

ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر بارندگی و دما در حوزه آبریز سد کارون ۳  
علیرضا نیکبخت شهبازی

دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۴۳-۱۳۳

Vol. 3 (2), Summer 2017, 133 - 143

**Assessment of Climate Change Impact on  
Precipitation and Temperature Variation in  
Watershed of Karoon 3 Dam**

Nikbakht Shahbazi A.



[www.jewe.ir](http://www.jewe.ir)

OPEN ACCESS

نحوه ارجاع به این مقاله: نیکبخت شهبازی ع. (۱۳۹۶). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر بارندگی و دما در حوزه آبریز سد کارون ۳. محیط زیست و مهندسی آب، جلد ۳، شماره ۲، صفحات ۱۴۳ - ۱۳۳.

**How to cite this paper:** Nikbakht Shahbazi A. (2017). Assessment of climate change impact on precipitation and temperature variation in watershed of Karoon 3 Dam. J. Environ. Water Eng., 3(2), 133 - 143.

## ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر بارندگی و دما در حوزه آبریز سد کارون ۳

علیرضا نیکبخت شهبازی

گروه مهندسی منابع آب، دانشکده کشاورزی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

\*نویسنده مسئول: ar\_nikbakht@yahoo.com

تاریخ دریافت: [۱۳۹۵/۰۹/۲۲]

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۵/۱۱/۰۲]

### چکیده

هدف از این تحقیق تعیین اثر تغییر اقلیم بر تغییرات بارش و دمای حوزه آبریز سد کارون ۳ در دوره‌های آتی با استفاده از مدل آماری LARS-WG است. به این منظور از داده‌های اقلیمی ۱۰ مدل گردش عمومی جو تحت سه سناریوی انتشار در حوزه سد کارون ۳ استفاده شد. بارش و دمای حوزه تحت تأثیر تغییر اقلیم در دوره (۲۰۹۹-۲۰۱۱) با توجه به داده‌های دوره آماری ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۷ در ۶ ایستگاه هواشناسی شبیه‌سازی شد. با استفاده از بارش روزانه سال‌های آماری، میزان بارش ماهانه حوزه با روش عکس فاصله وزن‌دار، محاسبه شد. به‌منظور بررسی تغییرات بارش ۶ ماهه، سالانه و دوسالانه، مجموع بارش‌ها در بازه ۶ و ۱۲ و ۲۴ ماهه محاسبه شدند. جهت بررسی امکان تولید و شبیه‌سازی داده‌های هواشناسی در دوره‌های آتی واسنجی و صحت‌سنجی مدل با استفاده از مدل LRAS-WG5 برای سال پایه (۱۹۸۰-۲۰۰۷) انجام گرفت. با استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو و سناریوهای تغییر اقلیم IPCC شبیه‌سازی و تولید داده‌های هواشناسی در دوره‌های آتی صورت گرفت. وضعیت بارش ماهانه و اختلاف دمای حداقل و حداکثر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که در فصل بهار و تابستان در حوزه کارون ۳، اختلاف دمای حداکثر و حداقل ماهانه تحت تأثیر تغییر اقلیم کاهش پیدا می‌کند. میزان بارش‌ها در فصل بهار افزایش یافته و در فصل تابستان و پاییز کاهش می‌یابد. بیشترین افزایش بارش در فصل زمستان و در دی ماه اتفاق می‌افتد. نتایج همچنین نشان داد که فراوانی سال‌های نرمال و مرطوب نسبت به میانگین درازمدت بارش منطقه در سناریو انتشار B1 و A2 بیشتر از A1B است.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم؛ بارش؛ دما؛ سد کارون ۳؛ مدل LARS-WG5

## ۱- مقدمه

پدیده تغییر اقلیم می‌تواند بر سیستم‌های مختلف شامل منابع آب، کشاورزی، محیط‌زیست، بهداشت، صنعت و اقتصاد اثرات منفی داشته باشد. ایران نیز از این تغییرات بزرگ مقیاس مستثنی نبوده و اثرات آن در بسیاری از حوزه‌های آبریز کشور مشاهده شده است (Serrat-Capdevila et al. 2007). روش‌های مختلفی برای شبیه‌سازی متغیرهای اقلیمی در دوره‌های آتی تحت تأثیر تغییر اقلیم وجود دارد که معتبرترین آن‌ها استفاده از داده‌های مدل گردش عمومی جو<sup>۱</sup> یا GCM<sup>۱</sup> می‌باشد (Solomon et al. 2007). یکی از ضعف‌های مدل‌های GCM بزرگ‌بودن مقیاس مکانی و زمانی متغیرهای اقلیمی شبیه‌سازی شده می‌باشد. لذا این متغیرها برای مطالعات هیدرولوژی و منابع آب از دقت کافی برخوردار نیستند. بنابراین باید آن‌ها را توسط تکنیک‌های مختلف کوچک مقیاس نمود. (Kamal and Massah (2011) نوسانات و مقادیر متوسط متغیرهای دما و بارش حوزه قره‌سو را در دوره ۲۰۴۰-۲۰۶۹ میلادی با استفاده از مدل HadCM3-A2 و روش کوچک‌مقیاس کردن آماری، مورد شبیه‌سازی قرار دادند. نتایج نشان داد که محدوده تغییر عدم قطعیت مربوط به نوسانات اقلیمی منطقه در ماه‌های مختلف سال، بین ۰/۵ تا ۲ درجه افزایش برای دما و بین ۱۰- تا ۲۰+ میلی‌متر تغییر برای بارش خواهد بود. (Babaeian et al. (2009 خروجی‌های مدل گردش عمومی جو ECHO-G را با سناریو A1 برای دوره‌ی زمانی ۲۰۱۰ الی ۲۰۳۹ ریز مقیاس کردند. داده‌های مورد بررسی از ۴۳ ایستگاه سینوپتیک کشور بود. نتایج نشان داد که برای دوره مورد نظر، ۹ درصد از میزان بارندگی کاسته می‌شود. هم‌زمان میانگین سالانه دما به میزان ۰/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت. به نظر می‌رسد در دوره‌های آتی بارش‌ها به‌صورت سنگین و سیل‌آسا باشد. (Zarghami et al. (2011 از مدل گردش عمومی جو و مدل ریزمقیاس LARS-WG<sup>۲</sup> استفاده نمودند. این مدل ریزمقیاس‌سازی جهت ریزمقیاس‌سازی شش ایستگاه سینوپتیک در استان آذربایجان شرقی با استفاده از مدل HADCM3 و سه سناریو A1B, A2 و B1 در بازه زمانی ۲۰۲۰ الی ۲۰۹۰ مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که الگوی تغییرات دما و بارش اثرات جدی بر کمیت و کیفیت منابع آب داشتند و میانگین افزایش دمای سالانه ۲/۳ درجه و میانگین کاهش بارندگی سالانه حدود ۳ درصد بود. (Ababaie et al. (2011 عملکرد مدل LARS-WG در ایستگاه‌های ساحلی ایران ارزیابی کردند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که در مدل شبیه‌سازی توزیع روزانه میانگین ماهانه و فصلی اکثر سری‌ها عملکرد مناسبی دارد. (Chen et al. (2012 دما و بارش را برای منطقه سودان و سودان جنوبی با هفت مدل گردش عمومی جو بر اساس سناریو A2 پیش‌بینی کردند. در این تحقیق هفت مدل برای دوره‌های ۲۰ ساله ۲۰۱۱-۲۰۳۰، ۲۰۴۶-۲۰۶۵ و ۲۰۸۰-۲۰۹۹ با استفاده از مدل LARS-WG ریزمقیاس شدند. بارش ریزمقیاس شده به‌وسیله مدل LARS-WG در هفت مدل گردش عمومی جو بر اساس سناریوی A2 نتایج متناقضی را داده است که مبین عدم قطعیت زیاد در مدل‌های گردش عمومی جو است. در خصوص دمای حداقل و حداکثر بین همه مدل‌های گردش عمومی جو یک هماهنگی در کلیه ایستگاه‌ها وجود داشت و روند افزایشی را در هر دو عنصر فوق نشان داد. (Hadizadeh et al. (2011 عدم قطعیت تغییر اقلیم را در برآورد بارش تحلیل و ارزیابی نمودند. بدین منظور ایستگاه بیرجند، انتخاب و از مدل ECHO-G تحت سناریو A1 استفاده گردد. عدم قطعیت خروجی مدل آماری LARS-WG پارامترهای اقلیمی بارش ریزمقیاس و سپس عدم قطعیت خروجی مدل بررسی گردید. نتایج حاکی از این بود که داده‌های خروجی مدل فوق تا حد زیادی تابع عدم قطعیت را در برآورد پارامترهای هواشناسی به‌خصوص بارش در بر گرفته است. میزان تغییر اقلیم برای دوره ۲۰۲۴-۲۰۱۱ میزان افزایش ۳/۷ میلی‌متر را نشان داد ولی تغییرات آن در سال‌های فوق نوسانات زیادی داشت. (Zarghami et al. (2011 برای منطقه آذربایجان شرقی سه سناریو A2، B1 و A1B تغییر اقلیم از مدل HadCM3 با استفاده از دو روش ریزمقیاس LARS-WG و ANN استفاده کردند. آنها شش ایستگاه هواشناسی که دارای اطلاعات مناسب بودند برای این منظور انتخاب کردند. بر این اساس به‌طور متوسط در افق ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰، دما حدود ۲/۳ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد و بارش حدود ۳ درصد تغییر خواهد یافت.

<sup>1</sup> General Circulation Model

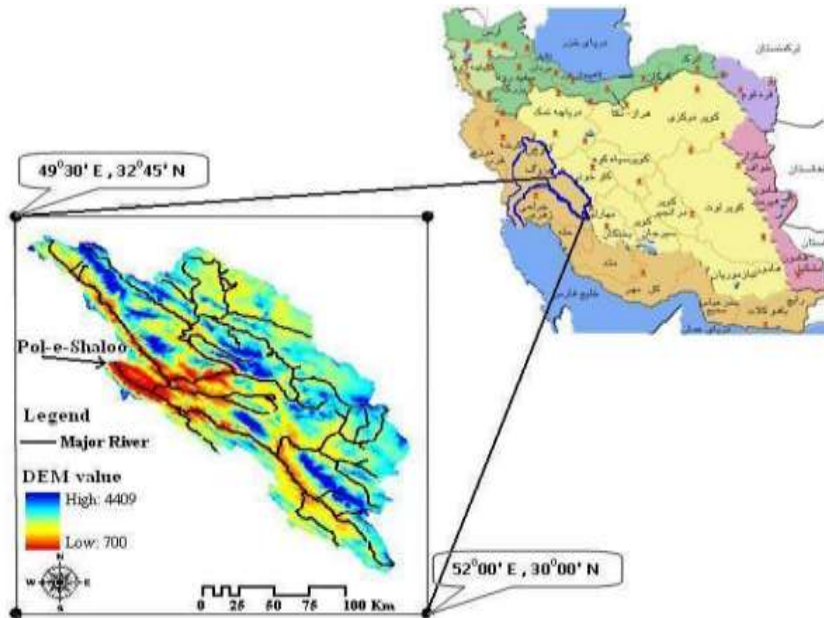
<sup>2</sup> Long Ashton Research Station Weather Generator

Pouralihosein and Massah (2012) اثر تغییر اقلیم بر دما و بارش استان آذربایجان شرقی دوره را در دوره ۲۰۱۳-۲۰۲۲ تحلیل مخاطره و ارزیابی کردند. برای این دوره به صورت ماهانه با شانزده مدل جفت شده، گردش عمومی جو-اقیانوس تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 با کمک روش ریزمقیاس نمایی مکانی داده‌ها با استفاده از روش مقیاس الگو، برای ۴۶ سناریوی دیگر نیز تولید شد. با محاسبه دما و بارش برای سطوح متفاوت مخاطره مشخص شد که در سطح مخاطره ۱۰ درصد، دما ۲/۹- درجه افزایش و مقدار بارش ۷۵-۱۵۰ میلیمتر کاهش نشان داد. در تحقیقات انجام شده اکثراً عدم قطعیت‌ها و دقت روش‌ها مقایسه شده است که نتایج آنها بیانگر دقت قابل قبول مدل LARS-WG می‌باشد. در این تحقیق تأثیر تغییر اقلیم بر تغییرات بارش و دمای حوزه آبریز سد کارون ۳ در دوره‌های آتی مورد بررسی قرار گرفت. ضمناً بر خلاف تحقیقات گذشته از مجموع بارش‌های ماهانه بازه‌های زمانی ۶ ماهه، ۱۲ ماهه و ۲۴ ماهه از ابتدای سال آبی استفاده شد. همچنین اختلاف دمای حداقل و حداکثر ماهانه جهت تحلیل نتایج ریزمقیاس نمایی مورد استفاده قرار گرفت.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوضه سد کارون ۳ می‌باشد. وسعت حوزه آبریز در محل سد کارون ۳، ۲۴۰۰۰ کیلومتر مربع است. متوسط آبدهی درازمدت سالیانه رودخانه کارون در محل احداث سد کارون ۳ حدود ۳۰۰ مترمکعب بر ثانیه و حجم آورد سالیانه آن بیش از ۱۰ میلیارد مترمکعب می‌باشد. ساختگاه سد و نیروگاه کارون ۳ در ۲۸ کیلومتری شرق شهرستان ایذه و در فاصله ۶۱۰ کیلومتری مصب رودخانه کارون در شمال شرقی استان خوزستان واقع شده است. این سد در حدود ۱۲۰ کیلومتری بالادست سد شهید عباسپور (کارون ۱) قرار دارد. شکل (۱) حوزه آبریز کارون بزرگ و موقعیت حوزه آبریز سد کارون ۳ را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت حوزه آبریز کارون بزرگ و سد کارون ۳

ایستگاه‌های منتخب و دارای آمار کامل شامل ایستگاه‌های مرگک، سد شهید عباسپور، تنگ پنچ، بارز و پل شالو می‌باشند. جدول (۱) مشخصات ایستگاه‌های باران‌سنجی در محدوده حوزه آبریز سد کارون ۳ را نشان می‌دهد. طول دوره مشترک آماری

ایستگاه‌های مورد استفاده ۲۸ سال و از سال ۱۹۸۰ الی ۲۰۰۷ است. متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق شامل میزان بارش روزانه، حداقل دمای روزانه و حداکثر دمای روزانه می‌باشد.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های باران‌سنجی در محدوده حوزه آبریز سد کارون ۳

ارتفاع	عرض جغرافیایی (درجه)	طول جغرافیایی (درجه)	نام ایستگاه
۹۴۹	۳۱/۶۷	۵۰/۴۵	مرغک
۳۶۸	۳۲/۰۷	۴۹/۶۰	سد شهید عباسپور
۲۲۷۰	۳۱/۶۵	۵۱/۴۶	تنگ زردالو
۷۰۰	۳۱/۷۵	۵۰/۱۳	پل شالو
۹۸۰	۳۱/۵۱	۵۰/۴۱	بارز

## ۲-۲- اطلاعات هواشناسی و بارش

آماده‌سازی اطلاعات هواشناسی روزانه جهت محاسبه بارش حوضه‌ای ماهانه در حوزه آبریز سد کارون ۳ و تحلیل آماری روی متغیرهای مورد بررسی انجام گرفت. پس از بررسی و کنترل کیفی داده‌ها، نرمال بودن آنها، مورد آزمون گولموگروف-اسمینروف قرار گرفتند. همگنی داده‌ها با روش تحلیل جرم مضاعف ارزیابی و تصادفی بودن مقادیر پذیرفته شد. به‌منظور بررسی تغییرات بارندگی و توسعه مدل پیش بینی برای محدوده مورد مطالعه که توسط سیستم برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب قابل بهره‌برداری باشد، سه بازه زمانی برای محاسبه بارش مجموع تعریف شد. این دوره‌ها عبارت بودند از: مجموع بارش فصول پاییز و زمستان (۶ ماهه)، مجموع بارش فصول پاییز، زمستان، بهار و تابستان (۱۲ ماهه)، مجموع بارش‌های دو سال فصول پاییز، زمستان، بهار و تابستان (۲۴ ماهه).

## ۲-۳- محاسبه بارش ماهانه در سطح حوزه آبریز

بارش‌های ماهانه در سطح حوزه آبریز با استفاده از روش معکوس فاصله وزن‌دار و با داده‌های موجود در ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه شد. این اطلاعات در روی کل حوزه آبریز سد کارون ۳ به‌منظور تخمین میانگین بارش در هر یک از سناریوهای فوق در هر سال مورد استفاده قرار گرفت.

## ۲-۴- مدل ریزمقیاس نمایی آماری LARS-WG5

جهت تولید سناریوهای اقلیمی ماهانه با استفاده از مدل‌های AOGCM از مدل‌های جدول (۲) استفاده شد. خلاصه ویژگی‌های مهم ۱۰ مدل GCM بکاررفته در این مطالعه است. برای بسیاری از مدل‌های GCM پیش‌بینی‌های آب و هوا برای سه سناریوی انتشار گازهای گلخانه‌ای در دسترس است. ریزمقیاس نمایی داده‌های هواشناسی برای دوره‌های آتی تحت سه سناریوی B1 و A2 و A1B با استفاده از مدل LARS-WG5 انجام شد. در این تحقیق از نسخه ۵/۵ این مدل استفاده شد. مدل LARS-WG برای مدل‌سازی متغیرهای هواشناسی، توزیع‌های آماری پیچیده‌ای را بکار می‌برد. مبنای این مدل برای مدل‌سازی طول دوره‌های خشک و تر، بارش روزانه و سری‌های تابش، توزیع نیمه تجربی می‌باشد. در مجموع ۴۰ زیر سناریوی متفاوت به نام سناریو انتشار گازهای گلخانه‌ای که دربرگیرنده طیف وسیعی از تغییرات رشد جمعیت انسان در آینده، عوامل اقتصادی و فناوری مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و ذرات معلق می‌باشد ارائه شده‌است. سناریو A1B ترسیم کننده جهانی با رشد سریع اقتصادی و جمعیتی و رشد سریع فناوری‌های نوین است و بنابراین تغییر اقلیم متوسطی برای دوره آینده ترسیم می‌کند. سناریو A2 بر هویت‌های منطقه‌ای و حفظ آنها تکیه دارد که سبب افزایش جمعیت می‌شود. همچنین رشد اقتصادی و فناوری در این سناریو کندتر است. اما در سناریو B1 رشد جمعیت سریع بوده و تأکید بیشتر در استفاده از انرژی‌های پاک پایدار محیط زیست و اقتصاد در سطح جهانی است (Semenov and Stratonovitch 2010). در این مطالعه از خروجی ۱۰ مدل GCM و سناریوهای انتشار مربوطه در ارزیابی تأثیر تغییر اقلیم بر دمای حداکثر و حداقل و بارش در حوزه کارون ۳ طی سه دوره در مقایسه با دوره پایه (۲۰۰۷-۱۹۸۰) استفاده شد.

جدول ۲- مشخصات ۱۰ مدل چرخه عمومی اتمسفر-اقیانوس (AOGCM) موجود در پایگاه اطلاعات IPCC-AR4 (Semenov and Stratonovitch 2010)

نام مدل	مخفف مدل	گروه مؤسس	قدرت تفکیک	سناریوهای انتشار
HADCM3	HADCM3	UKMO(Uk)	2.5*3.75	A1B,A2,B1
CGCM3T63	CGCM3	CCCMA(Canada)	0.9*1.4	A1B,A2,B1
CNRMCM3	CNCM3	CNRM(France)	1.9*1.9	A1B,A2,B1
CSIROMK3.0	CSMK3	ABM(Australia)	1.9*1.9	A1B,A2,B1
GFDLCM2.0	GFCM2	NOAA/GFDL(USA)	2.0*2.5	A1B,A2,B1
GISS-ER	GIER	NASA/GISS(USA)	4.0*5.0	A1B,A2,B1
INMCM3.0	INM	INM(Russia)	4.0*5.0	A1B,A2,B1
IPSLCM4	IPCM4	IPSL(France)	2.5*3.75	A1B,A2,B1
MIROC3.2MEDRES	MIMR	NIES(Japan)	2.81*2.81	A1B,A2,B1
BCM2.0	BCM2.0	BBCR(Norway)	1.5*1.5	A1B,A2,B1

## ۲-۵- واسنجی و صحت سنجی مدل

بهمنظور واسنجی مدل، بعد از جمع‌آوری داده‌های روزانه بارش، دمای حداقل و حداکثر ایستگاه‌های هواشناسی مورد اشاره برای دوره پایه (۱۹۸۰-۲۰۰۷) و آماده کردن فایل‌های ورودی، مدل برای دوره پایه در ایستگاه‌های مورد نظر اجرا شد. تولید سناریوهای اقلیمی روزانه به وسیله مدل LARS-WG در سه مرحله انجام شد. ابتدا مدل با استفاده از داده‌های مشاهداتی بارش و دمای حداقل و حداکثر ۶ ایستگاه منتخب در حوضه کارون ۳ برای دوره پایه مورد واسنجی قرار گرفت. سپس در مرحله صحت سنجی توانایی مدل در شبیه‌سازی اقلیم ایستگاه‌ها بررسی شد. مشخصه‌های آماری داده‌های هواشناسی مشاهده شده و شبیه‌سازی شده جهت تعیین معنی‌داری اختلاف بین آن دو با مقایسه آماری، مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. برای مقایسه داده‌های تولید شده و تاریخی از معیارهای توزیع احتمال و میانگین‌ها به ترتیب از آزمون‌های کای اسکور و t استفاده شد (Mansori et al. 2013). پس از واسنجی و صحت سنجی مدل، سری‌های زمانی روزانه دما و بارش در دوره‌های ۲۰۱۱ الی ۲۰۳۰، ۲۰۴۶ الی ۲۰۶۵ و ۲۰۸۰ الی ۲۰۹۹ به صورت مستقیم با استفاده از پیش‌بینی ۱۰ مدل AOGCM در مدل LARS-WG تحت سه سناریو انتشار برای هر یک از ایستگاه‌ها تولید شد. سپس میانگین ماهانه متغیرهای بارش و دما در حوزه با درون‌یابی مقادیر ایستگاه‌ها در کل حوضه به دست آمد. مجموع بارش‌های ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه برای سناریوهای A1B, A2 و B1 محاسبه شد. پس از اجرای مدل LARS-WG برای هر مدل AOGCM و هر سناریو میزان بارش ماهانه و مجموع بارش‌های ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه به دست آمد. در واقع در دوره‌های آتی (سه دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰، ۲۰۴۶-۲۰۶۵ و ۲۰۸۱-۲۱۰۰) تکرار شد.

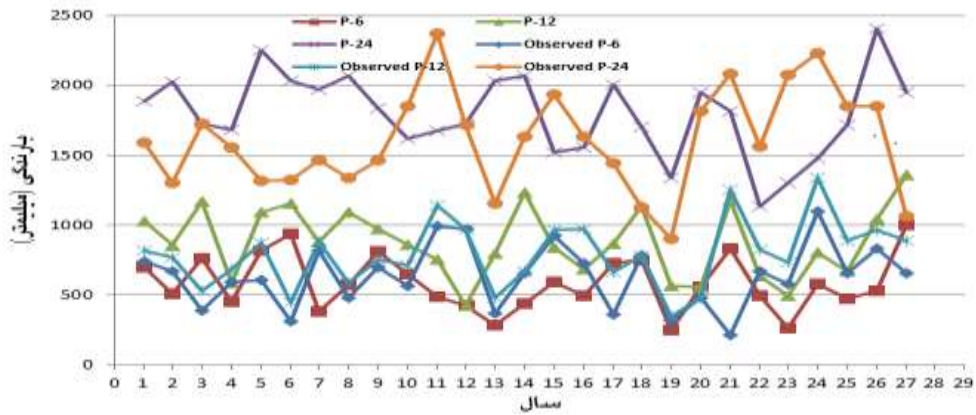
## ۳- یافته‌ها و بحث

نتایج مقایسه توزیع‌های احتمال و میانگین‌های ماهانه متغیرهای بارندگی، دمای حداقل و حداکثر، نشان داد می‌توان از مدل LARS-WG برای پیش‌بینی داده‌های بارش و دما در دوره‌های آتی استفاده کرد.

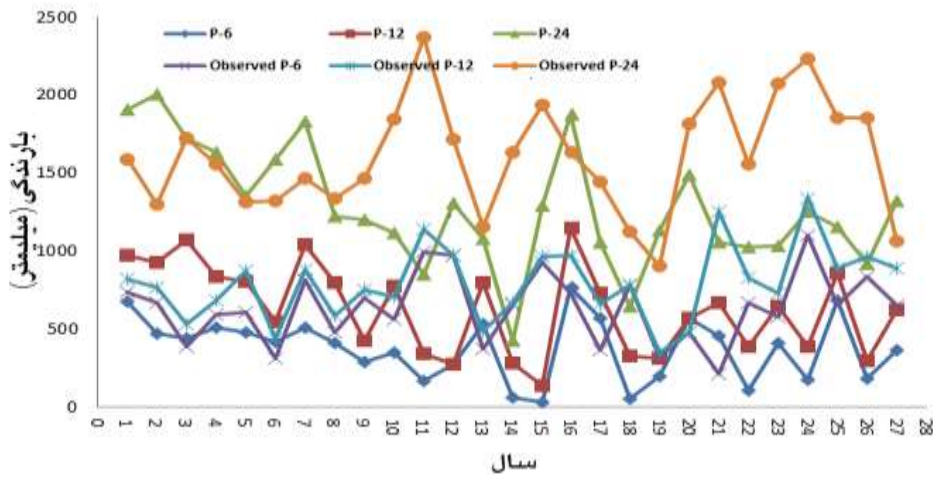
### ۳-۱- ریز مقیاس نمایی آماری در دوره ۲۰۳۰-۲۰۱۱

نتایج سناریوهای متفاوت تغییرات بارش در دوره ۲۰۳۰-۲۰۱۰ (میانگین ۲۰۲۰) به صورت نمونه در شکل (۲) نشان داده شده است. در سناریو A1B، بارش‌های شش ماهه و دوازده ماهه تغییر قابل توجهی را در دوره ۲۰۱۱ الی ۲۰۳۰ نشان نمی‌دهد. در دوره ۲۴ ماهه بارش‌ها افزایش پیدا می‌کند. در سناریو A2، بارش‌های شش و دوازده ماهه کاهش می‌یابد. در سناریو B1، بارش‌ها افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد و ترسالی‌ها و سال‌های نرمال بارندگی افزایش یافته است.

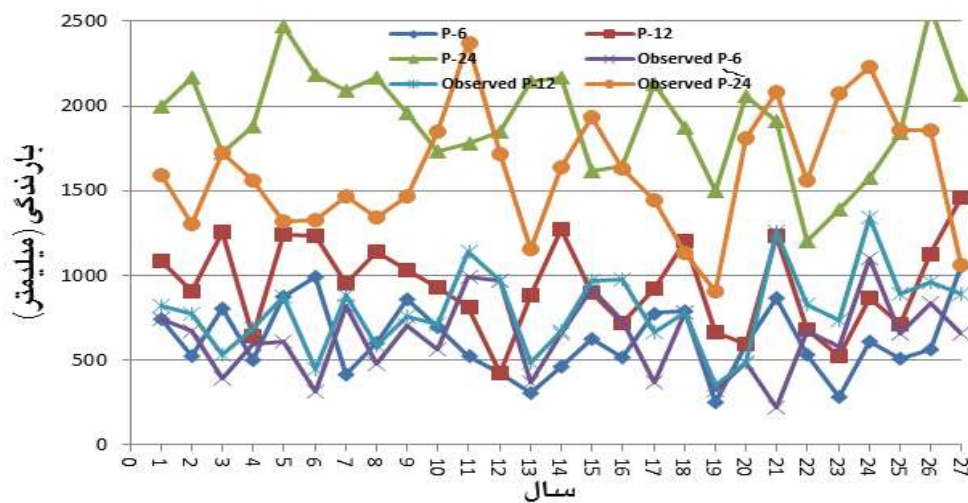
آنچه از شکل (۲) استنباط می‌شود اینست که اختلاف قابل توجهی در بارندگی سالانه رخ نمی‌دهد. نتایج سایر پژوهش‌ها در نقاط دیگر نیز نشان می‌دهد که معمولاً اختلاف قابل توجهی در بارندگی سالانه وجود ندارد. درحالی‌که تغییرات فصلی بارندگی قابل ملاحظه می‌باشد (Kamal and Massah 2011). به‌طوریکه جابجایی زمانی بارندگی در حوزه اتفاق خواهد افتاد.



الف- سناریوی A1B



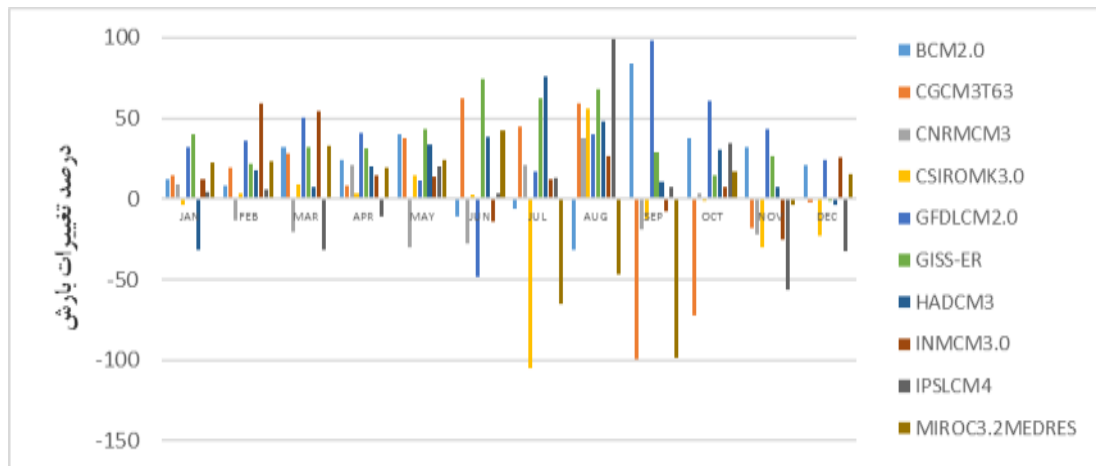
ب- سناریوی A2



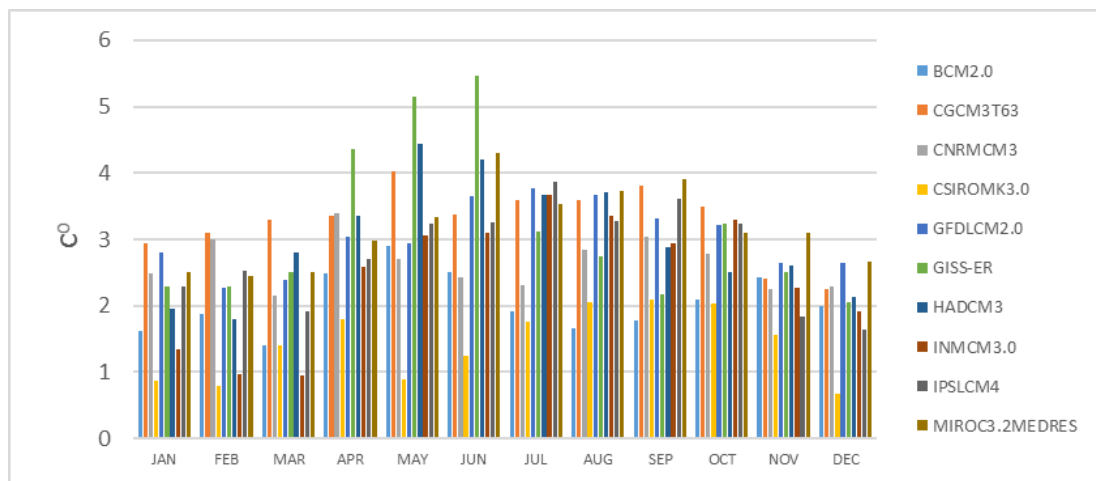
ج- سناریوی B1

شکل ۲- تغییرات بارش (مجموع ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه) منطقه در دوره ۲۰۱۰-۲۰۳۰ تحت سناریوی انتشار الف- سناریوی A1B  
ب- سناریوی A2 و ج- سناریوی B1

نتایج خروجی ریزمقیاس نمایی درصد تغییرات بارش و دمای حوضه در سناریو A1B برای دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ نسبت به دوره پایه در شکل‌های (۳) و (۴) نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود تغییرات بارش نسبت به دوره پایه در مدل‌های مختلف گردش عمومی جو بسیار متفاوت است. این موضوع نشان از عدم قطعیت بالای سناریو انتشار A1B در این مورد دارد. در مورد تغییرات دمای ماهانه تغییرات کمتری بین مدل‌های مختلف گردش عمومی وجود دارد.



شکل ۳- درصد تغییرات بارش حوضه در دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ نسبت به دوره پایه تحت سناریوی انتشار A1B



شکل ۴- تغییرات دمای حوضه در دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ نسبت به دوره پایه تحت سناریوی انتشار A1B

### ۳-۲- ریزمقیاس نمایی آماری در دوره ۲۰۴۶-۲۰۶۵

در سناریو A1B، مجموع بارش‌های شش ماهه و دوازده ماهه به‌خصوص در سال‌های اولیه و سال‌های بعد از ۲۰۶۰ کاهش پیدا می‌کند. اگر چه اکثر سال‌ها در این دوره نرمال و بارش مانند دوره مشاهداتی است. در سناریو A2 بارندگی در درازمدت کاهش یافته و سال‌های خشک با شدت بالا اتفاق خواهد افتاد. اما در کوتاه مدت تغییر قابل توجهی در بارندگی‌ها (۶ و ۱۲ ماهه) رخ نخواهد داد. در سناریو B1، بارش‌ها افزایش یافته و فراوانی ترسالی‌ها افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج به دست آمده در این دوره که نشان از سال‌های نرمال بارندگی است و با مقایسه با نتایج کارهای مشابه می‌توان گفت که کاهش درازمدت بارندگی‌ها و افزایش تدریجی دما را خواهیم داشت (Babaeian et al. 2009 و Zarghami et al. 2011).



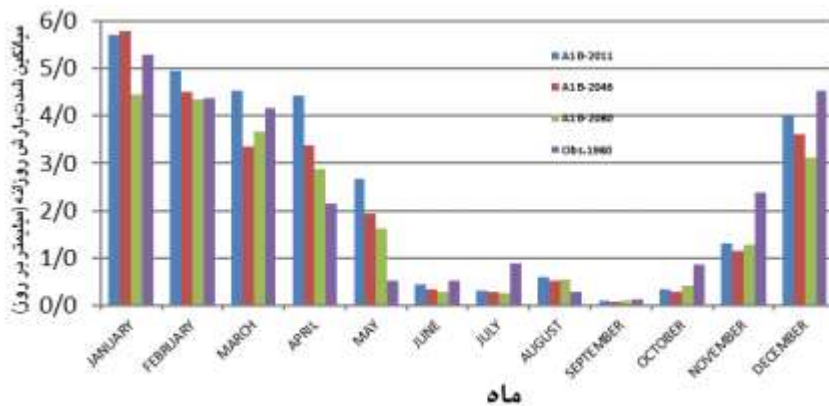
## ۳-۳- ریز مقیاس نمایی آماری در دوره ۲۰۸۰-۲۰۹۹

در سناریو A1B، تحلیل نتایج تغییرات بارندگی بیانگر کاهش بارش در درازمدت است. به طوریکه در سال‌های پایانی این دوره بارندگی بسیار کاهش یافته و سال‌های خشک با تداوم بیشتری رخ خواهد داد. در سناریو A2، بارش‌ها در این مقطع زمانی کاهش یافته و با خشکی شدیدی همراه خواهد بود. در سناریو B1، تغییرات نوسانی در بارندگی‌ها اتفاق می‌افتد و سال‌های خشک کمابیش شدید نیز اتفاق خواهد افتاد. در جدول (۳) میزان میانگین تغییرات اختلاف دمای حداقل و حداکثر و بارش فصلی در دوره‌های آتی نسبت به دوره پایه در ماه‌های مختلف سال آورده شده است.

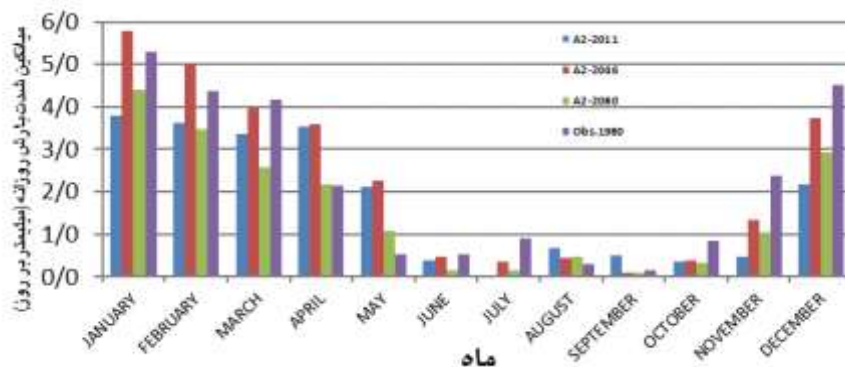
جدول ۳- مقایسه میزان میانگین تغییرات دما و بارش در دوره‌های آتی نسبت به دوره پایه در سناریوهای مختلف

A1B		A2		B1		ماه
درصد تغییر بارش	درصد تغییر اختلاف دما	درصد تغییر بارش	درصد تغییر اختلاف دما	درصد تغییر بارش	درصد تغییر اختلاف دما	
-۹	+۲۰	+۲	+۱۵	+۱۵	-۸	۶
-۱۱	+۱۶	+۵	-۱۷	+۹	-۱۲	۱۲
+۸	-۱۲	+۴	-۱۸	+۸	-۷	۲۴

جدول (۳) نشان می‌دهد که در فصل بهار و تابستان اختلاف دمای حداکثر و حداقل ماهانه کاهش پیدا می‌کند و میزان بارش‌ها در فصل بهار افزایش یافته و در فصل تابستان و پاییز کاهش می‌یابد. بیشترین افزایش بارش در فصل زمستان و در ماه دسامبر (دی) اتفاق می‌افتد. بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با کارهای گذشته تغییر میانگین ماهانه دما و بارش رخ داده در دوره‌های آتی قطعی است. میزان این تغییرات یعنی دما و بارش با هم نسبت معکوس دارند. این نتایج با آنچه Scholz et al. (2008) به دست آورده‌اند هم‌خوانی دارند. در شکل (۵) میانگین شدت بارش روزانه در دو دوره مشاهداتی و آتی تحت سناریوهای مختلف در ایستگاه پل شالو نشان داده شده است.



الف- سناریو A1B



ب- تحت سناریو A2

شکل ۵- میانگین شدت بارش روزانه در دو دوره مشاهداتی و آتی در ایستگاه پل شالو تحت سناریو: الف-A1B و ب-A2

همان طور که در شکل (۵-الف) مشاهده می‌شود، تحت سناریوی A1B در فصل زمستان و بهار میانگین شدت بارش روزانه نسبت به دوره مشاهداتی افزایش یافته و در فصل تابستان و پاییز نسبتاً کاهش می‌یابد. حال آنکه تحت سناریوی A2 در شکل (۵-ب) در فصل زمستان و بهار میانگین شدت بارش روزانه نسبت به دوره مشاهداتی نسبتاً کاهش یافته و در فصل تابستان و پاییز نیز کمتر از میزان مشاهداتی است. در سناریو B1 در فصل زمستان و بهار در دوره‌های آتی شدت بارش میانگین افزایش یافته و در فصل تابستان و پاییز تغییر قابل توجهی نشان نمی‌دهد. به طور کلی می‌توان گفت که در دوره‌های آتی بارش‌های عمدتاً در ماه ژانویه تا آخر ماه می اتفاق می‌افتد و بارش‌های فصل‌های تابستان و پاییز کاهش یافته و عمدتاً سبب خشکی‌های کوتاه مدت در حوزه کارون ۳ می‌گردد.

#### ۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق تغییرات دما و بارش در حوزه آبریز سد کارون ۳ در دوره‌های ۲۰۱۱-۲۰۳۰، ۲۰۴۶-۲۰۶۵ و ۲۰۸۰-۲۰۹۹ میلادی تحت تأثیر تغییر اقلیم مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا از خروجی ۱۰ مدل از سری مدل‌های AOGCM تحت سناریوی انتشار گازهای گلخانه‌ای A1B، A2 و B1 طی دوره‌های ذکر شده به منظور برآورد مقادیر بارندگی و دمای روزانه در دوره‌های آینده استفاده شد. نتایج زیر از این تحقیق حاصل شده است:

- ۱- میانگین تغییرات دما و بارش در دوره‌های آتی در ماه‌های مختلف تغییر خواهد یافت. به طور کلی در فصل بهار و تابستان اختلاف دمای حداکثر و حداقل ماهانه کاهش پیدا می‌کند. میزان بارش‌ها در فصل بهار افزایش و در فصل تابستان و پاییز کاهش می‌یابد.
  - ۲- نتایج سناریو انتشار A2 در دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ نشان می‌دهد که بارش‌های شش و دوازده ماهه کاهش می‌یابد. سناریو انتشار B1 نشان می‌دهد که بارش‌ها افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد و تعداد ترسالی‌ها و سال‌های نرمال افزایش می‌یابد. از اینرو پیش‌بینی می‌شود که جابجایی زمانی بارندگی در حوضه اتفاق خواهد افتاد.
  - ۳- درصد تغییرات بارش و دمای حوضه در سناریو A1B در دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ نسبت به دوره پایه نشان دهنده تغییرات کاهشی ۴۰- درصدی بارش در فصول گرم سال نسبت به دوره پایه است. همچنین دمای ماهانه،  $2/5+$  درجه افزایش را نسبت به دوره پایه نشان می‌دهد که نشان از عدم قطعیت بالای این سناریو در مدل‌های گردش عمومی است.
  - ۴- عدم قطعیت مدل‌های AOGCM در شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی قابل ملاحظه است و تفاوت قابل ملاحظه بین عملکرد مدل‌های AOGCM در شبیه‌سازی اقلیم در این تحقیق مشاهده نشد.
- جهت ادامه تحقیق حاضر پیشنهاد می‌گردد تأثیر عدم قطعیت‌های توأم مربوط به مدل‌های گردش عمومی جو و سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای بر تغییرات بارش و دما مورد بررسی قرار گیرد.

#### References

- Ababaie, B., Mirzaee F. and Sohrabi T. (2011). LARS-WG application in 12 meteorological stations in Iran. *Iran Wat. Res. J.*, 9(5), 217-222 [In Persian].
- Babaeian A., Najafinik Z. Zabol Abbasi F. Habibi Nokhandan M. Adab H. and Malbousi Sh. (2009). Assessment of climate change by downscaling data using general circulation models ECHO-G in 2010-2039. *Geogr. Develop.*, 16, 135-152 [In Persian].
- Chen H., Guo J., Zhang Z. and Xu Ch Y. (2012). Prediction of temperature and precipitation in Sudan and South Sudan by using LARS-WG in future, *Theor. Appl. Climatol.*, 113(3), 363-375.
- Hadizadeh M., Shahidi A. and Farzaneh MR. (2011). Uncertainty analysis of precipitation under climate change (Study area: Birjand synoptic station). 4<sup>th</sup> Conference of Water Resources Management of Iran, Tehran, Iran [In Persian].
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Summary for Policymakers.*

- Kamal, A. and Massah Bavani A. (2011). The impact of climate fluctuations on runoff with the involvement of uncertainty hydrologic models. Iran Water Resources Management Conference. Amirkabir University of Technology [In Persian].
- Mansouri B., Ahmadzadeh H. Massah A. Morid S. and Delavar M. (2014). Climate change impact on Zarrineh Roud watershed by SWOT model. *Wat. Soil J.* 28(6), 1191-1203 [In Persian].
- Pouralihosein S. Sh., and Massah A. (2012). Risk analysis of climate change on temperature and precipitation in Eastern Azarbayejan in 2013-2022. *Geo Phys. space*, 39(2), 191-208 [In Persian].
- Semenov MA. And Barrow E. (2002). LARS-WG manual., A Stochastic Weather Generator for Use in Climate Impact Studies.
- Semenov MA. and Stratonovitch P. (2010). The use of multi-model ensembles from global climate models for assessment of climate change impacts. *Clim. Res.*, 41, 1-14.
- Serrat-Capdevila A., valades JB., Gonzalez Perez J., Baired K., Mata L. and Maddock T. (2007). Modeling climate change impacts and uncertainty on the hydrology of a riparian system: The San Pedro Basin (Arizona/ Sonora). *J. Hydrol.*, 347, 48-66.
- Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt KB., Tignor M. and Miller HL. (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, 1-18.
- Scholz G., Quinton J.N. and Strauss P. (2008). Soil erosion from sugar beet in Central Europe in response to climate change induced seasonal precipitation variations. *Catena*, 72, 91-105.
- Zarghami M., Abdi A., Babaeian I., Hassanzadeh Y. and Kanani R. (2011). Impacts of climate change on runoffs in East Azerbaijan. *Global Planet. Change*, 78, 137-146.

## Assessment of Climate Change Impact on Precipitation and Temperature Variation in Watershed of Karoon 3 Dam

Alireza Nikbakht Shahbazi

Department of Water Resources Engineering, Faculty of Agriculture, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

\*Corresponding author: ar\_nikbakht@yahoo.com

Received: December 12, 2016

Accepted: January 21, 2017

### Abstract

This study aimed at investigating climate change impacts on precipitation and temperature variations in the watershed of Karoon 3 Dam using LARS-WG statistical model in the future. For this purpose, the climate data of 10 atmospheric general circulation models (GCM) were used under three distinct emission scenarios in the watershed of Karoon 3 Dam. The precipitation and temperature parameters of the study area were simulated for 2011-2099 using the data of 1980 - 2007 in six synoptic stations. First, mean monthly precipitation was calculated using daily data by Inverse Distance Weighted interpolation method. In order to investigate six months' precipitation variation, the summation of 6, 12, and 24 months' precipitation were calculated. The model calibration and verification was evaluated using LARS-WG5 model for the base year (2007-1980) in order to determine the production feasibility and simulation of meteorological data in future periods. Using atmospheric GCM and the IPCC climate change scenarios, the simulation and production of meteorological data was performed for future periods. The monthly precipitation and minimum and maximum temperature difference were analyzed. The research showed that difference between monthly maximum and minimum temperature decreases under climate change in spring and summer. Spring precipitations increase while summer and autumn precipitations decrease. The most increase of precipitation takes place in winter and in January. Moreover, the results showed that the frequency of normal and wet years with respect to the long-term average rainfall in the area was more in B1 and A2 emissions scenarios compared with A1B.

**Keywords:** Climate Change; Precipitation; Temperature Variation; Karoon 3 Watershed; LARS-WG5 Model.