

# آمایش سرزمین بر مبنای پتانسیل‌های هواشناسی زیست انسانی چندین نمونه از شهرهای ایران

غلامرضا روشن\*

استادیار، گروه جغرافیا، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران

(دریافت: ۹۴/۱۰/۲۰، پذیرش نهایی: ۹۵/۳/۲۵)

## چکیده

آمایش سرزمین علمی است که با توجه به ویژگی‌های اکولوژیک سرزمین و شرایط اقتصادی-اجتماعی آن، نوع استفاده بهینه از سرزمین را مشخص می‌سازد. در این پژوهش بر پایه اصول آمایش سرزمین و به منظور شناسایی پتانسیل‌های هواشناسی زیست انسانی ایران، به عنوان یک سرمایه اقتصادی، از روش متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده (Predicted Mean Vote) استفاده شد. جهت محاسبه این شاخص از ۴ مؤلفه متوسط دما، رطوبت نسبی، سرعت باد و ابرناکی در مقیاس روزانه در ۴۰ ایستگاه ایران و برای سری زمانی ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰ استفاده شد. نتایج این تحقیق بر مبنای میانگین درازمدت ماهانه نشان داد که بیشینه درصد فراوانی ایستگاه‌های دارای شرایط زیست اقلیمی خیلی گرم تا داغ به فراوانی ۹۰ درصد ایستگاه‌ها، به ماه جولای و بیشینه شرایط سرد تا خیلی سرد با فراوانی ۶۲/۵ درصد ایستگاه‌ها به ژانویه اختصاص یافته است. از طرف دیگر در ماه اکتبر بیشینه ایستگاه‌های کشور با ۴۰ درصد از فراوانی‌ها آسایش حرارتی را تجربه کرده‌اند. اما آمار درازمدت روزانه مؤید این حقیقت است که چاهار با ۱۸ درصد، اهواز با ۲۸ درصد و همدان با ۳۰/۵ درصد از فراوانی ایام، به ترتیب بیشینه طبقه آسایش، داغ و خیلی سرد را در مقایسه با سایر ایستگاه‌های کشور داشته است. در نهایت یافته‌های این تحقیق، ظرفیت‌ها و عوامل بازدارنده آسایش حرارتی را برای مناطق مختلف کشور نشان می‌دهد که این می‌تواند نقش مؤثری در ارائه برنامه‌ریزی‌های ارزیابی توان و آمایش سرزمین ایفا کند.

واژه‌های کلیدی: آمایش سرزمین، آسایش حرارتی، ایران، توسعه پایدار، شاخص PMV، هواشناسی زیستی.

## ۱. مقدمه

از مسائل مهم و کلیدی که در کنار برنامه‌ریزی‌های کلان و بخشی باید مستقلاً به آن پرداخت، «برنامه‌ریزی آمایش سرزمین» و «برنامه‌ریزی منطقه‌ای» است. برنامه‌ریزی آمایش سرزمین، روند جامعی از برنامه‌ریزی منطقه‌ای را ارائه می‌کند. این شکل از برنامه‌ریزی برای به‌کارگیری برنامه‌ریزی منطقه‌ای در سطح یک کشور، بهترین مکمل برای برنامه‌ریزی کلان و بخشی است. برنامه‌ریزی آمایش سرزمین چون با دیدی وسیع و همه‌جانبه به فضای ملی نگاه می‌کند، همه مناطق کشور را با حوصله و دقت و از جهات مختلف مورد مطالعه و شناسایی قرار می‌دهد. سپس بر اساس توانمندی‌ها، قابلیت‌ها و استعدادها هر منطقه با توجه به یکنواختی و هماهنگی تأثیرات نتایج عملکردهای ملی آن‌ها در سطح ملی، نقش و مسئولیت خاصی را به هر منطقه محول می‌کند. مهم‌ترین خصوصیات آمایش سرزمین، جامع‌نگری، دوراندیشی، کل‌گرایی، کیفیت‌گرایی و

سازماندهی فضای کشور است. هدف آمایش سرزمین، توزیع بهینه جمعیت و فعالیت در سرزمین است، به گونه‌ای که هر منطقه متناسب با قابلیت‌ها، نیازها و موقعیت خود از طیف مناسبی از فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی برخوردار باشد و جمعیتی متناسب با توان و ظرفیت اقتصادی خود بپذیرد. به عبارت دیگر، هدف کلی آمایش سرزمین عبارت است از سازماندهی فضا به منظور بهره‌وری مطلوب از سرزمین در چارچوب منافع ملی (آسایش، ۱۳۷۵؛ مخدوم، ۱۳۸۱؛ زیاری، ۱۳۸۳). به هر حال یکی از اجزاء جدایی‌ناپذیر در اجرای طرح‌های آمایش سرزمین توجه به پتانسیل‌ها و محدودیت‌های هواشناسی و آب‌وهوایی مناطق مختلف است. به گونه‌ای که بسیاری از فعالیت‌های اجتماعی-اقتصادی نظیر تأثیر آب‌وهوا در کشاورزی، مکان‌گزینی کارخانه‌ها، صنایع و فرودگاه‌ها، نقش آن در تعیین مناطق دارای پتانسیل‌های انرژی بادی و خورشیدی و ...

به رفتار و الگوی درازمدت این شاخص مهم وابسته است. جدا از نقش آب و هوا در کاربری‌های گفته شده، بسیاری از فعالیت‌ها و صنایع نظیر صنعت گردشگری و حتی میزان عرضه و تقاضای انرژی خنک‌کنندگی و گرمایش سکونتگاه‌های انسانی به شدت به رفتار و الگوهای آب و هوایی هر منطقه وابسته است که این در راستای مطالعه شاخه‌ای خاص از علم هواشناسی تحت عنوان هواشناسی زیستی و اقلیم-گردشگری است. از طرف دیگر اهمیت این موضوع بر کسی پوشیده نیست که از نتایج ارزیابی‌های توان بومشناختی در هر منطقه جهت آمایش سرزمین، تکیه بر پتانسیل‌های اقلیم-گردشگری و همچنین برآورد میزان تقاضا و عرضه انرژی گرمایشی و سرمایشی بوده که متأسفانه کمتر مورد توجه مسئولان و مدیران است. ارتباط تنگاتنگ انسان با مؤلفه حرارتی محیط اطرافش کاملاً مشهود است و به فعالیت‌های روزانه هر فرد مربوط می‌شود. از این روست که مسائل مربوط به آسایش، عدم آسایش اقلیمی و تأثیر آن بر سلامت انسان از دلایلی هستند که سبب شده تا ارزیابی و پایش محیط حرارتی به صورت مؤثر و عملی به عنوان یکی از اساسی‌ترین موضوعات در هواشناسی زیستی انسانی مطرح باشد.

شناخت انسان در زمینه آب و هوا و آسایش قدمتی دیرینه دارد به گونه‌ای که حدود ۲۵۰۰ سال پیش بقراط در نوشته‌های خود از تفاوت‌های ناحیه‌ای آب و هوا و ارتباط آن با سلامت روحی و جسمی انسان‌ها بحث کرده است (ماتزاراکیس، ۲۰۰۱). غالباً صنعت گردشگری و بسیاری از فعالیت‌های افراد در محیط خارج، رابطه نزدیکی با آسایش و عدم آسایش اقلیمی دارد. بر این اساس بهترین شرایط حرارتی برای فعالیت‌های افراد در محیط بیرون را می‌توان موقعی دانست که فرد بدون کوشش و تلاش زیاد بتواند توازنی منطقی بین گرمای حاصل شده در بدن و گرمای ازدست‌رفته برقرار کند. بر مبنای یافته‌های آلو و همکاران (۲۰۰۳) محدوده آسایش وضعیتی است که در آن حدود ۸۰ درصد از مردم احساس راحتی کنند. از نظر آلو شش متغیر اصلی زیست اقلیمی عبارتند از دمای هوا، رطوبت، تابش، جریان هوا،

پوشش و سطح فعالیت افراد؛ البته فاکتورهای دیگری از قبیل سن، جنس، فرم بدن، وضعیت سلامتی، رژیم غذایی، رنگ، لباس، سازش با آب و هوای محیط و... بر سطح آسایش تأثیرگذار هستند (آلو و همکاران، ۲۰۰۳). به بیان دیگر ماتهای و همکاران (۲۰۰۴) معتقدند که آسایش انسان فقط بر اساس متغیرهای هوا و اقلیم تعیین نمی‌شود زیرا به طور کلی می‌توان دو دسته از متغیرهای اصلی را در تعیین آسایش حرارتی یک فرد مؤثر دانست. یک دسته از این عوامل شامل مؤلفه‌های محیطی نظیر دمای هوا، سرعت باد، رطوبت هوا و متوسط دمای تابشی است و عوامل دسته دوم شامل نوع کار، فعالیت و مقاومت حرارتی لباس افراد است و تحت عنوان عوامل شخصی معرفی می‌شود. همان‌گونه که پیش‌تر ذکر گردید ارزیابی آسایش حرارتی انسان، موضوع جدیدی نیست زیرا انسان همیشه به دنبال این بوده است که روش‌هایی را برای ارزیابی احساس سرما یا گرما ابداع کند. در واقع یکی از اهداف اصلی زیست اقلیم انسانی تمرکز بر روی تولید شاخص‌هایی است که با عوامل حرارتی پیچیده بدن انسان ترکیب شده باشند (پارسون، ۱۹۹۳؛ آلوسیمز و ددیر، ۱۹۹۷). بر این اساس شاخص‌های زیست اقلیمی ساده تا پیچیده‌ای با توجه به ضعف و امتیازات خود توسط محققان بسیاری از اواسط قرن بیستم ارائه شده است (اولگی، ۱۹۵۳؛ ترجونگ، ۱۹۶۸؛ فانگر، ۱۹۷۲؛ لندزبرگ، ۱۹۷۲؛ استیدمن، ۱۹۷۹؛ گیگ و همکاران، ۱۹۸۶؛ میکزکوفسکی، ۱۹۸۵؛ هوآپ، ۱۹۹۳؛ تیف، ۱۹۹۷؛ پارسون، ۲۰۰۳) که بر مبنای این شاخص‌ها مطالعات و پژوهش‌های بی‌شماری در سرتاسر دنیا انجام پذیرفته است (آبگ و همکاران، ۱۹۹۸؛ زاینویک، ۲۰۰۱؛ ام سی گری گور و همکاران، ۲۰۰۲؛ ایی یان، ۲۰۰۵؛ سنگیز و همکاران، ۲۰۰۸؛ ماتزاراکیس و همکاران، ۲۰۱۰؛ دال من و صالح، ۲۰۱۱؛ کیم و همکاران، ۲۰۱۳؛ باسارین و همکاران، ۲۰۱۵). با توجه به تنوع شاخص‌های حرارتی، آبگ (۱۹۹۸) تمام شاخص‌های آسایش‌های حرارتی را به سه گروه اصلی شاخص‌های مقدماتی و ساده، شاخص‌های ترکیبی و شاخص‌های زیست اقلیمی تقسیم کرده است.

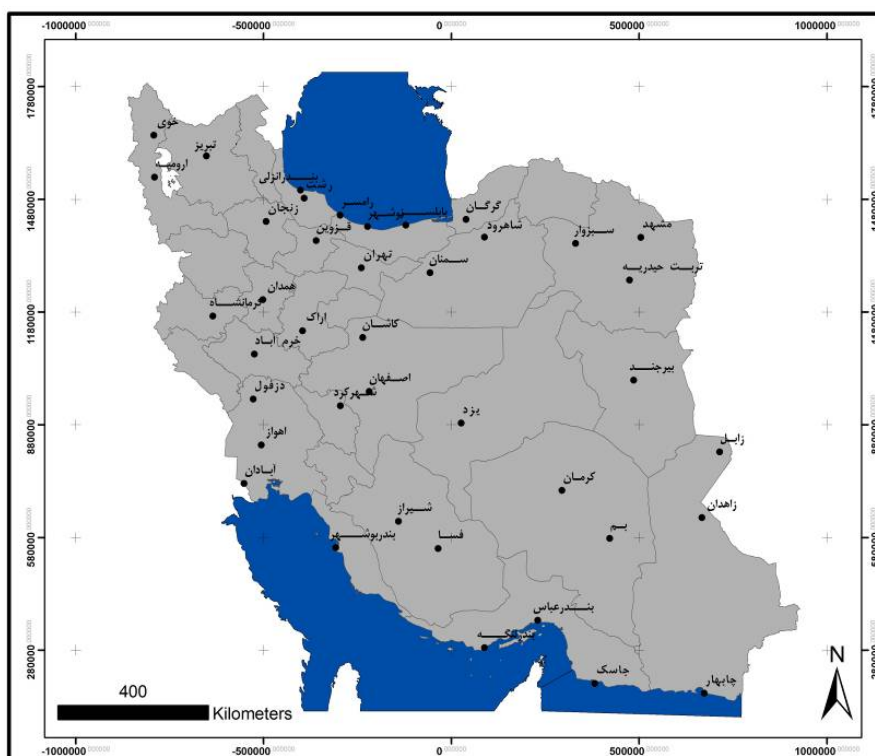
آب‌وهوایی برخوردار است. این عوامل باعث می‌شود که مناطق مختلف ایران از لحاظ مقیاس زمانی و مکانی دارای تنوع شرایط زیست اقلیمی باشند. نتیجه مطالعات برای ایران به نوعی بیان‌کننده این واقعیت برای این کشور است (فرج‌زاده و ماتزاراکیس، ۲۰۰۹؛ دلاور و همکاران، ۲۰۱۲؛ فرج‌زاده و ماتزاراکیس، ۲۰۱۲؛ رضانی‌پور و بهزادمقدم، ۲۰۱۳؛ صفایی‌پور و همکاران، ۲۰۱۳؛ اسماعیلی و فلاح قالهری، ۲۰۱۴a؛ روشن و همکاران، ۲۰۱۵؛ مختاری و انوری، ۲۰۱۵). هرچند مطالعات مختلفی در خصوص پهنه‌بندی زیست اقلیمی ایران انجام پذیرفته است، اما ضعف اساسی در این کارها تکیه بر داده‌های ماهانه و سری زمانی کوتاه‌مدت می‌باشد. بنابراین در این تحقیق با توجه به آمار درازمدت، پتانسیل‌ها و محدودیت‌های زیست اقلیمی برای مناطق مختلف کشور شناسایی گردید. پس انتظار می‌رود نتایج این پژوهش بتواند گامی مؤثر و تأثیرگذار در آمایش سرزمین باشد.

## ۲. مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی ظرفیت‌ها و محدودیت‌های زیست هواشناسی ایران از داده‌های دما، رطوبت نسبی، سرعت باد و پوشش ابر برای سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰ استفاده شد. دسترسی به داده‌های درازمدت ۵۰ ساله فقط برای تعداد محدودی از ایستگاه‌های ایران در دسترس است، بنابراین این ارزیابی‌ها بر مبنای ۴۰ ایستگاه منتخب که دارای کامل‌ترین دوره آماری هستند انجام پذیرفته است (شکل ۱). شایان ذکر است که داده‌های مفقود به وسیله روش رگرسیون خطی بازسازی شدند که پس از اعتبارسنجی داده‌های بازسازی‌شده، نتایج تأیید شد. همچنین همگنی و تصادفی بودن داده‌های دیدبانی نیز با به کارگیری آزمون ران تست و رسم هیستوگرام بررسی شدند.

از مزیت‌های شاخص‌های ترکیبی و زیست اقلیمی این است که آن‌ها روابط مرکب بین سازوکارهای تنظیم حرارتی بدن و نظام‌های فیزیولوژی گردش انسان را در نظر می‌گیرند که از معروف‌ترین شاخص‌های این دسته می‌توان به شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژیک (PET) و متوسط نظر پیش‌بینی شده (PMV) اشاره کرد. ماتزاراکیس (۲۰۰۶) با استفاده از شاخص PET با تأکید بر منطقه کرفو در ایسلند و یونان نشان داد که بیشترین تنش سرما عمدتاً بین ماه‌های اکتبر تا آوریل رخ می‌دهد و بیشترین تنش گرمایی بین ماه‌های ژوئن و سپتامبر اتفاق می‌افتد. بنابراین دو فصل پاییز و بهار شرایط ایده‌آل آسایش حرارتی را در این مناطق دارند. همچنین توزیع جغرافیایی PET در ماه جولای برای یونان نشان می‌دهد که جزایر و سواحل یونان در مقایسه با سرزمین‌های داخلی از نظر آسایش حرارتی شرایط ایده‌آل‌تری دارند. در پژوهشی دیگر برای فرایبورگ آلمان، نقش تغییر اقلیم بر دگرگونی شرایط آسایش اقلیمی مورد توجه قرار گرفت که نتایج مؤید افزایش رخداد امواج و تنش‌های گرمایی و کاهش امواج سرمایی برای دهه‌های آینده این منطقه می‌باشد (ماتزاراکیس و ایندلر، ۲۰۱۰). محققان دیگری از جمله رودل و همکاران (۲۰۰۷) برای استرالیا، آمیراناشویلی و همکاران (۲۰۰۸) برای محدوده مطالعاتی گرجستان، لین و همکاران (۲۰۰۸) در تایوان و توماس و همکاران (۲۰۰۸) برای محدوده وسیعی از کره زمین از شاخص‌های PET و PMV در مطالعات خود استفاده کرده‌اند.

کشور ایران در اثر تغییرات عرض جغرافیایی، ارتفاعی، دوری و نزدیکی به پهنه‌های بزرگ آبی و در کل تنوع شرایط توپوگرافی و تنوع ورود سامانه‌های مختلف آب‌وهوایی در سرتاسر ایام سال، از ویژگی منحصر به فرد و تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای از نظر وضعیت



شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی در پهنای ایران.

## ۲-۱. معرفی مختصر شاخص متوسط نظرسنجی

پیش‌بینی‌شده (PMV)

شاخص نظر متوسط پیش‌بینی‌شده به‌عنوان یکی از شاخص‌های فیزیولوژی-دما محسوب می‌شود که در مطالعات اقلیم شهری، هواشناسی زیست انسانی و همچنین اقلیم-گردشگری به منظور واسنجی شرایط آسایش حرارتی کاربرد زیادی پیدا کرده‌اند. شایان ذکر است که شاخص‌های زیست اقلیمی به دو دسته ساده و دیگری مدل‌های پیچیده با رویکرد فیزیولوژیکی تقسیم می‌شوند. به‌رحال طیف وسیعی از شاخص‌های زیست اقلیمی، شامل شاخص‌های ساده است که صرفاً از یک یا ترکیبی از مؤلفه‌های دما، رطوبت و باد استفاده می‌کنند و پارامترهای فیزیولوژیکی را همانند تبادل حرارت همرفتی تعرق، تبادل حرارت تبخیری تعرق یا نرخ سوخت‌وساز بدن و ... را که نقش تأثیرگذاری

جهت پایش شرایط آسایش اقلیمی دارند، لحاظ نمی‌کند. بنابراین از مزیت‌های شاخص‌های پیچیده فیزیولوژیکی این است که آن‌ها روابط مرکب بین سازوکارهای تنظیم حرارتی بدن و نظام‌های فیزیولوژی گردش انسان را در نظر می‌گیرند. یکی از معتبرترین شاخص‌های دما-فیزیولوژیکی شامل شاخص PMV است که به دلیل کارایی بسیار آن در پایش شرایط واقعی زیست هواشناسی، پژوهشگران این عرصه علمی اقبال زیادی به استفاده از آن داشته‌اند (تورسن و همکاران، ۲۰۰۴؛ چنگ و همکاران، ۲۰۱۲؛ مازون، ۲۰۱۴؛ پارک و تولر، ۲۰۱۴) که این عامل باعث شد تا پایش شرایط زیست هواشناسی کشور، بر اساس آن مورد واکاوی قرار گیرد.

در ادامه به اختصار روابط محاسباتی این شاخص ارائه شده است (فانگر، ۱۹۷۰):

$$PMV = (0.303 e^{-0.036M} + 0.028)[(M - W) - H - E_c - C_{rec} - E_{rec}] \quad (1)$$

$$e = 3.05 \times 10^{-3} (256 T_{sk} - 3373 - Pa) + E_{sw} \quad (2)$$

$$E_c = 3.05 \times 10^{-3} [5733 - 6.99 \times (M - W) - Pa] + 0.42 (M - W - 58.15) \quad (3)$$

$$C_{rec} = 0.0014 M (34 - T_a) \quad (4)$$

$$E_{rec} = 1.72 \times 10^{-5} M (5867 - Pa) \quad (5)$$

ا برناکی آسمان بر حسب اکتا است؛

۳. دسته سوم از متغیرها شامل متغیرهای فردی به عنوان ویژگی‌های فیزیولوژیک مؤثر در مدل می‌باشند. در این رابطه می‌بایست ویژگی‌های فردی مثل قد، وزن، سن و جنسیت وارد مدل شود؛

۴. متغیرهای دسته چهارم شامل نوع پوشش و فعالیت می‌باشند. پوشش بر حسب کلو و فعالیت بر حسب وات مشخص می‌شود. موارد ۳ و ۴، از پیش فرض‌های مدل است.

جدول ۱. مقادیر آستانه شاخص PMV در درجات مختلف حساسیت انسان.

PMV	احساس حرارتی	درجه تنش فیزیولوژیک
-	خیلی سرد	تنش سرمای بسیار شدید
-۳/۵	سرد	تنش سرمای شدید
-۲/۵	خنک	تنش سرمای متوسط
-۱/۵	کمی خنک	تنش سرمای اندک
-۰/۵	راحت	بدون تنش سرما
۰/۵	کمی گرم	تنش گرمای اندک
۱/۵	گرم	تنش گرمای متوسط
۲/۵	خیلی گرم	تنش گرمای شدید
۳/۵	داغ	تنش گرمای بسیار شدید

### ۳. یافته‌ها

#### ۳-۱. تحلیل میانگین درازمدت شاخص PMV

یافته‌های این بخش نشان داد که کمینه میانگین ماهانه درازمدت شاخص PMV متعلق به دو ایستگاه تبریز و همدان است و پراکنش زمانی آن طی ماه‌های مختلف به شکلی است که این کمینه برای تبریز متعلق به اواسط پاییز تا اواسط زمستان است و در سایر ماه‌ها همدان کمترین میانگین PMV را به خود اختصاص داده است. با این حال کمترین میانگین PMV به مقدار ۳/۵- به ماه ژانویه و ایستگاه تبریز متعلق است و بعد از دو ایستگاه تبریز و همدان، ایستگاه‌های زنجان، کرمان و ارومیه کمترین مقدار PMV را در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها تجربه نموده‌اند (جدول ۱). نکته قابل تأمل تمرکز موقعیت ایستگاه‌های مذکور در نواحی غربی تا شمال

H با اندازه‌گیری از طریق معادله زیر نیز قابل محاسبه است:

$$H = Kcl = Tsk - Tcl / Icl \quad (6)$$

که در این روابط:

$$Crec = \text{تبادل حرارت همرفتی تعرق} (W/m^2)$$

$$Erec = \text{تبادل حرارت تبخیری تعرق} (W/m^2)$$

$$Esw = \text{تلفات حرارت تبخیری تعرق} (W/m^2)$$

$E_c = \text{تبادل حرارت تبخیری در سطح پوست موقعی که در حالت حرارتی خنثی قرار دارد} (W/m^2)$

$I_{cl} = \text{تابش لباس به طور متوسط برای تمام بدن} (W/m^2)$

$$M = \text{نرخ سوخت‌وساز بدن} (W/m^2)$$

$T_{cl} = \text{دمای سطح لباس (درجه سانتی‌گراد)}$

$T_{sk} = \text{دمای متوسط پوست (درجه سانتی‌گراد)}$

$$W = \text{شار انرژی مکانیکی مؤثر} (W/m^2)$$

$e = \text{تبادل حرارت تبخیری در سطح پوست} (W/m^2)$

$H = \text{تلفات حرارت خشک به صورت همرفت، هدایت و تابش} (W/m^2)$

$P_a = \text{رطوبت، فشار بخار جزئی هوا (پاسکال)}$

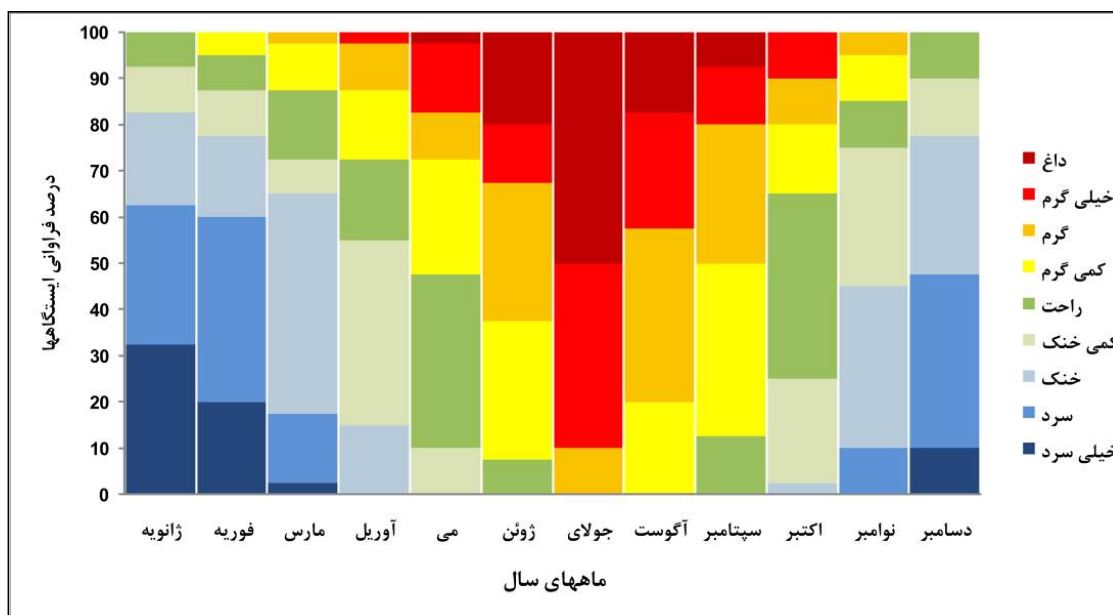
$T_a = \text{دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)}$

شاخص PMV نوعی تقسیم‌بندی احساس حرارتی ۷ درجه‌ای است که دامنه آن از ۳/۵- (خیلی سرد) تا ۳/۵+ (داغ) تغییر می‌کند (جدول ۱). صفر در این مقیاس نشانگر احساس حرارتی خنثی است (جدول ۱). برای محاسبه راحت‌تر و سریع‌تر این شاخص، نرم‌افزارهایی هم طراحی شده است که نرم‌افزار Ray Man یکی از آن‌هاست (ماتزاراکیس و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین در محیط نرم‌افزار Ray Man برای محاسبه شاخص PMV از ۴ دسته داده و متغیرها به صورتی که در زیر آمده، استفاده شده است (ذوالفقاری، ۱۳۸۶):

۱. متغیرهای موقعیتی شامل طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع، موقعیت و ارتفاع شهر؛
۲. متغیرهای هواشناسی شامل دمای هوای خشک بر حسب درجه سانتی‌گراد، فشار بخار بر حسب هکتوپاسکال یا رطوبت نسبی بر حسب درصد، سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه در ارتفاع ۱/۱ متری و میزان

بارزی را در این فرایند ایفا می‌کنند. در ادامه شکل ۲، درصد فراوانی ایستگاه‌هایی که طبقات مختلف آسایش حرارتی را طی ماه‌های سال تجربه نموده‌اند، نمایش داده است. بر مبنای این شکل ملاحظه می‌گردد که به ترتیب در ژانویه و فوریه، ۶۲/۵ و ۶۰ درصد از ایستگاه‌ها مجموعاً در طبقات سرد تا خیلی سرد قرار دارند. اما در ماه مارس ۴۷/۵ درصد از ایستگاه‌ها در طبقه خنک و در می ۳۷/۵ درصد ایستگاه‌ها در محدوده راحت قرار دارند. اگرچه در ژوئن ۶۰ درصد فراوانی ایستگاه‌ها مجموعاً در طبقه کمی گرم و گرم قرار دارند ولی در جولای ۹۰ درصد ایستگاه‌ها در طبقه خیلی گرم تا داغ واقع شده‌اند. در آگوست ۶۲/۵ درصد فراوانی‌ها مجموعاً متعلق به طبقات گرم و خیلی گرم و برای سپتامبر ۶۷/۵ درصد فراوانی‌ها در طبقات کمی گرم و گرم قرار گرفته‌اند. با توجه به شکل ۲ می‌توان استنباط نمود که اکتبر با ۴۰ درصد فراوانی‌های ایستگاه‌ها دارای بیشینه میان شهرهایی است که تجربه محدوده راحت را داشته‌اند؛ حال آنکه در نوامبر مجموعاً ۶۵ درصد از ایستگاه‌ها تجربه شرایط کمی خنک تا خنک را داشته‌اند و برای دسامبر ۶۷/۵ درصد ایستگاه‌ها در طبقه خنک تا سرد قرار دارند (شکل ۲).

غربی کشور است که با قرارگیری در مسیر ورود سامانه‌های غربی و شمالی همانند اطلس و اسکاندیناوی، این عامل موجب ریزش هوای سرد در فصول سرد سال و وقوع کمینه مقدار PMV برای این نواحی می‌شود. از نتایج جدول ۱ می‌توان بیشینه فراوانی حداکثر میانگین ماهانه درازمدت شاخص مذکور را به ترتیب به اهواز و چابهار و سپس کاشان، دزفول و بندرلنگه اختصاص داد. برای ایستگاه اهواز از اواسط زمستان تا اواخر بهار و در چابهار از اوایل پاییز تا اوایل زمستان بیشینه میانگین PMV تجربه شده است (جدول ۱). در مجموع بزرگ‌ترین میانگین ماهانه، به مقدار ۴/۷ برای شهر اهواز و ماه ژوئن محاسبه شده است که مسلماً نقش پرفشار آזור و رخداد شرایط فوق‌شرجی متأثر از تزریق رطوبت از بدنه آبی خلیج فارس به اهواز و نواحی پیرامون در این فرایند مؤثر می‌باشد. اگر به میانگین درازمدت کل ایستگاه‌های مطالعاتی رجوع گردد، ملاحظه می‌شود که به ترتیب ژانویه و فوریه با مقادیر ۲/۸- و ۲/۴- کمترین و جولای و آگوست با ۲/۶ و ۲/۴- بیشترین آستانه‌های این شاخص حرارتی را به خود اختصاص داده‌اند که مسلماً ورود و گذار سامانه‌های متنوع جوی بر روی ایران در ایام مختلف سال نقش



شکل ۲. درصد فراوانی ماهانه برای ایستگاه‌های مطالعاتی دارای طبقات مختلف آسایش حرارتی.

جدول ۱. میانگین درازمدت ماهانه برای شاخص PMV در ایستگاه‌های منتخب.

ایستگاه‌ها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
آبادان	-۱/۷	-۱/۲	-۰/۱	۱/۴	۲/۹	۳/۷	۴/۲	۴/۲	۳/۵	۲/۲	۰/۲	-۱/۳
اهواز	-۰/۵	۰/۸	۲/۱	۳/۳	۴/۲	۴/۷	۴/۴	۳/۶	۲/۱	۰/۴	-۰/۷	-۱/۱
انزلی	-۳/۲	-۳/۱	-۲/۳	-۱/۱	۰/۵	۱/۷	۲/۳	۲/۲	۱/۲	-۰/۱	-۱/۴	-۲/۵
اراک	-۳/۷	-۳/۳	-۲/۴	-۱/۱	۰/۲	۱/۵	۲/۳	۲/۱	۱/۱	-۰/۳	-۱/۷	-۳/۱
بابلسر	-۲/۳	-۲/۲	-۱/۷	-۰/۴	۰/۹	۲	۲/۶	۲/۶	۱/۹	۰/۷	-۰/۶	-۱/۸
بم	-۲/۱	-۱/۵	-۰/۳	۱	۲/۲	۳/۱	۳/۳	۲/۹	۲/۱	۱	-۰/۵	-۱/۷
بندرعباس	-۰/۵	-۰/۱	۰/۸	۱/۸	۳	۳/۸	۴/۱	۳/۹	۳/۵	۲/۷	۱/۲	۰
بندرلنگه	-۰/۴	۰	۰/۸	۱/۸	۳	۳/۷	۴/۱	۴/۱	۳/۵	۲/۵	۱/۲	۰/۱
بیرجند	-۳/۵	-۳/۱	-۱/۹	-۰/۶	۰/۵	۱/۴	۱/۶	۱/۲	۰/۵	-۰/۶	-۱/۹	-۳
بوشهر	-۱/۴	-۱/۱	-۰/۱	۱/۲	۲/۵	۳/۱	۳/۷	۳/۸	۳/۲	۲/۱	۰/۵	-۰/۹
چابهار	۰/۴	۰/۷	۱/۵	۲/۴	۳/۴	۳/۸	۳/۵	۳/۱	۳	۷/۲	۸/۱	۸
دزفول	-۱/۴	-۱	۰	۲/۱	۶/۲	۳/۸	۴/۵	۴/۴	۳/۴	۲	۰/۵	-۰/۹
اصفهان	-۲/۸	-۲/۷	-۲	-۰/۸	۰/۴	۱/۶	۲/۲	۱/۹	۱/۲	۰	-۱/۲	-۲/۳
فسا	-۱/۹	-۱/۶	-۰/۸	۰/۳	۱/۵	۲/۷	۳/۲	۳	۲/۱	۰/۸	-۰/۷	-۱/۶
قزوین	-۳/۹	-۳/۶	-۲/۶	-۱/۲	۰/۱	۱/۲	۲	۱/۸	۰/۹	-۰/۵	-۲/۱	-۳/۳
گرگان	-۲/۱	-۱/۸	-۱/۱	۰/۲	۱/۴	۲/۴	۳	۳	۲/۳	۱	-۰/۴	-۱/۶
همدان	-۵	-۴/۵	-۳/۶	-۲/۳	-۱/۲	-۰/۱	۰/۷	۰/۵	-۰/۴	-۱/۶	-۲/۹	-۴/۲
جاسک	۰/۱	۰/۴	۱/۱	۲/۱	۳/۱	۳/۶	۳/۵	۳/۳	۳	۲/۵	۱/۵	۰/۶
کاشان	-۱/۶	-۱/۱	-۰/۱	۱/۱	۲/۴	۴	۴/۵	۴/۲	۳/۳	۱/۶	-۰/۱	-۱/۳
کرمان	-۳/۵	-۲/۳	-۲/۳	-۱/۱	۰	۱/۱	۱/۴	۰/۹	۰/۱	-۰/۹	-۲/۱	-۳
کرمانشاه	-۴/۳	-۳/۹	-۲/۹	-۱/۶	-۰/۴	۰/۸	۱/۹	۱/۸	۰/۶	-۰/۷	-۲/۲	-۳/۵
خرم‌آباد	-۳	-۲/۶	-۱/۷	-۰/۶	۰/۷	۱/۹	۲/۸	۲/۷	۱/۵	۰/۲	-۱/۳	-۲/۵
خوی	-۴/۲	-۳/۶	-۲/۴	-۱/۱	۰/۲	۱/۳	۲/۲	۲/۱	۱	-۰/۵	-۲/۱	-۳/۵
مشهد	-۳/۸	-۳/۴	-۲/۳	-۰/۸	۰/۳	۱/۳	۱/۸	۱/۴	۰/۵	-۰/۷	-۱/۹	-۳/۲
نوشهر	-۲/۵	-۲/۴	-۱/۹	-۰/۷	۰/۶	۱/۷	۲/۴	۲/۴	۱/۶	۰/۴	-۰/۹	-۹/۱
ارومیه	-۴/۶	-۴/۱	-۲/۹	-۱/۸	-۰/۵	۰/۶	۱/۵	۱/۴	۰/۳	-۱/۱	-۲/۶	-۴
رامسر	-۲/۸	-۲/۷	-۲/۳	-۱/۲	۰/۲	۱/۵	۲/۲	۲/۲	۱/۴	۰/۲	-۱/۱	-۲/۲
رشت	-۳	-۲/۷	-۱/۸	-۰/۴	۰/۹	۲	۲/۶	۲/۴	۱/۵	۰/۲	-۱/۲	-۲/۴
سبزوار	-۳/۹	-۳/۳	-۲	-۰/۵	۰/۸	۲	۲/۵	۲/۱	۱/۱	-۰/۴	-۲	-۳/۲
سمنان	-۲/۶	-۲/۱	-۱/۱	۰/۲	۱/۵	۲/۹	۳/۶	۳/۴	۲/۲	۰/۵	-۱/۱	-۲/۳
شهرکرد	-۳/۷	-۳/۳	-۲/۷	-۱/۵	-۰/۳	۱	۱/۷	۱/۵	۰/۶	-۰/۷	-۲	-۳/۲
شاهرود	-۳/۹	-۳/۵	-۲/۴	-۰/۹	۰/۳	۱/۳	۸/۱	۱/۷	۰/۹	-۰/۴	-۲/۱	-۳/۴
شیراز	-۳/۱	-۲/۷	-۱/۹	-۰/۸	۰/۵	۱/۷	۲/۴	۲/۲	۱/۲	۰	-۱/۵	-۲/۶
تبریز	-۵/۳	-۴/۷	-۳/۵	-۲/۱	-۰/۷	۰/۵	۱/۴	۱/۴	۰/۴	-۱/۲	-۳	-۴/۵
تهران	-۳/۸	-۳/۴	-۲/۳	-۰/۹	۰/۵	۱/۸	۲/۷	۲/۵	۱/۵	-۰/۱	-۱/۹	-۳/۲
تربت حیدریه	-۳/۵	-۳/۱	-۲/۲	-۰/۸	۰/۳	۱/۲	۱/۶	۱/۳	۰/۶	-۰/۶	-۱/۹	-۲/۹
یزد	-۳/۴	-۲/۷	-۱/۶	-۰/۲	۱/۱	۲/۴	۲/۸	۲/۴	۱/۵	۰/۱	-۱/۶	-۲/۹
زابل	-۲/۱	-۱/۵	-۰/۲	۱/۳	۲/۳	۳/۲	۳/۵	۳	۱/۹	۰/۷	-۰/۶	-۱/۶
زاهدان	-۳/۳	-۲/۷	-۱/۵	-۰/۱	۰/۹	۱/۶	۱/۹	۱/۵	۰/۶	-۰/۳	-۱/۶	-۲/۸
زنجان	-۵/۱	-۴/۶	-۳/۴	-۱/۹	-۰/۷	۰/۵	۱/۳	۱/۲	۰/۳	-۱/۱	-۲/۸	-۴/۳

### ۳-۲. پایش شاخص PMV بر مبنای داده‌های درازمدت روزانه

لازم به توضیح است که استناد به نتایج PMV بر مبنای میانگین درازمدت ماهانه نمی‌تواند تصویری صحیح از شرایط زیست اقلیمی مناطق مختلف به نمایش بگذارد. به‌عنوان نمونه با وجود اینکه مینا و اساس روش کار شاخص‌های زیست اقلیمی و اقلیم-گردشگری نظیر (TCI) (Tourism climate index) از ابتدا بر اساس میانگین ماهانه درازمدت است (میکزکوفسکی، ۱۹۸۵)، اما در دهه اخیر، استفاده از داده‌های میانگین ماهانه در محاسبه آن مقبولیتی توسط پژوهشگران نداشته که این امر موجب کاربرد داده‌های روزانه در محاسبه این دسته از شاخص‌ها شده است (روشن و همکاران، ۲۰۱۵؛ پرچ نیلسن و همکاران، ۲۰۱۰).

شکل‌های ۳ و ۴ توزیع فراوانی محدوده‌های مختلف آسایش حرارتی شاخص PMV را بر اساس داده‌های روزانه دوره مطالعاتی ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰ به تصویر کشیده است. شکل ۳-الف، مربوط به ایستگاه‌های ایران مرکزی به همراه دو ایستگاه تربت حیدریه و دزفول است. در مناطق ایران مرکزی به دلیل رطوبت پایین هوا، زمستان‌ها سرد و خشن و تابستان‌ها نیز گرم و خشک است. بنابراین همان‌گونه که از شکل ۳-الف دیده می‌شود این عامل باعث گردیده که درصد قابل توجهی از داده‌های روزانه، هم طبقات سرد و خیلی سرد و هم طبقات خیلی گرم و داغ را تجربه کنند. بر اساس این شکل ملاحظه می‌شود که کرمان و تربت حیدریه به ترتیب ۲۶ و ۲۴ درصد از ایام سال دارای وضعیت سرد تا خیلی سرد بوده‌اند که برای کرمان عامل ارتفاع زیاد نواحی پیرامون در ترکیب با سامانه‌های مهاجر سرد باعث تشدید فراوانی رخدادهای طبقات زیست اقلیمی سرد تا خیلی سرد برای فصول پاییز و زمستان این ایستگاه شده است؛ حال آنکه برای تربت حیدریه عامل پرفشار سبیری نقش تعیین‌کننده‌ای در ایجاد این شرایط ایفا می‌کند. از طرف دیگر شهر کرمان با ۱۸/۳ درصد فراوانی داده‌ها بیشترین ایام آسایش اقلیمی را در مقایسه با این ده ایستگاه کسب نموده است که همان‌طور که

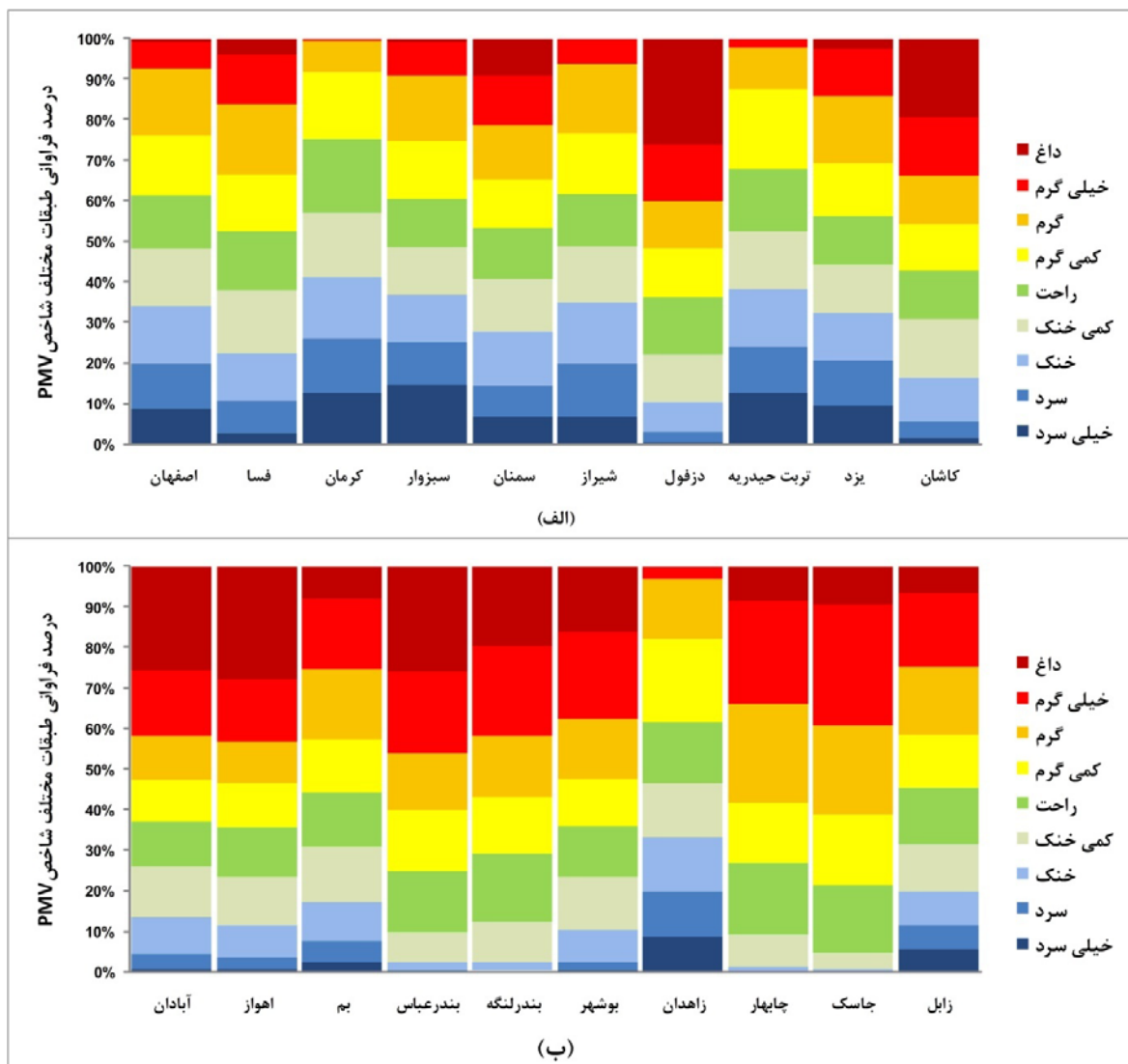
ذکر شد عامل ارتفاع زیاد، نقش تعدیل‌کننده‌ای در کاهش دمای هوای گرم تابستانی و تعدیل آن بر عهده دارد. بعد از دزفول با ۲۶ درصد، ۱۹ درصد از رخدادهای زیست اقلیمی کاشان نیز در طبقه داغ قرار گرفته است. در شکل ۳-ب، پراکنش ایستگاه‌ها مربوط به نیمه جنوبی و غالباً هم‌جوار با خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد. از شکل حاضر این نتیجه به دست می‌آید که به غیر از زاهدان، در سایر این ایستگاه‌ها شرایط خیلی گرم و داغ بر سایر طبقات حرارتی غلبه بیشتری دارد. دلیل این موضوع نیز ترکیب رطوبت بالای ایام گرم سال با افزایش دما بوده است که باعث خلق شرایط خیلی گرم و داغ می‌شود. به‌رحال خروجی‌ها نشان می‌دهند که به ترتیب مقادیر PMV برای اهواز در ۲۸ درصد ایام، بندرعباس در ۲۶ درصد و آبادان در ۲۵/۵ درصد از دوره مطالعاتی بیش از ۳/۵ بوده است و به‌عبارتی شرایط داغ را تجربه کرده‌اند. در این شکل مشاهده می‌شود که کمینه روزهای همراه با راحتی به مقدار ۱۱/۳ درصد برای آبادان و بیشینه آن با ۱۸ درصد برای چابهار رخ داده است. همچنین بر اساس نتایج هیچ‌گونه تجربه‌ای از رخدادهای خیلی سرد برای ایستگاه‌های بندرعباس، بندرلنگه، جاسک و چابهار دیده نشده است که خلق چنین شرایطی مسلماً متأثر از عرض جغرافیایی پایین این مناطق و دوری از سامانه‌های مهاجر شمالی و غربی است (شکل ۳).

مطابق شکل ۴-الف که تمرکز بیشتر آن بر روی ایستگاه‌های سواحل شمالی می‌باشد، نتایج نشان می‌دهد که مجموع رخدادهای سرد و خیلی سرد از درصد فراوانی بیشتری در مقایسه با رخدادهای خیلی گرم و داغ برخوردار می‌باشد. از جمله عوامل تأثیرگذار بر وقوع این شرایط وجود عرض بالای این ایستگاه‌هاست. زیرا تأثیر پرفشار آזור که باعث ریزش هوای گرم و خشک می‌شود، در زمانی بر روی این مناطق تشدید می‌شود که هسته فشار آن چنان قوی باشد که باعث شود زبانه‌های آن عرض‌های بالاتر از جمله سواحل شمالی کشور را تحت سیطره خود قرار دهد. در میان ایستگاه‌های سواحل شمالی، شهر گرگان با مجموع

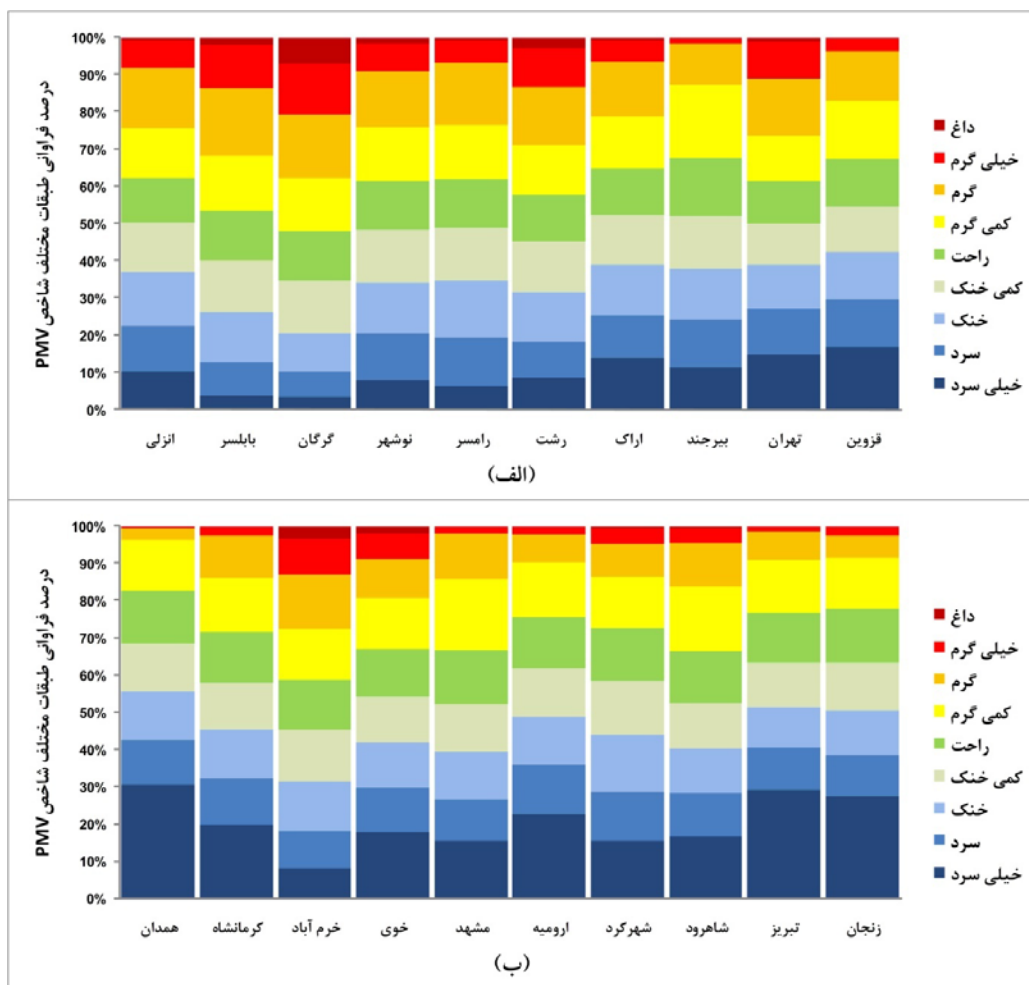


زیاد یا کوهستانی بودن اکثر ایستگاه‌ها و نقش دروازه بودن این مناطق برای ورود سامانه‌های مهاجر غربی در ایجاد شرایط زیست هواشناسی سرد تا خیلی سرد مؤثر می‌باشد. نتایج این بخش نشان می‌دهد ۴۲/۵ و ۴۰/۵ درصد از ایام سال شهرهای همدان و تبریز در محدوده سرد تا خیلی سرد قرار دارند و خرم آباد با ۱۳/۲ و خوی با ۹ درصد مجموعاً بیشینه رخدادهای خیلی گرم و داغ را به خود اختصاص داده‌اند. تعداد روزهای آسایش و راحتی برای تمام این شهر از حداقل ۱۳ درصد برای خوی تا حداکثر ۱۴/۶ برای زنجان نوسان دارد.

۲۰/۶ درصد از ایام سال، مجموعاً بیشینه محدوده خیلی گرم و داغ و انزلی با ۲۲/۵ درصد بیشترین رخداد روزهای سرد و خیلی سرد را کسب نموده‌اند. در ایستگاه‌های سواحل شمالی درصد فراوانی روزهای همراه با آسایش از حداقل ۱۲ درصد برای انزلی تا ۱۳/۴ درصد برای بابلسر متغیر است. در شکل ۴-ب، غالباً ایستگاه‌ها متعلق به شهرهای غرب و شمال غرب کشور است. آنچه به وضوح از این شکل مشاهده می‌شود غلبه رخدادهای زیست هواشناسی سرد تا خیلی سرد برای این ایستگاه‌هاست. در این نواحی ترکیب عامل ارتفاع



شکل ۳. درصد فراوانی محدوده‌های مختلف آسایش حرارتی شاخص PMV برای دوره مطالعاتی ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰؛ (الف) ایستگاه‌های ایران مرکزی به علاوه تبریز و دزفول و (ب) ایستگاه‌های حاشیه خلیج فارس و دریای عمان به علاوه زاهدان، زابل و بم.



شکل ۴. درصد فراوانی محدوده‌های مختلف آسایش حرارتی شاخص PMV برای دوره مطالعاتی ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰؛ الف) ایستگاه‌های سواحل شمالی به علاوه قزوین، اراک، تهران و بیرجند و ب) ایستگاه‌های نیمه غربی و شمال غرب کشور به علاوه مشهد و شاهرود.

### ۳-۳. واکاوی درصد فراوانی ماهانه برای محدوده‌های مختلف آسایش حرارتی

در این بخش از تحقیق، نتایج مربوط به درصد فراوانی طبقات مختلف زیست حرارتی در مقیاس زمانی ماهانه ارائه شده است. در ادامه جهت تفکیک و فهم مناسب نتایج، تفسیر خروجی‌ها برای هر فصل جداگانه ارائه شده است:

فصل زمستان: مطابق شکل‌های ۶ تا ۹ مشخص گردید که در ماه ژانویه و فوریه، درصد قابل توجهی از شرایط زیست هواشناسی اکثر ایستگاه‌ها مربوط به طبقات خنک تا خیلی سرد است. از میان ایستگاه‌های مورد مطالعه بیشینه رخداد شرایط خیلی سرد در ماه‌های ژانویه و فوریه با ۸۹ و ۷۶ درصد به تبریز و در مارس با ۵۷ درصد به همدان مربوط می‌شود. در ماه ژانویه فقط چابهار با مجموع ۲/۸ درصد از فراوانی داده‌ها، رخداد

خیلی گرم و داغ را تجربه کرده است و در بیشتر ایستگاه‌ها هیچ تجربه‌ای از وضعیت خیلی گرم و داغ دیده نمی‌شود. حال آنکه در فوریه و مارس اهواز با ۸ و ۴۶ درصد و چابهار با ۳ و ۱۱ درصد بیشترین مجموع رخداد طبقات خیلی گرم و داغ را به خود اختصاص داده‌اند. در این فصل بیشینه تمرکز شرایط آسایش اقلیمی مربوط به شهرهای ساحلی خلیج فارس و دریای عمان است؛ به گونه‌ای که در ژانویه جاسک با ۴۹ درصد و در فوریه و مارس به ترتیب شهرهای بندرلنگه با ۴۷ درصد و آبادان با ۴۰ درصد ایام، بیشینه وضعیت آسایش اقلیمی را در مقایسه با سایر شهرها تجربه کرده‌اند (شکل ۶ تا ۹). از طرف دیگر در این فصل مهم‌ترین عامل بازدارنده شرایط آسایش حرارتی مربوط به طبقات سرد تا خیلی سرد بوده که درصد بالایی از ایستگاه‌ها، این شرایط را با فراوانی معناداری تجربه

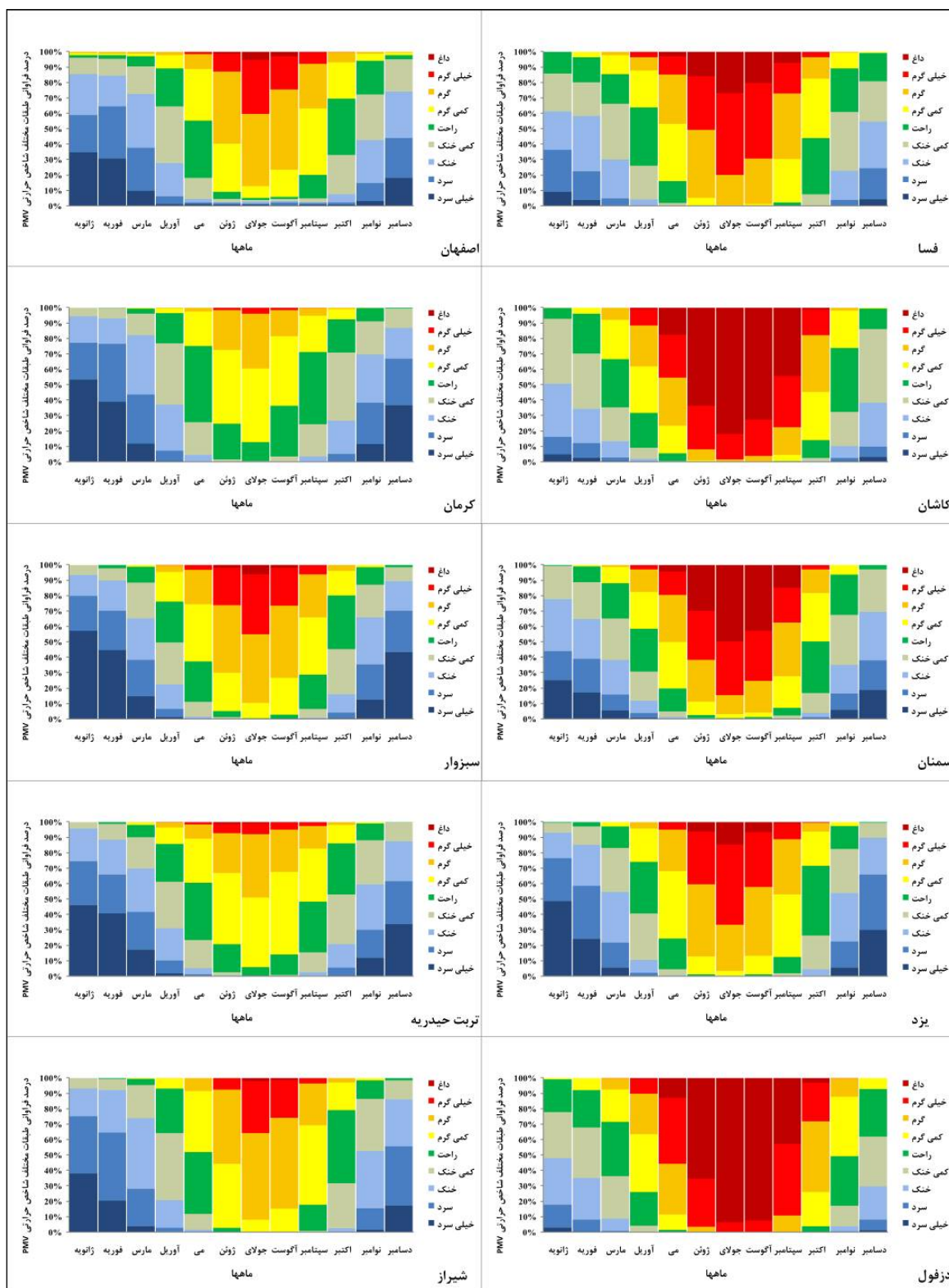
کرده‌اند.

فصل بهار: یافته‌ها برای تمام ماه‌های فصل بهار نشان می‌دهد که بیشینه فراوانی طبقه زیست هواشناسی خیلی سرد به همدان اختصاص یافته که مقادیر آن به ترتیب برای مارس، آوریل و می شامل ۱۵/۸، ۵/۲ و ۳/۵ درصد از فراوانی‌های این ماه‌هاست، اما از زاویه دیگر اهواز بیشینه رخداد طبقه زیست اقلیمی داغ را در این فصل به نام خود ثبت کرده است؛ به طوری که در مارس با ۵۵ درصد و در می و ژوئن به ترتیب با مقادیر ۷۹ و ۹۰ درصد فراوانی‌ها، این ایستگاه در صدر سایر ایستگاه‌ها قرار دارد. نکته جالب توجه وجود نوسان درصد فراوانی شرایط آسایش اقلیمی در ماه مارس از حداقل ۰/۲۵ درصد برای چابهار تا ۳۷/۷ درصد برای زاهدان و همچنین در ماه آوریل و می وجود بیشترین وقوع شرایط آسایش اقلیمی مربوط به کرمان (۴۹/۴ درصد) و همدان (۴۱/۷ درصد) است. حال آنکه در ماه آوریل برای ایستگاه‌هایی نظیر چابهار، بندرعباس، بندرلنگه و جاسک و در می به غیر از ایستگاه‌های ذکر شده برای آبادان، اهواز، بم، دزفول و فسا هیچ شرایط آسایش اقلیمی ثبت نشده است. در مجموع بر اساس میانگین کل ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده می‌شود که مجموع فراوانی دو طبقه خیلی گرم و داغ در مقایسه با مجموع فراوانی دو طبقه سرد و خیلی سرد، مهم‌ترین عامل بازدارنده آسایش اقلیمی در فصل بهار است (شکل‌های ۶ تا ۹).

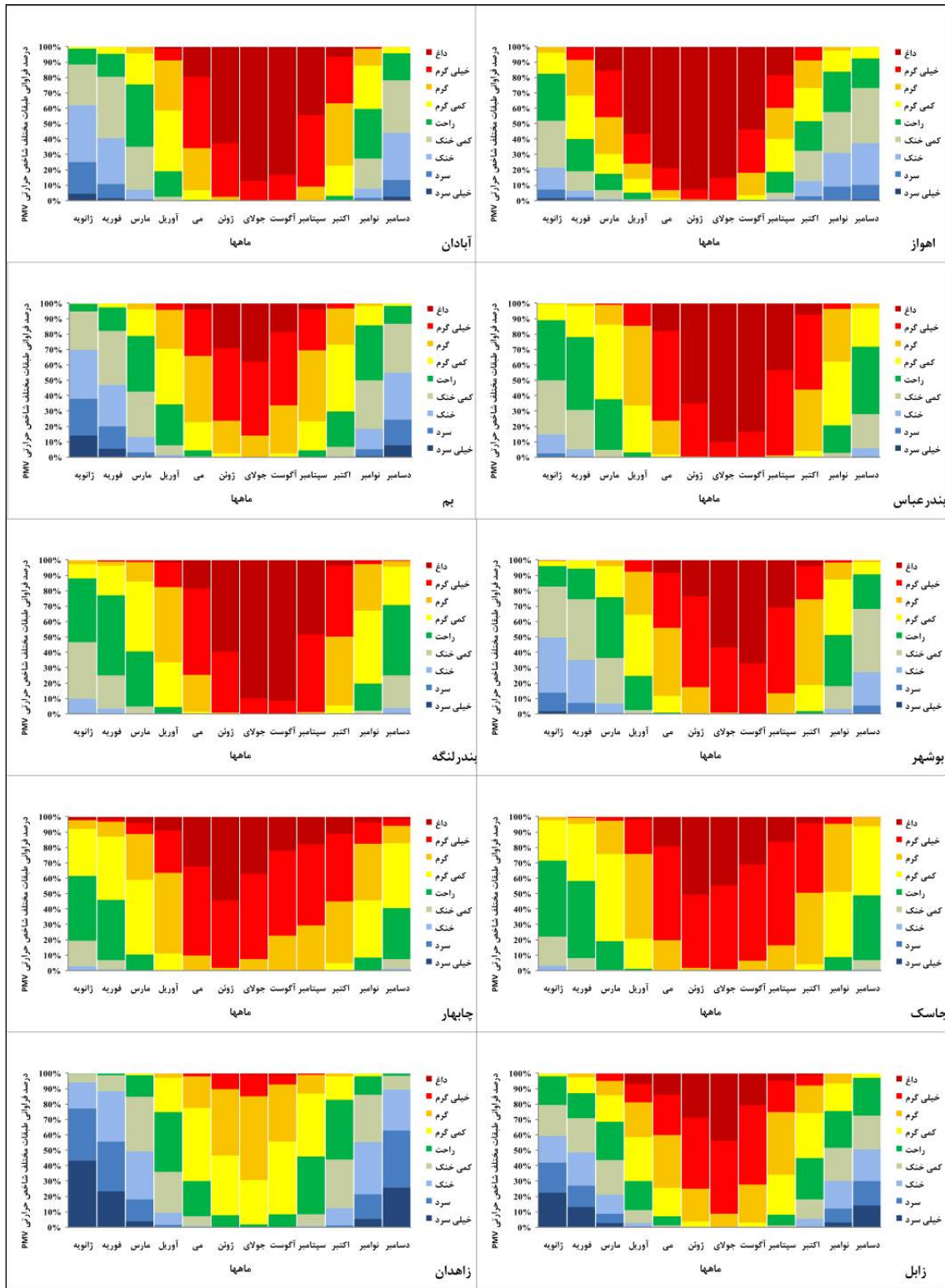
فصل تابستان: با مشاهده شکل‌های ۶ تا ۹ به وضوح استنباط می‌شود که در اکثر شهرهای کشور عامل زیست هواشناسی خیلی گرم تا داغ، مهم‌ترین مؤلفه بازدارنده شرایط آسایش اقلیمی است. با این تفاسیر بیشینه رخداد این عوامل بازدارنده، مربوط به ایستگاه‌های جنوبی و سواحل خلیج فارس و دریای عمان است (شکل ۶). اما در همین فصل با توجه به کمینه رخدادهای زیست اقلیمی خیلی گرم و داغ، مناسب‌ترین منطقه کشور از لحاظ آسایش حرارتی نواحی غرب و شمال غرب می‌باشند. در مجموع در این فصل به ندرت در برخی ایستگاه‌ها وقوع شرایط خنک تا خیلی سرد

دید می‌شود؛ بنابراین یافته‌ها مؤید این حقیقت است که نامطلوب‌ترین ایستگاه کشور با توجه به فراوانی وقوع طبقه داغ در ماه‌های جولای و آگوست به ترتیب با مقادیر ۹۳ و ۹۲ درصد دزفول است و در ماه سپتامبر بندرلنگه با ۴۷ درصد فراوانی‌ها، بیشترین شرایط رخداد طبقه داغ را در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها به خود اختصاص داده است.

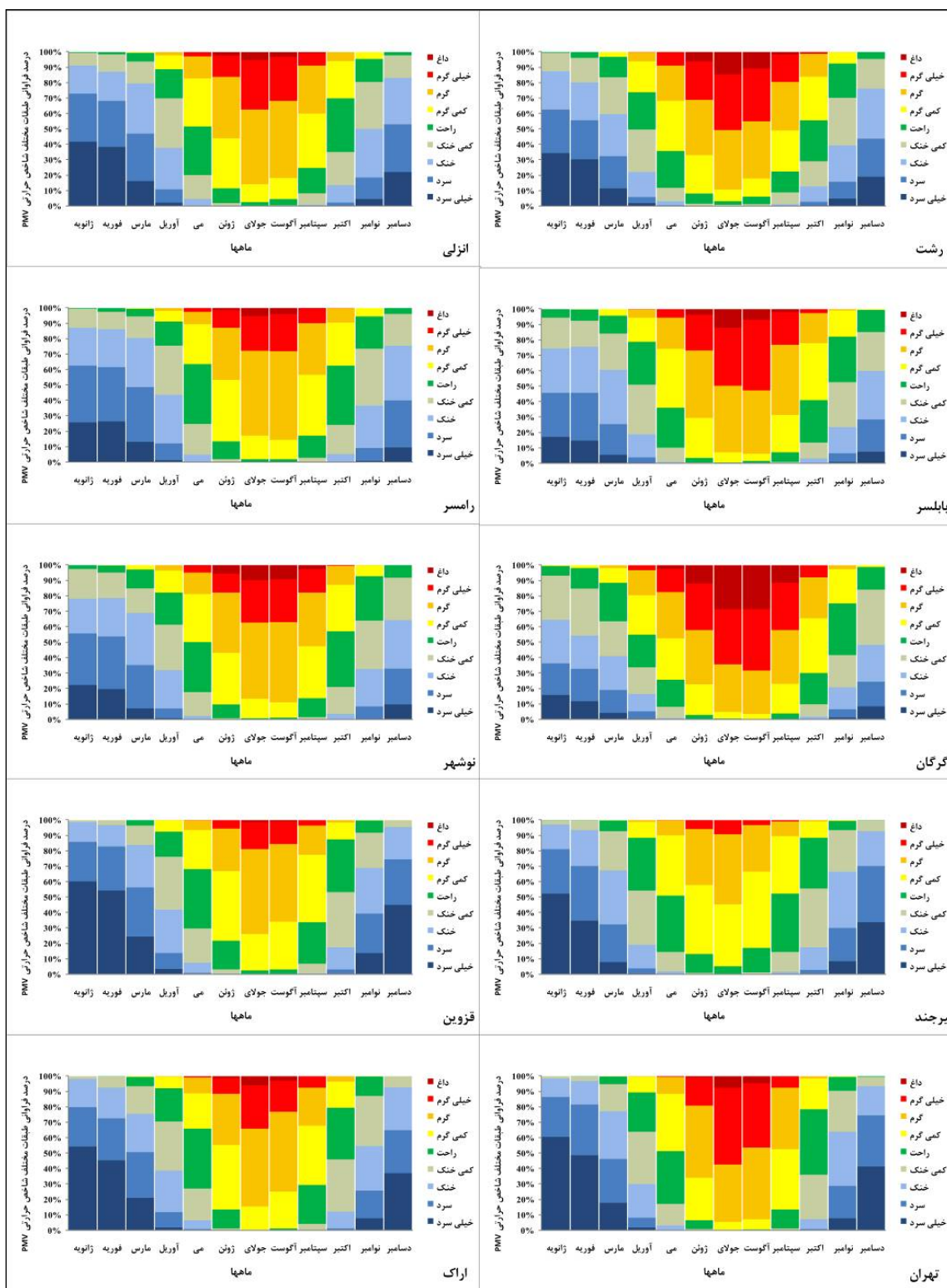
فصل پاییز: با شروع فصل پاییز، به آهستگی عامل بازدارنده شرایط آسایش حرارتی خیلی گرم تا داغ، جای خود را به وضعیت راحت و در انتهای فصل به رخدادهای غالب سرد تا خیلی سرد می‌دهد. اما این وضعیت در پهنه‌های مختلف ایران متفاوت است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در سواحل جنوبی کشور، گذار از شرایط زیست اقلیمی آسایش به سرد، به آهستگی انجام می‌گیرد ولی این وضعیت برای ایستگاه‌های مرکزی ایران و سواحل شمالی کمی شدت گرفته و در نهایت برای ایستگاه‌های غرب و شمال غرب، این شرایط گذار در سریع‌ترین حالت اتفاق افتاده است. در کل بر اساس میانگین کلی تمام ایستگاه‌ها در اکتبر مجموع طبقات خیلی گرم و داغ، تأثیرگذارترین عامل بازدارنده آسایش است و در دو ماه نوامبر و دسامبر مجموع طبقات سرد تا خیلی سرد نقش مؤثرتری در بازدارندگی رخداد آسایش حرارتی ایفا نموده‌اند. پس در اکتبر چابهار با ۱۱ درصد از فراوانی روزها بیشینه طبقه داغ را تجربه کرده که در دو ماه نوامبر و دسامبر به ترتیب همدان با ۳۷ درصد و تبریز با ۷۷ درصد بالاترین وقوع شرایط خیلی سرد را داشته‌اند. در ادامه شایان ذکر است که در اکتبر برای شیراز با ۴۷ درصد، همچنین برای کاشان با ۴۰ درصد در نوامبر و با ۴۵/۷ درصد برای دسامبر بالاترین درصد فراوانی طبقه آسایش به ثبت رسیده است. به هر حال اگرچه در اکتبر چابهار هیچ تجربه‌ای از شرایط آسایش اقلیمی نداشته است، از طرف دیگر در نوامبر و دسامبر نیز ایستگاه‌هایی نظیر تبریز، خوی، ارومیه و زنجان از رخداد وضعیت آسایش حرارتی بی‌بهره بوده‌اند.



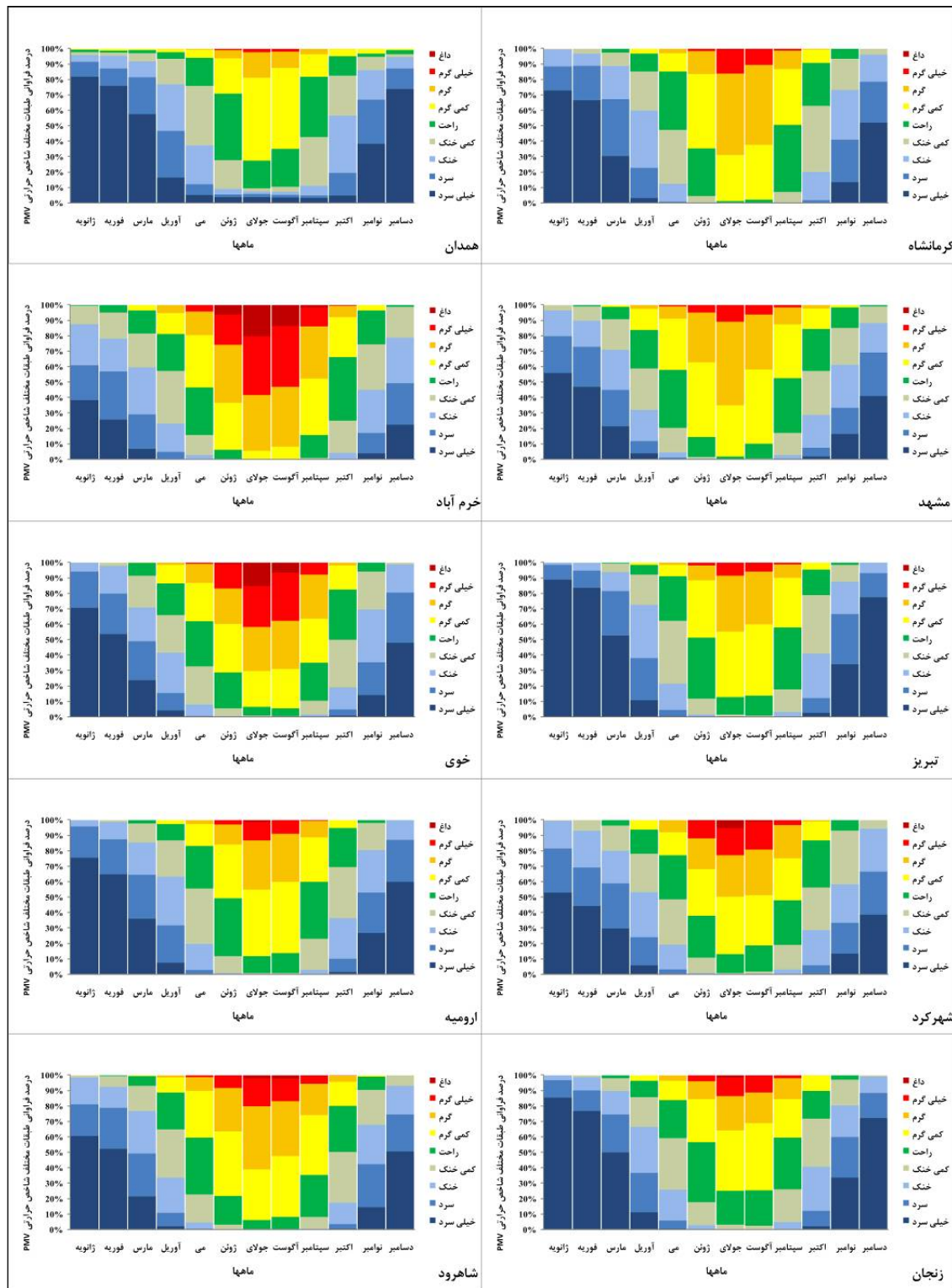
شکل ۵. درصد فراوانی ماهانه برخی از محدوده‌های مختلف آسایش حرارتی شاخص PMV.



شکل ۶. درصد فراوانی ماهانه محدوده‌های دیگر مختلف آسایش حرارتی شاخص PMV.



شکل ۷. درصد فراوانی ماهانه محدود‌های دیگر مختلف آسایش حرارتی شاخص PMV.



شکل ۸. درصد فراوانی ماهانهٔ محدوده‌های دیگر مختلف آسایش حرارتی شاخص PMV.

#### ۴. بحث نتایج

حد اکثر بهره‌برداری از پتانسیل‌های محیطی داشته باشند. نتایج نشان دادند که اغلب ایستگاه‌های غرب و شمال غرب ایران، به دلیل تجربهٔ شرایط غالب زیست اقلیمی سرد و خیلی سرد در ایام سال، جهت تأمین آسایش حرارتی ساختمان‌ها، به تأمین انرژی حرارتی بالا در گام

یافته‌های این تحقیق کاربردهای متفاوتی در بخش‌های مختلف اقلیم-معماری، گردشگری و عرضه و تقاضای انرژی گرمایشی و سرمایشی مناطق مختلف ایران دارند که می‌توانند نقش تأثیرگذاری در آمایش سرزمین و

در دوره سرد سال تقاضای انرژی گرمایشی همانند ایران مرکزی و غرب ایران افزایش می‌یابد. مشابه نتایج حاضر برای نواحی آذربایجان شرقی توسط ساربانقلی و اصل بناب (۱۳۹۲) به دست آمد. به گونه‌ای که آن‌ها در کاری تحت عنوان معماری همساز با اقلیم برای آذربایجان شرقی نشان دادند که با توجه به غالب بودن رخداد تنش‌های سرمایی در طی سال به‌ویژه برای اواسط پاییز تا اواخر زمستان، اتخاذ پیشنهادها، طرح‌ها و سازهایی که هرچه بیشتر بتوانند از انرژی تجدیدپذیر آفتاب در گرمایش ساختمان استفاده نمایند، توصیه شده است. در یک مطالعه مشخص گردید که جهت تأمین آسایش حرارتی برای پهنه‌های مختلف ایران، بیشینه نیاز انرژی برای نواحی ساحلی جنوب کشور انرژی سرمایشی بوده اما برای غرب، شمال غرب ایران انرژی گرمایشی است (روشن و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین در مطالعات دیگری (روشن و همکاران، ۲۰۱۰؛ اسماعیلی و فلاح قالهری، ۲۰۱۴b؛ روشن و همکاران، ۲۰۱۵؛ مختاری و انوری، ۲۰۱۵) نتایج مشابهی حاصل گردیده که مؤید اعتبار یافته‌های این پژوهش است، اما توجه به صنعت گردشگری به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های مهم و تأثیرگذار در آمایش سرزمین امری بدیهی و شناخته شده می‌باشد. پس خروجی‌های این تحقیق با تأکید بر ظرفیت‌های اقلیم-گردشگری مناطق مختلف، توانسته است پتانسیل‌ها و عوامل بازدارنده اقلیم-گردشگری را برای ایام مختلف سال در پهنه ایران شناسایی و معرفی کند. ظرفیت‌های اقلیم-گردشگری با توجه به شرایط غالب ایران مؤید این واقعیت است که ماه می دارای مناسب‌ترین شرایط آسایش است اما بر اساس مناطق مختلف جغرافیایی کشور تفاوت‌هایی دیده می‌شود که جهت بهره‌برداری مناسب از این ظرفیت‌ها، معقولانه است با دید منطقه‌ای به آن اشاره گردد. در سواحل جنوبی کشور مناسب‌ترین شرایط جهت اقلیم گردشگری مربوط به اواسط پاییز تا اوایل بهار است، اما در تابستان نواحی شمال غرب و غرب کشور در مقایسه با سایر شهرهای ایران از ظرفیت‌های مناسب‌تری از لحاظ اقلیم-گردشگری برخوردار می‌باشند. سواحل

اول به‌وسیله گرمایش مکانیکی و در درجه بعد گرمایش خورشیدی نیازمند هستند. در این مناطق در مقایسه با سایر شهرهای مطالعاتی دمای کمتری در تابستان تجربه می‌شود. همچنین به‌خاطر پایین بودن رطوبت نسبی در ایام گرم سال می‌توان با استفاده از عملکرد مصالح ساختمانی سنگین شرایط حرارتی مناسبی در فضاهای داخلی ساختمان‌ها ایجاد نمود. در مجموع کاهش اتلاف حرارت ساختمان، کاهش تأثیر باد در اتلاف حرارت ساختمان، بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان، محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب و بهره‌گیری از نوسان روزانه دمای هوا به‌عنوان مؤلفه‌های مهمی در تأمین آسایش حرارتی محیط داخل ساختمان پیشنهاد می‌گردد. در مناطق گرم و مرطوب نظیر سواحل جنوبی کشور مهم‌ترین عوامل بازدارنده آسایش وجود رطوبت بالا، تابش و دمای زیاد است. همان‌گونه که مقادیر PMV برای این ایستگاه‌ها نشان می‌دهد مخصوصاً در ایام گرم سال غالب رخدادهای زیست اقلیمی شامل شرایط خیلی گرم یا داغ است؛ بنابراین استفاده از تهویه مکانیکی در درجه اول و در مرحله بعد استفاده از تهویه طبیعی هوا و عایق کردن ساختمان‌ها از نفوذ شدت تابش و گرما می‌تواند در کاهش تقاضای انرژی خنک‌کنندگی تأثیرگذار باشد. به عبارت دیگر یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهند که غالب انرژی مورد نیاز برای نواحی غرب و شمال غرب کشور انرژی گرمایشی بوده، حال آنکه در سواحل جنوبی این انرژی از نوع خنک‌کنندگی است. اگر به الگوی فراوانی طبقات مختلف PMV برای شهرهای ایران مرکزی توجه گردد، دیده می‌شود که در این مناطق هم شرایط آسایش حرارتی خیلی گرم و داغ در فصول گرم سال از فراوانی قابل تأملی برخوردار است و هم اینکه در فصول سرد سال گزارش‌ها مؤید وقوع شرایط سرد تا خیلی سرد برای این شهرهاست. پس در ایران مرکزی تقاضای زیادی جهت انرژی گرمایشی و سرمایشی به منظور تأمین آسایش اقلیمی ساختمان‌ها وجود دارد. اما سواحل شمالی کشور به‌دلیل رطوبت و دمای بالا در ایام گرم سال شبیه سواحل جنوبی بوده و



اسفند مطلوب‌ترین ماه‌ها از دید هواشناسی زیستی هستند.

##### ۵. نتیجه‌گیری

در این تحقیق به منظور واکاوی و پایش پتانسیل‌های هواشناسی و آب‌وهواشناسی زیست- انسانی برای ۴۰ ایستگاه کشور که دارای آمار درازمدت ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰ بودند، با استفاده از نرم‌افزار Ray Man، شاخص آسایش حرارتی PMV محاسبه گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که در فصول مختلف سال عوامل بازدارندهٔ مختلفی سبب ایجاد آسایش حرارتی می‌شوند. در دورهٔ گرم سال شرایط خیلی گرم و داغ و در فصول سرد سال رخدادهای تنش‌های سرمایی به‌عنوان عوامل بازدارنده معرفی گردیدند. اما تنوع آب‌وهوایی ایران نشان می‌دهد که اگر در دورهٔ گرم سال غالب نواحی کشور از جمله سواحل جنوبی و شمالی و ایران مرکزی شرایط نامطلوب آسایش حرارتی دارند، ولی برخی از شهرهای غرب کشور نظیر همدان از توان بالای اقلیم- زیستی برخوردارند؛ همچنین در فصول سرد سال بیشینهٔ فراوانی روزهای آسایش برای سواحل جنوبی کشور دیده می‌شود که در مجموع این یافته‌ها نشان می‌دهد که نتایج روش PMV با واقعیت مناطق مذکور منطبق است. علی‌رغم این موضوع از دیدگاه آب‌وهواشناسی، در فصول سرد سال با ورود سامانه‌های غربی، همچنین نفوذ سامانه‌هایی از اسکاندیناوی و ریزش هوای سرد بر روی ایران و تمرکز بیشتر آن بر پهنه‌های نیمهٔ شمالی کشور و غرب ایران مؤلفه‌ای تأثیرگذار در رخداد تنش‌های سرمایی متوسط تا شدید برای این پهنه‌هاست. همچنین نفوذ پرفشار سبیری و ریزش هوای سرد و خشن بر شمال شرق کشور نظیر شهرهایی همانند مشهد، سبزوار و تربت حیدریه باعث رخداد تنش‌های سرمایی در فصول سرد سال این مناطق شده است. در نواحی جنوبی ایران به‌علت عرض پایین و گسترش محدود سامانه‌های سرد شمالی و غربی در ایام سرد سال و عقب‌نشینی پرفشار جنب حاره‌ای، بیشینهٔ

شمالی کشور نیز شبیه سواحل جنوبی در ایام گرم سال از پتانسیل اقلیم-گردشگری مناسبی برخوردار نبوده حال آنکه بهترین زمان جهت ورود گردشگران به‌صورت دو نقطه اوج مربوط به می و دیگری اکتبر و نوامبر دیده می‌شود. از طرف دیگر با توجه به نتایج استحصال شده برای نواحی ایران مرکزی مناسب‌ترین شرایط به منظور گردشگری آب‌وهوایی متعلق به ماه‌های اکتبر، آوریل و می است. در مجموع معرفی این ایام بر مبنای ظرفیت‌های مناسب آسایش حرارتی موجب می‌شود مدیران با برنامه‌ریزی مناسب و امکان دسترسی به تسهیلات و خدمات برای گردشگران، در ایام مذکور از این توان محیطی حداکثر بهره‌برداری را بکنند. درخور توجه است که مشابه نتایج پژوهش حاضر در پژوهش باعقیده و همکاران (۱۳۹۳) در مورد اصفهان دیده می‌شود. به گونه‌ای که در هر دو مطالعه، اکتبر از ظرفیت بالای اقلیم گردشگری برخوردار است و می نیز بدون در نظر گرفتن تنش‌های اندک گرمایی از دیگر ماه‌های دارای ظرفیت مناسب گردشگری معرفی شده است. همچنین از دیگر نتایج موافق با تحقیق حاضر کار ذوالفقاری (۱۳۸۶) است که یافته‌های آن نشان می‌دهد یکی از ایده‌آل‌ترین ماه‌ها از لحاظ اقلیم-گردشگری ژوئن است. همچنین دورهٔ تنش سرما از اوایل پاییز تا اواسط بهار بسط یافته و دورهٔ تنش گرمایی منحصر به فصل تابستان است. فرج‌زاده و احمدآبادی (۱۳۸۸) نیز با استفاده از شاخص اقلیم گردشگری TCI و بر مبنای ۱۴۴ ایستگاه و دورهٔ آماری مشترک ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۴ نشان دادند که مناسب‌ترین پهنه از لحاظ اقلیم-گردشگری در فصول سرد سال مربوط به سواحل جنوبی کشور بوده و از طرف دیگر نواحی غرب کشور با توجه به تنش‌های گرمایی کمتر در اوایل و اواخر تابستان، مناسب‌ترین مناطق جهت گردشگری بوده‌اند که با نتایج مقالهٔ حاضر انطباق دارد. اسماعیلی و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از شاخص PMV و در یک مقیاس روزانه وضعیت اقلیم-آسایش چابهار را مورد واکاوی قرار دادند که یافته‌های آن‌ها در راستای نتایج مقالهٔ ما نشان می‌دهد که ماه‌های آذر، دی، بهمن و

اقلیمی نیستند اما ممکن است این شرایط آسایش در ساعات شبانه (روز) تأمین شود که این جزئیات با استفاده از داده‌های روزانه قابل تفکیک نمی‌باشد.

### مراجع

اسماعیلی، ر.، صابر حقیقت، ا. و ملبوسی، ش. ف. ۱۳۸۹، ارزیابی شرایط اقلیم آسایشی بندر چابهار در جهت توسعه گردشگری، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام. ایران- زاهدان

آسایش، ح.، ۱۳۷۵، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی ناحیه‌ای، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران  
 باعقیده، م.، عسگری، ا.، شجاع، ف. و جمال آبادی، ج.، ۱۳۹۳، بررسی و مقایسه عملکرد پارامترهای مدل ریمن در تعیین تقویم مناسب گردشگری مطالعه موردی: شهر اصفهان، جغرافیا و توسعه، ۳۶، ۱۳۵-۱۴۴.

زیاری، ک.، ۱۳۸۳، مکتب‌ها، نظریه‌ها، مدل‌های برنامه و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، انتشارات دانشگاه یزد.

ذوالفقاری، ح.، ۱۳۸۶، تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژی (PET) و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده (PMV)، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۲، ۱۴۱-۱۴۱.

ساربانقلی، ح.، اصل بناب، ه.، ۱۳۹۲، معماری همساز با اقلیم دهستان منطقه آذربایجان شرقی با تعیین مناسب‌ترین شاخص RayMan، فصلنامه جغرافیای سرزمین، ۳۸، ۵۳-۶۲.

فرج زاده، م. و احمدآبادی، ع.، ۱۳۸۸، ارزیابی و پهنه بندی اقلیم گردشگری ایران با استفاده از شاخص اقلیم گردشگری TCI، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۴۲، ۳۳-۷۸.

مخدوم، م.، شالوده آمایش سرزمین، ۱۳۸۱، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران.

رخدادهای آسایش حرارتی در اواسط پاییز تا اوایل بهار دیده می‌شود که با نفوذ پرفشار آزرور در فصول گرم و تشدید و تلفیق رطوبت بالا و دما باعث رخداد شرایط نامطلوب آسایش حرارتی در ایام گرم سال می‌شود. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که از میان ایستگاه‌های مطالعاتی، از اواسط پاییز تا اواسط زمستان کمینه میانگین ماهانه درازمدت شاخص PMV متعلق به تبریز بوده و در سایر ماه‌های سال همدان کمترین مقدار PMV را تجربه نموده است. همچنین شایان توجه است که کمترین میانگین درازمدت PMV به مقدار ۵/۳-، به ماه ژانویه و تبریز متعلق است. در ادامه از نتایج جدول ۱ مشخص گردید که بیشینه فراوانی حداکثر میانگین ماهانه درازمدت شاخص مذکور به ترتیب به اهواز و چابهار و سپس کاشان، دزفول و بندرلنگه اختصاص دارد. یافته‌ها بر اساس شکل ۲ نشان دادند که بیشینه فراوانی طبقات سرد تا خیلی سرد مربوط به ماه ژانویه با ۶۲/۵ درصد فراوانی‌های ایستگاه‌هاست و بیشینه طبقات خیلی گرم تا داغ به میزان ۹۰ درصد مربوط به جولای است و شرایط آسایش اقلیمی با ۴۰ درصد فراوانی‌ها به ماه اکتبر اختصاص یافته است. اما آمار درازمدت روزانه مؤید این حقیقت است که چابهار با ۱۸ درصد، اهواز با ۲۸ درصد و همدان با ۴۲/۵ درصد از فراوانی ایام، به ترتیب بیشینه طبقه آسایش، داغ و مجموع سرد و خیلی سرد را در مقایسه با سایر ایستگاه‌های کشور به ثبت رسانده‌اند. از طرف دیگر نتایج نشان داد که اکتفا به میانگین درازمدت ماهانه شاخص PMV نمی‌تواند معیار مناسبی جهت تعیین تقویم آسایش حرارتی شهرهای مختلف باشد و با استفاده از آمار روزانه، جزئیات بیشتری برای هر ماه قابل دسترس خواهد بود. همچنین جهت بهره‌برداری بیشتر از ظرفیت‌های آسایش حرارتی مناطق مختلف ایران در راستای آمایش سرزمین، استفاده از داده‌های ساعتی پیشنهاد می‌گردد. زیرا برخی شهرها در ایام خاصی از سال در طول روز (شب) دارای آسایش و راحتی

- Abegg, B., Konig, U., Buerki, R. and Elsasser, H., 1998, Climate impact assessment in tourism, *Appl Geogr Dev*, 51, 81–93.
- Amiranashvili, A., Matzarakis, A. and Kartvelishvili, L., 2008, Tourism Climate Index in Tbilisi, *Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology*, 115, 1-4.
- Auliciems, A. and De Dear, R., 1997, Thermal adaptation and variable indoor climate control. In: Auliciems A (ed) *Advances in bioclimatology – 5. Human Bioclimatology*. Springer, pp 61–86.
- Basarin, B., Lukić, T. and Matzarakis, A., 2015, Quantification and assessment of heat and cold waves in Novi Sad, Northern Serbia, *Int J Biometeorol*, DOI 10.1007/s00484-015-1012-z.
- Cengiz, T., Akbulak, C., Caliskan, V. and Kelkit, A., 2008, Climate Comfortable for Tourism: A Case Study of Canakkale, Balwois 2008 – Ohrid, Republic of Macedonia – 27.
- Cheng, V., Ng, E., Chan, C. and Givoni, B., 2012, Outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong, *International Journal of Biometeorology*, 56, 43-56.
- Delavar, M., Moradifar, A. and Nikoueresht, R., 2012, Classification of Tourism Region in North Area of Iran by Using of TCI index (Case of Study: Guilan province), *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(7), 384-396.
- Dalman, M. and Salleh, E., 2011, Microclimate and Thermal Comfort of Urban Forms and Canyons in Traditional and Modern Residential Fabrics in Bandar Abbas, Iran, *Modern Applied Science*, 5, 12-34.
- Esmaili, R. and Fallah Ghalhari, 2014a, Seasonal bioclimatic mapping of Iran for tourism, *European Journal of Experimental Biology*, 4(3), 342-351.
- Esmaili, R. and Fallah Ghalhari, G., 2014b, An Assessment of Bioclimatic Conditions for Tourists- A Case Study of Mashhad, Iran, *Atmospheric and Climate Sciences*, 4, 137-146.
- Fanger, P. O., 1972, *Thermal comfort*. New York: McGraw-Hill.
- Fanger, P. O., 1970, *Thermal Comfort*. Copenhagen: Danish Technical Press.
- Gage, A. P., Fobelets, A. P. and Berglug, L. G., 1986, A standart predictive index of human response to the thermal environment, *ASHRAE Trans*, 92(13), 709–731.
- Farajzadeh, H. and Matzarakis, A., 2012, Evaluation of thermal comfort conditions in Ourmieh Lake, Iran, *Theor Appl Climatol*, 107, 451–459.
- Farajzadeha, H. and Matzarakis, A., 2009, Quantification of climate for tourism in the northwest of Iran, *Meteorological Applications Meteorol*, 16, 545–555.
- Höppe, P. R., 1993, Heat balance modeling, *Experientia*, 49, 741–746.
- Kim, J. H., Min, Y. K. and Kim, B., 2013, Is the PMV Index an Indicator of Human Thermal Comfort Sensation, *International Journal of Smart Home*, 7(1), 27-34.
- Landsberg, H. E., 1972, The assessment of human bioclimate, a limited review of physical parameters. World Meteorological Organization, Technical Note No. 123, WMO-No. 331, Geneva.
- Lin, T. P., Andrade, H., Hwang, R. L., Oliveira, S. and Matzarakis, A., 2008, The Comparison of Thermal Sensation and Acceptable Range for Outdoor Occupants Between Mediterranean and Subtropical Climates, *Proceedings 18th International Congress on Biometeorology*, Tokio, 22-26 September 2008, 1-4.
- Matzarakis, A. and Endler, C., 2010, Climate change and thermal bioclimate in cities: impacts and options for adaptation in Freiburg, Germany, *Int J Biometeorol*, 54, 479–483.
- Mcgregor, G., Markou, M., Bartzokas, A. and Katsoulis, B., 2002, An evaluation of the nature and timing of summer human thermal discomfort in Athens, Greece, *climate Research*, 21, 83 94.
- Matzarakis, A., 2006, Weather- and climate- related information for tourism, *Tourism Hosp. Plan. Dev.*, 3(2), 99-115.
- Mathai, a., Rabadi, N. and Grosland, N., 2004, Digital human modeling and virtual reality for FCS. Technical report no. VSR-04-02, University of Iota. USA.
- Matzarakis, A., 2001, Climate and Bioclimatic Information for the Tourism in Greece. *Proceedings of the 1st International workshop on climate, tourism and recreation*, International society of biometeorology, commission on climate, tourism and recreation.
- Matzarakis, A., Rutz, F. and Mayer, H., 2007, Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Application of the RayMan model, *International Journal of Biometeorology*, 51, 323-334.
- Matzarakis, A., Rutz, F. and Mayer, H., 2010, Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Basic of the RayMan model, *International Journal of Biometeorology*, 54, 131-139.
- Mokhtari, M. and Anvari, M., 2015, A Comparative

- study of tourism comforting climate in Iran (case study in the Markazi province and southern Kharasan province of Iran) with TCI model in GIS environment, *Journal of Novel Applied Sciences*, 4-2, 151-156.
- Mazon, J., 2014, The influence of thermal discomfort on the attention index of teenagers: an experimental evaluation, *International Journal of Biometeorology*, 58, 717-724.
- Mieczkowski, Z., 1985, The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism, *Canadian Geographer*, 29(3), 220-233.
- Olgay, V., 1953, Application of Climatic Data to house Design, U.S. Housing and Home Finance Agency, Washington, D. C. 2 vol.
- Olu Ola, O., Bogda, M. and Prucnal, O., 2003, Choice of thermal index for architectural design with climate in Nigeria; *Habitat international*, 44, 23-44.
- Parsons, K. C., 1993, Human thermal environments. London: Taylor & Francis.
- Parsons, K. C., 2003, Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cool environments on human health, comfort and performance. Taylor & Francis, London
- Perch-Nielsen, S. L., Amelung, B. and Knutti, R., 2010, Time is of the essence: adaptation of tourism demand to climate change in Europe, *climate change*, 103(3), 363-381.
- Park, S. and Tuller, S., 2014, Advanced view factor analysis method for radiation exchange, *International Journal of Biometeorology*, 58, 161-178.
- Rudel, E., Matzarakis, A. and Koch, E., 2007, Summer Tourism in Austria and Climate Change, In: Oxley, L. and Kulasiri, D. (eds) MODSIM 2007 International Congress on Modelling and Simulation. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, December 2007, pp. 1934-1939. ISBN: 978-0-9758400-4-7.
- Roshan, Gh., Ranjbar, F. and Orosa, J., 2010, Simulation of global warming effect on outdoor thermal comfort conditions, *International Journal of Environmental Science & Technology*, 7(3), 571-580.
- Roshan, GH. R. Orosa, J. and Nasrabadi, T., 2012, Simulation of climate change impact on energy consumption in buildings, case study of Iran, *Energy Policy* 49, 731-739.
- Roshan, GH., Yousefi, R. and Fitchett, J. M., 2015, Long-term trends in tourism climate index scores for 40 stations across Iran: the role of climate change and influence on tourism sustainability, *Int J Biometeorol*, doi:10.1007/s00484-015-1003-0.
- Ramazanipour, M. and Behzadmoghaddam, E., 2013, Analysis of Tourism Climate Index of Chaloos City. *Int J of Humanities and Management Sciences*, 1, 290-292.
- Safaeipour, M., Shabankari, M. and Taghavi, T., 2013, The Effective Bioclimatic Indices on Evaluating Human Comfort (A Case Study: Shiraz City), *Geography and Environmental Planning Journal*, 50(2), 34-55.
- Steadman, R. G., 1979, The assessment of sultriness. Part I: A temperature humidity index based on human physiology and clothing science, *J Applied Meteorol*, 18, 861-873.
- Taffé, P., 1997, A qualitative response model of thermal comfort. *Build Environ*, 32, 115-121.
- Terjung, W. H., 1968, World patterns of the Monthly Comfort index, *Int. J. Biometeor.* 12(2), 119-141.
- Thorsson, S., Lindqvist, M. and Lindqvist, S., 2004, Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden, *International Journal of Biometeorology*, 48, 149-156.
- Thomson, Madeleine, C., Ricardo, J. and Martin, B., 2008, Seasonal Forecasts, Climatic Change and Human Health: Health and Climate, Springer Science + Business Media B.V, 232 pages.
- Yee Yan, Y., 2005, Human Thermal climates in china, *physical Geography*, 26, 163-176.
- Zaninovic, K., 2001, Biometeorological potential of Croatian Adriatic coast, Meteorological and hydrological service of Croatia, *International society of Biometeorology*, 2, 257-262.

## Land use planning based on human-bio meteorological potentials of some selected cities of Iran

Roshan, Gh.\*

*Assistant Professor, Department of Geography, Golestan University, Gorgan, Iran*

*(Received: 10 Jan 2016, Accepted: 14 Jun 2016)*

### Summary

Land use planning based on capabilities, abilities and suitabilities of each region with regard to uniformity and coordination of the effects of their national operation results at the national level, assigns specific role and responsibility to each area. However, one of the integral components in land use planning is considering the potentials and meteorological and climatological limitations of different regions. In the way that many social and economic activities, such as the impact of the climate in agriculture, locating factories, industry and airports, and its role in identifying areas with potential for solar and wind energy is dependent on long-term behavior and pattern of this important indicator. Apart from the role of climate in above-mentioned applications, a lot of activities and industries such as tourism and even supply and demand level of the cooling and heating energy of human settlements are dependent on the behavior and patterns of every region climate. This is in line with a particular branch of meteorology called biometeorology and tourism-climate. On the other hand, everybody knows the importance of this issue that the assessment of ecological potential in any area for land use is based on tourism-climate potential and on the estimation of supply and demand level of the heating and cooling energy which unfortunately, have rarely been considered by managers and authorities. Despite the fact that there have been some studies in the field of bioclimate for different zones of Iran, the example of major weaknesses of these activities is relying on monthly data and short-term time series.

In order to analyze the thermal comfort conditions, the daily and long-term data of temperature, relative humidity, wind speed and cloud cover from 1960 to 2010 were used. Since access to the 50-year long-term data is only available for a limited number of Iran stations. These assessments have been done based on 40 selected stations having the most complete statistical period (Figure 1). It should be noted that the reconstruction of missing data was performed by linear regression, and the results were confirmed after validating the reconstructed data. In addition, the randomness of the observed data and their homogeneity were investigated using Run Test and drawing histogram. In this study, in order to monitor the conditions of human biometeorology, the method of Predicted Mean Vote was used as one of the most important indices of Physiology-temperature. PMV is a 7-point thermal sensation division ranging from less than -3.5 (too cold) to higher than +3.5 (hot) changes (Table 1). To compute this index easier and faster, some software have been designed within which RayMan is one of them. It should be noted that for calculating PMV index, four sets of data and variables are used:

- 1- Situational variables include latitude and altitude, position and height of the city.
- 2- Meteorological variables include dry air temperature in Celsius degree, vapor pressure or relative humidity, wind speed and the amount of cloud.
- 3- The third set of variables includes Individual variables as effective Physiological characteristics in the model. In this regard, the individual characteristics such as height, weight, age and gender should be considered.
- 4- The fourth set of variables includes the type of clothing and activity. Clothing and activity are determined respectively based on Clo and Watts. It should be noted that the third and fourth sets are considered as default models.

The result of this study showed that in different seasons, several inhibiting factors act on thermal comfort. In hot seasons of the year, the very warm and hot conditions and in cold seasons of the year, the cold stress events have been introduced as inhibiting factors. The results based on long-term monthly averages showed that the percentage maximum of stations having bioclimatic conditions from very warm to hot belongs to July regarding %90 of the stations and maximum of cold to very cold conditions belongs to January with a frequency of 62.5 percent of stations. On the other hand, in October, Maximum stations in Iran with 40 percent of the frequency have experienced a thermal comfort. However, the daily long-term statistics during 1960 - 2010 reflects the fact that Chabahar with % 18, Ahvaz % 28 and Hamadan %30.5 in most of the times have recorded respectively as maximum comfort, hot and very cold categories compared to other stations of Iran. Furthermore, the results of this research with the introduction of capacity and thermal comfort inhibiting factors for different parts of the country over the years can play an important role in providing capability and land use planning.

**Keywords:** Land use planning, sustainable development, biometeorology, Thermal comfort, Predicted Mean Vote, Iran.