شبیه سازی عملکرد جداره‌های سبز بر تغییرات دما در فضای باز شهری: نمونه موردی دیوار سبز سنتی در خیابان شهید موسوی تهران

مریم آزموده *

استادیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: 1401/03/01، تاریخ پذیرش: 1401/03/21

ارجاع به مقاله:

مریم آزموده، شبیه سازی عملکرد جداره‌های سبز بر تغییرات دما در فضای باز شهری: نمونه موردی دیوار سبز سنتی در خیابان شهید موسوی تهران، *مهندسی و مدیریت ساخت*، 1401؛ 7 (1): 16-21.

چکیده

شهرهای امروز به دلیل مشکلات متعددی که بر شهروندان خود تحمیل میکنند عرصه را برای حضور شهروندان در شهر تنگ می نمایند. فضای شهری برای آنکه بتواند محیطی مناسب برای حضور ساکنان در خیابان ها و فضاهای شهری فراهم آورد می بایست شرایط حداقلی از آسایش را برای افراد مهیا کند. فضایی که در آن دما در حد آسایش و فاکتورهای آزاردهنده ای چون آلودگی هوا و آلودگی صوتی در آن به میزان کمی باشد. یکی از راه‌حل‌هایی که می‌تواند در این حوزه نقش موثری را ایفا کند، بازگشت طبیعت به فضای شهری و برقراری دوباره چرخه متعادلی از پارامترهای اقلیمی است. استفاده از سطوح سبز گیاه‌کاری شده می‌تواند از طریق سایه اندازی و اثر خنک‌کنندگی گیاهان، راه حل بااهمیتی در کاهش دما در فصول گرم به شمار آید. در کنار مسائل یاد شده وجه زیبایی شناسانه این جداره ها می تواند آسایش روانی افراد را نیز ارتقا دهد و کمک کننده حضور افراد در فضای شهری باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر سطوح سبز بر تغییرات دما در فضاهای باز شهری انجام گرفته است و از طریق شبیه سازی با برنامه Envi-met این مساله را مورد بررسی عمیق تر قرار داده‌است. نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان داد که در فصول گرم، دمای هوا در اطراف دیوارهای سبز به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد و در فصول سرد دما اندکی بالاتر از نقاط با فاصله از دیوار است.

کلمات کلیدی

فضای شهری، جداره‌های سبز، تغییرات دما، شبیه‌سازی

1- مقدمه

با گسترش شهر و شهر سازی بعد از دهه 1930 به ویژه پس از جنگ جهانی دوم تغییـرات آب و هـوایی محلی در شهرنشینی ظاهر گردید [1] و اکوسیستم‌های موجود در شهرها دچار تغییر و دگرگونی

Simulating the performance of green walls on temperature changes in urban open spaces: a case study of a traditional green wall on Shahid Mousavi street in Tehran

Maryam Azmoodeh*

Assistant Professor, Faculty of Architecture and Urbanism, Imam Khomeini International University (IKIU), Qazvin, Iran

*Corresponding author's email address:
azmoodeh@arc.ikiu.ac.ir

How to cite this article:
Maryam Azmoodeh, Simulating the performance of green walls on temperature changes in urban open spaces: a case study of a traditional green wall on Shahid Mousavi street in Tehran, *Journal of Engineering and Construction Management (JECM)*, 2022; 7(1):16-21.

Abstract

Today's cities are narrowing the field for the presence of citizens in the city due to the many problems they impose on their citizens. In order to provide a suitable environment for the presence of residents in the streets and urban spaces, the urban space must provide minimum conditions of comfort for people. A space where the temperature is comfortable and annoying factors such as air pollution and noise pollution are small. One of the solutions that can play an effective role in this field is the return of nature to the urban space and reestablishing a balanced cycle of climatic parameters. The use of vegetated green surfaces can be considered an important solution in reducing the temperature in hot seasons through shading and the cooling effect of plants. In addition to the mentioned issues, the aesthetic aspect of these walls can also improve people's psychological comfort and help the presence of people in the urban space. The current research has been conducted with the aim of investigating the effect of green surfaces on temperature changes in urban open spaces, and through simulation with Envi-met program, this issue has been investigated more deeply. The results of these studies showed that in hot seasons, the air temperature around the green walls decreases significantly, and in cold seasons, the temperature is slightly higher than the points with a distance from the wall.

Keywords
Urban space, green walls, temperature changes, simulation

شد. به‌علاوه، این روند سریع توسعه شهرها بسیاری از فضاهای سبز را از بین برده و آنها را به بستری برای ساختمان‌های بتنی و سطوحی با ضریب بازتاب پایین تبدیل کرده‌است[2]. سطوحی که دارای ضریب بازتاب بالا هستند در مقایسه با سطوحی با ضریب بازتاب

پایین، بخش بیشتری از تابش دریافتی خود را بازتاب و بخش اندکی از آن را جذب می‌کنند و در نتیجه محیط خنک‌تر با دمای پایین‌تری را به‌وجود می‌آورند[3]. بنابراین محیط شهری تشکیل شده از سطوح با ضریب بازتاب پایین، دمای بالاتری را متحمل می‌شود و همین مساله باعث شده تا محیط شهری در مقایسه با روستاها با دمای بالاتری در طول تابستان مواجه شود[4]. با بروز این مسائل و پیامدهای ناشی از آن‌ها، توجه به طراحی محیط‌های باز شهری بر اساس انگاره‌های زیست‌محیطی و تلاش برای بازگشت طبیعت به فضای شهری و برقراری دوباره چرخه متعادلی از پارامترهای اقلیمی اهمیت یافته است. کنترل دما علاوه بر تاثیر مستقیم بر رضایت کاربران، موجب کاهش دمای فضاهای داخلی و همچنین کاهش تشکیل جزیره‌های گرمایی در مقیاس‌های ناحیه‌ای و شهری می‌گردد [5].

در این‌جا گیاهان می‌توانند نقش موثری در کنترل دما داشته باشند. گیاهان می توانند جزیره گرمایی را مستقیما از طریق سایه اندازی روی سطوح جاذب گرما و همچنین خنک کنندگی تبخیری کاهش دهند. لازم به ذکر است که اگرچه درختان می‌توانند برای کنترل دما بسیار موثر باشند اما کاشت درختان در شهرهای پرجمعیت و متراکم همیشه به‌سادگی امکان‌پذیر نیست[6]. بنابراین راه‌حل دیگری برای تامین فضای سبز یادشده می‌تواند پاسخ‌گوی نیازهای موردبحث باشد. به‌علاوه که اگرچه پارک ها و فضاهای سبز دمای حومه خود را کم می کنند، ولی قادر به ایجاد تاثیرات حرارتی در فضاهایی با ساختمان های متمرکز نمی باشند. برای این منظور بهتر است که گیاه در فضای ساخته شده بافت شهری قرار گیرد.

جداره های سبز در طول سال های اخیر به یکی از اجزای مهم در طراحی شهری تبدیل شده که به‌وجود آورنده جنبه‌های مثبت حرارتی و بصری است. این سیستم‌ها علاوه بر جذب آلاینده ها، موجب کاهش میزان مصرف انرژی در داخل ساختمان نیز می‌شود. زیبایی، بهبود عملکرد آکوستیکی و بسیاری موارد دیگر از فواید این جداره‌هاست. جداره‌های سبز می‌تواند تامین‌کننده فضای سبز ذکر شده برای دست‌یابی به پایداری در فضاهای شهری باشند.

2- پیشینه پژوهش

در پژوهش‌های متعددی در خارج از ایران، تاثیر گیاهان بر کنترل دما مورد بررسی قرارگرفته است.گیاهان می توانند جزیره گرمایی را مستقیما از طریق سایه اندازی روی سطوح جاذب گرما و همچنین خنک کنندگی تبخیری کاهش دهند.گیاهان با این قابلیت، توانایی کاهش دمای حداکثری ساختمان را با ایجاد سایه تا بیشتر از 50 درصد دارا می‌باشند[7]. علاوه بر این از طریق تبخیر، حجم وسیعی از تشعشعات خورشیدی به گرمای نهان تبدیل میشوند که دما را افزایش نمی‌دهد. نمایی که کاملا با گیاهان پوشیده شده باشد از تشعشعات متراکم خورشیدی در تابستان محافظت می‌شود و با پوشش برگ‌های خود می‌تواند 40 تا 80 درصد تابش دریافتی را بازتاب یا جذب نماید. تحقیقات انجام شده در هنگ کونگ نشان می‌دهد که اقلیم مرطوب این شهر، با استفاده از سیستم‌های عمودی سبز در حاشیه بزرگراه‌ها از کاهش 8/4 درجه ای دمای حداکثر خود بهره می‌برد[8]. در ژاپن نیز آزمایش‌ها نشان داد که گیاه مو می‌تواند دمای یک تراس را در جبهه جنوب‌غربی ساختمان به‌میزان قابل‌توجهی کاهش دهد [9]. در آفریقا هم دمای پشت پانل‌های گیاه‌کاری شده تا 2/6 درجه کم‌تر گزارش شد [10]. طی آزمایشی که در سنگاپور برای بررسی تاثیر دیوار سبز در تقلیل اثر جزیره گرمایی که با نرم افزار شبیه سازی STEVE مدل شده است مشخص شد در صورت وجود پوشش سبز در نما، افت ویژه ای در دمای حداقل منطقه دیده می شود، به طوری که در صورت پوشش100 % نما با دیوار سبز دما 1 درجه سانتیگراد کاهش خواهد یافت [11]. دیوارهای سبز خارجی میزان بازتابش خورشید را در سطح کاهش می‌دهند و به همین دلیل بر جزیره گرمایی تاثیرگذاشته و کمک می‌کنند تا دمای شهر متعادل شود. سیستم امتیازدهی لید نیز تعویض سطوح ساختمانی مثل سقف‌ها، دیوارها و غیره با سطوح گیاهکاری شده مانند دیوارهای سبز با مصالحی با آلبدوی بالا برای کاهش انرژی تابش جذب شده را یک راه‌حل موثر در کاهش دما قلمداد می‌کند [12]. درختان و گیاهان با ایجاد سایه و تبخیر موجب کاهش دمای هوا و سطوح ساختمان می شوند. همه این نتایج نشان می‌دهد که فضاهایی با گیاه‌کاری های عمودی فراهم آورنده‌ی دمایی پایین‌تر از سطوح با مصالح بنایی که عمده دیوارهای شهری را تشکیل می‌دهند، هستند.

3- روش تحقیق

هدف این پژوهش استفاده از الگوی سه‌بعدی خرداقلیم Envi-met، با هدف ارزیابی توانایی دانش طراحی اقلیمی و نحوهٔ به‌کارگیری آن با تکیه بر بهره‌گیری از پوشش‌های گیاهی و جداره‌های سبز در طراحی است. برنامه سه بعدی Envi-met طراحی شده توسط پروفسور مایکل بروس در دانشگاه ماینز در تحقیقات بسیاری به منظور ارزیابی شرایط محیطی در فضای باز و آسایش حرارتی ارائه شده است. اعتبار و دقت برنامه در این مطالعات با مقایسه نتایج شبیه سازی و داده های اندازه گیری شده واقعی مورد تایید قرار گرفته است . تحقیق حاضر از برنامه محاسباتی Envi-met نگارش 4 جهت شبیه سازی استفاده نموده است. پایه و اساس الگوی Envi-met بر قوانین بنیادی دینامیک سیالات، ترمودینامیک گازها و قواعد اولری با هدف محاسبات جرم، حرکات جنبشی و تبادلات انرژی است. طرح کلی الگوی Envi-met از یک الگوی سه بعدی بسته تشکیل شده و شامل یک الگوی تک‌بعدی است که حدود مرزهای جوی در فرایند شبیه‌سازی را مشخص می‌کند. واکاوی متغیرهای متفاوت مورد سنجش در این پژوهش از طریق نقشه‌های دو بعدیِ تهیه شده ازنرم افزار جانبی مدلEnvi-met یعنیLEONARDO ، نمایش داده می‌شود. نقشه‌های ارائه شده دراین بحث از خروجی مدل‌سازی است.

3-1- پیشینه پژوهش‌های انجام شده با نرم‌افزار Envi-met و بررسی روایی آن:

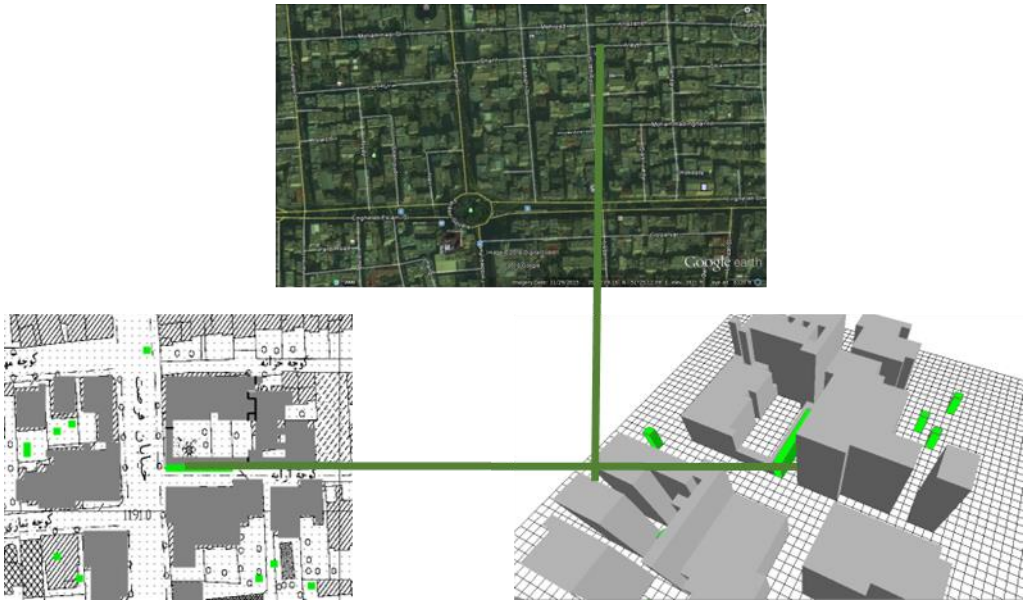
در پژوهشی از رجبی و ابوحجله، مطالعه تاثیر گیاهان بر کاهش جزیره گرمایی شهری در قالب یک مقاله منتشر شده است. شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار Envi-met اصلی‌ترین رویکرد است و برای بررسی روایی، از مقایسه تصاویر حرارتی بلوک‌های شهری و

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
7 (1) , 2022
دوره 7، شماره ۱
تابستان 1401
دوفصلنامه پژوهشی

خروجی‌های مدل Envi-met استفاده شده است. این مقایسه نشان می‌دهد که رفتارهای حرارتی مشابهی در واقعیت و فضای نرم‌افزار وجود دارد. نتایج حاصل از این شبیه سازی بر تاثیر مثبت کاشت درختان با تراکم متوسط بر کاهش دما دلالت می‌کند ولی کاشت چمن را بر سطوح افقی چندان موثر نمی‌داند[13]. ارزیابی اثرات نماهای سبز بر بیوکلایمای انسانی در محیط شهری عنوان مقاله‌ای دیگر است که نتایج حاصل از مطالعات میدانی را با سه برنامه شبیه سازی Envi-met، RayMan و SOLWEIG انجام داده است. دمای متوسط تابشی موضوع اصلی پژوهش است که طبق مطالعات میدانی در کنار دیوار سبز 2 درجه کلوین کمتر است. در این پژوهش و در مقالاتی که در آن به‌عنوان پیشینه پژوهش وجود دارد، در مورد دمای هوا، نتایج شبیه‌سازی و نتایج اندازه‌گیری‌های میدانی با اختلاف جزئی منطبق است اما در مورد دمای متوسط تابشی در این تحقیق نتایج شبیه‌سازی اختلاف بیشتری دارد[14]. در پژوهش‌های داخلی نیز مطالعاتی بر مبنای شبیه‌سازی با برنامه Envi-met انجام گرفته که به‌عنوان نمونه می‌توان به پژوهشی از قاضی زاده و همکاران، شمسی‌پور و همکاران اشاره کرد که البته موضوع این پژوهش‌ها عمدتا در حوزه‌ی آسایش حرارتی در فضای باز بوده است.

4- نمونه موردی: دیوار سبز سنتی در خیابان شهید موسوی، تهران

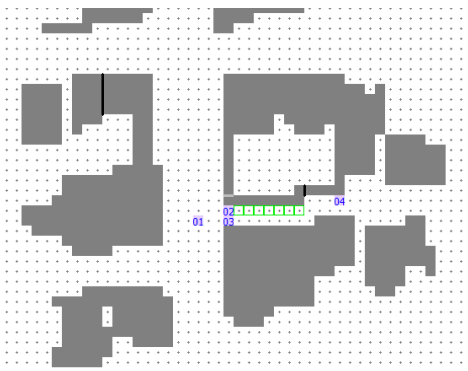
همانطور که شکل شماره 1 نشان می دهد، این دیوار در حوالی میدان فردوسی، خیابان شهید موسوی قرار دارد. انتخاب این پوشش بعلت مکان آن (خیابان انقلاب- در محدوده میدان فردوسی) به دلیل تردد بسیار زیاد وسایل نقلیه و نیز بروز پدیده جزیره گرمایی در محدوده‌ی میدان فردوسی است. این دیوار از نوع سنتی بوده و گیاه مورد استفاده در آن پاپیتال است.



شکل 1 موقعیت دیوار سبز خیابان موسوی

5- شبیه‌سازی

در این پژوهش، مدل سه‌بعدی ENVI-met (تهیه شده توسط بروس) برای شبیه‌سازی اثرات خرد اقلیمی بلوک‌های شهری با پوشش گیاهی عمودی و بدون آن مورد بررسی قرارگرفته است. در این برنامه شبیه سازی، تهران به عنوان یکی از شهرهایی که اطلاعاتش موجود است، وجود دارد. واکاوی متغیرهای متفاوت مورد سنجش در این پژوهش از طریق نقشه‌های دو بعدیِ تهیه شده ازنرم افزار جانبی مدلENVI-met یعنـیLEONARDO ، نمـایش داده مـی‌شـود. نقشه‌های ارائه شده دراین بحث از خروجی مدل‌سازی است. این مطالعه در دو فصل سرد و گرم انجام شده بود که شبیه سازی نیز در هر دو حالت انجام گرفت. .لازم به ذکر است با توجه به عدم امکان مستقیم برنامه برای مدل‌سازی دیوار سبز، ردیفی از درختان ساده (Simple Plant) بدون فاصله با دیوار و هم‌ارتفاع با دیوار برای شبیه‌سازی دیوار سبز درنظر گرفته شده‌اند (شکل 2). فاصله گریدها می‌بایست در کم‌ترین میزان خود یعنی 0/5 متر باشد. فرایند شبیه سازی در دو فصل سرد و گرم انجام گرفته است.



شکل 2 محل قرارگیری گیرنده‌ها (Receptor) در مدل شبیه‌سازی

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
7 (1) , 2022
دوره 7، شماره ۱
تابستان 1401
دوفصلنامه پژوهشی

یکی از مهمترین ویژگی های مدل Envi-met توانایی تعریف گیرنده های مجازی در محدودهٔ عملکـرد مـدل اسـت. اطلاعات این گیرندها در واقع خروجی مدل در زمینهٔ انجام تحلیل های آماری است. این گیرنده‌ها در هر سلول و حـداکثر به تعداد 100 عدد بسته به نیاز و گستردگی پروژه قابل تعریف‌اند. در تصویر زیر محل قرارگیری گیرنده‌ها (Receptor) در مدل شبیه‌سازی دیده می‌شود.

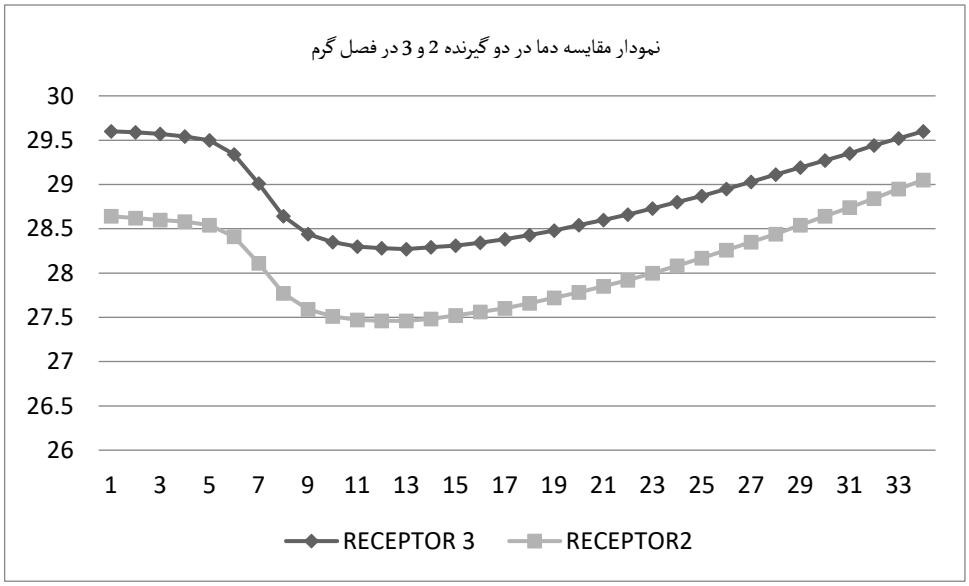
5-1- نتایج حاصل از شبیه‌سازی:

در بررسی خروجی های شبیه‌سازی، نخست به مقایسه گیرنده‌ها (Receptor) پرداخته شد. جدول 1 و شکل 3 مربوط به مقایسه گیرنده‌های 2 و 3 است. در این مرحله اطلاعات مربوط به گیرنده‌های 2 و 3 از پوشه‌ی خروجی‌های Envi-met، انتخاب و در برنامه اکسل باز شد و نمودارهای مربوط به دما طبق شکل 3 ترسیم گردید. نمودار شکل 3 مربوط به مقایسه دما در فصل گرم (خرداد ماه) و در ساعت 11:30 دقیقه بوده است. همان‌طور که در نمودار نیز مشاهده می‌شود با نزدیک شدن به دیوار سبز شبیه‌سازی شده دمای هوا به میزان 0/55 تا 0/97 درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد. از مقایسه گیرنده‌های دیگر این فاز از شبیه‌سازی نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد. با استفاده از برنامه الحاقی Leonardo 2014 در برنامه Envi-met ، خروجی‌هایی به‌صورت نقشه‌های شکل 4 به‌دست آمد که مولفه‌های اقلیمی مختلف را در این شبیه‌سازی ارائه داده است.

برای ادامه بررسی این روند، شبیه سازی انجام شده برای فصل سرد نیز دوباره در برنامه Envi-met اجرا شد. در این مرحله اطلاعات هواشناسی مربوط به روز 24 دی ماه 93 به برنامه داده شد تا محاسبه دقیق‌تری برقرار شود. از مقایسه دو گیرنده 2 و 3 که در فصل گرم نیز مورد بررسی قرار گرفته بود، نمودار شکل 5 حاصل شد. طبق نمودار و اعداد به‌دست آمده از خروجی‌های مدل شبیه‌سازی دما در نزدیکترین نقطه به دیوار سبز به اندازه 0 تا 0/39 درجه سانتیگراد بالاتر از نقاط با فاصله است. با استفاده از برنامه الحاقی Leonardo 2014 در برنامه Envi-met ، خروجی‌هایی شکل 6 برای فصل سرد به‌دست آمد که مولفه‌های اقلیمی مختلف را در این شبیه‌سازی ارائه داده است.

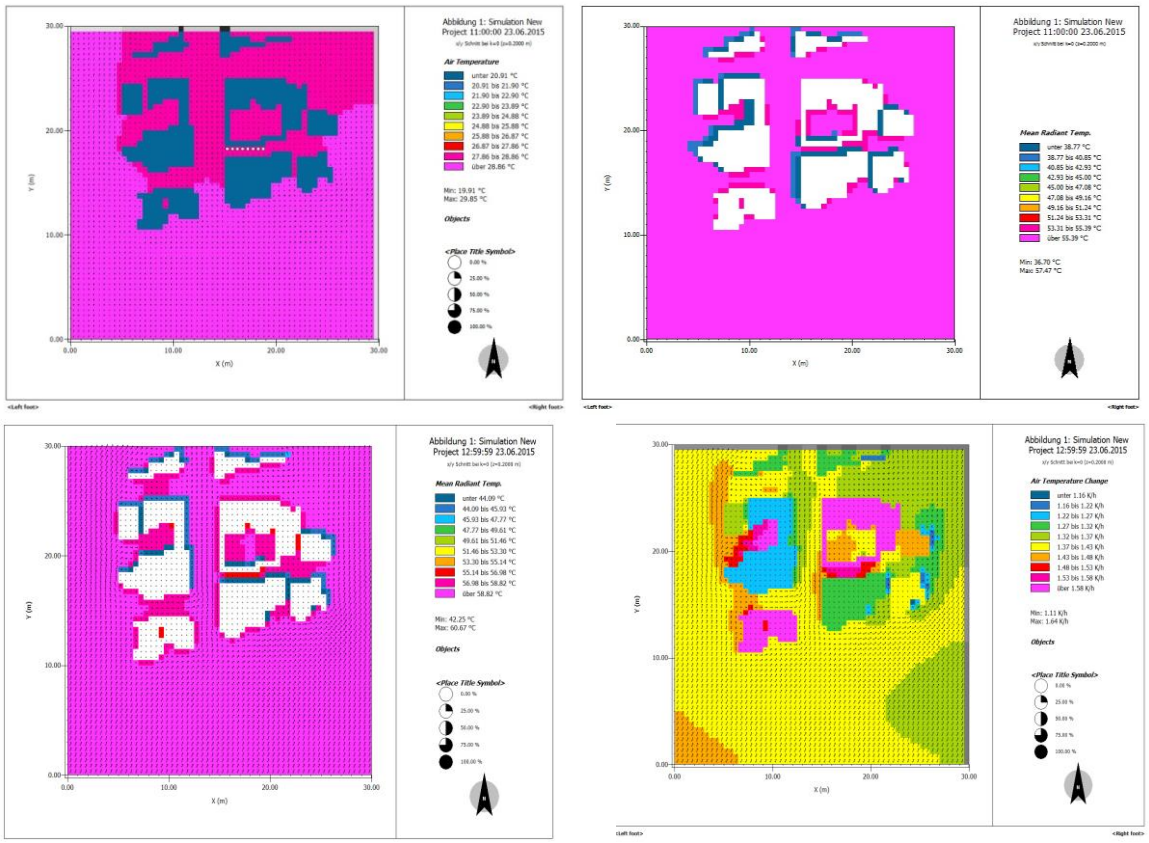
جدول 1 مقایسه گیرنده‌های 2 و 3

Receptor:		3	Atmosphe	created	withENVI-	V4.0		Public	Preview	III	?	EMG	Mainz	and	ENVI-MET	GmbH
Date	Time		modtime(	z(m)	u	v	w		wSpeed	T		dT/dt	q	q.rel	Km.vert	Km.vert.re
11:30:00		90	0.2	0.51	0.13	0.04	0.52		255.9	29.6	1.96	19.56	78.19	1.00423	68.02	1.00423
11:30:00		90	0.6	0.51	0.13	0.12	0.54		255.94	29.59	1.95	19.52	78.09	0.99614	22.49	0.99614
11:30:00		90	1	0.53	0.13	0.2	0.58		256.06	29.57	1.94	19.47	77.97	0.97757	13.24	0.97757
11:30:00		90	1.4	0.56	0.14	0.3	0.65		256.06	29.54	1.92	19.4	77.83	0.94428	9.14	0.94428
11:30:00		90	1.8	0.6	0.16	0.41	0.75		255.06	29.5	1.91	19.32	77.67	0.89241	6.72	0.89241
11:30:00		90	3	0.78	0.44	0.21	0.92		240.63	29.34	1.86	19	77.12	0.67184	3.03	0.67184
11:30:00		90	5	1.2	2.81	0.07	3.06		203.21	29.01	1.8	18.33	75.82	0.19584	0.53	0.19584
11:30:00		90	7	1.23	2.98	0.17	3.23		202.44	28.64	1.75	17.67	74.67	0.19441	0.38	0.19441
11:30:00		90	9	1.18	3.03	0.12	3.25		201.36	28.44	1.71	17.24	73.68	0.54894	0.83	0.54894
11:30:00		90	11	1.16	3.03	0.09	3.25		200.96	28.35	1.68	16.98	72.97	1.07274	1.32	1.07274
11:30:00		90	13	1.15	3.04	0.06	3.25		200.81	28.3	1.66	16.8	72.42	1.49762	1.56	1.49762
11:30:00		90	15	1.15	3.04	0.04	3.25		200.74	28.28	1.64	16.67	71.95	1.84289	1.66	1.84289
11:30:00		90	17	1.15	3.04	0.02	3.25		200.69	28.27	1.62	16.57	71.55	2.15891	1.72	2.15891
11:30:00		90	19	1.15	3.05	0.01	3.26		200.66	28.29	1.6	16.5	71.19	2.46654	1.76	2.46654
11:30:00		90	21	1.15	3.06	-0.01	3.27		200.64	28.31	1.59	16.45	70.87	2.77124	1.79	2.77124
11:30:00		90	23	1.16	3.07	-0.01	3.28		200.62	28.34	1.57	16.42	70.59	3.07403	1.81	3.07403
11:30:00		90	25	1.16	3.09	-0.02	3.3		200.61	28.38	1.56	16.4	70.34	3.37451	1.83	3.37451
11:30:00		90	27	1.17	3.1	-0.03	3.31		200.6	28.43	1.54	16.39	70.12	3.67152	1.84	3.67152
11:30:00		90	29	1.17	3.11	-0.03	3.33		200.59	28.48	1.53	16.39	69.91	3.96352	1.85	3.96352
11:30:00		90	31	1.18	3.13	-0.03	3.34		200.59	28.54	1.51	16.4	69.73	4.24899	1.86	4.24899
11:30:00		90	33	1.18	3.14	-0.03	3.36		200.59	28.6	1.49	16.42	69.56	4.52668	1.86	4.52668
11:30:00		90	35	1.19	3.16	-0.03	3.37		200.59	28.66	1.48	16.45	69.41	4.79575	1.86	4.79575
11:30:00		90	37	1.19	3.17	-0.03	3.39		200.59	28.73	1.46	16.48	69.26	5.0557	1.85	5.0557

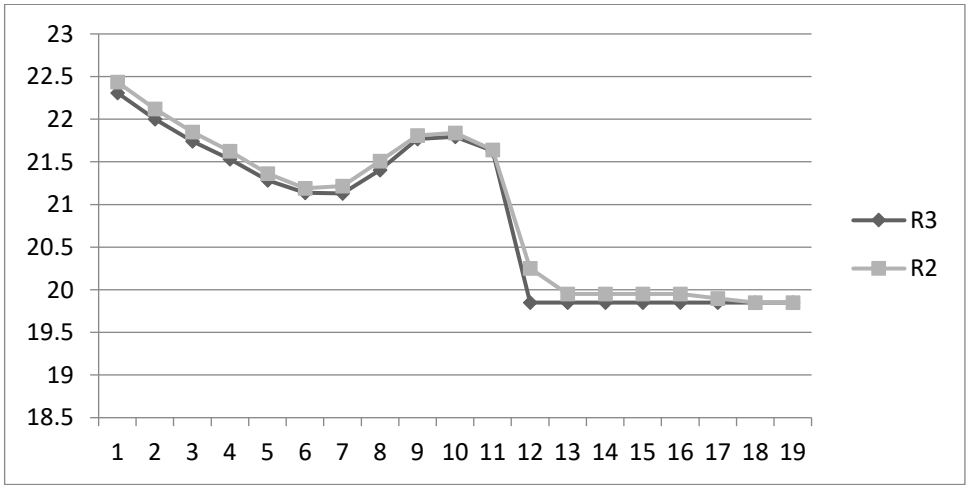


JECM
Journal of Engineering & Construction Management
7 (1) , 2022
دوره 7، شماره ۱
تابستان 1401
دوفصلنامه پژوهشی

شکل 3 نمودار مقایسه دما در دو گیرنده 2 و 3 در فصل گرم

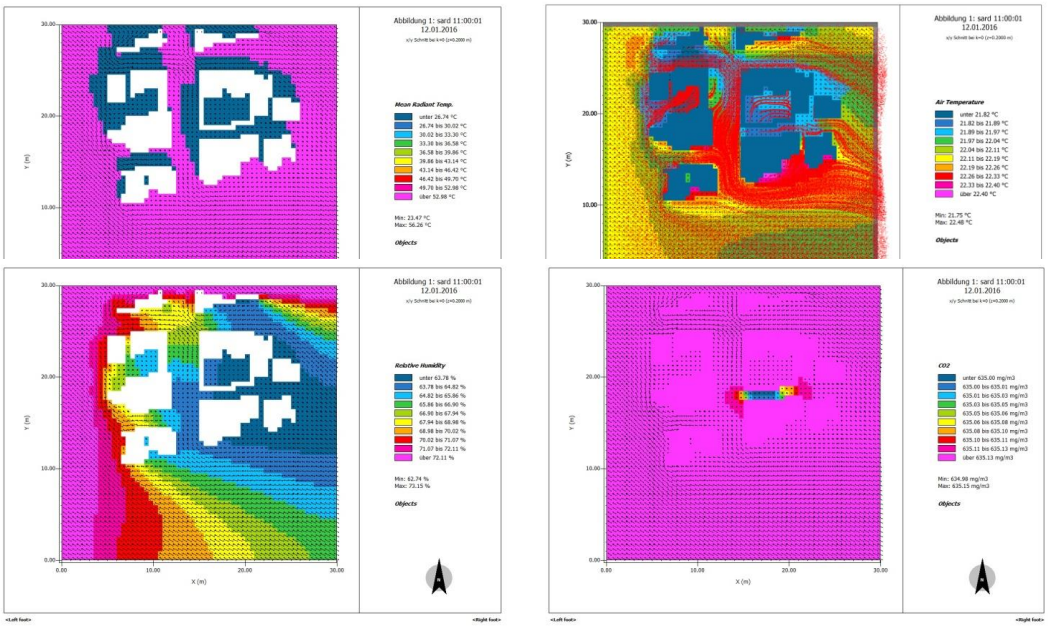


شکل 4 نقشه‌های مولفه‌های اقلیمی مختلف در شبیه‌سازی فصل گرم



شکل 5 نمودار مقایسه دما در دو گیرنده 2 و 3 در فصل سرد

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
7 (1) , 2022
دوره 7، شماره ۱
تابستان 1401
دوفصلنامه پژوهشی



شکل 6 نقشه‌های مولفه‌های اقلیمی مختلف در شبیه‌سازی فصل سرد

6- بحث و نتیجه گیری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش بیان‌گر آن است که جداره‌های سبز تاثیرات قابل ملاحظه‌ای را در کاهش دمای محیط اطراف خود ایجاد می‌کنند. همان‌گونه که در شبیه‌سازی ها به دست آمده است جداره سبز مورد بررسی در فصل گرم دمای فضای اطراف خود را کاهش می‌دهند. همان‌گونه که از نمودارها برمی‌آید با فاصله گرفتن از دیوار دمای هوا نیز افزایش می‌یابد. در ادامه و در بررسی جداره‌ها در فصول سرد نیز دیوارهای سبز نقش مثبتی در بهبود شرایط اقلیمی در مقیاس خرد ایجاد می‌کنند و با ایجاد یک لایه از هوا بین فضای برگها، دمای بالاتری را نسبت به اطراف خود به‌وجود می‌آورند. همان‌گونه که در نمودارها نیز دیده می‌شود با فاصله گرفتن از دیوار سبز در فصل سرد، دما با شیب ملایمی کاهش یافته و به دمای میانگین شهر، نزدیک می‌شود. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج پژوهش‌های مشابه هم‌خوانی دارد. این نتایج نشان می‌دهد که فضاهایی با گیاه کاری های عمودی شرایط مناسبی را با کاهش دما در فصل گرم و افزایش دما در فصل سرد به‌وجود می‌آورند که می‌تواند محیط مطلوب‌تری را برای انسان‌ها در مقیاس خرد اطراف خود ایجاد نماید . زمانی که طراحی فضای شهری در مقیاس میکرواقلیم ها منطبق بر انگاره‌های پایداری باشد، آسایش افراد پیاده ارتقا می‌یابد و ساکنان تمایل بیشتری به حضور در سطح شهر و فعالیت‌های بیرون از خانه پیدا می‌کنند. این مساله علاوه بر آبعاد اجتماعی‌اش از جمله ایجاد سرزندگی، امنیت و رونق اقتصادی، از دیدگاه انرژی نیز موجب کاهش ساعات حضور افراد در خانه‌ها و به تبع آن، کاهش مصرف انرژی و همچنین کاهش استفاده از وسایل نقلیه‌ی شخصی می‌شود. کیفیت زندگی میلیون‌ها انسانی که هم‌اکنون در شهرها زندگی می‌کنند با شناخت عوامل موثر بر میکرواقلیم های شهری و طراحی محیط مصنوعِ پاسخگو به این عوامل، می‌تواند ارتقا یابد. علاوه براین با بهره‌گیری از سطوح سبز در مقیاس‌های وسیع و در نقاط متعددی از شهر، می‌توان این امید را داشت که تاثیرات مطرح شده در مقیاس‌های کلان نیز مطرح شوند.

7- مراجع

[1] بحريني، احمد؛ زندنيپور، حسين؛ 1371، مطالعات هواشناسي آلودگي هوا و كاربرد آن در طراحي‌شهري تهران ، طرح تحقيقاتي، ص 83.

[2] Wong NH, et al, 2010, Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls, Building and Environment 45, pp 663-672

[3] Taha, H, D. Sailor and H. Akbari, 1992, High albedo materials for reducing cooling energy use, Lawrence Berkeley Lab. Rep. 31721 IJC-350,Berkeley, CA.

[4] M.Cotts, Andrew. et al, 21013, Assessing practical measures to reduce urban heat: Green and cool roofs, Building and Environment 70, pp 266-276

[5] D. Ruíz, M. del Alba v. de la Rosa, P. Vidal, A. García-Santos, F. Olivieri, and C. Bedoya,2012, Definition and Study of an Innovative Façade System Made of Independent Pre-vegetated and Water Storage Modules, VI International Congress on Architectural Envelopes June, Donostia-San Sebastián, Spain

[6] Yang, J, Yu, Q, Gong P, 2008.Quntifying air pollution removal by green roofs in Chicage. Atmospheric Environment 42 (2008) 7266–7273

[7] Dunnett, N & Kingsbury, c. 2008, Planting Green Roofs and Living Walls, Revised and Updated Edition, Timber Press, Portland, Oregon

[8] Alexandri E, Jones P. 2008, Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. Building and Environment 43:480–93

[9] Hoyano A.1988, Climatological uses of plants for solar control on the effects on the thermal environment of a building. Energy and Buildings 11:181–9.

[10] Holm D.1989, Thermal improvement by means of leaf cover on external walls – a simulation model. Energy and Buildings 14(1):19–30.

[11] Wong NH, et al, 2010, Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls, Building and Environment 45, pp 663-672

[12] Koehler, M., 2008, Green facades-a view back and some visions. Urban Ecosystems, 11(4): p. 423-436

[13] Rajabi, T; Abu-Hijleh, 2014, The Study of Vegetation Effects on Reduction of Urban Heat Island in Dubai, World SB 4 Barcelona, Barcelona

[14] Yu-Peng Ye, 2010, Green wall: the creative solution in response to urban heat island effect, national Chung-Hsing University.

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
7 (1) , 2022
دوره 7، شماره ۱
تابستان 1401
دوفصلنامه پژوهشی

COPYRIGHTS
©2022 by the authors. Published by **Journal of Engineering & Construction Management (JECM)**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)