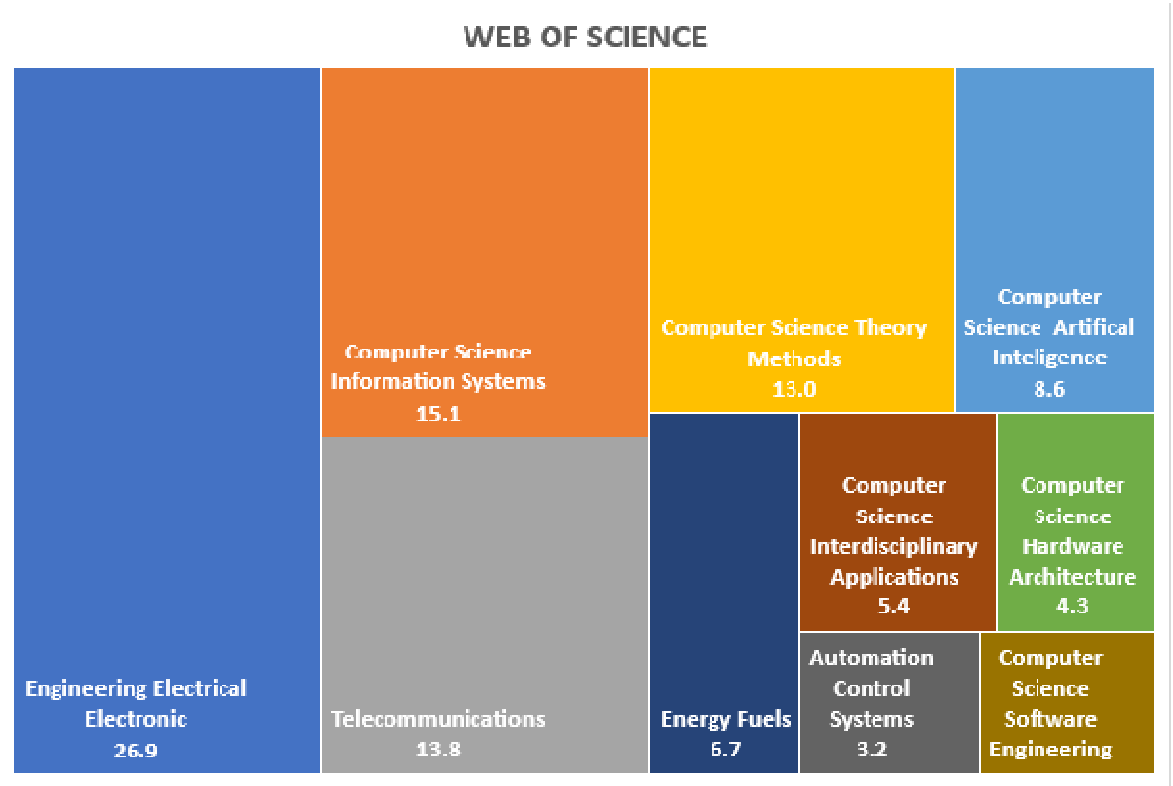
از سیستم‌های خانه هوشمند به شیوه ای ایمن، اخلاقی و مسئولانه کمک کند (Suryadevara & Mukhopadhyay, 2015, pp. 11-44).

تحقیق در مورد رویکردهای طراحی خانه هوشمند و بررسی متون برای شناسایی بهترین شیوه‌ها، فهم چالش‌ها، پیشبرد دانش، ارائه راهنمایی، و اطلاع‌رسانی در مورد سیاست‌ها و مقررات مربوط به توسعه و استفاده از فناوری‌های خانه هوشمند ضروری است، و می‌تواند به اطمینانی حاصل شود که سیستم‌های خانه هوشمند، کارآمد و کاربرپسند هستند و به شیوه ای ایمن و مسئولانه توسعه یافته و استفاده می‌شوند. بنابراین، اهداف این پژوهش، آشنایی با فناوری‌ها و دسته‌بندی رویکردها در طراحی خانه‌های هوشمند، بررسی تأثیرات تکنولوژی بر رفتار کاربران و عامل‌ها در طراحی هوشمند خانه، و بررسی آماری رویکردهای متفاوت طراحی خانه هوشمند و تعامل معماری و کاربر با آن هستند.

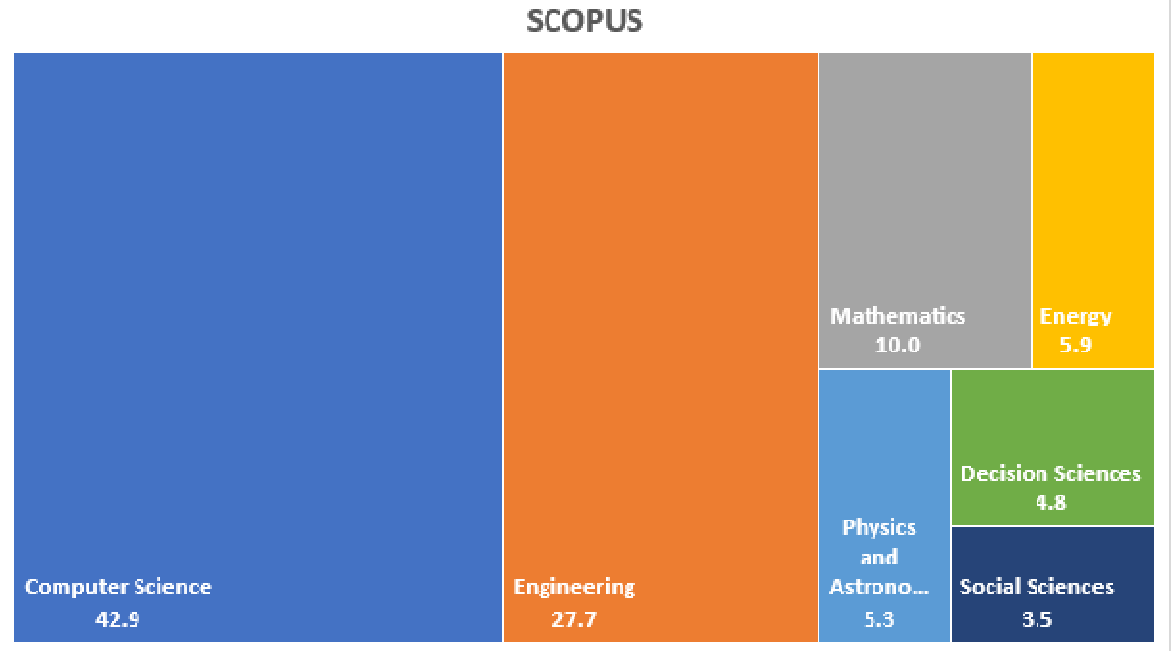
روش تحقیق

این پژوهش یک مرور سیستماتیک پیشینه[1] (SLR) است، که هدف آن شناسایی و ارزیابی تمام ادبیات مرتبط در مورد یک موضوع به منظور نتیجه‌گیری در مورد سؤال مورد بررسی است. مرور ادبی مقالات برای ارائه و توسعه دانش و دورنما در موضوعات مورد بررسی شکل می‌گیرد که انواع مختلفی دارد. در این پژوهش، به منظور استفاده از جایگزین‌هایی همسو برای توسعه دیدگاهی گسترده در مورد مسائل پیچیده از منابع ناهمگن (Slavin, 1995)، از روش PRISMA به عنوان یک رویکرد سیستماتیک مبتنی بر تحلیل محتوا استفاده شده است (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, & The PRISMA Group, 2010) (Ma, Guerra-Santin, & Mohammadi, 2022) (Tricco, et al., 2018).

با توجه به و دستورالعمل‌های PRISMA در مرور سیستماتیک پیشینه در مجموع ۱۵،۱۹۰ مقاله و پژوهش پس از جستجوی اولیه در پایگاه‌های داده Scopus, Web of Science با کلیدواژه‌های Smart Homes, Smart Home, Intelligent Buildings در محدوده سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ به دست آمد. ۶،۵۱۷ مقاله و پژوهش تکراری حذف شد که شامل مقالات و پژوهش‌هایی کاملا مشابه یا مقالاتی که با ادبیات متفاوت اما یک بدنه و ماهیت پژوهشی بودند. در نمودار درختی ۱ و ۲ در دامنه و نسبت موضوعات پایگاه‌های اسنادی Scopus و Web of Science ارائه شده در هر دو پایگاه ۴۲ تا ۵۸ درصد مقالات با مقولات بررسی شده در جست و جوی اولیه در موضوع‌بندی علوم کامپیوتر/تکنولوژی قرار دارند. اکثر مطالعات شناسایی شده در جستجوهای اصلی یا بر روی مرحله توسعه فناوری خانه هوشمند متمرکز شده اند یا مطالعات ارزیابی مبتنی بر آزمایشگاه بودند. چنین یافته‌هایی منعکس‌کننده وضعیت نوظهور این حوزه به‌عنوان یک کل است و نشان می‌دهد که تلاش‌ها هنوز تا حد زیادی بر توسعه و ارزیابی اولیه سیستم‌های فناوری خانه هوشمند در مرحله اولیه متمرکز است (Moyle, Murfield , & Lion, 2021, p. 6)، بنابراین بر اساس تعداد مقاله در موضوع، دسته‌بندی کلی پژوهش در بخش بدنه اصلی/مرور ادبی در دو *بخش «تکنولوژی و کاربر»* دسته‌بندی گردید.



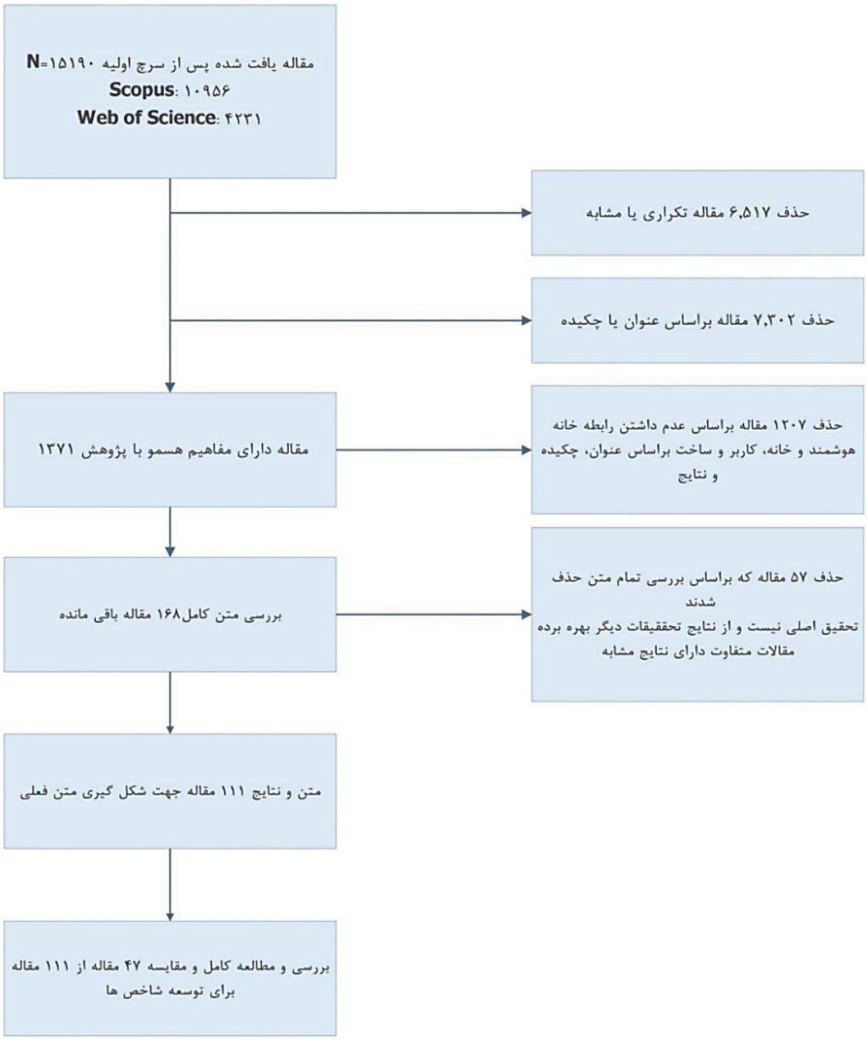
نمودار ۱: نمودار درختی درصد نسبت تعداد مقالات در موضوع‌بندی‌های متفاوت Web of Science در مقولات جست و جو شده (منبع: نگارندگان)



نمودار ۲: نمودار درختی درصد نسبت تعداد مقالات در موضوع‌بندی‌های متفاوت Scopus در مقولات جست و جو شده (منبع: نگارندگان)

پس از آن، عناوین و چکیده مقالات و پژوهش‌های باقی مانده مورد مطالعه قرار گرفت. معیارهای حذف مقالات پس از مطالعه عنوان و چکیده شامل موارد زیر بود: ۱. مطالعاتی که هدفشان بررسی خانه هوشمند و طراحی آن نبود و صرفا از این پایگاه

نظری استفاده کرده اند، اگرچه این عبارت در عنوان یا چکیده وجود داشته است. ۲. مطالعاتی که به صورت تخصصی مفاهیم رشته‌های کامپیوتر، مکانیک و برق را توسعه داده و از کلیدواژه‌های مربوط به خانه هوشمند در عنوان یا چکیده صرفاً به ابزار مشترک بودن استفاده کرده اند و مفاهیم طراحی خانه‌های هوشمند و تعامل با کاربر را توسعه نداده‌اند که در نهایت ۱۳۷۱ مقاله باقی ماندند. بدین ترتیب، متن ۱۳۷۱ مقاله باقی مانده در بخش نتایج مورد بررسی قرار گرفت. پس از بررسی، مطالعاتی انتخاب شدند که در یافته‌ها و نتایج به دو دسته بندی کلی یعنی رابطه خانه هوشمند با «کاربر» و «تکنولوژی» اشاره کردند؛ بنابراین، مطالعاتی که مؤلفه‌های گفته شده را در فرآیند تحلیل لحاظ نمی‌کردند، حذف شدند (حذف ۱۲۰۷ مقاله). در مرحله بعد ۵۷ مقاله که دارای نتایج مشابه و صرفا عنوان و بدنه متفاوت بودند به ویژه مقالات ارائه شده در کنفرانس‌ها و سپس چاپ شده در مجلات حذف شدند. به منظور افزایش کیفیت مقالات بررسی در نهایت ۴۷ مقاله برای خواندن کامل انتخاب شدند. نمودار ۳ جزئیات این فرآیند را نشان می‌دهد.



نمودار ۳- فرآیند انتخاب مقالات با روش PRISMA (منبع: نگارندگان)

مبانی تحلیل کیفی یافته‌ها

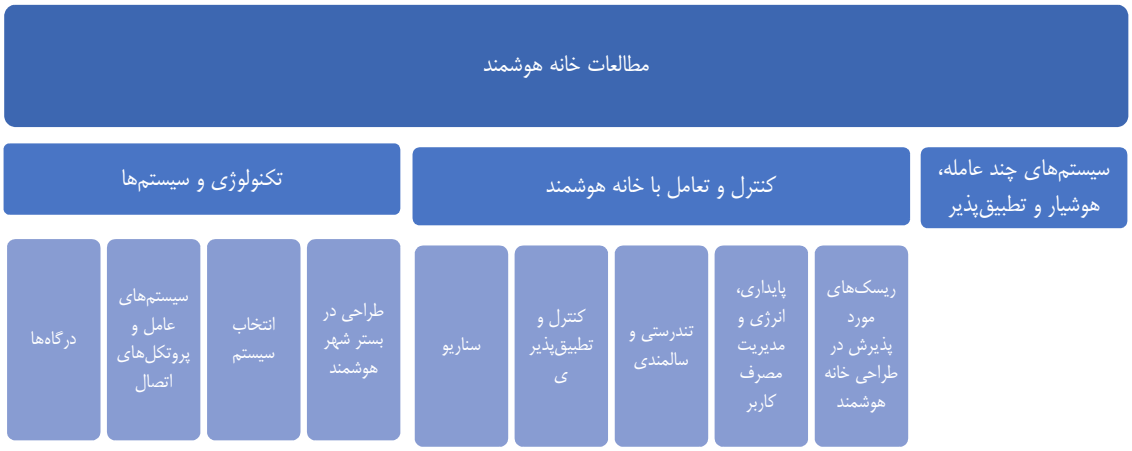
یک رویکرد تحلیلی کیفی برای مرتب‌سازی مقالات انتخابی در دسته‌های خاص، یعنی تطبیق الگو و ساختن توضیح از طریق تکنیک چشم انداز در ادبیات به کار گرفته شده است. مطابق با مطالعات علمی ذکر شده قبلی با استفاده از تکنیک مرور سیستماتیک متون، از تکنیک چشم انداز برای بررسی اشتراکات و تفاوت‌های مقالات انتخاب شده استفاده شد که به اندازه

کافی برای نتیجه گیری یا طبقه‌بندی قانع کننده باشد، سپس ۴۷ مقاله منتخب با استفاده از فرآیند چهار مرحله ای بررسی و در قالب موضوعات خاص طبقه‌بندی شدند.

جدول ۱: فرآیند دسته‌بندی خانه‌های هوشمند

شاخص
۱. **شناسایی مسائل کلیدی مرتبط با خانه‌های هوشمند از طریق تکنیک چشم انداز در ادبیات**[۲]
۲. **تعیین سرویس‌های فناوری برجسته مربوط به خانه هوشمند در ادبیات انتخاب شده**
۳. **شناسایی مولفه‌های ارزشمند برای کاربر برای پذیرش خدمات فناوری خانه هوشمند**
۴. **شناسایی موانع و خطرات بالقوه مرتبط با پذیرش سرویس فناوری خانه هوشمند**
۵. **محدود کردن شاخص‌ها و سازگاری و پایایی آنها در برابر سایر ادبیات منتشر شده**
۶. **بررسی نهایی ادبیات منتخب و بررسی شده و تجدید نظر در مقوله‌های پالایش شده**
۷. **اعتبار انتخاب و طبقه‌بندی دسته‌ها و نهایی کردن ایجاد دسته‌ها در مرتبط ترین حالت**

در زمینه طراحی خانه هوشمند در پژوهش‌های مروری، بنیادی و کاربردی استراتژی‌های متفاوتی ارائه شده است که در نهایت به طبقه‌بندی و رویکردهای گوناگونی منجر شده است. مطابق با جدول ۲، مطابق با ساختار و روش پژوهش، از طریق بررسی مطالعات مروری و تأیید مضامین در سه شاخه موضوعی شامل؛ «تکنولوژی و سیستم‌ها»، «کنترل و تعامل با خانه هوشمند»، و «سیستم‌های چند عامله، هوشیار و تطبیق‌پذیر» و ده زیردسته شامل؛ «درگاه‌ها»[۳]، «سیستم‌های عامل و پروتکل‌های اتصال»، «انتخاب سیستم» «طراحی در بستر شهر هوشمند»، «سناریو»، «کنترل و تطبیق‌پذیری»، «تندرستی و سالمندی»، «پایداری، انرژی و مدیریت مصرف کاربر»، «ریسک‌های مورد پذیرش در طراحی خانه هوشمند»، و «سیستم‌های چند عامله، هوشیار و تطبیق‌پذیر» طبقه‌بندی شدند.



نمودار ۴- شاخه‌های اصلی موضوعی و زیردسته‌ها در مطالعات خانه هوشمند

جدول ۲: شاخص‌های زیردسته مطالعات خانه هوشمند

شاخص‌ها	تعریف مختصر	منابع
تکنولوژی درگاه‌ها	یک خانه برای طراحی هوشمند به سه چیز نیاز دارد. یکی شبکه داخلی است که برای اتصال وسایل با سیم، کابل یا بی سیم استفاده می‌شود. دیگری درگاه که کنترل هوشمندای برای مدیریت سیستم‌ها است. آخرین مورد، اتوماسیون خانگی، لوازم خانگی در خانه و پیوند به خدمات و سیستم‌های خارج از خانه است. درگاه یک یا چند دستگاه است که شبکه خانگی را به شبکه عمومی متصل می‌کند و خدمات را به محیط خانه ارائه می‌دهد.	(Wang, Ye, & Chen, 2018) (Wei, Li, Yang, & Jia, 2010, p. 245) (Phan & Kim, 2020, pp. 6,7) (Beniwal & Singhrova, 2021, p. 9549) (Galinina, Mikhaylov, Andreev, Turlikov, & Koucheryavy, 2015, pp. 1-3) (Froufe, et al., 2020) (Pira, 2021) (Al-Sumaiti, Ahmed, & Salama, 2014)

سیستم‌های عامل و پروتکل‌های اتصال	پیشرفت‌ها در ارتباطات بی‌سیم و الکترونیک، توسعه گره‌های حسگر کم‌هزینه، کم مصرف و چند منظوره کوچک-اندازه و بدون اتصال در فواصل کوتاه را امکان‌پذیر کرده است.	(Xu, Deng, & Ren, 2014, p. 2957) (Zhang, et al., 2013, pp. 168-169)
انتخاب سیستم	هنگام انتخاب یک سیستم یا دستگاه خانه هوشمند، معیارهای مختلفی وجود دارد که باید در نظر گرفته شود تا اطمینان حاصل شود که سیستم انتخابی مطابق با نیازها و ترجیحات کاربر است.	(Azari, Asadian, & Vakili Ardebili, 2018) (Omar, 2018, pp. 2909-2910) (Souza Dutra, Júnior, Ferreira, & Chaves, 2020) (Liu, Zhou, Liu, & Hu, 2014)
طراحی در بستر شهر هوشمند	زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات برای یک شهر هوشمند به عنوان خانه هوشمند یکپارچه و شهر هوشمند، خانه‌های هوشمند را در مفهوم شهر هوشمند ادغام می‌کند. دارای ویژگی‌های کیفی یک اتوماسیون مشترک خانه‌های هوشمند و شهرهوشمند.	(Skouby & Lynggaard, 2014, pp. 875,876) (Kim, et al., 2021, pp. 7-9) (Lohokare, Dani, Rajurkar, & Apte, 2017, pp. 1507,1508) (Eliseev, Shifrin, Novikova, & Sokolova, 2019)
سناریو	طراحی و توسعه محیط‌های هوشمند مبتنی بر سناریو و همچنین نمونه سازی مبتنی بر سناریو، که بر روی آپارتمان هوشمند متمرکز است که در حال حاضر در حال توسعه است.	(Blecha, Mikulecky, Tucnik, & Matyska, 2016, pp. 1-5) (Kölsch, Post, Zivkovic, Ratzke, & Grimm, 2020) (Kim, Cho, & Jun, 2020) (Rhee, Ma, Seo, & Cha, 2022, p. 860) (Zehtabian, Khodadadeh, Bölöni, & Turgut, 2021, pp. 4-7) (Vanus, Kucera, Martinek, & Koziorek, 2014, p. 3)
کنترل و تطبیق‌پذیری	معیارهایی که منجر به پذیرش تکنولوژی خانه هوشمند توسط کاربر و تطبیق با آن می‌شوند را می‌توان در متناسب بودن با سبک زندگی فعلی و در حال تغییر او از کارکردی و زیبایی شناسی، مدیریت توسط کاربر و عدم نیاز مداخله منظم کارشناسان، قابلیت توسعه تعاملی در فناوری‌های جدید با تولیدکنندگان متفاوت، قابل اطمینان بودن و عدم از کار افتادن به طور غیر قابل پیش بینی، وامنیت و حریم خصوصی اطلاعات کابر برشمارد.	(Ozkan, Davidson, Bicket, & Whitmarsh, 2013, pp. 365-368) (Hargreaves & Wilson, 2017, p. 95) (Chang & Nam, 2021) (Han, Kim, & Kim, 2021, p. 3) (Marikyan, Papagiannidis, & Alamanos, 2020, pp. 16-17) (Mastrogiovanni, Sgorbissa, & Zaccaria, 2010) (Alam, Reaz, & Ali, 2012) (Cho & Choi, 2020)
تندرستی و سالمندی	دیدگاه‌های مراقبت بهداشتی شخص محور، به عنوان مثال، تصمیم‌سازی با توانایی‌های کمتر متقارن مهم است؛ طراحی خانه‌های هوشمند ودستگاه‌های اینترنت اشیا می‌توانند خدمات کمکی به افراد مسن‌تر و گروه‌های آسیب‌پذیر را برای فعالیت‌های اشتراکی افزایش دهند.	(Nthubu, 2021, p. 13) (Suryadevara & Mukhopadhyay, 2015, pp. 12-15) (Ma, Guerra-Santin, & Mohammadi, 2022, p. 630) (Hoof, Demiris, & Wouters, 2017, pp. 370-375) (Aggar, Sorwar, Seton, Penman, & BBiomedSc, 2022, pp. 5-6)
پایداری، انرژی و مدیریت مصرف کاربر	همانطور که سیستم انرژی به سمت پاک‌تر و کارآمدتر حرکت می‌کند آینده انرژی که به طور فزاینده ای توسط منابع انرژی توزیع شده تعریف می‌شود که درک سهم بالقوه مدیر انرژی در خانه‌های هوشمند (SHEMS) از دیدگاه بین رشته ای و اجتماعی فنی ضروری است در حالی که فناوری‌های اتوماسیون و کنترل فرصت‌های جدید و عمدتاً ناشناخته‌ای را برای بازنگری در شیوه‌های مدیریت انرژی در خانه ارائه می‌دهند. رابطه بین انرژی و طراحی خانه هوشمند چند وجهی است و می‌توان آن را به شرح زیر ارائه داد: مدیریت و مونیتور مصرف انرژی، یکپارچه سازی با انرژی‌های تجدیدپذیر و ذخیره انرژی، پاسخ به مصرف، اتوماسیون خانگی.	(McIlvennie, Sanguinetti, & Pritoni, 2020, p. 18) (Zhou, Wu, Li, & Zhang, 2014) (Badar & Anvari-Moghaddam, 2020) (Zamanloo, Abyaneh, Nafisi, & Azizi, 2021) (Shie, Lin, Su, Chen, & Hutahaean, 2014) (Paunescu, Zabava, Toma, Bulac, & Eremia, 2014) (Jin, et al., 2018) (Zheng, Sun, Pan, & Luo, 2021) (Boumkheld, Ghogho, & El Koutbi, 2015) (Anees & Chen, 2015, pp. 598-599) (Rocha, et al., 2021) (Cetin & Kallus, 2016) (Demirezen, Fung, & Deprez, 2020) (Ayan & Turkay, 2020) (Shakeri, et al., 2020, pp. 2-12) (Samadi, Saidi, Latify, & Mahdavi, 2020) (Moser, Harder, & Koo, 2014) (Khan, Seo , & Kim, 2020)

ریسک‌های مورد پذیرش در طراحی خانه هوشمند	البته همانطور که طراحی خانه‌ها «هوشمندتر» می‌شوند، روش زندگی ما نیز بر این اساس تغییر می‌کند، به این ترتیب، خطرات مرتبط با یک خانواده به طور اساسی تغییر می‌کند. خانه هوشمند از نظر مراقبت از خطر با پتانسیل زیادی همراه است، اما، در عین حال، خطرات جدیدی ایجاد می‌کند در واقع، خطرات جدید، به ویژه در حوزه امنیت سایبری و حریم خصوصی، ظهور کرده که مورد بحث قرار گرفته است.	(Iten, Wagner, & Röschmann, 2021, p. 2) (Chhetri & Motti, 2021) (Bogataj, Bogataj, & Hudoklin, 2017) (Bugeja, Jacobsson, & Davidsson, 2021, p. 11) (Chang & Nam, 2021, pp. 2-7) (Li, Yigitcanlar, Erol, & Liu, 2021, pp. 20-25) (Sovacool & Furszyfer Del Rio, 2020, pp. 15-19)
سیستم‌های چند عامله، هوشیار و تطبیق‌پذیر	چگونگی استخراج رفتارهای تداعی کاربر و سناریوهای دقیق و مدلسازی شده کاربر برای یک سری از فعالیت‌ها که در آن تعدادی دستگاه مختلف درگیر هستند، در سیستم‌های خانه هوشمند مهم است. الگوریتم‌ها باید بتواند پیش بینی کند که کدام دستگاه پس از انجام آن فعالیت‌ها استفاده می‌شود. بنابراین، وظیفه اصلی تحقیقات آینده بررسی روشی است که بتواند رفتارهای کنترلی همراه باهم کاربران در فضا را پیش‌بینی کند و چگونگی شناسایی ارتباط زمانی بین فعالیت‌ها، شامل انواع دستگاه‌ها، ویژگی زمانی آنها و رفتارهای همراه باهم کاربر را بررسی کند.	(Russell & Norvig, 2021, p. 115) (Vernon, 2014, p. 8) (Liang, Zeng, Liu, Ye, & Zou, 2018) (Yang, Zhao, Li, Wu, & Zomaya, 2021, pp. 14-15) (Armentia, Gangoiti, Priego, Estévez, & Marcos, 2015, pp. 2-4) (Mekuria, Sernani, Falcionelli, & Dragoni, 2021, pp. 126-137) (Guerard, Levy, & Pousseur, 2019, pp. 225-226) (Leitner, 2015, p. 57)

یافته‌های تحقیق: طبقه بندی رویکردها

پژوهش‌ها در مورد طراحی خانه‌های هوشمند اغلب مزایای بالقوه استفاده از فناوری‌های هوشمند در ساختمان‌های مسکونی را برجسته می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند که خانه‌های هوشمند می‌توانند با استفاده از حسگرها، اتوماسیون و الگوریتم‌های هوشمند برای بهینه‌سازی مصرف انرژی، نظارت و کنترل سیستم‌های روشنایی، گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع و مدیریت منابع انرژی تجدیدپذیر به بهره‌وری انرژی کمک کنند. طراحی خانه هوشمند همچنین می‌تواند راحتی و راحتی کاربر را با اجازه دادن به کنترل شخصی بر جنبه‌های مختلف محیط خانه، مانند نور، دما، امنیت و سرگرمی، از طریق برنامه‌های تلفن همراه یا دستورات صوتی افزایش دهد. علاوه بر این، تحقیقات بر اهمیت طراحی کاربر محور در خانه‌های هوشمند تأکید کرده است؛ این موارد شامل ملاحظاتی برای رابط کاربری، قابلیت استفاده، دسترسی و سازگاری برای کاربران مختلف، از جمله افراد مسن یا افراد دارای معلولیت است. اصول طراحی انسان محور اغلب برای اطمینان از بصری بودن، کاربرپسند بودن فناوری‌های خانه هوشمند و برآورده شدن نیازها و ترجیحات ساکنین به کار می‌رود. با این حال، ادبیات علمی در مورد طراحی خانه هوشمند نیز چالش‌ها و معایب احتمالی، مانند نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی و امنیت را تایید می‌کند. خانه‌های هوشمند حجم وسیعی از داده‌ها را جمع‌آوری و پردازش می‌کنند که نگرانی‌هایی را در مورد حفظ حریم خصوصی داده‌ها، امنیت سایبری و سوء استفاده احتمالی از اطلاعات شخصی ایجاد می‌کند. در جدول ۳ اهداف کلیدی طراحی یک خانه هوشمند ارائه شده است که هر کدام ذیل منابع خود شکل گرفته اند.

جدول ۳: دسته‌بندی‌های اهداف کلیدی طراحی یک خانه هوشمند

رویکرد مورد مطالعه	طبقه‌بندی	منبع	
اهداف کلیدی طراحی یک خانه هوشمند هنگام	**ارزیابی نیازهای ساکنان** اولین قدم در طراحی یک خانه هوشمند، درک نیازها و سبک زندگی ساکنان است. این شامل عواملی مانند روال روزانه، عادات، ترجیحات و بودجه آنها می‌شود. با درک نیازهای آنها، می‌توانید یک سیستم خانه هوشمند طراحی کنید که مطابق با نیازهای خاص آنها باشد.	(Linkous, Zohrabi, & Abdelwahed, 2019)	(Al-Sumaiti, [illegible] 2019)

انتخاب دستگاه‌های مناسب انتخاب دستگاه‌ها و لوازم هوشمند مناسبی است که در خانه ادغام می‌شوند. این شامل دستگاه‌هایی مانند ترموستات هوشمند، سیستم‌های روشنایی، دوربین‌های امنیتی، دستیارهای صوتی و سیستم‌های سرگرمی خانگی می‌شود. مهم است که دستگاه‌هایی را انتخاب کنید که با یکدیگر سازگار باشند و به راحتی از طریق یک رابط واحد کنترل شوند.	(Martirano & Mitolo, 2020), (Omar, 2018), (Bolleddula, Hung, Ma, Noorian, & Woodbridge, 2020)	
برنامه ریزی سیستم اتوماسیون خانگی یک سیستم اتوماسیون خانگی ستون فقرات یک خانه هوشمند است که به همه دستگاه‌ها و لوازم خانگی اجازه می‌دهد با یکدیگر ارتباط برقرار کنند و از طریق یک رابط واحد کنترل شوند. مهم است که سیستم اتوماسیون را با دقت برنامه ریزی کنید، اطمینان حاصل کنید که مقیاس‌پذیر، انعطاف‌پذیر است و می‌تواند به راحتی با پیشرفت فناوری ارتقا یابد.	(Moser, Harder, & Koo, 2014)	
در نظر گرفتن بهره وری انرژی خانه‌های هوشمند را می‌توان به گونه ای طراحی کرد که مصرف انرژی را کاهش دهد و قبوض آب و برق را کاهش دهد. این شامل استفاده از ترموستات‌های هوشمند، سیستم‌های روشنایی خودکار و لوازم هوشمندی است که می‌توان آن‌ها را از راه دور کنترل کرد تا مصرف انرژی را در مواقعی که خانه خالی است کاهش دهد.	(Badar & Anvari-Moghaddam, 2020) (Anees & Chen, 2015)	
اطمینان از امنیت و حریم خصوصی خانه‌های هوشمند در برابر حملات سایبری و نقض داده‌ها آسیب‌پذیر هستند، بنابراین اطمینان از ایمن بودن سیستم و محافظت از حریم خصوصی ساکنان بسیار مهم است. این شامل استفاده از رمزهای عبور قوی، رمزگذاری داده‌ها و اطمینان از به روز بودن همه دستگاه‌ها و نرم افزارها است.	(Chhetri & Motti, 2021) (Bruegger, Wilde, & Guibert, 2020)	
ارائه یک رابط کاربر پسند استفاده از سیستم خانه هوشمند باید برای ساکنین آسان و شهودی باشد. این شامل ارائه یک رابط کاربر پسند است که از طریق دستگاه‌های مختلف از جمله تلفن‌های هوشمند، تبلت‌ها و دستیارهای صوتی قابل دسترسی است.	(Mayer, Inhelder, Verborgh, & Walle, 2014) (Ahvar, Lee, Han, Crespi, & Khan, 2016)	
طراحی آینده‌نگر فناوری خانه‌های هوشمند دائماً در حال پیشرفت است، بنابراین مهم است که با استفاده از استانداردها و پروتکل‌های باز که امکان ادغام آسان دستگاه‌ها و نرم‌افزارهای جدید را فراهم می‌کنند، طراحی را در آینده اثبات کنیم. این تضمین می‌کند که سیستم خانه هوشمند به راحتی با پیشرفت فناوری قابل ارتقا و گسترش است.	(Nthubu, 2021) (Suryadevara & Mukhopadhyay, 2014)	

در جدول ۴، دسته‌بندی‌های ابعاد متفاوت ساختمان و خانه هوشمند ارائه شده است که این ابعاد شامل؛ هوشمندی و آگاهی از فناوری، کارایی اقتصادی و هزینه، حساسیت شخصی و اجتماعی، و پاسخگویی محیطی است، که هر کدام از این موارد در استفاده از سیستم‌های تعبیه شده پیشرفته برای اجزای ساختمان، در نظر گرفتن پیامدهای اقتصادی، تحلیل چرخه عمر و اثربخشی هزینه، در نظر گرفتن الزامات و انتظارات سرنشینان و/یا کاربران، و کاربرد طراحی پایدار از نظر اکولوژیکی ابعاد متفاوت خود را دارند.

جدول ۴: دسته‌بندی‌های ابعاد متفاوت ساختمان و خانه هوشمند

رویکرد مورد نظر در مطالعه	طبقه‌بندی	منبع	
ابعاد متفاوت ساختمان و خانه هوشمند	**هوشمندی و آگاهی از فناوری** استفاده از سیستم‌های تعبیه شده پیشرفته برای اجزای ساختمان. ادغام فن آوری‌های هوشمند و اصول اقتصادی. در هم تنیده با حسگرهای پیشرفته و هوش مصنوعی. کاربرد سیستم‌های ساختمانی و ادغام‌های تکنولوژیکی. استفاده از به روز سیستم‌های کنترل ساختمان سازگار و قابل اجرا. مطابق با فناوری‌های نوآورانه و ارتقاء آینده.	(Khan, Seo , & Kim, 2020) (Liang, Zeng, Liu, Ye, & Zou, 2018)	(Ghaffarianhoseini, et al., 2015)
	کارایی اقتصادی و هزینه در نظر گرفتن پیامدهای اقتصادی، تحلیل چرخه عمر و اثربخشی هزینه. در نظر گرفتن افزایش بهره وری و اثربخشی محیط‌ها. بکارگیری مدیریت کارآمد منابع. کاربرد مدیریت یکپارچه تاسیسات. در نظر گرفتن استراتژی‌های صرفه جویی در هزینه/زمان.	(Souza Dutra, Júnior, Ferreira, & Chaves, 2020) (McIlvennie, Sanguinetti, & Pritoni, 2020)	
	حساسیت شخصی و اجتماعی در نظر گرفتن الزامات و انتظارات سرنشینان و/یا کاربران. در نظر گرفتن راحتی، آسایش، ایمنی و امنیت. سازگار با نیازهای انسان در حال گسترش و تغییر. پاسخگوی تغییرات اجتماعی و فناوری است. پاسخگوی نیازهای ارتباطات و جهانی شدن است. توجه به رفاه، رضایت عاطفی و افزایش خلاقیت کاربران. استفاده از خود پشتیبانی از فعالیت کاربر.	(Rocha, et al., 2021)	
	پاسخگویی محیطی کاربرد طراحی پایدار از نظر اکولوژیکی استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، استراتژی‌های کارآمد انرژی و تکنیک‌های حفاظت. کاربرد سیستم‌های مدیریت انرژی	(Boumkheld, Ghogho, & El Koutbi, 2015)	

طراحی خانه‌های هوشمند توجه روزافزونی را در زمینه معماری به خود جلب کرده است و اغلب در زمینه *طراحی یکپارچه* (این رویکرد شامل ادغام یکپارچه فناوری هوشمند در طراحی کلی خانه، از جمله چیدمان، مصالح و زیبایی شناسی است) *طراحی کاربر محور* (طراحی کاربر محور بر ایجاد یک خانه هوشمند متمرکز است که نیازها، ترجیحات و سبک زندگی صاحبان خانه را برآورده می‌کند) *طراحی پایدار* (رویکردهای طراحی پایدار در خانه‌های هوشمند بر ترکیب ویژگی‌های کارآمد انرژی، منابع انرژی تجدیدپذیر و مواد سازگار با محیط زیست تمرکز دارد) *پیشرفت‌های تکنولوژیکی* (امنیت و حریم خصوصی، اتصال و یکپارچگی، انعطاف‌پذیری)، زیبایی شناسی مورد بحث قرار می‌گیرد (Bitterman & Shach-Pinsly, 2015, pp. 266-272). در مورد طراحی کاربر محور و تعامل خانه هوشمند و کاربر و عکس آن، چنانکه که در جدول ۵ نیز آمده است، در همه موارد این نوع نگاه وجود دارد با این حال برای طراحی خانه هوشمند مبتنی بر انعطاف و تعامل خانه با کاربر به صورت هوشیار (intelligence) و نه صرفا هوشمند (smart) مبتنی بر سنسور، درگاه و پروتکل اتصال، رویکرد سیستم‌های چند عامله، هوشیار و تطبیق‌پذیر در مسیر توسعه است.

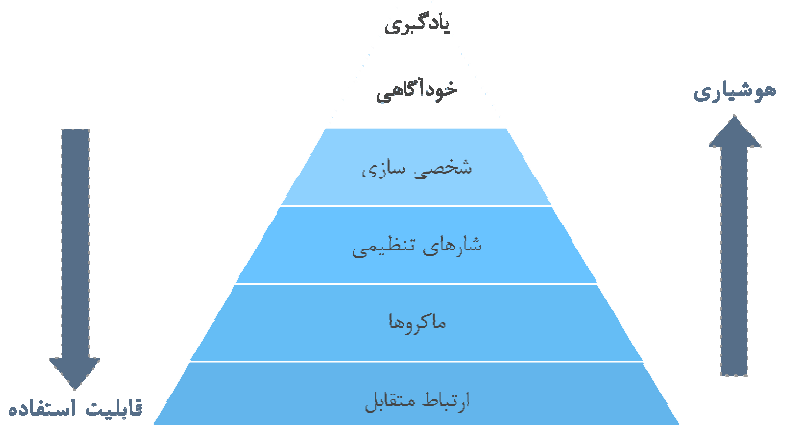
جدول ۵: دسته‌بندی‌های رویکردهای رایج طراحی خانه هوشمند

رویکرد	طبقه‌بندی	منبع	
رویکردهای رایج طراحی خانه هوشمند	**بازشناسی فعالیت‌ها Activity recognition** استفاده از حسگرها و الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای شناسایی فعالیت‌های خاص در خانه و تنظیم خودکار دستگاه‌های خانه هوشمند بر اساس آن فعالیت‌ها.	(Mukhopadhyay, 2015)	(De Nicola & Villani, 2021)
	زمینه آگاه Context-aware استفاده از اطلاعات مربوط به زمینه کاربر، مانند مکان، زمان روز و آب و هوا، برای تطبیق دستگاه‌ها و خدمات خانه هوشمند با نیازهای کاربر.	(Almusaylim & Zaman, 2019)	
	کاربر محور User-centric تمرکز بر نیازها و ترجیحات کاربر و طراحی دستگاه‌ها و خدمات خانه هوشمند که تجربیات شخصی‌سازی شده را ارائه می‌کنند.	(Kim, Cho, & Jun, 2020), (Cho & Choi, 2020) (Rocha, et al., 2021)	
	کنترل صدا Voice control به کاربران امکان می‌دهد دستگاه‌های خانه هوشمند را از طریق دستورات صوتی کنترل کنند، معمولاً با استفاده از دستیارهای مجازی مانند Amazon Alexa یا Google Assistant ودر برخی موارد در ارتباط با وسایل هوشمند پوشیدنی.	(Yang C. , 2021) (Wilde, Ojuroye, & Torah, 2015) (Mittal, et al., 2015)	
	اینترنت اشیا (IoT) اتصال دستگاه‌های خانه هوشمند به اینترنت و به یکدیگر، به آنها امکان می‌دهد اطلاعات را به اشتراک بگذارند و با هم کار کنند تا عملکردهای پیشرفته‌تری ارائه دهند.	(Majumder, Ray, Ghosh, & Datta, 2021)	

بحث و نتیجه گیری

عامل هر چیزی است که بتواند محیط خود را از طریق حسگرها درک کند و از طریق عملگرها بر روی آن محیط عمل کند. یک عامل رباتیک ممکن است دوربین‌ها و برد یاب مادون قرمز برای حسگرها و موتورهای مختلف برای محرک‌ها داشته باشد. یک عامل نرم افزار، محتویات فایل، بسته‌های شبکه و ورودی انسان (صفحه کلید/ماوس/صفحه لمسی/صدا) را به عنوان ورودی‌های حسی دریافت می‌کند و با نوشتن فایل‌ها، ارسال بسته‌های شبکه و نمایش اطلاعات یا تولید صدا بر روی محیط عمل می‌کند. محیط می‌تواند همه چیز باشد بخشی که بر آنچه عامل درک می‌کند و تحت تأثیر اعمال عامل تأثیر می‌گذارد (Russell & Norvig, 2021, p. 115). این عامل‌ها دارای ویژگی‌های پذیرش اهداف و استراتژی‌های پیش بینی کننده برای دستیابی به آنها، درجات متفاوت استقلال عمل، تعامل، همکاری، همیاری با سایرعامل‌ها، قابلیت پیش بینی همدیگر، درک و تفسیر شرایط غیرقابل پیش‌بینی، انتخاب و سازگاری با نتایج و اکتساب تجربه از آنها می‌باشند (Vernon, 2014, p. 8).

مطابق با نمودار ۴ چگونگی استخراج رفتارهای تداعی کاربر و سناریوهای دقیق و مدلسازی شده کاربر برای یک سری از فعالیت‌ها که در آن تعدادی دستگاه مختلف درگیر هستند، در سیستم‌های خانه هوشمند مهم است. الگوریتم‌ها باید بتوانند پیش بینی کند که کدام دستگاه پس از انجام آن فعالیت‌ها استفاده می‌شود. بنابراین، وظیفه اصلی تحقیقات آینده بررسی روشی است که بتواند رفتارهای کنترلی همراه باهم کاربران در فضا را پیش‌بینی کند و چگونگی شناسایی ارتباط زمانی بین فعالیت‌ها، شامل انواع دستگاه‌ها، ویژگی زمانی آنها و رفتارهای همراه باهم کاربر را بررسی کند (Liang, Zeng, Liu, Ye, & Zou, 2018).



نمودار ۴: مراحل تکامل هوشمندی در خانه با امکان شبکه سازی و برنامه نویسی کلان و نمایش شخصی سازی، آگاهی و یادگیری به عنوان بالاترین سطوح هوشمندی (منبع: نگارندگان)

به طور مثال، در یک پژوهش که در آن براساس یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر داده که ترکیبی از شبکه Q عمیق دوگانه با مکانیسم تکرار تجربه اولویت‌دار است برای حفظ کیفیت محیط داخلی و به حداقل رساندن هزینه انرژی ساکنان پیشنهاد شده است (Yang, Zhao, Li, Wu, & Zomaya, 2021, pp. 14-15). یا در پژوهش دیگری، طراحی خانه هوشمند مبتنی بر مدل‌سازی سیستم چند عاملی که هدف اصلی آن نظارت بر فشار خون بیمار است که در آن بیمار از یک دستگاه مبتنی بر Raspberry Pi استفاده می‌کند که در آن پشتیبانی از محاسبات فراگیر، آگاهی بین عامل‌ها و عملکردشان، پشتیبانی از اجرای همزمان و بر اساس تقاضای اجزای برنامه، اطمینان از در دسترس بودن سیستم، پشتیبانی از قابلیت‌های ارتباطی، مکانیسم‌هایی برای ارتباط برنامه‌ها با یکدیگر وجود داشته تا به آنها اجازه داده شود با وضعیت بیمار یا تغییرات محیطی تکامل یابند (Armentia, Gangoiti, Priego, Estévez, & Marcos, 2015, pp. 2-4). در مدلی دیگر نیز، سیستم‌های چند عاملی برای مدل سازی محیط‌های زندگی با کمک محیط (Ambient Assisted Living) استفاده می‌کردند که یک معماری سیستم چند عاملی احتمالی را برای استدلال در خانه‌های هوشمند، بر اساس یک تکنیک برنامه‌نویسی منطق احتمالی به نام ProbLog و فناوری‌های سیستم چند عاملی پیشنهاد شده است که در آن تکنیک استدلال احتمالی عوامل هوشمند را قادر می‌سازد تا در شرایط نامشخص استدلال کنند علاوه بر این در مورد اینکه چگونه پروتکل‌های تعامل عامل، فرآیند تصمیم‌گیری را با اجازه دادن به عوامل برای تبادل اطلاعات در مورد داده‌های از دست رفته یا متغیرهای غیرقابل مشاهده بین عامل‌ها، بهبود می‌بخشند (Mekuria, Sernani, Falcionelli, & Dragoni, 2021, pp. 126-137).

مدل‌سازی سیستم چند عاملی، سیستم پویایی را از اجزای مجزا ارائه می‌کند و ویژگی‌های نوظهور مرتبط با این پویایی را بررسی می‌کند. هر عامل یک دستگاه را با پارامترها و مقادیر خود نشان می‌دهد. دستگاه با توجه به وضعیت خود یک طرح مصرف و واکنش را انتخاب می‌کند (Guerard, Levy, & Pousseur, 2019, pp. 225-226).

با توجه به نمودار ۴، آینده طراحی خانه‌های هوشمند به سمت سیستم‌های چند عامله، هوشیار[۴] و تطبیق‌پذیر در جریان است و چرخه یادگیری هوشیارانه و قابلیت استفاده در این سیستم‌ها در نظر گرفته می‌شود. مراحل تکامل هوشمندی در خانه با کنترل از راه دور در سطح پایه شروع می‌شود و به دنبال آن امکان شبکه سازی و برنامه نویسی کلان و نمایش شخصی سازی، آگاهی و یادگیری به عنوان بالاترین سطوح هوشمندی ایجاد می‌شود.

این مقاله مرور سیستماتیک پیشینه (SLR) طراحی خانه هوشمند با تمرکز بر شناسایی مسائل کلیدی مرتبط با آن بود. حوزه‌های متفاوت تکنولوژی و رابطه کاربر-تکنولوژی در دیدگاه‌ها و لایه‌های متفاوت مورد بررسی قرار گرفت و در هر بخش، نوع رابطه تکنولوژی با خواسته‌ها و نیازهای کاربر و توسعه آن بررسی شد؛ و همچنین نحوه کنترل خانه‌های هوشمند تحت سناریو کاربر در واقعیت استفاده و تطبیق با آگاهی از زمینه و اینترنت اشیاء مطالعه شد. همچنین تأثیر حساسیت‌ها و

خطرات استفاده از تکنولوژی خانه‌های هوشمند بر فهم کاربر، نحوه‌ی استفاده از خانه هوشمند و مدیریت اطلاعات کاربر مطالعه و ارائه شد.

همانطور که در بخش شیوه ارائه شد برای مقاله مروری مطالعات خانه هوشمند در شاخصه‌های اصلی و زیر دسته‌های موضوعی مبتنی مطالعات مروری و تأیید مضامین در ۳ دسته کلی و ۱۰ زیردسته قرار گرفتند. این شاخصه‌ها و زیردسته‌ها با بررسی در مقالات مورد استفاده در بدنه پژوهش با رویکرد طراحی خانه هوشمند و با استفاده از تکنیک چشم انداز اهداف، ابعاد و رویکردهای اصلی را در محدوده طراحی خانه هوشمند توسعه داده و مشخص شدند. در جدول ۶، رابطه مفاهیم گفته شده و مطالعات مروری که در گذشته انجام شد که هر کدام با بخشی از آنها در ارتباط هستند ارائه شده است.

جدول ۶: شاخصه‌ها و زیردسته‌های موضوعی، اهداف، ابعاد و رویکردها در طراحی خانه هوشمند

شاخه‌های اصلی موضوعی و زیردسته‌ها		اهداف، ابعاد و رویکردهای رایج	مطالعات مروری مرتبط
تکنولوژی و سیستم‌ها	درگاه‌ها سیستم‌های عامل و پروتکل‌های اتصال انتخاب سیستم طراحی در بستر شهر هوشمند	انتخاب دستگاه‌های مناسب برنامه ریزی سیستم اتوماسیون خانگی طراحی آینده‌نگر هوشمندی و آگاهی از فناوری کارایی اقتصادی و هزینه بازشناسی فعالیت‌ها، کنترل صدا	(Marikyan, Papagiannidis, & Alamanos, 2019) (Al-Sumaiti, Ahmed, & Salama, 2014) (Del Rio, Sovacool, Bergman, & Makuch, 2020) (Yan, et al., 2020) (Tuna & Demir, 2016)
کنترل و تعامل با خانه هوشمند	سناریو کنترل و تطبیق‌پذیری تندرستی و سالمندی پایداری، انرژی و مدیریت مصرف کاربر ریسک‌های مورد پذیرش در طراحی خانه هوشمند	ارزیابی نیازهای ساکنان در نظر گرفتن بهره وری انرژی اطمینان از امنیت و حریم خصوصی ارائه یک رابط کاربر پسند حساسیت شخصی و اجتماعی پاسخگویی محیطی، کاربر محور زمینه آگاه ، اینترنت اشیا	(Baker & Xiang, 2023) (Beaudin & Zareipour, 2015) (Sun & Li, 2021) (Kim, et al., 2021) (Rhee, Ma, Seo, & Cha, 2022) (Li & Nair, 2015) (Britz, Frey, & Alexandersson, 2014)
	سیستم‌های چند عامله، هوشیار و تطبیق‌پذیر		(Liang, Zeng, Liu, Ye, & Zou, 2018) (Yang, Zhao, Li, Wu, & Zomaya, 2021) (Armentia, Gangoiti, Priego, Estévez, & Marcos, 2015) (Mekuria, Sernani, Falcionelli, & Dragoni, 2021) (Guerard, Levy, & Pousseur, 2019)

آنچه در پایان پژوهش به عنوان شکاف و مشخص کننده مسیر مطالعات آینده خانه هوشمند ارائه شد، هوشیاری خانه‌های هوشمند است. این هوشیاری مشخص کننده سطح تعامل بین کاربر و محیط/خانه هوشمند است؛ و توسعه دهنده بازنمایی عملکرد کاربر و واکنش نسبت به آن است. تکنولوژی «سیستم‌های چند عامله، هوشیار و تطبیق‌پذیر» از سطح الگوها و مدل‌ها فراتر رفته و می‌تواند نسبت به تکرار عملکردهای عمیق و یا پاداش از کاربر خود را توسعه دهد و در حالت بهینه به بالاترین سطح تعامل نزدیک شود.

پی نوشت

1. A systematic literature review (SLR)
۲. بدون استفاده از ابزارهای کمی (ابزارهای عددی یا ریاضی) بلکه فقط با بررسی بصری داده‌های جدول‌بندی شده یا گرافیکی، یک مفهوم یا تخمین تقریبی از چیزی بدست آید.
3. gateway
4. intelligent

مشارکت نویسندگان: نویسنده اول وظیفه بررسی، ویرایش و بهبود کلی مقاله را بر عهده داشته است. نویسندهٔ دوم مسئول نگارش پیش‌نویس مقاله و تدوین مفاهیم و منابع آن بوده است.

تضاد منافع: این مقاله فاقد هرگونه تضاد منافعی است.

حمایت مالی: این مقاله تحت حمایت مالی طرح پژوهشی با عنوان «دسته‌بندی رویکردها در طراحی خانه‌های هوشمند» به شماره قرارداد ۱۴۰۰۰۹/۶ در دانشگاه هنر اصفهان است.

دسترسی به داده ها و مواد: تمام داده‌های تولید شده یا تحلیل شده در طول این پژوهش در این مقاله منتشر شده و گنجانده شده‌اند.

منابع

Aggar, C., Sorwar, G., Seton, C., Penman, O., & BBiomedSc, A. (2022). Smart home technology to support older people's quality of life: A longitudinal pilot study. *International Journal of Older People Nursing*, 1-8.

Ahvar, E., Lee, G., Han, S., Crespi, N., & Khan, I. (2016). Sensor Network-Based and User-Friendly User Location Discovery for Future Smart Homes. *Sensors*, 1-17.

Alam, M., Reaz, M., & Ali, M. (2012). A Review of Smart Homes—Past, Present, and Future. *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART C: APPLICATIONS AND REVIEWS*, 1190-1203.

Almusaylim, Z., & Zaman, N. (2019). A review on smart home present state and challenges: linked to context-awareness internet of things (IoT). *Wireless Networks*, 1-12.

Al-Sumaiti, A., Ahmed, M., & Salama, M. (2014). Smart Home Activities: A Literature Review. *Electric Power Components and Systems*, 294–305.

Anees, A., & Chen, Y.-P. (2015). True real time pricing and combined power scheduling of electric appliances in residential energy management system. *Applied Energy*, 592–600.

Armentia, A., Gangoiti, U., Priego, R., Estévez, E., & Marcos, M. (2015). A Multi-Agent Based Approach to Support Adaptability in Home Care Applications. *IFAC (International Federation of Automatic Control)* (pp. 1-6). Elsevier.

Ayan, O., & Turkay, B. (2020). IoT-Based Energy Efficiency in Smart Homes by Smart Lighting Solutions. *21st International Symposium on Electrical Apparatus & Technologies (SIELA)* (pp. 1-5). Bourgas: IEEE.

Azari, K., Asadian, E., & Vakili Ardebili, A. (2018). Evaluation of Multi-criteria Selection Factors of Intelligent Buildings. *2nd International Congress of Technology, Management and Social Sciences-16 (ICTMS-16)* (pp. 31-37). MID Publications in association with Vidya Publications.

Badar, A., & Anvari-Moghaddam, A. (2020). Smart home energy management system – a review. *Advances in Building Energy Research*, 1-27.

Baker , S., & Xiang, W. (2023). Artificial Intelligence of Things for Smarter Healthcare: A Survey of Advancements, Challenges, and Opportunities. *IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS*, 1261-1293.

Beaudin, M., & Zareipour, H. (2015). Home energy management systems: A review of modelling and complexity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 318–335.

Beniwal, G., & Singhrova, A. (2021). A systematic literature review on IoT gateways. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 9541–9563.

Bitterman, N., & Shach-Pinsly, D. (2015). Smart home – a challenge for architects and designers. *Architectural Science Review*, 266–274.

Blecha, P., Mikulecky, P., Tucnik, P., & Matyska, J. (2016). Smart home environment — Agent-based models with scenarios implementation support. *2016 Global Information Infrastructure and Networking Symposium (GIIS)* (pp. 1-5). Porto: IEEE.

Bogataj, D., Bogataj, M., & Hudoklin, D. (2017). Mitigating risks of perishable products in the cyber-physical systems based on the extended MRP model. *International Journal of Production Economics*, 51-62.

Bolleddula, N., Hung, G., Ma, D., Noorian, H., & Woodbridge, D. M.-k. (2020). Sensor Selection for Activity Classification at Smart Home Environments. *2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)* (pp. 3927-3930). Montreal: IEEE.

Boumkheld, N., Ghogho, M., & El Koutbi, M. (2015). Energy Consumption Scheduling in a Smart Grid Including Renewable Energy. *Journal of Information Processing Systems*, 116-124.

Britz, J., Frey, J., & Alexandersson, J. (2014). Bridging the Gap between Smart Home and Agents. *2014 International Conference on Intelligent Environments* (pp. 31-38). IEEE.

Bruegger, P., Wilde, A., & Guibert, L. (2020). On the Development of a Resident Monitoring System: Usability, Privacy and Security aspects. *2020 International Conferences on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)* (pp. 288-293). IEEE.

Bugeja, J., Jacobsson, A., & Davidsson, P. (2021). PRASH: A Framework for Privacy Risk Analysis of. *sensors*, 1-29.

Cetin, K., & Kallus, C. (2016). Data-Driven Methodology for Energy and Peak Load Reduction of Residential HVAC Systems. *International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction* (pp. 852 – 859). Elsevier Ltd.

Chang, S., & Nam, K. (2021). Smart Home Adoption: The Impact of User Characteristics and Differences in Perception of Benefits. *buildings*, 1-17.

Chhetri, C., & Motti, V. (2021). Identifying Vulnerabilities in Security and Privacy of Smart Home Devices. In K.-K. Choo, T. Morris, G. Peterson, & E. Imsand, *National Cyber Summit (NCS) Research Track 2020* (pp. 211-231). Cham: Springer.

Cho, Y., & Choi, A. (2020). Application of Affordance Factors for User-Centered Smart Homes: A Case Study Approach. *sustainability*, 1-23.

De Nicola, A., & Villani, M. (2021). Smart City Ontologies and Their Applications: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 1-40.

Del Rio, D., Sovacool, B., Bergman, N., & Makuch, K. (2020). Critically reviewing smart home technology applications and business models in Europe. *Energy Policy*, 1-16.

Demirezen, G., Fung, A., & Deprez, M. (2020). Development and optimization of artificial neural network algorithms for the prediction of building specific local temperature for HVAC control. *International Journal of Energy Research*, 1-19.

Eliseev, I., Shifrin, B., Novikova, M., & Sokolova, V. (2019). Integration of the "smart home" concept into the infrastructure of the modern city. *International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems 2019 (SES-2019)* (pp. 1-3). EDP Sciences.

Froufe, M., Chinelli, C., Guedes, A., Haddad, A., Hammad, A., & Soares, C. (2020). Smart Buildings: Systems and Drivers. *buildings*, 1-20.

Galinina, O., Mikhaylov, K., Andreev, S., Turlikov, A., & Koucheryavy, Y. (2015). Smart home gateway system over Bluetooth low energy with wireless energy transfer capability. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking* , 1-18.

Ghaffarianhoseini, A., Berardi, U., AlWaer, H., Chang, S., Halawa, E., Ghaffarianhoseini , A., & Croome, D. (2015). What is an intelligent building? Analysis of recent interpretations from an international perspective. *Architectural Science Review*, 338–357.

Gifford, R. (2014). *Environmental Psychology Principles and Practice* (5th ed.). Massachusetts: University of Victoria.

Guerard, G., Levy, L.-N., & Pousseur, H. (2019). Multi-agent Model for Domotics and Smart Houses. *In Proceedings of the 7th International Conference on Smart Cities and Green ICT Systems* (pp. 223-230). SCITEPRESS – Science and Technology Publications.

Han, M., Kim, M., & Kim, I. (2021). Exploring the user performance of Korean women in smart homes with a focus on user adoption. *Journal of Building Engineering*, 1-12.

Hargreaves, T., & Wilson, C. (Eds.). (2017). *Smart Homes and Their Users.* Cham: Springer.

Hoof, J., Demiris, G., & Wouters, E. (Eds.). (2017). *Handbook of Smart Homes, Health Care and Well-Being.* Springer.

Iten, R., Wagner, J., & Röschmann, A. (2021). On the Identification, Evaluation and Treatment of Risks in Smart Homes: A Systematic Literature Review. *risks*, 1-30.

Jin, L., Ying-Min, F., Li-Yan, H., Guo-Qi, R., Jing, Z., & Bingran, S. (2018). Research on Communication Network Access Solution of Smart Home Energy Monitoring System. *China International Conference on Electricity Distribution* (pp. 1911-1915). Tianjin: IEEE.

Khan, M., Seo , J., & Kim, D. (2020). Towards Energy Efficient Home Automation: A Deep Learning Approach. *Sensors*, 1-18.

Kim, H., Choi, H., Kang, H., An, J., Yeom, S., & Hong, T. (2021). A systematic review of the smart energy conservation system: From smart homes to sustainable smart cities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1-17.

Kim, M., Cho, M., & Jun, H. (2020). Developing Design Solutions for Smart Homes Through User-Centered Scenarios. *Frontiers in Psychology*, 1-12.

Kölsch, J., Post, S., Zivkovic, C., Ratzke, A., & Grimm, C. (2020). Model-based development of smart home scenarios for IoT simulation. *2020 8th Workshop on Modeling and Simulation of Cyber-Physical Energy Systems* (pp. 1-6). Sydney: IEEE.

Leitner, G. (Ed.). (2015). *The Future Home is Wise,Not Smart: A Human-Centric Perspective on Next Generation Domestic Technologies.* Cham: Springer .

Li, H., & Nair, N.-K. (2015). Multi-Agent Systems and Demand Response: A Systematic Review. *2015 Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC)* (pp. 1-6). Wollongong: IEEE.

Li, W., Yigitcanlar, T., Erol, I., & Liu, A. (2021). Motivations, barriers and risks of smart home adoption: From systematic literature review to conceptual framework. *Energy Research & Social Science*, 1-29.

Liang, T., Zeng, B., Liu, J., Ye, L., & Zou, C. (2018). An unsupervised user behavior prediction algorithm based on machine learning and neural network for smart home. *IEEE Access*, 1-11.

Linkous, L., Zohrabi, N., & Abdelwahed, S. (2019). Health Monitoring in Smart Homes Utilizing Internet of Things. *2019 IEEE/ACM International Conference on Connected Health: Applications, Systems and Engineering* (pp. 29-34). IEEE.

Liu, L., Zhou, Y., Liu, Y., & Hu, S. (2014). Dynamic Programming Based Game Theoretic Algorithm For Economical Multi-User Smart Home Scheduling. *2014 IEEE 57th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)* (pp. 362-365). College Station: 2014.

Lohokare, J., Dani, R., Rajurkar, A., & Apte, A. (2017). An IoT Ecosystem for the Implementation of Scalable Wireless Home Automation Systems at Smart City Level. *2017 IEEE Region 10 Conference (TENCON)* (pp. 1503-1508). IEEE.

Ma, C., Guerra-Santin, O., & Mohammadi, M. (2022). Smart home modification design strategies for ageing in place: a systematic review. *Journal of Housing and the Built Environment*, 625–651.

Majumder, S., Ray, S., Ghosh, C., & Datta, S. (2021). Usage of Internet of Things in Home Automation Systems: A Review. In B. Das, S. Bandyopadhyay, R. Patgiri, & V. Balas (Eds.), *mart Innovation, Systems and Technologi: Modeling, Simulation and Optimization* (pp. 57-72). Springer.

Marikyan, D., Papagiannidis, S., & Alamanos, E. (2019). A systematic review of the smart home literature: A user perspective. *Technological Forecasting & Social Change*, Technological Forecasting & Social Change.

Marikyan, D., Papagiannidis, S., & Alamanos, E. (2020). Cognitive Dissonance in Technology Adoption: A Study of Smart Home Users. *Information Systems Frontiers*, 1-23.

Martirano, L., & Mitolo, M. (2020). Building Automation and Control Systems (BACS): a Review. *2020 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2020 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe).* Madrid: IEEE.

Mastrogiovanni, F., Sgorbissa, A., & Zaccaria, R. (2010). A cognitive model for recognizing human behaviours in smart homes. *Ann. Telecommun*, 523–538.

Mayer, S., Inhelder, N., Verborgh, R., & Walle, R. (2014). User-friendly Configuration of Smart Environments. *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Demonstrations* (pp. 163-165). IEEE .

McIlvennie, C., Sanguinetti, A., & Pritoni, M. (2020). Of impacts, agents, and functions: An interdisciplinary meta-review of smart home energy management systems research. *Energy Research & Social Science*, 1-20.

Mekuria, D., Sernani, P., Falcionelli, N., & Dragoni, A. (2021). *Ambient Assisted Living: Italian Forum 2019.* (A. Monteriù, A. Freddi, & S. Longhi, Eds.) Cham: Springer.

Mittal, Y., Toshniwal, P., Sharma, S., Singhal, D., Gupta, R., & Mittal, V. (2015). A Voice-Controlled Multi-Functional Smart Home Automation System. *2015 Annual IEEE India Conference (INDICON)* (pp. 1-6). New Delhi: IEEE.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D., & The PRISMA Group. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 336-341.

Moser, K., Harder, J., & Koo, S. (2014). Internet of Things in Home Automation and Energy Efficient Smart Home Technologies. *International Conference on Systems, Man, and Cybernetics* (pp. 1260-1265). San Diego: IEEE.

Moyle, W., Murfield , J., & Lion, K. (2021). The effectiveness of smart home technologies to support the health outcomes of community-dwelling older adults living with dementia: A scoping review. *International Journal of Medical Informatics*, 1-8.

Mukhopadhyay, S. (2015). Wearable Sensors for Human Activity Monitoring: A Review. *SENSORS*, 1321-1330.

Nthubu, B. (2021). An Overview of Sensors, Design and Healthcare Challenges in Smart Homes: Future Design Questions. *healthcare*, 1-21.

Omar, O. (2018). Intelligent building, definitions, factors and evaluation criteria of selection. *Alexandria Engineering Journal*, 2903–2910.

Ozkan, N., Davidson, R., Bicket, M., & Whitmarsh, L. (2013). Social barriers to the adoption of smart homes. *Energy Policy*, 363–374.

Paunescu, C., Zabava, T., Toma, L., Bulac, C., & Eremia, M. (2014). Hardware Home Energy Management System for Monitoring the Quality of Energy Service at Small Consumers. *16th International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP)* (pp. 24-28). Bucharest: IEEE.