نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و یکم، شماره ۶۳، زمستان ۱۴۰۰

# تحلیل آسیب‌پذیری استان لرستان از تغییرات در بارش مؤثر بر طبق روش USDA

**دریافت مقاله**: ۹/۱۰/۱۲ **پذیرش نهایی**: ۹۹/۵/۵

**صفحات**: ۴۴۲-۴۲۷

**علی سعادت**: دانشجوی دکتری آب و هواشناسی دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران
**Email:** a.saadat6000@gmail.com
**محمد سلیقه**: دانشیار گروه اقلیم شناسی دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران[1]
**Email:** saligheh@khu.ac.ir
**محمدحسین ناصرزاده**: استادیار گروه اقلیم شناسی دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران
**Email:** nassrzadeh2100@yahoo.com

**چکیده**

**هدف از این پژوهش مطالعه تأثیر تغییرات اقلیمی به ویژه افزایش دما بر میزان بارش مؤثر در استان لرستان با استفاده از روش USDA است. جهت مقایسه شرایط، در دوره قبل و بعد از تغییر اقلیم دو بازه زمانی ۵ ساله که بازه زمانی اول ۱۳۶۹تا ۱۳۷۳ و بازه زمانی دوم از ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ انتخاب شدند. نتایج نشان داد میزان بارش در بازه زمانی اول بیش از بازه زمانی دوم بوده است. فراوانی روزهای بارش، در دوره بعد از تغییر اقلیم، کاهشی بوده است، دما در بازه زمانی دوم افزایش یافته است. تبخیر در بازه زمانی دوم بیشتر شده است. رطوبت نسبی در بازه دوم نسبت به بازه اول کاهش یافته و سرعت باد نیز افزایش نشان داد. با بررسی روند تغییرات داده‌ها، مشخص شد تغییر اقلیم، باعث افزایش غیر یکنواختی بارش، در دو مقیاس مکانی و زمانی در منطقه مورد مطالعه شده است. به روش ویبول، خشکسالی‌های ناشی از وقوع بارش مؤثر، محاسبه شد؛ و احتمال رخداد بارش مؤثر در حداقل ۵ بازه زمانی آورده شد؛ و نشان داد؛ که در سال ۱۳۶۹ و ۱۳۹۶ رخداد بارش مؤثر، در منطقه ناچیز بوده؛ لذا اثرپذیری آن زیاد بوده است. همچنین با مدل دوبیف، بارش مؤثر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت؛ و سال‌های با حداقل بارش مؤثر، برای کشت دیم، با علامت مثبت، یعنی شرایط متناسب و منفی یعنی شرایط نامطلوب به ثبت رسید. بر اساس ضریب خطی، روند بارش در سه ایستگاه خرم آباد، الیگودرز و بروجرد، نشان داد؛ در هر سه ایستگاه، روند کاهشی بوده است. در بررسی توزیع جغرافیایی بارش مؤثر، نشان داد، در بخش جنوب و جنوب شرقی استان، ضریب بارش مؤثر، بیشتر از بقیه قسمت‌های استان می‌باشد؛ این ضریب به سمت شمال غرب استان، کاهش می‌یابد؛ کاهش ضریب بارش مؤثر بیشتر به دلیل افزایش تبخیر، به این سمت می‌باشد. تغییرات رخ داده در متغیرهای اقلیمی مورد بررسی بیان کننده این موضوع بود که تحت تأثیر تغییر اقلیم، بارش مؤثر در منطقه مورد مطالعه کاهش یافته است. کاربرد این مقاله در امور کشاورزی و حفظ منابع آب‌های زیر زمینی، که حیات طبیعی وابسته به آن است، مورد توجه می باشد.**

**کلید واژگان:** بارش لرستان، بارش مؤثر، تغییر اقلیم، روش ویبول، مدل دوبیف

---

۱. **نویسنده مسئول**: تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی، گروه اقلیم شناسی

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

**مقدمه**

بارش مقوله‌ای است که نتیجه آن، حیات بر روی کره خاکی می‌باشد. بارش مؤثر، حداقل، مقدار بارشی است که اگر برای یک دفعه ریزش کند، تحت شرایط مطلوب خاک، مقداری از آن به صورت رطوبت در خاک، ذخیره می‌گردد[1]. به زبان دیگر مقدار بارندگی است که برای تأمین نیاز آبی گیاه مفید واقع می‌گردد؛ یا جهت تولید محصول در دوران بعد، در خاک ذخیره می‌شود[2]. تا به تأمین منابع آبهای زیر زمینی، نیز کمک شود برای آنکه این بارش بتواند از تبخیر در امان باشد باید بتواند تا عمق ۱۰ تا ۱۲ سانتی متردرخاک نفوذ کند، به این منظور مقدار بارش در هر بارندگی باید به میزان ۱۰ تا ۱۵ میلی‌متر باشد(علیزاده، ۱۳۸۵: ۱۸۱) بارش مؤثر یکی از فاکتورهای بسیار مهم در مدیریت کشاورزی، بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک جهان، نظیر ایران محسوب می‌گردد(سهرابی و همکاران، ۱۳۹۱ : ۸۴-۷۵). اگر در حال حاضر انتشار تمامی گازهای گلخانه‌ای در سطح کره زمین متوقف شود؛ پدیده تغییر اقلیم تا اواخر قرن ۲۱ ادامه خواهد داشت؛ که این امر به دلیل عمر ماندگاری ۱۵۰ ساله دی‌اکسیدکربن به عنوان مهمترین گاز گلخانه‌ای در جو زمین می‌باشد(هیت بین‌الدول تغییر اقلیم ۲۰۰۷: ۲۸) بر اساس نتایج گزارش پنجم تغییر اقلیم ۲۰۱۴ همه کشورها تعهد کرده‌اند، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از ۲۰۳۰تا ۲۰۵۰ کاهش دهند تا افزایش دما کمتر از ۲ درجه سانتی‌گراد باشد.[3]و در نتیجه تعدیل بارش منظم گردد تا بارش مؤثر افزایش یابد.

سوال پژوهش این است که آیا بارش مؤثر در منطقه مورد مطالعه کاهش یافته است؟ منطقه مورد مطالعه، از آن‌جا که در محدوده کوهستانی زاگرس قرار دارد؛ و دارای شیب کوهستانی می‌باشد؛ در نتیجه بعد از بارندگی-ها، فرصت نفوذ و ذخیره آب در خاک کاهش یافته و به صورت رواناب‌های سطحی، در مسیر رودخانه‌هایی مانند کشکان، سیمره و سزار، آب‌های سطحی از منطقه خارج شده و به طرف استان خوزستان در جریان می-افتند. با این شرایط بخش بزرگی از بارش از دسترس خارج می‌شود و سهم کوچکی از آن در خاک ذخیره می-شود. در نتیجه باعث کاهش بارش مؤثر در منطقه شده است.

تغییرات اقلیمی، در طول فصول گوناگون، عوض شده. نمونه آن در فصل بارش یک منطقه مانند بروجرد و یا الیگودرز که بیشترین بارش آن انتظار می‌رود، در فصل زمستان اتفاق بیافتد، صورت نمی‌گیرد؛ یا حتی ریزش-های شدید و ناگهانی جوی، در برخی از فصول که سیل‌های ویرانگری را به دنبال دارد، به وجود می‌آورد. یا ممکن است خشکسالی سنگینی را به دنبال داشته باشد. که در تأیید این گفته‌ها، تغییر داده‌های ضرایب خطی در این مقاله و مقایسه داده‌های اقلیمی، در دو بازه زمانی و نتیجه متفاوت هر بازه زمانی نشانه‌ای، بر این ادعا می باشد. با توجه به هدف این پژوهش، بر اساس مطالعات، نشان داد، که تغییرات اقلیمی، باعث کاهش بارش مؤثر، در منطقه مورد مطالعه، شده است. اثرات تغییرات اقلیمی، بر روی ابعاد مختلف زندگی بشری، برنامه-ریزی‌های خاص خود را می‌طلبد؛ که مدیران و دست اندرکاران جامعه باید اتخاذ کنند.

در روش کار، در این مقاله، جمع آوری تمامی داده‌های اقلیمی روزانه به صورت خام و تبدیل آنها به داده‌های ماهانه، فصلی و سالیانه انجام گرفته شد. ضریب خطی آن‌ها به دست آمد. بعد این ضرایب، با هم مقایسه، شد؛

1 https://www.fsst.co
2 https://www.hoadisean.com
3 - IPCC2014

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

برای مشخص شدن دقیق اثر تغییر اقلیم، بر بارش مؤثر، مطالعه زمانی، در منطقه مورد مطالعه، به دو دوره قبل از تغییر اقلیم و بعد از تغییر اقلیم، تقسیم شد. در هر دوره، بازه زمانی ۵ ساله انتخاب شد. برای دوره قبل از تغییر اقلیم بازه ۵ ساله از ۱۳۶۹ تا۱۳۷۳ و برای دوره بعد از تغییر اقلیم بازه زمانی ۱۳۹۳ تا۱۳۹۷ انتخاب شدند. در هر بازه زمانی برای سه ایستگاه خرم آباد، الیگودر و بروجرد بر روی ۵ متغیر آماری شامل، میانگین بارش، فراوانی تعداد روزهای بارشی بالای ۰/۱ و بالای ۱۰ میلیمتر، میانگین دما، تبخیر و رطوبت نسبی تجزیه و تحلیل آماری صورت گرفت. با به دست آمدن داده‌ها، هر دو دوره، با هم مقایسه و ارزیابی گردید.

پیشینه تحقیق در مورد بارش مؤثر و تغییرات اقلیمی نشان می‌دهد مطالعه تغییرات اقلیمی درکشور به صورت پراکنده در برخی نقاط صورت گرفته اما در استان لرستان کمتر به آن پرداخته شده است. تغییر اقلیم و تأثیرات ناشی از آن یکی از مسائل مطرح جهانی در بیان دیدگاه‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی در دست مطالعه و بررسی است(کرولی [1]و همکاران،۱۹۹۹) در بحث تغییر اقلیم، بیشتر افزایش دمای کره زمین مد نظر است به همین خاطر سازمان‌های بین المللی تلاش می‌کنند تا با همکاری همه کشورهای جهان، سرعت افزایش دمای کره زمین را کنترل کنند. معاهده پاریس در سال ۲۰۱۶ کشورهای جهان را ملزم به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کرد تا دمای کره زمین تا پایان قرن بیست و یکم بیشتر از ۲ درجه افزایش نیابد. بر اساس گزارش چهارم بین الدول سال ۲۰۰۷، با احتمال ۹۵ درصد انسان را عامل افزایش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات گلخانه‌ای می‌داند. و متوسط دمای کره زمین تا پایان ۲۱۰۰ بین ۱/۲ تا ۶/۴ درجه افزایش می‌یابد. روند گرمایش جهانی یکی از مهم‌ترین تغییرات آب و هوایی سده کنونی است که پژوهشگران در مقیاس‌های منطقه‌ای و سیاره‌ای به آن پرداخته‌اند. بررسی‌های((هیئت بین دول تغییر اقلیم))[2] بر روی داده‌های مشاهداتی دما، بارش پوشش برف و سطح آب دریاها، نشان از تغییرات در این متغیرها دارد[3]. در مجله جغرافیای ناحیه‌ای[4] آمده است تقریبا از سال ۱۹۹۲ کره زمین هر سال گرمتر شده است و سال ۲۰۱۶ گرمترین سال در ۱۰۰ سال اخیر بوده است. از طرفی مطالعات هیت بین دول تغییر اقلیم[5] کاهش بارش به صورت برف را تأیید می‌کند؛ که منجر به کاهش بارش مؤثر شده است. علاوه بر آن گرمایش جهانی تبخیر آب‌های سطحی مانند دریاچه‌ها به ویژه آب‌هایی که با آب‌های آزاد در ارتباط نیستند، سطح آب آنها افت یافته است. در شمال تایوان اثر تغییر اقلیم بر بارش مؤثر بر روی مزارع برنج و نیاز آبی آن‌ها در حال(۲۰۱۱-۲۰۰۴)و آینده (۲۰۶۵-۲۰۴۶) مورد بررسی قرار گرفت و نشان داد که در آینده نیاز آبی بارش مؤثر ۷/۱درصد بیشتر از حال حاضر است(لانگ لی و همکاران[6]،۲۰۱۴) بارش مؤثر زمستانه و کاهش بارش تابستانه در دوره زمانی ۲۰۶۰-۲۰۱۰ در کشور ایرلند مطالعه شده است[7](استیل وهمکاران، ۲۰۰۸). در یکی دیگر از مقالات روش محاسبه بارش مؤثر، برای مناطق خشک و مناطق مرطوب در شرایط متفاوت آب وهوایی مورد بررسی قرار داده شد.[8](مبارک و همکاران، ۲۰۱۷:

1 crowley
2 IPCC
3 IPPC,2007;28
4 IRAG
5 IPCC
6 Long lee
7 steele,2008
8 Ali and Mubarak, 2017

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

۱) در مقاله‌ای توسط قاسم عزیزی، بارش مؤثر کشاورزی خرم آباد، بر اساس روش SCS برآورد شد؛ که در میان ماه‌های مورد بررسی(اکتبر تا مه) حداکثر بارش مؤثر در ماه مارس دریافت شده که برابر با ۱۱/۴ درصد کل بارش مؤثر سالیانه است. (عزیزی، ۱۳۷۹: ۱۱۵) نتایج مطالعه بارش مؤثر در جلگه مازندران نشان داد که نیاز آب مصرفی، در شرق جلگه مازندران بیشتر از غرب آن است، در حالی‌که مقدار بارش مؤثر در غرب جلگه بیشتر است. (مجرد و همکاران، ۱۳۸۵: ۵۹) شریفان به بررسی تغییرات بارش مؤثر در شرایط مختلف اقلیمی(مرطوب، نیمه خشک و خشک)برای محصولات مختلف تابستانه و پاییزه پرداخت.(شریفان،۱۳۸۸: ۱۹۸۹) در میان پارامترهای هواشناسی، در مقایسه با دما و بارش، تحقیقات اندکی، در زمینه بررسی روند تغییرات زمانی رطوبت نسبی انجام شده است؛ در حالی‌که رطوبت نسبی به دلیل تأثیر مستقیم بر دید، تشکیل ابر، مه و دود، اهمیت ویژه‌ای دارد؛ (قره خانی و قهرمان ۱۳۸۹: ۶۳۶) نتایج حاصل از تحلیل روش‌های مورد مطالعه و شیوه‌های محاسبات بارش مؤثر، نشان داد که روش SCS به دلیل این که از یک سو، تنها داده‌های تبخیر و تعرق بالقوه، ضریب گیاهی بارش و عمق آبیاری وابسته می‌باشد و از سوی دیگر فاقد محدویت‌های مکانی و... است؛ مناسب-ترین روش محاسبه بارش مؤثر در حوضه دریاچه نمک شناخته شد.(خوشحال، ۱۳۹۱: ۱۵۳) بر اساس مطالعات خالقی، در بین روش‌های برآورد بارش مؤثر، در کشاورزی، روش USDA بیشترین مقدار را بدست داده و کمترین آن مربوط به روش بارش قابل اطمینان است. (خالقی، ۱۳۹۴: ۵۱) در ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر هیدرولوژی آب‌های سطحی در حوضه رودخانه کارون نشان می‌دهد افزایش دما، توزیع ماهانه رواناب را به شدت تغییر خواهد داد. در حوضه‌های برفی افزایش دما باعث ذوب برف می‌شود. در تحقیق اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه زاینده‌رود، کاهش بارندگی ۱۰ تا ۱۶ درصدی را با سناریوهای A2,B2 و افزایش درجه حرارت به ترتیب ۴/۶و ۳/۲ درجه سانتی‌گراد و کاهش رواناب تا ۵/۸درصد و ضریب تغییرات جریان رودخانه را تا سه برابر، برای دوره‌های آتی ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۹ و۲۰۷۰ تا ۲۰۹۹پیش بینی نموده‌اند. به منظور آشکارسازی تغییر اقلیم، تاکنون مطالعات زیادی برای بررسی روند پارامترهای اقلیمی مختلف صورت گرفته است. با بررسی تغییرات رطوبت نسبی، طی یک دوره ۵۰ ساله در جمهوری سودان، نتیجه گرفت، طی دوره آماری مورد مطالعه رطوبت نسبی از روند کاهش برخوردار بوده است.(آلوی، ۱۹۹۴، ص ۳۹۳)تغییرات دما و بارش ایران، طی یک دوره ۵۵ ساله، با آزمون من کندال بررسی شد؛ نتیجه تحقیق، نشان داد؛ که دما، روند افزایشی و بارش روند کاهشی داشته است. (کوثری و همکاران۲۰۱۱، ص ۳۲۱) دربازیابی تغییر اقلیم، در نیمه غربی کشور، به این نتیجه رسید؛ که متغیرهای دمایی، دارای روند معنادار و متغیرهای بارش و رطوبت، روند معناداری نداشتند.(عزیزی وهمکاران، ۱۳۸۷، ص ۱۹) زهرایی در مقاله خود، ضمن معرفی بارش مؤثر، به بررسی موردی اثرات تغییر اقلیم بر روی بارش‌های غیر مؤثر حوضه کرخه پرداخته است؛ نتایج نشان داد که علی‌رغم افزایش حدود ۲/۶ درصدی مقدار بارش‌های غیر مؤثر در دهه اخیر، این بارش‌ها، رفتاری دوره‌ای داشته و احتمالا در دهه‌ی آینده روند نزولی در پیش خواهند گرفت .(زهرایی، ۱۳۹۳: ۳۵) در مقایسه شدت بارش مؤثر برای دو دوره پایه و آینده، این نکته استخراج گردید که در سه ایستگاه اردبیل، کرمانشاه و تبریز، آستانه‌های حداکثر بارش مؤثر برای دهه‌های آینده کاهش یافته و برای سنندج ، قزوین و همدان افزایشی بوده است. (روشن، ۱۳۹۳: ۸۱) در یک پژوهش توسط موسوی و همکاران، اثرات بلند مدت تغییر اقلیم بر تغییرات

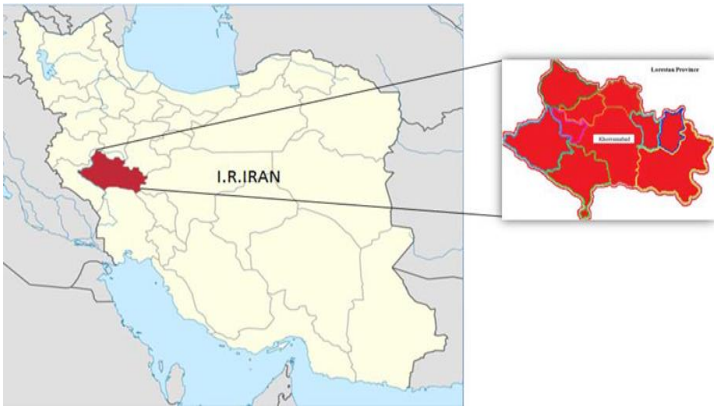
[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

مکانی و زمانی بارش در سطح کشور، تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 تا سال ۲۱۰۰ بررسی شد. (موسوی و همکاران ، ۱۳۹۵: ۱۵۲) به منظور تعیین مناسب‌ترین روش تجربی برآورد بارش مؤثر در زراعت دیم در مناطق پر بارش(رشت در استان گیلان)و مناطق کم بارش(داران در استان اصفهان) بررسی صورت گرفته شد(لاریجانی و همکاران ۱۳۹۶: ۸۳۶-۸۲۵). از آنجا که بارش مؤثر میزان بارشی است که در خاک ذخیره شده و به مصرف ریشه گیاهان می‌رسد تغییرات آن می‌تواند در پوشش گیاهی و خشکی محیط نقش داشته باشد. مطالعه رفتار آن در آگاهی بخشی به کنشگران بخش‌های محیط زیست، منابع طبیعی و کشاورزی اهمیت یافته و کاربردهای این مقاله را مشخص می کند.

## روش تحقیق

### محدوده مورد مطالعه

شکل(۱) موقعیت استان لرستان را در غرب ایران نشان می‌دهد. این استان با ۲۸۲۹۴ کیلومتر مربع، ۱/۷ درصد مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است. که در عرض جغرافیایی ۴۶درجه و ۵۰ دقیقه شرقی تا ۵۰ درجه و ۲ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۳۲درجه و ۳۸دقیقه شمالی تا ۳۴درجه و۲۲دقیقه شمالی قرار دارد و از نظر موقعیت نسبی در بین استان‌های ایلام، کرمانشاه، همدان، مرکزی، اصفهان و چهارمحال و بختیاری قرار دارد. (استان شناسی لرستان،۱۳۹۷، ۴).




**شکل(۱). موقعیت جغرافیایی استان لرستان**

**خصوصیات آب و هوایی منطقه مورد مطالعه:** استان لرستان با میانگین بارش ۴۵۰ میلیمتر و میانگین دمای سالیانه حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد با وجود وسعت کم دارای تنوع آب‌وهوایی است. الیگودرز که دارای ارتفاع ۲۰۲۲ متر از سطح دریا می‌باشد؛ دارای میانگین بارش سالیانه ۳۸۵ میلی‌متراست. بروجرد با ارتفاع ۱۵۷۳ متر از سطح دریا دارای مقدار بارش ۵۳۳ میلی‌متر است؛ و خرم آباد با ارتفاع ۱۱۴۷ متر از سطح دریا دارای بارش ۵۷۷ میلی‌متر در سال می‌باشد. از نظر تمرکز فصلی بارش، بیشترین بارش در فصل زمستان ۴۳ درصد کل بارش ها را در بر می‌گیرد؛ پاییز ۲۹/۵ درصد و بهار با ۲۷ درصد، در رتبه های بعدی قرار دارند؛ سهم تابستان یکدهم درصد است(یاراحمدی،۱۳۹۳: ۴۵).

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

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

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

**داده‌ها و روش‌کار**

از آنجا که در این پژوهش، همه ایستگاه‌های انتخابی، دوره آماری بالای ۳۰ سال ندارند از این رو، سه ایستگاه خرم آباد، بروجرد و الیگودرز که دارای داده‌های بالای ۳۰ سال هستند؛ انتخاب شدند. دوره آماری خرم آباد از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۶، بروجرد از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۶ و الیگودرز از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۶ انتخاب شد و برای این منظور، ابتدا به جمع‌آوری داده‌های آماری روزانه، میزان بارش، فراوانی روزهای بارشی، دما، رطوبت نسبی، تبخیر روزانه ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه پرداخته شد، داده‌ها به داده های میانگین ماهانه، تبدیل شدند؛ بعد میانگین تک تک فصول، در طول دوره آماری و سپس میانگین سالیانه آن نیز گرفته شد؛ بعد از آن نمودار فصلی و سالیانه تک تک ایستگاه‌ها به دست آمد؛ همچنین ضریب خطی آن‌ها نیز تعیین شد. بارش، دما، رطوبت نسبی و تبخیر روزانه منطقه مورد مطالعه، از زمان افتتاح ایستگاه‌ها، تاکنون محاسبه شدند. برای مشخص شدن نقش تغییرات اقلیمی، بر روی دما، بارش، تبخیر، رطوبت نسبی و تعداد روزهای بارش، به شرح ذیل، بررسی انجام گرفت: بر اساس مطالعاتی که تا کنون انجام شده، مبنای تغییر اقلیم از سال ۱۳۷۳ به بعد در نظر گرفته شد؛ از این رو جهت مقایسه تغییرات در قبل و بعد از تغییر اقلیم، دو بازه زمانی ۵ ساله، قبل از تغییر اقلیم و بعد از تغییر اقلیم، ملاک تجزیه و تحلیل قرار داده شد. دوره زمانی ۵ ساله قبل از تغییر اقلیم، از سال ۷۳ – ۱۳۶۹ و بعد از تغییر اقلیم، از سال ۹۷ – ۱۳۹۳ در نظر گرفته شد؛ سپس میانگین ۵ ساله هر کدام، از پارمترهای اقلیمی، مانند دما، رطوبت نسبی، بارش، تبخیر و تعداد روزهای بارش، هر کدام جداگانه، محاسبه شد؛ بعد از آن، داده‌های به دست آمده، از تک تک مناطق مورد مطالعه را با هم جمع کرده و میانگین آن‌ها به دست آمد؛ تا کل منطقه را پوشش دهد؛ بعد به صورت مقایسه‌ای نمودار آن‌ها، در دو بازه زمانی قبل از تغییر اقلیم و بعد از تغییر اقلیم کشیده؛ سپس با مقایسه هر دو دوره با هم، به تحلیل و تفسیر موضوع پرداخته شد.

**مدل USDA**

قبل از این‌که مدل USDA، در شرح و تفسیر نتایج، به کار برده شود؛ لازم دیده شد؛ که برای درک بهتر موضوع به آموزش این مدل پرداخته شود. مدل USDA که مخفف وزارت کشاورزی ایالات متحده می‌باشد؛ مدلی است که از طریق معادله زیر، محاسبه می شود و بارش مؤثر ماهانه را به دست می‌آورد.(کولائیان و غلامی سفیدکوهی، ۱۳۹۱):. رابطه(۱).

$$\text{If}: P < 250\ \text{mm},\ Peff = (P/125)\times(125 - 0.2P)$$ رابطه(۱)

$$\text{If}: P > 250\ \text{mm},\ Peff = 125 + 0.1P$$

Peff :بارش مؤثر ماهانه،P :بارندگی ماهانه

در این روش بخشی از بارش ماهانه که بستگی به مقدار بارش بالاتر یا پایینتر از ۲۵۰ میلی‌متر باشد؛ بر اساس الگوریتم مربوطه به بارش مؤثر تبدیل می‌شود. به طوری‌که بارش بیشتر از ۲۵۰ میلیمتر ضرب در ۰/۱ شده و با ۱۲۵ جمع خواهد شد. زیرا بیش از آن در سطح جریان یافته و از دسترس گیاه خارج می‌شود. بنابرین بارش

مؤثر ماهانه بارشی است که در طی دوره رشد یک گیاه، دریافت شده و برای مصارف آن در دسترس قرار می-گیرد(مالک، ۱۳۶۲). جهت تحلیل خطرها از مدل ویبول استفاده شد. با مدل تحلیل خطر به روش ویبول می-توان دریافت که خشک‌سالی‌های ناشی وقوع بارش مؤثر هر چند سال یکبار احتمال وقوع دارد. طراحی واقعه در مهندسی ارزیابی خطر مفهوم مهمی محسوب می‌شود. روش‌های احتمال در مورد خطرهای معلوم و معین و دارای فاصله زمانی بازگشت در محدوده حافظه انسان کاربرد بهتری دارند.

به منظور بررسی شرایط خشکسالی های ناشی از بارش مؤثر از روش دوبیف استفاده شد. بدین منظور بارش مؤثر طبق روش دوبیت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. دوبیف در مدل خود که به بیلان هیدرولوژیک معروف گشت مقایسه بین مقدار بارش و مقدار آب خروجی از حوضه را ملاک قرار داد. بر این اساس دوبیف ضریب تبخیر را عنوان نمود.

## نتایج

در ابتدا باید گفت، علت بررسی تغییرات بارش و سایر عناصر اقلیمی، مانند دما، رطوبت نسبی، تبخیر و فراوانی روزهای بارش، ثابت کردن رخداد تغییرات اقلیمی، در استان لرستان است؛ به همین منظور، به بررسی روند تغییرات تک تک عناصر پرداخته شد. تا نقش آن‌ها، در رخداد تغییر اقلیم، در منطقه مشخص شود؛ به ویژه نقش این تغییر در نوسان بارش مؤثر، در منطقه، که موضوع اصلی این تحقیق است؛. به دست آید. شکل(۲) توزیع بارش را در ۳ ایستگاه خرم آباد، بروجرد و الیگودرز را نشان می دهد. میزان بارش در ایستگاه خرم‌آباد بیش از دو ایستگاه دیگر است. تغییرات زمانی نیز در این ایستگاه بیشتر از بقیه می‌باشد. در هر یک از ایستگاه-های مورد مطالعه یک سال میزان بارش خارج از محدوده نرمال ۳ انحراف معیار بالاتر از میانگین قرار دارد. در ایستگاه خرم‌آباد سال ۱۳۷۱ میزان بارش فرین به ۹۳۸ میلی‌متر در سال رسیده است. در ایستگاه بروجرد سال ۱۳۷۰ با میزان بارش فرین ۸۳۲ میلی‌متر بارش فرین رخ داده است. در ایستگاه الیگودرز سال ۱۳۸۳ با ۶۳۱ میلیمتر بارش پر بارش‌ترین سال بوده است.

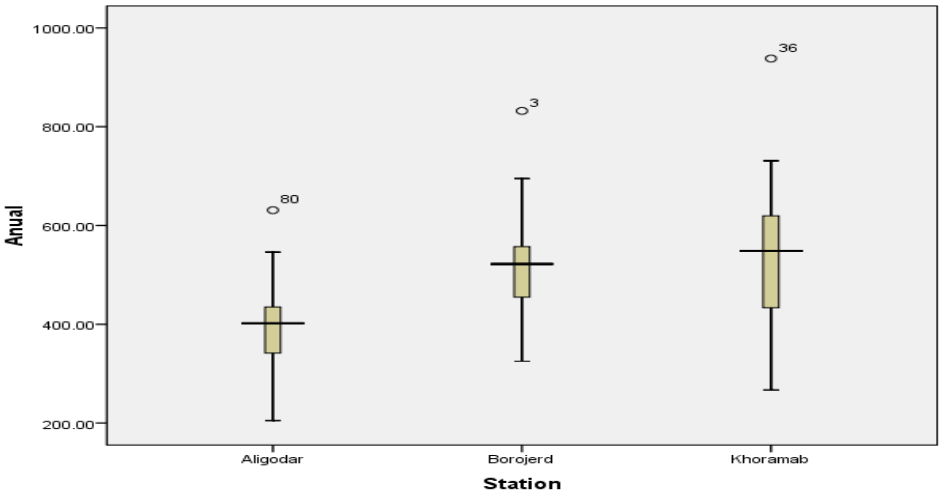
### بارش مؤثر ماهانه در ایستگاه های مورد مطالعه بر اساس روش USDA

در جدول(۱) بخشی از بارش ماهانه ایستگاه های منطقه مورد مطالعه که در آن مقدار بارش پایین‌تر از ۲۵۰ میلی‌متر است؛ بر اساس الگوریتم $Peff = (P/125)\times(125 - 0.2P)$ به بارش مؤثر تبدیل شده است.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

جدول(۱). بارش مؤثر براساس الگوریتم Peff = (P/125)×(125 - 0.2P) در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه به میلی-متر(۱۳۶۵-۱۳۹۶)

| بارش مؤثر خرداد | خرداد | بارش مؤثر اردیبهشت | اردیبهشت | بارش مؤثر فروردین | فروردین | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲/۵۸۹۱۸۴ | ۲/۶ | ۴۱/۸۴۵۵۸۴ | ۴۵/۱ | ۶۹/۶۸۵۵۸۴ | ۷۹/۹ | خرم آباد |
| ۳/۵۷۹۲۶۴ | ۳/۶ | ۴۲/۲۷۳۰۲۴ | ۴۵/۶ | ۶۴/۰۱۳۱۸۴ | ۷۲/۴ | الیگودرز |
| ۴/۳۶۹۰۲۴ | ۴/۴ | ۴۱/۵۰۳۰۵۶ | ۴۴/۷ | ۷۴/۷۴۵۲۱۶ | ۸۶/۸ | بروجرد |
| بارش مؤثر شهریور | شهریور | بارش مؤثر مرداد | مرداد | بارش مؤثر تیر | تیر | |
| ۱/۱۹۷۶۹۶ | ۱/۲ | ۰/۳۹۹۷۴۴ | ۰/۴ | ۰/۹۹۹۸۴ | ۰/۱ | خرم آباد |
| ۱/۸۹۴۲۲۴ | ۱/۹ | ۱/۵۹۵۹۰۴ | ۱/۶ | ۱/۳۹۶۸۶۴ | ۱/۴ | الیگودرز |
| ۱/۱۹۷۶۹۶ | ۱/۲ | ۰/۲۹۹۸۵۶ | ۰/۳ | ۲/۸۸۶۵۴۴ | ۲/۹ | بروجرد |
| بارش مؤثر آذر | آذر | بارش مؤثر آبان | آبان | بارش مؤثر مهر | مهر | |
| ۶۵/۴۶۷۲۱۶ | ۷۴/۳ | ۵۴/۸۰۴۸۱۶ | ۶۰/۷ | ۹/۹۳۶۷۸۴ | ۱۰/۱ | خرم آباد |
| ۵۱/۴۷۴۳۰۴ | ۵۶/۶ | ۴۵/۳۲۶۹۷۶ | ۴۹/۲ | ۸/۱۸۹۷۷۶ | ۸/۳ | الیگودرز |
| ۶۰/۰۵۳۱۳۶ | ۶۷/۳ | ۵۴/۶۴۳۶ | ۶۰/۵ | ۸/۴۸۱۶۶۴ | ۸/۶ | بروجرد |
| بارش مؤثر اسفند | اسفند | بارش مؤثر بهمن | بهمن | بارش مؤثر دی | دی | |
| ۵۹/۱۰۹۲۶۴ | ۶۶/۱ | ۵۹/۵۸۱۷۷۶ | ۶۶/۷ | ۵۴/۹۶۵۹۰۴ | ۶۰/۹ | خرم آباد |
| ۴۸/۷۵۴۵۷۶ | ۵۳/۳ | ۴۳/۸۹ | ۴۷/۵ | ۴۱/۲۴۵۸۲۴ | ۴۴/۴ | الیگودرز |
| ۵۸/۹۵۱۵۰۴ | ۶۵/۹ | ۵۶/۹۶۸۷۰۴ | ۶۳/۴ | ۵۰/۷۳۶۰۱۶ | ۵۵/۷ | بروجرد |




شکل(۲). توزیع بارش در ۳ ایستگاه خرم آباد، بروجرد و الیگودرز

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

**تحلیل مخاطرات بارش مؤثر با روش احتمال ویبول**

آگاهی از بزرگی و فراوانی حدوث وقایع زیان بخش، عنصر حیاتی مدیریت خطر را تشکیل می‌دهد. با مدل تحلیل خطر، به روش ویبول، می‌توان دریافت؛ که خشکسالی‌های ناشی از وقوع بارش مؤثر ناچیز، هر چند سال یکبار، احتمال وقوع دارد. طراحی واقعه، در مهندسی ارزیابی خطر، مفهوم مهمی محسوب می‌شود. روش‌های احتمال، در مورد خطرهای معلوم و معین و دارای فاصله زمانی بازگشت، در محدوده حافظه انسان، کاربرد بهتری دارند. اکثر وقایع خطر آفرین محیطی از لحاظ زمانی، تصادفی هستند و وقوع آن‌ها منظم نیست. به وقایع رخ داده می‌توان، رتبه m داد؛ برای بیشترین مقدار m=1، برای بیشترین مقدار مقام دوم m=2 و به همین ترتیب بر حسب نزولی رتبه اعمال کرد(مقیمی ۱۳۸۲). پس درصد احتمال برای هر رخداد بارش مؤثر از رابطه(۱).

$$\mathbf{p} = \frac{m}{n+1}$$ رابطه(۱)

جدول(۲) احتمال رخداد بارش مؤثر حداقل در ۵ بازه زمانی آورده شده است. در سال ۱۳۹۶ و سال ۱۳۶۹ رخداد بارش مؤثر در منطقه ناچیز بوده و لذا اثرپذیری آن زیاد بوده است.

**جدول(۲). احتمال رخداد بارش مؤثر حداقل در ۵ بازه زمانی**

| | احتمال رخداد بارش مؤثر الیگودرز | | | | احتمال رخداد بارش مؤثر بروجرد | | | | احتمال رخداد بارش مؤثر خرم آباد | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | سال | بارش مؤثر به میلیمتر | احتمال رخداد | کشت دیم | سال | بارش مؤثر به میلیمتر | احتمال رخداد | کشت دیم | سال | بارش مؤثر به میلیمتر | احتمال رخداد | کشت دیم |
| ۱ | ۱۳۷۸ | ۱۸۸/۴۴ | ۰/۰۳۳ | - | ۱۳۹۶ | ۲۹۲/۷۱ | ۰/۰۳۵ | + | ۱۳۷۸ | ۲۴۰/۴ | ۰/۰۱۵ | - |
| ۲ | ۱۳۹۶ | ۲۰۶/۶۹ | ۰/۰۶۶ | - | ۱۳۸۷ | ۳۱۰/۶۰ | ۰/۰۷۱ | + | ۱۳۹۰ | ۲۵۶/۵ | ۰/۰۳۱ | + |
| ۳ | ۱۳۶۹ | ۲۱۵/۷۷ | ۰/۱ | - | ۱۳۷۸ | ۳۲۷/۰۵ | ۰/۱۰۷ | + | ۱۳۴۵ | ۲۹۴/۲ | ۰/۰۴۶ | + |
| ۴ | ۱۳۶۷ | ۲۱۷/۲۳ | ۰/۱۳۳ | - | ۱۳۹۳ | ۳۴۶/۷۴ | ۰/۱۴۲ | + | ۱۳۹۶ | ۳۰۰/۸ | ۰/۰۶ | + |
| ۵ | ۱۳۹۰ | ۲۲۷/۹۶ | ۰/۱۶۶ | - | ۱۳۶۹ | ۳۷۳/۵۳ | ۰/۱۷۸ | + | ۱۳۳۸ | ۳۱۲/۴ | ۰/۰۷۸ | + |

**مدل دوبیف و کاربرد بارش مؤثر در کشاورزی**

استان لرستان از مراکز مهم کشت دیم در ایران می‌باشد. بررسی شرایط بارش مؤثر در کشت دیم در این استان اهمیت زیادی دارد. بدین منظور بارش مؤثر طبق روش دوبیت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. دوبیف در مدل خود که به بیلان هیدرولوژیک معروف گشت مقایسه بین مقدار بارش و مقدار آب خروجی از حوضه ملاک قرار داد. بر این اساس دوبیف ضریب تبخیر را عنوان نمود. ضریب تبخیر دوبیف عبارتست از رابطه(۲) :

$$D = \frac{P}{Ej}$$ رابطه(۲)

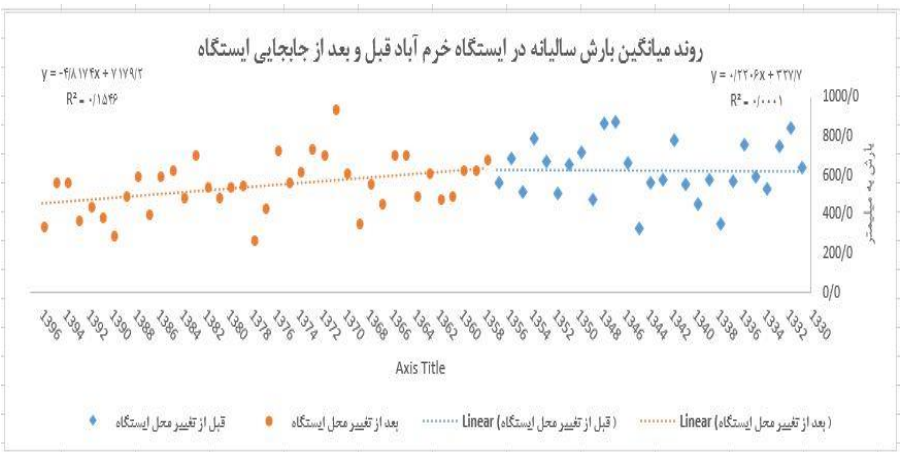
در رابطه(۲) D ضریب تبخیر و P بارش سالیانه به میلیمتر و Ej میانگین تبخیر روزانه به میلیمتر است. از نظر دوبیف مرز خشکی D=28 است و D=100 مرز زراعت دیم و D=365 مرز منطقه مرطوب است که بارندگی

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

بیش از تبخیر است. بر اساس فرمول دوبیف در جدول(۲) در ستون کشت دیم وضعیت ایستگاه در سال‌هایی حداقل بارش مؤثر وجود داشته با علامت مثبت یعنی شرایط متناسب و منفی یعنی شرایط نامطلوب درج شده است.

**روند تغییرات بارش در ایستگاه‌های منطقه مطالعه**

از آنجا که عنصر بارش به عنوان مهمترین عامل تأثیرگذار در بارش مؤثر تلقی می‌شود روند تغییرات بارش در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفت. بررسی تغییرات بارش، در ایستگاه خرم‌آباد، روند افزایشی را نشان داد. پس از بررسی‌های انجام شده در مورد این ایستگاه مشخص شد که محل ایستگاه در سال ۱۳۵۷ از درون شهر به خارج از شهر انتقال یافته است. لذا جهت بررسی روند تغییرات بارش، در این ایستگاه، دوره آماری، به دو دوره قبل از تغییر محل ایستگاه و بعد از تغییر محل ایستگاه تقسیم شدند. پس از بررسی معادله رگرسیونی، بر روی داده های این دو دوره، همان‌طور که در شکل(۳) آمده است؛ در دوره قبل از جابجایی ایستگاه تا سال ۱۳۵۷ بارش سالیانه، دارای روند افزایشی ۰/۲۲میلیمتر در سال بوده اما با جابجایی ایستگاه روند بارش سالیانه کاهشی شده و به ۴/۸- میلیمتر در سال رسیده است. علت اصلی کاهش بارش تأثیر تغییرات اقلیمی در دوران اخیر است.




**شکل(۳). نمودار بارش سالیانه ایستگاه خرم آباد قبل از جابجایی ایستگاه تا سال ۱۳۵۷ و بعد از جابجایی**

ضریب خطی روند بارش در سه ایستگاه خرم آباد ، بروجرد و الیگودرز به شرح رابطه(۳) است:

رابطه(۳)

**Y= -۴/۸۱۷۴x+۷۱۷۹/۲ خرم آباد**

**$R^2$=۰/۱۵۴۶**

**Y= -۴/۱۱۳۹x+۶۲۱۹/۲ بروجرد**

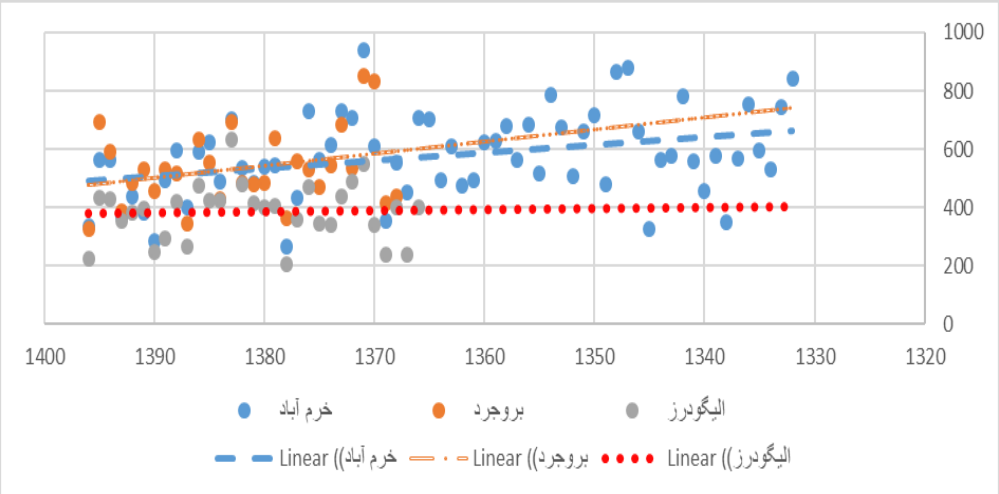
**$R^2$=۰/۰۷۲۳**

**Y= -۰/۷۳۰۴x+۱۳۹۴/۲ الیگودرز**

**$R^2$=۰/۰۰۵**

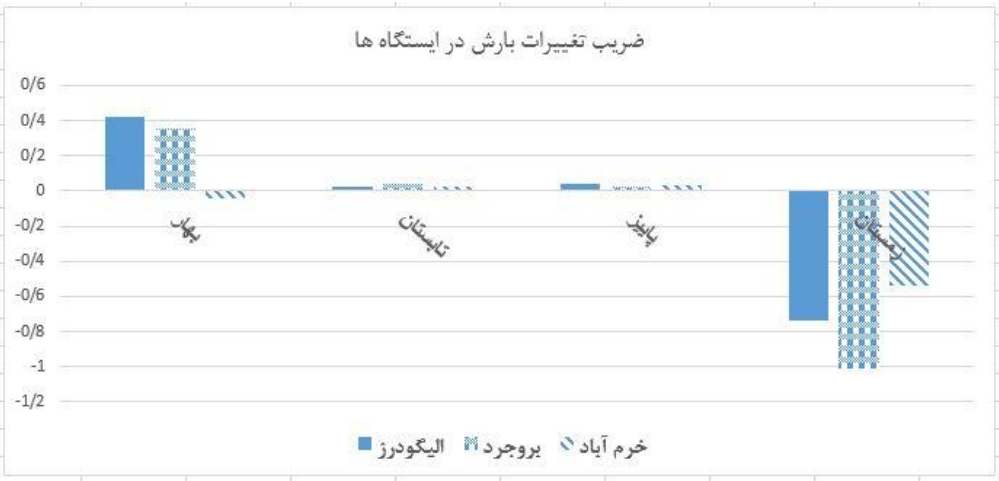
[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

ضریب خطی روند بارش در سه ایستگاه خرم آباد، بروجرد و الیگودرز نشان می‌دهد در هرسه ایستگاه فوق روند بارش کاهشی بوده است. بارش در الیگودرز، همانطور که در شکل(۴) مشخص است، دارای روند کاهشی ۷۳۰/- می‌باشد. یعنی در هر سال۰/۷۳ میلی‌متر از بارش این ایستگاه کاسته شده است. این کاهش در این منطقه هم اثرات تغییرات اقلیمی نشان داده شده است. در ایستگاه بروجرد، روند سالیانه بارش همان‌طور که در شکل(۴) مشخص است؛ یک روند کاهشی ۱۱/ ۴- را نشان داد.




**شکل(۴). نمودار روند تغییرات بارش سالیانه در ایستگاههای خرم آباد، بروجرد و الیگودرز**

شکل(۵) تغییرات بارش را به طور فصلی در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. علی‌رغم اینکه بارش در فصل بهار روند افزایشی داشته، اما بیشترین میزان کاهش در فصل زمستان باعث روند کاهشی در کل سال شده است.



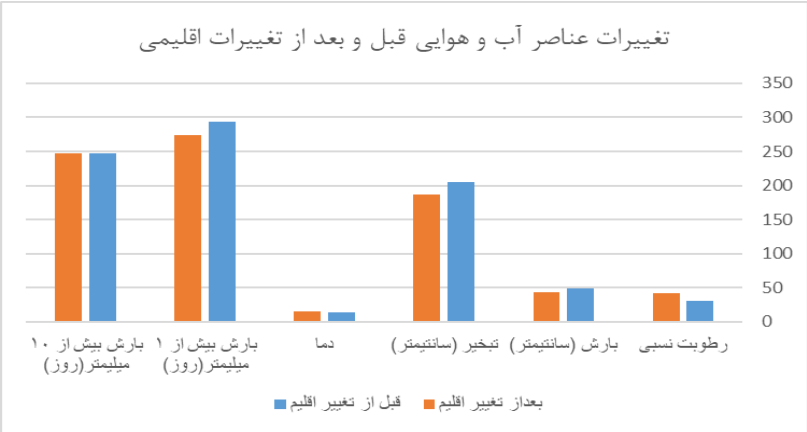

**شکل(۵). نمودار ضریب تغییرات فصلی بارش ایستگاه‌ها**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

**بررسی متغیرهای اقلیمی در رابطه با بارش مؤثر**

به منظور بررسی تغییرات بارش مؤثر متأثر از تغییرات اقلیمی، ۵ متغیر اقلیمی شامل بارش، دما، رطوبت نسبی، فراوانی روزهای دارای بارش و تبخیر که در میزان بارش مؤثر تأثیر گذارند؛ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی‌ها به شرح زیر می‌باشد:

در هر سه ایستگاه الیگودرز، بروجرد و خرم آباد روند بارش سالیانه هم بارش بالاتر از یک میلیمتر و هم بارش بیشتر از ۱۰ میلیمتر کاهشی بوده است شکل(۶). بیشترین روند کاهشی در ایستگاه بروجرد اتفاق افتاده است. افت کاهشی بارش، در منطقه مورد مطالعه، باعث کاهش شدید بارش مؤثر، شده است. در دوره بعد از تغییر اقلیم، با افزایش دما، ظرفیت گنجایش رطوبتی، بالا رفته و مقدار بارش کاسته شده و از رطوبت نسبی کاسته شده است. که در دوره بعد از تغییر اقلیم، به دلیل افزایش تبخیر، رطوبت نسبی نسبت به دوره قبل از تغییر اقلیم، بالا رفته است.




**شکل(۶). نمودار میانگین سالیانه رطوبت نسبی قبل و بعد از تغییر اقلیم استان لرستان**

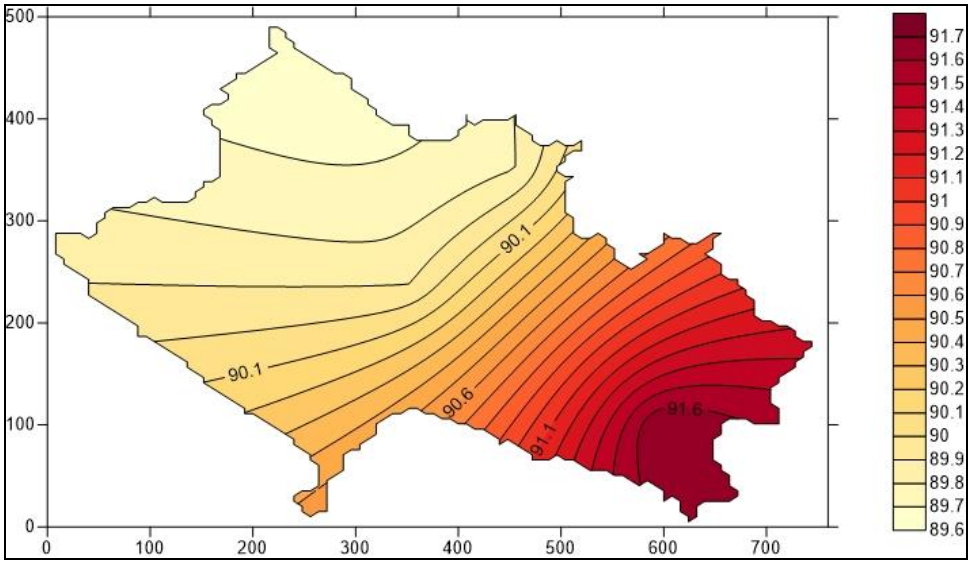
در شکل(۶) رطوبت نسبی بعد از تغییر اقلیم افزایش داشته، بارش کاهش و تبخیر نیز کاهشی بوده است. دما افزایش و بارش‌های بیش از یک میلیمتر و بیش از ده میلیمتر نیز به ترتیب کاهش داشته‌اند. بارش بیش از یک میلیمتر از ۲۹۳ روز در دوره قبل از تغییر اقلیم به ۲۷۴ روز در دوره بعد از تغییر اقلیم رسیده است. در نتیجه، مقدار بارش مؤثر در منطقه مورد مطالعه دارای روند کاهشی بوده است. بیشترین کاهش مربوط به ماه‌های فصل سرد بوده است. بارش بیش از ده میلیمتر در روز نیز در دوره بعد از تغییر اقلیم کاهش یافته است. در نتیجه، مقدار بارش مؤثر در منطقه مورد مطالعه دارای روند کاهشی بوده است. بیشترین کاهش مربوط به ماه-های فصل سرد بوده است. به طوریکه در ماه اسفند به حدود نصف تقلیل یافته است.

**توزیع جغرافیایی بارش مؤثر در استان لرستان**

توزیع جغرافیایی بارش مؤثر در استان لرستان همان‌طور که در شکل(۷) مشخص است؛ نشان می‌دهد در بخش جنوب و جنوب‌شرقی استان، ضریب بارش مؤثر، بیشتر از بقیه قسمت‌های استان می‌باشد. این ضریب به

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

سمت شمال‌غرب استان، کاهش می‌یابد. کاهش ضریب بارش مؤثر بیشتر به دلیل افزایش تبخیر، به این سمت می‌باشد.




**شکل(۷). توزیع جغرافیایی بارش مؤثر در استان لرستان**

## نتیجه‌گیری

روند سالیانه بارش، در منطقه مورد مطالعه، در طول دوره آماری، یک روند کاهشی را نشان می‌دهد. که بروجرد، به دلیل روند کاهشی بیشتر فصل زمستان آن، با روند کاهشی شدیدتری، یعنی ۴/۱۱- درصد مواجه است. بعد از آن خرم آباد با ۲/۷۰- درصد و الیگودرز با ۷۳۰/ - درصد دارای روند کاهشی بارش می‌باشند. با مقایسه مقدار بارش منطقه، در طول دوره آماری و مقدار رواناب‌های رودخانه‌های منطقه نتیجه می‌گیریم، هم مقدار بارش و هم مقدار دبی رودخانه‌ها در منطقه، کاهش یافته است. با کاهش مقدار بارش و مقدار رواناب‌ها، بارش مؤثر و منابع آب در منطقه کاهش یافته است. مقایسه وضعیت رطوبت نسبی منطقه، در دو دوره قبل از تغییر اقلیم و بعد از تغییر اقلیم نشان داد، مقدار رطوبت نسبی در تمام ایستگاه‌های منطقه، در بازه زمانی دوم اقلیمی یعنی دوره بعد از تغییر اقلیم، کاهش یافته است؛ به صورتی‌که میانگین رطوبت نسبی در پنج ساله اول قبل از تغییر اقلیم ۴۳,۳ درصد بوده که در بازه دوم، یعنی بعد از تغییر اقلیم به ۴۱,۳ درصد کاهش یافته. در نتیجه مقدار بارش مؤثر و منابع آب، کاهش یافته‌اند.

با مقایسه بارش منطقه، در دو دوره قبل و بعد از تغییر اقلیم، که در دو بازه زمانی پنج ساله صورت گرفت مشخص شد؛ در بازه زمانی پنج ساله دوم، یعنی دوره بعد از تغییر اقلیم، میانگین بارش۸۰ میلیمتر کاهش یافته؛ در نتیجه بارش مؤثر و منابع آب کاهش یافته‌اند. در تحلیل و تفسیر دو بازه زمانی قبل از تغییر اقلیم و بعد از تغییر اقلیم، در منطقه مورد مطالعه، تمام پارامترهای اقلیمی، اعم از رطوبت نسبی، بارش، دما، تبخیر و

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

تعداد روزهای بارش، تغییراتی داشته‌اند. تغییر در پارامترهای اقلیمی به صورت افزایش دما، کاهش بارش، کاهش رطوبت نسبی، کاهش تبخیر، باعث کاهش بارش مؤثر و منابع آب، در منطقه شده است.

با بررسی و مشاهده داده‌ها و نمودارهای دمای تمام ایستگاه‌های منطقه مشاهده شده، میانگین افزایشی دما در دوره بعد از تغییر اقلیم، بیشتر می‌باشد؛ تا جایی‌که میانگین دما در پنج ساله اول قبل از تغییر اقلیم ۱۴٫۱ درجه و در بازه دوم به ۱۵٫۶ رسیده؛ که این افزایش دما باعث گرم شدن سیکلون‌ها، و کاهش بارش در منطقه شده است؛ علاوه بر آن، درصد تبخیر را نیز افزایش داده است؛ در نتیجه مقدار بارش مؤثر و منابع آب را کاهش داده است. بررسی فراوانی تعداد روزهای بارش؛ نشان از افزایش فراوانی تعداد روزهای بارش بالای ۰/۱ میلیمتر در دو ایستگاه بروجرد و الیگودرز ولی کاهش مقدار بارش در این فراوانی روزهاست؛ در نتیجه با وجود افزایش تعداد روزهای بارش ، مقدار بارش، در طول دوره آماری، کاهش یافته است، از مقایسه بارش بالای ۱۰ میلیمتر مشخص شد؛ در دوره بعد از تغییر اقلیم، فراوانی روزهای بارشی، نسبت به فراوانی روزهای بارشی ۰/۱ میلیمتر، کاهش پیدا کرده است. کاهش تعداد روزهای با بارش بالای ۱۰ میلیمتر و افزایش تعداد روزهای با بارش بالای ۰/۱ میلیمتر نشان داد، فراوانی بارش‌های سنگین که در بارش مؤثر، بیشتر نقش دارند؛ کاهش یافته، در نتیجه منجر به کاهش بارش مؤثر شده است.

در مقایسه فراوانی روزهای بارش بالای یک میلیمتر و ده میلیمتر، مشخص شد؛ فراوانی روزهای بارش بالای یک میلیمتر، بیشتر از فراوانی روزهای بارش بالای ده میلیمتر است؛ در نتیجه فراوانی روزهای بارش بالای یک میلیمتر بیشتر از فراوانی روزهای بارش بالای ده میلیمتر، در تقویت بارش مؤثر، نقش داشته است.

مقایسه جداگانه فراوانی روزهای بارش ۰/۱ میلیمتر، یک میلیمتر و ده میلیمتر در داخل دوره قبل از تغییر اقلیم هم، از یک روند کاهشی بارش، خبر داشته؛ به صورتی‌که در بارش۰/۱ میلیمتر فراوانی روزهای بارش آن ۱۰۵۲ روز، یک میلیمتر ۲۹۳ روز و ده میلیمتر ۲۴۷ روز می‌باشد. این روند کاهش میانگین بارش سالیانه در دوره بعد از تغییر اقلیم هم، نشان داد؛ فراوانی روزهای بارش در این دوره هم کاهشی بوده؛ به صورتی‌که فراوانی روزانه بارش ۰/۱ میلیمتر ۱۰۳۵ روز، یک میلیمتر ۲۷۴ روز و ده میلیمتر ۲۴۷ روز می‌باشد.

به روش ویبول، خشکسالی‌های ناشی از وقوع بارش مور، ماسبه شد؛ و اتمال رخداد بارش مور در حداقل ۵ بازه زمانی آورده شد؛ و نشان داد؛ که در سال ۱۳۶۹ و ۱۳۹۶ رخداد بارش مور، در منطقه ناچیز بوده؛ لذا اثرپذیری آن زیاد بوده است. همچنین با مدل دوبیف، بارش مؤثر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت؛ و سال‌های با حداقل بارش مور برای کشت دیم، با علامت مبت، یعنی شرای متناسب و منفی یعنی شرایط نامطلوب به ثبت رسید. بر اساس ضریب خطی، روند بارش در سه ایستگاه خرم آباد، الیگودرز و بروجرد، نشان داد؛ در هر سه ایستگاه، روند کاهشی بوده است. در بررسی توزیع جغرافیایی بارش مؤثر، نشان داد، در بخش جنوب و جنوب شرقی استان، ضریب بارش مؤثر، بیشتر از بقیه قسمت‌های استان می باشد؛ این ضریب به سمت شمال غرب استان، کاهش می‌یابد؛ کاهش ضریب بارش مؤثر بیشتر به دلیل افزایش تبخیر، به این سمت می‌باشد. در آخر، مشخص شد؛ منطقه مورد مطالعه، هم مقدار بارش و هم فراوانی روزهای بارش کاهشی داشته، در نتیجه عوامل تقویتی بارش مؤثر سیر کاهشی دارند؛ از این رو بارش مؤثر کاهش یافته است؛ لذا، با توجه به هدف کاربردی این

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

پژوهش، که مطالعه تأثیر تغییرات اقلیمی اخیر، بویژه افزایش دما بر میزان بارش مؤثر، در استان لرستان است. باید حفظ منابع آب‌های زیر زمینی، که حیات طبیعی وابسته به آن است، بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد.

## منابع


اسمیت کیت .(۱۳۸۲). **مخاطرات محیطی،** ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی نژاد، انتشارات سمت

رجایی عبدالحمید.(۱۳۷۹). **کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی شهری و روستایی،** انتشارات سمت

روشن، غلامرضا؛ قانقرمه عبدالعظیم. (۱۳۹۳). **احتمال تأثیر تغییر اقلیم بر نوسانات منحنی شدت و فراوانی بارش مؤثر در ایستگاه‌های شمال غرب ایران،** نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی(مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان )، ۲۵(۲):۸۴-۶۱.

زهرایی، بنفشه، مهدی پور، امین، (۱۳۹۳). **بارش مؤثر و بررسی تغییرات آن در اثر پدیده تغییر اقلیم، مطالعه موردی بر روی حوضه آبریز کرخه،** همایش تغییر اقلیم و راهی به سوی آینده پایدار، تهران، سازمان مردم نهاد جمعیت حامیان زمین.

عزیزی، قاسم .(۱۳۷۹). **برآورد بارش مؤثر در رابطه با کشت گندم دیم (مورد:دشت خرم آباد)،** نشریه پژوهشهای جغرافیایی ۳۲ (۳۹): ۱۱۵-۱۲۳.

عزیزی، قاسم، شمسی پور، علی اکبر، یاراحمدی، داریوش.(۱۳۸۷). **بازیابی تغییر اقلیم در نیمه غربی کشور با استفاده از تحلیل آماری چند متغیره،** پژوهش جغرافیای طبیعی ، ۶۶، ۳۵-۱۹.

عزیزی، قاسم، علیزاده، تیمور(۱۳۹۳) **ارتباط بین تیپ الگوهای تراز دریا، با بارش‌های فراگیر در ایران،** پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۶ ( ۳) ۸۹ .

علیزاده، تیمور و همکاران؛ (۱۳۹۵). **شناسایی اثر تغییرات دمایی فصل زمستان بر فراوانی و شدت مراکز چرخندها در مدیترانه،** نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۱۸۶ (۱)۲۴.

خالقی، نوشین.(۱۳۹۴). **مقایسه روش‌های برآورد بارش مؤثر در کشاورزی.** نشریه آب و توسعه پایدار۲ (۲)،۵۱-۵۸.

خوشحال، جواد .(۱۳۹۱). **برآورد مناسبترین شیوه محاسبه بارش مؤثر برای کشت گندم پاییزه در حوزه دریاچه نمک،** نشریه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک ۳(۱۰ و۹): ۱۶۹-۱۵۳.

شریفان، حسین .(۱۳۸۸). **بررسی باران مؤثر در شرایط مختلف اقلیمی و کشاورزی،** کنگره علوم خاک ایران، گرگان، همایش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، دوره ۱۱: ۹۱-۱۹۸۹.

قره خانی، ابوذر، قهرمان، نوذر .(۱۳۸۹) . **بررسی روند تغییرات فصلی و سالانه رطوبت نسبی و نقطه شبنم در چند نمونه اقلیمی در ایران،** نشریه آب و خاک، ۲۴(۴)، ۶۴۶-۶۳۶ .

کولائیان، ع .و غلامی سفیدکوهی، م. (۱۳۹۱). **معرفی بهترین روش تعیین بارندگی مؤثر کشت برنج در شهرستان قائمشهر.** سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.


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

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]

لاریجانی، شمیم و همکاران،(۱۳۹۶). **صحت سنجی روابط تعیین بارش مؤثر در مناطق پر باران و کم باران (مطالعه موردی رشت و داران )** نشریه اکوهیدرولوژی ۴ (۳) ۸۳۶- ۸۲۵.

وزارت آموزش و پرورش، (۱۳۹۷). **استان شناسی لرستان**، انتشارات دانشگاه لرستان، تهران : گروه مولفین کتب درسی، چاپ هفتم .

مجرد، فیروز و همکاران.(۱۳۸۵). **برآورد بارش مؤثرو نیاز آبی برای کشت برنج در جلگه مازندران**، نشریه پژوهش های جغرافیایی، ۲۷(۵۳): ۶۷-۵۹.

موسوی، سعید و همکاران .(۱۳۹۵). **تغییرات زمانی و مکانی بارش در ایران تحت تأثیر تغییر اقلیم تا سال ۲۱۰۰**، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ۷ (۲۵): ۱۵۲.

یاراحمدی، داریوش، بیرانوند، حجت .(۱۳۹۳). **جغرافیای طبیعی لرستان**، انتشارات دانشگاه لرستان، ۱ : ۴۵ .

Ali,M.H.,Mubarak,(2017)**Effective rainfall calculation method for field crop:An overview,analysis and new formulation,**ARJA,7(1),1-12.

Alvi, shamsul Haque, (1994) **climate change, desertification and the republic of sudan**. Geojournal, 33(4):393-399

Climate change 2014synthesis Report (**IPCC**)

Kousari,M.R.(2011**)An investigation of the Iranian climatic changes by considering the precipitation,temperature and humidity hn the Hawaiian Island**, Global and planetary change77,21-25.

Long lee,j,cheng huange,w.(2014)**Impact of climate change on the irrigation water requirement in North Taiwan**, water2014,6,3339-3361.

https://www.**fsst.co**

https://www**.hoadisean.com**

**IPCC,** (2007), summrg for polcy makers, in : silomon, s, Qin, D. M, Manning, chen, Z, Marquis, M, Avergt, K.B, Tignor, M, Miller, H, (eds) climate change :the physical science Basin, contribution of working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergove mmental, core writing Team, Pachauri, R.K.and Reisinger, A, Geneva, Switzerland. Pp104.

Crowley, T.J.and K.Y.(1999**).Modeling the tempreture response to forced climate change over the last six centuries,Geophys,Res**,let.26,1901-1907.

Reidsma, et al (2009). **Economic impacts of climate variability and subsidies on Europoean and observed adaptaion strategies**. Glob.chang. 14: 35-59.

Steele-Dunne, et al (2008), **the impact of climate change on hydrology in Ireland**. HYDROL, 356: 28-45.

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

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.134.7 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.21.63.427 ]