Shahid Beheshti University

Sustainable Development of Geographical Environment

Journal homepage: https://egsdejournal.sbu.ac.ir

The Practical Concept of Green Smart Building (Case Study: District 1, City of Tehran)

Khaledi[1], Sh., Habib[1*], F., Majedi[1], H.,

1. Department of Architecture, Faculty of Arts and Architecture, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Keywords:
- Green building
- Contamination reduction
- Energy saving
- Environment

Original Article
Article history:
Received: 12/02/2023
Accepted: 01/08/2023

ABSTRACT

Given the widespread advances in architecture, currently, the Green Smart Building has been recognized as an important practical concept. The Green Smart Building architecture can significantly transform construction in Iran. This paper aims to study the potential of implementing the green smart building concept as an essential component of a sustainable environment from the viewpoints of residents, as building stakeholders. The questionnaire has been used as the main data collection tool in this research. The results of the survey based on a questionnaire with 39 questions were analyzed to study residents' awareness and satisfaction with green smart building technologies and the effective factors in home buyers' willingness to pay extra to buy green smart buildings. SPSS software was used to perform the statistical analyses. The findings show that among the benefits of smart green building, the residents consider energy efficiency and subsequently, material and land efficiency to be of importance. Moreover, granting tax reductions to green building home buyers is important as an effective factor in buyers' willingness. This is followed by building labeling, as well as subsidized loans and grants. From the respondent's point of view, feedback and creating public trust, in addition to principles and techniques are more important than leadership and responsibility. Based on the results, providing a clear definition of the concept of green smart building in Iran can contextualize modification of corresponding regulations, thus facilitating achieving the desired status of this topic in architectural design, and improving construction quality and environmental development.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Citation:
Khaledi, Sh., Habib, F. and Majedi, H., (2024). The Practical Concept of Green Smart Building (Case Study: District 1, City of Tehran), *Sustainable Development of Geographical Environment*: Vol. 5, No. 9, (38-53).
DOI: 10.48308/SDGE.2023.230000.1103

* Corresponding author E-mail address: (Frh_Habib@yahoo.com)

Extended abstract

Background and purpose

Sustainable and green approaches in architecture are expanding due to the importance of achieving goals of reducing carbon footprint and adapting to the consequences of global warming. The design and construction of smart green buildings have been considered as an efficient model in terms of energy consumption and meeting the needs of residents. Smart green buildings use the green Internet of Things and ICT. In addition to the proper management of energy, water, and waste, they affect the health and quality of the indoor environment, while the investment cost and higher selling price may limit their development. Therefore, this research aims to investigate the feasibility of green smart building concept implementation from the project beneficiaries' perspective in Iran, analyzing the views of residents and home buyers.

Methodology

This applied research uses an analytical-descriptive method based on desk research, field studies, and questionnaires. The effective factors in the application of smart green building concepts, as the innovation of the study, have been investigated with its goals including technology, energy saving, and creating a healthy and clean environment. A questionnaire with 39 questions was designed, encompassing four dimensions comprising the benefits of smart green building, factors affecting buyers' willingness, estimation of necessary cost for construction, and factors affecting the implementation of smart green concept in construction. Then, possible effective factors in the successful implementation of green building criteria were classified into three categories: leadership and responsibility, principles and techniques, and feedback and creating public trust. The research was conducted focusing on District 1 of Tehran in the northernmost part of the city, and the resident households with the ability to purchase a green residential unit with an added value equal to 10-31% compared to normal units formed the target statistical population. In the pre-test stage, the questionnaire was distributed among 30 individuals and the sample size was obtained by analyzing the data. After collecting the data, all statistical analyzes analyses were done using SPSS software.

Findings and discussion

The results of the survey of 62 responses to the questionnaire show that among the advantages of smart green buildings, energy efficiency, material efficiency, and land efficiency are more important, respectively. Most respondents believe that green smart buildings save maintenance costs and thus reduce energy demand for lighting, heating, and air conditioning. Economic incentives are the priority of policy measures, and granting tax discounts to buyers of green housing affects buyers' willingness. Labeling buildings and paying subsidized loans and grants are in the next positions. Moreover, half of the respondents estimated the added value needed to build a house or apartment with a green rating compared with a similar normal house or apartment to be more than 30%, which is congruent with previous studies. Buyers' willingness to pay additional prices rises with increasing income and 40.3% of respondents are willing to pay more to buy a green smart building as a new house or apartment.

Conclusion

To increase buyers' willingness to pay extra, it is necessary to moderate the price of green buildings. Providing suitable platforms to raise public awareness about the concept of green building can help users and consumers to make proper decisions. Currently, green building is prioritized due to its environmental effects. Nevertheless, it is necessary to consider its potential economic and human benefits, which is one of the key points for the success of green buildings in the future. The successful implementation of the smart green building program requires defining the vision and technological instructions, preparing a road map, and then prioritizing and streamlining the construction and renovation projects with the aim of sustainability.

Keywords: Green building, Contamination reduction, Energy saving, Environment.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

توسعه پایدار محیط جغرافیایی

Journal homepage: https://egsdejournal.sbu.ac.ir

Shahid Beheshti University

مفهوم کاربردی ساختمان هوشمند سبز (مطالعه موردی: منطقه یک شهر تهران)

حمید ماجدی[1]، فرح حبیب[1]* شاهین خالدی[1]

۱. دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

واژه‌های کلیدی:
- ساختمان سبز
- کاهش آلودگی
- صرفه‌جویی انرژی
- محیط زیست

مقاله: پژوهشی

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۰

چکیده

امروزه پیشرفت‌های گسترده در حوزه معماری، جایگاه ویژه‌ای به مفهوم کاربردی ساختمان هوشمند سبز در سطح جهان بخشیده است و می‌تواند تحولاتی در ساختمان سازی ایران ایجاد نماید. هدف پژوهش حاضر بررسی قابلیت اجرای مفهوم ساختمان هوشمند سبز به عنوان یک مؤلفه ضروری در محیط زیست پایدار از نقطه نظر ساکنان، به عنوان ذی‌نفعان ساختمان است. پرسشنامه ابزار اصلی جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش است. بررسی آگاهی و رضایت ساکنان از فناوری‌های ساختمان‌های هوشمند سبز و عوامل مؤثر بر تمایل خریداران مسکن به پرداخت اضافه بها برای خرید ساختمان‌های هوشمند سبز با تحلیل نتایج پرسشنامه‌ای شامل ۳۹ سؤال انجام شد. تمامی تحلیل‌های پرسشنامه‌ای و آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. یافته‌ها نشان داد از دیدگاه ساکنان، بهره‌وری انرژی و پس از آن، بهره‌وری مواد و زمین از اهمیت بیشتری از میان مزایای ساختمان سبز هوشمند برخوردار است. همچنین، اعطای تخفیف مالیاتی به خریداران مسکن سبز به عنوان یک عامل مؤثر بر تمایل خریداران اهمیت بیشتری دارد؛ پس از آن برچسب گذاری ساختمان‌ها و پرداخت وام‌های یارانه‌ای و کمک‌های بلاعوض در جایگاه‌های بعدی قرار دارند. از دید پاسخ دهندگان، بازخورد و ایجاد اعتماد عمومی و پس از آن اصول و فنون نسبت به رهبری و مسئولیت‌پذیری از اهمیت بیشتری برخوردارند. طبق نتایج به دست آمده، ارائه تعریفی روشن از مفهوم ساختمان هوشمند سبز در ایران می‌تواند با زمینه‌سازی اصلاح قوانین مرتبط، دستیابی به جایگاه مطلوب این الگو در طراحی معماری، توسعه کیفی و محیطی ساختمان‌سازی را تسهیل کند.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

استناد:

ش.، خالدی، حبیب، ف. و ماجدی، ح.، (۱۴۰۲). مفهوم کاربردی ساختمان هوشمند سبز (مطالعه موردی: منطقه یک شهر تهران)، توسعه پایدار محیط جغرافیایی: سال ۵، شماره ۹، (۳۸-۵۳).

DOI: 10.48308/SDGE.2023.230000.1103

* نویسنده مسئول:

E-mail: (Frh_Habib@yahoo.com)

مقدمه

بی‌گمان معماری در حوزه ساخت‌وساز و صنعت ساختمان، تأثیرات بسیاری بر محیط‌زیست، اقتصاد و به‌ویژه میزان سلامت و بهره‌وری مردم دارد. در این خصوص و همگام با رشد جوامع زیستی و پیشرفت‌های همه‌جانبه، فعالیت‌های معماری و زمینه‌های گوناگون آن نیز دچار تحولات عظیمی شده‌است (Park et al, 2022). به عنوان مثال و در مقیاس بسیار گسترده، زمینه‌های اجرایی و ساخت ساختمان ضمن بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، ابزارها، برنامه‌ها و جنبه‌های پیشرفته اجرایی، موجب تحول برخی بنیادهای فکری و به‌ویژه مبانی نظری و طراحی معماری شده است. بدین ترتیب یک مسئله مهم متأخر در این زمینه، به تعریف‌های تازه و مبانی طراحی موجود در زمینه‌ی ساخت ساختمان‌های هوشمند، مباحث صرفه‌جویی انرژی و مفاهیم پایه‌ای باز می‌گردد. زیرا که امروزه فناوری و دانش لازم برای طراحان، سازندگان، بهره‌برداران و مالکان فراهم شده است تا بتوانند با ساخت ساختمان‌های هوشمند سبز شرایط بهینه بهره‌وری و جنبه‌های زیست محیطی را ادامه دهند. براساس آمار موجود از سوی آژانس بین‌المللی انرژی[1]، سرانه انرژی مصرفی توسط ساختمان‌ها حدود ۴۰٪ برآورد شده است، که حاکی از اهمیت و ضرورت توجه به مباحث مطرح شده خصوصاً تأکید بر مفاهیم پایداری، انرژی پاک، سبز و صرفه‌جویی در مصرف است (International Energy Agency, 2021). پایداری محیط زیست، کاهش ردپای کربن و مقابله با گرمایش جهانی، مستلزم توجه کافی به کاهش مصرف برق، انتشار گازهای گلخانه‌ای و زباله‌های الکترونیکی است. ساختمان هوشمند با ارائه حداکثر آسایش و هماهنگی هموار میان سیستم‌های ناهمگن موجود، کنترل، هماهنگی و مدیریت آسان را ارتقا می‌بخشد. از این نقطه، باید برای دستیابی به یک مدل ساختمانی کارآمد انرژی و ضد آلودگی که به عنوان ساختمان سبز شناخته می‌شود پیش رفت که اینترنت اشیاء سبز[2] و فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز[3] را حفظ می‌کند. بنابراین، ساختمان هوشمند سبز (GSB)[4] محصول ادغام ساختمان سبز با ساختمان هوشمند است. یک ساختمان هوشمند را می‌توان عمدتاً با استفاده از مصالح ساختمانی سازگار با محیط زیست، استفاده از منابع جایگزین انرژی، استفاده از انرژی به روشی بهینه، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و با انجام اقدامات مناسب برای دفع پسماند، «سبز» کرد (Pramanik et al, 2021). با گسترش گرایش به رویکردهای پایدار و مفاهیم ساختمان هوشمند و سبز و روند افزایشی طرح‌های در حال اجرا در سطح جهانی، و نیاز به بهبود مدیریت انرژی و منابع در ساختمان سازی، همگام سازی طراحی معماری و صنعت ساختمان ایران با این رویکرد و فراتر از مباحث تئوری ضرورت می‌یابد. از میان مناطق شهر تهران، منطقه یک، با ویژگی‌های خاص آب و هوایی و طبیعی، به بررسی و کاربردی نمودن این مفهوم پایدار، نیاز مبرم دارد. همچنین، تحلیل دیدگاه ذی‌نفعان طرح‌های حاصل از این پژوهش، به‌طور ویژه ساکنان و خریداران مسکن در این منطقه، می‌تواند نقشی اثرگذار در تسهیل فرایند کاربردی سازی مفاهیم سبز و هوشمند داشته باشد.

مبانی نظری و پیشینه

در سال‌های اخیر، ساختمان‌های سبز به عنوان راهبردی برای بهبود پایداری صنعت ساخت و ساز و حرکت به سوی توسعه ساخت و ساز پایدار در سطح جهانی شناخته شده است (Shen et al, 2017). مطالعات داخلی متعددی سعی بر معرفی ساختمان‌های سبز و مزایای آنها (ترابی و روشن، ۱۳۹۴؛ والا و همکاران، ۱۳۹۶)، واکاوی معماری پایدار و ساختمان هوشمند در راستای معماری سبز، ارائه راهکارهایی جهت هوشمندسازی و کنترل سیستم‌ها در جهت هوشمند (شهری و همکاران، ۱۳۹۴)، نقش ساختمان‌های هوشمند در صرفه جویی انرژی و هدایت به سوی معماری پایدار و کاربرد مصالح هوشمند در معماری ساختمان‌های سبز (مختاباد و همکاران، ۱۳۹۴؛ هدایتی‌فر و همکاران، ۱۳۹۶) با روش تحلیلی-توصیفی و استفاده از ابزار رایج کتابخانه‌ای و اسنادی داشته‌اند. مطالعات خارجی اخیر در حوزه ساختمان‌های سبز نیز طیف گسترده‌ای از موضوعات مانند مزایا و هزینه‌های ساختمان‌های سبز (Kang et al, 2017; Hwang et al, 2017; Balaban and Puppim de Oliviera, 2017; Tatari and Kucukvar, 2011; Qian et al, 2016) سیستم‌های رتبه‌بندی

ساختمان‌های سبز (Rastogi et al, 2017; Awadh, 2017; Doan et al, 2017)، موانع اجرای مفهوم ساختمان‌های سبز (Hopkins, 2016; Deng et al, 2016; Naucler and Enkvist, 2009)، انگیزه‌های خریداران خانه و توسعه دهندگان برای پذیرش ساختمان‌های سبز (Joachim et al, 2018; Joachim et al, 2015)، طراحی آگاهانه انرژی ویژگی‌های ساختمان (Zhang and Zhou, 2017; Komurlu et al, 2014; Mendes et al, 2009)، بهره‌وری کاربری اراضی (Suzuki et al, 2015; Yudelson and Meyer, 2013; Hoffman and Henn, 2008; May and Koski, 2007)، کاهش هزینه‌های انرژی و آب از طریق نگهداری مناسب (Chew et al, 2017; Cole, 2012; Zainol et al, 2014; Kats, 2006)، رفتار ساکنین مرتبط با صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی (Xie et al, 2017; Murazaf and Aditiyab, 2014; Thomsen et al, 2013) و رضایت ساکنین ساختمان‌های سبز از کیفیت محیط داخلی (Paul and Taylor, 2008; Abbaszadeh et al, 2006) را پوشش می‌دهد. با مرور پیشینه موضوعی به وضوح مشاهده می‌شود که ساختمان‌های هوشمند سبز دارای مزایای قابل توجهی برای کاربران و توسعه‌دهندگان هستند: کاربران از بهبود سلامت و بهره‌وری، کاهش مصرف انرژی و آب، هزینه‌های نگهداری و عملیاتی کمتر، و کیفیت محیطی بهتر در داخل ساختمان بهره‌مند می‌شوند (Kang et al, 2017; Marchetti et al, 2017; Darko and Chan, 2017; Kats et al, 2006)؛ در حالی که توسعه دهندگان از بهبود تصویر ذهنی کاربران از شرکت و افزایش رقابت در آینده بهره‌مند می‌شوند (Isa et al, 2013). علیرغم مزایای گزارش شده در منابع جامع، با توجه به اینکه ساختمان‌های هوشمند سبز عمدتاً نیازمند صرف هزینه بیشتر توسط توسعه دهندگان و همچنین زمان بیشتر برای تحویل در مقایسه با ساختمان‌های معمولی مشابه هستند، هنوز موانع رایج متعددی برای اجرای گسترده مفاهیم ساختمان‌های هوشمند و سبز وجود دارد. در نهایت خریداران باید این هزینه‌های اضافی را تقبل کنند (Hwang et al, 2017; Yudelson, 2009; Langdon, 2016; Kats, 2006; Darko and Chan, 2017; Qian et al, 2016). همانطور که ملاحظه می‌شود، تحقیقات در زمینه عوامل مؤثر بر انتخاب ساختمان‌های هوشمند سبز توسط مصرف کنندگان در سرتاسر جهان و به ویژه ایران، هنوز محدود و پراکنده است. به‌ویژه، تأثیر مشوق‌های مختلف سیاست عمومی بر تقاضای مصرف‌کنندگان و تمایل به پرداخت اضافه بها برای خرید ساختمان‌های هوشمند سبز، هنوز توسط محققان به‌طور عمیق مورد بررسی قرار نگرفته و یا توسط ذی‌نفعان به خوبی درک نشده است. پژوهش حاضر با بررسی اضافه بهایی که خریداران مسکن بالقوه در منطقه ۱ تهران مایل به پرداخت برای خرید ساختمان‌های هوشمند سبز هستند و همچنین تأثیر بالقوه انگیزه‌های عمومی مختلف بر میزان این ارزش افزوده به این خط جدید از تحقیقات کمک می‌کند. یافته‌های این مطالعه بینش‌های جدیدی در خصوص اثربخشی مشوق‌های رایج برای خریداران خانه ارائه می‌کند تا به عنوان محرک‌های انتخاب ساختمان‌های هوشمند سبز عمل کنند. نوآوری پژوهش حاضر در این است که، ۱۶ مؤلفه به عنوان عوامل احتمالی مؤثر در اجرای موفقیت‌آمیز مشخصات سبز براساس مرور جامع ادبیات موضوعی، گردآوری و مطابق با اصول مدیریت توسعه پایدار، با سه عنوان: رهبری و مسئولیت‌پذیری، اصول و فنون، و بازخورد و ایجاد اعتماد عمومی، توسط این پژوهش بررسی شده است.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و روش آن تحلیلی- توصیفی براساس ابزار کتابخانه‌ای، اسنادی و مطالعات میدانی و پرسشنامه‌ای است. در این پژوهش شناسایی عوامل مؤثر بر کاربردی‌سازی مفاهیم ساختمان هوشمند سبز به مثابه نوآوری در پژوهش مورد بحث قرار گرفته و اهداف بارز آن شامل فناوری، صرفه‌جویی در انرژی و ایجاد محیط زیست سالم و پاک مورد بررسی قرار گرفته است. در مطالعه حاضر، از پرسشنامه به عنوان یک ابزار تحقیقاتی رایج نسبتاً ارزان، سریع و کارآمد برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات استفاده گردیده است. پرسشنامه با طرح پرسش‌های بسته در ۲ بخش اصلی عمومی (شامل مشخصات جمعیت شناختی) و تخصصی (شامل مزایای ساختمان هوشمند سبز، عوامل مؤثر بر تمایل خریداران ساختمان‌های سبز هوشمند، برآورد هزینه‌ی لازم برای ساخت یک خانه یا آپارتمان سبز و عوامل مؤثر

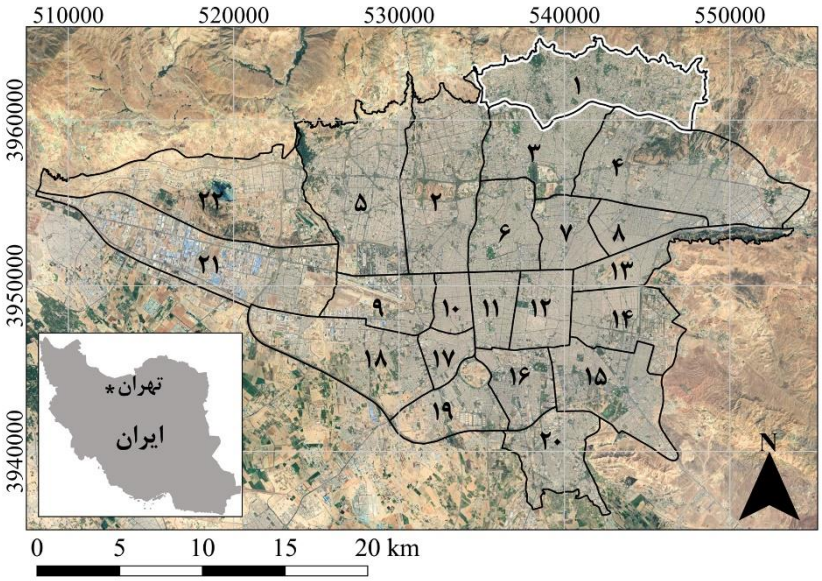
بر اجرای مفهوم سبز هوشمند در ساخت و ساز در منطقه ۱ تهران) اجرا شد. بر این اساس، پرسشنامه‌ای شامل ۳۹ سؤال در راستای نیل به هدف پژوهش یعنی بررسی قابلیت اجرای مفهوم ساختمان هوشمند سبز به عنوان یک مؤلفه ضروری در محیط زیست پایدار، آگاهی و رضایت ساکنان از فناوری‌های ساختمان‌های هوشمند سبز و عوامل مؤثر بر تمایل خریداران مسکن به پرداخت اضافه بها برای خرید ساختمان‌های هوشمند سبز و با در نظر گرفتن اصول طراحی پرسشنامه طراحی شد. بخش اول پرسشنامه پوشش دهنده مشخصات جمعیت شناختی پاسخ دهندگان شامل جنسیت، تحصیلات، سن و میزان درآمد است. بخش‌های بعدی پرسشنامه نیز شامل سؤالات تخصصی در زمینه‌ی هر یک از ابعاد مورد بررسی است که در ادامه به اختصار مورد بحث قرار خواهد گرفت. به‌طور کلی، سؤالات تخصصی به ترتیب در چهار بعد: ۱) مزایای ساختمان‌های سبز هوشمند، ۲) عوامل مؤثر بر تمایل خریداران برای خرید خانه یا آپارتمانی که دارای رتبه‌بندی سبز است، ۳) هزینه ساخت ساختمان‌های هوشمند سبز و ۴) اهمیت نسبی عوامل مؤثر در اجرای موفقیت آمیز مفهوم سبز هوشمند در ساخت و ساز در منطقه یک تهران مطرح شده‌اند. گویه‌های مطرح شده پوشش دهنده بعد مزایای ساختمان‌های سبز هوشمند خود از ۶ زیرمقیاس بهره‌وری انرژی، بهره‌وری آب، بهره‌وری زمین، بهره‌وری مدیریت پسماند، بهره‌وری مواد و بهره‌وری آسایش تشکیل شده است. گویه‌های مطرح شده برای بعد عوامل مؤثر بر تمایل خریداران برای خرید خانه یا آپارتمانی که دارای رتبه‌بندی سبز است نیز از ۳ زیرمقیاس اطلاع‌رسانی و آموزش، وام و کمک‌های بلاعوض/ تخفیفات مالیاتی و برچسب گذاری ساختمان‌ها تشکیل شده است. همچنین گویه‌های طرح شده با پوشش بعد هزینه ساخت ساختمان‌های هوشمند سبز، نظر پاسخ دهندگان را در خصوص ارزش افزوده لازم برای ساخت یک خانه یا آپارتمان دارای رتبه‌بندی سبز در مقایسه با ساخت یک خانه یا آپارتمان معمولی مشابه، حداکثر اضافه بهایی که پاسخ دهندگان تمایل دارند برای خرید یک خانه یا آپارتمان جدید به عنوان ساختمان هوشمند سبز در مقایسه با خرید یک خانه یا آپارتمان معمولی بپردازند، تخمین پاسخ دهندگان از حداکثر درصد پس انداز مورد انتظار در هزینه‌های نگهداری سالانه در یک خانه جدید یا آپارتمان دارای رتبه‌بندی سبز در مقایسه با خانه یا آپارتمان معمولی مشابه و همچنین برآورد آنان از دوره بازپرداخت مورد نیاز برای بازیابی هزینه ارزش افزوده یک خانه یا آپارتمان هوشمند سبز از طریق صرفه‌جویی در هزینه‌های تعمیر و نگهداری مورد بررسی قرار می‌دهد. در نهایت، گویه‌هایی اهمیت نسبی ۳ زیرمقیاس رهبری و مسئولیت‌پذیری، اصول و فنون و بازخورد و ایجاد اعتماد عمومی را در اجرای موفقیت آمیز مفهوم سبز هوشمند در ساخت و سازهای منطقه تحت پوشش قرار می‌دهند. تمامی سؤالات پرسشنامه به صورت بسته (انتخاب از میان گزینه‌های موجود) طراحی شده و ماهیت زیرمقیاس‌ها کیفی است. این در حالی است که در تحلیل آماری نتایج، داده‌ها و اطلاعات باید به صورت کمی و عددی درآیند. همچنین پس از تکمیل پرسشنامه‌ها، داده‌های اولیه پژوهش به تنهایی خام و بی معنی بوده و برای اینکه قابلیت تفسیر پیدا کنند، نیازمند تغییراتی هستند. بنابراین در مطالعه حاضر، پس از مرتب کردن و سازماندهی داده‌ها، نسبت به کدگذاری آنها اقدام شد. منظور از کدگذاری، تعیین یک ارزش برای هر گویه است. باید در نظر داشت که کدگذاری متغیرهای دارای ماهیت کیفی، بسیار مهم است. در پژوهش حاضر نیز که پاسخ گویه‌های تخصصی به صورت طیف لیکرت طراحی شده است، نسبت دادن صحیح یک ارزش به هر یک از پاسخ‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین سعی شده است در نرم‌افزار محاسبات آماری مورد استفاده، تمامی متغیرهای پژوهش (اسمی و ترتیبی) به صورت یک عدد ثبت شوند. هر چند که اعداد در این حالت، ماهیت عددی نداشته و فقط به منظور کدگذاری یا مشخص کردن هر یک از سطوح متغیرها، به کار رفته‌اند. تمامی تحلیل‌های پرسشنامه‌ای و آماری در نرم افزار SPSS انجام گرفته است. مطابق با اصول مدیریت توسعه پایدار (به عنوان مثال، BS8900:2006)، ۱۶ مؤلفه و ویژگی گردآوری شده به عنوان عوامل احتمالی مؤثر در اجرای موفقیت‌آمیز معیارهای ساختمان سبز تحت سه عنوان: رهبری و مسئولیت‌پذیری، اصول و فنون و بازخورد و ایجاد اعتماد عمومی به منظور بررسی پرسشنامه طبقه‌بندی شدند. مطالعه‌ی حاضر با تمرکز بر منطقه‌ی یک تهران انجام شده است (شکل ۱). این منطقه در شمالی‌ترین نقطه تهران بزرگ، در دامنه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز و در محدوده‌ای به وسعت

۴۹/۹ کیلومترمربع و حریم ۱۳۱/۱ کیلومترمربع واقع شده و دارای ۱۰ ناحیه و ۲۷ محله است. براساس آخرین سرشماری رسمی کشور (سال ۱۳۹۵)، جمعیت این منطقه، ۴۸۷۵۰۸ نفر (مرد و زن) و تعداد خانوارهای معمولی ساکن در این منطقه معادل ۱۶۶۴۷۰ خانوار بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۹). جامعه آماری هدف در مطالعه حاضر شامل آن دسته از خانوارهای ساکن در منطقه و مرفه است که توانایی خرید یک واحد مسکونی سبز با ارزش افزوده‌ای معادل ۳۱ -۱۰ درصد نسبت به واحدهای مسکونی معمولی مشابه در اختیار داشته باشند. بدیهی است که حجم چنین جامعه‌ای مشخص نیست. با توجه به نامشخص بودن حجم جامعه مورد مطالعه، حجم نمونه با انجام یک مطالعه مقدماتی و توزیع پرسشنامه در مرحله پیش آزمون بین ۳۰ نفر از افراد ساکن در منطقه که توانایی پرداخت ارزش افزوده برای خرید ساختمان‌های سبز هوشمند را داشتند و برآورد انحراف معیار و واریانس نمونه اولیه در سطح اطمینان ۹۵٪، سطح خطای ۰/۰۵ و دقت ۰/۱ از طریق فرمول کوکران برای مطالعات کمی (رابطه ۱) انجام شده است.

رابطه ۱)

$$n = \frac{z^2 S^2}{d^2}$$

که در آن S^2 واریانس نمونه اولیه، z^2 مقدار ثابتی است که به فاصله اطمینان و سطح خطا بستگی دارد، d نیز عبارت است از تفاضل نسبت واقعی صفت در جامعه با میزان تخمین زده شده برای وجود آن صفت در جامعه توسط پژوهشگر. برای داشتن یک نمونه‌گیری دارای بیشترین دقت می‌توان از حداکثر مقدار d یعنی ۰/۰۵ استفاده کرد. در مطالعه حاضر از روش‌های آلفای کرونباخ و دو نیمه سازی، در برآورد پایایی پرسشنامه طراحی شده و همچنین از معیارهای چولگی و کشیدگی داده‌ها و همچنین آزمون من- ویتنی برای بررسی نرمال بودن داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS استفاده شده است.



شکل ۱: موقعیت منطقه یک شهر تهران

یافته‌ها

در پژوهش حاضر از آزمون تصادفی بودن متغیرها حول میانگین آنها جهت اطمینان از تصادفی بودن داده‌ها و در نتیجه تعمیم نتایج به جامعه، استفاده شده است. پس از اطمینان از تصادفی بودن داده‌ها، از دو روش آلفای کرونباخ و دو نیمه سازی جهت برآورد پایایی پرسشنامه طراحی شده استفاده شده است (جدول ۱).

جدول ۱: محاسبه پایایی پرسشنامه به روش (الف) آلفای کرونباخ و (ب) دو نیمه سازی

(الف)

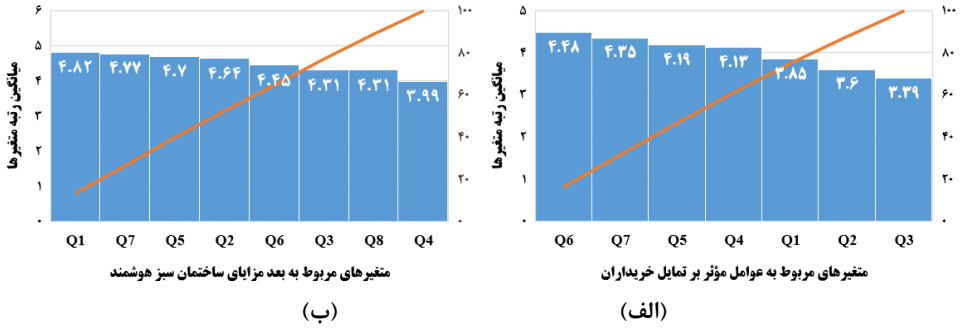
Cronbach's Alpha	N of Items
.949	31

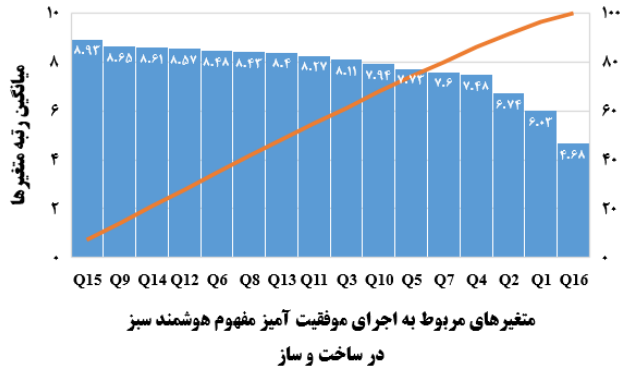
(ب)

Cronbach's Alpha	Part 1	Value	.910
		N of Items	16
	Part 2	Value	.931
		N of Items	15
	Total N of Items		31
Correlation Between Forms			.709
Spearman-Brown Coefficient	Equal Length		.829
	Unequal Length		.830
Guttman Split-Half Coefficient			.829

ضریب پایایی پرسشنامه با استفاده از روش ثبات درونی (آلفای کرونباخ) ۰/۹۴۹ برآورد شده است. بنابراین، پرسشنامه‌ی طراحی شده از ثبات درونی عالی برخوردار است و به عبارت دیگر نتایج پرسشنامه قابل اعتماد است (جدول ۱). براساس خروجی دستور Split-half، سؤالات تخصصی پرسشنامه که براساس طیف لیکرت کدگذاری شده و شامل ۳۱ سؤال است به دو بخش تقسیم شده است. مقدار پایایی برای ۱۶ سؤال اول ۰/۹۱۰ و برای دسته دوم (۱۵ سؤال بعدی) برابر با ۰/۹۳۱ به دست آمده است. مقدار عددی ارتباط و همبستگی میان این دو دسته نیز ۰/۷۰۹ برآورد شده است. با استفاده از روش دو نیمه‌سازی نیز پرسشنامه از پایایی عالی برخوردار است. پس از بررسی پایایی پرسشنامه، نرمال بودن داده‌ها براساس مقادیر چولگی و کشیدگی هریک از متغیرها و همچنین به کارگیری آزمون ناپارامتری من- ویتنی که براساس رتبه‌های متغیرها عمل می‌کند مورد بررسی قرار گرفت. به‌طور کلی می‌توان گفت تقریباً داده‌های مربوط به تمامی متغیرهای مورد مطالعه از توزیع نرمال برخوردارند بنابراین، فرض صفر پژوهش مبتنی بر نرمال بودن توزیع داده‌ها براساس آماره آزمون من- ویتنی پذیرفته خواهد شد. در گام بعدی، اهمیت زیرمقیاس‌های هر یک از ابعاد مطالعه از دیدگاه پاسخ دهندگان بررسی و متغیرها رتبه‌بندی شد. رتبه‌بندی متغیرها با اجرای آزمون فریدمن در نرم افزار SPSS و با استفاده از ترسیم نمودار پارتو میانگین رتبه متغیرها در نرم‌افزار اکسل انجام گرفت (شکل ۲). براساس برونداد جدول آماری آزمون فریدمن یا جدول نتایج نهایی آزمون رتبه‌بندی فریدمن، مقدار معنی‌داری آماری[۵] یا همان p-value در تمامی موارد کمتر از سطح معناداری (α=۰/۰۵) است بنابراین، به‌طور کلی می‌توان گفت بین میانگین رتبه‌های گروه‌های وابسته به هم متغیر مستقل، تفاوت معنی‌دار وجود دارد. به عبارت دیگر، میان سؤالات پرسشنامه به لحاظ اهمیت، تفاوت معنی‌دار وجود دارد و از دیدگاه پاسخگویان، این سؤالات از ارزش و اهمیت یکسان برخوردار نیستند. همانطور که از شکل ۲ الف به وضوح دیده می‌شود، از میان زیرمقیاس‌های مربوط به مزایای ساختمان سبز هوشمند زیرمقیاس بهره‌وری انرژی (گویه‌ی اول) بیشترین رتبه را به خود اختصاص داده است و پس از آن، زیرمقیاس‌های بهره‌وری مواد و بهره‌وری زمین به ترتیب در جایگاه‌های دوم و سوم قرار دارند. برونداد شکل ۲ ب حاکی از آن است که از دید پاسخ دهندگان، اعطای تخفیف مالیاتی به خریداران مسکن سبز به عنوان یک عامل مؤثر بر تمایل خریداران از اهمیت بیشتری برخوردار است و پس از آن مؤلفه‌های برچسب گذاری ساختمان‌ها و پرداخت وام‌های یارانه‌ای و کمک‌های بلاعوض در جایگاه‌های بعدی قرار دارند. در گام بعدی به منظور نمایش بهتر اثر سه زیرمقیاس اطلاع رسانی و آموزش، وام و کمک‌های بلاعوض/ تخفیف مالیاتی و برچسب گذاری ساختمان‌ها نسبت به ترسیم نمودار میله‌ای هر یک از این سه زیرمقیاس اقدام گردیده است (شکل ۳ الف). در این شکل ملاحظه می‌شود که به‌طور کلی از دید پاسخ دهندگان، پرداخت وام‌های یارانه‌ای و کمک‌های بلاعوض/ اعطای تخفیف مالیاتی به خریداران و پس از آن برچسب گذاری ساختمان‌ها نسبت به آموزش و اطلاع رسانی از اهمیت بیشتری برخوردارند. از دید پاسخ دهندگان، معیارهای عملکرد سبز هوشمند قابل تأیید برای مشخصات مبتنی بر عملکرد به عنوان یک عامل مؤثر در اجرای موفقیت آمیز ساختمان سبز هوشمند از اهمیت بیشتری برخوردار است و پس از آن انتخاب مواد براساس خطر کم آنها برای محیط زیست، الزامات روشن ویژگی‌های سبز برای چشم انداز مشخصات، در

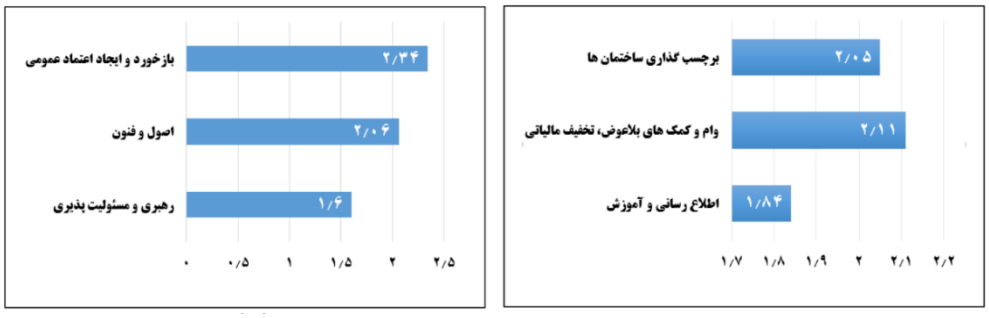
دسترس بودن اطلاعات محصولات هوشمند سبز از پایگاه‌های داده قابل اعتماد و کاهش مصرف انرژی به ترتیب در جایگاه‌های دوم تا پنجم قرار دارند. در گام بعدی به منظور نمایش بهتر اثر سه زیرمقیاس رهبری و مسئولیت‌پذیری، اصول و فنون و بازخورد و ایجاد اعتماد عمومی نسبت به ترسیم نمودار میله‌ای هر یک از این سه زیرمقیاس اقدام گردیده است (شکل ۳ ب). در این شکل ملاحظه می‌شود که به‌طور کلی از دید پاسخ دهندگان، بازخورد و ایجاد اعتماد عمومی و پس از آن اصول و فنون نسبت به رهبری و مسئولیت‌پذیری از اهمیت بیشتری برخوردارند.





شکل ۲: میانگین امتیازات هریک از زیرمقیاس‌های بعد: الف: مزایای ساختمان سبز هوشمند از دید پاسخ دهندگان، ب: عوامل مؤثر بر تمایل خریداران از دید پاسخ دهندگان و ج: عوامل مؤثر در اجرای موفقیت آمیز مفهوم سبز هوشمند در ساخت و ساز در منطقه ۱ تهران از دید پاسخ دهندگان.

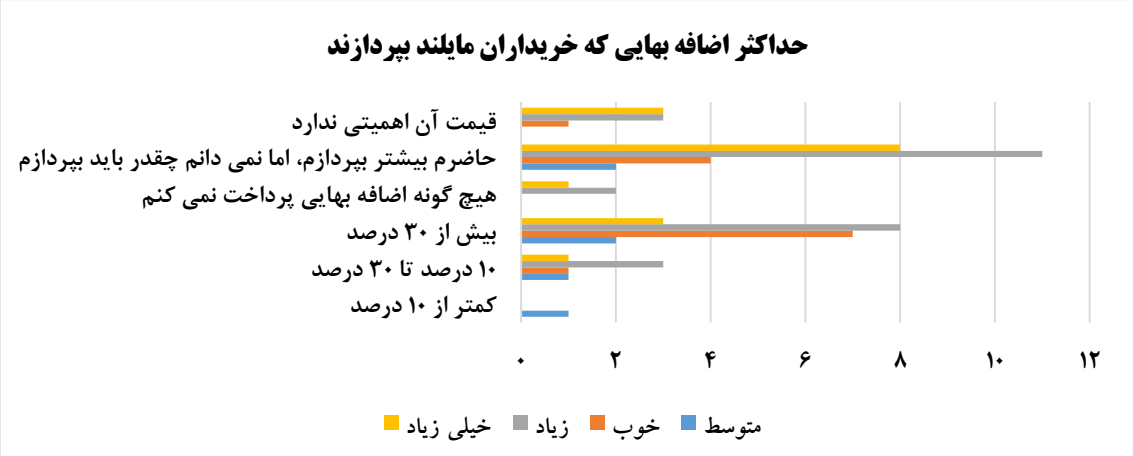
(ماخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)



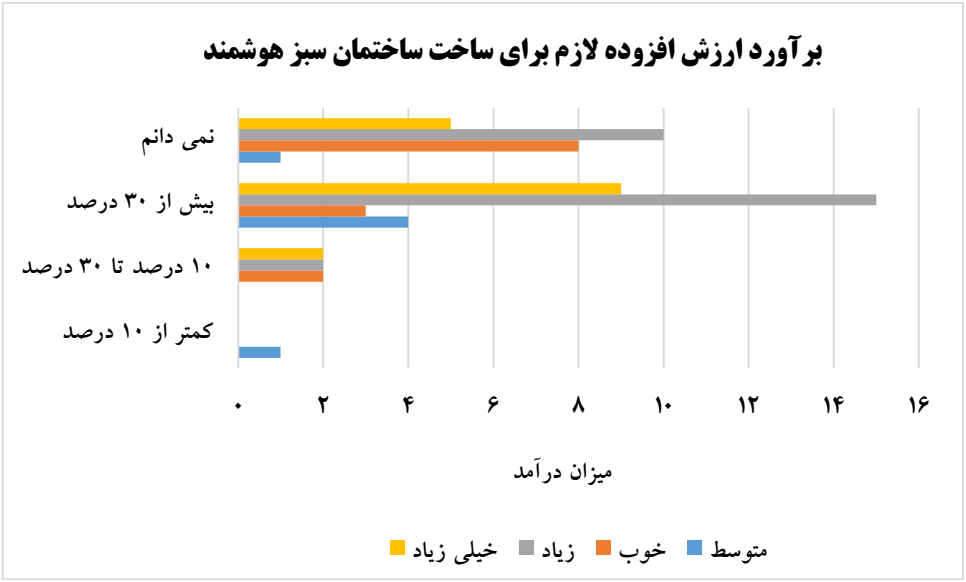
شکل ۳: میانگین الف: تأثیر آموزش و اطلاع رسانی، وام و کمک‌های بلاعوض و برچسب‌گذاری ساختمان‌ها بر تمایل خریداران از دید پاسخ دهندگان و ب: تأثیر زیرمقیاس‌های رهبری و مسئولیت‌پذیری، اصول و فنون و بازخورد و ایجاد اعتماد عمومی بر اجرای موفقیت آمیز مفهوم هوشمند سبز در ساخت و ساز در منطقه ۱ تهران از دید پاسخ دهندگان.

(ماخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

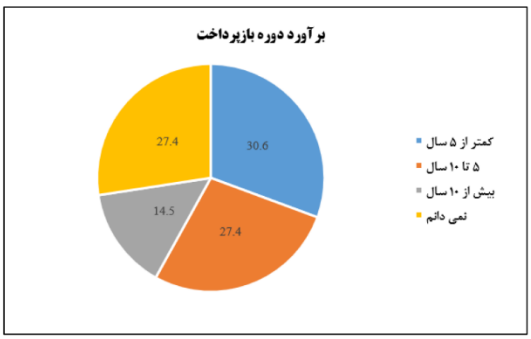
بعد هزینه ساخت ساختمان‌های هوشمند سبز با طرح ۴ گویه، نظر پاسخ دهندگان را در خصوص ارزش افزوده لازم برای ساخت یک خانه یا آپارتمان دارای رتبه‌بندی سبز در مقایسه با ساخت یک خانه یا آپارتمان معمولی مشابه، حداکثر اضافه بهایی که پاسخ دهندگان تمایل دارند برای خرید یک خانه یا آپارتمان جدید به عنوان ساختمان هوشمند سبز در مقایسه با خرید یک خانه یا آپارتمان معمولی بپردازند، تخمین پاسخ دهندگان از حداکثر درصد پس‌انداز مورد انتظار در هزینه‌های نگهداری سالانه در یک خانه جدید یا آپارتمان دارای رتبه‌بندی سبز در مقایسه با خانه یا آپارتمان معمولی مشابه و همچنین برآورد آنان از دوره بازپرداخت مورد نیاز برای بازیابی هزینه ارزش افزوده یک خانه یا آپارتمان هوشمند سبز از طریق صرفه‌جویی در هزینه‌های تعمیر و نگهداری مورد بررسی قرار می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود ۵۰٪ از پاسخگویان، ارزش افزوده لازم برای ساخت یک خانه یا آپارتمان دارای رتبه‌بندی سبز در مقایسه با ساخت یک خانه یا آپارتمان معمولی مشابه را بیش از ۳۰٪ برآورد کرده‌اند که این می‌تواند رقم امیدوار کننده‌ای به جهت نزدیکی آن به مقادیر تخمین زده شده براساس مرور ادبیات موضوعی باشد (شکل ۴ الف). علی‌رغم اینکه بیش از ۶۹٪ از پاسخگویان دارای درآمد زیاد و خیلی زیاد هستند، تنها ۱۱/۳ درصد از آنان اظهار داشته که قیمت ساختمان سبز هوشمند برای آنها اهمیتی ندارد و ۴۰/۳٪ از پاسخگویان حاضرند مبلغ بیشتری برای خرید یک خانه یا آپارتمان جدید به عنوان ساختمان هوشمند سبز در مقایسه با خرید یک خانه یا آپارتمان معمولی بپردازند (شکل ۴ ب). تخمین پاسخ دهندگان از حداکثر درصد پس‌انداز مورد انتظار در هزینه‌های نگهداری سالانه در یک خانه جدید یا آپارتمان دارای رتبه‌بندی سبز در مقایسه با خانه یا آپارتمان معمولی مشابه و همچنین برآورد آنان از دوره بازپرداخت مورد نیاز برای بازیابی هزینه ارزش افزوده یک خانه یا آپارتمان هوشمند سبز از طریق صرفه‌جویی در هزینه‌های تعمیر و نگهداری در شکل‌های ۴ ج و ۴ د ارائه شده است. براساس درصد فراوانی‌های محاسبه شده ملاحظه می‌شود بیش از ۶۰٪ پاسخگویان (۶۴/۵٪) درصد پس‌انداز مورد انتظار در هزینه‌های نگهداری سالانه در یک خانه دارای رتبه‌بندی سبز را بیش از ۳۰٪ تخمین زده‌اند. همچنین ۳۰/۶٪ از پاسخ دهندگان دوره بازپرداخت مورد نیاز برای بازیابی هزینه ارزش افزوده یک خانه یا آپارتمان هوشمند سبز از طریق صرفه‌جویی در هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کمتر از ۵ سال برآورد کرده‌اند.



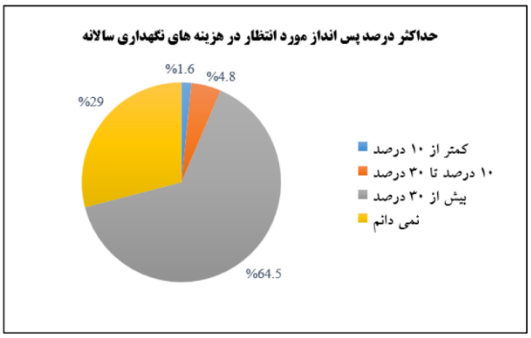
(الف)



(ب)



(د)



(ج)

شکل ۴: الف: نمودار جدول توافقی متغیرهای درآمد و ارزش افزوده لازم برای ساخت ساختمان سبز هوشمند، ب: نمودار جدول توافقی متغیرهای درآمد و حداکثر اضافه بهایی که خریداران مایلند بپردازند، ج: نمودار حداکثر درصد پس انداز مورد انتظار در هزینه‌های نگهداری سالانه و د: نمودار دوره بازپرداخت مورد نیاز برای بازیابی هزینه ارزش افزوده یک خانه یا آپارتمان هوشمند سبز.

(ماخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر درک و نگرش ساکنان منطقه ۱ تهران نسبت به ساختمان سبز براساس ۶۲ پرسشنامه، مورد بررسی قرار گرفت. به‌طور کلی، عموم مردم از آگاهی نسبتاً کمی نسبت به پروژه‌های ساختمان‌های سبز برخوردارند، اما زمانی که از اثرات محیط زیستی کمتر آنها آگاهی پیدا می‌کنند، ساختمان سبز را به‌طور مثبت می‌پذیرند و از آن حمایت می‌کنند. از دید پاسخ دهندگان از میان مزایای ساختمان سبز هوشمند، بهره‌وری انرژی و پس از آن، بهره‌وری مواد و بهره‌وری زمین از اهمیت بیشتری برخوردار است. اکثر پاسخ دهندگان درخواست‌های بیشتری را برای مزایای فیزیکی ساختمان‌های سبز، به‌ویژه از نظر تهویه و روشنایی بهتر بیان می‌کنند. در واقع پاسخ دهندگان بر این باورند که ساختمان های هوشمند سبز ممکن است منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌های نگهداری و در نتیجه کاهش تقاضای انرژی برای روشنایی، گرمایش و تهویه مطبوع شود. همچنین آنها چنین می‌پندارند که ساختمان سبز هوشمند از مصالح ساختمانی سالم و سازگار با محیط زیست استفاده می‌کند و در عین حال، از زمین نیز به‌طور مؤثرتری استفاده می‌کند. از سوی دیگر، پژوهش حاضر به بررسی اثربخشی مشوق‌های رایج مختلف در ایجاد انگیزه در خریداران برای خرید خانه یا آپارتمانی

که دارای رتبه‌بندی سبز است، به جای خرید خانه یا آپارتمان معمولی مشابه پرداخته است. در واقع، این مطالعه عمدتاً به درک بهتر این موضوع کمک می‌کند که چگونه می‌توان افراد واجد شرایط را با استفاده از ابزارهای سیاست آگاهانه نسبت به خرید ساختمان‌های دارای رتبه‌بندی سبز تشویق کرد. یافته‌های حاصل از رتبه‌بندی مشوق‌ها توسط پاسخ دهندگان حاکی از آن است که مشوق‌های اقتصادی در بالای فهرست اقدامات سیاستی قرار دارند. در واقع، از دید پاسخ دهندگان، اعطای تخفیف مالیاتی به خریداران مسکن سبز به عنوان یک عامل مؤثر بر تمایل خریداران از اهمیت بیشتری برخوردار است و پس از آن مؤلفه‌های برچسب گذاری ساختمان‌ها و پرداخت وام‌های یارانه‌ای و کمک‌های بلاعوض در جایگاه‌های بعدی قرار دارند. این در حالی است که عواملی چون برگزاری تورهای راهنما به محل ساختمان‌ها و خانه‌های سبز و ارائه دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی در زمینه ساختمان سبز از اهمیت کمتری برخوردارند. این یافته‌ها با یافته‌های حاصل از مطالعه پورتنو و همکاران در سال ۲۰۱۸ در زمینه عوامل مؤثر بر تمایل خریداران مسکن به پرداخت ارزش افزوده ساختمان‌های سبز مطابقت دارد. در بخشی از پژوهش، نظر پاسخ دهندگان در خصوص ارزش افزوده لازم برای ساخت یک خانه یا آپارتمان دارای رتبه‌بندی سبز در مقایسه با ساخت یک خانه یا آپارتمان معمولی مشابه، حداکثر اضافه بهایی که پاسخ دهندگان تمایل دارند برای خرید یک خانه یا آپارتمان جدید به عنوان ساختمان هوشمند سبز در مقایسه با خرید یک خانه یا آپارتمان معمولی بپردازند، تخمین پاسخ دهندگان از حداکثر درصد پس‌انداز مورد انتظار در هزینه‌های نگهداری سالانه در یک خانه جدید یا آپارتمان دارای رتبه‌بندی سبز در مقایسه با خانه یا آپارتمان معمولی مشابه و همچنین برآورد آنان از دوره بازپرداخت مورد نیاز برای بازیابی هزینه ارزش افزوده یک خانه یا آپارتمان هوشمند سبز از طریق صرفه‌جویی در هزینه‌های تعمیر و نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها حاکی از آن است که ۵۰٪ از پاسخگویان، ارزش افزوده لازم برای ساخت یک خانه یا آپارتمان دارای رتبه‌بندی سبز در مقایسه با ساخت یک خانه یا آپارتمان معمولی مشابه را بیش از ۳۰٪ برآورد کرده‌اند که این می‌تواند رقم امیدوار کننده‌ای به جهت نزدیکی آن به مقادیر تخمین زده شده براساس مرور ادبیات موضوعی باشد. هزینه و ارزش افزوده ساختمان‌های سبز با توجه به رتبه‌بندی آنها و سایر عوامل متفاوت است. متأسفانه علی‌رغم اینکه بیش از ۶۹٪ از پاسخگویان دارای درآمد زیاد و خیلی زیاد هستند، با این حال تنها ۱۱/۳ درصد از آنان اظهار داشته که قیمت ساختمان سبز هوشمند برای آنها اهمیتی ندارد و ۴۰/۳٪ از پاسخگویان حاضرند مبلغ بیشتری برای خرید یک خانه یا آپارتمان جدید به عنوان ساختمان هوشمند سبز در مقایسه با خرید یک خانه یا آپارتمان معمولی بپردازند. یافته‌ها نشان می‌دهد که همبستگی اندک و در عین حال معناداری میان متغیرهای میزان درآمد و حداکثر اضافه بهایی که پاسخ دهندگان تمایل دارند برای خرید یک خانه یا آپارتمان جدید به عنوان ساختمان هوشمند سبز در مقایسه با خرید یک خانه یا آپارتمان معمولی بپردازند وجود دارد. این بدان معناست که افزایش در میزان درآمد با افزایش در تمایل خریداران برای پرداخت اضافه بها وجود دارد. بیش از ۶۰٪ پاسخگویان (۶۴/۵٪) درصد پس انداز مورد انتظار در هزینه‌های نگهداری سالانه در یک خانه دارای رتبه‌بندی سبز را بیش از ۳۰٪ تخمین زده‌اند. همچنین ۳۰/۶٪ از پاسخ دهندگان دوره بازپرداخت مورد نیاز برای بازیابی هزینه ارزش افزوده یک خانه یا آپارتمان هوشمند سبز از طریق صرفه‌جویی در هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کمتر از ۵ سال برآورد کرده‌اند. بنابراین، به نظر می‌رسد که قیمت نسبتاً بالاتر ساختمان سبز باید تا حدودی تعدیل شود. بدون دانش مناسب از ساختمان سبز، کاربران و مصرف کنندگان قادر به اتخاذ تصمیم درستی نیستند. در حقیقت، در ارتقای مفهوم سبز، عموم مردم باید اطلاعات و دانش بیشتری در خصوص این راهبرد هوشمندانه داشته باشند. همچنین اولویت‌های کنونی ساختمان سبز به اثرات زیست‌محیطی آن باز می‌گردد، این در حالی است که در گام بعدی نمی‌توان از مزایای بالقوه اقتصادی و انسانی چشم‌پوشی کرد و این یکی از نکات کلیدی برای موفقیت ساختمان سبز در آینده خواهد بود. پروژه‌های ساختمان سبز نمی‌تواند بدون در نظر داشتن کاربران وجود داشته باشد. تحقیقات در زمینه ساختمان سبز نباید به عملکرد انرژی محدود شود، بلکه باید کاربر محور باشد. مطالعات بر روی گزینه‌ها و انتخاب‌های فردی نسبت به ساختمان سبز نه تنها می‌تواند رضایت و بهره‌وری کاربران را بهبود بخشد، بلکه مناقصه علمی و مدل خرید را برای سرمایه‌گذاران

فراهم می‌کند تا صنعت ساخت و ساز خود را گسترش دهند. با توجه به اهمیت بیشتر بازخورد و ایجاد اعتماد عمومی و پس از آن اصول و فنون نسبت به رهبری و مسئولیت‌پذیری طبق نتایج به دست آمده، می‌توان گفت رهبری و مسئولیت ذی‌نفعان صنعت باید نقش مهمی در موفقیت اجرای مفهوم سبز در ساخت و ساز ایفا کند، زیرا اهداف مشترک (مانند کاهش مصرف انرژی و آلودگی ناشی از فعالیت‌های ساخت‌وساز) را می‌توان از طریق یک فرآیند تصمیم‌گیری که به خوبی توسط رهبران تجاری مدیریت می‌شود، ایجاد کرد. از سوی دیگر، اصولاً صنعت ساخت و ساز باید بر استفاده از تکنیک‌هایی برای کاهش آلودگی یا افزایش کارایی برای برآورده کردن الزامات نظارتی یا کاهش هزینه متمرکز باشد. مشخصات سبز، با در نظر داشتن فرآیندهای ساختمانی یا الزامات مصالح، به شیوه‌ای پایدار به نیازهای ساکنان پاسخ می‌دهد. این مطالعه دارای چند محدودیت است: محدودیت اول کمبود منابع و پیشینه پژوهشی داخلی است. با نظر به نوظهوری مفهوم ساختمان سبز هوشمند در معماری ایران مطالعه‌ای در این زمینه صورت نگرفته است و امکان مقایسه یافته‌ها وجود ندارد. از سوی دیگر، عدم اجرای مفهوم سبز هوشمند در ساخت و ساز در ایران، محقق را از انجام اندازه‌گیری‌های میدانی به منظور مقایسه عملکرد یک ساختمان سبز هوشمند با یک ساختمان معمولی بازداشته است. به عنوان مثال، در صورت وجود یک ساختمان سبز هوشمند می‌توانست با مقایسه برچسب‌های انرژی ساختمان‌های دارای رتبه‌بندی سبز و ساختمان‌های معمولی، بهره‌وری انرژی را به عنوان یکی از مزایای ساختمان‌های سبز هوشمند با ارائه دقیق اعداد و ارقام مورد بررسی قرار دارد و صرفاً به بررسی‌های کتاب شناختی و گردآوری اطلاعات از طریق پرسشنامه اکتفا نکرد. به‌طور کلی می‌توان گفت لازمه اجرای موفقیت آمیز برنامه ساختمان سبز هوشمند در گام اول تعریف یک چشم‌انداز، دستورالعمل‌های تکنولوژیکی و تهیه نقشه راه است. این ضرورت در مورد فناوری نیست، بلکه در مورد تحول دیجیتالی است که توسط فناوری تقویت و با چشم‌انداز شروع می‌شود. این گام شامل تجزیه و تحلیل و انتخاب پیشرفت‌های فناوری هوشمند که برای همه ذی‌نفعان ارزش به ارمغان می‌آورد، ایجاد دستورالعمل‌های فناوری که تأمین‌کنندگان زیرساخت باید به آنها پاسخ دهند و امکان هم‌افزایی را فراهم می‌آورد، و تدوین نقشه راه اجرایی است. در گام بعدی باید نسبت به اولویت‌بندی و به جریان انداختن پروژه‌های نوسازی، ساخت و ساز و بازسازی با هدف پایداری اقدام گردد تا بدین ترتیب از بهبود بهره‌وری انرژی و کاهش کربن اطمینان حاصل شود. این گام می‌تواند از طریق سیاست‌ها، مقررات، مجازات‌ها یا مالیات کربن انجام گیرد. در سرتاسر جهان، شهرها تعهداتی را برای توسعه پایدار می‌پذیرند. به عنوان مثال، در یک رویداد جهانی آگاهی و فعال‌سازی شورای جهانی ساختمان سبز[۶] (WorldGBC) در سال ۲۰۲۱، ده شرکت جدید متعهد شدند که به تعهد ساختمان‌های کربن صفر خالص عمل کنند. این تلاش باید توسط دولت‌های محلی هدایت شود اما توسعه دهندگان، شرکت‌های املاک و مستغلات و ارائه دهندگان فناوری را شامل شود. براساس یک تجزیه و تحلیل انجام گرفته توسط شرکت دیلویت[۷]، در یک ساختمان تازه ایجاد شده، پرداخت ۲۰ درصد اضافه بها در هزینه‌های ساخت و ساز برای اهداف بهینه‌سازی، کاهش ۳۰ درصدی هزینه‌های عملیاتی را طی سه سال به همراه دارد که منجر به کاهش ده درصدی هزینه کل مالکیت ساختمان می‌شود. مشوق‌ها باید با توجه به هدف کاربری ساختمان ایجاد شود. همچنین ابزار محاسبه احیا[۸] با پاسخ به سؤالاتی در خصوص احیای ساختمان یا رها کردن آن به همان شکلی که هست به فرآیند تصمیم‌گیری شهر در مورد استفاده بیشتر یا استفاده مجدد از ملک کمک می‌کند (Deloitte, 2021). مقتضی است نسبت به ایجاد فرصت‌هایی به منظور همکاری و ابتکارات مبادله دانش با تمرکز بر مدیریت شهری و سرمایه‌گذاری زیرساختی با کیفیت از طریق برنامه‌ها و بودجه‌های موجود، مانند موج نوسازی کمیسیون اروپا، و همچنین راه‌اندازی طرح‌های تشویقی برای ترویج مواد جایگزین و ایجاد یک اکوسیستم تعامل قوی اقدام شود. دستور کار دیجیتال کمیسیون اروپا یکی از هفت ستون شناسایی شده برای رشد در اتحادیه اروپا به عنوان نمونه‌ای از ابتکارات فعلی برای ادغام فناوری اطلاعات و ارتباطات در توسعه پایدار است که در آن یک جنبه کلیدی افزایش قابلیت همکاری و استانداردها است. تولید صرف داده برای حمایت از برنامه‌های پایداری کافی نیست. در دسترس بودن داده‌ها باید با درک کامل نحوه استفاده از آن ترکیب شود.

مسیر از داده‌ها به دانش زمانی اتفاق می‌افتد که اطلاعات عملی شوند و استانداردها و خط مشی به اشتراک گذاری داده‌ها ارتقاء یابند.

سپاسگزاری

از همه کسانی که در این تحقیق نگارندگان را یاری کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

پی نوشت

1- International energy agency
2- Green internet of things- Green IoT
3- Green information and communication technology
4- Green smart building
5- Statistical significance
6- World green building council
7- Deloitte
8- Revitalisation calculator

حامی مالی

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

همه نویسندگان، در بخش‌های نگارش و تنظیم مقاله حاضر نقش و سهم برابر دارند.

تضاد منافع

نویسنده (نویسندگان) اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

منابع

ترابی، ح. و روشن، م.، ۱۳۹۴. کاربرد مصالح هوشمند در معماری ساختمان‌های سبز، اولین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری، مؤسسه معماری و شهرسازی سفیران راه مهرازی و تحت حمایت سیویلیکا، یزد، ایران.

شهری، ر.، زمانی، ح. و حاملی، م.، ۱۳۹۴. بررسی توسعه معماری پایدار (سبز- اکوتک)، و لزوم استفاده از انرژی‌های پاک در ساختمان، کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و زیرساخت‌های شهری، دبیرخانه دائمی کنفرانس و تحت حمایت سیویلیکا، تبریز، ایران، https://civilica.com/doc/447725

مختاباد، س.م.، روحی، م. و واحدی، م.، ۱۳۹۴. اصول طراحی ساختمان‌های هوشمند و نقش آن در صرفه جویی انرژی، کنفرانس ملی مهندسی معماری، عمران و توسعه کالبدی، شرکت پنام خط نوین، کوهدشت، ایران.

مرکز آمار ایران، ۱۳۹۹. درگاه ملی آمار، نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن. https://www.amar.org.ir/statistical-information

والا، ب.، گلمکانی، م.، شمس، پ. و یزدی، ب.، ۱۳۹۶. نحوه هوشمند سازی ساختمان‌های سبز با معماری اکوتک برای جایگزینی ساختمان‌های اداری، چهارمین کنفرانس بین‌المللی فناوری‌های نوین در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی، مؤسسه آموزش عالی صالحان، دانشگاه صالحان و تحت حمایت سیویلیکا، تهران، ایران، https://civilica.com/doc/702617

هدایتی‌فر، ن.، نجاری، ع. و موسوی، س.و.، ۱۳۹۶. واکاوی معماری پایدار و ساختمان هوشمند در راستای معماری سبز، سومین کنفرانس سالانه بین‌المللی عمران، معماری، شهرسازی، مؤسسه عالی علوم و فناوری خوارزمی و تحت حمایت سیویلیکا، تبریز، ایران، https://civilica.com/doc/636361

Abbaszadeh, S., Zagreus, L., Lehrer, D. and Huizenga, C., 2006. Occupant satisfaction with indoor environmental quality in green buildings. Proceedings of Healthy Buildings: 3, 365-370, https://escholarship.org/uc/item/9rf7p4bs.

Antunes, M.E., Barroca, J.G. and de Oliviera, D.G., 2021. Urban future with a purpose. Deloitte. https://www.deloitte.com/content/dam/assets-shared/legacy/docs/perspectives/2022/deloitte-urban-future-with-a-purpose-study-set2021.pdf

Awadh, O., 2017. Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS, and Estidama critical analysis. Journal of. Building Engineering: 11, 25-29, DOI: 10.1016/J.JOBE.2017.03.010

Balaban, O. and Puppim de Oliviera, J.A., 2017. Sustainable buildings for healthier cities: assessing the co-benefits of green buildings in Japan. Journal of. Cleaner Production: 163(1), 68-78, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.086.

Chew, M.Y.L., Conejos, S. and Asmone, A.S., 2017. Developing a research framework for the green maintainability of buildings. Facilities: 35(1-2), 39-63, DOI: 10.1108/F-08-2015-0059.

Cole, R.J., 2012. Regenerative design and development: current theory and practice, Journal of Building Research & Information: 40, 1-6, https://doi.org/10.1080/09613218.2012.617516.

Darko, A. and Chan, A.P.C., 2017. Review of barriers to green building adoption, Journal of Sustainable Development: 25(3), 167-179, DOI: 10.1002/sd.1651.

Deng, W., Yang, T., Tang, L. and Tang, Y.T., 2016. Barriers and Policy Recommendations for Developing Green Buildings from Local Government Perspective: A Case Study of Ningbo China, Journal of Intelligent Buildings International: 10(2), 1-17, https://doi.org/10.1080/17508975.2016.1248342.

Doan, D.T., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Zhang, T., Ghaffarianhoseini, A. and Tookey, J., 2017. A critical comparison of green building rating systems. Journal of Building and Environment: 123, 243-260, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.007.

Hoffman, A. and Henn, R., 2008. Overcoming the social and psychological barriers to green building, Journal of Organization and Environment: 21(4), 390-419, https://doi.org/10.1177/1086026608326129.

Hopkins, E.A., 2016. Barriers to adoption of campus green building policies, Journal of Smart and Sustainable Built Environment: 5(4), 340-351, DOI: 10.1108/SASBE-07-2016-0016.

Hwang, B.G., Shan, M., Phua, H. and Chi, S., 2017. An exploratory analysis of risks in green residential building construction projects: the case of Singapore. Journal of Sustainability: 9(7) art. no. 1116, https://doi.org/10.3390/su9071116.

International Energy Agency, 2021. IEA at COP26: The Role of Energy Efficient Buildings on the Path to Net-Zero - Strategies for policymakers. https://www.iea.org/events/iea-at-cop26-the-role-of-energy-efficient-buildings-on-the-path-to-net-zero-strategies-for-policy-makers

Isa, M., Rahman, M.M.G.M.A., Sipan, I. and Hwa, T.K., 2013. Factors affecting green office building investment in Malaysia, Journal of Procedia – Social and Behavioral Sciences: 105, 138-148, https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.11.015.

Joachim, O.I., Kamarudin, N., Aliagha, G.U. and Ufere, K.J., 2015. Theoretical explanations of environmental motivations and expectations of clients on green building demand and investment. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 23, 012010, DOI:10.1088/1755-1315/23/1/012010.

Kang, S., Ou, D. and Mak, C.M., 2017. The impact of indoor environmental quality on work productivity in university open-plan research offices, Journal of Building and Environment: 124, 78-89, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.003.

Kats, G., 2006. Greening America's Schools: Costs and Benefits. Greening Our Built World: Costs, Benefits, and Strategies. A Capital-E Report. Island Press: 26 p.

Kats, G., Alevantis, L., Berman, A., Mills, E. and Perlman, J., 2003. The Costs and Financial Benefits of Green Buildings. A Report to California's Sustainable Building Task Force, Report by Lawrence Berkeley National Laboratory, USA. p.10.

Komurlu, R., Arditi, D. and Gurgun, A.P., 2014. Applicability of LEED's energy and atmosphere category in three developing countries. Journal of Energy and Buildings: 84, 690-697, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.095.

Langdon, D., 2007. Cost of the Green Revisited: Reexamining the Feasibility and Cost Impact of Sustainable Design in the Light of Increased Market Adoption, http://www.davislangdon.com/upload/images/publications/USA (Accessed 10 October 2016).

May, P.J. and Koski, C., 2007. State environmental policies: analyzing green building mandates, Journal of Review of Policy Research: 24(1), 49-56, https://doi.org/10.1111/j.1541-1338.2007.00267.x.

Marchetti, A., Pilehvar, S., Pernia, D.L., Voet, O., Anaf, W., Nuyts, G., Otten, E., Demeyer, S., Schalm, O. and De Wael, K., 2017. Indoor environmental quality index for conservation environments: the

importance of including particulate matter. Journal of Building Environment: 126, 132-146, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.09.022.

Mendes, S., Raimundo, F. and Jorge, F., 2009. A model plan for buildings maintenance with application in the performance analysis of a composite facade cover. Journal of Construction and Building Materials: 23(10), 3248-3257, https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.05.008.

Murazaf, O. and Aditiyab, H.B., 2014. A review on insulation materials for energy conservation in buildings. Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews: 238 (2), 607-619.

Naucler, T. and Enkvist, P.A., 2009. Pathways to a Low-carbon Economy: Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve. McKinsey & Company: 192 p.

Park, S.J., Lee, K.T., Im, J.B. and Kim, J.H., 2022. The Need for Smart Architecture Caused by the Impact of COVID-19 upon Architecture and City: A Systematic Literature Review. Sustainability: 14(13), 7900. https://doi.org/10.3390/su14137900

Paul, W.L. and Taylor, P.A., 2008. A comparison of occupant comfort and satisfaction between a green building and a conventional building. Journal of Building and Environment: 43(11), 1858-1870, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.11.006.

Portnov, B.A., Trop, T., Svechkina, A., Ofek, S., Akron, S. and Ghermandi, A., 2018. Factors affecting homebuyers' willingness to pay green building price premium: Evidence from a nationwide survey in Israel. Journal of Building and Environment: 137, 280-291. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.04.014.

Pramanik, P.K.D., Mukherjee, B., Pal, S., Pal, T. and Singh, S.P., 2021. Green Smart Building: Requisites, Architecture, Challenges, and Use Cases. In book: Green Building Management and Smart Automation, Chapter: 1. IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-7998-9032-4.ch002

Qian, K., Fan, K. and Chan, E.H.W., 2016. Regulatory incentives for green buildings: gross floor area concessions, Journal of Building Research and Information: 44(5-6), 675-693, DOI: 10.4324/9781351184212-14.

Rastogi, A., Choi, J.K., Hong, T. and Lee, M., 2017. Impact of different LEED versions for green building certification and energy efficiency rating system: a multifamily midrise case study, Journal of Applied Energy: 205, 732-740, https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.08.149.

Shen, L., Yan, H., Fan, H., Wu, Y. and Zhang, Y., 2017. An integrated system of text mining technique and case-based reasoning (TM-CBR) for supporting green building design, Journal of Building and Environment: 124, 388-401, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.08.026.

Suzuki, Y., Kawakubo, S. and Deguchi, K., 2015. The relation between performance of green buildings and area characteristics, Journal of Environmental Engineering: 80(710), 359-369, DOI: 10.3130/aije.80.359.

Tatari, O. and Kucukvar, M., 2011. Cost premium prediction of certified green buildings: a neural network approach. Journal of Building and Environment: 46(5), 1081-1086, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.11.009.

Thomsen, J., Berker, T., Hauge, A.L., Denizou, K., Wago, S. and Jerko, S., 2013. The interaction between building and users in passive and zero-energy housing and offices: the role of interfaces, knowledge and user commitment, Journal of Smart and Sustainable Built Environment: 2 (1), 43-59, https://doi.org/10.1108/20466091311325845.

Xie, X., Lu, Y. and Gou, Z., 2017. Green building pro-environment behaviors: are green users also green buyers? Journal of Sustainability: 9(10), 1703, https://doi.org/10.3390/su9101703.

Yudelson, J. and Meyer, U., 2013. The World's Greenest Buildings: Promise versus Performance in Sustainable Design. Routledge. New York: 288 p.

Zainol, N.N., Mohammad, I.S., Baba, M., Woon, N.B., Ramli, N.A., Nazri, A.Q. and Lokman, M.A.A., 2014. Critical factors that lead to green building operations and maintenance problems in Malaysia: a preliminary study, Journal of Advanced Materials Research: 935, 23-26, https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.935.23.

Zhang, H. and Zhou, Z., 2017. Design and implementation of energy management system software in green building, Journal of Acta Technica CSAV (Ceskoslovensk Akademie Ved): 62(1), 495-505. http://actatechnica.com/62(2017)-1A/Paper%2046%20Hongyan%20Zhang.pdf