دریافت مقاله:۱۴۰۲/۰۸/۲۷ فصلنامهٔ مدیریت نظامی
پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۱۷ سال بیست و چهارم، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۳
مقاله پژوهشی ص‌ص ۱-۲۶

بررسی تاثیر تغییرات اقلیمی آینده بر فعالیت‌های نظامی در منطقه امامزاده هاشم بر اساس مدل‌های CMIP ۶

علی حنفی [۱]

چکیده

یکی از دغدغه‌های فرماندهان صحنه عملیات‌های رزمی برای برنامه‌ریزی درازمدت در آینده، آگاهی از احتمالات وقوع و میزان تأثیرگذاری عناصر اقلیمی در فعالیت‌های نظامی آینده بر اساس تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی است. در این تحقیق به منظور مطالعه تاثیرگذاری عناصر اقلیمی بر فعالیت های نظامی در منطقه امامزاده هاشم، از توزیع احتمالاتی و شاخص‌های PET و MCI استفاده گردید. همچنین به منظور ارزیابی تغییرات آب و هوایی در منطقه امامزاده هاشم از خروجی های مدل‌ها و سناریوهای SSP1-۲,۶ و SSP3-۷,۰ (به‌ترتیب سناریوهای خوش‌بینانه و بدبینانه) گزارش ششم ارزیابی تغییر اقلیم (CMIP٦) استفاده شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که در منطقه امامزاده هاشم، در ماه‌های ژوئن (خرداد)، ژوئیه (تیر)، آگوست (مرداد) و سپتامبر (شهریور) شرایط آسایش اقلیمی و در بقیه مواقع سال تنش سرمایی با شدت‌های مختلف حاکم است. همچنین بر اساس شاخص MCI بیش‌ترین مطلوبیت اقلیم نظامی منطقه امامزاده هاشم با مطلوبیت نزدیک ۷۰ درصد مربوط به ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور و کمترین مطلوبیت اقلیم نظامی با مطلوبیت نزدیک ۴۰ درصد مربوط به ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند است. بر اساس سناریو خوشبینانه تغییرات اقلیمی (SSP1-۲,۶) حداقل و حداکثر دما تا سال ۲۱۰۰ به ترتیب ۲٫۴ و ۲٫۶ درجه سانتی‌گراد و بر اساس سناریو بدبینانه (SSP3-۷,۰) حداقل و حداکثر دما تا سال ۲۱۰۰ به ترتیب ۳٫۴ و ۳٫۳ درجه سانتی‌گراد در منطقه امامزاده هاشم افزایش خواهد یافت؛ این افزایش دمای هوا و به دنبال آن تغییر الگوهای بارش از برف به باران باعث ایجاد محدودیت‌هایی برای برنامه‌های نظامی و آموزش‌های رزم در کوهستان و رزم در برف تا انتهای قرن حاضر خواهد شد.

واژگان کلیدی: عناصر اقلیمی، آینده‌پژوهی، تغییر اقلیم، سناریوهای اقلیمی، منطقه امامزاده هاشم.

۱- دانشیار اقلیم شناسی گروه جغرافیا، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).
ایمیل: Hanafi۷۷۲@gmail.com

مقدمه

تغییرات آب و هوایی چالشی اساسی برای جامعه بشری و محیط طبیعی است. شواهد نشان از نقش فعالیت‌های انسانی در افزایش دما در مقیاس‌های گوناگون زمانی و مکانی دارد (ایرینگ و همکاران، ۲۰۱۶). مطابق آخرین گزارش هیئت بین‌الدول تغییرات اقلیمی (IPCC)، میانگین دمای جهانی تا پایان قرن حاضر ۱/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت (آلن و همکاران، ۲۰۱۹). هرگونه تغییر در دمای هوا به تغییرات جدی در بیلان انرژی سطحی، تشدید چرخه هیدرولوژیکی، جریان تبخیر و تعرق، افزایش سطح آب دریاها و فرین‌های آب و هوایی منجر می‌شود و خطرهای ناشی از آن مشکلات مرتبط با سلامت عمومی را افزایش می‌دهد (زرین و داداشی، ۱۴۰۰). تغییر اقلیم یکی از ۱۵ چالش هزاره آینده جهان و یکی از هفت چالش اصلی ایران است. گرمایش جهانی ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای و تغییر کاربری اراضی، موجب تغییر آشکاری در فراسنج‌های اقلیمی ایران شده است (زارعی و رضایان قیه‌باشی، ۱۴۰۰). مسئله و معضل تغییرات اقلیمی تبعات و پیامدهای نظامی و امنیتی گسترده‌ای را به همراه دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

- تهدید امنیت مرزهای سیاسی به علت گسترش دامنه مهاجرت‌های اقلیمی از پیرامون به مرکز
- تهدید امنیت اجتماعی به علت افزایش دامنه بیکاری و فقر و گسترش سکونت‌گاه‌های غیررسمی و ازدیاد حاشیه‌نشینی در مناطق شهری و کلان‌شهری
- افزایش تنش‌ها و درگیری‌های داخلی و بین‌المللی به علت بروز اختلافات در تبیین الگوهای بهره‌برداری از حوزه‌های آبی مشترک
- تحمیل هزینه‌های سنگین اقتصادی به دولت‌ها به علت تخریب زیرساخت‌های نظامی و امنیتی در سطح نیروهای مسلح (بیات و همکاران، ۹۱:۱۴۰۰).

فعالیت‌های نظامی نیز همانند سایر فعالیت‌های انسان تحت تأثیر شرایط آب‌وهوایی بوده و از تغییر اقلیم متأثر می‌گردند (حنفی، ۱۳۹۸). در جنگ هوا و عوارض زمین بیشتر از هر عامل فیزیکی دیگر نظیر سلاح، تجهیزات و تدارکات نقش داشته و در بیشتر پیروزی‌ها و شکست‌ها در کلیه جنگ‌ها به طریقی مؤثر بوده است (افراشته، ۱۳۹۳: ۱۰۲۳)؛ بنابراین نیروهای نظامی

به تجهیزات ویژه، آموزش‌های خاص و سازگاری با شرایط محیطی نیاز دارند. فرماندهان و نیروهای نظامی، میانگین دمای حداقل و حداکثر روزانه و همچنین دماهای بسیار کم و بسیار زیاد را موردتوجه ویژه قرار می‌دهند (باعقیده و سروستان، ۱۳۹۸: ۱۸۲).

طراحی و اجرای یک عملیات موفق نظامی مستلزم اطلاعات آب و هوایی دقیق و به‌موقع از منطقه عملیات است. برای اطمینان از دریافت سریع اطلاعات آب و هوایی و اطمینان از اینکه هم افسران جنگ و هم هواشناسان موارد موردنیاز را فهمیده‌اند، نیازمند هماهنگی نزدیک و مستمر است. به دلیل اهمیت مطالعات هواشناسی در انجام عملیات مختلف نظامی، داده‌ها و اطلاعات اقلیمی در دو دوره زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در برنامه‌ریزی طولانی‌مدت، برای مثال احداث فرودگاه، پادگان با تجهیز دفاعی منطقه برای مدت طولانی تیپ غالب هوایی یعنی آب‌وهوا بررسی می‌شود؛ اما در فعالیت‌های کوتاه‌مدت مانند تنظیم برنامه زمانی یک حمله، یک تیپ هوایی که احتمال حدوث دارد بررسی می‌گردد (حنفی، ۱۳۹۴). 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 (کالینز، ۱۳۸۴).

عدم توجه به شاخص‌های اقلیمی و نیز تبعات ناشی از 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 چالش جدی مواجه خواهد کرد (امینی و رضایی، ۱۴۰۱). با این استدلال، این تحقیق به مطالعه تأثیرگذاری عناصر اقلیمی بر فعالیت‌های نظامی در منطقه امامزاده هاشم بر اساس سناریوهای تغییرات اقلیمی می‌پردازد و به دنبال جواب این سؤال است. عناصر اقلیمی و تغییرات آن در آینده چه تأثیراتی را بر مأموریت یگان‌های نظامی مستقر در منطقه امامزاده هاشم خواهد داشت؟

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

یکی از مهم‌ترین علل تغییر اقلیم و گرمایش جهانی که بیشتر مطالعات اقلیمی و نتایج داده‌های مشاهداتی آن را تصدیق می‌کنند، انتشار گازهای گلخانه‌ای توسط فعالیت‌های مختلف بشر است. لذا، دانشمندان جهت مدل‌سازی و پیش‌بینی اقلیم آینده کره زمین اقدام به تولید سناریوهای مختلف انتشار گازهای گلخانه‌ای نموده‌اند تا بر اساس سناریوها تغییر اقلیم را شبیه‌سازی نمایند (عبدالعلی زاده و همکاران، ۱۴۰۱). این زمینه IPCC به‌عنوان مهم‌ترین مرجع پژوهش‌ها و پیش‌بینی‌های مربوط به تغییر اقلیم تاکنون چندین نسل از سناریوهای انتشار را ارائه داده و بر اساس نتایج مدل‌سازی‌های مختلف تغییر اقلیم، IPCC شش گزارش ارزیابی از تغییر اقلیم را منتشر کرده است. در گزارش اخیر جدیدترین مدل‌های تغییر اقلیم با عنوان مدل‌های سری CMIP۶ می‌باشند که اقلیم آینده را تحت سناریوهای انتشار SSP شبیه‌سازی می‌کنند (هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم، ۲۰۲۱). مدل‌های گردش عمومی GCM به‌طور گسترده‌ای برای شبیه‌سازی آب‌وهوای گذشته، حال و آینده مورداستفاده قرار گرفته‌اند. آن‌ها بر اساس قوانین اساسی فیزیک، دینامیک سیالات، شیمی و غیره ساخته شده‌اند. مدل‌های فعلی قادر به بازتولید الگوهای بزرگ‌مقیاس دمای سطح و بارش گذشته هستند (فلاتو و همکاران، ۲۰۱۳). با این حال مدل‌ها هنوز ناقص هستند، زیرا درک ما از سیستم آب‌وهوای واقعی هنوز محدود است و مشکلاتی در زمینه‌ی محاسبه فرموله‌ای غیرخطی برای نمایش طبیعت و اتخاذ پارامترهای ناکافی برای فرآیندهای فیزیکی وجود دارد. تحقیقات بسیار محدودی در زمینه تأثیرگذاری شاخص‌های اقلیمی روی فعالیت‌های نظامی با در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی آینده صورت گرفته است که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

احمدی (۱۳۸۶) در پژوهشی به تحلیل فضایی نقش اقلیم بر تجهیزات و ادوات نظامی در ایران پرداخته است. ایشان در این پژوهش میزان مطلوبیت شرایط اقلیمی را برای به‌کارگیری تجهیزات و ادوات نظامی در فصول مختلف سال و برای مناطق مختلف کشور برآورد نموده است. حنفی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی به ارزیابی و پهنه‌بندی تقویم اقلیم نظامی مناطق مرزی هم‌جوار با کشور عراق پرداختند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در ماه‌های

سرد سال (دی، بهمن، آذر و اسفند) مطلوبیت اقلیم نظامی در مناطق جنوبی (خوزستان و ایلام) بیشتر از مناطق شمالی (کردستان و آذربایجان) است. کاویانی راد و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به تبیین پیامدهای امنیتی تغییر اقلیم در حوضه آبریز مرکزی ایران پرداختند. نتیجه پژوهش حاضر نشان داد در صورت تداوم وضعیت موجود، پیامدهای تغییر اقلیم در حوضه آبریز مرکزی این توانایی را دارد که ثبات و امنیت ملی را به چالش بکشاند. اصانلو و حنفی (۱۳۹۷) در پژوهشی به ارزیابی و پهنه‌بندی شاخص‌های اقلیمی مؤثر در فعالیت نیروهای نظامی و انتظامی در مناطق مرزی ایران و افغانستان پرداخته و به این نتیجه رسیدند که کمترین مطلوبیت برای عملیات نظامی در سطح منطقه مربوط به ماه‌های تیر و مرداد و ایستگاه‌های زابل و زهک است. حنفی و منیری (۱۳۹۸) در پژوهشی به آمایش اقلیم دفاعی منطقه جنوب شرق کشور و اهمیت آن در سناریوهای طرح‌ریزی عملیات نظامی پرداخته و وضعیت منطقه را ازلحاظ میزان مطلوبیت شرایط اقلیمی برای انجام عملیات مختلف نظامی در زمان حال و نیز در چشم‌انداز ۱۴۲۰ موردمطالعه قراردادند. حنفی (۱۳۹۸) در پژوهشی به ارزیابی تنش‌های حرارتی و برودتی و تأثیر آن‌ها بر فعالیت‌های نظامی در استان آذربایجان غربی پرداخته و تقویم زمانی وقوع تنش‌های حرارتی و برودتی را تدوین کرد. باعقیده و سروستان (۱۳۹۸) در پژوهشی به بررسی اثر فراسنج‌های آب و هوایی بر عملکرد دفاعی نیروهای نظامی در استان خوزستان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در بین عناصر اقلیمی، سرعت باد و دما بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد نیروهای نظامی در این منطقه دارند. حنفی (۱۴۰۰) در پژوهشی به ارزیابی احتمالات وقوع و میزان تأثیرگذاری عناصر اقلیمی در برنامه‌ریزی عملیات‌های نظامی آینده در منطقه خوزستان پرداخته و به این نتیجه رسید که با توجه به تغییرات اقلیمی محتمل آینده در الگوهای دما، بارش، رطوبت نسبی و... در منطقه خوزستان، احتمال وقوع و میزان تأثیرگذاری مخاطرات آب‌وهوایی مانند موج‌های گرمایی، بارش‌های سیل‌آسا، خطر درگیری یا تنش نظامی با عراق بر سر ریزگردها، فعال شدن شکاف‌های قومی و مذهبی به خاطر از بین رفتن امنیت غذایی، تشدید مهاجرت و خالی شدن مرزهای کشور و هزینه‌بر بودن تأمین امنیت برای نیروهای نظامی کشور و... افزایش خواهد یافت و عملیات‌های نظامی آینده را بیش از گذشته متأثر خواهد ساخت.

امینی و رضایی (۱۴۰۱) تحلیلی بر اثرات تغییر اقلیم بر فعالیت‌های نظامی در استان اصفهان بر مبنای شاخص مینسارد و سناریوهای آینده‌پژوهانه پرداخته و وضعیت اقلیم نظامی در منطقه اصفهان را بر اساس دو سناریو خوش‌بینانه و بدبینانه پیش‌بینی کردند. کاظمی (۱۴۰۱) در پژوهشی به تغییرات اقلیمی، بحران آب و ستیزه‌های اجتماعی و سیاسی در غرب آسیا پرداختند. نتایج حاصل نشان داد در فقدان حکمرانی کارآمد و همچنین فقدان اراده و چارچوبی برای اقدام جمعی کشورها، بحران‌های زیست‌محیطی منطقه غرب آسیا در سال‌های آینده تشدید خواهد شد. همپای این روند می‌توان انتظار داشت که چالش‌های امنیتی برآمده از بحران‌ها نیز تشدید شود.

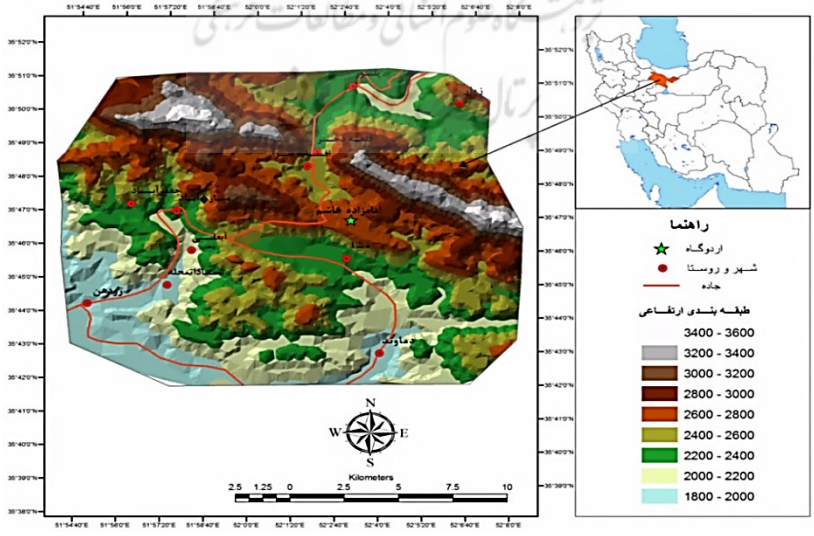
مونتگموری (۲۰۰۸) در پژوهشی به بررسی تغییرات اقلیمی در مناطق غربی آفریقای استوایی و نقش آن در فعالیت‌های نظامی پرداختند. نتایج حاصل از این پژوهش طراحان و برنامه ریزان نظامی را کمک می‌کند تا در زمینه تهدیدات امنیتی منطقه که درنتیجه مهاجرت‌های ناشی از تغییرات آب‌وهوایی (مثل خشک‌سالی) صورت می‌گیرد، چاره‌اندیشی کنند. کروک (۲۰۰۹) در پژوهشی به تجزیه‌وتحلیل آب‌وهوا و پیش‌بینی بلندمدت طوفان‌های همراه با گردوغبار در عراق پرداخته که نتایج آن می‌تواند در عملیات نظامی مورداستفاده قرار گیرد. ریرسون و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی نقش آب و هواشناسی کاربردی را در توسعه تجهیزات نیروهای نظامی در جهان را موردمطالعه قرار داده است. آن‌ها در این پژوهش به نقش ترکیبی شرایط جو و زمین بر نیروها و تجهیزات نظامی پرداخته و بعد از تعیین مهم‌ترین عوامل جوی و محیطی تأثیرگذار بر نیروها و تجهیزات نظامی، احتمال وقوع هر یک از این عناصر را در مناطق مختلف جغرافیایی جهان تعیین کردند. لیلیولد و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی به مطالعه تغییرات اقلیمی و اثرات آن در شرق مدیترانه و غرب آسیا پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که اثرات تغییرات آب و هوایی شامل تنش گرمایی، آلودگی هوا در محیط شهری و کمبود آب شیرین در منطقه است. چینووت و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی به مطالعه تأثیر تغییر اقلیم بر منابع آبی منطقه مدیترانه شرقی و غرب آسیا (تغییرات و پیامدهای قرن ۲۱) پرداخته و به این نتیجه رسیدند درصورتی‌که میزان آب منطقه متناسب با بارندگی کاهش و جمعیت افزایش یابد، در اواسط قرن ۲۱، ممکن است نیاز باشد تا نیمی از کل نیاز آبی منطقه

از طریق نمک‌زدایی و تأمین شود. سناتوره و همکاران (۲۰۲۲) با استفاده از ترکیب چندین مدل آب و هوایی جهانی و منطقه‌ای و تصحیح اریبی، تأثیر هیدرولوژیکی تغییرات اقلیمی تحت سناریوهای RCP را مورد ارزیابی قرار دادند.

روش‌شناسی تحقیق

موقعیت جغرافیایی

گردنه‌ی «بژم موشا» یا «کله‌ی موشا» که امروزه به نام گردنه‌ی امامزاده هاشم (ع) معروف شده در محدوده عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه و ۴۸ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲ دقیقه و ۲۲ ثانیه شرقی واقع شده است. ارتفاع محل امامزاده از سطح آب‌های آزاد در حدود ۲۷۰۰ متر بوده و اختلاف ارتفاع آن از مرکز شهر تهران در حدود ۱۶۰۰ متر است. منطقه امامزاده هاشم در فاصله ۱۵/۳ کیلومتری شهر آبعلی و ۱۸/۲ کیلومتری شهر دماوند واقع شده است و در مسیر جاده تهران به شمال (جاده هراز) بین مشاء و پلور قرار دارد و مرز استان تهران و مازندران را تشکیل می‌دهد. از مهم‌ترین ارتفاعات و عوارض موجود در اطراف امامزاده هاشم می‌توان به کوه میان رود با ارتفاع ۳۰۰۰ متر در سمت شمال شرق، کوه مرغ با ارتفاع ۲۸۵۰ متر در سمت جنوب، کوه گل زرد و اوزونه با ارتفاع ۳۵۰۰ متر در سمت شمال غرب و قله دماوند با ارتفاع ۵۶۷۰ متر در سمت شمال اشاره کرد. موقعیت جغرافیایی منطقه امامزاده هاشم در شکل (۱) نشان داده شده است.



شاخص‌های اقلیمی

به‌منظور مطالعه تأثیرگذاری عناصر اقلیمی روی فعالیت‌های نظامی در منطقه امامزاده هاشم، به علت عدم وجود ایستگاه هواشناسی در منطقه موردنظر از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی موجود استفاده گردید. نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به امامزاده هاشم ایستگاه هواشناسی آبعلی است. این ایستگاه در ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی و در ارتفاع ۲۴۶۵ متری از سطح دریا واقع شده است. طول دوره آماری این ایستگاه ۳۵ ساله (۲۰۲۰- ۱۹۸۶) بوده و در فاصله حدود ۱۵ کیلومتری از منطقه امامزاده هاشم واقع شده است. به‌منظور ارزیابی شرایط آسایش و نیز تنش‌های سرمایی و گرمایی نیروهای نظامی از شاخص‌های PET و MCI استفاده گردیده است. برحسب طبقه‌بندی شاخص PET، مقادیر عددی ۱۸ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد شرایط بدون تنش و آسایش را از دیدگاه فیزیولوژیکی نشان می‌دهد. در این طبقه‌بندی مقادیر عددی ۲۳ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد نشان‌دهنده تنش‌های گرمایی اندک و مقادیر ۱۳ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد بیانگر تنش‌های سرمایی اندک است که با در نظر گرفتن تمهیداتی (مثل پوشیدن لباس مناسب) می‌توان شرایط را به محدوده آسایش رساند. شاخص PET شرایط آسایش را برای افراد عادی نشان می‌دهد درصورتی‌که نیروها و یگان‌های نظامی، با توجه به آموزش‌هایی که در شرایط مختلف اقلیمی می‌بینند آستانه تحمل بیشتری نسبت به بقیه افراد دارند، بنابراین می‌توان با ایجاد تغییراتی مقادیر ۱۳ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد شاخص را محدوده آسایش نیروهای نظامی در نظر گرفت.

عملیات نظامی عمدتاً در نزدیک سطح زمین تحت تأثیر ارتباط متقابل بین جو و زمین قرار می‌گیرند. مهم‌ترین عوامل اقلیمی تأثیرگذار بر عملیات نظامی شامل دماهای بالا و پایین، بارش برف و باران، رطوبت نسبی بالا و پایین، عوامل محدودکننده میدان دید (مه، گردوخاک، بارش برف و باران و ...)، تابش خورشید، ابرناکی و باد (سرعت و جهت) است. برای ارزیابی مطلوبیت اقلیم نظامی برای هر پارامتر اقلیمی یک آستانه تأثیرگذاری در نظر گرفته می‌شود. مقادیر خارج از آستانه، مقادیری هستند که باعث کاهش بازدهی (کارآیی) عملیات تاکتیکی نظامی و یا جنگ‌افزارها می‌گردند. نوسانات پارامترهای اقلیمی به بالا یا پایین مقادیر آستانه‌ای، می‌تواند باعث جلوگیری از اجرای موفقیت‌آمیز عملیات نظامی گردد. بعد از مشخص کردن آستانه‌های مربوط به پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار در عملیات نظامی، به‌منظور ارزیابی مطلوبیت اقلیم نظامی در منطقه امامزاده هاشم، احتمال رخداد مقادیر خارج از محدوده آستانه‌ای عناصر

اقلیمی در دوره‌های ماهانه محاسبه گردید. بعد از محاسبه احتمال وقوع عناصر اقلیمی اثرگذار در عملیات نظامی، میزان مطلوبیت‌ها و نا مطلوبیت‌های اقلیمی برای انجام عملیات‌های نظامی بر اساس شاخص اقلیم نظامی زیر که توسط حنفی و همکاران (۱۳۹۳) ارائه گردیده است استفاده گردید.

MCI= ((۰,۳۵*((Temp>۳۰+Temp<۰)/۲) + (۰,۲*Rain) + (۰,۲*Dust) + (۰,۱۵*wind) + (۰,۱*Humidity)))

مدل‌ها و سناریوهای اقلیمی

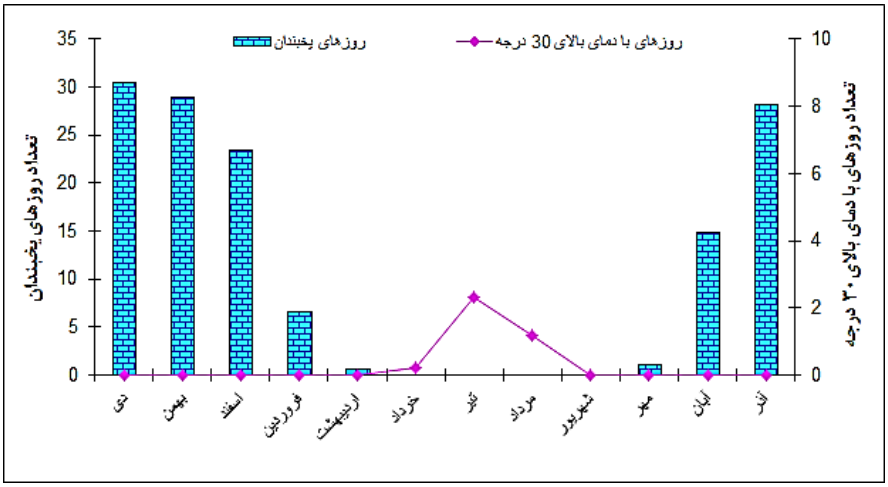
مجموعه مدل‌های برونداد اقلیمی با هماهنگی بین سازمان‌های مختلف برای استانداردسازی طراحی مدل‌های گردش عمومی جو و توزیع مدل‌های شبیه‌سازی شده مورداستفاده قرار گرفته که به‌تازگی به‌عنوان عنصری اساسی در هدایت پژوهش‌های اقلیمی در سطح جهانی تبدیل شده است. هدف اصلی CMIP۶ پاسخ به سه سؤال مهم چگونگی واکنش ساختار زمین به نیروهای مختلف در مورد منشأ و پیامد مدل‌های سازمان‌یافته، کمی سازی تغییرات آب و هوایی ارائه شده و عدم قطعیت سناریوها است. در پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی تغییرات آب و هوایی در منطقه امامزاده هاشم از خروجی‌های مدل‌ها و سناریوهای گزارش ششم ارزیابی تغییر اقلیم (CMIP۶) استفاده شد. بدین منظور از خروجی‌های داده روزانه بارش، دمای کمینه و بیشینه دو مدل MRI-ESM۲-۰ (مدل گردش عمومی جو کشور ژاپن با رزولیشن ۱۰۰ کیلومتر) و MPI-ESM۱-۲-HR (مدل گردش عمومی جو کشور آلمان با رزولیشن ۱۰۰ کیلومتر) که از طریق سایت https://climate-scenarios.canada.ca /دریافت شد، استفاده گردید. داده‌های مربوط به سال ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۴ به‌عنوان دوره تاریخی و از سال ۲۰۱۵ تا ۲۱۰۰ به‌عنوان داده‌های آینده تحت سناریوهای SSP۱-۲,۶ و SSP۳-۷,۰ که به ترتیب سناریوهای خوش‌بینانه و بدبینانه هستند، استخراج شدند. سناریوهای ارائه شده در این تحقیق مربوط به چهار دوره زمانی ۲۰۴۰-۲۰۲۱، ۲۰۶۰-۲۰۴۱، ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و ۲۱۰۰- ۲۰۸۱ می‌باشند. پس از دریافت داده‌های روزانه بارش، دمای کمینه و بیشینه، به‌منظور اصلاح اریبی، کالیبره کردن و تولید سناریو از مدل SDSM۶,۱ استفاده گردید. جهت ارزیابی دقت مدل‌ها از شاخص‌های آماری ریشه میانگین مربع خطا (RMSE) و ریشه میانگین خطای نرمال شده (NRMSE)

استفاده شده است.

یافته‌های تحقیق

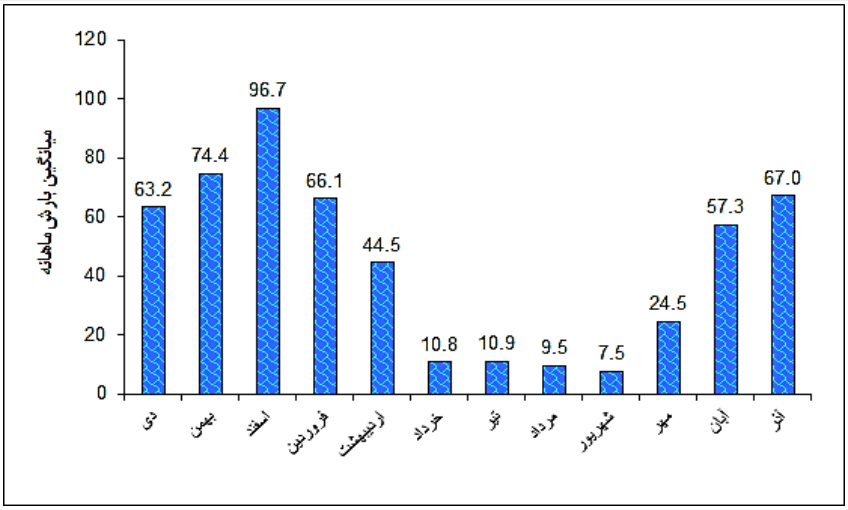
ارزیابی تأثیر عناصر اقلیمی ازلحاظ نظامی

دمای هوا یکی از مهم‌ترین عناصر جوی تأثیرگذار در فعالیت‌های نظامی است. دما برای پرواز تمامی هواپیماها و بالگردها یک مسئله بسیار مهم است. به‌منظور بررسی تغییرات ماهانه عناصر اقلیمی در منطقه امامزاده هاشم، ایستگاه سینوپتیک آبعلی به‌عنوان نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت. دی‌ماه سردترین ماه در منطقه امامزاده هاشم است. بعد از دی ماه دمای هوا به‌تدریج سیر صعودی پیدا می‌کند. این سیر صعودی تا اردیبهشت‌ماه آهنگ ملایمی دارد و از اردیبهشت تا اواخر خرداد سیر صعودی شدیدتری به خود می‌گیرد. ماه‌های تیر و مرداد با اندکی اختلاف گرم‌ترین ماه‌های سال هستند. حداقل دمای رخ داده در ایستگاه آبعلی با ۲۶٫۶- درجه سلسیوس در ماه بهمن و حداکثر آن با ۳۲٫۲ درجه سلسیوس در مرداد است. نوسان دمایی مطلق سالانه این ایستگاه ۵۸٫۸ درجه سلسیوس می‌شود. متوسط حداقل دمای سالانه ۷٫۴- درجه سلسیوس در دی‌ماه و حداکثر آن ۲۶٫۱ درجه سلسیوس در تیرماه بوده است که نوسان سالانه آن ۳۳٫۵ درجه سلسیوس است. شدت زمستان و سرما به‌وسیله تعداد روزهای با حداقل دمای زیر صفر (یخبندان) آشکار می‌شود. پراکنش ماهانه تعداد روزهای همراه با یخبندان در ایستگاه سینوپتیک آبعلی در شکل (۲) نشان داده شده است. میانگین سالانه تعداد روزهای یخبندان در ایستگاه آبعلی ۱۳۵ روز است که بیشترین آن با ۳۰، ۲۹/۵ و ۲۸/۲ روز به‌ترتیب در ماه‌های دی، بهمن و آذر اتفاق می‌افتد. ماه‌های اسفند، آبان و فروردین نیز به ترتیب با ۲۴/۵، ۱۵ و ۷ روز یخبندان در مرتبه بعدی قرار دارند. در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور احتمال وقوع یخبندان در منطقه نزدیک صفر درصد است. روزهای با حداکثر دمای بالای ۳۰ درجه نیز به علت شروع آستانه گرمایی، ازلحاظ فعالیت‌های نظامی مهم است. در ایستگاه آبعلی و منطقه امامزاده هاشم احتمال وقوع دماهای بالای ۳۰ درجه در تیر و مرداد ماه با احتمال وقوع پایین وجود دارد که بیشترین آن با ۸ روز مربوط به تیرماه است (شکل ۲).



شکل (۲): تغییرات ماهانه روزهای یخبندان و روزهای با دمای بالای ۳۰ درجه در آبعلی

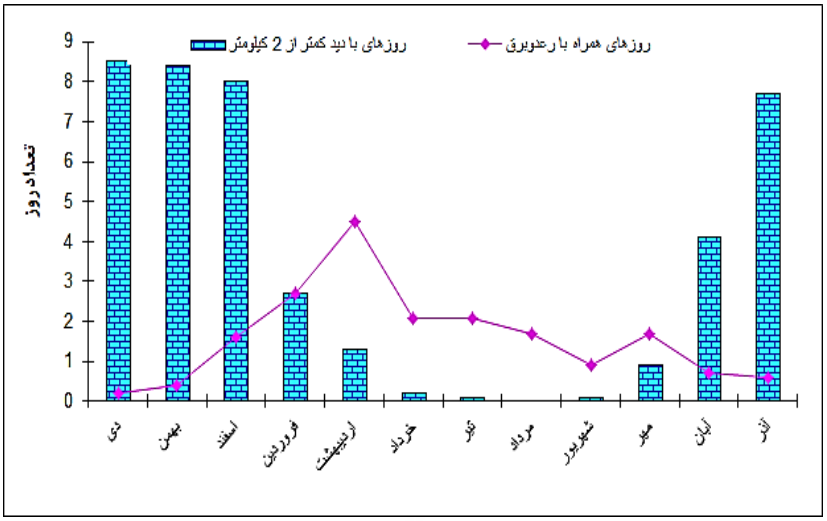
بارندگی در سه مبحث، شدت بارندگی، زمان بارندگی و میزان بارندگی مطالعه می‌شود، بارندگی یکی از عناصر اقلیمی تأثیرگذار در عملیات نظامی است که باعث کاهش میدان دید، آسیب به تجهیزات نظامی، سنگین شدن کارکنان بر اثر خیس شدن، ایجاد چسبندگی در زمین، طغیان رودها و الزاماً نیاز به امکاناتی از قبیل پل، قایق، لباس مخصوص و درنهایت کاهش تحرکات می‌گردد. میانگین بارش ایستگاه آبعلی و منطقه امامزاده هاشم حدود ۵۳۴ میلی‌متر است که بیشتر آن به شکل برف ریزش می‌کند. بیش‌ترین بارش منطقه با حدود ۲۳۵ میلی‌متر (۴۴ درصد بارش سالانه) در فصل زمستان اتفاق می‌افتد و فصل پاییز و بهار به ترتیب ۱۴۷ میلی‌متر (۲۸ درصد) و ۱۱۱ میلی‌متر (۲۳ درصد) از بارش سالانه را به خود اختصاص می دهند. ازنظر توزیع ماهانه بیشترین بارش منطقه امامزاده هاشم به ترتیب با مقادیر ۹۶/۷ و ۷۴/۴ میلی‌متر در ماه‌های اسفند و بهمن اتفاق می‌افتد که روی هم ۳۲ درصد بارش سالانه را شامل می‌گردد. در رتبه بعدی ماه‌های آذر، فروردین و دی قرار دارند. در مقابل کمترین مقدار بارش سالانه در بین ماه‌های خرداد تا شهریور اتفاق می‌افتد (شکل ۳).



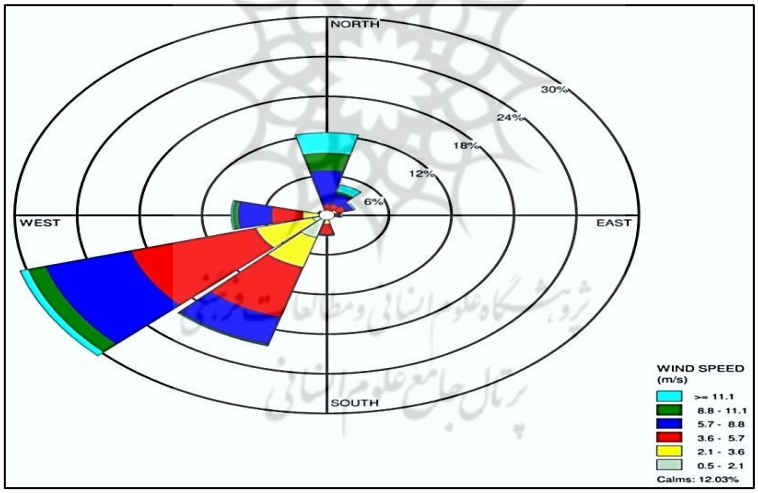
شکل (۳): نحوه توزیع ماهانه بارش در ایستگاه سینوپتیک آبعلی

یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده عملیات نظامی نداشتن میدان دید و تیر است. عواملی مانند پوشش آسمان، گردوخاک و مه می‌توانند باعث کاهش میدان دید گردیده و عملیات نظامی را با مشکل مواجه کنند. تعداد روزهای تمام ابری در منطقه امامزاده هاشم در حدود ۶۰ روز در سال است که ازنظر توزیع ماهانه، بیش‌ترین آن در بین ماه‌های آذر تا فروردین (به‌طور میانگین ۸ روز در هر ماه) اتفاق می‌افتد. میانگین سالانه تعداد روزهای با دید کمتر از ۲ کیلومتر در ایستگاه آبعلی در شکل (۴) نشان داده شده است. میانگین تعداد روزهای با دید کمتر از ۲ کیلومتر در منطقه امامزاده هاشم در حدود ۴۵ روز در سال است که بیشترین آن با حدود ۸ روز در ماه، در بین ماه‌های آذر تا اسفند اتفاق می‌افتد.

بیشترین سرعت وزش باد در ایستگاه آبعلی در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد اتفاق می‌افتد. درصورتی‌که کمترین سرعت وزش باد مربوط به ماه‌های آبان، آذر و دی است. شدیدترین باد رخ داده در طی دوره آماری در آبعلی با سرعت ۵۱ نات بوده است. با توجه به تأثیر زیاد جهت باد در عملیات و فعالیت‌های نظامی، می‌بایست با رسم گلباد منطقه در مقیاس روزانه، ماهانه و سالانه جهت و سرعت باد را به دست آورد. در شکل (۵) گلباد ایستگاه آبعلی به‌عنوان نمونه آورده شده است. همان‌طوری که دیده می‌شود باد غالب در منطقه امامزاده هاشم در بیشتر ایام سال باد جنوب غربی است که دارای فراوانی رخداد حدود ۵۰ درصد است. ازلحاظ سرعت باد نیز سرعت وزش باد معمولاً بین صفر تا ۱۱ متر بر ثانیه است. بعد از باد جنوب غربی، باد شمالی با رخداد حدود ۱۲ درصد در رتبه بعدی قرار دارد.



شکل (۴): تعداد روزهای باد دید کمتر از ۲ کیلومتر و همراه با رعدوبرق در ایستگاه آبعلی

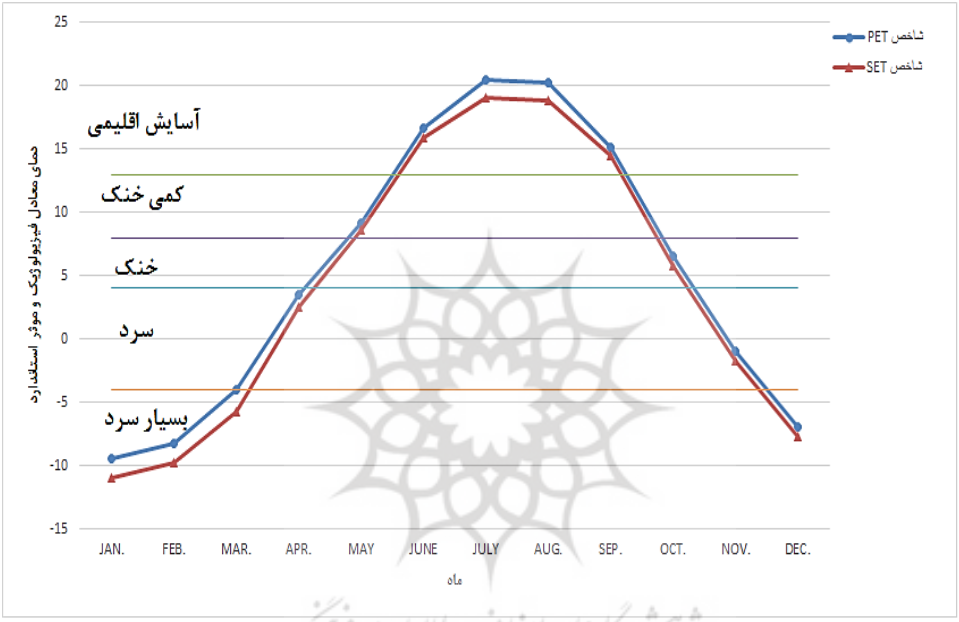


شکل (۵): گلباد سالانه ایستگاه آبعلی

آسایش اقلیمی نیروهای نظامی

وضعیت آسایش اقلیمی و نیز تنش‌های سرمایی و گرمایی نیروهای نظامی در دوره زمانی ماهانه در منطقه امامزاده هاشم در شکل (۶) نشان داده شده است. در منطقه امامزاده هاشم، در ماه‌های ژوئن (خرداد)، جولای (تیر)، آگوست (مرداد) و سپتامبر (شهریور) شرایط آسایش

اقلیمی برای نیروهای نظامی وجود دارد. در بقیه مواقع سال تنش سرمایی با شدت‌های مختلف حاکم بوده و تنش‌های گرمایی در طول سال در منطقه امامزاده هاشم اتفاق نمی‌افتد. در ماه‌های ژانویه (دی)، فوریه (بهمن)، مارس (اسفند) و دسامبر (آذر) تنش‌های سرمایی با شدت بسیار زیاد برای فعالیت نیروهای نظامی وجود دارد. در ماه‌های آوریل (فروردین) و نوامبر (آبان) تنش سرمایی زیاد، در ماه اکتبر (مهر) تنش سرمایی متوسط و در ماه می (اردیبهشت) تنش سرمایی اندک برای فعالیت نیروهای نظامی وجود دارد.



شکل (۶): شاخص دمای معادل فیزیولوژیک و دمای مؤثر استاندارد در منطقه امامزاده هاشم

مطلوبیت اقلیمی برای فعالیت‌های نظامی

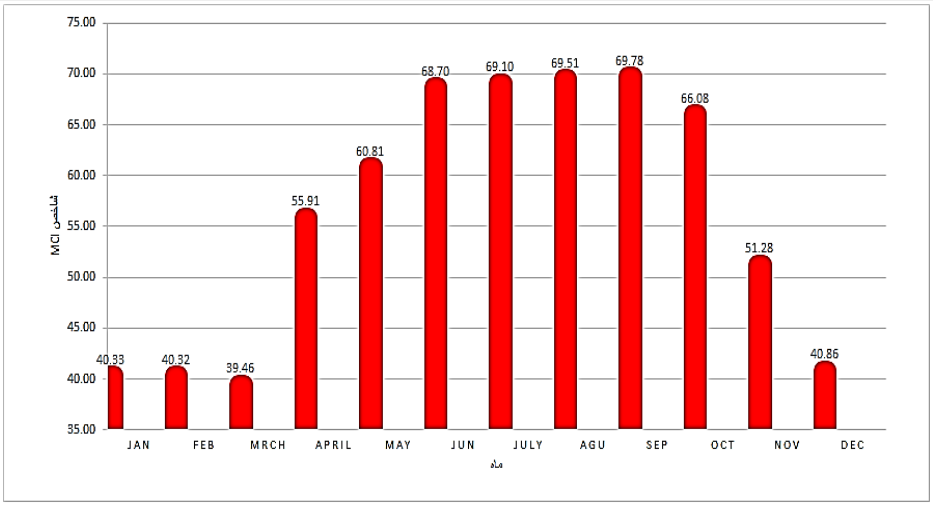
در جدول (۱) احتمال وقوع پارامترهای اقلیمی (بارش برف و باران، یخبندان، محدودیت دید، پوشش آسمان و رعدوبرق) در ماه‌های مختلف سال آورده شده است. احتمال بارش برف و باران در منطقه امامزاده هاشم در ماه‌های دی، بهمن، اسفند و آذر بالای ۵۰ درصد است که می‌تواند محدودیت‌های زیادی برای فعالیت‌های نظامی ایجاد کند. مهم‌ترین پارامتر دمایی تأثیرگذار برای نیروهای نظامی در امامزاده هاشم وقوع دماهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد (یخبندان) است. در ماه‌های آذر، دی و بهمن و اسفند احتمال وقوع یخبندان در امامزاده هاشم بیشتر از ۹۵ درصد و نزدیک ۱۰۰ درصد است و شرایط اقلیمی مناسبی برای آموزش‌های رزم در برف

نیروهای نظامی فراهم است. یکی از مهم‌ترین پارامترهای محدودکننده تحرک و فعالیت نیروهای نظامی محدودیت میدان دید است که در منطقه امامزاده هاشم در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند احتمال وقوع میدان دید کمتر از ۲۰۰۰ متر بیشتر از ۳۰ درصد است که عمدتاً در اثر وقوع پدیده مه و بارش برف اتفاق می‌افتد.

جدول (۱): احتمال وقوع پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار بر نیروهای نظامی در امامزاده هاشم

ماه	احتمال بارش برف و باران	احتمال وقوع یخبندان	احتمال دید کمتر از ۲۰۰۰ متر	احتمال پوشش تمام ابری	احتمال وقوع رعدوبرق
دی	۵۱/۳	۱۰۰	۳۵/۳	۳۳/۷	۰/۷
بهمن	۵۲	۱۰۰	۳۴/۷	۳۴/۷	۱
اسفند	۵۹/۷	۹۵/۳	۳۵/۳	۳۹	۵/۷
فروردین	۴۹/۷	۳۵/۷	۱۵/۳	۳۶	۹
اردیبهشت	۴۶/۳	۱۵/۷	۱۱/۷	۲۳/۳	۱۶
خرداد	۲۲/۷	۱۳/۳	۷/۳	۹	۷/۷
تیر	۲۵/۳	۰	۶/۷	۸/۷	۷/۷
مرداد	۱۷/۳	۰	۶/۷	۷	۵/۳
شهریور	۱۶/۷	۱۳/۳	۷	۸/۳	۲/۳
مهر	۳۰	۱۷/۷	۱۰	۱۶	۵
آبان	۴۵	۶۳/۳	۱۹	۳۰	۲
آذر	۵۱	۱۰۰	۳۳	۳۵/۳	۲/۳

بعد از ارزیابی احتمالات وقوع عناصر اقلیمی تأثیرگذار بر عملیات نظامی، وضعیت اقلیمی منطقه ازنظر عملیات و فعالیت‌های نظامی بر اساس شاخص MCI موردمطالعه قرار گرفت. به‌طورکلی هرچقدر مقدار عددی شاخص MCI بیشتر باشد نشان‌دهنده این است که احتمال وقوع مقادیر تأثیرگذار عناصر اقلیمی در عملیات نظامی کمتر بوده و درنتیجه شرایط برای انجام عملیات نظامی مطلوب است و مقادیر کمتر شاخص، مطلوبیت کمتر را برای عملیات نظامی نشان می‌دهد. بیش‌ترین مطلوبیت اقلیم نظامی منطقه امامزاده هاشم با مطلوبیت نزدیک ۷۰ درصد مربوط به ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور و کمترین مطلوبیت اقلیم نظامی با مطلوبیت نزدیک ۴۰ درصد مربوط به ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند است (شکل ۷).



شکل (۷): تغییرات شاخص اقلیم نظامی در ماه‌های مختلف سال در منطقه امامزاده هاشم

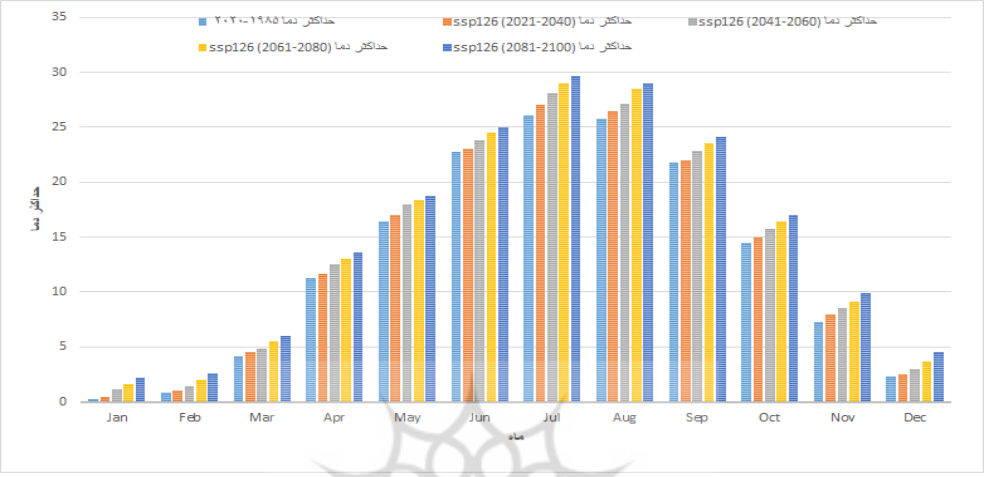
تغییرات اقلیمی آینده بر اساس سناریوهای تغییرات اقلیمی

سری زمانی تغییرات ماهانه حداکثر دمای هوای منطقه امامزاده هاشم طی دوره زمانی پایه (۲۰۲۰-۱۹۸۵) و آینده (۲۱۰۰-۲۰۲۰) و در چهار دوره (۲۰۴۰-۲۰۲۱، ۲۰۶۰-۲۰۴۱، ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و ۲۱۰۰-۲۰۸۱) تحت دو سناریوی منتخب خوش‌بینانه (*SSP*۱-۲,۶) و بدبینانه (*SSP*۳-۷,۰) در شکل‌های (۸) و (۹) نشان داده شده است.

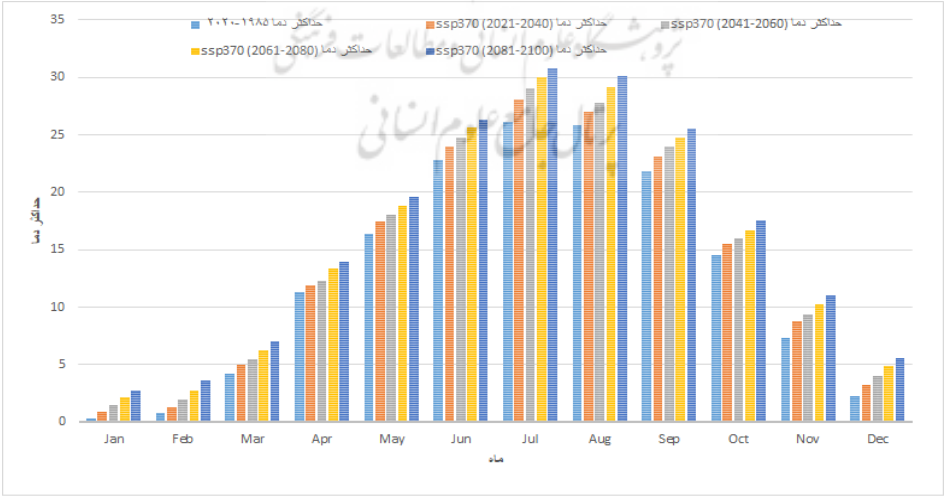
بر اساس سناریو خوش‌بینانه (*SSP*۱-۲,۶) حداکثر دمای هوا در منطقه امامزاده هاشم در چهار دوره مطالعاتی تا سال ۲۱۰۰ در همه ماه‌های سال افزایشی است که مقدار آن در ماه‌های گرم سال از بقیه ماه‌ها بیشتر است. میزان افزایش سالانه حداکثر دمای هوا در دوره (۲۰۴۰-۲۰۲۱) نسبت به دوره پایه در حدود ۰/۴ درجه سانتی‌گراد، در دوره (۲۰۶۰-۲۰۴۱) در حدود ۱/۱ درجه سانتی‌گراد، در دوره (۲۰۸۰-۲۰۶۱) در حدود ۱/۸ درجه سانتی‌گراد و در دوره (۲۱۰۰-۲۰۸۱) در حدود ۲/۴ درجه سانتی‌گراد خواهد بود (شکل ۸).

بر اساس سناریو بدبینانه (*SSP*۳-۷.۰) حداکثر دمای هوا در منطقه امامزاده هاشم در چهار دوره مطالعاتی تا سال ۲۱۰۰ در همه ماه‌های سال افزایشی است که مقدار آن در ماه‌های گرم سال از بقیه ماه‌ها بیشتر است. میزان افزایش سالانه حداکثر دمای هوا در دوره (۲۰۴۰-۲۰۲۱) نسبت به دوره پایه در حدود ۱ درجه سانتی‌گراد، در دوره (۲۰۶۰-۲۰۴۱) در حدود ۱/۷ درجه

سانتی‌گراد، در دوره (۲۰۸۰-۲۰۶۱) در حدود ۲/۶ درجه سانتی‌گراد و در دوره (۲۱۰۰-۲۰۸۱) در حدود ۳/۳ درجه سانتی‌گراد خواهد بود (شکل ۹).



شکل (۸): تغییرات حداکثر دما در منطقه امامزاده هاشم بر اساس سناریو تغییرات اقلیمی *SSP*۱-۲,۶

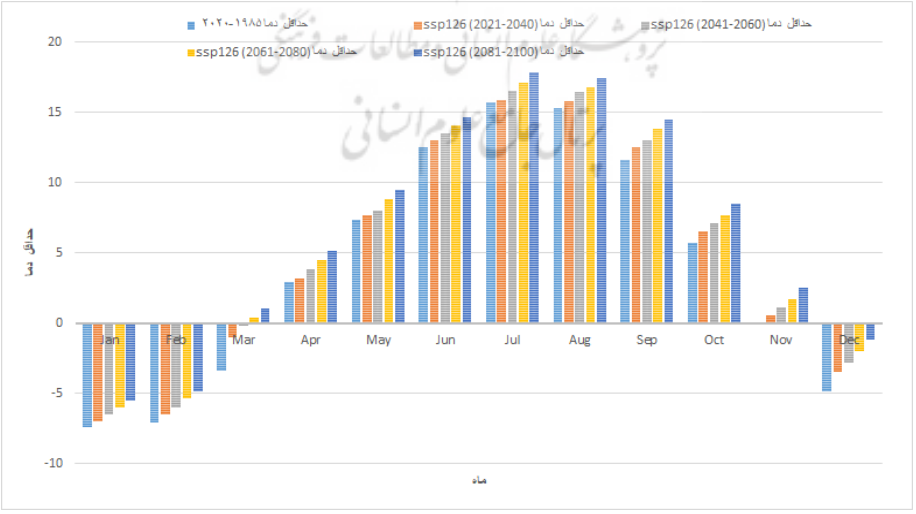


شکل (۹): تغییرات حداکثر دما در منطقه امامزاده هاشم بر اساس سناریو تغییرات اقلیمی *SSP*۳-۷,۰

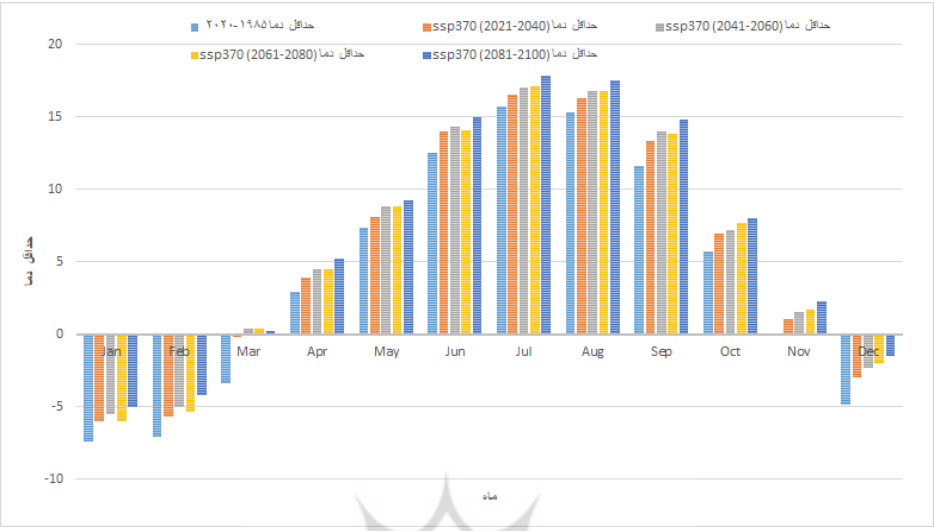
سری زمانی تغییرات ماهانه حداقل دمای هوای منطقه امامزاده هاشم طی دوره زمانی پایه (۲۰۲۰-۱۹۸۵) و آینده (۲۱۰۰-۲۰۲۰) و در چهار دوره (۲۰۴۰-۲۰۲۱، ۲۰۶۰-۲۰۴۱، ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و ۲۱۰۰-۲۰۸۱) تحت دو سناریوی منتخب خوش‌بینانه (*SSP*۱-۲,۶) و بدبینانه (*SSP*۳-۷,۰) در شکل‌های (۱۰) و (۱۱) نشان داده شده است.

بر اساس سناریو خوش‌بینانه (*SSP*۱-۲,۶) حداقل دمای هوا در منطقه امامزاده هاشم در چهار دوره مطالعاتی تا سال ۲۱۰۰ در همه ماه‌های سال افزایشی است که مقدار آن در ماه‌های سرد سال از بقیه ماه‌ها بیشتر است. میزان افزایش سالانه حداقل دمای هوا در دوره (۲۰۴۰-۲۰۲۱) نسبت به دوره پایه در حدود ۰/۷ درجه سانتی‌گراد، در دوره (۲۰۶۰-۲۰۴۱) در حدود ۱/۳ درجه سانتی‌گراد، در دوره (۲۰۸۰-۲۰۶۱) در حدود ۱/۹ درجه سانتی‌گراد و در دوره (۲۱۰۰-۲۰۸۱) در حدود ۲/۶ درجه سانتی‌گراد خواهد بود (شکل ۱۰).

بر اساس سناریو بدبینانه (*SSP*۳-۷.۰) حداقل دمای هوا در منطقه امامزاده هاشم در چهار دوره مطالعاتی تا سال ۲۱۰۰ در همه ماه‌های سال افزایشی است که مقدار آن در ماه‌های سرد سال از بقیه ماه‌ها بیشتر است. میزان افزایش سالانه حداقل دمای هوا در دوره (۲۰۴۰-۲۰۲۱) نسبت به دوره پایه در حدود ۱/۴ درجه سانتی‌گراد، در دوره (۲۰۶۰-۲۰۴۱) در حدود ۱/۹ درجه سانتی‌گراد، در دوره (۲۰۸۰-۲۰۶۱) در حدود ۲/۶ درجه سانتی‌گراد و در دوره (۲۱۰۰-۲۰۸۱) در حدود ۳/۴ درجه سانتی‌گراد خواهد بود (شکل ۱۱).



شکل (۱۰): تغییرات حداقل دما در منطقه امامزاده هاشم بر اساس سناریو تغییرات اقلیمی *SSP*۱۲۶



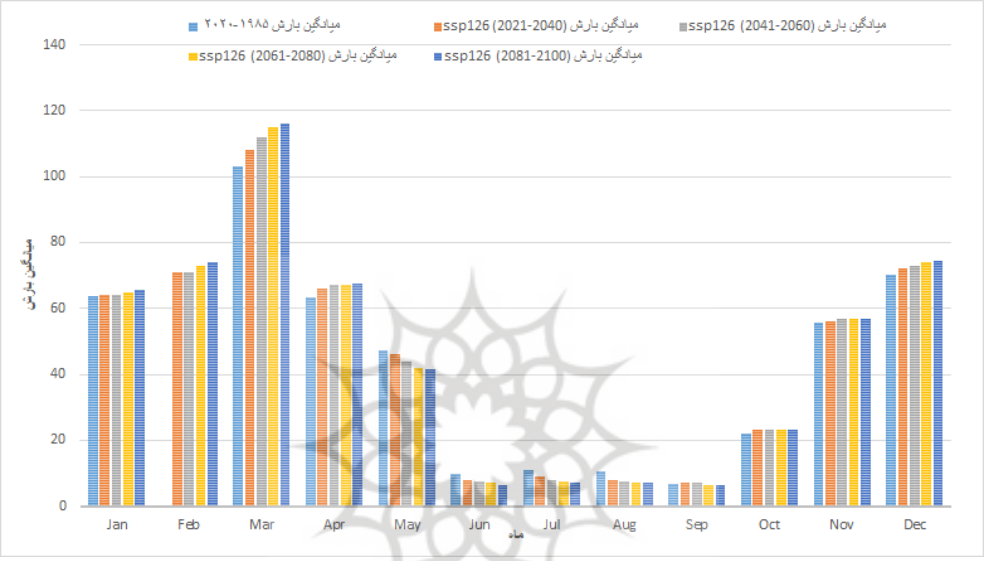
شکل (۱۱): تغییرات حداقل دما در منطقه امامزاده هاشم بر اساس سناریو تغییرات اقلیمی *SSP*۳۷۰

سری زمانی تغییرات میانگین بارش ماهانه منطقه امامزاده هاشم طی دوره زمانی پایه (۲۰۲۰-۱۹۸۵) و آینده (۲۱۰۰-۲۰۲۰) و در چهار دوره (۲۰۴۰-۲۰۲۱، ۲۰۶۰-۲۰۴۱، ۲۰۸۰-۲۰۶۱ و ۲۱۰۰-۲۰۸۱) تحت دو سناریوی منتخب خوش‌بینانه (*SSP*۱-۲,۶) و بدبینانه (*SSP*۳-۷,۰) در شکل‌های (۱۲) و (۱۳) نشان داده شده است.

بر اساس سناریو خوش‌بینانه (*SSP*۱-۲,۶) میانگین بارش در منطقه امامزاده هاشم در چهار دوره مطالعاتی تا سال ۲۱۰۰ در برخی از ماه‌ها افزایشی و در برخی از ماه‌ها کاهشی است. به‌طورکلی در ماه‌های سرد سال (آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین) در اثر افزایش دمای هوا و تغییر الگوهای بارش از برف به باران میزان بارندگی افزایش می‌یابد؛ درصورتی‌که در ماه‌های گرم سال از میزان بارش‌ها کاسته خواهد شد. میزان تغییرات سالانه میانگین بارش در دوره (۲۰۴۰-۲۰۲۱) نسبت به دوره پایه در حدود ۴+ میلی‌متر، در دوره (۲۰۶۰-۲۰۴۱) در حدود ۷+ میلی‌متر در دوره (۲۰۸۰-۲۰۶۱) در حدود ۱۰+ میلی‌متر و در دوره (۲۱۰۰-۲۰۸۱) در حدود ۱۳+ میلی‌متر خواهد بود (شکل ۱۲).

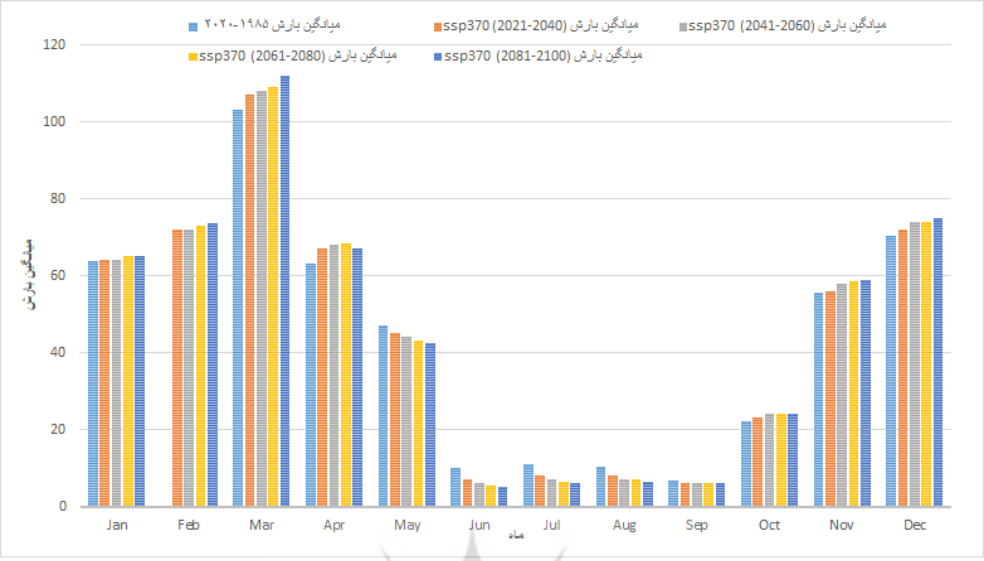
بر اساس سناریو بدبینانه (*SSP*۳-۷,۰) میانگین بارش در منطقه امامزاده هاشم در چهار دوره مطالعاتی تا سال ۲۱۰۰ در برخی از ماه‌ها افزایشی و در برخی از ماه‌ها کاهشی است. به‌طورکلی در ماه‌های سرد سال (آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین) در اثر افزایش دمای هوا و تغییر

الگوهای بارش از برف به باران میزان بارندگی افزایش می‌یابد؛ درصورتی‌که در ماه‌های گرم سال از میزان بارش‌ها کاسته خواهد شد. میـزان تغییـرات سـالانه میـانگین بـارش در دوره (۲۰۴۰-۲۰۲۱) نسـبت بـه دوره پایـه در حـدود ۲+ میلـی‌متـر، در دوره (۲۰۶۰-۲۰۴۱) در حـدود ۴+ میلی‌متر در دوره (۲۰۸۰-۲۰۶۱) در حدود ۶+ میلـی‌متـر و در دوره (۲۱۰۰-۲۰۸۱) در حـدود ۷/۵+ میلی‌متر خواهد بود (شکل ۱۳).



شکل (۱۲): تغییرات میانگین بارش در منطقه امامزاده هاشم بر اساس سناریو تغییرات اقلیمی *SSP*۱۲۶

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل (۱۳): تغییرات میانگین بارش در منطقه امامزاده هاشم بر اساس سناریو تغییرات اقلیمی $SSP۳۷۰$

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش به مطالعه تأثیرگذاری عناصر اقلیمی بر فعالیت‌های نظامی در منطقه امامزاده هاشم با استفاده از توزیع احتمالاتی و شاخص‌های PET و MCI پرداخته شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که در منطقه امامزاده هاشم، در ماه‌های ژوئن (خرداد)، جولای (تیر)، آگوست (مرداد) و سپتامبر (شهریور) شرایط آسایش اقلیمی برای نیروهای نظامی وجود دارد. در بقیه مواقع سال تنش سرمایی با شدت‌های مختلف حاکم بوده و تنش‌های گرمایی در طول سال در منطقه امامزاده هاشم اتفاق نمی‌افتد. همچنین بر اساس شاخص *MCI* بیش‌ترین مطلوبیت اقلیم نظامی منطقه امامزاده هاشم با مطلوبیت نزدیک ۷۰ درصد مربوط به ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور و کمترین مطلوبیت اقلیم نظامی با مطلوبیت نزدیک ۴۰ درصد مربوط به ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند است.

با توجه به تغییرات و تحولات اقلیمی در سطح کشور و جهان، به نظر می‌رسد نحوه تأثیرگذاری عناصر آب‌وهوایی روی فعالیت‌های نظامی تا انتهای قرن حاضر کمی متفاوت از گذشته باشد؛ بنابراین به‌منظور ارزیابی تغییرات آب و هوایی در منطقه امامزاده هاشم از خروجی‌های مدل‌ها و

سناریوهای SSP۱-۲,۶ و SSP۳-۷,۰ (به‌ترتیب سناریوهای خوش‌بینانه و بدبینانه) گزارش ششم ارزیابی تغییر اقلیم (CMIP۶) استفاده شد. بر اساس سناریو خوش‌بینانه (SSP۱-۲,۶) حداقل و حداکثر دما تا سال ۲۱۰۰ به ترتیب ۲/۴ و ۲/۶ درجه سانتی‌گراد در منطقه امامزاده هاشم افزایش خواهد یافت. همچنین بر اساس سناریو بدبینانه (SSP۳-۷,۰) میزان افزایش حداقل و حداکثر دما تا سال ۲۱۰۰ در منطقه امامزاده هاشم به ترتیب ۳/۴ و ۳/۳ درجه سانتی‌گراد در منطقه امامزاده هاشم افزایش خواهد بود. نتایج حاصل از سناریوهای اقلیمی برای میانگین بارش منطقه امامزاده هاشم نشان‌دهنده افزایش بارندگی در ماه‌های سرد سال (آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین) در اثر افزایش دمای هوا و تغییر الگوهای بارش از برف به باران و کاهش میزان بارش در ماه‌های گرم سال است. فعالیت‌های نظامی و برنامه‌های اردوگاهی در منطقه امامزاده هاشم می‌تواند از عواملی مانند گرمایش جهانی، افزایش رخداد مخاطرات جوی- اقلیمی، وقوع بارش‌های سنگین و سیل‌آسا (علیرغم کاهش کلی میانگین بارش)، تغییر الگوهای بارش از برف به باران و محدودیت برای آموزش‌های رزم در برف، افزایش انواع بیماری‌های واگیردار، خشک شدن رودخانه‌ها و منابع آبی منطقه و کاهش میزان پوشش گیاهی و ... تأثیر بپذیرد. نتایج حاصل از این پژوهش و مطالعات پیشین صورت گرفته توسط رضایان قیه باشی و همکاران (۱۳۹۷) و حنفی و همکاران (۱۴۰۰) نشان می‌دهند که عملیات و فعالیت‌های نظامی در سال‌های آینده در سطح کشور می‌توانند با چالش‌هایی به شرح زیر مواجه شوند که می‌بایست در برنامه‌ریزی عملیات نظامی و تصمیم‌گیری فرماندهان موردتوجه قرار گیرند.

- ✓ افزایش دما و غیرقابل‌تحمل شدن آن برای انسان‌ها و سخت‌تر شدن عملیات و فعالیت‌های نظامی و آموزش‌هایی مانند رزم در کویر
- ✓ افزایش دما و کاهش سطح پوشش برف در مناطق کوهستانی کشور و محدودیت جهت آموزش‌های رزم در کوهستان و رزم در برف در منطقه امامزاده هاشم.
- ✓ افزایش شدت و تکرار طوفان‌های تندری و وقوع سیل در منطقه امامزاده هاشم و تأثیرگذاری آن بر برنامه‌ها و آموزش‌های نظامی مشابه بارش‌های شدید در تابستان ۱۴۰۱.

- ✓ به‌طورکلی افزایش دما، گردوخاک و افزایش مخاطرات جوی، اقلیمی و اقیانوسی می‌تواند روی توان نیروهای دفاعی کشورها تأثیر منفی گذاشته و قدرت آن‌ها در جنگ احتمالی را کاهش دهد.

منابع

- اخباری، محمد (۱۳۹۳) بررسی پدافند غیرعامل در مدیریت شهری، فصلنامه ژئوپلیتیک، ۱۰ (۲)، ۳۶-۶۹.
- افراشته، 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.
- احمدی، محمود و علیجانی، بهلول (۱۳۸۶) تحلیل فضایی نقش اقلیم بر تجهیزات و ادوات نظامی در ایران، فصلنامه سرزمین، ۴ (۱۳)، ۲۷-۴۰.
- پاینده، نصرالله (۱۳۸۴) پهنه بندی دمای مؤثر در سطح کشور با تأکید بر جغرافیای نظامی، رساله دکتری دانشگاه اصفهان.
- باعقیده، محمدرضا؛ سروستان، رسول. (۱۳۹۸). بررسی اثر فراسنج های آب و هوایی بر عملکرد دفاعی نیروهای نظامی؛ مطالعه مورد: استان خوزستان، فصلنامه سپهر، دوره ۲۸، شماره ۱۱۰.
- حنفی، علی؛ خوشحال دستجردی، جواد (۱۳۹۳) ارزیابی و پهنه بندی تقویم اقلیم نظامی مناطق مرزی هم‌جوار با کشور عراق، فصلنامه مدیریت نظامی، ۴ (۵۴)، ۱۵۵-۱۷۸.
- حنفی، علی؛ خوشحال دستجردی، جواد. (۱۳۹۸). ارزیابی تنش‌های حرارتی و برودتی و تأثیر آن بر فعالیت‌های نظامی در استان آذربایجان غربی، فصلنامه علوم و فنون نظامی، ۱۵ (۴۹)، ۲۹-۴۷.
- حنفی، علی؛ خوشحال دستجردی، جواد؛ علیجانی، بهلول و فخری، سیروس (۱۳۹۳) ارزیابی و پهنه بندی وضعیت اقلیم دفاعی نیمه غربی کشور با استفاده از شاخص اقلیم دفاعی، پژوهشنامه جغرافیای انتظامی، ۶ (۲)، ۲۷-۵۶.
- حنفی علی (۱۳۹۷) ارزیابی و پهنه بندی آب و هواشناسی نظامی استان سیستان و بلوچستان بر اساس شاخص‌های PET و MCI، فصلنامه مدیریت نظامی، سال هجدهم، شماره ۷.

- حنفی، علی؛ اصانلو، علی (۱۳۹۷) ارزیابی و پهنه بندی 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؛ منیری کامل. (۱۳۹۸). آمایش اقلیم دفاعی منطقه جنوب شرق کشور و اهمیت آن در سناریوهای طرح‌ریزی عملیات نظامی، فصلنامه آینده‌پژوهی دفاعی، سال چهارم، شماره ۱۴.
- رضایی، حسن : مرادی مریم و حاجی آقانژاد یاسر، (۱۴۰۲)بررسی اثر پارامترهای اقلیمی بر تغییر غلظت ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرومتر در شهر زابل و ارتباط آن با سلامتی نیروهای نظامی، فصلنامه مدیریت نظامی، ۲۳(۴)، ۷۹-۹۸
- زارعی، زینب؛ رضایان قیه‌باشی، احد. (۱۴۰۰). سناریوهای تغییرات اقلیمی و آینده توسعه پایدار ایران در افق ۲۰۴۰ .*مدیریت راهبردی و آینده‌پژوهی*. ۴(۲)، ۱۱۷-۱۳۸.
- زرین، آذر؛ داداشی رودباری، عباسعلی. (۱۴۰۰). یادداشت تحلیلی: تأثیر تغییر اقلیم بر بارش‌های سنگین ایران با بکارگیری مدل .CMIP۶، آب و توسعه پایدار، (۴)۸، ۱۱۹-۱۲۴.
- بیات، ناصر؛ اوصانلو، علی و امینی، داود (۱۴۰۰) آب، جرم و امنیت انتظامی در ایران، تهران: دانشگاه علوم انتظامی امین.
- امینی، داود؛ رضایی، حسن. (۱۴۰۱). تحلیلی بر اثرات تغییر اقلیم بر فعالیت‌های نظامی در استان اصفهان بر مبنای شاخص میسنارد و سناریوهای آینده‌پژوهانه .علوم و فنون نظامی ۵ (۶۱)، ۱۸-۲۶.
- عبدالعلی زاده، فیروز؛ محمد خورشیددوست، علی و جهانبخش اصل، سعید. (۱۴۰۱). ارزیابی دقت مدل‌های CMIP٦ برای شبیه‌سازی دما و بارش حوضه آبریز دریاچه ارومیه. *پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی*، ۳(۱۱)، ۱۷-۳۰.
- کاویانی راد مراد، کریمی پور یدالله، فهمی هدایت، کرمی صادق. (۱۳۹۶). تبیین پیامدهای امنیتی تغییر اقلیم نمونه موردی: حوضه آبریز مرکزی ایران. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی; ۱۷ (۴۶)، ۷۳-۹۲.
- کاظمی، حجت. (۱۴۰۱). تغییرات اقلیمی، بحران آب و ستیزه‌های اجتماعی و سیاسی در غرب آسیا .*مجله سیاست دفاعی*، ۳۱ (۱۲۰)، ۲۱۷-۲۵۵.
- نجفی، محمد سعید. (۱۳۹۹) شبیه سازی اثر تغییر اقلیم بر تنشهای گرمایی در ناحیه خزری، نشری ه پژوه شهای تغییرات آب‌وهوایی، ۱ (۲)،۱-۱۲.

- متقی دستنایی، افشین و نجفی سجاد،(۱۴۰۲) ارزیابی و اولویت‌بندی عوامل جغرافیایی تأثیرگذار بر قدرت دفاعی ایران، فصلنامه مدیریت نظامی،۲۳(۴) ، ص‌ص ۱۲۱- ۱۵۴

- Amiranashvili, A. Matzarakis, A., Kartvelishvili, L., (۲۰۰۸) Tourism climate index in Tbilisi. Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology ۱۱۵, ۱-٤.
- De Freitas, C. R. (۲۰۰۱) 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. ۳-۲۰.
- Endler, C., Matzarakis, A., (۲۰۰۷) Climate change and climate-tourism relationships in Germany. In: A. Matzarakis, C. R. de Freitas, D. Scott (Eds.), Developments in Tourism Climatology, ۲٦۰-۲٦٦.
- olgay, v, ۱۹۷۳, design with climate,Princeton university press., p.۱۸٥.
- Terjung, W.H.۱۹٦۸., World Patterns of the Monthly Comfort Index. International journal of biometeorology vol., ۱۲, n. ۲, pp.۱۱۹ ۱۲۳, ۱٤۱.
- Callins, JM, ۱۹۹۸, Military Geography for Professionals and the Public. National Defense University Prss Washington, d, c.
- Galloway Gerald E., ۲۰۰٤, studies in military Geography and Geology. U.s. military .Academy .west point. New York.
- Jacquelyn Crook, ۲۰۰۹, Climate analysis and long range forecasting of dust storms in Iraq, Msc thesis, Naval Postgraduate School, Monterey, California.
- Montgomery, Christi S, ۲۰۰۸, Climate variations in tropical West African rainfall and the implications for military planners, Msc thesis, Naval Postgraduate School, Monterey, California.
- Mark R. LaJoie, ۲۰۰٦, the impacts of climate variations on military operations in the Horn of Africa, Msc thesis, Naval Postgraduate School, Monterey, California.
- Allen, M., Antwi-Agyei, P., Aragon-Durand, F., Babiker, M., Bertoldi, P.,Bind, M., and Cramer, W., ۲۰۱۹,Technical Summary: Global warming of ۱,٥°C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of ۱,٥°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.
- Andrews, T., Forster, P.Eyring, V., Bony, S., Meehl, G. A.,Senior, C. A., Stevens, B., Stouffer, R. J., and Taylor, K. E., ۲۰۱٦, Overview of the Coupled

Model Intercomparison Project Phase ٦ (CMIP٦) experimental design and organization: Geoscientific Model Development (Online), ٩(LLNL-JRNL-٧٣٦٨٨١).

- IPCC, ٢٠٢١. Summary for Policymakers. In: Climate Change ٢٠٢١: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press.
- Flato, G., Marotzke, J., Abiodun, B., Braconnot, P., Chou, S.C., Collins, W., Cox, P., Driouech, F., Emori, S., Eyring, V., et al. ٢٠١٣. Evaluation of climate models. In: Climate Change ٢٠١٣: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Chang
- Lelieveld, J., Hadjinicolaou, P., Kostopoulou, E. *et al.* (٢٠١٢). Climate change and impacts in the Eastern Mediterranean and the Middle East. *Climatic Change* ١١٤, ٦٦٧–٦٨٧ https://doi.org/١٠,١٠٠٧/s١٠٥٨٤-٠١٢-٠٤١٨-٤.
- Chenoweth, J., Hadjinicolaou, P., Bruggeman, A., Lelieveld, J., Levin, Z., Lange, M. A., ... & Hadjikakou, M. (٢٠١١). Impact of climate change on the water resources of the eastern Mediterranean and Middle East region: Modeled ٢١st century changes and implications. *Water Resources Research*, *٤٧*(٦).
- Senatore, A., Fuoco, D., Maiolo, M.,Mendicino, G., Smiatek, G., Kunstmann, H.٢٠٢٢. Evaluating the uncertainty of climatemodel structure and bias correction on thehydrological impact of projected climatechange in a Mediterranean catchment,Journal of Hydrology: Regional Studies, ٤٢،١٠١-١٢٠.

پرتال جامع علوم انسانی