دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

# تحلیل تأثیر تغییر اقلیم بر بارش‌های حدی حوزه سیل‌برگردان غرب تهران

**نگین بینش[۱]، محمدحسین نیک سخن[۲] و امین سارنگ[۳]**

۱ و ۳- دانشجوی دکترا و استادیار، مهندسی محیط زیست- منابع آب، دانشگاه تهران
۲- دانشیار دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، (نویسنده مسوول: niksokhan@ut.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۱۴

**چکیده**

**اثرات تغییر اقلیم بر بخش‌های مختلف حوزه آبریز، بیش از آنکه از تغییر در مقدار بارش متأثر باشد، تحت تأثیر تغییراتی است که این پدیده بر رژیم بارش (شدت و فراوانی آن) دارد؛ بدین معنا که تغییر اقلیم با تأثیر بر توزیع مکانی و زمانی بارش می‌تواند موجب رخداد سیل و یا خشکسالی‌های گسترده شود، و از این جهت انجام مطالعات در رابطه با دوره‌بازگشت بارش‌های حدی ضروری به نظر می رسد. بر این اساس مقاله حاضر به بررسی و تحلیل اثر تغییر اقلیم بر رژیم بارش‌های حداکثری حوزه سیل‌برگردان غرب در سه افق زمانی ۲۰۳۶، ۲۰۶۰ و ۲۰۹۰ بر اساس داده‌های گزارش ارزیابی پنجم IPCC و تحت سناریوی RCP8.5 می‌پردازد. بررسی (صورت گرفته توسط مؤلفین مقاله طی تحقیقات پیشین) نشان می‌دهد که بهترین مدل به لحاظ دقت و توانایی شبیه سازی روند تغییرات بارش در حوزه مورد بررسی، مدل MRI-CGCM3 می‌باشد. ریزمقیاس‌سازی نیز توسط روش عامل تغییر صورت گرفت. نتایج مدل سازی های صورت گرفته در مجموع حاکی از افزایش مقدار بارش در دوره‌های زمانی آینده است. همچنین نتایج حاصل از تحلیل بارش‌های حدی حوزه نیز نشان می‌دهد که با حرکت به سمت آینده دور مقدار و شدت بارش‌های حداکثر سالانه برای یک دوره‌بازگشت معین افزایش می‌یابد. همچنین فراوانی و احتمال وقوع بارش‌های حدی حوزه با افزایش قابل توجهی همراه بوده و بنابراین به‌کارگیری راهکارهای تطبیقی جهت پیشگیری از پدیده سیل و آبگرفتگی شهری در حوزه ضروری به نظر می‌رسد.**

**واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، بارش حداکثر، مدل‌های گردش عمومی جو، دوره‌بازگشت، شدت بارش**

## مقدمه

افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی در دهه‌های اخیر موجب افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای و به ویژه گاز CO2 در جو کره زمین و به تبع آن سبب شکل‌گیری پدیده تغییر اقلیم گردیده است (۹). از جمله اثرات مهم تغییر اقلیم و شاخص‌های آن چون دما و بارش، تغییر در چرخه هیدرولوژی و منابع آبی است (۲۴) که خود افزایش احتمال وقوع رخدادهای حدی چون بارش‌های سیل‌آسا و خشکسالی های گسترده در نقاط مختلف کره زمین را در پی دارد. چرا که اکوسیستم‌ها و ساختارهای فیزیکی جوامع انسانی با شرایط اقلیمیِ بهنجار سازگار شده‌اند، از این‌رو هنگام رخداد پدیده‌های حدی اقلیمی قادر به جذب اختلالات نبوده و دارای قابلیت بازگشت‌پذیری کافی نمی‌باشند. بنابراین وقوع چنین ناهنجاری‌هایی می‌تواند آثار نامطلوبی بر اکوسیستم‌ها و جوامع برجای گذاشته و سبب به بار آمدن زیان‌های اقتصادی و اجتماعی بسیاری گردد (۸،۱۷،۱۸). از جمله مهمترین ابزاری که به منظور بررسی اثرات تغییر اقلیم مورد استفاده قرار می‌گیرد، مدل‌های گردش عمومی جو (GCMs)[۱] می‌باشد. این مدل‌ها در واقع حل معادلات حاکم بر جو بر اساس قوانین نیوتن و ترمودینامیک می‌باشند. به دلیل بزرگ‌مقیاس بودن تفکیک مکانی و زمانی این مدل‌ها، خروجی آنها نمی‌تواند مستقیماً برای پیش‌بینی‌های منطقه‌ای یا نقطه‌ای استفاده گردد و نیازمند ریزمقیاس‌نمایی است، که به برای این منظور انواع روش‌های آماری و دینامیکی وجود دارد (۷). همچنین به دلیل عدم‌قطعیت وضعیت اقلیمی جهان در سال‌های آینده، مدل‌سازی عناصر اقلیمی تحت سناریوهای انتشار ارائه شده توسط هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC)[۲] انجام می‌شود. IPCC در تدوین جدیدترین نسخه از گزارش‌های ارزیابی اقلیمی (AR5) از سناریوهایی بر اساس خط سیر غلظت‌های[۳] گوناگون گازهای گلخانه‌ای استفاده نموده است که انواع مختلفی از بدبینانه تا خوش‌بینانه را شامل می‌شوند. تغییر اقلیم از یک سو بر مقدار بارش و از سوی دیگر بر شدت (و فراوانی) بارش تأثیرگذار است، که این تغییر در شدت و مقدار بارش لزوماً با یکدیگر هم‌جهت نبوده و بسته به منطقه مورد نظر می‌توانند در اثر پدیده تغییر اقلیم افزایش یا کاهش یابند. این مسأله در تحقیقات متعددی مورد بررسی قرار گرفته و به ویژه در سال‌های اخیر پژوهش های بسیاری در رابطه با اثرات تغییر اقلیم بر رخدادهای حدی در بسیاری از مناطق جهان صورت گرفته است. اکستروم و همکاران (۱۰) شبیه‌سازی‌هایی را برای بارش حداکثر در کشور انگلستان با استفاده از مدل‌های اقلیمی منطقه‌ای (RCM)[۴] تحت سناریوی انتشار A2 انجام دادند. دوره پایه محاسبات ۱۹۶۱-۱۹۹۰ در نظر گرفته شد و بارش آتی برای دوره زمانی ۲۱۰۰-۲۰۷۰ برآورد گردید. نتایج نشان داد که شدت رخدادهای کوتاه مدت (۱ تا ۲ روز) و بلند مدت (۵ تا ۱۰ روز) در یک دوره‌بازگشت معین، به ترتیب ۱۰ و ۳۰ درصد افزایش پیدا می‌کند. الیسون و همکاران (۳) اثر تغییر اقلیم را بر وضعیت تناوب سیلاب در کشور انگلستان تحت خروجی‌های مدل گردش عمومی جو HadRM3H RCM و سناریوی انتشار A2 مورد بررسی قرار دادند. نتایج گویای آن بود که با وجود کاهش متوسط سالانه بارش در بیشتر دوره‌بازگشت‌ها برای اغلب حوزه‌ها، تناوب سیلاب افزایش یافته است. بابائیان و نجفی نیک (۷) تغییرات اقلیمی استان خراسان رضوی را با استفاده از خروجی مدل اقلیمی ECHO-G در دوره زمانی

1- General Circulation Models
2- Intergovernmental Panel on Climate Change
3- Concentration Pathway
4- Regional Climate Models

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.3.5 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.226 ]

۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه گرفتند که در مجموع بارش سالانه در دوره آتی نسبت به دوره پایه (۲۰۰۴-۱۹۸۸) به میزان ۱۰ درصد کاهش می‌یابد و با وجود کاهش درمقدار بارش، آستانه بارش‌های "سنگین" و "بسیار سنگین" افزایش می‌یابد. یازرلو (۲۷) تأثیر تغییر اقلیم بر احتمال وقوع بارش‌های حدی در دوره‌های آتی در استان گلستان را در سه افق زمانی ۲۰۴۰، ۲۰۷۰، و ۲۱۰۰ تحت چهار سناریوی انتشار A1، A2، B1، و B2 مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از افزایش فراوانی رخدادهای حدی بارش در دوره‌های آتی و نیز افزایش سهم بارش‌های حدی از بارش‌های کل روزانه در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه بود. کوهی و همکاران (۱۸) تغییرات رخدادهای حدی بارش حوزه کشف‌رود را در آینده نزدیک با استفاده از مدل HadCM3 بررسی نمودند. نتایج بررسی نمایه‌های حدی نشان داد که میزان بارش در دوره آتی نسبت به نسبت به دوره پایه ۳/۳ درصد در سناریوی A2 و ۳/۶ درصد در سناریوی B2 کاهش می‌یابد. بابایی فینی و همکاران (۹) به بررسی اثر تغییر اقلیم بر روند نمایه‌های حدی بارش در کشور ایران، طی دوره گذشته (۱۹۶۱-۱۹۹۰) و دوره آتی (۲۰۴۰-۲۰۱۱) تحت دو سناریوی انتشار A2 و A1B با استفاده از مدل HadCM3 پرداختند. نتایج شبیه سازی تحت سناریوی A2 نشان از روند افزایشی رخدادهای حداکثر بارش یک روزه در مناطق شمال غربی (به جز استان آذربایجان غربی) و نواحی مرکزی، جنوب غربی، شمال شرقی، و سواحل غربی دریای خزر داشته است. نتایج حاصل از به‌کارگیری سناریوی A1B نشان از کاهش بارش ۲۴ ساعته دوره‌آتی در نواحی شرق و غرب و مرکزی کشور داشته و رخدادهای بارش حداکثر پنج روزه را مشابه با سناریوی A2 پیش‌بینی می‌نماید. اوبادا و همکاران (۲۲) تغییر خصوصیات بارش را تحت اثر تغییر اقلیم در دوره آتی (افق زمانی ۲۱۰۰) در حوزه مکرو[1] واقع در غرب آفریقا بررسی نمودند. بدین منظور مدل‌های چندگانه گروهی[2] بر اساس دو سناریوی RCP[3] (RCP4.5 و RCP8.5) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان از افزایش ۱۰ درصدی شدت بارش در روزهای پر بارش، و تغییر در شروع و پایان روزهای بارش داشت. همچنین یافته‌های این تحقیق حاکی از آن بود که مقادیر بارش حداکثر تا حدود ۵۰ درصد نسبت به دوره پایه (۲۰۱۰-۱۹۸۱) افزایش خواهد یافت که می‌تواند سبب تشدید رخدادهای حدی در محدوده مورد مطالعه شده و بنابراین برنامه‌ریزی و اتخاذ راهبردهای مؤثر از سوی مسئولین منطقه را می‌طلبد. توکلی‌فر و همکاران (۲۶) با استفاده از خروجی مدل CCSM4 اثرات تغییر اقلیم را بر خصوصیات وقایع حدی بارش در مناطق شمالی تهران مطالعه نمودند. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده افزایش ۴۰ و ۳۰ درصدی در تعداد رخدادهای بارش حدی به ازای دو سناریوی انتشار RCP4.5 و RCP8.5 می‌باشد.

با توجه به اینکه تغییر مقدار و شدت بارش و رخداد پدیده‌های حدی می‌تواند تأثیر بسزایی در برنامه‌ریزی‌های کلان کشور داشته باشد، لازم است پژوهش‌های جداگانه‌ای در این رابطه در مناطق مختلف کشور صورت گیرد. تغییر در خصوصیات بارش حدی، از جمله بزرگا و نیز توزیع مکان آنها می‌تواند اثرات جدی بر بخش‌های مختلفی چون کشاورزی، صنعت، حمل و نقل، محیط زیست و تأمین انرژی بر جای بگذارد (۱۰). به دلیل فقدان مطالعات کافی در خصوص بارش‌های حدّاکثر حوزه سیل‌برگردان غرب تهران، در تحقیق حاضر تلاش شده اثرات پدیده تغییر اقلیم بر مقدار و شدت رخدادهای حداکثری بارش مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به رابطه مستقیم شدت بارش و دوره بازگشت آنها، در نهایت دوره بازگشت بارش‌های حدی حوزه مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. در مرور سابقه تحقیقات ملاحظه گردید که مطالعات پیشین عمدتاً بر تغییر در مقدار و شدت بارش در دوره بازگشت‌های مشخصی تمرکز نموده و تحقیقات اندکی به بررسی تغییرات فراوانی یا دوره‌بازگشت بارش طی دوره‌های آینده پرداخته‌اند. این در حالی است که این قبیل مطالعات اندک نیز اغلب در سایر کشورها صورت گرفته و بررسی‌های انجام شده در رابطه با حوزه‌های آبریز کشور ایران بیشتر بر آشکارسازی روند دوره‌های گذشته متمرکز بوده است. بر این اساس تأکید مطالعه حاضر بر روی تغییر دوره بازگشت بارش‌های حداکثر حوزه برای مقادیر مشخصی از بارش در دوره‌های آینده نسبت به دوره پایه محاسبات می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مطالعاتی

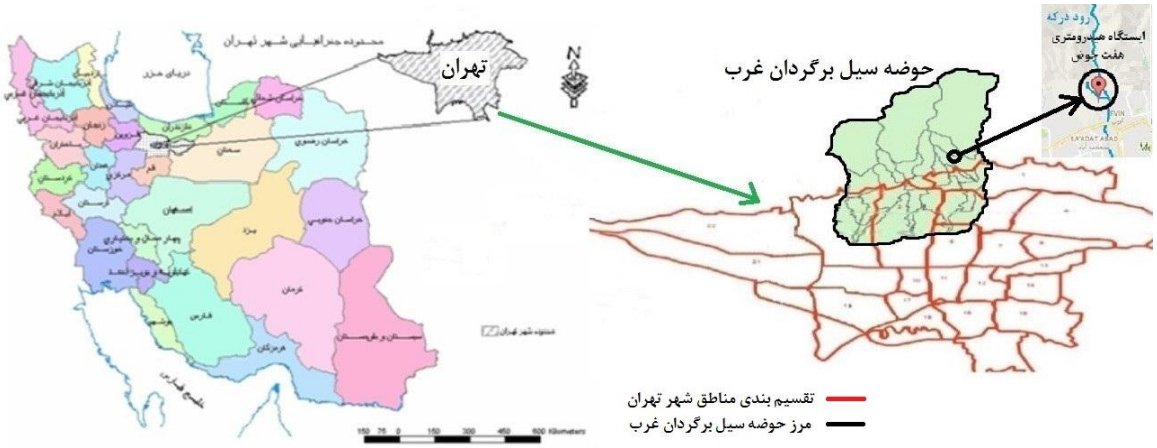
محدوده مورد بررسی در این تحقیق، حوزه سیل‌برگردان غرب است که در بخش شمالی تهران و در جنوب رشته‌کوه‌های البرز قرار داشته و قسمت شهری آن بخش قابل توجهی از شهر تهران را در بر می‌گیرد. متوسط درجه حرارت سالیانه شهر تهران، حدود ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد است و حداکثر درجه حرارت آن تا ۴۱ درجه سانتی‌گراد در تیرماه می‌رسد. آب و هوای ارتفاعات شمال تهران تحت تأثیر کوهستان، تا حدی معتدل و مرطوب است (۲۱) و منطقه به لحاظ اقلیمی دارای رژیم مدیترانه‌ای است (۶). اما با در نظر گرفتن کل حوزه سیل‌برگردان غرب در مجموع می‌توان گفت که اقلیم این حوزه از نوع نیمه خشک کوهستانی و سرد است (۱۳). مهم‌ترین منبع بارش در این شهر، بادهای مرطوب مدیترانه ای و اطلسی هستند که از سمت غرب می‌وزند (۲۱). مساحت تحت پوشش کانال سیل برگردان غرب، ۱۴۲/۶۳ کیلومتر مربع می باشد (۱۹). این حوزه در مختصات جغرافیایی بین ″۳۰ ′۴۸ °۳۵ تا ″۴۹ ′۵۲ °۳۵ عرض شمالی و ″۱۳ ′۱۹ °۵۱ تا ″۲۹ ′۲۲ °۵۱ طول شرقی واقع شده که متشکل از حوزه های آبریز شهری و کوهستانی می باشد. جدول ۱ برخی مشخصات فیزیوگرافی زیرحوزه‌های حوزه سیل‌برگردان غرب را نشان می‌دهد.

تنها ایستگاه موجود در داخل حوزه سیل‌برگردان غرب، ایستگاه هفت حوض-درکه می باشد که در واقع یک ایستگاه هیدرومتری است که آمار ثبت شده بارش را نیز در محدوده سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۲ دارا می‌باشد. سایر ایستگاه‌های موجود اکنون غیر فعال بوده و دارای آمار ناقصی می‌باشند و یا خارج از حوزه مورد مطالعه واقع شده‌اند. بنابراین در تحقیق حاضر به منظور افزایش دقت نتایج، از آمار بارش ایستگاه

1- Mekrou 2- Multi-model ensemble 3- Representative Concentration Pathways

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.3.5 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.226 ]

هفت‌حوض–درکه که در داخل خود حوزه مورد بررسی واقع شده، استفاده گردید. با توجه به اینکه طبق توصیه IPCC بهتر است دوره پایه در مطالعات اقلیمی از سال ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ و یا در صورت عدم پوشش این سال‌ها توسط آمار ایستگاه مورد نظر، ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۰ در نظر گرفته شود (۱۶)، نهایتاً به منظور همپوشانی دوره ثبت آمار این ایستگاه با دوره زمانی ۲۰۰۰–۱۹۷۱، محدوده زمانی ۱۱ ساله ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ به عنوان دوره پایه محاسبات انتخاب شد و بررسی تغییرات بارش آتی نیز در سه دوره ۱۱ ساله (۲۰۳۶–۲۰۲۶)، (۲۰۶۰–۲۰۵۰)، و (۲۰۹۰–۲۰۸۰) صورت گرفت. لازم به ذکر است دلیل انتخاب دوره ۲۰۳۶–۲۰۲۶ به جای ۲۰۳۰–۲۰۲۰، عدم دسترسی به خروجی مدل اقلیمی برای سال‌های ۲۰۲۵–۲۰۲۰ می‌باشد. شکل ۱ موقعیت ایستگاه هفت‌حوض را نسبت به حوزه سیل‌برگردان غرب و شهر تهران نشان می‌دهد.




شکل ۱– موقعیت ایستگاه هفت حوض نسبت به حوزه سیل برگردان غرب و شهر تهران (۱۴،۲۳،۲۵)
Figure 1. Situation of Haft-Howz station in WFD catchment and city of Tehran (14, 23, 25)

جدول ۱– مشخصات فیزیوگرافی حوزه سیل برگران غرب به تفکیک زیرحوزه‌ها (۲۰)
Table 1. Physiographic characteristics of WFD catchment for each single sub-basin (20)

| پارامتر مورد نظر / نام زیرحوزه | | مساحت (کیلومتر مربع) | محیط (متر) | طول حوزه (متر) | حداقل ارتفاع (متر) | حداکثر ارتفاع (متر) | زمان تمرکز (دقیقه) | شیب متوسط (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حصارک (بخش کوهستانی) | | ۱۴/۹ | ۱۷۵۱۶ | ۷۰۵۲ | ۱۵۵۰ | ۲۷۵۰ | ۳۵ | ۵۰ |
| حصارک | کانال اصلی | ۶/۸ | ۱۴۷۶۳/۷ | ۶۸۴۰ | ۱۲۴۳ | ۱۵۷۰ | ۵۶ | ۵/۳ |
| (بخش | کانال شاهین–شقایق | ۱۷/۸ | ۲۴۹۴۲ | ۸۴۸۴ | ۱۲۴۳ | ۱۹۸۵ | ۵۳ | ۷/۲ |
| شهری) | | | | | | | | |
| فرحزاد (بخش کوهستانی) | | ۲۳ | ۲۴۴۱۲/۷ | ۹۹۰۹ | ۱۶۰۰ | ۳۴۰۰ | ۴۵ | ۵۷/۴ |
| فرحزاد | کانال اصلی | ۲۰/۶ | ۲۷۳۳۷/۶ | ۹۴۵۰ | ۱۲۶۹ | ۲۲۲۴ | ۵۴ | ۹/۴ |
| (بخش | کانال مراد آباد | ۳/۴ | ۹۱۴۱/۳ | ۴۰۲۷ | ۱۵۶۵ | ۲۵۲۰ | ۲۰ | ۳۶/۹ |
| شهری) | کانال بهرود | ۴ | ۱۰۸۳۳/۵ | ۴۸۸۷ | ۱۶۲۸ | ۲۷۹۰ | ۲۳ | ۳۶/۸ |
| درکه (بخش کوهستانی) | | ۲۵/۵ | ۲۴۱۲۱/۸ | ۹۳۷۶ | ۱۷۰۰ | ۳۸۰۰ | ۳۹ | ۵۹ |
| درکه | کانال اصلی | ۱۲/۵ | ۲۹۴۷۲/۷ | ۹۳۸۴ | ۱۳۲۰ | ۲۲۰۰ | ۵۵ | ۱۳/۲ |
| (بخش | کانال تپه نیزار | ۱۳/۸ | ۱۹۲۳۹/۸ | ۶۳۷ | ۱۳۰۰ | ۱۸۰۰ | ۵۴ | ۷/۹ |
| شهری) | کانال خشکه | ۲/۸ | ۹۱۵۱/۳ | ۳۷۵۰ | ۱۶۵۰ | ۲۷۰۰ | ۱۸ | ۴۶/۷ |

**آماده سازی داده‌ها**

پیش از استفاده از داده‌های آماری ثبت شده در ایستگاه‌های مورد نظر، لازم است همگنی داده‌ها مورد آزمون قرار گیرد. در این مطالعه از آزمون غیرگرافیکی Run Test استفاده گردید و همگنی داده‌ها تشخیص داده شد. در صورت وجود داده مفقود در سری آماری بارش لازم است از روشی مانند روش نسبت‌ها به بازسازی این قبیل داده‌ها اقدام شود؛ که در مورد ایستگاه هفت‌حوض داده مفقود بارش در دوره مورد بررسی وجود نداشت. همچنین نرمال‌بودن دادن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرونوف[1] در نرم‌افزار SPSS انجام شد که نتایج نشان از نرمال بودن داده‌ها داشت. داده‌های اولیه مورد نیاز به منظور شبیه‌سازی بارش در دهه‌های آینده نیز از خروجی ۲۴ مدل گردش عمومی جو ارائه شده توسط IPCC از وبگاه شبکه تغییر اقلیم کانادا به صورت نقطه‌ای (ایستگاهی) اخذ گردید.

**انتخاب مدل مناسب و شبیه‌سازی بارش حوزه سیل‌برگردان غرب**

مدل‌های اقلیمی برآوردهای متفاوتی از متغیرهای اقلیمی در دوره‌های آتی برای یک مکان مشخص دارند. بنابراین لازم است تعیین شود که کدام یک از این مدل‌ها برای شبیه‌سازی متغیر اقلیمی مورد نظر در محدوده مورد بررسی مناسب بوده و از دقت و عملکرد کافی برخوردار است. مقایسه صورت گرفته میان خروجی‌های تمامی مدل‌های اقلیمی ارائه شده توسط IPCC برای دوره پایه و داده‌های

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.3.5 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.226 ]

مشاهداتی از طریق سه شاخص جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)[1]، میانگین خطای مطلق (MAE)[2]، و ضریب نش-ساتکلیف (NS)[3] نشان داد که مدل MRI-CGCM3 بیشترین دقت را در مدل‌سازی بارش منطقه مورد مطالعه دارا بوده و روند کلی افزایش و کاهش مقدار بارش در ماه‌های مختلف را به طور صحیح پیش‌بینی می‌کند. بنابراین شبیه‌سازی بارش آتی حوزه با استفاده از خروجی مدل MRI-CGCM3 (مربوط به گزارش ارزیابی پنجم IPCC) و تحت سناریوی انتشار RCP8.5 که وخیم‌ترین تصویر را از وضعیت تغییر اقلیم آینده جهان به دست می‌دهد، صورت گرفت تا نتیجه‌گیری در رابطه با اقدامات لازم جهت سازگاری با این پدیده در حوزه مورد مطالعه با ضریب اطمینان بالایی همراه باشد.

مسأله اساسی در استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو، بزرگ‌مقیاس بودن خروجی این مدل‌ها و عدم صحت و دقت آنها برای دوره زمانی مورد نظر و نیز به لحاظ مکانی می‌باشد (۱۵). از این رو در مطالعه حاضر، کوچک‌مقیاس نمودن خروجی مدل اقلیمی به روش عامل تغییر انجام شد که این روش خاصیت تصحیح انحراف خروجی مدل‌های اقلیمی از داده‌های مشاهداتی را نیز داراست.

### تحلیل بارش‌های حداکثر

منظور از بارش حداکثر، بارش‌های بیشتر از یک حدّ آستانه مشخص (در اینجا ۲۰ میلی‌متر) است. جهت تعیین بارش حداکثر برای شرایط اقلیمی دوره‌های پایه و آتی از روش داده‌های حداکثر سالانه (AMP)[4] استفاده شد. در این روش بیشترین بارش رخ داده در طی هر یک از سال‌های دوره مورد بررسی به عنوان اجزای سری زمانی بارش حدی مد نظر قرار می‌گیرد و رفتار آنها بررسی می‌شود. به منظور تحلیل بارش‌های حدی حوزه سیل‌برگردان غرب، پس از تولید سری زمانی بارش روزانه به روش عامل تغییر برای هر سه دوره زمانی مورد بررسی، تحلیل فراوانی انجام شد. بدین ترتیب که پس از حذف داده‌های پرت، سری زمانی مقادیر بارش حداکثر سالانه با انتخاب بیشترین بارش مربوط به برای هر یک از سال‌های دوره‌های زمانی مورد بررسی به دست آمد و توزیع‌های آماری مختلف به سری‌های زمانی حاصله برازش داده شد. سپس به منظور بررسی تغییر شدت و دوره‌بازگشت بارش‌های حدی حوزه، پس از مرتب کردن داده‌ها به ترتیب نزولی، با استفاده از فرمول ویبول تجربی مقادیر احتمال وقوع هر یک از بارش‌های حدی برآورد گردید. سپس دوره‌بازگشت که به صورت عکس احتمال وقوع می‌باشد، محاسبه شده و تابع توزیع احتمالاتی (PDF)[5] برای هر دوره زمانی تعیین گردید. در نهایت با مقایسه PDF های بارش‌های حداکثر دوره‌های آینده با PDF بارش‌های حداکثر دوره مشاهداتی، چگونگی تغییر رژیم بارش حداکثر حوزه مورد بررسی در دوره‌های زمانی آتی نسبت به دوره پایه مشخص می‌گردد. همچنین مقایسه‌ای نیز میان متوسط بلندمدت ماهانه بارش حداکثر در ماه‌های مختلف دوره‌های آتی و پایه صورت گرفت. نرخ تغییرات بارش ($CR$) در دوره آتی نسبت به دوره پایه از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$CR=\frac{\overline{X}_p-\overline{X}_r}{\overline{X}_r}\times 100 \qquad (۱)$$

که $\overline{X}_p$ و $\overline{X}_r$ به ترتیب متوسط پارامتر مورد نظر (بارش) در دوره مورد نظر در آینده و دوره پایه محاسبات هستند.

لازم به ذکر است که در محاسبات اقلیمی به دلیل وجود اغتشاش[6] در داده‌ها و توانایی تفسیر بهتر نتایج، به جای استفاده مستقیم از خروجی مدل‌های گردش عمومی جفت شده اقیانوس-جو (AOGCM)[7]، از میانگین بلندمدت داده‌ها استفاده می شود (۵)، که نتایج ارائه شده در ادامه این تحقیق نیز بر همین اساس ارائه گردیده است.

## نتایج و بحث

در این بخش، پس توضیح مختصری از شبیه سازی بارش حوزه سیل‌برگردان غرب، به تحلیل بارش‌های حداکثر و پیش‌بینی مقدار و شدت بارش‌های حدی در دوره‌های زمانی آینده می‌پردازیم.

### شبیه سازی بارش دوره‌های آتی

مدل‌سازی بارش دوره‌های آینده بر اساس سناریوی انتشار RCP8.5 نشان دهنده آن است که مقدار بارش در دوره‌های زمانی مورد بررسی در آینده نسبت به دوره پایه افزایش چشمگیری نشان می‌دهد. به طوریکه مجموع بارش مشاهداتی در دوره پایه ۴۶۰۸/۵ میلیمتر بوده است، حال آنکه در دوره‌های آینده نزدیک، میان‌مدت، و آینده دور مقادیر بارش به ترتیب ۸۱۸۱/۷۴، ۸۳۷۸/۳۷، و ۸۴۴۲/۶ میلیمتر برآورد می‌شود. بدین معنا که با حرکت به سمت آینده دور، مجموع بارش حوزه افزایش می‌یابد. درصد تغییرات مقادیر بارش آتی نسبت به دوره پایه در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌گونه که در این جدول ملاحظه می شود، مقدار بارش در سه افق ۲۰۲۶، ۲۰۶۰ و ۲۰۹۰ به ترتیب به میزان ۷۷/۵۴، ۸۱/۸، و ۸۳/۲ درصد در مقایسه با دوره پایه افزایش می‌یابد. با این حال، از آنجا که ملاک تأثیر تغییر اقلیم بر بخش‌های مختلف حوزه و به ویژه زیرساخت‌های آبی آن تغییرات شدت و دوره‌بازگشت/ فراوانی بارش- و نه تنها تغییر در مقدار بارش- است، در ادامه به تحلیل بارش‌های حداکثر حوزه و برآورد روند تغییر شدت و دوره‌بازگشت این بارش‌ها پرداخته می‌شود.

جدول ۲- درصد تغییرات مقدار بارش در دوره‌های آتی نسبت به دوره پایه تحت سناریوی انتشار RCP8.5

Table 2. Percentage change of precipitation amounts in future periods compared to the baseline under RCP8.5 emission scenario

| دوره زمانی (سال) / پارامتر مورد بررسی | ۲۰۲۶-۲۰۳۶ | ۲۰۵۰-۲۰۶۰ | ۲۰۸۰-۲۰۹۰ |
|---|---|---|---|
| درصد تغییرات مقدار بارش | ۷۷/۵۴ | ۸۱/۸ | ۸۳/۲ |

1- Root Mean Square Error
2- Mean Absolute Error
3- Nash-Sutcliffe
4- Annual maximum precipitation (AMP)
5- Probability Distribution Function
6- Noise
7- Atmosphere-Ocean General Circulation Models

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.3.5 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.226 ]

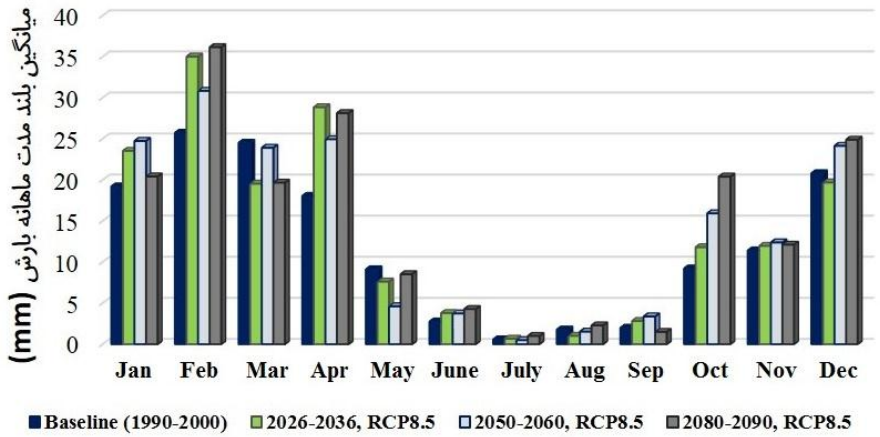
[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]

[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.3.5 ]

[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.226 ]

## تحلیل بارش‌های حداکثر حوزه

نمودار میانگین بلندمدت ماهانه بارش حداکثر حوزه به منظور مقایسه دوره‌های آتی با دوره پایه در شکل ۲ ارائه شده است. در این شکل ملاحظه می‌شود که بر اساس سناریوی انتشار مورد بررسی، بیشترین مقادیر بارش حدی از اوایل پاییز تا اواسط بهار به وقوع پیوسته که از این میان ماه فوریه در میانه فصل زمستان بیشترین سهم را در میزان بارش حداکثر حوزه را دارا بوده است. مشاهده می‌شود که در اغلب ماه‌های سال، مقدار بارش‌های حدی طی تمامی دوره‌های آتی بیشتر از دوره پایه می‌باشد.




شکل ۲- متوسط بلند مدت ماهانه مقدار بارش حداکثر در دوره‌های آتی نسبت به دوره پایه تحت سناریوی انتشار RCP8.5

Figure 2. Longterm monthly average of extreme rainfall in future periods compared to the baseline under RCP8.5 scenario

محاسبه نرخ تغییرات بلندمدت ماهانه بارش حداکثر حوزه طی سال‌های آتی نسبت به دوره پایه (جدول ۳) نیز گویای آن است که در دوره‌های آتی در اغلب ماه‌های سال با افزایش در میزان بارش نسبت به دوره پایه مواجه هستیم. به طوریکه بیشترین میزان افزایش در مقدار بارش نسبت به دوره پایه در فاصله زمانی ۲۰۳۶-۲۰۲۶ در ماه آویل و به میزان ۵۹/۸ درصد بوده و بیشترین کاهش بارش در این دوره زمانی در ماه آگوست و به میزان ۴۲/۸۶ درصد می‌باشد. همچنین بر اساس پیش بینی انجام شده، در دوره‌های آینده دور و میان مدت بیشترین افزایش در میزان بارش حداکثر حوزه در ماه اکتبر مورد انتظار است؛ حال آنکه بیشترین کاهش در مقدار بارش حدی برای دو افق زمانی ۲۰۶۰ و ۲۰۹۰ به ترتیب در ماه‌های می (۴۹/۴ درصد) و سپتامبر (۲۵ درصد) اتفاق می‌افتد.

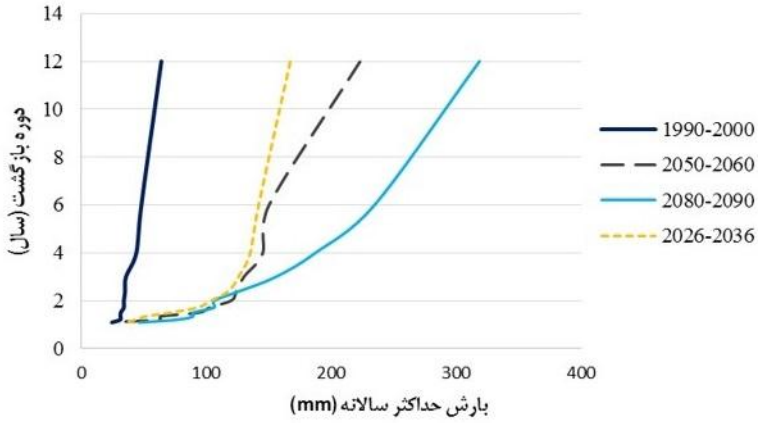
جدول ۳- درصد تغییرات میانگین بلندمدت ماهانه حداکثر بارش حوزه طی سه دوره آینده نسبت به دوره پایه بر اساس سناریوی RCP8.5

Table 3. Percentage change of longterm monthly average of extreme rainfall of the catchment during three future periods compared to the baseline based on RCP8.5 scenario

| دوره زمانی / ماه‌های سال | ۲۰۳۶-۲۰۲۶ | ۲۰۶۰-۲۰۵۰ | ۲۰۹۰-۲۰۸۰ |
|---|---|---|---|
| Jan | ۲۲/۵۲ | ۲۸/۸۳ | ۶/۳۱ |
| Feb | ۳۶/۰۴ | ۱۹/۸۲ | ۴۰/۵۴ |
| Mar | -۲۰/۳ | -۲/۴۸ | -۱۹/۸ |
| Apr | ۵۹/۸ | ۳۸/۲۴ | ۵۵/۸۸ |
| May | -۱۶/۳۷ | -۴۹/۴ | -۶/۵۵ |
| Jun | ۳۷/۴۲ | ۳۵/۵۸ | ۵۵/۲۱ |
| Jul | ۱۵ | -۱۵ | ۷۵ |
| Aug | -۴۲/۸۶ | -۱۴/۲۹ | ۲۸/۵۷ |
| Sep | ۴۱/۶۷ | ۶۹/۴۴ | -۲۵ |
| Oct | ۲۸/۰۳ | ۷۲/۷۲ | ۱۲۱/۲۱ |
| Nov | ۴/۸۸ | ۸/۵۴ | ۶/۱ |
| Dec | -۵/۳۶ | ۱۶/۰۷ | ۱۴/۶۴ |

به منظور بررسی چگونگی تغییر رژیم بارش‌های حداکثر حوزه سیل‌برگردان غرب در دوه‌های آتی نسبت به دوره پایه محاسبات، نمودار دوره‌بازگشت بارش‌های حداکثر نسبت به مقادیر این بارش‌ها مورد بررسی قرار گرفت. پس از برازش توزیع‌های احتمالاتی مختلف به داده‌ها بارش حدی مشخص گردید که توزیع مقادیر حدّی تعمیم‌یافته بهترین تطابق را با داده‌های حداکثر بارش دارد. شکل ۳ چگونگی تغییر دوره‌بازگشت بارش‌های حداکثر در دوره آتی و دوره پایه حوزه سیل برگردان غرب را تحت سه سناریوی انتشار مورد بررسی نشان می‌دهد. ملاحظه می شود که بر اساس سناریوی انتشار مورد مطالعه، برای یک دوره‌بازگشت مشخص بارش، مقدار بارش حداکثر سالانه حوزه در دوره‌های آتی افزایش پیدا

می‌کند. به عبارت دیگر احتمال وقوع بارش حدی در دوره آینده نسبت به دوره پایه افزایش می‌یابد و دوره‌بازگشت یک مقدار مشخص از بارش حدی در آینده نسبت به دوره پایه کاهش نشان می‌دهد، و این کاهشِ دوره‌بازگشت (افزایش احتمال وقوع بارش) با حرکت به سمت آینده دور بیشتر می‌شود.




شکل ۳- مقایسه تغییرات دوره‌بازگشت‌های میانگین بارش‌های حدی سالانه حوزه در دوره‌های آتی و دوره پایه
Figure 3. Comparison of changes in return periods of average annual extreme rainfalls of the catchment for future and base time periods

به منظور بررسی تغییرات شدت بارش در دوره‌های آینده نسبت به دوره پایه، منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی برای دوره‌پایه و دوره‌های آتی حوزه بر اساس رابطه قهرمان و سپاسخواه (۱۲) و قهرمان (۱۱) به دست آمد و شدت بارش با مدت‌های مختلف، برای دوره‌بازگشت‌های مشخص تحت سه سناریوی انتشار و برای سه دوره مورد بررسی در آینده برآورد گردید که به عنوان نمونه، نتایج در مورد بارش شش ساعته در جدول ۴ ارائه شده است. از این جدول به خوبی واضح است که برای هر دوره‌بازگشت معین، شدت بارش در دوره‌های آینده نسبت به دوره پایه افزایش می‌یابد. ملاحظه می‌شود که شدت بارش با حرکت از آینده نزدیک به سمت آینده دور با افزایش همراه است. هر چند در رابطه با اقلیم آتی حوزه سیل برگردان غرب تا کنون تحقیق دیگری انجام نشده است، اما می‌توان گفت که این نتایج با یافته‌های حاصل از بسیاری از تحقیقات مشابه پیشین که برای دیگر حوزه‌های ایران- و به ویژه حوزه‌های پیرامون محدوده سیل برگردان غرب تهران- صورت گرفته، مطابقت دارد. عباس‌پور (۱) در مطالعه‌ای در رابطه با اقلیم آینده ایران (افق زمانی ۲۰۴۰)، افزایش شدت بارش روزانه را در مناطق مرطوب پیش‌بینی نمود. بررسی صورت گرفته توسط بابائیان و نجفی نیک (۷) نیز بیانگر افزایش آستانه بارش‌های شدید و بسیار شدید در آینده در استان خراسان رضوی است. بر اساس مطالعه عبدا... شمشیرساز (۲) که بر روی حوزه رودخانه زرگنده در تهران صورت گرفت، شدت بارش دوره آینده افزایش خواهد داشت. مطالعه انجام شده توسط علیزاده پهلوان و زهرایی (۴) در حوزه سد لتیان نیز بیانگر آن است که شدت بارش‌های حدّی با گذر زمان در حال افزایش است.

جدول ۴- مقایسه شدت بارش شش ساعته (میلیمتر بر ساعت) برای دوره‌بازگشت‌های مختلف در دوره پایه و دوره‌های آتی
Table 4. Comparison of 6-hour rainfall intensity (m/hr) for different return periods in baseline and future periods

| دوره‌بازگشت | دوره پایه (۲۰۰۰-۱۹۹۰) | ۲۰۳۶-۲۰۲۶ | ۲۰۶۰-۲۰۵۰ | ۲۰۹۰-۲۰۸۰ |
|---|---|---|---|---|
| ۲ | ۱/۵۱ | ۱/۶۶ | ۱/۶۹ | ۱/۷۵ |
| ۵ | ۴/۷۳ | ۵/۱۹ | ۵/۲۹ | ۵/۴۷ |
| ۱۰ | ۶/۸۶ | ۷/۵۳ | ۷/۶۷ | ۷/۹۴ |
| ۲۵ | ۹/۵۳ | ۱۰/۴۸ | ۱۰/۶۷ | ۱۱/۰۴ |
| ۵۰ | ۱۱/۵۱ | ۱۲/۶۵ | ۱۲/۸۸ | ۱۳/۳۳ |
| ۱۰۰ | ۱۳/۴۷ | ۱۴/۸۱ | ۱۵/۰۷ | ۱۵/۶۱ |

در این مقاله روند تغییرات بارش‌های حداکثر حوزه سیل برگردان غرب تحت اثر تغییر اقلیم با استفاده از آمار بارش ایستگاه هفت حوض-درکه و بر اساس خروجی مدل‌های اقلیمی مربوط به گزارش ارزیابی پنجم IPCC مورد بحث و بررسی قرار گرفت. به منظور انتخاب مدل مناسب اقلیمی برای حوزه مورد نظر، مقایسه‌ای بین مدل‌های مختلف گردش عمومی جو صورت گرفته و در نهایت مدل MRI-CGCM3 به منظور شبیه‌سازی بارش در حوزه مورد بررسی طی دهه‌های آتی به کار گرفته شد. در حوزه مورد بررسی در این تحقیق (سیل‌برگردان غرب) تنها یک ایستگاه با دوره آماری مناسب در داخل حوزه موجود است و به منظور افزایش دقت نتایج، از ایستگاه‌های خارج از مرز حوزه استفاده نگردید. با این

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.3.5 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.226 ]

حال پیشنهاد می شود در سایر تحقیقات مشابه به ویژه برای حوزه‌های با وسعت زیاد، در صورت امکان از آمار چندین ایستگاه در تحلیل بارش‌های حدّی محدوده مورد بررسی استفاده گردد تا نتایج معتبرتری برای محدده مورد بررسی حاصل شود.

نتایج مدل‌سازی‌های صورت گرفته در تحقیق حاضر نشان داد که مجموع میزان بارش در دوره‌های آتی نسبت به دوره مشاهداتی افزایش می‌یابد، و همچنین مقدار بارش‌های حداکثر حوزه نیز با افزایش قابل ملاحظه‌ای نسبت به دوره پایه همراه است. بررسی متوسط بلندمدت ماهانه بارش حداکثر حوزه در دوره‌های زمانی مختلف آتی و پایه نیز نشان داد که تحت سناریوی مورد بررسی بیشترین مقدار بارش حوزه در فاصل زمانی اوایل پاییز تا اواسط بهار رخ می دهد که مقدار اوج آن در نیمه زمستان است. همچنین نتایج حاصل از تحلیل بارش‌های حداکثر حوزه بیانگر آن است که دوره‌بازگشت مربوط به یک مقدار مشخص از بارش حدّی با حرکت به سمت آینده کاهش می‌یابد، که به معنای افزایش احتمال وقوع و فراوانی بارش‌های حدی حوزه در آینده است. همچنین یافته‌ها نشان داد که برای یک دوره‌بازگشت مشخص، مقدار بارش حداکثر حوزه در دوره‌های آتی و نیز شدت آن نسبت به دوره پایه افزایش پیدا می‌کند. بر این اساس می‌توان انتظار داشت که به تبع آن اندازه دبی اوج رواناب با گذر زمان در حوزه مورد بررسی بیشتر شود، که از اینجا می‌توان دلیل وقوع بارش‌های سنگین در مناطق شمالی تهران در سالیان اخیر را توجیه نمود. بنابراین به‌کارگیری راهکارهای تطبیقی جهت سازگاری با پدیده تغییر اقلیم در حوزه سیل برگردان غرب ضروری به نظر می‌رسد. لازم به ذکر است که تحقیق حاضر بر اساس سناریوهای انتشار RCP8.5 که بدبینانه‌ترین حالت از وضعیت تغییر اقلیم را ارائه می‌دهد، صورت گرفته است. بنابراین پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی مربوط به حوزه سیل‌برگردان غرب، سایر سناریوهای انتشار نیز مورد بررسی قرار گرفته و عدم‌قطعیت مربوط به سناریوهای انتشار نیز مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد.

## منابع


1. Abbaspour C.K., M. Faramarzi, S. Seyed Ghasemi and H. Yong. 2009. Assessing the impact of climate change on water resources in Iran, Water Research, 45: 1-16.
2. Abdollah Shamshirsaz, Sh., Investigatting the climate change impact on runoff quantity and quality in urban catchment (Case study: Zargandeh channel), M.Sc. Thesis, faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran. 2008 [in Persian].
3. Alison, L.K., G.J. Richard and S.R. Nicholas. 2006. RCM rainfall for UK flood frequency estimation. II. Climate change results. Journal of Hydrology, 318: 163-172.
4. Alizadeh Pahlevan, H. and B. Zahraei. 2014. Rainfall statistical downscaling with the aim of evaluating the effects of climate change on extreme events in urban areas, The 1st conference on Climate change and a path to sustainable future, Environment protection agency, Tehran, Iran (In Persian).
5. Ashofteh, P. Sadat, A.R. Massah Bavani. 2009. The effect of climate change uncertainty on temperature and rainfall in Aydoghmoush watershed during 2040-2069, Journal of Knowledge of Water and Soil, 1/19(2): 85-98 (In Persian).
6. Armanshahr Consulting Engineering Company, 2002, Design studies on contour rehabilitation from 1400 to 1800 in 22nd district of Tehran municipality.
7. Baba'eeyan, I. and Z. Najafi Nik. 2010. Analysis of cliamte change in Khorasan-e-Razavi province during 2010-2039 using downscaling the output of GCMs, Journal of Geography and regional development, 8(15): 1-19 (In Persian).
8. Baba'eeyan, I., M. Zarghami, M. Kouhi, A. Baba'eeyan, M. Karimiyan and R. Modirian. 2013. Investigating the behavior of water resources in Ghara-Ghoum catchment under climate change condition (Case Study: Dargaz sub-basin), Journal of Water and Soil (Agricultural science and industry), 27(5): 907-918 (In Persian).
9. Babaei Fini, O.S., A. Ghasemi and A. Fattahi. 2014. Investigating the impact of climate change on trend of extreme rainfall indices in Iran, Journal of Spatial analysis of environmental hazards, 1(3): 85-103 (In Persian).
10. Ekstrom, M., H.J. Fowler, G.G. Kilsby and P.D. Jones. 2005. New estimates of future changes in extreme rainfall across the UK using regional climate model integrations.2. Future estimates and use in impact studies. Journal of Hydrology, 300: 234-251.
11. Ghahreman B. 1996. Updated IDF equation for rainfall in Iran using 1-hour, 10-year rainfall. Journal of Agricultural Science, 6: 13-30 (In Persian).
12. Ghahreman B. and A. Sepaskhah. 1980. Estimating IDF equation for rainfall in Iran using 1-hour, 10-year rainfall. 3rd International congress on road and structural engineering, Faculty of Engineering, University of Shiraz, Iran (In Persian).
13. Ghanavati, A., A. Karam and M. Agha Alikhani. 2012. Flood zoning and hazard evaluation in Farahzad basin in Tehran using a fuzy model, Journal of Geography and Environmental Planning, 48(4): 121-142.
14. Google Maps [homepage on the Internet]. Darake River in Tehran, Iran. Available online at: www.maps.google.com.
15. Hosseini, S.H., M.A. Ghorbani, and A. Massah Bavani. 2015. Rainfall-runoff modelling under the climate change condition in order to project future streamflows of Sufichay watershed, Journal of Watershed Management Research, 6(11): 1-14.


[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]

[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.3.5 ]

[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.226 ]

16. IPCC-TGCIA. 1999. Guidelines on the Use of Scenario Data for Climate Impact and Adaptation Assessment. Version 1. Prepared by Carter, T.R., M. Hulme, and M. Lal, Intergovernmental Panel on Climate Change, Task Group on Scenarios for Climate Impact Assessment, 69 pp.
17. IPCC. 2007. Climate Change 2007. pp:1-8. In: Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (Eds.), The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, UK.
18. Kouhi, M., M. Mousavi Baygi, A. Farid Hosseini, H. Sanaei Nejad and H. Jabbari Noghabi. 2012. Statistical downscaling and presenting future scenarios of extreme rainfall events in Kashfroud watershed, Journal of climatology research, 3(12): 35-53 (In Persian).
19. Moafi Rabari, A. 2012. Optimal design of WFD (West Flood-Diversion) dimensions based on upland catchment' characteristics, MSc. Thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran (In Persian).
20. Moghimi, E. and A. Saffari. 2010. Geomorphological assessment of urban development in the realm of surface drainage basins (Case study: Tehran metropolitan area), Journal of Human science teacher, 14(1): 31pp (In Persian).
21. Nazif, S. 2010. Developing an algorithm for climate change assessment on urban water cycle, PhD Thesis, Faculty of Engineering, University of Tehran, Iran.
22. Obada, E., E.A. Alamou, J. Zandagba, A. Chabi and A. Afouda. 2017. Change in future rainfall characteristics in the Mekrou catchment (Benin), from an Ensemble of 3 RCMs (MPI-REMO, DMI-HIRHAM5 and SMHI-RCA4), Journal of Hydrology, 4(1), 16 pp.
23. Parsa, V. and H. Motiei. 2013. Modelling urban flooding using StormCad (Case study: West flood-Diversion and Kan watersheds in Tehran). The 5th conference on Iranian water resource management, Tehran, Iran (In Persian).
24. Pour Hashem, M., B. Bakhtiari and K. Qaderi. 2013. Low flows modelling using temperature and rainfall climatic variables (Case study: Skandari Basin, Esfahan Province), Journal of Watershed Management Research, 4(7): 85-100.
25. Saffari, A. and A. Moghimi. 2009. Geomorphologic assessment of urban development and vulnerability due to land-slide in mountainous hillsides of Tehran, Journal of Natural geography research, 67: 53-71 (In Persian).
26. Tavakolifar, H., E. Shahghasemi and S. Nazif. 2017. Evaluation of climate change impacts on extreme rainfall events characteristics using a synoptic weather typing-based daily precipitation downscaling model, Journal of Water and Climate Change, in press (uncorrected proof), Available online 15 May 2017, 24 pp.
27. Yazerlou, B. 2013. The effect of climate change on occurrence probability of extreme rainfalls in future periods (Case study: Golestan province), Msc. Thesis, Faculty of Water Science Engineering, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran (In Persian).

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]

[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.3.5 ]

[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.226 ]

# Analysis of Climate Change Impact on Extreme Rainfall Events in the West Flood-Diversion catchment of Tehran

**Negin Binesh[1], Mohammad Hossein Niksokhan[2] and Amin Sarang[3]**

1 and 3- PhD student and Assistant Professor of Environmental Engineering-Water Resources, University of Tehran
2- Associate Professor, Faculty of Environment, University of Tehran
Received: May 3, 2017 Accepted: September 5, 2017

## Abstract

The impacts of climate Change, more than being influenced by the change in precipitation amount, is affected by the changes imposed by this phenomenon on rainfall regime (intensity and frequency); it means that climate change can cause extensive droughts/floods due to impact on temporal and spatial rainfall distribution, and hence, conducting some studies on return period of extreme rainfalls seems to be necessary. Current paper investigates and analyzes the effect of climate change on extreme regime in WFD catchment at three time horizons (2036, 2060, and 2090) under A1B, A2, and B1 emission scenarios. Investigations (performed by the authors during previous researches) show that the most accurate which is capable of simulating the trend of precipitation variations in the studies catchment, would be MRI-CGCM3 Downscaling was performed using Change Factor (CF) method. The results are representative of reduction in rainfall amount in future time periods, So that the predicted rainfall reduce between 4.12 to 11.69 percent compared to observed baseline precipitation. In addition the result of extreme rainfall analysis show that by moving towards the distant future, the amount of annual extreme rainfalls decrease for a specific return period. However intensity and return period of a specific extreme rainfall increases significantly and therefore, applying adaptive measures for urban flood prevention in the catchment appears to be necessary.Also the probability of extreme rainfall occurrence with a given value in distant future is greater than near future.

**Keywords:** Climate change, extreme rainfall, general circulation models, rainfall intensity, Return periods

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-15 ]

[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.3.5 ]

[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.226 ]