

مروری بر چالش‌های پیاده‌سازی خانه‌های هوشمند در ایران

Investigating the Challenges of Implementing Smart Homes in Iran

فاطمه صالحی‌نژاد^۱، مهسا نصیری^۲، محمدحسین محمودی ساری^{۳*}

چکیده

یکی از زمینه‌هایی که با ورود زیرساخت‌های رایانه‌ای متحول شده، خانه‌ها و ساختمان‌های هوشمند است. در یک خانه‌ی هوشمند با ادغام فناوری رایانش ابری و استخراج اطلاعات از محیط به‌وسیله‌ی حسگرها و حرکتها، خدمات گوناگونی نظیر سرویس‌های اینترنت اشیاء به کاربران ارائه می‌شود. طراحی ابزارهایی که به کاربران اجازه دهد به راحتی کنترل خانه‌ی هوشمند را در دست بگیرند؛ مسئله‌ای چالش‌برانگیز در هوش محیطی و اینترنت اشیاء است که باید مورد توجه محققان قرار گیرد. به دلیل تنوع راه حل‌های موجود، درک این‌که کدام الزامات باید به‌طور مؤثر از کاربران نهایی پشتیبانی کند، آسان نیست. موقوفیت در طراحی و بهبود خانه‌های هوشمند وابسته به در نظر گرفتن جنبه‌ی عملکردی و کاربر محور فناوری‌های هوشمند و همچنین مستلزم درک نیازهای واقعی و سبک زندگی متفاوت کاربران است. در این مقاله به بررسی چالش‌های مربوط به سیستم‌های هوشمند خانگی، راه حل‌های کاربردی جهت رفع آن‌ها و همچنین بررسی مسائل پیاده‌سازی این فناوری در ایران پرداخته شده است. روش مورد استفاده نیز با توجه به هدف، روش تحقیق توسعه‌ای و شیوه‌ی مطالعه بر اساس روش و ماهیت تحقیق، توصیفی-تحلیلی و گردآوری اطلاعات نیز بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای و متابع مکتوب و تحلیل محتوایی آن‌ها بوده است. نتایج حاصل نشان داد که در حال حاضر همچنان، به جهت عدم وجود زیرساخت‌های همگون و مورد نیاز در ساختمان، بسترها فنی، فرهنگی و مالی مناسب برای پیاده‌سازی مناسب و اصولی، در جهت رسیدن به هدف‌های بنیادی و اصلی این فناوری در کشور ایجاد نشده است.

واژگان کلیدی: خانه‌ی هوشمند، اینترنت اشیاء، مدیریت هوشمند ساختمان، هوشمند سازی.

۱- مقدمه

خانه‌های هوشمند به معنای واقعی کلمه هوشمند هستند (مشعل چی، ۲، ۱۳۹۵)، این سیستم‌ها که مبتنی بر اینترنت اشیاء می‌باشند، برای بسیاری از افراد تبدیل به امری روزمره شده‌اند. واژه‌ی خانه‌ی هوشمند به اقامتگاهی که مجذب فناوری‌هایی است که نظارت بر ساکنین، ترویج استقلال و افزایش کیفیت زندگی را تسهیل می‌کند، اشاره دارد (Demiris & Hensel, 2008، به نقل از جاودان‌فر و متین دوست، ۱۳۹۵). اخیراً، خانه‌های هوشمند برای تأمین مدیریت انرژی خانگی (Si et al., 2005, adapted from Mekuria, 2015, adapted from Emekci 2022 و خدمات سرگرمی (Velasco et al., 2005, adapted from Mekuria, 2019) به کار گرفته شده‌اند. سیستم هوشمند خانگی وضعیت محل سکونت را از طریق حسگرها درک کرده و به‌طور خودکار محیط زندگی را با ترجیحات کاربر خود تطبیق می‌دهد. فرآیند تطبیق اتوماتیک محیط زندگی عمدهاً توسط سیستم استدلال تعیین و کنترل می‌شود که به عنوان مغز سیستم هوشمند خانگی در نظر گرفته می‌شود. به‌طور خاص، نقش اولیه یک سیستم استدلال خانگی هوشمند اتخاذ تصمیم‌های مناسب در جهت دستیابی به اهداف راحتی و بهره‌وری ساکنین (داوری روبدره، ۱۴۰۰، ۱۰) و محیط آن‌ها است. با این وجود، محققان به‌طور گسترده در حال مطالعه و بررسی انواع فنون هوش مصنوعی^۱ و کاربردهای آن‌ها برای محیط‌های زندگی با کمک محیط هستند. به‌طور کلی هدف اصلی از توسعه‌ی خانه‌های هوشمند را می‌توان یکپارچه‌سازی خدمات و سرویس‌ها و ایجاد یک محیط زندگی دوستانه، راحت، امن و کارآمد برای افراد بیان کرد (مشعل چی، ۱۳۹۵، ۱۰). خدمات خانگی هوشمند^۲ به کاربران یک سیستم مدیریت سبک زندگی مؤثر می‌دهد و از طریق شبکه‌سازی وسایل هوشمند و برنامه‌های کاربردی کاربران را قادر می‌سازد تا خانه‌های خود را از هر جایی در هر زمانی کنترل کنند. با این حال، علی‌رغم مزایای خدمات خانگی هوشمند، پذیرش آن‌ها بسیار پایین است. یک شکاف در ادبیات به صورت یک مدل جامع باقی می‌ماند که قصد کاربران برای استفاده از خدمات خانگی هوشمند را مورد توجه قرار می‌دهد. برای رسیدن به پذیرش خدمات خانگی هوشمند، می‌توان به درک سهولت استفاده، منافع درک شده، هزینه‌ها و ریسک حریم خصوصی اشاره کرد (chan et al., 2009; Balta et al., 2014; Luor et al., 2015 Baudier et al., 2018). یکی از نکات مهم قابل توجه در خانه‌های هوشمند موضوع تأمین و حفظ امنیت در این خانه‌ها است (Al-Husamiyah & Al-Bashayreh, 2022, 1). یکی از اصلی‌ترین اهداف سیستم‌های امنیتی در این خانه‌ها، مبتنی بر محور حفاظت درونی خود به خودی است. منظور این است که خانه‌ی هوشمند به‌علت دارا بودن مجموعه‌ای از امکانات بالقوه می‌تواند از خود محافظت نماید. به جهت اتصال تجهیزات هوشمند به اینترنت و استفاده از این بستر ارتباطی همواره خطر در کمین خانه‌های هوشمند بوده و در برابر حملات سایبری دارای ضعف و آسیب‌پذیر خواهد بود (الماسی و فرجی پور، ۱۴۰۰) بنابراین به جهت تأمین حداقل امنیت در این خانه‌ها، از طریق بهره بردن از فناوری روز دنیا به بازبینی و آنالیز دقیق تمامی قطعات و مراحل کار می‌پردازند که این اقدامات موجب رفع بسیاری از اشتباهات و نارسایی‌ها در مقایسه با سیستم‌های مشابه شده است (Venkatraman et al., 2021, 4). از این‌رو این پژوهش به بررسی علل پیدایش و نحوه‌ی شکل‌گیری خانه‌های هوشمند، تجهیزات و امکانات موردنیاز جهت شکل‌گیری بسترها مناسب برای اجرای این سیستم، موانع و مشکلات موجود در مسیر پیاده‌سازی آن و راهکارهای توسعه و اصلاح سیستم‌های هوشمند متناسب با فرهنگ، سرایط فنی، هزینه‌های پیاده‌سازی این فناوری پرداخته و از طرفی با توجه به نحوه‌ی پذیرش و سرعت پذیرش فناوری‌های نوین در داخل کشور، ارائه‌ی راهکارهایی جهت استفاده‌ی هر چه بهتر و به روزتر این فناوری در ایران را مورد توجه قرار داده است. با توجه به رشد روز افزون و پیدایش فناوری‌های نوین و دغدغه‌ی همیشگی موجود در رابطه با پیوستن به جریان پویا و بر سرعت این فناوری‌ها در جهان امروز، لزوم تبیین جایگاه فعلی ایران در استفاده و پذیرش این فناوری در جهان به عنوان امری مهم و حائز اهمیت جهت تلاش برای فرهنگ‌سازی، ارائه‌ی راهکارهای مناسب و برنامه‌ریزی در جهت پذیرش هرچه بهتر این فناوری در کشور تبدیل کرده است.



۲- روش پژوهش

روش تحقیق در این مقاله، بر اساس استدلال منطقی و روش کیفی است و اساس مطالعات صورت گرفته بهوسیله‌ی بررسی منابع کتابخانه‌ای و مرور ادبیات موجود شکل گرفته است. در ابتدا برای مطالعات اولیه و بررسی موضوع به جستجوی مقالات داخلی پرداخته شد و سپس برای ادامه کار به جستجوی کلید واژه‌های مرتبط در موتور جستجوی گوگل اسکولار پرداخته شد. برای تکمیل بررسی‌ها نیز، در وبسایت ساینس دایرکت و الزویر جستجو انجام شد. عبارات مورد جستجو عبارت بودند از خانه‌ی هوشمند، پیاده‌سازی خانه‌ی هوشمند، هوشمندسازی خانه‌ها و چالش‌های پیاده‌سازی خانه‌ی هوشمند. جهت گردآوری اطلاعات این پژوهش و بررسی فرضیه‌ی پژوهش، از روش‌های انعطاف‌پذیری استفاده شد. در این پژوهش، سیر تکامل حضور خانه‌ی هوشمند و تحلیل چالش‌های کاربران این فناوری، از دیدگاهی جامع مورد ملاحظه قرار گرفت. سپس در راستای دسته‌بندی پیشینه‌ی تحقیق مجموعه‌ی مقالات تهیه شده به تفکیک در ۵ دسته‌ی؛ علل ظهور خانه‌ی هوشمند، شناسایی خانه‌ی هوشمند و اجزاء آن، تأثیر خانه‌ی هوشمند بر صرفه‌جویی انرژی، ملاحظات زیست‌محیطی و موانع پیاده‌سازی خانه‌ی هوشمند طبقه‌بندی شدند. سپس به بررسی مهم‌ترین چالش‌های پیاده‌سازی این فناوری پرداخته شد. در ادامه با بررسی موضوعات و موانع شناسایی شده در مسیر پیاده‌سازی این فناوری و برقراری ارتباط منطقی بین موضوعات و توجه به بستر و مقایسه پیشینه‌ی تحقیق استخراج شده با جایگاه واقعی این فناوری در ایران، به بررسی چالش‌ها و نتیجه‌گیری پیرامون موضوع پرداخته شد و نهایتاً پیشنهاداتی در راستای بهبود پذیرش و هوشمندسازی خانه‌ها ارائه شد.

۳- مبانی نظری

در این بخش به بررسی جایگاه خانه‌ی هوشمند و بررسی هوشمندسازی محیط، اینترنت اشیاء در خانه‌ی هوشمند، خانه‌ی هوشمند و سیستم مدیریت جامع ساختمان، خانه‌ی هوشمند و مفهوم توسعه پایدار، بررسی کاربران خانه‌ی هوشمند، چالش‌های مربوط به کاربر، بررسی‌ها در رابطه با بازار جهانی اتوomasيون خانگی، مهم‌ترین موانع موجود بر سر راه پذیرش خانه‌ی هوشمند و مسائل پیاده‌سازی خانه‌ی هوشمند در ایران پرداخته می‌شود.

۱-۳- هوشمندسازی محیط

شهرهای هوشمند تجسم رؤیایی در آینده نیستند، بلکه به یمن راهکارهای نوآورانه اینترنت اشیاء بسیاری از آن‌ها در حال حاضر فعال و یا به سرعت در حال گسترش هستند. شهر هوشمند به بخش‌های مختلفی تقسیم می‌شود که یکی از آن‌ها خانه‌های هوشمند است. بدین صورت در یک خانه‌ی هوشمند کلیه‌ی تجهیزات و لوازمی که قابلیت اتصال به شبکه، اینترنت و برنامه‌ریزی شدن را دارند با هم در یک خانه و بستر شبکه‌ی خانگی بهم متصل می‌شوند و با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌های عظیم تولید شده توسط خانه‌های هوشمند می‌توان به الگوی مصرف ساکنین و بهمین ترتیب به الگوی مصرف افراد جامعه دست یافت و بهوسیله‌ی این الگوها می‌توان مصرف انرژی را مدیریت نمود (داوری روبدبرده، ۱۴۰۰، ۳، Zhou et al., 2018، ۲۰۱۶، adapted from Marikyan, 2018). هدف بلندمدت فناوری هوشمند بهبود رفاه مردم است. خانه‌ی هوشمند، قابلیت همکاری دستگاه را برانگیخته و به رشد گردش این فناوری در سطح جهانی کمک کرده است (داوری روبدبرده، ۱۴۰۰، ۲).

تکامل سیستم‌های خانه‌ی هوشمند: ایجاد بستر شبکه‌ی ارتباطی^۳ میان تجهیزات بر پایه یک پروتکل مشخص که در عین حال دارای قابلیت برقراری ارتباط بین تمامی پروتکل‌های ارتباطی موجود در دنیا بدون نیاز به سوپر وایزرنیز دارا هست (صباخ کرمانی و همکاران، ۱۴۰۰، ۵).

توسعه و اصلاح مشکلات سیستم هوشمند مبتنی بر پایه بستر شبکه‌ی ارتباطی: در ادامه بسیاری از شرکت‌ها برای راهیابی به بازار اروپا و آمریکا که مصرف‌کنندگان آن اعتقادی به پرداخت هزینه‌های بالای خدمات پس از فروش ندارند برای حل این مشکل به این فکر افتادند که برنامه‌ریزی سیستم هوشمند را تا حدی ساده کنند که خود مصرف‌کننده بدون نیاز به کامپیوتر تغییرات مورد نظر خود را انجام دهد، به این ترتیب فناوری دی‌آی‌ایگرگ^۴ وارد بازار شد (K.Sovacool, D.Furszyfer Del Rio, 2020; Sas & Neustaedter, 2017).

۳-۲- اینترنت اشیاء^۵ در خانه‌ی هوشمند

اینترنت اشیاء مفهومی است که اتصالات بین اشیاء زندگی روزمره را با استفاده از انواع مختلف سنسورها مانند شناسایی فرکانس رادیویی^۶ برقرار می‌سازد. این سنسورها، محرك‌هایی هستند که برای حس کردن، جمع‌آوری و انتقال اطلاعات مهم از محیط اطراف خود به اینترنت مورد استفاده قرار می‌گیرند. اینترنت اشیاء در چند سال گذشته یکی از موضوعات داغ در حوزه‌ی فناوری بوده و انتظار می‌رود که در جهان، انقلابی مشابه انقلابی که اینترنت به وجود آورد، ایجاد کند (میگلی نژاد و سرمدی، ۱۳۹۶، ۱). مکانیسم اینترنت اشیاء شامل چندین عنصر مانند شناسایی، سنجش، ارتباط، محاسبات، خدمات و معناشناسی است که شناسایی مهم‌ترین آن است، زیرا تضمین می‌کند که اطلاعات و خدمات مورد نیاز به آدرس صحیح برسد. محاسبات با جمع‌آوری اطلاعات از منابع مختلف همراه شده و به مراکز داده ارسال می‌شود. سپس داده‌ها با استفاده از شرایط و عوامل مختلف برای اهداف مختلف سرویس‌ها، مورد تحلیل قرار می‌گیرند. سنسورها می‌توانند برای جمع‌آوری رطوبت، درجه حرارت و... استفاده شوند. ارتباطات معمولاً با استفاده از خانواده‌ی پروتکل‌های شبکه بی‌سیم^۷، بلوتوث و... انجام می‌شود (میگلی نژاد و سرمدی، ۱۳۹۶، ۲). در بحث هوشمندسازی ساختمان‌های مسکونی از اینترنت اشیاء برای تشکیل یک سیستم مدیریت جامع ساختمان استفاده می‌شود. سیستم مدیریت ساختمان^۸ به سیستمی گفته می‌شود که توسط آن بتوان اجزای مورد نیاز یک ساختمان را کنترل و مدیریت کرد. خانه‌ی هوشمند یک سیستم مدیریت ساختمان کوچک است و در آن نیازی به ایجاد شبکه بین سیستم‌های مختلف نیست بلکه در اکثر مواقع تنها یک سیستم مورد نیاز است و کافی است تمام سنسورها و مصرف‌کننده‌ها به طور مستقیم به سیستم متصل شوند (مشعل‌چی، ۱۳۹۵، ۲).



تصویر ۱ - معماری سیستم اتوماسیون خانگی (Mehrabi et al., 2014)

۳-۳- خانه‌ی هوشمند و سیستم مدیریت جامع ساختمان

سیستم مدیریت ساختمان دارای پروتکل‌های ارتباطی مختلفی است که یکی از متدالو ترین پروتکل‌های ارتباطی پروتکل کی.ان.ایکس.^۹ است (خابنده‌لو و همکاران، ۱۳۹۹، ۵) که یک پروتکل از نوع لایه باز بوده، یعنی می‌توان در یک سیستم هوشمند مبتنی بر این پروتکل، از قطعات و تجهیزات شرکت‌های مختلف نحوه‌ی دسترسی به تجهیزات موجود در یک ساختمان را برای کاربران تعریف کرد و کاربر می‌تواند بر حسب نیاز و به دلخواه خود کلید یا ساریو مورد نظر را انتخاب کند و از آن بهره‌مند شود (خابنده‌لو و همکاران، ۱۳۹۹، ۳). از مزایای استفاده از این سیستم در خانه‌ی هوشمند می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- گسترش روزافزون فناوری و استفاده از فناوری در عرصه‌ی ساختمان؛
- کاهش مصرف انرژی؛
- صرفه‌جویی در هزینه‌های راهبری ساختمان؛
- بالا بردن سطح رفاه و آسایش ساکنین؛
- امکان کنترل بهینه‌ی مدیریتی و فنی متمرکز نسبت به سیستم‌های کنترلی سنتی استاندارد.

مزیت این سیستم نسبت به سیستم‌های کنترلی سنتی استاندارد، عمدتاً امکان کنترل بهینه مدیریتی و فنی متمرکز است (خیرآبادی و طالبیان، ۱۳۹۲؛ امامی، ۱۳۹۶). یک سیستم مدیریت ساختمان شامل ساختمانی از تجهیزات پیکربندی شده برای تهییه داده‌های خام از یک یا چند تجهیزات نصب شده است. سیستم مدیریت ساختمان بیشتر شبیه یک گردآورنده‌ی داده‌ها، برای جمع‌آوری داده‌های خام از تجهیزات ساختمان و تولید یک یا چند گزارش است که شامل تعداد زیادی از داده‌های خام می‌شود (Park et al., 2018, adapted from Marikyan, 2018).

مزیت این سیستم نسبت به سیستم‌های کنترلی سنتی استاندارد، عمدتاً امکان کنترل بهینه مدیریتی و فنی متمرکز است (خیرآبادی و طالبیان، ۱۳۹۲؛ امامی، ۱۳۹۶).

- کاهش هزینه‌های کاربران، مصرف بهینه انرژی و صرفه‌جویی در آن؛
- کاهش خطاهای ناشی از نیروی انسانی و افزایش عمر مفید تجهیزات و استفاده بهینه از آن‌ها؛
- کاهش هزینه‌های ناشی از کارکرد مداوم تجهیزات مکانیکی برقی و غیره؛
- افزایش کارایی سیستم حفاظتی و ایمنی و ایجاد احساس امنیت برای سکنه ساختمان؛
- عدم نیاز به تعمیر و سرویس مداوم تجهیزات از سوی پیمانکاران دائمی؛
- اولویت‌بندی هوشمندانه دستگاه‌های مصرف کننده انرژی در زمان اضطرار و اوج مصرف انرژی؛
- کاهش آلودگی محیط زیست و آلایندگی‌های ناشی از گازهای گلخانه‌ای؛
- امکان کنترل مانیتورینگ تمام نقاط به‌وسیله یک گوشی تلفن همراه، اینترنت و شبکه، رایانه، تبلت (زمانی، ایمانی و تلقیری، ۱۳۹۴).

طبق مطالعات صورت گرفته، سیستم‌های متصل به سیستم مدیریت ساختمان، به‌طور معمول ۴۰ درصد مصرف انرژی ساختمان را کاهش می‌دهند و در صورت در نظر گرفتن روشنایی، این عدد به ۷۰ درصد می‌رسد. سیستم مدیریت ساختمان یک ساختار حیاتی برای مدیریت تقاضای انرژی است. با توجه به آمارهای مختلف، با پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی ساختمان به میزان حداقل ۲۵ درصد نسبت به سیستم‌های دستی صرفه‌جویی بیشتری در مصرف انرژی به‌دست خواهد آمد (علیزاده و جعفری، ۱۳۸۹؛ Kamali et al., 2014, adapted from Marikyan, 2018).

۴-۳- خانه‌ی هوشمند و مفهوم توسعه پایدار

صرفه‌جویی در مصرف انرژی و جلوگیری از مصرف انرژی‌های تجدید ناپذیر مهم‌ترین مزیتی است که ساختمان‌های هوشمند را با معماری پایدار مرتبط می‌کند. محترم شمردن و توجه به نیازهای انسان و طراحی برای او، مهم‌ترین اصل از معماری پایدار است. ساختمان هوشمند نیز بر همین اساس عمل می‌کند؛ انسان را محترم می‌شمارد و در پی توجه به نیازهای او و برطرف کردن آن‌ها است. ساختمان هوشمند از ساختمان پایدار جدا نیست و می‌تواند پایه و اساسی برای شکل‌گیری معماری پایدار و همچنین توسعه‌ی پایدار گردد (عیسی‌زاده، ۱۳۹۶). توسعه پایدار یعنی استفاده بهینه از منابع به نحوی که نیاز نسل امروز تأمین شود و در عین حال نیاز نسل آینده مورد مخاطره قرار نگیرد (آقایی و ولی‌نژاد، ۱۴۰۰، ۶). کاربرد مفاهیم پایداری و اهداف توسعه پایدار در جهت کاهش اتلاف انرژی و آلودگی محیط زیست در معماری مبحثی به نام معماری پایدار را به وجود آورده است. معماری پایدار دارای اصول خاص و قواعد خود است که این سه مرحله را دربرمی‌گیرد: صرفه‌جویی در منابع، طراحی برای بازگشت به چرخه‌ی زندگی و طراحی برای انسان (ولی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۸). در این نوع معماری ساختمان نه تنها با شرایط اقلیمی منطقه‌ی خود را تطبیق می‌دهد، بلکه ارتباط متقابلی با آن برقرار می‌کند (محمودی، ۱۳۹۲، ۱۳۹۶). چالش معماری پایدار در ارتباط با یک راه حل جامع برای ملاحظات محیطی و در عین به نقل از آقایی و ولی‌نژاد، ۱۴۰۰). معماری پایدار در نظر گرفته قرار می‌گیرد: صرفه‌جویی در این حال برای به‌دست آوردن سطح کیفیت زندگی و ارزش‌های فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی و آسایشی است (تقی‌زاده، ۱۳۹۰، ۱۳۹۶). دستیابی به استانداردهای بالای کیفیت، امنیت و آسایش که در واقع سلامت انسان‌ها را تأمین می‌کند از مهم‌ترین اهداف معماری پایدار است. نکته‌ی مهمی که در این نوع معماری مورد توجه قرار می‌گیرد آن است که تمامی عوامل دخیل در آسایش مرتبط با هم و بهصورت یک سیستم واحد در نظر گرفته می‌شود. این هدف در ساختمان‌های هوشمند که مجهز به سیستم یکپارچه‌کننده‌ی تمامی اجزای ساختمان و در جهت آسایش و صرفه‌جویی انرژی است محقق می‌گردد (آقایی و ولی‌نژاد، ۱۴۰۰). با داشتن خانه‌ای هوشمند علاوه بر مصرف صحیح انرژی می‌توان هزینه‌ی صرفی را کاهش داد و راحتی، سرعت و امنیت را به محیط ساختمان آورد. در تعریفی کلی، یک خانه‌ی هوشمند به معنای استفاده



صحیح از فناوری های نظیر کامپیوتر، کنترل، نمایش تصویر و ارتباطات هست که از طریق یک شبکه به هم متصل هستند تا با مدیریت جامع به تمامی نیازهای سیستم پاسخ دهد (Emekei, 2022, 330). در گذشته جهت پیاده سازی خانه های هوشمند سنتی از سیم کشی چهت کنترل و ایجاد امکانات ارتقابی بهره می بردن که از معایب این روش می توان به بالا بودن هزینه های اجرا و نگهداری از کابل ها، عدم امکان تعییر کنترل سرخطها، قطع کل سیستم در هنگام تعمیرات و بهروزرسانی مازول ها، ناهماهنگی در فضای ساختمان و محدودیت در مقیاس پیاده سازی اشاره کرد در حالی که خانه های هوشمند مبتنی بر سیستم شبکه ای بی سیم نه تنها بشر را از شر کابل نجات می دهند، بلکه می توانند تا حد زیادی هزینه ها را کاهش داده و مقیاس تحت شاعع سیستم را نیز افزایش دهند (صباغ کرمانی و همکاران، ۱۴۰۰، ۲). گزارشات برنامه محیط زیست سازمان ملل متحده نشان می دهد، مصارف ساختمان ها ۳۰ تا ۴۰ درصد کل مصرف انرژی اولیه در جهان است این اتفاق ها می توانند ناشی از برخی عادات نادرست یا امکانات و تجهیزات ضعیف باشد. سرانهی مصرف انرژی توسط بخش خانگی در ایران حدود ۲۹۰۰ کیلووات ساعت است که نسبت به استانداردهای جهانی، ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلووات ساعت بیشتر است، در واقع می توان نتیجه گرفت که سرانهی مصرف انرژی در بخش خانگی در ایران، سه برابر متوسط مصرف جهانی است. در فصل تابستان در حدود ۲۵ درصد مصرف برق توسط کولرهای آبی و گازی خانگی است. خانه های ایرانی به طور متوسط ۵ درصد تا ۱۰ درصد انرژی هدر می دهند. مشکل محدودیت انرژی در دسترس دامن گیر کلیه کشورها اعم از صنعتی، توسعه یافته و در حال توسعه است. در طی آمارهای کشورهای مختلف با توجه به فعالیت های صنعتی بین ۳۰ تا ۳۵ درصد از کل مصرف انرژی مربوط به ساختمان ها است که بین ۵۰ تا ۶۰ درصد از کل این میزان صرف سرمایش و گرمایش می گردد؛ بنابراین هر اقدامی در جهت بهبود کیفیت ساختمان ها از جمله هوشمندسازی آن ها به صرفه جویی قابل توجهی منجر می شود. با استفاده از راهکارهای نوین روشنایی می توان تا ۸۰ درصد مصرف انرژی را در این بخش کاهش داد. به طور کلی در کلیه مصارف خانگی با پیاده سازی روش های هوشمندسازی می توان ۲۵ تا ۳۰ درصد در مصرف انرژی صرفه جویی نمود و بازگشت سرمایه ای در حدود ۲/۵ تا ۳ سال را انتظار داشت (میگلی نژاد و سرمدی، ۱۳۹۶، ۹).

۳-۵- بررسی کاربران خانه های هوشمند

با تعداد رو به افزایشی از علاقه مندان به اتو ماسیون خانه های هوشمند در تحقیق و صنعت، انتظار نفوذ بیشتر در بازار هوشمند می رود. با این حال، پذیرش خانه های هوشمند توسط مصرف کنندگان و تولید کنندگان در طول سالیان اخیر آهسته مانده است. خانه های هوشمند فعلی به سه دسته تقسیم می شوند:

- اغلب بیش از حد ساده هستند تا در بازار به طور گسترده پذیرفته شوند. از طرفی دیگر، سکوی بزرگی وجود دارد که می تواند بسیاری از برنامه های کاربردی مختلف را پشتیبانی کند اما استفاده از آن ها بسیار پیچیده بوده و نصب یا نگهداری آن ها نیز بسیار دشوار است. هر سیستمی که سعی در ادغام کامل همه دستگاه های ممکن در یک روش کاملاً خود کار داشته باشد، هم پیچیده بوده و هم برای استفاده واقعی بسیار هوشمندانه است (Cook et al., 2003). به نقل از شریعت راد و مرادی، ۱۳۹۷) بیش از حد پیچیده: (استفاده، ساخت یا نگهداری) سطح دوم پروژه های تحقیقات خانگی هوشمند از محدوده سیستم های توزیع شده بزرگ نشأت می گیرد که توسط اپراتورهای شبکه میزبانی می شود. استفاده از چالش کلیدی برای پذیرش مصرف کننده علاوه بر قیمت، قابلیت استفاده است. یک رابط کاربر متصول به خصوص اگر امکان کنترل همه چیز را داشته باشد، می تواند به سرعت پیچیده شود.

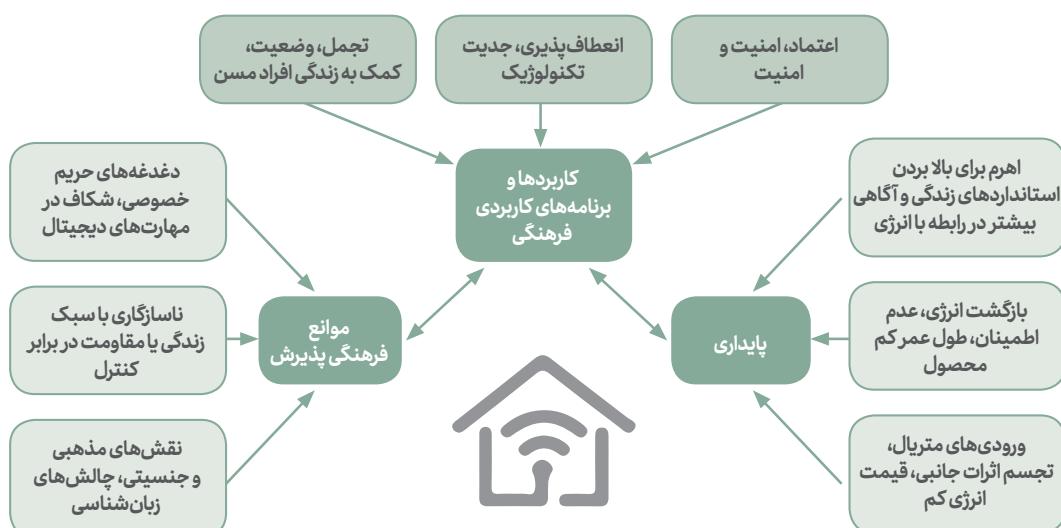
- یک مثال که در آن راه حل های متناسب می تواند قابلیت استفاده ای بالاتری نسبت به حالت کلی داشته باشد، کنترل چند رسانه ای است. یک عامل کلیدی برای قابلیت استفاده، پاسخگویی است. دستورها باید دارای اثرات فوری و باز خورد فوری بر روی دستگاه تعامل باشند. معماری های سیستم شامل چندین لایه از شبکه هستند. معماری چنین سیستمی به طور فرا بینه برای توسعه دهنده ها مشکل است و ساخت سیستم ها را دشوار می سازد. همچنین، این سیستم های عمومی، متابع بیشتری (هزینه تولید، برق) نسبت به سیستم های تخصصی مصرف می کنند. برای مثال، اضافه کردن یک خدمت ساده (یک راهنمای برنامه ای تلویزیونی) به پلتفرم مدیریت خدمت نیازمند صدها خط ایکس.ام.ال.^{۱۰} مکتوب است (Eckl & Mac Williams, 2009).

- بسیار باهوش: تلاش برای شناخت بهتر از کاربر، بسیاری از سیستم‌های تحقیقاتی به مسئله‌ی استنتاج هدف کاربر و تلاش برای کنترل ابزار بر مبنای آن با استفاده از حس‌گرها، قواعد و فنون یادگیری می‌پردازند. به عنوان مثال، شبکه‌ی عصبی مصنوعی ادعا می‌کند که خود برنامه دارد. این کار با مشاهده ساکنین و پیش‌بینی نیازها انجام می‌شود. با وجود گستره‌ی وسیع از مزایای بالقوه و فرض شده، در حال حاضر تصویر روشی از خانه‌های هوشمند در حوزه‌هایی که توسط توسعه‌دهندگان این فناوری بیان شده، وجود ندارد. این یک نظر انقادی است که با توجه به موفقیت کلی خانه‌های هوشمند، هر نوع احتمالی ممکن است رخ دهد (Mozer, 1998, adapted from Eckl & Williams, 2009).

۴- تحلیل داده‌ها

۴-۱- چالش‌های مربوط به کاربر

ادبیات فنی که بر خانه‌ی هوشمند و تحقیقات کاربر غالب است، چالش‌های کلیدی فناوری و طراحی را شناسایی می‌کند. با توجه به مسائل خاص موجود، چالش‌ها و همچنین موانع اجتماعی شناسایی شده در پذیرش خانه‌های هوشمند در کارگاه‌های عمومی عبارت هستند از: از دست دادن کنترل، قابلیت اطمینان (Marikyan et al., 2018, 183)، حریم خصوصی، اعتماد، هزینه و نامناسب بودن. با این حال، مجموعه‌ی دیگری از چالش‌ها وجود دارد که بررسی می‌کند که چگونه و چه نوعی از فناوری‌های خانگی هوشمندی می‌توانند به طور مؤثر مورد پذیرش واقع شوند. با توجه به در حال توسعه بودن این فناوری برای کاربران خانگی هوشمند تحقیقات، توسعه، تست و چالش‌های پیش‌رو باید قبل از این که تجاری‌سازی گستره‌ی خانه‌های هوشمند به یک چشم‌انداز واقعی تبدیل شود، بر طرف شوند (Sovacool & Furszyfer Del Rio, 2019, 10). طراحی فناوری برای کاربران خانگی هوشمند (که با مقبولیت خانه‌های هوشمند از نظر موضوعات امنیت، حریم خصوصی و اعتماد و نیز نگرانی‌های احساسی و ارگونومیک تعامل برقرار کردن) با رفتار دوستانه کاربر در ارتباط است (Wilson et al., 2014). این مسائل چالش‌های طراحی حیاتی را ارائه می‌کند که مربوط به تعاملات بین کاربران و فناوری‌های خانگی هوشمند است. چندین مطالعه در این زمینه، چالش‌های طراحی دقیق‌تری را در رابطه با رفتار دوستانه کاربر در خانه‌های هوشمند نشان می‌دهند. مطالعات دیگری نیز بر مشکلات ایجاد رابطه کاربری گرافیکی و آسان با توجه به سطح پیچیدگی و تعداد گزینه‌های کنترل کاربر تأکید کرده‌اند. طراحی مبتنی بر کاربر به طور گسترده به عنوان پاسخ مفید به چالش‌های طراحی خانگی هوشمند شناخته می‌شود. تعدادی از راه حل‌های ساده طراحی را شناسایی می‌کنند که می‌تواند به غلبه بر مشکلات خاص از جمله نگرانی از فراموشی وسایل جدید و مبتلایان به زوال عقل کمک کند (خسروی و حسینی سنو، ۱۳۹۷).



تصویر ۲- تعاملی پویا میان فن‌آوری خانه‌های هوشمند و بستر فرهنگی (Benjamin K. et al., 2021,



۴-۳-۲- موانع مالی

اصول اخلاقی و حقوقی دومین گروه از موانع است که شامل نگرانی‌های مالی، اخلاقی و قانونی است. عوامل مالی عبارت هستند از قیمت فناوری، هزینه نصب، تعمیر و نگهداری که مصرف‌کنندگان را از پذیرش فناوری خانگی هوشمند منع می‌کند (Ozkan et al., 2013a; Steele et al., 2009; Chan et al., 2012, adapted from Marikyan et al, 2018). برخی از کاربران درک کمتری از این موضوع دارند که خانه‌های هوشمند می‌توانند به کم شدن هزینه‌ها منجر شوند (Ozkan et al., 2013a, adapted from Marikyan et al, 2018).

پژوهش‌های مرتبط با مراقبت‌های بهداشتی نشان داد که پیاده‌سازی فناوری در صنعت سلامت بسیار متمرکز است. این یافته با جایگزین کردن یک ویزیت سنتی با درمان مجازی، از این فرض که وسایل خانگی هوشمند می‌توانند از نظر مالی

۴-۳-۱- موانع فناورانه

تناسب فناوری مهم‌ترین عامل برای رسیدگی به‌هنگام توسعه خانه‌های هوشمند است (Ozkan et al., 2013a, adapted from Marikyan et al, 2018) که می‌توان آن را به عنوان درک کاربران از سازگاری فناوری، پیوستگی و قابلیت اطمینان سیستم توصیف کرد (Park et al., 2017; Yang et al., 2017, adapted from Marikyan et al, 2018). در راستای این دیدگاه، مطالعات اتخاذ فناوری خانگی هوشمند به‌تدریج تمرکز خود را بر روی ویژگی‌های فناوری که می‌تواند به طور بالقوه تهدیدی برای کاربران باشد و بر درک فناوری تأثیر بگذارد، افزایش داده است. با این حال، تعدادی از دستگاه‌های خانگی هوشمند فعلی وجود دارند که برای استفاده، پیچیده هستند (Ozkan et al., 2013a; Alsulami & Atkins, 2016, adapted from Marikyan et al, 2018). از آنجاکه بیشتر پروژه‌های خانگی هوشمند صرفاً فنی بودند، دیدگاه کاربر در مورد سهولت استفاده است. عامل قابلیت اطمینان مربوط به پتانسیل فناوری برای خدمت به کاربران برای مدت زمان طولانی، با انتظارات از چرخه عمر محصول معمولاً حداقل ۵ تا ۱۰ سال است. کاربران انتظار دارند که خانه‌های هوشمند نیازها و کمک‌های مناسب را به رسمیت بشناسند. با این حال، مشخص شد که مردم عموماً در مورد قابلیت اطمینان محصولات خانگی هوشمند تردید دارند (Marikyan et al., 2018). با توجه به این واقعیت که خانه‌های هوشمند شروع به حرکت به‌سمت بازار انبوه کرده، تضمین قابلیت اطمینان، با ارائه خدمات این‌نماینده کاربران بالقوه مهم است (Ozkan et al., 2013a, adapted from Marikyan et al, 2018).

۴-۳-۲- موانع موجود بر سر راه پذیرش خانه‌ی هوشمند

درآمد بازار جهانی اتماسیون خانگی در سال ۲۰۱۶ حدود ۳۶ میلیارد دلار برآورد شده بود. در سال ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ ۲۰۱۹ سخت‌افزار و نرم‌افزار سیستم‌های اتماسیون مورد استقبال کاربران قرار گرفت و پیش‌بینی شد، ۱۰,۵ میلیون دلار از بازار سال ۲۰۱۹ را کاربران از آن خود کنند. کمپانی‌های بزرگ^{۱۱} بازیگر برتر این بازار هستند که نزدیک به ۴۰ درصد بازار جهانی اتماسیون ساختمان را در دست دارند. همچنین ورود شرکت‌های بزرگ همچون اپل و گوگل نست به بازار اتماسیون ساختمان با سبک جدیدی از سیستم‌های هوشمندسازی در بخش مسکونی، باعث تشدید رقابت و تکاپو بین بازیگران قدیمی این بازار شد (Hong et al., 2016, adapted from Lia, 2021). منافع مالی خانه‌های هوشمند معمولاً با مزایای زیست‌محیطی و مرتبط با سلامت ارتباط دارند. درحالی که در دیدگاه بلندمدت، استفاده از این وسایل موجب صرف انرژی و پایداری محیط زیست می‌شود، کاهش هزینه‌های برق به عنوان منفعت اولیه مدیریت مصرف انرژی کارآمد مطرح است (Paez et al., 2012; Ringel et al., 2019, adapted from K.Sovacool et al, 2020). منافع مالی می‌تواند به دو روش تحقق یابد. اول، استفاده از وسایل برقی هوشمند و کنترل‌های هوشمند، با نظارت منظم مصرف انرژی منجر به آگاهی بیشتر عادات مصرفی می‌شود و دوم، شفاقتی مصرف انرژی، مقایسه تعریفهای برقی ارائه کنندگان انرژی را امکان‌پذیر می‌سازد، در مقابل منافع بالقوه، منافع مالی درک شده به عنوان یک گروه متمایز از عوامل زیربنایی انجیزه‌ی کاربران و قصد تبدیل از لوازم خانگی به دستگاه‌های هوشمند مورد مطالعه قرار گرفته است. علی‌رغم فواید مالی رایج استفاده از خانه‌های هوشمند، مطالعات مصرف‌کنندگان به‌سختی این فرض را تأیید کرده است (Lia et al., 2021, 5).

۴-۲- بررسی‌ها در رابطه با بازار جهانی اتماسیون خانگی

درآمد بازار جهانی اتماسیون خانگی در سال ۲۰۱۶ حدود ۳۶ میلیارد دلار برآورد شده بود. در سال ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ ۲۰۱۹ سخت‌افزار کاربران از آن خود کنند. کمپانی‌های بزرگ^{۱۱} بازیگر برتر این بازار هستند که نزدیک به ۴۰ درصد بازار جهانی اتماسیون ساختمان را در دست دارند. همچنین ورود شرکت‌های بزرگ همچون اپل و گوگل نست به بازار اتماسیون ساختمان با سبک جدیدی از سیستم‌های هوشمندسازی در بخش مسکونی، باعث تشدید رقابت و تکاپو بین بازیگران قدیمی این بازار شد (Hong et al., 2016, adapted from Lia, 2021). منافع مالی خانه‌های هوشمند معمولاً با مزایای زیست‌محیطی و مرتبط با سلامت ارتباط دارند. درحالی که در دیدگاه بلندمدت، استفاده از این وسایل موجب صرف انرژی و پایداری محیط زیست می‌شود، کاهش هزینه‌های برق به عنوان منفعت اولیه مدیریت مصرف انرژی کارآمد مطرح است (Paez et al., 2012; Ringel et al., 2019, adapted from K.Sovacool et al, 2020). منافع مالی می‌تواند به دو روش تحقق یابد. اول، استفاده از وسایل برقی هوشمند و کنترل‌های هوشمند، با نظارت منظم مصرف انرژی منجر به آگاهی بیشتر عادات مصرفی می‌شود و دوم، شفاقتی مصرف انرژی، مقایسه تعریفهای برقی ارائه کنندگان انرژی را امکان‌پذیر می‌سازد، در مقابل منافع بالقوه، منافع مالی درک شده به عنوان یک گروه متمایز از عوامل زیربنایی انجیزه‌ی کاربران و قصد تبدیل از لوازم خانگی به دستگاه‌های هوشمند مورد مطالعه قرار گرفته است. علی‌رغم فواید مالی رایج استفاده از خانه‌های هوشمند، مطالعات مصرف‌کنندگان به‌سختی این فرض را تأیید کرده است (Lia et al., 2021, 5).

موجب صرفه جویی گردد را پشتیبانی نمی کند (Marikyan et al., 2018)؛ با این حال پیاده سازی مفهوم خانه های هوشمند در مراقبت های بهداشتی نیازمند سرمایه گذاری بالا، به عنوان سرمایه گذاری مالی و آموزش کارکنان پزشکی برای سلامت و استفاده از فناوری های خانگی هوشمند است؛ مانند تجویز الکترونیک و فناوری های ای.ام.آر.^{۱۰} در صنعت سلامت (Wells, 2003, adapted from Marikyan et al, 2018).

۴-۳-۳- موانع امنیتی

توانایی خانه های هوشمند برای جمع آوری و ذخیره مقدار زیادی داده های خصوصی نگرانی های اخلاقی مانند حریم خصوصی و امنیت را افزایش داده است. در تعدادی از کشورها، فناوری های خانگی هوشمند نمی توانند بدون رضایت بیمار که باید به طور کامل در مورد روند خدمات اطلاع داشته باشند، اقدامی انجام دهند. انجام این اقدام نشان دهنده اعتماد شدید کاربران است به این معنا که آن ها اجازه جمع آوری داده های شخصی را نمی دهد. خطر نفوذ به حریم خصوصی به عنوان بازدارنده اصلی برای پذیرش و مسائل قانونی در پذیرش فناوری خانگی هوشمند، به خصوص در رابطه با صنایع درمان و خدمات اجتماعی هستند. فناوری خانه های هوشمند، از جمله مفهوم سلامت الکترونیک، یک رشتہ نسبتاً جدید با توجه به نبود رفتار قانونی نوشتاری در مورد استفاده از فناوری خانگی هوشمند است. به منظور حصول اطمینان از پذیرش گستردۀ این فناوری، دولت ها باید قوانین را براساس اعمال خود تنظیم کنند. با توجه به شکاف موجود در قانون، سیاست گذاران می توانند قوانینی را برای تنظیم درگیری ها بین ارائه دهندگان خدمات خانگی هوشمند و کاربران در مورد محصول به دست آمده اعمال کنند (Ozkan et al., 2014). همچنین سیاست گذاران باید به حفظ حریم خصوصی به منظور تضمین حفاظت از داده ها و امنیت کاربران و اجتناب از هرگونه نقص تعمدی یا تصادفی قانون حریم خصوصی پردازند (Chan et al., 2008, adapted from Marikyan et al, 2018). با این حال، هنگامی که داده های مربوط به سلامت کاربران خانگی هوشمند با یک بیمارستان یا پزشک اختصاصی به اشتراک گذاشته می شوند، فرض تغییرات در حریم خصوصی داده می شود، بنابراین تعیین مزهایی بین نفوذ حریم خصوصی و حفاظت از داده ها، به خصوص در بخش مراقبت های بهداشتی، حیاتی است (Marikyan et al., 2018, 149).

جدول ۱- چالش ها و مزایای پیاده سازی خانه های هوشمند (توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰؛ مولانایی و بیژندی، ۱۳۹۸؛ صباغ کرمانی و همکاران، ۱۴۰۰؛ داوری روبدره، ۱۴۰۰؛ نعیمایی و همکاران، ۱۳۹۲)

چالش های خانه های هوشمند	منابع	مزایای خانه های هوشمند	منابع	منابع
جزوه های مربوط به سازمان و موارد مریبوط به حفظ و نگهداری فرآیندها در محیط شبکه	Harper, 2003; Gann et al., 1999; Randall, 2003; Taylor & Swan, 2005 به نقل از توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰	سودمندی و سهولت استفاده	Chan et al., 2008; Barlow & Venables, 2003; Li, 2011; Peine, 2008; Leppänen & Ojala, 2003 به نقل از توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰	
کانال های توزیع و ارائه خدمات، چکونگی ارائه خدمات	Barlow & Venables, 2003; Gann et al., 1999 به نقل از توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰	قابلیت ارتقاء تکرار و انطباق پذیری	Gann et al, 1999; Garcí'a-Herranz et al., 2003; Wu et al., 2007; Taylor & Swan, 2005; Taylor et al., 2007 به نقل از توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰	
قابلیت استفاده از منظر کاربر	Gann et al, 1999; Cook & Das, 2007 به نقل از توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰	استانداردسازی	Wu et al., 2005; Taylor & Swan, 2005 به نقل از توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰	
روش ها و اصول طراحی	Chan et al., 2008; Chan et al., 2009 به نقل از مولانایی و بیژندی، ۱۳۹۸ Ha et al., 2007; Demiris ; et al به نقل از Cook & Das, 2007؛ توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰	نظارت و کنترل	Solaimani et al., 2013; Gann et al., 1999; Barlow & Venables, 2003 به نقل از توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰	

منابع	مزایای خانه‌های هوشمند	منابع	چالش‌های خانه‌های هوشمند
صبح کرمانی و همکاران، ۱۴۰۰	آموزش از راه دور	بugeja et al., 2016 الماسی و فرجی پور؛ Chan et al., 2008؛ Li, 2011 توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰	حریم خصوصی و امنیت داده
داوری روبدره، ۱۴۰۰	مدیریت انرژی و پایداری	Barlow & Venables, 2003 Stefanov et al., 2006 از توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰	امکان‌سنجی مالی کاربر
Leppänen & Jokinen, 2003؛ Taylor et al., 2007 توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰	خدمات و ارائه خدمات سازگار با محیط و پذیرش و کنترل خدمات با شخصی‌سازی محصول	توکلی و فطانت فرد حقیقی، ۱۴۰۰	عدم وجود مطالعات اجتماعی-فنی، عدم وجود مطالعات اجتماعی-سازمانی، عدم وجود مطالعات اقتصادی
صبح کرمانی و همکاران، ۱۴۰۰	لزوم استفاده از فناوری خانه هوشمند و دوری از لوکس محسوب شدن	نیماei و همکاران، ۱۳۹۲	زیرساخت‌های مخابراتی و ارتباط با کاربر

۵- یافته‌ها و بحث

این فناوری در سطح جهان و بهخصوص در کشور فناوری نوینی محسوب می‌شود و بهمین دلیل قطعاً چالش‌هایی را در مراحل مختلف با خود به همراه دارد؛ بنابراین پژوهش حاضر، به شناخت چالش‌های این فناوری در داخل کشور پرداخته است. با توجه به بررسی مطالعات پیشین و مشکلات و موانعی که در مسیر پذیرش، پیاده‌سازی و فراگیر شدن این فناوری، چه در ایران و چه در خارج از کشور شناسایی شد و همچنین توجه به مسائلی از جمله عدم اطمینان و مقاومت اولیه‌ای که همواره در مسیر پذیرش فناوری‌ها و سیستم‌های نوین وجود داشته و همچنین نبود استانداردها و ساختارهای مناسب جهت پیاده‌سازی حرفاء این فناوری که تأثیر آن در چرخه‌ی پذیرش و پیاده‌سازی این فناوری غیر قابل انکار است، می‌توان به این مجموع دست یافت که چالش‌های مطرح در زمینه‌ی پیاده‌سازی این فناوری در ایران به مواردی از جمله موضوعات زیر مرتبط می‌باشند:

- با توجه به شرایط حال حاضر این فناوری در کشور و با توجه به عدم وجود ساختار و یا سازمانی ناظر بر پیاده‌سازی این فناوری، از جمله اساسی‌ترین مشکلات در کشور، وجود شرکت‌های فعل در این حوزه بدون نظارت سازمان و نهاد دولتی است که در نتیجه‌ی آن فعالیت‌های آن‌ها تحت استاندارد مشخصی انجام نمی‌شود؛ بنابراین ناهمانگی و آشفتگی‌هایی در این حوزه دیده می‌شود.

- از دیگر مواردی که می‌توان به عنوان یکی از علل اصلی مشکلات دانست نداشتن اطلاعات و علم به روز افراد در این حوزه است. شرکت‌ها و متخصصانی که به اجرا و طراحی این سیستم می‌پردازند دارای علمی همگام با پیشرفت این حوزه نیستند و تنها فروشنده‌گان آن محسوب می‌شوند.

- یکی از نکاتی که دارای اهمیت بالایی است، عدم تناسب تجهیزات این سیستم با فرهنگ کشور است. تجهیزات پیاده‌سازی این فناوری وارداتی می‌باشند و اکثر آن‌ها با فرهنگ غربی است بنابراین در هنگام استفاده، کاربر دچار مشکلات و تعارضاتی خواهد شد. همچنین شرکت‌ها بعد از پیاده‌سازی آموزش مناسبی به کاربران نمی‌دهند و مخاطبان نهایی این فناوری تا مدتی طولانی دچار آشفتگی در استفاده از آن خواهند بود.

- لازم به ذکر است که علی‌رغم وجود مطالعاتی در این حوزه، در کشور، اجزای درون یک ساختمان به کاهش مصرف انرژی کمک نمی‌کنند و گاه‌ها باعث اتلاف آن نیز می‌شوند؛ بنابراین با توجه به شرایط موجود، متأسفانه نمی‌توان گفت؛ پیاده‌سازی سیستم خانه‌ی هوشمند کمک شایانی به کاهش مصرف انرژی و کاهش هزینه‌های آن کند، زیرا تحقق این هدف در یک چرخه قرار دارد و هنگامی که بخش‌هایی از این چرخه به درستی کار نکند تأثیر بسزایی در عملکرد یک بخش دیگر دارد.

- با توجه به چالش‌های شناسایی شده، به نظر می‌رسد هوشمندسازی خانه‌ها به سمت تبدیل شدن به مزیت تجاری برای صاحبان آن‌ها در حال حرکت است و از اهداف اصلی خود فاصله گرفته است.



۶- نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های انجام شده می‌توان نتیجه گرفت، پیاده‌سازی این سیستم با وجود تمام مزایایی که با خود به همراه دارد بسیار به وجود بسترهای مناسب وابسته است. تحقیقات آنی باید به سمت فراهم ساختن بستری مناسب جهت پذیرش و پیاده‌سازی هر چه مناسب‌تر این فناوری پیش رود. همان‌طور که در مبانی نظری نیز به آن اشاره شد هزینه‌ی اجرای این فناوری علاوه بر ایران در چند کشور دیگر نیز بر پذیرش این فناوری مؤثر است. با توجه به تحلیل و بررسی مطالب موجود و همچنین طبقه‌بندی موانع به موانع فناورانه، علمی، آگاه‌سازی، بستر فرهنگی و فنی و همچنین عدم همگونی و مطابقت ساختارهای موجود با چارچوب‌های فنی این فناوری در کشور و مقایسه نتایج حاصله با شرایط فعلی این فناوری در کشور؛ می‌توان به این نکته اشاره نمود که این فناوری در ایران تنها ابزاری برای لوکس نشان دادن خانه‌ها محسوب می‌گردد و از مزایای آن به درستی بهره گرفته نمی‌شود. کاسته‌های موجود در مطالعات و پژوهش‌های داخلی صورت گرفته در رابطه با آشنایی و معرفی این فناوری نیز که در آن‌ها تنها به نکات قوت و ضعف فنی و فناوری محور این فناوری، موانع و چالش‌های فنی و ساختاری پیاده‌سازی این فناوری و بهبودی که این فناوری در شرایط زندگی افراد فراهم می‌آورد پرداخته شده، خود در شکل‌گیری شرایط فعلی فناوری خانه‌ی هوشمند در ایران بی‌تأثیر نیست چراکه این مطالعات به دور از انجام هرگونه بررسی ساختارشناسی فنی، اقتصادی و اجتماعی متناسب با این فناوری در ایران انجام شده است. با توجه به بررسی موانع پیاده‌سازی خانه‌ی هوشمند و نیاز این فناوری به فراهم شدن بسترهای فرهنگی و قانونی مربوطه جهت پذیرش فرآیند در کشور، عدم وجود دستورالعمل، ساختار قانونی مختص پیاده‌سازی خانه‌ی هوشمند، استاندارد و یا مرجعی مناسب جهت نظارت و سازماندهی فرآیندهای پیاده‌سازی این فناوری در کشور، به عنوان محدودیت‌های موجود در مسیر پیاده‌سازی این فناوری در کشور مطرح است. اگر این موانع به درستی و با توجه به بستر پیاده‌سازی خانه‌ی هوشمند، شناسایی شوند و این فناوری نیز به عنوان ابزار برای فراهم نمودن آرامش و آسایش افراد پذیرفته شود می‌توان بر همه نتایج موجود در پژوهش‌های پیشین جامع عمل پوشاک و افراد با داشتن خانه‌ای هوشمند شاهد کاهش هزینه‌های و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، تأمین امنیت، مدیریت و کنترل شرایط منزل خود از راه دور و از همه مهم‌تر داشتن محیطی آرام و دلنشیں برای تک‌تک اعضای خانواده خود باشند. با این همه موانع مختلفی بر سر راه پیاده‌سازی این فناوری مطرح است که با بررسی آن‌ها از زوایای متفاوت و تلاش در جهت یافتن پاسخ مناسب برای حل مسائل موجود؛ می‌توان گامی مؤثر در راستای پیاده‌سازی این فناوری در کشور برداشت. از جمله موانع محتمل و خلاصه‌ای شناسایی شده در رابطه با پیاده‌سازی این فناوری که نیازمند توجه جدی می‌باشد، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- نبود بستر مناسب فنی و نظارتی؛

- توجه جدی سیاست‌گذاران این حوزه به حفظ امنیت و حریم شخصی کاربران خانه‌های هوشمند؛

- نبود دانش کافی و بهروز در مهمنترين ارکان پیاده‌سازی خانه‌های هوشمند (طراحان، مجریان، کارفرمایان و...).

هزینه‌های گراف پیاده‌سازی این فناوری؛

- عدم نظارت بر زیرساخت‌های مورد نیاز این فناوری؛

- عدم آموزش کافی به کارفرمایان و عدم توجه به اهمیت ایجاد رضایت آن‌ها و غفلت از تأثیری که این موضوع

می‌تواند بر پذیرش و رواج این فناوری داشته باشد؛

- نبود مرجع علمی مناسب و در دسترس در ایران.

پی‌نوشت

- 1- Artificial intelligence
- 2- Smart home services
- 3- BUS
- 4- DO IT YOURSELF
- 5- Internet of Things
- 6- Radio Frequency Identification
- 7- Wireless Fidelity
- 8- Building Management System

- ۹- یک پروتکل منن باز برای ارتباط قطعات هوشمند خانگی و تجاری است.

- ۱۰- زبان نشانه‌گذاری گسترش‌پذیر است.

- 11- Schneider Electric, ABB, Siemens, Johnson Controls & Honeywell

- ۱۲- پرونده الکترونیک پرشکی.

منابع

- اسد نجفی، نرگس. ملامطلبی، مهدی (۱۳۹۹). بهبود احزار هویت در خانه‌ی هوشمند مبتنی بر رمز یکبار مصرف و رمزگاری منحنی بیضوی. نشریه‌ی علمی علوم و فناوری‌های پدافند نوین، شماره‌ی ۴، ۴۳۹-۴۵۰.
- الماسی، صادق. فرجی‌پور، نجمه (۱۴۰۰). بررسی رویکردهای تأمین امنیت در خانه‌های هوشمند. یازدهمین کنفرانس ملی مهندسی برق، کامپیوتر و مکانیک.
- آقامی، میثم. ولی‌تزاد، زهرا (۱۴۰۰). ساختمان‌های هوشمند به عنوان رویکردی جدید برای توسعه معماری پایدار. کنفرانس ملی معماری، عمران، شهرسازی و افق‌های هنر اسلامی در بیانیه گام دوم انقلاب.
- امامی، سمیرا (۱۳۹۶). برنامه‌ریزی خانه‌ی هوشمند و اکویستیم: راهبردهای طرح مسکونی جهت هوشمندسازی و مدیریت مصرف انرژی. کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و شهرسازی ایران معاصر.
- بیزندی، سجاد. مولانا، صلاح الدین (۱۳۹۸). خانه‌ی هوشمند، چشم‌اندازها و موانع: با تأکید بر نقش کاربران. نخستین همایش بین‌المللی شهر هوشمند چالش‌ها و راهبردها.
- تقی خانی، محمدعلی. ماندگار، نیک (۱۳۹۸). تأثیر خانه‌های هوشمند در مدیریت و کاهش مصرف انرژی الکتریکی. نشریه علمی پژوهشی مهندسی و مدیریت انرژی، شماره‌ی ۲، ۷۴-۸۵.
- توکلی، اکبر. فضانت فرد حقیقی، هونم (۱۴۰۰). آنچه در مورد خانه هوشمند انجام می‌دهیم و نمی‌دانیم تحلیلی درباره متون پژوهشی خانه هوشمند. پنجمین کنفرانس بین‌المللی تحقیقات بین‌رشته‌ای در مهندسی برق، کامپیوتر، مکانیک و مکاترونیک در ایران و جهان اسلام.
- جاوادان‌فر، یاسمین. متین دوست، سمانه (۱۳۹۵). ایمنی معلومان و سالمدان به واسطه خانه‌های هوشمند. چهارمین کنفرانس بین‌المللی علم و مهندسی.
- خدابنده‌لو، رضا و همکاران (۱۳۹۹). بررسی پروتکل‌های خانه‌های هوشمند. هفتمین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین علوم و تکنولوژی با محوریت علم در خدمت توسعه.
- خسروی، علیرضا. حسینی سنو، سید امین (۱۳۹۷). تشخیص رفتارهای غیر عادی در بیماران زوال عقل و بررسی علائم اولیه آن در خانه هوشمند. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پژوهشی، شماره‌ی ۴، ۴۴۷-۴۵۶.
- داوری رودبرده، رضا (۱۴۰۰). تأثیر خانه‌های هوشمند و مدیریت مصرف انرژی. اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و صنعت.
- زمانی، علیرضا. ایمانی، معصومه و تلقیری، فاطمه (۱۳۹۴). صرفه‌جویی در مصرف انرژی با استفاده از سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS). سومین همایش ملی اقلیمی، ساختمان و بهینه‌سازی مصرف انرژی با رویکرد توسعه پایدار.
- ستوده، شهروز. هاشمی، ستار (۱۳۹۸). ارائه چارچوبی برای ارتقا امنیت خانه‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء با استفاده از معماری مرجع. فصلنامه علمی پژوهشی فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران، شماره‌های ۳۶ و ۳۵، ۴۲-۴۷.
- شریعت‌راد، نیلوفر. مرادی، نکیسا (۱۳۹۷). چگونگی استفاده از تکنولوژی‌های نوین در ساختمان‌های هوشمند. همایش ملی ساختمان پایدار و انرژی.
- شهخواه، محمدرضا (۱۳۹۸). چرا از خانه‌ی هوشمند استفاده کنیم. سومین کنفرانس ملی دانش و فناوری مهندسی برق، کامپیوتر و مکانیک ایران.
- صباح کرمانی، لاله. حاج محمدی، آیدا. شجاعی، ام البنین (۱۴۰۰). خانه‌های هوشمند و اینترنت اشیاء. پنجمین همایش بین‌المللی دانش و فناوری مهندسی برق، کامپیوتر و مکانیک ایران.



- عابدی، سید مصطفی. علمایی، جواد. مختارزاده، حسن (۱۴۰۰). برنامه‌ریزی بهینه انرژی در یک خانه‌ی هوشمند در حضور سیستم مدیریت انرژی خانه. پنجمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی برق، الکترونیک و شبکه‌های هوشمند.
- علی‌اکبری، اسماعیل. شاطریان، محسن. شیخ‌زاده، فاطمه (۱۳۹۸). سنجش ظرفیت اجتماعی در پذیرش اصول رشد هوشمند در نواحی شهری (مطالعه موردی: کاشان). پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، شماره ۲، ۲۶۴-۲۳۹.
- علیزاده، محمد. جعفری نوکنده، میثم. سلطان مرادی، یاسمین (۱۳۹۸). مدل سازی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در خانه‌ی هوشمند با حضور ذخیره ساز انرژی، سلوول خورشیدی، خودروی برقی و پاسخگویی بار. مجله مدل‌سازی مهندسی، شماره ۵۷، ۲۲۶-۲۱۵.
- عیسی‌زاده، فائزه (۱۳۹۷). ساختمان‌های هوشمند و توسعه پایدار. کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و شهرسازی ایران معاصر.
- فرهنگ ادیب، سمیه و همکاران (۱۳۹۷). بررسی چالش‌ها و رویکردهای امنیتی خانه‌های هوشمند. چهارمین کنفرانس ملی علوم و مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات.
- کریم‌زاده، امیر. کریم‌زاده، سعید (۱۳۹۹). رویکردی جدید بر روش‌های افزایش امنیت در خانه‌های هوشمند اینترنت اشیاء. اولین کنفرانس ملی عمران، معماری و فناوری اطلاعات در زندگی شهری.
- مشعل‌چی، مسعود (۱۳۹۵). بهبود آسیب پذیری پروتکل‌های مورد استفاده در خانه‌ی هوشمند. همایش بین‌المللی افق‌های نوین در علوم پایه و فنی و مهندسی.
- میگلی‌نژاد سرمدی، سعیده (۱۳۹۶). بهینه‌سازی مصرف انرژی در خانه‌های هوشمند. دومین کنفرانس بین‌المللی مهندسی برق تهران.
- ناصرالهی، صالح و همکاران (۱۳۹۹). بررسی پروتکل‌های خانه‌های هوشمند. هفتمین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین علوم و تکنولوژی با محوریت علم در خدمت توسعه.
- نعیمایی، علی. رستگار، محمد. فتوحی فیروزآبادی، محمود (۱۳۹۲). امکان‌سنجی پیاده‌سازی خانه‌ی هوشمند. شانزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون.

- Al-Husamiyaha, A., & Al-Bashayreha, M. (2021). A comprehensive acceptance model for smart home services. *International Journal of Data and Network Scienc*, 6(1), 45-58.
- Benjamin, K., Sovacool & Dylan, D., & Furszyfer Del Rio. (2021). Culture, energy and climate sustainability, and smart home technologies: A mixed methods comparison of four countries. *International Journal of Data and Networf Science*, 1-48.
- Benjamin, K., Sovacool & Dylan, D., & Furszyfer Del Rio. (2020). Smart home technologies in Europe: A critical review of concepts, benefits, risks and policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2-20.
- Bugeja, J., & Jacobsson, P, D,. (2016). On privacy and security challenges in smart connected homes. *European Intelligence and Security Informatics Conference (EISIC)*, IEEE, 2016, 172-175.
- Caivano, D. et al. (2017). Supporting end users to control their smart home: design implications from a literature review and an empirical investigation. *The Journal of Systems & Software*, 138, 139-154.
- Eckl, R., & MacWilliam, A. (2009). Smart Home Challenges and Approaches to Solve Them: A Practical Industrial Perspective. *Siemens AG, Corporate Technology, Software Architecture*, Otto-Hahn-Ring.
- Emekci, S,. (2022). From Smart Homes to Smart Cities: How Smart Homes Contribute to the Sustainable Development Goals. Ana cristina Pego (Ed). *Smart Cities, Citizen Welfare, and the Implementation of Sustainable Development Goals*. USA: IGI Global publication.
- Lia, W. et al. (2021). Motivations, barriers and risks of smart home adoption: From systematic literature review to conceptual framework. *Energy Research & Social Science*, 80.
- Mehrabi, Taha., Fung, A., & Raahemifar,K. (2014). *Optimization of Home Automation Systems Based on Human Motion and Behaviour*. Retrieved 2019, Dec. 15 from <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/6893063/proceeding> 27th Canadian Coference on Electrical and Computer Engineering (CCECE).
- Mekuria, D.N. et al. (2019). Smart home reasoning systems: a systematic literature review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*.
- Morais Marikyan,D, Papagiannidis, S, & Alamanos, E. (2018). A systematic review of the smart home literature: A user perspective. *Technological Forecasting & Social Change*, 138, 139-154.
- Saad al-sumaiti, A., Ahmed, M., & M. A. Salama, M. (2014). Smart Home Activities: A Literature Review. *Electric Power Components and Systems*, 42(3-4), 294-305.

- Sas, Cornia., Neustaedter, carman. (2017). Exploring DIY Practices of Complex Home Technologies. *Transactions on Computer-Human Interaction* (TOCHI), 24(2), 1-29.
- Vaishnavi, S., Gunje, P. & Yalagi, S. Yalagi. (2016). Smart Home Automation: A Literature Review. *International Journal of Computer Applications*.
- Venkatraman, S., Overmars, A., & Thong, M. (2021). Smart Home Automation—Use Cases of a Secure and Integrated Voice-Control System. *Department of Business and Construction*, 9(4), 77.
- Wilson, C., Hargreaves, T., & Hauxwell-Baldwin, R. (2014). Smart homes and their users: a systematic analysis and key challenges. Pers Ubiquit Comput. *Personal and Ubiquitous Computing*, 19(2), 463-476.



فصلنامه | پاییز ۱۴۰۰ | شماره سه | هنر و دینیت سپهر

Investigating the Challenges of Implementing Smart Homes in Iran

Fatemeh Salehinejad¹, Mahsa Nasiri², Mohammad Hossein Mahmoudi Sari³

Abstract

One of the areas that have been changed by the introduction of computer infrastructure is home and smart buildings. In a smart house, by integrating cloud computing technology and extracting information from the environment by sensors and actuators, various services such as internet services are presented to users. Design of tools that allow users to easily control the smart house is a challenging issue in environmental and internet intelligence that should be considered by researchers. Because of the diversity of existing solutions, it is not easy to understand which requirements should effectively support end users. Success in design and improvement of smart homes depends on the functional and user aspects of smart technologies and also requires understanding the actual needs and different lifestyles of users. In this research paper, researchers examine the challenges of home intelligent systems, applications for resolving them, as well as examining the issues of implementing this technology in Iran. This study is an analytical description and data collection based on library research and written sources and their content analysis. The results showed that the infrastructure of the same and required in the building, the technical, cultural and financial substrates for proper and principled implementation have not been created in order to achieve the fundamental and main goals of this technology in the country.

Keywords: Smart home, Internet of things, Building Management System, Smartification.

1. **Master Student**, Project Management and Construction, Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Art, Tehran, Iran (Corresponding Author). (Email: f.salehinejad@Student.art.ac.ir)

2. **Master Student**, Project Management and Construction, Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Art, Tehran, Iran. (Email: mahsanasiri3038@gmail.com)

3. **Associate Professor**, Department of Architectural Technology, Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Art, Tehran, Iran. (Email:mahmoudi@art.ac.ir)