Archive of SID

ارزیابی تأثیر معیارهای اقلیمی طراحی مدل جغرافیایی میدان شهری براساس کیفیت و جهت‌یابی باد غالب به منظور دستیابی به آسایش حرارتی مطالعه موردی : میدان نبوت شرق تهران

زهرا ثروتی [۱] غلامرضا لطیفی [۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۰۸/۰٤ تاریخ پذیرش مقاله: ۱٤۰۰/۰۱/۳۰

****

چکیده

آسایش حرارتی در فضاهای باز یکی از مسائل مهم و تأثیرگذار بر جنبه‌های مختلف زندگی به‌شمار می‌رود. با توجه به این‌که تهویه طبیعی فضاهای عمومی شهری و میادین توسط جریان هوای طبیعی، یکی از بهترین و ارزان‌ترین روش‌های تهویه می‌باشد که با ورود باد در فضای میدان صورت می‌پذیرد و موجب آسایش در فضاهای شهری می‌شود، از این‌رو پژوهش پیش‌رو با توجه به تأثیر باد مطلوب در کیفیت آسایش حرارتی در فضاهای عمومی شهری به ارزیابی و مقایسهٔ معیارهای تأثیرگذار در مدل‌های ساختاری و کالبدی میدان نبوت واقع در شرق تهران پرداخته است. این مطالعه، براساس کیفیت و جهت‌یابی باد مطلوب با هدف تعیین مهم‌ترین و تأثیرگذارترین معیار در مدل‌یابی جغرافیایی میدان شهری، ضمن ارائه سناریوهایی با تغییر چند فاکتور جهت، سرعت و کیفیت باد مطلوب و مناسب در فضای عمومی شهری، در محیط ENVI-met 4 basic با شبیه‌سازی سه‌بعدی و سنجش شرایط خرد اقلیم شهری، سنجش سطح آسایش حرارتی برمبنای معیار PMV (میانگین دمای پیش‌بینی شده در فضای مدل‌سازی) در میدان را انجام داده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان دادکه جهت‌گیری مناسب در شهر تهران برای محوطه‌های عمومی شهری، جهت جنوب‌غربی(رون تهرانی) است. براساس نتایج حاصل از تحلیل نمونه‌ها مشخص شد که گردش حدود ۱۰ درجه نسبت به شمال، بهترین جهت آسایش حرارتی براساس بهره‌گیری از باد غالب شهراست.

واژه‌های کلیدی: میدان، تهویه طبیعی، آسایش حرارتی، باد

****

۱- دانشجوی دکترا، دانشگاه آزاد اسلامی zahraservati8119649@gmail.com

۲- دانشیار گروه شهرسازی دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه علامه طباطبایی (نویسنده مسئول) latifi@atu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

فضاهای شهری بخشی از فضاهای باز و عمومی شهرها هستند که به نوعی تبلور ماهیت زندگی جمعی می‌باشند؛ یعنی جایی که شهروندان در آن حضور دارند. فضای شهری صحنه‌ای است که داستان زندگی جمعی در آن گشوده می‌شود *(پاکزاد، ۱۳۸۵)*.

در فضاهای باز، عابر شرایط مختلفی را تجربه می‌کند و عوامل زیادی در درک او از شرایط حرارتی تأثیرگذار است؛ از آن رو معماران، طراحان و برنامه‌ریزان شهری همواره در تلاش هستند تا محیطی مناسب برای گذراندن اوقات مردم ایجاد کنند که در واقع آسایش حرارتی آن‌ها را فراهم کند *(محمدی و همکاران، ۱۳۹۷)*. از طرفی آسایش یک نیاز اصلی محسوب می‌شود و بدون آن نمی‌توان تصور نمود که نیازهای دیگر مرتفع خواهند شد. ازجمله، نیاز به غذا، آب، سایبانی برای پناه بردن از عوامل مختلف، یا مکانی برای استراحت کردن *(مجیدی و همکاران، ۱۳۹۸)*.

رسیدن به شرایط آسایش، مبحث جامع و پیچیده‌ای است که برای نیل به آن باید همه عوامل مؤثر را در حد مطلوب نگه داشت. آسایش مورد نظر این پژوهش از نوع آسایش حرارتی است.

آسایش حرارتی یکی از عوامل مهمی است که باید در فرآیند طراحی فضاهای باز شهری در نظر گرفته شود. بر همین اساس، یکی از مهم‌ترین ابعاد، پیرامون خلق فضای مطلوب، طراحی فضاهای باز در شهرها و محلات مسکونی با هدف تأمین آسایش شهروندان و همچنین توجه به کیفیت فضاهاست *(ضرابیان، ۱۳۸۹)*.

کیفیت استفاده از فضاهای باز شهری به عوامل مختلفی وابسته است، که در میان این عوامل، آسایش حرارتی از اهمیت خاصی برخوردار است. به این دلیل که اگر فضاهای باز عمومی نتوانند شرایط آسایش حرارتی کاربران را فراهم کنند، کمتر استفاده شده و حتی ممکن است که از استفاده از آن‌ها اجتناب شود *(مجیدی، و همکاران، ۱۳۹۸)*، از این‌رو پژوهش در این زمینه رویکردی مهم و واجد ارزش می‌باشد. لذا در این راستا تأمین آسایش در فضاهای باز بیش از فضاهای بسته وابسته به شناخت شرایط اقلیمی و محیطی است؛ زیرا در فضاهای داخلی با استفاده از تجهیزات مکانیکی گرمایش و سرمایش می‌توان به‌طور مصنوعی و قابل کنترل شرایط آسایش را فراهم نمود ولی فضاهای باز چنین امکاناتی را ندارند *(امین دلدار،۱۳۹۲)*.

همچنین آسایش حرارتی در فضاهای بیرونی علاوه بر شرایط اقلیمی، متأثر از محیط ساخته شده اطراف، پوشش سطح زمین، تبخیر و تعرق گیاهان و سایه ایجاد شده توسط عوامل طبیعی و مصنوعی می‌باشد *(محمودی و همکاران، ۱۳۸۹)*. از طرف دیگر دستیابی به آسایش در فضاهای باز، زمینه‌ساز دستیابی به آسایش در فضاهای داخلی ساختمان‌ها بوده و همچنین ارتقاء آسایش حرارتی در فضاهای باز شهری تأثیر مستقیم در تبادل میان محیط و ساختمان داشته و از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، بهبود جنبه‌های عملکرد ساختمان و نیز دستیابی به فضاهای داخلی مطلوب نقش اساسی ایفا می‌کند.

از آن‌جایی که شهر تهران به‌عنوان یکی از کلان‌شهرهای ایران در تمام ایام سال به‌طور ویژه درگیر معضل تأمین آسایش حرارتی در فضاهای باز شهری می‌باشد، از این‌رو پژوهش پیش‌رو قصد دارد که به بررسی تأثیر معیارهای اقلیمی طراحی مدل جغرافیایی میدان شهری براساس کیفیت و جهت‌یابی باد غالب در منطقه میدان نبوت شهر تهران بپردازد، از این‌رو ابتدا سؤالاتی که این پژوهش در صدد پاسخ‌گویی به آن‌ها می‌باشد بیان می‌شود:

۱- میزان تأثیر جهت‌گیری فضاهای عمومی شهری و میادین نسبت به باد غالب، برای تأمین آسایش حرارتی در آن‌ها، به چه میزان است؟

۲- میزان تأثیر ساختار کالبدی میادین و فضاهای عمومی شهری، در تأمین آسایش حرارتی در آن‌ها، چقدر است؟

۳- کدام معیار بیشترین تأثیرگذاری را در تأمین آسایش حرارتی را به همراه داشته است؟

www.SID.ir

Archive of SID

پژوهش در زمینه بررسی نقش و چگونگی تأثیر فرم محیط مصنوع بر شرایط آب و هوایی، که موجب افزایش دما و تغییر الگوی وزش باد می‌شود، انگیزه مطالعات متعددی از دهه ۷۰م. تاکنون بوده است *(Gómez et al., 2013)*، لذا در اینجا به بررسی سابقه پژوهش‌های مرتبط پرداخته شده است:

بوگدا، در پژوهشی برای طراحی با استفاده از شرایط آب و هوایی، معیارهای حرارتی را به منظور تعیین معیارهای قابل اطمینان برای حفاظت از فشارهای حرارتی در نیجریه انتخاب نموده و معیارهای مختلف از جمله معیار ماهانی، اوانز، نمودار زیست اقلیم و حرارت مؤثر را با هم مقایسه کرده است *(Bogda. 2003)*.

رحمتی در پژوهشی به بررسی تأثیر راهکارهای طراحی معماری بر کاهش اثر جزایر حرارتی شهری پرداخته و به این نتیجه رسیده است که جزایر حرارتی در مقیاس بزرگ بیشتر مربوط به نحوه شهرسازی می‌باشد ولی در مقیاس کوچک‌تر یکسری اصول و قواعدی وجود دارد که می‌توانند در جهت کنترل آن مؤثر باشند. کنترل انرژی تابشی خورشید، استفاده و هدایت مناسب جریان باد و ایجاد رطوبت در فضا اصول اصلی در این راستا هستند که شامل راهکارهایی بر معماری ساختمان و منظره اطراف آن خواهند بود. از جمله رعایت فاصله و ارتفاع مناسب ساختمان‌ها نسبت به هم، استفاده از سطوح سرد با قابلیت کمتر جذب نور، استفاده از آب‌نماها و آب‌فشان‌ها و ... که اولویت‌بندی آن‌ها با توجه به شرایط ویژه می‌تواند تغییر کند که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته‌اند *(رحمتی ،۱۳۹۵)*.

منتظری در پژوهشی به بررسی تأثیر مؤلفه‌های فرم کالبدی شهری بر آسایش حرارتی فضاهای باز شهری (مطالعه موردی: اراضی پشت سیلو شهر یزد) پرداخته و بیان می‌دارد که ابعاد فضایی، کالبدی و محیطی) عناصر تشکیل‌دهنده فرم شهری چون محصوریت (نسبت ارتفاع به عرض (H/W) ضریب دید به آسمان و الگوی شبکه معابر، مصالح (جنس، رنگ) بام، بدنه و کف، پوشش گیاهی (گونه و تراکم آن)، کاربری و ... از جمله عوامل مؤثر بر آسایش حرارتی فضاهای باز شهری هستند که توجه به آن‌ها در فرآیند برنامه‌ریزی و طراحی شهری، می‌تواند سبب خلق فضاهایی شود که آسایش حرارتی را برای کاربران فراهم کند *(منتظری، ۱۳۹۷)*.

مهدوی‌نژاد در پژوهشی به بررسی نقش و تأثیر عناصر طراحی در کیفیت آسایش حرارتی فضاهای باز شهری، با استفاده از روش نرم‌افزار Envi-met پرداخته و به تأثیرگذاری قابل توجه ایجاد سایه نسبت به سایر روش‌ها در مقیاس خرد اقلیم شهری در یک معبر نمونه در شهر کاشان اشاره کرده است.

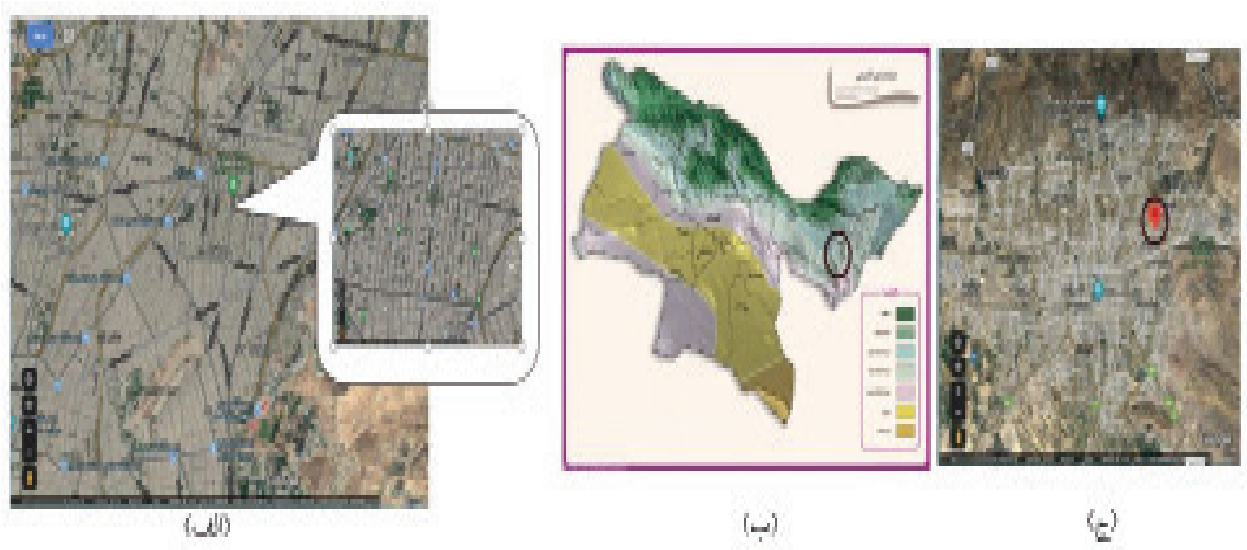
در این پژوهش اثبات شده که تأثیر سایه‌اندازی و کاهش میزان تابش آفتاب دریافتی، بیش از سایر ابزارهای کاهش تنش حرارتی در فضا است *(مهدوی نژاد ، ۱۳۹٤)*. لازم به ذکر است که درمباحث تهویه طبیعی و مطبوع، مطالعاتی دقیق اما به صورت کلی صورت گرفته است که در حال‌حاضر با توجه به چگونگی شکل‌گیری عناصر شهری و قرارگیری میدان نبوت در منطقه شرق تهران، قابل تغییر است. اما در این زمینه، کمتر پژوهشی در ارتباط با نمونه موردی در حد میدان یا فضای باز شهری صورت گرفته است. لذا در پژوهش پیش‌رو سعی شده است، این مهم توسط مقایسه چند آلترناتیو با مباحث اساسی و قانونمند استفاده از تهویه طبیعی در فضای باز شهری، هر چه بیشتر قابل درک و شناخت شود.

۲- هدف و روش انجام پژوهش

هدف از انجام پژوهش پیش‌رو، شناسایی وضعیت مطلوب جهت‌گیری جغرافیایی و هندسی میادین و فضاهای عمومی شهری (میدان نبوت در شهر تهران) به‌منظور استفاده حداکثری از فواید باد، بالاخص بادهای غالب شهری و دفع مضرات بادهای نامطلوب دیگر است، چراکه این موضوع آسایش حرارتی متناسب‌تری را در فضای عمومی شهری رقم می‌زند. به‌طوری که میزان تأثیرجهت‌گیری باد در فضای عمومی شهری، برای جلوگیری از بالا رفتن دمای آسایش

www.SID.ir

Archive of SID



نگاره ۱: به ترتیب از چپ به راست الف- موقعیت مکانی میدان نبوت شرق تهران *(منبع: google.mape)* **ب- موقعیت میدان نبوت در تهران –** *(منبع: google.mape)* **ج- برابری محل و اقلیم میدان نبوت تهران در نقشه پهنه‌بندی اقلیمی**

شهری، یک عامل اصلی در ساخت میادین شهری می‌باشد، از این‌رو پژوهش حاضر قصد دارد که در یک مطالعه کاربردی، و با استناد به منابع کتابخانه‌ای و برداشت‌های میدانی از میدان نبوت شهر تهران، آمار هواشناسی و متون و استناد مربوط به حوزه شهرسازی و همچنین با استفاده از نرم‌افزار Envi –met ابتدا اقدام به شبیه‌سازی و ارزیابی شرایط وضع موجود از منظر آسایش حرارتی نماید، و در ادامه به ارزیابی میزان تأثیرگذاری معیارهای طراحی فضاهای شهری بر آسایش حرارتی در نرم‌افزار ذکر شده بپردازد.

لازم به ذکر است مطالعات برای سنجش آسایش حرارتی، با معیار PMV با استفاده از نرم‌افزار ENVI-met 4 basic انجام شده است. به‌طوری که ابتدا اطلاعات میدان با ویژگی‌های محیطی کامل از قبیل (جنس مصالح ابنیه، میزان پوشش گیاهی، جنس خاک، میزان تراکم خاک و ...) در محیط نرم‌افزاری شبیه‌سازی می‌شود تا به میزان دقیق آسایش حرارتی کنونی میدان دست یافته، وسپس در ادامه همین مراحل را برای معیارهای در نظر گرفته شده براساس استفاده مطلوب از انرژی باد انجام می‌شود و میزان آسایش حرارتی میدان با توجه به معیارهای شبیه‌سازی شده با آسایش حرارتی در وضعیت موجود میدان ارزیابی خواهد شد.

۲-۱- نمونه مورد مطالعه

میدان نبوت (هفت‌حوض)یکی از بزرگ‌ترین میدان‌های شرقی شهر تهران[1] (مرکز کشور ایران) است. این میدان در قسمت جنوبی محله نارمک تهران و در منطقه ۸ شهرداری تهران قرار دارد و موقعیت مرکزی و همچنین تجاری در این محله دارد.

۲-۲- بادهای غالب شهر تهران

طبق آمار آسایش استان تهران از سال ۱۳۸۸ تاکنون، وزش بادهای شدید در شهر تهران عموماً از سمت غرب بوده که در فصول مختلف متفاوت است. حداکثر سرعت اندازه‌گیری شده این بادها در تمامی ماه‌های فصل، برابر با ۱۲/۲۵ متر بر ثانیه است. حداکثر سرعت وزش باد در ماه‌های دی و بهمن به ترتیب ۸/۷۵ و ۹/۷۵ متر بر ثانیه است. در فصل بهار بادهایی با سرعت شدید با حداکثر سرعت وزش بین ۷/۲۵ تا ۹/۷۵ متر بر ثانیه است. در فصل تابستان و پاییز هم سرعت وزش بادها ارقامی بین ۷/۲۵ تا

۱- پایتخت ایران

www.SID.ir

Archive of SID

۸/۷۵ متر بر ثانیه است *(معاونت برنامه‌ریزی طرح تهیه و تدوین برنامه آمایش استان،۱۳۹۷،۱۲۷).*

جدول ۱: سرعت و جهت بادهای غالب در فصول مختلف در تهران

ردیف	فصل	جهت باد غالب	سرعت (کیلومتر بر ساعت)
۱	بهار	غرب	۲۶
۲	تابستان	غرب	۲۵
۳	پاییز	غرب	۳۱/۵
٤	زمستان	غرب	٤۵

(معاونت برنامه‌ریزی طرح تهیه و تدوین برنامه آمایش استان،۱۳۹۷،۱۲۷)

با توجه به این‌که تهران در پهنه سرد خشک قرار دارد *(همان، ۱٤٦)* و دارای زمستان سرد و خشک و تابستان گرم و خشک است *(همان، ۱۵۰)* باد غالب در این استان باد غربی(بادهای مرطوب مدیترانه‌ای و اطلسی) است، که این بادها هرگاه شدت بگیرند، هوای آلوده را از تهران خارج می‌کنند. البته امتداد کوه‌های البرز بین تهران و کرج تا حدود زیادی بادهای غربی را به سمت شهریار منحرف می‌کند و مانع تخلیه کامل آلودگی می‌شود، بجز مواردی که شدت باد زیاد باشد.

این بادها مهم‌ترین منبع بارش در این شهر هستند. رشته‌کوه البرز همجون سدی به نحو مؤثری از نفوذ بسیاری از توده‌های هوا جلوگیری می‌کند در نتیجه باعث شده است

جدول ۲: نام و سرعت و خصوصیات بادها

ردیف	سرعت باد (متر بر ثانیه)	نام	خصوصیات
۱	تا حدود ۳/۰۵	باد ملایم	مطلوب
۲	۳/۳۳ – ۸/۰۵	باد ملایم	شاخه درختان را حرکت می‌دهد
۳	از ۸/۳۳ – ۱۳/۸	طوفان ملایم	راه رفتن در خلاف جهت این باد مشکل است شاخه درختان را می‌شکند و کار در محیط باز در هنگام وزش مشکل است
٤	۱٤/۱٦ – ۲٤/۱٦	طوفان شدید	شیروانی‌ها را از جا می‌کند.
۵	۲٤/٤٤–۳۲/۷۷	طوفان شدید	تخریب ساختمان‌ها و از جا کندن ریشه‌ها

(معاونت برنامه‌ریزی طرح تهیه و تدوین برنامه آمایش استان،۱۳۸۸، ۱۳۰)

جدول ۳: عناوین و جهت‌گیری و ماهیت بادهای شهر تهران

ردیف	باد	جهت‌گیری	ماهیت
۱	غالب	غرب به شرق	خروج آلودگی
۲	باد تابستانی	جنوب به شمال	گرم و کویری- انتقال گرد و غبار و هوای کویری
۳	نسیم دشت به کوه	جنوب به شمال	حرکت آلاینده ها به شمال
٤	نسیم کوه به دشت	شمال به جنوب	با وزش نسیم کوه به دشت از شمال به جنوب سرازیر می شوند.
۵	سامانه پرفشار شمالی (سیبری)	شمال به جنوب	در زمستان قسمت‌های مرکزی و جنوبی تهران ، معتدل و در قسمت‌های شمالی شهر سرد است .

http://www.tehranmet.ir/

www.SID.ir

Archive of SID

که هوای شهر از یک‌سو خشک‌تر و از سوی دیگر از آرامش نسبی برخوردار باشد *(همان، ۱۵۱)*. پس از باد غربی، مهم‌ترین باد در فصل تابستان از سمت جنوب و از داخل کویر به سمت شهر تهران می‌وزد و هنگام وزش، موجب انتقال گرمای هوای کویر و حمل گردوغبار و آلودگی به سمت شهرهای استان می‌شود.

۳- مبانی نظری

۳-۱- اقلیم و محیط مصنوع

شرایط خرد اقلیم در شهرها به‌طور کامل متأثر از موقعیت جغرافیایی و اقلیم محلی آن است؛ اما از سوی دیگر، تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی و محیط مصنوع آن نیز می‌باشد. براساس تحقیقات Oke در سال ۱۹۸۷م خرد اقلیم شهری از دو لایه در دو مقیاس شکل می‌گیرد: لایه مرزی هوا و لایه چترشهری. اقلیم محلی در لایه چتر شهری در فواصل کوتاه مابین ساختمان‌ها و درختان تغییر می‌کند.

لایه مرزی هوا، همگن و ثابت‌تر است که تحت‌تأثیر ویژگی‌های شهری قرار می‌گیرد؛ اما به هر حال تغییرات لایه چتر شهری در کل می‌تواند لایه مرزی را نیز تحت تأثیر قرار دهد *(کرمی‌راد و همکاران، ۱۳۹۷)*؛ بنابراین تغییر در یک واحد همسایگی می‌تواند واحدهای مجاور را نیز تغییر داده و کل شرایط اقلیمی شهر را به گونه‌ای دیگر رقم زد. با وجود آن‌که این‌روند تغییر اقلیمی در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است؛ اما موضوعی جدید نمی‌باشد و از دهه‌ی شصت قرن بیستم مطرح شده است.

به دنبال آن تحقیقات گسترده‌ای در خصوص انتشار گازهای گلخانه‌ای و خصوصاً دی‌اکسیدکربن و روند گرمایش جهانی صورت پذیرفته است *(Parapari, 2015)*؛ بنابراین، به‌طور قطع می‌توان اذعان داشت که اقلیم شهری، وابسته به: کاربری زمین، هندسه‌ی ساختمان‌ها و مصالح ساختمانی است. از این‌رو توجه به مسائل اقلیمی در روند طراحی، امری معمول به نظر می‌رسد که اولین نمونه‌های آن را می‌توان در تمدن‌های باستانی همچون رم (به روایت ویترویوس در ۱۰ کتاب معماری) و ایران یافت؛ هر چند تغییرات شدیدتر پس از انقلاب صنعتی، جریانی را در راستای انتشار کتب اقلیمی (توسط الگی، ۱۹۶۳؛ جیووانی، ۱۹۶۹) به همراه داشت.

با این وجود از اواخر قرن بیستم اطلاعات اقلیمی برای تقویت دانش طراحی به‌طور پیوسته به روز شده است و لذا راهکارها و نرم‌افزارهای طراحی، از جمله نقشه‌های اقلیمی پیشرفت مناسبی داشته‌اند؛ همچنین نمونه‌های علمی و کاربردی از شیوه‌ی به‌کارگیری این رویکردها را در نقاط مختلف جهان می‌توان یافت.

تمامی مطالعات صورت گرفته به دنبال دستیابی به یک هدف اساسی، یعنی تأمین آسایش انسانی و کاهش اثرات منفی بر محیط زیست می‌باشند؛ بدین ترتیب مطالعات اقلیم‌شناسی بر تأثیر شرایط آب و هوایی و کیفیت هوایی بر بشر تمرکز دارد *(کرمی‌راد و همکاران ،۱۳۹۷)*.

۳-۲- آسایش حرارتی

برطبق تعریف (اشری) [۱]، آسایش حرارتی بیانگر شرایطی است که نشان از رضایت انسان از حرارت محیط دارد؛ به گونه‌ای که احساس گرما و سرما وجود نداشته و بیانگر شرایط دمایی خنثی می‌باشد.

مسئله آسایش بسیار شخصی است و افراد مختلف احساس و ادراک متفاوتی از شرایط دمایی دارند؛ با این وجود به‌منظور فراهم شدن امکان بررسی، محققین شرایطی که ۸۰٪ افراد از نظر احساس حرارتی توافق دارند را مدنظر قرار می‌دهند *(Johanssson, 2006)*.

باتوجه به گسترش فعالیت در فضاهای باز برای تفریح و فعالیت‌های جمعی، آسایش حرارتی بیرونی بیش‌ازپیش مورد اهمیت قرار گرفته است. لازم به ذکر است که بازه احساس آسایش حرارتی بیرونی نسبت به فضاهای درونی،

۱- در تعریف استاندارد اشری (استاندارد ۵۵): آسایش دمایی شرایطی ذهنی است که احساس رضایت از شرایط دمایی محیط را بیان می‌کند ASHRAE STANDARDS

www.SID.ir

Archive of SID

بازه‌ی گسترده‌تری از ادراک شرایط آب و هوایی شامل آسایش حرارتی تا تنش گرمایی را دربر می‌گیرد (*Spagnolo & de Dear, 2003*).

برای سنجش آسایش حرارتی ناشی از هر چهار پارامتر (دما، تابش، رطوبت نسبی، جریان هوا) معیارهایی تعریف شده‌اند که تلفیقی از اثر متغیرهای اقلیمی را بیان می‌نمایند. مواردی همچون: معیارهای PET[1]، PT[2]، PMV[3] و UTCI[4] که برمبنای مدل تبادل حرارتی بدن انسان با محیط تنظیم شده‌اند (*He et al., 2014*).

به‌طور کلی مطالعات اقلیمی برای سنجش آسایش حرارتی دو روش معمول را دنبال می‌نماید: نخست، روش تحلیلی و منطقی برمبنای مدل تعادل حرارتی بدن انسان؛ و دیگری، روش تجربی که مورد اخیر شرایط روانی، لباس و فعالیت انسان را اغلب نادیده گرفته و یا ثابت فرض می‌نمایند (*Gómez et al., 2013*).

به‌طور خلاصه می‌توان گفت برای افزایش سازگاری با تغییرات اقلیمی و بهبود آسایش حرارتی عناصری همچون: باد، پوشش گیاهی، آب، هندسه، مصالح و رنگ، اهمیت می‌یابند. در مورد (پوشش گیاهی)، عواملی همچون: ابعاد، سطح و نوع پوشش گیاهی متناسب با اقلیم اهمیت دارد.«آب»، با تأثیرسرمایش تبخیری در مناطق گرم و خشک می‌تواند اثرگذاری بالایی داشته باشد؛ البته در شرایطی که در زمستان موجب کاهش سطح آسایش نگردد. «هندسه»، شامل: تناسبات ابعادی و جهت‌گیری بر میزان دریافت تابش، سایه‌اندازی، هدایت و یا ممانعت از وزش باد مطرح می‌شود.

جنس «مصالح» مورد استفاده در فضای باز شهری نیز از جهت میزان جذب و انعکاس تابش سطحی اهمیت می‌یابند که با توجه به شرایط اقلیمی می‌تواند توجیه متفاوتی داشته باشد (*Laura Kleerekoper, 2016*). تمامی موارد قیدشده درصورت طراحی صحیح، می‌توانند شرایط آسایش حرارتی افزایش حضور کاربران را فراهم نمایند.

از سویی دیگر، یکی از راه‌های بسیار مهم در ساماندهی فضای باز شهری و میادین، رعایت جهت‌گیری آن‌ها با درنظر گرفتن گردش خورشید و تابش آن و وزش بادهای مخرب در فصول مختلف می‌باشد. از این‌رو رعایت این مسئله در معماری اقلیم‌های متنوع، اهمیت مضاعف می‌یابد. با در نظر گرفتن موارد قید شده، در نحوه‌ی طراحی فضای باز شهری، بهترین شکل ممکن آن است که در فصول گرم سال به‌ویژه تابستان کمترین مقدار ممکن ازحرارت را از تابش خورشید کسب نماید و در فصل زمستان میزان حداقل حرارت را هدر نماید.

٤- مدل‌سازی تهویه میدان و شرایط مفروض در مدل‌ها

در این پژوهش ابتدا داده‌های ورودی مورد نیاز نرم‌افزار Envi-met شامل شرایط آب و هوایی و شرایط اقلیمی توسط استخراج از داده‌های هواشناسی شهر تهران (دمای خشک،رطوبت نسبی، سرعت باد، دمای متوسط تشعشعی) ویژگی‌های فیزیکی و ساختاری سطوح و پوشش گیاهی میدان نبوت با استفاده از برداشت میدانی و کتابخانه‌ای در نرم‌افزار که با رعایت جهت‌گیری و تناسبات ابعادی منطقه مورد مطالعه شبیه‌سازی شده است، و نرم‌افزار به محاسبه‌ی دمای هوا، دمای متوسط تشعشعی که جهت محاسبه آسایش حرارتی مورد نیاز است، پرداخته است.

لازم به ذکر است که فرآیند شبیه‌سازی در روز اول تابستان در ساعت ١٦ عصر ١٣٩٨ انجام شده و داده‌های کمی، استخراج و نتایج آن تبدیل به نمودارهای گرافیکی در نرم‌افزار Leonardo شده‌اند.

همچنین شرایط میدان به واسطه ١٩ سناریو مختلف با ویژگی‌های متعدد که در جدول‌های شماره ٤ و ٥ و ٦ ارائه شده است، از منظر دستیابی به آسایش حرارتی مطلوب مورد ارزیابی قرار گرفته است.

٢- دمای معادل فیزیولوژیک (Physiologically Equivalent Temperature)

٣- دمای معادل فیزیولوژیک (Physiologically Temperature)

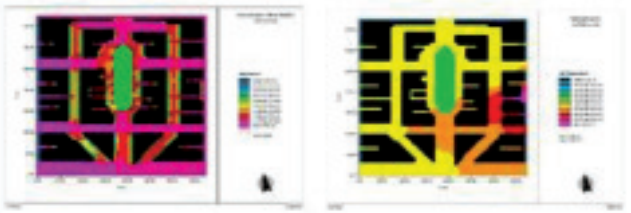
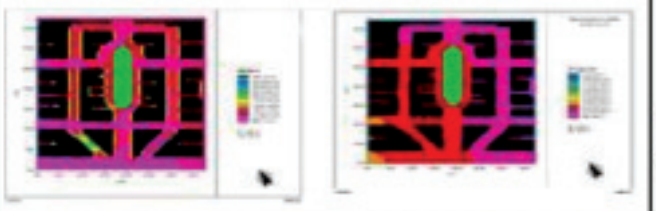
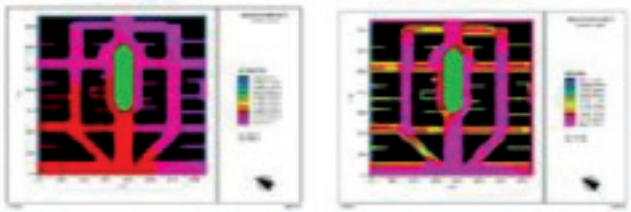
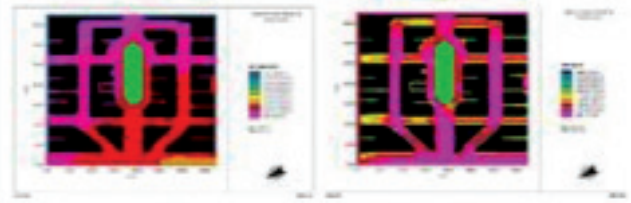
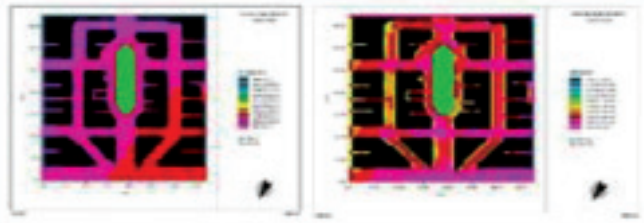
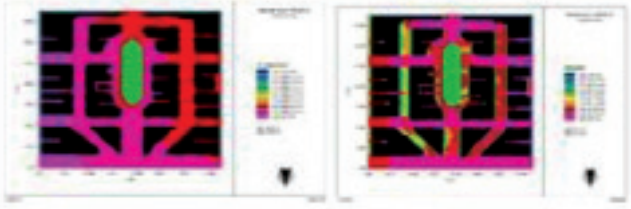
٤- میانگین دمای پیش‌بینی شده در نظرسنجی (Predicted Medium)

٥- معیار جهانی اقلیم حرارتی (Unit Thermal Climate Index)

www.SID.ir

Archive of SID

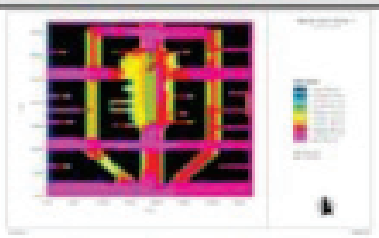
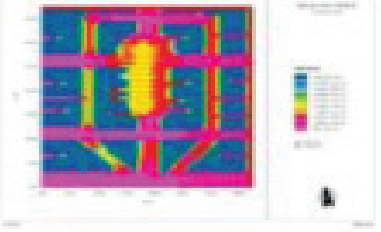
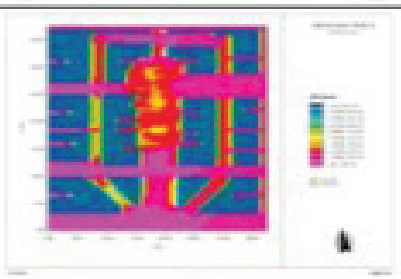
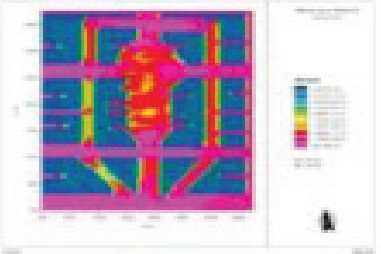
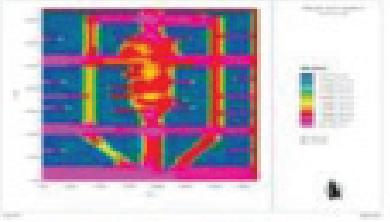
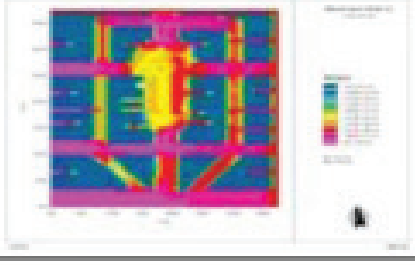
جدول ٤: سناریوهای شبیه‌سازی شده

شماره سناریو	ویژگی سناریو	تصویر شبیه‌سازی شده سناریو
1	بررسی نمونه موجوده (چرخش ۱۰ درجه به سمت غربی)- تصویر سمت راست : تحلیل دمای آسایش نمونه موجود در ساعت ٤ ظهر ، دمای هوا ۲۵-۲٤ درجه سانتی گراد و در پایین میدان دمای ۲٦-۲۵ درجه است. تصویر سمت چپ : تحلیل سرعت باد در جهات موثراست که در نمونه موجود سرعت باد در میدان در ساعت ٤ ظهر ، ۱.۷ -۱.۳ متر بر ثانیه است	
2	چرخش ۳۰ درجه به سمت غربی - تصویر سمت راست : تحلیل دمای آسایش : در این نمونه ، دمای هوای میدان به ۲۷-۲٤ درجه سانتی گراد افزایش یافته است. تصویر سمت چپ : تحلیل سرعت باد در جهات موثراست در این نمونه ، سرعت باد به ۱.۷ -۱.۵ متر بر ثانیه به صورت پراکنده ، افزایش یافته است .	
3	چرخش 60 درجه به سمت غربی - تصویر سمت راست : تحلیل دمای آسایش : در این نمونه ، دمای هوا به ۲٦-۲٤ درجه سانتی گراد افزایش یافته است .تصویر سمت چپ : تحلیل سرعت باد در جهات موثراست در این نمونه سرعت باد ، به صورت پراکنده در میدان به بالای ۱.۹ -۱.۵ متر بر ثانیه افزایش یافته است .	
4	چرخش ۱۲۰ درجه به سمت غربی - تصویر سمت راست : تحلیل دمای آسایش : در این نمونه ، دمای هوا بین ۲٦-۲٤ درجه سانتی گراد است .تصویر سمت چپ : تحلیل سرعت باد در جهات موثراست در این نمونه ، سرعت باد بصورت پراکنده بین بالای ۲.۰۳ -۱.۵ متر بر ثانیه است .	
5	چرخش ۱۵۰ درجه به سمت غربی - تصویر سمت راست : تحلیل دمای آسایش : در این نمونه دمای هوا بین ۲٦.۳۹ -۲٤ درجه سانتی گراد است .تصویر سمت چپ : تحلیل سرعت باد در جهات موثراست سرعت باد ، بصورت پراکنده بین ۲.۰۳ -۱.۵۸ متر بر ثانیه است	
6	چرخش ۱۸۰ درجه به سمت غربی - تصویر سمت راست : تحلیل دمای آسایش : تحلیل دمای آسایش : در این نمونه ، دمای هوا بین ۲٤.۹۳-۲٤.۳٦ درجه سانتی گراد است .تصویر سمت چپ : تحلیل سرعت باد در جهات موثراست در این نمونه ، سرعت باد بصورت پراکنده بین ۲.۱۳۰ -۱.٦٦ متر بر ثانیه است .(	

www.SID.ir

Archive of SID

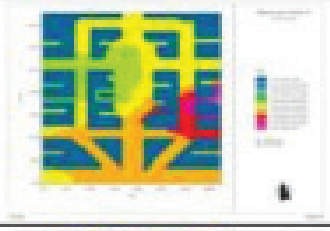
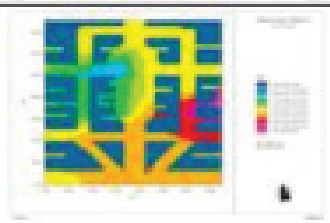
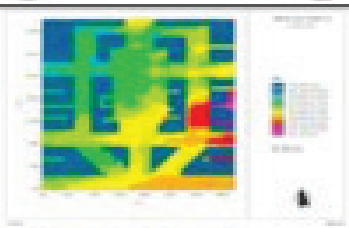
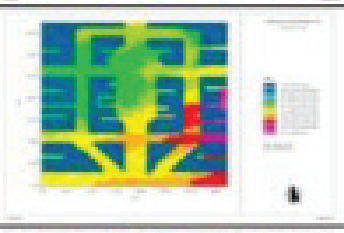
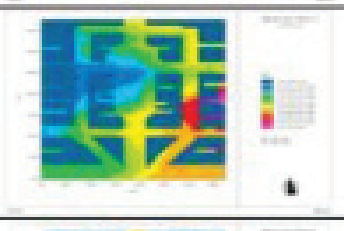
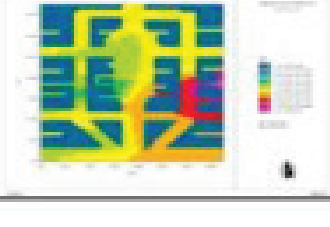
جدول ۵: سناریوهای شبیه‌سازی شده

شماره سناریو	ویژگی سناریو	تصویر شبیه‌سازی شده سناریو
7	تحلیل سرعت باد(فضاسازی داخل میدان) ایجاد پارتیشن بندی (سرعت شکن عمودی) فضاسازی داخل میدان- کنترل سرعت باید برای حضور باد در میدان ، سرعت باد بر اساس این الگوی طراحی فضای سبز داخل میدان ، بین ۲.۱۲=۱.۱۸ متر بر ثانیه است .	
8	تحلیل سرعت باد(فضاسازی داخل میدان) ایجاد پارتیشن بندی (سرعت شکن افقی) فضاسازی داخل میدان؛ سرعت باد در این مدل طراحی فضای داخلی میدان ، بصورت محوربندی افقی و متقاطع ، بین ۲.۰۶ =۱.۱۵ متر بر ثانیه است .	
9	تحلیل سرعت باد(فضاسازی داخل میدان) بزرگتر کردن گذرهای خروجی از گذرهای ورودی باد= سرعت باد در این نمونه طراحی فضای داخل میدان ، بصورت پراکنده بین ۱.۷۹= ۱.۳٤ متر بر ثانیه است.	
10	تحلیل سرعت باد(فضاسازی داخل میدان) ایجاد پیچ در کنج ها و زیبایی گذرهای مقابل سرعت باد در این نمونه طراحی فضای داخل میدان ، بصورت پراکنده بین ۱.۳٤ =بالای ۲ متر بر ثانیه است	
11	تحلیل سرعت باد(فضاسازی داخل میدان) ایجاد پارتیشن بندی (سرعت شکن) در ورودی خیابان به میدان سرعت باد در این نمونه طراحی فضای داخل میدان ، بصورت پراکنده بین ۲.۰۹ =۱.۲۹ متر بر ثانیه است .	
12	تحلیل سرعت باد(فضاسازی داخل میدان) ایجاد بادشکن های طبیعی وسط میدان سرعت باد در این نمونه طراحی فضای داخل میدان ، بصورت پراکنده و حداکثر بین ۱.۸۸= ۱.۲۷ متر بر ثانیه است . (	

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦: سناریوهای شبیه‌سازی شده

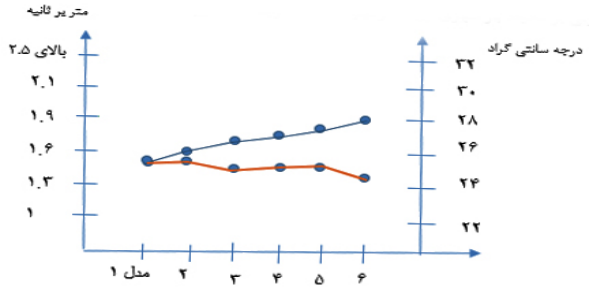
شماره سناریو	ویژگی سناریو	تصویر شبیه‌سازی شده سناریو
13	تحلیل کیفیت باد ، نمونه موجود ، جریان باد سالم و بدون آلاینده در میدان میزان آلاینده co2 هوا ، در نمونه موجود ، ما بین حدود ppm ۳۵۲-۳۵۵ است .	
14	تحلیل کیفیت باد ، کاهش آلاینده ها از طریق فیلتر گیاهی به گونه های مختلف در میدان، میزان آلاینده co2 هوا ، در این نمونه طراحی فضای میدان ، ما بین حدود ppm ۳۵۰-۳۵۱ است .	
15	تحلیل کیفیت باد ، استفاده از دیوار سبز در ساختمانهای اطراف میدان ، میزان آلاینده co2 هوا ، در این نمونه طراحی فضای میدان ، ما بین حدود ppm ۳۵۱-۳۵۳ است .	
16	تحلیل کیفیت باد ، استفاده از بام سبز در ساختمانهای اطراف میدان، میزان آلاینده co2 هوا ، در این نمونه طراحی فضای میدان ، ما بین حدود ppm ۳۵۱-۳۵۱ است .	
17	تحلیل کیفیت باد استفاده از پوشش گیاهی در جانب خیابانهای اطراف میدان ، میزان آلاینده co2 هوا ، در این نمونه طراحی فضای میدان ، پایین تر از ppm ۳۵۳-۳۵۹ است	
18	تحلیل کیفیت باد ، کاهش آلاینده ها از طریق فیلتر گیاهی در ورودی میدان ، میزان آلاینده co2 هوا ، در این نمونه طراحی فضای میدان ، ما بین حدود ppm ۳۵۱-۳۵۷ است	
19	تحلیل کیفیت باد ، باقیچه بندی کانال حاشیه جنوبی میدان ، میزان آلاینده co2 هوا ، در این نمونه طراحی فضای میدان ، ما بین حدود ppm ۳۵۲-۳۵۵ است	

www.SID.ir

Archive of SID

۵- نتایج و تحلیل یافته‌های ارزیابی محیط‌های شبیه‌سازی شده در محیط نرم‌افزار Envi-met

در سناریو شماره ۱ تا ٦ بیشترین تأکید بر نسبت جهت‌گیری میدان نسبت به جهت باد برای بهره‌گیری از باد مطلوب شهری مد نظر است. مدل اصلی جهت‌گیری میدان، چرخش حدود ۱۰ درجه به سمت جنوب‌غربی (رون تهرانی) (پیرنیا، ۱۳۷٦)، است. اما به‌دلیل بررسی این موضوع که این چرخش تا چه میزان می‌تواند بهره‌گیری از باد غالب و مطلوب شهری را در فضای باز شهری میسر سازد، به چرخش بیشتر میدان تا حد ۳۰ درجه، ٦۰ درجه، ۱۲۰ درجه، ۱۵۰ درجه و ۱۸۰ درجه، پرداخته شده است. در این صورت می‌توان نسبت به میزان جهت‌گیری باد غالب و دقت آن با جهت‌گیری فضای شهری، به نتیجه دقیق‌تری رسید. با توجه به آنالیز انجام شده در تاریخ یکم مردادماه ۱۳۹۸ به‌عنوان گرم‌ترین روز از سال در محیط نرم‌افزار Envi_met، میزان آسایش حرارتی در سناریوهای مختلف میدان نبوت تهران در ساعت ۱٦ دربازه‌ای بین ۲٤ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد و سرعت باد بین ۱/۳ تا بالای ۲ متر در زمینه میزان دستیابی به آسایش حرارتی در فضاهای شهری بررسی‌ها نشان می‌دهد که بهترین شرایط آسایش حرارتی برای میدان نبوت فعلی (سناریو۱) طراحی شده با (PMV: ٦/۲۵) یعنی کمترین میزان معیار خنثی بودن حرارتی و بدترین شرایط (سناریو٦) درساعت ۱٦ظهر با (PMV:۱۰/۵) یعنی بیشترین میزان معیار خنثی بودن حرارتی می‌باشد[1]. از بررسی‌های به‌عمل آمده بین تمامی فاکتورهای اقلیمی مرتبط با آسایش حرارتی، می‌توان نتیجه گرفت از ویژگی‌های بادی که به محیط باز شهری می‌وزد، جهت وزش، یکی از اصلی‌ترین معیارهای آسایش حرارتی می‌باشد که در این مقاله به اثبات آن پرداخته شد. لازم به ذکر است که پژوهش‌های کمتری بر این عامل اثرگذار توجه داشته و به این ترتیب می‌توان نمودار آسایش حرارتی را با نمودار بادی این شرایط آسایش حرارتی بر محیط باز شهری مورد مقایسه قرار داد.



نمودار ۱: مقایسه سرعت باد با توجه به جهت وزش آن و میزان تأثیر آن بر دمای آسایش

همان‌طور که از مقایسه‌ی دو نمودار می‌توان مشاهده کرد، در دو زمانی که بیشترین (۲۷ درجه سانتی‌گراد) وکمترین (۲٤ درجه سانتی‌گراد) میزان دمای متوسط تابشی وجود دارد، حد بالاو پایین آسایش حرارتی را به‌وجود آورده است، که دلیل اصلی آن این است که با توجه به جهت هندسی میدان در مقابل با وزش باد غالب، پارامترهای آسایش حرارتی تغییر قابل توجهی می‌کنند (نمودار ۱). همان‌طور که در نمونه اول در جدول ٤ دیده می‌شود، با توجه به داشتن شرایط یکسان هندسی با دیگر نمونه‌ها، اما به‌دلیل وجود جهت‌گیری متناسب با باد غالب، مقدارعددی دمای متوسط تابشی و آسایش حرارتی میدان تغییر قابل توجهی کرده است، به این صورت که یعنی میزان جهت‌گیری اقلیمی محیط باز شهری می‌تواند باعث تفاوت در میزان جذب حرارت و بازتابش طول موج بلند به محیط میدان شده و خُرداقلیم متفاوتی را برای عابرین رقم زند. در ادامه برای کنترل میزان سرعت باد غالب که با جهت‌گیری مطلوب (جهت‌گیری که از خروجی نتایج معیارهای قبلی به‌دست آمد) وارد میدان می‌شود، تا بتوان با کنترل این سرعت، فضای مطلوب‌تری را در میدان داشت، به همین منظور به شبیه‌سازی انواع فاکتورهای فضاسازی در میدان (سناریو۱

۱- مدل PMV اولین بارتوسط Fanger با استفاده از معادلات تعادل گرمایی و مطالعات تجربی درخصوص دمای پوست برای تعریف آسایش حرارتی مورد استفاده قرارگرفته است. مقدار صفر در این مدل، مقدار ایده‌آل بوده که نشان‌دهنده‌ی خنثی بودن حرارتی است. معیار PMV نوعی تقسیم‌بندی احساس حرارتی درجه‌ای است ***(Zambrano Et Al,2006)***

www.SID.ir

Archive of SID

تا ٦) پرداخته شده است ، چراکه طبق جدول ۲، سرعت باد غالب اگر کنترل شده نباشد و بیش از حدود ۳/۰۵ متر بر ثانیه باشد، باعث مزاحمت در خیابان و عدم حضور ساکنین خواهد شد و در نهایت برای دستیابی به بهترین کیفیت باد در میدان که دارای هوایی سالم و بدون آلاینده در فضای باز شهری باشد، به بررسی فاکتورهای فضاسازی میدان و بناهای احاطه کننده آن برای کنترل و کمتر کردن هر چه بیشتر دی‌اکسیدکربن که یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های هوای شهری است پرداخته شده است. لازم به ذکر است که دلیل بررسی موضوع فوق این است که شهر تهران از منظر میزان آلاینده ها به استانداردهای جهانی نزدیک شود، چراکه طبقه استاندارد جهانی در حد مجاز CO_2 در جو زمین در حدود ۳۵۰ ذره در میلیون است *(دوستی، ۱۳۹۲)*. دیگر عوامل، از قبیل فضاسازی طبیعی داخل محوطه میدان نیز باعث ایجاد تفاوت‌هایی در آسایش حرارتی بیرونی میدان شده است، سناریوهای شماره ۷ تا ۱۲، آنالیزهای گرافیکی انواع فضاسازی در ساعت ١٦ در داخل میدان نظیر، پارتیشن‌بندی (سرعت‌شکن عمودی و افقی) فضاسازی داخل میدان، بزرگ‌تر کردن گذرهای خروجی از گذرهای ورودی باد، پارتیشن‌بندی (سرعت‌شکن) در ورودی خیابان به میدان، ایجاد بادشکن‌های طبیعی در وسط میدان را نشان می‌دهد. همان‌طور که در مقایسه نمونه‌ها دیده می‌شود، در تمامی نمونه‌ها تغییر سرعت غیریکنواخت و پراکنده و همچنین میزان شدت بالای آن که باعث آزار عابرین در محوطه میدان می‌شود، بجز سناریو ۱۲ که باد با سرعتی تقریباً یکنواخت و یکسان در تمامی نقاط میدان پراکنده شده است و این موضوع به‌دلیل فضاسازی متمرکز و سرتاسری در مقابل گذرهای بادخیز و هدایت باد توسط این بادشکن‌ها به سرتاسر میدان می‌باشد (جدول شماره۵). در نهایت با بررسی عامل کیفیت‌زای باد که سلامت شهروندان در فضای میدان را تأمین می‌کند، ازقبیل استفاده از انواع فیلترهای گیاهی و دیوار و بام سبز در بناهای احاطه‌کننده میدان، مبحث تأثیر باد بر آسایش اقلیمی کامل‌تر می‌شود. سناریوهای شماره ۱۳ تا ۱۹، آنالیزهای گرافیکی انواع فضاسازی آن در ساعت ١٦ در داخل میدان را نشان می‌دهد. همان‌طور که در مقایسه نمونه‌ها دیده می‌شود، در تمامی نمونه‌ها، جریان باد سالم و بدون آلاینده در میدان نبوت شرق تهران وجود ندارد، اما با طراحی دیوار سبز و بام سبز (در سناریوهای شماره۱۳تا ۱۹) می‌توان ازمیزان آلاینده‌ها به شدت کاست و کیفیت فضای شهری را به نحو مطلوب‌تری تأمین کرد (جدول شماره ٦).

٦- بحث و نتیجه‌گیری

از آن‌جایی که هدف این پژوهش سنجش میزان تأثیر کیفیت، سرعت و جهت وزش باد بر عوامل فیزیکی - محیطی و اقلیمی میدان یا فضای عمومی شهری بر شرایط آسایش حرارتی شهروندان است؛ در این راستا، در وهله اول، شناسایی وضعیت جهت‌گیری میدان بر آسایش حرارتی مورد مطالعه قرار گرفت. بر این اساس مشخص گردید که وضعیت جهت‌گیری هندسی میدان باعث تفاوت در میزان تأثیر مطلوب بادهای غالب شهری و عدم‌تأثیرپذیری حداکثری از بادهای نامطلوب بر سطح میدان می‌شود، این تفاوت، آسایش حرارتی متفاوتی را برای شهروندان رقم می‌زند. با توجه به این‌که تأثیرجهت‌گیری میدان در فضای باز شهری برای جلوگیری از بالا رفتن دمای آسایش شهری، یکی از اصلی‌ترین عوامل می‌باشد، نباید از مسیر ورود باد غالب که موجب حرکت باد در محوطه میدان می‌شود و آسایش حرارتی را در پی خواهد داشت، غافل شد. به‌طور کلی نتایج حاصل از پژوهش نتایج نشان داد که جهت‌گیری مناسب در شهر تهران در جهت جنوب‌غربی(رون تهرانی) است که براساس نتایج حاصل از تحلیل نمونه‌ها مشخص گردید که گردش حدود ۱۰ درجه نسبت به شمال میدان در این جهت گزینه بهینه خواهد بود. و از میان تمام سناریوهای شبیه‌سازی شده تا به این‌جا، سناریو شماره ۱۲ موفق‌ترین مدل طراحی براساس نرم‌افزار هستند. از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که فضاسازی طبیعی داخلی میدان، در

www.SID.ir

Archive of SID

ایجاد سرعت مطلوب و مؤثر باد ،باد ملایم ، بیشترین تأثیر را دارا است.لازم به ذکر است که این پژوهش با فرض ثابت بودن شرایط و فاکتورهای متعددی چون پوشش گیاهی و خصوصیات مصالح ساختمان‌های احاطه‌کننده، فقط فاکتورهای مرتبط با جهت‌گیری و کیفیت و سرعت باد را مورد ارزیابی قرار داده است. در صورتی‌که باید خاطر نشان کرد که جامعیت سایر عوامل را باید در نظر گرفت و تأثیر آن را محاسبه کرد، لذا این پژوهش در قالب پیشنهاد اشاره دارد بر این‌که کاشت درختان در جای مناسب، تأمین سایبان برای مقابله با تابش مستقیم و حتی خصوصیات مصالح ساختمان‌های داخل میدان، می‌تواند آسایش حرارتی را برای شهروندان در پی داشته باشد؛ بنابراین هر میدان، خود به تنهایی می‌تواند با ویژگی‌های مناسب بناهای اطرافش، طرح کاشت مشخص، میزان سطح گیاهی و مصالح ساختمان‌ها که باعث انعکاس نور خورشید بر سطح میدان می‌شود، به صورت خُرداقلیم مستقل عمل نماید و آب و هوای داخل را از محدوده پیرامونی خود مجزا نماید. در ادامه نیز در زمینه طراحی معابر در مجاورت بناهای اطراف میدان، لازم است موارد پیش‌رو مدنظر قرار گیرد:

- توجه به گستردگی پهنای معابر اطراف و وضعیت متناسب کاشت گیاهان به‌عنوان نوعی بادشکن طبیعی در مقابل معابری که باد شدید یا نامتناسب به سمت محدوده فضای باز شهری دارند؛
- توجه به نسبت سطح و عرض پوشش گیاهی داخل میدان به عرض میدان و استفاده از کاشت انواع گیاه خزان‌پذیر، و ....؛
- توجه به زاویه قرارگیری میدان و معابر احاطه‌کننده آن نسبت به باد غالب شهری.

در نهایت باید گفت راهکارهای برگرفته شده، می‌توانند اصولی قابل اجرا برای ساخت‌وساز میادین شهری در تهران گردند. نکته دیگر آن‌که امروزه، بافت بیمار شهری از نظر اقلیمی به تنهایی و بدون تأمین وسایل آسایشی پاسخ‌گوی شرایط زندگی و تأمین آسایش در بلندمدت نیست؛ چراکه خُرداقلیم (میادین و فضاهای عمومی شهری) با اقلیم محلی و منطقه‌ای مرتبط بوده و بی‌تأثیر از آن‌ها نیست. در همین راستا پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده در رابطه با این موضوع بر مواردی از قبیل بررسی تأثیر مصالح کف میدان و ساختمان‌های احاطه‌کننده آن بر شرایط خُرداقلیم مناسب برای شهروندان مورد مطالعه قرار گیرد.

منابع و مآخذ

۱- امین دلدار، ساناز،(۱۳۹۲). آسایش حرارتی در فضاهای باز شهری و نمود آن در طراحی راسته شهری در اقلیم سرد، پایان نامه کارشناسی ارشد معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران.

۲- پاکزاد، جهانشاه.(۱۳۸۵).راهنمای طراحی فضاهای شهری، تهران؛ انتشارات شهیدی.

۳- پیرنیا، محمدکریم، (۱۳۸۹)، سبک‌شناسی معماری، تدوین غلامحسین معماریان ویراستار علی محمد رنجبر کرمانی، سروش دانش.

٤- حیدری، منعام؛ شاهین، علیرضا، (۱۳۹۲)، ارزیابی معیاره‌های آسایش حرارتی در فضای باز، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره ۲۰

۵- دوستی - سینا، (۱۳۹۲)، بررسی روند تغییرات شاخص استاندارد آلودگی هوا در کلانشهر تهران در طی سال‌های ۱۳۸۱- ۱۳۹۱، شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران.

٦- رحمتی، حیدری، بمانیان؛ مهدی، شاهین، محمدرضا، (۱۳۹۵)، بررسی راهکارهای طراحی معماری بر کاهش اثر جزایر حرارتی شهری، مجله انرژی ایران دوره نوزدهم، شماره ۱

۷- صفایی‌پور، م ، (۱۳۸۹) ، بررسی تأثیر عناصر اقلیمی در معماری شهری: مطالعه موردی شهر لالی، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ش ۲ ، صص ۱۰۳-۱۱٦.

۸- ضرابیان، فرناز.(۱۳۸۹). طراحی فضاهای باز قابل دفاع در محلات مسکونی شهر تهران (مطالعه موردی: محله باغ

www.SID.ir

Archive of SID

فیض - پونک) پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

۹- مجیدی، حیدری، قلعه‌نویی، قاسمی سیچانی؛ فاطمه‌السادات، شاهین، مریم، (۱۳۹۸). ارزیابی و تحلیل وضعیت آسایش حرارتی فضای باز محلات مسکونی با استفاده از شاخصه‌های حرارتی، نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران.

۱۰- محمدی، ذوالفقاری، کولیوند؛ کلثوم، حسن، طاهر، (۱۳۹۷)، شبیه‌سازی شرایط میکروکلیمایی و آسایش حرارتی در معابر اصلی کلان‌شهر کرمانشاه، فصلنامه جغرافیا و آمایش شهرمنطقه‌ای، سال نهم، شماره۳ بهار۱۳۹۸.

۱۱- معاونت برنامه‌ریزی طرح تهیه و تدوین برنامه آمایش استان، (۱۳۹۷).

۱۲- منتظری، جهانشاه‌لو، ماجدی؛ مرجان، لعلا، حمید، (۱۳۹۷)، تأثیر مؤلفه‌های فرم کالبدی شهری بر آسایش حرارتی فضاهای باز شهری (مطالعه موردی: اراضی پشت سیلو شهر یزد)، فصلنامه مطالعات محیطی هفت حصار، سال ششم، شماره ۲۳.

۱۳- مهدوی‌نژاد، محمد جواد، (۱۳۹٤) ، مقاله نقش و تأثیر طراحی در کیفیت آسایش حرارتی فضاهای باز شهری (بررسی موردی: طراحی پیاده‌راه طقماچی‌ها در کاشان) ،فصلنامه دانشگاه هنر ، ش ۱۸، نامه معماری و شهرسازی ، ص ۵۹ .

14- Alcoforado, M.; Andrade, H.; Lopes, A. & Vasconcelos, J., 2009,"Landscape and Urban Planning Application of climatic guidelines to urban planning The example of Lisbon (Portugal)", 90, 56–65. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.

15- Badran, M.A (2014),The Impact of Neighborhood Geometries on Outdoor Thermal Comfort and Energy Consumption from Urban Dwellings, Ph.D. Thesis, University of CARDIFF.

16- Berardi, U., & Wang, Y., (2016) , "The effect of a denser city over the urban microclimate: The case of Toronto". Sustainability (Switzerland). https://doi.org/10.

17- Bogda . M, Prucnal–O, (2003) ,Choice of thermal index forarchitecturaldesign with climate in Nigeria ;Habitat international, Vol. 44

18- Bouden . C, Ghrab . N. (2005) , An adaptive thermal comfort model for the Tunisiancontext: A field study result; Energy and Buildings, Vol. 37.

19- Cui, L. & Shi, J., (2012) ,"Urbanization and its environmental effects in Shanghai, China". Urban Climate. https://doi.org/10.

20- Chatzidimitriou, A. & Yannas, S., (2015), "Microclimate development in open urban spaces: The influence of form and materials".Energy andBuildings, 108, 156–174. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.08.048

21- Chen, X.L. 2006. "Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes", Remote Sensing of Environment, pp. 104-133.

22- El-Bardisy, W. M.; Fahmy, M. & El-Gohary, G. F., (2016), "Climatic Sensitive Landscape Design: Towards a Better Microclimate through Plantation in Public Schools, Cairo, Egypt". Procedia - Social and BehavioralSciences, 216, 206-216.

23- Gómez, F.; Cueva, A. P.; Valcuende, M. & Matzarakis, A., (2013) ,"Research on ecological design to enhance comfort in open spaces of a city (Valencia , Spain)". Utility of the physiological equivalent temperature (PET). Ecological Engineering. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.

24- He, X.; Miao, S.; Shen, S. & Li, J., (2014) ,"Influence of sky view factor on outdoor thermal environment and physiological equivalent temperature". International journal of biometeorolog. (http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00484-014-0841-5)

25- Hwang, R.-L.; Lin, T.-P. & Matzarakis, A., (2011), "Seasonal effects of urban street shading on long-term outdoor thermal comfort". Building and Environment,46(4), 863–870. https://doi.org/http://dx.doi.org/

26- Johanssson, E., (2006) ,Urban Design and Outdoor Thermal Comfort in Warm Climates, Stud ies in Fez and

www.SID.ir

Archive of SID

Colombo. LUND university.
27- Kaplan, S.; Peeters, A. & Erell, E., (2016) ,"Predicting air temperature simultaneously for multiple locations in an urban environment: A bottom up approach".Applied Geography, 76, 62–74. https://doi.org
28- Kleerekoper, L., (2016) ,Urban climte design: improving thermal comfort in Dutch neighbourhoods. Delft University of Technology.
29- Krüger, E. L. L.; Minella, F. O. O. & Rasia, F., (2011), "Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from fi eld measurements in Curitiba , Brazil".Building and Environment, 46(3), 621–634. https://doi.org/10.1016/j.
30- Lenzholzer, S (2012), Research and design for thermal comfort in Dutch urban squares, Resources, Conservation and Recycling, Vol. 64, pp. 39-48.
31- Lilly Rose . A (2010) , Impact of Urbanization on the Thermal Comfort Conditions in the Hot Humid City of Chennai, India, Conference: Recent Advances in Space Technology Services and Climate Change .
32- Lin, T.-P., et al., (2010) , "Shading effect on long-term outdoor thermal comfort".Building and Environment. 221-213.
33- Martins, T. A. L.; Adolphe, L.; Bonhomme, M.; Bonneaud, F.; Faraut, S.; Ginestet, S.; Guyard, W., (2016) , "Impact of Urban Cool Island measures on outdoor climate and pedestrian comfort: Simulations for a new district of Toulouse, France". Sustainable Cities and Society. https://doi.org/10.1016/j.scs.
34- Spagnolo, J. & de Dear, R.,(2003) , "A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia". Building and Environment. https://doi.org/10.1016/S0360-1323(02)00209-3

منبع اینترنتی

http://www.tehranmet.ir/-

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir