Journal of Urban Environmental Planning and Development
Vol 3, No 10, Summer 2023
p ISSN: 2783-3496 - e ISSN: 22783- 3909
https://juep.shiraz.iau.ir/

DOI: 10.30495/JUEPD.2023.1980290.1146
DOR: 20.1001.1.27833496.1402.3.10.2.2

Research Paper

Investigation and analysis of urban development indicators effecting smart housing in Shiraz city

Hamid Reza Rakhshaninasab*: Assistant Professor of Geography and Urban Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
Massoud Charrahi: Ph.D. student of Geography and Urban Planning, University of Sistan and Baluchestan- Zahedan, Iran.
Mojtaba Soleimani Damaneh: Ph.D. student of Geography and Urban Planning, University of Sistan and Baluchestan- Zahedan, Iran.

Received: 2023/02/14 **PP** 17-34 **Accepted:** 2023/06/22

Abstract

Providing suitable housing in terms of safety, comfort and energy efficiency has been considered as the most important human demands, and in this context, the intelligent building system creates ideal conditions in buildings by using the latest technologies. In this regard, the aim of the present study is to investigate the position of the indicators affecting smart housing in Shiraz city. The current research is descriptive-analytical in nature and practical in terms of purpose. Data collection has been done by two library and field methods. The statistical population of the research is the specialists and experts in the field of housing in Shiraz, and 72 experts were selected as the sample size using the Delphi sampling method. To analyze the data, one-sample t-tests, regression and structural equations were used. The results of the sample T-Tech test show that the index of energy consumption and optimization with the value of 3.12 and the index of hardware and software with the value of 2.75 have the highest and the lowest level of intelligence of residential buildings. . The results of the structural equations show that among the indicators of the technology dimension, the speed of data extraction in the building with a coefficient of 0.411, among the indicators of the energy consumption dimension, cutting off energy and gas in times of danger with a coefficient of (0.641) and in the hard dimension Software, control of equipment with an application with a coefficient of (0.412) have the greatest effect on the intelligence of residential buildings in Shiraz city, and in general, technology and data dimension with a coefficient of 0.502 and hardware dimension with a coefficient of 0.311 in optimal energy consumption and realization of smart building. is a transition In general, the residential buildings of Shiraz city are not in a good condition in terms of smart building, and considering the modern and high-rise residential buildings as well as the old and dilapidated structures, in order to improve the quality of life of the residents and save energy consumption and prevention. From upcoming events, it is necessary for city managers to pay attention to smart technology.

Keywords: Smart housing, technology, Shiraz city.

Citation: Rakhshaninasab, H R; Charrahi, M; Soleimani Damaneh, M.(2023): **Investigation and analysis of urban development indicators effecting smart housing in Shiraz city**, Journal of Urban Environmental Planning and Development, Vol 3, No 10, Shiraz, PP 17-34.

*. **Corresponding author:** Hamid Reza Rakhshaninasab, **Email:** rakhshaninasab_h@yahoo.com, **Tell:** +989155426930

Extended Abstract

Introduction:

With the entry of superior technologies into the construction industry and the need to respond to the new needs of society, smart housing has been in the spotlight as an emerging but extremely attractive phenomenon. In all the countries of the first world, scientific and academic centers have implemented many research and operational projects for its better understanding and development, considering its advantages and also the reception of its users. Among the most important factors and features that have made it popular among consumers are security and safety, convenience and comfort, ease of management, management and energy saving, and helping to promote health and wellness (Mashayekhi et al., 2019: 186).

The city of Shiraz is located in a hot area with limited energy resources, and in order to create stability and save energy consumption, increase safety and security, it is necessary to pay attention to building smartness. Therefore, the smart building in Shiraz city can create stability in the urban space so as to ensure security, safety, optimal energy consumption, resilience against risks, hence the aim of the current research is to investigate the status of smart building indicators in Shiraz metropolis. How many smart indicators do the buildings in Shiraz meet? And which of the areas of Shiraz metropolis has more favorable conditions in terms of smart residential building indicators?

Methodology:

The type of research is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of nature. Data collection has been done in the form of library (books, articles, documents, etc.) and field (questionnaire) using the Delphi technique. The statistical population of the research includes specialists and experts in the urban area. The Delphi method was used to determine the sample size, and 72 people were selected as the sample size. Statistical methods of one-sample t-test, multivariate regression and structural equations have been used for analysis.

Results and discussion:

According to the results of the TTech test, it can be said that the information technology indicators of smart residential buildings in Shiraz city are exemplary, such as; The existence of three-dimensional models of construction information and the review and control of data related to building costs, because the alpha error level of the indicators is at the level of 5%, the significance or suitability has been confirmed at the level of 95% in the entire information technology component. In the smart residential buildings of Shiraz city, with a coefficient of 0.079 and a significance level of 0.217, it is not significant, it does not have favorable conditions.

In general, according to the index and its results, the component of optimal energy consumption of residential buildings with a coefficient of 0.057 and a significance coefficient of 0.501 is not meaningful, and it shows that Shiraz city is not in a favorable condition from the perspective of energy consumption and its optimization.

According to the results of the T-Tech test, it can be said that the hardware and software indicators of smart residential buildings in Shiraz city are such as; The existence of a comprehensive computer network in the building, the ability to adapt the equipment to changes in the building's uses, the use of intelligent systems in the building, the use of sensors and operators with local operation in the building, the building automation system, the use of monitoring and control of building equipment, the possibility of viewing and Monitoring the condition of the equipment through the software, controlling the equipment with a mobile phone or tablet application because the alpha error level of the indicators is more than 100%. In order to check more closely between the indicators and the main dimensions of the smart building, the structural equations were done in SMARTPLS. Technology and data indicators in the smart building 1- The speed of data extraction in the building with a coefficient of (0.411), 2) The ability to exchange building data with other systems with a coefficient (0.279), 3- the possibility of reporting data and information of all parts of the building (0.193), 4- existence of three-dimensional models of building information with a coefficient (0.259), 5- existence of a digital map of the building (0.371), 6- Monitoring and controlling the information of all building details (0.329), 7. Controlling data related to building costs (0.308) can be effective in controlling and optimal energy consumption.

Among the indicators, energy consumption, energy and gas cut-off in times of danger with coefficient (0.641) and intelligent control of cooling and heating or coefficient (0.509) have the most effect, respectively. The results of examining the indicators in the hardware section show that the equipment control index with a mobile phone or tablet application has the most effect with a factor of (0.412) and overall technology and data with a factor of 0.502 and hardware with a factor of 0.311 in optimal energy consumption and The realization of the smart building is effective. The results of the structural analysis are given in the form of the following figure.

Conclusion:

The results of a single sample analysis of the components affecting smart buildings show that among the examined components, optimization component with a figure of 3.12 and hardware and software with a figure of 2.75 energy consumption and are respectively the highest and the lowest. They have a level of intelligence. The results of structural studies show that among the indices of the technology dimension, the data extraction speed index in the building with a coefficient of 0.411, among the indices of the energy consumption dimension, the index of energy and gas cut-off in times of danger with a coefficient of (0.641) and in the hardware dimension of the index Equipment control with application has more effects with a factor of (0.412) and in general, the dimension of technology and data with a factor of 0.502 and the dimension of hardware with a factor of 0.311 is effective in optimal energy consumption and the realization of a smart building.

The inadequacy of the smart components of residential buildings in Shiraz city indicates that the platforms for smart building have not yet been provided in Shiraz city and a large part of the residential units in Shiraz are old and dilapidated. As a result, it is impossible to have smart components (hardware, energy management, technology) in these residential units, as a result, a significant part of the residential unit lacks such equipment.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فصلنامه برنامه ریزی و توسعه محیط شهری

دوره ۳، شماره ۱۰، تابستان ۱۴۰۲

شاپا چاپی: ۳۴۹۶- ۲۷۸۳- شاپا الکترونیکی: ۳۹۰۹- ۲۷۸۳

https://juep.shiraz.iau.ir/

DOI: 10.30495/JUEPD.2023.1980290.1146

DOR: 20.1001.1.27833496.1402.3.10.2.2

مقاله پژوهشی

بررسی و تحلیل شاخص‌های شهرسازی مؤثر بر مسکن هوشمند در شهر شیراز

حمیدرضا رخشانی‌نسب * استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

مسعود چهارارهی: دانشجوی دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

مجتبی سلیمانی‌دامنه: دانشجوی دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۵ **صص** ۳۴-۱۷ **پذیرش:** ۱۴۰۲/۰۴/۰۱

چکیده

تأمین مسکن مناسب از نظر ایمنی، آسایش و کارایی انرژی به عنوان مهم‌ترین خواسته‌های بشری مطرح بوده است که در این زمینه سیستم هوشمند ساختمان با بکارگیری از آخرین تکنولوژی‌ها، شرایطی ایده‌آل را در ساختمان‌ها پدید می‌آورد. در این راستا هدف پژوهش حاضر بررسی جایگاه شاخص های شهرسازی مؤثر بر مسکن هوشمند در شهر شیراز است. پژوهش حاضر از نظر ماهیت توصیفی- تحلیلی و از نظر هدف کاربردی است. جمع‌آوری داده‌ها به دو روش کتابخانه‌ای و میدانی صورت گرفته است. جامعه آماری پژوهش، متخصصین و کارشناسان حوزه مسکن شهر شیراز بوده که با استفاده از روش نمونه‌گیری دلفی تعداد ۷۲ نفر از کارشناسان به عنوان حجم نمونه انتخاب شدند. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات، از آزمون‌های تی تک‌نمونه‌ای، رگرسیون و معادلات ساختاری استفاده شده است. نتایج ازمون تی تک‌نمونه‌ای نشان می‌دهد که شاخص مصرف و بهینه‌سازی انرژی با مقدار ۳/۱۲ و شاخص سخت‌افزای و نرم‌افزای با مقدار ۲/۷۵، بالاترین و پایین‌ترین سطح هوشمندی ساختمان‌های مسکونی را داشته‌اند. نتایج معادلات ساختاری نشان می‌دهد که در بین شاخص‌های بعد فناوری، سرعت استخراج داده‌ها در ساختمان با ضریب ۰.۴۱۱، در بین شاخص‌های بعد مصرف انرژی، قطع انرژی و گاز در مواقع خطر با ضریب (۰.۶۴۱) و در بعد سخت‌افزاری، کنترل تجهیزات با اپلیکیشن با ضریب (۰.۴۱۲)، بیشترین اثر را بر هوشمندی ساختمان‌های مسکونی شهر شیراز دارند و در کل بعد فناوری و داده با ضریب ۰.۵۰۲ و بعد سخت‌افزار با ضریب ۰.۳۱۱، در مصرف بهینه انرژی و تحقق ساختمان هوشمند اثر گذار است. بصورت کلی ساختمان‌های مسکونی شهر شیراز از نظر هوشمندسازی در وضعیت مناسبی قرار ندارند و با توجه به ساختمان‌های مسکونی مدرن و بلندمرتبه و هچنین بافت قدیمی و فرسوده، جهت ارتقای کیفیت زندگی ساکنان و صرفه‌جویی در مصرف انرژی و پیشگیری از حوادث مترقبه، لزوم توجه مدیران شهری به فناوری هوشمند را ضروری می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: مسکن هوشمند، فناوری، شهر شیراز.

استناد: رخشانی‌نسب، حمیدرضا؛ چهارراهی، مسعود؛ سلیمانی‌دامنه، مجتبی. (۱۴۰۲): **بررسی و تحلیل شاخص‌های شهرسازی مؤثر بر مسکن هوشمند در شهر شیراز،** فصلنامه برنامه ریزی و توسعه محیط شهری، سال ۳ ، شماره ۱۰، شیراز، صص ۳۴- ۱۷.

* . **نویسنده مسئول:** حمیدرضا رخشانی‌نسب، **پست الکترونیکی:** rakhshaninasab_h@yahoo.com ، **تلفن:** ۰۹۱۵۵۴۲۶۹۳۰

مقدّمه:

با ورود تکنولوژی‌های برتر به صنعت ساختمان و لزوم پاسخگویی به نیازهای جدید افراد جامعه، مسکن هوشمند به عنوان پدیده‌ای نوظهور اما به شدت جذاب در کانون توجهات قرار گرفته است. در تمامی کشورهای جهان اول مراکز علمی و دانشگاهی با توجه به محاسن و همچنین استقبال کاربران از آن پروژه‌های تحقیقاتی و عملیاتی بسیاری جهت شناخت بهتر و تکامل آن به اجرا در آورده‌اند. از مهم‌ترین عوامل و قابلیت‌های که آن را مورد استقبال مصرف‌کنندگان قرار داده است می‌توان به امنیت و ایمنی، راحتی و آسایش تسهیل مدیریت، مدیریت و صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کمک به ارتقاء بهداشت و سلامت اشاره کرد (Mashayekhi, 2019: 186). امروزه یکی از مهمترین نکاتی که در ساختمان‌های مسکونی، تجاری، بیمارستان، هتل‌ها و .....در نظر گرفته می‌شود، مسئله بهینه‌سازی مصرف انرژی است که در سال‌های اخیر به علت رشد فزاینده استفاده از سوخت‌های فسیلی، محدود بودن منابع انرژی و همچنین قیمت رو به رشد آن‌ها بیشتر مورد توجه قرار گرفته است که به میزان قابل توجهی مصرف انرژی را کاهش می‌دهد (Ghafaleh bashi & Karimi, 2014: 7). که در این میان، سیستم هوشمند ساختمان با بکارگیری از آخرین تکنولوژی‌ها درصدد آن است که شرایطی ایده‌آل در ساختمان‌های مسکونی پدید آورد. این نکته زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که موضوع انرژی مطرح شود. این سیستم‌ها ضمن کنترل بخش‌های مختلف ساختمان و ایجاد شرایط محیطی مناسب، سبب بهینه‌سازی مصرف انرژی، بالا بردن سطح کارایی و بهره‌وری هر چه بیشتر تأسیسات الکتریکال و مکانیکال ساختمان می‌شوند. هوشمندسازی ساختمان‌های مسکونی شامل هوشمندسازی روشنایی‌ها، پرده‌ها و سایبان‌ها، آسانسورها و پله‌های برقی، تجهیزات الکتریکی و تأسیساتی، سیستم کنترل تردد، سیستم اعلام سرقت، دوربین‌های نظارتی و سیستم اعلام و اطفای حریق را شامل می‌شود (Ravanshad Nia and Arabi, 2016: 12). بنابراین هوشمندسازی ساختمان می‌تواند تحول بزرگی در نظام سکونت و پایداری شهری ایجاد نماید. ساختمان هوشمند مجموعه یکپارچه از سیستم‌های متعدد برای مدیریت مؤثر منابع، افزایش قابلیت فنی، صرفه‌جویی در هزینه‌های سرمایه‌گذاری، عملیاتی و انعطاف‌پذیری است (Quchani et al, 2019: 372).

ساختمان‌های هوشمند به مجموعه ساختمان‌هایی اطلاق می‌شود که دارای سخت‌افزار و نرم‌افزارهایی می‌باشد و به منظور مانیتورینگ و کنترل یکپارچه قسمت های مهم و حیاتی در ساختمان نصب می‌شوند. وظیفه این مجموعه پایش، مداوم بخش‌های مختلف ساختمان و اعمال فرمان به آن‌ها به نحوی است که عملکرد اجزای مختلف ساختمان متعادل با یکدیگر و در شرایط بهینه و با هدف کاهش مصارف ناخواسته ساختمان و تخصیص منابع انرژی فقط به فضاهای در حین بهره‌برداری می‌باشد. با توجه به گسترش روز افزون استفاده از فناوری های نوین در عرصه ساختمان سازی از یکسو، بالا رفتن رقابت در تولید ساختمان‌های مدرن تر و نیز مسائلی همانند کاهش مصرف انرژی، صرفه‌جویی در هزینه‌های راهبردی ساختمان و بالا بردن رفاه و آسایش ساکنان ساختمان از سوی دیگر، استفاده از ترکیب فناوری مختلف با عناون " اتوماسیون ساختمانی" یا ساختمان هوشمند و یا سیستم مدیریت ساختمان گسترش فراوانی یافته است (Nemati et al., 2018: 2). ساختمان هوشمند بنا به تعریف انیستیتو، ساختمان‌های هوشمند بنایی هستند که با استفاده بهینه از چند عنصر پایهٔ سیستم، خدمات، مدیریت و روابط درونی آن‌ها، محیطی مناسب همراه با عملکردی بهینه در مصرف انرژی ایجاد نماید از اینرو ساکنین آن، بتوانند تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی خانه خود را از راه دور و نزدیک تنظیم و کنترل کنند و نیز بتوانند برنامه‌های مختلف و سناریوهای متنوعی را برای آن تجهیزات تعریف و اجرا نمایند (Khodakarmi and Ghobadi, 2016: 23). علاوه بر آن پیشرفت روز افزون فناوری‌های متعدد، هر روزه تلاش برای کنترل و شیوه‌های کنترلی لوازم خانه و شرایط محیطی خانه از جمله: امنیت، دما، روشنایی و ... خانه به یک ضرورت و بحثی برای رقابت تکنولوژیک بین کمپانی‌های خدمات مرتبط با ساختمان بدل شده است و از طرفی دیگر حرکت تکنولوژیک در صنعت اتوماسیون خانگی یا خانهٔ هوشمند، بی گمان در آتی مشخص‌کننده روش جهت‌گیری یکپارچه‌سازی و رفاه بیشتر، صرفه‌جویی بیشتر در زمان، مکان و ... خواهد بود (Hajizadeh Toosi et al., 2014: 3-4). به گونه‌ای که سیستم‌های ایمنی پیشرفته در خانه‌ها می‌توانند مبنی بر چندین سنسور مانند تشخیص دود، تشخیص شکستگی شیشه و تشخیص حرکت باشند که وضعیت‌های مخاطره‌آمیز احتمالی را شناسایی کنند و واکنش مناسب به آن در دستور کار قرار دهند (Fallahi et al., 2012: 140).

ساختمان‌ها به عنوان رکن اساسی در فرآیند مصرف انرژی در حوزه شهری و انتشار گازهای گلخانه‌ای، در تعیین الگوهای مصرف انرژی مؤثر هستند. از این نظر توجه به مسائل مربوط به آب و هوا و انرژی در حوزه ساختمان و شهر در تحقیقات اخیر، حائز اهمیت بوده است. در ایران نیز علیرغم قوانین مصوب و برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته و همچنین اهمیت اقتصاد مقاومتی حال حاضر، مصرف انرژی بیش از پنج برابر متوسط رشد مصرف در جهان است و ساختمان‌های مسکونی ایران بزرگترین بخش از مصرف انرژی کشور را به خود اختصاص داده‌اند (Muradkhani et al., 2018: 340). امروزه صرفه‌جویی در مصرف انرژی و ایمنی ساختمان یکی از بحث‌های مهم بسیاری از شهرها از جمله شهر شیراز می‌باشد. شهر شیراز در یک منطقه گرم با منابع محدود انرژی قرار گرفته است و همچین دارای ساختمان‌های بزرگ و

مدرن می‌باشد که به دلیل عدم رعایت فاصله بین آن‌ها و بهره‌گیری از نور خورشید و سایه‌اندازی، سالانه انرژی فراوانی در این ساختمان هدر می‌رود و این ساختمان‌ها با خطراتی مانند آتش‌سوزی مواجه هستند. نمونه بارز این امر، هتل آسمان شهر (سال ۱۳۹۸) و ساختمان ۵ طبقه‌ای که در سال ۱۴۰۲ شیراز می‌باشد که به دلیل سازه‌های ناایمن دچار آتش‌سوزی شدید شد. از طرفی دیگر شهر شیراز دارای ساختمان‌های تاریخی و بافت فرسوده بی‌شماری می‌باشد که با نوسازی و مجهز کردن این ساختمان‌ها به فناوری هوشمند گام مهم در جهت ارتقای کیفیت زندگی ساکنان برداشت و برای ایجاد پایداری و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، افزایش ایمنی و امنیت نیازمند توجه به هوشمندسازی ساختمان است. بنابراین ساختمان هوشمند در شهر شیراز می‌تواند پایداری در فضای شهری ایجاد نماید به طوری که امنیت، ایمنی، مصرف بهینه انرژی، میزان تاب‌آوری در برابر مخاطرات را تضمین نماید. از این رو هدف پژوهش حاضر بررسی جایگاه شاخص‌های ساختمان هوشمند در کلانشهر شیراز است. سؤال و فرضیه‌های پژوهش بصورت ذیل بیان می‌شود:

ساختمان‌های شهر شیراز چه مقدار شاخص‌های هوشمندی را رعایت می‌کنند؟

مهم ترین عامل مؤثر بر هوشمند شدن ساختمان‌های شهر شیراز کدام می‌باشد؟

به نظر می‌رسد ساختمان‌های شهر شیراز شاخص‌های هوشمندی را رعایت نکرده‌اند. به نظر می‌رسد مهمترین عوامل مؤثر در هوشمند سازی ساختمان‌های شهر شیراز، فناوری اطلاعات می‌باشد.

پیشینه و مبانی نظری تحقیق:

(McKenna et al, 2022)، به بررسی تقاضای انرژی روزانه در مسکن بریتانیا با استفاده از فناوری هوشمند پرداختند نتایج تحقیق نشان می‌دهد که برای درک تقاضای انرژی در مسکن بریتانیا از محققان معتبر بریتانیا دعوت می‌شود که برای داده‌های ساختمانی که می‌توانند دسترسی داشته باشید، درخواست داده شود که اخیراً به‌روزرسانی شده و بیش از ۱۳۰۰۰ خانوار از آن استفاده می‌کنند. (Pierre et al, 2019)، با بررسی امنیت ساختمان‌های هوشمند به این نتیجه رسیدند که بکارگیری فناوری نوین همچون دستگاه‌ها و نرم‌افزار به طور خودکار مسئولیت مدیریت و کنترل کارکردهای امنیتی ساختمان‌ها مانند: روشنایی، سایه‌زنی و ... را افزایش می‌دهد. (Manuel et al, 2019)، با بررسی هوشمندی در معماری و طراحی‌های ساختمان‌ها به این نتیجه رسیده است که مدیریت انرژی، راحتی، محیطزیست مناسب، ایمنی و نظارت در ساختمان‌های بسیار آسان‌تر و راحتر می‌شود. گریگور و همکاران (Grigore, 2018)، در پژوهشی با عنوان سنجش و کنترل داده‌محور برای ساختمان‌های هوشمند و سیستم‌های شهر هوشمند اشاره می‌کنند که شبکه‌های حسگر بی‌سیم، الگوریتم‌های ماشینی برای استخراج اطلاعات از داده‌ها و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات برای پشتیبانی جریان داده‌ها در ساختمان هوشمند و سیستم های هوشمند شهر نقش مؤثری دارند.

(Jahan tighi & Aghali, 2019)، در پژوهشی به تأثیر هوشمندسازی ساختمان در سودآوری بیمارستان سازمان تأمین اجتماعی استان البرز پرداختند. نتایج نشان داد که هوشمندسازی بر کاهش هزینه با صرفه‌جویی، رفاه کارکنان، رفاه بیماران تأثیر معنادار و قوی دارد. کاهش هزینه با صرفه‌جویی برکاهش هزینه روشنایی اتاق و کاهش هزینه دمای اتاق تأثیر مثبت و قوی دارد و کاهش هزینه روشنایی اتاق، کاهش هزینه دمای اتاق، رفاه بیماران و رفاه کارکنان بر سودآوری تأثیر معنادار و قوی دارد. (Berliani et al, 2018)، در پژوهشی با عنوان نقش عوامل مؤثر در هوشمندسازی فضاهای شهری با تأکید بر تکنولوژی هوشمند در ساختمان‌ها به این نتیجه رسیده است که جذب گردشگر، بهبود حمل و نقل و افزایش ساخت و ساز از بیشترین مزایای هوشمند سازی در صنعت ساختمان منطقه ۱ مشهد است. (Taran et al, 2018)، به بررسی نقش هوشمندسازی ساختمان در بهبود مصرف انرژی و همچنین میزان تأثیر آن در مدیریت مصرف بهینه‌سازی انرژی پرداختند که نتایج آن نشان می‌دهد ساختمان‌های هوشمند با مانیتورینگ کنترل یکپارچه بخش‌های مختلف ساختمان موجب ایمنی، کاهش مصرف انرژی و افزایش ساختمان شده‌اند. (Amjad and Faramarizi, 2018)، در پژوهشی با نقش هوشمندسازی ساختمان‌ها در توسعه پایدار اشاره می‌کنند که توجه به تکنولوژی‌های نوین ساختمانی از قبیل مصالح هوشمند و یا سیستم‌های گرمایش و سرمایش هوشمند، می‌تواند تأثیر به‌سزایی در کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها داشته باشد. قسمی‌آزاد و برزگرکهنمویی (Ghasemi Azad & Barzgarkohnmoui, 2018)، به بررسی هوشمندسازی انرژی در ساختمان های مسکونی پایدار پرداختند و اشاره می‌کنند که ساختمان‌های مسکونی با هوشمندسازی انرژی و طراحی پایدار توانسته‌اند تا حدود زیادی از هدر رفت انرژی جلوگیری کنند. بنابراین بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که ساختمان‌های هوشمند بیشتر در حوزه انرژی و فناوری‌های مورد استفاده در آن و کاهش مخاطرات و ریسک‌های بررسی شده است و کمتر به شاخص‌های ساختمان هوشند در سطح شهری اشاره شده است و یک بعدی از هوشمند را مطالعه و بررسی کردند اما پژوهش حاضر با بهره‌گیری از جامعیت و کل‌نگری جغرافیایی، به بررسی جایگاه شاخص‌های مسکن هوشمند در شهر

شیراز می‌پردازد. با توجه به مطالعات و تحقیقات صورت گرفته جهت بیان چارچوب نظری پژوهش به تعاریف و مفاهیم مرتبط با ساختمان-های هوشمند پرداخته می شود:

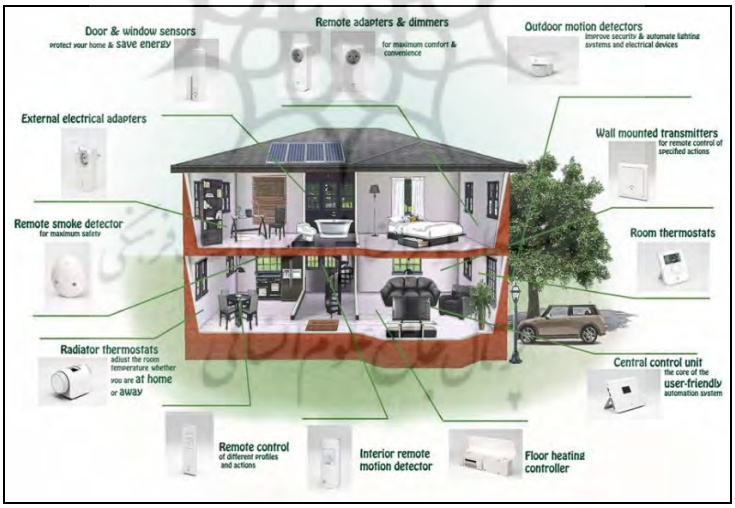
ساختمان هوشمند، ساختمانی است که مجهز به یک زیرساختار ارتباطاتی قوی بود که می‌تواند به صورت مستمر نسبت به وضعیت‌های متغیر محیط عکس‌العمل نشان داده و خود را با آن‌ها وفق دهد و همچنین به ساکنین ساختمان این اجازه را می‌دهد که از منابع موجود به صورت مؤثرتری استفاده کرده و امنیت و آسایش آن‌ها را افزایش دهد. بنا به تعریف انیستیتو ساختمان‌های هوشمند بنایی است که با استفاده بهینه از چند عنصر پایهٔ سیستم، خدمات، مدیریت و روابط درونی آن‌ها، همراه با عملکردی بهینه در مصرف انرژی ایجاد نماید (Amini Moghadam and Kaveh, 2018: 12). خانه هوشمند به خانه‌هایی گفته می‌شود که ساکنین آن، بتوانند تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی خانه خود را از راه دور و نزدیک تنظیم و کنترل کنند و نیز بتوانند برنامه‌های مختلف و سناریوهای متنوعی را برای آن تجهیزات تعریف و اجرا نمایند. خانهٔ هوشمند باعث می‌شود بتوان کارهای زیادی را با زحمت کمتری انجام داد. کارهایی مانند: تنظیم تهویه، روشن و خاموش کردن لامپ‌ها مطابق زمان‌بندی (Gasco, 2018: 23). بنابراین یکسری کارها در ساعات خاصی از شبانه‌روز به صورت خودکار انجام خواهد شد. سیستم‌های موجود در ساختمان هوشمند، محیطزیست کارآمد و راحتی را برای ساکنانش فراهم می‌کند. این سیستم‌ها در یک ساختمان هوشمند به طور یکپارچه عمل کرده و وسایل مختلف را در ارتباط و اثر متقابل با یکدیگر قرار می‌دهند. با این سیستم می‌توان ارتباطات، کارهای دفتری وکنترلی ساختمان را با استفاده از یک شبکه رایانه‌ای جامع بر عهدهٔ یک مدیریت هوشمند سپرد (Minoli et al, 2017: 14). سمپوزیوم بین‌المللی معماری در سال ۲۰۱۰ در تورنتو تصریح کرد که: یک ساختمان هوشمند آمیزه‌ای است از ابداعات به همراه مدیریتی بدون نقص که در این راستا با داشتن این دو ویژگی سرمایه صرف شده تا حد زیادی باز گردد این تعریف علاوه بر لزوم وجود ابداع و نوآوری و استفاده از تکنولوژی این موضوع را نیز یاد آوری می‌کند که یکی از اهداف ساخت ساختمان‌های هوشمند این است که ساختمان‌هایی ساخته شوند که هرچه بیشتر سرمایه‌ای را که در ساخت و ساز صرف شده است، برگردانند که این سرمایه مسائل مختلفی را از جمله انرژی در بر می‌گیرد. مبحث ۱۹ (مقررات ملی ساختمان) اشاره به استفاده از فن‌آوری و روش‌های نوین جهت کاهش اتلافات انرژی در ساختمان دارد. تاکنون به اغلب موارد مندرج در این مبحث به اندازه کافی پرداخته شده و محصولات قابل قبولی نیز در این خصوص در بازار کشور وجود دارد. تنها موردی که شاید نیازمند توجه و فرهنگ‌سازی بیشتر باشد، لزوم اجرای بیشتر سیستم هوشمند ساختمان است. از آنجایی‌که در سیستم هوشمند، پس از تنظیمات اولیه سیستم، کلیه کنترل‌ها توسط رایانه صورت می-پذیرد، دغدغه بروز اشتباهات و کوتاهی از طرف ساکنین و پرسنل در نتیجه بروز خسارات از بین می‌رود (Abid & Meer, 2018: 14).

شاید اولین دستاورد ساختمان هوشمند در مقایسه با ساختمان سنتی بهینه کردن مصرف انرژی، کاهش هزینه‌های نگهداری و خدمات و تأمین خدمات امنیتی بهتر و نیز سهولت در باز طراحی و بالاخره افزایش رضایتمندی ساکنین قلمداد شود. گزارشاتی از بازگشت هزینه هوشمندسازی ساختمان‌ها و مجتمع‌ها در جهان که فقط از طریق صرفه‌جویی در هزینه انرژی مصرفی محقق شده است، وجود دارد که بازگشت دوره‌ای سرمایه‌گذاری را در نتیجه کاهش مصرف (و متقابلاً کاهش تعرفه) تأیید می‌نمایند، سایر منافع مرتبط بر ساختمان هوشمند مشتمل بر قابلیت انطباق با تغییرات در کاربری‌ها، تغییرات در فناوری‌ها و کارآیی محیطی آن به منظور ایجاد شرایط کاری سهل‌تر و مطبوع تر و با امنیت بیشتر است (Kumar & Sreenath, 2017: 15). مدافعین ساختمان‌های هوشمند حتی معتقدند که بهره‌وری شاغلین در این ساختمان‌ها با بهبود شرایط محیط کار افزایش می‌یابد. به همین دلیل در خلال دهه گذشته مفهوم ساختمان هوشمند یک ملاحظه جدی در طراحی بسیاری از ساختمان‌های اداری تازه تأسیس و یا مرمت شده بوده است. این مفهوم حتی تا مرحله ارائه مدل برای هوشمندسازی منازل، کارخانجات، مراکزآموزشی، پزشکی و خدماتی نیز پیش رفته است. سامانه‌های هوشمند که در این ساختمان به کار گرفته می‌شوند به عنوان مثال، قابلیت تشخیص زود هنگام و دقیق وقوع حریق را داشته و حتی می‌توانند به مأموران آتش‌نشانی امکان تدوین طرح مقابله با آتش قبل از رسیدن به محل را بدهند. سایر اجزاء در ساختمان هوشمند امکان تخلیه سریع، به کارگیری آسانسورها و پله‌های برقی و درب‌ها را برای این موضوع فراهم می‌کند و این هنوز بخشی از عملکردهای ساختمان هوشمند است. شکی نیست که خطای انسانی و فقدان مسئولیت‌پذیری که منتهی به حوادث غیر قابل جبران می‌گردد با بکارگیری سامانه‌های هوشمند به حداقل رسیده و لذا می‌توان در هزینه‌های مختلف نگهداری تأسیسات و مدیریت منابع ساختمان صرفه‌جویی قابل توجهی نمود (Reyna, 2018: 14).

وظیفه این مجموعه، پایش مداوم بخش‌های مختلف ساختمان و اعمال فرمان به آن‌ها به نحوی است که عملکرد اجزای مختلف ساختمان متعادل با یکدیگر، در شرایط بهینه و با هدف کاهش مصارف ناخواسته و تخصیص منابع انرژی فقط به فضاهای در حین بهره-برداری باشد (Kurdestan, 2015: 3). در این روش، تابلوهای برق روشنایی عمومی، دیزل ژنراتور، سیستم اطفاء حریق، سیستم حفاظتی،

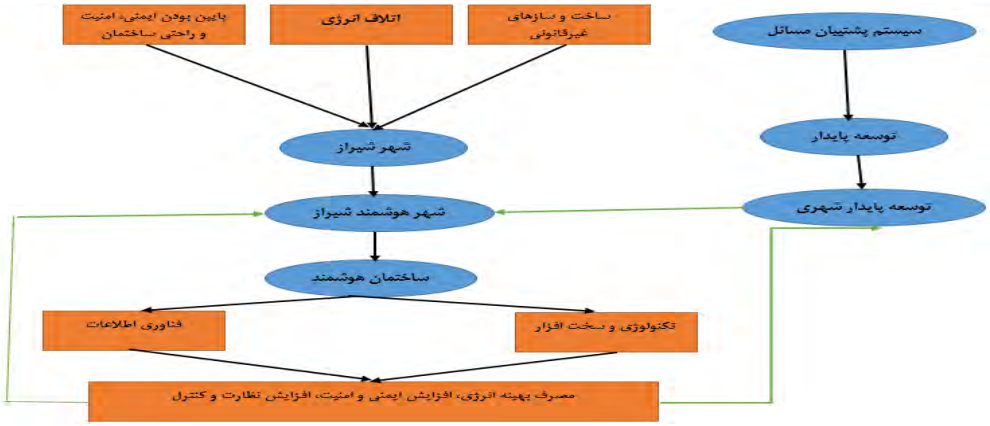
آسانسورها، سیستم کنترل تردد و نیز اجزای موتورخانه مرکزی شامل چیلرها، بویلرها، پمپ‌های سیرکوالسیون، برج‌های خنک‌کن، هواسازها و اگزازفن ها به نوعی به طور یکپارچه و به طور منسجم توسط یک یا چند رایانه هماهنگ و کنترل می‌شوند (جاواییـد و همکـاران، ۲۰۱۷: ۴۵)، از آنجا که نظارت برصحت عملکرد هر یک از سیستم‌های کنترل در محیط‌های مختلف صنعتی، تجاری، اداری و مسکونی به صـورت جداگانه، مستلزم صرف وقت، انرژی و نیز حضور نیروی انسانی در محل بکارگیری آن‌ها می‌باشد، نیاز روزافزون بـه یـک سیسـتم مـدیریت جامع که قادر به نمایش در آوردن اطلاعات و سازماندهی کلیه سیستم‌های کنترل هوشمند در عرض مدت زمان کوتاهی باشـد، بـه وضـوح احساس می گردد (Kurdestan, 2015: 5).

امروزه با گسترش بیش از پیش فناوری‌های نوین در حوزهٔ صنعت ساختمان، به کارگیری فنـاوری‌هـای هوشـمند بـا سـرعت بیشـتری گسترش یافته است، به نحوی که در کشورهای اروپایی به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند در ساختمان‌هـای تجـاری پـس از سـال ۲۰۱۸ و همچنین ساختمان‌های مسکونی پس از سال ۲۰۲۰ الزامی شده است (Koukkari & Brangança, 2011). انجمن برنامـه‌ریـزی آمریکـا جهت دستیابی به مدل توسعه بر مبنای کارایی انرژی به مباحث فنی و برنامه‌ریزی و طراحی شهری پرداخته است. این مدل، استفاده پایـدار از منابع انرژی، فرم و کارکرد اکولوژیک اجتماع، مدیریت منابع اجتماع محـور، بهینـه‌سـازی کـاربری زمـین، برابـری اجتمـاعی و سـرزندگی اقتصادی را به عنوان پنج اصل اساسی نیل به راهکارهای کارایی انرژی در مجموعه شهرها مطـرح مـی‌کنـد. انـرژی مصـرفی گرمـایش و روشنایی به عنوان معیارهای ارزیابی کارایی انرژی به کار می‌روند (Nasrollahi, 2013). دلیل توجه به کارگیری این فناوری‌هـای نـوین را می‌توان علاوه بر آثار قابل توجه آن در کاهش میزان مصرف انرژی، در حوزهٔ کاهش آثار زیست‌محیطـی ناشـی از کـاهش میـزان مصـرف انرژی دانست چرا که در کشورهایی نظیر ایران بخش عمده انرژی‌های تأمین شده در آن، از منابع انرژی تجدیدناپذیر تأمین می‌گردد و ایـن موضوع خود نشان‌دهندهٔ وجود ارتباط مستقیم بین میزان مصرف انرژی سالانه و میزان آلاینده‌های منتشر شـده در سـطح کشـور اسـت. در نتیجه با توجه به اهمیت آثار زیست‌محیطی چرخه حیات ساختمان در کشور ایران و سهم قابل توجـه آن از کـل میـزان انـرژی مصـرفی و آلاینده منتشر شده در سطح کشور در راستای توسعه به کارگیری ابزارهای مدیریت هوشمند ساختمان، گام‌هایی در راسـتای توسـعه کـاربرد این تجهیزات برداشته شده است که از جمله آن می‌توان به مـوارد اشـاره شـده در مباحـث ۱۳ و ۱۹ مقـررات ملـی سـاختمان اشـاره نمـود (Rashidi et al, 2017: 12).



شکل ۱-نمایی از اجزای ساختمان هوشمند، منبع: (Rashidi et al, 2017).

در جمع‌بندی از چارچوب نظری، مدل مفهومی پژوهش به شرح ذیل (شکل شماره ۲) بیان شده است.



شکل ۲- مدل مفهومی پژوهش، منبع: مطالعات نویسندگان، ۱۴۰۱

مدل مفهومی پژوهش در شکل (۲) به این صورت قابل تشریح است که زمینه و ورودی شکل‌دهنده شهر هوشمند شیراز، عواملی مانند ساخت و سازهای غیرقانونی، اتلاف انرژی و پایین بودن ایمنی، امنیت و راحتی ساختمان‌های می‌باشد. در واقع این عوامل بستر و زمینه های مؤثر را برای نیاز به مسکن هوشمند شکل می‌دهند. در مرحله بعد، وقتی این زمینه‌ها شکل گرفت به شاخص‌های مؤثر برای هوشمند ساختن ساختمان شهر شیراز مانند: تکنولوژی و سخت‌افزار، فناوری اطلاعات و مصرف بهینه انرژی می‌رسیم که همه این عوامل نیازمند یک سیستم پشتیبان کنترل می‌باشد که زمینه‌های توسعه پایدار شهری وکیفیت زندگی را در شهر شیراز شکل می‌دهند.

مواد و روش تحقیق:

نوع تحقیق از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی – تحلیلی است. جمع‌آوری داده‌ها به صورت کتابخانه‌ای (کتب، مقالات، اسناد و ...) و میدانی (پرسشنامه) با استفاده از تکنیک دلفی انجام شده است. جامعه آماری پژوهش شامل متخصصین و کارشناسان حوزه ساختمان، عمران، شهرسازی، محیط‌زیست و انرژی، فناوری اطلاعات، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، مدیریت بحران می‌باشد. برای تعیین حجم نمونه از روش دلفی استفاده شده است که ۷۲ نفر به عنوان حجم نمونه انتخاب شدند. برای تجزیه و تحلیل از روش‌های آماری ازمون تی تک‌نمونه‌ای و رگرسیون چند متغیره در قالب نرم‌افزار spss و معادلات ساختاری در قالب نرم‌افزار لیزرل استفاده شده است.
برای ارزیابی و سنجش هوشمندی ساختمان‌های مسکونی، ۳ مؤلفه اصلی مورد توجه است که در جدول شماره (۱) اشاره می‌شود.

جدول ۱- ابعاد و شاخص های مورد استفاده در پژوهش

ابعاد	شاخص ها	منابع
فناوری اطلاعات	سرعت استخراج داده‌ها در ساختمان، قابلیت مبادله داده‌های ساختمان با سایر سامانه‌ها، وجود اطلاعات از بخش‌های مختلف ساختمان، امکان گزارش‌گیری از داده‌ها و اطلاعات تمام بخش‌های ساختمان، وجود مدل‌های سه بعدی اطلاعات ساختمان، نقشه دیجیتال ساختمان، مانیتورینگ و کنترل اطلاعات، کنترل داده-های مربوط به هزینه‌های ساختمان.	Wigginton(2002) Chow(2004) Freeman,Aspray(1999) Institute for Management and Development Planning(2002)
مصرف و بهینه‌سازی انرژی	استفاده از فن‌آوری و روش‌های نوین، تبادل مناسب انرژی در تمام مساحت، سهولت در طراحی تأسیسات توزیع انرژی، بازگشت هزینه هوشمندسازی، قطع انرژی برق و گاز در مواقع خطر، مدیریت مصرف انرژی ساختمان بر اساس عرضه و تقاضا، کنترل هوشمند سیستم سرمایش، گرمایش با توجه به دمای محیط.	Yang(2001) A.T.P.; Wong(2001) Freeman,Aspray(1999) Ana Reyna (2018),
سخت‌افزای و نرم‌افزای	سیستم سخت‌افزای و نرم‌افزای، تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در ساختمان، وجود شبکه رایانه‌ای جامع در ساختمان، قابلیت انطباق تجهیزات با تغییرات در کاربری‌های ساختمان، بکارگیری سامانه‌های هوشمند در ساختمان، استفاده از حسگرها و عملگرها، سیستم اتوماسیون ساختمان، مانیتورینگ و کنترل تجهیزات ساختمان، نظارت بر وضعیت تجهیزات از طریق نرم‌افزار، کنترل تجهیزات با اپلیکیشن گوشی تلفن همراه و یا تبلت.	Chow(2004) Donglu., Sh,Julian., W,Wen., D, (2019 Ana Reyna (2018), Grigore., S, Ioana., F, Anatoly., S, (2018),

منبع: مطالعات نویسندگان، ۱۴۰۱.

بحث و ارائه یافته‌ها:

مؤلفه‌ها و ابعاد هوشمندی در ساختمان‌ها بخصوص مسکونی بسیار گسترده و پیچیده است. با توجه به هدف پژوهش این مؤلفه‌ها و ابعاد هوشمندی در سه بخش کلی‌تر یعنی فناوری اطلاعات، مصرف و بهینه‌سازی انرژی در ساختمان، سیستم‌های سخت‌افزار و نرم‌افزاری در ساختمان بررسی و ارزیابی شدند که هر کدام با جزییات بیشتر در سطح شهر شیراز مورد بررسی قرار می‌گیرند.

جایگاه شاخص‌های فناوری اطلاعات ساختمان‌های مسکونی هوشمند

برای مشخص کردن جایگاه شاخص‌های فناوری اطلاعات در ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز از رگرسیون چند متغیره استفاده گردید. لذا جهت بررسی شاخص‌ها، از کفایت مدل که در جدول (۲) آمده است به ارائه مدل پردازش یافته پرداخته می‌شود.

متغیرهای وارد شده در معادله رگرسیونی هسته اصلی تحلیل رگرسیون می‌باشد که در جدول شماره (۲)آورده شده است، ضریب تعیین تعدیل شده مدل بیان‌کننده میزان مربوط بودن متغیرهای مستقل با متغیر وابسته می‌باشد با توجه به نتایج آزمون می‌توان گفت در شاخص‌های فناوری اطلاعات ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز از قبیل؛ سرعت استخراج داده‌ها در ساختمان، بازگشت‌پذیری یا دو سویه بودن اطلاعات ساختمان، قابلیت مبادله داده‌های ساختمان با سایر سامانه‌ها، وجود اطلاعات از بخش‌های مختلف ساختمان، امکان گزارش-گیری از داده‌ها و اطلاعات تمام بخش‌های ساختمان، وجود مدل‌های سه بعدی اطلاعات ساختان و مانیتورینگ و کنترل اطلاعات تمام جزئیات ساختمان، به دلیل اینکه سطح خطای آلفای مؤلفه‌ها، بیش از ۱۰۰ درصد می‌باشد، در نتیجه نامناسب بودن این شاخص ها را می-توان مشاهده نمود. با توجه به نتایج آزمون مدل می‌توان گفت در شاخص‌های فناوری اطلاعات ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز از قبیل؛ وجود مدل‌های سه بعدی اطلاعات ساختان و بررسی و کنترل داده‌های مربوط به هزینه‌های ساختمان به دلیل اینکه سطح خطای آلفای شاخص ها، در سطح ۵ درصد می‌باشد و معناداری یا مناسب بودن در سطح ۹۵ درصد مورد تأیید قرار گرفته است. در کل مؤلفه فناوری اطلاعات در ساختمان‌های مسکونی هوشمند شهر شیراز با ضریب ۰/۰۷۹ و سطح معناداری ۰/۲۱۷ معنادار نیست و شرایط مطلوبی ندارد. از طرفی دیگر ضریب بتا یا استاندارد شده بیانگر ضریب تأثیر شاخص‌های فناوری اطلاعات بر مسکن هوشمند شهر شیراز می‌باشد که هرچه این ضریب بیشتر باشد سطح تأثیرگذاری بیشتری دارد. همانطور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود شاخص بررسی و کنترل داده های مربوط به هزینه‌های ساختمان با بتای ۱/۳۳۶ داری بیشترین تأثیر و شاخص سرعت استخراج داده‌ها در ساختمان با ضریب بتای ۰/۱۶۰- دارای کمترین تأثیر بر هوشمند ساختن مسکن شهر شیراز می‌باشد.

جدول ۲- رگرسیون چند متغیره شاخص‌های فناوری اطلاعات مسکن هوشمند در شهر شیراز

شاخص ها	ضرایب غیراستاندارد		ضرایب استاندارد	احتمال(Sig)	نتیجه	
	B	Std. Error	Beta		مناسب	نامناسب
فناوری اطلاعات در مسکن هوشمند شهر شیراز	۰.۰۷۹	۰.۰۸۱	۰.۱۶۵	(ns)۰/۲۱۷	–	*
سرعت استخراج داده‌ها در ساختمان	-۰.۰۹۰	۰.۰۵۹	-۰.۱۶۰	(*)۰/۱۳۳	–	*
بازگشت‌پذیری یا دو سویه بودن اطلاعات ساختمان	۰.۰۲۱	۰.۰۷۵	۰.۰۲۸	(ns)۰/۲۸۴	–	*
قابلیت مبادله داده‌های ساختمان با سایر سامانه‌ها	۰.۰۹۴	۰.۰۸۵	۰.۱۸	(*)۰/۱۲۷	–	*
وجود اطلاعات از بخش‌های مختلف ساختمان	۰.۰۴۷	۰.۰۷۰	۰.۰۸۸	(*)۰/۵۰۲	–	*
امکان گزارش‌گیری از داده‌ها و اطلاعات تمام بخش های ساختمان	۰.۱۰۸	۰.۰۸۲	۰.۱۵۸	۰(*)/۱۹۳	–	*
وجود مدل‌های سه بعدی اطلاعات ساختمان	۰.۰۸۶	۰.۰۷۴	۰.۱۷۵	(ns)۰/۲۲۷	–	*
وجود نقشه دیجیتال ساختمان	۰.۱۱۸	۰.۱۵۱	۱.۲۶۳	(*)۰/۰۲۹	*	–
مانیتورینگ و کنترل اطلاعات تمام جزئیات ساختمان	-۰.۴۰	۰.۰۷۳	۰.۰۶۹	(*)۰/۲۰۴	–	*
بررسی و کنترل داده‌های مربوط به هزینه‌های ساختمان	۰.۱۰۷	۰.۱۹۶	۱.۳۳۶	(*)۰/۱۷	*	–

۱. (*) معناداری یا تاثیرگذاری متغیر در سطح ۹۵ درصد ۲. (ns) عدم معناداری یا تاثیرگذاری متغیر. منبع: مطالعات میدانی نویسندگان، ۱۴۰۱

شاخص‌های مصرف و بهینه‌سازی انرژی ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز:

می‌توان اشاره کرد هوشمندسازی با ایجاد سیستم‌های کنترلی و نظارت نقش زیادی در میزان مصرف انرژی و مدیریت آن دارد و شاید مهمترین کنترل مصرف انرژی در حوزه محیط زیست و انرژی مهمترین بخش هوشمند در ساختمان است. با توجه به اینکه مصرف انرژی ارتباط مستقیمی با اقتصاد خانوار دارد در کلانشهرهای کشور بخصوص کلانشهر شیراز هنوز دستورالعمل‌های هوشمندی در بخش مسکن تهیه و اجرا نمی‌شود در نتیجه میزان اتلاف انرژی و آلایندگی در بخش مسکن بسیار بالاتر است. هوشمندسازی ساختمان برای مدیریت انرژی گام مؤثری در جهت رسیدن به شهر کربن صفر و پایدار است. از این رو از اهداف نظام برنامه‌ریزی و محیطزیست شهری است که باید در کلانشهرها با جدیت پیگیری شود. برای بررسی مصرف بهینه انرژی در ساختمان‌های مسکونی در شهر شیراز از تحلیل رگرسیون چند متغیره بهره گرفته شده است.

شاخص سهولت در طراحی تأسیسات توزیع انرژی به دلیل اینکه سطح خطای آلفای مؤلفه‌ها، ۵ درصد (جدول ۳) می‌باشد و تا سطح معناداری یا مناسب بودن، ۹۵ درصد در مصرف و بهینه‌سازی انرژی ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز وجود دارد. با توجه به نتایج آزمون مدل می‌توان گفت در شاخص‌های مصرف و بهینه‌سازی انرژی ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز از قبیل؛ استفاده از فن‌آوری و روش‌های نوین کاهش اتلاف انرژی، استفاده از مصالح انعطاف‌پذیر و تطبیق‌پذیر، تبادل مناسب انرژی در تمام مساحت زیربنایی ساختمان، بازگشت هزینه هوشمندسازی ساختمان‌ها از طریق صرفه‌جویی در هزینه انرژی مصرفی، قطع انرژی برق و گاز در مواقع خطر، مدیریت مصرف انرژی ساختمان بر اساس عرضه و تقاضا کنترل هوشمند سیستم سرمایش، گرمایش با توجه به دمای محیط به دلیل اینکه سطح خطای آلفای شاخص‌ها، بیشتر از ۱۰۰ درصد می‌باشد و عدم معناداری یا عدم مناسب بودن را نشان می‌دهد. در کل باتوجه به شاخص و نتایج آن مؤلفه مصرف بهینه انرژی ساختمان‌های مسکونی با ضریب ۰/۰۵۷ و ضریب معناداری ۰/۵۰۱، معنا دار نیست و نشان می‌دهد شهر شیراز از منظر مصرف انرژی و بهینه‌سازی آن در شرایط مطلوبی قرار ندارد. از طرفی دیگر برای مشخص شدن وضعیت تأثیر شاخص‌های مصرف و بهینه‌سازی انرژی در ساختمان‌های مسکونی شهر شیراز از ضریب بتا استفاده شده است. با توجه به جدول شماره ۳ شاخص سهولت در طراحی تأسیسات توزیع انرژی با بتای ۰/۲۸۰ دارای بیشترین تأثیر و شاخص کنترل هوشمند سیستم سرمایش، گرمایش با توجه به دمای محیط با بتای ۲۱۴/- دارای کمترین تأثیر بر هوشمندی‌سازی مسکن در شهر شیراز می‌باشد.

جدول ۳- نتایج رگرسیون چند متغیره شاخص‌های مصرف و بهینه‌سازی انرژی ساختمان‌های مسکونی در شهر شیراز

شاخص ها	ضرایب غیراستاندارد		ضرایب استاندارد	(Sig)احتمال	نتیجه	
	B	Std. Error	Beta		مناسب	نامناسب
مصرف و بهینه سازی انرژی ساختمان های مسکونی هوشمند	-۰.۰۵۷	۰.۱۴۷	-۰.۶۸	(ns)۰/۵۰۱	_	*
استفاده از فن‌آوری و روش‌های نوین کاهش اتلاف انرژی	۰.۱۵	۰.۱۵۴	۰.۰۱۳	(ns)۰/۹۲۱	_	*
استفاده از مصالح انعطاف‌پذیر و تطبیق‌پذیر	۰.۰۷۲	۰.۱۵۷	۰.۰۵۸	(ns)۰/۴۵۸	_	*
تبادل مناسب انرژی در تمام مساحت زیربنایی ساختمان	-۰.۰۷۴	۰.۱۵۲	-۰.۰۶۶	(ns)۰/۳۳۴	_	*
سهولت در طراحی تأسیسات توزیع انرژی	۰.۲۸۷	۰.۱۵۵	۰.۲۸۰	(*)۰/۰۳۶	*	_
بازگشت هزینه هوشمندسازی ساختمان‌ها از طریق صرفه جویی در هزینه انرژی مصرفی	-۰.۴۸	۰.۱۲۶	-۰.۵۰	(ns)۰/۷۰۷	_	*
قطع انرژی برق و گاز در مواقع خطر	-۰.۳۷۷	۰.۲۴۶	-۰.۲۱۲	(ns)۰/۱۳۱	_	*
مدیریت مصرف انرژی ساختمان بر اساس عرضه و تقاضا	-۰.۰۳۵	۰.۲۴۱	-۰.۱۰۸	(ns)۰/۴۰۱	_	*
کنترل هوشمند سیستم سرمایش، گرمایش با توجه به دمای محیط	-۰.۲۶۹	۰.۳۵۰	-۰.۲۱۴	(ns)۰/۳۹۱	_	*

۱. (*) معناداری یا مناسب بودن در سطح ۹۵ درصد ۲. (ns) عدم معناداری یا نامناسب بودن- منبع: مطالعات میدانی نویسندگان، ۱۴۰۱

جایگاه شاخص‌های سخت‌افزاو نرم‌افزای ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز

گروه ساختمان هوشمند اروپا که در بریتانیا مستقر است، بیان کرده است که ساختمان هوشمند محیطی را خلق می‌کند که اثربخشی ساکنان ساختمان را بیشینه کرده و در عین حال مدیریت بهینهٔ منابع را با کمترین هزینه‌ها، سخت‌افزار و تأسیسات فراهم می‌آورد. بر

اساس گفتهٔ دپارتمان امور عام المنفعهٔ سنگاپور، ساختمان هوشمند باید شرایط زیر را داشته باشد. ۱- برای نظارت بر تأسیسات مختلف، از جمله تهویه، دما، روشنایی، امنیت، آتش‌سوزی و ...به سیستم‌های کنترلی پیشرفتهٔ خودکار مجهز باشد، به نحوی که محیط کاری راحتی برای ساکنان فراهم آورد؛ ۲- زیرساخت ارتباطی خوبی برای انتقال داده بین طبقه‌ها داشته باشد؛ ۳- برای ارتباط از راه دور قابلیت‌های مناسبی داشته باشد۴- معماری برنامهٔ کاربردی خانهٔ هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا و فناوری‌های سازندهٔ آن است (لی و یو، ۲۰۱۱).

برای مشخص کردن جایگاه شاخص‌های سخت‌افزای و نرم‌افزای ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز می‌توان گفت که شاخص بکارگیری تجهیزات الکتریکی در ساختمان به دلیل اینکه سطح خطای آلفای مؤلفه‌ها، ۵ درصد می‌باشد تا سطح معناداری یا مناسب بودن، ۹۵ درصد در جایگاه شاخص‌های سخت‌افزای و نرم‌افزای ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز وجود دارد. با توجه به نتایج آزمون مدل می‌توان گفت شاخص‌های سخت‌افزای و نرم‌افزاری ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز از قبیل؛ وجود شبکه رایانه‌ای جامع در ساختمان، قابلیت انطباق تجهیزات با تغییرات در کاربری های ساختمان، بکارگیری سامانه های هوشمند در ساختمان، استفاده از حسگرها و عملگرها با عملکرد محلی در ساختمان، سیستم اتوماسیون ساختمان، بکارگیری مانیتورینگ و کنترل تجهیزات ساختمان، امکان مشاهده و نظارت بر وضعیت تجهیزات از طریق نرم‌افزار، کنترل تجهیزات با اپلیکیشن گوشی تلفن همراه و یا تبلت به دلیل اینکه سطح خطای آلفای شاخص‌ها، بیشتر از ۱۰۰ درصد می‌باشد (جدول۴). همانطور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود از بین شاخص‌های سخت‌افزای و نرم‌افزای، شاخص بکارگیری تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در ساختمان با بتای ۳۰۴/ دارای بیشترین تأثیر و شاخص وجود شبکه رایانه‌ای جامع در ساختمان با ضریب بتای ۱۵۸/- دارای کمترین ضریب تأثیر بر ساختمان‌های مسکونی هوشمند شهر شیراز می‌باشد.

جدول ۴- رگرسیون چند متغیره شاخص سخت‌افزای و نرم‌افزای ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز

شاخص‌ها	ضرایب غیراستاندارد		ضرایب استاندارد	احتمال(Sig)	نتیجه	ضرایب غیراستاندارد	
	B	Std. Error	Beta		B	Std. Error	Beta
سخت‌افزای و نرم‌افزای ساختمان‌های مسکونی هوشمند	/۰۳۳	۰/۰۶۹	۰/۳۰۴	۲/۴۲۰	(*)۰/۰۱۸	*	-
بکارگیری تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در ساختمان	/۰۳۳	۰/۰۶۹	۰/۳۰۴	۲/۴۲۰	(*)۰/۰۱۸	*	-
وجود شبکه رایانه‌ای جامع در ساختمان	-۰/۰۹۵	۰/۰۶۳	-۰/۱۵۸	۱/۴۱۵	(ns)۰/۱۳۴	_	*
قابلیت انطباق تجهیزات با تغییرات در کاربری‌های ساختمان	۰/۰۰۲	۰/۰۴۱	۰/۰۰۴	۰/۰۳۲	(ns)۰/۹۷۵	_	*
بکارگیری سامانه‌های هوشمند در ساختمان	-۰/۰۴۱	۰/۰۶۷	۰/۰۷۵	۰/۵۹۴	(ns)۰/۶۳۲	_	*
استفاده از حسگرها و عملگرها با عملکرد محلی در ساختمان	-۰/۰۴۵	۰/۰۶۶	-۰/۰۸۱	۰/۶۵۳	(ns)۰/۵۱۵	_	*
سیستم اتوماسیون ساختمان	۰/۰۱۰	۰/۰۶۵	-۰/۰۱۷	۰/۱۵۳	(ns)۰/۸۷۹	_	*
بکارگیری مانیتورینگ و کنترل تجهیزات ساختمان	۰/۰۴۱	۰/۰۶۳	۰/۰۰۹	۰/۰۳۷	(ns)۰/۹۷۵	-	*
امکان مشاهده و نظارت بر وضعیت تجهیزات از طریق نرم‌افزار	۰/۱۶۲	۰/۰۶۷	-۰/۰۹۵	۰/۵۹۴	(ns)۰/۵۵۴	_	*
کنترل تجهیزات با اپلیکیشن گوشی تلفن همراه و یا تبلت	-۰/۰۷۴	۰/۰۶۶	-۰/۱۲۱	۱/۱۲۳	(ns)۰/۲۶۵	_	*

۱. (*) معناداری یا مناسب بودن در سطح ۹۵ درصد ۲. (ns) عدم معناداری یا نامناسب بودن- منبع: مطالعات میدانی نویسندگان، ۱۴۰۱

نامناسب بودن شاخص سخت‌افزای و نرم‌افزای ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز بیانگر این است که شهر شیراز از نظر سخت افزاری و نرم‌افزاری در شرایط مناسبی نیست که می‌تواند دلایل متفاوتی داشته باشند. از مهمترین دلایلی که می‌توان گفت: اینکه که بخش عظیمی از واحدهای مسکونی شیراز دارای ساختمان‌های قدیمی و فرسوده هستند و بخشی از واحدهای مسکونی در محلات حاشیه-

ای شکل گرفتند در نتیجه وجود سخت‌افزارها و نرم‌افزاری کنترلی و حسگر در این واحد غیر ممکن است و بخش قابل توجهی از واحد مسکونی فاقد همچین تجهیزاتی است و از سوی هنوز بحث اینترنت اشیا و استفاده از نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای جانبی برای مدیریت هوشمند ساختمان مسکونی در شهر شیراز رونق نگرفته است و سطح آگاهی و دانش مردم عمومی در این حوزه پایین‌تر است و نیاز به برنامه‌ریزی دقیق تر در جهت حساس‌سازی در استفاده از فناوری نوین در حوزه ساختمان است.

مقدار آماره T درمدل تحقیق برای ارزیابی مؤلفه‌های مؤثر بر ساختمان‌های مسکونی هوشمند (جدول۵) نشان می‌دهد که مصرف و بهینه سازی انرژی با مقدار اماره تی ۲۲/۴۵ در رتبه اول، فناوری اطلاعات با مقدار ۲۱/۶۳ در رتبه دوم و نهایتاً سخت‌افزای و نرم‌افزای با مقدار آماری تی ۱۴/۶۸ در تبه سوم قرار دارد. در حالت کلی مقدار آماری تی مؤلفه‌های مؤثر بر ساختمان‌های مسکونی هوشمند شیراز ۲۱/۷۹ می باشد که وضعیت مناسبی ندارد. از میان مؤلفه‌های مورد بررسی، مؤلفه مصرف و بهینه‌سازی انرژی با رقم ۱۲ / ۳ و سخت‌افزای و نرم‌افزای با رقم ۲/۷۵ به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین سطح هوشمندی را داشته‌اند.

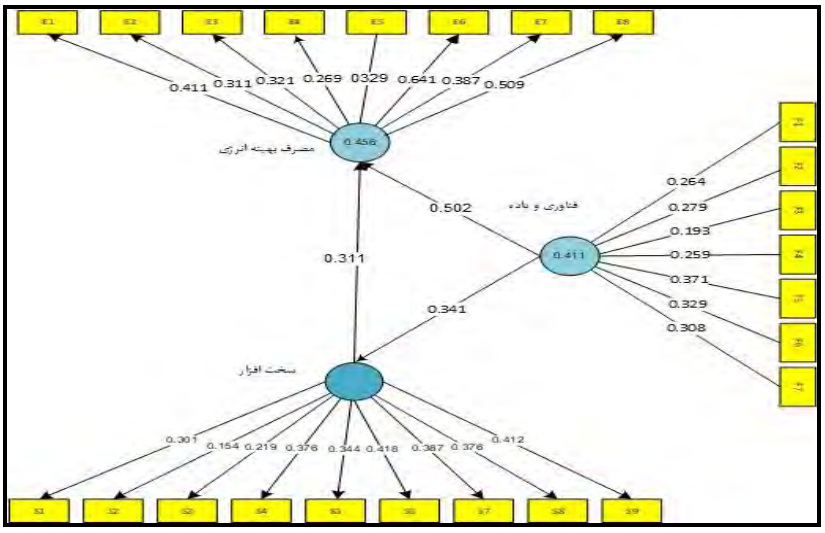
جدول۵- ارزیابی مؤلفه‌های مؤثر بر ساختمان‌های مسکونی هوشمند در شهر شیراز با آزمون تی تک‌نمونه‌ای

ردیف	مولفه‌ها	میانگین	انحراف میانگین	مقدار T	درجه ازادی	معناداری	حد پایین	حد بالا
۱	مؤلفه‌های مؤثر بر ساختمان‌های هوشمند	۲/۹۵	۰/۹۲۳	۲۱.۷۹	۷۲	۰۰/۰۰۰۰	۰/۹۳۳	۱/۱۱
۲	فناوری اطلاعات	۲/۹۸	۰/۸۹۵	۲۱/۶۳	۷۲	۰۰/۰۰۰۰	۰/۸۹۹	۱/۰۷
۳	مصرف و بهینه‌سازی انرژی	۳/۱۲	۰/۹۸۰	۲۲/۴۵	۷۲	۰۰/۰۰۰۰	۱/۰۲	۱/۲۲
۴	سخت‌افزای و نرم‌افزای	۲/۷۵	۱/۱	۱۴/۶۸	۷۲	۰۰/۰۰۰۰	۰/۶۵	۰/۸۶

منبع: مطالعات میدانی نویسندگان، ۱۴۰۱

همانطور که در جدول شماره (۵) مشاهده می‌شود با احتمال ۹۵٪ مؤلفه‌های مؤثر بر ساختمان‌های مسکونی هوشمند شهر شیراز، دارای سطح معنا داری (۰/۰۰۰) می باشد در نتیجه بین حد مبنای (۳) و مقدار به دست آمده ۲/۹۵ اختلاف معناداری وجود دارد. با توجه با اینکه مقدار به دست آمده از سطح مبنا کمتر می‌باشد و وضعیت مؤلفه‌های مؤثر بر ساختمان‌های مسکونی هوشمند شهر شیراز دارای وضعیت مناسبی نمی‌باشد. به منظور بررسی دقیق‌تر بین شاخص‌ها و ابعاد اصلی ساختمان‌های مسکونی هوشمند، معادلات ساختاری در SMARTPLS انجام شد. در بین مؤلفه‌های شاخص فناوری و داده در ساختمان هوشمند: ۱-سرعت استخراج داده‌ها در ساختمان با ضریب (۰.۴۱۱)،۲) قابلیت مبادله داده های ساختمان با سایر سامانه‌ها با ضریب (۰.۲۷۹)، ۳- امکان گزارش‌گیری از داده‌ها و اطلاعات تمام بخش‌های ساختمان(۰.۱۹۳)، ۴ -وجود مدل‌های سه‌بعدی اطلاعات ساختمان با ضریب (۰.۲۵۹)،۵ -وجود نقشه دیجیتال ساختمان (۰.۳۷۱)،۶- مانیتورینگ و کنترل اطلاعات تمام جزئیات ساختمان(۰.۳۲۹)،۷ کنترل داده‌های مربوط به هزینه‌های ساختمان(۰.۳۰۸) در کنترل و مصرف بهینه انرژی می توانند تاثیر گذار باشند. حوزه کنترل انرژی با ۸ شاخص:

۱-فن‌آوری و روش‌های نوین کاهش اتلاف انرژی، ۲-مصالح انعطاف‌پذیر و تطبیق‌پذیر،۳- تبادل مناسب انرژی در تمام مساحت زیربنایی ساختمان، ۴-سهولت در طراحی تأسیسات توزیع انرژی، ۵-بازگشت هزینه هوشمندسازی ساختمان‌ها از طریق صرفه‌جویی در هزینه انرژی مصرفی،۶- قطع انرژی برق و گاز در مواقع خطر، ۷-مدیریت مصرف انرژی ساختمان بر اساس عرضه و تقاضا، ۸- کنترل هوشمند سیستم سرمایش، گرمایش با توجه به دمای محیط تحلیل شد که در بین شاخص‌ها مصرف انرژی، قطع انرژی و گاز در مواقع خطر با ضریب (۰.۶۴۱) و کنترل هوشمند سرمایش و گرمایش با ضریب(۰.۵۰۹) به ترتیب بیشتر اثر را دارند. همچنین شاخص سخت‌افزاری در ساختمان هوشمند با ۹ شاخص ۱) تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در ساختمان،۲) وجود شبکه رایانه‌ای جامع در ساختمان،۳) قابلیت انطباق تجهیزات با تغییرات در کاربری‌های ساختمان،۴) بکارگیری سامانه‌های هوشمند در ساختمان،۵) استفاده از حسگرها و عملگرها با عملکرد محلی در ساختمان،۶)سیستم اتوماسیون ساختمان،۷) بکارگیری مانیتورینگ و کنترل تجهیزات ساختمان، ۸-امکان مشاهده و نظارت بر وضعیت تجهیزات از طریق نرم‌افزار،۹) کنترل تجهیزات با اپلیکیشن گوشی تلفن همراه و یا تبلت، بررس و تحلیل شدند. نتایج بررسی شاخص‌ها بخش سخت‌افزاری نشان می‌دهد که شاخص کنترل تجهیزات با اپلیکیشن گوشی تلفن همراه و یا تبلت با ضریب (۰.۴۱۲) بیشتر اثر را دارد و در کل فناوری و داده با ضریب ۰.۵۰۲ و سخت‌افزار با ضریب ۰.۳۱۱ در مصرف بهینه انرژی و تحقق ساختمان هوشمند اثر گذار است. نتایج تحلیل ساختاری در قالب شکل (۳) آورده شده است.



شکل ۳- معادلات ساختاری تحقیق، منبع: مطالعات میدانی نویسندگان، ۱۴۰۱

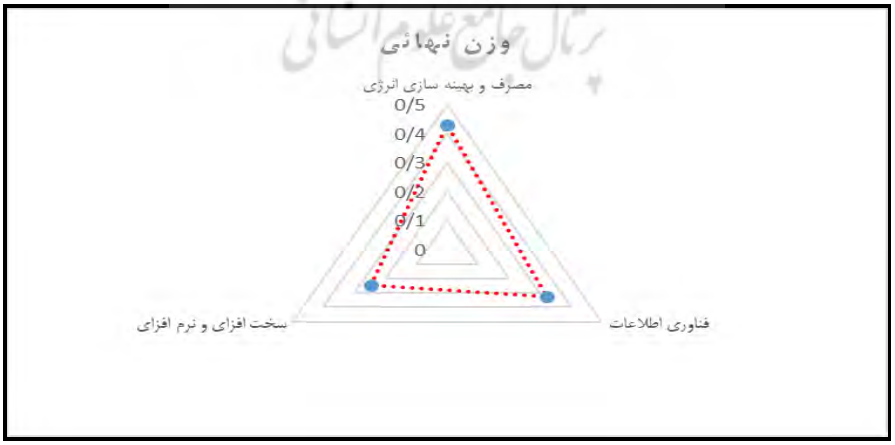
در مرحله آخر جهت وزن دهی و رتبه بندی شاخص‌های مؤثر بر هوشمندسازی مسکن هوشمند شهر شیراز از تکنیک وزن‌دهی چند معیاره SWARA(سوارا) استفاده گردید که با پیمودن گام‌های روش سوار در ذیل به نتایج آن اشاره شده است:

جدول۶-وزن و رتبه شاخص‌های مؤثر بر مسکن هوشمند در شهر شیراز با استفاده از مدل SWARA **(سوارا)**

ردیف	شاخص	اهمیت نسبی	ضریب اهمیت	وزن اولیه	وزن نهائی	رتبه
۱	مصرف و بهینه‌سازی انرژی	–	۱	۱	۰/۴۳۱	۱
۲	فناوری اطلاعات	۰/۳۳۶	۱/۳۳۶	۰/۷۴۹	۰/۳۲۳	
۳	سخت‌افزای و نرم‌افزای	۰/۳۱۰	۱/۳۱۰	۰/۵۷۱	۰/۲۴۶	۳

منبع: مطالعات میدانی نویسندگان، ۱۴۰۱

همانطور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود از بین شاخص‌های مؤثر بر مسکن هوشمند شهر شیراز، شاخص مصرف و بهینه‌سازی انرژی با وزن نهائی ۰/۴۳۱ در رتبه اول، شاخص فناوری اطلاعات با وزن ۰/۳۲۳ در رتبه دوم و نهایتاً شاخص سخت افزای و نرم‌افزای با وزن نهائی ۰/۲۴۶ در رتبه سوم قرار گرفته است. جهت نمایش بهتر، نمودار وزن این شاخص در زیر ترسیم شده است (شکل ۴).



شکل۴- وزن شاخص‌های مؤثر بر مسکن هوشمند در شهر شیراز در مدل سوارا، منبع: مطالعات میدانی نویسندگان، ۱۴۰۱

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها:

یک ساختمان هوشمند، ساختمانی است که دربردارنده محیطی پویا و مقرون به صرفه به وسیله یکپارچه کردن چهار عنصر اصلی یعنی سیستم‌ها، ساختار، سرویس‌ها، مدیریت و نیز رابطه میان آن‌ها در هنگام اضطرار می‌باشد. سیستم هوشمند ساختمان با بکارگیری از آخرین تکنولوژی‌ها درصدد آن است که شرایطی ایده‌آل در ساختمان‌ها پدید آورد در نتیجه این نکته زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که موضوع انرژی مطرح شود. این سیستم‌ها ضمن کنترل بخش‌های مختلف ساختمان و ایجاد شرایط محیطی مناسب، سبب بهینه‌سازی مصرف انرژی، بالا بردن سطح کارایی و بهره‌وری هر چه بیشتر تأسیسات الکتریکال و مکانیکال ساختمان می‌شوند. هوشمندسازی ساختمان شامل هوشمندسازی روشنایی‌ها، پرده‌ها و سایبان‌ها، آسانسورها و پله‌های برقی، تجهیزات الکتریکی و تأسیساتی، سیستم کنترل تردد، سیستم اعلام سرقت، دوربین‌های نظارتی و سیستم اعلام و اطفای حریق می‌باشد. مطالعات زیادی در حوزه هوشمندی ساختمان بخصوص در کشورهای صنعتی و توسعه انجام می‌شود که با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، اینترنت اشیاء و حسگرهای کنترلی و نظارتی توانستند رفاه، آسایش، ایمنی و مدیریت انرژی را فراهم نمایند و بیشتر مطالعات نیز در حوزه مدیریت انرژی ساختمان انجام شده است که در همین راستا پژوهش به دنبال بررسی جایگاه شاخص‌های مسکن هوشمند در شهر شیراز می‌باشد. بررسی تحلیل رگرسیون چند متغییره نشان می‌دهد که شاخص‌های فناوری، مصرف و بهینه‌سازی انرژی و شاخص‌های سخت‌افزای و نرم‌افزای ساختمان‌سازی هوشمند در شهر شیراز مناسب نیست. همچنین نتایج تحلیل تک‌نمونه‌ای مؤلفه‌های مؤثر بر ساختمان‌های مسکونی هوشمند نشان می‌دهد که از میان مؤلفه‌های مورد بررسی، مؤلفه مصرف و بهینه‌سازی انرژی با رقم ۱۲/ ۳ و سخت‌افزای و نرم‌افزای با رقم ۲/۷۵ به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین سطح هوشمندی را داشته‌اند. این امر حاکی از سطح پایین سخت‌افزا و نرم‌افزا و به دلیل فراهم نشدن عواملی مانند: وجود شبکه رایانه‌ای جامع در ساختمان، استفاده از حسگرها و عملگرها با عملکرد محلی در ساختمان، سیستم اتوماسیون ساختمان، امکان مشاهده و نظارت بر وضعیت تجهیزات از طریق نرم‌افزار و کنترل تجهیزات با اپلیکیشن گوشی تلفن همراه و یا تبلت می‌باشد. حتی عامل ساده به نام موبایل که نقش قابل ملاحضه‌ای در کنترل تجهیزات و نظارت بر آن‌ها دارد به درستی فراهم نشده است که این عامل به خود شخص برمی گردد که بتواند آن را فراهم کند.

نتایج مطالعات ساختاری نشان می‌دهد که در بین شاخص‌های بعد فناوری، شاخص سرعت استخراج داده‌ها در ساختمان با ضریب ۰.۴۱۱در بین شاخص‌ها بعد مصرف انرژی، شاخص قطع انرژی و گاز در مواقع خطر با ضریب (۰.۶۴۱) و در بعد سخت افزاری شاخص کنترل تجهیزات با اپلیکیشن با ضریب (۰.۴۱۲) بیشتر اثرات دارند و در کل بعد فناوری و داده با ضریب ۰.۵۰۲ و بعد سخت‌افزار با ضریب ۰.۳۱۱ در مصرف بهینه انرژی و تحقق ساختمان هوشمند اثر گذار است. نامناسب بودن مؤلفه‌های هوشمندی ساختمان‌های مسکونی در شهر شیراز بیانگر این است که در شهر شیراز بسترهای هوشمندسازی هنوز فراهم نشده است و بخش عظیمی از واحدهای مسکونی شیراز قدیمی و فرسوده هستند و تعداد قابل توجهی از واحدهای مسکونی نیز در محلات حاشیه‌ای و غیر رسمی شکل گرفتند در نتیجه وجود مؤلفه‌های هوشمندی (سخت‌افزاری، مدیریت انرژی و فناوری اطلاعات) در این واحدهای مسکونی غیر ممکن است و در نتیجه بخش قابل توجهی از واحد مسکونی فاقد همچین تجهیزاتی است. نکته قابل توجه اینکه بحث اینترنت اشیا و استفاده از نرم‌افزارها و سخت‌افزاری جانبی برای مدیریت هوشمند ساختمان مسکونی در شهر شیراز رونق نگرفته است و سطح آگاهی و دانش مردم عمومی در این حوزه پایین‌تر است و نیاز به برنامه‌ریزی دقیق‌تر در جهت حساس‌سازی در استفاده از فناوری نوین در حوزه ساختمان است.

در مقایسه تطبیقی با تحقیقات دیگر می‌توان اینگونه بیان کرد که نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیق مشایخی و همکاران (۱۳۹۸) که معتقد بودند عامل صرفه‌جویی در مصرف انرژی با مقدار ۰/۳۹۸ به میزان قابل توجهی بر کاهش آسیب‌پذیری مساکن شهری تأثیر دارد، در یک راستا و هم‌جهت می‌باشد. به عبارتی پژوهش حاضر نیز عامل مصرف بهینه انرژی را با مقدار ۳/۲ در وضعیت خوبی قرار می دهد که تأثیر به سازایی در هوشمندی ساختمان‌های مسکونی شهر شیراز دارد.

از این رو در جهت برطرف کردن این وضعیت پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

۱-اختصاص تسهیلات برای مالکان دواطلب جهت ساخت ساختمان با استفاده از شاخص‌های هوشمند سازی

۲-استفاده از مصالح انعطاف‌پذیر و تطبیق‌پذیر در ساخت ساختمان در سطح شهر با توجه به اقلیم و فرهنگ منطقه

۳-طراحی مناسب و صحیح تأسیسات توزیع انرژی در تمام زیربنای ساختمان‌ها و نظارت بر اجرای صحیح آن‌ها توسط افراد متخصص

۴-استفاده از سامانه‌های هوشمند در جهت مدیریت مصرف انرژی و مانیتورینگ دقیق میزان مصرف در ساختمان‌ها

۵-نصب و راه‌اندازی تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در ساختمان‌ها

۶-ایجاد شبکه رایانه‌ای جامع و سیستم اتوماسیون در ساختمان‌ها

۷-فراهم کردن امکان کنترل تجهیزات ساختمانی با اپلیکیشن گوشی تلفن همراه و یا تبلت
۸-استفاده از سیستم‌های هوشمند در تمامی ساختمان‌های مسکونی
۹-فرهنگ‌سازی استفاده از سیستم‌های هوشمند
۱۰-تدوین معیار و اصول برای استفاده از سیستم‌های مدیریت هوشمند در خانه‌های مسکونی
۱۱-چگونگی فرهنگ‌سازی استفاده سیستم‌های هوشمند در ساختمان‌های مسکونی
۱۲-تدوین معیار واصول استفاده از سیستم‌های هوشمند در ساختمان‌های مسکونی

References

1. Abid, M. A., & Meer, H. D, (2018): Virtualized software dedned buildings: a key enabler of the future smart cities. In SmartGridComm, 2018.
2. Abdulahi, A.A., Ghazanfarpour, H., & Rezaei, Z, (2014): Survey and evaluation of land use in 4 regions of Shiraz using LQ model in GIS environment, Spatial Planning Quarterly, 5(1)95-91.
3. Amit Kumar, T., & Sreenath, N, (2017): ISPAS: An Intelligent, Smart Parking Allotment System for Travelling Vehicles in Urban Areas, International Journal of Security and Its Applications (IJSIA), Volume 11, No.12, pp. 45-64, December 2017.
4. Amjad, O., & Faramarzi, L, (2018): The role of building intelligence in sustainable development, International Congress of Engineering Sciences and Sustainable Urban Development, Polytechnic University of Denmark.
5. Amini Moghadam, N., & Kaveh, S, (2018): Research and report writing method in engineering, Amir Kabir University of Technology Publications (Tehran Polytechnic).
6. Berliani, H., Ahmadi, Sh., Nabi, N., & Fallah, M, (2018): The role of effective factors in the smartening of urban spaces with an emphasis on smart technology in buildings (a case study of Zone 1 of Mashhad city), International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Development Management in Iran, Tehran.
7. Daniel Minoli, K. S., & Benedict Occhiogrosso, I. C, (2017): Requirements, and Architectures for Smart Buildings Energy Optimization and Next-Generation Building Management Systems, IEEE Internet of Things Journal, vol. 4, no. 1, pp. 269-283, 2017.
8. Fallahi, F., El-Shams, M., & Kamali, A, (2012): Investigation of power in CMOS inverter circuit using NM and NM6590 technologies and reduction of power supply voltage, Isfahan, the first national meeting of new ideas in construction engineering.
9. Ghasemi Azad, A., & Barzgarkohnmoui, N, (2018): Energy Smartization in Sustainable Residential Buildings, Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Planning of Islamic World Countries, Tabriz.
10. Ghafaleh bashi, S.A., & Karimi, M, (2014): Optimization of energy consumption in buildings using smart wireless network, energy management panel of electronic smart keys, Babol: National Summit on Energy Consumption Optimization in Science and Engineering.
11. Grigore, S., Ioana., F., & Anatoly, S, (2018): Sensing and Data-Driven Control for Smart Building and Smart City Systems, Journal of Sensors, 33, 1-4.
12. Hajizadeh Toosi, R., Samiei, M.R & Mohadi, M. GH, (2014): Smart House, a step towards a smart city, 6th National Conference on Urban Planning and Management, Mashhad.
13. Jahan Tighi, A. A., & Aghali, M, (2019): Effect of building intelligence on the profitability of Alborz Province Social Security Organization Hospital, 5th International Conference on Accounting, Management and Innovation in Business, Tehran.
14. Kurdestani, M.R, (2015): BMS Building Management System, Master's Thesis, Islamic Azad University, Yazd.
15. Koukkari, H. & Brangança L, (2011): Review on the European strategies for energy efficient building. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development.2(1)87-99.
16. Khodakarmi, J., & Ghobadi, P, (2016): Optimization of energy consumption in an office building equipped with an intelligent management system, Scientific Research Journal of Energy Engineering and Management", 6th year, 2nd issue, page 19-51u

17. Khayami-Nejad, S.H, (2016): Analysis and evaluation of urban management performance in the framework of good urban governance with an emphasis on the sustainability of neighborhoods (Case study: Haft Shahr region of Shiraz), Master's thesis, Faculty of Geography and Programming Environmental Planning, University of Sistan and Baluchistan, supervisor: Dr. Isa Ebrahimzadeh.
18. Li, B. & Yu, J, (2011): Research and application on the smart home based on component technologies and Internet of Things. Procedia Engineering, 15, 2087-2092
19. Gasco-Hernandez, M, (2018): Building a Smart City: Lessons from Barcelona, Communications of the ACM 61 (4) (2018) 50–57.
20. McKenna, E., Few, J., Webborn, E., Anderson, B., Elam, S., Shipworth, D., & Oreszczyn, T, (2022): Explaining daily energy demand in British housing using linked smart meter and socio-technical data in a bottom-up statistical model. Energy and Buildings, 258, 111845.
21. Manuel, M., Ilya, A., Smruti, R .S., & Salvatore., D, (2019): A Reference Architecture for Smart and Software-dedned Buildings, Journal of Computer and System Sciences 81 (9) 1–6.
22. Murad Khani, A., Nikgadham, N., & Tahbaz, M, (2018): Effective indicators on the energy consumption of housing alcoves at the neighborhood scale with emphasis on energy efficiency (Case example: Sanandaj city), New Perspective in Human Geography Quarterly, 11(1), 358-339.
23. Mashayekhi, H. R., Alavi, S. A., & Qaed Rahmati, S, (2019): Analysis of smart indicators in reducing the physical vulnerability of urban housing (case study: District 1 of Tehran), Geography and Development of Urban Space, 6 (1), 185-206.
24. Nemati, R., Hassanzadeh, M.R., & Maleki, M, (2018): Using new technologies in the investigation of smart buildings with an emphasis on social well-being, Elite Science and Engineering Magazine, 3, 2017, 48-58.
25. Nasrollahi, F, (2013): Green office buildings: low energy demand through architectural energy efficiency. Universitatsverlag der TU Berlin.
26. Pierre, C., Aidan, L., Parvin, S., & Jose, S, (2019): The Security of Smart Buildings:a Systematic Literature Review, Journal of Computer and System Sciences 81 (8) 1–50.
27. Quchani, M., Taji, M., & Quchani, M, (2019), Prioritization of building smart equipment with passive defense approach, Knowledge of Crisis Prevention and Management, 9(4), 371-382.
28. Reyna, A, (2018): On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities, Future Generation Computer Systems, Volume 88, November 2018 ,Pages 173-190.
29. Ravanshad Nia, M., & Arabi, R, (2016): Investigation of energy consumption in smart houses, International Conference of Civil Engineering, Architecture and Urban Development Elites, Tehran.
30. Rashidi Aghdam, H., Yarmohammadi, L., & Malakooti, S.H, (2017): Studying Variety of Intelligent Control System Techniques in Hospitals for Optimization of Energy, Consumption 11(21)(2017)57-63.
31. Taran, S. M., Sardari, Gh., & Amel Houshmand, M.R, (2018): Investigating the role of building smartness in improving energy consumption, the first international congress of the construction industry focusing on new technologies in the construction industry, Tabriz.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی