

ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر بارش و دما با استفاده از مدل‌های HadCM3 و ECHAM4 در حوزه
آبخیز گرگان‌رود-قره‌سو
دیمن غفاری، مهناز کرمی جوزانی و عطا امینی

دوره ۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، صفحات ۱۴۸-۱۳۶

Vol. 2(2), Summer 2016, 136-148



**Evaluation of Climate Change Impacts
on Rainfall and Temperature using
HadCM3 and ECHAM4 Models in
Gorganrood-Gharesoo Watershed**

Ghaffari D., Karami Jouzani M. and
Amini A.

www.jewe.ir

OPEN ACCESS

نحوه ارجاع به این مقاله: غفاری د، کرمی جوزانی م، و امینی ع. (۱۳۹۵). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر بارش و دما با استفاده از مدل‌های HadCM3 و ECHAM4 در حوزه آبخیز گرگان‌رود-قره‌سو، محیط‌زیست و مهندسی آب، جلد ۲، شماره ۲، صفحات: ۱۴۸-۱۳۶

How to cite this paper: Ghaffari D., Karami Jouzani M. and Amini A.(2016). Evaluation of climate change impacts on rainfall and temperature using HadCM3 and ECHAM4 models in Gorganrood-Gharesoo watershed, J. Environ. Water Eng. 2(2), 136-148

ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر بارش و دما با استفاده از مدل‌های HadCM3 و ECHAM4 در حوزه آبخیز گرگان‌رود-قره‌سو

دیمن غفاری^{۱*}، مهناز کرمی جوزانی^۲ و عطا امینی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه ملایر

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه ملایر

۳- استادیار، مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سنندج، ایران

*نویسنده مسئول: di3000gh@yahoo.com

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۵/۰۵/۲۹]

تاریخ دریافت: [۱۳۹۴ / ۱۲ / ۱۸]

چکیده

پیش‌بینی‌های اقلیمی نشان می‌دهند که به علت افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای دمای سطح زمین، گرم‌تر شده است. به طوری که منجر به تغییرات قابل توجه در عناصر هواشناسی شده است. در تحقیق حاضر تاثیر تغییر اقلیم بر بارش و دمای ایستگاه‌های حوزه آبخیز گرگان‌رود-قره‌سو برای دوره آماری ۱۳۸۶-۱۳۶۷ مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های روزانه خروجی مدل‌های HadCM₃ و ECHAM₄ تحت سناریوهای اقلیمی به وسیله مدل LARS-WG برای دوره ۲۰۳۰-۲۰۱۱، ریزمقیاس‌نمایی و پیش‌بینی گردید. نتایج نشان داد که بر اساس مدل HadCM₃، بارندگی به مقدار ۱۲/۶، ۳/۳ و ۳/۵ درصد و درجه حرارت به میزان ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۳ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در سناریوهای A₂، B₁ و A₁B نسبت به دوره‌های پایه افزایش می‌یابد. در مدل ECHAM₄ نیز درجه حرارت در هر سه سناریو افزایش می‌یابد، اما بارندگی تا ۱۱/۶- درصد بر اساس سناریوی B₁ کاهش نشان می‌دهد. نتایج این تحقیق در برنامه‌ریزی‌های مدیریت منابع آب و بخش کشاورزی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: استان گلستان، بارش، تغییر اقلیم، LARS - WG، ریزمقیاس‌نمایی

۱- مقدمه

میانگین دمای سطح زمین بر اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای در حال افزایش است. بطوریکه سناریوهای اخیر هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC^۱)، افزایش متوسط جهانی دما را ۰/۷۶ درجه سانتی‌گراد در قرن گذشته و ۱/۱ تا ۶/۴ درجه سانتی‌گراد در قرن حاضر پیش‌بینی می‌کنند (IPCC, 2001). علاوه بر تغییر در میانگین متغیرهای اقلیمی، تغییر در مقادیر حدی بارندگی نسبت به مقادیر گذشته آن نیز از دیگر پیامدهای تغییر اقلیم است که به معنای افزایش شدت تغییرات حدی بارش در سال‌های خشک یا مرطوب است (IPCC, 2007). بارندگی و دما دو عامل اثرگذار بر بسیاری از فرآیندهای مرتبط با مدیریت منابع آب هستند که تغییر در رواناب و نیاز آبی محصولات کشاورزی از مهمترین آنها می‌باشند. رشد جمعیت و مصرف سرانه آب و از طرفی تغییرات اقلیمی، افق‌هایی از بحران‌های آبی را در آینده‌ای نه چندان دور پیش‌رو می‌گذارند. حل این بحران‌ها و کاهش اثرات سوء آنها، تنها در سایه مدیریت و برنامه‌ریزی در بهره‌برداری بهینه از منابع آب و با اتکاء به دانش روز عملی است. کشور ایران به دلیل واقع شدن در منطقه خشک و نیمه خشک و محدودیت منابع آبی و با توجه به روند رو به افزایش جمعیت آن در آینده‌ای نه چندان دور دچار بحران کم آبی خواهد شد. از اینرو استفاده بهینه از منابع آب لازم و ضروری است (Ziaei, 2007). در هر برنامه مدیریتی برای منابع آب آگاهی از شرایط آینده به منظور تخصیص بهینه منابع آب به بخش‌های مختلف از قبیل شرب، کشاورزی لازم است. در یک سیستم منابع آب اغلب نیاز بخش‌های مختلف از قبیل کشاورزی و شرب تغییر چندانی نکرده و به راحتی قابل پیش‌بینی است. آنچه که مهم است، پیش‌بینی مقادیر جریان ورودی به سیستم منابع آب در آینده است (Fathabadi, 2008). Abasi et al. (2008) با ارزیابی تأثیر تغییر اقلیم بر دما و بارش ایران در دهه‌های آینده با استفاده از خروجی دو مدل گردش عمومی جو HadCM₃ و ECHAM₄ و با در نظر گرفتن ۱۸ سناریوی انتشار IPCC و با استفاده از مدل MAGICC-SCENGEN دریافته‌اند که بارش‌های ایران تا دهه ۲۱۰۰ به میزان ۲/۵٪ کاهش خواهد یافت. Abasi و Assmari (2009) با پیش‌بینی و ارزیابی تغییرات دما و بارش ایران در دهه‌های آینده با الگوی MAGICC-SCENGEN و با استفاده از خروجی دو الگوی عمومی جو (ECHAM₄ و HadCM₃) به این نتیجه رسیدند که در تمامی استان‌های ایران افزایش دمایی معادل ۳-۳/۶ درجه سانتی‌گراد قابل مشاهده است. Tavangar et al. (2013) به پیش‌بینی نوسان بارش در زیر حوضه گرگانود برای دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۱ پرداختند. از داده‌های بارش مدل HadCM₃ و سناریوی A₁B و جهت ریزمقیاس‌نمایی از مدل آماری LARS-WG استفاده شد. نتایج بیانگر کاهش ۱۴٪ میزان بارش سالانه و جابجایی الگوی بارش از فصل سرد سال به فصل بهار و همچنین افزایش بارش در ابتدای فصل تابستان است. Fang et al. (2013a) در مطالعه‌ای در چین داده‌های بارش و درجه حرارت ۵۴ ایستگاه هواشناسی و نتایج شبیه‌سازی مدل ترکیبی CMIP₅^۲ را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج آنها بیانگر افزایش روند درجه حرارت در طی ۵ سال منتهی به ۲۰۱۳ است. همچنین روند افزایش بارش جایگزین روند کاهشی اوایل دهه ۱۹۸۰ شده و اقلیم از گرم و خشک به گرم و مرطوب تغییر یافته است. Ribalaygua et al. (2013) در مطالعه‌ای در منطقه‌ای واقع در اسپانیا به وسیله تکنیک ریزمقیاس‌نمایی آماری، اقدام به شبیه‌سازی درجه حرارت ماکزیمم، مینیمم و بارش روزانه در آینده کردند. نتایج بیانگر افزایش درجه حرارت ماکزیمم و مینیمم تحت سناریوهای انتشار A₂، A₁B و B₁ و کاهش متوسط بارش در طی قرن ۲۱ است. Fang et al. (2013b) طی مطالعه‌ای به بررسی تغییرات در رژیم اقلیمی با استفاده از طبقه‌بندی اقلیمی T-K₃ توسط آنالیز مشاهدات طی دوره ۱۹۰۰-۲۰۱۰ و شبیه‌سازی‌ها در طی ۱۹۰۰-۲۱۰۰ از ۲۰ مدل اقلیمی جهانی در ۵ فاز طرح یا پروژه درون مقایسه‌ای مدل جفت شده (CMIP₅) پرداختند. در مدل طراحی شده، ۱۰-۳ درجه سانتی‌گراد افزایش درجه حرارت سالانه را تا پایان قرن ۲۱ پیش‌بینی کردند. همچنین بارش نیز در مقیاس مکانی بطور قابل توجهی متفاوت خواهد بود. این تحقیقات بیانگر تغییرات اقلیمی در مناطق مختلف جهان است. از اینرو کمی نمودن این تغییرات در حوضه‌های مختلف کشور ضروری است. در حوزه آبخیز مورد مطالعه، دو رودخانه اصلی یعنی گرگان‌رود و قره‌سو منبع مهم تامین آب برای مصارف مختلف هستند. منابع

¹ Intergovernmental Panel on Climate Change

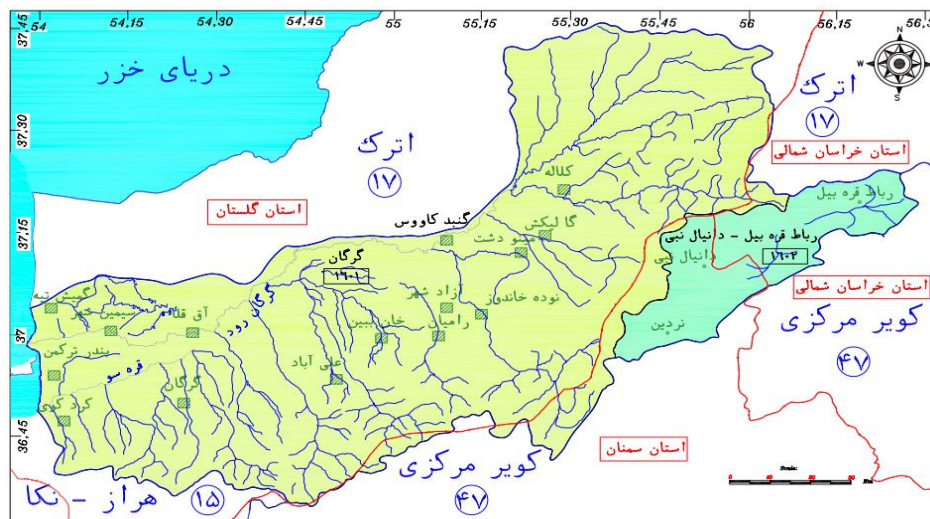
² Coupled Model Inter Comparison Project Phase

آب سطحی و زیرزمینی در این حوضه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا این منطقه، منبع مهم تامین آب شرب، کشاورزی و صنعت برای ساکنین این حوضه است. بنابراین، آگاهی از وضعیت این منابع و عوامل اثرگذار بر آن مخصوصاً عوامل اقلیمی بارش و دما از ملزومات آشکار است. آشکارسازی نوسانات اقلیمی و یا تغییر اقلیم از گذشته تا حال و همچنین برای دوره‌های آتی در این حوضه می‌تواند به درک ما از اثرات احتمالی آن بر منابع آب سطحی و زیرزمینی کمک کند تا در جهت مدیریت مطلوب و بهینه و تخصیص این منابع حیاتی در حوضه‌های آبخیز اقدام نماییم. در راستای هدف تحقیق، به منظور پیش‌بینی داده‌های دما و بارندگی در آینده نزدیک (۲۰۳۰-۲۰۱۱) از دو مدل اقلیمی HadCM₃ و ECHAM₄ استفاده گردید. نتایج حاصل از این دو مدل به وسیله سناریوهای A₁B و B₁، A₂ بررسی و نتایج آن‌ها با هم مقایسه شدند.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز گرگان‌رود-قره‌سو در بخش جنوب شرقی دریای خزر قرار دارد و در تقسیم بندی کلی هیدرولوژی ایران، جزئی از حوزه آبخیز دریای خزر به شمار می‌رود. این حوضه در محدوده طول جغرافیایی ۵۴° ۰۰' تا ۵۶° ۲۹' شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶° ۳۶' تا ۳۷° ۴۷' شمالی واقع شده است. این حوضه دارای مساحت ۱۳۰۶۱ km² است. میانگین سالانه بارش در حوضه از حدود ۳۰۰ mm در کناره‌های جنوبی و شمالی حوضه تا ۱۰۰۰ mm در بخش مرکزی آن متغیر است و روند تغییرات سالانه بارندگی، شبه مدیترانه‌ای است. میانگین سالانه دما در این حوضه از حدود ۱۷ درجه سانتی‌گراد در نواحی کم‌ارتفاع تا ۷/۵ درجه سانتی‌گراد در ارتفاعات جنوبی متغیر است. حوزه آبخیز گرگان‌رود-قره‌سو دارای رودخانه‌های کوچک و متوسط متعدد است که پس از عبور از ارتفاعات و طی مسافتی در دشت، نهایتاً دو رودخانه اصلی حوضه یعنی گرگان‌رود و قره‌سو را تشکیل می‌دهند که از مسیر شرق به غرب، به دریای خزر می‌ریزند. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت حوضه آبخیز گرگان‌رود-قره‌سو

۲-۲- داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق از داده‌های روزانه‌ی بارش، دمای حداقل، دمای حداکثر و ساعت آفتابی طی دوره آماری ۱۳۸۶-۱۳۶۷ استفاده شد. بارش، دمای حداقل و دمای حداکثر از ایستگاه مزرعه گردآوری شد. به دلیل اینکه ایستگاه مذکور فاقد داده‌های ساعت آفتابی بود، از داده‌های ایستگاه مجاور آن یعنی ایستگاه گرگان استفاده شد. مشخصات این دو ایستگاه در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه

ارتفاع	طول جغرافیایی		عرض جغرافیایی		ایستگاه سینوپتیک
	۵۴°	۳۴°	۳۷°	۹°	
۱۰	۵۴°	۳۴°	۳۷°	۹°	مزرعه
۱۳	۵۴°	۱۶°	۳۶°	۵۱°	گرگان

بارندگی و دما، دو متغیر هواشناسی هستند که در بررسی تغییر اقلیم نقش تعیین کننده ایفا می‌کنند. به منظور شبیه‌سازی آنها برای دوره های آتی تحت آثار این پدیده، از مدل‌های اقلیمی مختلفی استفاده می‌شود. این مدل‌ها به دو دسته‌ی مدل‌های آماری و مدل‌های گردش عمومی جو (GCM) تقسیم می‌شوند. کاربرد مدل‌های گردش عمومی جو بیشتر مورد تایید و توجه بوده و در این تحقیق از آن استفاده شد. در تحقیقاتی که در نقاط مختلف ایران صورت گرفته است، مدل HadCM₃ به عنوان بهترین مدل برای شبیه‌سازی معرفی شده است (Abasi et al. 2012). در این مطالعه نیز این مدل، به همراه مدل ECHAM₄ به کار گرفته شد. مشخصات این دو مدل در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲- مشخصات مدل‌های چرخه عمومی اتمسفر-اقیانوس (AOGCM) مورد استفاده در این تحقیق

نام مدل	مخفف مدل	گروه موسس	قدرت تفکیک	سناریوهای انتشار
HadCM ₃	HadCM ₃	UKMO (UK)	2.5×3.75	A ₂ , B ₁ , A ₁ B
ECHAM ₄	MPEH ₄	MPI-M (Germany)	1.9×1.9	A ₂ , B ₁ , A ₁ B

۲-۳- سناریوهای انتشار

از ورودی‌های مورد نیاز مدل‌های AOGCM، مقادیر انتشار گازهای گلخانه‌ای در دوره‌های آتی است. هیأت بین‌الدولی تغییر اقلیم تاکنون سناریوهای متفاوتی را ارائه نموده است که SRES از جدیدترین آنها است. هر کدام از زیرسناریوهای SRES مربوط به یکی از گروه‌های A₁, A₂, B₁ و B₂ است. در مطالعه حاضر، سناریوهای A₂ و B₁ و A₁B استفاده شدند. در سناریوی A₂، شرایط متمایز با وضعیت فعلی آن خواهد بود. موضوع در برگیرنده این سناریو تقویت نیروهای جمعیتی منطقه‌ای با تاکید بر ارزش خانواده و رسوم آن، رشد زیاد جمعیت و نوسانات کمتر در سرعت پیشرفت اقتصادی است. ولی سناریوی B₁، افزایش جمعیت در اواسط قرن ۲۱ به اوج خود می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد. تاکید در این سناریو بیشتر در استفاده از انرژی‌های پاک و پایداری محیط زیست است.

۲-۴- ریز مقیاس کردن

به دلیل تفکیک فضایی کم یا ساده‌سازی برخی پدیده‌های خرد مقیاس در مدل‌های گردش عمومی جو، این مدل‌ها نمی‌توانند تقریب درستی از شرایط آب و هوایی منطقه مورد مطالعه ارائه دهند، لذا بایستی خروجی آنها تا حد ایستگاه ریزمقیاس گردد. در این تحقیق جهت ریزمقیاس‌نمایی^۳ آماری داده‌های مدل گردش عمومی جو منتخب، از مدل LARS-WG که یکی از متداول-ترین مدل‌های مولد داده‌های تصادفی وضع هوا است، استفاده می‌شود. این مدل برای تولید مقادیر روزانه بارش، دمای حداقل،

³ Downscaling

دمای حداکثر و تابش یا ساعت آفتابی در یک ایستگاه تحت شرایط اقلیم پایه و آینده به کار می‌رود. برای حصول اطمینان از روند مدل‌سازی، اعتبارسنجی و ارزیابی داده‌های تولید شده توسط مدل در آینده و مقایسه آنها با داده‌های واقعی (مشاهده شده) از آماره-هایی نظیر ضریب همبستگی (R) میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین خطای مطلق (MAE) و ناش-ساتکلیف (Nash) استفاده شد. پس از اطمینان از درستی نتایج ارزیابی و قابلیت مدل LARS-WG در شبیه‌سازی داده‌های مشاهده شده هواشناسی، اجرای شبیه‌سازی داده‌های اقلیمی انجام شد. این متغیرهای با استفاده از معادلات (۱) تا (۴) محاسبه شدند:

$$R^2 = \frac{\sum_{m=1}^K X_m Y_m}{\sqrt{\sum_{m=1}^K x_m^2 \sum_{m=1}^K y_m^2}} \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^K (X_m - Y_m)^2}{K}} \quad (2)$$

$$MAE = \sum_{m=1}^K \left| \frac{X_m - Y_m}{k} \right| \quad (3)$$

$$\text{Nash} = 1 - \left(\frac{\sum_{m=1}^k (Y_m - X_m)^2}{\sum_{m=1}^k (Y_m - \bar{X}_m)^2} \right) \quad (4)$$

در روابط (۱) تا (۴)، X و Y به ترتیب مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده، \bar{X} میانگین مقادیر مشاهده شده، k تعداد داده‌ها است.

۳- یافته‌ها و بحث

۳-۱- مدل LARS-WG جهت تولید داده‌های اقلیمی

برای انجام این تحقیق، ابتدا واسنجی و ارزیابی عملکرد مدل LARS-WG با مقایسه بین داده‌های مشاهداتی و داده‌های حاصل از مدل در دوره پایه ۱۳۸۶-۱۳۶۷ به وسیله شاخص‌های آماری R^2 ، RMSE، MAE و Nash انجام شد که نتایج آن در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳- ارزیابی و اعتبارسنجی مدل ریزمقیاس نمایی LARS-WG

R ²	شاخص‌های ارزیابی عملکرد مدل			پارامتر
	NA	RMSE	MAE	
۰.۹۴	۰.۹	۳.۷	۱.۳	بارش
۰.۹۹	۰.۹۹	۰.۱	-۰.۰۳	دمای حداقل
۰.۹۹	۰.۹۹	۰.۳۳	۰.۰۳	دمای حداکثر
۰.۹۹	۰.۹۹	۰.۳۴	۰.۲۴	ساعت آفتابی

همانطور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، بر اساس اعدادی که برای این آماره‌ها به دست آمده است، می‌توان گفت که کارایی مدل LARS-WG جهت ریزمقیاس نمایی و تولید داده خوب ارزیابی شده است. سپس شبیه‌سازی داده‌های مورد مطالعه در دوره آماری آینده نزدیک یعنی ۲۰۳۰-۲۰۱۱ بر اساس خروجی مدل‌های HadCM₃ و ECHAM₄ و استفاده از سناریوهای A₂، B₁ و A₁B انجام شد.

۳-۲- پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی

۳-۲-۱- دما

بررسی تغییرات دما برای دوره زمانی ۲۰۳۰-۲۰۱۱ نسبت به دوره آماری موجود نشان داد که تا سال ۲۰۳۰ بر اساس خروجی‌های هر دو مدل و سه سناریو، دما از ۰/۳ تا ۰/۵۹ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. همانطور که در جدول (۴) نشان داده شده است، این افزایش دما بطور کلی در سناریوی A₂، شدیدتر و در سناریوی B₁ ضعیف‌تر است. همچنین در مقیاس فصلی جدول (۵) نیز

دما در تمام فصول از ۰/۱ تا ۰/۷۶ درجه سانتی‌گراد در آینده افزایش خواهد یافت. و همانطور که از جداول (۴) و (۵) قابل مشاهده است، ضعیف ترین افزایش دما در مدل HadCM₃ در فصل زمستان به مقدار ۰/۱ و شدیدترین آن در مدل ECHAM₄ در فصل بهار به مقدار ۰/۴ رخ خواهد داد. بطور کلی افزایش دما در فصول گرم یعنی بهار و تابستان، نسبت به فصول پاییز و زمستان بیشتر است که در هر دو مدل و تقریباً در هر سه سناریو این نتیجه قابل مشاهده است (جدول ۵).

۳-۲-۲- بارندگی

نتایجی که در بررسی تغییرات بارندگی دوره آتی نسبت به زمان حال بدست آمده است، برخلاف دما، در دو مدل مورد مطالعه متفاوت می‌باشند. بطوریکه بر اساس مدل HadCM₃ بارندگی از ۱۱ تا ۴۴ mm افزایش می‌یابد. حال آنکه خروجی‌های مدل ECHAM₄ تقریباً خلاف آن را نشان می‌دهند و تا ۴۱ mm کاهش را در بارندگی پیش‌بینی می‌کند (جدول ۴). در مقیاس فصلی نیز تفاوت قابل ملاحظه‌ای در خروجی‌های دو مدل وجود دارد. بطوریکه در مدل HadCM₃ تقریباً در تمام فصول به جز زمستان، بارندگی افزایش داشته است که این افزایش از ۲ mm تا ۲۹ mm متغیر است. در مدل ECHAM₄ بر اساس سناریوی B₁ بارندگی در تمام فصول کاهش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. البته شدیدترین کاهش مربوط به کاهش بارندگی به میزان ۱۷ mm در فصل پاییز و بر اساس سناریوی A₂ است. در مورد بارندگی برخلاف دما، خروجی‌های دو مدل و سه سناریوی مورد مطالعه، الگوی خاصی را نشان نمی‌دهند که بر اساس آن بتوان گفت که بارندگی در کدام فصول کاهش و در کدام فصول افزایش می‌یابد. وجود این تفاوت‌های آشکار در نتایج مربوط به بارندگی در مورد سناریوهای مختلف، دلیلی بر وجود عدم قطعیت در نتایج آنهاست (جدول ۵).

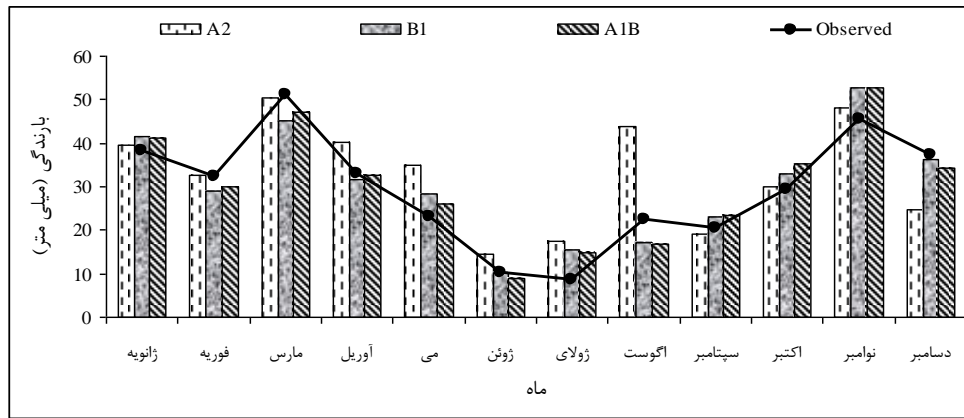
جدول ۴- نتایج شبیه‌سازی با استفاده از مدل LARS-WG در دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ نسبت به دوره پایه ۱۳۸۶-۱۳۶۷

مدل	سناریوی انتشار	دما (درجه سانتی‌گراد)	بارندگی (میلی متر)
HadCM ₃	A ₂	۰/۵	۴۴
	B ₁	۰/۳	۱۱
	A ₁ B	۰/۳	۱۲
ECHAM ₄	A ₂	۰/۵۷	-۲/۱
	B ₁	۰/۵۶	-۴۱
	A ₁ B	۰/۵۹	۴/۸

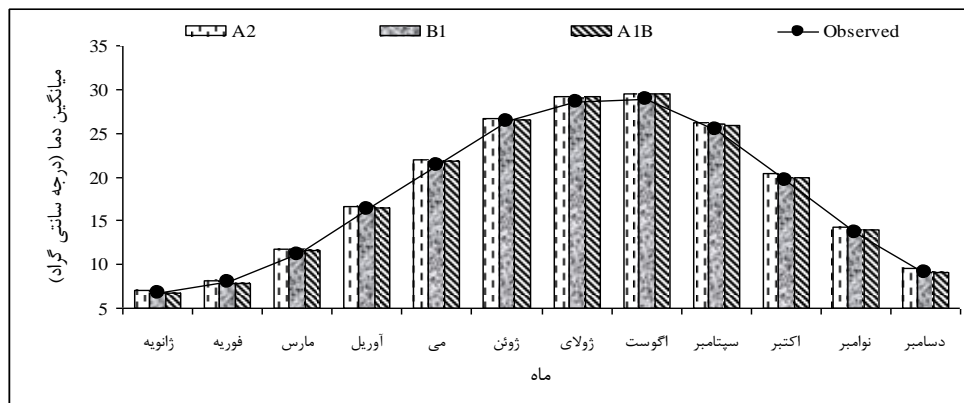
جدول ۵- نتایج شبیه‌سازی دما و بارش در مقیاس فصلی با استفاده از مدل LARS-WG در دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰ نسبت به دوره پایه

مدل گردش عمومی جو	سناریوهای انتشار	دما (درجه سانتی‌گراد)				بارندگی (میلی متر)		
		بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
HadCM ₃	A ₂	۰/۴	۰/۶	۰/۶	۰/۳	۲۳	۲۹	-۹
	B ₁	۰/۳	۰/۶	۰/۲	۰/۱	۴	۴	۱۰
	A ₁ B	۰/۴	۰/۶	۰/۲	۰/۱	۲	۴	۱۱
ECHAM ₄	A ₂	۰/۶	۰/۵۷	۰/۶۳	۰/۵	۳	۱۶	-۱۷
	B ₁	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	-۱۳	-۵	-۷
	A ₁ B	۰/۷۶	۰/۵۶	۰/۴۴	۰/۶	-۱۳	۱۰	۱۳

همچنین شکل‌های (۲) و (۳)، مقادیر دما و بارندگی در دوره آینده ۲۰۱۱-۲۰۳۰ و دوره پایه را نشان می‌دهند. بطور کلی ماه‌های تیر و مرداد، ماه‌های کم آب و اسفند و فروردین جزو ماه‌های پرآب حوضه محسوب می‌شوند.

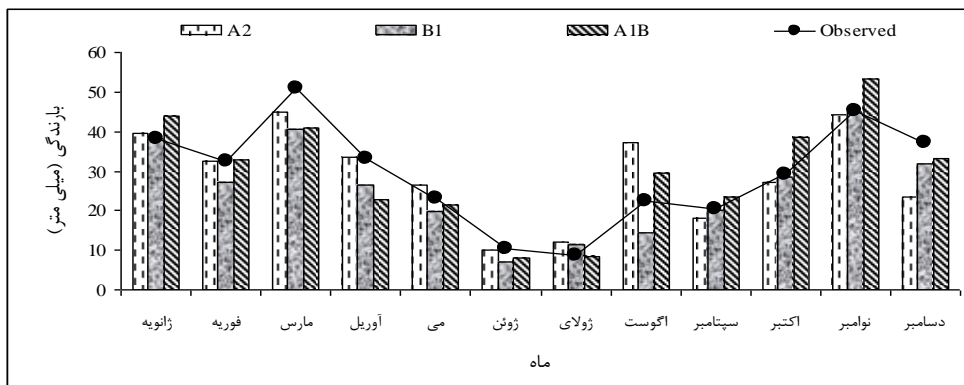


الف) میانگین بارندگی (میلی‌متر)

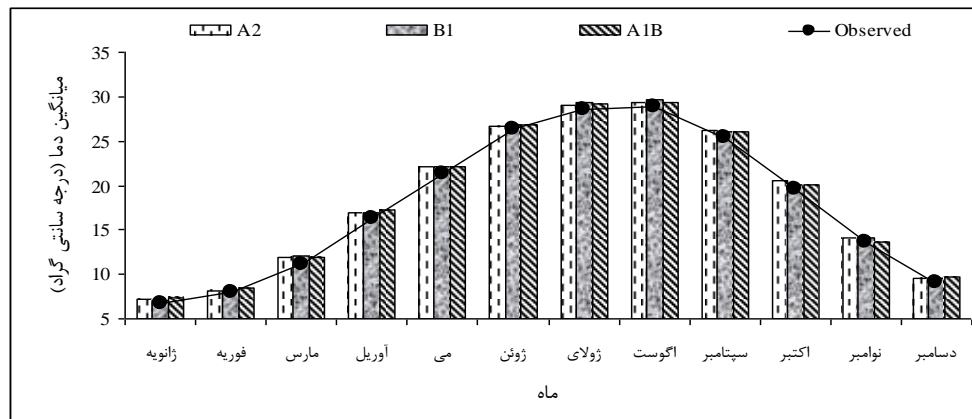


ب) میانگین دما (درجه سلسیوس)

شکل ۲- مقادیر بارندگی و دمای پیش‌بینی شده با استفاده از مدل HadCM3: الف) میانگین بارندگی (میلی‌متر) و ب) میانگین دما (درجه سلسیوس)



الف) میانگین بارندگی (میلی‌متر)



ب) میانگین دما (درجه سلسیوس)

شکل ۳- نتایج مدل ECHAM4: الف) میانگین بارندگی (میلی متر) و ب) میانگین دما (درجه سلسیوس)

همانطور که از شکل‌های (۲) و (۳) قابل مشاهده است، مدل‌های AOGCM، در برآورد میانگین مقادیر دما و بارندگی در ماه‌ها و فصول مختلف، با یکدیگر همخوانی ندارند که نشان دهنده عدم قطعیت در این مدل‌ها است. وجود عدم قطعیت در مدل‌های مختلف AOGCM، در شبیه‌سازی متغیرهای اقلیمی به وسیله تحقیقات مختلفی گزارش شده است (Masah، 2007؛ Wilby و Harris، 2006 و New و Hulme، 2000). نتایج این پژوهش با اکثر مطالعات اقلیمی که افزایش دما را در دهه‌های آینده پیش بینی کرده‌اند تطابق دارد (Abasi et al.، 2008؛ Abasi و Assmari، 2009 و Fang et al.، 2013a,b). هم‌چنین در مورد بارندگی، برخلاف دما که بطور کلی در اکثر مطالعات بصورت افزایشی پیش‌بینی شده است، در برخی مناطق با افزایش و در برخی مناطق با کاهش همراه خواهد بود. مشابه این افزایش (Yang et al.، 2010؛ Chen et al.، 2009 و Herawati et al.، 2015) و کاهش (Chen et al.، 2007 و Ma et al.، 2008) بارندگی در آینده، در دوره‌های مشاهداتی نیز در بسیاری از مطالعات مشاهده شده است. در نقاط مختلف ایران نیز بطور کلی افزایش دما و کاهش بارندگی و متعاقب آن کاهش جریان رودخانه بوقوع پیوسته است (Alizadeh et al.، 2005؛ Shirgholami و Ghahreman، 2005 و Khalili و Bazrafshan، 2004) و پیش‌بینی شده است که در آینده افزایش قابل ملاحظه دما در نقاط مختلف ایران را خواهیم داشت که می‌تواند سبب تشدید در کاهش بارندگی و جریان رودخانه‌ها و منابع آب شود (Madani، 2014). به نظر می‌رسد که این شرایط تغییرات دما و بارندگی، می‌تواند مربوط به فاصله از منابع عظیم آب باشد؛ زیرا افزایش دما، تبخیر شدید و سپس بارندگی فراوان را در پی دارد (Alizadeh، 2009؛ IPCC، 2007 و Labat et al.، 2004) و با توجه به برخی مطالعات در سایر نواحی دنیا که در مناطق کاملاً مرطوب و حاره‌ای و نزدیک منابع آبی عظیم همانند اقیانوسی آرام و اطلس و هند، انجام (Douglas et al.، 2005؛ keim et al.، 2007؛ Yiping و Xu و Luo، 2015) که نتیجه گرفتند با افزایش دما، بارندگی هم افزایش می‌یابد، این توجیه بیشتر تقویت می‌شود. (Abasi et al.، 2012).

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، از مدل LARS-WG برای ریزمقیاس‌نمایی خروجی‌های دو مدل گردش عمومی جو HadCM3 و ECHAM4 بر اساس سه سناریوی A2، B1 و A1B برای پیش‌بینی داده‌های دما و بارندگی دوره آینده نزدیک ۲۰۳۰-۲۰۱۱ استفاده شد. نتایج این پژوهش به صورت زیر قابل بیان است.

- ۱- هر دو مدل در ارتباط با پیش‌بینی دمای میانگین، تا حد زیادی پاسخ مشابهی را ارائه نمودند.
- ۲- هر دو مدل کارایی لازم را در حد بالایی دارند. اما در مورد شبیه‌سازی داده‌های بارندگی، نتایج دو مدل مورد استفاده در این تحقیق، اختلاف قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر دارند، که به تفاوت در ساختار دینامیکی و طرح‌واره‌های فیزیکی و محاسباتی مختلف مورد استفاده در حل معادلات حرکت هوا، و عدم قطعیت مدل‌ها مرتبط است.
- ۳- بر اساس نتایج مدل HadCM₃ و مخصوصاً سناریوی A₂، بارندگی در فصول خشک یعنی بهار و تابستان افزایش می‌یابد.
- ۴- کاهش بارندگی در زمستان از یک طرف و افزایش دما در تمام فصول از طرف دیگر، می‌تواند گویای این مطلب باشد که افزایش تبخیر و تعرق و کاهش پوشش برف در حوضه گرگانود-قره‌سو می‌تواند بیلان آبی را به سمت خشکی پیش ببرد و ذخایر آبی حوضه را کاهش دهد.
- ۵- اگرچه بر اساس بسیاری از مطالعات، تغییرات بارندگی نسبت به دما، تاثیر بیشتری بر تغییرات جریان آب رودخانه‌ها دارد، اما وقتی که بیلان آبی در نظر گرفته شود، افزایش دما و در نتیجه افزایش تبخیر و تعرق مخصوصاً در فصول گرم باعث کاهش منابع آبی می‌شود.

References

- Abasi, F. and Assmari, M. (2009). Forecasting and assessment temperature and precipitation changes by using MAGICC- SCENGEN pattern. *J. Water Soil*, 25(1), 70-83 [in Persian].
- Abasi, F., Babaiean, I., Habibi, M., Mokhtari, G. and Malbusi, S. (2012). Climate change prediction of Iran during 2025-2100 by using statistical downscaling of GCM Data. *Geogr. Res.*, 27(1), 17979-18005 [in Persian].
- Abasi, F., Babaiean, I., Habibi, M., Mokhtari, G. and Malbusi, S. (2008). Climate change prediction of Iran by using statistical downscaling of MAGICC-SCENGEN model. *Phys. Geogr. Res.*, (72), 91-110 [in Persian].
- Alizadeh, A. (2009). Principles of applied hydrology. Astan Quds Razavi publisher, Mashhad, Iran. 872 p. [in Persian].
- Alizadeh, A., Ibrahimi, H. and Javanmard, S. (2005). An investigation of the existence of temperature change in Mashad Plain as an index of climatic change in the region. *Geogr. Res.*, 20(4), 5-18.
- Chen, H., Guo, S., Xu, C. and Singh, V.P. (2007). Historical temporal trends of hydroclimatic variables and runoff response to climate variability and their relevance in water resource management in the Hanjiang basin. *J. Hydrol.*, 344, 171-184.
- Chen, Y., Xu, Ch., Hao, X., Li, W., Chen, Y., Zhu, Ch. and Ye, Zh. (2009). Fifty-year climate change and its effect on annual runoff in the Tarim River Basin, China. *Quatern. Int.*, 208(1-2), 53-61.
- Douglas, A. B., Julian, K. and Michael, R. M. (2007). Recent climate trend and implications for water resources in the Catskill Mountain region, New York, USA. *J. Hydrol.*, 336, 155-170.
- Fang, S., Hu, Q., Huang, W., Ho, Ch., Li, R. and Tang, Zh. (2013a). Projected climate regime shift under future global warming from multi-model, multi-scenario CMIP5 simulations. *Global Planet. Change*, 112, 41-52.

- Fang, Sh., Yan, J., Che, M., Zhu, Y., Liu, Zh., Pei, H., Zhang, H., Xu, G. and Lin, X. (2013b). Climate change and the ecological responses in Xinjiang, China: Model simulations and data analyses. *Quatern. Int.*, 311, 108-116.
- Fathabadi, A. (2008). Forecasting of streamflow with by using of neuro-fuzzy and time series analysis methods (case study: rivers of Tehran province). MSc Dissertation, University of Tehran, Tehran, Iran. 127 pp.
- Herawati, H., Suripin and Suharyanto (2015). Impact of climate change on streamflow in the tropical lowland of kapuas river, West Borneo, Indonesia. *Procedia Eng.*, 125, 185-192.
- IPCC. (2001). The scientific basis of climate change, contribution of working grope to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change (IPCC). Cambridge University Press. Available online on: http://www.grida.no/climate/IPCC_tar/wg1/pdf/wg1_tar-front.pdf.
- IPCC. (2007). Fourth assessment report, intergovernmental panel on climate change (IPCC). Cambridge university press. Available online on: https://www.IPCC.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4_wg3_full_report.pdf.
- Keim, B. D., Fischer M. R. and Wilson A. M. (2005). Are there spurious precipitation trends in the USA climate division database? *Geophys. Res. Lett.*, 32(4).
- Khalili, A. and Bazrafshan, J. (2004). The analysis of trend of annually, seasonal and monthly changes of rainfall in old five stations in last 160 years in Iran, Biaban (Desert J.), 9, 25-33.
- Labat, D., Godd ris, Y., Probst, J. L. and Guyot. J. L. (2004). Evidence for global runoff increase related to climate warming. *Adv. Water Resour.*, 27(6), 631-642.
- Ma, Zh., Kang, Sh., Zang, L., Tong, L. and Su, X. (2008). Analysis of impacts of climate variability and human activity on streamflow for a river basin in arid region of northwest China. *J. Hydrol.*, 352(3-4), 239-249.
- Madani, K. (2014). Water management in Iran: what is causing the looming crisis? *J. Environ. Stud. Sci.*, 4, 315-328.
- Masah, A. R., Morid, S., and Mohammadzadeh, M. (2007). Uncertainty analysis of climate change impacts on runoff by cumulative probability distribution. 2nd Conference on Water Resources Management. Isfahan. Iran. [in Persian]
- New, M. and Hulme, M. (2000). Representing uncertainty in climate change scenario: a Monte Carlo approach. *Integr. Assess.*, 1, 203-213.
- Ribalaygua J., Pino M. R., P rtoles J., Rold n E., Gait n E., Chinarro D. and Torres L. (2013). Climate change scenarios for temperature and precipitation in Arag n (Spain). *Sci. Total Environ.*, 463-464C, 1015-1030.
- Shirgholami, H. and Ghahreman, B. (2005). An investigation of trend of annual mean temperature in Iran. *Sci. Technol. Agri. Nat. Resour.*, 9(1), 9-23.
- Tavangar, Sh., Moradi, H. R., Masah, A. R. and Azari, M. (2013). Oscillation in rainfall predicted under Gorgan Rod for the period 2030-2011 using HadCM3 models and downscaling techniques LARS-WG. 2nd Int. Conference on Plant, Water, Soil and Weather Modeling. Kerman, Iran [in Persian].

-
- Wei, Y. and Yiping, F. (2013). Spatio-temporal characteristics of global warming in the tibetan plateau during the last 50 years based on a generalized temperature zone - elevation model. PLOS ONE, 8(4), e60044.
- Wilby, R. L. and Harris, I. (2006). A frame work for assessing uncertainties in climate change impacts: low flow scenarios for the River Thames, UK. Water Resour. Res., 42(2), 1-10.
- Xu, H. and Luo, Y. (2015). Climate change and its impacts on river discharge in two climate regions in China. Hydrol. Earth Sys. Sci. Discuss., 12(7), 7099-7126.
- Yang, Y., Chen, Y., Li, W., Wang, M., Sun, G. (2010). Impact of climate change on river runoff in northern xinjiang of china over last fifty years. Chinese Geogr. Sci., 20(3), 193-201.
- Ziaei, H. (2007). Principles of engineering watershed management. Astan-Quds-Razavi publisher, Mashhad, Iran. 542 p. [in Persian].

Evaluation of Climate Change Impacts on Rainfall and Temperature using HadCM3 and ECHAM4 Models in Gorganrood-Gharesoo Watershed

Diman Ghaffari^{1*}, Mahnaz Karami Jouzani¹ and Ata Amini²

¹ Graduated Student, Watershed Management, Department of Rangeland and Watershed Management, University of Malayer

² Assistant Prof., Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREO, Sanandaj, Iran

*Corresponding Author: di3000gh@yahoo.com

Received: February 10, 2016

Accepted: June 13, 2016

Abstract:

Climate prediction demonstrates that the earth temperature has increased due to increases in concentrations of greenhouse gases. So that led to significant changes in meteorological elements. In this research the effect of climate change on rainfall and temperature at stations of Gorganrood-Gharesoo watershed for the period of 1987-2008 were examined. Daily data output by HadCM₃ and ECHAM₄ under scenarios of climate models using LARS-WG were downscaling and predicted for the period of 2030-2011. The results showed that based on HadCM₃, the amount of rainfall 12.6, 3.3 and 3.5% and temperatures as 0.5, 0.3 and 0.31 °C respectively in the scenarios A₂, B₁ and A₁B increased compared to the base period. Moreover, ECHAM₄ model shows increases in temperature in all three scenarios. However rainfall by -11.6% under scenario B₁ decreased. The results of this research could be used in water resources management planning and agriculture sector.

Keywords: Golestan Province, Climate Change, Downscaling, LARS-WG, Rainfall