نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال هفدهم، شماره ۴۷، زمستان ۹۶

برآورد و تحلیل مقادیر آتی بارش‌های نواحی خزری با بکارگیری مدل‌های گردش عمومی جو

دریافت مقاله: ۹۵/۱۲/۱۵ پذیرش نهایی: ۹۶/۱۱/۱۳

صفحات: ۲۲۶-۲۱۳

علی محمد خورشید دوست: استاد اقلیم شناسی دانشگاه تبریز[۱].
khorshiddoust@gmail.com
بهروز صراف: استاد اقلیم شناسی دانشگاه تبریز.
behrooz_sarraf2002@yahoo.com
باقر قرمز چشمه: استادیار اقلیم شناسی پژوهشکده حفاظت خاک وآبخیزداری.
baghergh@gmail.com
فاطمه جعفرزاده: دانشجوی دکترا اقلیم شناسی دانشگاه تبریز.
ghorbani02@gmail.com

چکیده

در پژوهش حاضر اثر تغییرات اقلیم بر روی بارش‌های این منطقه با بکارگیری مدل مناسب مورد ارزیابی قرار گرفته و مقادیر بارش‌های دوره‌ی مشاهده‌ای (۲۰۰۱-۱۹۶۱) بررسی و تحلیل شد. جهت تحقق اهداف پژوهش از خروجی مدل HadCM3 استفاده گردید. ابتدا ۷ ایستگاه سینوپتیک انتخاب و داده‌های آن-ها از لحاظ صحت و دقت و کفایت طول دوره‌ی آماری مورد بررسی قرار گرفت، داده‌های پرت حذف و داده‌های مفقود بازسازی شد. داده‌های AOGCM با استفاده از مدل SDSM ریزمقیاس گردید و مقادیر بارش برای دوره‌ی مشاهده‌ای شبیه‌سازی شد و پس از تایید تطابق مقادیر داده‌های شبیه‌سازی شده با داده‌های مشاهده‌ای، مقادیر دوره‌ی آتی(۲۰۳۹-۲۰۱۱) برآورد گردید. مقادیر خطای برآورد مدل SDSM توسط معیارهای MBE و MAE، بصورت ماهانه محاسبه و سپس مقایسه شد. خروجی مدل SDSM جهت بررسی شاخص مجموع بارش سالانه در روزهای با بارش بیشتر از یک میلی‌متر در دوره‌ی مشاهده‌ای و دوره‌ی آتی(۲۰۳۹-۲۰۱۱) توسط مدل R-Climdex مورد استفاده قرار گرفت و مقادیر شاخصPRCPTOT در دوره‌ی آتی پهنه‌بندی شد. نتایج نشان داد که با توجه به نتایج معیارهای MBE و MAE، خطای مدل در ماه‌های پربارش بیشتر از ماه‌های کم بارش است. در مقیاس ماهانه، حداکثر خطا در ماه‌های سپتامبر، اکتبر، نوامبر و دسامبر بدست آمد. بدین ترتیب حداکثر خطا در فصل پاییز و حداقل خطا در فصل بهار و در ماه‌های آوریل و می محاسبه شد. با توجه به نتایج به دست آمده، مجموع بارش سالانه در دوره‌ی ۲۰۳۹-۲۰۱۱ در ایستگاه‌های انزلی، بابلسر، گرگان، و نوشهر کاهش و در ایستگاه های آستارا، رامسر و رشت افزایش خواهد یافت.

کلیدواژگان: بارش، تغییرات اقلیمی، مدل SDSM، سواحل جنوبی دریای خزر، شاخص PRCPTOT .

---

۱. **مسئول مقاله:** تبریز – دانشگاه تبریز، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی، گروه اقلیم شناسی.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]

مقدمه

افزایش گازهای گلخانه‌ای طی واکنش‌های متقابل اقلیمی، در نهایت موجب افزایش تبخیر از سطح دریا و به دنبال آن افزایش رطوبت و تغییر بارش در سطح جهان خواهد شد که تحت عنوان تغییر اقلیم شناخته می‌شود، بدین ترتیب یکی از اثرات تغییرات اقلیمی تاثیر آن در رژیم بارش است. شناخت توزیع زمانی و مکانی بارش و شدت و دوام بارش و عوامل موثر برآن نه تنها به لحاظ اقلیم‌شناسی اهمیت دارد، بلکه به لحاظ برنامه‌ریزی اقتصادی، زراعی، هیدرولوژیکی و ... از ارزش شایان توجهی برخوردار است. با توجه به آن که بارش یکی از پارمترهای اقلیمی است که در معرض تاثیرات ناشی از تغییرات اقلیم قرار دارد، بررسی تغییرات آن در سال‌های آینده می‌تواند راه‌گشای معضلاتی چون سیلاب ناگهانی، خشکسالی‌های زیاد و غیره شود (روشن و خوش اخلاق، ۱۳۹۱) و از آنجاییکه پارامترهای هواشناسی از جمله بارش، از جمله مهم‌ترین پارامترهای تاثیرگذار بر نحوه‌ی کنترل و مدیریت منابع محدود آبی، می‌باشد (خورشید دوست و همکاران، ۱۳۹۱)، به منظور برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه‌ی منابع آب نیاز به شناخت دقیق‌تر این پدیده است (طبری و آیینی، ۱۳۸۶). بارش از عوامل مهم در مدیریت انواع پروژه‌های کشاورزی و صنعتی می‌باشد که تغییرات مقادیر و الگوی پراکنش آن می‌تواند اثرات عمده و غیر قابل جبرانی در کیفیت و دقت پروژه‌ها داشته باشد و در نهایت در اجرای برنامه‌های منطقه مشکل ایجاد کند. بررسی تغییرات افزایشی، کاهشی و یا ثبات بارش در دوره‌های آتی در منطقه از اهمیت بالایی برخوردار است و با توجه به ویژگی‌های خاص مکانی، موقعیت جغرافیایی، شرایط توپوگرافی منطقه، انطباق و با هم‌بینی تغییرات مکانی و زمانی و تهیه‌ی نقشه‌ی آن، کمک شایانی به برنامه‌ریزان محیطی برای برنامه‌ریزی‌های جامع‌تر خواهد نمود. بدین ترتیب در پژوهش حاضر تلاش می‌شود تا اثر تغییرات اقلیم بر روی بارش‌های سواحل جنوبی دریای خزر، به عنوان بخشی از یک پاسخ جامع منطقه‌ای به آسیب‌پذیری ناشی از تغییر اقلیم مورد بررسی قرار گیرد. در مناطق مختلف دنیا پژوهش‌های متعددی در رابطه با بررسی بر روی تغییرات آتی بارش متاثر از تغییر اقلیم انجام یافته است، از آنجمله هراث و همکاران (Hearth et al, 2015) اثر تغییر اقلیم بر روی بارش و شناسایی الگوهای بارش منطقه، با استفاده از مدل ریزمقیاس نمایی SDSM بررسی کردند. بر اساس نتایج مجموع بارش سالانه، حداکثر بارش سالانه و میانگین بارش سالانه تحت سناریوی A2 روند افزایشی را تجربه خواهند کرد. شوکلا (Shukla, 2016) از مدل SDSM برای ریزمقیاس-نمایی پارامترهای بارش و دما GCM[1] ها استفاده کرد. نتایج نشان داد که میانگین دما و بارش در دوره‌ی آتی(۲۰۹۹-۲۰۱۰) افزایش خواهد داشت و منطقه‌ی مورد مطالعه در دوره‌ی آتی مرطوبتر خواهد بود. در پژوهش ساراف(Saraf, 2016)، مدل ریزمقیاس‌نمایی SDSM به عنوان ابزاری برای ریزمقیاس‌نمایی آماری داده‌های هواشناسی در منطقه‌ی گوداواری هند مورد استفاده قرار گرفت، دو مدل اقلیمی جهانی(GCM) و (HadCM3) افزایش بارش و دما در دوره‌های آتی را برآورد کردند.

در مطالعه‌ای که توسط وورکو (Worku, 2016) جهت بررسی تغییرات اقلیمی و تاثیر آن بر روی بارش‌های حوضه‌ی رودخانه‌ی نیل آبی با استفاده از داده‌های مدل جهانی(GCM) و مدل HadCM3 انجام شد، مدل‌ها احتمال افزایش بارش در حوضه‌ی نیل آبی در آینده را تخمین زدند. صراف و صمدی(۲۰۱۰) عنوان توانایی SDSM در شبیه‌سازی پیش‌بینی کننده‌های اقلیمی برای تشخیص اقلیم استان خراسان را مورد بررسی قرار

[1] - Global Circulation Model

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]

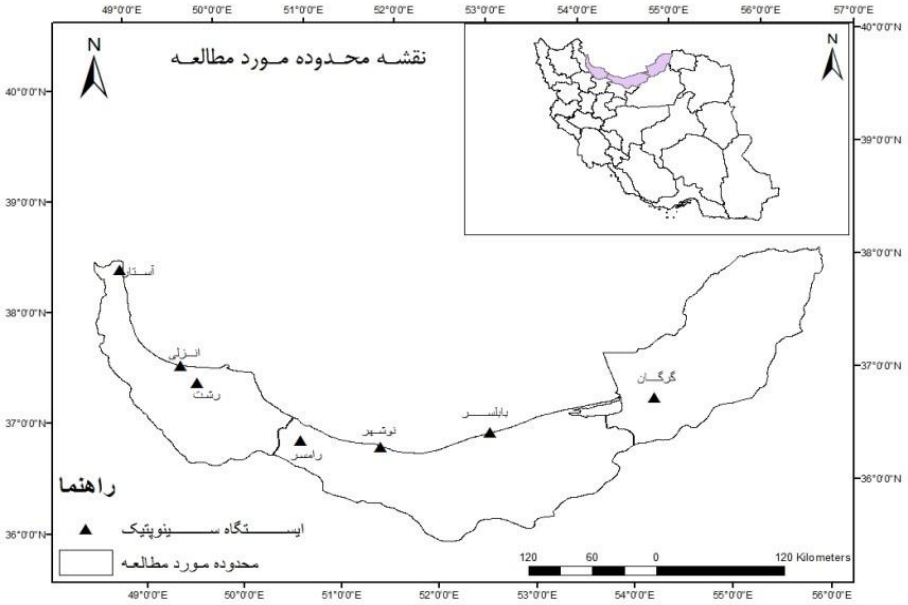
دادند. نتایج نشان داد که توانایی خوبی در شبیه سازی پیش بینی شونده‌ها مانند حداقل و حداکثر دما و بارش وجود دارد. همچنین مطالعه‌ی نیگاتو(Nigatu, 2014)، گمچو(Gemechu, 2015)، گوتام(Gautam, 2015)، ایلدرمی(Ildormi, 2015)، شرستا(Shrestha, 2015) و کاراموی(Karamaui, 2016) نشان داد که بارش در برخی از مناطق کاهش خواهد یافت و در برخی از مناطق روند افزایشی خواهد داشت. در پژوهش جهانبخش و خورشید دوست(۱۳۹۳) که در رابطه با تجزیه و تحلیل رویدادهای حدی اقلیمی انجام گرفت، مقادیر پارامترهای بارش شدید نزدیک به صفر برآورد گردید. در پژوهشی که توسط صراف(۱۳۹۱) در رابطه با مدل سازی بارش در غرب و جنوب غربی دریای خزر انجام گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین اثر سیستم های دریای خزر روی منطقه مورد مطالعه در ماه اکتبر، نوامبر و دسامبر (فصل پاییز) است و در این مواقع باعث وقوع بارش‌های سنگین در منطقه می‌شود. خورشید دوست و قرمز چشمه(۱۳۹۱) اثرات تغییرات اقلیمی بر اقلیم ایران را با استفاده از مدل‌های ریزمقیاس نمایی مورد بررسی قرار داردند و دریافتند که خطا در تخمین بارش با فاصله از مرکز شبکه رابطه معنی داری دارد، در حالی که خطا در حداکثر درجه حرارت به ارتفاع ایستگاه مربوط است. دهقان و فتحیان (۱۳۹۴) در ارزیابی مقایسه‌ای مدل‌های SDSM، LARS-WG[1] و IDW[2]، از سه مدل فوق برای ریز مقیاس کردن داده‌های دما و بارش ایستگاه پارس آباد استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که هر سه مدل عملکرد مشابه و خوبی در ریز مقیاس کردن داده‌های دما دارند. در مورد بارش نتایج سه مدل نتایج متفاوت قابل توجهی با هم نشان دادند. رضایی و همکاران(۱۳۹۳) در مطالعه‌ی خود مقادیر بارش مدل بزرگ مقیاس جوی HadCM3 را با استفاده از روش ریزمقیاس نمایی SDSM برای منطقه‌ی کرمان برآورد کردند. مطابق نتایج به دست آمده با استفاده از مدل SDSM بارش سالانه‌ی ایستگاه کرمان تا سال ۲۰۹۹ کاهش خواهد یافت. صراف و جلالی(۱۳۹۴) در مطالعه‌ی اثر گرمایش جهانی بر اقلیم شهر های واقع در حوضه آبریز دریاچه ارومیه به منظور آشکار اثر گرم شدن کره زمین بر اقلیم شهرهای واقع در حوضه آبریز دریاچه ارومیه را بررسی کردند. نتایج بیانگر این است که بارش متوسط در منطقه در حدود ۴ میلی متر در سال کاهش یافته است. با توجه به نتایج پژوهش‌های پیشین، بررسی تغییرات بارش در سواحل جنوبی دریای خزر به صورت جامع و با در نظر گرفتن مقدار خطای برآورد جهت برنامه‌ریزی‌های آتی ضروری است.

روش تحقیق

منطقه‌ی مورد مطالعه در پژوهش حاضر سواحل جنوبی دریای خزر است. این محدوده بین ۴۸ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۵ دقیقه‌ی طول شرقی و ۳۶ تا ۳۸ درجه‌ی عرض شمالی قرار دارد. این منطقه از سمت غرب به کوه‌های تالش و از جنوب به رشته کوه‌های البرز و از شرق به کوه‌های خراسان و از شمال به دریای خزر محدود می‌شود. از کل ایستگاه‌های منطقه، تمامی ایستگاه‌های سینوپتیک که دارای طول دوره آماری مناسب بوده و افتادگی داده در آن‌ها کمتر است استفاده شد، شکل (۱).

[1] - Stochastic weather generator
[2] - Inverse Distance Weighting

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]



شکل (۱). موقیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه

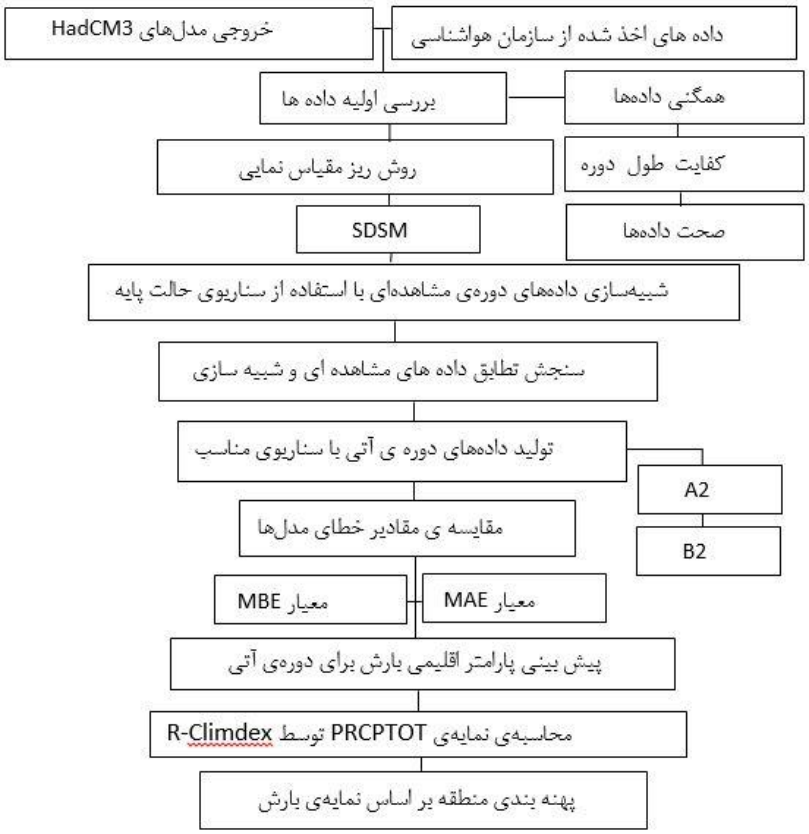
در جدول (۱) مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد استفاده درج شده است. مراحل مختلف پژوهش شامل اخذ داده‌های مورد نیاز و انجام عملیات آماده‌سازی و استفاده از مدل‌های منتخب جهت نیل به هدف پژوهش و سایر مراحل به صورت خلاصه در شکل (۲) آورده شده است.

جدول(۱). مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های منتخب

استان	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	طول دوره آماری
گیلان	انزلی	سینوپتیک	۴۹,۴۶	۳۷,۴۶	-۲۶	۱۹۶۱-۲۰۰۹
گیلان	آستارا	سینوپتیک	۴۸,۸۶	۳۸,۴۱	-۱۸	۱۹۸۶-۲۰۰۹
گیلان	رشت	سینوپتیک	۴۹,۶۵	۳۷,۲	۰	۱۹۶۶-۲۰۰۱
گلستان	گرگان	سینوپتیک	۵۴,۲۶	۳۶,۸۵	۱۳	۱۹۵۶-۲۰۰۹
مازندران	نوشهر	سینوپتیک	۵۱,۵	۳۶,۶۵	-۲۱	۱۹۷۷-۲۰۱۰
مازندران	بابلسر	سینوپتیک	۵۲,۶۵	۳۶,۷۱	-۲۱	۱۹۶۱-۲۰۱۰
مازندران	رامسر	سینوپتیک	۵۰,۶۶	۳۶,۹	-۲۰	۱۹۵۶-۲۰۱۰

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]



شکل (۲). فلوچارت مراحل انجام پژوهش

جهت انجام پژوهش داده‌های مورد نیاز از دو منبع اخذ گردید: ۱- خروجی مدل جهانی AOGCM که در این پژوهش از مدل HadCM3 استفاده گردید. این مدل از سایت IPCC قابل دریافت می‌باشد و شامل ۳ سری داده در برگیرنده‌ی سناریوهای A2 و B2 و داده‌های NCEP می‌باشد که در قالب ۲۶ عنصر پیش‌بینی کننده-ی اقلیمی ارائه گردیده است. ۲- داده‌های مشاهده‌ای؛ در ابتدا ایستگاه‌های سینوپتیک با طول دوره‌ی آماری کافی تعیین و داده‌های دما و بارش ایستگاه‌ها از سایت سازمان هواشناسی اخذ گردید. از آنجاییکه داده‌های اخذ شده دارای داده‌های مفقود بوده و به دلیل دقت بالای مدل‌های مورد استفاده در مورد داده‌های مفقود، این داده‌ها از طریق روش‌های بازسازی داده‌های مفقود، شامل خود همبستگی و ایجاد همبستگی با ایستگاه‌های مجاور استفاده شده و سری‌های زمانی موجود تکمیل گردید.

جهت بررسی اثر تغییرات اقلیمی بر روی بارش‌های منطقه، از مدل ریزمقیاس نمایی SDSM استفاده گردید مدل ریزمقیاس‌نمایی آماری SDSM برای شبیه‌سازی داده‌های اقلیمی در یک ایستگاه خاص در شرایط حال حاضر و در شرایط آینده تحت تأثیر پدیده‌ی تغییر اقلیم به‌کار می‌رود که داده‌های آن به صورت سری‌های زمانی روزانه برای یک سری از متغیرهای اقلیمی مانند بارندگی، حداقل و حداکثر دما و سایر پارامترهای جوی می‌باشد. این مدل توسط ویبلی و داوسون (Wibly and Dowon, 2002) تهیه شده و در مطالعات فراوانی مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل در سال‌های گذشته توسعه یافته و در پژوهش حاضر مدل۵,۱,۱ آن

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]

مورد استفاده قرار گرفته است. در این مدل رابطه‌ی رگرسیونی بین پیش‌بینی‌کننده و پیش‌بینی شونده برقرار می‌شود. مدل بر اساس روابط آماری و تکنیک‌های رگرسیون خطی چندگانه بین متغیرهای بزرگ‌مقیاس و متغیرهای اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی پایه‌گذاری شده است. ابتدا مدل متغیرهای پیش‌بینی‌کننده‌ی NCEP را کالیبره کرده و آنالیز نموده و سپس بر اساس مدل ایجاد شده و پیش‌بینی‌کننده‌های GCM پیش-بینی شونده‌ی مورد نظر را شبیه‌سازی می‌نماید. در این مدل ابتدا متغیر پیش‌بینی شونده (بارش) با استفاده از روش‌های رگرسیونی ترکیبی و یک روش مولد هواشناسی تصادفی ریزمقیاس شده و سپس در محل ایستگاه مجددا تولید می‌گردد و به نوعی ترکیبی از روش مولدهای هواشناسی تصادفی و توابع تغییر شکل یافته است.

برنامه‌ی SDSM عمل ریزمقیاس‌نمایی گروه‌های آب‌وهوای روزانه را به هفت مرحله‌ی خاص و جدا به شرح زیر تقسیم می‌کند: ۱- کنترل کیفیت و تبدیل داده‌ها ۲- غربالگری متغیرهای پیش‌بینی‌کننده ۳- کالیبره کردن مدل ۴- تولید داده‌های آب‌وهوا ۵- تحلیل‌های آماری ۶- نمودارسازی برای خروج مدل ۷- تولید سناریو با استفاده از پیش‌بینی‌کننده‌های مدل اقلیمی.

جهت محاسبه‌ی خطای مدل‌ها از روش میانگین قدر مطلق خطا (MAE) و میانگین خطا (MBE) استفاده شد. برای محاسبه مقدار خطای مدل با استفاده از تست‌های آماری و پارامترهای آماری MAE[1] و MBE[2] مطابق رابطه‌ی (۱) و (۲) اقدام به مقایسه‌ی میانگین‌های ماهانه‌ی هر کدام از پارامترهای هواشناسی در حالت واقعی و شبیه‌سازی شده توسط مدل (SDSM و LARS-WG) گردید .

$$MBE = \frac{1}{N}\sum(S_i - O_i) \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$MAE = \frac{\sum O_i - S_i}{n} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

در این روابط **S** مقادیر شبیه‌سازی شده توسط مدل، **O** نشان‌دهنده‌ی مقادیر واقعی، اندیس **i** ماه‌های سال و **n** تعداد ماه‌های سال است که برابر ۱۲ می‌باشد.

برای محاسبه‌ی خطا (MBE) ابتدا مجموع بارش ماهانه‌ی مشاهده‌ای وHadCM3 در هر سال استخراج گردید. سپس اختلاف بین هر یک از مدل‌ها با مقادیر مشاهده‌ای محاسبه و در نهایت از خطای به دست آمده میانگین گرفته شد. محاسبه‌ی قدر مطلق خطا (MAE) نیز همانند محاسبه‌ی خطا صورت گرفت. فقط قدر مطلق اختلاف ماهانه‌ی دوره، بین مقادیر مشاهده‌ای و هر یک از مدل‌های NCEP و HadCM3 در هر سال محاسبه گردید و میانگین دوره به عنوان قدر مطلق خطا منظور گردید. پس از محاسبه‌ی مقدار خطای برآورد مدل و تایید تطابق مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی، مقادیر مجموع بارش سالانه‌ی دریافتی دوره‌ی مشاهده‌ای(۲۰۰۱-۱۹۶۱) و دوره‌ی آتی(۲۰۳۹-۲۰۱۱) محاسبه و مقایسه گردید.

جهت محاسبه‌ی مقادیر مجموع بارش سالانه(شاخص PRCPTOT) در دوره‌ی مشاهده‌ای و دوره‌ی آتی از نرم افزار R-Climdex استفاده گردید. نرم افزار R-Climdex توسط بخش تحقیقات اقلیمی هواشناسی کانادا در محیط R.1.84 تهیه شده که منوط به نصب و راه‌اندازی زبان برنامه‌نویسی R می‌باشد. در این نرم‌افزار قبل از محاسبه‌ی شاخص‌ها، داده‌ها توسط نرم‌افزار کنترل کیفی شده و اطلاعات نادرست مانند بارندگی منفی و یا

[1] - Mean Absolute Error
[2] - Mean Basin Error

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]

بزرگتر یا مساوی بودن دمای حداقل از حداکثر، چک شده و داده‌های پرت بررسی می‌شود. سپس شاخص‌های اقلیمی از داده‌های روزانه، توسط نرم‌افزار R-Climdex محاسبه می‌شود. تعریف شاخص PRCPTOT به صورت زیر است:

PRCPTOT : RRij مقدار بارش روزانه در روز i و در دوره‌ی j، اگر I، نماینده‌ی تعداد روزها در دوره‌ی j باشد آنگاه مطابق رابطه‌ی (۳-۱۰):

$$PRCPTOT_j = \sum RR_{ij}$$

جهت بررسی روند پارامتر اقلیمی بارش در محیط نرم افزار R-Climdex، از آزمون من کندال استفاده می‌گردد. این آزمون برای بررسی تصادفی بودن و تعیین روند در سری‌ها استفاده می‌شود. این تست برای مشخص کردن غیرپارامتریک بودن سری‌ها به‌کار می‌رود، بدین ترتیب که سری‌های آماری به ترتیب صعودی مرتب و رتبه‌بندی می‌شوند. در این آزمون تصادفی بودن داده‌ها با عدم وجود روند مشخص می‌شود. در صورت وجود روند، داده‌ها غیر تصادفی بوده و برای تعیین تصادفی بودن داده‌ها از رابطه‌ی (۳) استفاده می‌شود:

$$T = \frac{4P}{N(N-1)} \qquad (۳)$$

که در آن: T = آماره کندال، P = برابر با مجموع تعداد رتبه‌های بزرگتر از ردیف ni که بعد از آن قرار می‌گیرد، N = تعداد کل xi های سری زمانی

نتایج

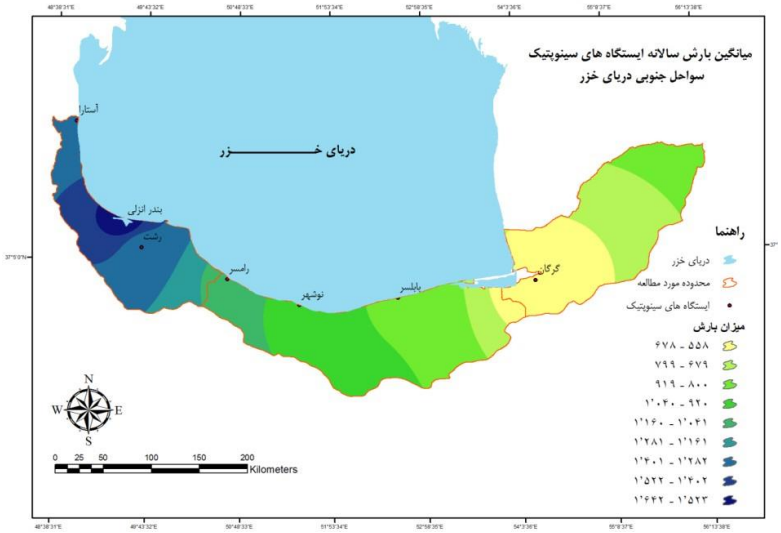
در سواحل جنوبی دریای خزر تمامی ایستگاه‌های سینوپتیک بررسی گردید و از بین آن‌ها ۷ ایستگاه سینوپتیک که از لحاظ طول دوره‌ی آماری و صحت و دقت و افتادگی داده‌ها مناسب تشخیص داده شدند، برای مطالعه انتخاب گردیدند. خصوصیات مهم آماری این ایستگاه‌ها بر اساس داده‌های سالانه در طول دوره‌ی آماری بررسی گردید و نتایج آن در جدول (۲) آورده شد. در شکل(۳) پهنه‌بندی میانگین بارش سالانه‌ی ایستگاه‌های منتخب آورده شده است.

جدول(۲). ویژگی های آماری ایستگاه‌های منتخب

ایستگاه	سال	واریانس	چولگی	کشیدگی	حداکثربارش (میلیمتر)	مجموع بارش (میلی‌متر)	میانگین سالانه بارش(میلی‌متر)
انزلی	۴۰	۱۵۱۵۰۰	۰/۳۴	-۰/۰۹	۳۵۳	۶۷۳۴۳	۱۶۴۲
آستارا	۴۰	۳۴۷۵۸/۳	۰/۲۴	۰/۴۶	۹۴	۲۰۸۰۰	۱۳۰۰
رشت	۴۰	۵۰۷۰۶/۲	-۰/۱۴	۰/۰۲	۱۸۸	۴۶۲۲۴	۱۳۰۲
بابلسر	۴۰	۲۱۲۶۰	۰/۴۴	-۰/۴۸	۲۱۹	۳۶۴۳۹	۸۸۸
نوشهر	۲۴	۲۵۵۷۳۲	-۰/۵۲	-۱/۴۴	۲۰۸	۲۴۱۰۲	۹۶۴
رامسر	۴۰	۱۰۱۸۰۶	۰/۵۳	-۰/۵۰	۲۷۳	۴۶۱۸۸	۱۱۲۶
تمرگرگان	۳۵	۱۸۸۶۰/۳	-۰/۲۱	۰/۶۰	۷۰	۱۷۱۷۱	۴۹۰

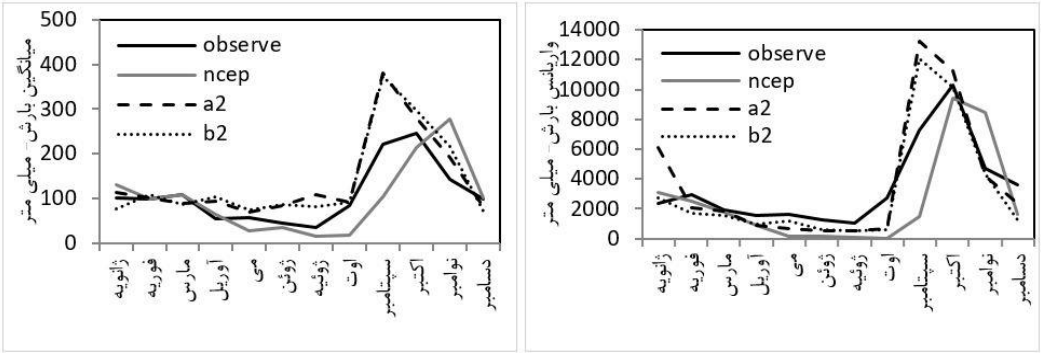
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]

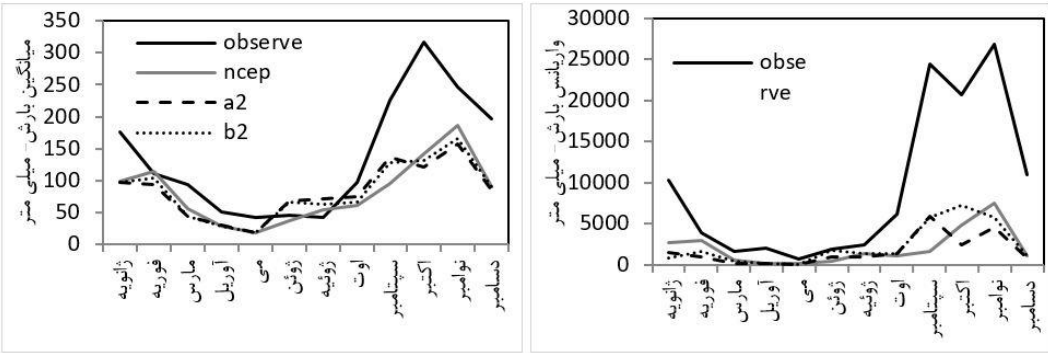


شکل(۳). پهنه‌بندی میانگین بارش سالانه‌ی ایستگاه‌های منتخب سواحل جنوب دریای خزر

مدل SDSM با استفاده از داده‌های روزانه‌ی بارش ایستگاه‌های منتخب منطقه اجرا گردید. نتایج مدل به تفکیک هر ایستگاه آورده شده است.



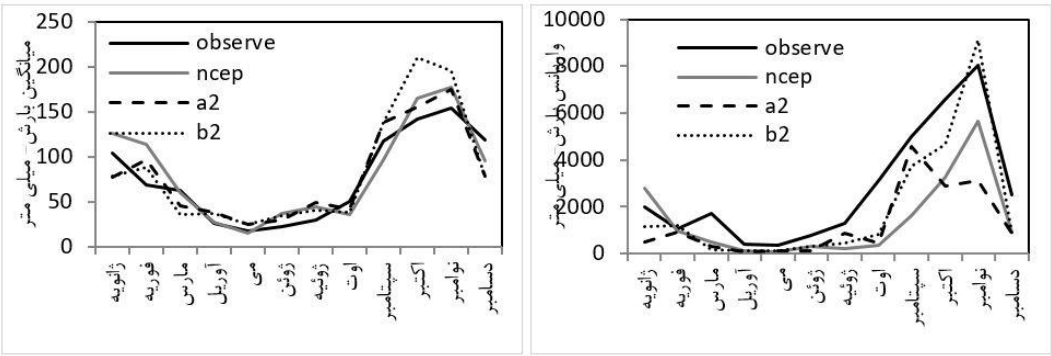
شکل(۴). میانگین و واریانس ماهانه داده های مشاهده ای و NCEP ایستگاه انزلی



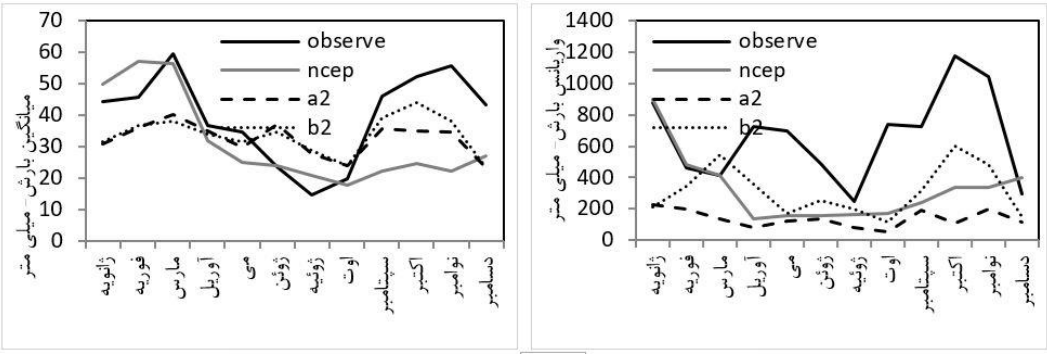
شکل(۵). میانگین و واریانس ماهانه داده های مشاهده ای و NCEP ایستگاه آستارا

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

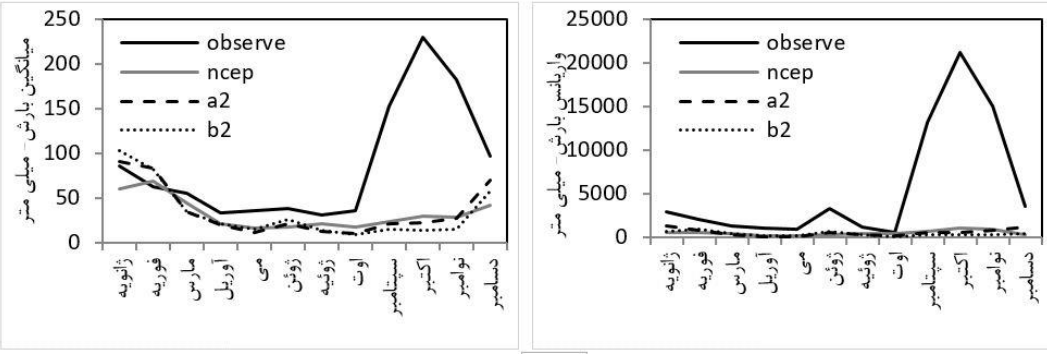
[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]



شکل(۶). میانگین و واریانس ماهانه داده های مشاهده ای و NCEP ایستگاه بابلسر



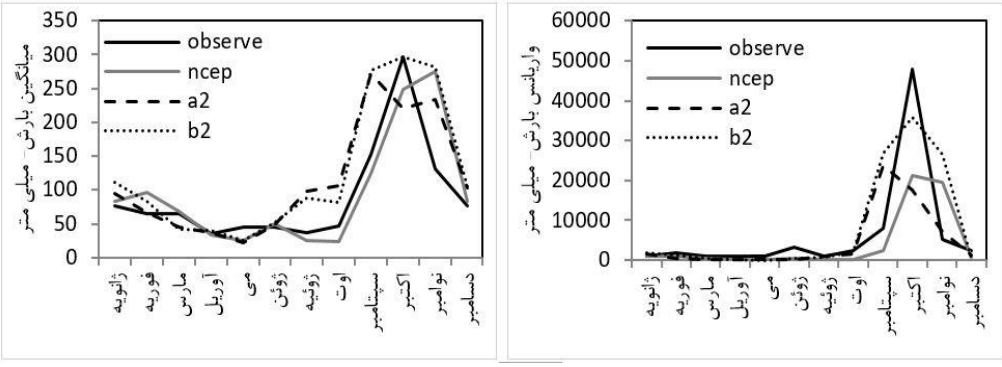
شکل (۷). میانگین و واریانس ماهانه داده های مشاهده ای و NCEP ایستگاه گرگان



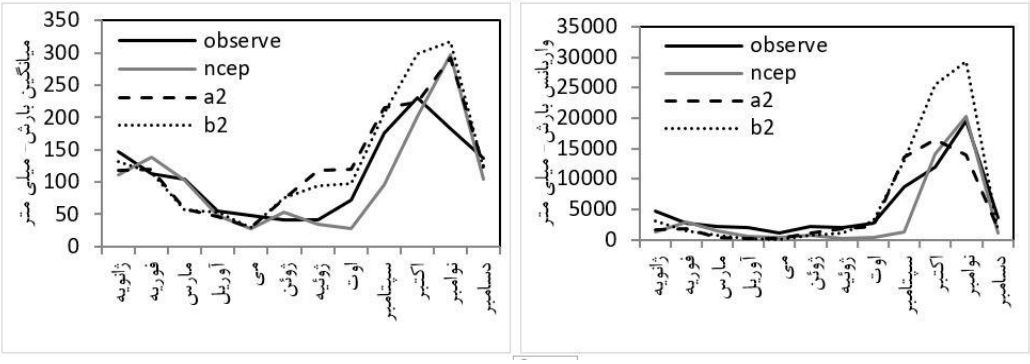
شکل(۸). میانگین و واریانس ماهانه داده های مشاهده ای و NCEP ایستگاه نوشهر

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]



شکل(۹). میانگین و واریانس ماهانه داده های مشاهده ای و NCEP ایستگاه رامسر



شکل(۱۰). میانگین و واریانس ماهانه داده های مشاهده ای و NCEP ایستگاه رشت

مطابق نتایج بدست آمده، بارش ایستگاه انزلی تغییرات زمانی و مکانی زیادی دارد. بیشترین بارش مشاهده‌ای در ماه‌های سپتامبر، اکتبر، نوامبر و دسامبر رخ داده است. پس از فصل پاییز، بیشترین مقدار بارش در فصل زمستان می‌باشد. با توجه به شکل (۴) بیشترین مقدار بارش در فصل پاییز دریافت شده است و بیشترین خطای مدل نیز در فصل پاییز است. در ایستگاه آستارا نتایج تحلیل بارش مطابق شکل (۵) بیانگر بارش زیاد در فصل پاییز و اواخر فصل تابستان (ماه سپتامبر) است. پس از فصل پاییز با توجه به مجموع بارش دریافتی، فصل تابستان پربارش‌تر از فصول زمستان و بهار است. در ایستگاه بابلسر بررسی میانگین بارش مشاهده‌ای مطابق شکل (۶) نشان داد که مدل NCEP در برآورد بارش در ماه‌های سپتامبر، اکتبر و نوامبر با بیش برآورد همراه بوده است. مدل در برآورد مقادیر بارش در ماه‌های فصل پاییز که نوسان بارش زیاد است، انطباق کمتری با مقادیر مشاهده‌ای داشته است. در ایستگاه گرگان مطابق شکل(۷) اختلاف داده‌های مشاهده‌ای در فصل زمستان و پاییز زیاد است. شکل (۸) به خوبی بیانگر این است که بارش مشاهده‌ای ایستگاه نوشهر در ماه‌های سپتامبر تا دسامبر بیشتر از سایر ماه‌ها است، در ماه سپتامبر و ماه‌های فصل پاییز که بارش به صورت ناگهانی افزایش یافته است، مدل‌ها به خوبی شبیه‌سازی نکرده‌اند. در ایستگاه رامسر واریانس بارش مشاهده‌ای به غیر از ماه‌های سپتامبر تا دسامبر بسیار اندک است. مدلNCEP دارای واریانس مشابه مقادیر مشاهده‌ای بوده است (شکل۹). در ایستگاه رشت مطابق شکل(۱۰) بیشترین مقدار بارش به ترتیب در فصول پاییز و زمستان دریافت شده است. مدل در برآورد مقادیر بارش با نوسان زیاد همراه بوده است. مدل در ماه‌های اکتبر تا دسامبر بیش-

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]

برآورد داشته است. واریانس بارش مشاهده‌ای فقط در ماه سپتامبر و ماه‌های فصل پاییز زیاد بوده است. در سایر ماه‌ها نوسان بارش بسیار کم است و به همین ترتیب نوسان مدل نیز بسیار اندک و نزدیک به مقادیر مشاهده‌ای است.

مقدار خطای محاسبه‌ای مدل SDSM توسط معیارهای MBE و MAE در تمام ایستگاه‌های منتخب منطقه محاسبه گردید و نتایج حاصل از محاسبه‌ی مقادیر خطا، بصورت تحلیل حداکثر و حداقل خطای ماهانه‌ی بدست آمده در هر یک از ایستگاه‌ها توسط هر دو معیار و سناریوهای A2 و B2 طبقه بندی گردید.

جدول(۳).حداکثر و حداقل اختلاف بارش برآوردی در ایستگاه‌های سینوپتیک

		حداکثر اختلاف				حداقل اختلاف			
		سناریوی A2		سناریوی B2		سناریوی A2		سناریوی B2	
		MAE	MBE	MAE	MBE	MAE	MBE	MAE	MBE
انزلی	مقدار	۲۰۷	-۱۹۷	۲۱۵	-۱۸۶	۲۸	-۱۷	۲۸	-۶
	ماه	اکتبر	اکتبر	اکتبر	اکتبر	می	فوریه	می	فوریه
آستارا	مقدار	۱۸۳	۱۵۹	۱۵۷	۱۵۱	۳۴	۴	۴۳	۶
	ماه	سپتامبر	سپتامبر	سپتامبر	سپتامبر	می	فوریه	می	اوت
بابلسر	مقدار	۹۰	-۵۴	۹۴	۵۴	۱۴	۲	۱۴	۳
	ماه	سپتامبر	دسامبر	اکتبر	سپ-دسامبر	می	می اکتبر	می	می
گرگان	مقدار	۳۷	-۳۲	۴۲	-۳۳	۱۷	۰/۲	۲۱	۰/۰۵
	ماه	نوامبر	دسامبر	اکتبر	دسامبر	سپتامبر	اوت	اوت	سپتامبر
نوشهر	مقدار	۱۸۳	-۱۸۱	۱۸۷	-۱۸۵	۲۲	۹	۲۲	-۱۱
	ماه	اکتبر	اکتبر	اکتبر	اکتبر	آوریل	ژانویه	آوریل	آوریل
رامسر	مقدار	۱۶۵	۱۳۱	۱۵۹	۱۱۸	۲۷	۰/۹	۲۶	-۲
	ماه	سپتامبر	سپتامبر	سپتامبر	سپتامبر	می	فوریه	می	دسامبر
رشت	مقدار	۱۴۰	۸۷	۱۴۰	۹۷	۳۰	-۴	۳۲	۰/۶
	ماه	نوامبر	نوامبر	نوامبر	نوامبر	آوریل	آوریل-اکت	آوریل	آوریل
فصل	فصل	پاییز	پاییز	پاییز	پاییز	بهار	زمستان	بهار	بهار
ماه	ماه	سپتامبر	اکتبر-سپت-دسامبر	اکتبر	سپتامبر	می	فوریه	می	آوریل
تعداد	تعداد	۳	۲	۴	۳	۴	۳	۴	۲

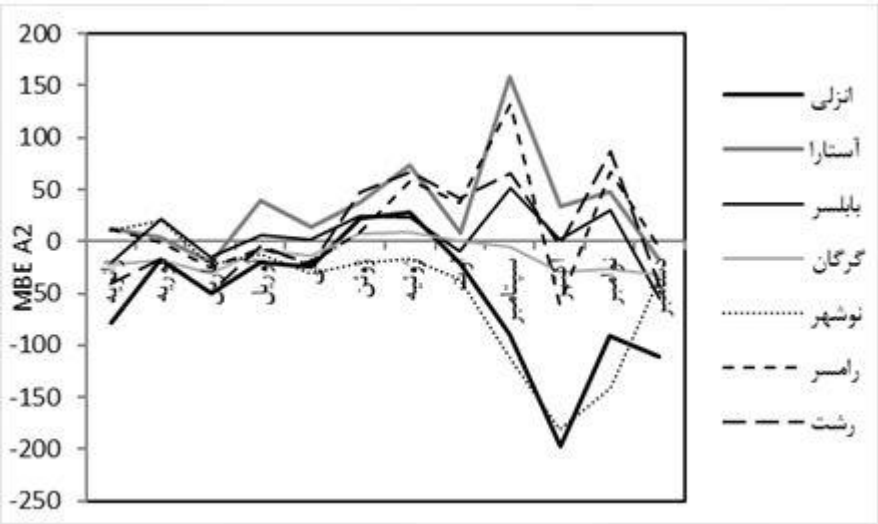
همانگونه که در جدول (۳) آورده شده است، اختلاف مقادیر برآورد در اکثر ایستگاه‌های سینوپتیک مطابق برآورد معیارهای MAE و MBE در فصل پاییز زیاد بوده و حداکثر اختلاف در ماه‌های اکتبر، سپتامبر و دسامبر محاسبه شد. حداقل اختلاف برآورد مطابق برآورد هر دو معیار در فصل بهار و و ماه‌های آوریل و می و سپس تابستان بوده است.

خطای برآورد مدل SDSM در تمامی ایستگاه‌های منتخب در قالب نمودار ترسیم و سپس مقایسه گردید(شکل۱۱). مطابق نتایج بدست آمده در اکثر ایستگاه‌ها کمترین مقدار خطای بارش در ماه‌های فصل بهار و تابستان به دست آمده است. علت اصلی آن بارش اندک در این فصول نسبت به سایر فصول بوده است. خطا در فصل پاییز و در ماه سپتامبر و اکتبر زیاد است. علت اصلی بارش‌های شدید و فراگیر فصل پاییز توده هوای

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]

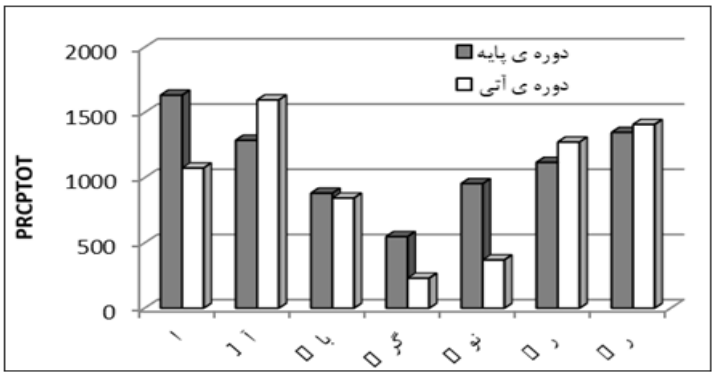
قطبی قاره‌ای است که ورود آن به منطقه از طریق زبانه‌های پرفشار سیبری می‌باشد. خطای برآورد در ایستگاه انزلی بیشتر از سایر ایستگاه‌ها است. کمترین مقدار خطا در ایستگاه گرگان بدست آمد.



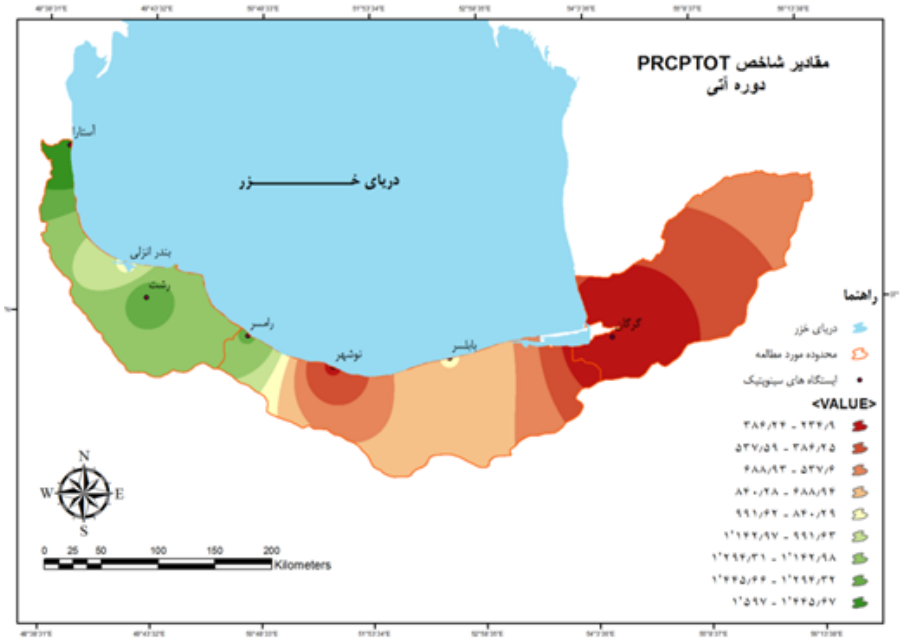
شکل(۱۱). مقایسه‌ی خطای ایستگاه‌های منتخب بر اساس برآورد مدل SDSM

جهت بررسی و تحلیل تغییرات مجموع بارش سالانه در روزهای با بارش بیشتر از یک میلی‌متر در منطقه‌ی مورد مطالعه در دوره‌ی مشاهده‌ای و دوره‌ی آتی از مدل اقلیمی R-Climdex استفاده گردید و با استفاده از آن تغییرات شاخص PRCPTOT در ایستگاه‌های منتخب به صورت مقایسه‌ای بررسی شد (شکل ۱۲). بر اساس نتایج به دست آمده در ایستگاه انزلی میانگین سالانه‌ی شاخص PRCPTOT در دوره مشاهده‌ای ۱۶۳۳ میلی‌متر به دست آمده است در حالی‌که در دوره‌ی آتی بر اساس مقادیر بارش برآورد شده مقدار شاخص ۱۰۷۴ میلی‌متر و بیشتر از مقدار مشاهده‌ای برآورد شده است و مطابق آن مقدار بارش سالانه‌ی ایستگاه در دوره‌ی آتی افزایش خواهد یافت. در ایستگاه آستارا مقادیر شاخص PRCPTOT بیانگر این است که در دوره‌ی آتی مقدار شاخص بیشتر از دوره‌ی مشاهده‌ای خواهد بود. مقدار محاسبه شده برای دوره‌ی مشاهده‌ای ۱۲۸۷ میلی‌متر است در حالی‌که در دوره‌ی آتی میانگین شاخص ۱۵۹۶ میلی‌متر پیش‌بینی شده است. میانگین مقدار سالانه‌ی بارش در ایستگاه بابلسر در روزهای همراه با بارش در دوره‌ی مشاهده‌ای با اختلاف جزئی بیشتر از دوره‌ی آتی خواهد بود. مقدار شاخص در دوره‌ی مشاهده‌ای ۸۸۱ میلی‌متر بوده است و در دوره‌ی آتی ۸۴۴ میلی متر پیش‌بینی شده است. در ایستگاه گرگان از میانگین سالانه‌ی بارش در دوره‌ی آتی کاسته خواهد شد. در ایستگاه نوشهر نیز مانند ایستگاه گرگان از مقدار سالانه‌ی بارش در دوره‌ی آتی کاسته خواهد شد. مطابق شکل مقدار شاخص در دوره‌ی مشاهده‌ای ۹۵۴ میلی‌متر بوده است در حالی‌که در دوره‌ی آتی ۲۲۹ میلی‌متر برآورد شده است. در ایستگاه‌های رامسر و رشت مقدار میانگین بارش سالانه افزایش خواهد یافت. مقدار شاخص در دوره‌ی مشاهده‌ای در ایستگاه به ترتیب ۱۱۱۷ و ۱۳۴۷ میلی‌متر بوده است در حالی که در دوره آتی به ترتیب ۱۲۷۳ و ۱۴۰۸ میلی‌متر پیش‌بینی شده است. با توجه به نتایج پهنه‌بندی مطابق شکل (۱۳) نیز نتایج بدست آمده تایید می‌شود.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]



شکل(۱۲)- مقایسه‌ی مقادیر شاخص PRCPTOT در دوره‌ی پایه و دوره‌ی آتی



شکل (۱۳). پهنه‌بندی مجموع بارش سالانه در دوره‌ی آتی(۲۰۳۹-۲۰۱۱)

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر از مدل ریز مقیاس نمایی آماری SDSM برای برآورد مقادیر آتی پارامترهای اقلیمی بارش استفاده گردید. مقدار خطای محاسبه‌ی مدل‌های آماری با استفاده از معیارهای MBE و MAE مورد محاسبه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و حداکثر و حداقل اختلاف برآورد ماهانه و فصلی محاسبه شد. نتایج مدل SDSM توسط نرم‌افزار R-Climdex مورد استفاده قرار گرفت و نمایه‌ی مجموع بارش‌سالانه در روزهای با بارش بیشتر از یک میلی‌متر در تمامی ایستگاه‌های منتخب در دوره‌ی مشاهده‌ای و آتی محاسبه و سپس مقایسه گردید. مطابق نتایج بدست آمده، حداکثر واریانس مقادیر بارش مشاهده‌ای و برآوردی در فصل پاییز و حداقل آن در فصول بهار و تابستان بدست آمد. در این منطقه زمان حداکثر بارش‌های دریافتی در فصل پاییز

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]

است، توده هواهای مرطوب رسیده از سمت دریای مدیترانه و توه‌های هوایی منشا گرفته از سمت همسایگان شمالی و شمال‌شرقی پس از عبور از روی دریای خزر رطوبت کافی را به همراه خود به منطقه آورده و در اثر ایجاد ناپایداری بارش‌های فراوانی در این فصل ایجاد می‌کنند. بدین ترتیب واریانس حداکثری بارش در این فصل قابل قبول است.

نتایج حاصل از محاسبه‌ی مقادیر خطای مطلق، بصورت تحلیل حداکثر و حداقل خطای ماهانه‌ی بدست آمده در هر یک از ایستگاه‌های منتخب توسط هر دو آزمون MBE و MAE و سناریوهای A2 و B2 بیانگر این بود که خطای برآورد در ایستگاه‌های سینوپتیک در فصل پاییز زیاد بوده و حداکثر اختلاف در ماه‌های اکتبر، سپتامبر و دسامبر محاسبه شد و حداقل خطا نیز در فصل بهار و تابستان بدست آمد.

روند نمایه‌ی مجموع بارش سالانه در روزهای با بارش بیشتر از یک میلی‌متر در دوره‌ی مشاهده‌ای و دوره‌ی آتی توسط مدل R-Climdex بررسی و تعیین گردید و مطابق آن مجموع بارش سالانه در دوره‌ی آتی(۲۰۳۹-۲۰۱۱) در ایستگاه‌های انزلی، گرگان، نوشهر در دوره‌ی آتی کاسته خواهد شد. در ایستگاه‌های آستارا، رامسر و رشت بر مقادیر بارش سالانه‌ی دریافتی در دوره‌ی آتی افزوده خواهد شد. مقدار شاخص PRCPTOT در ایستگاه بابلسر نیز در دوره‌ی آتی با افزایش جزئی نسبت به دوره‌ی مشاهده‌ای افزایشی بدست آمد.

بر اساس پژوهش‌های پیشین از جمله رحیم زاده و همکاران(۱۳۹۳) و علیجانی و فرجزاده(۱۳۸۹)، عرفانیان و همکاران(۱۳۹۴)، کوزه‌گران و بایگی(۱۳۹۴)، مقادیر دمای بیشینه در مجموع در ایران افزایش خواهد یافت، میزان افزایش دما در مناطق مختلف متفاوت خواهد بود. در رابطه با بررسی مجموع بارش سالانه‌ی دریافتی در دوره‌های آتی هنوز مطالعه‌ی جامعی انجام نگرفته است. بر اساس اندک مطالعات انجام یافته نیز از مقدار بارش دریافتی مناطق کم باران کاسته شده و در مناطق پر بارش بر میزان بارش‌های دریافتی افزوده خواهد شد. در این پژوهش نیز نتایج بدست آمده بیانگر اینست که در ایستگاه‌های ایستگاه‌های آستارا، رامسر و رشت بارش سالانه‌ی دریافتی در دوره‌ی آتی افزایش خواهد یافت.

منابع

جهانبخش، س؛ خورشیدوست، ع؛ دین پژوه، ی؛ سرافروزه، ف (۱۳۹۳)، " **تحلیل روند و تخمین دوره های بازگشت دما و بارش های حدی در تبریز**" ، نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، **۵۰**: ۱۳۳-۱۰۷.

خورشیددوست، ع؛ نساجی‌زواره، م؛ قرمزچشمه، ب (۱۳۹۱) **"بازسازی سری‌های زمانی دمای حداکثر و حداقل روزانه با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه و شبکه عصبی مصنوعی"** فصلنامه‌ی علمی پژوهشی فضای جغرافیایی سال دوازدهم، **۳۸**: ۳۵-۲۴.

خورشیدوست، ع؛ زنگنه، س؛ زارعی، ی (۱۳۹۳) **"تحلیل و بررسی روند تغییرات شاخص‌های دما و بارش در کرمانشاه"** سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره ی بین المللی علوم زمین.

دهقان، ز؛ فتحیان، ف؛ اسلامیان، س (۱۳۹۴) " **ارزیابی مقایسه‌ای مدل‌هایSDSM ، IDWو LARS-WG برای شبیه‌سازی و ریز مقیاس کردن دما و بارش**"، نشریه علمی پژوهشی آب و خاک، **۵**: ۱۳۷۶-۱۳۹۰.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]

رحیم‌زاده، ف؛ عسگری، ا؛ فتاحی، ا؛ محمدیان، ن؛ تقی‌پور, ا (۱۳۹۳) **"روند نمایه‌های حدی اقلیمی در ایران در دوره ی ۲۰۰۳-۱۹۵۱"** فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی, **۹۳**: ۱۵۷۴۲-۱۵۷۱۷.

رضایی بنفشه، م؛ رسولی، ع؛ مساح بوانی، ع؛ خورشیدوست، ع؛ قرمز چشمه، ب (۱۳۹۳) **" ارزیابی عدم قطعیت ناشی از ریز مقیاس گردانی مدلهای GCM روی عناصر دما و بارش ، مطالعه موردی: حوضه دریاچه ارومیه"** ، رساله-ی دکترا، دانشگاه تبریز.

رضایی، م؛ نهتانی، م؛ مقدم نیا، ع؛ آبکار، ع؛ رضایی، م (۱۳۹۴) **"مقایسه روشهای شبکه‌ی عصبی مصنوعی و SDSM در ریزمقیاس کردن اندازه‌ی بارش سالانه‌ی شبیه‌سازی شده با ۳HadCM ، مطالعه‌ی موردی: کرمان، راور و رابر"**، فصلنامه مهندسی منابع آب، **۲۴**: ۴۰-۲۵.

روشن، غ؛ خوش‌اخلاق، ف (۱۳۹۱) **"آزمون مدل مناسب گردش عمومی جو برای پیش‌یابی مقادیر بارش و دما در ایران تحت شرایط گرمایش جهانی"** مجله‌ی جغرافیا و توسعه ، **۲۷**: ۳۶-۱۹.

صراف، ب؛ جلالی، ط؛ سرافروزه، ف (۱۳۹۴) **" اثرات گرمایش جهانی بر اقلیم شهرهای واقع در حوضه دریاچه ارومیه"**، دو فصلنامه پژوهش‌های بوم شناسی شهری، **۲**: ۳۳-۴۸.

صراف، بهروز (۱۳۹۱) **"تجزیه و تحلیل زمانی و فضایی خشکسالی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه"** فصلنامه‌ی فضای جغرافیایی، **۴**: ۴۸-۲۵.

طبری، حسین؛ آیینی، ع (۱۳۸۶) **"بررسی اثر تغییر اقلیم بر منابع آبهای کره‌ی زمین"** کارگاه فنی اثرات تغییر اقلیم در مدیریت منابع آب، ۲۴، بهمن ۱۳۸۶.

علیجانی، ب؛ خسروی، م (۱۳۸۹) **"تحلیل همدیدی بارش سنگین ششم ژانویه ۲۰۰۸ در جنوب شرق ایران"**، نشریه‌ی پژوهش‌های اقلیم شناسی، **۱**: ۷۱-۶۳.

کوزه‌گران، س؛ موسوی‌بایگی، م (۱۳۹۴) **"بررسی روند رویدادهای حدی اقلیمی در شمال شرق ایران"** نشریه‌ی آب و خاک، **۳**: ۷۶۴-۷۵۰.

Gautam, N., Arora, M., & Goel, N., (2015), "**Prediction of Precipitation for Considering Climate Change and GCM Outputs:Satluj River**", Journal of Ecopersia , **4**, 757-765

Gemechu, T., Wakbulcho, G., Rao, G., & Adamu, A., (2015), "**The current and Future Trend of Rainfall and Its Variability in Adami-Tulu Jidokombolocha Woreda**", Central Rift Valley of Ethopia. Journal of Environment and Earth Science , **22**, 54-65

Hearth, h., & Dayananda, R., (11th-13th December 2015), "**Climate Change Impact Precipitation in Upper Mahaweli Basin**", 6th International Conference onStructural Engineering and Construction Management. Candy,Sri Lanka

Ildormi, A., (2015), "**Evaluation of the Climate Change Effects on Streem Flow Using HADCM3, ECHAM4 and Neural Network Case study: Gorganroud GHarehsou Watershed**", Natural History England , **144**, 124-138

Karamaui, A., Ifaadassan, I., Babaqiqi, A., Messouli, M., & Khebizam., (2016), "**Analysis of the Water Supply- Demand Relationship in the Middle Draa Valley, Morocco, Under Climate Change and Socio-Economic Scenarios**", Journal of Scientific Research and Reports , **9**, 213-22

Nigatu, Z., Rientjes, T., & A, H., (2016), **"Climate Change on Lake Tanas Water Balance, Ethopia"**, American Journal of Climate Change , **5**, 27-37

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]

Samadi, S., & Sari Sarraf, B., (2011), **"SDSM Ability in Simulate Predectors for Climate Detecting over Khorasan Province"**, Procedia- Social and Behavioral Sciences , **19**, 741-749

Saraf, V., & Regulwar, D., (2016), **"Assessement of Climate Change for Precipitation and Temprature Using Statistical Downscaling Methods in Upper Godavari River Basin, India"**, Journal of Water Resource and Protection , 8, 31-45

Shrestha, H., Bhattarai, U., Nanda, K., Adhikarid, S. M., & Devkota, L., (2015), **"Impact of Climate Change on Precipitation in the Karanali Basin, Nepal"**, Journal of Water and Climate Change , **4**, 422-439

Shukla, R., (2015), **"Statistical Downscaling of Climate Change Scenarios of Rainfall and Temprature over Indira SagarCanal Cammand Area in Madhay Pradesh, India"**, Proceedings of the 2015 IEEE 14th International Conference on Machine Learning and Applications, IEEE Computer Society, (pp. 313-317)

Worku, L., (2015), **"Climate Changr Impact on Variability of Rainfall Intensity in Upper Blue Nile Basin, Ethiopia"**, Scond NASA-GHA Workshop on Seasonal Prediction Hydro-Climatic Extremes in Greater Horn of Africa.

.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1396.17.47.5.7]