

کاربرد اصول دانش طراحی اقلیمی در طراحی فضاهای شهری با تأکید بر آسایش

حرارت- تحقق طراحی و نتایج از پروژه سهیل

علی اکبر شمسی‌پور* - استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

داریوش یاراحمدی- استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه لرستان

فرزاد سلمانیان- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۱/۲۲ تأیید نهایی: ۱۳۹۳/۰۴/۰۵

چکیده

این پژوهش در برگزیده چگونگی بهره‌گیری از اصول دانش طراحی اقلیمی در خلق فضاهای شهری بر پایه تأمین آسایش حرارتی است. این پژوهش بر طراحی سایت سهیل در منطقه ۱۹ شهر تهران با سنجش عملکرد طراحی در محدوده خردمقیاس با شبیه‌سازی در مدل سه‌بعدی خرداقلیم ENVI-met@ انجام گرفت. مقایسه نتایج مدل‌سازی و شبیه‌سازی خرداقلیم مؤلفه‌های دمایی در شاخص‌های دمای پتانسیل و دمای تابشی نشان داد که محدوده خرداقلیم خلق شده ناشی از طراحی، به کاهش اوج دمای محیط در طول روزهای تابستان تا بیش از ۱۰ درجه سلسیوس کمک شایان توجهی می‌کند؛ این در حالی است که شرایط آسایش در حد چشمگیری بهبود یافته است. همچنین، در بررسی شرایط زمستان مشاهده شد که مقدار دمای مؤثر در محدوده کاربری‌های مورد نظر، به سبب بهره‌مندی از جذب و ذخیره انرژی تابشی خورشیدی تحت تأثیر نوع طراحی، به بیش از ۱۵ درجه سلسیوس در هنگام ظهر رسید؛ در حالی که در این فصل از سال، متوسط دمای بیشینه حاکم بر محیط ۹ درجه سلسیوس بود. نتایج پژوهش، بر لزوم رویکرد علمی به کاربرد و استفاده از دانش طراحی اقلیمی در جزئیات سبک و الگوی شهرسازی و معماری ایران تأکید می‌کند.

کلیدواژه‌ها: آسایش حرارتی، تهران، دمای مؤثر، طراحی اقلیمی، مدل ENVI-met

مقدمه

علم طراحی اقلیمی به مجموعه‌ای از اصول نظری و روش‌های کاربردی مدیریتی گفته می‌شود که چارچوب دانش خود را در جهت ایجاد فضای زیستی مناسب در راستای زندگی سالم بر محوریت توسعه پایدار از جامعیت در پیوستگی ارتباط بین مفاهیم دانش اقلیم‌شناسی، معماری، طراحی شهری و شهرسازی به دست می‌آورد (سلمانیان، ۱۳۹۰: ۷). بر اساس این تعریف، فضاهای شهری که بر پایه قواعد این دانش ایجاد می‌شود، افزون بر فراهم کردن عناصر زیبایی‌شناختی، معیار اصلی توسعه شهر به حساب می‌آید و تأثیرات عمیقی بر کاهش هزینه‌های انرژی و سپس، دستیابی به آسایش گرمایی در بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. در این میان، استفاده از الگوهای شبیه‌ساز خرداقلیم برای درک بهتر و محاسبات

دقیق‌تر نحوه عملکرد و اثرگذاری عناصر اقلیمی، در طراحی فضاهای شهری با هدف دستیابی به الگویی منسجم و پایدار بر پایه تأمین شرایط آسایش گرمایی، امری ضروری است.

به کارگیری الگوها به سنجش عملکرد فضاهای طراحی شده در بهره‌مندی از عناصر اقلیمی اثرگذار بر آسایش گرمایی، کمک شایان توجهی خواهد داشت؛ برای نمونه: در تحقیقات براون و همکاران (۲۰۰۱)، یامادا (۲۰۰۵)، بلاکن و کارملیت (۲۰۰۵) و دبرکی (۲۰۰۵) به تأثیر مثبت الگوی طراحی خیابان‌ها و شکل توده‌گذاری بافت شهری بر سرعت جریان باد و بر روند آسایش گرمایی در فضاهای باز یا محیط‌های بیرونی با تحلیل الگوی CFD می‌توان اشاره کرد. در تحقیقات جدیدتر، ریزک و هنز (۲۰۱۰) ویژگی‌های توده‌گذاری بافت شهری اسوان و فرافرا از کشور مصر را در رابطه با اثرگذاری بر سرعت و جهت باد در فضای داخلی و بیرونی توده‌های ساختمانی و شبکه‌های دسترسی برای آسایش حرارتی با استفاده از الگوی CFD بررسی کردند. همچنین، در بررسی شکل هندسی شهری و تأثیر آن بر دمای آسایش گرمایی و کیفیت هوا با کمک مدل ENVI_met®، می‌توان به تحقیقات کروگر و همکاران (۲۰۱۱) اشاره کرد که نتیجه پژوهش آنها نشان‌دهنده تأثیر مثبت شکل هندسی شهر بر تأمین آسایش حرارتی در فضای پیاده‌روها و پراگندگی ذرات آلاینده در جریان هوای آزاد در شبکه‌های دسترسی است. در پژوهش‌های جزئی‌تر در این زمینه می‌توان از پژوهش‌های تودرت و مایر (۲۰۰۷) نام برد که با استفاده از مدل ENVI_met® تأثیر شکل هندسی خیابان‌ها و پوشش گیاهی را بر آسایش حرارتی در معابر شهری ارزیابی کردند. در بسیاری از پژوهش‌های انجام‌گرفته، به الگوهای خرداقلیم عناصر اقلیمی مؤثر بر آسایش به‌شکل جداگانه یا در اثرپذیری از عناصر طبیعی شهری مانند پوشش‌های گیاهی توجه شده است که می‌توان از پژوهش‌های ژادر و همکاران (۲۰۰۹)، دی مارشالک و همکاران (۲۰۰۸) و گرامک و راک (۲۰۰۷) در این زمینه نام برد که بر اثر مثبت پوشش گیاهی شهری بر کاهش محلی دما با ایجاد سایه و افزایش تبخیر و تعرق در کنار فواید زیبایی آن اشاره کرده‌اند. اما بر خلاف آنها، شمسی‌پور و امینی (۱۳۹۲) و وانیا و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش‌هایی اثر پوشش گیاهی را بر الگوی پراکنش و حجم ذرات آلاینده ترافیک با الگوی ENVI_met® بررسی کردند و معتقدند پوشش گیاهی شهری (درختان و درختچه‌ها) تأثیر چندانی بر کاهش سرعت باد و تهویه مطلوب و تغییر یکنواختی سرعت جریان عمودی باد در سطوح معابر و مسیرهای گذر شهری ندارد. همچنین، در ایران، سلیقه (۱۳۸۳) مسکن همساز با اقلیم را برای شهر چابهار بررسی کرد و گلکار (۱۳۷۹) در زمینه به‌کارگیری اصول حاکم بر شهر فشرده سنتی در مناطق کویری، بر سیاست‌های نوزایی و بازسازی بافت فرسوده شهری تأکید کرد و آن را یکی از شاخص‌های مهم طراحی شهری پایدار در این گونه مناطق دانست. لشکری و پورخادم (۱۳۷۹) در جهت‌گیری بهینه فضاهای آزاد شهر اردبیل بر اساس انرژی تابشی خورشید، نتایج مثبتی را به‌دست آوردند. در بسیاری از پژوهش‌های اقلیمی، جریان هوا و انرژی تابشی به‌سبب کنترل عناصری همچون رطوبت و دما، از مهم‌ترین عناصر اقلیمی اثرگذار بر فضاهای شهری دانسته شده است (شمسی‌پور و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به آنچه بیان شد، هدف این پژوهش به‌دست دادن اصولی در مبحث قواعد دانش طراحی اقلیمی و نحوه به‌کارگیری آن در طراحی هر مجتمع زیستی خوبی است. همچنین، استفاده از الگوی سه‌بعدی خرداقلیم ENVI_met®، با هدف ارزیابی توانایی قواعد طراحی اقلیمی در خلق فضاهای شهری بر پایه ایجاد شرایط آسایش حرارتی یکی دیگر از اهداف این پژوهش است.

مواد و روش‌ها

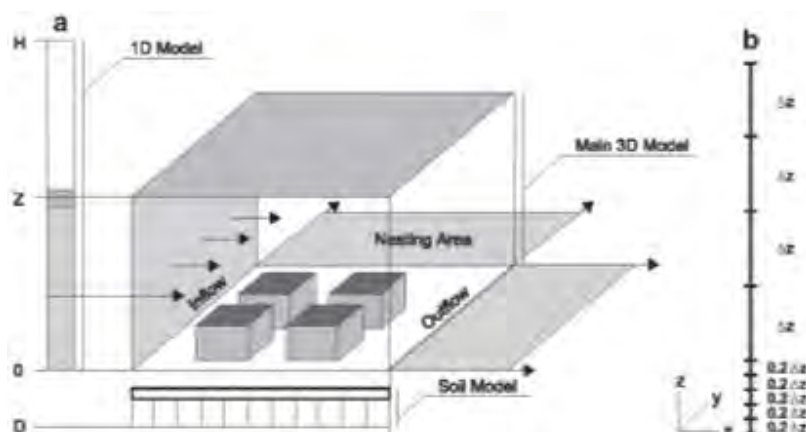
در این پژوهش، برای طراحی سایت نخست داده‌های جوی در متغیرهای مورد نیاز از ایستگاه هواشناسی مهرآباد جمع‌آوری و با نرم‌افزار Autodesk_Ecotect® تحلیل شد. پس از آن، داده‌های خروجی از نرم‌افزار Ecotect با فنون دانش طراحی اقلیمی حاصل از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی ادغام و در نهایت منجر به طراحی بافت سایت شد. در مرحله پایانی، الگوی طراحی شده در خرداقلیم Envi-met® شبیه‌سازی شد تا نحوه عملکرد عناصر اقلیمی در بافت الگوی طراحی شده به منظور دستیابی به هدف نهایی (تأمین شرایط آسایش حرارتی در بافت سایت) مشخص شود. در این پژوهش از نسخه ۴ مدل Envi-met استفاده شده است.

معرفی و عملکرد الگوی خرداقلیم Envi-met

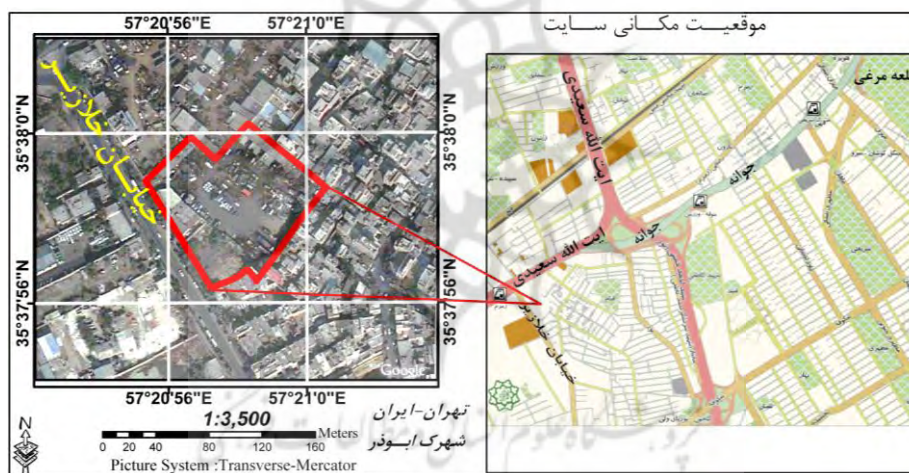
پایه و اساس الگوی Envi-met بر روی قوانین بنیادی دینامیک سیالات، ترمودینامیک گازها و قواعد اولری^۱ با هدف محاسبات جرم، حرکات جنبشی و تبادلات انرژی است. طرح کلی الگوی Envi-met از یک الگوی سه‌بعدی بسته تشکیل شده و شامل یک الگوی تک‌بعدی است که حدود مرزهای جوی در فرایند شبیه‌سازی را مشخص می‌کند. الگوی سه‌بعدی به اجزای کوچک‌تر در داخل سلول‌ها (x, y و z) تقسیم می‌شود. هر بعد (سلول) دارای مقدار کاملاً مشخصی است که در عین تفکیک‌پذیری، ارزش آن به نسبت دیگر ابعاد تغییر می‌کند؛ به جز پنج قسمت انتهایی الگوی عمودی (zz) که با مقدار ۰/۲ متر برای افزایش دقت در محاسبات تبادلات انرژی (رطوبت، دما، طول موج‌های تابشی، گازها و...) بین سطح زمین و عمق ۲ متری خاک برنامه‌ریزی شده است. در این الگو، شبیه‌سازی و پیش‌بینی عناصر اقلیمی در ارتباط با پوشش‌های گیاهی، جنس خاک، هندسه شهر و مقدار تراکم آن تا ارتفاع ۲۵۰۰ متر است (بروس، ۱۹۹۹؛ بروس و فلیر، ۱۹۹۸). شکل ۱ ساختار کلی الگوی Envi-met را نشان می‌دهد.

موقعیت سایت

عرضه سایت در قطعه زمینی به مساحت ۹۲۰۷ مترمربع با مختصات مرکزی ۵۷° ۳۵' عرض شرقی و ۵۸° ۵۷' طول شمالی، در شمال شهرک ابوذر (منطقه ۱۹ تهران) قرار گرفته است. در شکل ۲، تصویر ماهواره‌ای موقعیت سایت نشان داده شده است. در جدول ۱، مشخصات کلی نیازهای طراحی سایت همچون تقسیم‌بندی فضای عرصه و مقدار تراکم توده‌ها ارائه شده است.



شکل ۱. پیکربندی الگوی Envi-met. در قسمت a، ارتفاع اصلی الگوی سه‌بعدی و H ارتفاع الگوی یک‌بعدی است که پروفایلی عمودی از تمامی متغیرهای الگو برای خطوط جریان‌های داخلی در الگوی سه‌بعدی ایجاد می‌کند. D الگوی خاک را تشکیل می‌دهد؛ به عبارتی، ویژگی‌های خاک از نظر نیم‌رخ، لایه‌بندی و غیره به شکل جداگانه‌ای یک الگو را تشکیل می‌دهد که به الگوی خاک معروف است. b ساختار اصلی شبکه‌بندی عمودی مدل است (منبع: بروس، ۲۰۰۷؛ ۶۳).



شکل ۲. تصویر ماهواره‌ای موقعیت سایت (منبع: سلیمان، ۱۳۹۰؛ ۵۲)

جدول ۱. مشخصات تقسیم‌بندی عرصه سایت بر اساس حدود کاربری‌های مورد نیاز در طرح

کاربری	حدود متراژ متصرف از عرصه (مترمربع)	مساحت ناخالص (مترمربع)	مساحت خالص (مترمربع)	تعداد واحد‌ها	تعداد طبقات
مسکونی	۱۵۰۰	۹۰۰۰	۶۴۰۰	۸۰	۷
تجاری	۲۵۰۰	۷۵۰۰	۴۵۰۰	۹۰	۳
پارکینگ طبقاتی عمومی	۳۰۰۰	۹۰۰۰	۵۸۰۰	-	۴۵۰
فضای سبز و شبکه ارتباطی	۲۲۰۷	۲۲۰۷	۲۰۰۰	-	۴۰۰
جمع	۹۲۰۷	۲۸۲۰۷			

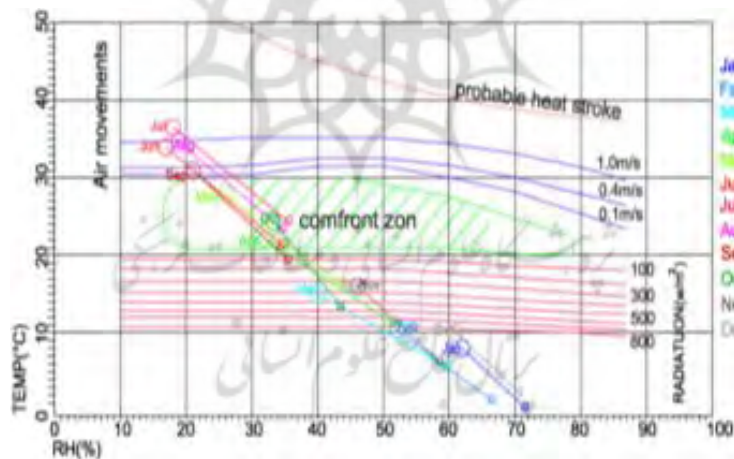
* پارکینگ طبقاتی به ارتفاع ۹ متر (سه طبقه) به سبب توسعه فضای عرصه در سطح، در زیرزمین جانمایی شده است.

یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش به دو بخش اصلی تقسیم می‌شود: بخش اول در برگیرنده مباحث و مسائل مربوط به طراحی سایت بر اساس اصول بنیادی دانش طراحی اقلیمی است و بخش دوم شامل مباحث مربوط به شبیه‌سازی اقلیمی پلان طراحی شده است تا تعیین شود که قواعد به کارگرفته شده در طراحی سایت به چه مقدار توانایی تأمین آسایش گرمایی را در طراحی فضاهای باز شهری دارد. یافته‌های این پژوهش را می‌توان به شهرهایی که در طبقه‌بندی مؤلفه‌های اقلیمی با شهر تهران، در یک زیرگروه قرار می‌گیرد تعمیم داد.

بخش اول: تشریح مسائل مربوط به طراحی سایت

شاخص‌های تعیین‌کننده اقلیمی در ساختار طراحی فضاهای شهری، شامل چهار عنصر اصلی است که عبارت‌اند از: انرژی تابشی، جریان هوا، رطوبت نسبی و دما. با مدیریت دو شاخص انرژی تابشی و جریان هوا می‌توان دما و رطوبت نسبی را تا حد مطلوبی کنترل کرد. از این‌رو، اولین گام در زمینه طراحی اقلیمی داشتن آگاهی کافی از تأثیر تغییرات عناصر اقلیمی یادشده بر فرایند آسایش محیطی است. به همین دلیل، یکی از شاخص‌های مناسب در این زمینه، نمودار بیوکلیماتیک محیطی اولگی است که به منزله معیاری برای سنجش میزان دستیابی به آسایش حرارتی به کارگرفته می‌شود (آذری و همکاران، ۲۰۱۲). در شکل ۳، شرایط زیست‌اقلیمی تهران نشان داده شده است.

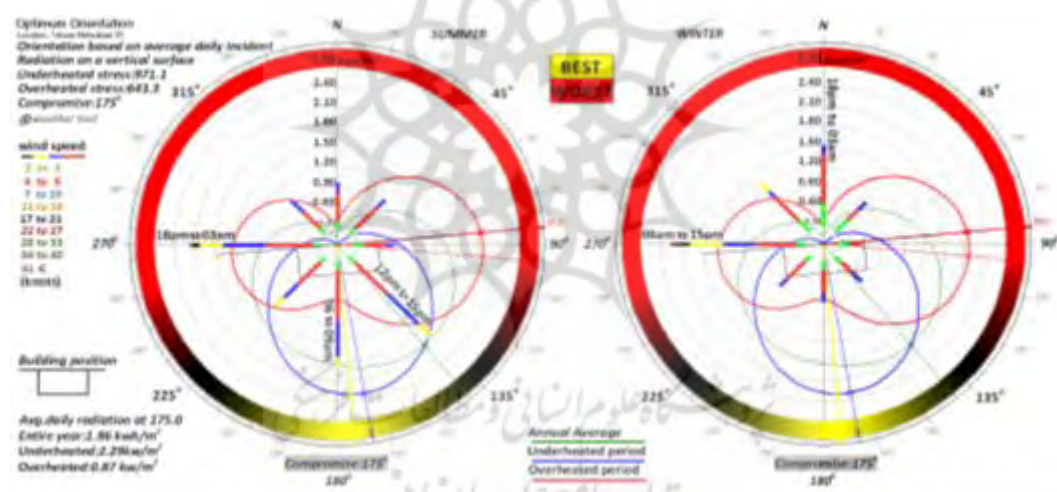


شکل ۳. تعیین شرایط زیست‌اقلیمی شهر تهران در نمودار بیوکلیماتیک محیطی ویکتور اولگی (منبع: سلمانیان، ۱۳۹۰، ۱۶)

منطقه آسایش پیشنهادی در این نمودار، فضاهای باز است و در صورت ثابت بودن جریان هوا و در پناه سایه شکل می‌گیرد (نیلسون، ۲۰۰۲: ۲۰). با توجه به نمودار، تنها شب‌های ماه‌های خرداد، تیر و مرداد و روزهای ماه‌های مهر، اردیبهشت و فروردین در محدوده آسایش حرارتی قرار می‌گیرد؛ در نتیجه، هدف اصلی طراحی باید ایجاد فضایی باشد که روزهای فصل‌های گرم و سرد را به شرایط آسایش حرارتی، بر اساس نمودار، نزدیک کند یا آن شرایط را برای آنها فراهم کند. از این‌رو، مقدار دستیابی به این هدف به چگونگی استفاده از شاخص‌های اقلیمی در ساختار طراحی بستگی دارد که در زیر به آنها اشاره شده است.

- انرژی تابشی خورشید و جریان هوا

کالبد هر محیط شهری از دو عنصر اصلی تشکیل شده است: الف. توده‌های ساختمانی و ب. شبکه‌های دسترسی (معاير). این دو عنصر از نظر ساختار با یکدیگر مرتبطاند، به‌گونه‌ای که تغییرات برای هر یکی تغییرات در دیگری را در بر خواهد داشت؛ مانند ارتباط شکل^۱ و زمینه در طراحی شهری. از این‌رو، اولین فراسنج برای استفاده از سامانه خورشیدی با تمام جوانب آن در هر فضای شهری، تعیین جهت مطلوب قرارگیری توده‌های ساختمانی به‌منظور بهره‌مندی بهینه از انرژی تابشی و سپس جریان باد، با توجه به نوع کاربری‌هاست. در نتیجه، تعیین جهت‌گیری توده‌ها و مقدار تراکم آنها بر اساس نیاز به انرژی تابشی و جریان هوا یا محفوظ ماندن از آن، در اصل مشخص‌کننده سمت و سوی توسعه شبکه‌های دسترسی (معاير) به‌همراه عرض و عمق آنهاست. بنابراین، تعیین جهت توسعه مسیر معاير در پس‌زمینه طراحی، کالبد آنها را تشکیل خواهد داد. از این‌رو، استفاده از نمودار S.R.W.R.^۲ برای تعیین جهت بهینه توده‌های ساختمانی به‌منظور بهره‌مندی از انرژی تابشی و جریان باد، امری ضروری است. در شکل ۴ جهت‌گیری مطلوب توده‌های ساختمانی برای عرض جغرافیایی تهران بر اساس نمودار S.R.W.R. نشان داده شده است.



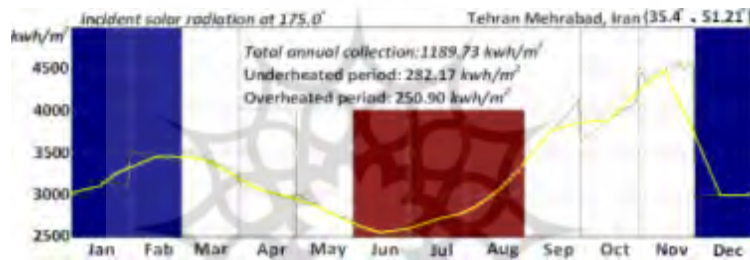
شکل ۴. جهت بهینه توده‌های ساختمانی در تهران بر اساس نمودار S.R.W.R. (محاسبه شده با نرم‌افزار Ecotect) (منبع: سلمانیان، ۱۳۹۰: ۵۵)

با توجه به نمودار، در تمام فصل‌های سال، بهترین جهت توده‌های ساختمانی از نظر توزیع انرژی تابشی بر نمای اصلی، قرارگیری در آزیموت ۱۷۵ درجه به‌همراه کشیدگی ساختمان در راستای شرق و غرب است (مستطیل شکل). علت انحراف توده‌های ساختمانی از سمت جنوب به سوی شرق آن است که قرارگیری کامل نمای ساختمان رو به جنوب به‌همراه توسعه مسیر معاير در راستای شرق و غرب، منجر به دریافت نشدن انرژی تابشی در کل سال در نمای شمالی

1. form

۲. نمودار S.R.W.R. (Solar Radiation and Wind Rose) حاصل تلفیق دو نمودار استروگراف انرژی تابشی خورشیدی و گلیاد منطقه است. انرژی تابشی این نمودار از راه میانگین شدت پرتوهای مستقیم دریافت‌شده از خورشید در طول یک سال و تعیین مقادیر کل تابش روزانه در فصل‌های سرد و گرم به‌همراه تعیین شاخص ساعتی دمای هوا و شدت تابش آفتاب در اعتدالین محاسبه می‌شود (سلمانیان، ۱۳۹۰، ۴۲).

توده‌ها و جبهه شمالی معابر به‌ویژه در خیابان‌های عمیق خواهد شد. از این‌رو، برای جلوگیری از این شرایط و داشتن امکان بیشتر برای ایجاد تغییرات در شکل و جهت توده‌های ساختمانی بر اساس الگو و شرایط زمینه، انحراف ۴۵ درجه‌ای در طراحی توده‌های ساختمانی از سوی جنوب به سمت شرق یا غرب، بسته به انطباق انرژی تابشی و جریان‌های باد غالب، مجاز شمرده می‌شود. با توجه به این توضیحات، از آنجایی که کالبد شبکه‌های دسترسی از چینش قطعات (توده‌ها) در بلوک‌ها شکل می‌گیرد و هر قطعه به‌سبب بهره‌گیری از انرژی تابشی و جریان باد در جهت شرقی- غربی کشیده می‌شود، به تبعیت شکل قطعات، بلوک‌ها تشکیل می‌شود و به تبعیت شکل بلوک‌ها، پیکربندی خیابان‌ها انجام می‌گیرد. از این‌رو، بهترین جهت معابر به‌منظور تأمین آسایش حرارتی بر اساس بهره‌مندی از انرژی تابشی و جریان هوا، جهت‌گیری در راستای شرق و غرب است که همسو با جهت توسعه توده‌های ساختمانی است. در شکل ۵، مقادیر دریافت انرژی تابشی در نمای اصلی توده‌های ساختمانی در بهترین حالت جهت‌گیری (۱۷۵ درجه شمالی) آورده شده است.

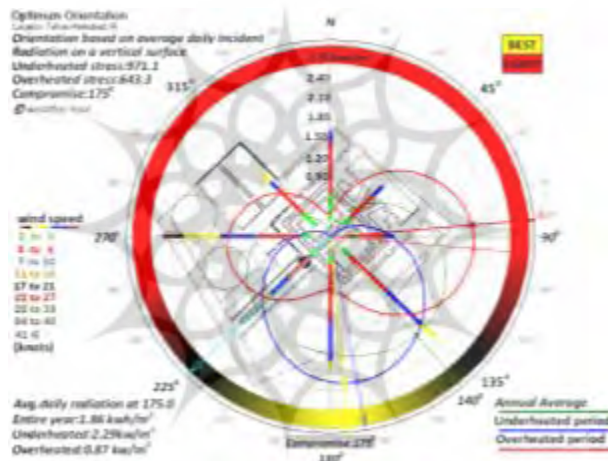


شکل ۵. مقادیر دریافت انرژی تابشی در نمای اصلی توده‌های ساختمانی در جهت‌گیری ۱۷۵ درجه شمالی. بر طبق نمودار انرژی، جهت‌دهی توده‌ها به سمت جنوب سبب می‌شود مقدار دریافت انرژی در ساختمان‌ها و معابر، در فصل‌های سرد به بیشترین و در فصل‌های گرم به کمترین حد برسد (محاسبه‌شده با نرم‌افزار Ecotect (منبع: سلمانیان، ۱۳۹۰: ۴۲).

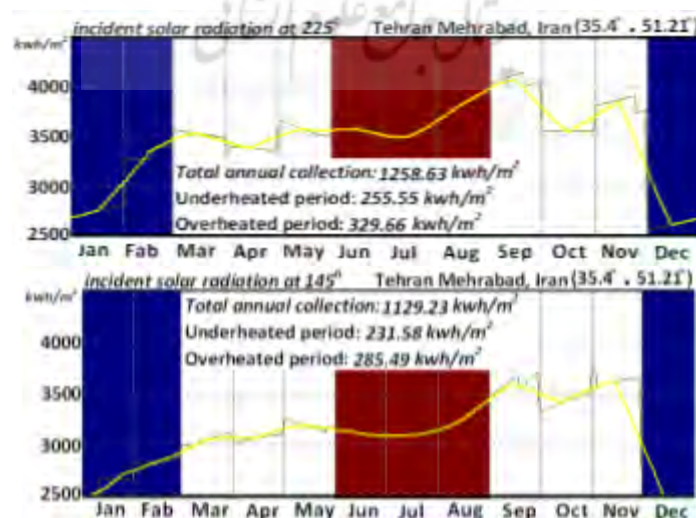
تشریح فرایند توده‌گذاری پلان سایت بر اساس نمودار S.R.W.R

با توجه به توضیحات پیشین، همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، در فرایند توده‌گذاری فضاهای شهری به‌منظور بهره‌مندی هم‌زمان از انرژی تابشی خورشید و جریان باد غالب، جهت فرایند توده‌گذاری پلان سایت از روند جنوبی به سمت جنوب شرق (آزیموت ۱۴۰ درجه) و جنوب غرب (آزیموت ۲۲۵ درجه) در محدوده بهترین موقعیت از نظر دریافت انرژی تابشی (آزیموت ۱۷۵ درجه) انحراف یافته است. این انحراف به این دلیل در نظر گرفته شده است تا نمای اصلی بلوک‌های مسکونی و واحدهای تجاری در بخش غربی پلان، از انرژی تابشی در فصل‌های سرد و بادهای جنوبی و غربی بهتر بهره‌مند شود (برای چگونگی توزیع کاربری‌های سایت، به شکل ۱۰ نگاه کنید)؛ زیرا به‌منظور تهیه طبیعی فضای داخلی توده‌ها و معابر، بر جریان باد غربی در فصل‌های سرد با توجه به تراز مثبت انرژی در طول روز تأکید می‌شود. همچنین، در طول روز بر اساس ویژگی توده‌گذاری، وزش این باد مانع ذخیره حرارت دریافتی از تابش خورشید در فضای معابر نخواهد شد؛ اما در فصل تابستان، بر اساس الگوی طراحی بر محوریت جهت‌گیری، انرژی تابشی خورشید بر توده‌ها به کمترین حد می‌رسد (شکل ۷). از طرف دیگر، چون در فصل تابستان زمان وزش باد غربی و جنوبی به ترتیب شب

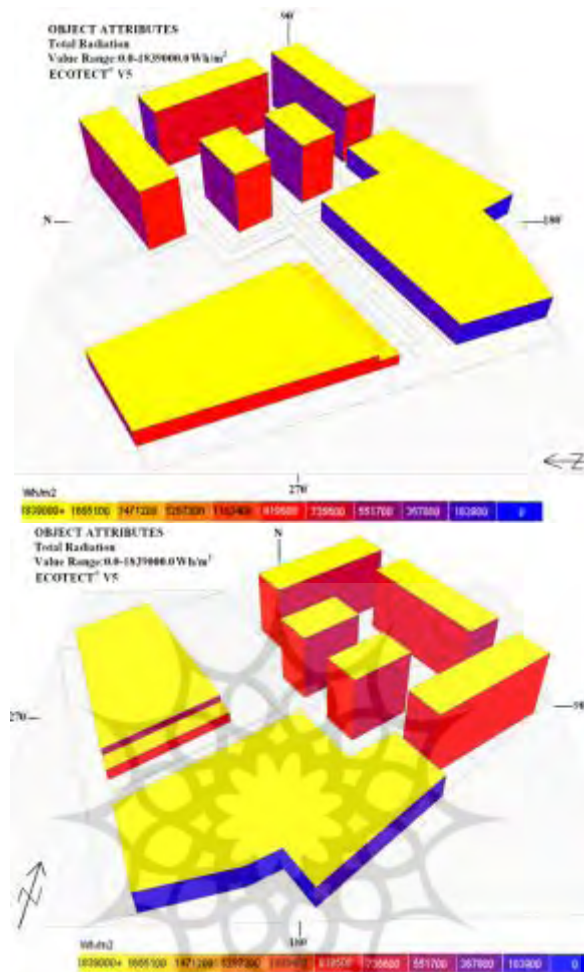
هنگام و اوایل صبح است، بهترین جهت جریان برای تخلیه حرارت ذخیره شده انرژی روزانه در معابر و فضای داخلی توده‌ها محسوب می‌شود. از سوی دیگر، به منظور محفوظ ماندن از تابش مستقیم خورشید، نمای اصلی کاربری تجاری بر اساس نوع عملکرد با انحراف به سمت شمال غرب و بهره‌گیری از بادهای غربی در برخورد مایل جانمایی شده است. از این رو، با توجه به جهت‌گیری توده‌ها، محور اصلی شبکه‌های دسترسی در جهت شمال شرق - جنوب غرب قرار گرفته که سبب جریان ملایم بادهای غالب فصل تابستان بر فضای سایت می‌شود. همچنین، این نوع جهت‌گیری در شبکه‌های دسترسی به محدود شدن وزش بادهای غالب شبانه فصل زمستان با روند شمالی و کاهش سرعت باد غالب روزانه این فصل به سبب وزش مایل در محدوده فضای کاربری‌های تجاری و حیاط بلوک‌های مسکونی به سبب نیاز به ذخیره‌سازی انرژی تابشی روزانه منجر می‌شود. در شکل ۷، مقادیر انرژی دریافتی نمای اصلی توده‌های ساختمانی در جهت‌گیری ۱۴۵ و ۲۲۵ درجه ارائه شده است و شکل ۸ مجموع مقادیر انرژی تابشی سالانه دریافتی هر یک از اضلاع توده‌های ساختمانی را نشان می‌دهد.



شکل ۶. انطباق پلان سایت در نمودار S.R.W.R (ترکیب بادهای غالب فصل تابستان و زمستان است)
 (منبع: سلیمانان، ۱۳۹۰: ۷۶)



شکل ۷. مقادیر انرژی تابشی سالانه بر نمای اصلی توده‌های ساختمانی سایت قرار گرفته در جهات ۱۴۵ و ۲۲۵ درجه
 (محاسبه شده با نرم‌افزار Ecotect)



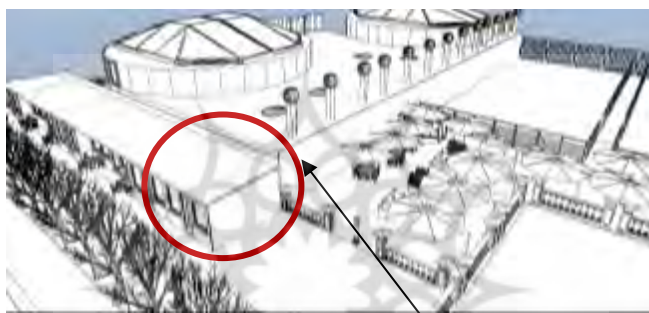
شکل ۸. مجموع مقادیر انرژی تابشی سالانه حاصل از پرتوهای مستقیم و پراکنده خورشید بر هریک از اضلاع توده‌های ساختمانی پلان سایت در نماهای مختلف (محاسبه شده با نرم‌افزار Ecotect). جهت بهینه قرارگیری ساختمان بر اساس بهره‌مندی از انرژی خورشیدی، موقعیتی است که در آن توزیع متعادل و تاحدی برابر از روند انرژی تابشی بر هریک از نماها در تمامی فصول سال فراهم باشد (منبع: سلمانیان، ۱۳۹۰: ۷۶).

همان‌طور که بیان شد، علاوه بر تأثیر مؤلفه‌های انرژی تابشی و جریان هوا که تعیین‌کننده شکل و ساختار هندسی فضاهای شهری به‌منظور دستیابی به آسایش حرارتی است، توجه به دو عنصر دما و رطوبت نسبی از دیگر مؤلفه‌های مهم در این زمینه است که می‌توان با به‌کارگیری سه مؤلفه اساسی در الگوی طراحی کنترل، آنها را برای دستیابی به آسایش حرارتی بر فضاهای باز شهری به‌دست گرفت؛ این سه مؤلفه عبارت‌اند از:

تغییر نوع پوشش سطحی معابر یا شبکه‌های دسترسی؛ بهترین جنس پوشش سطحی معابر موادی با رنگ روشن، ضریب تراوایی بالا و درصد جذب اندک امواج کوتاه خورشید است؛ از این‌رو، در پوشش سطحی شبکه‌های معابر سایت، آجر توپر جایگزین آسفالت شده است؛ زیرا کف‌فرش‌های آجری در مقایسه با پوشش آسفالت، علاوه بر طول عمر بیشتر و کاهش هزینه‌های نگهداری و تعویض، به‌سبب ضریب تراوایی بالای آجر ($3\text{cm/sec} - 10 \times 10^{-8} / 3\text{cm/sec} - 5 / 79 \times 10^{-5}$) نسبت به آسفالت ($5\text{cm/sec} - 10 \times 10^{-8} - 1\text{cm/sec} - 1 \times 10^{-8}$) اثری فوق‌العاده بر کاهش دمای محیط ساختگی و نوسان‌های دمایی سالانه دارد. ضمن آنکه جذب و انتقال رطوبت از سطح به عمق زمین، در کف‌فرش‌های آجری به‌سبب نوع ماده

تشکیل‌دهنده آن (خاک رس)، بیشتر از آسفالت است (نوع رنگ در این ویژگی مؤثر است) که این متغییر در کنار دیگر ویژگی‌های یادشده از معابر آجری، اثر مکملی بر کاهش انتشار گرمای محسوس در فضای سایت می‌گذارد.

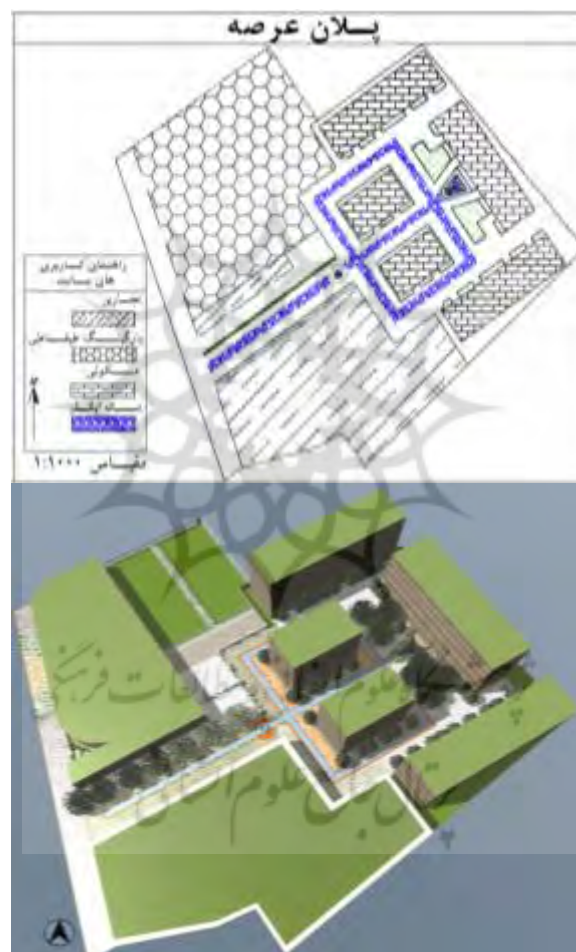
بهره‌گیری از پوشش گیاهی: پوشش گیاهی و اثرهای عمیق آن بر روند کاهش دمای بیشینه و افزایش رطوبت نسبی در مناطقی که دارای فصل‌های گرم و خشک است، در پژوهش‌های بسیاری ثابت شده است؛ اما بهترین الگو از فضای سبز شهری، استفاده از بام‌ها و دیوارهای سبز است (الکساندری و جونز، ۲۰۰۸)؛ از این‌رو، در پوشش گیاهی سایت، از الگوی بام‌های سبز استفاده شده است. همچنین، تأثیر درختان بر کاهش دمای تابشی از راه جذب امواج کوتاه، فرایند تبخیر و تعرق و ایجاد سایه، زمانی به اوج مطلوبیت خود می‌رسد که انطباق کاملی بین الگوی درختکاری و جهت‌گیری شبکه معابر در بهره‌گیری از انرژی تابشی وجود داشته باشد؛ برای نمونه: در شکل ۸، چگونگی عملکرد این انطباق بر طراحی سایت مشاهده می‌شود.



شکل ۹. تصویر سمت راست نشان‌دهنده محافظت کامل پیاده‌رو واحدهای تجاری سایت از تابش مستقیم خورشید در ساعت ۱۲ ظهر تیر در زیر پوشش سایه درختان است و تصویر سمت چپ بهره‌گیری کامل شبکه معابر همان واحدها از انرژی تابشی مستقیم خورشید در ساعت ۱۲ ظهر دی را نشان می‌دهد که دریافت تابش مستقیم خورشید در این ماه از سال یکی از نیازهای اساسی برای دستیابی به آسایش حرارتی در فضای بیرونی محسوب می‌شود (پوشش گیاهی به سبب از دست دادن کارایی فیزیولوژی، برای درک بهتر تصویر حذف شده است). این ویژگی به سبب انطباق الگوی درختکاری بر طراحی شبکه‌های دسترسی برای بهره‌گیری از انرژی تابشی خورشید است. البته در این طراحی، محاسبه طول سایه درختان یکی از مؤلفه‌های تعیین‌کننده عرض پیاده‌رو در کنار نوع کاربری‌هاست.

استفاده از سامانه شبکه آبگذر سطحی: تزریق رطوبت مستقیم به محیط یکی از مؤلفه‌های اساسی افزایش رطوبت نسبی و کاهش دما در فضاهای باز شهری به‌ویژه در مناطقی با فصل‌های گرم و خشک است؛ از این‌رو، توسعه شبکه آبگذر و نحوه طراحی آن در پلان سایت، ضمن ایجاد قلمروی که به تعامل اجتماعی ختم می‌شود، کاهش دما را از راه افزایش رطوبت و جذب دمای محیط به‌ویژه دمای سطحی به‌ارمغان می‌آورد.

در شکل ۹، طرح نهایی پلان سایت در الگوی دو و سه‌بعدی بر اساس تمام مؤلفه‌های به‌کار گرفته‌شده در طراحی (توده‌گذاری بر اساس انرژی تابشی و جریان‌های باد غالب، بهره‌گیری از شبکه آبگذر سطحی، به‌کارگیری بام‌های سبز و جایگزین آسفالت کردن آجر در پوشش سطحی معابر) ارائه شده است.



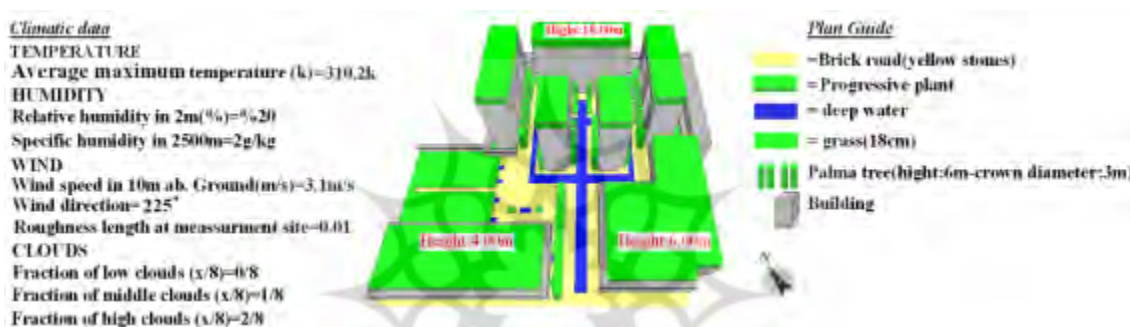
شکل ۱۰. طراحی پلان سایت منطبق بر اصول دانش طراحی اقلیمی در طرح دو و سه‌بعدی

بخش دوم: شبیه‌سازی پلان سایت در الگوی خرداقلیم Envi-met

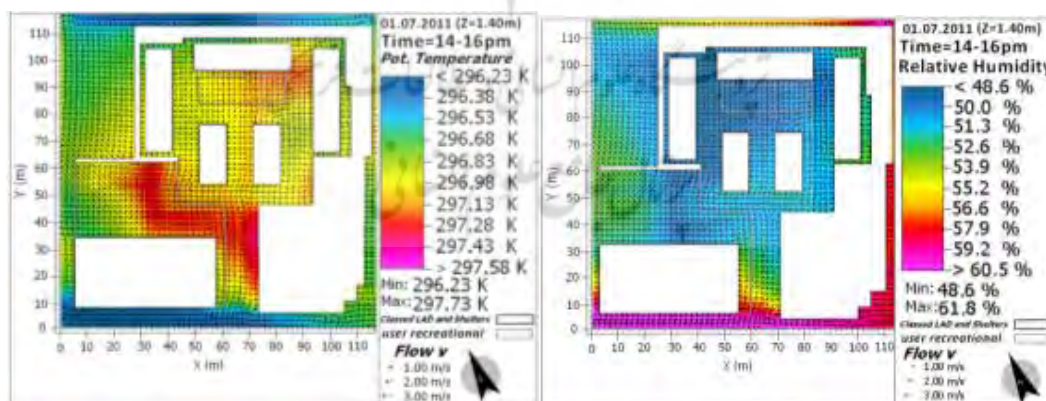
هدف از شبیه‌سازی اقلیمی، ارزیابی فضای طراحی شده در تعیین مقدار دستیابی به ایجاد آسایش حرارتی در محدوده بافت خود در تمام فصل‌های سال است؛ از این‌رو، بر اساس جدول بیوکلیماتیک محیطی تهران (شکل ۲)، فرایند شبیه‌سازی به دو فصل سرد و گرم تقسیم می‌شود:

۱. نظریه فصل گرم

مبحث فصل گرم شامل مقایسه‌ای بین دمای هوا و رطوبت نسبی حاکم بر محیط در ماه تیر (به‌منزله نماینده فصل‌های گرم) با نتایج شبیه‌سازی دمای پتانسیل و رطوبت نسبی حاکم بر محدوده خرداقلیم سایت است. نتایج شبیه‌سازی در شکل ۱۱ نشان می‌دهد که بیشینه متوسط دمای پتانسیل حاکم بر فضای سایت در ساعت‌های ۱۴ تا ۱۶، با متوسط سرعت باد ۳ متر بر ثانیه در جهت ۲۲۵ درجه، ۲۴/۶ درجه سلسیوس (۲۹۷/۷k) است؛ در صورتی که متوسط بیشینه دمای هوای حاکم بر محیط برای زمان مذکور، ۳۷ درجه سلسیوس گزارش شده است. همچنین، رطوبت نسبی در محدوده میکروکلیمای سایت، در مقایسه با شرایط عادی، به‌طور متوسط ۳۰ درصد افزایش یافته است. در شکل ۱۰، طرح سه‌بعدی پلان سایت شبیه‌سازی شده در الگوی Envi-met مربوط به نظریه فصل گرم به‌همراه داده‌های آب‌وهوایی حاکم بر محیط در ساعت‌های ۱۴ تا ۱۶ از یک روز عادی در تیر ارائه شده است.



شکل ۱۱. طرح سه‌بعدی پلان سایت شبیه‌سازی شده در الگوی Envi-met به‌همراه داده‌های آب‌وهوایی حاکم بر محیط در ساعت‌های ۱۴ تا ۱۶ از یک روز عادی در تیر. داده‌های آب‌وهوایی بیان‌شده، مؤلفه‌های مورد نیاز الگو برای شبیه‌سازی است که بخشی از پیکره آن به حساب می‌آید.

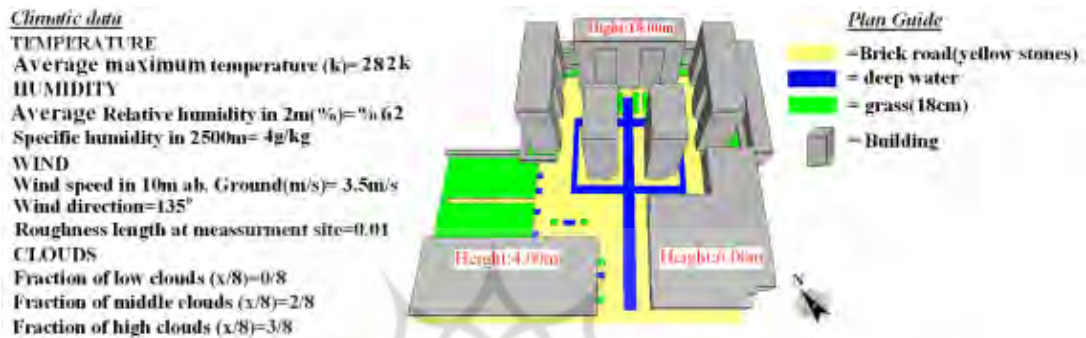


شکل ۱۲. نتایج شبیه‌سازی از مقادیر دمای پتانسیل و رطوبت نسبی حاکم بر محدوده میکروکلیمای سایت در ساعت‌های ۱۴ تا ۱۶ تیر. به‌سبب اینکه بیشینه دمای روزانه تیر در ساعت‌های ۱۴ تا ۱۶ رخ می‌دهد، نتایج شبیه‌سازی در این ساعت‌ها بیان شده است. از طرفی، چون میانگین قد انسان بین حالت ایستاده و نشسته ۱/۴ متر است، سنجش شبیه‌سازی در این ارتفاع انجام گرفته است.

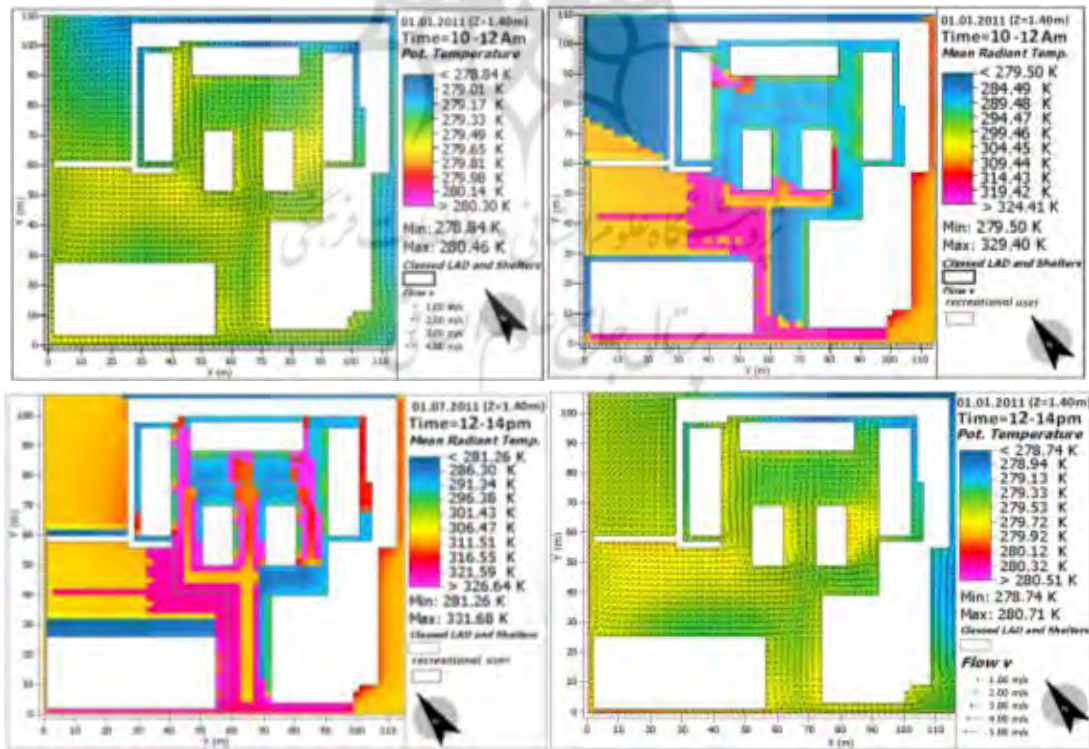
۲. نظریه فصل سرد

در بررسی فصل سرد، شرایط اقلیمی دی به‌منزله نماینده در نظر گرفته شده است. با توجه به نمودار اولگی در شکل ۲، تنها عاملی که دمای هوا را در فصل‌های سرد تا حد دمای آسایش در محیط بیرونی کنترل می‌کند، بهره‌گیری مستقیم از

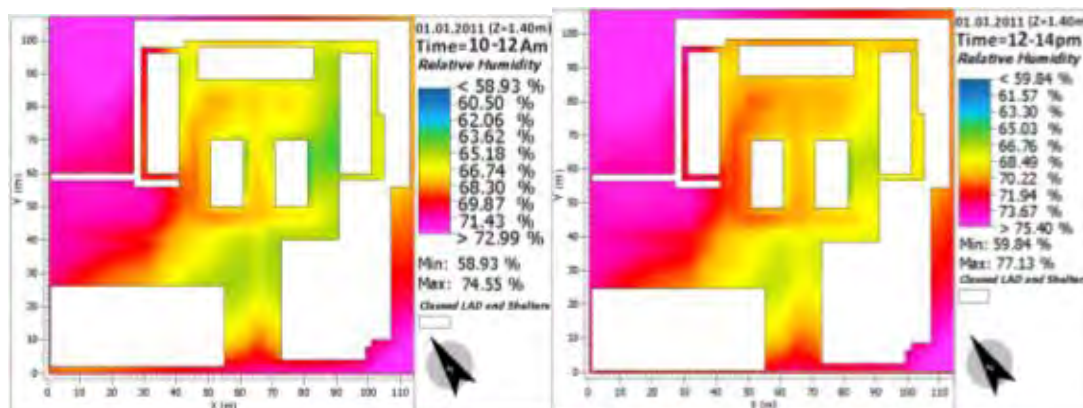
انرژی تابشی خورشید و ذخیره آن در فضاهای مورد نیاز است؛ از این رو، به منظور ارزیابی سایت در تعیین مقدار دستیابی به آسایش حرارتی در میکروکلیمای بافت خود، در مقایسهٔ دماها، بر دمای مؤثر^۱ تأکید شده است. بنابراین، با توجه به نتایج شبیه‌سازی دمای تابشی و پتانسیل در شکل ۱۳ و مقادیر محاسبه‌شده از دمای مؤثر در جدول ۲، حیاط بلوک‌های مسکونی و کاربری‌های تجاری بخش غربی سایت، قسمتهایی است که توانایی ایجاد شرایط آسایش حرارتی را به سبب بهره‌گیری از انرژی تابشی مستقیم خورشید در محدودهٔ بافت خود دارد. در شکل ۱۲، می‌توان طرح سه‌بعدی پلان سایت شبیه‌سازی شده در الگوی Envi-met مربوط به نظریهٔ فصل سرد را مشاهده کرد.



شکل ۱۳. طرح سه‌بعدی پلان سایت شبیه‌سازی شده در الگوی Envi-met به همراه داده‌های آب‌وهوایی حاکم بر محیط از یک روز عادی در دی. در این الگوی شبیه‌سازی، الگوی بام‌های سبز و پوشش گیاهی درختان به سبب از دست دادن کارایی فیزیولوژی در فصل زمستان حذف شده است.



۱. دمای مؤثر (operative temperature) به مقدار دمای حاصل از انرژی تابشی خورشید و انرژی حرارتی صادرشده از تابشی برگشتی اجسام در سرعتی معین از جریان هوا گفته می‌شود که فرد در محیط بیرونی بر سطح پوست خود احساس می‌کند (ایزو، ۲۰۰۰: ۷۷۳۰).



شکل ۱۴. نتایج شبیه‌سازی مقادیر دماهای تابشی، پتانسیل و رطوبت نسبی حاکم بر سایت مربوط به ساعت‌های ۱۰ تا ۱۴ از یک روز عادی در دی. اوج شدت انرژی تابشی و دمای پتانسیل در دی مربوط به ساعت‌های ۱۰ تا ۱۴ است. به همین سبب، نقشه‌های شبیه‌سازی دما و رطوبت نسبی مربوط به این ساعت‌ها ارائه شده است.

جدول ۲. مقادیر دماهای تابشی و پتانسیل حاصل از نتایج شبیه‌سازی و دمای مؤثر به تفکیک نوع کاربری در دی

ساعت	آسایش	دامنه دمای مؤثر (درجه سلسیوس)	دمای پتانسیل (درجه سلسیوس)	دامنه دمای تابشی (درجه سلسیوس)	نوع کاربری
۱۲-۱۰	-	۱۲/۳-۱۰/۳	۶/۳	۲۱/۳-۱۶/۳	حیات مرکزی بلوک‌های مسکونی
	✓	۲۲/۰-۱۸/۱	۵/۸	۴۶/۳-۳۶/۳	کاربری تجاری
۱۴-۱۲	✓	۲۱/۳۰-۱۱/۵	۶/۵	۴۳/۵-۱۹	حیات مرکزی بلوک‌های مسکونی
	✓	۲۵/۶۰-۱۹/۲۴	۷-۶/۵	۵۳/۵-۳۸/۳۵	کاربری تجاری

دمای تابشی بیان شده در الگو به سبب تغییر با ارتفاع، حاصل مجموع دماهای زمین تاب و انرژی مستقیم رسیده از خورشید است که کاهش یا افزایش آن با روند سایه انطباق کامل دارد؛ از این‌رو، نقاط آبی پررنگ و کم‌رنگ از نتایج شبیه‌سازی در شکل ۱۳ به ترتیب معادل سایه و حرارت حاصل از پرتوهای پراکنده خورشید است. در رابطه ۱ چگونگی محاسبه دمای مؤثر بیان شده است (ایزو، ۲۰۰۰: ۷۷۳۰).

$$T_o = A \cdot T_p + (1 - A) \cdot T_R \quad (\text{رابطه ۱})$$

T_o : دمای مؤثر ($^{\circ}\text{C}$); T_p : دمای پتانسیل یا دمای هوا ($^{\circ}\text{C}$); T_R : دمای تابشی ($^{\circ}\text{C}$); A شاخص جریان هوا در

ارتباط با سرعت جریان باد که مقادیر آن برابر است با: $A=0.5$ for $var=0.2$ m/s, $A=0.6$ for $var=0.2-0.6$ m/s, $A=0.7$ for $var=0.6-1.0$ m/s)

($A=0.7$ for $var=0.6-1.0$ m/s) ضرب A در محاسبات جدول ۶/۰ در نظر گرفته شده است.

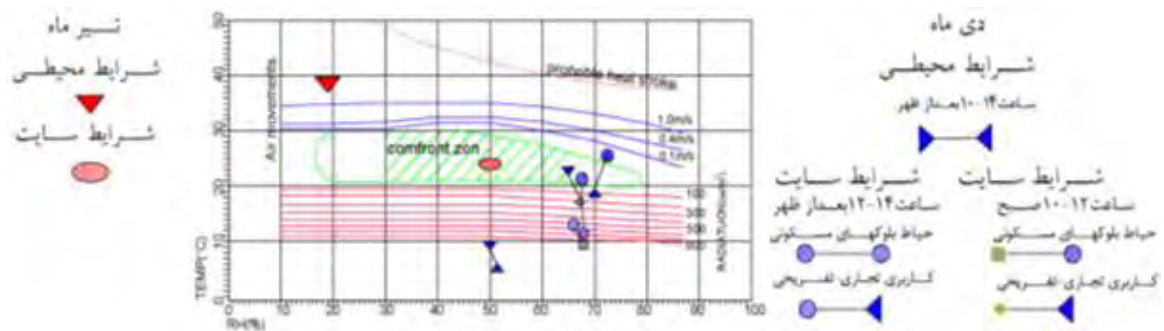
با توجه به جدول ۲، به سبب بهره‌گیری از تابش مستقیم خورشید و ذخیره آن در ساعت‌های ظهر دی، مقدار دمای

مؤثر در کاربری‌هایی که با علامت تأیید (✓) مشخص شده، در حد آسایش قابل قبول است؛ به طوری که مقدار متوسط ۲۰

درجه سلسیوس را می‌توان برای آن در نظر گرفت و این در حالی است که متوسط دمای بیشینه روزانه حاکم بر محیط در

این ماه، تنها به ۹ درجه سلسیوس می‌رسد. در شکل ۱۵، مقایسه‌ای بین دمای محیطی و دمای محدوده بافت سایت

حاصل از شبیه‌سازی در روزهای ماه‌های تیر و دی ارائه شده است.



شکل ۱۵. مقایسه بین دمای حاکم بر محیط و دمای میکروکلیمای بافت سایت حاصل از شبیه‌سازی در ماه‌های تیر و دی

با توجه به نمودار شکل ۱۶، می‌توان بیان کرد الگوی طراحی شده توانایی تأمین شرایط آسایش حرارتی را در دو فصل زمستان و تابستان در محدوده بافت خود دارد؛ در حالی که شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه در طول روز، خارج از محدوده آسایش حرارتی در این دو فصل بوده است. در شکل‌های ۱۶ و ۱۷، نماهای مختلفی از طراحی سایت ارائه شده است.



شکل ۱۶. تصویر سمت راست پرسپکتیو نمای ورودی و تصویر سمت چپ، پرسپکتیو کاربری‌های تجاری بخش غربی سایت را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷. تصویر سمت راست نمای ورودی بلوک‌های مسکونی با حذف کاربری‌های تجاری و تصویر سمت چپ حیاط مرکزی بلوک‌های مسکونی را در زمان خروج از محصوریت نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که پیروی از اصول بنیادی دانش طراحی اقلیمی در طراحی فضاهای شهری، محیطی را خلق می‌کند که علاوه بر فراهم کردن آسایش حرارتی در فضای عرصه، تجانس و همگونی را در شکل آن پدید می‌آورد؛ برای نمونه: در بررسی توده‌گذاری سایت، انحراف نمای اصلی توده‌ها در ۴۰ درجه شرقی و ۴۵ درجه غربی از سمت جنوب، به‌منظور انعطاف برای بهره‌مندی هم‌زمان از انرژی تابشی و جریان‌های باد غالب، در کنار استفاده از پوشش گیاهی در

قالب بام‌های سبز به همراه استفاده از آجر در پوشش سطحی شبکه معابر و به کارگیری سامانه شبکه آبگذر سبب شد تا فضای طراحی شده آسایش حرارتی را در بافت خود برای تمام فصل‌ها فراهم کند؛ به شکلی که نتایج شبیه‌سازی سایت در الگوی خرداقلیم Envi-met نشان داد که بیشینه متوسط دما و رطوبت نسبی فضای طراحی شده در گرم‌ترین ماه سال منطقه (تیر)، به ترتیب ۲۴/۶ درجه سلسیوس و ۵۰ درصد است؛ در حالی که بیشینه متوسط دمای حاکم بر محیط ۳۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۲۰ درصد است. در سردترین ماه سال (دی) به سبب بهره‌گیری از انرژی مستقیم تابشی خورشیدی در ساعت‌های ظهر، مقدار دمای مؤثر در کاربری‌های مورد نظر سایت، به طور متوسط به بیش از ۱۵ درجه سلسیوس می‌رسد و این در حالی است که بیشینه متوسط دمای حاکم بر محیط ۹ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شده است. با توجه به این نکته می‌توان ادعا کرد فضای زیستی که بر پایه اصول دانش طراحی اقلیمی طرح‌ریزی شود، مجتمع زیستی خوبی خواهد بود؛ مجتمعی که با محیط طبیعی و انسانی حاکم بر خود سازگار بوده، به آن پاسخگوست تا با این طریق ارزش‌های عمومی را به عملیات خاص و مشخصی پیوند دهد.

منابع

- سلمانیان، ف. (۱۳۹۰). طراحی و شبیه‌سازی اقلیمی فضاهای فعالیتی (قطعه زمین ۹۰۰۰ مترمربع محدوده دولتخواه در منطقه ۱۹ تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته اقلیم‌شناسی، تهران: دانشگاه تهران.
- سلیقه، م. (۱۳۸۳). مدل‌سازی مسکن همساز با اقلیم برای شهر چابهار، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۴، ص. ۱۴۸-۱۶۹.
- شمسی‌پور، ع. و امینی، ژ. (۱۳۹۲). شبیه‌سازی الگوی پراکنش CO با مدل خرداقلیمی Envi-met در مسیر آزادی-تهران پارس، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۷، ص. ۸۵-۱۰۳.
- گلکار، ک. (۱۳۷۹). طراحی شهری پایدار در شهرهای حاشیه کویر، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۸، ص. ۴۳-۵۲.
- لشکری، ح. و پورخادم نمین، ز. (۱۳۸۴). بهینه‌سازی جهت‌گیری فضاهای آزاد در شهر اردبیل بر اساس شرایط اقلیمی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴، پیاپی ۷۹، ص. ۱۹-۳۶.
- Azri, N.A.I., Zurigat, Y. and Al-Rawahi, N., 2012, **Development of Bioclimatic Chart for Passive Building Design in Muscat-Oman**, International Conference on Renewable Energies and Power Quality ttCPEPtttttttttt tt CmnlIlllll ll,,,,,,,,,
- Alexandri, E. and Jones, P., 2008, **Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates**, Journal of Building and Environment 43, PP. 480. 493.
- Bruse, M., 1999, **The influences of local environmental design on microclimate (in German)**. PhD Thesis. Bochum: University of Bochum, Germany, PP. 196.
- Bruse, M. and Fleer, H., 1998, **Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model**. Environ. Modell. Softw. ,No. 13, PP. 373-384.
- Bruse, M., 2007, **Particle filtering capacity of urban vegetation: a microscale numerical approach**. In: Endlicher, W., Gorbachevskaya, O., Kappis, C., Langner, M. (Eds.), Tagungsband zum Workshop über den wissenschaftlichen Erkenntnisstand über das Feinstaubfilterungspotential (qualitativ und quantitativ) von Pflanzen, Vol. 109. Berliner Geographische Arbeiten, PP. 61-70.
- Blocken, B. and Carmeliet, H., 2005, **Wind environment around buildings: literature review and practical examples**, Journal of Thermal Envelope and Building Science, No. 28, PP. 107° 159.
- Brown, M., Marty, L., Calhoun, R., Smith, S., Reisner, J., Lee, B., Chin, S. and De Croix, D., 2001, **Multi-scale modeling of air flow in salt lake city and the surrounding region**, in: ASCE Structure Congress Conference, Washington, DC, PP. 61-70.

- Czáder, K., Balczó, M. and Eichhorn, J., 2009, **Modelling of flow and dispersion in a street canyon with vegetation by means of numerical simulation.** International Scientific Conference, Miskolc, Hungary.
- De Maerschalck, B., Janssen, S., Vankerkom, J., Mensink, C., van den Burg, A. and Fortuin, P., 2008, **CFD simulations of the impact of a line vegetation element along a motorway on local air quality,** Hrvatski Meteoroloski Casopis, No. 43, PP. 339-344.
- Deberky, A., 2005, **Towards Urban Design Adapts with Southern Egypt, PhD Thesis,** Egypt: University of Ein-Shamce, PP. 65-100.
- Gromke, C. and Ruck, B., 2007, **Influence of trees on the dispersion of pollutants in an urban street canyon - Experimental investigation of the flow and concentration field,** Atmos, nviron, No. 41, PP. 3287-3302.
- Golkar, C., 2000, **Sustainable Urban Design in the desert cities,** Journal of Honar-ha-ye Ziba, No. 8, PP. 43-52.
- ISO 7730, 2000, **Moderate thermal environment – Determination of the PMV and PPD indices and specification of conditions for thermal comfort,** Reference number ISO 7730: 2000 (E), CH-1211 Geneve 20, Switzerland.
- Krüger, E.L., Minella, F.O. and Rasia, F., 2011, **Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil,** Journal of Building and Environment, No. 46, PP. 621-634.
- Lashkari, H., Poor Khadem Namin, Z., 2005, **Optimizing the orientation of open spaces in the city of Ardabil on climate,** Journal of Geographical Research, No.4, PP. 19-36.
- Nielsen, H.M., 2002, **Stay Cool: A Design Guide for the Built Environment in Hot Climates,** London, UK: James & James Science Publishers Ltd, No. 1, PP. 15-75.
- Rizk, A.A. and Henze, G.P., 2010, **Improved airflow around multiple rows of buildings in hot arid climates,** International Journal of Energy and Buildings, No. 42, PP. 1711-1718.
- Salmanian, F., 2012, **Design and Climate Simulation of the Activity spaces (Piece of land 9000 m² Dovlatkhah range in 19 of Tehran),** M.Sc Thesis, Tehran: University of Tehran, Faculty of Geography, Physical Geography Department, PP. 7-100.
- Salighe, M., 2004, **Modelling of Housing Construction in Accordance with Climatic Factors of Chabahr,** Journal of geography and Development, No. 4, PP. 148-169.
- Shamsipour, A.A., Salmanian, F., Fathi, H and Setake, F. 2014, **Climatic design and assimilation of activity spaces (case study on Soheil residential complex in 19th district of Tehran),** International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development, Vol. 5, Lssue 1, PP. 61-74.
- Toudert, F.A., and Mayer, H, 2007, **Effects of asymmetry, galleries, overhanging fac,ades and vegetation on thermal comfort in urban street canyons,** International Journal of Solar Energy , No. 81, PP. 742° 754.
- Wania, A., Bruse, M, Blond, N. and Weber, C., 2012, **Analysing the influence of different street egetation on traffic-induced particle dispersion using microscale simulations,** Journal of Environmental Management, No. 94, PP. 91-101.
- Yamada, T., 2005, **Numerical simulation of air flows around a city in a coastal region, in: Annual Conference,** American Meteorological Society, San Diego, California, No. 1, PP. 20-75.