تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۵

فصلنامه علوم و فنون نظامی
سال هجدهم، شماره ۶۱، پاییز ۱۴۰۱
صص ۲۵- ۵

تحلیلی بر اثرات تغییر اقلیم بر فعالیت‌های نظامی در استان اصفهان بر مبنای شاخص میسنارد و سناریوهای آینده‌پژوهانه

داود امینی[۱]
حسن رضایی*[۲]

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

نظر به رابطه تنگاتنگ امور نظامی و تغییرات اقلیمی، سازمان های نظامی، ضروری است تا در برنامه‌ریزی‌ها و طراحی آینده خویش پتانسیل تأثیرات تغییر اقلیم را در این ارتباط مدنظر قرار دهند. در این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات تغییر اقلیم بر فعالیت‌های نظامی در استان اصفهان، از داده شبیه‌سازی شده برونداد مدل جفت شده hadGEM2-ES از سری مدل‌های CMIP5، بر اساس سناریوهای واداشت تابشی RCP 8.5 (بدبینانه) و RCP 4.5 (خوش بینانه) استفاده شده است. همچنین با استفاده از شاخص اقلیم بیوکلیمایی میسنارد(ET) و همچنین با استفاده از نرم افزار GIS در درون‌یابی، تعمیم داده‌های نقطه‌ای به پهنه‌ای و ترکیب نقشه‌ها، زمان‌ها و مکان‌های مساعد جهت فعالیت نظامی برحسب فیزیولوژی بدن در استان اصفهان طی دوره آماری ۲۰ ساله (۲۰۱۹-۱۹۹۹م) و برای دوره آینده (۲۰۵۹-۲۰۴۰م) مشخص شده است. تحلیل داده‌ها نشان داد که ماه سپتامبر بیشتر سطح استان در شرایط بهینه جهت فعالیت نظامی می‌باشد که میزان آن در دوره پایه بیشتر از دو سناریو بدبینانه و خوش‌بینانه است. بر اساس نتایج به دست آمده در فصل تابستان مناطق مرتفع و در فصل بهار مناطق کم ارتفاع استان جهت امور نظامی بهینه انتخاب شده است و در فصل زمستان و پاییز (نوامبر و دسامبر) شرایط سرد حاکم است که با توجه به داده به‌دست آمده از میزان شاخص میسنارد در سناریو بدبینانه به سمت کرانه پایین طبقه سرد تمایل دارد.

واژه‌های کلیدی:

تغییر اقلیم، شاخص میسنارد، امور نظامی، اصفهان.

---

[۱] استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه افسری امام علی(ع)، تهران، ایران
[۲] استادیار اقلیم شناسی، دانشگاه افسری امام علی(ع)، تهران، ایران
* نویسنده مسئول: Email: rezaei_hasan63@yahoo.com

CC BY NC ND

DOI: 10.22034/qjmst.2022.543615.1624

مقدمه

تغییر اقلیم یکی از ۱۵ چالش هزارهٔ آینده جهان و یکی از ۷ چالش اصلی آینده ایران است (رضایان قیه‌باشی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴۱). اثرات تغییر اقلیم به عنوان یک چالش جهانی در مقیاس محلی و بر اساس ویژگی‌های مکانی هر منطقه متفاوت است (Leonard, 2014 and ، Filho et al, 2016). هیأت بین‌الدولی تغییر اقلیم[1] با در نظر گرفتن سه پیشران اقلیمی، چهار سناریو محتمل تا سال ۲۱۰۰ ارائه کرده است که هرکدام از این سناریوها شاخص‌های اصلی تغییرات اقلیمی همچون دما و بارش را توصیف می‌کنند (رضایان قیه‌باشی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴۱). مشاهدات متعدد و مدل‌سازی‌های مختلف تأئید می‌نمایند که اقلیم زمین نسبت به گذشته، گرم‌تر شده است. این امر به نوبه خود زمینه را جهت افزایش امواج گرمایی فراهم می نماید(هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم، ۲۰۰۷)، به‌طوریکه در کشور در پنجاه سال اخیر میانگین دمای کشور با شیبی حدود ۱/۴ درجه بر دهه افزایش یافته است و در برخی ایستگاه‌های هواشناسی کشور، نرخ افزایشی دمای حداقل تا ۴ برابر بیش از نرخ افزایشی دمای حداکثر ثبت شده است (دفتر ملی هیأت بین‌الدولی تغییر اقلیم، ۱۳۹۶). افزایش دما بر روی بخش‌های مختلف زندگی بشر از قبیل سلامت (Poumader et al, 2005 :148)، منابع هیدرولوژیکی (Tereshchenko et al, 2002 :134)، کشاورزی (Ferris et al, 1998) و نظامی (حنفی، ۱۳۹۸) تأثیرگذار است.

یکی از ابعاد اصلی تغییرات اقلیمی تنش گرمایی[1] است. تنش گرمایی عبارت است از وضعیتی که حرارت ورودی بدن انسان به همراه گرمای تولید شده در بدن بیش از گرمایی باشد که از بدن به محیط اطراف منتقل می‌شود (حاجی‌زاده و همکاران ،۲۰۱۴: ۱۴۸). روابط بین محیط و آسایش انسان را می‌توان با استفاده از شاخص‌های زیست هواشناسی تحلیل کرد و این شاخص‌ها اثر عوامل و عناصر مختلف اقلیمی را بر شرایط فیزیولوژیکی بدن انسان را در قالب طبقه‌بندی عددی بیان می‌نمایند. از این منظر تنش گرمایی قرار گرفتن انسان در معرض گرمای شدید است (نجفی، ۱۳۹۹: ۱).

[1] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

از دیدگاه رهنامه نظامی سه عنصر جوّ، زمین و دشمن از مهمترین عوامل تأثیرگذار در عملیات نظامی هستند و قبل از عملیات باید به خوبی شناخته شوند. جوّ و زمین از عواملی هستند که در حوزه جغرافیای نظامی مورد مطالعه قرار می گیرند. شناخت آب و هوای منطقه عملیات از ضرورت‌های هر عملیات نظامی است (حنفی و خوشحال دستجردی، ۱۳۹۳)، مهم‌ترین عوامل تعیین کننده پیروزی و شکست نیروهای نظامی در یک صحنه نبرد واقعی را بایستی در شناخت کامل آب وهوا و تأثیر آن برجابجایی نیروها، پرواز جنگنده‌ها، حمل ونقل تجهیزات سنگین، عملکرد سلاح‌ها توسط کارشناسان نیروهای مسلح دو طرف جنگ دانست. راهبردهای ملی، تاکتیک‌ها، دکترین فرماندهی کنترل و ساختار سازمانی، ترکیب بهینه، انتخاب نوع نیروهای زمینی -دریایی، تجهیزات نظامی و فضایی، جمع آوری اطلاعات نظامی و البسه، آماد، تعمیر و نگهداری، ساخت و پشتیبانی تحت تأثیر مؤلفه‌های اقلیمی قرار می‌گیرد (باعقیده و سروستان، ۱۳۹۸). مسأله و معضل تغییرات اقلیمی تبعات و پیامدهای نظامی و امنیتی گسترده‌ای را به همراه دارد. اهم تبعات آن به شرح زیر است (بیات و همکاران، ۱۴۰۰: ۹۱):

الف) تهدید امنیت مرزهای سیاسی به علت گسترش دامنهٔ مهاجرت‌های اقلیمی از پیرامون به مرکز؛

ب) تهدید امنیت اجتماعی به علت افزایش دامنهٔ بیکاری و فقر و گسترش سکونتگاه‌های غیررسمی و ازدیاد حاشیه‌نشینی در مناطق شهری و کلان‌شهری؛

ج) افزایش دامنه تنش‌ها و درگیری‌های داخلی و بین‌المللی به علت بروز اختلافات در تبیین الگوهای بهره‌برداری از حوزه‌های آبی مشترک؛

د) تحمیل هزینه‌های سنگین اقتصادی به دولت‌ها به علت تخریب زیرساخت‌های نظامی-امنیتی در سطح نیروهای مسلح؛

عدم توجه به تبعات تغییرات اقلیمی می‌تواند ضربات جبران‌ناپذیری بر نیروهای مسلح، تجهیزات و ادوات همراهشان در موقعیت‌های مختلف جغرافیایی تحمیل نماید. لیکن عدم رصد ابعاد ویرانگر تغییرات اقلیمی با دید آینده‌نگرانه فرایند تدوین طرح‌ها و برنامه‌های عملیاتی از سوی فرماندهان و برنامه‌ریزان نظامی را با چالش‌های جدی مواجه خواهد کرد. با این استدلال، این تحقیق با تحلیل تأثیرات تغییرات اقلیمی بر نیروها و یگان‌های مستقر در استان اصفهان به دنبال جواب این سؤال است. تغییرات اقلیمی بر اساس شاخص‌های آب‌وهوایی در بستر فصول چهارگانه چه تأثیراتی را در فرایند اجرای مأموریت‌های نظامی یگان‌های مستقر در استان داشته و در آینده خواهد داشت؟

مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش

علم آینده پژوهی شاخه‌ای از علوم اجتماعی است. دانشی که موازی با تاریخ پیشرفت می‌کند. آینده‌پژوهی با گذر زمان و پیوستن وقایع به تاریخ، روز به روز رشد و در حقیقت به موازت زمان حرکت می‌کند بررسی‌های آینده‌پژوهان به‌طور معمول در چند رشته خاص متمرکز می‌شود. یکی از رشته‌هایی که علم آینده پژوهی روی آن متمرکز شده است انجام پیش‌بینی‌ها در حوزۀ مسائل زیست‌محیطی است که مرتبط با مقولۀ مهم تغییرات اقلیمی است(ربیع‌زاده، ۱۳۹۹). آینده‌پژوهی در شکل دادن به آینده‌های منافع اجتماعی که ارزش های ذاتی و ابزاری را به ارمغان می آورد بسیار مهم است (Mao et al,2020:2). امروزه متون نظری برنامه‌ریزی از مفاهیم پیش‌بینی و آینده نگری عبور کرده و به حوزه آینده‌پژوهی یا آینده نگاری که وظیفه‌اش معماری آینده می باشد، رسیده است (فرج پور و همکاران، ۱۳۹۴: ۲). آینده‌پژوهی مشتمل بر مجموعه تلاش‌های سیستماتیکی است که با استفاده از تجربه و تحلیل منابع، الگوها و عوامل تغییر یا ثبات، به تجسم آینده‌های بالقوه و برنامه‌ریزی برای آنها می‌پردازد (کلهر و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸۸). آینده‌پژوهی، با تشخیص فرصت‌ها و تهدیدهای آینده، با بهره‌گیری از توانایی‌ها و استعدادهای طیف متنوعی از نیروهای انسانی و مدیریت مؤثر آن، در فضایی اطمینان بخش و مشارکتی، آینده مطلوب را رقم می‌زند (حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۸: ۴۲). اولین گام برای ساختن آینده‌ی روشن، برنامه‌ریزی است و یک برنامه‌ی دقیق دربرگیرنده سه فاکتور مهم است: اولین فاکتور؛ در نظر گرفتن گذشته از طریق ثبت وقایع و تأثیر آن‌ها در زندگی است، دومین فاکتور؛ تبیین چشم‌اندازی شفاف از آینده و فاکتور سوم؛ ارائه ایده‌هایی که به کارگیری آن‌ها باعث موفقیت خواهد شد.

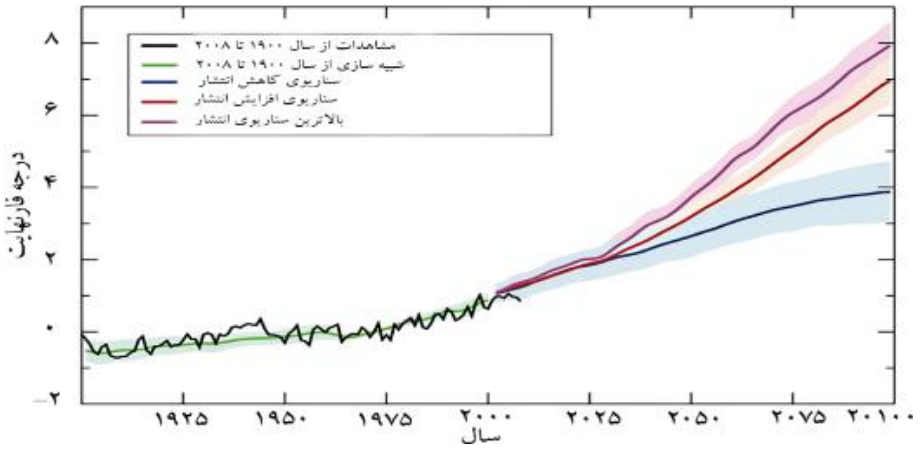
بررسی شرایط آب‌وهوایی و تأثیرات آن در عملیات‌های نظامی از مهم‌ترین مراحل طرح‌ریزی عملیات‌های نظامی از سوی فرماندهان و برنامه‌ریزان عملیاتی است. آب و هوای نظامی یکی از شاخه‌های جغرافیای نظامی است که اثرات آب و هوا را بر امور نظامی در سطوح مختلف عملیاتی مورد بررسی قرار می‌دهد. هرگونه عملیات نظامی بدون هماهنگی با شرایط آب و هوایی محل محکوم به شکست است (حنفی، ۱۳۹۸). آشنایی کافی از شرایط جوی باعث موفقیت نظامی می‌گردد (Park et al, 2020). یکی از عوامل مؤثر بر شرایط نظامی بررسی اقلیم آسایش می‌باشد(Britt et al, 2020). منظور از محدوده آسایش، مجموعه شرایطی است که از نظر حرارتی دست کم برای ۸۰ درصد افراد مناسب باشد، به عبارتی دیگر انسان در آن شرایط احساس سرما و گرما نکند (روشن و همکاران، ۲۰۱۹). فعالیت نیروهای نظامی در موقعیت‌های مختلف جغرافیایی همواره تحت تاثیر شرایط اقلیمی قرار می‌گیرند. گرچه تاثیرات عناصر جوی روی

یگان‌ها و عملیات‌های نظامی متفاوت است، اما مشخص گردیده که بسیاری از این عناصر تاثیر مشابهی روی بیشتر نیروها و عملیات نظامی دارند (Terziev, 2018) قرار می‌دهد.

گرمایش جهانی

گرمایش جهانی فرآیندی است که به واسطه آن میانگین دما به صورت جهانی افزایش پیدا می‌کند. داده‌های هواشناسی نشان می‌دهند که در ۶۰ سال اخیر گرم شدن زمین روندی مستمر بوده است. به نحوی که میزان گرم شدن در نیمکره شمالی حدود ۰/۰۱۳ درجه در سال برآورد می‌شود این میزان نشان از گرم شدن به طور متوسط ۱/۵ تا حدود ۲ درجه در نیمکره شمالی دارد. در حالی که در خاورمیانه، هیمالایا و بعضی مناطق جنوب آسیا میزان گرم شدن در حدود ۳ تا ۶ درجه در طی سده بیست و یکم برآورد شده است. در ایران این میزان در حد ۲/۵ تا ۳ درجه برآورد شده است (زارع، ۱۳۹۸).

بر اساس سناریوهای واقع‌بینانه‌ای که تا سال ۲۳۰۰ پیش‌بینی‌هایی صورت داده‌اند، ممکن است که با افزایش دمای ۱۲ درجه‌ای (سانتی گراد) و یا حتی بیشتر هم مواجه شویم. بر اساس گفته‌های تونی مک مایکل[1] اگر این اتفاق بیفتد، نگرانی‌های کنونی ما در مورد افزایش سطح آب دریاها، موج‌های گرمای شدید، آتش‌سوزی در جنگل‌ها، کاهش تنوع زیستی و مشکلات مرتبط با کشاورزی همگی در مقابل یک تهدید بسیار جدی رنگ می‌بازند چراکه نیمی از مناطق مسکونی زمین آن قدر گرم می‌شوند که مردم دیگر نمی‌توانند در آنها زندگی کنند.



نمودار (۱) دماهای پیش‌بینی شده تا سال ۲۱۰۰م

منبع: کرانک و جاکوبی، ۱۳۹۸: ۷۸

[1] Tony McMichael

ابعاد نظامی و امنیتی تغییر اقلیم

کارکنان نظامی بر اساس اقتضاء شغلی یکی از بیشترین و مستعدترین گروه‌های هستند که مستقیماً تحت تأثیر گرمایش جهانی قرار می‌گیرند و تغییر اقلیم و افزایش دما می‌تواند مشکلات بهداشتی متعددی از جمله استرس گرمایی و عوارض مربوط به آن را برای شاغلین به ویژه شاغلین محیط های روباز ایجاد نماید (Crowe, 2009). افزایش میانگین دمایی می‌تواند منجر به پیدایش روزهای گرم‌تر و موج‌های گرمایی طولانی‌تر و مکرر شود. این امر به نوبه خود می‌تواند باعث افزایش بیماری‌های مرتبط با گرما همچون گرمازدگی، کرامپ گرمایی، ضعف گرمایی و حتی در موارد پیشرفته باعث مرگ شود (حیدری و همکاران، ۲۰۱۸). این اثرات احتمالاً در نواحی مختلف و بر اساس حساسیت‌پذیری افراد جامعه، مقدار و طول مدت مواجهه و همچنین توانایی افراد در برقراری سازش با تغییرات دمایی متفاوت خواهد بود. چنانچه افزایش دمایی همراه با افزایش رطوبت محیط برای چندین روز متوالی اتفاق بیفتد (موج گرمایی) و یا دمای شب هنگام کاهش محسوسی پیدا نکند، مواجهه با گرمای فوق‌العاده کشنده خواهد بود (حیدری و همکاران، ۲۰۱۵). گرما و استرس‌های مربوطه به آن می‌تواند باعث افزایش سطح تلاش درک شده توسط فرد و کاهش ظرفیت کار فیزیکی گردد (Peiffer J, Abbiss, 2013). همچنین افزایش دمای عمقی بدن در طول مواجهه با گرما می‌تواند باعث افزایش ریسک ابتلا به عوارض و بیماری‌های ناشی ازگرما گردد (Peiffer J, Abbiss, 2010).

بسیاری از مردم به واسطهٔ تأثیرات آب و هوایی و بلایای طبیعی به‌اجبار از خانه‌های خود آواره می‌شوند و برای زنده‌ماندن به مهاجرت‌های اجباری تن می‌دهند و این‌چنین، چالش جهانی پناهندگی آب و هوایی پدید می‌آید. پناهندهٔ آب و هوایی مفهومی است که در رسانه‌ها و گفتگوها به کار می‌رود، ولی در حقوق بین‌الملل اسمی از آن برده نشده است. این چالش جهانی بسیاری از موضوعات مهم و اساسی را که جامعهٔ جهانی باید با آن روبه‌رو شود، ایجاد خواهد کرد و ادامه خواهد یافت (بیات و همکاران، ۱۴۰۰: ۷۹).

مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۹م توسط مؤسسه جهانی اقتصاد و صلح[1] روی همه کشورها انجام شده است، نشان داده است که خاورمیانه و ایران با تهدیدهای متعدد اکولوژیکی درگیر هستند.

در این مطالعه شاخصی به اسم تهدیدهای اکولوژیکی ثبت شده[2] برای کشورهای مختلف تعریف شده است که نشان می‌دهد، ایران در بین ۲۰ کشور جهان با بیشترین خطرات اکولوژیکی

[1] Institute for Economics and Peace (IEP)
[2] Ecological Threat Register (ETR)

قرار دارد؛ نمره این شاخص برای ایران چهار است، هرچه این عدد بالاتر باشد تعداد تهدیدهای اکولوژیکی هم برای یک کشور بیشتر است(بیات و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۶۴).

تغییرات اقلیمی در سه دهۀ گذشته در ایران پیامدهای مخربی داشته است. ایران با واقع‌شدن در کمربند خشک جهان، در دو دهۀ گذشته با خشک‌سالی، بحران ریزگردها، تشدید مهاجرت، سیل، آلودگی هوا، تخریب محیط‌زیست، گرمای شدید، پدیدۀ یخبندان و سرمای مفرط و ... مواجه شده است. زندگی در اصفهان به زاینده‌رود وابسته است، ولی سال‌هاست زاینده‌رود در اصفهان گم شده یا به ندرت پیدا می‌شود. سرچشمه زاینده‌رود از شهرها و استان‌های پیرامونی مثل چهارمحال بختیاری، بلداجی، سامان، فریدون‌شهر و... در داخل کشور است. تغییرات میزان آبدهی و کاهش حجم آب رودخانه، زندگی سکونتگاه‌های انسانی و جمعیتی را که به آن‌ها وابسته است را تحت تأثیر قرار داده است (کریمی و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۱). تصمیم‌سازی برای زاینده‌رود و تعیین حقابه سکونتگاه‌های وابسته به آن، تنها یک نظم، یک حاکمیت و یک بازیگر کلان می‌طلبد و آن ساختار دولتی ج.ا.ایران (رهبری، شورای عالی امنیت ملّی، ریاست جمهوری، استان‌های چهارمحال بختیاری، خوزستان و اصفهان و...) است. در واقع جدا از هر مسأله و تنگنای دیگر، مانند تغییر اقلیم، تغییر رژیم بارش، خشکسالی و ترسالی حل این مسأله یا تنگنا در کنترل و هدایت مدیریت تک‌ساختی و یک‌نظمی است(بیات و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۶۱).

- سناریوهای جدید تغییرات آب و هوایی تحت عنوان سناریوهای واداشت تابشیRCP

اهمیت پدیده تغییر اقلیم و آشکار شدن اثرات آن در محیط کره زمین، زمینه ساز مطالعات در زمینه ارزیابی اثرات در قالب گزارشهای جدید برای سازمانها و مراکز متولی امر مانند هیات بین الدول تغییر اقلیم شده است. در این راستا، هیات بین الدول تغییر اقلیم در تدوین گزارش پنجم ارزیابی خود، از سناریوهای جدید تحت عنوان سناریوهای واداشت تابشی RCP، به عنوان نماینده خطوط سیر غلظت‌های گوناگون گازهای گلخانه ای استفاده کرده است. واداشت تابشی، تفاوت بین انرژی تابشی دریافتی از خورشید و انرژی برگشتی به جو توسط زمین می‌باشد. واداشت مثبت (ورودی بیشتر انرژی تابشی خورشید) موجب افزایش و واداشت منفی (برون رفت بیشتر انرژی) موجب کاهش دمای سیستم زمین می‌گردد. سناریوهای جدید تغییر اقلیم RCP غلظت گازهای گلخانه ای در جو را منعکس می‌کنند و همچنین درک بهتری از اقلیم احتمالی و توسعه‌های اقتصادی – اجتماعی نشان می-دهند (Su et al, 2016: 140).

سناریوهای جدید RCP ، شامل RCP های۲/۶، ۴/۵، ۶ و ۸/۵ که مبتنی بر مشخصات متفاوت سطح تکنولوژی، وضعیت اجتماعی و اقتصادی، خط مشی‌ها در آینده است که در هر شرایط

می‌تواند منجر به سطح انتشار متفاوت گازهای گلخانه ای و تغییرات اقلیمی می‌گردد. تفاوت عمده سناریوهای RCP و SRES در این است که سناریوهای RCP خط سیر توازن واداشت تابشی ناشی از افزایش گازهای گلخانه ای را تا سال ۲۱۰۰ بر حسب وات بر متر مربع مشخص می‌کند، مثلاً در سناریویRCP8.5 ، توازن واداشت تابشی در منتهی الیه جو و در سال ۲۱۰۰ حدود ۸/۵ وات بر متر مربع خواهد بود یعنی تابش ورودی منهای خروجی از جو مثبت ۸/۵ وات بر متر مربع است که این انباشت ۸/۵ وات بر مترمربع در سامانه جو منجر به افزایش دمای کره زمین می گردد، اما سناریوهای سری SRES خط سیر غلطت گازهای گلخانه ای را مشخص می‌کنند . بنابراین با توجه به انتشار سناریوهای جدید، هر کار تحقیقی هم که بعد از انتشار این داده های انجام می شود، ترجیحاً بایستی بر اساس داده‌های جدید باشد مگر اینکه هدف تحقیق مطالعات تطبیقی باشد. با انتشار سناریوهای جدید در سال‌های اخیر تمرکز زیادی بر استفاده از آنها شده است (Marengo, 2014)

در سناریوهای RCP، محدوده وسیع تر و مستدل تری را از خط سیرهای تولید گازهای گلخانه ای GHGs، نسبت به سناریوهای SRES در[1] AR4 ارزیابی شده است. به طور کلی عدم قطعیت در گزارش اخیر کاهش یافته است (IPCC, 2013).

RCP8.5: بدون اتخاذ هیچ گونه سیاست‌های کاهش آثار و همچنین مقابله با پیامدهای تغییر اقلیم، آب و هوای کره زمین در خط سیر سناریوی RCP8.5 پیش خواهد رفت. به طوری که ادامه این روند منجر به واداشت تابشی به مبزان ۸/۵ وات بر متر مربع در سال ۲۱۰۰ می‌گردد. در این حالت غلظت دی اکسید کربن به ppm۱۰۰۰ رسیده و همچنان روند افزایش خواهد داشت.

RCP6: در این سناریو و همچنین سناریوهای RCP2.6 و RCP4.5 با کاهش واداشت تابشی، میزان افزایش دی اکسید کربن نیز کاهش می‌یابد. سناریوی RCP2.6 توسط گروه مدل‌سازی AIM در موسسه ملی مطالعات محیطی ژاپن طراحی گردید. در این سناریو واداشت تابشی بعد از سال ۲۱۰۰ به دلیل استفاده از فناوری‌های جدید و سیاست‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای ثابت می‌ماند.

RCP4.5: این سناریو توسط گروه مدلسازی MiniCAM طراحی شده است و در آن واداشت تابشی ناشی از گازهای گلخانه ای قبل از سال ۲۱۰۰ در مقدار ۴/۵ وات بر متر مربع ثابت می‌ماند.

RCP2.6: این سناریو توسط تیم مدلسازی IMAGE از موسسه ارزیابی‌های محیطی هلند طراحی شده است. این سناریو در برگیرنده کمترین نرخ افزایش گازهای گلخانه ای و واداشت تابشی ناشی از آن است. مطابق این سناریو، واداشت تابشی در اواسط این قرن به حدود ۳/۱ رسیده و

[1] Fourth Assessment Report: Climate Change 2007

سپس کاهش یافته و به ۲/۶ وات بر متر مربع در سال ۲۱۰۰ می‌رسد. برای رسیدن به این سطح واداشت تابشی بایستی گازهای گلخانه ای به میزان قابل توجهی کاهش یابند.

ایده اصلی سناریوهایRCP تغییر اقلیم براین اساس است که هر خط سیر واداشت تابشی منفرد می‌تواند ناشی از یک مجموعه سناریوهای اجتماعی - اقتصادی و توسعه ای- فناوری باشد (Juknys et al, 2016: 1591).

مبنای ارزیابی‌های آخرین گزارش هیات بین‌الدول تغییر اقلیم در سال (۲۰۱۳) بر روی چهار سناریوی عمده که به RCPs معروف هستند، قرار داده شده است. آنها پیامدهای میزان انتشارهای ساخته دست بشر (و تغییرات در کاربری‌ها) بر روی سامانه آب و هوایی را مورد بررسی قرار می‌دهند. این سناریوها در قالب اصطلاحات واداشت های تابشی متوسط تا جهانی، یعنی تغییر در شار تابشی در بالای جو به دلیل تغییرات در ترکیب جو به طور نمونه (غلظت دی‌اکسید کربن) بیان شده‌اند. این سناریوها اطلاعات اقتصادی – اجتماعی را در بر نمی‌گیرند (Hallegatte, 2014).

سناریو های خوشبینانه، RCP 4.5 و RCP 6 و سناریوی بدبینانه RCP 8.5 با تولید گازهای گلخانه ای بسیار بالا می باشند. RCP 8.5، RCP 6، RCP 4.5 و RCP 2.6 اثر گازهای گلخانه‌ای بر واداشت تابشی را در سال ۲۱۰۰م به ترتیب تا ۸/۵، ۶، ۴/۵ و ۲/۶ وات بر متر مربع (W/m^3) تخمین زده‌اند (رضائی، ۱۳۹۸).

پیشینه‌های پژوهش

پارسونز [1]و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی سازگاری با گرما در پرسنل نظامی جهت کاهش خطر و به حداکثر رساندن عملکرد بررسی شد و در این پژوهش سازگاری گرما درجه‌بندی شد و یافته‌ها نشان داد که ناتوانی در اثر تنش گرمایی می‌تواند ارتش را با چالش های پزشکی، شغلی و لجستیکی مواجهه سازد و با استفاده از داده‌های حاصل از مطالعات مربوط به پرسنل نظامی با رعایت شیوه‌های سازگاری سنتی و معاصر، نحوه استفاده از سازگاری با گرما برای افزایش عملکرد نظامی تحت تنش گرمایی بررسی و راه‌حل‌های بالقوه را برای بهینه سازی الگوی عملکرد خطر شناسایی کردند (Parsons et al, 2019).

در پژوهشی به بررسی عدم پیوستگی روانشناختی با نشانگرهای فیزیولوژیکی سازگار با گرما در بستر نظامی پرداخته شد و نتایج نشان داد که، یک برنامه تمرینی ۱۵روزه (کوتاه مدت) در حین انجام مأموریت در یک محیط گرم و خشک تأثیر ناچیزی در سازگاری فیزیولوژیکی دارد

[1] Parsons

اما شدت ادراک شده از پتانسیل آب و هوایی در فعالیت‌های نظامی در یک دوره بلند مدت، از طریق دمای محیط قابل تبیین می باشد (Malgoyre et al, 2019).

رضائیان قیه‌باشی و همکاران(۱۳۹۶)، در پژوهشی به تحلیل آینده‌پژوهی تهدیدات نظامی-امنیتی ناشی از تغییر اقلیم در ایران با استفاده از روش چرخ آینده پرداخته‌اند. در یافته‌های تحقیق پس از ترسیم و تکمیل چرخ آینده نشان داده شده است که مهم‌ترین تهدیدهای نظامی-امنیتی در ایران در یک بازۀ زمانی ۳۰ سال آینده منشأ اقلیمی خواهد داشت. خطر درگیری با عراق و افغانستان، خطر آشوب و جنگ داخلی، افزایش شکاف‌های قومیتی، خطر مهاجرت اهل سنت به برخی از شهرها، فرسوده شدن زیرساخت‌ها و تأسیسات نظامی و... از اهم اتفاقات قابل پیش‌بینی عنوان گردیده است.

حنفی(۱۳۹۸) ارزیابی تنش‌های حرارتی و برودتی و تأثیر آن بر فعالیت‌های نظامی در استان آذربایجان غربی پرداخت و نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که در مناطق مرتفع استان (ارتفاعات غربی و جنوب شرقی) به غیراز 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.

روش‌شناسی پژوهش

به منظور بررسی اثرات تغیر اقلیم بر شاخص بیوکلیمایی میسنارد در فعالیت نظامی از داده شبیه سازی شده برونداد مدل جفت شده hadGEM2-ES از سری مدل های CMIP5، بر اساس سناریوهای واداشت تابشی8.5 RCP(بدبینانه) و 4.5 RCP(خوش بینانه) در دوره آماری ۲۰۴۰-۲۰۵۹ استفاده شده است. شاخص میسنارد از ۲ متغییر میانگین دما ماهانه و میانگین رطوبت نسبی ماهانه استفاده می شود. که در طی رابطه (۱) محاسبه می شود:

رابطه ۱ : $ET = T - 0/4(T-10)(1- RH/100)$

ET=ضریب آسایش دمای موثر

RH= رطوبت نسبی به درصد

T=دما بر حسب سلسیوس

جدول(۱) ضرایب شاخص زیست-اقلیم انسانی بر اساس مدل میسنارد

(رضائی و فلاح قالهری، ۱۳۹۵)

مقدار ET	۲۰- تا ۱۰-	۱۰- تا ۱۵/۵	۱۵/۵تا ۱۶/۷	۱۶/۷تا ۱۷/۸	۱۷/۸تا ۲۲/۲	۲۲/۲تا ۲۵/۶	۲۵/۶تا ۲۷/۵	۲۷/۵تا ۳۰	بالاتر از ۳۰
میزان آسایش	خیلی سرد	سرد	خیلی خنک	خنک با آسایش	آسایش	گرم با آسایش	خیلی گرم	شرجی	فوق‌العاده گرم

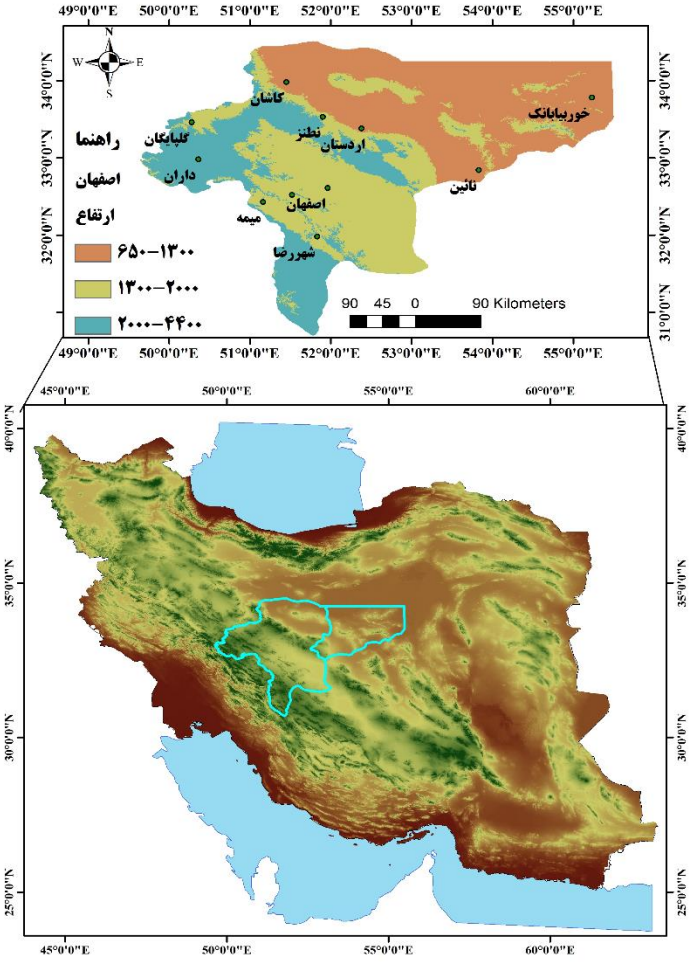
با توجه به اینکه میزان شاخص بیوکلیمایی میسنارد به دست آمده برای ایستگاه‌های مورد استفاده به صورت نقطه‌ای می‌باشد. به منظور پهنه‌بندی شرایط اقلیم نظامی جهت عملیات استان اصفهان نیاز است تا داده‌های نقطه‌ای به سطح تعمیم داده شود، که بدین منظور در محیط GIS و با استفاده از روش درون‌یابی وزن دهی عکس فاصله‌ای (IDW) میزان به دست آمده اطلاعات نقطه‌ای ایستگاه‌ها تبدیل به اطلاعات سطحی شد و به این ترتیب نقشه میسنارد برای کل استان اصفهان به دست آمد و برای هر ماه در دوره پایه (۲۰۱۹-۱۹۹۹م) و آینده (۲۰۵۹-۲۰۴۰م) تهیه شد.

ب) منطقه مورد مطالعه

استان اصفهان با مساحتی ۹۷۱۶۰۱ کیلومتر مربع (معادل ۶/۴۹ درصد مساحت کل کشور) در قسمت مرکزی کشور ایران بین ۳۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی خط استوا و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد. در نقشه شماره ۱ استان اصفهان ۱۱ ایستگاه سینوپتیک را نمایش می‌دهد. از جمله یگان‌های ارتش مستقر در استان اصفهان شامل گروه ۴۴ و ۵۵ توپخانه، پشتیبانی هوانیروز و یگان پدافند هوایی مستقر می‌باشند.

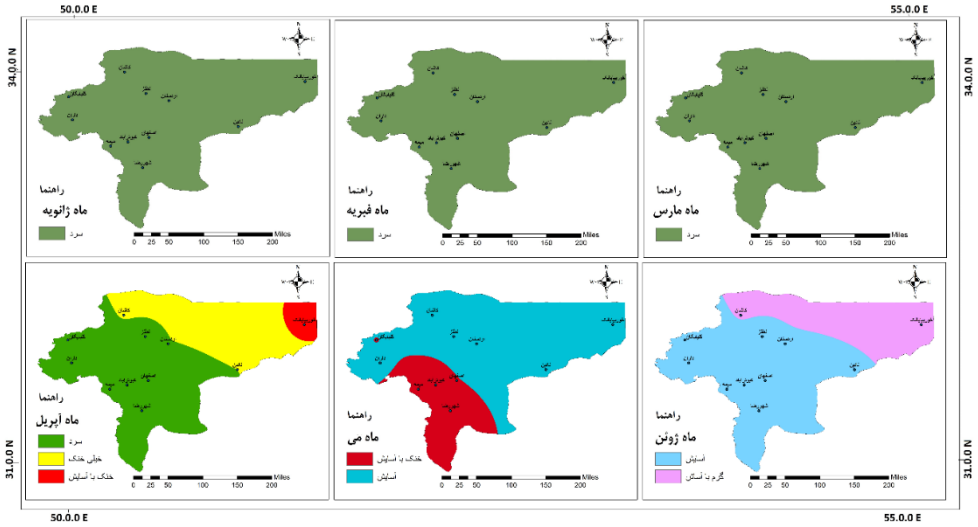
یافته‌های پژوهش

نتایج پهنه‌بندی شاخص میسنارد طی سال‌های (۲۰۱۹-۱۹۹۹م) در استان اصفهان نشان داد که کلیه ماه‌های فصل زمستان شرایط سرد حاکم می‌باشد و از نظر نظامی جهت آموزش شرایط سخت ازقبیل فن زنده ماندن در شرایط سخت، تمرین رزم در برف و کوهستان، مناسب می باشد و در ماه آوریل شرایط سرد، در غرب و جنوب استان حاکم می باشد و از غرب به شرق استان شرایط مناسب جهت فعالیت نظامی برخوردار می‌باشد و با شرایط ارتفاعی استان مطابقت دارد. در ماه می، مرکز و شرق استان شرایط مناسب حاکم می‌باشد و در ماه ژوئن به جز ایستگاه نائین و خوربیابانک، بقیه ایستگاه شرایط مناسبی جهت فعالیت نظامی برخوردار می‌باشد (شکل۲).

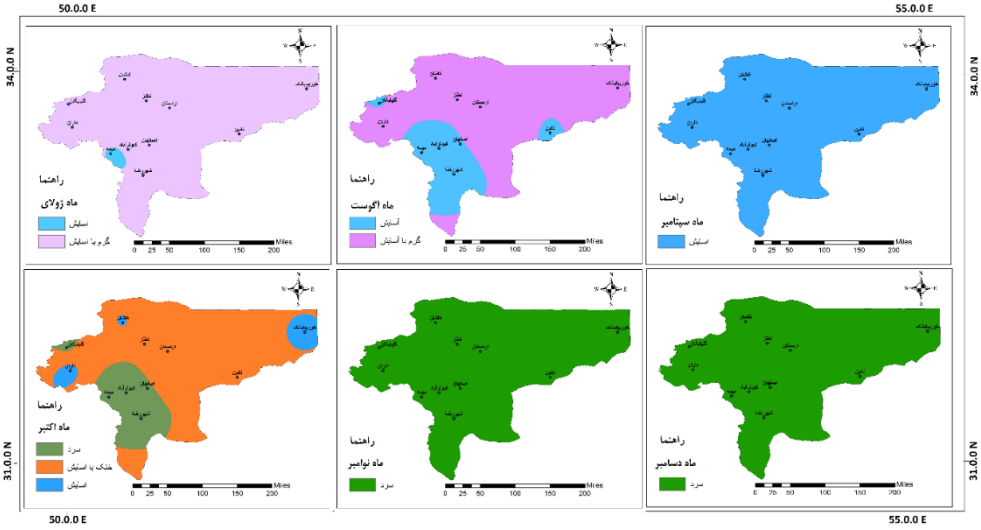


شکل (۱) منطقه مورد مطالعه در کشور

در فصل تابستان بیشتر قلمرو سرزمینی استان اصفهان شرایط مناسبی جهت عملیات نظامی به خود اختصاص داده است و جهت امور نظامی از قبیل آموزش‌های میدانی مناسب می‌باشد. در مهرماه سمت جنوب استان شرایط سرد و بقیه استان شرایط مناسب جهت فعالیت نظامی می‌باشد و دو ماه دیگر پاییز(نوامبر و دسامبر) شرایط سرد بر منطقه حاکم می‌باشد که می‌تواند جهت آموزش شرایط سخت و پادگانی برنامه‌ریزی گردد (شکل۳).



شکل(۲) تحلیل مکانی از بهینه فعالیت نظامی در فصول زمستان و بهار با شاخص میسنارد در استان اصفهان (دوره‌ی آماری ۲۰۱۹-۱۹۹۹م)

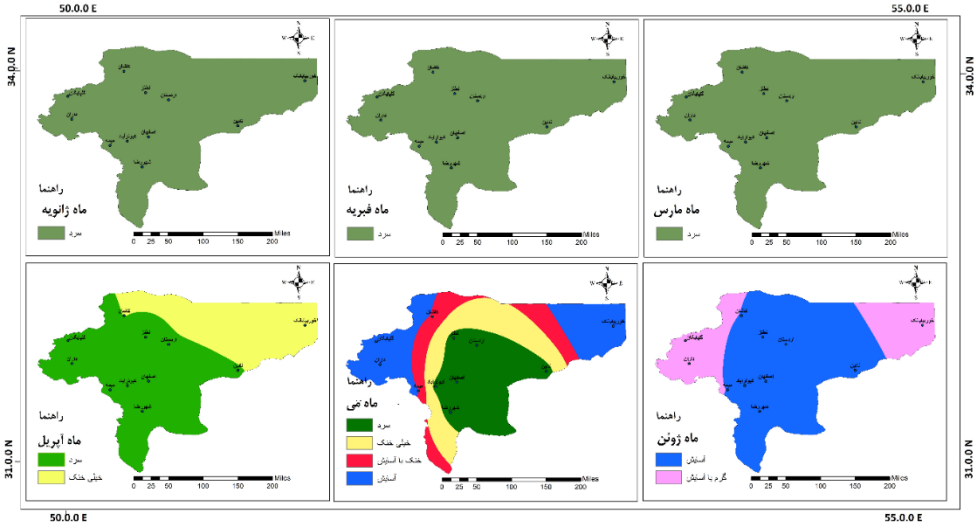


شکل(۳) تحلیل مکانی از فعالیت بهینه نظامی در فصول تابستان و پاییز با شاخص میسنارد در استان اصفهان (دوره‌ی آماری ۲۰۱۹-۱۹۹۹م)

تغییرات اقلیمی شاخص میسنارد بر اساس سناریوی بدبینانه(RCP8.5) طی دوره ۲۰۵۹-۲۰۴۰م در امور نظامی

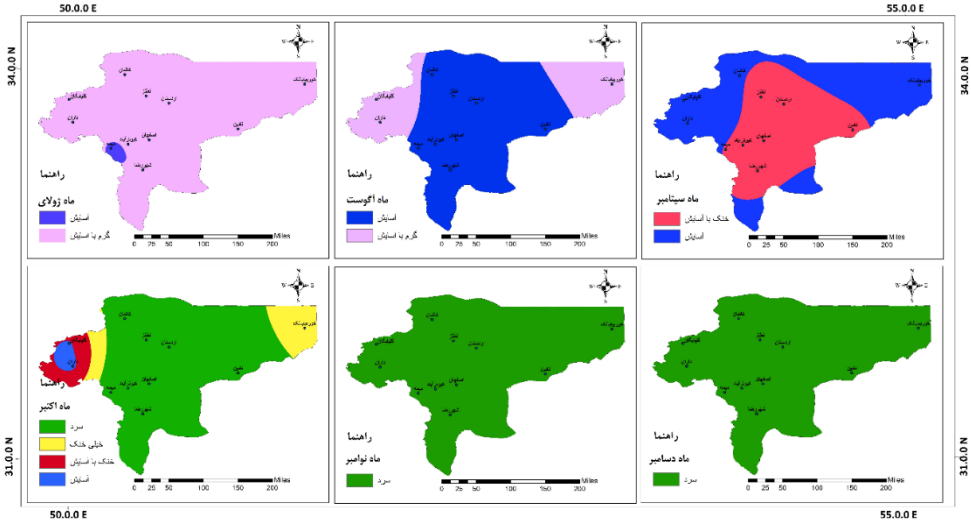
نتایج پهنه‌بندی شاخص میسنارد طی سال‌های (۲۰۵۹-۲۰۴۰م) بر اساس سناریوی بدبینانه در استان اصفهان نشان داد که کلیه ماه‌های فصل زمستان شرایط سرد حاکم می باشد و از نظر

نظامی جهت آموزش و اجرای رزمایش‌های نظامی شرایط سخت(شرایطی که بر منطقه با توجه به تقسیم‌بندی شاخص میسنارد، شرایط مطلوب تلقی نمی‌شود) مناسب می‌باشد و همان‌طور در شکل ۴ مشاهده شد، تغییرات اقلیمی باعث جابجایی فصل شده است، به طوری که در ماه می، شرایط سرد بر منطقه جنوب استان حاکم می باشد و در ماه ژوئن، مناطق جنوب و مرکز به سمت شمال استان شرایط مناسب جهت فعالیت نظامی برخوردار می‌باشد(شکل ۴).



شکل(۴) تحلیل مکانی از فعالیت بهینه نظامی در فصول زمستان و بهار با شاخص میسنارد در استان اصفهان (دوره‌ی آماری ۲۰۵۹-۲۰۴۰م بر اساس سناریو RCP8.5)

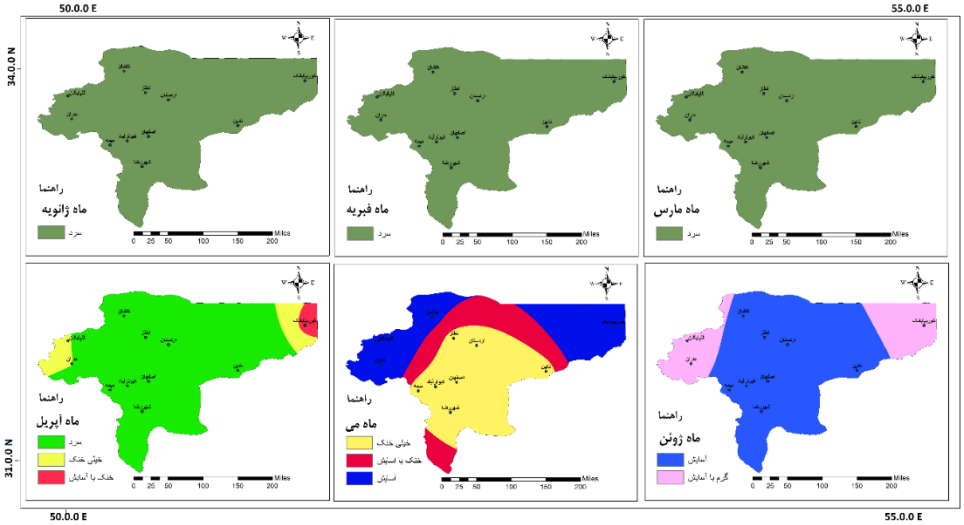
نتایج پهنه بندی شاخص میسنارد بر اساس سناریوی بدبینانه در فصل تابستان و پاییز نشان داد که ماه ژولای به جزء ایستگاه میمه (مناسب)، بقیه ایستگاه های شرایط گرم با آسایش، جهت امور نظامی برخوردار می‌باشد و در ماه آگوست از جنوب به شمال استان شرایط بهینه وجود دارد و غرب و شرق استان شرایط گرم با آسایش حاکم می باشد، همچنین در ماه سپتامبر که در دوره پایه کلیه استان شرایط مناسب برخوردارد بودند ولی بر اساس سناریوی بدبینانه مناطق مرتفع استان داری شرایط خنک با آسایش برخوردار می‌باشد (شکل۵).



شکل(۵) تحلیل مکانی از فعالیت نظامی در فصل تابستان و پاییز با شاخص میسنارد در استان اصفهان جهت طی دوره‌ی آماری ۲۰۵۹-۲۰۴۰م بر اساس سناریو RCP8.5.

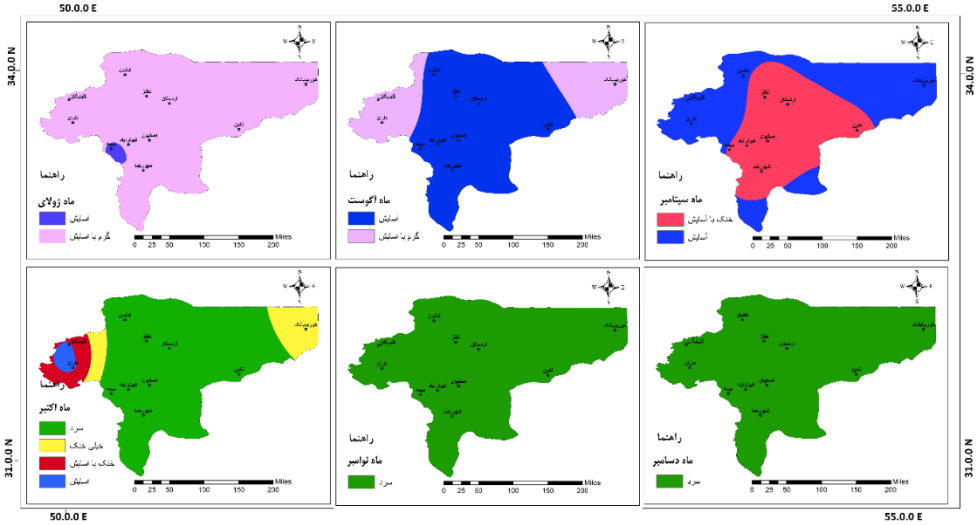
بررسی تغییرات اقلیمی شاخص میسنارد یر اساس سناریوی خوشبینانه(RCP4.5) طی دوره ۲۰۵۹-۲۰۴۰م در امور نظامی

نتایج پهنه‌بندی شاخص میسنارد طی سال‌های (۲۰۵۹-۲۰۴۰م) بر اساس سناریوی خوشبینانه در استان اصفهان نشان داد که کلیه ماه‌های ژانویه، فوریه و مارس شرایط سرد بر منطقه جهت امور نظامی حاکم می‌باشد و به تدریج با ورود به ماه آوریل شرایط متعادل می‌گردد و تعدادی از ایستگاه‌های استان شرایط خنک با آسایش برخوردار می‌شود و انجام فعالیت‌های خارج پادگانی از این ماه در استان اصفهان قابل انجام می‌باشد و در ماه می، مناطق مرتفع داری شرایط خنک، و هرچه از ارتفاعات کاسته می‌شود شرایط مناسب برمنطقه حاکم می‌شود و از سمت غرب به شرق شرایط جهت امور نظامی مناسب‌تر می‌گردد. در ماه ژوئن با وجود نزدیک شدن به فصل تابستان، مناطق مرتفع از شرایط مناسبی برخوردار می‌باشد (شکل ۶).



شکل(۶) تحلیل مکانی از فعالیت نظامی در فصل زمستان و بهار با شاخص میسنارد در استان اصفهان جهت طی دوره‌ی آماری ۲۰۵۹-۲۰۴۰م بر اساس سناریو RCP4.5.

نتایج شاخص میسنارد بر اساس سناریوی خوشبینانه (RCP4.5) نشان داد که کلیه استان شرایط مناسبی جهت امور نظامی در فصل تابستان بر خوردار می باشد و با ورود به ماه آپریل شرایط سر بر مناطق مرکزی و شرایط مناسب بر غرب استان حاکم می باشد (شکل ۷).



شکل(۷) تحلیل مکانی از فعالیت نظامی در فصل تابستان و پاییز با شاخص میسنارد در استان اصفهان جهت طی دوره‌ی آماری ۲۰۵۹-۲۰۴۰م بر اساس سناریو RCP4.5

مقایسه شاخص میسنارد در دوره پایه(۲۰۱۹-۱۹۹۹م) با سناریو خوشبینانه و بدبینانه(۲۰۵۹-۲۰۴۰م) در امور نظامی

همان طور که در طبقه‌بندی شاخص میسنارد مشخص شد که کرانه ۱۵/۵ الی ۱۷/۸ شرایط مناسبی را جهت امور نظامی با توجه به فیزیولوژیک انسان ایجاد می‌کند و نتایج مقایسه دوره پایه و سناریو بدبینانه و خوش بینانه مشخص کرد که ماه‌هایی که در فصل تابستان دارا شرایط مناسب می‌باشد به صورت گرم با آسایش تبدیل می‌شود یعنی میزان شاخص میسنارد از ۲۲/۲ به مقدار ۲۵/۶ گرایش دارد که این تغییرات در سناریو بدبینانه محسوس‌تر است. همچنین مقایسه دوره پایه با سناریوی خوشبینانه و بدبینانه مشخص گردید که تغییرات اقلیمی باعث جابجایی فصل می‌گردد به طوری که ماه آوریل که یکی از ماه‌های بهاری می‌باشد ولی به دلیل تغییرات اقلیمی از وضعیت مناسب به حالت سرد و خیلی خنک تغییر حالت داده است. در فصل زمستان و پاییز که شرایط سرد(۱۶/۷ – ۱۰-) حاکم است بر اساس سناریو خوش بینانه و بدبینانه نیز شرایط سرد در منطقه وجود دارد ولی با توجه به داده‌های به دست آمده مشخص شد که تغییرات شاخص میسنارد به سمت کرانه پایین تمایل دارد که نشانه افزایش سرما سوزناک در منطقه حاکم می‌باشد (نمودار۲).

نمودار (۲) مقایسه شاخص میسنارد در دوره پایه(۲۰۱۹-۱۹۹۹م) با سناریو خوشبینانه و بدبینانه(۲۰۵۹-۲۰۴۰م) جهت فعالیت نظامی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

روندها و رویدادهای ناشی از تغییرات اقلیمی، با تخریب زیر ساخت‌های نظامی –دفاعی، با افزایش هزینه جابجایی نیرو و تجهیزات، با بالا بردن هزینه‌های تعمیر و نگهداری، با افزایش بیماری‌ها در بین سربازان و پرسنل، با غیرممکن کردن عملیات در قسمت‌های مختلف جهان و همچنین غیرقابل تحمل کردن برخی قسمت‌ها برای نیروها، باعث وارد آمدن آسیب‌های جدی به تاسیسات، منابع انسانی و برنامه‌ریزی این وزارتخانه شده و باعث شکست‌های پنهان در نیل به اهداف امنیت ملی می‌شوند (Karl, 2007:85).

تغییر اقلیم در بلند مدت آثار و پیامدهای زیانباری به دنبال خواهد داشت. این تغییرات می‌توانند ابعاد مختلف امنیت ملی و امنیت‌انسانی را به خطر اندازند. در این بین پیامدهای نظامی–امنیتی از اهمیتی بسیار بیشتر برای ایران برخوردار هستند. چرخ آینده به ما نشان می‌دهدکه تغییر در ویژگی‌های اقلیمی همچون دما، بارش، جریانات‌اقیانوسی و.... می‌تواند با پیروی از الگوهای منظم بازخوردی (مثبت و منفی) پیامدهای امنیتی قابل توجهی داشته باشند. از آن جمله می‌توان به: مهاجرت و امنیت‌مرزی، خشکسالی و آشوب داخلی، کشاورزی و امنیت غذایی، ریزگردها و درگیری منطقه‌ای، رودخانه‌های مشترک و جنگ‌آبی اشاره نمود (رضایان قیه‌باشی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۶۴).

تحقیق و پژوهش در ایران نظامی جغرافیای زمینه به ویژه آب و هواشناسی نظامی در توانمندی کشور در دفاع از مرزهای پیرامونی اهمیت زیادی دارد. با توجه به نقش آب و هوا در عملیات نظامی و تعداد بی‌شمار تهدیدات بالقوه پیرامونی کشور و ارزش و جایگاه آن در منطقه خاورمیانه، ضرورت پژوهش در زمینه شناخت و ارزیابی تقویم اقلیم نظامی مناطق مختلف کشور، ضرورت پژوهش در زمینه شناخت و ارزیابی تقویم اقلیم نظامی در آینده کاری بس هوشمندانه است که می‌تواند ضمن کاهش هزینه‌ها از تصمیمات غلط در آینده جلوگیری کرده و با افزایش کارایی و عملکرد نیروی نظامی در منطقه شود. در این پژوهش جهت تعیین پهنه‌بندی مناسب اقلیم جهت امور نظامی استان اصفهان به تفکیک ماه از شاخص بیوکلیمایی میسنارد بر اساس دو سناریو خوش بینانه و بدبینانه در طی آماری ۲۰۴۰-۲۰۵۹م از نرم‌افزار Arc GIS استفاده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق، مقادیر رتبه بندی شده‌ی مؤلفه‌های شاخص بیوکلیمایی جهت امور نظامی در استان متفاوت بوده است که این به دلیل تغییرات آب و هوایی استان می‌باشد به طوری که این مقادیر در هرماه ویژگی و سطح کلاس خاصی را برای استان ایجاد کرده است. تهیه نقشه‌های میسنارد ماهانه استان نشان می‌دهد که ایستگاه‌های مختلف استان اصفهان در دوازده ماه سال شرایط متفاوتی از لحاظ امور نظامی دارند که با توجه به این

نقشه متوجه می‌شوید که کدام بخش استان در کدام ماه شرایط مناسب و ایده‌آل جهت امور نظامی ایجاد می‌کنند. به طوری که ماه سپتامبر بیشتر سطح استان در محدوده شرایط بهینه می باشد که میزان آن در دوره پایه بیشتر از دو سناریو بدبینانه و خوشبینانه می‌باشد و به طور کلی و بر اساس نتایج به دست آمده در فصل تابستان مناطق مرتفع و در فصل بهار مناطق کم ارتفاع استان جهت امور نظامی بهینه انتخاب شده است و در فصل زمستان شرایط سرد حاکم است که با توجه به داده بدست آمده از میزان شاخص میسنارد در سناریو بدبینانه به سمت کرانه پایین طبقه سرد تمایل دارد.

نتایج تجریه و تحلیل صورت گرفته نشان از آن دارد که در انجام مأموریت‌های نظامی در استان اصفهان، محور قرار دادن سناریوهای خوشبیانه و بدبینانه بر اساس تغییرات اقلیمی در بازه‌های زمانی میان‌مدت می‌تواند کمک شایانی برای نیروهای مسلح در اجرای بهینه طرح‌های عملیاتی در قلمرو سرزمینی استان می‌نماید. همچنین این مقوله مهم می‌تواند منجر به تحولات گسترده در راهبردهای دفاعی و نظامی یگان‌ها در حوزه بهینه‌سازی تجهیزات، ادوات و تسلیحات سازمانی یگان‌های مستقر در استان اصفهان گردد.

در راستای نهادینه‌سازی مطالعات سناریومحور در مناطق دیگر کشور پیشنهاد می‌گردد: بررسی تغییر اقلیم در مناطق مختلف کشور انجام گردد تا با توجه به نتایج، بتوان تغییراتی در ضرایب شاخص میسنارد انجام داد. همچنین، نتایج مقایسه‌ای تغییر اقلیم با شاخص میسنارد و شاخص‌های بیوکلیمایی دیگر در منطقه مورد مطالعه انجام گردد.

قدردانی

بدینوسیله از افرادی که نویسندگان را در طی تحقیقشان حمایت کرده‌اند و ما را در انجام این تحقیق یاری کردند، صمیمانه تشکر می‌کنم.

منابع

- افروشه، رضا؛ سعیدی، علی و مختاری، داود. (۱۳۹۱)، نقش عناصر آب و هوایی بر فعالیت نیروهای نظامی استان آذربایجان شرقی با استفاده از شاخص دمای فیزیولوژی PET، پنجمین *کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام*، تبریز.
- باعقیده محمدرضا و سروستان، رسول. (۱۳۹۸). بررسی اثر فراسنج های آب و هوایی بر عملکرد دفاعی نیروهای نظامی مطالعه موردی: استان خوزستان، *فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی*. ۲۸(۱۱۰): ۱۸۱-۱۹۳.

- بیات، ناصر؛ اوصانلو، علی و امینی، داود. (۱۴۰۰). *آب، جرم و امنیت انتظامی در ایران*، تهران: دانشگاه علوم انتظامی امین.
- حاتمی‌نژاد، حسین؛ پوراحمد، احمد و نصرتی هشی، مرتضی. (۱۳۹۸). آینده‌پژوهی در بافت فرسوده شهری (مطالعه موردی: ناحیه یک، منطقه ۹ شهر تهران)، *فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی*. ۲۸ (۱۰۹): ۳۸-۵۵.
- حنفی، علی و خوشحال دستجردی، جواد. (۱۳۹۳). ارزیابی و پهنه‌بندی تقویم اقلیم نظامی مناطق مرزی همجوار با کشور عراق، *فصلنامه مدیریت نظامی*. ۵۴(۱۴): ۱۷۸-۱۵۵.
- حنفی، علی. (۱۳۹۸). ارزیابی تنش‌های حرارتی و برودتی و تأثیر آن بر فعالیت‌های نظامی در استان آذربایجان غربی، *فصلنامه علوم و فنون نظامی*. ۱۵(۴۹): ۴۶-۲۹.
- دفتر ملی هیأت بین‌الدولی تغییر اقلیم. (۱۳۹۶). *گزارش فنی آشکارسازی و ارزیابی اثرات تغییر اقلیم و تشک‌انداز آن در ایران طی قرن بیست و یک*، سازمان هواشناسی، پژوهشکده اقلیم‌شناسی.
- ربیع‌زاده، عظیم. (۱۳۹۹). آینده‌پژوهی چیست؟ و چگونه به انسان کمک می‌کند؟، منتشر شده در سایت: https://www.azim.media.
- رضایان قیه‌باشی؛ احد، پورعزت، علی‌اصغر و حافظ‌نیا، محمدرضا. (۱۳۹۷). آینده‌پژوهش تهدیدات نظامی-امنیتی ناشی از تغییر اقلیم در ایران؛ با استفاده از روش چرخ آینده، *فصلنامه آینده‌پژوهی دفاعی*. ۲ (۴): ۱۶۶-۱۴۱.
- فلاح قالهری، غلام عباس و رضایی، حسن. (۱۳۹۵). تعیین شاخص اقلیم آسایش گردش‌گری استان خراسان رضوی با استفاده از GIS، *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*. ۱۸(ویژه نامه شماره ۳ طراحی ومدیریت شهری)، ۸۸-۸۱.
- کلهر، مهدی و ذبیحی، حسین. (۱۳۹۸). آینده پژوهی تاخیرات پروژه های شهری با رویکرد تحلیل لایه ای علت ها، *فصلنامه آینده پژوهی مدیریت*.۳۰(۱۱۶)؛ ۱۹۹-۱۸۵.
- نجفی، محمد سعید. (۱۳۹۹). شبیه‌سازی اثر تغییر اقلیم بر تنش‌های گرمایی در ناحیه خزری، *نشریه پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی*، ۱(۲): ۱۲-۱.

- Britt, T. W., Wilson, C. A., Sawhney, G., & Black, K. J. (2020). Perceived unit climate of support for mental health as a predictor of stigma, beliefs about treatment, and help-seeking behaviors among military personnel. Psychological services, 17(2), 141.
- Crowe, J., van Wendel de Joode, B., & Wesseling, C. (2009). A pilot field evaluation on heat stress in sugarcane workers in Costa Rica: What to do next? Global Health Action, 2(1), 2062.
- Ferris R, Ellis R, Wheeler T, Hadley P. Effect of high temperature stress at anthesis on grain yield and biomass of field-grown crops of wheat. Annals of Botany. 1998;82(5):631-39.

- Filho W.L, Musa H, Cavan G, O'Hare P, Seixas J. (2016). Climate Change Adaptation, Resilience and Hazards. Springer. DOI 10.1007/978-3-319-39880-8.
- Grehan, J. (2020). The Doolittle Raid: The First Air Attack Against Japan, April 1942. Air World.
- IPCC. (2007). Climate change synthesis report - summary for policymakers: Retrieved from Cambridge University Press.
- Leonard M, Westra S, Phatak A, Lambert M, Hurk V.D B, McInnes K, Risbey J, Schuster S, Jakob D, Stafford-Smith M., (2014). A compound event framework for understanding extreme impacts. WIREs Clim Change.5:113–128. doi: 10.1002/wcc.252.
- Malgoyre, A., Tardo-Dino, P. E., Koulmann, N., Lepetit, B., Jousseaume, L., & Charlot, K. (2018). Uncoupling psychological from physiological markers of heat acclimatization in a military context. Journal of thermal biology, 77, 145-156.
- Mao,Caixia; Koide, Ryu; Brem,Alexander,(2020), Technology foresight for social good: Social implications of technological innovation by 2050 from a Global Expert Survey, Technological Forecasting and Social Change,Volume 153(8),pp.2-13.
- Park, M. (2020). Investigating Target Tasks, Task Phases, and Indigenous Criteria for Military Aviation English Assessment. *Language Assessment Quarterly*, *17*(4), 337-361.
- Parsons, I. T., Stacey, M. J., & Woods, D. R. (2019). Heat adaptation in military personnel: mitigating risk, maximizing performance. *Frontiers in Physiology*, *10*, 1485.
- Peiffer J, Abbiss C. (2013). Thermal stress in North Western Australian iron ore mining staff. Ann Occup Hyg. 57(4):519-27.
- Roshan, G., Almomenin, H. S., da Silveira Hirashima, S. Q., & Attia, S. (2019). Estimate of outdoor thermal comfort zones for different climatic regions of Iran. Urban Climate, 27, 8-23.
- Tereshchenko I, Filonov A, Gallegos A, Monzón C, Rodríguez R. (2002). El Nino 1997–98 and the hydrometeorological variability of Chapala, a shallow tropical lake in Mexico. Journal of Hydrology. 2002;264(1):133-46.
- Terziev, V., Latyshev, O., & Georgiev, M. (2018). The Warehousing as an Element of Army Logistics System in Conditions of Arctics (From Experience of Bulgarian.