



شماره ۵۲ پاییز ۱۳۹۷
No.52 Autumn 2018

۲۱-۳۴

زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۷/۱

زمان دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱/۲۳

ارزیابی انرژی کارایی بام سبز در ایران؛ نمونه موردی: شهرهای تهران، تبریز، رامسر، بندرعباس

محمد مهدی مولایی - استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
پیمان پیله‌چی‌ها - پژوهشگر دوره دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
آذر افشار* - کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه کوثر، قزوین، ایران

چکیده

یکی از راهکارهایی که برای کاهش مصرف انرژی در شهرهای کلان پیشنهاد می‌شود، احداث بام سبز است. این پژوهش با هدف معرفی سامانه بام سبز و نقش آن در کاهش انتقال انرژی حرارتی و پدیده جزیره حرارتی شهری، به بررسی تأثیر حرارتی استفاده از بام سبز در مقایسه با بام معمولی رایج می‌پردازد. روش تحقیق در بخش‌های مربوط به مزایای بام سبز، توصیفی و نوع تحقیق، کیفی و در بخش‌های مربوط به تحلیل نرم افزاری نوع تحقیق کمی و روشی تحلیلی بوده است و برای اثبات این فرضیه که «بام سبز و چگونگی طراحی آن نقش مؤثری در کاهش انتقال حرارت دارد» از نرم‌افزاری شبیه‌سازی دیزاین بیلدر^۱ استفاده شده است. یک نمونه بام معمولی با بام سبز با جزئیات اجرایی خاصی (پلی استایرن و پلی اتیلن) آنالیز شده و انتقال حرارت آنها در چهار شهر به نمایندگی از اقلیم‌های عمده در ایران (تهران، تبریز، بندرعباس و رامسر) مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بام سبز نسبت به بام معمولی، بیشترین تأثیر را در اقلیم سرد و مرطوب (رامسر) با ۲۲٪ و کمترین تأثیر را در اقلیم سرد و کوهستانی (تبریز) با ۱۴٪ در کاهش مصرف انرژی دارد. به علاوه میزان کاهش بار سرمایشی در اقلیم گرم و مرطوب (بندرعباس) نسبت به سه اقلیم دیگر ایران (تهران، تبریز، رامسر) کمتر و در اقلیم سرد و کوهستانی (تبریز) نسبت به سه اقلیم دیگر (تهران، رامسر، بندرعباس) بیشتر بوده است و همین‌طور بیشترین میزان کاهش بار گرمایشی در اقلیم سرد و مرطوب (رامسر) و کمترین میزان آن در اقلیم گرم و خشک (تهران) است.

واژگان کلیدی: توسعه پایدار، بام سبز، انتقال حرارت، کاهش مصرف انرژی، نرم افزار دیزاین بیلدر

energy Efficiency Evaluation of Green Roof in Iran Case Study: Tehran, Tabriz, Ramsar, Bandar Abbas

Abstract

One of the solutions proposed to reduce energy consumption in large cities is the construction of a green roof. This research aims to introduce the green roofing system and its role in reducing the thermal energy transfer and the phenomenon of urban Thermal Island, to study the thermal effect of using green roofs Compared to conventional conventional roofing. The research method has been quantitative and analytical research in the areas related to the green, descriptive and qualitative research, and in the software-related areas of quantitative research and analytical method, and to prove the hypothesis that “green roof and its design play an effective role in Reducing heat transfer” has been used to simulate the design of the 1-sheet. A typical roofed roof with some specific details (polystyrene and polyethylene) is analyzed and their heat transfer in four cities representing major climates In Iran (Tehran, Tabriz, Bandar Abbas and Ramsar) has been studied. The results of the research show that green roofs have the most impact on the cold and humid climate (Ramsar) with 22% and the least impact in cold and mountainous climate (Tabriz) with a 14% reduction in energy consumption. In addition, the amount of cooling loss in hot and humid climate (Bandar Abbas) was lower than other three climates of Iran (Tehran, Tabriz, Ramsar) and in cold and mountainous climate (Tabriz) compared to other three climates (Tehran, Ramsar, Bandar Abbas) And also the most reduction in the heating load in the cold and humid climate (Ramsar) and the lowest in warm and dry climate (Tehran).

Key words: sustainable development, green roof, heat transfer, energy consumption reduction, software designer 1

۱- مقدمه

اضافه کردن بام سبز به آن در انرژی و انتقال حرارت صرفه جویی کرد؟

استفاده از بام‌های سبز شهری و توسعه آن در صنعت ساختمان نه تنها کاهش نسبی آثار جزیره حرارتی شهری، ایجاد میکرواقلیم، بهبود کیفیت هوا و برقراری تعادل حرارتی در محیط داخلی و خارجی بنا را به همراه دارد بلکه در جهت بهبود کیفیت محیط شهری نیز اثرات مثبت می‌گذارد. هدف از تحقیق حاضر، شناخت و معرفی بام سبز، ارزیابی انرژی کارایی بام سبز در ایران و تأثیرات مثبت آن در تعدیل جزیره حرارتی شهر و کاهش انتقال حرارت و... است. سامانه بام‌های سبز یکی از راه‌هایی است که دستیابی به یک محیط پایدار را تسهیل می‌کند. بنابراین از یک طرف، تحقیق و پژوهش در جهت بومی سازی مراحل عملی ساخت بام‌های سبز و از طرف دیگر توسعه برنامه‌های انگیزشی در توسعه این صنعت از بزرگ‌ترین مشکلات پیش رو در جهت عمومی ساختن آن هاست، مسئله‌ای که بر خلاف ظاهرش بسیار زمان‌بر و پرهزینه است (کشتکار، انصاری و نازی، ۱۳۸۹، ص ۶).

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

انتقال حرارت در بام‌های ایزوگام در زمستان از داخل به خارج و در تابستان از خارج به داخل صورت می‌گیرد. اما بام‌های سبز از طریق کاهش نوسانات گرمایی بر روی سطح خارجی بام و از طریق افزایش ظرفیت گرمایی، لایه‌های سقف به خنک سازی فضاهای زیر بام در طی تابستان و گرم ماندن آن در زمستان کمک می‌کنند. بنابراین سبزی‌نگی و پوشش گیاهی زنده رطوبت را در درون خود حفظ و با این شیوه در تعدیل دمای ساختمان نقش موثری ایفا می‌کنند. آب به عنوان جرم حرارتی از نوسانات دمایی جلوگیری کرده و موجب خنک شدن ساختمان در تابستان و گرم نگه داشتن نسبی آن در زمستان می‌شود.

در یک تقسیم‌بندی دو نوع پایه‌ای از سیستم‌های بام سبز وجود دارد که از نقطه نظر دست‌اندرکاران این صنعت به‌عنوان «بام‌های سبز گسترده» و «بام‌های سبز متمرکز و فشرده» مشخص شده است (شرقی، محتشمی، ۱۳۸۶، ص ۴).

بام سبز متمرکز: با توجه به افزایش عمق خاک، انتخاب گیاهان دارای تنوع بیشتری شده و اجازه به وجود آمدن اکوسیستم پیچیده تری می‌دهد. الزامات نگهداری و آبیاری در این مدل بیشتر و مداوم تر از بام‌های سبز گسترده

با افزایش مشکلات دنیای مدرن، سامانه‌های پایدار در اولویت سیاست‌های کشورهای توسعه یافته قرار گرفت. کشورهای در حال توسعه مانند ایران نیز هم‌اکنون در پی اجرای این سیاست‌ها در جهت حل مشکلات مختلف فرهنگی، اجتماعی، زیست محیطی با در نظر گرفتن پیامدهای اقتصادی هستند. بام‌های سبز در مفهوم جدید به دلیل مزایای زیست محیطی و اکولوژیک از اروپای شمالی آغاز شد و خیلی زود جای خود را در اغلب کشورها باز کرد، دلیل عمده آن علاوه بر مبحث زیبایی‌شناسی معمارانه، پاسخ به عواملی همچون عایق سازی طبیعی ساختمان (حرارتی، رطوبتی، صوتی) استفاده از فضای مرده بام در جهت خلق فضای دلپذیر، تلفیق ساختار مصنوع با طبیعت، کمک به کاهش آلودگی‌های جوی، افزایش پایداری و مدیریت صحیح باران‌های سیل‌آسا و آب باران و... می‌باشد. علاوه بر این، با توجه به مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان که در خصوص صرفه‌جویی در مصرف انرژی (سیستم سرمایی و سیستم گرمایی) است، سبز کردن بام‌ها می‌تواند در راستای سیاست‌های ساختمان سازی نیز عمل کند (مبحث ۱۹، ص ۴۲ و ۴۴). همچنین با توجه به این که در برنامه چهارم توسعه، محوری به نام دولت سبز و توسعه پایدار و فواید زیست محیطی تعیین شده است، سبز کردن بام‌ها می‌تواند در خدمت زمینه سازی برای رسیدن به اهداف دولت سبز تلقی شود.

یکی از اهداف زیست محیطی بام سبز، می‌توان به کاهش اثرات جزایر گرمایی شهرها اشاره کرد. اصطلاح اثر جزیره گرمایی به اختلاف حرارت بین شهر و حومه آن اطلاق می‌شود و این اختلاف دما گاه می‌تواند تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد (رضویان و دیگران، ۱۳۸۹، ص ۱۶۰). یکی دیگر از اهداف زیست محیطی بام‌های سبز، می‌توان به حفظ و نگهداری آب باران در هنگام طغیان‌ها اشاره کرد. بام سبز در مقایسه با بام‌های سنتی، ذخیره انرژی و کاهش هزینه‌های گرمایش و سرمایش بنا را به دنبال دارد. رویش گیاه بر روی بام‌ها موجب کاهش حرارت و دمای هوای اطراف بنا در تابستان شده و به دلیل قابلیت عایق سازی بام سبز در زمستان، باعث کاهش نیاز به انرژی گرمایی در داخل ساختمان شده و به ذخیره انرژی بنا کمک می‌کند. اکنون این سوال پیش می‌آید که چگونه می‌توان با بازسازی یک ساختمان موجود از طریق

جدول ۱. بررسی اجمالی مزایای کمی و کیفی بام سبز در مقایسه با بام معمولی؛ ماخذ: یافته های تحقیق.

عنوان	ماخذ	
مزایای کیفی	حفاظت از پوسته بام	مهدی عبدالهی شماره ۶۰ زمستان ۱۳۹۰: ۹۴ محمودی زرنندی و دیگران، ۱۳۹۱: ۱۴۱-۱۵۱
	تولید غذا	Townshend.82: 2006
	زیبایی، رفاه و سرگرمی	تشکر، ۱۳۷۹: ۱۱ سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری تهران، ۱۳۸۹: ۱۵۹
	ترویج سلامتی و بهزیستی	پاکاری، ۱۳۹۱: ۸
	صرفه جویی اقتصادی	سلطانی، ۱۳۷۱: ۱۱
	گسترش فضای سبز و زیستگاه جانداران	Townshend.81: 2006
	عایق صوتی	6 :2010 ,Bradley Rowe
مزایای کمی	کاهش آلودگی هوا	126-81 :1989 ,Baker&Brooks 190-180 :1998 ,.Morikawa,etal ,2010 ,Enviromental Advantages of Green Roof 8.para محمودی زرنندی و دیگران، ۱۳۹۱:۱۴۱-۱۵۱
	کاهش دی اکسید کربن	6 :2010 ,Bradley Rowe 4 :Ibid
	کاهش آب‌های سطحی و طغیان فاضلب‌ها	تشکر، ۱۳۷۹: ۱۱ 380-369 :2008 ,Berndsson., Bengtsson & Jinno
	کاهش اثرات جزیره گرمایی	289-282: 2006,Weng et al,2002,Streutker 230-215 :1998,Galli et al 79-74 :2000,Xloe et al 161-2010:159 ,Balling et al
	کاهش انتقال حرارت از طریق ذخیره انرژی ساختمان	9 :2007 ,Bass 2007:831 ,.Oberndorfer et al ذوالفقاری و دیگران، ۱۳۹۴: ۵۸ خسروی و دیگران، ۱۳۹۲: ۶۷-۷۸ محمودی زرنندی و دیگران، ۱۳۹۱: ۱۴۱-۱۵۱

جدول ۲. اجزای بام سبز؛ ماخذ: عبدالهی، ۱۳۹۰، ص ۹۴.

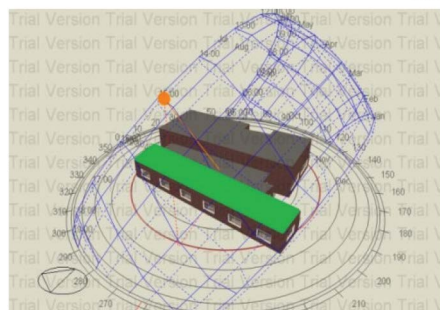
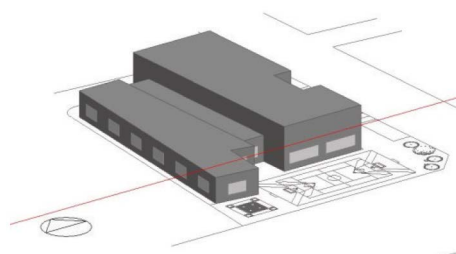
مصالح	لایه‌های بام سبز
سدوم ها، خزه ها، گیاهان علفی، چمن ها گیاهان علفی، چمن ها، بوته ها، درختچه ها گیاهان علفی، چمن ها، بوته ها، درختچه ها، درختان	پوشش گیاهی، بام سبز گسترده بام سبز نیمه گسترده بام سبز متراکم
کودهای گیاهی شن و ماسه، لیکا، پرلیت، پشم سنگ، سنگ پامیس	محیط کشت مواد آلی مواد معدنی
بافت پارچه ای ژئوتکستایل، شن و ماسه	لایه فیلتر



مصالح	لایه‌های بام سبز
مصالح دانه ای، لیکا، پشم سنگ، لاوا، مواد فوم، ورق‌های فنجان‌ی شکل از ترکیبات پلی اتیلن و پلی پروپیلن	لایه زهکشی
بتن سبک، ورق پلاستیکی، ورق مسی، پلی استایرن، بافت ژئوتکستایل	لایه محافظ
ورق هیدروکسید مس، پلی وینیل کلراید (PVC)، الفین ترموپلاستیک (TPO)، پلی اتیلن با چگالی با (HDPE)، بتن غیر قابل نفوذ، بافت پارچه ای ژئوتکستایل برای گیاهان با ریشه‌های الیافی	مانع ریشه
پلی وینیل کلراید (PVC)، الفین ترموپلاستیک (TPO)، غشاء الاستومری (اتیلن پروپیلن)، غشاء (EPDM)، عناصر پلیمری اصلاح شده قیری	غشاء ضد آب

جدول ۳. ویژگی‌های دو سامانه بام سبز با تاکید بر تاثیر گیاهان؛ ماخذ: شرقی، محتشمی، ۱۳۸۶، ص ۴.

سیستم متمرکز	سیستم گسترده
<p>- بام‌های سیستم متمرکز نیازمند مقطع عمیق و بیش از ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی متر از خاک برای رشد گیاهان حجیم و آب نما و چمن معمولی هستند.</p> <p>- این نوع از بام سبز شامل انواع مختلفی از گیاهان است و مشابه یک پارک طراحی میشود.</p> <p>- محیط کاشت یک لایه ناپیوسته بر روی بام سبز است.</p> <p>- برروی سقف‌های کمتر از ۳ درصد شیب اجرا می‌شود.</p> <p>- در این سیستم گیاهان در جعبه‌های مخصوصی که تمام یا قسمت اعظم بام سبز را می‌پوشاند، کشت و نگهداری می‌شوند.</p> <p>- امکان کاشت متنوع گیاه در این بام وجود دارد.</p> <p>- این بام‌ها با تقویت اساسی سازه، آبیاری، کوددهی و سایر مراقبت‌های مداوم دارند.</p>	<p>- این سیستم با نام مقطع کم ارتفاع یا اجزا با ضخامت کم نیز شناخته می‌شود و معمولاً از گیاهانی با عمق ۴۰ تا ۱۰۰ میلی متر استفاده می‌شوند.</p> <p>- این نوع بام سبز فقط شامل یک یا دو نوع گیاه و محیط کاشت کم عمق است.</p> <p>- این نوع بام، بر روی بام‌های مسطح و شیب دار احداث می‌شود.</p> <p>- در مورد بام‌های شیب دار در اغلب مکان‌ها ۱۰ تا ۲۰ درصد شیب توصیه می‌شود.</p> <p>- به عنوان سیستم‌های خود نگهدار در نظر گرفته شده و به حداقل تاسیسات نگهداری، یک بار در سال هرس یا کوددهی برای افزایش رشد گیاهان نیاز دارند.</p> <p>- محیط کاشت لایه ای پیوسته بر روی بام سبز است.</p>



شکل ۱. مدل ساختمان مدرسه مورد پژوهش در نرم افزار دیزاین بیلدر

می‌باشد (Akbari- Pomerantz- Taha-2001:295-310).

بام سبز گسترده: بام‌های سبز گسترده توسط وزن کم و هزینه نگهداری پایین مشخص می‌شوند (Town- ,8:2006). (shend)

۳- روش انجام پژوهش

موضوع استفاده از بام سبز در ساختمان‌های پایدار در کشور نسبتاً جدید است. هدف این مطالعه بررسی اثربخشی فنی سقف‌های سبز به عنوان یک تکنولوژی امکان پذیر در کاهش مصرف انرژی ساختمان در اقلیم ایران است. ساختمان نمونه موردی، یک ساختمان با کاربری آموزشی (مدرسه) است که برنامه زمانی (سیستم گرمایشی شش ماه اول سال و سیستم سرمایشی شش ماه دوم سال و سه ماه تابستان «به علت تعطیلی مدارس» خاموش در نظر گرفته شده است) در آن لحاظ شده و در چهار اقلیم ایران مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۴. پارامترهای مدل سقف سبز استفاده شده در پژوهش در نرم افزار دیزاین بیلدر

ردیف	پارامتر	واحد	مقدار
۱	هدایت حرارتی	R	۰,۳۰
۲	ارتفاع گیاهان	m	۰,۲۰
۳	سطح شاخص برگ	LAI	۵,۰۰
۴	برگ بازتابنده	LR	۰,۴۰
۵	انتشارات سطح برگ	LE	۰,۹۵
۶	حداقل مقاومت در برابر استومات	s/m	۵۰,۰
۷	حداکثر رطوبت حجمی در حالت اشباع	Max fc	۰,۵۰
۸	حداقل مقدار رطوبت حجمی باقیمانده	Min fc	۰,۱۰

گرفته است در جدول ۴ و ۵ آمده است. در این مدل همان طور که از نام آن مشخص است، سطح گسترده و وسیعی از بام توسط پوشش گیاهی پوشیده می شود و اجرای آن با استفاده از گیاهان پوششی و عمدتاً چمن و بوته شکل می گیرد.

به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت از لایه های بالایی بام سبز، سطح روی سقف با استفاده از عایق زهکش پلی استایرن ضخیم و پلی اتیلن عایق بندی شده است. گیاهان نیز با بستر خاکی به عمق ۲۰ سانتیمتر انتخاب شده اند.

بنابر دسته بندی اقلیمی ایران به چهار گروه اقلیم معتدل و مرطوب (سواحل دریای خزر)، اقلیم سرد (کوهستانهای غربی)، اقلیم گرم و خشک (فلات مرکزی)، اقلیم گرم (سواحل جنوبی ایران) (کسمایی، ۱۳۹۴ چاپ هفتم: ص ۲۱)، چهار شهر رامسر، تبریز، تهران و بندرعباس انتخاب شده اند و در آن ها مدل مدرسه نمونه این پژوهش با بام معمولی و بام سبز مقایسه شده است.

۴- یافته ها

در این بخش نتایج شبیه سازی مدل پیشنهادی پژوهش در هرکدام از چهار شهر به تفکیک بار سرمایشی و گرمایشی در حالت بام معمولی و بام سبز ارائه شده و مورد مقایسه قرار می گیرند. قابل ذکر است به دلیل اینکه کاربری مورد پژوهش (مدرسه) در تابستان غیرفعال است، لذا از محاسبه بار سرمایشی در این فصل اجتناب شده است.

ابتدا ساختمان موجود با بام معمولی در نرم افزار دیزاین بیلدر (شکل شماره ۱) با لایه بندی بام متشکل از لایه های گچ، تیرچه و بلوک، بتن سبک، عایق و آسفالت مورد تحلیل قرار می گیرد و نتایج بارهای گرمایشی و سرمایشی آن به عنوان مدل پایه برای هر شهر استخراج می شود. سپس این بارها در نمودارهای ۱ تا ۸ با معادل خود که بام سبز دارد مقایسه می شود و مزایای صرفه جویی انرژی کل سالانه بسته به شرایط آب و هوایی اقلیم ایران استخراج می گردد. پارامترهای موثر مدل سقف سبز گسترده (شامل مصالح بام و پوشش گیاهی) در این پژوهش که برای شبیه سازی مورد استفاده قرار

جدول ۵. ضخامت ساختار اجزای بام سبز در مدل نمونه پژوهش برای درج در برنامه شبیه سازی

مصلح	مقدار میلیمتر
گیاه با بستر خاک	۲۰۰
پلی اتیلن	۴
پلی استایرن ضخیم	۱۵
کاشی سقف	۶
ضد آب نازک	۳
ضد آب ضخیم	۴
شن و ماسه و سیمان	۱۰۰
تخته سنگ	۲۰۰
گچ نازک	۱۲

۴-۱-تهران

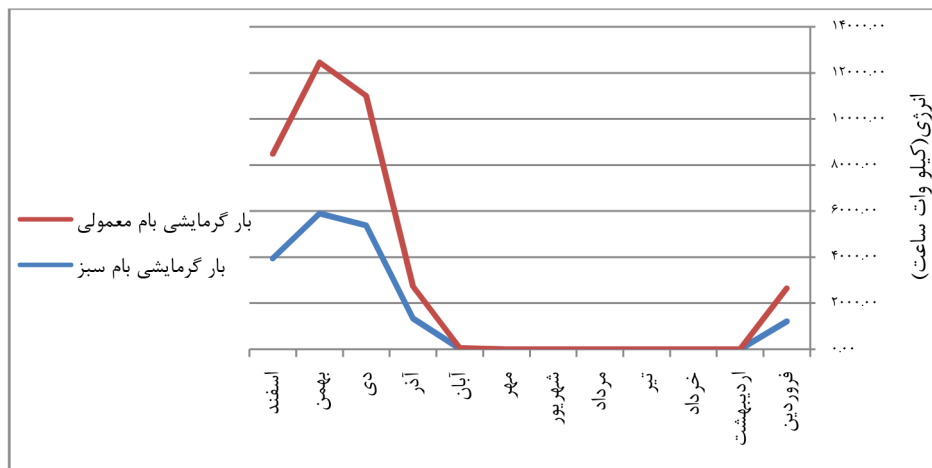
نتایج شبیه سازی بام معمولی و بام سبز شهر تهران به عنوان نماینده اقلیم گرم و خشک در جدول شماره ۶ ارائه شده است.

جدول ۶. داده‌های اندازه گیری شده شبیه سازی ماهیانه مدل مدرسه نمونه در شهر تهران

	بام سبز		بام معمولی		کارایی بام سبز	
	بار گرمایشی	بار سرمایشی	بار گرمایشی	بار سرمایشی	گرمایش	سرمایش
	کیلوات ساعت					
	%					
فروردین	۱۲۱۵,۵۹	۰,۰۰	۱۴۲۸,۱۹	۰,۰۰	۱۵	۰
اردیبهشت	۰,۰۰	۲۵۹۱,۹۸	۰,۰۰	۴۵۸۹,۷۴	۰	۴۴
خرداد	۰,۰۰	۶۷۶۷,۱۴	۰,۰۰	۹۶۸۴,۰۱	۰	۳۰
تیر	-	-	-	-	-	-
مرداد	-	-	-	-	-	-
شهریور	-	-	-	-	-	-
مهر	۰,۰۰	۱۰۴۰۳,۴۴	۰,۰۰	۱۲۲۵۵,۵۳	۰	۱۵
آبان	۲۵,۵۹	۰,۰۰	۳۳,۵۲	۰,۰۰	۲۴	۰
آذر	۱۳۳۰,۸۶	۰,۰۰	۱۳۹۴,۶۰	۰,۰۰	۵	۰
دی	۵۳۷۲,۰۷	۰,۰۰	۵۶۲۷,۷۴	۰,۰۰	۵	۰
بهمن	۵۸۹۰,۶۳	۰,۰۰	۶۵۶۴,۵۱	۰,۰۰	۱۰	۰
اسفند	۳۹۳۹,۷۴	۰,۰۰	۴۵۴۹,۵۷	۰,۰۰	۱۳	۰



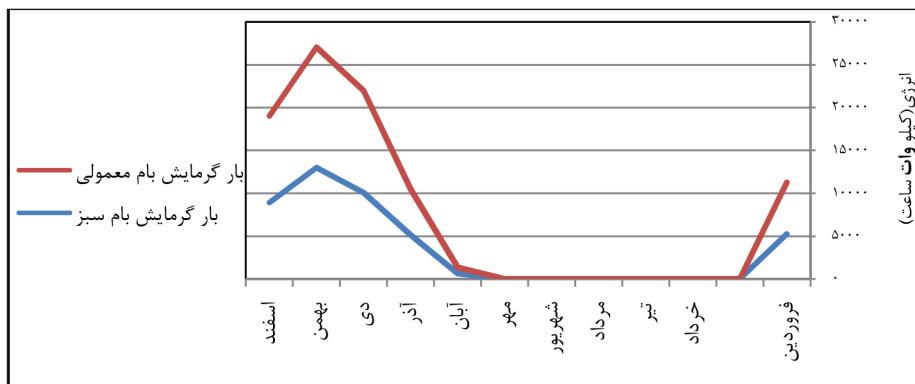
فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۲ پاییز ۱۳۹۷
No.52 Autumn 2018



نمودار ۱. مقایسه بار گرمایشی بام معمولی با بار گرمایشی بام سبز در شهر تهران

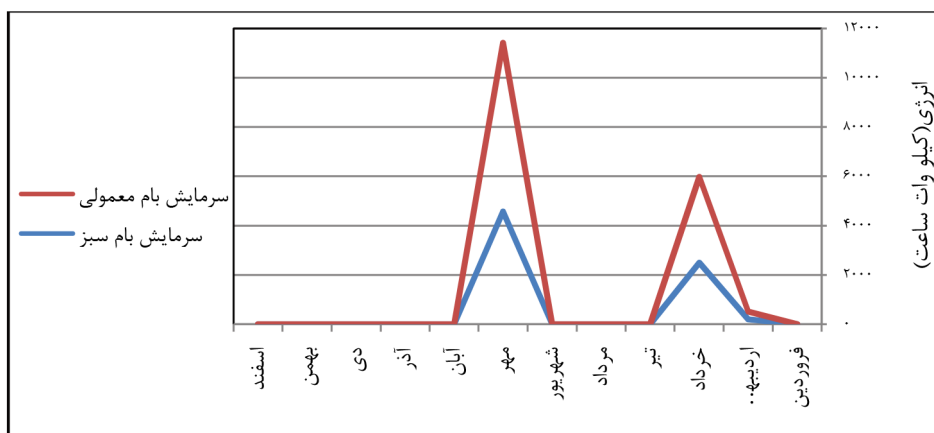
با توجه به نمودار ۱ بیشترین کاهش مصرف انرژی گرمایشی برای شهر تهران در آبان ماه و به میزان 24% اتفاق افتاده است و بعد از آن بیشترین کاهش را در فروردین ماه به میزان 15% داریم. کمترین کاهش را هم در ماه‌های سرد سال به

	بام سبز		بام معمولی		کارایی بام سبز	
	بار گرمایشی	بار سرمایشی	بار گرمایشی	بار سرمایشی	گرمایش	سرمایش
	کیلو وات ساعت				%	
مرداد	-	-	-	-	-	-
شهریور	-	-	-	-	-	-
مهر	۰,۰۰	۴۵۷۱,۵۸	۰,۰۰	۶۸۵۲,۷۷	۰	۳۳
آبان	۶۵۵,۴۶	۰,۰۰	۷۰۴,۷۴	۰,۰۰	۷	۰
آذر	۵۱۲۸,۰۸	۰,۰۰	۵۳۴۷,۱۵	۰,۰۰	۴	۰
دی	۱۰۰۸۴,۲۶	۰,۰۰	۱۱۸۹۴,۳۸	۰,۰۰	۱۵	۰
بهمن	۱۳۰۰۲,۳۴	۰,۰۰	۱۴۰۴۲,۴۷	۰,۰۰	۷	۰
اسفند	۸۹۲۸,۹۵	۰,۰۰	۱۰۰۹۹,۱۵	۰,۰۰	۱۲	۰

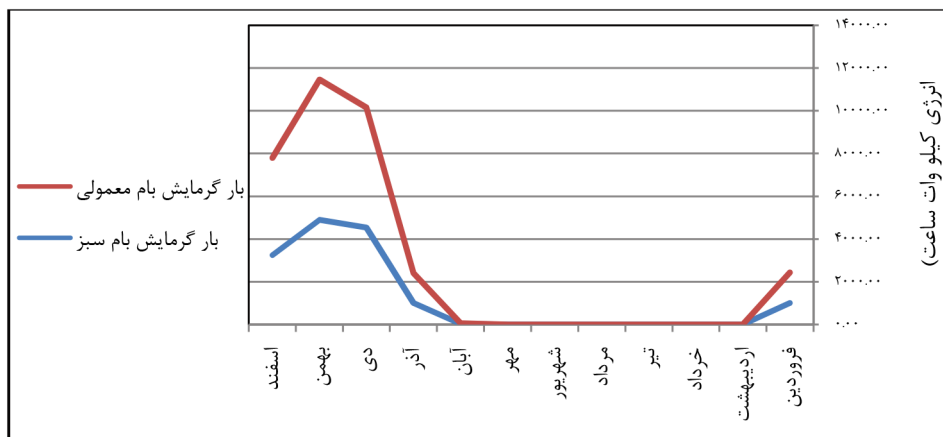


نمودار ۴. مقایسه بار گرمایشی بام معمولی با بار گرمایشی بام سبز در شهر تبریز

با توجه به نمودار ۴ بیشترین کاهش مصرف انرژی گرمایشی را در دی ماه به میزان 15% نشان می‌دهد و بعد

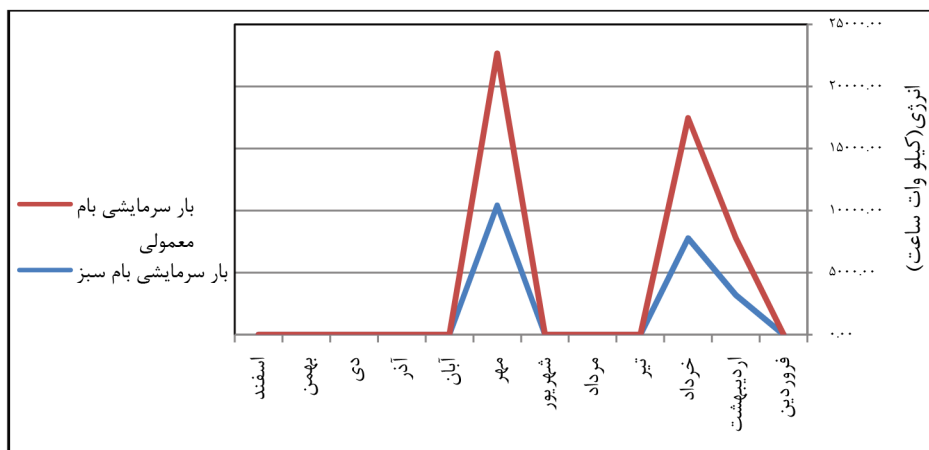


نمودار ۵. مقایسه بار سرمایشی بام معمولی با بار سرمایشی بام سبز در شهر تبریز



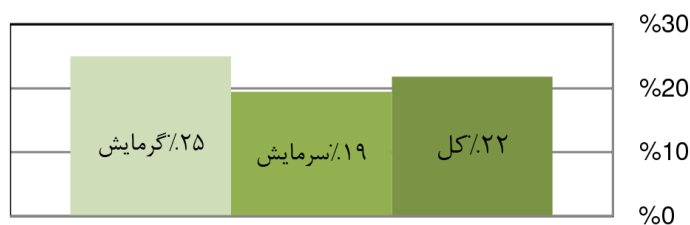
نمودار ۷. مقایسه بار گرمایشی بام معمولی با بار گرمایشی بام سبز در شهرستان رامسر

با توجه به نمودار ۷ بیشترین کاهش مصرف انرژی گرمایشی را در فروردین ماه به میزان 30% نشان می‌دهد و بعد از آن بیشترین کاهش را در اسفند ماه به میزان 29% داریم. کمترین کاهش را هم در ماه‌های سرد سال به دلیل مصرف زیاد انرژی گرمایشی در داخل ساختمان در آبان ماه به میزان 14% شاهد هستیم.



نمودار ۸. مقایسه بار سرمایشی بام معمولی با بار سرمایشی بام سبز در شهرستان رامسر

با توجه به نمودار ۸ بیشترین کاهش مصرف انرژی سرمایشی در اردیبهشت ماه به میزان 30% می‌باشد و کمترین کاهش به دلیل گرمتر شدن هوا در مهر ماه همان سال به میزان 15% مشاهده می‌شود.



میزان صرفه جویی انرژی

نمودار ۹. میزان صرفه جویی انرژی در شهرستان رامسر

جدول ۹. داده‌های اندازه گیری شده شبیه سازی ماهیانه مدل مدرسه نمونه در شهر بندرعباس

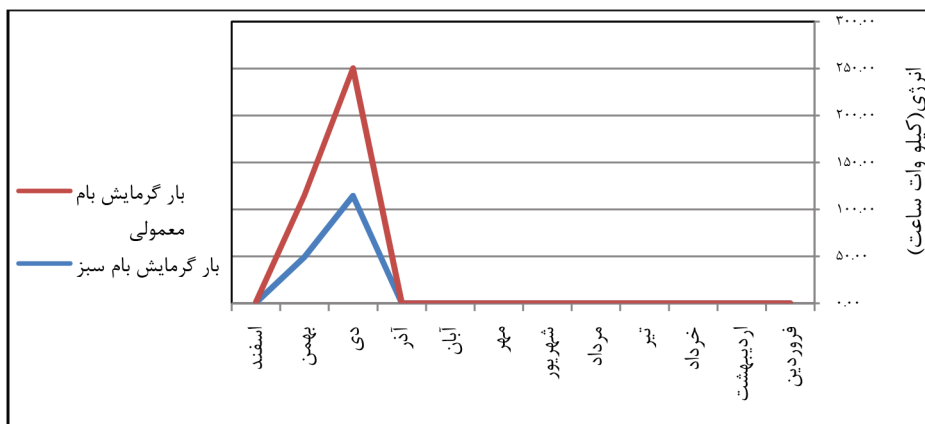
	بام سبز		بام معمولی		کارایی بام سبز	
	بار گرمایشی	بار سرمایشی	بار گرمایشی	بار سرمایشی	گرمایش	سرمایش
	کیلو وات ساعت				%	
فروردین	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰	۰
اردیبهشت	۰,۰۰	۱۳۵۳۲,۲۹	۰,۰۰	۱۶۶۷۶,۵۵	۰	۱۹
خرداد	۰,۰۰	۲۱۱۳۱,۱۵	۰,۰۰	۲۴۸۹۵,۲۴	۰	۱۵
تیر	-	-	-	-	-	-
مرداد	-	-	-	-	-	-
شهریور	-	-	-	-	-	-
مهر	۰,۰۰	۲۲۵۸۹,۳۸	۰,۰۰	۲۶۴۲۲,۰۰	۰	۱۵
آبان	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰	۰
آذر	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰	۰
دی	۱۱۴,۴۴	۰,۰۰	۱۳۵,۷۹	۰,۰۰	۱۶	۰
بهمن	۴۹,۳۵	۰,۰۰	۶۵,۶۸	۰,۰۰	۲۵	۰
اسفند	۰,۵۳	۰,۰۰	۰,۷۹	۰,۰۰	۳۲	۰



فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۲ پاییز ۱۳۹۷
No.52 Autumn 2018

به طور میانگین برای شهرستان رامسر با بام سبز در ۴-۴-بندرعباس یک سال بار گرمایش 24%، بار سرمایش 13% و در مجموع 16% بار کل کاهش پیدا کرده است. عنوان نماینده اقلیم گرم و خشک در جدول شماره ۹ ارائه شده است.

نمودار ۱۰. مقایسه بار گرمایشی بام معمولی با بار گرمایشی بام سبز در شهر بندرعباس



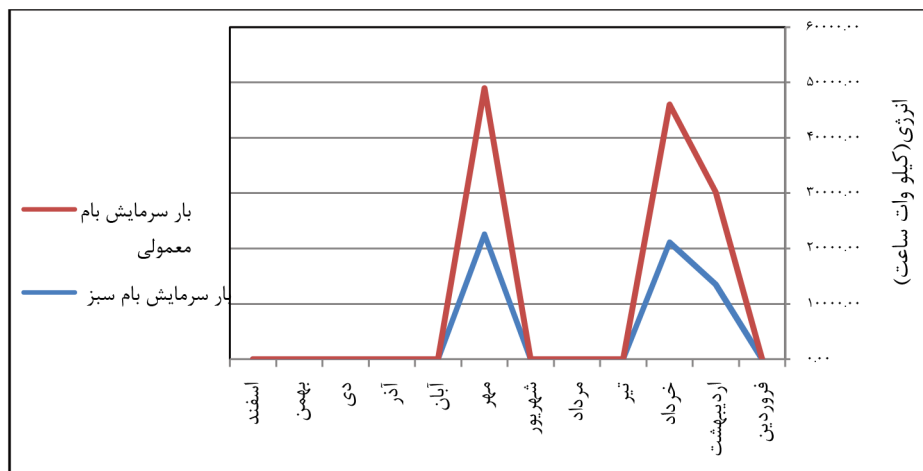
16% بار کل کاهش پیدا کرده است.

۵- نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

ایجاد بامهای سبز مزایای گوناگونی دارد که محیط زیست شهری و زندگی اکولوژیک شهرنشینان و سلامت روحی، اجتماعی و اقتصادی آنان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. لازم به ذکر است که گیاهانی که دارای ریشه‌های عمیق بوده ممکن است به سیستم عایق آب سقف آسیب رسانده و به دلایل سخت بودن تعمیرات مشکلات آبی را ایجاد نمایند لذا در انتخاب پوشش گیاهی این گونه بام‌ها باید دقت شود و با افراد خبره مشورت به عمل آید، از این رو گیاه با بستر خاک ۲۰ سانتیمتر برای چهار اقلیم در نظر گرفته شد و از

با توجه به نمودار ۱۰ بیشترین کاهش مصرف انرژی گرمایشی را در اسفند ماه به میزان 32% نشان می‌دهد و بعد از آن بیشترین کاهش را در بهمن ماه به میزان 25% داریم. کمترین کاهش را هم در دی ماه به میزان 16% شاهد هستیم. سه ماه از سال (مهر، آبان و آذر) به علت گرمی اقلیم گرم و مرطوب بندر عباس میزان مصرف انرژی گرمایشی صفر است و شش ماه از سال (فروردین تا شهریور) در برنامه زمانی دیزاین بیلدر خاموش است و نیز سه ماه تابستان (تیر، مرداد، شهریور) به علت تعطیلی مدارس سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی کاربرد نداشته و خاموش می‌باشد، بنابراین نرم افزار میزان کاهش مصرف گرمایشی در آن ماه‌ها را 0% نشان داده است.

نمودار ۱۱. مقایسه بار سرمایشی بام معمولی با بار سرمایشی بام سبز در شهر بندرعباس



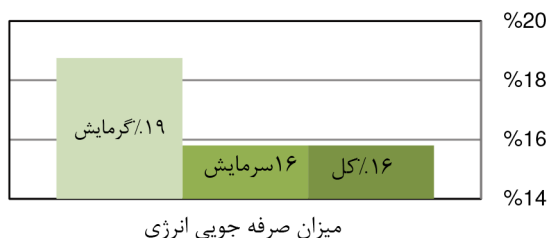
دیگر محدودیت آن از لحاظ سازه‌ای می‌توان به افزایش بار سقف اشاره نمود البته این مورد به دیتیل اجرایی سقف و نوع پوشش گیاهی آن بستگی دارد.

نتایج حاصل از کارایی انرژی شبیه سازی شده مدل پایه و مدل بهینه، کاهش مصرف انرژی سالیانه 19%، بار سرمایشی 26%، بار گرمایشی 9% در شهر تهران و کاهش مصرف انرژی سالیانه 14%، بار سرمایشی 32%، بار گرمایشی 10% در شهر تبریز و کاهش مصرف انرژی سالیانه 22%، بار سرمایشی 19%، بار گرمایشی 25% در شهرستان رامسر و کاهش مصرف انرژی سالیانه 16%، بار سرمایشی 16%، بار گرمایشی 19% در شهر بندرعباس را نشان می‌دهد.

محاسبات در برنامه دیزاین بیلدر، میزان کاهش بار سرمایشی در اقلیم گرم و مرطوب (بندرعباس) نسبت

با توجه به نمودار ۱۱ بیشترین کاهش مصرف انرژی سرمایشی در اردیبهشت ماه به میزان 19% می‌باشد و کمترین کاهش به دلیل گرمتر شدن هوا در خرداد و مهر ماه همان سال به میزان 15% مشاهده می‌شود.

نمودار ۱۲. میزان صرفه جویی انرژی در شهر بندرعباس



به طور میانگین برای شهر بندرعباس با بام سبز در یک سال بار گرمایش 19%، بار سرمایش 16% و در مجموع

Mahmoodi Zarandi and Papakari Neda 1391 << Designing Green Roof Details to Reduce Energy Consumption >> Page Number 141-151

۶- ماجدی، حمید و سادات سادتی، فریال (۱۳۹۴) توسعه بام سبز در طراحی فضاهای شهری پایدار با آرایه راهکارها و پیشنهادات، نمونه موردی: باغ مدرسه ها، نشریه مدیریت شهری، شماره ۳۸، صفحه 215_240

Mahdi, Hamid and Sadat Sadati, Faryal. 1394 << Development of green roof in the design of sustainable urban spaces by providing solutions and suggestions, Case study: Garden-Schools >> Urban Management Publication Number 38. Page 215_240

۷- رضویان، محمد تقی. غفوری پور، امین. رضویان، ماهان. (۱۳۸۹) بام‌های سبز، فصلنامه جغرافیای آسایش محیط. شماره ۱۰.

Razavian, Mohammad Taghi. Ghafouripour, Amin. Razvian, Mahan. 1389 << Green Roofs >> Environmental Geography Quarterly. No. 10 Page 137_160

۸- کشتکار قلاتی، احمدرضا و انصاری، مجتبی و نازی دیزجی، سجاد (۱۳۸۹) توسعه سامانه بام سبز بر اساس معیارهای توسعه پایدار در ایران، نشریه هویت شهر، شماره ۶

Keshtkar Qalati, Ahmad Reza and Ansari, Mojtaba and Nazizi Dizaji, Sajad 2010 << Development of Green Roofing System Based on Sustainable Development Criteria in Iran >> Urban Identity, No. 6

۹- ذوالفقاری، علیرضا، محمدی، مریم (۱۳۹۴) تحلیل تاثیر سایه اندازی روی بام‌های سبز بر میزان مصرف انرژی در اقلیم تهران، دومین همایش ملی مدیریت انرژی‌های نو و پاک

Zolfaghari, Alireza. Mohammadi, Maryam. 1394 << Effect of shadow on green roofs on energy consumption in Tehran climate >> Second National Conference on Clean Energy Management

۱۰- مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، صرفه جویی در مصرف انرژی، کنترل و برنامه ریزی سیستم گرمایی و سرمایی.

Chapter 19 of the National Building Regulations, Energy Saving, Control and Planning of the Heat and Cold System, pages 42 and 44

۱۱- دانشنامه جهان اسلام، جلد ۶، ت، زیرنظر: غلامعلی حداد عادل، تهران: بنیاد دائرةالمعارف اسلامی، ۱۳۸۰، ص ۳۸۱.

Encyclopedia of the Islamic World, Vol. 6, p., Supervision: Gholamali Haddad Adel, Tehran: The Islamic Encyclopedia, 2001, p. 381.

به سه اقلیم دیگر ایران (تهران، تبریز، رامسر) کمتر و (از نظر اقتصادی و کاهش مصرف انرژی منطقی به نظر نمی رسد بنابراین در این اقلیم از این جهت پیشنهاد نمی شود) در اقلیم سرد و کوهستانی (تبریز) نسبت به سه اقلیم دیگر (تهران، رامسر، بندر عباس) بیشتر نشان می دهد و همینطور بیشترین میزان کاهش بار گرمایی در اقلیم سرد و مرطوب (رامسر) و کمترین میزان بار گرمایی در اقلیم گرم و خشک (تهران) است.

منابع و ماخذ

۱- خسروی، محمود. قبادی، اسدالله (۱۳۹۴) تبیین جایگاه سامانه بام سبز در تعدیل جزیره حرارتی شهر، نمونه موردی کرج، دو فصلنامه پژوهش‌های بوم شناسی شهری. سال دوم. شماره چهارم.

Khosravi, Mahmoud. Ghobadi, Asadollah. 1394 << Explaining the position of the green roof system in modifying the thermal island of Karaj, Case study of Karaj >> Two Quarterly Journal of Urban Ecology Research. The second year. The fourth issue. Pages 67-78

۲- سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران (۱۳۸۹) توسعه عمودی فضای سبز بام‌های سبز، ستاد توسعه

عمودی فضای سبز، شهرداری تهران، تهران، ایران Parks & Green Space Organization, Tehran, Iran, 2010 << Vertical Development of Green Space of Green Roofs >> Vertical Development Center of Green Space, Tehran Municipality, Tehran, Iran

۳- شرقی، علی و محتشمی، محمدحسین (۱۳۸۶) فضای سبز در ساختمان‌های بلند یا رویکرد دوباره به طبیعت، علوم تکنولوژی محیط زیست، دوره نهم، شماره چهارم.

East, Ali and Mohtashemi, Mohammad Hossein 2008 << Green space in high-rise buildings or re-nature approach >> Environmental science science, Ninth volume, No. 4.

۴- نهرلی، داود و عبداللهی، مهدی و ولی بیگی، مجتبی (۱۳۹۰) بررسی عوامل محدود کننده توسعه بام‌های سبز

در ایران بر پایه تحلیل سلسله مراتبی، محیط شناسی Nohrelli, Davood and Abdollahi, Mehdi and Vali Beigi, Mojtaba 1390 << Study of the limiting factors for the development of green roofs in Iran based on hierarchical analysis >>. Ecology. No. 60, pp. 89-98

۵- محمودی زرنندی و وپاکاری ندا (۱۳۹۱) طراحی جزئیات مناسب بام سبز برای کاهش مصرف انرژی، شماره صفحه ۱۴۱-۱۵۱



Afshar, M. (2009), Evaluation of Urban Heat Island City of Tehran, *Sepehr Journal*, spring, Volume 18, Issue 71, pp. 56-62.

Balling Wu, Haoa, b, Ye, Bozell. (2010), Assessing the Effects of Land Use Spatial Structure on Urban-Heat Islands Using HJ-1B Remote Sensing Imagery, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 26, Issue 3, pp. 175-170.

Bradley Rowe, D. (2010), Green roofs as a Means of Pollution Abatement. *Journal of Environmental Pollution*, Volume 159, Issue 4: 210-211. Available from: www.sciencedirect.com

- Galli, J. A, Jimenez-Munoz, J. C, El-Kharraz, J, Gomez, M, Romaguera, M, Soria, G. (1998), Single-Channel and Two-channel Methods for Land Surface Temperature Retrieval from DAIS Data and Its Application to the Barrax site. *Int. J. Remote Sensing*, 1998, Vol. 25, Issue 1, pp. 215-230.

Streutker, D. R. (2002), Satellite-measured Growth of the Urban Heat Island of Houston, Texas, *Remote Sensing of Environment*, Vol, 85, pp, 282-289

- Xloe, H. F, Ding, X, Wen. (2000), Urban Expansion and Heat Island Dynamics in the Quanzhou Region, China, *IEEE journal of selected topics in applied earth observations and remotesensing* Vol, 1, No, 3, pp, 74-79.

Environmental Advantages of Green Roof, (2010). Retrieved from <http://www.efb-greenroof.eu/verband/fachbei/>

Townshend, D. (2006). STUDY ON GREEN-ROOF APPLICATION IN HONG KONG. Architectural services Department and Urbis Limited.

۱۲-مرتضی کسمایی (۱۳۹۴) اقلیم و معماری، چاپ هفتم، تهران، نشر خاک.

Mortazy Kesmayi, 1394 Seventh Printing, *Climate and Architecture*, Tehran, Kerman Publishing House.

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*, 70 310-295: (2001)

Bass, B. (2007). *Green Roofs and Green Walls: Potential Energy Savings in the winter*. Toronto : Adaptation & Impacts Research Division Environment Canada at the University of Toronto Centre for Environment.

Berndtsson JC et al. 2009. Runoff water quality from intensive and extensive vegetated roofs. *Ecological Eng*; 35(3):369-380

Bradley Rowe, D. (2010). Green Roofs as a Means of Pollution Abatement. *Journal of Environmental Pollution*, 159,

Johnston, Jackly (2004). "Building Green: A guide to using plants on roofs, walls and pavements". Mayor of London; London.

Luckett, K. (2009), *Green roof construction and maintenance*. New York: McGraw-Hill Publications.

- Morikawa, H., et al. (1998). More than a 600-fold variation in nitrogen dioxide assimilation among 217 plant taxa. *Journal of Plant Cell and Environment*, (21):180-190

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*, 70 310-295.



فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۲ پاییز ۱۳۹۷
No.52 Autumn 2018