

طراحی تقویم زیست اقلیمی کار کارگران پالایشگاه گاز پارسیان شهرستان مهر

منوچهر فرج زاده

دانشیار اقلیم شناسی دانشگاه تربیت مدرس تهران

مرتضی محمدپور

کارشناس ارشد اقلیم شناسی دانشگاه آزاد لارستان

زهرا پربرار^۱

کارشناس ارشد اقلیم شناسی و مدرس دانشگاه پیام نور

بهنام مغانی

عضو هیات علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان

بابک اجتماعی

مریی گروه جغرافیا دانشگاه پیام نور جمهوری اسلامی ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۴/۱۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۰۸

چکیده

شاخص‌های رقومی متعددی برای مطالعه زیست‌هواشناسی و زیست‌اقلیم‌شناسی از طرف دانشمندان پیشنهاد شده است که امروزه در مطالعات آب و هواشناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آن میان شاخص‌های ترکیبی دما - فیزیولوژی که مبتنی بر بیان انرژی بدن انسان هستند از اعتبار بیشتری برخوردار هستند. در این تحقیق با استفاده از شاخص دما - رطوبت تام (THI) و همچنین شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژی (PET)، متوسط نظرسنجی پیش بینی شده (PMV) و شاخص دمای مؤثر استاندارد (SET) بهترین و مناسب‌ترین ساعات کاری در طول روزهای سال و با استفاده از داده‌های اقلیمی شامل دمای هوای خشک، فشار سطح زمین، رطوبت نسبی، سرعت باد و میزان ابرناکی آسمان به تفکیک سری‌های زمانی ساعات ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ در طول دوره آماری (۱۳۸۹-۱۳۷۳) مربوط به ایستگاه هواشناسی سینوپتیک لامرد برای کارگرانی که در محیط‌های باز در پالایشگاه گاز پارسیان واقع در شهرستان مهر مشغول به کارند، تعیین شده است. نتیجه حاصل از شاخص تام و همچنین سه شاخص اخیر که از طریق مدل Ray Man انجام گرفته است، نشان می‌دهد که دوره آسایش اقلیمی در محدوده مورد مطالعه بسیار محدود بوده و عمدتاً منطبق بر ماه‌های سرد سال است. نتیجه حاصل از این مدل‌ها و شاخص‌ها، شرایط اقلیمی منطقه را در طول سال از لحاظ بیوکلیمایی نشان می‌دهد و رهنمودها و ارزیابی لازم از نظر آسایش یا عدم آسایش انسان و مناسب با ویژگی‌ها و خصوصیات اقلیمی منطقه ارائه می‌نماید که می‌تواند پایه و اساس بسیاری از برنامه‌ریزی‌ها قرار گیرد.

واژگان کلیدی: شاخص زیست اقلیمی، مدل Rayman، پالایشگاه گاز پارسیان، آسایش حرارتی.

۱ - مقدمه

اصولاً به کارگیری طولانی انسان در شرایط کاری سخت و طاقت‌فرسا باعث کاهش قدرت جسمانی و فکری شده و بسته به شرایط محیطی و نوع کار موجب گرمزدگی و سرمازدگی می‌گردد. با عوض شدن فصل و جابجا شدن افراد در شرایط جوی نامناسب امراض مختلفی مثل سرماخوردگی، گرمزدگی و... تشدید می‌شود. تأثیر جو می‌تواند از مقاومت بدن در برابر امراض بکاهد. گرما و سرمای زیاد مانع از فعالیتهای بدن می‌گردد. برف می‌تواند موجب کوری موقت شود. باد اگر در دمای ۱۸- سانتیگراد بوزد باعث انجماد بدن می‌شود و از طرفی دمای زیاد باعث تبخیر آب بدن انسان می‌شود و موجب کم آبی بدن می‌گردد. دمای هوا بر روی انسانها و تأسیسات، ساختمانها و حیوانات و گیاهان در طول فصول مختلف سال تأثیر چشمگیر و اثرات قابل توجهی دارد. بررسی عنصر دما از دو دیدگاه مورد مطالعه قرار گرفته است. گرما و سرما دو پدیده‌ای است که به کرات در محیطهای مختلف بطور مستقیم تأثیرات چشمگیر و اثرات قابل توجهی دارند. بر این اساس دمای ۴۸ درجه سانتیگراد آستانه احساس درد در انسان است و دمای ۶۰ درجه سانتیگراد می‌تواند موجب سوختگی از نوع درجه یک شود (احمدی، ۱۳۹۰، ص ۶۳). امروزه مطالعه تأثیر وضعیت جوی بر روی زندگی، سلامتی و آسایش و اعمال و رفتار انسان در قالب یکی از شاخه‌های علمی با عنوان زیست‌اقلیم‌انسانی مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد. زیست‌اقلیم‌شناسی، علم مطالعه و ارزیابی تأثیر هوا و اقلیم بر روی موجودات زنده اعم از گیاهی، جانوری و انسانی است که بیوکلیماتولوژی^۱ یا اقلیم‌شناسی حیاتی نامیده می‌شود. با توجه به این گرایش منظور از شرایط آسایش، مجموعه شرایطی است که از نظر حرارتی حداقل برای ۸۰ درصد از افراد مناسب باشد، یا به عبارت دیگر انسان در آن شرایط احساس سرما یا گرما نکند. در چنین شرایطی است که ارگانیسم انسانی می‌تواند بیلان حرارتی خود را به بهترین شکل موجود حفظ کند، بدون اینکه دچار کمبود یا مازاد انرژی شود. در شکل‌گیری شرایط آسایش انسان از دیدگاه اقلیمی چهار عنصر شامل دما، رطوبت، باد و تابش نقش عمده دارند. در بین این عناصر اقلیمی، دما و رطوبت تأثیر بیشتری در سلامت و راحتی انسان دارند و به این دلیل بیشتر شاخصها و مدل‌های سنجش آسایش انسان بر این عنصر استوار شده است (جهان‌بخش، ۱۳۷۷، ص ۶۷-۶۸). آسایش زیست اقلیمی (بیوکلیماتیک) انسانی به تعادل حرارتی بدن او با محیط اطرافش وابسته است. طیفی از درجه حرارت‌هایی که پراکنش در آن به میزان رضایت بخشی در آن صورت می‌پذیرد، منطقه آسایش نامیده می‌شود. از نظر فعالیت بدنی و راحتی انسان، هیچ اقلیمی را نمی‌توان کاملاً مطلوب یا نامطلوب فرض کرد. در واقع هیچ اقلیم استاندارد و هیچ انسان استانداردی وجود ندارد. بنابراین آسایش هم در یک منطقه صد در صد ثابت نمی‌تواند باشد و برای افراد بر حسب سن، سلامت، فعالیت بدنی، نژاد، میزان پوشش و همچنین بر اساس فصل‌های مختلف سال و خو گرفتن افراد به محیط به طور نسبی تغییر می‌کند. (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹، ص ۹۴). بیشترین تأثیر را عناصر دما، رطوبت، تابش خورشید و باد بر احساس آسایش یا عدم آسایش می‌تواند داشته باشد. بنابراین درجه آسایش تحت تأثیر عوامل محیطی و فیزیولوژیکی قرار دارد. عوامل محیطی

^۱ -Bioclimatology

عبارتند از دمای هوا، رطوبت نسبی، سرعت جریان هوا، میانگین دمای تابشی، فصول مختلف و عوامل فیزیولوژیکی نیز شامل نرخ متابولیک، سن، سلامتی، نژاد، نوع و میزان پوشش، فعالیت بدنی، و... می‌باشد. اصولاً بهترین حالت برای یک انسان حالتی است که فرد در تبادل با محیط آسایش بیشتری داشته باشد، در این حالت می‌تواند فعالیتها و کارایی خود را به حداکثر برساند. این موضوع طی سالهای اخیر تحت عنوان شاخص‌های دما مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. با توجه به محدود بودن مطالعات صورت گرفته قبلی در خصوص محدوده مورد مطالعه بوسیله این شاخص‌ها و همچنین خلأ ناشی از مطالعات اقلیم آسایشی، تحقیق حاضر نیز در این راستا به بررسی و ارزیابی شرایط اقلیم آسایشی در محدوده پالایشگاه گاز پارسیان و با استفاده از شاخص‌های PMV, PET و SET پرداخته که این کار به کمک نرم‌افزار RayMan صورت گرفته است. تا با شناسایی پتانسیل‌های اقلیمی و ارائه تقویم زمانی مناسب کاری در محدوده مورد مطالعه جهت بالابردن راندمان کاری و فرایند توسعه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، گامی برداشته شود.

۲ - پیشینه تحقیق

به منظور ارزیابی شرایط زیست اقلیمی تحقیقات زیادی در جهان و ایران صورت گرفته است. بررسی علمی و مدون شرایط راحتی آب و هوایی انسان به دهه ۵۰ و ۶۰ قرن بیستم باز می‌گردد. در این دهه سعی دانشمندان به این مسئله معطوف گشت که با استفاده از روابط ریاضی، آماری، نمودار و همچنین بهره‌گیری از پارامترهای اقلیمی نظیر دما، رطوبت، سرعت باد و نور خورشید به برآورد شرایط آسایش انسان پرداخته شود (ساری‌صراف، ۱۳۸۹، ص ۱۰۱). استدمن (Steadman, 1971) اولین انطباق باد را بر اساس فرض نفوذ حرارت بر لباس، کاهش حرارت بر اثر بازدم، و عوامل آن تحت عنوان دمای هم‌ارز سوز باد برای بدن انسان تحقیق نمود. ماهانی (Mahany, 1971) تحقیقات وسیعی را آغاز و در فراهم شدن آسایش انسان عوامل دما، نم نسبی و سرعت باد را مؤثر و جدولی را ارائه کرد که منطقه آسایش شب و روز هر ماه را با توجه به معدل دمای سالیانه دمای محل مورد مطالعه و معدل رطوبت نسبی همان ماه تعیین می‌نمود (وب سایت aftab.ir). در دهه دوم قرن بیستم توسط انجمن مهندسين تأسیسات آمریکایی مؤسسه اشرا (Ashrae) یکی از رایج‌ترین شاخص‌های وضعیت گرمایی بنام دمای مؤثر ارائه گردید. گونزالس (Gongales, 1977) و گلدمن (Goldman, 1977) تحقیقات جامعی را در خصوص اثر لباس بر روی آسایش افراد انجام و ثابت کردند که ۸۰ درصد از آزمایش‌شوندگان در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و با لباس ۱/۲ تا ۰/۹ کلو ابراز رضایت دارند. گیونی (Givoni, 1980) مطالعات جامع‌تری در خصوص رابطه ساختمان با شرایط اقلیمی در آسایش مناطق انجام داد و جهت ارائه چنین خصوصياتی از جدول سایکرومتریک که رابطه آسایش و شرایط گرمایی محیط اطرافش را با دقت بیشتری نشان می‌دهد، استفاده نمود و چگونگی احساس گرما را در ترکیبی از رطوبت و دما در سال ۱۹۷۹ در ارتباط با فعالیت‌های انسان نشان داد و این شاخص را بنام شاخص دما نامید (محمود احمدی، ۱۳۹۰، ص ۶۲). ضرورت برقرارکردن ارتباط بین فاکتورهای آب و هوایی با ویژگی‌های فیزیولوژیکی بدن انسان منجر به شکل‌گیری شاخص‌های جامع‌تر و کامل‌تری گردیده است که از جمله آنها علاوه

بر شاخص متوسط نظر پیش‌بینی شده، می‌توان به شاخص دمای مؤثر استاندارد و شاخص دمای معادل فیزیولوژیک اشاره کرد که در تحقیقات ماتزاراکیس^۱ (Matzarakis, 2001, PP 101-112, Matzarakis, 2001, PP 12-17) به‌کار گرفته شده است. در سالهای اخیر مطالعات گسترده‌ای در زمینه ارزیابی وضعیت زیست‌اقليمی به انجام رسیده است که عمدتاً رابطه این موضوع را با عوامل دیگر از جمله شرایط کاری و افزایش صدمات ناشی از کار (Ismail and et al, 2009, PP 1495-1501)، شرایط اقلیمی (Tsutsumi et al, 2007, PP 4034-4042) سابقه دمایی (به عنوان مثال مدت زمان در معرض حرارت روزانه قرار گرفتن و غیره) (Chun et al, 2008, PP 877-885) می‌توان اشاره کرد. در ایران نیز اولین مطالعات بیوکلیمایی توسط احمدحسین عدل در سال ۱۳۳۹ با توجه به شواهد گیاهی و تهیه نقشه بیوکلیماتیک ارائه گردید. وی اولین نقشه زیست‌شناسی اقلیمی ایران را تهیه نمود، که مفید برای معماری همساز با اقليم می‌باشد (ساری‌صراف، ۱۳۸۹، ص ۱۰۱) کاویانی در سال ۱۳۷۱ با استفاده از معادله بیکر اقدام به تهیه دو نقشه بیوکلیمایی تابستانه و زمستانه برای نواحی شمالی و جنوبی ایران کرد که در واقع آنرا اساس تقسیم‌بندی تحریکات بیوکلیمایی می‌داند. وی در سال ۱۳۷۲ در مقاله خود با عنوان «بررسی و تهیه نقشه زیست‌اقليم انسانی ایران» با استفاده از روش ترجونگ با بررسی آمار ۲۵ ساله ۴۸ ایستگاه سینوپتیکی و ۱۰۶ ایستگاه قدیمی، نقشه زیست‌اقليمی ایران (پهنه‌بندی) را تهیه کرده است (کاویانی، ۱۳۷۲، ص ۷۸) جهانبخش در سال ۱۳۷۷ در مقاله‌ای تحت عنوان «ارزیابی زیست اقليم انسانی تبریز و نیاز حرارتی ساختمان» دامنه تحریکات بیوکلیمایی تبریز را مشخص کرده و بعد به ارزیابی شرایط حرارتی با توجه به دمای مؤثر پرداخته و تقویم نیاز حرارتی را برای این شهر تعیین و در نهایت محدوده آسایش را بین ۶ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد مشخص کرده است. خلیلی (۱۳۷۸) در مقاله‌ای تحت عنوان «تحلیل سه بعدی درجه روز گرمایش و سرمایش در گستره ایران با استفاده از مدل‌های اولگی و گیونی» اقدام به اندازه‌گیری نیاز انرژی ماههای مختلف سال بر حسب درجه روز سرمایش و یا درجه روز گرمایش نموده‌اند.

۳ - روش تحقیق

روش تحقیق در این پژوهش، با استفاده از روابط ریاضی، مدل‌ها و شاخص‌های زیست‌اقليمی به کمک نرم‌افزارهای رایانه‌ای است که آسایش انسان را با توجه به ویژگی‌های محیط طبیعی و آب و هوایی منطقه مورد مطالعه که توانایی‌ها و محدودیت‌های طبیعی خاص خود را دارد، ارزیابی شده است. بدین منظور جهت دست یافتن به نتایج تحقیق مراحل زیر به ترتیب به اجرا درآمد:

۱. جمع‌آوری و آماده‌سازی داده‌های خام ایستگاه هواشناسی فرودگاه لامرد.

در ابتدا داده‌های اقلیمی مورد نیاز شامل دمای هوای خشک، فشار بخار، رطوبت نسبی، سرعت باد و میزان ابرناکی آسمان به تفکیک سری‌های زمانی روز، ماه و سال در ساعتهای ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ به وقت محلی ایستگاه فرودگاه لامرد مطابق دوره آماری در محیط نرم‌افزار Excel تهیه و تنظیم گردید.

^۱ - Matzarakis, A

۲. تهیه و نصب نرم‌افزار RayMan و انجام تنظیمات اولیه.

الف. سپس، مرحله بعدی با تهیه و نصب نرم‌افزار RayMan و انجام تنظیمات اولیه، اطلاعات پایه و متغیرهای مورد نیاز به درون نرم‌افزار وارد گردید. متغیرهای مورد نیاز در این مدل برای تعیین شاخص‌ها به چهار دسته تقسیم می‌شوند. متغیرهای موقعیتی شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع که موقعیت و ارتفاع ایستگاه فرودگاه لامرد بصورت ۲۷ درجه و ۲۸ دقیقه عرض جغرافیایی، ۵۲ درجه و ۱۷ دقیقه طول جغرافیایی و ۴۳۰ متر ارتفاع از سطح دریا وارد گردید.

ب. دسته دوم، متغیرهای هواشناسی که شامل دمای هوای خشک بر حسب درجه سانتی‌گراد، فشار بخار بر حسب هکتوپاسکال، رطوبت نسبی بر حسب درصد، سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه و میزان ابرناکی آسمان بر حسب اکتا مورد استفاده قرار گرفت. در همین رابطه لازم به ذکر است که میانگین داده‌های مورد نیاز هواشناسی در طول دوره آماری بصورت سری‌های زمانی ساعت ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ به وقت محلی ایستگاه مورد مطالعه و به تفکیک ماههای سال تنظیم و در مدل وارد گردید.

ج. دسته سوم از متغیرها شامل متغیرهای فردی به عنوان ویژگی‌های فیزیولوژیک مؤثر در مدل می‌باشند. در این مرحله حالات و ویژگی‌های فردی استاندارد مثل قد شامل ۱/۷۵ متر، وزن ۷۵ کیلوگرم، سن متوسط ۳۵ سال و جنسیت که مرد در نظر گرفته شد، وارد مدل گردید.

د. متغیرهای دسته چهارم شامل نوع پوشش و فعالیت می‌باشند. با توجه به اینکه داده‌های فیزیولوژیک، پوشش و نوع فعالیت بسیار متفاوت و متغیر است بنابراین طبق توصیه مدل و نظر محقق می‌توان مواردی را بصورت میانگین یا حالت استاندارد در نظر گرفت. بنابراین با توجه به شرایط کار و محیط، پوشش را معادل ۰/۹ و بر حسب کلو و فعالیت را ۸۰ بر حسب وات در نظر گرفته شد.

۳. ورود داده‌های اقلیمی به نرم‌افزار RayMan و ذخیره نتایج خروجی آن.

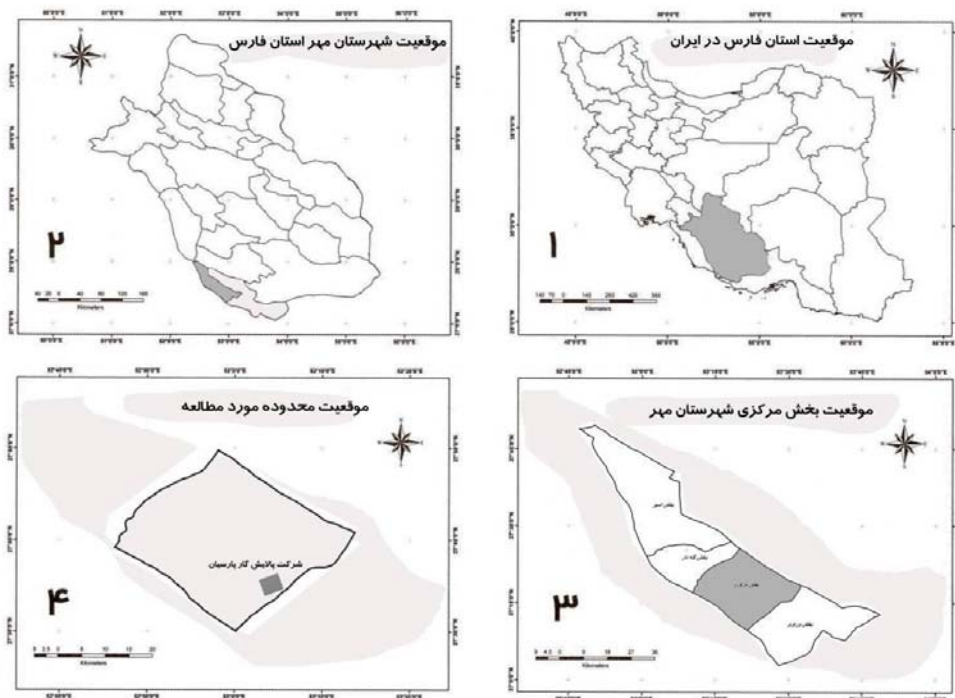
پس از تعریف متغیرها و وارد نمودن داده‌های اقلیمی به مدل، خروجی مدل بصورت مقادیر محاسبه شده برای هر کدام از شاخص‌های مورد نیاز دما - فیزیولوژیک PMV, PET, SET بدست آمد که نتایج حاصله از مدل دوباره به محیط نرم‌افزار Excel انتقال داده شد و با استفاده از قابلیت‌های ترسیمی نرم‌افزار Excel نمودارهای مربوط به هر مدل و به تفکیک ساعت، ماه، سال ترسیم شده است. در نهایت با جمع‌بندی کلی، نتایج حاصله در قالب یک ماتریس با ۳۶۵ ستون و سه سطر ارائه شده است. ستون‌های ماتریس تعداد روزهای سال و سطرهای آن‌ها مربوط به شاخص‌های دما- فیزیولوژیک PMV, PET و SET است. با توجه به طولانی بودن ماتریس‌ها و عدم ضرورت، ماتریس‌های مذکور در این جا ارائه نشده است.

۴ - معرفی منطقه مورد مطالعه

موقعیتی در محدوده شهرستان مهر قرار دارد، بنابراین ضروری است به خصوصیات و ویژگی‌های شهرستان مهر کلیاتی اشاره گردد. شهرستان مهر بین مدارهای ۵۲ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۲۷ درجه و ۴۲ دقیقه عرض

جنوبی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است و در منتهی‌الیه جنوبی استان فارس در فاصله ۵۰۰ کیلومتری از مرکز استان واقع گردیده است. وسعت این شهرستان ۲۳۴۵ کیلومتر مربع می‌باشد. مرتفع‌ترین نقطه آن با ۱۸۱۹ متر ارتفاع در کوه نر در ضلع شمالی شهرستان و پست‌ترین نقطه محدوده مورد مطالعه در بخشهایی در دشت منتهی به لامرد قرار دارد. ارتفاع متوسط در دشت برابر ۴۳۰ متر از سطح دریا قرار دارد. محدوده شهرستان مهر شامل دشت همواری با راستای شمال غربی - جنوب شرقی است که کوه‌های زاگرس دور تا دور آن را احاطه کرده است. از نظر تقسیمات سیاسی این شهرستان از شرق به بخش مرکزی شهرستان لامرد، از غرب به شهرستان جم و ریز در استان بوشهر، از شمال به بخش علامرودشت از توابع شهرستان لامرد و از جنوب به منطقه ویژه اقتصادی پارس جنوبی در استان بوشهر منتهی می‌شود. از لحاظ تقسیمات کشوری این شهرستان دارای چهار بخش بنام‌های وراوی، گله‌دار، اسیر و بخش مرکزی و دارای چهار شهر بنام شهرهای مهر، گله‌دار، وراوی و اسیر می‌باشد. مرکز این شهرستان، شهر مهر است که بر

اساس آمار سرشماری عمومی سال ۱۳۹۰ کل شهرستان دارای ۱۴۱۳۱ نفر جمعیت است.



شکل (۱): نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منبع: فرمانداری شهرستان مهر

۵ - نتیجه شاخص دما - رطوبت (THI)

شاخص دما رطوبت یا *THI* که به شاخص ناراحتی تام نیز معروف است، تغییرات دمای هوا از ۲۲ تا ۴۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی از ۲۵ تا ۸۵ درصد را بصورت جدولی ارائه می‌دهد که حالات و احساسات غالب بر روی آن نمایش می‌دهد. جدول شماره (۱) برای محاسبه شاخص ناراحتی تام بکار می‌رود.

جدول (۱): جدول راهنمای شاخص ناراحتی تام

		رطوبت نسبی (درصد)												
		۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵	۸۰	۸۵
دمای هوا (درجه سانتیگراد)	۴۲	۳۲	۳۲	۳۳	۳۳	۳۴	۳۴	۳۵	۳۵	۳۶	۳۶	۳۷	۳۷	۳۷
	۴۱	۳۱	۳۲	۳۲	۳۳	۳۳	۳۴	۳۴	۳۵	۳۵	۳۶	۳۶	۳۷	۳۷
	۴۰	۳۰	۳۱	۳۱	۳۲	۳۲	۳۳	۳۳	۳۴	۳۴	۳۵	۳۵	۳۶	۳۶
	۳۹	۳۰	۳۰	۳۱	۳۱	۳۲	۳۲	۳۳	۳۳	۳۴	۳۴	۳۵	۳۵	۳۶
	۳۸	۲۹	۳۰	۳۰	۳۱	۳۱	۳۱	۳۲	۳۲	۳۳	۳۳	۳۴	۳۴	۳۵
	۳۷	۲۸	۲۹	۲۹	۳۰	۳۰	۳۱	۳۱	۳۲	۳۲	۳۳	۳۳	۳۴	۳۴
	۳۶	۲۸	۲۸	۲۹	۲۹	۳۰	۳۰	۳۰	۳۱	۳۱	۳۲	۳۲	۳۳	۳۳
	۳۵	۲۷	۲۷	۲۸	۲۸	۲۹	۲۹	۳۰	۳۰	۳۰	۳۱	۳۱	۳۲	۳۲
	۳۴	۲۶	۲۷	۲۷	۲۸	۲۸	۲۹	۲۹	۲۹	۳۰	۳۰	۳۰	۳۱	۳۱
	۳۳	۲۶	۲۶	۲۷	۲۷	۲۷	۲۸	۲۸	۲۹	۲۹	۲۹	۳۰	۳۰	۳۰
	۳۲	۲۵	۲۵	۲۶	۲۶	۲۷	۲۷	۲۷	۲۸	۲۸	۲۹	۲۹	۲۹	۳۰
	۳۱	۲۴	۲۵	۲۵	۲۶	۲۶	۲۶	۲۷	۲۷	۲۷	۲۸	۲۸	۲۸	۲۹
	۳۰	۲۴	۲۴	۲۴	۲۵	۲۵	۲۶	۲۶	۲۶	۲۷	۲۷	۲۷	۲۸	۲۸
	۲۹	۲۳	۲۳	۲۴	۲۴	۲۵	۲۵	۲۵	۲۶	۲۶	۲۶	۲۷	۲۷	۲۷
	۲۸	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۴	۲۴	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۶	۲۶	۲۶
	۲۷	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۴	۲۴	۲۴	۲۵	۲۵	۲۵	۲۶
	۲۶	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۴	۲۴	۲۴	۲۵	۲۵
	۲۵	۲۰	۲۱	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۴	۲۴
	۲۴	۲۰	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳
	۲۳	۱۹	۱۹	۲۰	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲
۲۲	۱۸	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۲۰	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۲	

رنگ مشخصه	ردیف	حالت یا احساس غالب انسان
	۱	حالت آسایش
	۲	کمتر از ۵۰ درصد مردم احساس عدم آسایش دارند
	۳	بیشتر از ۵۰ درصد مردم احساس عدم آسایش دارند
	۴	بیشتر مردم احساس عدم آسایش دارند و شرایط روحی و جسمی خوبی ندارند
	۵	تمام مردم احساس عدم آسایش بسیار شدیدی دارند
	۶	شرایط اضطراری سلامتی و حتی خطر مرگ

منبع: مهندسین مشاور رویان (۱۳۸۸)

طراحی و ارائه این جدول به گونه‌ای است که مرزهای پائین‌تر و بالاتر دما و رطوبت را شامل نمی‌شود و این امر به این دلیل است که فرضاً رطوبت نسبی بیش از ۸۵ درصد نمی‌تواند با دمای بیش از ۳۴ درجه توأم باشد. اعداد داخل جدول شاخص تام می‌باشند و حدود تغییرات آن و استنتاج حاصل از نوسانات این شاخص در پائین جدول ارائه شده است. این شاخص که بر حسب درجه سانتی‌گراد بیان می‌شود را می‌توان دمای معادل نیز نامید. جدول شماره ۲-۵ طبقات شاخص تام برای توصیف احساس حرارتی افراد نشان می‌دهد.

جدول (۲): طبقات THI ارائه شده برای توصیف احساس حرارتی افراد

توصیف	میزان THI
کمتر از ۴۰-	فوق یخ‌زدگی
۲۰- تا ۳۹.۹-	یخ‌زدگی
۱۰- تا ۱۹.۹-	بی‌نهایت سرد
۹.۹- تا ۱۸-	خیلی سرد
۱۲.۹ تا ۱.۷-	سرد
۱۴.۹ تا ۱۳	خنک
۱۹.۹ تا ۱۵	آسایش
۲۵.۹ تا ۲۰	گرم
۲۹.۹ تا ۲۶	خیلی گرم
بیشتر از ۳۰	داغ

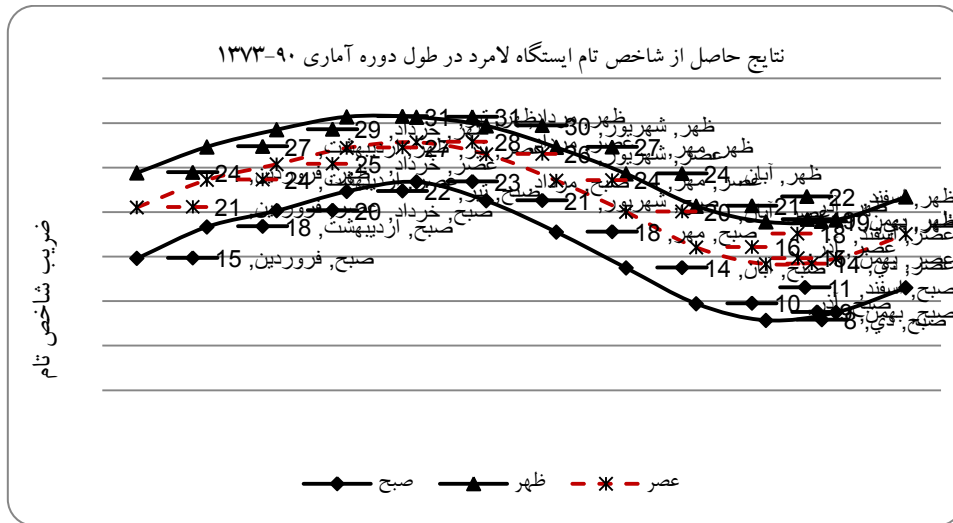
منبع: ذوالفقاری، ۱۳۸۹

جدول (۳): نتایج حاصل از محاسبه شاخص تام در ایستگاه لامرد در دوره آماری ۹۰-۱۳۷۳

ماه زمان	اردیبهشت	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر
صبح	۱۵	۱۸	۲۰	۲۲	۲۳	۲۱	۱۸	۱۴	۱۰	۸	۹	۱۱
ظهر	۲۴	۲۷	۲۹	۳۱	۳۱	۳۰	۲۷	۲۴	۲۱	۱۹	۱۹	۲۲
عصر	۲۱	۲۴	۲۵	۲۷	۲۸	۲۶	۲۴	۲۰	۱۶	۱۴	۱۵	۱۸

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از محاسبه شاخص دما - رطوبت به روش تام در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که وضعیت آسایش اقلیمی در ساعات اولیه روز و به هنگام طلوع خورشید به گونه‌ای است که طی ماه‌های مهر تا خرداد شرایط آسایش اقلیمی وجود دارد و ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند شرایط سرد حاکم است. هنگام ظهر ماه‌های دی و بهمن شرایط آسایش وجود دارد و ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور شرایط داغ حاکم است، به گونه‌ای که تمام مردم در این ماه‌ها احساس عدم آسایش شدیدی دارند و شرایط روحی و جسمی خوبی ندارند. در این وقت روز در ماه‌های اردیبهشت و مهر شرایط خیلی گرم حاکم است. در ساعات پایانی روز در ماه‌های تیر و مرداد شرایط خیلی گرم حاکم است و اکثر مردم در این ماه‌ها احساس عدم آسایش شدیدی دارند.



شکل (۲): نتایج شاخص نام در ایستگاه لامرد طی دوره آماری ۱۳۷۳-۹۰

در ماه‌های آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند شرایط آسایش اقلیمی وجود دارد. سایر ماه‌های سال نیز شرایط گرم وجود دارد. نکته بسیار حائز اهمیت این است که در هنگام ظهر و به‌خصوص در ماه‌های تیر و مرداد که ضریب شاخص نام از مرز ۳۱ بیشتر شود، در چنین ساعاتی سلامتی مردم بواسطه احساس بسیار شدید عدم آسایش مشاهده می‌گردد که تحت عنوان «حالت اضطراری» شناخته می‌شود که حتی می‌تواند خطر مرگ را هم بهمراه داشته باشد.

۶ - محاسبه شاخص‌های PMV, SET, PET با استفاده از نرم افزار RayMan

با توجه به پیچیدگی معادلات و وقت‌گیر بودن محاسبات مربوط به مدل‌های ذکر شده، بنابراین از قابلیت محاسباتی مدل RayMan بدین منظور استفاده شده و با مقایسه جداول راهنمای مقادیر آستانه شاخص‌های مربوطه در درجات حساسیت مختلف انسان نتایج در قالب جداولی ارائه گردیده است. جدول شماره (۴) مقادیر آستانه شاخص‌های PMV, PET و جدول شماره (۵) مقادیر آستانه شاخص SET در درجات مختلف حساسیت انسان ارائه شده است.

جدول (۴): راهنمای مقادیر آستانه شاخص‌های PET و PMV در درجات مختلف حساسیت انسان

رنگ مشخصه	PMV	PET(°c)	حساسیت حرارتی	درجه تنش فیزیولوژیک
	-	-	خیلی سرد	تنش سرمای بسیار شدید
	-۳	۴	سرد	تنش سرمای شدید
	-۲	۸	خنک	تنش سرمای متوسط
	-۱	۱۳	کمی خنک	تنش سرمای اندک
	۰	۱۸	راحت	بدون تنش سرما
	+۱	۲۳	کمی گرم	تنش گرمای اندک
	+۲	۲۹	گرم	تنش گرمای متوسط
	+۳	۳۵	خیلی گرم	تنش گرمای شدید
		۴۱	داغ	تنش گرمای بسیار شدید

جدول (۵): راهنمای مقادیر آستانه شاخص SET در درجات مختلف حساسیت انسان

رنگ مشخصه	ضریب SET	ضریب آسایش
	بیشتر از ۳۰	فوق العاده گرم
	۳۰ تا ۲۷.۵	شرجی
	۲۷.۵ تا ۲۵.۶	خیلی گرم
	۲۵.۶ تا ۲۲.۲	گرم
	۲۲.۲ تا ۱۷.۸	آسایش
	۱۷.۸ تا ۱۵.۵	خنک
	۱۵.۵ تا ۱.۶۷	خیلی خنک
	۱۰- تا ۱.۶۷	سرد
	۲۰- تا ۱۰-	خیلی سرد
	کمتر از ۲۰-	فوق العاده سرد

منبع: ساری‌صراف و همکاران، ۱۳۸۹

بدین ترتیب نتایج حاصله از محاسبه میانگین شاخص‌ها مربوط به هر کدام از سری‌های زمانی ساعت ۶ مطابق جدول شماره (۶) ساعت ۹ مطابق جدول شماره (۷) ساعت ۱۲ مطابق جدول شماره (۸) و ساعت ۱۵ مطابق جدول شماره (۹) تهیه و تنظیم شده است.

جدول (۶): میانگین نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌ها برای ساعت ۶ در منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام شاخص	ماه‌های سال											
		اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مهر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی
۱	شاخص SET	۲۲.۸۶	۳۰.۰۵	۳۴.۸۶	۳۶.۸۰	۳۷.۰۷	۳۵.۰۸	۳۰.۸۴	۲۳.۶۱	۱۶.۳۶	۱۲.۲۸	۱۱.۵۳	۱۵.۶۹
۲	شاخص PET	۳۰.۰۲	۳۷.۷۴	۴۳.۳۹	۴۵.۲۴	۴۴.۸۲	۴۲.۲۳	۳۷.۵۱	۳۰.۴۶	۲۳.۸۲	۲۰.۷۷	۲۰.۲۳	۲۴
۳	شاخص PMV	۱.۰۶	۳.۲۶	۴.۵۷	۵.۰۱	۴.۹۴	۴.۲۷	۳.۰۲	۱.۰۷	-۰.۷۹	-۱.۸۱	-۱.۹۱	-۰.۷۸

جدول (۷): میانگین نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌ها برای ساعت ۹ در منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام شاخص	ماه‌های سال											
		اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مهر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی
۱	شاخص SET	۲۲.۱۹	۳۰.۱۷	۳۵.۸۲	۳۷.۶۰	۳۷.۳۸	۳۴.۶۸	۳۲.۲۸	۲۵.۴۹	۱۹.۲۰	۱۴.۰۱	۱۳.۰۳	۱۶.۵۴
۲	شاخص PET	۲۹.۳۱	۳۹.۶۱	۴۶.۰۷	۴۷.۵۸	۴۷.۰۱	۴۳.۱۸	۳۹.۸۷	۳۲.۰۸	۲۵.۷۸	۲۱.۵۳	۲۱.۱۱	۲۴.۱۰
۳	شاخص PMV	۱.۳۴	۳.۸۰	۵.۲۴	۵.۶۵	۵.۵۵	۴.۶۸	۳.۸۵	۱.۸۸	۰.۱۳	-۱.۰۶	-۱.۲۴	-۰.۲۴

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۸): میانگین نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌ها برای ساعت ۱۲ در منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام شاخص	ماه‌های سال											
		اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مهر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی
۱	شاخص SET	۲۴.۴۳	۳۱.۹۷	۳۷.۳۲	۳۹.۸۱	۳۹.۶۶	۳۶.۲۵	۳۱.۱۶	۲۵.۱۰	۲۰.۴۸	۱۵.۵۸	۱۵.۵۹	۱۸.۵۷
۲	شاخص PET	۳۲.۲۶	۴۳.۸۷	۵۱.۷۸	۵۴.۵۸	۵۳.۶۷	۴۸.۳۷	۴۰.۶۹	۳۲.۳۷	۲۷.۵۶	۲۳.۴۳	۲۳.۵۵	۲۶
۳	شاخص PMV	۲.۱۵	۴.۶۹	۶.۲۱	۶.۷۹	۶.۷۹	۵.۷۵	۴.۱۲	۲.۰۹	۰.۵۰	-۰.۶۸	-۰.۵۹	۰.۴۰

منبع: یافته‌های تحقیق

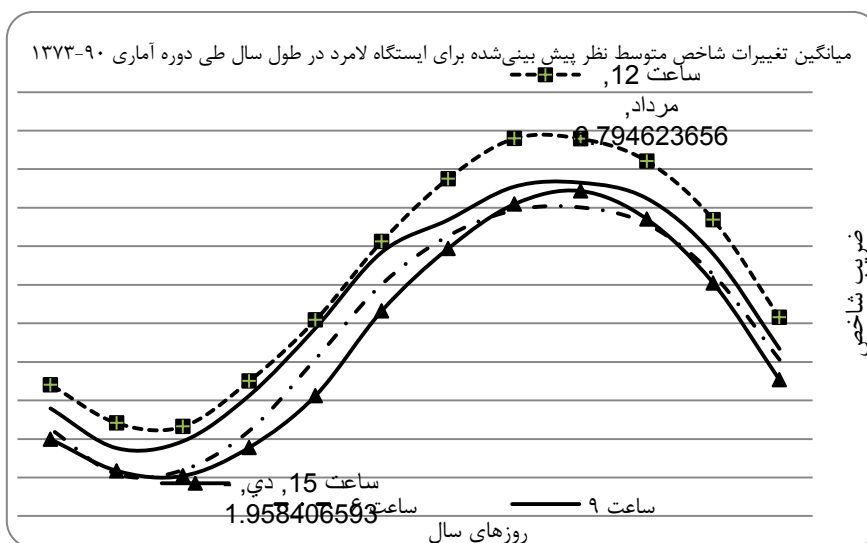
جدول (۹) میانگین نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌ها برای ساعت ۱۵ در منطقه مورد مطالعه (منبع: یافته‌های تحقیق)

ردیف	نام شاخص	ماه‌های سال											
		فروردین	اردیبهشت	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر
۱	شاخص SET	۱۲.۸۳	۱۰.۰۷	۹.۸۹	۱۲.۷۲	۱۷.۵۹	۲۵.۵۷	۳۰.۵۸	۳۴.۱۴	۳۵.۱۱	۳۲.۳۵	۲۶.۶۷	۱۸.۴۴
۲	شاخص PET	۲۰.۹۹	۱۸.۸۱	۱۸.۲۳	۲۰.۳۹	۲۴.۶۶	۳۲.۶۳	۳۹.۴۱	۴۴.۷۷	۴۶.۷۵	۴۳.۴۰	۳۵.۵۷	۲۵.۷۴
۳	شاخص PMV	-۱.۰۲	-۱.۸۳	-۱.۹۶	-۱.۲۲	۰.۱۲	۲.۳۲	۳.۹۴	۵.۰۹	۵.۴۳	۴.۷۰	۳.۰۴	۰.۵۳

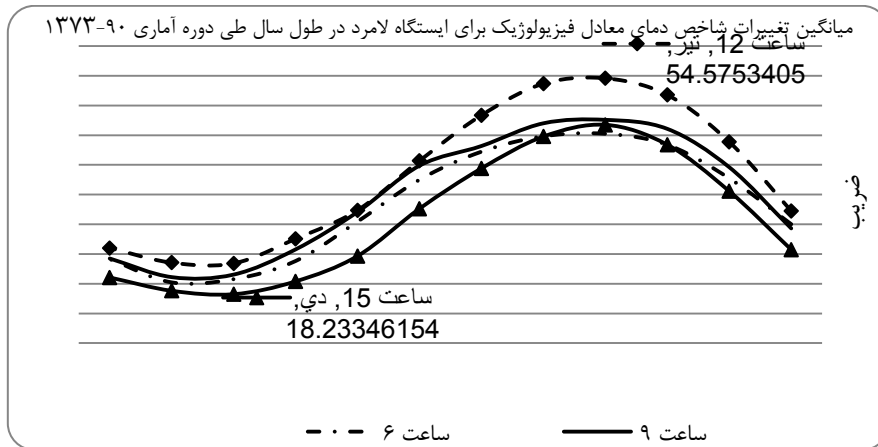
منبع: یافته‌های تحقیق

۷- توزیع زمانی شرایط زیست اقلیمی

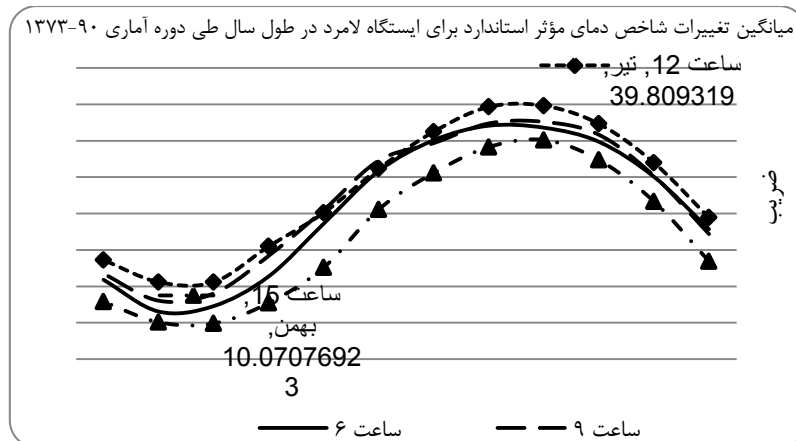
بر حسب جداول حاصله و خلاصه نتایج مشترک بدست آمده از محاسبه شاخص‌های زیست اقلیمی به روش‌های SET, PMV, PET در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که برای ساعت ۶ و ۹ صبح در ماه‌های دی و بهمن شرایط آسایش اقلیمی حاکم است و در ساعت ۱۵ در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند این شرایط حاکم است. در ساعت ۶ و بر اساس نتایج حاصل از شاخص‌های SET, PMV ماه‌های آذر و اسفند شرایط آسایش زیست اقلیمی در منطقه مورد مطالعه برقرار است. در ساعت ۹ بر اساس نتایج حاصل از شاخص SET ماه‌های فروردین، آذر و اسفند و بر اساس نتایج حاصل از شاخص PMV ماه‌های آذر و اسفند این شرایط حاکم است. در ساعت ۱۲ و بر اساس نتایج حاصل از شاخص‌های SET, PMV ماه‌های دی و بهمن و بر اساس نتایج حاصل از شاخص SET ماه‌های آذر و اسفند نیز شرایط آسایش اقلیمی برقرار است. در ساعت ۱۵ و بر اساس نتایج حاصل از شاخص SET ماه‌های آبان و فروردین و بر اساس نتایج حاصل از شاخص PMV آبان ماه شرایط آسایش برقرار است. نمودارهای شماره ۳ تا ۸ نتایج حاصله از محاسبه این شاخص‌ها که بوسیله نرم‌افزار Excel تهیه و تنظیم شده، در طول ماه‌ها و روزهای سال و به تفکیک ساعت‌های زمانی ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ ارائه شده است.



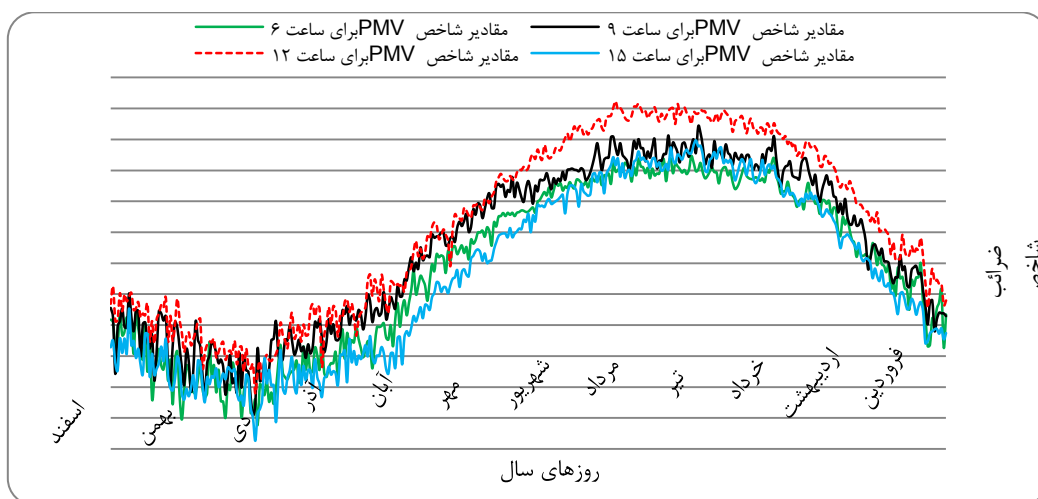
شکل (۳): نمودار میانگین تغییرات مقادیر شاخص PMV برای ایستگاه لامرد در طول دوره آماری ۱۳۷۳-۹۰



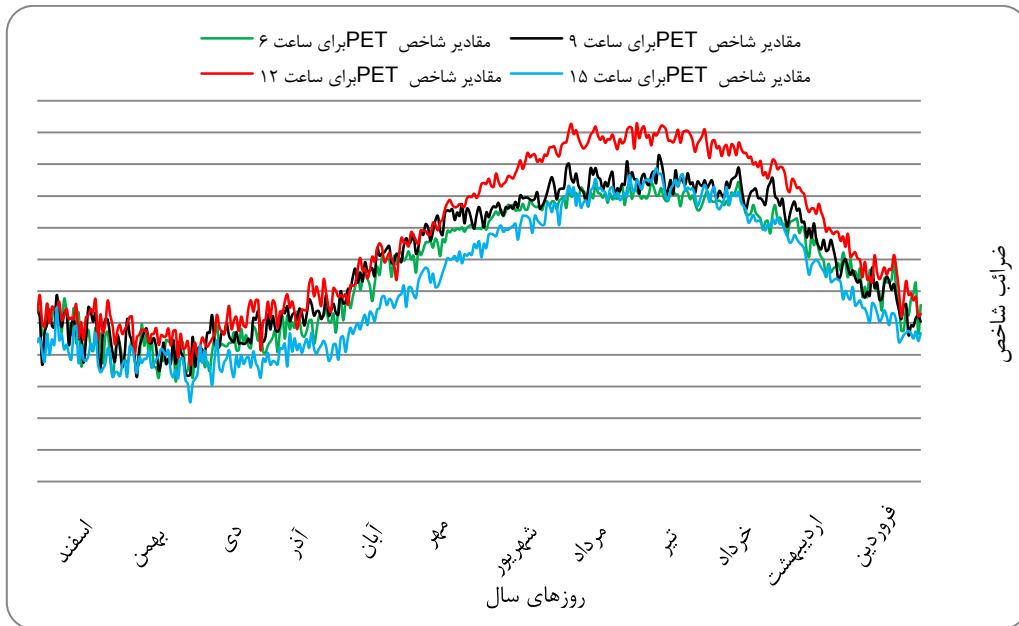
شکل (۴): میانگین تغییرات مقادیر شاخص PET برای ایستگاه لامرد در طول دوره آماری ۹۰-۱۳۷۳



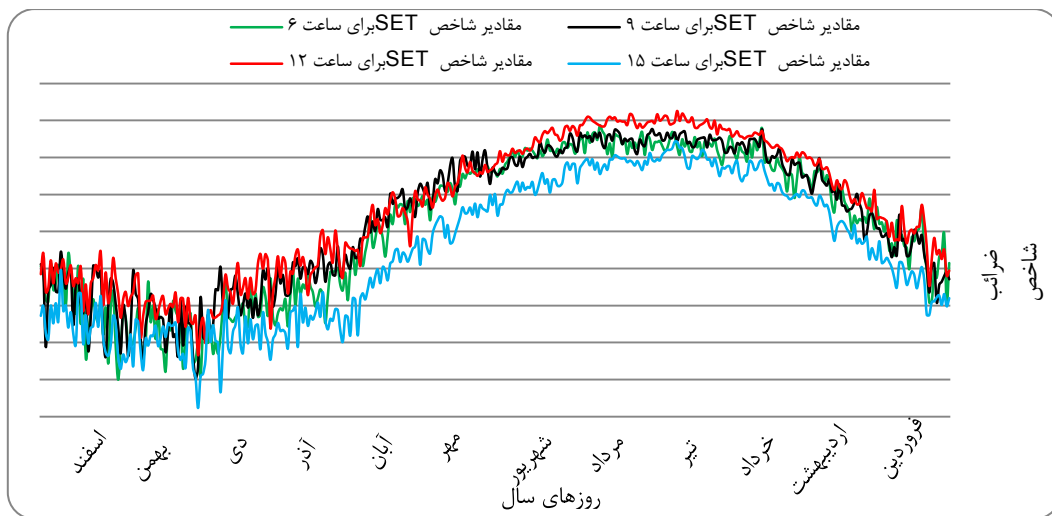
شکل (۵): نمودار میانگین تغییرات مقادیر شاخص SET برای ایستگاه لامرد در طول دوره آماری ۹۰-۱۳۷۳



شکل (۶): نمودار میانگین تغییرات شاخص PMV برای ایستگاه لامرد در روزهای سال طی دوره آماری ۹۰-۱۳۷۳



شکل (۷): نمودار میانگین تغییرات شاخص PET برای ایستگاه لامرد در روزهای سال طی دوره آماری ۹۰-۱۳۷۳



شکل (۸): نمودار میانگین تغییرات شاخص SET برای ایستگاه لامرد در روزهای سال طی دوره آماری ۹۰-۱۳۷۹

۸ - نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج حاصله و ارزیابی شاخص‌های دما - فیزیولوژیک بکار رفته در این تحقیق نشان می‌دهد که دوره مطلوب اقلیم آسایشی در منطقه مورد مطالعه منطبق بر ماههای سرد سال است و در ماههای گرم سال شرایط نامساعد اقلیمی شدت می‌یابد. به گونه‌ای که بر اساس شاخص تام در اوایل صبح از ماههای مهر تا خرداد شرایط مساعد اقلیمی حاکم است ولی این شرایط به هنگام ظهر تغییر کرده و به ماههای آبان تا اردیبهشت محدود می‌شود. در ساعات نزدیک به ظهر این شرایط به حالت محسوس‌تر تغییر پیدا می‌کند. به گونه‌ای که بر اساس این شاخص از ماههای خرداد تا شهریور دلیل قرار گرفتن در شرایط اضطراری و شدت شرایط نامساعد زیست اقلیمی، می‌تواند حتی خطر

مرگ را به همراه داشته باشد. بر اساس این شاخص در ساعات بعد از ظهر تنها دی ماه شرایط آسایش زیست‌اقليمی برقرار است.

۱. پیشنهاد می‌شود با توجه به نتایج حاصله از این تحقیق، کارفرما برنامه زمان‌بندی کاری خصوصاً برای کارگرانی که در ماه‌های گرم سال در فضای آزاد مشغول بکار هستند در ساعاتی که آسایش اقلیمی بیشتری وجود دارد، تغییر دهد. این امر هم موجب رضایتمندی بیشتر کارکنان شده و هم باعث بهره‌وری بیشتر نیروی انسانی می‌گردد. مثل کارگران فضای سبز، که ناچاراً در ماه‌های گرم مدت زمان بیشتری در محیط آزاد مشغول بکار شوند.

۲. پیشنهاد می‌شود موضوع ملاحظات زیست‌اقليمی که بیشتر سلامت انسان را همراه دارد، علاوه بر مخاطرات شغلی و زیست‌محیطی در دستور کار واحد بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE) شرکت پالایش گاز پارسیان و همچنین پیمانکاران مجری کار قرار گرفته و به صورت دستورالعمل‌هایی مورد توجه قرار گیرد.

۳. پیشنهاد می‌شود زمان تعمیرات اساسی در پالایشگاه گاز پارسیان که طبق برنامه زمان‌بندی شده قبلی در ماه‌های گرم سال توسط کارگران تعمیرات انجام می‌پذیرد، به ماه‌هایی که دمای هوا خنک‌تر است موکول گردد. توصیه می‌شود حداقل از مهرماه شروع و تا پایان آبان‌ماه خاتمه یابد.

۴. پیشنهاد می‌شود با استفاده از افزایش طول مدت دوره آماری و مطالعه شاخص‌های بیشتر بر اساس مدل‌های زیست‌اقليمی جهت شناخت بیشتر آسایش اقلیمی مطالعاتی صورت پذیرد.

منابع

احمدی، محمود (۱۳۹۰). تحلیل آسایش انسان از نظر عوامل اقلیمی در استان تهران. فصل‌نامه علمی-پژوهشی انجمن جغرافیای ایران. دوره جدید. سال نهم. شماره ۲۹.

جهان‌بخش، سعید (۱۳۷۷). ارزیابی زیست‌اقليم انسانی تبریز و نیازهای حرارتی ساختمان. فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۴۸. ص ۶۷-۶۸.

ذوالفقاری، حسن (۱۳۸۶). تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژیک و نظر متوسط پیش‌بینی شده. مجله پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۶۲. ص ۱۴۱-۱۲۹.

ذوالفقاری، حسن (۱۳۸۹). آب و هواشناسی توریسم. تهران. انتشارات سمت.

رستگار، ابراهیم (۱۳۸۸). اثر بخشی طرح و پروژه‌های عمرانی در توسعه کالبدی- فضایی سکونت‌گاه‌های روستایی (مطالعه موردی: بخش وراوی شهرستان مهر استان فارس). پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا. دانشگاه شهید بهشتی تهران. دانشکده علوم زمین. به راهنمایی دکتر عباس سعیدی.

ساری صراف، بهروز و همکاران (۱۳۸۹). تعیین مناسب‌ترین شاخص RayMan برای مطالعه اقلیم آسایش در شمال استان آذربایجان غربی. مقالات ارائه شده در چهارمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران. تهران. مجله فیزیک فضا. صفحات ۱۰۵-۱۰۰. سایت اینترنتی اداره هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری.

اداره کل هواشناسی استان فارس (۱۳۹۱). آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک لامرد. <http://www.farsmet.ir/> سایت اینترنتی پالایشگاه گاز پارسیان.

علیجانی، بهلول (۱۳۷۹). آب و هوای ایران. چاپ چهارم. تهران. انتشارات پیام نور.

- قنبری، عبدالرسول و همکاران (۱۳۸۹). نگرشی بر ارزیابی آسایش انسانی در شهر لار با توجه به شاخص‌های زیست‌اقلیمی. فصل‌نامه جغرافیای طبیعی. سال سوم. شماره ۱۰.
- کاویانی، محمدرضا (۱۳۷۲). بررسی و تهیه نقشه زیست‌اقلیم ایران. فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۲۸. ص ۷۸.
- کاویانی، محمدرضا و بهلول علیجانی (۱۳۷۹). مبانی آب و هواشناسی. چاپ هفتم. تهران. انتشارات سمت.
- محمدی، حسین و علی سعیدی (۱۳۸۷). شاخص‌های زیست‌اقلیمی مؤثر بر ارزیابی آسایش انسانی (مطالعه موردی: شهر قم). مجله محیط‌شناسی. دانشگاه تهران. سال ۳۴. شماره ۴۷. ص ۸۶-۷۳.
- مهندسین مشاور رویان (۱۳۸۸). پروژه احداث فضای سبز پالایشگاه گاز پارسیان. شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران. نشریه شماره ۳۱. جلد دوم. مطالعات پایه.

- Matzarakis, A. (2001), Assessing climate for tourism purpose: existing methods and tools for the thermal complex. Proceeding of the 1st International Workshop on Climate and Tourism and Recreation. International Society of Biometeorology, pp. 171-184 (08)
- Matzarakis, A. (2001), Climate and Bioclimate information for tourism in Greece. Proceeding of the 1st International Workshop on Climate and Tourism and Recreation. International Society of Biometeorology, pp. 171-184. (01)
- Matzarakis, A. and Rutz, F. (2007), RayMan: A tools for tourism and applied Climatology. A tourism and climate approach for forest areas. Development in Tourism Climatology. Meteorological Institute University of Freiburg, Freiburg Germany. (03)
- Mayer, H. and Matzarakis, A. (2003), Human-Biometeorological Assessment of the Urban Climate: Methods, Deficiencies. Meteorological Institute, University of Freiburg Press, Germany. (09)
- Matzarakis, A., Mayer, H., Iziomon, M.G. (1999) Applications oa universal thermal index: physiological equivalent temperature, Int. J. Biometeorol. 43: 76-84
<http://www.mif.uni-freiburg.de/rayma>
<http://www.weblakes.com/lakewrpl.html>

