

Investigating the Role of Cover Plants (grass) in Improving the Physiological Equivalent Temperature and Relative Humidity (Case Study: Tabriz University Stadium)

Akbar Rahimi^{1*}, Zahra Nobar²

Received: 19 September 2022 Accepted: 06 April 2023

Associate Professor, Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz.

2- Ph.D. student in Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz*Corresponding Author Email: akbar.rahimi@gmail.com

Abstract

Background & Objective: Due to the expansion of cities and the reduction of urban green spaces, heat islands, and climate changes at macro and micro levels have occurred in cities. This research is evaluated and investigated in order to evaluate the effects of planting cover plants (grass) in improving the physiological temperature and relative humidity in an urban space.

Material and Methods: Data collection methods include field, analytical, and quantitative, with a comparative analysis method of proposed design options using simulation in ENVI-met software (4.4.6) and Ray-Man 3.1 in two different patterns at the same site for a period of 8 hours (10:00 to 18:00), which took place on June 30, 2020, as the hottest day of the year; The research was also validated by comparing the model's output parameter values with field measurements.

Results: The results indicate the optimal performance of the pattern of green cover (grass) compared to the absence of it in improving thermal comfort and reducing physiological temperature. Because it has caused an increase in relative humidity of 0.06% and a decrease in the environmental comfort index (PMV) by 0.005, as well as a decrease in the physiological equivalent temperature (PET) by 0.23 degrees Celsius, the hours of 11:00, 12:00, and 18:00 contain the best performance of vegetation (grass) in terms of enhancing microclimate conditions, whereas the hours of 14:00, 15:00, and 16:00 include the worst performance in terms of effective microclimate alterations. The average change in physiological temperature in the most optimal and worst hours of operation is equal to 4.68 degrees Celsius, and these changes in the relative humidity index are equal to 0.45%.

Conclusion: The research findings reveal that a covered plant species (grass) has a good effect in a specific location where no other plant species exist. It can help with temperature control and boost environmental comfort. As a result of this, to increase environmental and visual comfort in the urban landscape, it is possible to make climatic impacts more systematic and targeted by combining planting trees with cover plants and profiting from basic and integrated planting patterns.

Keywords: ENVI-MET, PMV index, Ray Man, Simulation, Thermal Comfort, Urban Climate

بررسی نقش گیاهان پوششی (چمن) در بهبود دمای معادل فیزیولوژیکی و رطوبت نسبی (مطالعه موردی: استادیوم دانشگاه تبریز)

اکبر رحیمی^{۱*}، زهرا نوبر^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۱۷

- ۱- دانشیار گروه برنامه ریزی شهری و منطقه ای، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز
 - ۲- دانشجوی دکتری تخصصی در گروه برنامه ریزی شهری و منطقه ای، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز
- *مسئول مکاتبه: Email: akbar.rahimi@gmail.com

چکیده

اهداف: باتوجه به گسترش شهرها و کاهش فضاهای سبز شهری، جزایر حرارتی و تغییرات اقلیمی در سطح کلان و خرد در شهرها به وقوع پیوسته است. این پژوهش در جهت ارزیابی تاثیرات کاشت گیاهان پوششی (چمن) در بهبود دمای فیزیولوژیکی و رطوبت نسبی در یک فضای شهری مورد ارزیابی و بررسی قرار می گیرد.

مواد و روش ها: پژوهش به صورت میدانی، تحلیلی و سنجشی، با روش تحلیل مقایسه گزینه های پیشنهادی در طراحی با استفاده از شبیه سازی در نرم افزار ENVI-MET ۴-۴-۶ و نرم افزار Ray Man ۳,۱ در دو الگوی متفاوت در یک سایت ثابت، به مدت ۸ ساعت (۱۰:۰۰ تا ۱۸:۰۰) در تاریخ ۱۰ تیر ۹۹ به عنوان گرم ترین روز سال صورت گرفت؛ اعتبارسنجی این پژوهش با مقایسه مقادیر پارامترهای خروجی مدل با اندازه گیری های میدانی انجام گرفته است.

یافته ها: نتایج، حاکی از عملکرد بهینه الگوی کاشت گیاه پوششی (چمن) در مقایسه با عدم وجود پوشش گیاهی، در بهبود آسایش حرارتی و کاهش دمای فیزیولوژیکی می باشد؛ چراکه سبب افزایش رطوبت نسبی به مقدار ۰,۰۶ درصد و کاهش شاخص آسایش محیطی (PMV) ۰,۰۵ و همچنین، کاهش دمای معادل فیزیولوژیکی (PET)، ۰,۲۳ درجه ی سانتی گراد شده است، بطورکلی شبیه سازی صورت گرفته، ساعات ۱۸:۰۰، ۱۲:۰۰، ۱۱:۰۰ بهینه ترین عملکرد پوشش گیاهی (چمن) را از نظر بهبود شرایط میکرواقلیم و ساعات ۱۶:۰۰، ۱۵:۰۰، ۱۴:۰۰ ضعیف ترین عملکرد را شامل می شود.

نتیجه گیری: بطورکلی در نتایج حاصل از پژوهش صورت گرفته، نشان از تاثیر مثبت گونه ی گیاه پوششی (چمن)، در یک سایت مشخص که در اطراف آن گونه ی گیاهی دیگری وجود ندارد می تواند در تعدیل دما، افزایش آسایش محیطی موثر واقع شود، بر همین اساس در منظر شهری برای بهبود از نظر آسایش محیطی و بصری، می توان از ترکیب کاشت درختان، همراه با گیاهان پوششی و بهره مندی از الگوهای کاشت اصولی و ترکیبی، تاثیرات اقلیمی را سیستماتیک تر و هدفمندتر کرد.

واژه های کلیدی: آسایش حرارتی، اقلیم شهری، شبیه سازی، شاخص ENVI-MET, Ray Man, PMV

۱- مقدمه

گسترش روزافزون محیط های شهری و روند صنعتی شدن و مهاجرت جمعیت روستایی به نواحی شهری باعث افزایش جمعیت و نیز توسعه پراکنده در شهرها شده است. اسکان این جمعیت مستلزم توسعه زیرساخت های شهری اعم از راه ها، پل ها، ساختمان های مسکونی و ... است که منجر به تغییر الگوی کاربری و پوشش زمین در شهر خواهد شد (سنانیکه و همکاران ۲۰۱۳، رحیمی ۲۰۱۴). از سوی دیگر به واسطه تفاوت نوع تبادل انرژی در شهر و محیط طبیعی، اقلیم شهری نسبت به نواحی پیرامون خود و حاشیه شهرها دارای اختلاف در متغیرهای اقلیمی (دمای هوا، دمای سطح، جهت باد و مقدار بارش) است. این تفاوت ها سبب شده متوسط درجه ی حرارت در شهرها چند درجه بیش از حومه آن باشد و این پدیده با نام جزیره حرارتی شهر شناخته می شود (پوردهیمی ۲۰۱۱). سیاست ها و عوامل متعددی در ایجاد و شدت پدیده جزایر حرارتی شهری موثر هستند. از جمله این موارد، جایگزینی پوشش گیاهی با ساختار مصنوع متنوعی است که علاوه بر ایجاد آلودگی های محیطی، تغییرات اقلیمی و برهم خوردن چرخه های اکولوژیکی را موجب می گردد (کومارزامی و همکاران ۲۰۱۰). یکی از مهم ترین چالش های طرح های منظر، چگونگی بهره گیری از درختان و پوشش گیاهی سایت جهت نیل به آسایش حرارتی محیطی است؛ بنابراین معماران منظر در جهت مداخلات محیطی، نیاز به داشتن الگوی بهینه فضای سبز و آگاهی از تأثیر میزان به کارگیری مصالح نرم، در طراحی سایت و محوطه های باز دارند. از مهمترین اثرات فضای سبز، کارکرد زیست محیطی آن می باشد؛ که شهرها را بعنوان محیط زیست جامعه انسانی، معنادار نموده است (بهمن پور ۲۰۱۸)، در فضاهای باز تغییرات سطوح بسیار شدید است. سطح شهرها به جای خاک و پوشش گیاهی با موزاییک، آسفالت، سیمان، سنگ و... پوشش داده شده است. ساختمان ها، گذرگاه ها، پل ها و سایر سازه های گوناگون شهری، تغییرات فراوانی در افزایش ناهمواری سطح زمین ایجاد می نمایند و تغییرات تراز تابشی در سطوح

گوناگون زمین را موجب می شوند (عشقی و قنبرزاده ۲۰۰۸)؛ بر همین اساس در یک روز گرم تابستانی دمای سطح فضای شهری می تواند حدود ۲۷ تا ۵۰ درجه گرمتر از درجه حرارت هوای آن باشد (بردال و برتز ۱۹۹۷)، در حالی که سطوح گیاهان به طور قابل توجهی خنک تر باقی می مانند، پس جرم حرارتی سطوح شهری می توانند تأثیر قابل توجهی در ذخیره حرارت داشته و خرد اقلیم مجموعه را تحت تأثیر خود قرار می دهند (طالقانی و همکاران ۲۰۱۴).

فضاهای عمومی شهر، فضاهایی مناسب برای همه اقشار جامعه و از عناصر اصلی ساخت شهر هستند به طوری که برای همه اقشار جامعه مناسب هستند (رشیدپور و سعید رضوانی ۲۰۱۵ و خیرآبادی و همکاران ۲۰۱۷ و تفویضی و همکاران ۲۰۲۲).

از مهم ترین آثار محیط زیستی فضای سبز در شهرها تعدیل دما، کاهش رطوبت نسبی، تلطیف هوا و جذب گرد و غبار است. اهمیت این موضوع به اندازه ای است که تعدادی از اقلیم شناسان به مطالعه ی استفاده از گیاهان به عنوان یکی از عوامل کنترل کننده ی خرد اقلیم در محیط شهری پرداخته اند. آثار گیاهان پوششی همانند چمن های طبیعی در تعدیل آب و هوا در محیط باشگاه های ورزشی، استادیوم های ورزشی حائز اهمیت است و می تواند با افزایش جذب روان آب از سطح، بر دما و رطوبت محیط تأثیر بگذارد و محیطی مناسب از لحاظ اکولوژیکی برای بازیکنان و برای تماشاگران ایجاد کند.

میادین ورزشی مسطح و پوشیده از چمن طبیعی، از دیرباز به منظور انجام فعالیت ها و رقابت های ورزشی مورد توجه بوده است. سبزینگی که نشانه ی طراوت و شادابی و برانگیزنده ی حس مقاومت و سخت کوشی در انسان است، همراه با نرمی و انعطاف توأم با قابلیت تولید اکسیژن چمن، آن را به عنوان یکی از اساسی ترین ملزومات، در انجام مسابقات پرطرفدار ورزش معرفی کرده است. مهم ترین ورزش هایی که الزاما در زمین چمن به انجام می رسند عبارتند از: گلف، فوتبال آمریکایی، فوتبال، هاکی روی چمن، کریکت و... در این میان فوتبال

برجسته اشعه تابشی بر تعادل گرمایی بدن انسان تأکید شده است (تودرت ۲۰۰۵)، و همچنین تأثیراتی که کالبد فضاهای شهری از طریق دمای متوسط تابشی بر روی آسایش حرارتی عابر پیاده میگذارند مورد توجه قرار گرفته است (کروگر و همکاران ۲۰۱۱) ایجاد شرایط آسایش حرارتی فضای بیرونی می تواند باعث تشویق به پیادهروی در شهرها شده و بهبود سلامت عمومی و هوای پاک را به دنبال داشته باشد (تراگی و ون دسل ۲۰۱۵) در نهایت برای طراحی اقلیمی و تطبیق آن با محیط پیرامون، عوامل محیطی را باید شناخت و طراحی مناسب با آن عوامل را انجام داد. این عوامل شامل محیط طبیعی، مثل وضعیت جغرافیایی و توپوگرافی، پوشش های گیاهی و جانوری، محیط انسان ساخت و نیز عوامل اقلیمی می باشد (طاهباز ۲۰۱۴). بر همین اساس، صرف نظر از شرایط فرد به لحاظ وضعیت حرکتی (ایستاده، قدم زدن یا نشسته)، نوع پوشش، سن، جنس، میزان چربی زیر پوست و جز این ها، آنچه شرایط محیط را به لحاظ آسایش حرارتی تبیین می کند، عموماً از برهمکنش چهار مؤلفه باد، دمای هوا، رطوبت و دمای متوسط تابشی ناشی می شود (البردیسی و همکاران ۲۰۱۶ و رضازاده ۲۰۱۰). در نرم افزار انوی مت، محدوده آسایش حرارتی بین ۳+ تا ۳- تعریف می شود در شکل ۱، با توجه به مولفه های ذکر شده، محدوده شرایط حرارتی متفاوتی را نمایش می دهد.

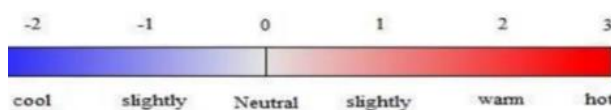
برای بهبود شرایط زیستی، زیستگاهی و رفاهی شهروندان ایجاد شده است و به عنوان بخش جاندار محیط شهری مکمل بخش بی جان شهر، یعنی ساختار کالبدی شهر است. فضای سبز و پوشش گیاهی در شهرها، کارکردهای گوناگونی از جمله بهبود وضعیت زیست محیطی، شرایط مناسب گذران اوقات فراغت شهروندان و... را فراهم می سازد (تائوسی ۲۰۱۸). گیاهان، تأثیرات ویژه ای بر فضاهای شهری و کیفیت هوا می گذارند. پوشش گیاهی، باعث کاهش دمای هوا و آلودگی هوا می شود چرا که افزایش آلودگی سبب تله ی حرارتی می گردد. علاوه بر این، پوشش گیاهی، باعث خنک شدن هوا می شود و در نتیجه با ایجاد یکپارچگی نسبی دما، قادر به ایجاد شرایط آسایش مطلوب تری

طرفداران بسیار زیادی را در سراسر جهان به خود اختصاص داده است (آدامز و گیز ۱۹۹۴ و استوارت ۱۹۹۴ و برد ۱۹۷۳) طبیعت بازی و سرعت بالای بازیکنان در این ورزش، لزوم وجود سطحی یکنواخت، داری انعطاف و همچنین قدرت انتقال نرم نیروهای شدید در برخورد با بدن ورزشکار را به اثبات می رساند.

۲- چارچوب نظری:

۲-۱ آسایش حرارتی در محیط های باز

آسایش حرارتی عبارت است از احساس رضایت فرد از محیطی مشخص (کسمایی ۲۰۰۸) که انسان از نظر ذهنی و فکری در شرایط مطلوبی قرار گیرد. چراکه در چنین محیطی بدن انسان نه احساس سرما می کند و نه احساس گرما، آسایش حرارتی از تعادل دما میان بدن و محیط اطراف ناشی میگردد (واستون و لیز ۲۰۰۶). با توجه سابقه طولانی تر معماری در مقایسه با طراحی شهری، بسیاری از پژوهش ها در این زمینه، روش ها و معیارهای سنجش آسایش حرارتی در فضاهای داخلی را به فضاهای بیرونی تعمیم داده اند، و بدین ترتیب صرفاً شاخص های دمای هوا، رطوبت جریان هوا را در نظر گرفته اند (کرونل و آلوارز ۲۰۰۱). این در حالی است که فضاهای باز واقعی چنین خصوصیتی ندارند. در روش های جدید بر اهمیت



شکل ۱- محدوده آسایش حرارتی تعریف شده در نرم افزار ENVI-MET

۲-۲ پوشش گیاهی

پوشش گیاهی در پارک های شهری، نقش مهمی را در تعیین استاندارد زندگی در شهر عهده دار شده اند. به طوری که، یگانه مناطقی هستند که امکان آرامش شهرنشینان در اوقات فراغت را بدون خارج شدن از شهر فراهم می کنند (حمای و زائری امیرانی ۲۰۱۳). فضای سبز شهری بخشی از سیمای شهر محسوب می شود و

است. بنابراین، پوشش گیاهی، به عنوان یک روش غیر فعال تعدیل حرارت، نیاز به خنک کننده ها را کاهش داده و باعث مصرف انرژی کمتر و هزینه کمتر می شود. به این ترتیب بازه ی اقتصادی نیز از مزایای ساختار سبز شهری است (تروی و همکاران ۲۰۱۲).

پوشش گیاهی، علاوه بر اینکه می توانند از طریق پاکیزه کردن هوا یا کاهش سطح آلودگی صوتی و ایجاد ثبات در خاک برای محیط زیست مؤثر واقع شوند، میتوانند صرفه های اقتصادی عظیمی را شامل گردند (جامعی و همکاران ۲۰۱۶) در حالت کلی پوشش گیاهی می تواند باعث افزایش کیفیت فضایی محیط می گردد (البردیسی و همکاران ۲۰۱۶).

چمن بیشترین نقش را در تصفیه هوا و کاهش آلودگی هوا را در محیط های شهری بر عهده دارد. چمن گیاهی است تک لپه ای که نقطه رویشی آن در قسمت بالای طوقه قرار دارد. در میان هزارها رقم گیاهان علفی که در نیمکره شمالی رشد می کنند تنها حدود چهل نوع بعنوان چمن بکار می روند. کاربرد چمن چیزی نیست که امروزه رایج شده باشد بلکه در جهان قرن هاست که بسیاری از گیاهان این خانواده بصورت فرش سبزی زمینه بسیاری از طرح های فضای سبز را تشکیل می دهند. از دلایل آن، داشتن ظاهری جذاب و دلپذیر، پوششی سریع و مقاوم، قدرت مقاومت در برابر پاخوری و مقاوم به کوتاه شدن بدون اینکه آسیب ببینند را می توان نام برد. چمن با رنگ سبز و مالیم خود موجب آرامش روح و روان انسان می شود و در رفتارهای اجتماعی انسان نیز تأثیر خواهد داشت. چمن ها از لحاظ شکل ظاهری، احتیاجات آبی، نوری، حرارتی، نیازهای نگهداری و کاربرد بسیار متنوع هستند (رضایی و ذبیحی ۲۰۱۴).

چمن در طراحی و ایجاد فضای سبز در هر پارک، نقش مهمی را ایفا می کند و همانند ایجاد زمینه مناسب در یک تابلوی نقاشی است که با انواع درختچه های زینتی یا حاشیه های گل به طور الوان خلق می شود. ولی خلق این زمینه سبز، خود مشکلات و مسائلی را به همراه دارد که رعایت و حراست رشد و نمو آن ضروری می باشد. زیبایی و لطافت هر پارک هنگامی کامل خواهد شد که سبزی مطبوع چمن زمینه اصلی آن باشد و شاید گیاه

دیگری نتوان یافت که جایگزین آن گردد. در مورد نقش چمن و اثرات آن در محیط زیست، آب و هوای شهر و منطقه، همان بس که اجمالاً بگویم وجود گیاه چمن مانند تمامی گیاهان سبز در میزان اکسیژن محیط اطراف خود موثر بوده و نوعی تعادل را ایجاد می کند. ضمناً در تمیز شدن هوا و کاهش گرد و غبار محیط به نحو چشم گیری موثر می باشد و از تبخیر شدید آب در سطح زمین جلوگیری می نماید. در میادین و خیابان هائی که سطح چمن همراه با درختان پهن برگ و سوزنی برگ باشد، سیستم آبیاری چمن و تکرار دفعات آن تا حد زیادی نیاز آبی درختان را برآورده می کند. از آن جایی که مسائل مربوط به چمن مثل چمن زنی، آبیاری و مبارزه با علف های سبز در پارک ها دارای اهمیت زیادی می باشند (رضایی و ذبیحی ۲۰۱۴) چمن را هم می توان از طریق کاشت بذر در محل مورد نظر، و هم از طریق جا به جا کردن قطعات چمن کشت شده در محلی دیگر و یا خرید از مؤسساتی که به کشت و پرورش چمن به منظور فروش می پردازند و قطعات چمن را با ریشه و چند سانتی متر خاک یک جا از زمین بریده و در اختیار خریداران قرار می دهند تهیه نمود (رضایی و ذبیحی ۲۰۱۴).

۲،۲،۱ انواع چمن طبیعی:

چمن های طبیعی بنا به شرایط جوی و آب و هوایی به دو دسته چمن های گرمسیری و سردسیری تقسیم می شوند.

• چمن های گرمسیری

چمن های گرمسیری در انواع مختلف مانند: چمن های برمودا، آفریقایی و ژاپنی و .. از اواسط فصل بهار تا میانه فصل پائیز رشد می کنند و سپس زرد شده و به خواب رفته و دیگر رشد نمی کنند که، این چمن ها خود در انواع متفاوتی مانند برگ کوچک، پهن، ریز، آفتاب دوست و سایه دوست دسته بندی می شوند. در میان چمن های گرمسیری، چمن ژاپنی پس از کاشت رشد کمی پیدا می کند و نسبت به سایه، خشکی و سرما از مقاومت مطلوبی برخوردار بوده و نیاز به تغذیه کمی خواهد داشت. اما چمن های آفریقایی در مواجهه با آفتاب

بهترین رشد را خواهند داشت ولی در مقابل سایه از مقاومت کمی برخوردار هستند (رضایی و ذبیحی ۲۰۱۴).

• چمن های سردسیری

این گونه از چمن ها در فصل بهار و پائیز کشت شده و در انواع مختلفی همچون لولیوم و فستوکا و .. وجود دارند. چمن های فستوکا در دو نوع روز بلند و روز کوتاه وجود دارند که، چمن روز بلند فستوکا در یرایر سایه و گرما با میزان حرارت بالا از مقاومت خوبی برخوردار هستند اما چمن روز کوتاه فستوکا تنها در مقابل سایه، خشکی و سرما مقاوم هستند و نسبت به کود نیز دارای حساسیت هستند. فستوکاها دارای انواع روز کوتاه و روز بلند هستند. انواع روز کوتاه در برابر سایه، سرما و خشکی مقاوم هستند و در مقابل کود از ته زیاد بسیار حساس و به زودی از بین می روند. انواع روز بلند به سایه مقاوم هستند و درجه حرارتهای بالا را تحمل می کنند (در مکان هایی که گرمای تابستان باعث از بین رفتن لولیوم می شود این نوع چمن به کار می رود) (رضایی و ذبیحی ۲۰۱۴).

۳- پیشینه ی پژوهش:

فضای سبز شهری نوعی از سطوح کاربری زمین شهری با پوش گیاهی انسان ساخت است که واجد بازدهی اجتماعی و بازدهی اکلودی باشد. فضای سبز شهری از دیدگاه شهرسازی دربرگیرنده بخشی از سیمای شهر با انواع پوشش های گیاهی است و به مثابه ی عامل زنده و حیاتی در کنار کالبد بی جان شهر نقشی تعیین کننده در ساختار مورفولوژیک شهر دارد (شریدر و بونینگ ۲۰۰۶).

یکی از روش های مؤثر برای کنترل دمای شهری، استفاده از فضاهای سبز است (هوانگ ۲۰۰۷). فضاهای سبز سبب بهبود مناظر شهری می شوند و اقلیم محیط شهری را با افزایش رطوبت نسبی و کاهش دمای هوای شهری تنظیم می کنند. گیاهان دما را مستقیماً با سایه اندازی روی سطوح جاذب گرما و همچنین خنک کنندگی تبخیری کاهش می دهند (هایسلر و همکاران ۲۰۰۷). آنها با این قابلیت، توانایی کاهش دمای حداکثری ساختمان را با ایجاد سایه تابی از ۵۳ درصد دارند (دونت و کینگزبری ۲۰۰۸). علاوه بر این از راه تبخیر، حجم وسیعی از

تشعشعات خورشیدی به گرمای نهان تبدیل می شود که دما را افزای نمی دهد. نمایی که کاملاً با گیاهان پوشیده شده باشد، از تشعشعات متراکم خورشیدی در تابستان محافظت می شود و گیاهان با پوشش برگ های خود ۴۰ تا ۸۰ درصد تابش دریافتی را بازتاب می دهند یا جذب می کنند؛ بنابراین می توان اذعان داشت که فضای سبز تأثیر زیادی بر کاهش دما و افزای رطوبت نسبی محیط پیرامونی دارد.

پروژه های زیادی اهمیت انواع پوشش های شهری از جمله در کنار خیابان، باغ های شخصی و عمومی، پارک ها و جنگل های شهری را بررسی و از نتایج آن در طراحی و مدیریت شهری استفاده کرده اند؛ از جمله ایفتایمیهین (۲۰۰۷) در مطالعه ای نقش پوشش گیاهی را در داخل شهر، خنک کننده و کاهش دهنده درجه ی حرارت در اکوسیستم گزارش کرده است.

در بسیاری از پژوهش ها، با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی شهر مورد نظر، به ویژگی های خورشیدی، از جمله ارتفاع، جهت و همچنین محاسبه طول سایه در مصرف انرژی ساختمان و راهکارهای کاهش آن در ماه های خاصی از سال توجه شده است (طاووسی ۲۰۰۲)؛ اما همگی آن ها به طور عمدتاً به ساختمان توجه داشته اند، از این رو، در بحث بررسی آسایش اقلیمی شهروندان در فضاهای باز شهری، مطالعات کمتری به ویژه در ایران صورت گرفته است، در بیشتر مطالعاتی که روی فضاهای باز شهری انجام گرفته، به وضعیت آسایش اقلیمی شهروندان در فضاهای موجود توجه شده است (قویدل و احمدی ۲۰۱۳ و خیرآبادی و همکاران ۲۰۱۷).

بحث آسایش حرارتی در فضای باز مبحث جدیدی است که باید به آن توجه بیشتر شود. به دلایل متعدد تعریف آسایش حرارتی در فضای باز پیچیدگی های بیشتری نسبت به فضای بسته دارد. این تفاوت ها باعث شده است که برخی از محققان استانداردهای فضای بسته را قابل تعمیم به فضای باز ندانند (امانوئل ۲۰۰۵) نتایج پژوهش های آسایش حرارتی فضای باز در اقلیم ها و موقعیت های مختلف نشان می دهند که محدوده آسایش حرارتی با توجه به تفاوت های جغرافیایی و

شخصیتی، متفاوت است (لین و همکاران ۲۰۱۰)، بر این اساس ضرورت دارد که آسایش حرارتی فضای باز در هر منطقه جغرافیایی به صورت مستقل مورد ارزیابی قرارگیرد.

با مطالعه پژوهش ها در زمینه آسایش حرارتی در فضاهای باز، می توان این پژوهش ها را در سه دسته جای داد: دسته اول مطالعاتی هستند که به ارتباط میان آسایش حرارتی و الگوهای رفتاری اجتماعی و میزان فعالیت ها در فضاهای باز می پردازند. دسته دیگری از پژوهش های آسایش حرارتی در فضاهای باز به اثرگذاری مجموعه عوامل محیطی اعم از عوامل طبیعی و مصنوع و هم نشینی آن ها کنار یکدیگر در آسایش حرارتی می پردازند (پاناگوپولوس ۲۰۰۸) و دسته سوم پژوهش ها که در حوزه تحقیق این پژوهش هستند به صورت متمرکز به موضوع اثرگذاری یک عنصر محیطی خاص بر ایجاد آسایش پرداخته اند (متقی پیشه ۱۹۹۸) برخی از این پژوهش ها بدین قرار است: وایودر مقاله خود به نقش اکولوژیکی درختان و اثرات آن ها در شکل گیری خرداقلیم سازگار با محیط اشاره می کند. هدف از این مطالعه ارزیابی میزان نقش درختان در بهبود دما و رطوبت محیط و اثر متقابل آن ها در شکل دادن به خرداقلیم سازگار است. روش کار این پژوهش، جمع آوری داده های هواشناسی دما و رطوبت در شرایط بود و نبود درختان و انتخاب شبکه برداشت به گونه ای بوده است که تمامی ویژگی های سطوح را پوشش دهد (های دات و واهو ایماوان ۲۰۱۰). در مقاله دیگری ساختمان های مسکونی توسط محمد فهمی و استفان (۲۰۰۹) مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین در پژوهشی که با هدف ارزیابی تفاوت دمای بوستان و محیط اطراف آن و الگوی اقلیمی فضای بوستان مرکزی لیسبون پرتقال صورت گرفت، مشخص شد که بوستان در طی تمامی ساعات روز و شب به خصوص در فصل تابستان خنک تر از محیط اطراف است و همچنین ساختار فضای سبز، مؤثر بر اقلیم درون بوستان است. نتایج تأکید کرد که با ایجاد

فضاهای متنوع در فضاهای باز، می توان آسایش حرارتی را برای تعداد بیشتری از افراد فراهم ساخت (مونتیرو و آلئوچی ۲۰۰۹) علاوه بر نمونه های ذکر شده بالا، در پژوهش های دیگری در فضای باز شهری (خیابان ها، میدان ها، محوطه دانشگاه ها و مجتمع های مسکونی) که توسط پژوهشگران داخلی (طاهباز ۱۹۹۰ و متقی پیشه ۲۰۱۳) و خارجی صورت گرفته به نقش عناصر طبیعی مانند فضای سبز و آب، (سیتو و همکاران ۱۹۹۰ و گایتی و همکاران ۲۰۰۷ و چئن و همکاران ۲۰۰۹) ماهیت گونه گیاهی و چیدمان آن ها، (چئن و همکاران ۲۰۰۸ و فهمی ۲۰۰۹) و نقش کفسازی (چئن و همکاران ۲۰۰۹ و لین و همکاران ۲۰۱۰) و سایه (تئودرت و مایر ۲۰۰۶ و لین و همکاران ۲۰۱۰) در آسایش حرارتی فضاهای باز شهری پرداخته اند.

۴. مواد و روش ها

برای دستیابی به هدف پژوهش در این بخش برای شبیه سازی وضعیت موجود و مقایسه آسایش حرارتی منطقه ی مورد مطالعه از نرم افزار Envi-Met استفاده شده است. در ابتدا با استخراج پارامترهای محیطی (منطقه ی مورد مطالعه) مانند تعداد، ارتفاع ساختمان ها و... به عنوان اطلاعات اولیه در جهت شبیه سازی محیط حرارتی در نرم افزار وارد شده است. سپس در جهت اعتبارسنجی مدل برای مقایسه مقادیر پارامترهای خروجی با مقادیر اندازه گیری شده ی میدانی، سه مورد از پارامترهای اقلیمی تشکیل دهنده آسایش حرارتی (دمای هوا، سرعت باد، و میانگین رطوبت نسبی) به مدت ۲۴ ساعت مورد سنجش قرار گرفت و در نهایت، سناریوهای پیشنهادی با استفاده از نرم افزار ۴,۴,۶ Envi-Met اقدام به شبیه سازی در مدل شده است سپس این داده ها در نرم افزار RAY-MAN برای ارزیابی PET مورد استفاده قرار گرفت و پس از آنالیز، سناریویی که عملکرد بهتر در بهبود شرایط آب و هوایی و آسایش حرارتی در فضای باز بوده است، شناسایی شدند (شکل ۲).



شکل ۲- روند انجام پژوهش

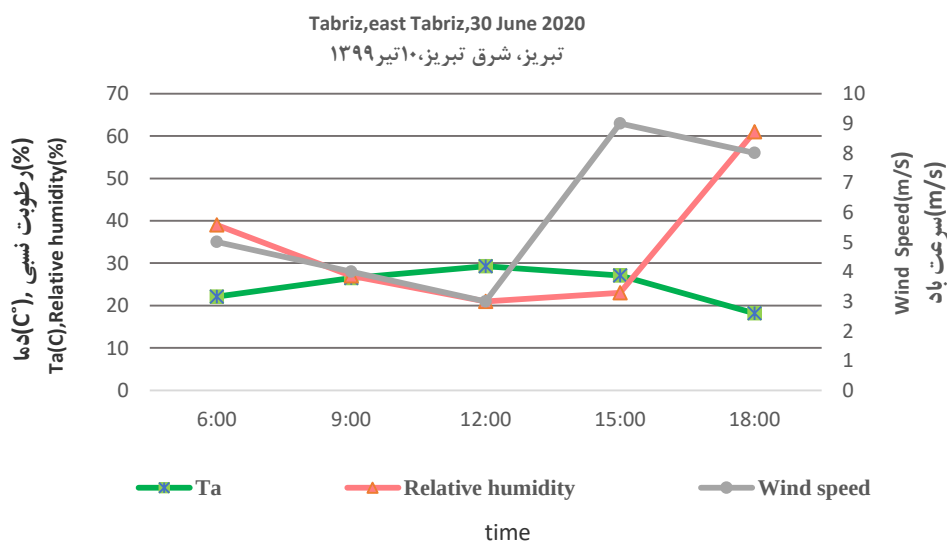
۴.۱ منطقه ی مورد مطالعه

منطقه ی مورد مطالعه ،استادیوم زمین چمن دانشگاه تبریز،واقع در شهر تبریز ، استان آذربایجان شرقی،شمال غربی ایران در تبریز با مساحت ۲۳۷۶۵ کیلومتر مربع است. موقعیت جغرافیایی محوطه بین کوه های عینالی و سهند (صدرموسوی، رحیمی ۲۰۰۸) بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۶ جمعیت آن ۱'۶۰۰'۰۰۰ نفر بوده است (شریفخانی ۲۰۱۸). میانگین بارندگی سالانه تبریز ۳۸۰ میلی‌متر و میانگین دمای (Ta) سالانه ۱۲ است (دوره مرجع برای هر دو داده بین ۱۳۹۴-۱۳۹۳). در منطقه ی نیمه خشک، دارای بهار معتدل، تابستان با رطوبت کم و گرمای معتدل، پاییز پرباران و زمستان های کاملاً سرد است (فاضل پور و همکاران ۲۰۱۴). از نظر ارتفاع، تبریز (۳۸ درجه ۰۴ دقیقه شمالی، ۴۶ درجه و ۱۸

دقیقه شرقی) در ارتفاع ۱۳۶۱ متری از سطح دریا قرار دارد (رحیمی و نوبر ۲۰۲۳) (شکل ۳). باد غالب در شهر تبریز معمولاً در تابستان از سمت شرق و غرب است (فاضل پور و همکاران ۲۰۱۴) (شکل ۴). ۱۰ تیر سال ۱۳۹۹ که یکی از گرم ترین روزهای سال بود برای شبیه سازی انتخاب شد. داده های هواشناسی شامل حداقل و حداکثر دما، حداقل و حداکثر رطوبت نسبی، سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متر و جهت باد از ایستگاه هواشناسی شرق تبریز جمع آوری شد. نمودار ۱، داده های ورودی وارد شده به نرم افزار ENVI-met را نشان می دهد همچنین در جدول ۲ مقادیر اندازه گیری شده ۳ ساعته Ta، رطوبت نسبی را در ایستگاه هواشناسی شرق تبریز در نزدیکی دانشگاه تبریز در روز شبیه سازی نشان می دهد.

جدول ۲- داده های ورودی در شبیه سازی، سرعت در ایستگاه هواشناسی شرق تبریز

متغیر	مقدار
طول و عرض جغرافیایی	۴۶° ۱۹' ۵۴" N, ۳۸° ۳' ۱۴" E
وضوح شبکه افقی	۲m × ۲m
وضوح شبکه عمودی	۲m
چرخش مدل خارج از شبکه شمال	۱۶.۵°
تاریخ شبیه سازی	۹۹.۰۴.۱۰
حداکثر دمای هوا	۲۹.۳°C
حداقل دمای هوا	۱۸°C
10m سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری	۴.۸m/s
جهت باد	۹۰°
منطقه ی شبیه سازی شده	تبریز، استان آذربایجان شرقی، ایران



شکل ۳- مقادیر اندازه گیری شده Ta، رطوبت نسبی، باد



شکل ۴- نقشه محدوده مورد مطالعه (برگرفته از نقشه گوگل)

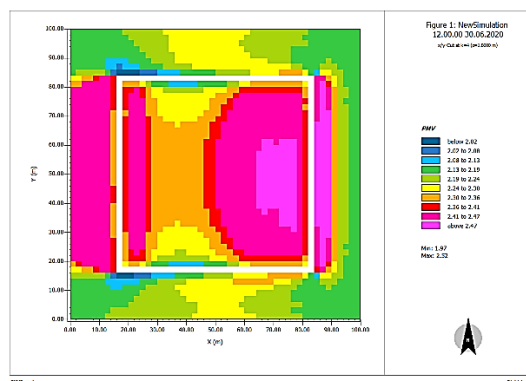
۵. نتایج و بحث

یافته های پژوهش بعد از شبیه سازی در دوسناریو که متشکل از سناریوی پایه و سناریوی کشت گیاه پوششی، به مدت ۸ ساعت در گرمترین روز سال توسط نرم افزار ENVI-MET در قالب گراف و نمودار، دو متغیر محیطی، شامل شاخص آسایش محیطی و درصد رطوبت نسبی و در ادامه ی تکمیل فرآیند، و اعتبار سنجی داده های حاصل، با استفاده از نرم افزار RAY-MAN و وارد کردن داده های به دست آمده دمایی معادل فیزیولوژیک مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت و نتایج حاکی از تاثیر مثبت گیاهان پوششی در افزایش آسایش محیطی که توأم با افزایش رطوبت نسبی و کاهش دمایی فیزیولوژیکی در منطقه ی مورد مطالعه می باشد. نتایج به دست آمده در مورد تأثیر پوشش گیاهی بر کاهش دما و افزایش رطوبت نسبی محیط با نتایج حاصل از مطالعات شاشو و هافمن (۲۰۰۴)، توی و ویلماز (۲۰۰۷) و فاهمی و همکاران (۲۰۱۰) رحیمی و نوبر (۲۰۲۳) مطابقت داشت. کشت گیاهان به منزله یکی از روش های مؤثر بهبود اقلیم در نظر گرفته می شود و در عمل ثابت شده است که گیاه محیط پیرامون خود را از طریق کاهش سرعت باد، جلوگیری از نور خورشید و سایه دهی و

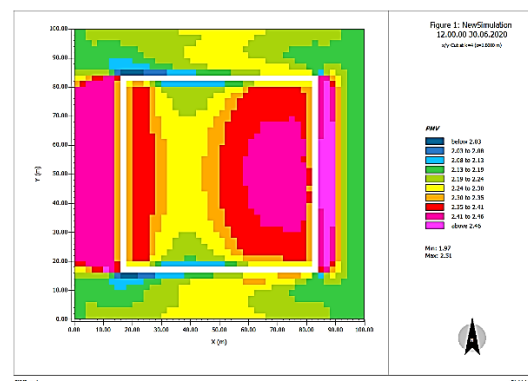
تعدیل رطوبت هوا تحت تأثیر قرار می دهد (اسپانگنبرگ و همکاران ۲۰۰۸). رطوبت نسبی درون یک فضای سبز تا ۱۱ درصد بیش از محیط خارج آن اندازه گیری شده است (تئودرت ۲۰۰۳). همچنین نتایج حاصل از این پژوهش در مورد تأثیر جزایر گرمایی بر تغییرات دما و رطوبت نسبی با مطالعات پژوهشگران متعددی در گذشته هم راستا است (اکبری و همکاران ۲۰۰۱ و ساتناموریس ۲۰۰۶ و چم و همکاران ۲۰۰۹ و رمضانفر و دخت محمد ۲۰۱۰).

۵.۱ شاخص آسایش حرارتی (PMV)

نتایج حاصل از شبیه سازی دو سناریو که شامل سناریوی پایه بدون کشت و سناریوی کشت چمن می باشد داده های حاصل نشان از تاثیر مثبت گیاه پوششی در افزایش آسایش حرارتی در محیط شبیه سازی شده می باشد. (شکل ۵)، این نتایج حاکی از کاهش ۰.۰۰۵ از حالت پایه ی بدون کشت می باشد (شکل ۶) به این ترتیب سناریوی کاشت گیاه پوششی چمن در ساعات ۱۸:۰۰، ۱۳:۰۰، ۱۲:۰۰، ۱۱:۰۰ بهترین عملکرد را در کاهش شاخص آسایش دمایی به مقدار ۰.۶۲، موفق تر از ساعات ۱۶:۰۰، ۱۵:۰۰، ۱۴:۰۰ بوده است (شکلهای ۷ و ۸).



سناریوی کاشت گیاه پوششی

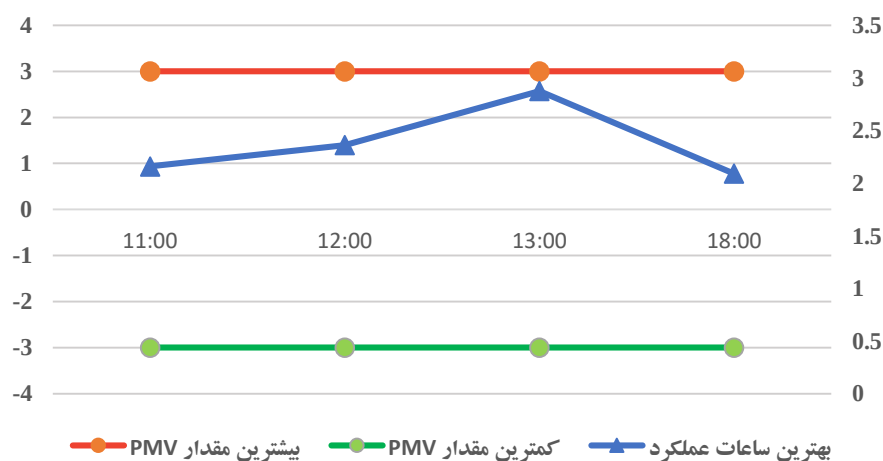


زمین خالی از پوشش گیاهی (پایه)

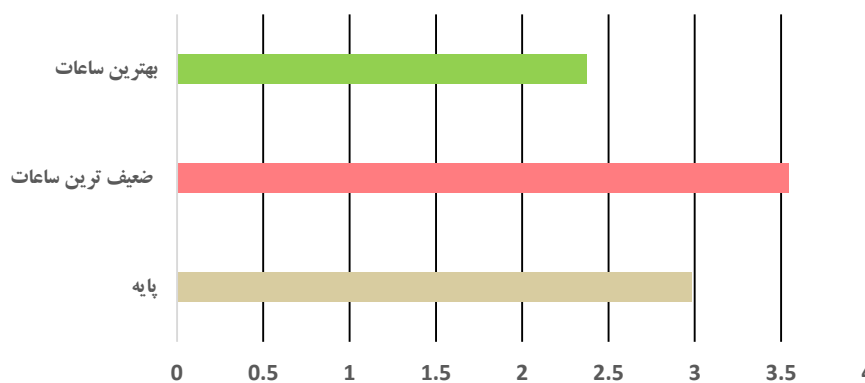
شکل ۵- تحلیل گرافیکی شاخص آسایش دمایی در ارتفاع ۱.۸ متری به مدت ۸ ساعت



شکل ۶- تغییرات شاخص آسایش دمایی در ارتفاع ۱٫۸ متری، به مدت ۸ ساعت (۱۰:۰۰، ۱۸:۰۰) LST



شکل ۷- تغییرات شاخص آسایش دمایی در بهترین ساعات عملکرد به مدت ۸ ساعت (۱۰:۰۰، ۱۸:۰۰)



شکل ۸- تغییرات آسایش دمایی در بهترین و ضعیف ترین ساعات عملکرد به مدت ۸ ساعت (۱۰:۰۰، ۱۸:۰۰)

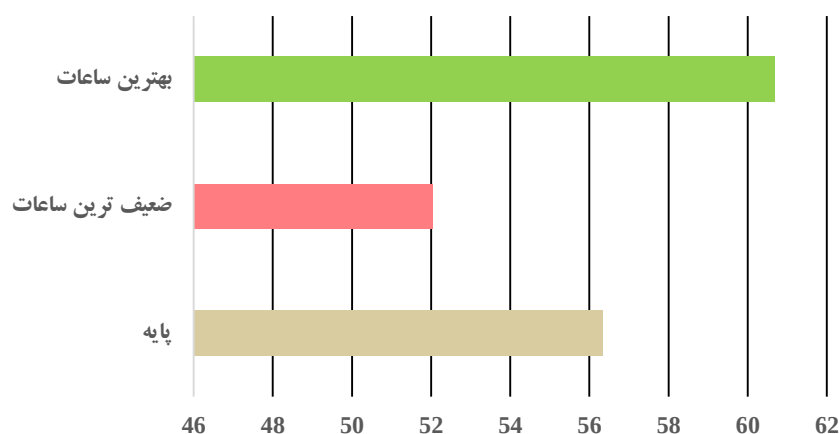
۵,۲ درصد رطوبت نسبی

تغییرات رطوبت نیز به مثابه عاملی اساسی و تأثیرگذار در آسایش حرارتی در فضای باز تحلیل شده است. نتایج حاصل از شبیه سازی دو سناریو که شامل سناریوی پایه بدون کشت و سناریوی کشت چمن می باشد داده های حاصل نشان از تأثیر مثبت گیاه پوششی در افزایش درصد رطوبت نسبی در محیط شبیه سازی شده می باشد. این نتایج حاکی از کاهش مقدار ۰,۰۶

درصد نسبت به حالت پایه ی بدون کشت می باشد (شکل ۹) به این ترتیب سناریوی کاشت گیاه پوششی چمن در ساعات ۱۴:۰۰، ۱۳:۰۰، ۱۲:۰۰، ۱۱:۰۰ بهترین عملکرد را در افزایش رطوبت نسبی به مقدار ۰,۰۸۸ موفق تر از ساعات ۱۸:۰۰، ۱۷:۰۰، ۱۶:۰۰، ۱۵:۰۰ بوده است، تفاوت اختلاف در بین بهترین و ضعیف ترین ساعات عملکرد برابر است با ۰,۰۴۵ درصد (شکل ۱۰).



شکل ۹- تغییرات درصد رطوبت نسبی به مدت ۸ ساعت (۱۰:۰۰، ۱۸:۰۰)، در ارتفاع ۱,۸ متری



شکل ۱۰- تغییرات رطوبت نسبی در بهترین و ضعیف ترین ساعات عملکرد به مدت ۸ ساعت (۱۰:۰۰، ۱۸:۰۰)، در ارتفاع ۱,۸ متری

۵,۳ دمای معادل فیزیولوژیکی (PET)^۱

نتایج حاصل از شبیه سازی دو سناریو که شامل سناریوی پایه بدون کشت و سناریوی کشت چمن می باشد داده های حاصل نشان از تأثیر مثبت گیاه پوششی

در دمای فیزیولوژیکی در محیط شبیه سازی شده می باشد. این نتایج حاکی از کاهش مقدار ۰,۲۳ درجه نسبت به حالت پایه ی بدون کشت می باشد (شکل ۱۱). به این ترتیب سناریوی کاشت گیاه پوششی چمن در ساعات

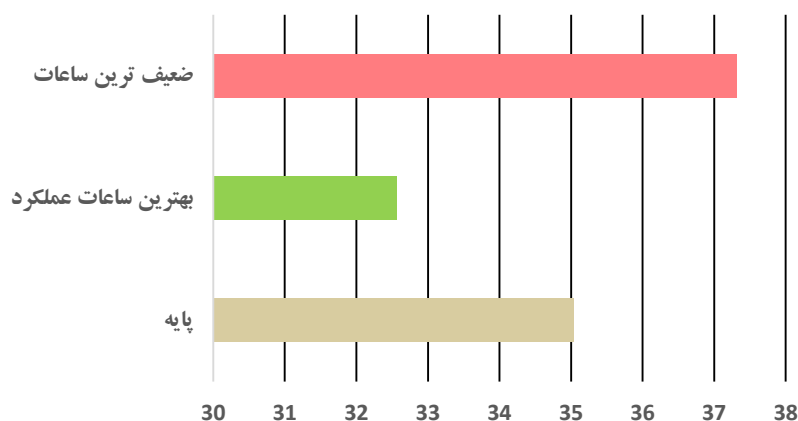
^۱ Physiological Equivalent Temperature (PET)

اختلاف در بین بهترین و ضعیف ترین ساعات عملکرد برابر است با ۴٫۶۸ می باشد. (شکل ۱۲).

۱۱:۰۰، ۱۲:۰۰، ۱۳:۰۰، ۱۸:۰۰ بهترین عملکرد را در کاهش PET به مقدار ۲٫۴۵ درجه ی سانتی گراد موفق تر از ساعات ۱۴:۰۰، ۱۵:۰۰، ۱۶:۰۰، ۱۷:۰۰ بوده است، تفاوت



شکل ۱۱- تغییرات دمای معادل فیزیولوژیکی به مدت ۸ ساعت (۱۰:۰۰، ۱۸:۰۰) در ارتفاع ۱٫۸ متری



شکل ۱۲- تغییرات دمای فیزیولوژیکی در بهترین و ضعیف ترین ساعات به مدت ۸ ساعت (۱۰:۰۰، ۱۸:۰۰) در ارتفاع ۱٫۸ متری

نتایج مطالعات صورت گرفته نشان می دهد که کاشت چمن در منطقه ی مورد مطالعه باعث کاهش دمای معادل فیزیولوژیکی (PET) و بهبود شرایط آسایش حرارتی در فضای باز در طول روز می شود. تحقیقات محدودی در مورد عملکرد چمن در زمین های ورزشی انجام شده است، اما چندین مطالعه قبلی در مورد محیط بیرونی انجام شده است (البردیدی و همکاران ۲۰۱۶ و لی و مایر ۲۰۱۸ و موراکیو و همکاران ۲۰۱۸ و سان و همکاران ۲۰۱۷ و ژانگ و همکاران ۲۰۱۸)؛ نتایج ارائه شده در اینجا را تکمیل می کنند. بر اساس یافته های این

این پژوهش با هدف کلی یافتن رابطه میان پوشش گیاهی و آسایش حرارتی فضای باز و هدف ویژه بررسی میزان اثر و نقش پوشش گیاهی بر متغیرهای تعیین کننده آسایش حرارتی فضای باز انجام شد. در این راستا با انجام کار میدانی، اثر برخی از ویژگی های متنوع فضاهای دارای پوشش سبز بر عوامل مؤثر بر آسایش حرارتی فضای باز همچون دمای هوا، رطوبت نسبی، سرعت باد و میانگین دمای تابشی بررسی و سنجیده شد.

پوشش گیاهی با سطوح فاقد قابلیت انعکاس نور خورشید (آسفالت، سنگ فرش ها و غیره) جایگزین می شوند (طاها ۱۹۹۷). پوشش گیاهی و فضای سبز به دلیل اثرات چند جانبه آن بر زندگی شهری و همچنین به منزله بخش طبیعی و همگن با محیط زیست از اهمیت دو چندان برخوردار است. از دیگر جنبه های مفید فضای سبز می توان به احساس شادی و آرامش ناشی از زیبایی منظر و فیتونسید تولیدی توسط درختان، کاهش جرایم اجتماعی، تأثیر بر سلامتی جسمی و روانی افراد اشاره کرد (کائو، ۲۰۰۷ و هال و همکاران ۲۰۰۸).

۶. نتیجه گیری

در مجموعه ای از مطالعات که در زمینه افزایش آسایش محیطی در فضای باز صورت گرفته است، گیاهان نقش اساسی در محیط شهری ایفا کرده اند؛ این پژوهش آسایش حرارتی در زمین های ورزشی را مورد مطالعه قرار داده است که نتایج حاکی از آن است کاشت مناسب چمن در فضاهای عمومی میتواند نقش بسزایی در بهبود اقلیم داشته باشد. هدف از بررسی استادیوم ورزشی در این تحقیق، ارزیابی و بررسی گیاهان پوششی مخصوصا چمن در محیط باز میباشد. در مجموعه ای از مطالعات، نشان از تأثیرات مثبت درختان در محیط شهری می باشد که در برگرفته ی موثر از نور خورشید، ایجاد ریزاقلیم در فضاهای شهری، کاهش اثر جزیره گرمایی شهری و افزایش آسایش محیطی می باشد؛ در حالی که در نتایج حاصل از پژوهش صورت گرفته، نشان از تأثیر مثبت یک گونه ی گیاهی پوششی؛ چمن، در یک سایت مشخص که در اطراف آن گونه ی گیاهی دیگری وجود ندارد می تواند در تعدیل دما، افزایش آسایش محیطی موثر واقع شود، بر همین اساس در منظر شهری برای بهبود از نظر آسایش محیطی و بصری، می توان از ترکیب کاشت درختان، همراه با گیاهان پوششی و بهره مندی از الگوهای کاشت اصولی و ترکیبی، تأثیرات اقلیمی را سیستماتیک تر و هدفمندتر کرد. برای دو سناریو تهیه شده، شبیه سازی های عددی با استفاده از مدل ریز اقلیمی ENVI-met V4 و در تکمیل مطالعات استفاده از مدل Ray-Man انجام شده است که

مطالعه، فضای سبز شهری باعث افزایش آسایش حرارتی می شود. لی و مایر (۲۰۱۸) اثرات فضای سبز شهری را بر استرس گرمایی انسان در فضای باز در طول روز در مناطق مختلف ارزیابی کردند. یافته های این مطالعه نشان داد که الگوهای کاشت درخت و استفاده از گیاهان پوششی با عملکردهای مختلف و ویژگی های متمایز مانند نوع برگ، عرض تاج و ارتفاع، بر کاهش شاخص PMV تأثیر می گذارد و سبب افزایش رطوبت نسبی در منطقه ی مورد مطالعه می شود، در این مورد رحیمی و نوبر (۲۰۲۳)، طبق مطالعه ای که در منطقه کشاورزی شهری، شهر تبریز (حکم آباد) انجام داده اند، نشان می دهد که حضور گیاهان پوششی و درختان در ترکیب با همدیگر می تواند سبب بهبود آسایش محیطی و کاهش نارضایاتی محیطی را سبب شود مناطق دارای فضای سبز در مقایسه با جزایر گرمایی در محدوده آسایش دمایی مطلوب تری در دوره های گرم سال قرار می گیرند با نتایج پژوهش های سرلینگ ماتزارکیس (۲۰۰۳) و ییلماز و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. آسایش دمایی محیط بیرون تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر ساخت و سازهای شهری، گرمای حاصل از فعالیت های انسانی (ایچینوز و همکاران ۱۹۹۹) پوشش های سطح زمین، تبخیر و تعرق گیاهان (روبیو و همکاران ۲۰۰۶) و سایه ایجاد شده توسط درختان یا عناصر شهری است (لین و همکاران ۲۰۱۰). در مناطق گرم، پوشش های گیاهی یکی از عناصر مهم شهری در تأثیر گذاری بر آسایش دمایی انسان هستند (مارکز و پینادو ۲۰۰۹) و گیاهان با تعدیل دو عامل دما و باد در فضای سبز، ریز اقلیمی به وجود می آورند که آسایش فیزیکی مناسبی برای زیست انسان در پی دارد (توئرت ۲۰۰۵). از طرف دیگر عوامل اقلیمی نظیر دما، رطوبت نسبی، فشار بخار، سرعت باد و سایه دهی که در محیط زیست توسط پوشش گیاهی قابل تغییر است همان عواملی است که در مدل های مختلف ریمن و ان وای مت برای محاسبه شاخص های آسایش دمایی و در نهایت تعیین محدوده آسایش دمایی انسان مورد نیاز است (بروس ۲۰۰۷ و ماتزارکیس ۲۰۰۱). جزایر گرمایی عمدتاً زمانی به وجود می آیند که سطوح طبیعی و دارای

افزایش آسایش محیطی باشد و به همین ترتیب می‌توان از گیاهان پوششی به صورت تک گونه و یا ترکیب با سایر گونه های درختی در جهت طراحی محیط شهری بهره‌جست. در نهایت طراحان منظر و برنامه‌ریزان شهری می‌توانند برای ارتقای طرح‌های منظر خود برای ساخت شهری پایدار، مدیریت شرایط میکرواقلیم محلی و افزایش آسایش حرارتی مردم شهر از یافته های این مطالعه بهره‌برند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از تمام کسانی که در مراحل مختلف تحقیق، تحلیل، تدوین و نگارش ما را یاری کردند تقدیر و سپاسگزاری میشود.

در فرایند پژوهش شاخص‌های PMV، PET و RH اعتبارسنجی شده اند. که نتایج حاصل بیانگر کاهش شاخص PMV که نشان از افزایش آسایش محیطی می باشد و همچنین کاهش شاخص PET که بیانگر کاهش ناراضایتی فیزیولوژیکی افراد در محیط است و در نهایت سبب افزایش درصد RH می باشد؛ این نتایج در حالی بدست آمده است که تنها از یک گونه ی گیاهی استفاده شده است و گونه های درختی تا فاصله ی قابل قبولی به علت موقعیت سایت انتخابی وجود ندارد که تاثیرات مثبت حاصل از پژوهش را قابل قبول می کند. یافته‌های این مطالعه با بررسی تک گونه ی گیاه پوششی، به‌عنوان راهنمایی در جهت انتخاب الگوهای گونه های گیاهی در منظرشهری در جهت تعدیل شرایط ناراضایتی محیطی و

منابع مورد استفاده

- Adams W.A and Gibbs R.J. 1994. Natural Turf for Sport and Amenity. Science and Management, Cabi Publishing. (International)
- Amazodeh Maryam. 2021. Effects of Plants on the Parameters Involved in Thermal Comfort in Urban Space. A Case Study of Urban Green Wall in Tehran City. Geography and Environmental Planning, 32(3): 67-80. doi: 10.22108/gep.2021.128810.1424.
- Beard J. B. 1973. Cool season turfgrasses. Turfgrass. Science and Culture. Englewood Cliffs. NJ. Prentice-Hall, 54-131.
- Berdahl P. & Bretz SE. 1997. Preliminary Survey of the Solar Reflectance of Cool Roofing Materials. Energy and Buildings, Vol. 25. No. 2. pp. 149-158.
- Berkovic S, Yezioro A, & Bitan A. 2012. Study of thermal comfort in courtyards in a hot arid climate. Solar Energy, 86(5): 1173-1186.
- Bjertnæs G. H. 2005. Income taxation, tuition subsidies, and choice of occupation: implications for production efficiency.
- Bouketta S & Bouchahm Y. 2020. Numerical evaluation of urban geometry's control of wind movements in outdoor spaces during winter period. Case of Mediterranean climate. Renewable Energy, 146. 1062-1069.
- Bourbia F & Boucheriba F. 2010. Impact of street design on urban microclimate for semi-arid climate (Constantine). Renewable Energy, 35(2): 343-347.
- Chatzidimitriou A & Yannas S. 2015. Microclimate development in open urban spaces. The influence of form and materials. Energy and Buildings, 108. 156-174.
- Chen H, Ooka R, Huang H, & Tsuchiya T. 2009. Study on mitigation measures for outdoor thermal environment on present urban blocks in Tokyo using coupled simulation. Building and Environment, 44(11): 2290-2299.
- Comarazamy D. E, González J. E, Luvall J. C, Rickman D. L & Mulero P. J. 2010. A land-atmospheric interaction study in the coastal tropical city of San Juan. Puerto Rico. Earth Interactions, 14(16): 1-24.

- Coronel J& Alvarez S.2001. Experimental Work and Analysis of Confined Urban Spaces. *Solar Energy*. 70(3): 263-273.
- Dunnett N& Kingsbury N .2008. Planting green roofs and living walls. Portland, OR. Timber press.
- El-Bardisy W.M, Fahmy M & El-Gohary GF.2016. Climatic Sensitive Landscape Design. Towards a Better Microclimate through Plantation in Public Schools. Cairo. Egypt. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216. pp. 206-216. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.12.029.
- Escande M. V, Taravini I. R, Zold C. L, Belforte J. E & Murer M. G.2016. Loss of homeostasis in the direct pathway in a mouse model of asymptomatic Parkinson's disease. *Journal of Neuroscience*, 36(21): 5686-5698.
- Eshghi A, Ghanbarzadeh H. 2008. Basics of Microclimate and Local Climate, SOKHAN Gostar: Islamic Azad University Research Assistant
- Fahmy Mohamad, Stephen Sharples & Eltrapolsi Ali.2009. Dual Stage Simulations to study the Microclimatic Effects of Trees on Thermal Comfort in a Residential Building. Eleventh International IBPSA Conference Glasgow, Scotland. July 27-30.
- Groat L. N & Wang D. 2013. Architectural research methods. John Wiley & Sons.
- Hamad S & Ohta T. 2010. Seasonal variations in the cooling effect of urban green areas on surrounding urban areas. *Urban forestry & urban greening*, 9(1):15-24.
- Hamami Mahmoudreza, Zairi Amirani & Azadeh. 2011. Investigating the effect of the size and shape of urban parks on species richness of bird's .case study: Isfahan parks. *Environment*, 37(59): 55-62.
- Heisler G, Walton J, Yasilonis J, Nowak D ,Pouyat R, Grant R, Grammond S, Hayde k & Bacon G. 2007. Empirical modeling and mapping of below-canopy air temperatures in Baltimore. MD and vicinity. Paper presented at the proceedings of 7th urban environment symposium. Sun Diego. Pp.10-13.
- Hidayat & Wahyu Imawan.2010. The Ecological Role of Trees and Their Interactions in Forming the Microclimate Amenity of Environment. *Jurnal Bumi Lestari*. Vol. 10. No. 2. Agustus. pp. 182-190.
- Ho C. J, Liu W. K, Chang Y. S & Lin C. C. 2010. Natural convection heat transfer of alumina-water Nano fluid in vertical square enclosures. An experimental study. *International Journal of Thermal Sciences*, 49(8): 1345-1353.
- Hwang W. H. 2007. Estimation of the Effects of Vegetation on Local Climate Using GIS and Remote Sensing Data. Master of Science Thesis. Marshall University.
- Jamei E, Rajagopalan P, Seyedmahmoudian M& Jamei Y. 2016. Review on the Impact of Urban Geometry and Pedestrian Level Greening on Outdoor Thermal Comfort, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 54: 1002-1017. doi: 10.1016/j.rser.2015.10.104.
- Kheirabadi F, Nour Mohammadzad H, Alizadeh S. 2017. The Role of Orientation of Urban Spaces in Citizen's Climatic Comfort (Case Study: Bandar Abbas City). *Geography and Environmental Sustainability*, 7 (3), 15-31.
- Krüger EL, Minella FO & Rasia F. 2007. Impact of Urban Geometry on Outdoor Thermal Comfort and Air Quality from Field Measurements in Curitiba, Brazil. *Building and Environment*, 46(3): 621-634. doi: 10.1016/j.buildenv.2010.09.006.
- Le Roux C. W, Astrup A, Fujioka K, Greenway F, Lau D. C, Van Gaal, L., ... & Farrell J. 2017. 3 years of liraglutide versus placebo for type 2 diabetes risk reduction and weight management in individuals with prediabetes a randomized, double-blind trial. *The Lancet*. 389(10077): 1399-1409.
- Leonardo Marques & Peinado Alucci. 2006. Outdoor Thermal Comfort: Comparison of Results of Empirical Field Research and Predictive Models Simulation. Windsor, Cumberland Lodge, Windsor.
- Lin Tzu-Ping, Matzarakis Andreas, Hwang Ruey-Lung & Chihyen Huang.2010. Effect of Pavements Albedo on Long- Term Outdoor Thermal Comfort. BIOMET 7 Conference, Freiburg, Germany.

- Lobaccaro G & Acero J. A. 2015. Comparative analysis of green actions to improve outdoor thermal comfort inside typical urban street canyons. *Urban Climate*, 14, 251-267.
- Panagopoulos T. 2008. Using microclimatic landscape design to create thermal comfort and energy efficiency. In *Conferência sobre Edifícios Eficientes* (Vol. 1).
- Peterson M. N, Thurmond B, Mchale M, Rodriguez S, Bondell H. D & Cook M. 2012. Predicting native plant landscaping preferences in urban areas. *Sustainable Cities and Society*. 5. 70-76.
- Poplin R, Chang P. C, Alexander D, Schwartz S, Colthurst T, Ku, A., ... & DePristo M. A. 2018. A universal SNP and small-indel variant caller using deep neural networks. *Nature biotechnology*. 36(10): 983-987.
- Qavidel Rahimi Y, Ahmadi M. 2013. Tabriz's climatic comfort estimation and analysis. *Geography and Development*, 11 (33), 173-182. SID. <https://sid.ir/paper/77337/en>
- Rashidpour N, Saeedi Rezvani N. 2015. A comparative comparison of factors affecting the success of public space (street and park) in the minds and behavior of citizens of Ankara and Tehran, emphasizing the role of the public space planning system. *Journal of Urban Studies*, 4 (14), 5-18.
- Sadr Mousavi, MS, Rahimi, A. 2008. The application of artificial neural networks in prediction of CO concentration: a case study of Tabriz. *Iran J Nat Resour* 61(3):681-91. Rahimi A. 2014. Modeling of Tabriz Expansion in 2031 using Land Transformation model. *Journal of Urban ecology researches*. 5: 99-110.
- Rahimi, A., Nobar, Z. 2023 The impact of planting scenarios on agricultural productivity and thermal comfort in urban agriculture land (case study: Tabriz, Iran). *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1048092.
- Rezaei Mehran and Zabihi Hossein. 2014. The effect of cover plants in urban landscape design and providing a solution for economic savings. The case example of grass. *International Conference on Modern Researches in Civil Engineering, Architecture and Urban Planning*. Tehran.
- Rezazadeh Radiyeh and Aghajan Biglo Emad .2013. Proposed model for massing in row residential plots, comparative study of two models of massing in residential blocks with thermal comfort criteria. *Architecture and Urban Planning Letter*. Number 7. Page 2. Residential blocks with thermal comfort criteria. *Architecture and Urban Development Letter*. Number 7. Page 2.
- Saito Ikuo, Ishihara Osamu & Tadahisa Katayama. 1990. Study of the Effect of Green Areas on the Thermal Environment in an Urban Area. *Energy and Buildings*, 15: 493-498.
- Salata F, Golasi I, Vollaro AdL & Vollaro RDL. 2015. How High Albedo and Traditional Buildings' Materials and Vegetation Affect the Quality of Urban Microclimate. A case study, *Energy and Buildings*, Vol. 99, Pp. 32-49. doi: 10.1016/j.enbuild.2015.04.010.
- Schiavon S, Hoyt T & Piccioli A. 2014. Web application for thermal comfort visualization and calculation according to ASHRAE Standard 55. In *Building Simulation*. Tsinghua University Press, 7(4): 321-334.
- Senanayake, I. P., Welivitiya, W. D. D. P., & Nadeeka, P. M. 2013. Remote sensing based analysis of urban heat islands with vegetation cover in Colombo city, Sri Lanka using Landsat-7 ETM+ data. *Urban Climate*, 5, 19-35.
- Shashua-Bar L, Tzamir Y & Hoffman M. E. 2004. Thermal effects of building geometry and spacing on the urban canopy layer microclimate in a hot-humid climate in summer. *International Journal of Climatology*. A Journal of the Royal Meteorological Society. 24 (13): 1729-1742.
- Spangenberg J, Shinzato P, Johansson E & Duarte D. 2008. Simulation of the influence of vegetation on microclimate and thermal comfort in the city of São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 3(2): 1-19.
- Stewart V. I. 2004. *Sports Turf. Science, construction and maintenance*. Routledge.

- Tafizi R, Habibi A, Shibani M, Vakili Nejad R. 2022. The Role of the Crown Hall of the Crown of Urban Green Spaces on Human Biomory Comfort (Case Case: Isfahan Najwan Park). *Regional Geography and Urban Preparation*, 12 (42), 171-204. Doi: 10.22111/gaij.2022.6986
- Taghipour M, Soltanzadeh H & Afkan KB. 2015. The Role of Spatial Organization in the Typology of Shiraz (Iran) Residential Complexes, *Advances in Environmental Sciences*, 7(3).
- Tahbaz M. 2014. *Climate Knowledge; Architectural Design*, Shahid Beheshti University, First Edition, Tehran.
- Taleghani M, Sailor DJ, Tenpierik M & Van Den Dobbelssteen A. 2014. Thermal Assessment of Heat Mitigation Strategies. The Case of Portland State University. Oregon. USA. *Building and Environment*. Vol. 73. Pp. 138-150.
- Taosi Taghi. 2017. Investigating the role of green spaces in modulating the heat of the investigated city. Gol Mohammadi Park in Isfahan. *Journal of Geographical Survey of Space*, 8(29): 61-74.
- Taqvai S, Tahbaz M & Motaghi Pisheh S. 2014. The role of shadow in the Iranian garden, investigation of climatic comfort conditions in Jahannama garden and Delgosha garden. *Iranian Architectural Studies*. 4(7): 35-56. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=252362>
- Toudert F and Mayer H. 2007. Thermal comfort in an east-west oriented street canyon in Freiburg (Germany) under hot summer conditions. *Theoretical and applied climatology*, 87(1): 223-237.
- Toudert FA. 2005. Dependence of Outdoor Thermal Comfort on Street Design in Hot and Dry Climate. 80.
- Toy S, Yilmaz S & Yilmaz H. 2007. Determination of bioclimatic comfort in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey. *Building and environment*, 42(3): 1315-1318.
- Watson D & Labs K. 2006 *Bioclimatic Design at the Site Planning Scale*, In D. Watson, A. Plattus, Time Saver for Urban Design, New York: McGraw-Hill, Chapter 4, pp. 8-1.
- Zölch T, Rahman M. A, Pfleiderer E, Wagner G & Pauleit S. 2019. Designing public squares with green infrastructure to optimize human thermal comfort. *Building and environment*, 149. 640-654.