

بررسی نقش بام های سبز به عنوان راهبردی در جهت ارتقای کیفیت محیط زیست شهری از منظر معماری پایدار

محمد رضوانی^۱

محمد مهدی پایروند^۲

مهدی نوجوان^{۳*}

nojavan_mehdi@ut.ac.ir

مهدی صهباء^۴

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۲۳

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۶/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: بام سبز یکی از رویکردهای نوین معماری و شهرسازی و برخاسته از مفاهیم توسعه پایدار است که از آن می‌توان در جهت افزایش سرانه فضای سبز، ارتقای کیفیت محیط‌زیست و توسعه پایدار شهری بهره برد. استفاده کاربردی از بام‌ها می‌تواند به عنوان امکان بهره‌برداری بهینه از زمین‌های شهری قلمداد شود. هدف اصلی این تحقیق بررسی نقش بام‌های سبز به عنوان راهبردی در جهت ارتقا کیفیت محیط‌زیست شهری از منظر معماری پایدار می‌باشد.

روش بررسی: جهت دستیابی به اهداف تحقیق، پرسش‌نامه‌ای مشتمل بر ۲۲ سؤال طراحی شد و در اختیار ۳۰ نفر از متخصصان در زمینه معماری و شهرسازی قرار داده شد. سؤالات پرسش‌نامه با توجه به مباحث معماری و توسعه پایدار شهری به سه گروه اصلی تأثیرات بام‌های سبز شهری در ابعاد چهارگانه (اکولوژیکی، اقلیمی، زیست محیطی و اقتصادی - فرهنگی)، تفاوت‌های سیستم بام سبز فشرده و گسترده و تفاوت‌های سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی طبقه بندی شدند. جهت بررسی پایایی پرسش‌نامه از روش ضریب آلفای کرونباخ استفاده گردید. در نهایت جهت تحلیل پرسش‌نامه‌ها سه فرضیه شکل گرفت.

یافته‌ها: میزان پایایی پرسش‌نامه ۰/۷۲۷ به دست آمد که نشان دهنده پایایی مناسب آن بود. پس از بررسی فرضیه‌ها، هر سه فرضیه مورد تایید قرار گرفت که اثر بخشی بالای بام‌های سبز در جهت ارتقا کیفیت محیط‌زیست از منظر معماری پایدار را نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده از تحلیل پرسش‌نامه‌ها و فرضیه‌ها نشان داد در مجموع از نظر ۷۰-۸۰ درصد متخصصان، بام های سبز در راستای ارتقای کیفیت محیط‌زیست و توسعه پایدار شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند و در واقع در طراحی و برنامه‌ریزی، رابط ما و طبیعت به شمار می‌آیند.

نتیجه گیری: بام‌های سبز می‌توانند اثرات منفی ساختمان‌ها در اکوسیستم محلی و در پی آن مصرف انرژی در بناها را کاهش دهند و در تغییرات جریان انرژی ساختمان‌ها نقشی تعیین کننده داشته و در عین حال جنبه زیبا شناختی برای ساکنان شهر داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: بام‌های سبز، معماری پایدار، محیط‌زیست شهری.

۱- استادیار گروه محیط زیست و منابع طبیعی، دانشگاه پیام نور، واحد تهران، ایران.

۲- کارشناس ارشد مدیریت در سوانح طبیعی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳- (مسئول مکاتبات): دانشجوی دکتری برنامه ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۴- کارشناس ارشد مدیریت در سوانح طبیعی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

Study of the Role of Green Roofs as a Strategy to Improve Urban Environmental Quality from the Sustainable Architecture Perspective

Mohammad Rezvani¹

Mohammad Mehdi Payravand²

Mehdi Nojavan^{3*}

nojavan_mehdi@ut.ac.ir

Mehdi Sahba⁴

Abstract

Background and Objective: Green roof is one of the new approaches of the architecture and urban planning and derived from the concepts of sustainable development which can be used to increase the green space per capita, environmental quality and urban sustainable development. Applied usage of roofs could be considered as an optimized utilization of urban lands. The main objective of this paper is to study the role of green roofs as a strategy to improve urban environmental quality from the sustainable architecture perspective.

Method: Initially, a questionnaire was designed on the base of experts' opinions, including 22 questions. Then 30 experts in the field of urban planning and architecture were selected as the study sample. Considering architectural issues and urban sustainable development, questions were categorized according to three main scopes: 1. The effects of green roofs on the ecological, continental, environmental, and economic-cultural aspects, 2. The differences between intensive and extensive green roofs, and 3. The differences between the green roofs and common roofs. The Alpha method was used for the evaluation of the reliability, and 3 hypotheses were presented for analyzing the questionnaire.

Results: The alpha factor was gained to be 0.727, showing that the questionnaire had a proper reliability. After analyzing the hypotheses, they were confirmed. This implied the great effect of green roofs on improvement of urban environmental quality from the sustainable architecture perspective. The results showed that totally 70-80% of experts declared that the green roofs had high importance in the improving the environmental quality and sustainable urban development. Indeed, green roofs are our connector with nature in designing and planning and can reduce the negative effects of buildings in local ecosystem and consequently reduce the energy consumption. Moreover, green roofs can have a determinative role in fluctuation of energy circulation in buildings and may play an aesthetical role for the residents of cities.

Keywords: Green roofs,, Sustainable architecture, Urban environment.

1- Assistant Professor, Department of Environmental and Natural Resources, University of Payam Noor, Tehran, Iran.

2- MS.c in Natural Disaster Management, Graduate Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.

3- PhD student, Graduate Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran. * (*Corresponding Author*)

4- MS.c in Natural Disaster Management, Graduate Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.

مقدمه

شهرهای امروزی علیه ساکنان آن و نابودی محیط زیست توسعه می‌یابند. بناهای کم ارتفاع همراه باغچه، جای خود را به بناهای چند طبقه و برج های چارچ گونه ی بدون نمودی از طبیعت داده اند و نواحی مجاور بناها نیز، به کاربری هایی مانند جاده ها و یا پارکینگ‌ها اختصاص یافته‌اند. از سوی دیگر در نواحی با درجه تراکم بالا (هم به لحاظ بنا و هم به لحاظ حجم عبور و مرور)، برای کاهش هزینه‌ها و به دست آوردن سود بیشتر در ساخت بناها، درصد اختصاصی به فضاهای سبز به شیوه های مختلف به زیر بنای کل بنا افزوده می شود (۱). به طور کلی در خصوص این موضوع می توان بیان نمود که سکونت بشر در زمین باعث بروز مشکلات عمده‌ای برای محیط‌زیست نظیر گرم شدن کره زمین، کاهش منابع طبیعی، باران های اسیدی، آلودگی آب و هوا و تخریب لایه ازن شده است. توسعه پایدار به عنوان راه‌حل اصلی برای این مساله، درست در نقطه مقابل آن قرار گرفته که یکی از نمدهای آن استراتژی فضای سبز می‌باشد (۲). این در حالی است که احداث پارک ها و بناهای مسکونی با منظر طبیعی سبز در مقیاس وسیع با این روند توسعه پرشتاب شهر های بزرگ در خیلی از مواقع غیرممکن به نظر می رسد. در این میان شهرها می‌توانند به واسطه خلاء ایجاد شده، از مزایای انواع بام های سبز هم به جهت بصری-زیبایی شناختی و هم به جهت بهبود اقلیم بشری بهره مند شوند (۳). مکان بناهای شهری به عنوان نقاط میانی فضا های سبز شهری به شمار می آیند (۴). در واقع بام سبز استفاده از فضاهای بدون استفاده ساختمان های شهری در جهت ایجاد لکه‌های سبز می‌باشد. این امر علاوه بر جنبه‌های زیبا شناختی شهر، موجب تلطیف هوا در مقیاس خرد اقلیم و کاهش آلودگی هوا و در نهایت بهبود محیط‌زیست ساکنان شهر می‌شود (۵). البته توجه به این مساله با هر رویکردی مختص به دهه‌های اخیر نمی باشد، لذا توجه به آن در طول تاریخ مد نظر بوده است.

۲۵۰۰ سال پیش در نواحی مسکونی، ایده ایجاد باغچه روی سقف و کشت بر روی آن توسط ایرانی‌ها و بر روی بام زیگورات‌ها به کار گرفته شده است (۶). هم‌چنین پیشینه بام های سبز و باغ های عمودی به باغ های معلق بابل و در امپراطوری روم در واکنش به فشار جمعیتی در مناطق شهری بر می گردد (۷). از سویی، رومی ها درختان را بر بالای ساختمان های حکومتی از قبیل مقبره های آگوستوس و هادرین قرار می‌دادند (۸). وایکینگ ها دیوارها و بام های خانه‌های‌شان را با لایه ای از چمن در برابر باد و باران محافظت می کردند (۹). اما جنبش زیست محیطی بام سبز با مفهوم جدید و امروزش در دهه شصت میلادی به دلیل منافع زیست محیطی، سبز کردن بام ها را آغاز کرد و مورد توجه علاقه مندان محیط زیست قرار گرفت. به عبارتی در قرن گذشته بام ها به دلیل منافع کاربردی شان و امروزه به دلیل منافع زیست محیطی شان سبز می شوند. تحقیقات صورت گرفته در زمینه بام‌های سبز بیانگر این مساله می‌باشد که امروز بیش از پیش پژوهش‌های صورت گرفته در رشته‌های دانشگاهی در خصوص بام های سبز مورد توجه قرار گرفته، به طوری که مقالات منتشر شده در این موضوع به افزون بر ۳۲ حوزه مختلف

نظیر علوم گیاهی، زیست شناسی، آب شیرین و ... تقسیم بندی گردیده است (۱۰).

بام سبز یکی از رویکرد های نوین معماری و شهر سازی و برخاسته از مفاهیم توسعه ی پایدار است که از آن می توان در جهت افزایش سرانه فضای سبز، ارتقای کیفیت محیط زیست و توسعه پایدار شهری بهره برد. استفاده کاربردی از بام ها می تواند به عنوان امکان بهره برداری بهینه از زمین های شهری قلمداد شود (۱۱). ضرورت بررسی بام های سبز با توجه به موضوعات محیط زیستی در معماری و شهرسازی از اهمیت ویژه ای در راستای ارتقای کیفیت محیط زیست و توسعه پایدار شهری برخوردار است. براساس سیاست های کاهش آثار نامطلوب شهرسازی بر محیط زیست، با هدایت این فعالیت ها از طریق ارتقاء آگاهی می توان تا اندازه ای در بهبود وضعیت محیط زیست موثر بود؛ هم چنین هزینه های متفاوت استقرار بام های سبز بر پایه نوع، مصالح و محیط نسبت به بام های معمولی، عدم احتساب بام سبز به عنوان بخشی از سیستم سبز پایدار، در کنار سایر خط مشی های برنامه ریزی و طراحی فضاهای شهری، ارزان بودن انرژی در ایران و عدم تمایل مصرف کنندگان در جهت کاهش هزینه های حامل انرژی، عدم بستر سازی حقوقی برای تشویق سرمایه گذاری در این بخش (۱۲) و نبود اطلاع رسانی و آگاه کردن مسوولان و کارشناسان و مدیران میانی شهرداری ها در خصوص منافع بام های سبز، ما را به این جهت سوق می‌دهد. لذا در این تحقیق با بررسی بام های سبز به اهمیت و نقش این بام ها به عنوان راهبردی در جهت ارتقا کیفیت محیط زیست شهری پرداخته می‌شود.

بام های سبز و نقش آن‌ها در محیط زیست شهری

توسعه و اجرای یک بام سبز شامل ایجاد فضای پوشیده از گیاه بر روی یک سقف سازه‌ای ساخت دست بشر است. واژه سقف یا بام در این تعریف، به معنای هر نوع سطح پیوسته برای حفاظت از ساکنین در برابر عوامل طبیعی می‌باشد. فضای پوشیده از گیاه می‌تواند روی زمین یا بالای سطح زمین باشد. به عنوان مثال بر روی یک بالکن، به عنوان یک بام معلق بر روی یک طبقه میانی ساختمان، یا در ارتفاع زیاد از سطح زمین و در بالای یک ساختمان قرار گرفته باشد (۱۳). ساخت انواع باغ بام‌ها نیازمند برنامه‌ریزی و دانش خاص آن است. بام‌های سبز از نظر قابلیت نگهداری و کنترل وزن خاک، باران و برف و تعبیه مسیرهای پیاده نیازمند فناوری فراتر از سیستم معمولی مهندسی بام می‌باشد. یک بام سبز از سه قسمت تشکیل شده است:

- ۱- سقف ساختمان یا آن چیزی که هم اکنون بر بام همه ساختمان ها وجود دارد و بر روی آن لایه عایق مثل قیر گونی، ایزوگام یا هر عایق دیگری کشیده شده و احیاناً روی آن موزاییک، آسفالت یا سنگفرش شده است.
- ۲- باغ بام که یک لایه محافظت کننده است و سقف و عایق رطوبتی را از لایه خاک و گیاهان جدا می‌کند.
- ۳- خاک و کود و سیستم آبیاری باغ که هر کدام با دقت در محل خود قرار می‌گیرند (۴).

تجهیزات و آبرسانی، محل‌های بازی و سایبان‌هاست. بام‌های غیر قابل دسترسی می‌توانند صاف، خمیده یا شیب دار با شیب کمتر از ۳۰ درجه باشند. سقف‌های شیب دار و منحنی شکل برای جلوگیری از لغزش محیط رشد و لایه‌های گیاهی کاشته شده، به تسمه‌ها و کلاف‌های افقی اضافی نیاز دارند. در اغلب موارد سقف‌های قابل دسترسی، با سقف‌های متمرکز و سقف‌های غیر قابل دسترسی، با سقف‌های گسترده مطابقت دارند (۱۳). بام‌های سبز شهری با بهبود کیفیت هوا، کاهش حجم فاضلاب سطحی، کاهش اثرات جزایر حرارتی شهری، برقراری تعادل حرارتی در محیط داخلی و خارجی بنا، خلق زیستگاه طبیعی، تنوع زیستی و افزایش طول عمر بهره برداری از عایق بام، گام مثبتی در جهت بهبود کیفیت محیط شهری می‌باشند. پس از بررسی منابع و مطالعات صورت گرفته در زمینه بام‌های سبز، مزیت‌های بهره‌گیری از بام‌های سبز شهری در ابعاد اکولوژیکی، اقلیمی، زیست محیطی و اقتصادی - فرهنگی در جدول (۱) خلاصه شده است:

دو نوع سیستم بام سبز وجود دارد که از نقطه نظر دست اندرکاران صنعت به عنوان بام سبز فشرده یا متمرکز (intensive) و گسترده یا وسیع (extensive) مشخص شده است (۱۴). بام‌های متمرکز، با وزن بیشتر، هزینه‌های کلی بیشتر، دامنه گیاهان قابل کشت بیشتر و ملزومات نگهداری بیشتر شناخته می‌شوند و بام‌های سبز گسترده با وزن کم و هزینه نگهداری پایین مشخص می‌شوند. محیط رشد در این بام‌ها معمولاً از مخلوط معدنی شن، ماسه، آجر خرد شده، لیکا، کود گیاهی، مواد آلی و مقداری خاک تشکیل شده است که از لحاظ عمق محیط قابل کشت، بین ۵۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر متغیر است. در طبقه بندی دیگری، بام‌های سبز را از نظر دسترسی به دو گروه بام‌های سبز قابل دسترسی و غیر قابل دسترسی تقسیم بندی می‌نمایند. یک بام سبز قابل دسترسی، یک فضای بیرونی باز است که افراد می‌توانند از آن به عنوان باغچه استفاده نمایند. این دسته از بام‌ها معمولاً شامل سطوح قابل کشت، جعبه‌های کاشت، راه عبور و مرور، محل‌های توقف و نشستن،

جدول ۱- مزیت‌های بهره‌گیری از بام‌های سبز شهری

Table 1- Advantage of urban green roofs

ردیف	عنوان	توضیحات	منابع
۱	تاثیرات اکولوژیکی بام‌های سبز شهری	تنوع زیستی و زیستگاه پرندگان	(۱۵)
۲	تاثیرات اقلیمی	تعدیل اثرات جزایر حرارتی شهرها (کاهش ۱۲ درجه سانتی‌گرادی از میزان بیرونی هوا)	(۶ و ۲)
		اثر خنک‌کنندگی و کاهش هزینه تهویه مصنوعی (لایه‌های خاک به عنوان محافظ بام عمل می‌کنند)	(۱۷ و ۱۸)
		کاهش اثر باد سرد (کارایی انرژی ساختمان تا ۵۰ درصد افزایش می‌یابد)	(۱۹)
۳	تاثیر در کیفیت محیط زیست شهری	تاثیر در بهبود کیفیت هوا (پالایش ذرات معلق در هوا)	(۲۰ و ۲۱)
		دی اکسید کربن و تبادل اکسیژن (با حذف دی اکسید کربن موجب تولید اکسیژن می‌شود)	(۲۲)
		تاثیر در کاهش سر و صدا (عایق کردن ساختمان در برابر صدا به میزان ۸ دسی بل)	(۲۳)
		کاهش حجم رواناب حاصل از بارندگی (توانایی جذب ۵۰ تا ۱۰۰ درصدی آب باران را دارند)	(۱۴ و ۲۴)
۴	ابعاد اقتصادی - فرهنگی	کاهش اثرات تشعشع الکترو مغناطیسی (لایه ۱۶ CM باعث کاهش برد تشعشع ۲ گیگاهرتزی می‌گردد)	(۲۳)
		افزایش طول عمر بهره برداری از عایق پشت بام (حفاظت از پوسته یا عایق بام و عدم نفوذ پذیری آب)	(۲۵)
		تفریح و سلامتی (فعالیت‌های اوقات فراغت برای تحمل فشارهای استرس زا)	(۲۶)

روش بررسی

همان‌طور که اشاره شد در تحقیق حاضر به بررسی نقش بام‌های سبز به عنوان راهبردی در جهت ارتقا کیفیت محیط زیست شهری از منظر معماری پایدار پرداخته شده است. این تحقیق از لحاظ هدف، از نوع کاربردی و از نظر روش، توصیفی و تحلیلی است که با استفاده از روش پیمایشی انجام شده است. به منظور بررسی اثربخشی بام‌های سبز، ابتدا بر اساس نظرات متخصصان و استادان در زمینه مورد مطالعه، پرسش‌نامه‌ای مشتمل بر ۲۲ سوال طراحی شد. از آن‌جا که در این تحقیق، هدف بررسی نقش بام‌های سبز به عنوان راهبردی در جهت ارتقا کیفیت محیط زیست شهری از منظر معماری پایدار و رایج راه‌های ارتقاء شناخت بیشتر از بام‌های سبز به منظور کاهش اثرات زیست محیطی می‌باشد، سوالاتی که در پرسشنامه مورد پرسش قرار گرفتند، به سه گروه اصلی تاثیرات بام‌های سبز شهری در ابعاد چهارگانه

(اکولوژیکی، اقلیمی، زیست محیطی و اقتصادی - فرهنگی)، تفاوت‌های سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده و تفاوت‌های سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی طبقه‌بندی شدند. سپس براساس سوالات پرسشنامه و هدف پژوهش، جهت انجام تحقیق سه فرضیه به صورت زیر در نظر گرفته شد:

- ۱- بام‌های سبز شهری در ابعاد چهارگانه (اکولوژیکی، اقلیمی، زیست محیطی و اقتصادی - فرهنگی) تاثیرات زیادی دارند.
- ۲- سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده تفاوت زیادی در تاثیرگذاری بر ابعاد چهارگانه محیط زیست شهری دارند.
- ۳- سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی تفاوت زیادی در تاثیرگذاری بر ابعاد چهارگانه محیط زیست شهری دارند.

(دو جمله‌ای) به شرحی که در ادامه توضیح داده خواهد شد، استفاده گردید. پس از طراحی فرضیه‌ها، با استفاده از تحلیل داده‌ها از طریق روش‌های اشاره شده، به بررسی فرضیات تحقیق پرداخته شد که در ادامه به تفصیل توضیح داده می‌شود.

یافته ها

پس از توزیع و جمع آوری پرسش‌نامه‌هایی که بین متخصصان دارای تحصیلات در رشته معماری و شهرسازی پخش شد، ابتدا اطلاعات فردی مربوط به تفکیک جنسیت، رشته تحصیلی، میزان تحصیلات و سابقه کاری آنان مورد استخراج و بررسی قرار گرفت (جدول ۲). سپس به بررسی سئوال‌ات اصلی پرسش‌نامه پرداخته شد. در اکثر سئوال‌ات ارزش وزنی پاسخ‌ها ملاک قرار گرفت و گزینه نادرست در آن‌ها وجود نداشت.

پس از طراحی فرضیه‌ها و پرسش‌نامه‌ها، ۳۰ نفر از متخصصان در زمینه معماری و شهرسازی به عنوان نمونه انتخاب شدند. نتایج حاصل از پرسش‌نامه‌ها در دو بخش آمار توصیفی و آمار استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای تعیین پایایی پرسش‌نامه، از روش ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. هر چه قدر پایایی به سمت یک میل کند به همان نسبت وسیله اندازه‌گیری (پرسش‌نامه) بیانگر پایایی بالا خواهد بود و بالعکس. با بررسی میزان آلفای کرونباخ که ۰/۷۲۷ به دست آمد، می‌توان نتیجه گرفت آزمون از پایایی مناسبی برخوردار بوده است.

پس از تکمیل پرسش‌نامه‌ها، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Excel و SPSS استفاده شد که در دو بخش آمار توصیفی و آمار استنباطی داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همچنین جهت مشخص کردن نرمال یا غیر نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف Z استفاده شد و جهت تحلیل داده‌ها به دلیل این‌که داده‌ها غیرنرمال بودند، از آزمون نسبت

جدول ۲- اطلاعات فردی پاسخ دهندگان (ماخذ: محققین)

Table 2- Individual information of respondents

درصد %	تعداد	جنس	
۱۳/۶	۴	زن (f)	۱- تفکیک جنسیت
۸۶/۷	۲۶	مرد (m)	
	تعداد	رشته	۲- رشته تحصیلی
۶۰	۱۸	معماری	
۴۰	۱۲	شهرسازی	
	تعداد	مدرک	۳- میزان تحصیلات
۶/۷	۲	دیپلم	
۱۰	۳	فوق دیپلم	
۷۶/۷	۲۳	لیسانس	
۶/۷	۲	فوق لیسانس و بالاتر	
	تعداد	سال	۴- سابقه کار
۳۰	۹	۵-۱	
۲۳/۳	۷	۱۰-۶	
۲۶/۷	۸	۱۵-۱۱	
۱۳/۳	۴	۲۰-۱۶	
۶/۷	۲	بیشتر از ۲۰ سال	

اقتصادی - فرهنگی؛ ۲- تفاوت‌های سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده و ۳- تفاوت‌های سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی طبقه بندی شد که جدول (۳) نشان دهنده نتایج حاصل از پرسش‌نامه‌ها می‌باشد.

همان‌طور که بیان شد، پرسش‌نامه تهیه شده برای جمع آوری داده‌های اصلی تحقیق شامل ۲۲ سؤال اصلی بود که در سه گروه ۱- میزان اهمیت نقش بام های سبز شهری در ابعاد چهارگانه (اکولوژیکی، اقلیمی، زیست محیطی و

جدول ۳- بررسی پاسخ به سؤالات پرسشنامه (ماخذ: محققین)

Table 3- Responses to questionnaire questions

شماره سؤال	میزان اهمیت کم (درصد)	میزان اهمیت کم (درصد)	میزان اهمیت زیاد (درصد)	میزان اهمیت خیلی زیاد (درصد)	شماره سؤال	میزان اهمیت کم (درصد)	میزان اهمیت زیاد (درصد)	میزان اهمیت خیلی زیاد (درصد)
۱	۳/۴	۱۶/۶	۵۰	۳۰	۱۲	۱۰	۱۶/۷	۴۰
۲	۶/۷	۲۰	۴۳/۳	۳۰	۱۳	۱۰	۲۰	۴۰
۳	۶/۷	۱۳/۳	۵۳/۳	۲۶/۷	۱۴	۱۰	۲۰	۴۰
۴	۳/۴	۶/۶	۵۰	۴۰	۱۵	۱۳/۴	۲۰	۴۶/۶
۵	۶/۷	۱۳/۳	۵۰	۳۰	۱۶	۱۶/۷	۳۰	۴۳/۳
۶	۶/۷	۱۳/۳	۵۰	۳۰	۱۷	۶/۷	۱۳/۳	۵۳/۳
۷	۱۳/۴	۲۰	۳۶/۶	۳۰	۱۸	۱۰	۲۰	۵۰
۸	۳/۴	۱۶/۶	۵۰	۳۰	۱۹	۱۳/۷	۲۰	۴۶/۳
۹	۶/۷	۲۰	۴۰	۳۳/۳	۲۰	۳۰	۵۰	۱۶/۷
۱۰	۳/۴	۲۰	۴۶/۶	۳۰	۲۱	۳/۴	۱۶/۶	۵۰
۱۱	۱۰	۲۶/۷	۴۰	۲۳/۳	۲۲	۶/۷	۱۶/۶	۴۳/۳

که پس از جمع بندی سؤالات تحقیق در ۳ گروه اشاره شده، جدول (۴) استخراج گردید.

جدول ۴- بررسی پاسخ به سؤالات اصلی پرسشنامه بر اساس درصد (ماخذ: محققین)

Table 4- Responses to main questions of questionnaire in percental form

شماره سؤال	سؤالات اصلی پرسشنامه	میزان اهمیت (کم)	میزان اهمیت (زیاد)	میزان اهمیت (خیلی زیاد)
۱	میزان اهمیت نقش بام های سبز شهری در ابعاد چهارگانه	۳/۴	۱۶/۶	۵۰
۲	تفاوت های سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده در اثرگذاری	۶/۷	۲۰	۴۳/۳
۳	تفاوت های سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی در اثرگذاری	۶/۷	۱۳/۳	۵۳/۳

سقم فرضیات تحقیق انتخاب می کنیم. برای این منظور داده های دارای توزیع نرمال و غیرنرمال را به ترتیب با H_0 و H_1 نشان می دهیم. با توجه به نتایج اگر مقدار سطح معنی داری بزرگتر از مقدار خطا باشد، فرضیه صفر را نتیجه می گیریم و در صورتی که مقدار سطح معنی داری از مقدار خطا کوچکتر باشد فرضیه یک را نتیجه می گیریم. جدول (۵) نتایج حاصل از آزمون داده ها را نشان می دهد.

هم چنین برای استفاده از روش های آماری ابتدا باید مشخص شود که داده های جمع آوری شده از توزیع نرمال برخوردار است یا توزیع غیر نرمال. در صورت نرمال بودن توزیع داده های جمع آوری شده، برای آزمون فرضیه ها می توان از آزمون های پارامتریک استفاده نمود و در صورت غیر نرمال بودن از آزمون های ناپارامتریک استفاده می شود. بدین منظور در این مرحله به بررسی نتایج حاصل از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف در مورد هر یک از متغیرها می پردازیم و بر اساس نتایج حاصل، آزمون های مناسب را برای بررسی صحت و

جدول ۵- نتیجه آزمون نرمال بودن متغیرها

Table 5- Result of variables normality test

ابعاد	سطح معنی داری	مقدار خطا	تایید	نتیجه گیری
میزان اهمیت نقش بام های سبز شهری در ابعاد چهارگانه	۰/۰۰۰	۰/۰۵	H ₁	نرمال نیست
تفاوت های سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده	۰/۰۰۹	۰/۰۵	H ₁	نرمال نیست
تفاوت های سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی	۰/۰۳۵	۰/۰۵	H ₁	نرمال نیست

تأثیر و H₁ بیانگر تأثیر متغیر می باشد. با توجه به چهار گزینه ای بودن سوالات پرسش نامه، گزینه های خیلی کم و کم در یک گروه (Q) و زیاد و خیلی زیاد در گروه دیگر (P) قرار گرفتند. نسبت آزمون در این جا ۲ به ۲ است، یعنی ۵۰ درصد برای انتخاب گزینه های زیاد و خیلی زیاد و ۵۰ درصد برای انتخاب گزینه های خیلی کم و کم. به عبارت دیگر یعنی هر فرد با احتمال ۵۰ درصد می تواند از بین ۴ گزینه موجود، گزینه های زیاد و خیلی زیاد را انتخاب کند. جدول (۶) نتایج حاصل از آزمون دوجمله ای را نشان می دهد.

با توجه به آزمون فوق، پارامترها دارای توزیع غیر نرمال بوده و ناپارامتریک می باشند. بنابراین برای اثبات و یا رد فرضیات از آزمون های ناپارامتریک استفاده می شود. برای بررسی وضعیت تاثیرات بام های سبز شهری در ابعاد چهارگانه (اکولوژیکی، اقلیمی، زیست محیطی و اقتصادی - فرهنگی) از منظر معماری پایدار از آزمون ناپارامتریک نسبت (دو جمله ای) استفاده شد. این آزمون زمانی به کار می رود که می خواهیم نسبت خاصی را در جامعه مورد بررسی قرار دهیم. هم چنین گاهی از این آزمون، همانند آزمون میانگین یک جامعه آماری، برای تشخیص تأثیر یا عدم تأثیر یک متغیر در پدیده ای معین استفاده می شود. معمولاً در طراحی فرض های این آزمون H₀ بیانگر عدم

جدول ۶- آزمون دوجمله ای جهت بررسی فرضیات تحقیق از منظر معماری پایدار

Table 6- Binomial test for surveying research hypothesis from the sustainable architecture perspective

مفهوم	تعداد	میانگین	انحراف معیار	حد اقل آماره	حد اکثر آماره
فرضیه اول	۳۰	۳/۵۶	۰/۲۵۸	۰/۱۰۰	۰/۹۵
فرضیه دوم	۳۰	۳/۵۴	۰/۲۷۵	۱/۶۷	۴/۶۷
فرضیه سوم	۳۰	۳/۵۲	۰/۲۶۱	۱/۵۵	۴/۵۵
آزمون دو جمله ای					
	طبقه بندی گروه ها	تعداد مشاهده شده	مقدار احتمال مشاهده شده	احتمال آزمون شده	سطح معنی داری (Sig)
تاثیرات بام های سبز شهری در ابعاد چهارگانه (اکولوژیکی، اقلیمی، زیست محیطی و اقتصادی - فرهنگی) از منظر معماری پایدار	گروه اول	q	۶	۰/۲	۰/۰۰۰
	گروه دوم	p	۲۴	۰/۸	
	کل		۳۰	۱/۰	
تفاوت های سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده	گروه اول	q	۱۰	۰/۳	۰/۰۰۳
	گروه دوم	p	۲۰	۰/۷	
	کل		۳۰	۱/۰	
تفاوت های سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی	گروه اول	p	۷	۰/۲	۰/۰۰۰
	گروه دوم	p	۲۳	۰/۸	
	کل		۳۰	۱/۰	

چهارگانه (اکولوژیکی، اقلیمی، زیست محیطی و اقتصادی - فرهنگی) از منظر معماری پایدار وجود دارد. ۲۰ درصد از افراد پاسخگو اظهار داشته اند که بام های سبز تأثیر خیلی کم و کم در ابعاد چهارگانه دارد. اما با توجه به جدول

با توجه به نتیجه آزمون چون برای بعد مورد بررسی Sig = 0.000 < 0.05 است، در نتیجه تفاوت معناداری بین احتمال آزمون شده (۰/۶) و مقدار احتمال مشاهده شده (۰/۲) برای تأثیر بام های سبز شهری در ابعاد

می‌باشند. پس می‌توان نتیجه گرفت بام‌های سبز شهری تأثیرات بسیار زیادی در ابعاد چهارگانه محیط‌زیست شهری دارند. ۷۰ درصد متخصصان اظهار داشته‌اند که سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده تفاوت‌های زیاد و خیلی زیادی در تأثیرگذاری از منظر معماری پایدار دارند، بنابراین تفاوت‌های سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده در تأثیرگذاری از منظر معماری پایدار بسیار زیاد می‌باشند. همچنین ۸۰ درصد متخصصان اظهار داشته‌اند که سیستم بام سبز وسیستم بام معمولی تفاوت‌های بسیاری در تأثیرگذاری از منظر معماری پایدار دارند. بنابراین نتایج حاصل از بررسی فرضیه سوم نشان دهنده تفاوت‌های زیاد سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی در تأثیرگذاری بر ابعاد چهارگانه محیط‌زیست شهری می‌باشند. از طرفی، نتایج نشان دهنده تفاوت و تأثیرگذاری زیاد بام‌های سبز گسترده و فشرده بر محیط‌زیست شهری و آگاهی خوب معماران و شهرسازان در این زمینه می‌باشد. اما همچنان محدودیت‌ها و مشکلات زیادی در این زمینه قابل مشاهده می‌باشند که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- عدم شناخت کافی از مزایای بام‌های سبز در بین مدیران و برنامه‌ریزان شهری (کارفرمایان) و انتقال آن به سرمایه‌گذاران خصوصی در بخش ساخت‌وساز و عامه مردم
 - ۲- کمبود انگیزه در بخش دولتی و خصوصی
 - ۳- موانع اقتصادی مرتبط با هزینه‌های اضافی فناوری بام سبز و عدم شناخت منافع اقتصادی در درازمدت
 - ۴- عدم قبول خطرهای احتمالی به دلیل برخی ابهامات در مسایل فنی و نبود فناوری بام‌های سبز و
 - ۵- عدم وجود زیرساخت‌های لازم و تسهیلات حقوقی در این زمینه.
- با توجه به مشکلات ذکرشده، در کشور ما کاربرد بام سبز تا به امروز متداول نبوده که این امر استفاده و کاربرد آن را در کشور ضرورت می‌بخشد. لذا آشنایی کارفرمایان (معماران و شهرسازان) با انواع مزیت‌ها از جمله صرفه‌جویی‌های بلندمدت در انرژی و نحوه اجرای آسان آن‌ها با توجه به انواع مختلف سیستم گسترده و فشرده و انتقال این آگاهی‌ها به سرمایه‌گذاران خصوصی در بخش ساخت‌وساز و عامه مردم می‌تواند راه را برای این مهم مسطح نماید. امروزه به واسطه پیشرفت‌های تکنولوژیکی، ایجاد و کاربرد بام‌های سبز هم در مواد و مصالح و هم در اجرا آسان شده است. البته با توجه به تمام مزایای گسترده محیط‌زیستی بام‌های سبز و گسترش بیش از پیش آن، باید اذعان کرد که بعضی از موانع بر سر راه گسترش بام‌های سبز تنها خاص ایران نیست، بلکه ناشی از مبهم بودن بعد اقتصادی و اجتماعی آن نیز هست. همچنین هزینه‌های متفاوت استقرار بام‌های سبز بر پایه نوع، مصالح و محیط نسبت به بام‌های معمولی، عدم احتساب بام سبز به عنوان بخشی از سیستم سبز پایدار در کنار سایر خط مشی‌های برنامه‌ریزی و طراحی فضاهای شهری، ارزان بودن انرژی در ایران و عدم تمایل مصرف‌کنندگان در جهت کاهش هزینه‌های حامل انرژی، عدم بسترسازی حقوقی برای تشویق سرمایه‌گذاری در این بخش، نبود اطلاع‌رسانی و آگاه کردن مسوولان و کارشناسان و مدیران میانی شهرداری‌ها در خصوص منافع بام‌های سبز، از

فوق مشاهده می‌شود ۸۰ درصد افراد اظهار داشته‌اند که بام‌های سبز شهری تأثیر زیاد و خیلی زیادی در ابعاد چهارگانه دارند. در نتیجه با توجه به میانگین امتیاز کسب شده (۳/۵۶) توسط افراد که بالاتر از مقدار متوسط (۳) است و این نکته که ۸۰ درصد افراد موافق با تأثیر زیاد و خیلی زیاد بام‌های سبز می‌باشند، بنابراین بام‌های سبز شهری نقش مهمی را در ابعاد چهارگانه (اکولوژیکی، اقلیمی، زیست محیطی و اقتصادی - فرهنگی) ایفا می‌کنند.

برای آزمون دوجمله‌ای جهت بررسی ویژگی و تفاوت‌های سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده از منظر معماری پایدار با توجه به نتیجه آزمون چون برای بعد مورد بررسی $\text{Sig} = 0.003 < \alpha = 0.05$ می‌باشد، در نتیجه تفاوت معناداری بین احتمال آزمون شده (۰/۶) و مقدار احتمال مشاهده شده (۰/۳) برای تأثیر ویژگی و تفاوت‌های سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده از منظر معماری پایدار وجود دارد. ۳۰ درصد از افراد پاسخگو اظهار داشته‌اند که ویژگی و تفاوت‌های سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده تأثیر خیلی کم و کمی در معماری پایدار دارد. اما با توجه به جدول فوق مشاهده می‌شود ۷۰ درصد افراد اظهار داشته‌اند بررسی ویژگی و تفاوت‌های سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده تأثیر زیاد و خیلی زیادی از منظر معماری پایدار دارد. در نتیجه با توجه به میانگین امتیاز کسب شده (۳/۵۴) توسط افراد که بالاتر از مقدار متوسط (۳) است و این نکته که ۷۰ درصد افراد موافق با تأثیر زیاد و خیلی زیاد تفاوت دو نوع سیستم بام سبز مذکور می‌باشند، لذا سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده از منظر معماری پایدار تأثیرگذاری متفاوتی دارند.

همچنین برای آزمون دوجمله‌ای جهت بررسی نارسایی‌ها و تفاوت‌های سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی از منظر معماری پایدار با توجه به نتیجه آزمون، چون برای بعد مورد بررسی $\text{Sig} = 0.000 < \alpha = 0.05$ است، در نتیجه تفاوت معناداری بین احتمال آزمون شده (۰/۶) و مقدار احتمال مشاهده شده (۰/۲) برای تأثیر تفاوت‌های سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی از منظر معماری پایدار وجود دارد. ۲۰ درصد از افراد پاسخگو اظهار داشته‌اند تفاوت‌های سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی تأثیر خیلی کم و کمی در معماری پایدار دارد. اما با توجه به جدول فوق مشاهده می‌شود ۸۰ درصد افراد اظهار داشته‌اند تفاوت‌های سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی تأثیر زیاد و خیلی زیادی از منظر معماری پایدار دارد. بنابراین با توجه به میانگین امتیاز کسب شده (۳/۵۲) توسط افراد که بالاتر از مقدار متوسط (۳) است و این نکته که ۸۰ درصد افراد موافق با تأثیر زیاد و خیلی زیاد تفاوت‌های سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی در ابعاد چهارگانه محیط‌زیست شهری می‌باشند، می‌توان نتیجه گرفت که سیستم بام سبز و سیستم بام معمولی تفاوت‌های زیادی در تأثیرگذاری از منظر معماری پایدار دارند.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده، هر سه فرضیه تحقیق مورد تأیید قرار گرفتند. در مجموع ۸۰ درصد متخصصان موافق با تأثیر زیاد و خیلی زیاد بام‌های سبز در ابعاد چهارگانه (اکولوژیکی، اقلیمی، زیست محیطی و اقتصادی - فرهنگی)

پس از بررسی و تحلیل فرضیه‌ها، هر سه فرضیه تحقیق مورد تایید قرار گرفت. نتایج حاصل از تایید فرضیه‌ها اثر بخشی انواع بام‌های سبز در جهت ارتقا کیفیت محیط‌زیست از منظر معماری پایدار را نشان می‌دهد. لذا بام‌های سبز با توجه به موضوعات محیط‌زیستی در معماری و شهرسازی از اهمیت ویژه‌ای در راستای ارتقای کیفیت محیط‌زیست و توسعه پایدار شهری برخوردار هستند و در تمام ابعاد اکولوژیکی، اقلیمی، زیست محیطی و اقتصادی-اجتماعی آثار قابل‌توجهی دارند و در واقع در طراحی و برنامه‌ریزی رابط ما و طبیعت به شمار می‌آیند و می‌توانند از اثرات منفی ساختمان‌ها در اکوسیستم محلی کاسته و در پی آن مصرف انرژی در بناها را کاهش دهند و در تغییرات جریان انرژی ساختمان‌ها نقشی تعیین‌کننده داشته باشند.

در نهایت می‌توان گفت در نخستین گام، آشنایی کارفرمایان با انواع مزیت‌ها از جمله صرفه‌جویی‌های بلندمدت در انرژی و نحوه اجرای آسان آن‌ها می‌تواند راه را برای استفاده بیشتر از بام‌های سبز در کشور مسطح کرده و هدایت این فعالیت‌ها از طریق ارتقاء آگاهی تا اندازه‌ای در بهبود وضعیت محیط‌زیست موثر واقع شود. از سوی دیگر به دلیل ارزش افزوده بالای زمین در کلان‌شهرهای ایران و به ویژه تهران، رشد عمودی شهر، پایین بودن مساحت فضای سبز با توجه به استانداردهای بین‌المللی و توزیع نامناسب آن در سطح محله، استفاده از فناوری بام سبز بر روی بام‌های کلان‌شهرهای ایران و به ویژه تهران گزینه مناسبی به نظر می‌رسد.

منابع

- 1- Frazer L (2005) Paving paradise, Environmental Health Perspectives 113: 457-462.
- 2- Saadatian O, Sopian NK, Sallah E, Lim CH, Riffat S, Saadatian E, Toudeshki A, Sulaiman MY (2013) A review of energy aspects of green roofs, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 23: 155-168.
- 3- Kralli MN, Kambezidis HD and Cassios CA (1996) "Green Roofs" policy in cities with environmental problems, Fresenius Environmental Bulletin, 5 (7-8): 424-429.
- 4- Canadian Mortgage and Housing Corporation (2004) Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada.
- 5- Online: http://www.cmhcschl.gc.ca/en/imquaf/himu/wacon/wacon_088.cfm.
- 6- گلابچی. محمود و گلابچی. محمدرضا، ۱۳۹۲، مبانی طراحی ساختمان‌های بلند، انتشارات دانشگاه تهران.
- 7- رضویان. محمد تقی، غفوری پور. امین و رضویان. ماهان، ۱۳۸۹، بام‌های سبز. فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره دهم.
- 8- Farrar L (1996) Gardens of Italy and the Western Provinces of the Roman Empire from the 4th Century BC to the 4th Century AD, BAR International Series No. 650.

جمله موافق پیش روی گسترش استفاده از بام‌های سبز می‌باشد. علاوه بر مشکلات و موانعی که به صورت عام بر سر راه توسعه بام سبز وجود دارد، هنوز زیرساخت‌های لازم و تسهیلات حقوقی نیز در این زمینه در کشور ایجاد نشده است (هم‌چون ضوابط الزام‌آوری که در بعضی شهرهای اروپایی وضع شده است).

از این رو با توجه به موانع موجود بر سر راه توسعه بام‌های سبز و با استفاده از تجربیات جهانی، پیش‌نیازهای توسعه بام‌های سبز با توجه به انواع مختلف آن را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- ۱- تعیین گونه‌های گیاهی متناسب با محیط، مقاوم، ارزان و متناسب با سیستم‌های متفاوت آن
- ۲- همکاری و ارتباط با مراکز تحقیقاتی و پژوهشی و حمایت از پایان‌نامه‌های کاربردی در این زمینه توسط ارگان‌ها و مؤسسات مرتبط با شهر
- ۳- همکاری شهرداری‌ها با سازمان‌های غیردولتی، غیرانتفاعی و NGO های حفاظت از محیط‌زیست در زمینه توسعه بام‌های سبز و استفاده از تجارب دیگر کشورها (مانند تجربه ژاپن که با اراضی ارزشمند و تراکم ساختمانی بسیار بالا، کاربرد عملی باغچه بام با هدف تفریحی را به شدت دنبال می‌کند)
- ۴- بسترسازی حقوقی برای بام‌های سبز مانند کارهایی که در کشورهایی چون اتریش (لینز) و ژاپن صورت گرفته که ایجاد بام‌های سبز را در مواردی الزامی کرده است.

در نهایت با توجه به نتایج و به منظور ارتقاء سطح بالای فرهنگ استفاده از بام‌های سبز از منظر توسعه پایدار و نیز ابعاد مختلف محیط‌زیستی با توجه به انواع مختلف آن، پیشنهادات اساسی زیر ارائه می‌گردد:

- ۱- افزایش آگاهی عمومی در مورد اهمیت مسایل کیفیت محیط‌زیست شهری و لزوم مشارکت همه مردم در آن و نیز انجام مطالعاتی کاربردی در زمینه گسترش بام‌های سبز و انجام چند نمونه با توجه به انواع مختلف آن
- ۲- همکاری معاونت‌های فضای سبز با نهادها و توسعه‌دهندگان شخصی در جهت رفع نیازها و مشکلات موجود (از طریق رایحه مشاوره، در اختیار قرار دادن گونه‌های گیاهی مناسب و ...) و عرضه‌ی طرح-هایی در جهت ایجاد بام‌های سبز ارزان و متناسب با شرایط محیطی از طریق رایحه تسهیلات مالی و
- ۳- آگاه کردن مدیران و مسوولین میانی شهرداری‌ها در خصوص منافع بام‌های سبز با توجه به آزادی عمل بیشتر در خصوص مزیت‌های حاصل از انواع مختلف و با رویکردهای متفاوت، برگزاری همایش‌هایی در این زمینه و رایحه طرح‌هایی برای جلب استقبال بخش خصوصی در جهت سرمایه‌گذاری و تبلیغ بام‌های سبز، توسعه زیرساخت‌های لازم مورد نیاز به طور گسترده و فروش لوازم، تجهیزات و در نهایت تدوین سیستم نرم‌افزاری جامعی در مورد مشاوره و دسترسی به تجهیزات مورد نیاز.

- of extensive green roofs, *Energy and Buildings*, 42: 959-965.
- 20- Minke G and Witter G (1982) *Haeuser mit Gruenem Pelz, Ein Handbuch zur Hausbegruenung*; Verlag Dieter Fricke GmbH, Frankfurt, Germany.
- 21- Akbari H, Pomerantz M. and Taha H (2001) Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban area, *Solar Energy*, 70: 295-310
- 22- Rowe D B (2011) Green roofs as a means of pollution abatement, *Environmental Pollution*, 159: 2100-2110.
- 23- Peck S and Kuhn M (2003) *Design Guidelines for Green Roofs*, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, and the Ontario Association of Architects, Toronto.
- 24- Minke G (2007) *Inclined Green Roofs- Ecological and Economical Advantages, Passives Heating and Cooling Effect*, CESB 07 PRAGUE Conference. Internet address: www.cesb.cz/cesb07_proceedings/096_Minke.pdf Accessed May 4, 2010.
- 25- Berndtsson JC (2010) Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review, *Ecological Engineering*, 36: 351-360.
- 26- Liesecke HJ, Krupka B and Brueggemann H (1989) *Grundlagen der Dachbegruenung, Zur Planung, Ausfuehrung und Unterhaltung von Extensivbegruenungen und Einfachen Intensivbegruenungen*, Patzer Verlag, Berlin, Hannover, Germany.
- 27- The New York Times, "Scientists Watch Cities Make their Own Weather," August 15, 2000. Re natur, company, Germany. 1996 to 2000. Interviews conducted by the author Ulrich RS and Parsons R, "Influences of Passive Experiences with Plants on.
- 9- Pieper J (1987) "The Nature of Hanging Gardens"; in *Daidalos* #23, March 15, 1987, pp. 94-109.
- 10- Donnelly M (1992) *Architecture in the Scandinavian Countries*, the MIT Press, Cambridge, MA.
- 11- Blank L, Vasl A, Levy Sh, Grant G, Kadas G, Dafni A, Blaustein L (2013), *Directions in green roof research: A bibliometric study*, *Building and Environment*, 66: 23-28.
- ۱۲- سازمان پارک ها و فضای سبز شهر تهران، ۱۳۸۹، توسعه عمودی فضای سبز "بام‌های سبز"، ستاد توسعه عمودی فضای سبز، شهرداری تهران.
- ۱۳- نه‌رلی، داود، عبداللهی. مهدی و ولی بیگی. مجتبی، ۱۳۹۰. بررسی عوامل محدود کننده توسعه بام‌های سبز در ایران بر پایه تحلیل سلسله مراتبی. مجله محیط شناسی. شماره ۶۰، صص ۸۹-۹۸.
- 14- Dunnett NP, Kingsbury N (2004) *Planting Green Roofs and Living Walls*, Portland (OR): Timber Press.
- 15- VanWoert ND, Rowe DB, Andresen JA, Rugh CL, Fernandez RT and Xiao L (2005) Green Roof Storm water Retention: Effects of Roof Surface, Slope, and Media Depth. *Environmental Quality*, 34: 1036-1044.
- 16- Johnston J and Newton J (1992) *Building Green: A Guide to Using Plants on Roofs, Walls, and Pavements*. The London Ecology Unit; London.
- 17- Gaudet C (1985) *Sunspots, Landscaping for Energy Efficiency*, Harrow smith Volume X: 1, No. 61, June/July 1985, p. 24.
- 18- Niachou (2001) Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance, *Energy and Buildings*, 33: 719-729.
- 19- Feng Ch, Meng Q, Zhang Y (2010) Theoretical and experimental analysis of the energy balance