مطالعات جغرافیایی مناطق خشک
دوره ۱۳، شماره ۴۸، تابستان ۱۴۰۱
دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۲۳ تأیید نهایی: ۱۴۰۱/۰۴/۱۴
صص ۵۷-۳۸
پژوهشی

روش بهبود طراحی فضای باز نیروگاه بر اساس شاخص آسایش حرارتی دمای معادل فیزیولوژیکی

سمیه طاهری*، دانش‌آموخته‌ی دکتری معماری، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
مهدی زندیه، دانشیار گروه معماری و شهرسازی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

چکیده

نیروگاه‌ها از مهم‌ترین منابع ایجاد جزایر گرمایی هستند. مصرف روزافزون انرژی، تغییر عوامل حرارتی و ایجاد خرداقلیم‌ها، بر شرایط حضور افراد در فضاهای باز اثرگذار بوده و استفاده از این فضاها بسیار به درک حرارتی فرد از محیط بستگی دارد؛ بنابراین اهمیتی که در برقراری آسایش در فضاهای باز محیط‌های صنعتی و نیروگاهی احساس می‌شود، برای حضور طولانی‌تر و با کیفیت‌تر کارکنان در این دسته از فضاها، است. بررسی عملکرد حرارتی فضاهای باز در کاربری‌های گوناگون، در رابطه با رفتار خرداقلیمی آن‌ها، مورد ارزیابی‌های مختلفی قرار گرفته است، اما چنین پژوهشی و با هدف طراحی درست و اصولی در فضای باز نیروگاه‌ها در دسترس نیست؛ بنابراین پژوهش حاضر تلاش کرده است تا ضمن بررسی و شناخت ویژگی‌های ساختاری فضای باز نیروگاه نیشابور، از نرم‌افزار ENVI-met 4 به منظور شبیه‌سازی و سنجش شرایط خرداقلیم نیروگاه استفاده کرده و تغییرات پارامترهای اقلیمی شامل دمای هوا، رطوبت نسبی، سرعت باد، دمای متوسط تابشی و شاخص اقلیمی PET در گرم‌ترین روز (۲۳ تیر) و سردترین روز (۳۰ دی) مورد ارزیابی قرار دهد. نتایج نشان‌دهنده‌ی خروج شرایط حرارتی نیروگاه از محدوده‌ی آسایش حرارتی در این دو فصل و در زمان اداری است؛ و بر اساس طراحی‌های پیشنهادی، مشخص شد که می‌توان با کاهش تراکم پوشش گیاهی در جهت باد غالب، رطوبت را در مرکز سایت افزایش داده و با کاشت درختان خزان‌ناپذیر و با الگوی ضربدری در جهت بادهای سرد زمستانی، شرایط آسایشی را در مرکز سایت و مسیر پرتردد کارکنان افزایش دهیم.

واژگان کلیدی: آسایش حرارتی، فضاهای باز، خرداقلیم، شاخص PET، نیروگاه، اقلیم نیشابور.

نویسنده‌ی مسئول: * Email: s.taheri@hsu.ac.ir

مقاله حاضر مستخرج از رساله‌ی دکتری سمیه طاهری با عنوان «روش بهبود طراحی فضاهای باز بر اساس افزایش کارآمدی خرد اقلیم و آسایش حرارتی در طراحی نیروگاه. مطالعه موردی: نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور» به راهنمایی دکتر مهدی زندیه، مشاوره‌ی دکترحسین مدی و دکتر محمد باعقیده است.

۱- مقدمه

فضای باز عرصه‌ای برای بسیاری از فعالیت‌های روزمره در محیط‌های باز و یکی از مهم‌ترین موضوعات موردبحث میان معماران و شهرسازان است. از طرفی، در دهه‌های اخیر، بشر شاهد افزایش گرمای زمین و ایجاد پدیده جزیره حرارتی بوده است؛ و این مسئله، می‌تواند تأثیر بسیار منفی بر حضور انسان در فضاهای باز داشته باشد. ناپایداری و آلایندگی زیاد سوخت‌های فسیلی، بهره‌گیری از اصول طراحی اقلیمی را در همه‌ی مقیاس‌ها ضروری ساخته است (بیغرض، ۱۳۹۵). فضاهای باز نیروگاهی به عنوان قسمتی از محیط کار و تردد کارکنان با لباس کار و نوع خاص فعالیت آن‌ها حائز اهمیّت بوده و نقش مهمّی در سلامت روحی و روانی کارکنان نیروگاه دارد. در هر سازمان برای دستیابی به بهترین نتایج با به‌کارگیری کم‌ترین منابع، شناسایی عوامل تضعیف‌کننده‌ی عملکرد کارکنان در محیط کار در راستای اعمال اقدامات اصلاحی، امری لازم و ضروری است (اقبالی و همکاران، ۱۳۹۶). بسیاری از فضاهای باز، از لحاظ آسایش محیطی به عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی در افزایش رضایت از مکان و به طور خاص آسایش حرارتی، رضایت‌بخش نیستند و این خود دلیلی بر عدم استفاده از این فضاها می‌شود؛ و اگر هم استفاده شوند عمدتاً برای تردد خواهد بود نه برای حضور طولانی‌مدت افراد (داوطلب، ۱۳۹۷)؛ در صورتی که کارکنان نیروگاه‌ها برای انجام وظایف خود، مجبور به استفاده از دو محیط فیزیکی داخل ساختمان و محیط بیرونی ساختمان هستند و از آن‌جایی که در فضاهای کاری، محیط کار یکی از عوامل مؤثر بر عملکرد کارکنان است، بنابراین لزوم بررسی شرایط حرارتی آن احساس می‌شود. در این میان عوامل بسیاری، می‌تواند بر میزان مطلوبیت این محیط‌ها تأثیرگذار باشد که از جمله می‌توان به آب‌وهوای موجود و درک و احساس کارکنان از این شرایط آب‌وهوایی اشاره داشت. در این راستا و با توجّه به لزوم تأمین آسایش کارکنان در فضاهای باز، شناخت و مطالعه عوامل مختلف تأثیرگذار در طراحی فضاها و مسیرهای پرتردد هم‌ساز با اقلیم ضروری می‌نماید، چرا که ایجاد فضای هم‌ساز با اقلیم با تأمین آسایش محیطی برای کارکنان و استفاده‌کنندگان از فضا، بر کیفیّت محیط، میزان ماندگاری و بهبود عملکرد افراد تأثیر مستقیم دارد، لذا به منظور دستیابی به یک استراتژی موفّق در فضاهای باز نیروگاه، فهم این‌که این فضاها چگونه رفتار کرده، و چه مؤلفه‌هایی برای بهبود شرایط حرارتی آن لازم است، ضروری می‌نماید؛ لذا در پژوهش حاضر با توجه به نقش پررنگ فعالیّت در فضاهای باز نیروگاه‌ها، شرایط اقلیمی نیروگاه با استفاده از شاخص‌های آسایشی، مورد ارزیابی قرار گرفته و راهکارهایی جهت مطلوب ساختن این فضاها ارائه خواهد شد.

استرس گرمایی به عنوان یکی از مخاطرات محیط‌های کاری به‌حساب می‌آید. مهم‌ترین عوارض کار در محیط‌های گرم شامل گرفتگی عضلات، خستگی مفرط، کاهش هوشیاری، ادراک و گرمازدگی است. بهبود وضعیت سلامت و ایمنی شغلی مستلزم توجه فزاینده‌ای در سراسر جهان است. امروزه عوامل زیان‌آور متعددی در محیط‌های کار وجود دارد که سلامتی کارگران را تهدید می‌کند و بیماری‌های مختلفی را سبب می‌گردد. یکی از این عوامل زیان‌آور «گرما» است که به عنوان انرژی در صنایع فرایندی تولید می‌شود و در نتیجه باعث ایجاد مشکل در کارگران در معرض آن می‌گردد و نیز یک واقعیت انکارناپذیر در کشورهای در حال توسعه است. در صورت عدم توجّه به این عوامل و عدم کنترل آن‌ها ممکن است خسارت جانی و مالی غیر قابل جبرانی به بار آید. از جمله عوامل زیان‌آوری که اکثر شاغلین در محیط کار خود با آن روبه‌رو هستند، شرایط نامناسب جوی است (آذری و همکاران، ۱۳۹۰)

با توجه به مرور ادبیات علمی، می‌توان اذعان داشت که مطالعات محدودی در زمینه بررسی آسایش حرارتی فضاهای باز ساختمان‌های نیروگاهی و نقش فاکتورهای مؤثر بر خرداقلیم آن، مخصوصاً در مناطقی که دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد هستند، صورت گرفته است. بی شک بدون شناخت یک پدیده، امکان مداخله در راستای بهبود آن میسّر نخواهد بود. بر این اساس ارائه‌ی هرگونه راهکاری در جهت برون‌رفت از نابسامانی فضاهای باز، تنها از طریق شناخت وضع فعلی و تطابق آن با چشم‌انداز آینده ممکن خواهد شد. برای این امر باید تلاش کرد تا با شناسایی وضع فعلی، به چرایی روی‌دهی این وضع پرداخت و با دیدی راهبردی امکان مداخلات مطلوب را فراهم نمود

تا به برون‌رفت از وضع موجود منجر شود (اسلامی و همکاران، ۱۳۹۵). بر این اساس مطالعه حاضر در راستای هدف تأمین شرایط آسایش حرارتی برای بهبود عملکرد و رضایت کارکنان در فضای باز نیروگاه، در چند مرحله صورت گرفت. در بخش نخست، متغیرهای اقلیمی از طریق برداشت میدانی جهت اعتبارسنجی و انجام شبیه‌سازی‌ها، استخراج شد. در بخش دوم، رابطه بین متغیرها تحلیل گردید و شاخص‌های آسایش حرارتی وضع موجود مشخص شد و در بخش سوم، پیشنهاداتی برای بهبود آسایش اقلیمی در فضای باز نیروگاه ارائه شد تا زمینه را برای افزایش کارآمدی خرداقلیم و در نتیجه آسایش حرارتی آماده کند. این پژوهش، با تأمین آسایش حرارتی در محدوده سایت نیروگاه، باعث برخورداری از شرایط زیستی مطلوب در محیط کار، می‌گردد و مسلّم است که هر فردی انتظار دارد در محیط کار و فعالیت خود از اقلیمی قابل زیست بهره ببرد.

در سال‌های اخیر با افزایش توجّه به طراحی پایدار و لزوم حفظ انرژی مطالب بسیاری در مورد طراحی نامناسب ساختمان‌ها و فضاهای باز اطراف آن از نظر اقلیمی نوشته شده است. همچنین مطالعات مختلفی در ارتباط با شاخص‌های حرارتی و ارتباط میان بدن انسان و محیط پیرامون انجام شده است. آغاز این مطالعات را، به صورت نظام‌مند، می‌بایست در دهه‌ی شصت پی گرفت. از دهه‌ی ۱۹۶۰، مطالعات درباره‌ی تأثیر کالبد شهر بر روی تغییرات خرداقلیم متمرکز گردید. از منظر طراحی و سیاست‌گذاری، یافته‌های این مطالعات نمی‌توانست به طور مستقیم تأثیرگذار باشد. به همین دلیل توجه معماران و شهرسازان به آسایش حرارتی انسان و تأثیر معماری بر آن معطوف گردید (محمودی و همکاران، ۱۳۸۹).

دستیابی به هدف، خلق مکان‌هایی که از نظر شرایط حرارتی برای انسان مطبوع باشد، نیازمند تعریف شاخص‌ها و سنجه‌هایی جهت ارزیابی تلاش‌های صورت گرفته، است؛ لذا متخصصان بر آن شدند تا نخست، عوامل محیطی و غیرمحیطی مؤثر بر آسایش آدمی را بازشناسند و از آن ره، میزان تأثیر مجزای هریک از این عوامل و همین‌طور اثر جمعی آن‌ها را بر احساس حرارتی آدمی تعیین کنند. چنین تلاش‌هایی به خلق نخستین شاخص‌های حرارتی انجامید. شاخص‌هایی که در ابتدا، احساس آسایش را معلول عوامل محیطی دانسته و اثر ترکیبی چند عامل محیطی (نظیر دمای هوا، رطوبت نسبی و غیره) را بر ادراک حرارتی آدمی بازشناخته و وضعیت حرارتی فضاهای معماری را بر آن مبنا مورد ارزیابی قرار می‌دادند (بیغرض، ۱۳۹۵).

مفهوم آسایش حرارتی در سال ۱۹۷۴ توسط فانگر مطرح می‌شود. این کلیدواژه در سال ۲۰۰۳ با مطالعات اسپانگلو و دی دیر[1] با تعمیم شاخص‌های آسایش حرارتی داخلی به آسایش حرارتی بیرونی، وارد مقیاس فضاهای بیرونی گردید. از آن به بعد پژوهش‌های مختلف در فضاهای باز و اقلیم‌های مختلف متمرکز شده‌اند. فانگر محدوده آسایش را بر اساس محاسبه میزان تبادل حرارت بین بدن انسان و محیط ارائه کرد. از آنجائی که این روش، بسیاری از معیارهای آسایش را در بردارد روش کاملی به حساب می‌آید. این روش تحت عنوان PMV[2] عنوان شد. بعدها این روش توسعه یافت و تحت عنوانPPD[3] مطرح شد. اولگی روشی را مطرح کرد که نه‌تنها همانند روش فانگر، معیارهای آسایش متعددی را مدنظر قرار داده بود بلکه پیشنهادی را برای کاربرد این روش برای عرض‌های جغرافیایی دیگر (عرض‌های زیر ۴۰ درجه) ارائه داد. اداره استاندارد ایالات متحده به سال ۱۹۸۵، میزان رطوبت سطح پوست که به‌واسطه تعرق به وجود می‌آید را بهترین روش برآورد نارضایتی حرارتی برشمرد و بر این اساس دمای سطح پوست (ts) و میزان رطوبت آن را (w) به عنوان دو عامل مهم در محاسبه حدود آسایش حرارتی ارائه کرد. اولگی (۲۰۱۵) نموداری پیشنهاد داد که در آن نقش پدیده‌های جوی در آسایش انسان به تفکیک روشن بود. دما و رطوبت نسبی مهم‌ترین فاکتورهایی بودند که به جهت اثر مستقیم آن‌ها بر روی آسایش انسان، در جدول بیوکلیماتیک اولگی بر آن‌ها تأکید شده است (Olgyay,

1- Spagnolo & de dear
2- Predicted Mean Vote
3- Predicted Percentage of Dissatisfied

2015). گیونی[1] (۱۹۷۶) منطقه آسایش و شرایط زیست‌اقلیمی مختلفی را در ارتباط با دو عنصر دما و رطوبت مشخص نمود. ترجونگ[2] (۱۹۶۶) تقسیم‌بندی بیوکلیمایی را مطرح کرد و طی آزمایش‌های متعدد بر روی انسان، حاصل آن را به صورت نمودار ارائه کرد (صفایی‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین اوانز (۱۹۸۰) برای تعیین منطقه آسایشی از رابطه بین دمای خشک با پارامترهای رطوبت نسبی، دمای روز و شب و جریان هوا استفاده کرد. اوانز (۱۹۸۰) در کتاب خود به نام خانه‌سازی اقلیمی و آسایش، بر اساس چهار عنصر رطوبت نسبی، جریان هوا، فعالیت انسان و پوشاک، راهکارهایی را برای تعیین آسایش اقلیمی ارائه نمود (Evans, 1980).

کروگر و همکاران (۲۰۱۱)، با استفاده از نرم‌افزار انوی‌مت به مطالعهٔ تأثیر شکل هندسی شهر در آسایش و کیفیت هوا در فضای باز در شهر کوریتیبا[3] برزیل پرداخته‌اند (Krüger et al., 2011). ستای و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی راحتی حرارتی، محیط بیرونی در ریز اقلیم شهری در نواحی گرم و خشک»، به بررسی موردی یک پیاده‌رو در شهر مدینه عربستان پرداختند. هدف این پژوهش یافتن روش‌های دسترس‌پذیر برای افزایش سطح آسایش حرارتی عابران در فضای باز ریزاقلیم‌های شهری گرم و خشک بود. این تحقیق برای محاسبه آسایش حرارتی از شاخصه دمای معادل فیزیولوژیک و برای تحلیل آن از برنامه ریمن استفاده کرده است (Setaih et al., 2013). همچنین پنگ و همکارانش (۲۰۱۵) در مقاله‌ای با عنوان «مدل‌سازی آسایش حرارتی و بهینه‌سازی محلی استراتژی‌های تجدیدپذیر» و با هدف توسعه مدل هندسی و ریاضی باد و آسایش حرارتی و استفاده از آن‌ها به بررسی اثرات شش استراتژی تجدیدپذیر با مقیاس کوچک در یکی از محلات شهر ووهان چین پرداختند (Peng et al., 2015). در پژوهشی دیگر، میدل و همکاران (۲۰۱۶)، تأثیر سایه بر آسایش حرارتی بیرونی را در شهر تمپی ایالت آریزونا بررسی کردند. این مقاله تأثیر سایبان‌ها و درختان را بر آسایش حرارتی شهروندان در یک مرکز عابر پیاده در طول دوره یک ساله و در چهار فصل ارزیابی کرده است. نتایج نشان می‌دهد که دامنه راحتی قابل قبول ۱۹/۱ درجه سانتیگراد بوده است (Middel et al., 2016). در ادامه گاسپاری و فابری (۲۰۱۷)، مطالعه‌ای در مورد استفاده از نقشه خرداقلیم در فضای باز برای طراحی و بازسازی شهری با هدف آزمایش مدل‌سازی میکرومتری یک بخش شهری در یک نسخه آزمایشی با بهره‌گیری از نرم‌افزار انوی‌مت انجام دادند (Gaspari & Fabbri, 2017). همچنین طالقانی(۲۰۱۸)، در پژوهشی با عنوان «آسایش حرارتی در فضای باز با استراتژی‌های متفاوت کاهش گرما»، به بررسی پوشش گیاهی (در قالب پارک‌ها، درختان خیابانی، سقف‌های سبز و دیوارهای سبز) و مواد بسیار بازتابنده (در سقف و سطح زمین) به عنوان رایج‌ترین راهکارها برای بهبود شرایط حرارتی در شهرها پرداخت. مهم‌ترین یافته این پژوهش این است که اگرچه مواد بازتابنده، دمای هوا را در فضاهای باز شهری کاهش می‌دهند، اما آن‌ها تابش خورشید را به سمت عابران پیاده منعکس می‌کنند؛ بنابراین، پوشش گیاهی انتخاب خوبی برای بهبود آسایش حرارتی در سطح عابر پیاده است (Taleghani, 2018).

رازجویان (۱۳۶۷)، ضمن تعیین و تشریح نمودارهای آسایش، شرایط آسایش و معماری مناسب با اقلیم را در نقاط مختلف کشور بررسی نموده است. کسمایی (۱۳۷۲) کشور ایران را به مناطق مختلف اقلیمی تقسیم‌بندی نموده است و با توجه به معیارهای ماهانی و جدول بیوکلیماتیک اولگی و جدول بیوکلیماتیک ساختمانی، اصول و کلیات معماری همساز با اقلیم در نقاط زیادی از کشور ایران را مشخص نموده است. همچنین قیابکلو (۱۳۸۰) در مقاله‌ای تحت عنوان «روش‌های تخمین محدوده آسایش حرارتی»، طاهباز (۱۳۸۶) در مقاله‌ی «طراحی سایبان در فضای باز»، حیدری (۱۳۸۸) در مورد «دمای آسایش حرارتی تهران»، صادقی‌روش و طباطبایی (۱۳۸۸) «تعیین محدوده‌ی آسایش حرارتی در شرایط آب‌وهوای خشک»، محمودی و همکاران (۱۳۸۹) در خصوص «تأثیر طراحی در آسایش حرارتی فضای باز مجتمع‌های مسکونی فاز سه مجتمع اکباتان و غیره»، طاهباز و همکاران (۱۳۹۱) با مقاله‌ی «آموزه‌هایی از معماری

1- Givoni
2- Terjung
3- Curitiba

اقلیمی گذرهای کاشـــان»، حیدری (۱۳۹۱)، در مقاله‌ی «برهم‌کنش جریان هوا، دما و راحتی در فضـــاهای باز شـــهری، مطالعه موردی: اقلیم گرم و خشـــک ایران»، کریمیان (۱۳۹۲) در رســـاله‌ی دکترا با موضـــوع «بررســـی گونه‌های مختلف فضای سبز به ارائه ضوابطی در زمینه‌های سبز پاسخگو به نیاز آسایش حرارتی بیرونی در شهر مشهد»، حیدری و منعام (۱۳۹۲)، در مقاله‌ی «ارزیابی شـــاخصـــه‌های آســـایش حرارتی در فضـــای باز»، طاهباز و همکاران (۱۳۹۵) در مقاله «راهکارهای طراحی اقلیمیِ معابر فضای باز»، احمـــدپور کلهرودی و همکـــاران (۱۳۹۶) نیز در مقـــالـــه‌ای بـــا عنوان «نقش و تأثیر عناصـــــــــر طراحی در کیفیت آســـایش حرارتی فضـــاهای باز شهری (بررسی موردی: طراحی پیاده‌راه طمقاچی‌ها در کاشـــان)»، به مطالعه در زمینه آسایش حرارتی فضاهای باز پرداخته‌اند.

۲- مواد و روش تحقیق

به‌منظور بررســـی عملکرد حرارتی فضـــاهای باز نیروگاه‌ها و تأثیر آن بر آســـایش حرارتی کارکنان، نیروگاه ســـیکل ترکیبی خیام نیشـابور، به عنوان نمونه موردی انتخاب گردید. مسـائل زیسـت‌محیطی برای مدیران نیروگاه، حائز اهمیت بوده و مساحت بسیار زیادی از سایت نیروگاه را فضای سبز تشکیل داده است. امّا سؤال اینجاست که آیا تنها با پوشش گیاهی می‌توان شـــرایط حرارتی خرداقلیم نیروگاه را بهبود بخشـــید؟ و یا آیا نوع درختان و چینش آن‌ها در ســـایت به درستی انتخاب شده است؟ بر همین اساس این پژوهش با هدف شناخت شرایط حرارتی وضع موجود نیروگاه و بهبود آن با روش‌های صحیح طراحی جهت رسیدن به محدوده‌ی آسایش حرارتی انجام گرفته است.

۲-۱- روش گردآوری داده‌ها

پژوهش حاضـر با هدف بهبود طراحی فضـاهای باز بر اسـاس شـاخص آسـایش حرارتیPET ، به صـورت موردی در نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور انجام شده است و به این منظور از مجموعه داده‌های زیر استفاده شده است:

داده‌های هواشـناسـی شـامل پارامترهای دما (بیشـینه، کمینه، میانگین)، رطوبت نسـبی (بیشـینه، کمینه، میانگین)، جهت و سرعت باد در گام زمانی روزانه برای دوره آماری (۱۳۹۸- ۱۳۸۵) از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید و با توجه به ماهیت میدانی پژوهش، بخشـی از داده‌ها نیز با اسـتفاده از دسـتگاه دیتالاگر و دسـتگاه سـنجش رطوبت دما و نقطه شـــبنم لوترون مدل WBGT- SD۲۰۱۰ در محدوده‌ی مورد مطالعه ثبت و جمع‌آوری شـــده اســـت تا در فرآیند اعتبارسنجی عملکرد نرم‌افزار مورد استفاده قرار گیرند.

بررســی‌های آماری درازمدت، ضـمن تعیین میانگین‌های پارامترهای آب‌وهوایی، دو تاریخ ۲۳ تیر و ۳۰ دی‌ماه را به ترتیب به عنوان گرم‌ترین و سردترین روزهای نیشابور، شناسایی نمود.

۲-۲- روش پژوهش

تحقیق حاضر به لحاظ هدف در زمره‌ی تحقیقات کاربردی، به لحاظ روش تحقیق از نوع روش توصـیفی و تحلیلی و از لحاظ شـیوه گردآوری داده‌ها به صـورت کتابخانه‌ای و میدانی بوده اسـت. مورد مطالعه، نیروگاه خیام نیشـابور (تأسـیس ۱۳۷۲)، یکی از نیروگاه‌های ایران از نوع سـیکل ترکیبی با ظرفیت تولید ۱۰۴۱ مگاوات (۶ توربین گاز و ۳ توربین بخار) اســـت که در زمینی به مســـاحت ۲۵۶ هکتار و در ارتفاع ۱۳۴۰ متری از ســـطح دریا و در دامنه جنوبی رشـــته‌کوه‌های بینالود قرار دارد که ۴۹ هکتار از این زمین برای استقرار تجهیزات پست و نیروگاه در نظر گرفته شده و ۱۹۰ هکتار آن به فضای سبز اختصاص یافته است. این نیروگاه در مختصات ۵۸ درجه و ۴۶ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی از مبدأ خط استوا قرار گرفته است.

در این پژوهش، مطالعات میدانی، شـامل اندازه‌گیری پارامترهای اقلیمی جهت اعتبارسـنجی نرم‌افزار اسـت. جهت شـبیه‌سـازی سـایت نیروگاه و تحلیل داده‌های اقلیمی از نرم‌افزار ENVI-met بهره برده شـده اسـت. قابل ذکر اسـت که

این نرم‌افزار، یکی از محبوب‌ترین نرم‌افزارها در مقیاس خرد آب‌وهوا است که نه‌تنها برای شبیه‌سازی واکنش‌های متقابل سطح، گیاه و هوا بلکه برای محیط‌های درون‌شهری و تجزیه و تحلیل رژیم آسایش دمایی در مقیاس‌های خرد کاربرد دارد. داده‌های آب‌وهوایی وارد شده به نرم‌افزار بر اساس داده‌های ایستگاه هواشناسی، داده‌های سنسورهای واقع شده در نیروگاه و دستگاه‌های دیتالاگر انتخاب شده و برای دو تاریخ ۱۵ جولای (۲۳ تیر) و ۲۰ ژانویه (۳۰ دی) و ساعات ۷ صبح تا ۶ بعدازظهر وارد نرم‌افزار شد. جدول (۱) و (۲)، اطلاعات اقلیمی و فردی پایه‌ی ورودی به نرم‌افزار ENVI-met را نشان می‌دهد.

جدول ۱: اطلاعات اقلیمی پایه‌ی ورودی به نرم‌افزار ENVI-met (نگارنده)

دوره‌ی زمانی	دمای حداقل (درجه سانتی‌گراد)	دمای حداکثر (درجه سانتی‌گراد)	دمای میانگین (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت حداقل ٪	رطوبت حداکثر ٪	رطوبت میانگین ٪	سرعت باد (m/s)	جهت باد (درجه)	ارتفاع از سطح دریا	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
زمستان (۳۰ دی‌ماه)	-۳	۷	۲	۲۰	۴۱	۳۱	۳٫۳۰	۲۰۰	۱۲۶۵	۳۶٫۲۸	۵۸٫۷۷
تابستان (۲۳ تیرماه)	۲۱	۳۴	۲۷٫۵	۱۶	۲۷	۲۱٫۵	۵٫۲۰	۹۰			

جدول ۲: اطلاعات فردی پایه‌ی ورودی به نرم‌افزار ENVI-met (نگارنده)

سرعت راه رفتن (متر بر ثانیه)	۱٫۲	متابولیک (met)	۱٫۵
میزان مقاومت حرارتی لباس (clo)	۱٫۵	میزان سوخت‌ساز (w/m^2)	۸۰
جنس و سن	مرد و ۳۵ سال	قد و وزن	۱۷۰ سانتی‌متر و ۷۵ کیلوگرم

پس از اجرای مدل‌سازی، خروجی‌های مدل اقلیمی شامل پارامترهای اقلیمی شامل دما، رطوبت نسبی، سرعت باد و دمای متوسط تابشی برای تمام گیرنده‌های در نظر گرفته شده در سایت و همچنین شاخص اقلیمی PET، توسط نرم‌افزار Envi-met برای دو مقطع زمانی مدنظر محاسبه و داده‌های عددی به وسیله نرم‌افزار Excel خروجی گرفته شده و سپس برای نمایش گرافیکی، با توجه به خروجی‌ها و به کمک نرم‌افزار Leonardo قابل استخراج گردیده‌اند. تمامی خروجی‌ها در سطح عابران پیاده و در ارتفاع ۱/۵ متر گرفته شده است.

جهت اعتبارسنجی نرم‌افزار Envi-Met، مقایسه میان نتایج حاصل از این نرم‌افزار با نتایج اندازه‌گیری شرایط واقعی صورت گرفت. میزان تفاوت بین دو داده به عنوان ضریب خطا محاسبه و در نتایج حاصل از شبیه‌سازی لحاظ شده است. علاوه بر آن از ضریب همبستگی جهت اعتبارسنجی نرم‌افزار استفاده شده است.

در این پژوهش، نقاط کاشت دستگاه‌های دیتالاگر با توجه به بیشترین تردد کارکنان و در سه نقطه‌ی مختلف صورت گرفته است.

بیشترین تفاوت دمایی اندازه‌گیری میدانی و شبیه‌سازی ۲/۳۲ درجه سانتی‌گراد امّا با الگوی رفتاری مشابه، اعتبار شبیه‌سازی برای بررسی شرایط محیطی فضای باز نیروگاه نیشابور را نشان می‌دهد. اختلاف دمای ثبت شده نیز باید به

عنوان ضریب خطا به شبیه‌سازی‌ها اضافه شود که نتایج قابل اتکا باشد. قابل ذکر است در سایت معرفی نرم‌افزار و در مطالعات مورد بررسی، نشان داده شده است که حداکثر تا اختلاف دمای ۴ درجه در ساعات اوج افزایش دما منطقی و می‌تواند به عنوان درصد خطا بیان گردد (www. Envi-Met.com).

هم‌چنین با استفاده از نرم‌افزار Excel2017 به‌منظور محاسبه ضرایب همبستگی مقادیر اندازه‌گیری شده و مقادیر به‌دست آمده از مدل نرم‌افزاری، استفاده شد. وجود ضرایب همبستگی بالا، میان متغیرهای اندازه‌گیری شده و مقادیر به‌دست آمده از مدل‌سازی نرم‌افزاری در نقاط انتخاب شده، نشان‌دهنده‌ی معتبر و قابل استناد بودن مدل نرم‌افزاری ساخته شده و شبیه‌سازی‌های آتی پژوهش است.

جدول ۳: اعتبارسنجی مدل نرم‌افزاری، همبستگی میان مقادیر اندازه‌گیری میدانی و مدل ساخته‌شده در نرم‌افزار (نگارنده)

محل رسپتور	ضریب همبستگی[1]
رسپتور ثابت نیروگاه	۰/۹۸
رسپتور ورودی ساختمان اداری نیروگاه	۰/۸۹
رسپتور ابتدای مسیر بویلرها نیروگاه	۰/۹۴

۳- یافته‌ها

۳-۱- شبیه‌سازی وضع موجود نیروگاه

جاگیری بنا، مصالح به کار رفته در نما و قرارگیری پوشش‌های گیاهی، یک خرداقلیم مجزا ایجاد می‌نماید که هم بر شرایط داخل و هم بر شرایط خارج بنا تأثیر می‌گذارد. اقلیم شهری به عنوان یک سیستم پیوسته است که در آن تمام اجزا بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند و هر جزء کوچکی در یک چهارچوب مشخص جاگیری می‌کند. به کمک این نرم‌افزار می‌توان با دقت بالا، نمونه‌هایی از آب، خاک، دما، تابش خورشید و فیزیولوژی گیاهان را با بالاترین تأثیر از طریق شبیه‌سازی عملکرد جهت دستیابی به راه‌حل‌های سبز بررسی نمود. این نرم‌افزار با نگاهی عمیق بر پروژه‌ها از ایده‌ی اولیه تا طرح نهایی، طراحان را از شرایط آسایش، فضای سبز و عملکرد بنا از نظر انرژی مطلع می‌سازد و می‌توان با شبیه‌سازی وضع موجود، شرایط حرارتی محیط موردنظر را بررسی نمود.

۳-۲- مدل و بخش‌های آن در نرم‌افزار

- **پوشش گیاهی**

در سایت موردنظر سه نوع پوشش گیاهی لحاظ شده است: قسمت شرقی سایت درختان کاج هستند که ارتفاع آن در نرم‌افزار حدود ۱۵ متر طراحی شده است. درختانی که در شمال سایت قرار دارند، حدود ۲ متر هستند و در قسمت جنوبی سایت درختان ۴ متری طراحی شده است. در قسمت میانی سایت و در اطراف فضای اداری و مسکونی درختان خزان‌پذیر ۱۰ متری قرارگرفته‌اند.

1- Correlation

جدول ۴ : اطلاعات پوشش گیاهی ورودی به نرم‌افزار ENVI-met (نگارنده)

پارامتر/ نوع پوشش گیاهی	Co2 fixation Type	Leaf Type	Albedo	Transmittance	Plant height	Root Zone Depth	LAD	RAD
درختان کاج سمت شرق (Pine)	C3	Conifer leafs	۰٫۱۸	۰٫۳۰	۱۵	۱٫۲۰		
درختان دو متری شمال سایت (hedge dense)	C3	Deciduous Leafs	۰٫۲۰	۰٫۳۰	۲	۱	۲٫۵۰	۰٫۱۰
درختان جنوب سایت (hedge dense)	C3	Deciduous Leafs	۰٫۲۰	۰٫۳۰	۴	۱	۲٫۵۰	۰٫۱۰

- **توپوگرافی**

در نرم‌افزار سطح زمین ۱۲۶۵ متر در نظر گرفته شده است و اختلاف ارتفاع چندانی در قسمت زمین نیروگاه و اطراف آن با توجه به بررسی‌های انجام شده نبود.

- **جنس خاک و راه‌های ارتباطی سایت**

کف‌سازی زمین نیروگاه و ساختمان‌ها از جنس بتن و سیمان درنظر گرفته شده است. راه‌ها و فضای ارتباطی بین آن‌ها از جنس آسفالت است و اطراف آن خاک نرم است.

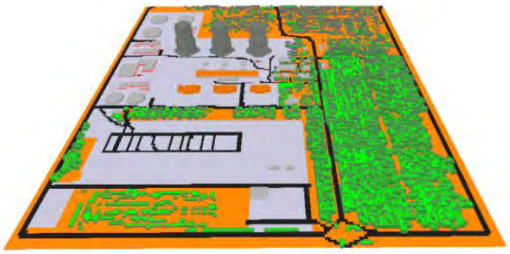
- **ساختمان**

ساختمان‌ها با توجه به ارتفاعی که دارند در سایت قرار گرفتند. ساختمان‌ها از یک طبقه که معادل ۴ متر ارتفاع دارد لکه‌گذاری شدند تا برج‌های خنک‌کننده که ۱۰۴ متر ارتفاع از سطح زمین دارند. مصالح ساختمان‌ها با یکدیگر متفاوت‌اند. بتن سفید، آجر و سطوح فلزی از مصالح رایج در سایت نیروگاه هستند.

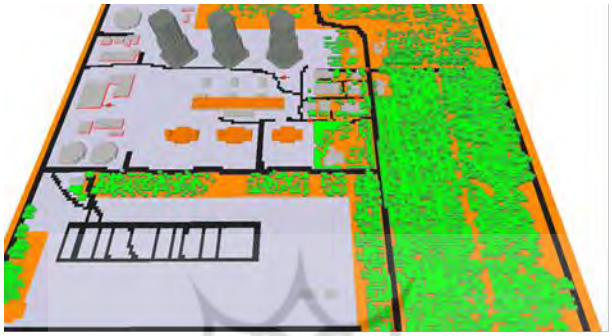
- **آلاینده**

با توجه به اطلاعات به دست آمده خطوط آلاینده‌ها در قسمت نیروگاه و صنعتی مجموعه برای محاسبه تأثیر آن در سایت جانمایی شده‌اند.

- **مدل سه‌بعدی**



شکل ۱: تصویر سه‌بعدی سایت (نگارنده)



شکل ۲: تصویر سه‌بعدی سایت (نگارنده)

- **شبیه‌سازی در نرم‌افزار**

برای شبیه‌سازی در نرم‌افزار ENVI-met یکسری عوامل اقلیمی برای مدل تعیین می‌شود تا روند شبیه‌سازی به‌درستی و با دقت بیشتری انجام شود. با توجه به فایل آب‌وهوایی مدل که نیشابور است؛ یکسری اطلاعات ساعتی با توجه به حرکت خورشید، نرم‌افزار در محاسبات درج می‌کند. با توجه به مطالعات اقلیمی سایت موردنظر، اطلاعاتی نظیر: سرعت و جهت باد، دمای حداقل و حداکثر، رطوبت نسبی و غیره در جداول نرم‌افزار درج می‌گردد.

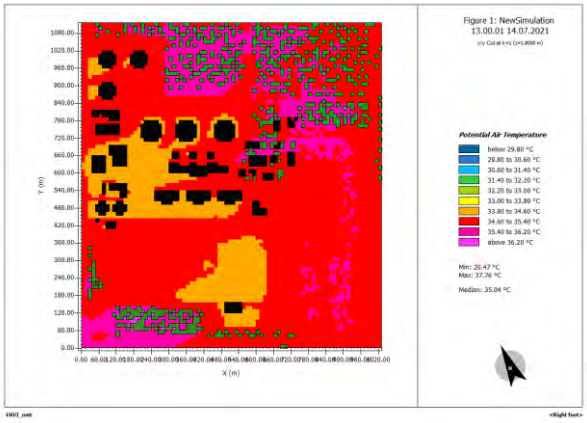
- **سناریوهای طرح پیشنهادی**

جهت‌گیری سایت مطابق با باد، فرم ساختمان‌ها، نوع و چیدمان پوشش گیاهی و غیره متناسب با وضع موجود شبیه‌سازی شده و قیاس بین آن‌ها در رسپتورهای مشخص صورت می‌گیرد.

۳-۳- تحلیل وضع موجود

در تحلیل خرداقلیم مدنظر، دو بازه زمانی تابستان و زمستان در نظر گرفته شده است که در حالت تابستان، گرم‌ترین روز (۲۳ تیر) و ساعت سال که ساعت ۱۳ بعدازظهر است؛ مورد بررسی قرار گرفته است. برای بررسی زمستان، سردترین روز (۳۰ دی) و ساعت سال که ساعت ۷ صبح است تحلیل و بررسی شد. از تفاوت نتایج روزهای تابستان و زمستان متوجه اهمیت طراحی در فصل زمستان و بازه سرد سال می‌توان شد.

۳-۴- تابستان وضع موجود سایت نیروگاه



شکل ۳: دمای هوا در ساعت ۱۳ گرم‌ترین روز تابستان (نگارنده)

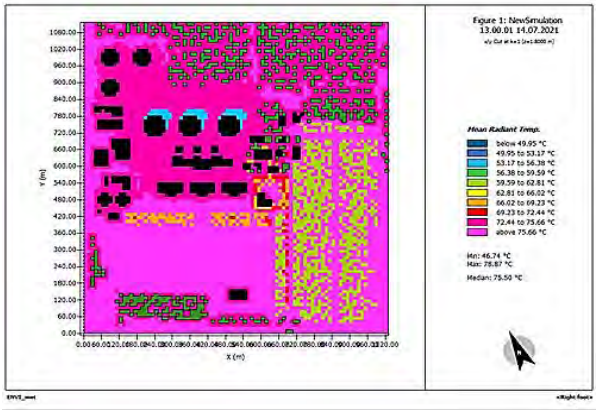
بر اساس شکل ۳، محدوده دمایی بین ۳۳٫۸۲ الی ۳۷٫۷۶ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌شود که در فصل تابستان دمای بالایی است. قسمتی که پوشش گیاهی دارد؛ کمتر از ۱ درجه سانتی‌گراد، افزایش دما را نسبت به قسمت‌های مرکزی نیروگاه که پوشش گیاهی ندارد؛ نشان می‌دهد. در سایت هوای گرم که از سمت شرق، محیط را تحت تأثیر قرار داده است، در بین درختان بلند کاج محبوس شده و دمای هوا را افزایش می‌دهد. درختان همانند سد، مانع از نفوذ باد گرم به داخل سایت نیروگاه می‌شوند. رسپتور ۵ قسمت غربی سایت را نشان می‌دهد که بیشترین دما را ثبت کرده است و کمترین دما رسپتور ۱ ورودی اصلی سایت و همجواری درختان کاج ضلع شرقی است (جدول ۵).

جدول ۵: رسپتور – دمای هوا در حالت وضع موجود (نگارنده)

رسپتور	۱	۲	۳	۴	۵	۶
دمای هوا (سانتی‌گراد)	۳۴٫۰۳	۳۵٫۴۰	۳۵٫۱۷۴	۳۴٫۹۲۲	۳۵٫۵۱۲	۳۴٫۱۴۳

- **دمای متوسط تابشی وضع موجود سایت نیروگاه**

دمای متوسط تابشی بیشتر در نقاطی که سایه‌اندازی وجود ندارد؛ دیده می‌شود. به صورت کلی محدوده دمای تابشی بر اساس تصویر ۴، برای محیط از ۴۷ الی ۷۹ درجه سانتی‌گراد در نوسان است. کمترین میزان دمای تابشی در نقاطی که برج‌های خنک‌کننده سایه‌اندازی کرده‌اند؛ در نظر گرفته شده است.



شکل ۴: دمای تابشی در ساعت ۱۳ گرم‌ترین روز تابستان (نگارنده)

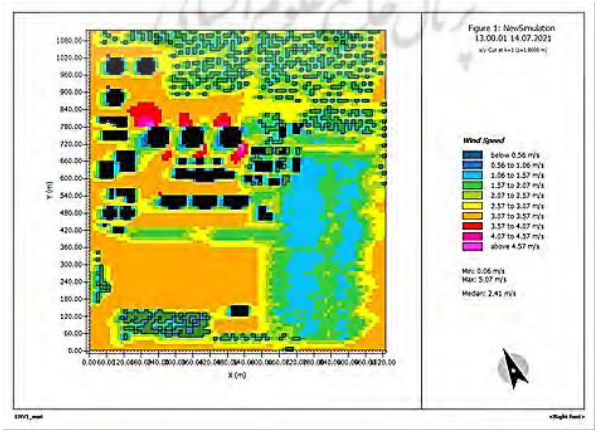
محدوده دمای متوسط تابشی در این حالت نامناسب است و فضای اداری در دمای متوسط تابشی بالایی قرار دارد. بهتر است دور تا دور فضای اداری مخصوصاً در قسمت شرقی آن درختان بلند کاشته شوند تا سبب سایه‌اندازی بیشتر بر مناطق اداری شوند. رسپتور ۲ بالاترین دمای تابشی را نشان می‌دهد و رسپتور ۱ که در جنوب سایت در راه ورودی قرار گرفته است؛ کمترین دمای تابشی را ثبت کرده است (جدول ۶).

جدول ۶: دمای تابش در حالت وضع موجود (نگارنده)

رسپتور	۱	۲	۳	۴	۵	۶
دمای تابشی (سانتی‌گراد)	۶۲٫۰۸۴	۷۶٫۳۶۶	۷۵٫۰۸۷	۷۴٫۶۱۸	۷۴٫۹۴۷	۷۵٫۴۱۱

- **سرعت باد وضع موجود سایت نیروگاه**

به‌طور کلی و بر اساس شکل ۵، سرعت باد در محدوده‌ی ۰٫۰۶ تا ۵٫۰۷ متر بر ثانیه قرار گرفته است. در شمال و جنوب برج‌های خنک‌کننده در سایت بیشترین سرعت باد رویت می‌شود و کم‌ترین سرعت باد در بین درختان است که سبب محبوس شدن باد بین خود می‌شوند. ارتفاع بلند برج خنک‌کننده سبب افزایش سرعت باد در کنار آن شده است.



شکل ۵: سرعت باد در ساعت ۱۳ گرم‌ترین روز تابستان (نگارنده)

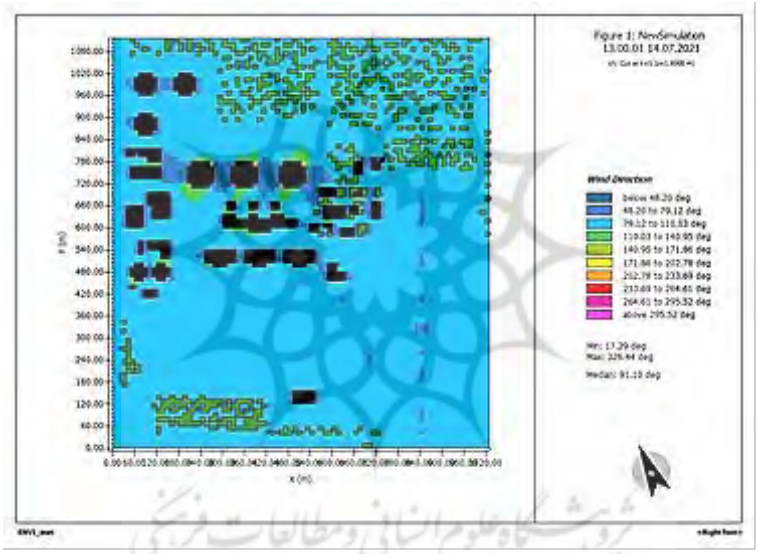
رسپتور ۵ در قسمت غربی سایت بیشترین سرعت باد و رسپتور ۳ در محدوده‌ی آمفی‌تئاتر کمترین سرعت باد را شامل می‌شود (جدول ۷).

جدول ۷: سرعت باد وضع موجود سایت نیروگاه (نگارنده)

رسپتور	۱	۲	۳	۴	۵	۶
سرعت باد (متر بر ثانیه)	۱٫۴۸	۱٫۷۸	۰٫۹۶	۱٫۹۸	۲٫۸۹	۲٫۰۵

- **جهت باد وضع موجود سایت نیروگاه**

بر اساس شکل ۶، باد در سایت بین محدوده‌ی ۱۷ تا ۳۲۶ درجه در حال تغییر جهت برای وزیدن است که به طور میانگین در ظهر گرم‌ترین روز تابستان از سمت شرق می‌وزد. در برخورد با ساختمان‌های مرکزی جهت باد به سمت شمال و جنوب متمایل می‌شود.



شکل ۶: جهت باد در ساعت ۱۳ گرم‌ترین روز تابستان (نگارنده)

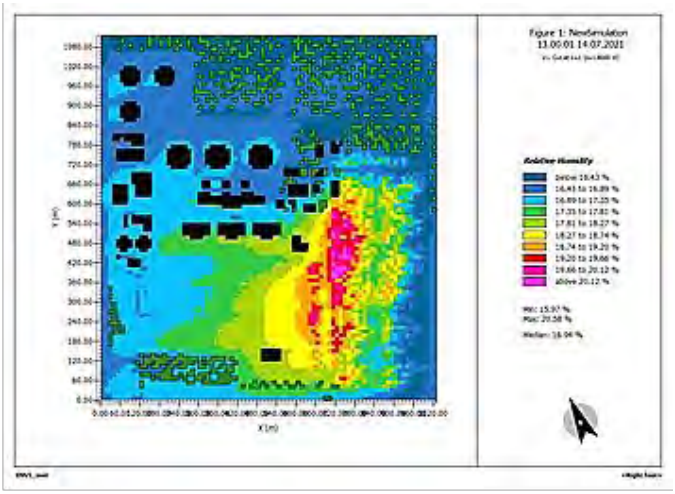
جدول ۸: جهت باد وضع موجود سایت نیروگاه (نگارنده)

رسپتور	۱	۲	۳	۴	۵	۶
جهت باد (درجه)	۹۲٫۳۰۴	۹۲٫۸۸۷	۶۴٫۵۴۶	۱۱۱٫۲	۱۰۵٫۸۳	۹۳٫۳۳۲

- **رطوبت نسبی وضع موجود سایت نیروگاه**

بر اساس شکل ۷ در این محیط، محدوده رطوبتی بین ۱۶ تا ۲۰٫۵ درصد قابل مشاهده است که بیشترین آن در بخش‌های شرق و جنوب‌شرقی محیط طراحی و در بین درختان کاج دیده می‌شود. با کشت درختان و پوشش گیاهی و

افزایش ارتفاع، رطوبت محیط حدود ۳ درصد افزایش داشته است که عموماً در فصل تابستان این مسأله بسیار مثبت است.



شکل ۷: رطوبت نسبی در ساعت ۱۳ گرم‌ترین روز تابستان (نگارنده)

با توجه به جهت جریان باد، رطوبت از سمت شرق به مرکز سایت آورده می‌شود. ساختمان‌های شمال درختان کاج از رطوبتی که درختان کاج به همراه دارند؛ بی‌نصیب مانده‌اند. طبق جدول ۹، بیشترین رطوبت نسبی را رسپتور ۱ در اول جاده ورودی به نیروگاه نشان می‌دهد و کمترین آن را رسپتور ۴ در کنار برج‌های خنک‌کننده ثبت کرده که فاقد پوشش گیاهی خاصی است.

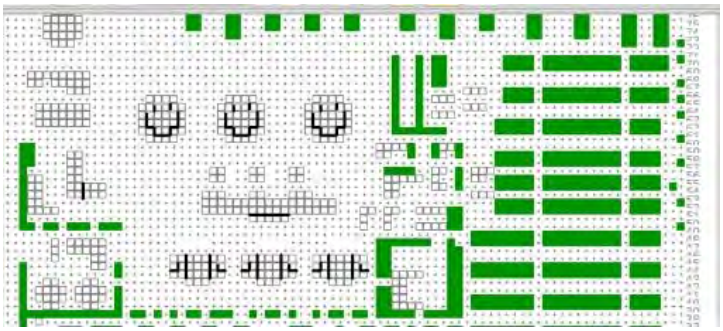
جدول ۹: رطوبت نسبی وضع موجود سایت نیروگاه (نگارنده)

رسپتور	۱	۲	۳	۴	۵	۶
رطوبت نسبی (درصد)	۱۹٫۰۰۵	۱۶٫۸۶۷	۱۷٫۱۶۹	۱۶٫۷۲۳	۱۶٫۹۸	۱۷٫۳۲۴

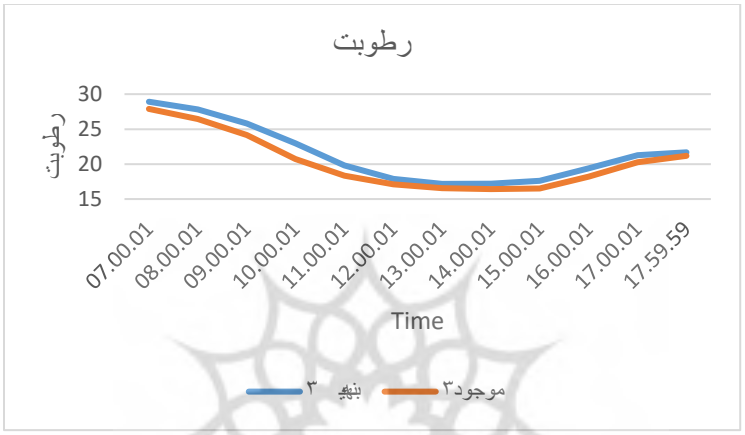
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

۳-۵- پیشنهادات طراحی سایت نیروگاه

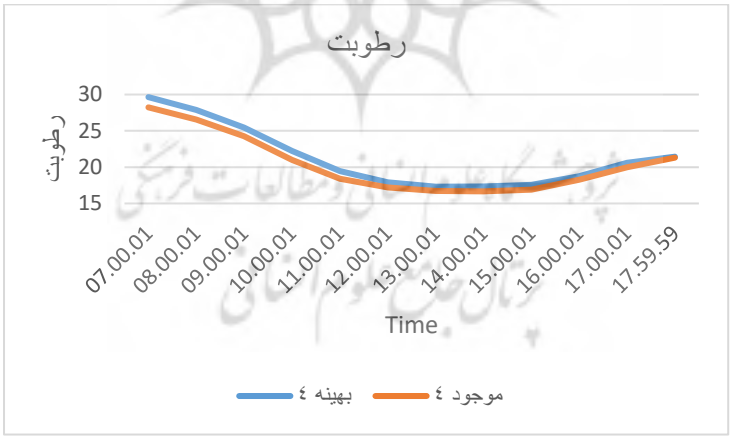
از آنجایی که تراکم زیاد پوشش گیاهی شرقی سایت، مانع از حرکت جریان هوا به سمت مرکز بوده و باعث افزایش دما شده است، بنابراین برای دستیابی به بیشینه تهویه عبوری و حرکت هوا و نفوذ رطوبت به خیابان‌های اصلی و پرتردد مرکز سایت و نزدیک شدن به محدوده‌ی آسایشی، پوشش گیاهی شرقی سایت به صورت کم‌تراکم‌تر و الگوی کاشت افقی، شبیه‌سازی شد تا هدایت جریان باد شرقی نیشابور را به سمت مرکزیت سایت افزایش دهیم و این باد، رطوبت حاصل از پوشش گیاهی را به سمت مسیرهای پرتردد بین بویلرها (رسپتور ۳ و ۵) هدایت کند.



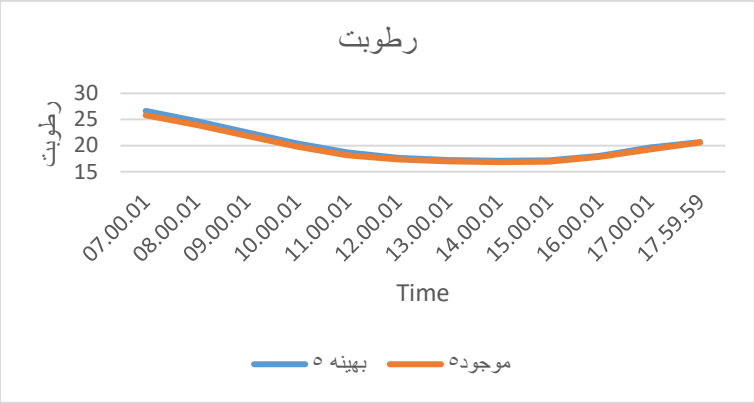
شکل ۸: کاهش تراکم پوشش گیاهی شرقی سایت (نگارنده)



شکل ۹: مقایسه‌ی رطوبت نسبی وضع موجود و حالت پیشنهادی رسپتور ۳ (نگارنده)



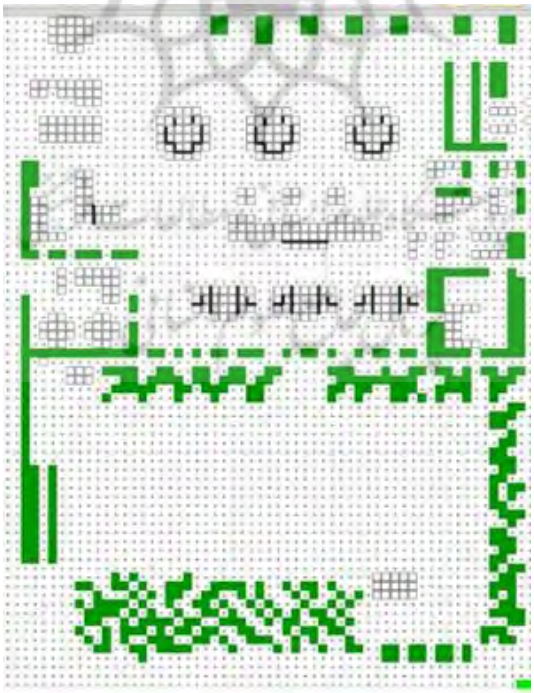
شکل ۱۰: مقایسه‌ی رطوبت نسبی وضع موجود و حالت پیشنهادی رسپتور ۴ (نگارنده)



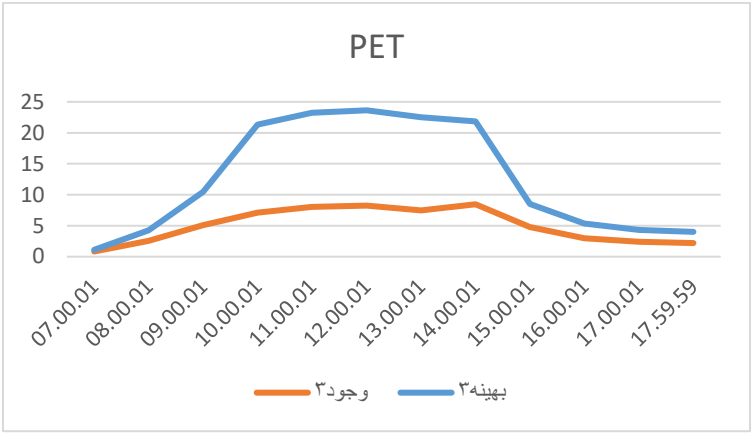
شکل ۱۱: مقایسه‌ی رطوبت نسبی وضع موجود و حالت پیشنهادی رسپتور ۵ (نگارنده)

نتایج حاصل از این شبیه‌سازی، حاکی از آن است که افزایش جریان باد در سایت باعث هدایت رطوبت به قسمت‌های مرکزی سایت شده و شاخص آسایش حرارتی را به محدوده‌ی آسایشی می‌تواند نزدیک‌تر نماید؛ بنابراین در اقلیم‌هایی مانند نیشابور، بهتر است که از بافت متراکم پوشش گیاهی در جهت باد غالب تابستانی دوری کنیم و با الگوی مناسب پوشش گیاهی باعث هدایت جریان هوا و رطوبت به سایر قسمت‌ها، باشیم.

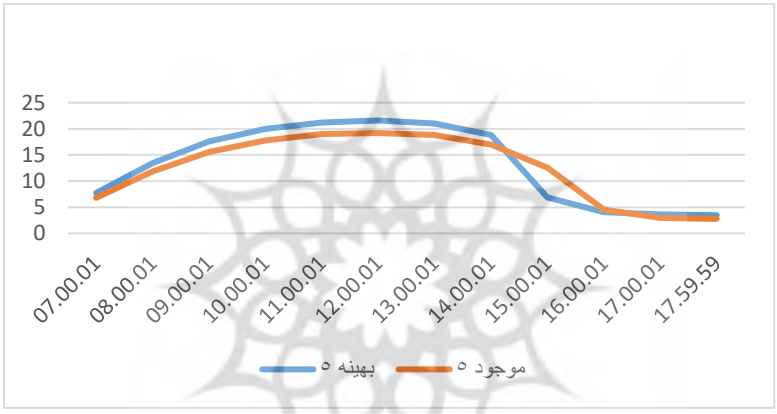
از طرفی، مسیر جنوبی بویلرها که محل رفت‌وآمد کارکنان نیروگاه جهت بازدید است، تحت تأثیر بادهای سرد زمستانی بوده و در زمستان دمای پایینی را نشان می‌دهد که سبب عدم آسایش حرارتی افراد می‌شود. راهکار پیشنهادی، کاشت درختان خزان‌ناپذیر و با الگوی ضربدری، در قسمت جنوبی مسیر بویلرها (رسپتور ۳ و ۵) که تحت تأثیر بادهای سرد زمستانی هستند، بوده تا با ممانعت از جریان باد سرد، به آسایش حرارتی مسیر کمک کند.



شکل ۱۲: کاشت درختان خزان‌ناپذیر با الگوی ضربدری در قسمت جنوبی (نگارنده)



شکل ۱۳: مقایسه شاخص دمای معادل فیزیولوژیکی وضع موجود و حالت کاشت درخت در قسمت جنوبی (رسپتور ۳) (نگارنده)



شکل ۱۴: مقایسه شاخص دمای معادل فیزیولوژیکی وضع موجود و حالت کاشت درخت در قسمت جنوبی (رسپتور ۵) (نگارنده)

نتایج حاصل از شبیه‌سازی، نشان می‌دهد که با کاشت درختان خزان‌ناپذیر و الگوی ضربدری در جهت باد نامطلوب سرد زمستانی نیشابور که قسمت جنوبی سایت نیروگاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، می‌توان باعث افزایش شاخص دمای معادل فیزیولوژیکی و نزدیک شدن به محدوده‌ی آسایشی شد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

به چالش کشیدن طراحان شهری و برنامه‌ریزان شهری در به‌کاربردن معماری مناسب جهت به حداقل رساندن تغییرات آب‌وهوایی و تغییرات خرداقلیمی از برنامه‌های مهم آینده است. یکی از کاربری‌های مهم در تغییر خرداقلیم و تأثیرگذار بر افزایش دمای محیط، نیروگاه‌ها است. در طراحی نیروگاه‌ها، بیشترین تمرکز بر روی واحدهای صنعتی و افزایش بازدهی آن‌ها به لحاظ تولید برق است؛ و صرفاً تنها اقدام صورت گرفته برای کاهش اثرات منفی نیروگاهی بر روی محیط‌زیست، کاشت درختان و پوشش‌های گیاهی در فضاهای اطراف واحدهای صنعتی است. در صورتی که مطالعات دقیقی بر روی نوع پوشش گیاهی و الگوی کاشت آن در فضا با توجه به اقلیم منطقه، و اصول آسایش اقلیمی در سایت نیروگاهی، صورت نگرفته است.

بنابراین، از جنبه‌های نوآوری این پژوهش می‌توان به طراحی صحیح الگوی کاشت و نوع پوشش‌های گیاهی در مسیر باد غالب و نامطلوب، جهت بهبود شرایط خرداقلیمی نیروگاه و توجه به اصول اقلیمی برای رسیدن به محدوده‌ی آسایشی اشاره کرد. همان‌طور که طالقانی (۲۰۱۸)، در پژوهشی با عنوان «آسایش حرارتی در فضای باز با استراتژی‌های متفاوت کاهش گرما»، به بررسی پوشش گیاهی به عنوان رایج‌ترین راهکارها برای بهبود شرایط حرارتی در شهرها پرداخت.

بنابراین، جهت بررسی آسایش حرارتی و عوامل مؤثر بر آن از جمله پارامترهای اقلیمی در فضای باز، نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور انتخاب شد. شرایط وضع موجود نیروگاه در نرم‌افزار ENVI-met شبیه‌سازی شده و مقادیر پارامترهای اقلیمی و شاخص اقلیمی PET در گرم‌ترین و سردترین روزهای سال نیشابور محاسبه و مورد بررسی قرار گرفتند. یافته‌های پژوهش‌های متعدد نشان‌دهنده‌ی استفاده‌ی مکرر از شاخص PET به دلیل دقت زیاد آن، برای پیش‌بینی میانگین آسایش حرارتی در فضاهای باز است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی، نشان داد که پوشش گیاهی شرقی سایت، به دلیل کاهش دمای متوسط تابشی، باعث کاهش دما در اطراف خود شده است؛ اما به دلیل تراکم بالا، مانع از حرکت جریان باد شرقی به سمت مرکز سایت شده است. در نتیجه به دلیل عدم جریان هوا، رطوبت حاصل از پوشش گیاهی، در همان منطقه محبوس شده و تأثیری بر مسیرهای پرتردد سایت در فصل تابستان نخواهد داشت. در این مقاله، با کاهش تراکم پوشش گیاهی و استفاده از الگوی کاشت افقی درختان جهت هدایت بهتر جریان هوا، رطوبت را به سمت مرکزیت سایت انتقال داده و سبب بهبود شرایط آسایشی شده است.

از طرفی، مسیر جنوبی بویلرها که جز یکی از پرترددترین مسیرهای نیروگاهی است، تحت تأثیر بادهای سرد جنوبی در فصل زمستان بوده و به دلیل عدم استفاده از بادشکن، شرایط آسایشی مطلوبی ندارد؛ بنابراین با کاشت درختان خزان‌ناپذیر و با الگوی ضربدری، مانع از هدایت جریان باد به سمت مسیر شده و با افزایش شاخص اقلیمی PET در فصل زمستان، باعث بهبود شرایط آسایش حرارتی برای کارکنان نیروگاه شده است.

در واقع، تأکید این پژوهش بر تأثیر مقیاس خرداقلیم بر طراحی فضای باز نیروگاه است؛ زیرا که فضاهای باز نیروگاه‌ها به دلیل عملکردشان و تولید گرما، به صورت یک خرداقلیم مستقل عمل می‌کنند و می‌توانند بر شرایط آسایش حرارتی تأثیرگذار باشند. از آنجایی که بهبود شرایط خرداقلیمی فضای باز نیروگاه، در کارکرد عملکرد کارکنان و کارگران تأثیر مثبت می‌گذارد، می‌توان با تکثیر این الگوها، شرایط آسایش حرارتی را نه‌تنها در نیروگاه‌ها بلکه در تمامی ساختمان‌های صنعتی نیز به کار برد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱- آذری، غلامرضا. امیر عبّاس مفیدی، محسن مشکانی، فرهاد طباطبایی قمشه، امیرحسین داوودیان طلب. (۱۳۹۰). بررسی استرس گرمایی در موضع کاری کارگران کوره در یکی از صنایع فورج در فصل تابستان، فصلنامه بهداشت و ایمنی کار، شماره دوم، پیاپی ۲، زمستان، ص ۵۸-۵۱

۲- احمدپور کلهرودی، نرگس؛ پورجعفر، محمدرضا؛ مهدوی نژاد؛ محمدجواد؛ یوسفیان، سمیرا. (۱۳۹۶). نقش و تاثیر عناصر طراحی در کیفیت آسایش حرارتی فضاهای باز شهری (بررسی موردی: طراحی پیاده راه طمقاچیها در کاشان) ، دو فصلنامه نامه معماری و شهرسازی، دوره ۹ ،شماره ۱۸ ،ص ۷۹-۵۸

۳- اسلامی، محمدامین. احمد نوذری فردوسیه و منصوره طاهباز. (۱۳۹۵). راهکارهای طراحی اقلیمیِ معابر فضای باز(مطالعه موردی :پیاده‌راه‌های دانشگاه کاشان)، هویت شهر، شماره ۲۶، سال دهم، تابستان، ص ۴۶-۳۳

۴- اقبالی، سیّد رحمان، محسن حامدی، و فاطمه هاشمی. (۱۳۹۶). تأثیر مشخصه‌های فیزیکی محیط کار بر عملکرد کارکنان. فصل‌نامه پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی دانشگاه جامع امام حسین(ع). سال نهم، شمارهٔ ۲ (شماره پیاپی ۲۸)، تابستان ، ص ۹۲-۶۹

۵- حیدری، شاهین. (۱۳۸۸). دمای آسایش حرارتی مردم شهر تهران، نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، شماره ۳۸، تابستان، ص ۱۴-۵

۶- حیدری، شاهین؛ منعام، علیرضا. (۱۳۹۲). ارزیابی شاخصه‌های آسایش حرارتی در فضای باز. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره ۲۰ ، ص ۲۱۵-۱۹۷

۷- داوطلب، جمشید. شهرام پوردیهیمی و محمدرضا حافظی. (۱۳۹۷). اثر پوشش گیاهی بر شرایط آسایش حرارتی فضای باز شهری مطالعه موردی: منطقه‌ی سیستان، فروردین. دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی. ص ۱۷۱- ۱۵۵

۸- رازجویان، محمود. (۱۳۶۷). آسایش بوسیله معماری همساز با اقلیم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی

۹- صادقی‌روش، محمد حسن و طباطبایی، سید مهدی. (۱۳۸۸). تعیین محدوده آسایش حرارتی در شرایط آب‌و هوای خشک، نشریه هویت شهر، سال سوم، شماره ۴، بهار و تابستان، ص ۴۶- ۳۹

۱۰- صفایی‌پور، مسعود. شبانکاری، مهران و تقوی، سید طیبه(۱۳۹۰)،" شاخص‌های زیست‌اقلیمی مؤثر بر ارزیابی آسایش انسان(مطالعه موردی: شهر شیراز)"، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال۲۴، پیاپی ۵۰، شماره ۲، تابستان،ص ۲۱۰-۱۹۳

۱۱- طاهباز، منصوره. (۱۳۸۶). طراحی سایه در فضای باز. هنرهای زیبا، (۳۱)،ص ۳۸-۲۷

۱۲- طاهباز، منصوره؛ جلیلیان، شهربانو؛ و موسوی، فاطمه.(۱۳۹۱). آموزه‌هایی از معماری اقلیمی گذرهای کاشان. مطالعات معماری ایران، ۱(۱)،ص ۸۳-۵۹

۱۳- قیابکلو، زهرا(۱۳۸۰). روش‌های تخمین محدوده‌ی آسایش حرارتی، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۰، زمستان، ص۷۴-۶۸

۱۴- کریمیان، زهرا. (۱۳۹۲). بهینه سازی فضای سبز شهری به منظور آسایش دمایی گرم‌ترین دوره سال با استفاده از روش‌های مدل‌سازی، پایان‌نامه دکتری رشته علوم باغبانی- گیاهان زینتی، دانشگاه فردوسی، مشهد

۱۵- کسمایی، مرتضی. (۱۳۷۲). پهنه بندی اقلیمی ایران- مسکن و محیط های مسکونی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، پائیز

۱۶- محمودی، سید امیرسعید؛ قاضی زاده، سیده ندا؛ منعام، علیرضا (۱۳۸۹). تأثیر طراحی در آسایش حرارتی فضای باز مجتمعهای مسکونی (نمونه مورد مطالعه: فاز سه مجتمع مسکونی اکباتان). نشریه هنرهای زیبا، شماره ۴۲ ،صص . ۷۰-۵۹.

1. Evans, M. (1980). Housing, climate, and comfort. Architectural Press.
2. Fanger, P. (1970). Thermal comfort: Analysis and applications in environmental engineering. New York: McGraw-Hill pub.
3. Gaspari, J., & Fabbri, K. (2017). A study on the use of outdoor microclimate map to address design solutions for urban regeneration. Energy Procedia, 111, 500-509.
4. Givoni B. (1976). Man, Climate & Architecture. 2nd Edition, Applied Science Publishers, Ltd., London, PP. 483.

5. Krüger, E. L., Minella, F. O., & Rasia, F. (2011). Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil. Building and Environment, 46(3), 621-634.
6. Middel, A., Selover, N., Hagen, B., & Chhetri, N. (2016). Impact of shade on outdoor thermal comfort—a seasonal field study in Tempe, Arizona. International journal of biometeorology, 60(12), 1849-1861.
7. Olgyay, V. (1973) Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism, Princeton University Press, New Jersey.
8. Olgyay, V. (2015). Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism-new and expanded edition. Princeton university press.
9. Peng, C., Ming, T., Cheng, J., Wu, Y., & Peng, Z. R. (2015). Modeling Thermal Comfort and Optimizing Local Renewal Strategies—A Case Study of Dazhimen Neighborhood in Wuhan City. Sustainability, 7(3), 3109-3128.
10. Setaih, K., Hamza, N., & Townshend, T. (2013, August). Assessment of outdoor thermal comfort in urban microclimate in hot arid areas. In 13th International Conference of International Building Performance Simulation Association, Chambery, France (pp. 3153-3160).
11. Spagnolo, J. and de Dear, R. 2003. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. Building and Environment, 38(5): 721-738
12. Taleghani, M. (2018). Outdoor thermal comfort by different heat mitigation strategies-A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81, 2011-2018.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Method of improving the outdoor design of the power plant based on the thermal comfort index of physiologically equivalent temperature

Somayyeh Taheri*, PhD Student in Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
Mahdi Zandieh, Associate Professor, Department of Architecture and Urban Planning, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

Abstract

Power plants are one of the most important sources of heat islands. Increasing energy consumption, change of thermal factors and creation of microclimates, affect the conditions of people's presence in open spaces and the use of these spaces greatly depends on a person's thermal perception of the environment. Therefore, the importance that is felt in establishing comfort in open spaces of industrial and power plant environments, is for a longer and better quality presence of employees in this category of spaces.

The study of the thermal performance of open spaces in different applications has been evaluated in relation to their micro-climatic behavior, but such a study is not available with the aim of correct and principled design of outdoor power plants. Therefore, the present study has tried to study and recognize the structural features of the outdoor space of Neishabour Combined Cycle Power Plant, using ENVI-met 4 software to simulate and measure the microclimate conditions of the plant and changes in climatic parameters including air temperature, Evaluate relative humidity, wind speed, average radiant temperature and PET climate index on the hottest (July 23) and coldest days (January 20). The results show that the thermal conditions of the power plant are out of the range of thermal comfort in summer and winter and during office hours; Based on the proposed designs, it was found that by reducing the density of vegetation in the direction of the prevailing wind, the humidity in the center of the site can be increased and by planting deciduous trees and with a cross pattern in the direction of cold winter winds, comfort conditions Increase in the center of the site and the busy route of employees.

Keywords: Thermal comfort, Open spaces, Microclimate, PET index, Power plant, Neishabour climate.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

* Email: s.taheri@hsu.ac.ir