Archive of SID

فصلنامه علوم و فنون نظامی
سال پانزدهم، شماره ۴۹، پاییز ۱۳۹۸
ص ۴۶- ۲۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۵

ارزیابی تنش‌های حرارتی و برودتی و تأثیر آن بر فعالیت‌های نظامی در استان آذربایجان غربی

علی حنفی[۱]

چکیده

آب‌وهوا از عواملی است که طرح‌های نظامی، تاکتیک‌ها، فرماندهی، انتخاب نیروهای نظامی، تجهیزات نظامی، البسه، آماد، تعمیر و نگهداری، ساخت و پشتیبانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این تحقیق به‌منظور ارزیابی تنش‌های حرارتی و برودتی و تأثیر آن‌ها بر فعالیت نیروهای نظامی در استان آذربایجان غربی از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک استفاده گردید. بدین منظور از بین ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در منطقه، ۷ ایستگاه که دارای طول دوره آماری بالای ۲۵ سال (۲۰۰۹- ۱۹۸۵) بودند، انتخاب گردید. سپس داده‌های مربوط به پارامترهای اقلیمی شامل دمای هوای خشک، رطوبت نسبی، سرعت باد، ابرناکی و فشار بخار اشباع در دوره روزانه و ساعتی از سازمان هواشناسی دریافت گردید. شرایط آسایش اقلیمی و تنش‌های گرمایی و سرمایی در روزها و ماه‌های مختلف سال با استفاده از شاخص PET ارزیابی و سپس در محیط GIS پهنه‌بندی گردید. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که در مناطق مرتفع استان (ارتفاعات غربی و جنوب شرقی) به‌غیراز ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور در بقیه ماه‌های سال تنش‌های سرمایی با شدت‌های مختلف برای فعالیت نیروهای نظامی وجود دارد. علی‌رغم این که در مناطق کم ارتفاع (بخش‌های شرقی) استان در بین ماه‌های فروردین تا آبان شرایط مطلوب و نسبتاً مطلوبی برای فعالیت نیروهای نظامی وجود دارد اما در بین ماه‌های آبان تا فروردین به علت حاکمیت تنش‌های سرمایی، شرایط برای فعالیت نیروهای نظامی مطلوب نیست. تنش‌های گرمایی در سطح استان بسیار محدود بوده و تنها در ماه‌های تیر و مرداد در مناطق کم ارتفاع استان اتفاق می‌افتد.

واژه‌های کلیدی:
اقلیم‌شناسی نظامی، نیروهای نظامی، شاخص PET، آسایش اقلیمی، آذربایجان غربی

[۱] . استادیار اقلیم شناسی گروه جغرافیا دانشگاه افسری امام علی (ع)
* نویسنده مسئول: Email: Hanafi772@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فعالیت و عملیات نیروهای نظامی همانند سایر فعالیت‌های انسان تحت تأثیر شرایط آب‌وهوایی می‌باشد و هرگونه عملیات نظامی بدون هم‌آهنگی با شرایط آب‌وهوایی محل محکوم‌به شکست است. معیارهای جغرافیایی به‌خصوص اقلیم و ژئومورفولوژی تأثیر زیادی بر مخاطرات طبیعی دارند، با توجه به همین اهمیت می‌باشد که اقلیم‌شناسی نظامی از موضوعات مهم جغرافیای نظامی می‌باشد این رشته در ارتباط با آب‌وهوای مناطق عملیاتی بحث می‌نماید. تجارب جنگ تحمیلی و سایر جنگ‌های دنیا نشان داده است عنصر دما که یکی از عناصر آب‌وهوا می‌باشد، می‌تواند به همراه رطوبت و سرعت باد در سرنوشت یک قدرت بزرگ در جنگ درگیر مؤثر باشد. آب‌وهوای نظامی یکی از شاخه‌های جغرافیای نظامی می‌باشد که اثرات آب‌وهوا را بر امور نظامی در سطوح مختلف عملیاتی موردبررسی قرار می‌دهد (حنفی، ۱۳۹۳: ۲۰). ناپلئون و هیتلر هر دو اثرات سخت جنگیدن در زمستان روسیه را طی تلاش‌های بیهوده به‌منظور تسلّط بر هارتلند اروپا، درک و تجربه کردند (گاللووی[۱]، ۲۰۰۴، ۱۱) و همین عامل آب‌وهوا بود که مقدمات فروپاشی امپراتوری فرانسه در قرن نوزدهم و آلمان را در قرن بیستم فراهم کرد. در بین عوامل آب‌وهوایی دمای هوا به‌طور مستمر بر روی انسان در محیط نظامی و هم در محیط‌های کار و فعالیت و حتّی استراحت تأثیر می‌گذارد. به‌طورکلی عنصر دما در کارایی نیروها و تجهیزات نظامی یکی از مهم‌ترین پارامترها می‌باشد (حنفی: ۱۳۹۳: ۱۳۲). قرارگیری در محدوده آسایش اقلیمی از جنبه‌های مختلف برای انسان بسیار پراهمیت است. منظور از محدوده آسایش، مجموعه شرایطی است که ازنظر حرارتی دست‌کم برای ۸۰ درصد افراد مناسب باشد، به‌عبارتی‌دیگر انسان در آن شرایط نه احساس سرما کند و نه گرما (قبادیان و فیض مهدوی، ۱۳۸۰).

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

روابط بین محیط جوی و آسایش انسان را می‌توان با استفاده از شاخص‌های زیست هواشناسی مورد تحلیل و بررسی قرارداد. روند رو به رشد در عمر چند دهه‌ای علم زیست‌اقلیم‌شناسی انسانی تا به امروز سه نسل از شاخص‌ها را به وجود آورده است. دسته اول، شاخص‌های اولیه

[۱] . Galloway

www.SID.ir

Archive of SID

تجربی مثل شاخص عدم آسایش (تام[۱]، ۱۹۵۹) سوز باد (سیپل[۲]، ۱۹۴۵) و دمای محسوس (استیدمن[۳]، ۱۹۷۹) و... می‌باشد. در دسته دوم شاخص‌ها ترکیبی مثل شاخص اولگی[۴] (۱۹۷۳) و ترجونگ[۵] (۱۹۶۸) جای می‌گیرد. درنهایت نسل سوم تحت عنوان شاخص‌های دما- فیزیولوژیک شناخته می‌شوند، حاصل همکاری بین علوم اقلیم‌شناسی کاربردی و زیست هواشناسی انسانی است. ازجمله معروف‌ترین این شاخص‌ها می‌توان به SET*[۶]،PMV[۷] و PET اشاره کرد. شاخص‌های دما- فیزیولوژیک، از معادله بیلان انرژی بدن انسان مشتق می‌گردند که اولین بار توسط فانگر ابداع و تشریح شدند. در سال ۲۰۰۱ پرفسور ماتزارکیس از دانشگاه فرایبورگ آلمان مدل نرم‌افزاری ریمن[۸] را جهت محاسبه شاخص PET طراحی و عرضه کرد. مطالعات بسیار متعددی در مقیاس‌های متفاوت توسط (اندلر[۹] و ماتزاراکیس، ۲۰۰۷)، (امیراناشاویلی[۱۰] و همکاران، ۲۰۰۸) و (تامسون[۱۱] و همکاران، ۲۰۰۸) با استفاده از این شاخص صورت گرفته است. در داخل کشور و تحقیقاتی که به‌صورت پهنه‌ای صورت گرفته است، می‌توان به تحقیقات زیر اشاره کرد. پاینده و زکی (۱۳۸۵) اقدام به محاسبه و ارزیابی شاخص دمای مؤثر برای سطح کشور کردند. افروشه و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی نقش عناصر آب‌وهوایی بر فعالیت نیروهای نظامی استان آذربایجان شرقی با استفاده از شاخص PET پرداختند. حنفی و همکاران در پژوهش‌هایی با عنوان‌های ارزیابی و پهنه‌بندی تقویم اقلیم نظامی مناطق مرزی همجوار با کشور عراق(۱۳۹۳)، تحلیل شاخص‌های اقلیم دفاعی در نیمه غربی ایران(۱۳۹۴)، ارزیابی و پهنه‌بندی وضعیت اقلیم دفاعی نیمه غربی کشور با استفاده از شاخص اقلیم دفاعی (۱۳۹۴) و ارزیابی و پهنه‌بندی شاخص‌های اقلیمی مؤثر در فعالیت نیروهای نظامی و انتظامی در مناطق مرزی ایران و افغانستان (۱۳۹۷) به مطالعه وضعیت اقلیم

---

۱. Thom
۲. Siple
۳. Steadman
۴. 0lgay
۵. Terjung
۶. Standard Effect Temperature
۷. Predict Mean Vote
۸. Rayman
۹. Endler
۱۰. Amiranashvili
۱۱. Thomson

www.SID.ir

Archive of SID

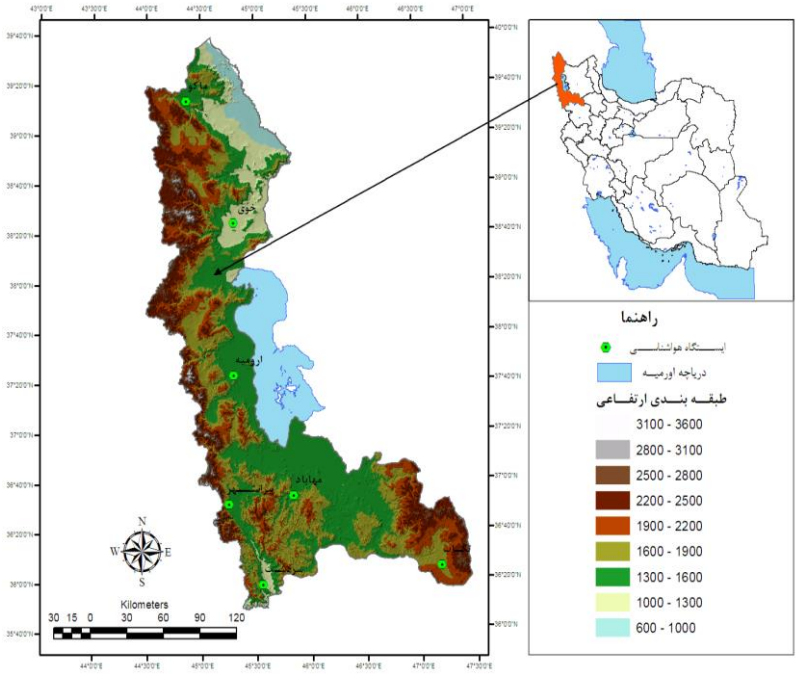
نظامی و دفاعی مناطق مختلف کشور پرداخته‌اند. همچنین از تحقیقات صورت گرفته با استفاده از شاخص PET می‌توان به تحقیقات ذوالفقاری (۱۳۸۶) برای شهر تبریز، اسماعیلی و همکاران برای چابهار (۱۳۸۹) اشاره کرد.

موقعیت جغرافیایی

استان آذربایجان غربی در شمال غربی کشور و در بین عرض شمالی ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۶ دقیقه و طول شرقی ۴۴ درجه و ۳ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۲۳ دقیقه واقع گردیده است و با سه کشور ترکیه، عراق و جمهوری آذربایجان (نخجوان) مرز مشترک دارد. طول مرزهای ایران در این استان به حدود ۹۶۷ کیلومتر می‌رسد به‌طوری‌که این استان از طرف شمال نزدیک به ۱۴۹ کیلومتر مرز آبی رودخانه ارس با جمهوری خودمختار نخجوان، از طرف شمال و مغرب نزدیک به ۵۶۶ کیلومتر مرز خاکی با کشور ترکیه و از طرف مغرب نزدیک به ۲۵۲ کیلومتر مرز خاکی با کشور عراق دارد (سنایی فر، ۱۳۹۰). مساحت استان برابر ۳۷/۰۵۹ کیلومترمربع است که سیزدهمین استان بزرگ کشور محسوب می‌شود و ۲/۲۵ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد (حنفی، ۱۳۹۷، ص ۷۰). استان آذربایجان غربی یکی از مناطق کوهستانی کشور است و توپوگرافی متنوع و گسترده‌ای دارد. موقعیت جغرافیایی و طبقه‌بندی ارتفاعی استان در شکل (۱) نشان داده‌شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱): طبقه‌بندی ارتفاعی و پراکندگی ایستگاه‌های مورداستفاده در تحقیق (منبع: محققان)

روش‌شناسی پژوهش

در انجام این پژوهش به‌منظور ارزیابی نقش عناصر اقلیمی بر فعالیت نیروهای نظامی در استان آذربایجان غربی، از بین ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در منطقه، ۷ ایستگاه که دارای داده و طول دوره آماری مناسب (بالای ۳۰ سال) بودند، انتخاب گردید. سپس داده‌های مربوط به پارامترهای اقلیمی شامل دمای هوای خشک، رطوبت نسبی، سرعت باد، ابرناکی و فشار بخار اشباع در دوره روزانه و ماهانه طی دوره آماری (۲۰۱۰- ۱۹۸۱) از سازمان هواشناسی دریافت گردید. سپس اقدام به تجزیه‌وتحلیل و پردازش آن‌ها و رفع کمبودهای آماری گردید. موقعیت جغرافیایی و پراکندگی ایستگاه‌های مورداستفاده در این پژوهش در شکل (۱) نشان داده‌شده است.

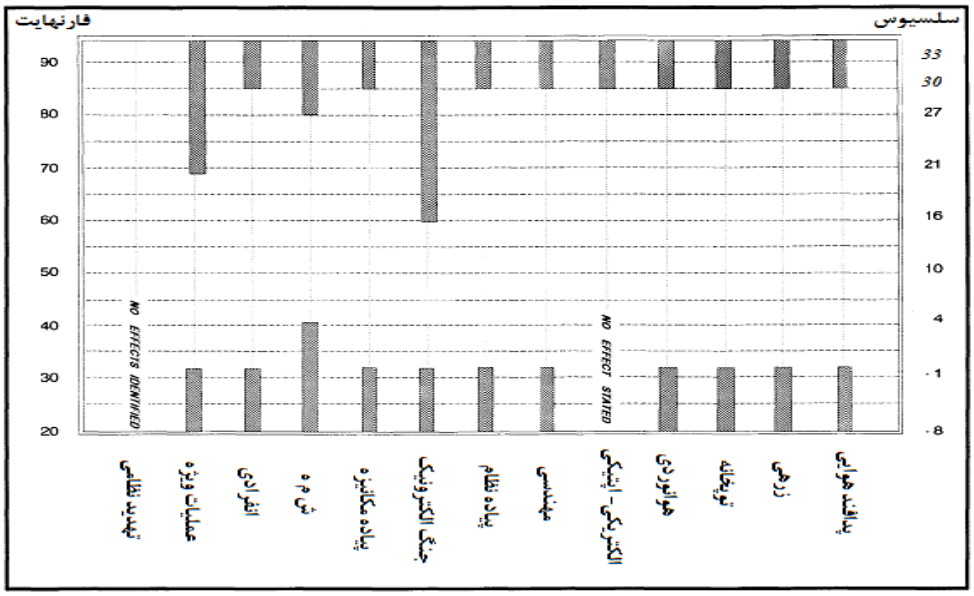
آب‌وهواشناسی نظامی را می‌توان یکی از شاخه‌های آب‌وهواشناسی کاربردی به‌حساب آورد که به بررسی تأثیر عناصر اقلیمی بر عملیات و فعالیت‌های نظامی می‌پردازد. برنامه‌ریزان نظامی برای اهداف کوتاه‌مدت از اطلاعات هواشناسی استفاده می‌کنند، اما برای طرح‌های درازمدت نیازمند اطلاعات و داده‌های اقلیمی می‌باشند (حنفی، ۱۳۹۳، ص ۵). مطالعات درازمدت برای

www.SID.ir

Archive of SID

آماده‌سازی و تجهیز نواحی مختلف کشور انجام می‌گیرد و عمدتاً مربوط به زمان صلح است. فرماندهان و متخصصان نظامی درصورتی‌که از تنش‌های گرمایی و سرمایی محیط‌های مختلف جغرافیایی در طی روزهای مختلف سال آگاهی داشته باشند، می‌توانند با طراحی لباس و تجهیزات متناسب با آن منطقه، توان رزمی نیروهای خود را افزایش دهند.

یکی از مهم‌ترین عوامل اقلیمی تأثیرگذار بر عملیات نظامی دمای هوا می‌باشد. درصورتی‌که دمای هوا از یک آستانه‌ای بالاتر و یا پایین‌تر رود، کارایی نیروها نظامی و تجهیزات آن‌ها را کاهش خواهد داد. همان‌طوری که در شکل (۲) مشاهده می‌گردد، به‌طورکلی کارایی بیشتر یگان‌های نظامی (نیروها و تجهیزات) در دماهای زیر صفر درجه و بالای ۳۰ درجه سلسیوس کاهش می‌یابد، بنابراین دماهای زیر صفر درجه و بالای ۳۰ درجه سلسیوس به ترتیب به‌عنوان آستانه پایین و بالا برای دمای هوا تعیین گردید. لازم به ذکر است که با توجه به اینکه ارزیابی وضعیت تنش‌های حرارتی و برودتی در این پژوهش در مقیاس زمانی روزانه صورت می‌گیرد و مقادیر بالای ۳۰ درجه و یا زیر صفر، ممکن است تنها برای لحظه‌ای در طول یک شبانه‌روز اتفاق بی افتد؛ بنابراین در تعیین وضعیت آسایش اقلیمی به‌جای حداکثر و حداقل دمای روزانه از میانگین دمای روزانه استفاده می‌گردد.



شکل (۲): تأثیرات آب و هوایی ناشی از دما (سطح زمین) روی عملیات نظامی (FM 34-81-1)

www.SID.ir

Archive of SID

یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها برای شناسایی شرایط آسایش اقلیمی و همچنین تنش‌های گرمایی و سرمایی، مدل MEMI می‌باشد. این مدل از طریق نرم‌افزار ریمن قابل‌محاسبه است و خروجی آن سه شاخص زیر می‌باشد که عبارت‌اند از: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک، متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده و شاخص دمای مؤثر استاندارد می‌باشد که به ترتیب به شاخص‌های (PET)، (PMV) و (SET) معروف هستند. این شاخص‌ها جزء خروجی مدل MEMI هستند. در این میان شاخص دمای معادل فیزیولوژیک از جامع‌ترین و پرکاربردترین شاخص‌ها، جهت ارزیابی شرایط زیست‌اقلیمی محسوب می‌شود. جزئیات مدل MEMI بر مبنای معادله بیلان انرژی بدن انسان استوار است و معادله آن به‌صورت زیر است (ماتزاراکیس، ۲۰۰۷):

$$M + W + R + C + E_D + E_{Re} + E_{Sw} + S = 0$$

در این معادله:

M: میزان یا درصد سوخت‌وساز بدن، W: خروجی کار فیزیکی، R: تابش خالص بدن، C: جریان حرارت همرفتی، E_D :جریان حرارت نهان تبخیری آب از پوست، E_{Re} : مجموع جریان‌های حرارتی مؤثر در گرمایش و تبخیر و تعرق و E_{Sw} : جریان هوای مؤثر در تبخیر و تعرق بدن. در این معادله همه عبارت‌ها برحسب وات است. اگر بدن انسان در حال کسب انرژی باشد معادله تماماً مثبت است و اگر در حال از دست دادن انرژی باشد عبارت‌های معادله منفی خواهد بود. شاخص PET را می‌توان دمایی در نظر گرفت که طی آن بیلان حرارتی بدن انسان در یک محیط بسته و در حالت نشسته (بدون ب(و تابش خورشیدی) با نرخ سوخت‌وساز باکار سبک (۸۰ وات)و مقاومت حرارتی لباس حدود ۰/۹ کلو، با دمای پوست و دمای مرکز بدن، در تعادل باشد (ماتزاراکیس و مایر، ۱۹۹۶). در مقادیر بالای شاخص PET، تنش گرما و در مقادیر پایین آن تنش سرما وجود خواهد داشت. برای فعالیت‌های مختلف و پوشش‌های لباس متفاوت، مقادیر دمای معادل فیزیولوژی نیز تغییر خواهد کرد. داده‌های موردنیاز جهت محاسبه شاخص PET را می‌توان در چهار دسته از متغیرها به شکل زیر ارائه کرد:

۱- دسته اول شامل متغیرهای موقعیتی شامل، طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع می‌باشد. این دسته از اطلاعات برای هر ایستگاه یک‌بار به مدل وارد می‌شود.

۲- دسته دوم متغیرهای هواشناسی به شرح جدول (۱) می‌باشند. این داده‌ها در دوره آماری ۲۵ ساله (۲۰۰۹-۱۹۸۵) از سازمان هواشناسی دریافت گردیده و بعد از تبدیل به تاریخ شمسی و میانگین‌گیری روزانه مورداستفاده قرارگرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱): داده‌های هواشناسی موردنیاز برای محاسبه شاخص PET (ماتزارکیس و همکاران، ۱۹۹۹)

ردیف	داده هواشناسی	واحد
۱	دمای هوای خشک	سانتی‌گراد
۲	فشار بخارآب	هکتوپاسکال
۳	رطوبت نسبی	درصد
۴	سرعت باد	متر بر ثانیه
۵	میزان ابرناکی	اکتا

۳- دسته سوم متغیرهای فردی شامل ویژگی‌های فیزیولوژیک مؤثر شامل: قد، وزن، سن و جنسیت می‌باشد (به‌طور پیش‌فرض قد ۱۷۵ سانتی‌متر، وزن ۷۵ کیلوگرم و نوع جنسیت مرد به مدل واردشده است).

۴- دسته چهارم، متغیرهای مربوط به نوع پوشش و فعالیت می‌باشد (به‌طور پیش‌فرض ارزش نارسایی لباس ۰/۹ کلو و میزان فعالیت ۴ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته‌شده است).

بعد از تعریف متغیرها و وارد نمودن آن‌ها به مدل، خروجی مدل به‌صورت مقادیر محاسبه‌شده برای هرکدام از شاخص‌های دما- فیزیولوژیک به دست آمد. نتایج محاسبات و خروجی مدل منجر به تشکیل ماتریسی از ارزش عددی شاخص PET به ابعاد ۳۶۵ (روز) × ۷ (ایستگاه) گردید. در ادامه با استفاده از جدول (۲) وضعیت توصیفی شرایط فیزیولوژیکی و حساسیت گرمایی در روزهای مختلف سال به دست می‌آید

جدول (۲): مقادیر آستانه‌ای شاخص PET در درجات مختلف (ماتزارکیس و همکاران، ۱۹۹۹)

درجه تنش فیزیولوژیکی	حساسیت گرمایی	PET برحسب درجه سلسیوس
تنش سرمایی بسیار زیاد	بسیار سرد	کمتر از ۴
تنش سرمایی زیاد	سرد	۴
تنش سرمایی متوسط	خنک	۸
تنش سرمایی اندک	کمی خنک	۱۳
بدون تنش	آسایش	۱۸
تنش گرمایی اندک	کمی گرم	۲۳
تنش گرمایی متوسط	گرم	۲۹
تنش گرمایی زیاد	داغ	۳۵
تنش گرمایی بسیار زیاد	بسیار داغ	۴۱

www.SID.ir

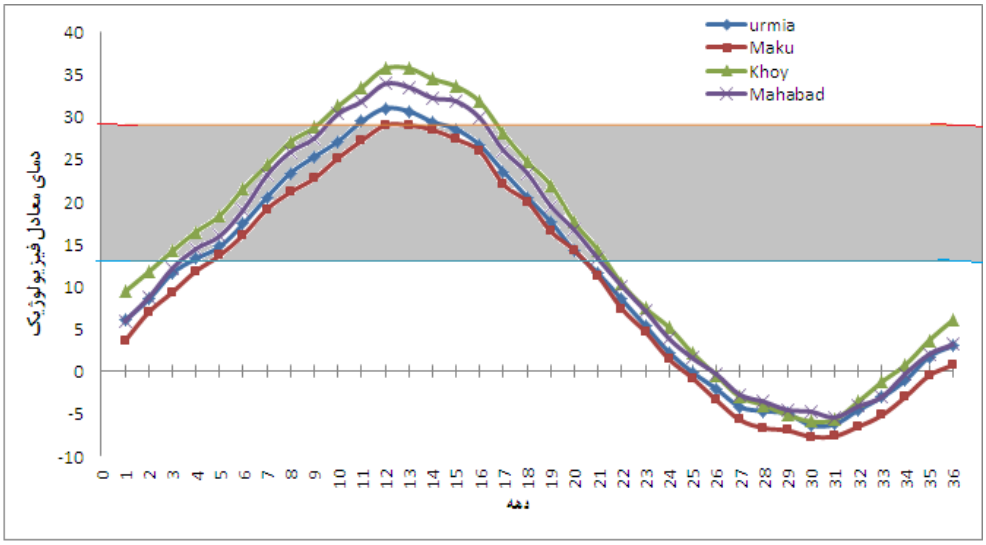
Archive of SID

یافته‌های پژوهش

برحسب طبقات شاخص PET که در جدول (۱) ارائه‌شده است، ارزش عددی ۱۸ تا ۲۳ محدوده آسایش یا از دیدگاه فیزیولوژیکی شرایط بدون تنش را نشان می‌دهد که بهترین و مطلوب‌ترین شرایط اقلیم آسایشی می‌باشد. در این طبقه‌بندی مقادیر عددی ۲۳ تا ۲۹ تنش‌های گرمایی اندک و مقادیر ۱۳ تا ۱۸ بیانگر تنش‌های سرمایی اندک است که با در نظر گرفتن تمهیداتی (مثل پوشیدن لباس مناسب) می‌توان شرایط را به محدوده آسایش رساند. برای نیروها و یگان‌های نظامی نیز با توجه به آموزش‌هایی که در شرایط مختلف اقلیم می‌بینند، می‌توان محدوده آسایش رابین ۱۳ تا ۲۹ درجه در نظر گرفت. به‌منظور آشنایی با روند تغییرات روزانه شاخص PET در منطقه، تغییرات روزانه شاخص PET برای چهار شهر ماکو، خوی، ارومیه و مهاباد در شکل (۲) نشان داده‌شده است. این چهار ایستگاه به‌عنوان نمونه از مناطق جنوبی، میانی و شمالی استان برگزیده‌شده است. حدود منطقه آسایش (ارزش عددی ۱۳ تا ۲۹ درجه) در این نمودارها مشخص‌شده است. ایستگاه ماکو به‌عنوان نمونه از شمال استان انتخاب‌شده است در این شهر از اواسط اردیبهشت تا اواسط مهرماه شرایط اقلیمی مناسبی برای فعالیت نیروهای نظامی حاکم است. در بقیه مواقع سال عمدتاً تنش سرمایی وجود دارد و تنش‌های گرمایی به‌ندرت ممکن است در این ایستگاه دیده شود. ایستگاه خوی به‌عنوان یکی دیگر از ایستگاه‌های شمال استان انتخاب گردیده است. این ایستگاه به علت واقع‌شدن در ارتفاع پایین، نسبت به بقیه ایستگاه‌ها از اقلیم گرم‌تری برخوردار است. شرایط آسایش اقلیمی نیروهای نظامی در این ایستگاه در دو دوره (اوایل اردیبهشت تا اواخر خرداد) و (اواسط شهریور تا اواخر آبان) اتفاق می‌افتد. در بقیه روزهای سال تنش سرمایی و تنش گرمایی با شدت‌های مختلف دیده می‌شود. ایستگاه ارومیه نیز به‌عنوان نمونه از مناطق مرکزی استان انتخاب گردیده است. در این شهر نیز از اوایل اردیبهشت تا اواسط تیر و از اواخر مرداد تا اواسط مهر شرایط آسایش اقلیمی حکم‌فرما است. در ارومیه نیز دوره تنش گرمایی نسبت به دوره تنش سرمایی بسیار کوتاه است. ایستگاه مهاباد به‌عنوان نمونه از جنوب استان انتخاب گردیده است. در ایستگاه مهاباد نیز دوره آسایش اقلیمی از اواسط اردیبهشت تا اواخر خرداد و از اوایل شهریور تا اواخر مهر اتفاق می‌افتد (شکل ۳).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۳): تغییرات دهه‌ای شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در ایستگاه‌های منتخب استان

در ادامه تغییرات زمانی – مکانی اقلیم آسایشی، با استفاده از نقشه‌های ماهانه تولیدشده مورد ارزیابی قرارگرفته است. با توجه به تغییر شرایط آسایش اقلیمی با افزایش یا کاهش ارتفاع و نیز محدود بودن تعداد ایستگاه‌های هواشناسی، نقشه‌هایی که بدون توجه به عامل ارتفاع تهیه می‌شوند شرایط یکسانی را از بعد اقلیم نظامی برای مناطق کوهستانی و دشتی نشان می‌دهند. درصورتی‌که از بعد اقلیم نظامی ممکن است تفاوت زیادی بین این دو وجود داشته باشد؛ بنابراین برای رفع این مشکل، با برقراری رابطه رگرسیونی بین مقادیر ستون PET در هرماه و ستون مربوط به ارتفاع ایستگاه‌ها در محیط نرم‌افزار اکسل معادله رگرسیونی بین دو پارامتر موردنظر مثلاً ستون PET مربوط به ماه ژانویه و ارتفاع ایستگاه‌ها را (به‌طوری‌که ستون ارتفاع به‌عنوان فاکتور X و ستون PET به‌عنوان فاکتور Y در معادله لحاظ گردد) با الگوی خطی محاسبه کرده و در محیط نَرم‌افزار ARCGIS و با قرار دادن لایه DEM منطقه به‌جای فاکتور X در معادله رگرسیونی به‌دست‌آمده نقشه‌های مربوط به وضعیت اقلیم نظامی در هرماه به دست آمد. همبستگی بین شاخص دمای معادل فیزیولوژیک با ارتفاع در تمام ماه‌های سال دارای روند معکوس و معنی‌دار می‌باشد یعنی با افزایش ارتفاع دمای معادل استاندارد در تمام ماه‌های سال کاهش می‌یابد. به‌طورکلی با توجه به افزایش ارتفاع از شرق به غرب در استان، دمای معادل فیزیولوژیک نیز در ماه‌های مختلف سال از شرق به غرب کاهش می‌یابد. در فروردین‌ماه دمای معادل فیزیولوژیک در استان بین ۷- تا ۱۶ درجه سلسیوس متغیر است. در

www.SID.ir

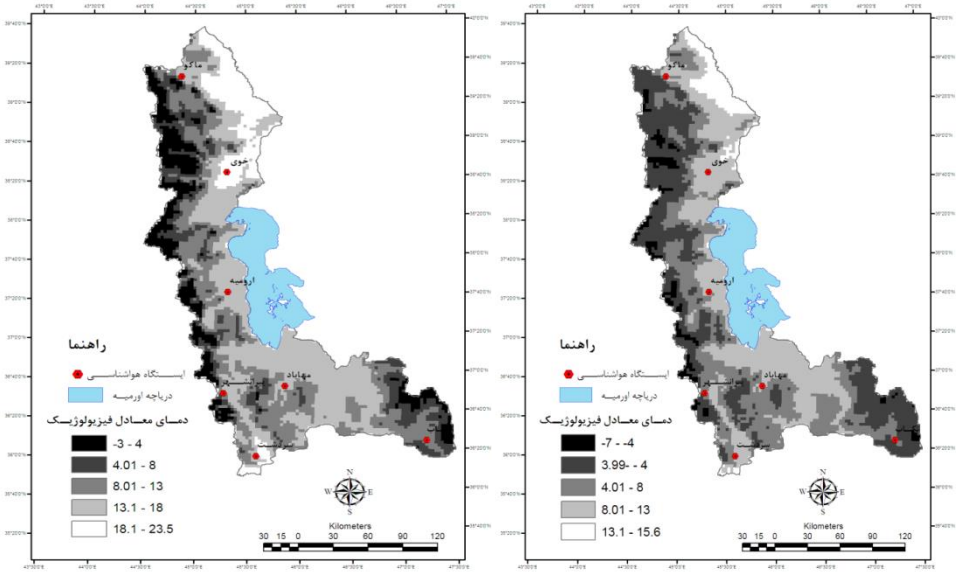
Archive of SID

مناطق کم ارتفاع حاشیه رودخانه ارس در شمال استان شرایط اقلیمی مناسب حاکم است اما در بقیه مناطق استان تنش‌های سرمایی وجود دارد که این تنش‌ها با افزایش ارتفاع به حد خیلی زیاد نیز می‌رسد (شکل ۴). در ماه اردیبهشت دمای معادل فیزیولوژیک نسبت به فروردین افزایش‌یافته است و بین ۳- تا ۲۳/۵ متغیر است. در این ماه در بیشتر مناطق و شهرهای استان شرایط آسایش اقلیمی حاکم است اما در ارتفاعات غربی استان (آرارات) و ارتفاعات شمال تکاب تنش‌های سرمایی با شدت‌های مختلف دیده می‌شود (شکل ۵). در ماه خرداد نیز دمای معادل فیزیولوژیک نسبت به ماه‌های قبل افزایش‌یافته و بین ۴ تا ۳۳ درجه متغیر است. در بیشتر مناطق استان شرایط بسیار مناسبی ازلحاظ آسایش اقلیمی برای نیروهای نظامی حاکم است. در مناطق کم ارتفاع جنوب رودخانه ارس تنش گرمایی با شدت کم و در ارتفاعات بسیار مرتفع مرزی تنش سرمایی ضعیف تا متوسط وجود دارد (شکل ۶). در ماه تیر دمای معادل فیزیولوژیک بین ۹ تا ۳۷ درجه سلسیوس متغیر است. در مناطق کم ارتفاع (دشت‌ها) استان تنش‌های گرمایی با شدت ضعیف تا متوسط، در مناطق نسبتاً مرتفع شرایط آسایش اقلیمی و در مناطق بسیار مرتفع کوه‌های آرارات تنش سرمایی ضعیف برای فعالیت نیروهای نظامی وجود دارد (شکل ۷). شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در مردادماه نیز مشابه تیرماه می‌باشد، به‌گونه‌ای که مقادیر شاخص بین ۹ تا ۳۷ درجه سلسیوس بوده و با افزایش ارتفاع مقدار آن کاهش می‌یابد (شکل ۸). در ماه شهریور مقادیر شاخص PET نسبت به ماه قبل کاهش‌یافته است و مقادیر شاخص بین ۴/۵ تا ۳۲ درجه سلسیوس متغیر می‌باشد. در مناطق کم ارتفاع حاشیه رودخانه ارس تنش گرمایی بسیار ضعیف، در ارتفاعات مرتفع آرارات و شمال تکاب تنش سرمایی ضعیف تا متوسط و در بقیه مناطق استان شرایط آسایش اقلیمی برای فعالیت نیروهای نظامی حاکم است (شکل ۹). با آغاز ماه مهر و شروع فصل پاییز، تنش سرمایی در استان آغاز می‌گردد. در این ماه دمای معادل فیزیولوژیک بین ۳- تا ۲۳ درجه سلسیوس متغیر است. در مناطق کم ارتفاع (دشت) استان شرایط آسایش اقلیمی و در مناطق مرتفع غربی و جنوب شرقی تنش‌های سرمایی با شدت ضعیف تا زیاد وجود دارد (شکل ۱۰). شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در ماه آبان بین ۸- تا ۱۳متغیر می‌باشد که نشان‌دهنده حاکمیت تنش‌های سرمایی با شدت‌های مختلف در سطح استان می‌باشد. در مناطق کم ارتفاع استان تنش سرمایی با شدت ضعیف تا متوسط و در مناطق مرتفع استان (نوار غربی و ارتفاعات جنوب شرقی) تنش سرمایی در محدوده زیاد و خیلی زیاد دیده می‌شود (شکل ۱۱). در ماه آذر بر شدت تنش‌های سرمایی افزوده‌شده است، به‌گونه‌ای که دمای معادل فیزیولوژیک در این ماه بین ۱۵- تا ۵ متغیر می‌باشد. در مناطق کم ارتفاع استان تنش سرمایی در محدوده زیاد و در

www.SID.ir

Archive of SID

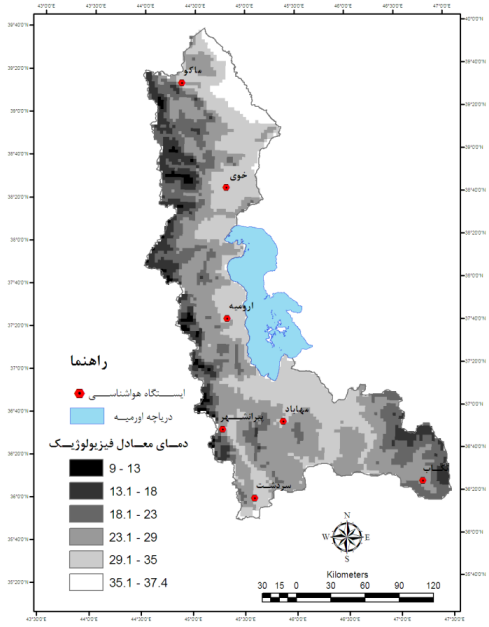
مناطق مرتفع تنش سرمایی در محدوده خیلی زیاد و فوق‌العاده زیاد برای نیروهای نظامی وجود دارد (شکل ۱۲). شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در دی‌ماه بین ۲۰- تا ۲ متغیر می‌باشد و تنش‌های سرمایی با شدت خیلی زیاد و فوق‌العاده زیاد تمام استان را دربر گرفته است و با افزایش ارتفاع بر شدت تنش‌های سرمایی افزوده می‌شود و این تنش‌های سرمایی می‌تواند فعالیت نیروهای نظامی را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد (شکل۱۳). در ماه بهمن شاخص دمای معادل فیزیولوژیک بین ۱۹- تا ۳ قرار دارد و شرایطی مشابه بادی ماه را نشان می‌دهد (شکل ۱۴). در ماه اسفند از شدت تنش سرمایی نسبت به ماه‌های دی و بهمن کاسته شده است به‌گونه‌ای که در مناطق کم ارتفاع استان تنش سرمایی در محدوده متوسط تا زیاد و در مناطق مرتفع غربی و جنوب شرقی استان تنش سرمایی در محدوده خیلی زیاد تا فوق‌العاده زیاد برای فعالیت نیروهای نظامی وجود دارد (شکل ۱۵).



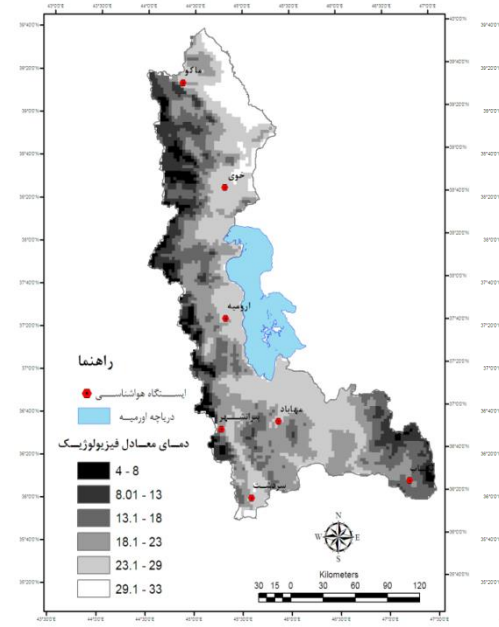
شکل (۴): دمای معادل فیزیولوژیک فروردین شکل (۵): دمای معادل فیزیولوژیک اردیبهشت

www.SID.ir

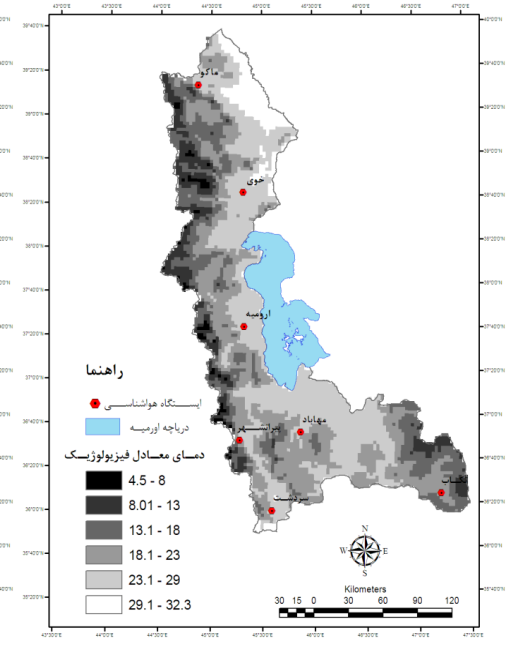
Archive of SID



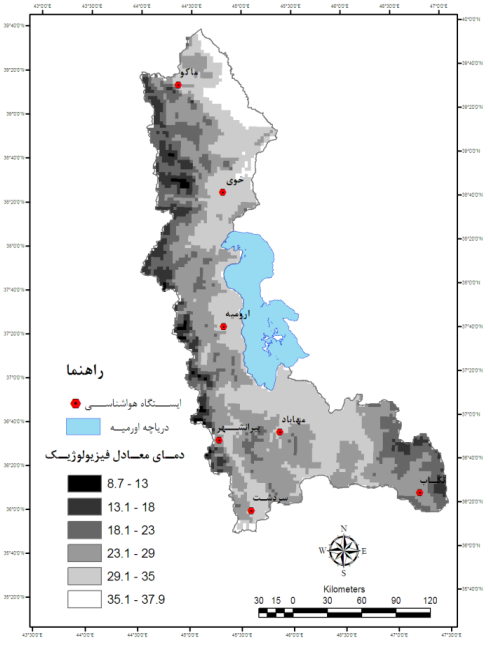
شکل (۶): دمای معادل فیزیولوژیک خرداد



شکل (۷): دمای معادل فیزیولوژیک تیر



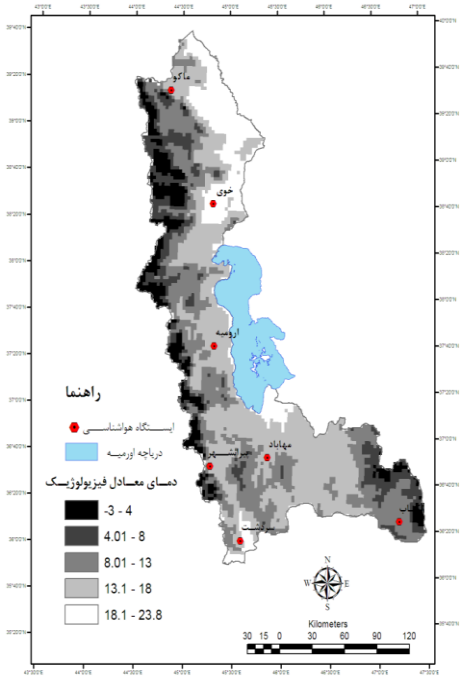
شکل (۸): دمای معادل فیزیولوژیک مرداد



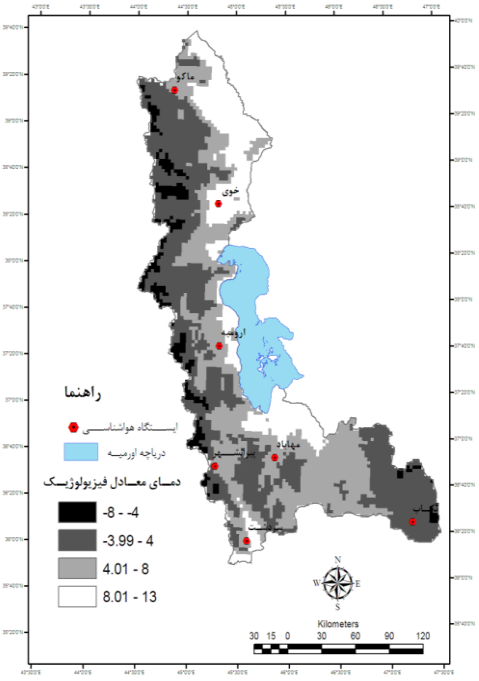
شکل (۹): دمای معادل فیزیولوژیک شهریور

www.SID.ir

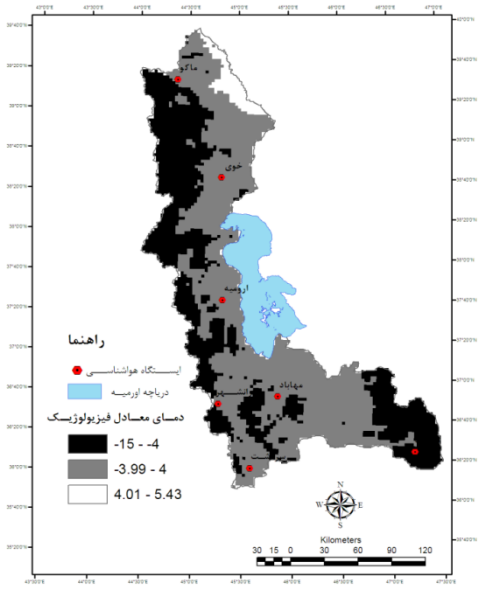
Archive of SID



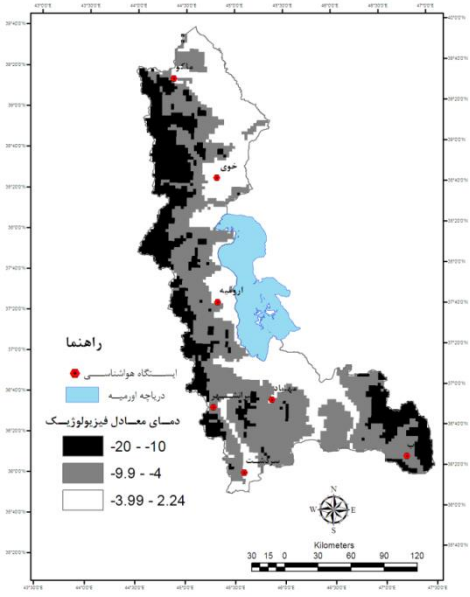
شکل (۱۰): دمای معادل فیزیولوژیک مهر



شکل (۱۱): دمای معادل فیزیولوژیک آبان



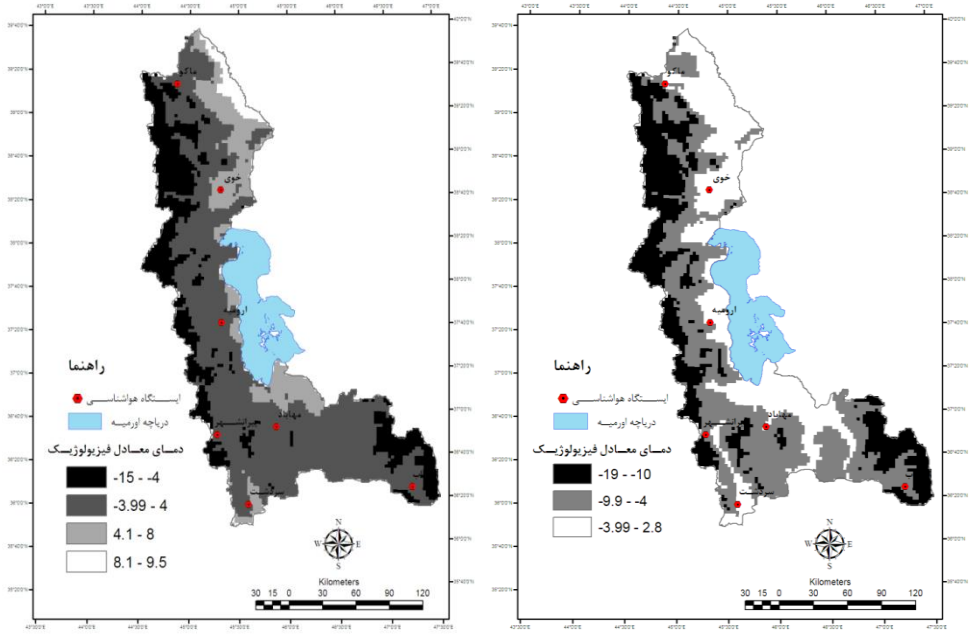
شکل (۱۲): دمای معادل فیزیولوژیک آذر



شکل (۱۳): دمای معادل فیزیولوژیک دی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱۴): دمای معادل فیزیولوژیک بهمن (۱۵): دمای معادل فیزیولوژیک اسفند

بحث و نتیجه‌گیری

نیروهای نظامی که هرروز در معرض پدیده‌های جوی هستند، نمی‌توانند به‌دقت مشخص کنند که گرمای شدید بدتر است یا سرمای شدید، اما نظرسنجی‌های غیررسمی نشان می‌دهد که صرف‌نظر از تحمل فردی، عادت‌پذیری جسمی و میزان سازگاری با محیط، همه افراد هر دو را نفرت بار و جزء عوامل نامطلوب به‌حساب می‌آورند. بر اساس نظر جمعی، سرما به همراه وزش بادهای گزنده و گرما همراه با رطوبت زیاد، بدترین ترکیب آب و هوایی هستند. سرمای خشک زیر صفر درجه، سرمازدگی را در میان افرادی با البسه اندک و آموزش ضعیف تضعیف می‌کند. در زمستان سال‌های ۱۹۴۲-۱۹۴۱، یک‌صد هزار نفر از نیروهای مسلح آلمان در روسیه به همین دلیل آسیب دیدند، که از این تعداد ۱۵ هزار نفر مجبور به قطع عضو شدند. سرمای مرطوب در بعضی موارد، حتی از این هم شدیدتر باعث سستی و از پای درآمدن نیروها می‌شود. معلولیت ناشی از قرار گرفتن طولانی‌مدت پاها در آب سنگر، در دمای کمی بالاتر از صفر درجه، از موارد قدیمی مصدومیت زا است. در جنگ جهانی دوم، درصحنه‌های عملیاتی اروپا، بیماری معلولیت سنگری در میان سربازان پیاده‌نظامی آمریکا شایع شد، چون در روزهای پایانی، آن‌ها مجبور بودند به‌جای پیاده‌روی بر زمین خشک، به آب بزنند و از میان گل‌ولای یخزده بگذرند و

www.SID.ir

Archive of SID

در سنگرهای پر از آب زندگی کنند و به پناهگاه یا کفش و جوراب خشک دسترسی نداشتند (جان ام کالینز، ترجمه آهنی و محسنی، ۱۳۸۴).

در گرمای سست کننده، نیروهای مسلح با مجموعه دیگری از مشکلات روبرو می‌شوند. برای جلوگیری از کاهش بدن، مصرف آب بالا می‌رود، چون ۸ ساعت کار و کوشش روزانه در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد، ۱۴ لیتر مایعات می‌طلبد. مسئولان تدارک و پشتیبانی نیروها برای تأمین چنین محموله‌ای در صحرا با مشکل مواجه‌اند که مقدار آن برای هر نفر ۳۰ پوند و برای یک لشکر زرهی ۱۸۰۰۰ نفره، ۲۷۰ تن می‌باشد. گرما همراه با رطوبت زیاد، به‌سرعت باعث سستی و تضعیف توان فرد می‌شود، این مسئله وقتی حادتر می‌شود که نیروهای نظامی جلیقه ضدگلوله پوشیده و یا برای مقابله با حمله شیمیایی دشمن لباس‌های محافظ بر تن کرده باشند. (جان ام کالینز، ترجمه آهنی و محسنی، ۱۳۸۴).

با توجه به تأثیر این دو مؤلفه اقلیمی روی فعالیت‌های نظامی، در این پژوهش به شناسایی تنش‌های گرمایی و سرمایی نیروها و یگان‌های نظامی در استان آذربایجان غربی پرداخته شد که در عملیات و رزمایش‌های نظامی می‌توان بعد از مشخص شدن زمان و مکان عملیات، دمای معادل فیزیولوژیک را از روی نقشه‌های مربوط مشخص نمود. با مشخص شدن دمای معادل فیزیولوژیک می‌توان نسبت به سایر اقدامات به‌منظور استفاده بهینه از محیط و ایجاد تمهیدات لازم اقدام نمود. با بررسی و تجزیه‌وتحلیل نقشه‌های منطقه موردمطالعه بر اساس شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در روزها و ماه‌های مختلف نتایج زیر حاصل گردید:

- در ماه فروردین در مناطق مرتفع و نسبتاً مرتفع غرب و جنوب شرق استان تنش سرمایی برای فعالیت یگان‌های نظامی وجود دارد، اما در بقیه مناطق شرایط اقلیمی برای نیروها و یگان‌های نظامی تا حدود زیادی مطلوب می‌باشد.
- در ماه اردیبهشت در بیشتر مناطق استان شرایط اقلیمی مساعدی برای فعالیت یگان‌های نظامی وجود دارد و تنها در ارتفاعات مرتفع غربی و جنوب شرقی تنش‌های سرمایی با شدت‌های مختلف دیده می‌شود.
- در ماه خرداد در بیشتر مناطق استان شرایط اقلیمی مساعدی برای فعالیت یگان‌های نظامی وجود دارد.
- با شروع فصل تابستان در تیرماه در برخی از مناطق استان تنش‌های گرمایی با شدت پایین برای نیروهای نظامی وجود دارد که این مناطق بیشتر در مناطق کم ارتفاع استان مخصوصاً در حاشیه رود ارس قرار دارند، اما در بیشتر مناطق استان شرایط اقلیمی مطلوبی برای فعالیت نیروهای نظامی وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

- در ماه مرداد شرایط تا حدود زیادی شبیه تیرماه می‌باشد و به‌غیراز مناطق کم ارتفاع در بقیه مناطق استان شرایط اقلیمی برای نیروهای نظامی مطلوب است.
- در ماه شهریور نیز در بیشتر مناطق استان شرایط اقلیمی مساعدی از بعد اقلیم نظامی حاکم است و تنها در ارتفاعات بسیار مرتفع تنش سرمایی ضعیف دیده می‌شود.
- در ماه مهر به‌غیراز مناطق مرتفع غربی و جنوب شرقی استان در بقیه مناطق شرایط برای فعالیت نیروهای نظامی مطلوب است.
- در ماه آبان به علت حاکمیت تنش‌های سرمایی، در بیشتر مناطق استان شرایط مطلوبی برای فعالیت نیروهای نظامی وجود ندارد و تنها در مناطق کم ارتفاع شرایط تا حدودی مطلوب است.
- در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند به علت حاکمیت تنش‌های سرمایی با شدت‌های مختلف در سطح استان شرایط نامطلوبی برای فعالیت نیروهای نظامی وجود دارد.

منابع

- اسماعیلی، رضا؛ صابر حقیقت، اکرم؛ ملبوسی، شهرام (۱۳۸۹) ارزیابی شرایط اقلیم آسایش بندر چابهار در جهت توسعه گردشگری، *کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام*، زاهدان.
- افروشه، رضا؛ سعیدی، علی؛ مختاری، داود (۱۳۹۱) نقش عناصر آب‌وهوایی بر فعالیت نیروهای نظامی استان آذربایجان شرقی با استفاده از شاخص دمای فیزیولوژی (PET)، *پنجمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام*، تبریز.
- پاینده، نصرالله، زکی، غلامرضا (۱۳۸۳) محاسبه دمای مؤثر با طراحی نرم‌افزار سلامت، *پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تهران*.
- پاینده، نصرالله (۱۳۸۴) *پهنه‌بندی دمای مؤثر در سطح کشور با تأکید بر جغرافیای نظامی*، رساله دکتری دانشگاه اصفهان.
- حنفی، علی (۱۳۹۳) *آب و هواشناسی نظامی*، انتشارات دانشگاه فرماندهی و ستاد ارتش.
- حنفی، علی (۱۳۹۳) *ارزیابی و پهنه‌بندی وضعیت اقلیم دفاعی در نیمه غربی کشور*، رساله دکتری در رشته اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان.
- حنفی، علی؛ خوشحال دستجردی، جواد (۱۳۹۳) *ارزیابی و پهنه‌بندی تقویم اقلیم نظامی مناطق مرزی همجوار با کشور عراق*، فصلنامه مدیریت نظامی، سال چهارم، شماره ۵۴، صص ۱۷۸-۱۵۵.

www.SID.ir

Archive of SID

- حنفی، علی؛ فخری، سیروس (۱۳۹۳) تحلیل شاخص‌های اقلیم دفاعی در نیمه غربی ایران، *فصلنامه علوم و فنون نظامی*، سال دهم، شماره ۲۹، صص ۴۶-۲۵.
- حنفی، علی؛ خوشحال دستجردی، جواد؛ علیجانی، بهلول و فخری، سیروس (۱۳۹۳) ارزیابی و پهنه‌بندی وضعیت اقلیم دفاعی نیمه غربی کشور با استفاده از شاخص اقلیم دفاعی، *پژوهشنامه جغرافیای انتظامی*، شماره ۶ دوره دوم، صص ۵۶-۲۷.
- حنفی، علی؛ اصانلو، علی(۱۳۹۷) ارزیابی و پهنه‌بندی شاخص‌های اقلیمی مؤثر در فعالیت نیروهای نظامی و انتظامی در مناطق مرزی ایران و افغانستان، *فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مرزی*، سال ششم، شماره دوم.
- حنفی، علی (۱۳۹۷) *اقلیم‌شناسی نظامی ایران (غرب و شمال غرب)*، انتشارات دانشگاه فرماندهی و ستاد ارتش.
- ذوالفقاری، حسن (۱۳۸۶) تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژیک (PET) و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده (PMV)، *مجله پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۶۲، صص ۱۴۱-۱۲۹.
- قبادیان، وحید؛ فیض مهدوی، محمد (۱۳۸۰) *طراحی اقلیمی- اصول نظری و اجرای کاربرد انرژی در ساختمان*، انتشارات دانشگاه تهران
- کاویانی، محمدرضا (۱۳۷۲) بررسی نقشه زیست اقلیم انسانی ایران، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۲۷.
- کالینز، جان، ام (۱۳۸۴) *جغرافیایی نظامی (جغرافیای طبیعی)* ترجمه: آهنی، محمدرضا، محسنی، بهرام، انتشارات دانشگاه امام حسین (ع).
- سنایی فر، یونس (۱۳۹۰) *جغرافیای نظامی ایران*، انتشارات دانشگاه افسری امام علی (ع)
- صفوی، یحیی (۱۳۷۸) *اصول و مبانی جغرافیای نظامی*، انتشارات دانشگاه امام حسین (ع)، تهران.
- علیجانی، بهلول (۱۳۶۷)، آب‌وهوا و برنامه‌ریزی فعالیت‌های نظامی، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ص ۱۱۸- ۹۶.
- Amiranashvili, A. Matzarakis, A. Kartvelishvili, L. (2008) Tourism climate index in Tbilisi. *Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology* 115, 1-4.
- De Freitas, C. R. (2001) Theory, concepts and methods in climate tourism research. *Proceedings of the first international workshop on climate, tourism and recreation*. (Ed.) A. Matzarakis and C.R. de Freitas. International Society of Biometeorology, Commission on Climate Tourism and Recreation. 3-20.

www.SID.ir

Archive of SID

- Endler, C. Matzarakis, A. (2007) Climate change and climate-tourism relationships in Germany. In: A. Matzarakis, C. R. de Freitas, D. Scott (Eds.), *Developments in Tourism Climatology*, 260-266.
- Hoppe P (1999) the Physiological Equivalent Temperature-a Universal Index for the Biometeorological Assessment of the Thermal Environment. Int. *J.Biometeorology*.
- Lin, T. P. Andrade, H. Hwang, R. L. Oliveira, S. Matzarakis, A. (2008) the comparison of thermal sensation and acceptable range for outdoor occupants between Mediterranean and subtropical climates. *Proceedings 18th InternationalCongress on Biometeorology*, Tokio 22-26 September 2008, 1-4.
- Matzarakis, A. (2007). Climate Thermal Comfort and Tourism, *Proceedings of the 2st International workshop on Climate Change andTourism Assessment and Coping Strategies* (Ed.) A. Matzarakis and C. Bas Amelung- Krzysztof Blazejczyk - Andreas Matzarakis.
- Olgay, v, 1973, *Design with climate*,Princeton university press. p.185.
- Terjung, W.H.1968. World Patterns of the Monthly Comfort Index. *International journal of biometeorology* vol. 12, n. 2, pp.119 123, 141.
- Thomson, Madeleine C. Garcia –Herrera Ricardo, Beniston Martin (2008) Seasonal forecasts, climatic change and human health:*health and climate, Springer Science +Business Media* B. V, 232 pages.
- Steadman RG (1979) the assessment of sultriness. Part I. A temperature-humidity index based on human physiology and clothingscience. *J Appl Meteorol* 18:861 873.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir