Journal of Environmental Studies

Vol. 46, No. 3, Autumn 2020

Journal Homepage: www.Jes.ut.ac.ir
Print ISSN: 1025-8620 Online ISSN 2345-6922

Economic Assessment of Green Roof Construction in the city of Tehran (Case Study: District 9 of the Municipality): Cost-Benefit Analysis and Discrete Choice Experiment Method

Samaneh Abedi*, Fatemeh Kheiri

Department of Energy, Environmental and Agricultural Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

DOI: 10.22059/JES.2021.310449.1008072

Document Type
Research Paper

Received
July 5, 2020

Accepted
October 19, 2020

Abstract

The geographical location of Tehran city, its position among the Alborz mountains and the large number of vehicles in circulation are among the factors that have endangered the comfort of residents and brought chaos to urban life. These issues have doubled the need for tranquility and access to nature. Due to the high value of land, the use of unused surfaces, including buildings' roofs, is an appropriate way to expand green spaces. In this regard, the present study was conducted with the aim of investigating the economic and economic-environmental justification of the construction of a green roof in District 9 of Tehran Municipality. For this purpose, Discrete Choice experiment, and indicators of Net Present Value, Internal Rate of Return and Benefit to Cost Ratio, have been used. The results show that the construction of green roof is not justifiable from an economic point of view in the study area. While, by importing the value of environmental benefits in the assessment, it leads to a net present value of 11.349 million rials and an internal rate of return of 53 percent. The results also show that the value of the environment that the citizens of this region are willing to pay for construction of each square meter, is equal to an average of 5.44 million rials.

Keywords: Green Roof, Environmental Valuation, Economic Assessment, Discrete Choice Experiment

* Corresponding author Email: s.abedi@atu.ac.ir

Expanded Abstract

Introduction

Under normal circumstances, the environment is able to mitigate some of the pollution produced by urban and industrial communities, including air pollution. But sometimes the discharge of harmful substances into the environment is so great that the rate of cleaning of pollutants is less than the amount of production of these substances and creates dangers. In some cases, this issue leads to crises and disrupts daily life. Therefore, dealing with the pollution created and preventing the creation of new sources of pollution is one of the necessities for the continuation of human life. In this regard, in recent years, various solutions have been proposed, among which we can mention the green city. The green city includes various dimensions of urban planning, one of the most important of which is related to construction. In this area, the concept of green building is of particular importance. Green building with various components helps to reduce environmental pollution, especially air pollution. Green roof is one of the most important components in reducing air pollution and optimizing energy consumption in green buildings. Green roof is a structure that consists of several layers and is planted with the purpose and design of vegetation. This structure usually does not interfere with other roof functions and can be used in both old and new buildings under construction. Since it has not been long since the introduction of green roof technology in our country, this technology has not yet been able to find its place among manufacturers and consumers. One of the reasons for this is the imposition of economic costs and the existence of a mentality of economic unjustifiability and return on investment by buyers. Accordingly, the present study evaluates the economic and environmental use of this technology. It should be noted that so far, no study in the country has used the methods of discrete choice experiment (DCE) and cost-benefit analysis (CBS) simultaneously and the present study is innovative in this regard.

Materials and Methods

Economic evaluation is an essential process for calculating the potential or initial costs and benefits of a project and examining its feasibility, which is done by estimating the costs and benefits of implementing each project over time. In order to evaluate economic projects, in addition to economic issues, other dimensions, including environmental effects, should be considered in decisions. In the present study, one function of green roof in the field of aesthetic, entertainment and health is evaluated. For this purpose, the DCE method is used for evaluation. The characteristic of the DCE method is that the product is described based on a number of its features. As a result, they can be used to examine consumers' reactions to changes in the properties of goods. This method has six steps, which are: 1) Selection of features and allocation of levels 2) Selection of statistical design 3) Construction of selection and blocking sets 4) Design of questionnaire, selection of statistical population, sample size and sampling method 5) Coding of levels 6) Economic model.

The model used in the present study is an experimental model that takes into account the studies and research conducted in the field of DCE, including Rokamo, 2016; Costa et al., 2018; Selected and expressed in the following form: $Choice_i = \mathrm{ASC} + \beta_1 X_{1i} + \cdots + \beta_s X_{1i} + \delta_1 Z_{1i} + \cdots + \delta_j Z_{ji} + \varepsilon_i$

Where “choice” is a dependent variable and indicates the choice of individuals. This variable indicates the choice of people from the three alternatives in each selection set. “ASC” is a fixed alternative that accepts the number one, if individuals are willing to pay (options 1 and 2), and zero if they are unwilling to pay or maintain the status quo (option 3). “X”s are specific properties of the alternatives (three green roof properties with price) and “β”s represent their coefficients. In the above model, “Z” represents the individual-economic characteristics of individuals, which are multiplied by P (price) and “δ” are their coefficients. After calculating the willingness of individuals to pay, the numbers are entered into the economic analysis as the environmental benefits of the green roof and compared with its costs. In order to accept or reject the investment plan in the framework of this analysis, three criteria are used, which are: benefit to cost ratio (BCR), net present value (NPV), and internal rate of return (IRR). In order to perform cost-benefit analysis and calculate the above indicators, it is first necessary to consider assumptions. These assumptions in the present study are: Basic year: 2019 AD. Review period: 30 years. Discount rate: 25%. Initial cost of green roof: 10 million rials per square meter. Annual maintenance and irrigation cost (monthly cost ×12): 3.6 million Rials per square meter. Cost of replacing ordinary roof insulation: 0.5 million rials per square meter. Annual value-added property in District 9 of Tehran Municipality: 3.5 million Rials per square meter. The annual value of aesthetic, recreation and health in District 9 of Tehran Municipality, taking into account the

willingness to pay maximum, average and minimum, respectively: 6.2 million rials per square meter, 5.44 million rials per square meter and 4.69 million rials per square meter.

Discussion of Results

According to the results of the descriptive part of the study, 53.3% of respondents in this area are men and 46.7% are women. The average age of the respondents was 40.7 years, with the highest relative frequency belonging to the category of "less than 30 years" and "30 to 40 years" and the lowest relative frequency belonging to the category of people over 50 years old. In terms of marital status, most of the respondents were married, which made up 87% of the population (it should be noted that in order to increase the accuracy of the questionnaire, respondents who are single and live in their father's house or with their family were excluded from the sample. Therefore, all respondents had a relatively good understanding of the cost of living and housing in their area of residence). Regarding the number of family members (or the number of housemates), the average number of members is 3.18, with the highest relative frequency belonging to the category "2 persons and less" and the lowest relative frequency belonging to the category "more than 5 persons". Regarding the level of education, the highest frequency is related to the level of master's degree and the average level of education is 14.98 years, which indicates the high level of general education among the respondents. According to the data, 91.6% of the respondents are employed and 8.4% are unemployed (it is worth mentioning that students and housewives are in the category of unemployed). Regarding monthly expenses, the highest frequency is related to the category of 10 to 30 million rials, which accounted for 58.33% of people. Regarding the housing ownership status of the residence, the majority of people are landlords, of which 61.6% are respondents and 38.4% are tenants. Of these, 67% live in apartment houses and 33% in villas. Most of the respondents lived in the first floor (with a relative frequency of 40%) and the average residential class was 2.4.

Before interpreting the results of the estimated model, it is necessary to examine the assumption of the independence of irrelevant alternatives (IIA), because if this assumption is not met, there is a possibility of bias in the results and another model should be used. The results of Hausman-McFadden test in the present study show that the assumption of IIA test is not rejected and the conditional logit model is a suitable model for estimation. According to the results of model estimation, the value of Peseudo R2 in this model is equal to 0.2896, which is an acceptable value. The value of the statistic $\chi 2$, which is the ratio of likelihood and shows the overall significance of the coefficients, is equal to 153.98 and the probability related to it is zero, which indicates the overall significance of the model and the appropriateness of the model and the variables used in it. Among the green roof features that are selected, except for specific alternative fixed variables, extensive construction method, centralized construction method and dominant grass cover, other variables are significant. In terms of the coefficient sign, it can be seen that the specific alternative constant has a negative sign, which indicates that the respondents are generally unwilling to pay the amount and change the current condition of their roof, and this does not increase their desirability. Among the features, the composite cover has a negative coefficient, which means that among the respondents who are willing to pay, people do not prefer the use of the composite cover to the current condition of their roof and their desirability does not increase with the change from the current status. The percentage of greenery has a positive coefficient between 30% and 60% and more than 60%, which means that as we move away from the current state of the roof and move towards greenery, people's willingness to pay increases. Regarding the price feature, the negative coefficient indicates that with the increase in the cost of green roof, the willingness of people to pay extra to use this technology decreases.

Among the socio-economic characteristics of the respondents, the gender variable has a positive coefficient, which indicates the greater willingness of male respondents than female respondents to pay extra for the construction of a green roof. A negative expenditure coefficient indicates that as the expenditure increases, the willingness to pay decreases. Based on the collected data, it was found that people with larger families have more expenditure, and this may indicate the reason for the inverse relationship between expenditure and willingness to pay, because larger families have more expenses and have more necessary costs than building a green roof. are. Another variable that has a positive sign is education, which indicates a direct relationship between people's willingness to pay and years of education, meaning that the higher educated people are, the more willing they are to pay to have a green roof. The variables of home ownership status and type of house also have positive coefficients,

which according to the coding performed, indicate that landlords were more willing to pay extra than tenants and owners of villa / yard houses than apartment owners.
According to the results of calculating the willingness to pay, the highest amount that people are willing to pay is equal to 6.2 million rials per square meter and the lowest amount willing to pay equals to 4.69 million rials per square meter. It can also be said that people are willing to pay an average of 5.44 million rials per square meter for a green roof. Meanwhile, the highest willingness to pay with a figure equal to 6.2 million rials per square meter is related to the percentage of greenery more than 60% and the lowest willingness to pay is related to the percentage of greenery between 30% to 60%, which is equal to 4.69 million Rials per square meter. It is worth mentioning that due to the insignificance of the coefficients for the characteristics of the implementation method and the negation of the coefficients of the type of coating, these coefficients are not included in the analysis and as a result the willingness to pay is equal to the willingness of individuals to pay for green roof percentage. Finally, the results of economic evaluation indicators were calculated. These indicators are first calculated from an economic point of view, meaning that only the costs and economic benefits of a green roof are taken into account. Then, by introducing environmental benefits, the construction of a green roof has been examined from an economic-environmental point of view. From a purely economic point of view, the numbers related to financial indicators indicate that if we consider only the economic benefits and costs of building a green roof, this plan in this region is not justifiable. So that in the period under review, the net present value for this numerical region is less than zero and the internal rate of return is not defined for it. But these numbers improve with the introduction of environmental benefits. So that in the state of maximum willingness to pay, the net present value has reached 14.385 million rials. In this case, the internal rate of return reaches 61%. Taking into account the average willingness to pay the net present value reaches 11.349 million rials. In this case, the internal rate of return reaches 53%. Taking into account the minimum willingness to pay, the net present value reaches 8.353 million rials, in which case the internal rate of return will reach 46%.

Conclusions

The results showed that the construction of a green roof was unjustifiable only in terms of economic benefits and costs, so that the net present value was -10.385 million rials per square meter, which is less than zero, indicating unjustifiability, and therefore the internal rate of return is not defined for it. By adding environmental benefits and costs, taking into account the maximum willingness to pay, the net present value reaches 14.385 million rials. In this case, the internal rate of return is equal to 61%. Taking into account the average willingness to pay, the net present value reaches 11.349 million rials. In this case, the internal rate of return is 53%. Taking into account the minimum willingness to pay, the net present value reaches 8.353 million rials, in which case the internal rate of return will reach 46%. According to the theoretical foundations of the field of economic evaluation, the positive net present value, higher domestic rate of return than the current interest rate in the country (bank interest rate) and greater than one cost-benefit ratio, make a project economically justifiable, which Considering only two benefits (beauty, recreation, health and economic added value) among all the benefits of green roof, in District 9 of Tehran Municipality, this project is purely economically unjustifiable and is justified by the inclusion of environmental benefits. According to the results of collecting the questionnaire in the section of individual-economic attitude, the majority of people believe that in Tehran there is no culture of using green roofs collectively, so the need for culture in this area is felt and it is necessary to negotiate and consult with organizations such as The Environmental Protection Organization and the municipality should be trained and cultured in the field of using these common spaces. Also, the majority of people believe that using this technology is costly and its use requires the support of government organizations and the existence of incentives. Therefore, it is suggested that the district municipality take action through incentive policies in areas such as toll collection, completion of work, obtaining permits and density.

محیط‌شناسی، دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۹، صفحهٔ ۴۷۹- ۵۰۲

ارزیابی اقتصادی احداث بام سبز در شهر تهران (مطالعه موردی منطقه ۹ شهرداری): رویکرد مدل‌سازی انتخاب و تحلیل هزینه– فایده

سمانه عابدی*، فاطمه خیری

گروه اقتصاد انرژی، محیط زیست و کشاورزی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۹/٤/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۷/۲۸

چکیده

موقعیت جغرافیایی شهر تهران و قرارگیری آن در میان کوه‌های البرز، استقرار کارخانه‌ها در اطراف شهر و حجم زیاد خودروها ازجمله عواملی هستند که آسایش ساکنان را به خطر انداخته و منجر به آشفتگی در زندگی شهری شده‌اند. این مسائل ضرورت ایجاد آرامش و دسترسی به طبیعت را دو چندان کرده است. به دلیل ارزش بالای زمین، به‌کارگیری سطوح بلااستفاده از جمله بام ساختمان‌ها، راه‌حل مناسبی جهت گسترش فضای سبز به‌شمار می‌رود. پژوهش حاضر با هدف بررسی توجیه‌پذیری اقتصادی احداث بام سبز در سطح منطقه ۹ شهرداری شهر تهران، در سال ۱۳۹۸ صورت گرفته است. برای این منظور از آزمون انتخاب و شاخص‌های سودآوری بهره گرفته شده است. نتایج نشان‌دهنده‌ی عدم توجیه‌پذیری احداث بام سبز از بعد اقتصادی در منطقه مورد مطالعه است. در حالی که لحاظ ارزش منافع محیطزیستی در ارزیابی، منجر به ایجاد ارزش حال خالصی برابر ۱۱/۳۴۹ میلیون ریال بر متر مربع و نرخ بازده داخلی ۵۳ درصد می‌شود. هم‌چنین نتایج بیان‌گر آن است که ارزش محیطزیستی که شهروندان این منطقه برای هر مترمربع از بام سبز قایلند و حاضرند برای احداث آن بپردازند، به‌طور میانگین معادل ۵/۴۴ میلیون ریال به ازای هر متر مربع است. در این حالت نسبت فایده به هزینه معادل ۱/۹۲ خواهد بود.

کلید واژه

بام سبز، ارزش‌گذاری محیطزیستی، ارزیابی اقتصادی، آزمون انتخاب

سرآغاز

محیط‌زیست در شرایط عادی قادر است مقداری از آلودگی‌های تولید شده توسط جوامع شهری و صنعتی، ازجمله آلودگی هوا را تعدیل نماید. اما گاهی تخلیه‌ی مواد مضر در محیط به میزانی است که در مراکز پرجمعیت یا مراکز صنعتی فعال، نرخ و سرعت پاک‌کنندگی از مواد آلاینده و از میزان تولید این مواد کمتر بوده و خطراتی را به وجود می‌آورد. این مسئله در مواردی منجر به بروز بحران شده و زندگی روزمره را مختل می‌کند. ازاین‌رو مقابله با آلودگی‌های ایجاد شده و پیشگیری از ایجاد منابع آلاینده‌ی جدید، یکی از ضرورت‌های ادامه‌ی حیات بشری به شمار می‌رود. در این راستا در سال‌های اخیر راهکارهای مختلفی ارائه شده که ازجمله‌ی آن‌ها می‌توان به شهر سبز اشاره کرد. مفهوم شهر سبز در پاسخ به توسعه‌ی تکنولوژیک شهرها و نیز عوامل دیگری ازجمله افزایش بی‌رویه جمعیت، معضلات اقتصادی، زیست‌محیطی و ... به‌کار گرفته شد (مافی و داوری نژاد مقدم، ۱۳۹۱). شهر سبز ابعاد گوناگونی از شهرسازی را شامل می‌شود که یکی از مهم‌ترین آن‌ها مربوط به ساختمان‌سازی است. در این حیطه مفهوم ساختمان سبز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. تمرکز ساختمان سبز بر افزایش کارایی منابع به کار رفته (انرژی، آب و مصالح ساختمانی)، هم‌چنین کاهش

* نویسندهٔ مسئول: Email: s.abedi@atu.ac.ir

10.22059/JES.2021.310449.1008072
20.1001.1.10258620.1399.46.3.2.5

اثرات مخرب ساختمان بر سلامت انسان و محیط‌زیست است که از طریق جانمایی، طراحی، ساخت، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و تخریب بهتر، در طول عمر ساختمان صورت می‌گیرد. ساختمان سبز با این هدف طراحی و اجرا می‌شود که اثرات کلی اکوسیستم ساخته شده بر محیط‌زیست اطراف خود را کاهش دهد. در حقیقت ساختمان سبز با مولفه‌های گوناگونی به کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و بخصوص آلودگی هوا کمک می‌کند. از جمله مهم‌ترین مولفه‌های کاهنده‌ی آلودگی هوا و بهینه‌ساز مصرف انرژی در ساختمان‌های سبز، بام سبز است. اگر باغ بام یا بام سبز به‌طور صحیح طراحی و اجرا شده و در آن ملاحظات اقلیمی رعایت شود، علاوه بر مزایای مختلف می‌تواند تا حد زیادی به کاهش مصرف انرژی کمک کند. ازاین‌رو استفاده از فناوری بام سبز که از تکنیک‌های پیشرفته‌ی فضای سبز است با وجود مشکلات به‌کارگیری، می‌تواند از جهات بسیاری مقرون‌به‌صرفه بوده و جایگزینی برای پارک‌های شهری باشد (ورنوس، ١٣٩٤؛ مقبل و همکاران، ١٣٩٦).

در واقع بام سبز استفاده از فضاهای بلا استفاده‌ی ساختمان‌های شهری جهت ایجاد منظری سبز است. این امر علاوه بر جنبه زیبایی‌شناختی شهر موجب بهبود و تلطیف هوا ،کاهش آلودگی هوا، کاهش آلودگی صوتی، کاهش اثرات گازهای گلخانه‌ای، جلوگیری از تابش اشعه فرابنفش به ساختمان،کاهش دما، افزایش رطوبت، کاهش پدیده جزیره حرارتی، ذخیره انرژی و در نهایت بهبود محیط‌زیست ساکنان شهر می‌گردد (علوی بجستان، ١٣٩٣؛ Shafique et al., 2018). بام‌های سبز یکی از نویدبخش‌ترین فضاهای سبز شهری به شمار می‌روند که می‌توانند نقش قابل توجهی در سیاست‌های توسعه‌ی پایدار شهری ایفا کنند. این نوع از بام‌ها به‌طورمعمول از چندین لایه تشکیل شده، با طراحی و هدف گیاه‌کاری شده، معمولا با دیگر مصارف شهری بام تداخل نداشته و پیاده‌سازی آن‌ها در هر دو حالت ساختمان‌های فعلی و جدید آسان است (Vanstockem et al., 2018).

بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است که با تشویق شهروندان به اجرای طرح "بام سبز" می‌توان حداقل نزدیک به یک پنجم سطح شهر تهران را به فضای سبز تبدیل کرده و آلودگی هوا را نیز به میزان قابل توجهی کاهش داد (تقوی، ١٣٩٣). اما از آن‌جا که زمان زیادی از ورود فناوری بام سبز به کشورمان نگذشته، این فناوری هنوز نتوانسته جایگاه خود را در میان سازندگان و مصرف‌کنندگان پیدا کند. یکی از دلایل این مسئله تحمیل هزینه‌های اقتصادی و وجود ذهنیت عدم توجیه‌پذیری اقتصادی و بازگشت سرمایه‌ی صرف شده از سوی خریداران است. این در حالی است که احداث بام سبز در کنار منافع محیط‌زیستی، مزایای اقتصادی نیز با خود به‌همراه می‌آورد. به‌طور مثال می‌توان به عدم نیاز به تعویض عایق بام (به‌طور مکرر) و ایجاد ارزش افزوده برای منازل اشاره کرد. لذا بررسی اقتصادی و محیط‌زیستی این فناوری، علاوه بر اقناع اشخاص، می‌تواند در سیاست‌گذاری‌ها و تصمیمات سازمانی مورد توجه قرار گیرد تا زمینه‌های لازم جهت ترویج آن را از طریق ایجاد مشوق‌ها فراهم آورند.

به‌طورکلی مطالعات انجام شده در زمینه‌ی بام سبز، در خارج از کشور دارای تنوع و جامعیت بالایی است. اما در داخل کشور تنها تعداد محدودی از مطالعات و به‌طور خلاصه به این مسئله پرداخته‌اند. هم‌چنین در خصوص ارزش‌گذاری کارکردهای گوناگون بام سبز، در خارج از کشور مطالعات بسیاری صورت گرفته، در حالی که در داخل کشور تنها تعداد کمی از این کارکردها مورد توجه واقع شده و خلاء بسیاری در زمینه‌ی ارزش‌گذاری این فناوری نوین احساس می‌شود. در این زمینه می‌توان به مطالعه محمدی (١٣٩٤) اشاره نمود که در پژوهشی با استفاده از نرم‌افزارهای چرخه‌ی حیات (OpenLCA) و Design Builder، به مقایسه‌ی بام سبز و بام معمولی پرداخته است. این بررسی یک دوره‌ی زمانی ٥٠ ساله را شامل شده و برای شهر تهران صورت گرفته است. نتایج

ارزیابی اقتصادی در واحد یک مترمربع از بام سبز، بیانگر آن است که بام سبز در طی حیات خود (۵۰ سال)، تنها با در نظر گرفتن ۳ فایده، حدود ۱/۳ میلیون ریال سود خواهد داشت که این میزان از هزینه‌ی ایجاد آن (۱/۲۵ میلیون ریال) بیشتر بوده و سودمندی بام سبز به لحاظ اقتصادی را توجیه می‌کند.

همچنین ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹٤)، در پژوهشی به ارزیابی تاثیرات پوشش گیاهی بر صرفه‌جویی انرژی ساختمان در دو اقلیم تهران و تبریز پرداختند. این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار (Design Builder) صورت گرفته است. ساختمان مدل‌سازی شده دارای طبقات زیرزمین، پارکینگ و چهار طبقه بوده و ارتفاع ساختمان از ۲/۷۵ متر پایین‌تر از سطح زمین تا ۱۵/۸۵متر روی زمین بوده است. این فضای نمونه دارای کاربری اداری بوده و هر طبقه‌ی آن دارای ٤ واحد و در هر واحد ۵ نفر مشغول به کار هستند. دمای آسایش مطلوب برای زمستان، ۲۲ درجه‌ی سلسیوس و دمای آسایش برای فصل تابستان ۲٤ درجه سلسیوس در نظر گرفته شده است. نتایج حاکی از آن است که به‌طورکلی استفاده از پوشش گیاهی باعث کاهش بار ساختمان می‌شود. اما بام سبز در تبریز که آب‌وهوا سردتر بوده و شدت تابش کمتر است، نمود کمتری نسبت به تهران دارد. به‌طوری‌که پوشش گیاهی با ضخامت ۱ سانتی‌متر، در هردو اقلیم صرفه‌جویی معادل تقریبی ۵ درصد همراه داشته، اما با افزایش ضخامت به ۵ سانتی‌متر، صرفه‌جویی در تبریز ۱٤ درصد و در تهران حدود ۲۸ درصد خواهد بود.

مقبل و همکاران (۱۳۹٦) در پژوهشی به ارزیابی اثرات عینی بام‌های سبز بر شرایط آب و هوایی و کاهش آلودگی هوا در محیط شهر تهران پرداختند. به این منظور دو دستگاه دیتالاگر دما، رطوبت و کربن‌دی‌اکسید در منطقه‌ی ۱۷ شهرداری تهران، یکی بر روی بام ساختمان دارای پوشش سبز (بام سبز) و دیگری بر روی ساختمانی با پوشش ایزوگام در سه وضعیت مختلف نصب و پارامترهای مذکور در بازه‌ی زمانی سه ماهه و با فواصل ۱۵ دقیقه‌ای اندازه‌گیری شد. برای سنجش هوای داخل ساختمان‌ها نیز دو دستگاه دیتالاگر دما و رطوبت به‌طور هم‌زمان در داخل ساختمان‌ها نصب گردید. نتایج این پژوهش نشانگر آن است که رطوبت نسبی در تمامی حالات سنجیده شده بین ۱۰ تا ۱۷/۵ درصد در هوای بالای بام سبز بیشتر از بام معمولی است. هم‌چنین میزان غلظت کربن‌دی‌اکسید در هوای بالای بام سبز بسته به وضعیت اندازه‌گیری بین ۲۰ تا ۳٤ قسمت در میلیون بوده و دمای هوا بین ۱/٤ تا ۱/٦ درجه سلسیوس کمتر از مقدار این دو پارامتر در بالای بام معمولی است.

نیشابوری امروی و قبادیان (۱۳۹٦) در پژوهش خود به بررسی الزامات دو استاندارد مطرح ساختمان‌های سبز (لیید و بریم)[1] و تطابق آن با مقررات ملی ساختمان در ایران پرداختند. این پژوهش رویکردی کیفی داشته و با بررسی کارکردهای مختلف بام سبز، توجه به چهار موضوع را برای بام‌های سبز در شهرهای ایران مناسب می‌داند که شامل تنوع برای انتخاب گیاهان، فضاهای مستعد، استحصال محصولات کشاورزی، چرخه جمع‌آوری و مصرف آب و آب خاکستری است.

صابری‌فر (۱۳۹۸) طی پژوهشی به بررسی نگرش ساکنین شهر مشهد نسبت به توسعه بام‌های سبز پرداخت. او این بررسی را از طریق روش پیمایشی از نوع توصیفی- همبستگی و به‌کارگیری نرم‌افزار SPSS انجام داده و از نمونه‌ای صد نفره استفاده کرد. این تحقیق در رابطه با میزان تمایل و دلایل حضور خانوارها در حوزه‌ی توسعه فضای سبز به این نتیجه رسید که اکثر مالکین به نوعی در توسعه و تجهیز باغچه‌های اختصاصی خود از کمک‌های دولتی استفاده کرده‌اند. در واقع بیشتر مالکین از طریق آموزش‌های ارائه شده توسط شهرداری‌ها و ادارات محیط‌زیست و متخصصان با این نوع فضاها آشنا شده و در برنامه‌های آموزشی و ترویجی شرکت کرده‌اند. اما از سویی دیگر در حوزه‌ی کلان می‌توان گفت آگاهی مدیران با مفهوم کارآفرینی این حوزه اندک بوده و شرکت‌های مشابه

فعالیت‌هایی را به موازات یکدیگر انجام می‌دهند که ناهماهنگی میان آن‌ها موجب هدر رفتن امکانات می‌شود.

Nurmi و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی در خصوص شهر هلسینکی، به بررسی هزینه‌ها و فایده‌های بام سبز سبک‌وزنی پرداختند که نیاز به تغییرات ساختاری در ساختمان ندارد. روش مورد استفاده در این پژوهش تحلیل هزینه–فایده بوده که برای دو سناریو صورت گرفته است. هزینه‌های پیاده‌سازی بام سبز در دو سناریو به‌عنوان هزینه‌ها و ارزش پولی تعدادی از مزایای بام سبز به‌عنوان فواید وارد تحلیل شده است. این تحلیل نتایج متعددی در پی داشته که ازجمله‌ی آن‌ها می‌توان به این موارد اشاره کرد: مزایای شخصی به‌اندازه‌ای نیستند که هزینه‌های شخصی اجرای رایج‌ترین نوع بام سبز در دسترس را پوشش دهند. پیاده‌سازی بیشتر این فناوری می‌تواند هزینه‌ها را کاهش داده و مزایای عمومی را نمایان کند. در صورت عدم ایجاد هیچ انگیزه یا قانونی برای احداث بام‌های سبز، انتظار می‌رود میزان به‌کارگیری این فناوری در سطح پایینی باقی بماند.

Peng و Jim (۲۰۱۵) در پژوهشی به ارزیابی و ارزش‌گذاری شش مزیت بام سبز در ارتباط با تغییرات آب‌وهوا در هنگ‌کنگ پرداختند. آن‌ها در این پژوهش از روش تحلیل هزینه–فایده در قالب دو سناریو استفاده کردند که در یکی مزایا و هزینه‌های بام‌های سبز گسترده و در دیگری بام‌های سبز متمرکز در نظر گرفته شد. نتایج حاکی از آن است که احداث بام سبز در مقیاس وسیع می‌تواند به‌طرز چشم‌گیری مصرف انرژی، غلظت کربن‌دی‌اکسید جو و انتشار آن را کاهش دهد. هم‌چنین احداث بام سبز گسترده در منطقه‌ی مورد مطالعه (یا تیم مونگ) ارزش سالانه‌ای حدود ۱۳ میلیون دلار آمریکا دارد که معادل ۱۰/۷۷ دلار برای هر مترمربع است. این ارزش برای بام‌های سبز متمرکز معادل ۲۲ میلیون دلار آمریکا بوده که ارزش هر مترمربع آن ۱۸/۳۳ دلار است. از دیگر نتایج این پژوهش آن است که با در نظر گرفتن دوره‌ی بازگشت سرمایه[۲] (PP) و نسبت منافع به هزینه[۳] (BCR)، بام‌های سبز گسترده نسبت به بام‌های سبز متمرکز جذابیت اقتصادی بیشتری دارند. برای بام سبز گسترده، نسبت منافع به هزینه در یک چرخه‌ی حیات ۴۰ ساله ۳/۸۴ بوده و دوره‌ی بازگشت سرمایه ۶.۸ سال است. درحالی‌که این اعداد برای بام سبز متمرکز ۱/۶۳ و ۱۹/۵ سال است.

Erdemir و Ayata (۲۰۱۷) با طراحی و استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی در نرم‌افزار مطلب به انجام پژوهشی تحت عنوان "پیش‌بینی کاهش دمای یک بام سبز با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی" اقدام نمودند. داده‌هایی که برای آزمایش و سنجش اعتبار مدل شبکه عصبی استفاده شد از نه شهر در سراسر دنیا استخراج شد. این مدل برای پیش‌بینی کاهش دما در شهرهای مختلف کشور ترکیه نیز استفاده شد که در نهایت مشخص شد کاهش دما برای شهرهای ترکیه رفتاری مشابه شهرهای دنیا که در این پژوهش بررسی شدند دارد. این نتایج نشان‌دهنده‌ی آن است که کمترین کاهش دمای مشاهده شده بین ساعات ۶:۰۰ و ۱۰:۰۰ صبح رخ داده و بیشترین کاهش دما در ساعت ۱۸:۰۰ اتفاق افتاده است.

Mahmoud و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی به بررسی دوام بام سبز در آب‌وهوای گرم و مرطوب کشور عربستان سعودی پرداختند. این پژوهش با به‌کارگیری نرم‌افزار Desing Builder و با در نظر گرفتن یک ساختمان چهارخوابه‌ی مدرن در شهر دهران به‌عنوان مطالعه موردی صورت گرفته است. مبنای محاسبات داده‌های سه‌ماهه‌ی میزان مصرف انرژی بدون پیاده‌سازی بام سبز بوده است که نتایج گویای آن است که مصرف انرژی برای مورد پایه حدود ۱۶۹ کیلووات ساعت بر مترمربع بوده است، درحالی‌که پس از اجرای فناوری بام سبز این میزان به ۱۱۰ کیلووات ساعت بر مترمربع تقلیل یافته است. هم‌چنین برای سه حالت در نظر گرفته شده از بام سبز، میزان صرفه‌جویی انرژی بین ۲۴ درصد تا ۳۵ درصد بوده است.

Mesimaki و همکاران (۲۰۱۸) پژوهشی در شهر

هلسینکی، فنلاند انجام دادند که در آن به بررسی جنبه‌های کاربردی و روانشناختی بام سبز از جمله بازپروری روحی، زیبایی شناختی و سایر تجربه‌های چند حسی که روح را درگیر می‌کند پرداختند. آن‌ها در این بررسی پرسشنامه ای با مشارکت ۱۷۸ نفر جمع‌آوری کردند. در میان فضاهای متراکم شهری فضاهای سبز کوچک روی بام‌ها می‌توانند مزایای عملی بسیاری برای افراد داشته باشند، که نتایج پرسشنامه نشان داد پاسخ‌گویان نیز امتیاز بالایی برای این جنبه‌ی بام سبز و بازپروری روح قائل شدند. در حالی که نتایج این پژوهش خط‌مشی‌هایی کاربردی ارائه می‌کند، پیشنهاد می‌دهد که بخش تحقیق و پژوهش باید بر جنبه‌های کاربردی تمرکز بیشتری کرده و نیازمند سرمایه‌گذاری بیشتری است.

Zhang و همکاران (۲۰۱۹) با به‌کارگیری روش ارزش‌گذاری مشروط به محاسبه‌ی تمایل به پرداخت افراد در بیژینگ، چین پرداختند. مطابق با این پژوهش هر خانواده حاضر است برای کاربرد بام سبز در کاهش جزیره گرمایی شهر، به‌طور متوسط معادل ۱٤۸.۵۸۲ (۲۲.٤٤٦ دلار آمریکا) یوان چین در سال بپردازد. آن‌ها با توجه به نتایج به‌دست آمده پیشنهاد کردند که سیاست‌گذاران به رفتار فردی توجه بیشتری کرده و از پژوهش‌های مرتبط با این حوزه حمایت کنند. چرا که با فهم فرایند تصمیم‌گیری افراد، دولت‌ها می‌توانند به بینشی فراتر از ابزارهای سیاستی رایج دست یافته و استراتژی‌های نوینی طراحی کنند، به‌گونه‌ای که افراد را به رفتارهای دوستدار محیط‌زیست ترغیب کند.

مروری بر مطالعات صورت گرفته در داخل و خارج از کشور حاکی از آن است که به‌کارگیری سامانه‌ی بام سبز اثرات محیط‌زیستی کم‌نظیری بر کیفیت زندگی ساکنین دارد. بام‌های سبز می‌توانند اثرات منفی ساختمان‌ها در اکوسیستم محلی و در پی آن مصرف انرژی در بناها را کاهش داده و در عین حال جنبه‌ی زیبایی‌شناختی و تفریحی برای ساکنان داشته باشند. در حقیقت استفاده از پوشش گیاهی باعث کاهش بار ساختمان می‌شود و هرچه این پوشش ضخامت بیشتری داشته باشد صرفه‌جویی صورت گرفته بیشتر است. از دیگر مولفه‌های اثرگذار بر میزان صرفه‌جویی شرایط اقلیمی است. به‌طور مثال در پژوهشی که توسط ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹٤) انجام شده نتایج به‌دست آمده نشانگر آن است که استفاده از پوششی با ضخامت ۵ سانتی‌متر، در تبریز صرفه‌جویی معادل ۱٤ درصد و در تهران صرفه‌جویی حدود ۲۸ درصد در پی خواهد داشت. هم‌چنین مطالعاتی در آب‌وهوای گرم و خشک ازجمله کشور عربستان صورت گرفته که بیانگر صرفه‌جویی انرژی بین ۲٤ درصد تا ۳۵ درصد در حالات مختلف اجرای بام سبز است. از دیگر مزایای بام سبز که موضوع مطالعه‌ی پژوهشگران در داخل و خارج کشور بوده است می‌توان به کاهش دما اشاره کرد. بنابر نتایج حاصل از این مطالعات بیشترین تاثیر در کاهش دما در ساعات بعد از ظهر و کمترین تاثیر در کاهش دما در ساعات اولیه صبح رخ داده است. هم‌چنین اندازه‌گیری‌های یک مطالعه نشانگر کاهش دمایی بین ۱/٤ تا ۱/٦ درجه‌ی سلسیوس در منطقه‌ی ۱۷ شهرداری شهر تهران است. در مجموع می‌توان بیان کرد که کاهش مصرف انرژی، کاهش دما، افزایش رطوبت در هوای بالای بام سبز، کاهش کربن‌دی‌اکسید و کاهش ذرات آلاینده از طریق جذب گیاهان، ازجمله مزایای دیگری است که تمامی مطالعات موجود بر سر آن‌ها اتفاق نظر دارند.

اما از دیدگاه اقتصادی نظرات متفاوتی در زمینه‌ی احداث بام سبز وجود دارد. به‌طور نمونه در پژوهشی که در کشور فنلاند صورت گرفته مزایای شخصی برشمرده شده هزینه‌های شخصی اجرای این فناوری را پوشش نداده است. در حالی که در پژوهشی که در هنگ‌کنگ صورت گرفته نتایج حاکی از توجیه‌پذیری استفاده از این فناوری است. به‌طوری که با در نظر گرفتن دوره‌ی بازگشت سرمایه و نسبت منافع به هزینه، بام‌های سبز گسترده نسبت به بام‌های سبز متمرکز جذابیت اقتصادی بیشتری دارند. برای بام سبز گسترده، نسبت منافع به هزینه در یک چرخه‌ی

حیات ۴۰ ساله ۳/۸۴ بوده و دوره‌ی بازگشت سرمایه ۶.۸ سال است. درحالی‌که این اعداد برای بام سبز متمرکز ۱/۶۳ و ۱۹/۵ سال است. این موارد نشان‌گر آن است که نتایج ارزیابی‌های اقتصادی و محیط‌زیستی در کشورهای مختلف متفاوت بوده و به عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی هر جامعه وابسته است. در کشور ایران تنها یک مطالعه به جنبه‌ی مالی و ارزیابی اقتصادی بام سبز پرداخته که توسط محمدی (۱۳۹۴) انجام شده و نتایج آن حاکی از آن است که سود بام سبز در طی حیات آن (۵۰ سال) از میزان هزینه‌ی ایجاد آن بیشتر بوده و به‌کار گیری این فناوری به لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر است.

از جمله مطالعات دیگری که در خصوص بام سبز صورت گرفته می‌توان به ورنوس (۱۳۹۴)؛ Ruan (۲۰۰۶)؛ Hossain و همکاران (۲۰۱۹)؛ Shafique و همکاران (۲۰۱۸)؛ Mahmoodzadeh و همکاران (۲۰۱۹) و Van der Meulen (۲۰۱۹) اشاره نمود. این پژوهش‌ها با استفاده از روش‌های گوناگون (از جمله تحلیل هزینه- فایده، جمع‌آوری پرسشنامه و شبیه‌سازی به کمک نرم‌افزارهای تخصصی)، به بررسی کارکردهای مختلف بام سبز پرداخته و نتایج آن‌ها موید آثار مثبت بام سبز بر فضای شهری و کیفیت زندگی شهرنشینان است.

لذا با توجه به اهمیت موضوع، این مطالعه با استفاده از رویکردهای اقتصادی و محیط‌زیستی به بررسی توجیه‌پذیری احداث بام سبز و هم‌چنین ارزش‌گذاری یکی از کارکردهای محیط‌زیستی بام سبز (زیبایی، تفریح و سلامت)، از طریق محاسبه‌ی تمایل به پرداخت افراد در منطقه ۹ شهرداری شهر تهران پرداخته است. لازم به ذکر است، مطالعات بسیار اندکی در داخل کشور به جنبه‌ی مالی فناوری بام سبز پرداخته و در میان آنها تاکنون هیچ مطالعه‌ای به ارزش‌گذاری کارکردهای خاص بام سبز از جمله "زیبایی، تفریح و سلامت" اقدام ننموده است. از این‌رو پژوهش حاضر اولین مطالعه ای در ایران است که با ارزشگذاری کارکرد زیست محیطی مذکور با بهره‌گیری از روش آزمون انتخاب و لحاظ آنها در تحلیل هزینه- فایده، به بررسی توجیه‌پذیری اقتصادی احداث بام سبز "با و بدون" ملاحظات زیست‌محیطی پرداخته است. بنابراین پژوهش حاضر نه تنها از حیث موضوعی بلکه از لحاظ روش شناسی ارزشگذاری محیط زیستی کارکرد بام سبز، دارای نوآوری است. بر این اساس مطالعه حاضر در تلاش است تا در چارچوب هدف تحقیق مشخص نماید که ارزش ریالی کارکردهای محیط زیستی بام سبز چه میزان است؟ همچنین ارزشی که شهروندان تهرانی برای بام سبز قائلند چقدر است؟ و در نهایت آیا احداث بام سبز در شهر تهران به لحاظ اقتصادی و محیط‌زیستی توجیه پذیر است؟

مواد و روش بررسی

در این مطالعه از روش‌های آزمون انتخاب و تحلیل هزینه-فایده برای دستیابی به اهداف تحقیق در سطح منطقه ۹ شهرداری شهر تهران، در سال ۱۳۹۸، بهره گرفته می‌شود.

از دیدگاه اقتصادی، ارزش‌ها می‌توانند ناشی از مصرف کالاها و خدماتی باشند که در بازارها خرید و فروش می‌شوند، هم‌چنین وابسته به خدماتی هستند که از محیط‌زیست دریافت کرده و پرداختی در ازای آن انجام نمی‌دهند (Pak et al., 2010). روش‌های مختلفی برای ارزش‌گذاری خدمات محیط‌زیست وجود دارد که به‌طور کلی می‌توان آن‌ها را به دو دسته‌ی ترجیحات بیان شده و ترجیحات آشکار شده تقسیم‌بندی کرد. ترجیحات آشکار شده دارای دو زیرشاخه‌ی مستقیم و غیرمستقیم بوده که هریک روش‌های متعددی را شامل می‌شوند (Orlowski and Wicker, 2018؛ Bamwesigye, 2019).

در پژوهش حاضر برای لحاظ ارزش‌های محیط‌زیستی احداث بام سبز در محاسبات اقتصادی، از روش آزمون انتخاب استفاده شده که یکی از زیرمجموعه‌های الگوسازی انتخاب و از روش‌های ترجیحات آشکار شده به‌شمار می‌رود. روش آزمون انتخاب ابتدا در حوزه‌های حمل و نقل و بازاریابی مورد استفاده قرار گرفته، اما در سال‌های اخیر برای ارزش‌گذاری کالاهای غیربازاری در حوزه‌های

اقتصاد محیط‌زیست و اقتصاد سلامت نیز به‌کار گرفته می‌شود. این رهیافت ابتدا توسط لوویر و هنشر (۱۹۸۲) و لوویر و وودوورس (۱۹۸۳) توسعه داده شد، اما نخستین کاربرد آن جهت ارزش‌گذاری مطلوبیت محیط‌زیست مربوط به آداموویچ و همکاران (۱۹۹٤) است (خداوردیزاده و همکاران، ۱۳۹۳). هدف اصلی آزمون انتخاب برآورد ساختار ذهنی مصرف‌کنندگان با تاکید بر اهمیت نسبی ویژگی‌ها است. برای دستیابی به این هدف، از افراد خواسته می‌شود از میان گزینه‌های گرد آمده در یک کارت انتخاب، گزینه‌ای (آلترناتیوی) که بیشترین مطلوبیت را دارد انتخاب کنند (حق‌جو، ۱۳۹٤؛ Greiner, 2015). ویژگی روش آزمون انتخاب این است که کالا براساس تعدادی از ویژگی‌هایش توصیف می‌شود. در نتیجه از آن‌ها می‌توان برای بررسی واکنش مصرف‌کنندگان به تغییرات ویژگی‌های کالاها استفاده کرد. آلترناتیوهای پیشنهادی در هر کارت انتخاب، با دربر داشتن سطوح مختلفی از هر ویژگی متفاوت هستند. تنوع در بین آلترناتیوها با در نظر گرفتن سطوح مختلف برای هر ویژگی ایجاد شده برمبنای یک فرایند سیستماتیک به‌نام آزمون تجربی شکل گرفته است (Kjaer, 2004؛ Orlowski and Wicker, 2018). نکته‌ی قابل توجه آن است که در بین ویژگی‌ها و سطوح، هریک از آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است، چرا که تصمیم پاسخگویان به آن‌ها وابسته بوده و در نهایت تحلیل‌ها بر اساس این تصمیمات انجام خواهد شد (Shanahan et al., 2019). در ادامه مراحل اجرای این روش شرح داده شده است.

انتخاب ویژگی‌ها و تخصیص سطوح: در این مطالعه برای تعیین صفات و شناسایی سطوح هریک از آن‌ها، از مطالعات پیشین انجام شده در این حوزه، نظیر محمدی (۱۳۹٤) و Vanstockem و همکاران (۲۰۱۸)، هم‌چنین نظرات کارشناسان شرکت‌های طراح و سازنده‌ی بام سبز ازجمله "چکاد بام" و "ایران روف گاردن" کمک گرفته شده و معیارهایی ازجمله عملیاتی بودن، قابل تفکیک بودن و داشتن حداقل اندازه‌ی ممکن در نظر گرفته شده است. شایان ذکر است قیمت نیز یکی از صفات مورد بررسی بوده که امکان برآورد تمایل به پرداخت را فراهم می‌کند (حق جو، ۱۳۹٤؛ Cosmina et al., 2016). در نهایت چهار ویژگی که هریک دارای سه سطح هستند برگزیده شد، که در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱. ویژگی‌ها و سطوح برگزیده جهت طراحی آزمون انتخاب

ویژگی‌ها / سطوح	۱	۲	۳	٤
روش اجرا	گسترده (نیازمند زیرسازی کمتر)	متمرکز (نیازمند زیرسازی بیشتر)	جعبه‌ای (جعبه‌های از پیش آماده شده‌ی دارای گیاه)	تمایلی به پرداخت مبلغ اضافی برای استفاده از این فناوری ندارم یا وضعیت کنونی بام منزل را ترجیح می‌دهم
پوشش گیاهی	چمن و انواع گیاهان علفی	ترکیب انواع چمن و گیاهان تزئینی و دکور فانتزی	درختچه‌ها و گیاهان تزئینی و دکور فانتزی	
درصد سبزینگی	کمتر از ۳۰ درصد سطح بام	۶۰-۳۰ درصد سطح بام	بیش از ۶۰ درصد سطح بام	
قیمت (ارزش افزوده هر مترمربع ملک)	۳/۵ (میلیون ریال)	۵/۵ (میلیون ریال)	۸ (میلیون ریال)	

منبع: یافته‌های تحقیق

انتخاب طرح آماری: جهت ترکیب ویژگی‌ها با سطوح مختلف باید از یک طرح آماری استفاده شود تا از این ترکیبات، سناریوها یا پروفایل‌هایی جهت ارائه به پاسخ‌گویان ایجاد شود (وهابی راد، ۱۳۹۵؛ Vanstockem et al., 2018). انواع طراحی‌های آماری شامل طرح فاکتوریل کلی، طرح فاکتوریل کسری و طراحی قائم است که روش

فاکتوریل کسری به جهت کاهش تعداد گزینه‌ها کاربرد فراوانی دارد (دهقان، ۱۳۹۶؛ عیسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). در این مطالعه با وجود چهار ویژگی چهار سطحی و در صورت استفاده از طرح فاکتوریل کامل، کلیه حالت‌های ممکن برای آلترناتیوهای موجود برابر با ٦٥٥٣٦ ($=4^{4\times2}$ 65536) ترکیب است. اما از آن‌جا که به‌طور بدیهی انجام آزمون از بین این تعداد از ترکیبات برای پاسخ‌دهندگان دشوار است، طرح فاکتوریل کسری به‌کار گرفته شد.

ساخت مجموعه‌های انتخاب و بلوک‌بندی: پس از مشخص شدن ترکیبات توسط طرح آماری، این گزینه‌ها (سناریو یا آلترناتیو[٤]) در مجموعه‌های انتخاب گروه‌بندی شده و در هریک از آن‌ها یک گزینه با عنوان "وضعیت کنونی" جای می‌گیرد (دهقان، ۱۳۹٦). منظور از وضعیت کنونی وضعیتی است که در آن فرد تمایلی به تغییر نداشته و هیچ یک از گزینه‌های پیشنهادی را انتخاب نمی‌کند. هنگامی که طرح‌های انتخاب به میزانی بزرگ باشند که امکان پاسخ‌گویی به تمام مجموعه‌های انتخاب برای یک پاسخ‌گو فراهم نباشد، طرح مورد نظر به چندین بلوک تقسیم شده و هر پاسخ‌گو تنها به یک بلوک از مجموعه‌های انتخاب پاسخ می‌دهد (صالح‌نیا، ۱۳۹۰). در پژوهش حاضر با استفاده از نرم‌افزار SPSS تعداد ۱۲ گزینه‌ی بهینه تشکیل داده شده و با در نظر گرفتن سه شرط غالب و مغلوب بودن، عدم همپوشانی و متناسب بودن قیمت‌ها با هر مجموعه مجموعه‌ها انتخاب شدند (وکیلی قصریان، ۱۳۹۳). از آن‌جا که پاسخ‌گویی به تمام مجموعه‌های انتخاب برای پاسخ‌دهنده دشوار به‌نظر می‌رسد، این مجموعه‌ها در دو بلوک سه‌تایی جای داده شده و دو نسخه پرسشنامه که هرکدام شامل سه مجموعه‌ی انتخاب است، تشکیل شد. جدول ۲ نمونه‌ی یکی از کارت‌ها (مجموعه‌ها)ی انتخاب طراحی شده است.

جدول ۲. نمونه‌ی یک کارت انتخاب طراحی شده

	کدام گزینه را ترجیح می‌دهید؟		
ویژگی‌ها	**گزینه ۱** ☐	**گزینه ۲** ☐	**گزینه ۳** ☐
روش اجرا	جعبه‌ای (جعبه‌های از پیش آماده شده‌ی دارای گیاه)	متمرکز (نیازمند زیرسازی بیشتر)	تمایلی به پرداخت مبلغ اضافی برای استفاده از این فناوری ندارم یا وضعیت کنونی بام منزل را ترجیح می‌دهم
پوشش گیاهی غالب	ترکیب انواع چمن و گیاهان تزئینی و دکور فانتزی	چمن و انواع گیاهان علفی	
میزان پوشش	۶۰-۳۰ درصد سطح بام	کمتر از ۳۰ درصد سطح بام	
مبلغ اضافی پرداختی به ازای هر متر مربع از ملک (که منجر به افزایش قیمت ملک به هنگام فروش می‌شود)	۸ (میلیون ریال)	۳/۵ (میلیون ریال)	

منبع: یافته‌های پژوهش

طراحی پرسشنامه، انتخاب جامعه آماری، حجم نمونه و روش نمونه‌گیری: پرسشنامه‌ی پژوهش حاضر در سه بخش طراحی شد. ابتدا توضیحاتی در مورد فناوری بام سبز و روش‌های اجرای آن داده شد. سپس در بخش اول سوالاتی در خصوص ویژگی‌های فردی و وضعیت اجتماعی-اقتصادی پرسیده شده است. سوالات بخش دوم در ارتباط با نگرش فردی پاسخ‌دهنده نسبت به محیط‌زیست و هم‌چنین پذیرش عمومی آن در میان افراد بوده است. در نهایت و در بخش سوم که مهم‌ترین بخش پرسشنامه است، سه مجموعه انتخاب که هریک شامل سه سناریو است قرار داده شده که پاسخ‌گویان از میان آن‌ها مطلوب‌ترین گزینه‌ی خود را انتخاب می‌کنند.

جامعه آماری را ساکنین منطقه ۹ شهرداری تهران تشکیل می‌دهند. این منطقه با داشتن تراکم بالا و کمبود زمین خالی، در زمره‌ی مناطقی است که دارای کمترین سرانه‌ی فضای سبز هستند. از سویی دیگر بررسی داده‌های آلودگی هوا در سه سال اخیر (استخراج شده از گزارش‌های شرکت کنترل کیفیت هوای تهران) حاکی از آن است که منطقه ۹ جزء آلوده‌ترین مناطق شهر تهران است. با توجه به انتخاب منطقه خاصی از شهر، نمونه‌گیری به‌صورت خوشه‌ای انجام شده و با در نظر گرفتن جدول مورگان تعداد ٦٠ پرسشنامه‌ی سالم در اردیبهشت ماه ۱۳۹۸ تکمیل شده و تعداد ٥٤٠ مشاهده به‌دست آمد.

کدگذاری سطوح: پس از جمع‌آوری و تکمیل پرسشنامه‌ها داده‌ها به روش مناسب کدگذاری می‌شوند. در پژوهش حاضر از روش کدگذاری مجازی استفاده شده است. جهت انجام کدگذاری لازم است ابتدا متغیرهای مرتبط با هر ویژگی تعیین شود که تعداد آن‌ها از رابطه‌ی ۱ به‌دست می‌آید، که در آن L معرف تعداد سطوح هر ویژگی است.

$$\text{تعداد متغیرها} = \mathbf{L - 1} \qquad (۱)$$

مدل اقتصادی: در مدل‌های آزمون انتخاب فرض اصلی بر استفاده از مدل لاجیت شرطی مک فادن است اما نکته‌ی مهم در تبیین این مدل آن است که گزینش از میان مجموعه‌های انتخاب باید دارای ویژگی استقلال از گزینه‌های نامرتبط (فرض IIA[٥]) باشد. برای بررسی این فرض آزمون‌های مختلفی وجود دارد که از میان آن‌ها آزمون هاسمن–مک فادن کاربرد گسترده‌ای یافته است (Holmes et al., 2017).

معرفی مدل رگرسیون تجربی

مدل مورد استفاده در پژوهش حاضر یک مدل تجربی بوده که با در نظر داشتن مطالعات و پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌ی آزمون‌های انتخاب (از جمله Ruokamo (۲۰۱٦))، به صورت رابطه‌ی ۲ بیان می‌شود:

$$Choice_i = \mathrm{ASC} + \beta_1 X_{1i} + \cdots + \beta_s X_{1i} + \delta_1 Z_{1i} + \cdots + \delta_j Z_{ji} + \varepsilon_i \qquad (۲)$$

که در آن choice متغیر وابسته بوده و نشان‌دهنده‌ی انتخاب افراد است. این متغیر نشان‌گر انتخاب افراد از بین سه آلترناتیو (گزینه‌ی) موجود در هر مجموعه‌ی انتخاب است. ASC ثابت خاص آلترناتیو[٦] است که در صورت تمایل افراد به پرداخت مبلغ (گزینه‌های ۱ و ۲)، عدد ۱ و در صورت عدم تمایل آن‌ها برای پرداخت مبلغ یا حفظ وضعیت موجود (گزینه‌ی ۳)، مقدار صفر را می‌پذیرد. X ها ویژگی‌های مختص آلترناتیوها (سه ویژگی بام سبز به‌همراه قیمت) بوده و β ها نمایان‌گر ضرایب آن‌هاست. از آن‌جایی که ویژگی‌های فردی–اقتصادی افراد در طول آلترناتیوهای یک مجموعه‌ی انتخاب ثابت هستند، باید به‌صورت حاصل‌ضربی با یک ویژگی خاص مانند ثابت خاص آلترناتیو یا قیمت وارد مدل شوند. در این مطالعه حاصل‌ضرب این ویژگی‌ها با قیمت نتایج سازگارتری به‌دست داده و در نتیجه از آن استفاده شده است. در مدل فوق Z نمایان‌گر ویژگی‌های فردی–اقتصادی افراد بوده که به‌صورت حاصل ضرب با P (قیمت) آورده شده و δ ضرایب آن‌ها است.

مطابق با روش آزمون انتخاب تابع مطلوبیت غیرمستقیم برای هر پاسخگوی i (U) به دو بخش تقسیم می‌شود: یک بخش معین (V) که معمولا به‌عنوان یک شاخص خطی از ویژگی‌های گزینه‌های مختلف j در مجموعه انتخاب است و یک بخش تصادفی (ε) که اثرات غیرقابل مشاهده روی انتخاب افراد را نشان می‌دهد. رابطه‌ی ۳ تابع مطلوبیت غیرمستقیم را نشان می‌دهد (Cosmina et al., 2016; Bazzani et al., 2016):

$$U_{ij} = V_{ij}(X_{ij}) + \varepsilon_{ij} = \beta X_{ij} + \varepsilon_{ij} \qquad (۳)$$

پس از تخمین مدل، می‌توان قیمت‌های ضمنی را برای ویژگی‌ها و سطوح متناظر محاسبه کرد.

هنگامی که هزینه‌ی انتخاب هر گزینه به عنوان یکی از

ویژگی‌ها وارد شده باشد، می‌توان قیمت‌های جزئی را با استفاده از نرخ نهایی جانشینی محاسبه کرد که رابطه‌ی آن به‌صورت رابطه ٤ است.

$$WTP_j = -1 \times (\frac{\beta_i}{\beta_{price}}) \quad (٤)$$

پس از محاسبه‌ی تمایل به پرداخت افراد (WTP[۷])، اعداد آن به‌عنوان منافع محیط‌زیستی بام سبز وارد تحلیل اقتصادی شده و با هزینه‌های آن مقایسه می‌شود.

ارزیابی اقتصادی فرایندی ضروری جهت احتساب هزینه‌ها و منافع بالقوه یا آغازین یک استراتژی و بررسی امکان‌سنجی آن است (این کار از طریق تخمین و برآورد هزینه‌ها و منافع حاصل از اجرای هر پروژه در طول زمان صورت می‌گیرد). این تکنیک امکان مقایسه‌ی گزینه‌های جایگزین را فراهم آورده و در نتیجه یک سامانه‌ی نظام‌مند برای تصمیم‌گیری و بده–بستان فراهم می‌آورد (Mahmoud et al., 2017). براساس تعریفی دیگر، ارزیابی اقتصادی عبارت است از تحلیل تطبیقی راهکارهای گوناگون انجام یک برنامه یا طرح، برحسب هزینه‌ها و منافع حاصل از آن (Anderson, 2010). یکی از روش‌های ارزیابی اقتصادی که هم در پروژه‌های عمومی و هم در پروژه‌های خصوصی به‌کار گرفته می‌شود تحلیل "هزینه–فایده" است.

تحلیل هزینه–فایده یک نظریه‌ی زیربنایی در اقتصاد رفاه نئوکلاسیک است که با جهت‌گیری الگوی اقتصاد خرد نئوکلاسیکی و تاکید آن بر نقش قیمت‌ها در تخصیص منابع هماهنگ است. به‌طور کلی هدف آن کمک به تصمیم‌گیری اجتماعی بوده و به‌طور خاص، اهدافی نظیر تسهیل تخصیص منابع جامعه به‌شیوه‌ای کارا را، دنبال می‌کند. به بیان دیگر در تحلیل هزینه–فایده در پی آن هستیم که تمام فواید و هزینه‌هایی که به کل جامعه (افراد، بنگاه‌ها و ...) تحمیل می‌شود را در نظر بگیریم (Boardman et al., 2018). به‌منظور قبول یا رد طرح سرمایه‌گذاری در چارچوب این تحلیل، سه معیار به‌کار گرفته می‌شوند که عبارتند از: نسبت فایده به هزینه، ارزش حال خالص (NPV[۸]) و نرخ بازده داخلی (IRR[۹]) (Boardman et al., 2018; Keong Choy, 2018).

نسبت فایده به هزینه (BCR): این شاخص از تقسیم ارزش فعلی فواید به ارزش فعلی هزینه‌ها به‌صورت رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (٥)$$

که در آن r نمایانگر نرخ بهره بوده، B_t و C_t به‌ترتیب منافع و هزینه‌های طرح در سال t را نشان می‌دهند. اگر نرخ بهره انعکاس‌دهنده‌ی هزینه فرصت منابع باشد، می‌توان در مورد طرح سرمایه‌گذاری به این ترتیب عمل کرد: اگر $BCR > 1$، طرح دارای توجیه اقتصادی بوده و پذیرفته می‌شود. اگر $BCR = 1$، طرح دارای توجیه اقتصادی بوده اما نمی‌توان در خصوص پذیرش یا عدم پذیرش آن اظهار نظر کرد. اگر $BCR < 1$، طرح فاقد توجیه اقتصادی بوده و پذیرفته نمی‌شود.

ارزش حال خالص (NPV): این شاخص تفاوت بین جریانات نقدی تنزیل شده‌ی مورد انتظار و سرمایه‌گذاری اولیه است. اگر I میزان سرمایه‌ی سال صفر، و B_1 تا B_n درآمدهای حاصل از پروژه به‌ترتیب در سال‌های ۱ تا n و نیز C_1 تا C_n هزینه‌های پروژه در سال‌های مختلف باشد، ارزش فعلی تنزیل شده‌ی پروژه به‌صورت رابطه ٦ است.

$$NPV = -I + \frac{(B_1 - C_1)}{(1+r)} + \frac{(B_2 - C_2)}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{(B_n - C_n)}{(1+r)^n} \quad (٦)$$

معیار تصمیم‌گیری براساس ارزش حال خالص را می‌توان به این صورت بیان کرد: اگر $NPV > 0$، طرح دارای توجیه اقتصادی بوده و پذیرفته می‌شود. اگر $NPV = 0$، طرح دارای توجیه اقتصادی بوده اما نمی‌توان در خصوص پذیرش یا عدم پذیرش طرح اظهار نظر کرد. اگر $NPV < 0$، طرح فاقد توجیه اقتصادی بوده و پذیرفته نمی‌شود.

نرخ بازده داخلی (IRR): نرخ بازده داخلی معادل نرخ سودی است که سرمایه‌گذار می‌تواند با سرمایه‌گذاری در

یک طرح کسب کند. نرخ بازده داخلی نرخ تنزیلی است که در آن NPV مساوی صفر است. به عبارتی دیگر،IRR نرخ تنزیلی است که بـر اساس آن ارزش فعلی فواید برابر با ارزش فعلی هزینه‌ها است. با قرار دادن NPV مساوی با صفر و با مجهول در نظر گرفتن r، نرخ بازده داخلی به‌صورت رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{(B_t - C_t)}{(1+IRR)^t} - I = 0 \qquad (۷)$$

در این رابطهr نرخ تنـزیل بوده که بازتابی از هزینه‌های از دست رفته‌ی منابع در طرح مزبور است. در یک طرح قابل قبول، نرخ بازده داخلی از نرخ تنزیل طرح (نرخ بهره‌ی بازار) بزرگتر است. به‌طور کلی می‌توان سه حالت برای نرخ بازده داخلی متصور شد: اگر[۱۰] $IRR > MARR$، طرح دارای توجیه اقتصادی بوده و پذیرفته می‌شود. اگر $IRR = MARR$، طرح دارای توجیه اقتصادی بوده اما نمی‌توان در خصوص پذیرش یا عدم پذیرش آن اظهار نظر کرد. اگر $IRR < MARR$، طرح فاقد توجیه اقتصادی بوده و پذیرفته نمی‌شود. که در آن‌ها MARR برابر حداقل نرخ بازده قابل قبول است.

مفروضات مورد استفاده در تحلیل هزینه-فایده در جدول ۳ قابل مشاهده است.

جدول ۳. مفروضات مورد استفاده در تحلیل هزینه-فایده

عنوان	واحد	شرح
سال پایه	سال	۱۳۹۸
دوره بررسی	سال	۳۰
نرخ تنزیل	درصد	۲۵
هزینه اولیه اجرای بام سبز	میلیون ریال بر متر مربع	۱۰
هزینه نگهداری و آبیاری (هزینه ماهانه×۱۲)	سالانه – میلیون ریال بر متر مربع	۳/۶
هزینه تعویض عایق بام معمولی	میلیون ریال بر متر مربع	۰/۵
ارزش‌افزوده ی ملک در منطقه ۹ شهرداری تهران*	سالانه – میلیون ریال بر متر مربع	۳/۵
ارزش زیبایی، تفریح و سلامت در منطقه ۹ شهرداری تهران:		
با احتساب تمایل به پرداخت بیشینه	سالانه – میلیون ریال بر متر مربع	۶/۲
با احتساب تمایل به پرداخت متوسط	سالانه – میلیون ریال بر متر مربع	۵/۴۴
با احتساب تمایل به پرداخت کمینه	سالانه – میلیون ریال بر متر مربع	۴/۶۹

منبع: یافته‌های پژوهش

لازم به ذکر است ارزش‌افزوده‌ی ملک یکی از منافع اقتصادی بام سبز است که به‌جهت اضافه نمودن یک گزینه‌ی رفاهی به ساختمان ایجاد می‌شود. با توجه به پژوهش‌های Feng و Hewage (۲۰۱۸) و Hewage و Bianchini (۲۰۱۲)، هم‌چنین تحقیقات میدانی صورت گرفته، ارزش‌افزوده‌ای که بام سبز برای ساختمان ایجاد می‌کند معادل ۵ درصد قیمت هر مترمربع از ساختمان است. این میزان برای منطقه ۲ شهرداری تهران (با میانگین قیمت متر مربعی ۷۰ میلیون ریال در فروردین ماه ۱۳۹۸)، معادل ۳/۵ میلیون ریال به ازای هر مترمربع بوده است.

نتایج

نتایج توصیفی

جدول ٤ نشان‌دهنده ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی پاسخ‌گویان است. ۵۳/۳ درصد پاسخ‌دهندگان این منطقه را مردان و ٤٦/۷ درصد را زنان به خود اختصاص داده‌اند. میانگین سنی افراد پاسخ‌گو ٤۰/۷ سال بوده است که بیشترین فراوانی نسبی مربوط به دسته‌ی "کمتر از ۳۰ سال" و "۳۰ تا ٤۰ سال" و کمترین فراوانی نسبی مربوط به دسته‌ی افراد دارای بالای ۵۰ سال سن است. از نظر وضعیت تاهل بیشتر افراد پاسخ‌گو متاهل بوده‌اند که ۸۷ درصد افراد را تشکیل داده‌اند (شایان ذکر است جهت بالا

بردن دقت پرسشنامه، پاسخ‌دهندگانی که مجرد بوده و در خانه‌ی پدری خود یا همراه با خانواده زندگی می‌کنند از نمونه‌ی مورد بررسی حذف شده‌اند. به‌این ترتیب تمامی افراد پاسخ‌گو درک نسبتاً درستی از هزینه‌های زندگی و مسکن محل سکونت خود داشته‌اند). در خصوص تعداد اعضای خانواده (یا تعداد نفرات هم‌خانه)، میانگین اعضا ۳/۱۸ نفر است که بیش‌ترین فراوانی نسبی مربوط به دسته‌ی "۲ نفر و کمتر" و کمترین فراوانی نسبی مربوط به دسته‌ی "بیش از ۵ نفر" است. در مورد سطح تحصیلات، بیش‌ترین فراوانی مربوط به سطح کارشناسی بوده و میانگین سطح تحصیلات معادل ۱۴/۹۸ سال است که نشان‌گر بالا بودن میزان عمومی تحصیلات در بین پاسخ‌دهندگان است. با توجه به داده‌ها ۹۱/۶ درصد افراد پاسخ‌گو را شاغلین و ۸/۴ درصد افراد را بیکاران تشکیل می‌دهند (شایان ذکر است دانشجویان و زنان خانه‌دار در دسته‌ی بیکاران قرار گرفته‌اند). در خصوص هزینه‌های ماهانه، بیشترین فراوانی مربوط به دسته‌ی ۱۰ تا ۳۰ میلیون ریال است که ۵۸/۳۳ درصد افراد را به خود اختصاص داده است. در مورد وضعیت مالکیت مسکن محل سکونت، اکثریت افراد را مالکین تشکیل داده‌اند که ۶۱/۶ درصد پاسخ‌دهندگان را به خود اختصاص داده و ۳۸/۴ درصد را مستاجرین تشکیل می‌دهند. از میان این افراد ۶۷ درصد در خانه‌های آپارتمانی و ۳۳ درصد در خانه‌های ویلایی زندگی می‌کنند. اکثر پاسخ‌دهندگان در طبقه اول (با فراوانی نسبی ۴۰ درصد) ساکن بوده و میانگین طبقه‌ی سکونت برابر با ۲/۴ بوده است.

جدول ۴. ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی پاسخ‌گویان

متغیر	فراوانی نسبی (درصد)		میانگین	متغیر	فراوانی نسبی (درصد)		میانگین
وضعیت اشتغال	شاغل	۹۱/۶	–	**جنسیت**	مرد	۵۳/۳	–
	بیکار	۸/۴			زن	۴۶/۷	
میزان مخارج ماهانه خانواده (میلیون ریال)	۱۰ تا ۳۰	۵۸/۳۳	۳۵ میلیون ریال	**سن (سال)**	کمتر از ۳۰	۴۰	۴۰/۷ سال
	۳۰ تا ۵۰	۳۰/۰۰			۳۰ تا ۴۰	۴۰	
	۵۰ تا ۷۰	۸/۳۳			۴۰ تا ۵۰	۱۶/۶۷	
	۷۰ تا ۹۰	۳/۳۳			۵۰ به بالا	۳/۳۳	
وضعیت مالکیت مسکن محل سکونت	مالک	۶۱/۶	–	**وضعیت تاهل**	متاهل	۸۷	–
	مستاجر	۳۸/۴			مجرد	۱۳	
نوع مسکن محل سکونت	آپارتمانی	۶۷/۰	–	**تعداد اعضای هم‌خانه**	۲ نفر و کمتر	۳۸/۳۳	۳/۱۸ نفر
	ویلایی	۳۳/۰			۳ نفر	۲۰	
طبقه سکونت	۱	۴۰	۲/۴		۴ نفر	۲۸/۳۳	
	۲	۲۱/۶۷			بیش از ۵ نفر	۱۳/۳۳	
	۳	۱۳/۳۳		**سطح تحصیلات**	زیر دیپلم	۱۶/۶۷	۱۴/۹۸ سال
	۴ به بالا	۲۵			دیپلم	۱۰/۰۰	
					فوق‌دیپلم	۱۰/۰۰	
					کارشناسی	۳۰/۰۰	
					کارشنلسی‌ارشد	۲۸/۳۳	
					دکترا	۵/۰۰	

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج برآورد مدل لاجیت شرطی

مطابق جدول ۵ مقدار Peseudo R2 در این مدل معادل ۰/۲۸۹۶ است که مقداری قابل قبول است. مقدار آماره‌ی χ^2 که نسبت راست‌نمایی بوده و معنی‌داری کلی ضرایب را نشان می‌دهد برابر ۱۵۳/۹۸ بوده و احتمال مربوط به آن صفر است که بیان‌گر معنی‌داری کلی مدل و مناسب بودن مدل و متغیرهای مورد استفاده در آن است. در میان ویژگی‌های بام سبز که مورد انتخاب قرار می‌گیرند به‌جز متغیرهای ثابت خاص آلترناتیو، روش ساخت گسترده، روش ساخت متمرکز و پوشش غالب چمن، سایر متغیرها معنی‌دار هستند. به‌لحاظ علامت ضرایب مشاهده می‌شود که ثابت خاص آلترناتیو دارای علامت منفی است که نشان می‌دهد پاسخ‌دهندگان به‌طور کلی تمایلی به پرداخت مبلغ و تغییر وضعیت کنونی بام خود نداشته و با این کار مطلوبیت آن‌ها افزایش نمی‌یابد. در میان ویژگی‌ها پوشش ترکیبی، دارای ضریب منفی است که به معنی آن است که در میان پاسخ‌دهندگانی که تمایل به پرداخت دارند، افراد استفاده از پوشش ترکیبی را به وضعیت کنونی بام خود ترجیح نداده و با تغییر از وضعیت کنونی مطلوبیت آن‌ها افزایش نمی‌یابد. درصد سبزینگی بین ۳۰ درصد تا ۶۰ درصد و بیش از ۶۰ درصد دارای ضریب مثبت هستند، به آن معنا که هرچه از وضعیت کنونی بام فاصله گرفته و به سمت سبز شدن پیش می‌رویم تمایل افراد به پرداخت مبلغ افزایش می‌یابد. در خصوص ویژگی قیمت، منفی بودن ضریب نشان‌گر آن است که با افزایش هزینه‌ی بام سبز، تمایل افراد به پرداخت مبلغ جهت استفاده از این تکنولوژی کاهش می‌یابد. با مقایسه‌ی نتیجه‌ی این پژوهش (در خصوص ویژگی قیمت) با سایر مطالعات انجام شده، مشاهده شد که ضریب ویژگی قیمت در غالب مطالعات آزمون انتخاب (مانند شرزه‌ای و عبدالله زاده اول (۱۳۹۰)؛ صالح‌نیا و همکاران (۱۳۹۲) و جلیلی کامجو و همکاران (۱۳۹۲)) منفی بوده، اما در مواردی هم ضریب مثبت برای آن مشاهده شد که ازجمله می‌توان به مطالعه‌ی عیسی‌زاده و همکاران (۱۳۹۱)، اشاره کرد.

در بین ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی پاسخ‌گویان، متغیر جنسیت، دارای ضریب مثبت بوده که نشان‌دهنده‌ی تمایل بیشتر مردان پاسخ‌گو نسبت به زنان پاسخ‌گو برای پرداخت مبلغ اضافی جهت احداث بام سبز است. ضریب منفی مخارج بیانگرآن است که با افزایش مخارج خانوار، تمایل به پرداخت افراد کاهش می‌یابد. باتوجه به این مسئله که بام سبز از امکانات اساسی و ضروری ساختمان به‌شمار نمی‌رود، مطابق انتظار است که افزایش مخارج خانوار تمایل آن‌ها برای پرداخت را کاهش دهد. چرا که خانواده‌های پرجمعیت مخارج بیشتری داشته و دارای هزینه‌های ضروری‌تری نسبت به احداث بام سبز هستند. متغیر دیگری که دارای علامت مثبت است تحصیلات بوده که نشان‌گر رابطه‌ی مستقیم تمایل به پرداخت افراد با سال‌های تحصیل بوده، به این معنا که هرچه افراد از تحصیلات بالاتری برخوردار بوده‌اند تمایل به پرداخت بیشتری برای داشتن بام سبز داشته‌اند. متغیرهای وضعیت مالکیت منزل و نوع منزل نیز دارای ضرایب مثبت هستند که باتوجه به کدگذاری‌های انجام شده نشان‌گر آن است که مالکین نسبت به مستاجرین و دارندگان منازل ویلایی/ حیاط‌دار نسبت به دارندگان منازل آپارتمانی تمایل بیشتری برای پرداخت مبلغ اضافه داشته‌اند. به‌طور معمول خانواده‌هایی که از توانایی مالی بالاتری برخوردار هستند ترجیح می‌دهند در خانه‌های ویلایی یا حیاط‌دار سکونت داشته باشند. با در نظر داشتن این موضوع و لحاظ این مسئله که بام سبز یکی از امکانات لوکس برای ساختمان به‌شمار می‌رود، می‌توان به علت تمایل بیشتر آن‌ها به پرداخت برای بام سبز پی برد. با مقایسه‌ی نتایج مربوط به تاثیر ویژگی‌های اقتصادی- اجتماعی این بخش از پژوهش با سایر مطالعات انجام شده، مشاهده شد که در خصوص ویژگی جنسیت نتایج متفاوتی به لحاظ تاثیر مثبت یا منفی این ویژگی بر تمایل به پرداخت به‌دست آمده که باتوجه به حوزه‌های مطالعاتی مختلف و نوع کدگذاری متفاوت

پژوهشگران دور از انتظار نیست. حتی در مواردی مشاهده شده که اثر جنسیت بر یک ویژگی مثبت و بر ویژگی دیگر منفی است. به‌طور مثال در مطالعه‌ی امیرنژاد و همکاران (۱۳۹۶)، اثر متقابل جنسیت با دو ویژگی آورده شده که بر یکی از آن‌ها مثبت و بر دیگری منفی است. در مورد اثر متقابل درآمد یا مخارج با قیمت، نتایج مطابق انتظار است. به‌طور معمول افزایش مخارج منجر به کاهش تمایل به پرداخت افراد شده و افزایش درآمد منجر به افزایش آن می‌شود. که با نتایج پژوهش حاضر با مطالعات هاشمی بناب و همکاران (۱۳۹۱)، شرزه‌ای و ماجد (۱۳۹٤) و وکیلی قصریان (۱۳۹۳)، سازگار است. اثر تحصیلات بر تمایل به پرداخت نیز در غالب موارد مثبت مشاهده شد، در این زمینه مطالعات بسیاری ازجمله جلیلی کامجو و همکاران (۱۳۹۲)، امیرنژاد و همکاران (۱۳۹٦)، صالح‌نیا (۱۳۹۰) موجود است. اما در مواردی خاص اثر منفی تحصیلات بر تمایل به پرداخت نیز وجود دارد که ازجمله‌ی آن‌ها می‌توان به مطالعه‌ی شرزه‌ای و ماجد (۱۳۹٤) اشاره کرد. در مورد وضعیت تاهل مطالعات زیادی مشاهده نشد که این ویژگی را در مدل خود جای داده باشند. در خصوص وضعیت مالکیت منزل قابل ذکر است که با توجه به طراحی و اجرا شدن پرسشنامه‌ی پژوهش حاضر برای منظوری خاص، تلاش شده است سوالات متناسب با هدف پژوهش طراحی شود و در نتیجه این ویژگی و نتایج آن مختص این پژوهش است.

در پژوهش‌های آزمون انتخاب، جهت استفاده‌ی کاربردی‌تر از ضرایب به‌دست آمده، مطابق با رابطه‌ی ۲، نرخ نهایی جانشینی بین ویژگی‌ها و متغیر قیمت محاسبه می‌شود.

جدول ۵. نتایج برآورد مدل لاجیت شرطی هایبرید

نماد	متغیر	ضریب	خطای استاندارد	آماره Z	سطح معنی‌داری
ASC	ثابت خاص آلترناتیو	-۰/۱۶۷۴	۰/۴۸۶۶	-۰/۳۴	۰/۷۳۱
gostarde	روش ساخت گسترده	-۰/۳۰۸۲	۰/۴۱۰۳	-۰/۷۵	۰/۴۵۳
motemarkez	روش ساخت متمرکز	۰/۲۶۳۸	۰/۳۴۳۰	۰/۷۷	۰/۴۴۲
chaman	پوشش غالب چمن و گیاهان علفی	-۰/۲۳۰۰	۰/۲۹۹۸	-۰/۷۷	۰/۴۴۳
tarkibi	پوشش ترکیبی از گیاهان علفی و فانتزی	**-۰/۷۳۲۹	۰/۳۷۲۷	-۱/۹۷	۰/۰۴۹
more_than_60	درصد سبزینگی بام بین ۳۰ درصد تا ۶۰ درصد	***۱/۱۸۷۱	۰/۳۹۶۸	۲/۹۹	۰/۰۰۳
mid	درصد سبزینگی بام بیش از ۶۰ درصد	**۱/۵۶۷۳	۰/۶۷۸۳	۲/۳۱	۰/۰۲۱
pr	قیمت	***-۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۰۹	-۲/۸۲	۰/۰۰۵
prgnr	قیمت × جنسیت	***۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۳	۲/۸۶	۰/۰۰۴
prHhExpmtoman	قیمت × مخارج	***-۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۱	-۵/۰۰	۰/۰۰۰
prEdu	قیمت × تحصیلات	***۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۲/۸۷	۰/۰۰۴
prHousestatus	قیمت × وضعیت مالکیت منزل	*۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۳	۱/۸۳	۰/۰۶۸
prHouseType	قیمت × نوع منزل	***۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۳	۲/۸۱	۰/۰۰۵

Prob > chi2 = 0/0000
Peseudo R2 = 0/2896

N = 540
LR chi2 = 153/98
Log likelihood = -188/86067

*** معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد** ** معنی‌داری در سطح ۵ درصد *** معنی‌داری در سطح ۱ درصد

منبع: یافته‌های پژوهش

از جمله مواردی که در تقاضا برای کالاهای محیط‌زیستی و گردشگری وجود دارد، عدم تجانس ترجیحات است که به دلیل تفاوت در سلیقه‌ی افراد ایجاد می‌شود. وارد کردن متغیرهای اقتصادی- اجتماعی راه حلی است که برای رفع

این مورد به‌کار گرفته می‌شود اما از آن‌جا که این متغیرها برای هر فرد مقادیر ثابتی هستند، باید با استفاده از اثرات متقابل وارد مدل شوند. به این مدل که ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی افراد در آن لحاظ می‌شود مدل هایبرید گفته می‌شود (وکیلی قصریان، ۱۳۹۳؛ وهابی‌راد، ۱۳۹۵). در پژوهش حاضر از اثرات متقابل قیمت با متغیرهای اقتصادی- اجتماعی افراد استفاده شده است. در مدل تخمین زده شده، از میان متغیرهای اجتماعی-اقتصادی افراد، متغیرهای جنسیت، مخارج، تحصیلات، وضعیت تاهل و وضعیت مالکیت منزل، نتایج سازگارتری داشته و به‌صورت حاصل‌ضرب با متغیر قیمت وارد مدل شدند. پیش از تفسیر نتایج مدل برآورد شده لازم است فرض استقلال گزینه‌های نامرتبط (IIA) مورد بررسی قرار گیرد، زیرا در صورت عدم پذیرش این فرض، احتمال ایجاد تورش در نتایج وجود داشته و باید از مدل دیگری استفاده شود. مطابق با جدول ٦ نتایج آزمون هاسمن-مک فادن نشان می‌دهد که فرض استقلال گزینه‌های نامرتبط رد نشده و مدل لاجیت شرطی مدل مناسبی جهت تخمین است. همان‌طور که در جدول ٦ مشاهده می شود فرض صفر رد نشده و نتایج مدل برآورد شده قابل استناد است.

جدول ٦. نتایج آزمون هاسمن- مک فادن برای مدل لاجیت شرطی

گزینه‌ی حذف شده	آماره	سطح معنی‌داری
گزینه‌ی اول	۱۵/۲۳	۰/۰۵۳۶
گزینه‌ی دوم	۱۳/۵۶	۰/۰۷۸۴

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۷ نتایج حاصل از محاسبه‌ی تمایل به پرداخت‌ها را برای کارکرد زیبایی، تفریح و سلامت بام سبز نشان می‌دهد. جهت انجام دقیق‌تر تحلیل‌ها و احتساب تمام حالت‌ها، بررسی‌ها در سه سناریوی بیشینه، متوسط و کمینه انجام شده که به‌ترتیب نشان‌دهنده‌ی بیشترین، میانگین و کمترین تمایل به پرداخت افراد برای هر ویژگی و در نهایت مجموع ویژگی‌ها است.

جدول ۷. نتایج تمایل به پرداخت برای ویژگی‌های بام سبز

ویژگی	روش اجرا	نوع پوشش	درصد سبزینگی بام	جمع (میلیون ریال بر مترمربع)
تمایل به پرداخت بیشینه (میلیون ریال بر مترمربع)	-	-۲/۸۹	۶/۲	۶/۲
تمایل به پرداخت متوسط (میلیون ریال بر مترمربع)	-	-۲/۸۹	۵/۴۴	۵/۴۴
تمایل به پرداخت کمینه (میلیون ریال بر مترمربع)	-	-۲/۸۹	۴/۶۹	۴/۶۹

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با جدول ۷، بیشترین مبلغی که افراد تمایل به پرداخت آن را دارند معادل ٦/٢ میلیون ریال بر مترمربع و کمترین میزان تمایل به پرداخت معادل ٤/٦٩ میلیون ریال بر مترمربع است. هم‌چنین می‌توان گفت افراد به‌طور متوسط حاضرند مبلغی معادل ٥/٤٤ میلیون ریال بر مترمربع برای بام سبز بپردازند. در این بین بیشترین تمایل به پرداخت با رقمی معادل ٦/٢ میلیون ریال بر مترمربع مربوط به درصد سبزینگی بیشتر از ٦٠ درصد بوده و کمترین تمایل به پرداخت مربوط به درصد سبزینگی بین ۳۰ درصد تا ٦٠ درصد بوده که رقمی برابر با ٤/٦٩ میلیون ریال بر مترمربع دارد. شایان ذکر است با توجه به عدم معنی‌داری ضرایب برای ویژگی روش اجرا و منفی شدن ضرایب نوع پوشش، این ضرایب در تحلیل‌ها وارد نشده و در نتیجه تمایل به پرداخت کل معادل تمایل به پرداخت افراد برای

درصد سبزینگی بام به‌دست آمده است.

شاخص‌های سودآوری

در این بخش نتایج شاخص‌های ارزیابی اقتصادی که در روش تحقیق ذکر شد، ارائه می‌شود. این شاخص‌ها ابتدا از دید اقتصادی محاسبه شده‌اند، به این معنا که تنها هزینه‌ها و منافع اقتصادی بام سبز در نظر گرفته شده‌اند. سپس با وارد کردن منافع محیط‌زیستی، احداث بام سبز از دید اقتصادی- محیط‌زیستی مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۸. شاخص‌های سودآوری منطقه ۹ شهرداری تهران

	ارزش حال خالص (NPV)(میلیون ریال)	نرخ بازده داخلی (IRR)	نسبت فایده به هزینه (BCR)
اقتصادی	-۱۰/۳۸۵	-	۰/۸۸
اقتصادی- محیط‌زیستی			
با احتساب تمایل به پرداخت بیشینه	۱۴/۳۸۵	۶۱ درصد	۲/۱۱
با احتساب تمایل به پرداخت متوسط	۱۱/۳۴۹	۵۳ درصد	۱/۹۲
با احتساب تمایل به پرداخت کمینه	۸/۳۵۳	۴۶ درصد	۱/۷۴

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود از دیدگاه صرفا اقتصادی، اعداد مربوط به شاخص‌های سودآوری حاکی از آن است که اگر تنها منافع و هزینه‌های اقتصادی احداث بام سبز را در نظر بگیریم، این طرح در این منطقه دارای توجیه‌پذیری نیست. به‌طوری که در دوره‌ی مورد بررسی ارزش حال خالص برای این منطقه عددی کوچک‌تر از صفر بوده و نرخ بازده داخلی برای آن تعریف نمی‌شود. اما با وارد کردن منافع محیط‌زیستی این اعداد بهبود می‌یابند. به‌طوری که در حالت بیشینه‌ی تمایل به پرداخت، ارزش حال خالص به عدد ۱٤/۳۸۵ میلیون ریال بر متر مربع رسیده است. در این حالت نرخ بازده داخلی به عدد ٦۱ درصد می‌رسد. با احتساب متوسط تمایل به پرداخت ارزش حال خالص به رقم ۱۱/۳٤۹ میلیون ریال بر متر مربع می‌رسد. در این حالت نرخ بازده داخلی به عدد ۵۳ درصد می‌رسد. با در نظر گرفتن کمینه‌ی تمایل به پرداخت، ارزش حال خالص به رقم ۸/۳۵۳ میلیون ریال بر متر مربع می‌رسد که در این حالت نرخ بازده داخلی به عدد ٤٦ درصد خواهد رسید.

بحث و نتیجه‌گیری

رواج آپارتمان‌نشینی، کمبود سرانه فضای سبز و ارزش بالای زمین از جمله عواملی است که نیاز شهرنشینان به محیطی جهت کسب آرامش را افزایش داده است. باتوجه به اهمیت این موضوع برای کلانشهر تهران، پژوهش حاضر در این حوزه‌ی جغرافیایی صورت گرفته و هدف اصلی و نهایی آن بررسی توجیه‌پذیری اقتصادی احداث بام سبز در منطقه ۹ شهرداری شهر تهران بوده است. سال ۱۳۹۸ به عنوان سال پایه در نظر گرفته شده و روش‌های آزمون انتخاب و تحلیل هزینه-فایده، با به کار گیری نرم‌افزارهای Microsoft Office، SPSS و STATA پیاده‌سازی شد. نتایج نشان داد که احداث بام سبز تنها با در نظر گرفتن منافع و هزینه‌های اقتصادی، فاقد توجیه‌پذیری بوده، به‌طوری که ارزش حال خالص برابر ۱۰/۳۸۵- میلیون ریال بر مترمربع بوده که کوچک‌تر از صفر بودن آن بیان‌گر عدم توجیه‌پذیری است، و در نتیجه نرخ بازده داخلی برای آن تعریف نمی‌شود. با افزودن منافع و هزینه‌های محیط‌زیستی، با احتساب بیشینه‌ی تمایل به پرداخت، ارزش حال خالص به عدد ۱٤/۳۸۵ میلیون ریال می‌رسد. در این حالت نرخ بازده داخلی معادل ٦۱ درصد است. با احتساب متوسط تمایل به پرداخت، ارزش حال خالص به رقم ۱۱/۳٤۹ میلیون ریال می‌رسد. در این حالت نرخ بازده داخلی برابر با

۵۳ درصد است. با احتساب کمینه‌ی تمایل به پرداخت، ارزش حال خالص به رقم ۸/۳۵۳ میلیون ریال می‌رسد که در این حالت نرخ بازده داخلی با به عدد ٤٦ درصد خواهد رسید. باتوجه به مبانی نظری حوزه‌ی ارزیابی اقتصادی، مثبت بودن ارزش حال خالص، بیشتر بودن نرخ بازده داخلی از نرخ بهره‌ی رایج در کشور (نرخ سود بانکی) و بزرگتر از یک بودن نسبت فایده به هزینه، یک پروژه را از دیدگاه اقتصادی توجیه‌پذیر می‌سازد، که با احتساب تنها دو فایده (زیبایی، تفریح، سلامت و ارزش‌افزوده‌ی اقتصادی) از بین تمام منافع بام سبز، در منطقه ۹ شهرداری تهران، این پروژه از بعد صرفا اقتصادی فاقد توجیه‌پذیری بوده و با ورود منافع محیط‌زیستی توجیه‌پذیر است. با توجه به نتایج به‌دست آمده از جمع‌آوری پرسشنامه در بخش نگرش فردی- اقتصادی، اکثریت افراد معتقد بوده‌اند در شهر تهران فرهنگ استفاده از بام سبز به‌صورت اشتراکی وجود ندارد، لذا ضرورت فرهنگ‌سازی در این حوزه احساس شده و لازم است مذاکره و رایزنی با سازمان‌هایی نظیر سازمان حفاظت محیط‌زیست و شهرداری، جهت اقدام به آموزش و فرهنگ‌سازی در حوزه‌ی استفاده از این فضاهای مشترک انجام شود. هم‌چنین اکثریت افراد معتقدند استفاده از این فناوری هزینه‌ی زیادی داشته و به‌کارگیری آن نیاز به حمایت سازمان‌های دولتی و وجود مشوق دارد. لذا پیشنهاد می‌شود شهرداری منطقه از طریق سیاست‌گذاری‌های تشویقی در زمینه‌هایی چون اخذ عوارض، صدور پایان کار، اخذ جواز و تراکم وارد عمل شود. در پایان به‌نظر می‌رسد تخمین ارزش سایر کارکردهای بام سبز در این منطقه مفید واقع شود. چرا که ارزش کارکردهایی مثل کاهش آلودگی صوتی و کاهش مصرف انرژی به ویژگی‌های محیطی و اقلیمی منطقه وابسته بوده و جهت تخمین ارزش این کارکردها لازم است در هر شهر به‌صورت جداگانه اقدام به پژوهش صورت گیرد که با توجه به محدودیت زمانی، این کارکردها در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار نگرفتند.

یادداشت‌ها

1. Leed and Breeam
2. Payback Period
3. Benefit-Cost Ratio
4. Alternative
5. Independence of Irrelative Alternatives
6. Alternative Specific Constant
7. Willing to Pay
8. Net Present Value
9. Internal Rate of Return
10. Minimum Acceptable Rate of Return

فهرست منابع

امیرنژاد، ح؛ حیدری ظهیری، ن؛ شاهپوری، ا، (۱۳۹٦). ارزش اقتصادی ویژگی‌های چندگانه برنج مبتنی بر رویکرد ترجیحات اظهار شده مصرف‌کنندگان شهر ساری، *تحقیقات اقتصادی*، ۳، صص ۵۱۲-٤۹۵.

تقوی، ل، (۱۳۹۳). نقش بام و دیوار سبز در توسعه پایدار شهری، *پایداری توسعه و محیط‌زیست*، ۱، صص۳٦-۲۰.

جلیلی کامجو، پ؛ خوش اخلاق، ر؛ فطرس، م. ح؛ درخشان، م، (۱۳۹۲). برآورد ترجیحات شهروندان بومی و غیربومی در برخورد با خدمات اکوسیستمی زاینده‌رود: رویکرد مدلسازی انتخاب، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ٤۲، صص ۱-۲٤.

حق‌جو، م، (۱۳۹٤). *برآورد ارزش اقتصادی جنگلهای ارسباران (مقایسه رهیافتهای آزمون انتخاب و رتبه بندی مشروط)*، رساله دکتری، استاد راهنما: حیاتی، ب. اقتصاد کشاورزی. دانشگاه تبریز.

خداوردیزاده، م؛ خلیلیان، ص؛ حیاتی، ب؛ پیش‌بهار، ا، (۱۳۹۲). برآورد ارزش پولی کارکردها و خدمات منطقه حفاظت شده مراکان با استفاده از روش آزمون انتخاب، *فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۱۰، صص ۲۹۰-۲٦۷.

دهقان، م، (۱۳۹۶). *ارزش‌گذاری اقتصادی منطقه حفاظت شده بینالود با استفاده از آزمون انتخاب و نرم‌افزار STATA*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، اساتید راهنما: قلیچی پور، ز؛ محمدی، م. مهندسی منابع طبیعی. دانشگاه حکیم سبزواری.

ذوالفقاری، س.ع؛ طالب، م؛ قادری، س.م، (اردیبهشت۱۳۹٤). *ارزیابی تاثیر پوشش گیاهی بام سبز بر صرفه‌جویی انرژی ساختمان در دو اقلیم تهران و تبریز، سومین همایش ملی اقلیم ساختمان و بهینه‌سازی مصرف انرژی (با رویکرد توسعه پایدار)*، سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان، أصفهان، ایران.

شرزه‌ای، غ؛ جاویدی عبداله‌زاده‌اول، ن، (۱۳۹۰). درونی‌سازی هزینه‌های جانبی در تولید برق به روش آزمون انتخاب، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۲۹، صص ۲۹-۱.

شرزه‌ای، غ؛ ماجد، و، (۱۳۹٤). ارزشگذاری بهبود کارکردهای زیست محیطی رودخانه زرینه‌رود با استفاده از روش آزمون انتخاب، *فصلنامه علوم محیطی*، ۲، صص ۱٤٤-۱۳۳.

صابری‌فر، ر، (۱۳۹۸). عوامل موثر بر نگرش شهروندان نسبت به توسعه بام‌های سبز (نمونه موردی شهر مشهد)، *فصلنامه مطالعات مدیریت شهری*، ۳۷.

صالح‌نیا، م، (۱۳۹۰). *برآورد تمایل به پرداخت جهت بهبود وضعیت زیست‌محیطی دریاچه ارومیه*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، استاد راهنما: حیاتی، ب. مهندسی اقتصاد کشاورزی. دانشگاه ارومیه.

صالح نیا، م؛ حیاتی، ب؛ قهرمان‌زاده. م؛ مولایی، م، (۱۳۹۲). برآورد ارزش بهبود وضعیت زیست‌محیطی دریاچه ارومیه: کاربرد روش آزمون انتخاب، *نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی*، ٤، صص ۲۷٦-۲٦۷.

علوی بجستان، ز، (اردیبهشت ۱۳۹۳). *بام سبز راهی برای احیا و حفظ محیط‌زیست*، نخستین کنفرانس ملی ساختمان سبز، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

عیسی‌زاده، س؛ جلیلی کامجو، پ؛ مددی، س؛ محمودی‌نیا، د، (۱۳۹۱). ارزشگذاری کالاهای غیربازاری مبتنی بر رویکرد ترجیحات بیان شده، *اقتصاد منابع طبیعی*، ۱، صص۳٦-۲۱.

مافی، ع؛ داوری نژاد مقدم، م، (آذر۱۳۹۱). *شناخت ابعاد پایداری و ارتقا آن به منظور دستیابی به توسعه پایدار شهری، دومین کنفرانس ملی توسعه پایدار و عمران شهری*، مؤسسه آموزش عالی دانش‌پژوهان، اصفهان، ایران.

محمدی، ا، (۱۳۹٤). *فواید اقتصادی و آثار محیط‌زیستی بام‌های سبز*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، اساتید راهنما: میرکریمی، ح؛ محمدزاده، م. محیط زیست. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

مقبل، م؛ عرفانیان سلیم، ر؛ قدیمی، م، (۱۳۹٦). ارزیابی اثر بام‌های سبز بر دما رطوبت و غلظت دی‌اکسیدکربن موجود در هوای شهر تهران و نقش آن‌ها در توسعه‌ی پایدار شهری، *منابع طبیعی ایران*، ۱، صص ۱۹۵-۱۸۱.

مولایی، م؛ پیله‌چی، پ؛ افشار، آ، (۱۳۹۷). ارزیابی انرژی کارایی بام سبز در ایران؛ نمونه موردی: شهرهای تهران، تبریز، رامسر، بندرعباس. *مدیریت شهری*، ۵۲، صص ۳٤-۲۱.

نیشابوری امروی، م؛ قبادیان، و، (۱۳۹٦). بام سبز راهکار موثر برای کاهش آلودگی ساختمان‌ها در شهر (ارائه درس آموخته‌های حاصل از دو استاندارد لیید و بریم در ساختمان‌های ایران)، *فصلنامه جغرافیایی سرزمین*، ۵۵.

ورنوس، ه، (آذر۱۳۹٤). *پوشش گیاهی و تاثیر آن بر آلودگی هوا*، کنفرانس بین المللی پژوهش‌های نوین در علوم کشاورزی و محیط‌زیست، موسسه مدیران ایده‌پردازان پایتخت ایلیا، کوالالامپور، مالزی.

وکیلی قصریان، ن، (۱۳۹۳). *برآورد ارزش اقتصادی-زیست‌محیطی تالاب زریوار با استفاده از روش آزمون انتخاب*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، استاد راهنما: مولایی، م. مهندسی اقتصاد کشاورزی. دانشگاه ارومیه.

وهابی‌راد، شاهین، (۱۳۹۵). *برآورد ارزش بهبود کیفیت هوای جنوب غرب شهر تهران: کاربرد آزمون انتخاب*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، استاد راهنما: خداوردیزاده، م، اقتصاد کشاورزی، دانشگاه ارومیه.

هاشمی بناب، ص؛ شرزه‌ای، غ؛ یزدانی، س، (۱۳۹۱). برآورد ارزش خدمات غیر مصرفی زمین های کشاورزی برای ساکنان مناطق شهری با استفاده از تکنیک آزمون انتخاب (بررسی موردی: استان مازندران)، *اقتصاد کشاورزی*، ۳، صص ۲۰۹-۱۷۷.

Anderson, R. (2010). Systematic reviews of economic evaluations: utility or furtility?. *Health Economics*, 19(3), 350-364.

Bamwesigye, D. (2019). Expressed preference methods of environmental valuation: Non market resource valuation tools. *Preprints*. 2019070116 (doi: 10.20944/preprints201907.0116.v1).

Bazzani, C., Caputo, V., Nayga JR, R. M., & Canavari, M. (2016). Testing commitment cost theory in choice experiments. *Economic Inquiry*, *55*(1), 383-396.

Bianchini, F., & Hewage, K. (2012). Probabilistic social cost-benefit analysis for green roofs: A lifecycle approach. *Building and Environment*, *58*(2012), 152-162.

Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., & Weimer, D. L. (2018). *Cost-Benefit Analysis Concepts and Practice* (fifth edition). Cambridge University Press.

Cosmina, M., Gallenti, G., Marangon, F., & Troiano, S. (2016). *Reprint of "Attitudes towards honey among Italian consumers:A choice experiment approach*. Appetite. 106.10.1016/j.appet.2016.08.005.

Erdemir, D., & Ayata, T. (2017). Prediction of temperature decreasing on a green roof by using artificial neural network. *Applied Thermal Engineering*, 112, 1317-1325.

Feng, H., Hewage, K. N. (2018). *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*. Butterworth-Heinemann. https://doi.org/10.1016/C2016-0-03181-9.

Greiner, R. (2015). Factors influencing farmers' participation in contractual biodiversity conservation: a choice experiment with northern Australian pastoralists. *Agricultural and resource economics*, *60*(1), 1-21.

Hossain, M. A., Shams, S., Amin, M., Reza, M. S., & Chowdhury, T. U. (2019). Perception and barriers to implementation of intensive and extensive green roofs in Dhaka, Bangladesh. *Buildings*, 9, 79.

KeongChoy, Y. (2018). Cost-benefit Analysis, Values, Wellbeing and Ethics: An Indigenous Worldview Analysis. *Ecological Economics*, 145, 1-9.

Kjaer, T. (2005). A review of the Discrete Choice Experiment—with Emphasis on Its Application in Health Care. *Health Economics papers*, 1.

Holmes, T. P., Adamowicz, W. L., & Carlsson, F. (2017). *A Primer on nonmarket valuation*. Springer, Dordrecht. 10.1007/978-94-007-7104-8_5.

Mahmoodzadeh, M., Mukhopadhyaya, P., & Valeo., C. (2019). Effects of extensive green roofs on energy performance of School buildings in four north American climates. *Water, 12*(1), 6.

Mahmoud, A. S., Asif, M., Hassanain, M. A., Babsail, M. O., & Sanni-Anibire, M. (2017). Energy and Economic Evaluation of Green Roofs for Residential Buildings in Hot-Humid Climates. *Buildings, 7*(2), 30.

Mesimaki, M., Hauru., K., & Lehvavirta., S. (2018). Do small green roofs have the possibility to offer recreational and experiential benefits in a dense urban area? A case study in helsinki, finland. *Urban Forestry and Urban Greening*, 40, 114-124.

Nurmi, V., Votsis, A., Perrels, A., & Lehvävirta, S. (2013). Cost-benefit analysis of green roofs in urban areas: case study in Helsinki. *Raportteja - Ilmatieteen laitos*, 2013, 2.

Orlowski, J., & Wicker, P. (2018). Monetary valuation of non-market goods and services: a review of conceptual approaches and empirical applications in sports. *European Sport Management Quarterly*, *19*(3), 1-25.

Pak, M., Fehmi Turker, M., & Ozturk, A. (2010). Total economic value of forest resources in Turkey. *African journal of agricultural research*, *5*(l5), 1908-1916.

Peng, L. L. H., & Jim, C. Y. (2015). Economic evaluation of green-roof environmental benefits in the context of climate change: The case of Hong Kong. *Urban Forestry and Urban Greening*, *l14*(3), 554-561.

Ruokamo, E. (2016). Household preferences of hybrid home heating systems – A choice experiment application. *Energy policy*, 95, 224-237.

Ruan, F. (2006). *Environmental assessment of extensive green roofs in the UK* (Master's thesis). University College London.

Shafique, M., Kim, R., & Rafiqe., M. (2018). Green roof benefits, opportunities and challenges-A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 757-773.

Shanahan, M., Larance, B., Nielsen, S., Cohen, M., Schaffer, M., & Campbell, G. (2019). A protocol for a discrete choice experiment: understanding patient medicine preferences for managing chronic non-cancer pain. *BMJ Open*. 10.1136/bmjopen-2018-027153.

Van der Meulen, S. H. (2019). Costs and benefits of green roof types for cities and building owners. *Journal of sustainable development of energy water and environment systems*, *7*(1), 57-71.

Vanstockem, J., Vranken, L., Bleys, B., Somers, B., & Martin, H. (2018). Do Looks Matter? A Case Study on Extensive Green Roofs Using Discrete Choice Experiments. *Sustainability*, *10* (2), 309.

Zhang, L., fukuda., H., & Lio, Z. (2019). Households' willingness to pay for green roof for mitigating heat island effects in Beijing (China). *Building and Environment*, 150.