



ششمین همایش ملی سامانه های سطوح آبگیر باران بهمن 1396 دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر



پیش‌بینی تغییرات بلندمدت بارش در شهرستان سقز با استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو

مسعود گودرزی^۱، سید اسعد حسینی^۲، مجید حسینی^۳

* نویسنده مسئول: Mgoodarzi@scwmri.ac.ir

واژه‌های کلیدی

اقلیم، بارش، سقز، LARS-WG، GCM

چکیده

پیش‌بینی تغییرات بارش جهت اطلاع از میزان تغییرات آن در آینده و در نظر گرفتن تمهیدات لازم جهت تعدیل اثرات سوء ناشی از تغییرات آب و هوایی بر سطوح آبگیر از اهمیت زیادی برخوردار است بر همین اساس مدل‌های گردش عمومی جو (GCM) طراحی شده‌اند که می‌توانند پارامترهای اقلیمی را شبیه‌سازی و پیش‌بینی کنند. لذا در این پژوهش به پیش‌بینی تغییرات بلندمدت بارش در ایستگاه سینوپتیک سقز پرداخته شد. بدین منظور از داده‌های 7 مدل GCM تحت سناریوی انتشار SRA2 و مدل ریزمقیاس گردانی LARS-WG بهره گرفته شد و تغییرات ماهانه، فصلی و دوره‌ای آن در دهه 2050 (2046-2065) نسبت به دوره پایه (1961-2000) مورد بررسی قرار گرفت. جهت اطمینان از کالیبراسیون و صحت‌سنجی مدل LARS-WG به مقایسه داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف (K-S) و همچنین انحراف استاندارد و اختلاف داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی با استفاده از نمودارهای مقایسه‌ای پرداخته شد. نتایج حاصل حاکی از کارایی مناسب این مدل برای منطقه مورد مطالعه است. نتایج حاصل از پیش‌بینی مدل‌های مختلف نیز نشان داد که میزان بارش در دهه 2050 نسبت به دوره پایه بر اساس همه مدل‌های GCM کاهش پیدا خواهد کرد. از نظر فصلی نیز بیشترین میزان تغییرات بارش مربوط به فصول بهار و پاییز میزان بارش است. بر اساس متوسط مدل‌های مورد بررسی نیز انتظار می‌رود میزان بارش در دوره 2065-2046 به میزان 5/7 درصد نسبت به دوره پایه کاهش یابد. از نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان در مدیریت سامانه سطوح آبگیر باران و بخش‌های مختلف کشاورزی استفاده نمود.

1- استادیار، پژوهشگر حفاظت خاک و آب‌خیزداری ایران، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی

2- دکتری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی

3- استادیار، پژوهشگر حفاظت خاک و آب‌خیزداری ایران، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی

مقدمه

افزایش گازهای گلخانه‌ای در دوره‌های آتی و در نتیجه تشدید تغییرات اقلیمی، می‌تواند تأثیرات منفی زیادی بر سطوح آبگیر بگذارد. نوسان‌های عناصر اقلیمی شامل نوسان‌هایی هستند که در دوره‌های نسبتاً طولانی اتفاق می‌افتند و تأثیرات جهانی به دنبال دارند. بنابراین دارای خاصیت دوره‌ای یا دائمی می‌باشند. این موضوع شامل پدیده‌های همچون افزایش تراکم گاز دی‌اکسید کربن در جو، افزایش دمای کره زمین، تغییرات بارش، افزایش سطح آب دریاها و مانند آن می‌باشد [1]. در بین عناصر اقلیمی، دما و بارش به دلیل تأثیر گسترده بر سایر عوامل و به خصوص تأثیراتی که بر فعالیت‌های انسان‌ها دارند از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد به طوری که تقریباً بیشترین نمود تغییرات اقلیمی در سطح کره زمین بر روی این دو پارامتر متمرکز شده است [2]. هرگونه برنامه‌ریزی یا طراحی در خصوص منابع آب در حوضه‌های آبریز بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌های هیدرولوژیکی امری مهم به‌نظر می‌رسد. بارندگی نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین پدیده‌های اقلیم‌شناسی از این امر مستثنی نبوده و این امر مورد توجه محققان قرار گرفته است [3]. ایران کشوری است که به لحاظ اقلیمی جزو کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب شده، به طوری که متوسط بارندگی سالانه‌ی آن حدود یک سوم متوسط بارندگی خشکی‌ها و کمتر از یک سوم متوسط بارندگی کره‌ی زمین است و از سوی دیگر میزان تبخیر آن حدود سه برابر تبخیر خشکی‌های زمین می‌باشد [4]. بنابراین با توجه به اهمیت بارش لازم است این پارامتر در مناطق مختلف برآورد شود. پیش‌بینی بارش برای کشورهایی که اقتصاد آن‌ها مبتنی بر کشاورزی است، بسیار مهم است. از طرفی با پیش‌بینی به‌موقع بارندگی امکان مقابله با خشکسالی و کاهش خسارت ناشی از آن نیز مهیا می‌شود. در سال‌های اخیر،

تحقیقات وسیعی در زمینه پیش‌بینی‌های بلندمدت و میان‌مدت (ماهانه، فصلی) بارندگی در نقاط مختلف جهان انجام شده است. مدل‌های جهانی اقلیم (GCM) مهم‌ترین مدل‌های مزدوج عددی و ابزارهای قدرتمندی در ارزیابی تأثیرات تغییر اقلیم هستند که سیستم‌های مختلف اتمسفر، اقیانوس، سطح زمین و یخ - دریا را شبیه‌سازی نموده و به نمایش می‌گذارند [5]. هر چند که مدل‌های GCM در مقیاس فضایی اتمسفری و قاره‌ای نتایج معنی‌داری را به نمایش می‌گذارند و بخش بزرگی از پیچیدگی سیستم کره زمین را ترکیب می‌کنند، اما ذاتاً قادر نیستند که دینامیک و اشکال با شبکه ریزمقیاس‌تر محلی را به نمایش بگذارند [6 و 7]. لذا ارزیابی تأثیر تغییرات اقلیم در مقیاس محلی نیازمند رویکردی است تا شکاف موقتی و فضایی بین متغیرهای اقلیمی بزرگ مقیاس و متغیرهای هواشناسی با مقیاس محلی را پر کند که در این مورد، رویکرد اساسی همان تکنیک‌های ریزمقیاس‌گردانی هستند [8]. در این راستا سمنوف و استراتویچ [9] با استفاده از چند مدل اقلیم جهانی و مدل LARS-WG، پیامدهای تغییر اقلیم را مورد ارزیابی قرار دادند و مشخص نمودند که تنش‌های دمایی موجب کاهش عملکرد محصولات کشاورزی می‌گردد. ضرغامی و همکاران [10] به بررسی تغییرات اقلیمی در استان آذربایجان شرقی با استفاده از مدل HadCM3 و روش ریزمقیاس‌نمایی آماری ANN و LARS-WG پرداختند. نتایج حاکی از کاهش بارش و افزایش دما و تغییر آب و هوای استان از نیمه‌خشک به خشک می‌باشد. عثمان و همکاران [11] بارش مناطق مرکزی عراق را بر اساس هفت مدل جهانی (GCM) و با استفاده از مدل LARS-WG ریزمقیاس‌گردانی و پیش‌بینی نمودند، نتایج حاصل نشان داد که بارش از روند افزایشی در منطقه برخوردار می‌باشد. ولیزاده و همکاران [12] به بررسی عملکرد گندم تحت

بارش در دهه 2050 با استفاده از مدل LARS-WG و داده‌های خروجی مدل گردش عمومی HadCM3 تحت سه سناریوی تغییر اقلیم در حوضه آبریز دریاچه پرداختند نتایج حاصل از پیش‌بینی مدل در دهه 2050 حاکی از کاهش 8/22 درصدی بارش و افزایش 3/1 درجه سلسیوس دما در منطقه مطالعاتی نسبت به دوره پایه می‌باشد. در پژوهشی مشابه مجدد صلاحی و همکاران [18] به پیش‌بینی تغییر پارامترهای اقلیمی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در دوره 2011-2030 با استفاده از مدل گردش عمومی HadCM3 تحت سه سناریوی A1B، A2 و B1 توسط مدل ریزمقیاس گردانی آماری LARS-WG پرداختند. نتایج نشان داد که مدل LARS-WG با دقت بالایی قادر به پیش‌بینی پارامترهای دمای حداقل، دمای حداکثر می‌باشد اما در شبیه‌سازی بارش نسبت به سایر پارامترها خطای بیشتری را نشان می‌دهد. لذا در این پژوهش به چشم اندازه تغییرات بارش آینده در شهرستان سقز در دهه 2050/2065- (2046) با استفاده از روش ریزمقیاس گردانی آماری LARS-WG و خروجی 7 مدل GCM پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

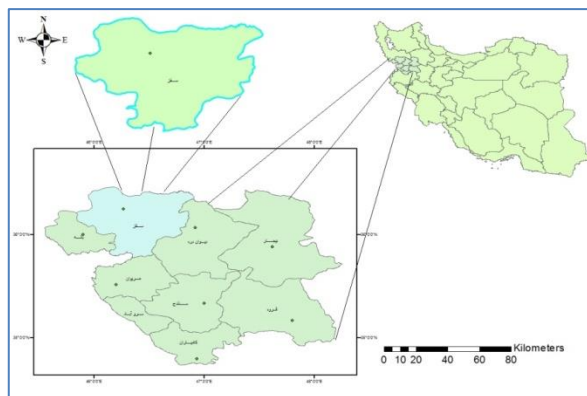
منطقه مورد مطالعه

شهرستان سقز با وسعت 4514 کیلومتر مربع در شمال استان کردستان در ارتفاع 1522/8 از سطح دریا قرار گرفته است. از لحاظ مختصات جغرافیایی در 46 درجه و 16 دقیقه طول جغرافیایی و 36 درجه و 15 دقیقه عرض جغرافیایی قرار دارد (شکل 1).

تغییرات آب و هوایی آینده در منطقه سیستان و بلوچستان با استفاده از مدل گردش عمومی HadCM3 و مدل LARS-WG پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که این مدل، پیش‌بینی مناسبی از پارامترهای آب و هوایی در منطقه دارد. خلیلی-ا قدم و همکاران [13] به ارزیابی توانایی مدل LARS-WG در پیش‌بینی برخی پارامترهای جوی سنندج پرداختند نتایج نشان داد که مدل با دقت بالایی قادر به شبیه‌سازی پارامترهای دمای حداقل و حداکثر و همچنین تابش است اما در شبیه‌سازی بارش خطای بیشتری را نسبت به سایر پارامترهای جوی نشان می‌دهد. حق‌طلب و همکاران [14] به مدل‌سازی اقلیم استان‌های تهران و مازندران با استفاده از مدل اقلیمی LARS-WG و مقایسه آن در جبهه‌های شمالی و جنوبی البرز مرکزی پرداختند. نتایج حاصل نشان داد با توجه به افزایش دما و کاهش بارندگی، بیابان‌زایی در آینده سرعت بیشتری خواهد یافت. حجارپور و همکاران [15] به مقایسه مدل LARS-WG با مدل‌های دیگر در شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی در سه اقلیم مختلف گرگان، گنبد و مشهد پرداختند. نتایج حاکی از کارایی بهتر LARS-WG در شبیه‌سازی پارامتر حداقل دما در منطقه‌های گرگان و مشهد است. گودرزی و همکاران [16] به ارزیابی عملکرد مدل‌های ریزمقیاس گردانی LARS-WG و SDSM در شبیه‌سازی تغییرات اقلیمی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه پرداختند. نتایج نشان داد که هیچ‌کدام از مدل‌ها برتری مطلق بر یکدیگر ندارند و علی‌رغم تفاوت‌هایی در شبیه‌سازی، می‌توانند در بررسی‌های تغییرات اقلیمی مفید واقع شوند. صلاحی و همکاران [17] به پیش‌بینی تغییرات دما و

مدل ریزمقیاس گردانی LARS-WG

این مدل یک مدل تصادفی با استفاده از توزیع نیمه تجربی برای تولید داده‌های آب و هوایی به وسیله تکنیک‌های ریزمقیاس گردانی آماری است [19] که به مراتب از دیگر برنامه‌ها به دلیل تکرار محاسبات، نیاز به داده‌های ورودی کمتر و همچنین سادگی و کارایی دارای کاربرد بیشتری است [20]. این مدل به عنوان یک مدل ریزمقیاس گردانی، در عین پیچیدگی کمتر فرآیند شبیه‌سازی و داده‌های ورودی و خروجی، توانایی بالایی در پیش‌بینی تغییرات اقلیمی دارد [9]. اولین نسخه آن در سال 1990 در شهر بوداپست مجارستان ارائه شد. داده‌های ورودی به مدل شامل دمای حداقل، دمای حداکثر، بارش و میزان تابش بصورت روزانه می‌باشد این داده‌ها که از سازمان هواشناسی کشوری اخذ گردید حداقل باید دارای یک دوره زمانی 30 ساله باشند که معمولاً در مطالعات تغییر اقلیم دوره (2000-1961) به عنوان دوره پایه یا شرایط اقلیمی حال حاضر استفاده می‌شود. جهت تولید داده‌های مصنوعی، مدل از داده‌های روزانه بلندمدت مربوط به ایستگاه به صورت ورودی را با یکدیگر مقایسه می‌نماید. در صورت تطابق این دو دسته داده، مدل قادر به تولید سری‌های زمانی مربوط به دوره‌های آینده می‌باشد سپس به منظور صحت‌سنجی و اطمینان از توانمندی مدل، برای دوره آماری پایه رویه QTEST را اجرا نموده تا یک سری داده‌های مصنوعی در دوره پایه مجدداً ایجاد شود. سپس این خروجی‌ها به منظور ارزیابی عملکرد مدل در بازسازی داده‌ها، با مشخصات آماری مشاهداتی ایستگاه به کمک آزمون کلموگروف-اسمیرنوف (K-S)، مقایسه می‌شوند. تطابق مشخصات آماری داده‌های مشاهداتی و داده‌های باز تولیدی، نشان می‌دهد که مدل، می‌تواند سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای انتخابی



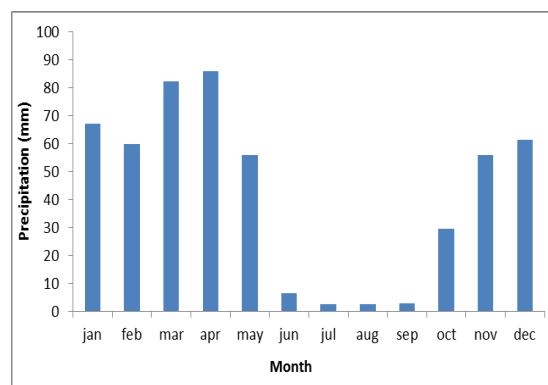
شکل (1) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جهت این بررسی از آمار بارش روزانه ایستگاه سینوپتیک سقز در دوره آماری پایه پیشنهاد شده برای بررسی تغییرات اقلیمی یعنی دوره (1961-2000) استفاده شد که مشخصات ایستگاه مورد بررسی در جدول (1) آورده شده است.

جدول (1) مشخصات جغرافیایی ایستگاه هواشناسی مورد مطالعه

| نوع ایستگاه | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ارتفاع (m) |
|-------------|---------------|---------------|------------|
| سینوپتیک | 46° 16' | 36° 15' | 1522/8 |

متوسط بارش منطقه مورد مطالعه در دوره آماری مورد بررسی (1961-2000) برابر با 512/1 میلیمتر است که توزیع ماهانه آن در طول دوره مورد نظر در شکل (2) آورده شده است که بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب مربوط به ماه‌های آوریل (فروردین) و جولای (مرداد) می‌باشد.



شکل (2) متوسط بارش ماهانه ایستگاه سینوپتیک سقز طی دوره آماری (1961-2000)

برای 20 سال مورد نظر، از خروجی‌های بارش میانگین-گیری و متوسط فصلی و دوره‌ای آن در آینده محاسبه می‌شود. سپس تغییرات آن نسبت به دوره پایه محاسبه شده و نمودارهای آن‌ها ترسیم می‌گردد.

و خروجی مدل‌های اقلیمی (GCM) را به داده‌های دوره پایه اعمال و تغییرات را شبیه‌سازی می‌کند. در این پژوهش جهت پیش‌بینی تغییرات بلندمدت بارش از 7 مدل GCM (جدول 2) تحت سناریوی SRA2 در دهه 2050 (2046-2065) استفاده شده است. پس از تولید داده‌ها

جدول (2) مدل‌های جهانی مورد استفاده در این مطالعه

| ردیف | نام مدل | مرکز تحقیقاتی | شبکه بندی |
|------|---------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | CNCM3 | مرکز تحقیقات ملی فرانسه | $1.9^{\circ} \times 1.9^{\circ}$ |
| 2 | GFCM21 | آزمایشگاه ژئوفیزیک و دینامیک سیالات ایالات متحده | $2.0^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ |
| 3 | HadCM3 | مرکز هادلی سازمان هواشناسی انگلستان | $2.5^{\circ} \times 3.75^{\circ}$ |
| 4 | INCM3 | موسسه ریاضیات عددی روسیه | $4^{\circ} \times 5^{\circ}$ |
| 5 | IPCM4 | موسسه پری سیمون لاپلاس فرانسه | $2.5^{\circ} \times 3.75^{\circ}$ |
| 6 | MPEH5 | موسسه ماکس پلانک هواشناسی آلمان | $1.9^{\circ} \times 1.9^{\circ}$ |
| 7 | NCCCS | مرکز ملی تحقیقات اتمسفری ایالات متحده | $1.4^{\circ} \times 1.4^{\circ}$ |

زمستان (DJF)، بهار (MAM)، تابستان (JJA) و پاییز (SON) می‌باشد. ستون دوم به ترتیب سری‌های تر و خشک برای فصول ذکر شده هستند، ستون سوم تعداد داده‌های مؤثر در فرایند مقایسه است که در این جا از 12 دوره خشک و 12 دوره تر برای مقایسه فصول خشک و تر بین داده‌های شبیه‌سازی شده و واقعی استفاده شده است. ستون چهارم ضرایب آزمون کولموگروف اسمیرنوف (K-S) است که جهت بررسی نرمال بودن داده‌های فصلی استفاده می‌شود. نتایج حاصل با توجه به سطح معنی‌داری آزمون که بزرگتر از 0/05 باشد حاکی از توزیع نرمال داده‌های مورد بررسی در فصول مختلف است.

یافته‌های پژوهش

ابتدا جهت بررسی از نرمال بوده داده‌های بارش باید اطمینان حاصل شود که نتایج آن در جداول (3 و 4) برای توزیع‌های فصلی و ماهانه آورده شده است. توزیع نرمال فصلی برای بررسی طول سری‌های خشک و تر، بین داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف (K-S) آزمون شده است. ستون‌های این بخش عبارتند از توزیع سری‌های خشک و تر به صورت فصلی، تعداد داده‌های مؤثر در فرایند مقایسه، آزمون کولموگروف اسمیرنوف (K-S) و سطح معنی‌داری (P-Value) است. که نتایج این بخش برای ایستگاه سقز در جدول (3) آورده شده است در این جدول، ستون اول 4 فصل سال است که

جدول (3) آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای توزیع فصلی‌های تر و خشک

| فصل | ترا خشک | تعداد داده مؤثر | ضریب K-S | سطح معنی‌داری | وضعیت ارزیابی |
|-----|---------|-----------------|----------|---------------|---------------|
| DJF | تر | 12 | 0.024 | 1 | برازش عالی |
| | خشک | 12 | 0.023 | 1 | برازش عالی |
| MAM | تر | 12 | 0.055 | 1 | برازش عالی |
| | خشک | 12 | 0.032 | 1 | برازش عالی |
| JJA | تر | 12 | 0.081 | 1 | برازش عالی |
| | خشک | 12 | 0.092 | 1 | برازش عالی |
| SON | تر | 12 | 0.087 | 1 | برازش عالی |

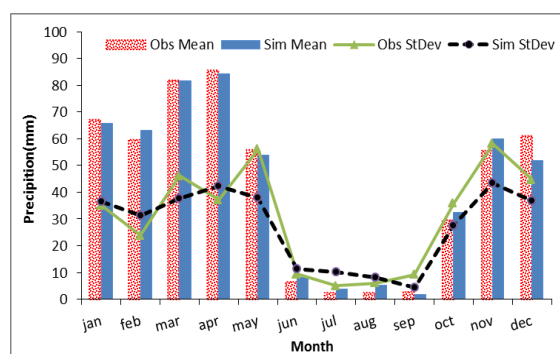
| | | | | |
|------------|---|-------|----|-----|
| برازش عالی | 1 | 0.047 | 12 | خشک |
|------------|---|-------|----|-----|

مربوطه، توزیع داده‌ها نرمال و دارای برازش خوب تا عالی در ماه‌های مختلف است.

در جدول (4) توزیع نرمال داده‌های دیده‌بانی شده و شبیه‌سازی شده بارش ماهانه با استفاده از آزمون K-S آزمون آورده شده است که با توجه به سطح معنی‌داری آزمون

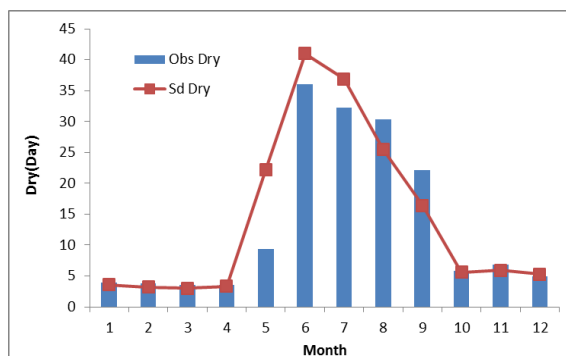
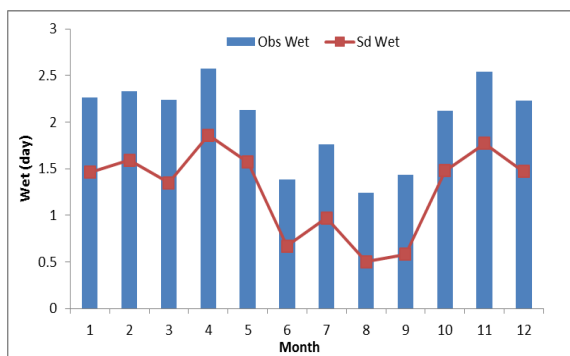
جدول (4) آزمون کلموگروف-اسمیرنف برای توزیع بارش‌های روزانه

| وضعیت ارزیابی | سطح معنی‌داری | ضریب K-S | تعداد داده موثر | ماه |
|----------------|---------------|----------|-----------------|-----|
| برازش عالی | 1 | 0.076 | 12 | J |
| برازش عالی | 1 | 0.057 | 12 | F |
| برازش عالی | 1 | 0.048 | 12 | M |
| برازش عالی | 1 | 0.047 | 12 | A |
| برازش عالی | 1 | 0.088 | 12 | M |
| برازش خیلی خوب | 0.985 | 0.129 | 12 | J |
| برازش خیلی خوب | 0.957 | 0.144 | 12 | J |
| برازش خوب | 0.2346 | 0.292 | 12 | A |
| برازش خیلی خوب | 0.9824 | 0.131 | 12 | S |
| برازش عالی | 1 | 0.062 | 12 | O |
| برازش عالی | 1 | 0.077 | 12 | N |
| برازش عالی | 1 | 0.085 | 12 | D |



شکل (3) مقادیر مشاهداتی و شبیه‌سازی شده بارش و انحراف استاندارد آن‌ها به صورت ماهانه

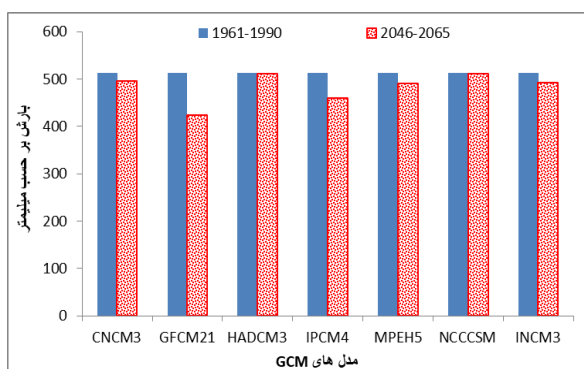
شکل (3) نتایج ارزیابی عملکرد مدل LARS-WG در شبیه‌سازی بارش ماهانه در دوره پایه (1961-2000) را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود مقادیر مشاهداتی و شبیه‌سازی و همچنین انحراف استاندارد آن‌ها اختلاف چندانی با یکدیگر ندارند که حاکی از عملکرد مناسب مدل LARS-WG جهت شبیه‌سازی و پیش‌بینی بارش در منطقه مورد مطالعه است. شکل (4) نتایج ارزیابی عملکرد مدل LARS-WG در شبیه‌سازی دوره‌های تر و خشک در دوره پایه (1961-2000) و انحراف استاندارد آن‌ها را نشان می‌دهد.



شکل (4) مقادیر مشاهداتی متوسط ماهانه روزهای تر و خشک و انحراف استاندارد آن‌ها

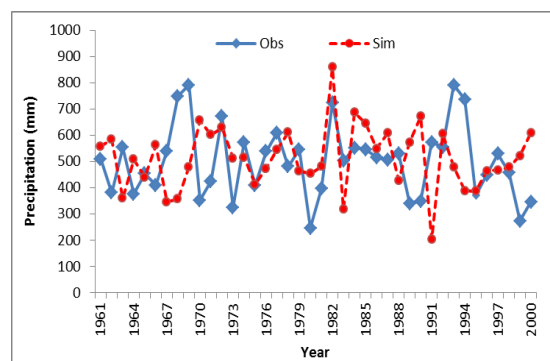
کرد و انتظار می‌رود در سطح منطقه مورد بررسی میزان بارش در آینده کاهش یابد (شکل 6).

شکل (7) تغییرات بارش در دوره آینده (2046-2065) نسبت به دوره پایه (1961-2000) بر حسب میلیمتر را به تفکیک مدل‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد بر اساس نتایج حاصل بیشترین اختلاف بارش نسبت به دوره پایه بر اساس مدل GFCM21 و به میزان 89/3 میلی‌متر کاهش نسبت به دوره پایه پیش‌بینی شده است کمترین میزان کاهش بارش نیز بر اساس مدل HadCM3 و به میزان 1/4 میلی‌متر می‌باشد (شکل 7).



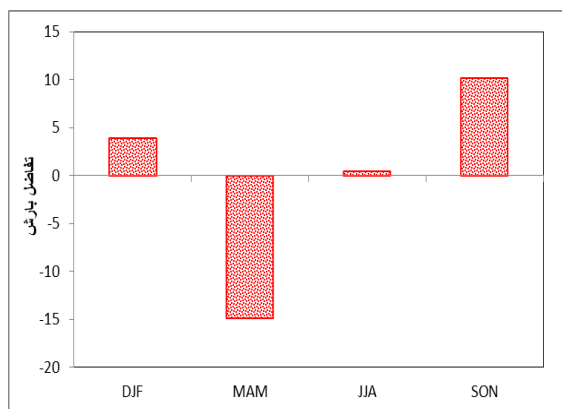
شکل (6) وضعیت بارش در دهه 2050 نسبت به دوره پایه بر اساس مدل مورد بررسی

شکل (5) نتایج ارزیابی عملکرد مدل LARS-WG در شبیه‌سازی بارش سالانه در طول دوره پایه (1961-2000) را نشان می‌دهد که مقایسه داده‌های مشاهداتی (obs) و داده‌های شبیه‌سازی شده (sim) نشان می‌دهد که این مقادیر در بیشتر سال‌ها به هم نزدیک هستند. ولی در مجموع بر اساس نتایج حاصل مدل LARW-WG در شبیه‌سازی بارش ماهانه عملکرد بهتری را نشان داده است.



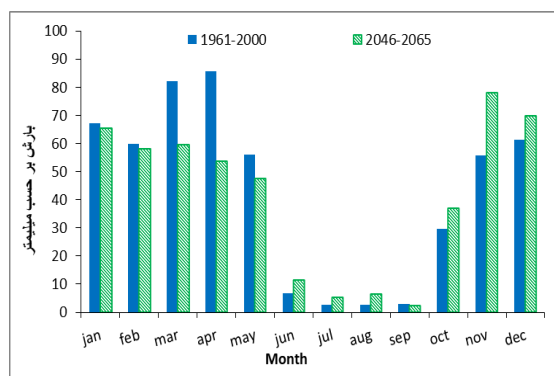
شکل (5) سری زمانی بارش سالانه مشاهداتی و شبیه‌سازی شده

پس از ارزیابی مدل LARS-WG و اطمینان از مناسب بودن آن، به پیش‌بینی تغییرات بارش با استفاده از مدل GCM تحت سناریوی SRA2 در دوره آینده پرداخته شد. نتایج حاصل نشان داد که در دوره (204-2065) بر اساس همه مدل‌های مورد بررسی میزان بارش کاهش پیدا خواهد



شکل (9) اختلاف بارش فصلی در دوره آینده نسبت به دوره پایه

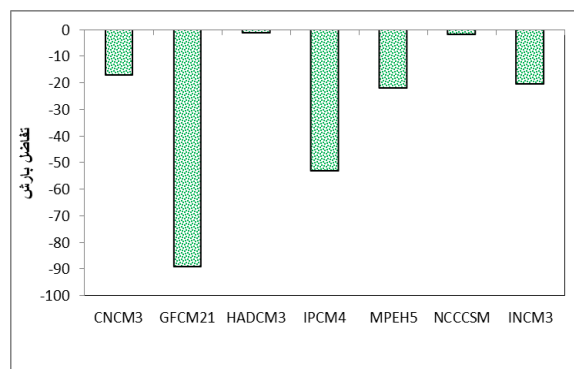
بر اساس نتایج حاصل از بررسی تغییرات ماهانه بارش نیز بیشترین تغییرات کاهشی و افزایشی بارش منطقه به ترتیب مربوط به ماه‌های فصل بهار و فصل پاییز است (شکل 10).



شکل (10) وضعیت تغییرات ماهانه بارش در دوره آینده نسبت به دوره پایه

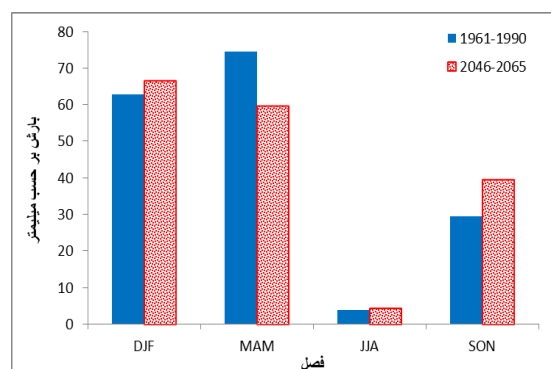
نتیجه‌گیری

در این پژوهش به پیش‌بینی تغییرات بلندمدت بارش در ایستگاه سینوپتیک سقز با استفاده از 7 مدل GCM تحت سناریوی SRA2 و مدل ریزمقیاس‌گردانی آماری LARS-WG پرداخته شد. پس از این که مدل برای دوره پایه (1961-2000) بر اساس آزمون‌های آماری ارزیابی شد به بررسی تغییرات بارش در دوره آینده (2046-2065) پرداخته شد. نتایج حاصل با استفاده از آزمون آماری کلموگروف-اسمیرنوف (K-S) نشان داد که این مدل ریزمقیاس‌گردانی مورد استفاده از کارآیی مناسبی جهت



شکل (7) اختلاف بارش در دوره‌های آینده نسبت به دوره پایه بر اساس مدل مورد بررسی

میزان بارش فصلی طی دوره آماری پایه و دوره آینده (2046-2065) بر اساس مدل HadCM3 در شکل (8) آورده شده است. بر اساس نتایج حاصل بارش به جز فصل بهار (MAM) در سایر افزایش پیدا خواهد کرد.



شکل (8) وضعیت تغییرات فصلی بارش در دوره آینده نسبت به دوره پایه

تغییرات بارش فصلی بر اساس مدل HadCM3 در دوره آینده (2046-2065) نسبت به دوره پایه (1961-2000) بر حسب میلیمتر در شکل (9) آورده شده است. بر اساس نتایج حاصل بیشترین تغییرات بارش مربوط به فصل بهار (MAM) است که به میزان 15 میلیمتر کاهش نسبت به دوره پایه می‌باشد و کمترین تغییرات بارش نیز مربوط به فصل تابستان (JJA) به میزان 0/4 میلیمتر است (شکل 9).

[5]. Fowler, H J., Blenkinsop, S., Tebaldi, C (2007). Linking climate change modelling to impacts studies: recent advances in downscaling techniques for hydrological modeling. *Int. J. Clim.*, 27: 1547-1578.

[6]. Sharma, D., Gupta, A. D., Babel, M. S. 2007. Spatial disaggregation of bias-corrected GCM precipitation for improved hydrologic simulation: Ping River Basin, Thailand. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11: 1373-1390

[7]. Wigley, T. W. L., Jones, P. D., Briffa, K. R. Smith, G. 1990. Obtaining sub-grid scale information from coarse resolution general circulation model output, *J. Geophys. Res.*, 951: 1943-1953.

[8]. Wilby, R.L., C.W. Dawson and E.M. Barrow. 2002. SDSM - a decision support tool for the assessment of regional climate change impacts. *Environmental Modelling & Software*, (17):147-159.

[9]. Semonov, M. A., Stratonovitch, P. 2010. Use of multi-model ensembles from global climate models for assessment of climate change impacts. *Clim. Res.*, 41: 1-14.

[10]. Zarghami, M., Abdi, A., Babaeian, I., Hassanzadeh, Y., Kanani, R. 2011. Impacts of climate change on runoffs in East Azerbaijan, Iran, *Global and Planetary Change*, 78(3-4): 137-146.

[11]. Osman, Y., AL-Ansari, N., Abdellatif, M., Aljawad, S. B., Knutsson, S (2014). Expected future precipitation in central Iraq using Lars-WG stochastic weather generator. *Engineering*, 6: 948-959.

[12]. Valizadeh, J., Ziaei, S.M., Mazloumzadeh, S.M. 2014. Assessing climate change impacts on wheat production (a case study), *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 13 (2): 107-115.

[13]. خلیلی‌اقدام، ن؛ مساعدی، ا؛ سلطانی، ا؛ کامکار، ب، 1391، ارزیابی توانایی مدل LARS-WG در پیش‌بینی برخی پارامترهای جوی سنندج، *مجله پژوهش حفاظت آب و خاک*، جلد نوزدهم، شماره 4، صص 85-122.

شبه‌سازی تغییرات بارش در ایستگاه مورد مطالعه برخوردار است. نتایج حاصل از پیش‌بینی مدل‌های مختلف نشان داد که بر اساس همه مدل‌های مورد بررسی انتظار می‌رود میزان بارش در سطح منطقه مطالعاتی کاهش یابد. همچنین با توجه به نتایج حاصل از نظر توزیع ماهانه و فصلی، میزان بارش در فصل بهار کاهش می‌یابد. در مجموع بر اساس نتایج حاصل از متوسط خروجی مدل‌های گردش عمومی مختلف و مدل ریزمقیاس‌گردانی LARS-WG در منطقه مورد مطالعه میزان بارش نسبت به دوره پایه به میزان 5/7 درصد (29/3 میلی‌متر) کاهش خواهد یافت که این امر می‌تواند موجب کاهش ذخیره و تأمین منابع آبی در سطوح آبخیز منطقه گردد که به دنبال آن شرایط اقلیم کشاورزی وزیست محیطی منطقه نیز دچار تغییر می‌گردند.

منابع

[1]. Herrington, R. 1997. Responding to Global climate change in the prairies. *Atmospheric and Hydrologic sciences division Environmenta Canada*. 2.

[2]. طباطبایی، ح. حسینی، م. 1382. *بررسی تغییر اقلیم در شهر سمنان بر اساس پارامترهای بارش، متوسط دمای ماهانه، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم اصفهان*.

[3]. احمدزاده کلپیر، ف. 1384. *تعیین مدل ریاضی توزیع زمانی بارش‌های تبریز و آنالیز فواصل زمانی وقوع و ارتفاع بارش‌های از طریق تطبیق سری‌های زمانی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی*.

[4]. جهانبخش، س.، موحد دانش، ع. ا.، مولوی، و. 1380. *تحلیل مدل‌های برآورد تبخیر-تعرق برای ایستگاه هواشناسی تبریز، دانش کشاورزی، دانشگاه تبریز، جلد 11، شماره 2. صص 51-65*.

- WG و SDSM در شبیه‌سازی تغییرات اقلیمی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه. فصلنامه علمی- پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، انتشارات انجمن آبخیزداری ایران، ش 31، صص 22-11.
- [18]. صلاحی، ب.، گودرزی، م.، حسینی، س. ا. 1395. پیش‌بینی تغییرات دما و بارش در دهه 2050 در حوزه آبخیز دریاچه ارومیه، نشریه مهندسی و مدیریت آبخیز، ج 8، ش 4، صص 425-438.
- [19]. صلاحی، ب.، گودرزی، م.، حسینی، س. ا. 1396. پیش‌بینی تغییر پارامترهای اقلیمی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در دوره 2030-2011، نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال 11، ش 37، صص 47-57.
- [20]. Wilks, D.S., Wilby, R.L. 1999. The weather generation game: a review of stochastic weather models. *Progress in Physical Geography*, 23: 329-357.
- [21]. Dibikey, Y.B., Coulibaly, P. 2005. Hydrologic impact of climate change in the Saguenay Watershed: Comparison of Ownscaling Methods and Hydrologic Models. *Journal of Hydrology*, 307: 145-163.
- [14]. حق‌طلب، ن؛ گودرزی، م؛ حبیبی‌نوخندان، م؛ یآوری، ا؛ جعفری، ح ر، 1392، مدل‌سازی اقلیم استان‌های تهران و مازندران با استفاده از مدل اقلیمی LARS-WG و مقایسه آن در جبهه‌های شمالی و جنوبی البرز مرکزی، *مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره پانزدهم، شماره 1، صص 37-49.
- [15]. حجارپور، ا.، یوسفی، م.، کامکار، ب، 1393، آزمون دقت شبیه‌سازهای LARS-WG، WeatherMan و CLIMGEN در شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی سه اقلیم مختلف (گرگان، گنبد و مشهد)، *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، دانشگاه زاهدان، شماره 35، صص 201-216.
- [16]. آقاشاهی، م.، اردستانی، م.، نیک‌سخن، م ح.، طهماسبی، ب. 1391. معرفی و مقایسه مدل‌های LARS-WG و SDSM به منظور ریزمقیاس‌سازی پارامترهای زیست‌محیطی در مطالعات تغییر اقلیم، ششمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط‌زیست، تهران، 10 ص.
- [17]. گودرزی، م.، صلاحی، ب.، حسینی، س. ا. 1394. ارزیابی عملکرد مدل‌های ریزمقیاس گردانی LARS-

Prediction of Precipitation in Long-Term Changes in Saghez City using General Circulation Models

Masoud Goudarzi^{1*}, Seyed Asaad Hosseini²

* Mgoodarzi@scwmri.ac.ir

Abstract

The prediction of precipitation changes to determine the extent of its future changes and considering the necessary measures to mitigate the adverse effects of climate change on water resources and agriculture is very important. Accordingly, (GCM) Are designed to simulate and predict climatic parameters. Therefore, in this research, prediction of long-term changes in rainfall in the synoptic station of Saghez was studied. For this purpose, the data of seven GCM models were used under the SRA2 emission scenario and the LARS-WG quantum model. Monthly, seasonal and periodic changes in the 2050s (2046-2065) compared to the base period (1961-2000) Was investigated. To calibrate and validate the LARS-WG model, comparing observations and simulation data using the Kolmogorov-Smirnov test (KS), as well as standard deviation and observational data and simulation data using diagrams The comparison was made. The results indicate that this model is suitable for the study area. The results of prediction of different models also showed that rainfall in the 2050s will decrease compared to baseline based on all GCM models. Seasonally, the highest rainfall rates are related to the spring and autumn rainfall season. Based on the average of the models under study, precipitation is expected to decrease by about 5.7 percent during the period 2046-2065 compared to the base period. The results of this research can be used to manage pond watersheds and different agricultural sectors.

Keywords

Climate, Precipitation, Sucre, LARS-WG, GCM

1- Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute SCWMRI.
2- PhD in Physical Geography (Climatology), University of Mohaghegh Ardabili.

