

واکاوی زمانی و مکانی تنش گرمایی مؤثر بر نیروی انسانی یگان‌های نظامی مستقر در استان خوزستان با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک

محمد محمدی^{۱*}

حسن قاضی^۲

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

تنش گرمایی مهم‌ترین مشخصه آب‌وهوایی استان خوزستان و تأثیرگذارترین پدیده جوی بر نیروی انسانی در منطقه مورد مطالعه است، این مسئله در طرح‌ریزی برای هر نوع مأموریت و یا فعالیت نظامی در آینده که مستلزم به‌کارگیری نیروی انسانی در منطقه مورد مطالعه است باید مدنظر قرار گیرد. در این تحقیق به منظور واکاوی زمانی و مکانی تنش گرمایی مؤثر بر نیروی انسانی یگان‌های نظامی مستقر در استان خوزستان، ابتدا مطالعه اکتشافی در خصوص موضوع و روش تحقیق صورت گرفته و سپس شاخص دمای معادل فیزیولوژیک با شاخص دمای مؤثر استاندارد مقایسه و شاخص دمای معادل فیزیولوژیک برای انجام این تحقیق مناسب‌تر تشخیص داده شد. از داده‌های ۱۲ ایستگاه‌های سینوپتیک در منطقه مورد مطالعه، با دوره آماری ۳۰ سال (۱۹۹۰-۲۰۲۰) جهت استخراج شاخص استفاده شده است. داده‌های مربوط به پارامترهای اقلیمی شامل سرعت باد، دما، رطوبت نسبی، فشار بخار آب و ابرناکی در مقیاس روزانه از سازمان هواشناسی دریافت گردیده و از نرم‌افزار جی‌آی‌اس برای ترسیم نقشه استفاده شده است. یافته‌های تحقیق نشان داد که روند تغییرات شاخص در ۳۰ سال گذشته افزایشی بوده و پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۳۰ به عدد ۱۸،۰۸۸ درجه برسد. ایستگاه‌های آبادان، امیدیه، هندیجان، بندر ماهشهر و بستان در غرب، جنوب و مرکز منطقه، بیشترین روزهای همراه با تنش گرمایی و نامطلوب‌ترین مکان برای فعالیت نیروی انسانی در یگان‌های نظامی در منطقه مورد مطالعه هستند. به لحاظ زمانی تیر، مرداد و خردادماه به ترتیب بدترین زمان برای استفاده از نیروی انسانی در منطقه بوده و ماه‌های آبان و اسفند بهترین شرایط را برای استفاده از نیروی انسانی در یگان‌های نظامی مستقر در استان خوزستان دارد.

واژه‌های کلیدی:

تنش گرمایی، دمای معادل فیزیولوژیک، نیروی انسانی، خوزستان.

۱. دانشجوی دکتری رشته آب‌وهواشناسی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۲. استادیار دانشگاه فرماندهی و ستاد ارتش، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: Email: M.Mohammadi@casu.ac.ir



مقدمه

طراحان و برنامه ریزان مسائل استراتژیک که توجه خود را به ماه یا سال بعد و یا آینده نامعلوم معطوف می‌دارند استفاده‌کنندگان اصلی اقلیم شناسایی می‌باشند و اقلیم‌شناسی برای نیروهای مسلح که خود را برای انجام مأموریت در سرزمین ناشناخته آماده می‌کنند، اهمیت دارد. و برای برنامه‌ریزی بهتر و دقیق‌تر عملیات‌های نظامی علوم هواشناسی و آب‌وهوا شناسی از ابزارهای مفیدی هستند که هم در زمینه پیش‌بینی شرایط آب‌وهوایی و هم دریافتن وضعیت آب‌وهوایی یک منطقه به لحاظ دفاع غیرعامل نقش مهمی را بر عهده دارد (حنفی و فخری، ۱۳۹۳: ۴۴).

یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های آمادگی رزمی در یکان‌های نظامی نیروی انسانی است. هر نوع تاکتیک، تکنیک و یا تجهیزاتی که در میدان نبرد استفاده می‌شود توسط نیروی انسانی به کار برده می‌شود و نیروی انسانی است که به تجهیزات قابلیت می‌دهد و تاکتیک فرمانده را به اجرا درمی‌آورد. با توجه به اهمیت فراوان نیروی انسانی در واحدهای نظامی، لازم است عوامل محدودکننده و کم‌کننده اثر نیروی انسانی شناسایی و در تمام مراحل طرح‌ریزی‌ها و فعالیت‌های نظامی مدنظر قرار گیرد. به نظر می‌رسد یکی از قابل‌توجه‌ترین عوامل محدودکننده و تأثیرگذار بر نیروی انسانی شرایط بد آب‌وهوایی در یک منطقه است. آب‌وهوا یک معیار قطعی است که فرماندهان کنترلی روی آن ندارند و یا کنترل کمی دارند. آب‌وهوا تقریباً برجسته‌ترین موضوع در نظر گرفته‌شده در تمام مأموریت‌ها و عملیات‌های جنگی است. با اینکه فرماندهان کنترلی بر آب‌وهوا ندارند، ولی می‌توانند از آن بهره ببرند تا از طریق برنامه‌ریزی تأثیر آن را به حداقل ممکن برسانند. برای انجام این مهم، فرماندهان به پشتیبانی از عناصر آب‌وهوا شناسی از سطوح تاکتیکی گرفته تا سطوح ملی و بین‌المللی نیاز دارند (FM 34-81/AFM 105-4:1989).

در صورتی که آب‌وهوا به سمت شرایط حدی میل کند و در عین حال، آمادگی و پیش‌بینی لازم برای مقابله با آن وجود نداشته باشد بر نیروی انسانی و به تبع آن بر طرح‌ریزی‌ها، برآوردها و طرح‌های نظامی تأثیر مستقیم و منفی گذاشته و مأموریت نیروهای نظامی را با مشکل مواجه می‌سازد. آب‌وهوا یکی از مهم‌ترین عوامل برتر ساز در توان رزمی در نیروهای نظامی است که بر عوامل محسوس و غیر محسوس توان رزمی نیز تأثیر می‌گذارد. در صورتی که تمام ابعاد و جوانب آن مورد بررسی و مورد ارزیابی قرار گیرد و شناخت لازم در این خصوص در منطقه مسئولیت حاصل شود، مزیت و برتری قابل ملاحظه‌ای را برای نیروهای خودی فراهم می‌آورد و در غیر این صورت نمی‌توان از قابلیت‌های آن برای افزایش توان رزمی استفاده کرد و در نهایت نمی‌توان از این عامل برتر ساز توان رزمی بهترین استفاده ممکن را برد و آسیب‌ها و تبعات آن در رزم خود را نشان خواهد داد. در این شرایط قطعاً واحدهای نظامی در جهت رسیدن به اهداف از پیش

تعیین شده با مشکل اساسی روبرو می‌شوند به نحوی که یا مأموریت محوله به درستی انجام نمی‌شود و یا این که با شکست مواجه می‌شود. تنش گرمایی هم در زمان و هم در مکان بر نیروی انسانی در یگان‌های نظامی و به‌طور غیرمستقیم در نتیجه مأموریت‌ها و عملیات‌های نظامی تأثیر می‌گذارد و در مأموریت‌های محوله برای این یگان‌ها تعیین‌کننده است.

شاخص‌های زیادی از سوی محققان برای ارزیابی آسایش حرارتی محیط‌های سرپوشیده و آزاد ارائه شده است که تعداد آن‌ها حتی به بیش از ۲۰۰ مورد هم می‌رسد (ذوالفقاری، ۱۳۹۸، ۸۳). برای ارزیابی تنش گرمایی از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که یکی از این روش‌ها استفاده از شاخص‌های مدل ریمن است و در میان شاخص‌های مدل ریمن شاخص دمای معادل فیزیولوژیک از جامع‌ترین و پرکاربردترین شاخص جهت ارزیابی زیست‌اقلیمی محسوب می‌شود (حنفی، ۱۳۹۸: ۳۵). بنابراین، هدف اصلی پژوهش واکاوی زمانی و مکانی تنش گرمایی مؤثر بر نیروی انسانی یگان‌های نظامی مستقر در استان خوزستان به روش دمای معادل فیزیولوژیک است که در این راستا اهداف جزء زیر مدنظر است:

۱. واکاوی مکانی تنش گرمایی مؤثر بر نیروی انسانی یگان‌های نظامی مستقر در استان خوزستان با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک
۲. واکاوی زمانی تنش گرمایی مؤثر بر نیروی انسانی یگان‌های نظامی مستقر در استان خوزستان با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک

مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش

فعالیت و عملیات نیروهای نظامی همانند سایر فعالیت‌های انسان تحت تأثیر شرایط آب‌وهوایی می‌باشد و هرگونه عملیات نظامی بدون هماهنگی با شرایط آب‌وهوایی محکوم به شکست است (حنفی، ۱۳۹۸: ۳۰). تأثیر آب‌وهوا روی عملیات و تجهیزات نظامی غیرقابل‌انکار است. در سال ۱۸۱۲ ناپلئون که بزرگ‌ترین ارتش اروپا را با بیش از ۶۰۰ هزار نیرو در اختیار داشت در جنگ با روسیه به خاطر عدم توجه به شرایط فوق‌العاده سرد روسیه از آن کشور شکست خورد. آدلف هیتلر نیز به علت عدم شناخت از شرایط فوق‌العاده سرد روسیه با وجود برتری در میدان نبرد محکوم به شکست شد. نمونه دیگر (افشاری، ۱۳۹۵: ۱۷۰). فرماندهان و طراحان نظامی باید خود را برای اثرات عام و خاص آب‌وهوا بر دشمن و سیستم‌های تسلیحاتی اصلی خودی و عملیات‌ها، آماده کنند و از آن آگاه باشند. این آمادگی شامل ارزیابی طرح‌ها برای به حداقل رساندن اثرات نامساعد آب‌وهوایی بر نیروهای خودی و به حداکثر رساندن اثرات منفی آن بر دشمن می‌شود. دما و رطوبت بر تراکم هوا تأثیر می‌گذارند. تراکم هوا با افزایش دما و رطوبت، کاهش می‌یابد.

بنابراین کارایی و توانایی‌های کارکنان و تجهیزات در دما و رطوبت بالا به شدت کاهش می‌یابد (FM 34-81/AFM 105-4:1989).

یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر فعالیتهای نظامی دمای هوا می‌باشد در صورتی که دمای هوا از یک آستانه‌ای بالاتر و یا پایین‌تر برود کارایی نیروهای نظامی و تجهیزات آن‌ها را کاهش می‌یابد. دما در انتخاب نوع تجهیزات و تدارکات نظامی، فعالیت ماشین‌آلات و نیروهای نظامی اثر می‌گذارد. بررسی حداقل و حداکثر دما برای ساخت و یا سفارش نوع لباس و توقف طولانی مدت یگان‌های رزمی حائز اهمیت است و تعیین آستانه‌های حرارتی یکی از ضروری‌ترین اقدامات قبل از انجام عملیات نظامی است (حنفی، ۱۳۹۳: ۲۷). امروزه یکی از مهم‌ترین نمایه‌های که به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده محققان قرار می‌گیرد، نمایه دمای معادل فیزیولوژیک است. دمای معادل فیزیولوژیک عبارت است از: دمایی که در آن بیلان انرژی انسان برای شرایط فضای سرپوشیده، معادل دمای پوست و نرخ تعرق تحت شرایط واقعی فضاهای آزاد مورد بررسی است. شاخص دمای معادل فیزیولوژیک، کاربران گوناگون را قادر می‌سازد تا اثرات ترکیبی شرایط حرارتی پیچیده در فضاهای آزاد را با تجارب منازل و مکان‌های کسب‌وکار و فعالیت، مقایسه نمایند. علاوه بر این، دمای معادل فیزیولوژیک را می‌توان در تمام مناطق و اقلیم‌ها و در تمام سال، مورد استفاده قرارداد (ذوالفقاری، ۱۳۹۸: ۱۲۰).

در خصوص تأثیر آب‌وهوا مطالعاتی در داخل و خارج از کشور انجام شده است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

محمدی و همکاران (۱۳۹۴) ارتباط بین عناصر اقلیمی با فرار از خدمت سربازی در پادگان‌های نظامی را با استفاده از روش‌های آمار توصیفی، روابط همبستگی و رگرسیونی بررسی و نشان دادند که بین عناصر اقلیمی (دما، بارش) با تعداد فراریان از خدمت سربازی رابطه همبستگی معنادار بوده و میزان این رابطه بین عنصر دما و تعداد فراریان از خدمت سربازی زیاد و مستقیم و بین عنصر بارش و تعداد فراریان از خدمت سربازی متوسط و معکوس می‌باشد. افشاری (۱۳۹۵) در آیین‌نامه هواشناسی نظامی جنبه‌های نظامی آب‌وهوا را بررسی و تأثیر هر یک از عناصر آب‌وهوایی را در کارکردهای نظامی مطالعه نموده است. بدری و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از عناصر اقلیمی اقدام به ارزیابی و پهنه‌بندی تقویم اقلیم‌شناسی نظامی شمال غرب کشور نموده و سپس آستانه‌های عناصر اقلیمی تأثیرگذار در عملیات نظامی را تعیین و احتمالات وقوع پارامترهای تأثیرگذار بر عملیات نظامی را محاسبه و شاخص اقلیم دفاعی را برای این منطقه به دست آورده‌اند. برنا (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای با عنوان تعیین زمان اقلیم گردشگری مناطق عملیاتی جنوب غربی کشور به این نتیجه رسید که منطقه مورد مطالعه در فصل بهار و تابستان از محدوده

آسایش زیست‌اقليمی خارج و در اواخر پاییز و فصل زمستان شرایط اقلیمی آسایش برقرار است. حنفی (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای با عنوان ارزیابی تنش حرارتی و برودتی و تأثیر آن بر فعالیت‌های نظامی در استان آذربایجان غربی اقدام به بررسی شرایط اقلیمی منطقه با دیدگاه نظامی نمودند و در این مطالعه مناطق با تنش گرمایی و سرمایایی را مشخص و زمان‌های مطلوب و نامطلوب اقلیمی را در منطقه شمال غرب کشور مشخص کردند.

تامزی^۱ و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی نقش آب‌وهوا را به‌عنوان یک عامل برترساز در نیروی هوایی ارتش آمریکا بررسی و راهکارهای لازم برای نیروی هوایی تا سال ۲۰۲۵ را ارائه داده است. بای‌بن^۲ و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی با عنوان دیدگاه نظامی به تغییر آب‌وهوا در سراسر جهان، شاخص‌های آب‌وهوایی نیروی دریایی را بر محیط کار نظامی بررسی کردند و اعتقاد دارند که محیط کار نظامی زمينه، ویژگی‌ها، و چالش‌های منحصربه‌فردی دارد. صوفیه^۳ و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی با عنوان پاسخ‌های فیزیولوژیکی و حرارتی پرسنل نظامی در حال انجام یک تمرین نظامی در کنیا دمای بالای ۳۹ درجه را برای همه نیروی انسانی شرکت‌کننده در تمرین نظامی، بحرانی تشخیص دادند. مایکل^۴ (۲۰۱۹) در مطالعه متغیرهای تاکتیکی، ابزاری برای تجزیه و تحلیل مأموریت، به بررسی متغیر جو، زمین و دشمن پرداخته و عناصر دما، رطوبت هوا، دید، سمت و سرعت باد، بارش (باران و برف) و ابر، در یک مکان خاص و در یک زمان خاص را بر انجام موفقیت‌آمیز مأموریت مهم ارزیابی نموده و به‌طور کلی زمین و هوا را مستقیماً بر استقرار توانایی‌های نظامی، استفاده از سلاح، تجهیزات و تحرک مؤثر دانسته است.

روش‌شناسی پژوهش

مشخصات منطقه مورد مطالعه

استان خوزستان در جنوب غربی ایران و در کرانه خلیج فارس و در محدوده مختصات ۲۹ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۳ درجه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این استان ۶۴۰۷ کیلومتر مربع مساحت داشته و با کشور عراق هم‌مرز است. از غرب به شرق و از جنوب به شمال به ارتفاع منطقه افزوده می‌شود. خوزستان پرآب‌ترین استان ایران است و رودخانه‌های کارون، کرخه، دز، مارون و هندیجان از جمله رودخانه‌های مهم این استان هستند. تالاب هورالعظیم در غرب منطقه مورد مطالعه و در مرز با کشور عراق واقع شده

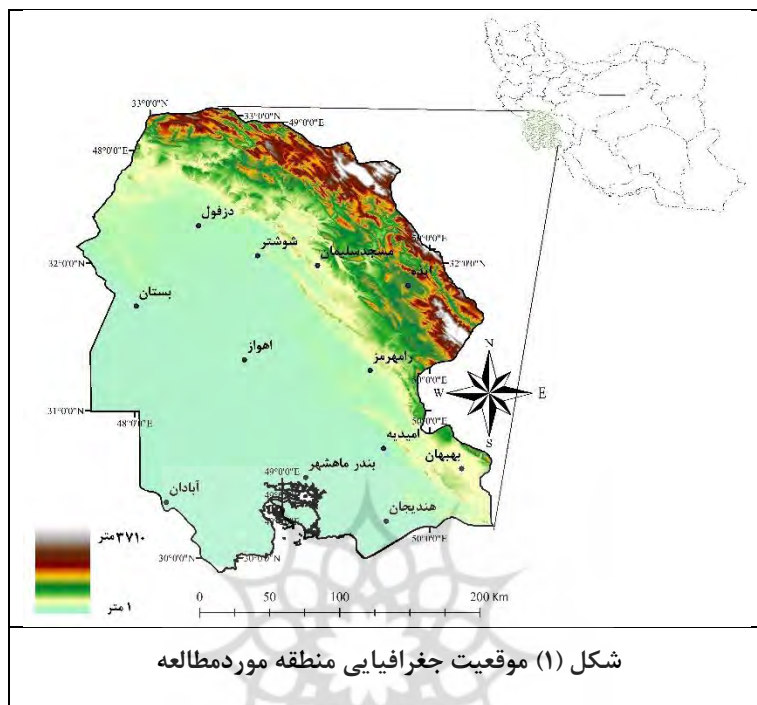
¹ Tamzy

² By Bann

³ Sophie

⁴ Michal

است. ایستگاه ایذه مرتفع ترین ایستگاه سینوپتیک منطقه با ۷۵۸ متر ارتفاع و ایستگاه هندیجان با ۳ متر ارتفاع پست ترین ایستگاه در منطقه مورد مطالعه هستند (شکل ۱).



در این تحقیق جهت واکاوی زمانی و مکانی تنش گرمایی مؤثر بر نیروی انسانی یگان‌های مستقر در استان خوزستان، داده‌های آب‌وهوایی مربوط به دمای هوا، رطوبت نسبی، فشار بخار آب، سرعت باد و میزان ابرناکی آسمان در مقیاس روزانه، مربوط به ۱۲ ایستگاه سینوپتیک مستقر در منطقه مورد مطالعه با دوره آماری حداقل ۳۰ سال (۱۹۹۰-۲۰۲۰) از سازمان هواشناسی کل کشور دریافت و استفاده شده است. به منظور اطمینان از صحت و سقم داده‌های دریافتی و جهت واکاوی آماری داده‌ها، از نرم‌افزار متلب^۱ و برای ترسیم نقشه پراکندگی مکانی تنش گرمایی در منطقه مورد مطالعه از نرم‌افزار جی‌آی‌اس^۲ استفاده شده است.

یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها برای شناسایی آسایش اقلیمی و همچنین تنش گرمایی و سرمایایی مدل MEMI می‌باشد. این مدل از طریق نرم‌افزار ریمن قابل محاسبه است و خروجی آن شامل شاخص‌های: دمای معادل فیزیولوژیک، متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده و شاخص دمای مؤثر

^۱ Matlab

^۲ Geographic information system

استاندارد است. در این میان شاخص دمای معادل فیزیولوژیک از جامع‌ترین و پرکاربردترین شاخص‌ها، جهت ارزیابی شرایط زیست‌اقليمی محسوب می‌شود (حنفی، ۱۳۹۸: ۳۵). به منظور اعتبار سنجی به صحت شاخص دمای فیزیولوژیک از دمای مؤثر استاندارد استفاده شده است. به این صورت که ابتدا مقادیر هریک از شاخص‌ها را در نرم‌افزار ریمن به دست آورده و رابطه هریک از شاخص‌ها با ارتفاع مورد بررسی قرار داده شده است به منظور افزایش دقت رابطه، مقادیر شاخص در مقیاس روزانه برای دوره آماری ۳۰ ساله استفاده شده است و از میزان همبستگی و ضریب تبیین به دست آمده در خصوص اعتبار هریک از شاخص‌ها قضاوت شده و شاخص با اعتبار بالاتر در جهت واکاوی زمانی و مکانی تحقیق استفاده شده است.

جدول (۱) مقادیر آستانه شاخص SET^1 و PET^2 (Matzarakis et al, 1999: 78)

| دمای مؤثر استاندارد | | دمای معادل فیزیولوژیک | | | ردیف |
|---------------------|----------------|-----------------------|---------------|-----------------------|------|
| مقدار SET | کیفیت آسایش | مقدار PET | حساسیت حرارتی | درجه تنش فیزیولوژیک | |
| بیشتر از ۳۰ | فوق‌العاده گرم | | خیلی سرد | تنش گرمایی بسیار شدید | ۱ |
| ۲۷/۵ - ۳۰ | شرجی | ۴ | سرد | تنش گرمایی شدید | ۲ |
| ۲۷/۵ - ۲۵/۶ | خیلی گرم | ۸ | خنک | تنش گرمایی متوسط | ۳ |
| ۲۵/۶ - ۲۲/۲ | گرم | ۱۳ | کمی خنک | تنش گرمایی اندک | ۴ |
| ۲۲/۲ - ۱۷/۸ | آسایش | ۱۸ | راحت | بدون تنش سرما | ۵ |
| ۱۷/۸ - ۱۵/۵ | خنک | ۲۳ | کمی گرم | تنش گرمایی اندک | ۶ |
| ۱۵/۵ - ۱/۶۷ | خیلی خنک | ۲۹ | گرم | تنش گرمایی متوسط | ۷ |
| ۱/۶۷ - ۱۰ | سرد | ۳۵ | خیلی گرم | تنش گرمایی شدید | ۸ |
| (-۱۰) - (-۲۰) | خیل سرد | ۴۱ | داغ | تنش گرمایی بسیار شدید | ۹ |
| کمتر از -۲۰ | فوق‌العاده سرد | - | - | - | ۱۰ |

دمای معادل فیزیولوژیک یا PET یکی از خروجی‌های الگوی MEMI است که در هر نوع ارزیابی از آسایش حرارتی محیط جزو یکی از بهترین شاخص‌های موجود به شمار می‌رود. الگوی

¹ Physiological Equivalent Temperature

² Standard effective temperature

بیلان انرژی مونیخ که به MEMI نامیده می‌شود بر پایه معادله بیلان انرژی بدن انسان بنیان نهاده شده است. الگوی مذکور را می‌توان در قالب معادله زیر ارائه نمود (ذوالفقاری، ۱۳۹۸، ۱۰۸):

$$S = H + C + R + E_d + E_{sr} + E_{lr} + E_{sw} + E_f \quad (۱)$$

آهنگ جریان خون از طریق معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$Q_b = (6/3 + 75(t_c - 36/6))/(1 + 0/5(34 - t_{sk})) \quad (۲)$$

آهنگ تعرق از طریق معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$Sw = 8/47 * 10^{-5} (0/1t_{sk} + 0/9t_c) - 35/6 \text{ kg/sm}^2 \quad (۳)$$

تولید حرارت:

$$H = M(1 - \eta) \quad (۴)$$

شار همرفتی حرارت:

$$C = A_{sk} * f_{cl} * h_{cx} * (Ta - t_{sk}) \quad (۵)$$

شار حرارت تابشی:

$$R = A_{sk} * f_{cl} * f_{eff} * \varepsilon * \sigma * (t_r^4 - t_{sk}^4) \quad (۶)$$

انتشار آب بخار:

$$E_D = m * r * (P_a - P_{vsk}) \quad (۷)$$

اتلاف حرارت محسوس از طریق تعرق:

$$E_{sr} = rtm * C_p * (Ta - T_r) \quad (۸)$$

اتلاف حرارت نهان تبخیری از طریق تعرق:

$$E_{lr} = rtm * r * (P_a - P_{vr})/P_a \quad (۹)$$

اتلاف حرارت در اثر تبخیر تعرقی:

$$E_{sw} = Sw * r \quad (۱۰)$$

برای زنان:

$$E_{sw} = A_{sk} * r * h_c * 0/622/P_a(P_a - P_{vsk}) \quad (۱۱)$$

حرارت اضافه شده یا تلف شده از خون یا نوشیدنی:

$$E_f = m_f * C_f * (t_f - t_c) \quad (۱۲)$$

انتقال حرارت از مرکز به پوست:

$$E_c = Q_b * p_c * C_b * (t_{sk} - t_c) \quad (۱۳)$$

اتلاف حرارت از پوست به محیط:

$$H_1 = (t_{sk} - t_{cl})/I_{cl} \quad (۱۴)$$

در معادلات بالا:

M - نرخ سوخت و ساز بر حسب وات بر مترمربع، S - حرارت خالص ذخیره شده در مرکز بدن، η - کارایی مکانیکی، A_{sk} - سطح پوست بر حسب مترمربع، f_{cl} - نسبت سطح بدن پوشیده به دن بدون پوشش، t_{sk} - دمای پوست به درجه سلسیوس، Ta - دمای هوا به درجه سلسیوس، t_r - دمای تابش متوسط به درجه سلسیوس، t_{cl} - دمای سطح لباس به درجه سلسیوس، P_a - فشار بخار جزئی به پاسکال، P_{vsk} - فشار بخار اشباع در دمای پوست، P_{vr} - فشار بخار اشباع در دمای تعرق، h_c - ضریب انتقال حرارت همرفتی بر حسب وات بر کلون، $C_p, C_f, \& C_b$ - گرمای ویژه هوا، غذا و خون به ترتیب، rtm - جرم هوای تبدیل شده به تعرق، m_f - معادل در واحد وات، σ - ضریب ثابت استفان بولتزمان برابر با $5.67 \times 10^{-8} w/m^2/k^4$ ، ϵ - قابلیت انتشار پوست، r - حرارت نهانی تبخیر، p_b - چگالی خون، C_b - گرمای ویژه خون، I_{cl} - مقاومت لباس در مقابل انتقال حرارت، است. خروجی این شاخص به درجه سانتی گراد است و برابر با میزان دمایی است که فرد با توجه به ترکیب تأثیر سایر عناصر آب و هوایی مورد استفاده در شاخص، احساس می کند. هر مقدار به عدد ۱۸ نزدیک تر باشد منطقه مورد مطالعه از شرایط مناسب تری برای نیروی انسانی برخوردار خواهد بود برابر جدول شماره ۱، مقادیر بیشتر از ۳۵ بیانگر تنش گرمایی شدید و بیشتر از ۴۱ تنش گرمایی بسیار شدید است و مقادیر (۲۳-۱۸) شرایط مطلوب برای نیروی انسانی در نظر گرفته شده است و در این شرایط نیروی انسانی از بهترین عملکرد و کارایی را خواهد داشت.

جدول (۲) ارزش نارسایی لباس های مختلف (ذوالفقاری ۱۰۴:۳۹۳)

| ردیف | مجموعه پوشاک | ارزش نارسایی لباس به کلو |
|------|--|--------------------------|
| ۱ | برهنه | ۰ |
| ۲ | شلوار کوتاه | ۰,۱ |
| ۳ | لباس زیر پنبه ای آستین کوتاه همراه با جوراب نخی | ۰,۳۵ |
| ۴ | لباس زیر پنبه ای آستین کوتاه همراه با جوراب نخی و پیراهن آستین کوتاه یقه باز | ۰,۵ |
| ۵ | شلوار سبک، جلیقه، پیراهن آستین بلند و کت | ۱ |
| ۶ | شلوار سبک، جلیقه، پیراهن آستین بلند و کت + پالتوی پنبه ای | ۱,۵ |
| ۷ | لباس مخصوص مناطق قطبی | ۳,۵ |

فراسنج‌های آب‌وهوایی که در به دست آوردن دمای معتدل فیزیولوژیک در الگوی ریمن^۱ استفاده شده است شامل دمای هوا به درجه سلسیوس، فشار بخار آب به هکتوپاسکال، رطوبت نسبی به درصد، سرعت باد برحسب متر بر ثانیه و میزان ابرناکی آسمان برحسب اکتا است. با در نظر گرفتن میانگین درازمدت فراسنج‌های آب‌وهوایی فوق بر روی افراد ۳۵ ساله با وزن ۷۵ کیلوگرم، قد ۱۷۵ سانتی‌متر و واحد نارسایی لباس ۰٫۹ کلو^۲ برای نیروی انسانی در یگان‌های نظامی، مقدار نمایه‌های مدل ریمن از طریق نرم‌افزار ریمن استخراج گردید.

یافته‌های تحقیق

بر اساس مطالعات انجام شده و واکاوی پارامترهای آب‌وهوایی اخذ شده از سازمان هواشناسی کشوری، شاخص دمای معادل فیزیولوژیک و دمای مؤثر استاندارد در مقیاس روزانه در دوره آماری ۳۰ ساله برای استان خوزستان، با استفاده از نرم‌افزار ریمن استخراج و در ادامه رابطه بین این دو شاخص و ارتفاع در منطقه مورد مطالعه به دست آمده است. بر اساس ضریب تبیین به دست آمده برای هریک از شاخص‌ها با ارتفاع، در استان خوزستان، مشخص گردید شاخص دمای معادل فیزیولوژیک از وضعیت مناسب‌تری برای تعیین تنش گرمایی در این منطقه برخوردار بوده و این شاخص واقعیت‌های دمایی منطقه مورد مطالعه را بهتر تبیین می‌کند. از این رو جهت واکاوی تنش گرمایی از دمای معادل فیزیولوژیک در منطقه استفاده شده است.

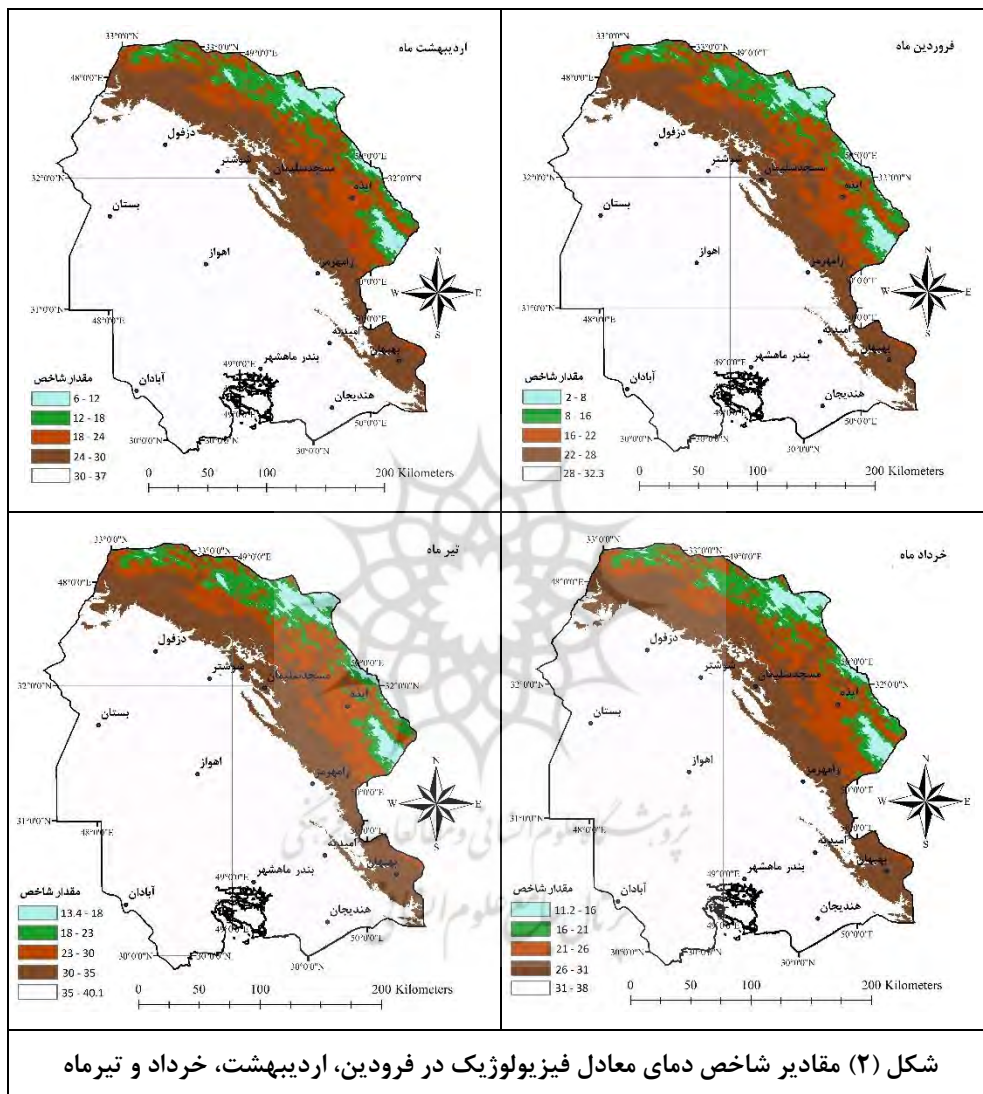
شکل ۲ مقادیر شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در منطقه مورد مطالعه برای ۴ ماه نخست سال را نشان می‌دهد. فروردین‌ماه زمان شروع تنش گرمایی در استان خوزستان است در این ماه شاخص در بعضی از روزه‌ها به خصوص در غرب و مرکز منطقه در ایستگاه‌های بستان، آبادان، هندیجان، بندر ماهشهر و اهواز در وضعیت تنش گرمایی قرار می‌گیرد. در این ماه قسمت‌های شرقی استان در وضعیت آسایش هستند و با توجه به وجود ارتفاعات بلند مانند کوه مینو با ارتفاع بیش ۳۷۰۰ متر، تنش سرمایی در این مناطق حاکم است.

در اردیبهشت‌ماه هوا گرم‌تر شده و به تبع آن مقدار رطوبت موجود در جو نیز افزایش یافته و به همین سبب مقادیر شاخص در این ماه نسبت به ماه قبل روند افزایشی داشته و به جزء ایستگاه‌های شرقی مانند ایذه سایر ایستگاه‌ها در تنش گرمایی شدید قرار دارند. در این ماه نیز در ارتفاعات هنوز هوا خنک است.

^۱ RayMan

^۲ Clo

در خردادماه روند افزایشی شاخص ادامه داشته و تنش گرمایی همانند ماه قبل در منطقه حکم فرماست. در این ماه ارتفاعات شرقی و شمال شرقی استان در وضعیت آسایش اقلیمی قرار دارند و تنش گرمایی و یا سرمایگی در این مناطق وجود ندارد.



شکل (۲) مقادیر شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیرماه

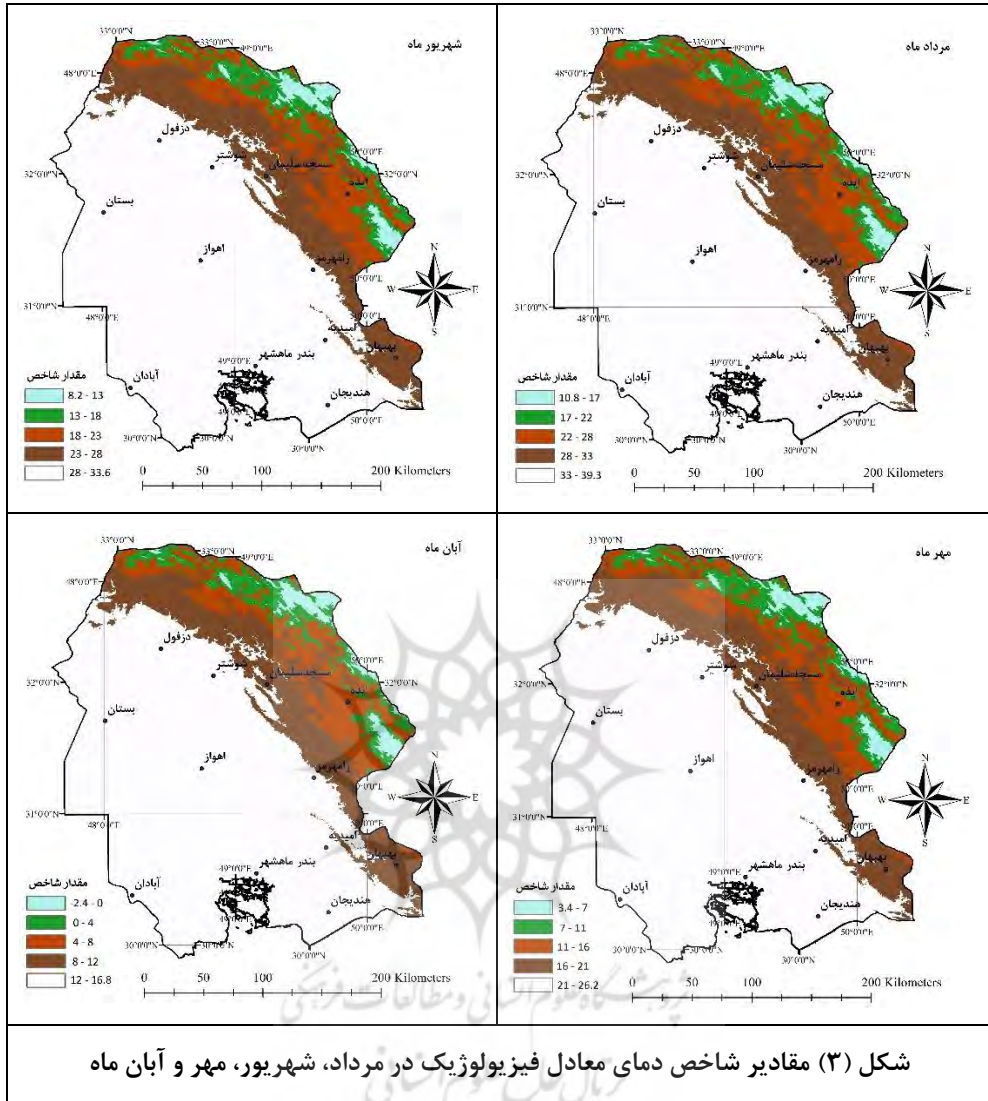
براساس خروجی شاخص دمای معادل فیزیولوژیک، تیرماه گرم‌ترین ماه در منطقه مورد مطالعه است در این ماه مقادیر شاخص به حداکثر خود رسیده و هوا به شدت داغ است. و به جز ارتفاعات بلند در منطقه سایر مناطق استان در شرایط تنش گرمایی شدید قرار دارند. مقدار شاخص از

غرب به شرق و از جنوب به شمال کاسته می‌شود و علت این مسئله به وجود ارتفاعات در شمال و شرق استان مربوط می‌شود.

شکل ۳ مقادیر شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در منطقه مورد مطالعه برای ماه‌های مرداد، شهریور، مهر و آبان را نشان می‌دهد. مردادماه به همراه تیر و خرداد گرم‌ترین و نامطلوب‌ترین ماه برای نیروی انسانی به لحاظ تنش گرمایی در منطقه مورد مطالعه هستند در این ماه بیشتر مناطق استان در حالت تنش گرمایی قرار دارد و هوا کاملاً گرم است. در این ماه ایستگاه‌های شرقی از موقعیت مناسب‌تری به لحاظ اقلیمی نسبت به سایر ایستگاه‌ها برخوردار است و در ایستگاه‌های بستان، آبادان و اهواز تنش گرمایی بسیار شدید حاکم است و هرگونه استفاده از نیروی انسانی را در این موقع از سال را در منطقه مورد مطالعه سخت کرده و بهره و کارایی نیروی انسانی در این شرایط به شدت کم شده و نتیجه و خروجی مناسبی از مأموریت و فعالیت نظامی در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد حاصل نخواهد شد.

در شهریورماه از مقدار شاخص کم شده و از گرمای هوا کاسته می‌شود در این ماه نیز غرب و مرکز منطقه مانند ایستگاه‌های بستان، آبادان، ماهشهر، هندیجان، اهواز، شوشتر و امیدیه در شرایط تنش گرمایی شدید قرار دارد و ایستگاه‌های مستقر در غرب منطقه شرایط به مراتب بدتری نسبت به ایستگاه‌های شرقی قرار دارند و ایستگاه آبادان بدترین موقعیت مکانی به لحاظ تنش گرمایی را دارا می‌باشد. در این ماه هنوز شرایط مطلوب اقلیمی برای استفاده بهینه از نیروی انسانی در منطقه به خصوص در غرب و جنوب منطقه فراهم نشده و بهره و نتیجه مناسبی از به کارگیری نیروی انسانی در ماه از سال حاصل نخواهد شد. در این شرایط در شرق منطقه شرایط آسایش نسبی برقرار است و در ارتفاعات استان هوا خنک شده است.

در مهرماه از دمای هوا کاسته شده و مقادیر شاخص نیز روند نزولی پیدا کرده و تقریباً کل منطقه از حالت تنش گرمایی بسیار شدید خارج شده است ولی هنوز هوا در بیشتر منطقه گرم است به خصوص در ایستگاه‌های آبادان، هندیجان، بندر ماهشهر، امیدیه، اهواز و بستان تنش گرمایی متوسط حاکم است و ایستگاه‌های شرقی در وضعیت مناسب‌تری نسبت به سایر ایستگاه‌های منطقه قرار دارند و شرایط آسایش نسبی برای به کارگیری نیروی انسانی برای فعالیت‌های نظامی در آن حاکم است و در ارتفاعات هوا سرد شده و بخصوص در شب این ارتفاعات از شرایط آسایش اقلیمی خارج می‌شوند.

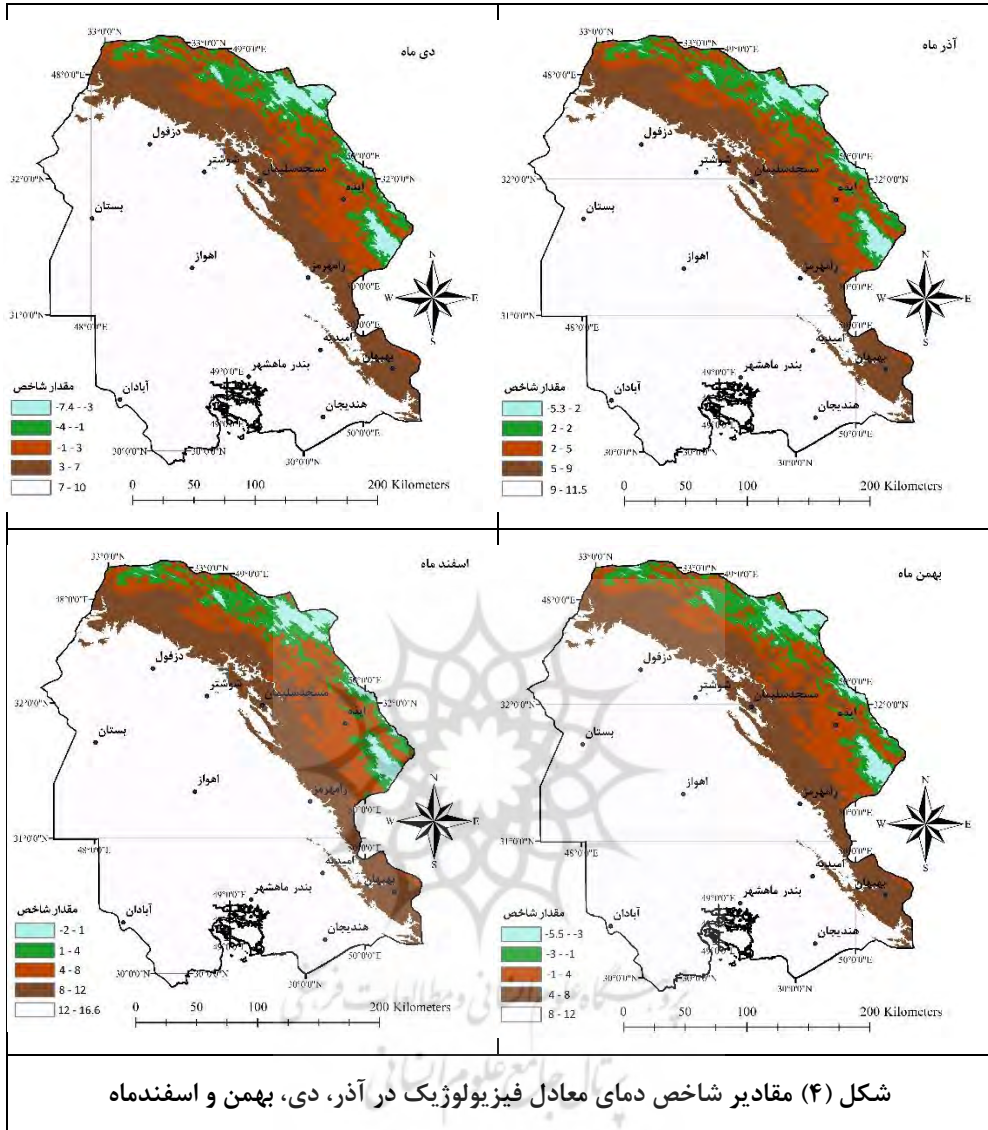


آبان ماه نقطه عطف شاخص در منطقه مورد مطالعه است و هوا سرد شده و در تمام منطقه شرایط تنش گرمایی وجود ندارد و در مناطق شرقی در بخصوص در ارتفاعات هوای خیلی سرد شده و تنش سرمایی در این مناطق حاکم است. در این ماه در بیشتر منطقه (غرب و جنوب) شرایط مناسبی برای استفاده و به کارگیری از نیروی انسانی جهت انجام فعالیت‌ها و مأموریت‌های نظامی وجود دارد. این ماه به همراه اسفندماه بهترین زمان به لحاظ فاقد تنش گرمایی برای نیروی انسانی هستند. در این زمان و در منطقه غرب و جنوب منطقه، کارایی و قابلیت نیروی انسانی به لحاظ اقلیمی در بهترین شرایط قرار دارد و در هر نوع مأموریت واگذاری و فعالیت‌های

نظامی که مستلزم استفاده از نیروی انسانی در منطقه مورد مطالعه است تنش گرمایی به عنوان یک تهدید محسوب نشده و از این نظر بهترین شرایط برای انجام مأموریت‌ها و فعالیت‌های نظامی در منطقه حاکم است.

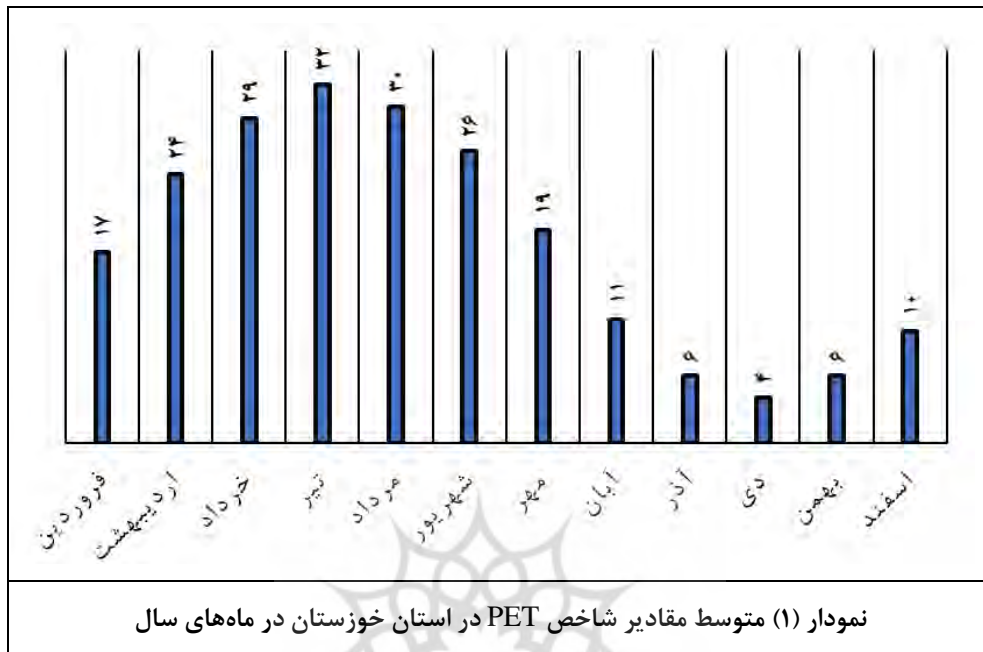
شکل ۴ مقادیر شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در منطقه مورد مطالعه برای ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند را نشان می‌دهد. در آذرماه سرمای نسبی در منطقه حاکم است و هیچ تنش گرمایی در منطقه وجود ندارد در این ماه به خصوص در شب هوا سرد است و نیاز به وسایل گرمایشی و استفاده از البسه مناسب برای نیروی انسانی وجود دارد. در این ماه غرب منطقه سرد و توأم با تنش سرمایی به خصوص در ارتفاعات است و سایر ایستگاه‌ها تقریباً از شرایط یکسانی به لحاظ مقادیر شاخص دمای معادل فیزیولوژیک برخوردار هستند. دی‌ماه سردترین ماه سال در خوزستان است در این ماه هیچ تنش گرمایی در منطقه وجود ندارد و در شرق منطقه تنش سرمایی شدید نیز حاکم است. این ماه به واسطه کم بودن طول روز و کاهش شدت و مدت تابش خورشید سرد بوده و برای نیروی انسانی به خصوص در شب آزاردهنده خواهد بود در صورت استفاده از نیروی انسانی در این موقع از سال باید برنامه‌ریزی مناسبی برای کاهش اثرات سرما به خصوص در شب انجام گیرد.

در بهمن‌ماه اندکی به مقدار شاخص افزوده شده ولی هنوز هوا سرد است و این ماه به همراه دی‌ماه و آذرماه سردترین ماه‌های سال در منطقه مورد مطالعه هستند. تا حدودی این ماه شرایط مشابه با ماه دی را دارد و هوا به خصوص در شب برای استفاده از نیروی انسانی برای فعالیت‌های نظامی، سرد است و نیاز به وسایل گرمایشی و البسه مناسب جهت کارکنان به خصوص در شب را دارد. اسفندماه و آبان‌ماه بهترین زمان برای استفاده از نیروی انسانی در منطقه مورد مطالعه است این ماه نیز نقطه عطف شاخص است و پس از آن مقادیر شاخص به شیب تندی زیاد شده و هوا گرم می‌شود در این ماه به جز مناطق غربی سایر قسمت‌های منطقه در محدوده آسایش اقلیمی قرار دارد و ایستگاه‌های غربی، جنوبی و جنوب غربی منطقه مقدار بالاتری از شاخص را برخوردار هستند. در این ماه دمای هوای تأثیر منفی بر فعالیت و مأموریت‌های نظامی نخواهد داشت و نیروی انسانی به لحاظ حرارت جو در بهترین شرایط خواهد بود و نتیجه و خروجی مأموریت و اگذاری در صورت طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی درست موفقیت‌آمیز خواهد بود.



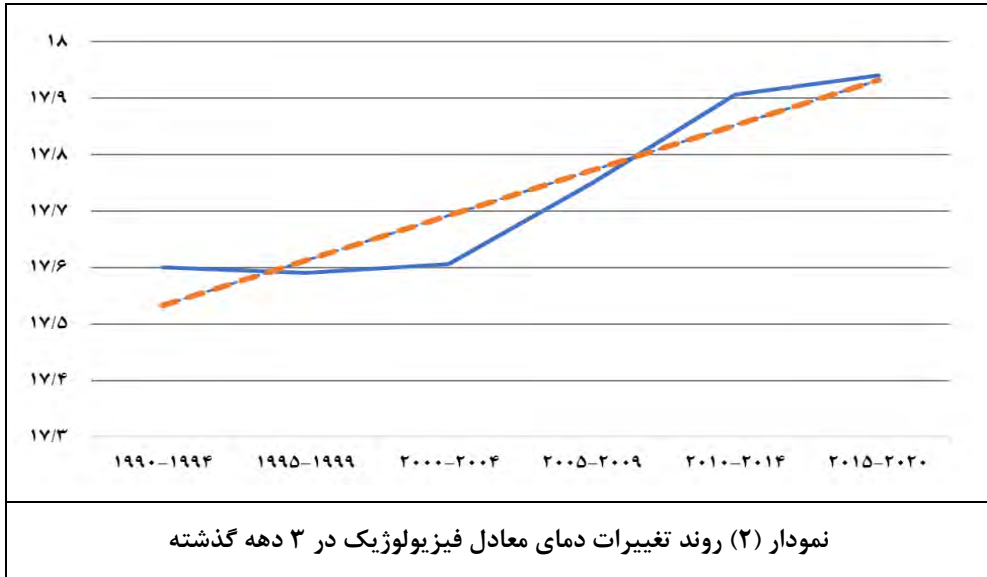
نمودار شماره ۱ متوسط مقادیر شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در منطقه مورد مطالعه و برای هر یک از ماه‌های سال را نشان می‌دهد. بر این اساس ماه‌های تیر، مرداد و خرداد به ترتیب بدترین زمان و نامطلوب‌ترین ماه به لحاظ رخداد تنش گرمایی است. در ماه‌های تیر، مرداد و خرداد، شاخص PET بیشترین مقدار را نشان می‌دهد و تنش گرمایی بسیار شدید در بخش عمده‌ای از منطقه مورد مطالعه منطقه حاکم است و بدترین زمان ممکن برای استفاده و به‌کارگیری از نیروی انسانی برای فعالیت‌های نظامی است و هرگونه فعالیت نظامی که نیاز به استفاده از نیروی انسانی در این موقع از سال در منطقه باشد نتیجه و خروجی مناسبی را نخواهد

داشت و کارایی نیروی انسانی در این زمان به شدت کم خواهد بود. در ماه‌های شهریور و اردیبهشت نیز تنش گرمای حاکم است ولی شدت تیرماه را ندارد.



آبان‌ماه و اسفندماه تنش گرمایی و یا تنش سرمایی در بخش عمده‌ای از منطقه مورد مطالعه وجود ندارد این ماه‌ها بهترین و مناسب‌ترین زمان برای استفاده و به‌کارگیری از نیروی انسانی در منطقه است در این زمان کارایی نیروی انسانی به لحاظ تنش گرمایی در سطح مطلوبی بوده و نتیجه مأموریت و اگذاری به نیروی انسانی مطلوب و رضایت‌بخش خواهد بود. دی‌ماه سردترین ماه در استان خوزستان است و کمترین مقدار شاخص در این ماه رخ داده است در این ماه و ماه‌های آذر و بهمن تنش سرمایی متوسطی در منطقه وجود دارد این تنش در شب به مراتب بیشتر بوده و در این زمان نیروی انسانی به وسایل گرمایشی و لباس گرم نیاز خواهد داشت.

نمودار شماره ۲ بیانگر تغییرات شاخص در ۳۰ سال گذشته بوده و کاملاً مشخص است که روند تغییرات مثبت و مقادیر شاخص افزایشی است. شیب تغییرات شاخص بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۰ تند اتفاق افتاده است. با توجه به روند به‌دست‌آمده پیش‌بینی می‌شود متوسط شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۳۰ به مقدار ۱۸,۰۸۸ برسد.



نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتیجه‌گیری

یگان‌های نظامی برای انجام هر نوع مأموریت در آینده و یا برای مقابله احتمالی با نیروهای خارجی متجاوز، از طرح‌های عملیاتی استفاده می‌کنند که زمان اجرایی شدن آن مشخص نیست و بستگی به شرایط حاکم در زمان و مکان مشخص و رویدادهای داخلی و خارجی دارد. هر نوع عملیات در زمان آینده و استفاده از طرح‌های عملیاتی پیش‌بینی‌شده، نیاز به شناخت از وضعیت جو و زمین منطقه موردنظر برای تهیه و استفاده از آن در طرح‌های عملیاتی دارد. با توجه به این که شرایط جوی مدام در حال تغییر است این موضوع اهمیت توجه و مطالعه آن را زیاد می‌کند. لذا شناخت از شرایط جوی برای یگان‌های نظامی به‌خصوص در استفاده از نیروی انسانی لازم و ضروری است. مهم‌ترین تأثیر جو در یگان‌های نظامی بر نیروی انسانی بوده و نیروی انسانی یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های آمادگی رزمی در یگان‌های نظامی است و آمادگی رزمی در یگان‌های نظامی نشان‌دهنده توانایی و قابلیت آن یگان در انجام مأموریت‌های نظامی، و آب‌وهوا یکی از عوامل برترساز توان رزمی در نیروهای نظامی است. کارایی نیروی انسانی از شرایط بدی جوی متأثر شده و در صورت عدم توجه به این مهم از قابلیت آن‌ها در شرایط رزم به‌شدت کاسته می‌شود و در صورت طرح‌ریزی درست و شناخت کافی از شرایط جوی حاکم در منطقه منجر به افزایش قابلیت و کارایی نیروی انسانی و به‌تبع آن منجر به افزایش آمادگی رزمی در نیروهای نظامی خواهد شد. تنش گرمایی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های جوی می‌باشد که بر فعالیت نیروی انسانی

تأثیرگذار است در شرایط تنش گرمایی و یا تنش سرمایی قابلیت و توانایی نیروی انسانی در منطقه کاهش پیدا کرده و تأثیر مستقیم بر نتیجه فعالیت‌های نظامی دارد.

روند تغییرات شاخص در ۳۰ سال گذشته افزایشی است که این موضوع می‌تواند بر نیروی انسانی در یگان‌های نظامی و همچنین در تهیه طرح‌های نظامی برای آینده مهم و تأثیرگذار باشد که باید مورد توجه فرماندهان و برنامه ریزان نظامی قرار گیرد.

با توجه به مطالعه اکتشافی انجام شده و استفاده از خروجی شاخص دمای مؤثر استاندارد (SET) و مقایسه این شاخص و شاخص دمای معادل فیزیولوژیک با ارتفاع، در منطقه مورد مطالعه، شاخص دمای معادل فیزیولوژیک برای تبیین تنش گرمایی در استان خوزستان بهتر تشخیص داده شد. در اغلب مطالعات پیشین نیز شاخص دمای معادل فیزیولوژیک برای ارزیابی تنش حرارتی نسبت به سایر روش‌ها مناسب تشخیص داده شده بود و مقایسه روش‌های مختلف برای یافتن مناسب‌ترین روش، یک نوآوری در این تحقیق به حساب می‌آید.

توزیع مکانی تنش گرمایی در منطقه مورد مطالعه به جز در شرق و شمال شرق منطقه تقریباً یکنواخت است و ایستگاه‌های مستقر در مرکز، غرب و جنوب منطقه که از ارتفاع کمتری برخوردار هستند به نسبت از تنش گرمایی بالاتری نیز برخوردار بودند. نقش ارتفاعات در پراکندگی مکانی شاخص در منطقه مورد مطالعه به وضوح مشاهده شد و این عامل مهم‌ترین تأثیر را در توزیع مکانی این مخاطره اقلیمی در استان خوزستان داشت همچنین وجود خلیج فارس در جنوب منطقه و تالاب هورالعظیم در غرب باعث افزایش رطوبت منطقه و تأثیر مستقیم در افزایش مقدار شاخص دمای معادل فیزیولوژیک داشته و منجر به افزایش تنش گرمایی در منطقه مورد مطالعه و به خصوص در ایستگاه‌های غربی و جنوبی منطقه شده است.

رفتار زمانی تنش گرمایی در منطقه مورد مطالعه به شکلی است که تقریباً در بیشتر روزهای سال در غرب، جنوب و جنوب غربی منطقه توأم با تنش گرمایی است. تیرماه بالاترین مقدار شاخص را به خود اختصاص داده و بدترین زمان برای هر نوع فعالیت نیروی انسانی در منطقه مورد مطالعه تشخیص داده شد. ماه‌های مرداد و تیر در رده بعدی به لحاظ تنش گرمایی هستند و در این ایام تقریباً تمام ایستگاه‌های منطقه توأم با تنش گرمایی بسیار شدید است. ماه‌های آبان و اسفند بهترین و مطلوب‌ترین زمان برای استفاده از نیروی انسان در منطقه است در این زمان منطقه به لحاظ تنش گرمایی و سرمایی برای نیروی انسانی به نسبت در شرایط مناسبی قرار دارد. دی، بهمن و آذرماه به ترتیب سردترین ماه‌های سال در استان خوزستان هستند و در این ایام نیاز به وسایل گرمایشی و لباس مناسب به خصوص در شب برای نیروی انسانی است. توزیع زمانی تنش گرمایی در منطقه با طول روز و شدت و مدت تابش ارتباط مستقیم دارد و با افزایش

آن‌ها مقدار شاخص نیز افزایش می‌یابد و همچنین رفتار زمانی این پدیده با رفتار زمانی پرفشار جنب حاره هماهنگی دارد و در زمان گسترش این پرفشار در منطقه و به دلیل تابش بی‌امان خورشید و نزول هوا، تنش گرمایی نیز در منطقه نیز حاکم است و با عقب‌نشینی این پرفشار مقادیر شاخص نیز کم شده و از شدت تنش گرمایی در منطقه مورد مطالعه کم می‌شود.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌گردد فرماندهان و تصمیم‌گیران نظامی از نتایج تحقیق در جهت طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی برای هر نوع مأموریت و فعالیت نظامی در منطقه مورد مطالعه استفاده کنند و در به‌کارگیری نیروی انسانی در شرایط تنش گرمایی شدید و بسیار شدید دقت لازم را داشته باشند. معاونت تربیت و آموزش، معاونت عملیات و معاونت طرح و برنامه یگان‌های نظامی در تنظیم و طرح‌ریزی رزمایشات نظامی، به توزیع مکانی و رفتار زمانی تنش گرمایی در منطقه توجه ویژه داشته باشند و معاونت آماد و پشتیبانی در خصوص واگذاری اقلام موردنیاز در شرایط تنش گرمایی شدید و بسیار شدید و همچنین وسایل گرمایشی و البسه موردنیاز در ماه‌های سرد سال برنامه‌ریزی لازم را داشته باشند.

قدردانی

بدینوسیله از مشارکت و همکاری سازمان هواشناسی کشوری در تهیه داده‌های جوی و اساتید و خبرگان نظامی دانشگاه فرماندهی و ستاد ارتش جمهوری اسلامی ایران که در تجزیه و تحلیل و بررسی نهایی این تحقیق یاری رساندند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

منابع

- ≠ افشاری، محمد. (۱۳۹۵). *آیین‌نامه هواشناسی نظامی*. تهران: انتشارات معاونت تربیت و آموزش نزا.جا.
- ≠ بدری، هادی. (۱۳۹۶). *ارزیابی و پهنه‌بندی تقویم اقلیم‌شناسی نظامی شمال غرب کشور*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تبریز.
- ≠ برنا، رضا. (۱۳۹۶). *تعیین تقویم زمانی اقلیم گردشگری در مناطق مرزی با استفاده از شاخص‌های PET و PMV، پژوهش‌نامه مطالعات مرزی*، ۵(۴): ۹۵-۱۱۳.
- ≠ بودینه، محمدرضا. (۱۳۹۳). *بررسی و تحلیل مخاطرات اقلیمی سیستان و بلوچستان با تأکید بر تهیه اطلس مخاطرات اقلیمی*، رساله دکتری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ≠ حنفی، علی. (۱۳۹۳). *آب‌وهواشناسی نظامی*، تهران: انتشارات دانشگاه فرماندهی و ستاد ارتش.

- حنفی، علی. (۱۳۹۸). ارزیابی تنش‌های حرارتی و برودتی و تأثیر آن بر فعالیت‌های نظامی در استان آذربایجان غربی. *علوم و فنون نظامی*، ۴۹(۳): ۲۹-۴۶.
- حنفی، علی. و فخری، سیروس. (۱۳۹۳). تحلیل شاخص‌های اقلیم دفاعی در نیمه غربی ایران. *علوم و فنون نظامی*، ۲۹(۳): ۲۵-۴۶.
- ذوالفقاری، حسن. (۱۳۹۸). *آب‌وهوا شناسی توریسم*، چاپ سوم، تهران: انتشارات سمت.
- سلیقه، محمد. (۱۳۹۶). *آب‌وهوا شناسی سینوپتیک ایران*، چاپ دوم، تهران: انتشارات سمت.
- علیجانی، بهلول. (۱۳۹۸). *آب و هوای ایران*، تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.
- علیجانی، بهلول. (۱۳۹۸). *روش‌های کمی در جغرافیا*، تهران، انتشارات سمت.
- محمدی، محمد، فرجی، عبدالله. و آتشگاهی، حسن. (۱۳۹۴). بررسی ارتباط بین عناصر اقلیمی با فرار از خدمت سربازی در پادگان‌های نظامی. *نهمین کنفرانس ملی فرماندهی و کنترل*، تهران، دانشگاه خوارزمی.
- هوش‌ور، زردشت. (۱۳۸۱). *پاتولوژی جغرافیایی ایران*، مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی.
- By Bann, Carla M., Williams-Piehot, Pamela A. & Whittam, Kimberly P. May (2011), *Military Perspectives on Climate Change from Around, Military Psychology*, 23(3): 53-271.
- Col Tamzy J. House. (2015). *Weather as a Force Multiplier: Owning the Weather in 2025*. Air Force, us.
- David N. Livingstone. (2015). The climate of war: violence, warfare, and climatic reductionism, *WIREs Clim Change*, 37(1): 253-271.
- FM 34-81/ AFM 104-5. (1989). *Weather Support for Army Tactical Operations*, Department of the Army. Washington D.C.
- FM34-81-1. (1992). *Battlefield Weather Effects*. Headquarters Department of the Army, Washington D. C.
- Matzarakis, A., Mayer, H. & Iziomon, H., (1999), Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature, *In Biometeor*, 43(2): 76-84.
- Michal hrnciar. (2019). Tactical variables – a tool for mission analysis, *International Conference knowledge - based organization*, 25(1): 86-90.
- Shirley V. & Scott, Shaheul Khan. (2016). The Implications of Climate Change for the Military and for Conflict Prevention, Including through Peace Missions, *Mplications of climate change*, 20(3): 82-94.
- Sophie, B. Simon, D. Mike, S. & Joanne. L. (2015). The physiological and thermal responses of military personal undertaking a military exercise in kwnya. *15th International Conference on Environmental Ergonomics*, Portsmouth, UK.
- Stewart J.; Maria Kingsley, ED McGrady. (2010). *Climate Change: Potential Effects on Demands for US Military Humanitarian Assistance and Disaster Response*, US.