نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و سوم، شماره ۶۹، تابستان ۱۴۰۲

تعیین تغییرات رژیم‌های خشک و مرطوب بارش ماهانه با استفاده از شاخص انگوت در استان اردبیل

دریافت مقاله: ۹۸/۲/۲۹ **پذیرش نهایی**: ۹۸/۹/۱۹

صفحات: ۳۱-۱۵

رئوف مصطفی‌زاده: استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی و عضو پژوهشکده مدیریت آب، دانشگاه محقق اردبیلی[۱]

Email: raoofmostafazadeh@uma.ac.ir

رقیه آسیابی: دنش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

Email: roghaye.asiabi@gmail.com

سید سعید نبوی: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

Email: saeidnabavi90@gmail.com

چکیده

خشک‌سالی یکی از عوامل اصلی بی‌نظمی در بیلان آبی، کاهش محصول، کاهش مصرف آب و نیز منشأ بسیاری از مشکلات اقتصادی است. مقدار بارندگی از مهم‌ترین متغیرهای اقلیمی که دارای تغییرات زمانی و مکانی زیادی بوده و در ارتباط با تغییر اقلیم بر منابع آب یک منطقه نیز به‌طورجدی تأثیرگذار است. شاخص انگوت یک شاخص برای تعیین سیکل اقلیمی بارندگی‌ها و نسبت بین مقادیر متوسط چندساله بارش‌ها در دوره‌های خشک و مرطوب است که تغییرات اقلیمی بارش ماهانه را برای تعیین دوره‌های بارانی و خشک مشخص می‌نماید. هدف تحقیق حاضر، ارزیابی و محاسبه شاخص انگوت در تحلیل دوره‌های خشک و مرطوب بارندگی در مقیاس ماهانه، در ۳۰ ایستگاه باران‌سنجی استان اردبیل است. شاخص انگوت بر اساس نسبت مقادیر متوسط روزانه بارش در یک ماه و مقادیر متوسط روزانه بارش در یک سال محاسبه شد و در ادامه بر اساس مقادیر شاخص مذکور، ماه‌های خشک و مرطوب مشخص شد. ایستگاه‌های گلی و سئین به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین دامنه پراکندگی آمار بارش به خود اختصاص داده‌اند. مقدار شاخص انگوت در ماه‌های اسفند، فروردین، اردیبهشت و آبان بیش‌تر از واحد است و جزء ماه‌های مرطوب محسوب می‌شود. در مقابل ماه‌های تیر، مرداد، شهریور، مهر و دی در اکثر ایستگاه‌ها پایین‌تر از واحد می‌باشد و در محدوده ماه‌های خیلی خشک قرار می‌گیرند. هم‌چنین ماه‌های آذر، بهمن و خرداد جزء ماه‌های خشک محسوب می‌گردند.

کلید واژگان: رژیم بارش، خشک‌سالی، شاخص اقلیمی، دوره بارش، فصلی‌بودن بارش

۱. **نویسنده مسئول:** اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، ۰۹۱۴۴۸۱۵۷۴۳

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]

[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

مقدمه

ضرورت و مبانی اولیه برای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب، ارزیابی دوره‌های خشک و مرطوب است که نیازمند درک و مطالعه وقوع خشک‌سالی‌ها می‌باشد (کوا[1] و همکاران، ۲۰۰۹: ۴)؛ بنابراین درک ابعاد مختلف خشک‌سالی به‌منظور شناخت خصوصیات مختلف خشک‌سالی مفید خواهد بود (میشرا و سینگ[2]، ۲۰۱۰: ۲۰۳). با تشدید پدیده‌ی تغییر اقلیم، تعیین گستره‌ی دوره‌های خشک و مرطوب برای اتخاذ تصمیمات مناسب در خصوص کاهش اثرات خشک‌سالی ضروری است. شاخص‌های اقلیمی توصیف‌کننده شرایط منطقه و تعیین‌کننده عوامل بروز تخریب در هر منطقه می‌باشد (مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۳۳؛ راسو[3]، ۲۰۱۴: ۴۷۱). بارش به‌عنوان یکی از متغیرهای هواشناسی عامل اصلی شکل‌گیری رواناب و بسیاری از فرایندهای ژئومورفولوژیکی و نیز رژیم‌های رطوبتی و اقلیم در یک منطقه مشخص می‌باشد (گرکیو[4] و همکاران، ۲۰۱۱: ۶۲). با استفاده از شاخص انگوت[5]، می‌توان تغییرات رژیم رطوبتی و اقلیمی، ناشی از تغییرات رژیم بارشی، در یک منطقه مشخص نمود. پژوهش‌های متعددی در خصوص استفاده از شاخص انگوت و ارتباط آن با وقایع اقلیمی و طبیعی در داخل و خارج از کشور انجام‌شده است. نتایج به‌دست‌آمده وجود هیچ‌گونه روند معنی‌داری را در سری‌های بارش سالانه در ایستگاه‌های موردمطالعه تأیید نکرد اما در سری‌های بارش فصلی، هم روند افزایشی و هم روند کاهشی قابل‌مشاهده بود. کیان و لین[6] (۲۰۰۵) روند منطقه‌ای شاخص‌های بارندگی در چین را تجزیه‌وتحلیل کردند و یک روند کاهشی در بارش سالانه از بخش جنوبی شمال شرق چین تا میانه پایینی دره رودخانه‌ی زرد و دره رودخانه یانگ‌تسه مشاهده کردند. در تحقیق آپوستول و ویرو[7] (۲۰۱۱) تغییرات بارش ماهانه در ایستگاه بوتوسانی رومانی با استفاده از شاخص انگوت محاسبه گردید و ایشان نتیجه گرفتند که ماه ژوئن با مقدار شاخص انگوت بزرگ‌تر از یک به‌عنوان ماه بارانی و ماه‌های ژانویه و فوریه با مقدار شاخص انگوت کم‌تر از یک به‌عنوان ماه‌های خشک می‌باشد. در پژوهشی راسو و همکاران (۲۰۱۴) اثر تغییرات آب‌وهوا را بر شاخص‌های اقلیمی با استفاده از شاخص انگوت در منطقه ترانسیلوانیا[8] موردبررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند بیش‌ترین اثر تخریبی بارش در طول ماه‌های فوریه و آوریل سپس در جولای و هم‌چنین در پاییز در ماه‌های اکتبر و نوامبر می‌باشد. در شاخص انگوت خصوصیات اقلیمی بارش ماهانه موردتوجه قرار می‌گیرد، به صورتی که مقادیر کم‌تر از واحد نشان‌دهنده ماه‌های خشک و مقادیر بزرگ‌تر از واحد بیان‌گر ماه‌های بارانی (مرطوب) می‌باشد. آشابوکو[9] و همکاران (۲۰۱۵) به مطالعه تغییرات رژیم بارش در روسیه پرداختند، نتایج نشان داد که افزایش قابل‌توجهی در شدت بارش زمستانه در ناحیه جلگه‌ای دیده می‌شود. کاسته[10] (۲۰۱۵) به‌منظور ارزیابی اثر شاخص‌های هواشناسی کشاورزی و تعیین دوره مناسب رشد گیاهان زراعی در دشت ترانسیلوانیا از شاخص انگوت برای تعیین دوره‌های خشک و مرطوب استفاده

1- Koa
2- Mishra and Singh
3- Rusu
4- Grecu
5- Angot Index
6.Qianand Lin
7- Apostol and Vieru
8- Teransilvania
9- Ashabokov
10- Caste

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

نمودند و به کارایی شاخص مذکور در مطالعه خود اشاره نمودند. یکی از کاربردهای شاخص انگوت تعیین دوره‌های زمانی فرسایندگی باران و ارزیابی حساسیت به فرسایش در مناطق مختلف اقلیمی است. هم‌چنین بسیاری از پدیده‌ها و خطرات محیطی مانند طوفان و زمین‌لغزش به‌طور مستقیم با مقادیر بارندگی در ارتباط هستند. هم‌چنین در پژوهش کنستانتین و واتمنو[1] (۲۰۱۵) ارزیابی خشک‌سالی در دشت کاراکال با استفاده از برخی شاخص‌های آب و هوایی (شاخص خشکی دومارتن، شاخص بارانی انگوت) موردمطالعه قرار گرفت. تجزیه‌وتحلیل و مقایسه کمی این شاخص‌ها و کلیموگراف‌ها نشان داد که شدت و مدت پدیده خشک‌سالی در دشت کاراکال از غرب و جنوب‌غرب به سمت شرق و شمال‌شرق و هم‌چنین از شمال به جنوب افزایش می‌یابد. بر این اساس، در مطالعات متعدد شاخص انگوت مورداستفاده قرارگرفته است که در این خصوص می‌توان به مطالعه حساسیت زمین به خطرات محیطی (گرکیو و همکاران، ۲۰۱۱)، تشدید وقوع زمین‌لغزش (دراگوتا[2] و همکاران، ۲۰۰۸)، ارزیابی پدیده خشک‌سالی (کنستانتین و واتمنو، ۲۰۱۵)، رژیم سالانه و فصلی بارندگی (دانیلا و استلین[3]، ۲۰۱۲) و نیز اثر تشدیدی بارندگی بر وقوع سیلاب‌های شدید (دراگوتا و همکاران، ۲۰۰۸) اشاره نمود. محمدی و تقوی (۱۳۸۴) به بررسی روند شاخص‌های حدی بر اساس سری‌های زمانی روزانه دما و بارش در ایستگاه تهران در دوره آماری ۲۰۰۳-۱۹۵۱ پرداختند و توزیع دنباله‌های حدهای گرم و سرد را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند و نتیجه گرفتند که روند دمای حداقل و دمای متوسط روزانه کاملاً افزایشی است اما روند افزایشی دمای حداکثر شیب کم‌تری دارد. شاخص‌های حدی بارش نیز روند کاهشی با شیب بسیار کم را نشان دادند. حجام و همکاران (۱۳۸۶) روند تغییرات فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری (من-کندال و sen'sEstimator Slope) موردبررسی قرار دادند. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق نشان‌دهنده وجود روند کاهشی و معنی‌دار توسط هر دو آزمون به‌کار گرفته شده در برخی از سری‌های زمانی موردمطالعه بود ولی هیچ روند افزایشی و معنی‌داری به‌صورت توأم توسط دو آزمون به‌کار گرفته شده مورد تأیید قرار نگرفت. رضائی بنفشه و همکاران (۱۳۸۸) با مطالعه خشک‌سالی در ایستگاه اردبیل در یک دوره ۲۷ ساله، با استفاده از روش من‌کندال و شاخص بارش استاندارد نشان دادند که خشک‌سالی بیش‌تر از نوع ملایم تا متوسط رویدادهاست و خشک‌سالی از نوع حاد و شدید کم‌تر حادث شده است، هم‌چنین روند بارش ایستگاه اردبیل در دوره موردمطالعه با آزمون من‌کندال حاکی از وجود روند منفی بارش در ایستگاه مذکور می‌باشد. آذرخشی و همکاران (۱۳۹۲) روند تغییرات فصلی و سالانه بارش و دما در سطح کشور در ۲۴ ایستگاه سینوپتیک با آمار ۵۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۵۶) بررسی گردید. نتایج حاکی از آن بود که ترکیبی از روندهای افزایشی و کاهشی در داده‌های بارش سالانه مناطق مختلف کشور دیده می‌شود. روند تغییرات بارش سالانه در دامنه‌های شمالی البرز و غربی زاگرس منفی است، در بخش‌های مرکزی ایران مثبت، در مناطق شرقی منفی و در بخش‌های جنوبی کشور مثبت است. مقدار بارندگی از مهم‌ترین مشخصه‌های اقلیمی متغیر در طول زمان است که کاهش آن بر منابع آب یک منطقه به‌طورجدی تأثیرگذار است (عیوضی و همکاران، ۱:۱۳۸۷). بارش یکی از عواملی است که تغییرات در مقدار، شدت، فراوانی و نوع آن در مقیاس جهانی و منطقه‌ای مشاهده می‌شود (دانیلا و استلین، ۲۰۱۲: ۴۷۶).

1- Constantin and Vatamanu
2- Dragota
3- Daniela and Stelian

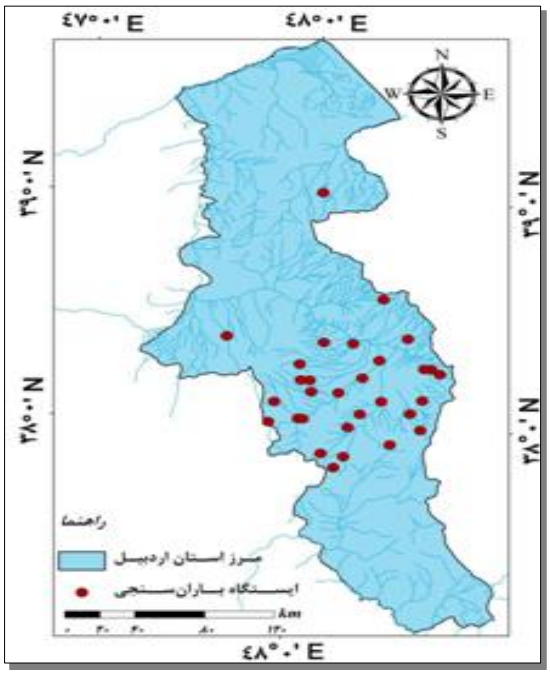
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

شاخص انگوت متأثر از سیکل اقلیمی بارش‌ها و فرآیندهای گردش جوی است، این شاخص نسبت بین مقادیر متوسط چندساله بارش‌ها در دوره‌های خشک و مرطوب است (آپوستول و ویرو، ۱۹۴:۲۰۱۱). شاخص انگوت یکی از شاخص‌های اقلیمی است که مانند شاخص‌هایی هم‌چون ضریب دومارتن و ضریب خشکی گوسن برای تعیین درجه خشکی مورداستفاده قرار می‌گیرد. شاخص مبتنی بر بارش انگوت برای مشخص نمودن خصوصیات تغییرات سالانه بارش و تعیین نوع تغییرات در طول یک سال و یا اثر تشدیدی تغییرات بارندگی بر شدت سیلاب به‌کار می‌رود. خشک‌سالی توسط کمبود بارندگی در دوره‌های متوالی مشخص می‌شود (راسو، ۲۰۱۴: ۶). با توجه به اهمیت تعیین ویژگی‌های خشک‌سالی در مقیاس ماهانه بر اساس شاخص‌های کمی، هدف این تحقیق تعیین تغییرات بارش ماهانه با استفاده از شاخص انگوت از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۱ در ۳۰ ایستگاه باران‌سنجی استان اردبیل و تعیین رژیم رطوبتی ماه‌های مختلف در منطقه موردمطالعه می‌باشد.

روش تحقیق

موقعیت منطقه موردمطالعه

استان اردبیل در محدوده جغرافیایی ´۴۵ °۳۷ تا ´۴۲ °۳۹ عرض شمالی و ´۳۰ °۴۷ تا ´۵۵ °۴۸ طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ در شمال‌غربی فلات ایران واقع‌شده است. استان اردبیل از شمال با جمهوری آذربایجان همسایه بوده، از قسمت شرق با استان گیلان، از جنوب با استان زنجان و از غرب با استان آذربایجان‌شرقی هم‌جوار است. میزان نزولات جوی به‌طور متوسط بین ۲۵۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر در سال در بخش‌های مختلف از استان اردبیل نوسان دارد. در شکل (۱) موقعیت ایستگاه‌های باران‌سنجی موردمطالعه و آمار مربوط به متوسط بارش ماهانه ایستگاه‌های منتخب در جدول (۱) ارائه شده است.



شکل (۱). موقعیت مکانی ایستگاه باران‌سنجی مورداستفاده در استان اردبیل

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

جدول (۱). آمار متوسط بارش ماهانه ایستگاه‌های موردمطالعه

ماه / ایستگاه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
اردبیل	۱۵/۵	۳۲/۰۵	۱۵/۰۷	۱۶/۱۳	۱۴/۹۰	۲۵/۰۵	۳۱/۵۷	۴۶/۸۴	۱۹/۴۷	۹/۶۱	۲/۵۰	۷/۸۲
آلادیزگه	۴۱/۱۸	۶۳/۰۳	۳۱/۷۰	۲۶/۴۴	۲۹/۳۶	۳۹/۸۹	۳۶/۷۹	۵۱/۷۷	۱۸/۶۴	۱۲/۹۸	۱۰/۷۹	۳۵/۲۲
سامیان	۱۶/۷۱	۲۶/۶۹	۱۴/۰۶	۱۲/۰۱	۱۳/۵۳	۱۷/۱۲	۲۵/۵۱	۴۵/۶۹	۲۳/۶۷	۹/۸۶	۲/۵۴	۹/۲۴
سرعین	۱۷/۷۵	۴۰/۹۵	۲۲/۳۱	۱۷/۲۲	۲۱/۰۳	۲۸/۲۶	۳۲/۰۹	۵۰/۱۱	۲۱/۰۹	۱۱/۲۳	۹	۱۶/۹۸
گیلانده	۱۷/۶۳	۳۴/۱۹	۲۲/۳۱	۱۷/۵۳	۱۷/۸۰	۲۴/۳۷	۲۸/۹۶	۴۶/۸۳	۲۳	۹/۱۲	۱/۷۸	۸/۰۸
نمین	۲۲/۴۲	۳۶/۱۸	۲۵/۵۱	۲۳/۴۹	۲۲/۹۱	۳۰/۲۰	۳۵/۸۴	۴۵/۶۸	۲۶/۶۵	۱۱/۲۰	۴/۸۴	۱۲/۸۰
نیر	۲۶/۳۸	۴۷/۷۹	۲۶/۸۹	۲۳/۱	۲۱/۶۰	۳۰/۷۳	۴۳/۶۱	۶۳/۲۴	۳۱/۱۸	۱۷/۰۵	۸/۳۴	۱۰/۸۳
ابربکوه	۲۴/۴۳	۳۶/۷۹	۲۵/۰۷	۲۲/۷۹	۲۴/۲۹	۲۸/۶۴	۳۸/۸۶	۴۹/۷۱	۲۰/۰۷	۷/۴۶	۱/۷۹	۷/۹۶
یامچی	۲۲/۳۱	۵۴/۹۸	۳۷/۰۲	۲۷/۷۸	۲۹/۵۶	۳۷/۴۵	۴۸/۴۹	۷۲/۰۴	۲۸/۷۱	۱۵/۳۳	۶/۷۲	۱۴/۰۱
آبی بیگلو	۲۶/۵۰	۴۳/۱۴	۲۷/۱۳	۲۱/۴۵	۲۳/۶۱	۲۶/۹۵	۳۴/۱۶	۴۶/۱۴	۲۲/۶۷	۹/۰۳	۶/۰۷	۱۹/۲۴
آتشگاه	۳۵/۲۲	۵۷/۳۳	۳۲/۹۷	۲۶/۰۱	۲۵/۳۴	۳۴/۸۷	۵۴/۸۸	۷۴/۹۶	۳۴/۰۲	۱۷/۲۷	۱۵/۶۱	۳۶/۲۷
بقرآباد	۲۶/۷۱	۴۰/۲۹	۲۰/۵۰	۲۵/۴۳	۲۹/۹۳	۳۸/۹۳	۴۹/۴۳	۷۱/۰۷	۲۵/۴۶	۱۰	۵/۷۹	۱۰/۰۴
پل‌الماس	۲۰/۸۰	۴۰/۴۳	۲۰/۴۳	۱۹/۴۲	۱۵	۲۶/۲۰	۳۵/۲۳	۵۴/۲۰	۲۴/۵۳	۸/۸۱	۵/۹۶	۹/۲۴
تک بلاغ	۳۰/۶۱	۶۰/۳۶	۴۴/۳۶	۳۲/۵۶	۳۹/۸۷	۳۳/۴۲	۵۷/۶۱	۸۰/۱۴	۳۱/۲۵	۱۵/۸	۹/۲۱	۱۰/۸۶
توتونسین	۱۳/۹۰	۵۸/۸۲	۲۳/۷۴	۲۱/۰۲	۲۹/۲۶	۴۰/۹۴	۴۲/۵۲	۵۶/۹۰	۲۹/۱۸	۱۵/۰۸	۸/۰۶	۱۵/۳۴
ملا احمد	۱۴/۱۶	۳۲/۷۱	۱۸/۵۰	۱۴/۷۱	۱۹/۴۶	۲۴/۶۴	۲۸/۵۷	۴۹/۶۵	۲۵/۲۷	۸/۳۳	۲/۹۴	۹/۲۱
نیارق	۳۹/۱۸	۶۰/۲۹	۳۹/۱۲	۳۱/۷۵	۲۷/۴۲	۴۰/۸۲	۴۳/۲۶	۴۸/۹۵	۲۱/۱۶	۱۷/۹۹	۱۰/۷۴	۳۱/۴۹
خوش آباد	۱۹/۵۰	۳۷/۰۴	۳۲/۳۶	۲۷/۸۹	۳۹/۸۶	۳۱/۸۹	۴۰/۳۹	۴۷	۲۸/۲۹	۶/۷۱	۲/۸۶	۸/۹۶
سیاهپوش	۲۰/۳۵	۴۶/۹۹	۳۴/۶۱	۳۰/۵۸	۳۲/۲۵	۴۷/۲۳	۵۰/۱۸	۶۲/۲۵	۲۶/۴۴	۷/۱۹	۵/۸۲	۷/۷۷
سئین	۴۰/۰۸	۴۰/۱۵	۳۸/۵۱	۲۵/۹۹	۲۸/۲۱	۳۵/۷۷	۴۹/۷۹	۷۶/۹۴	۳۵/۷۹	۲۰/۰۴	۲۴/۰۶	۴۰/۵۹
شمس‌آباد	۱۵/۳۱	۳۴/۷۱	۲۱/۷۴	۲۱/۲۹	۲۷/۰۵	۳۳/۳۱	۳۳/۸۱	۴۷/۱۴	۲۰	۹/۰۵	۲/۸۶	۶/۸۱
شمشیرخانی	۵۳/۶۴	۷۳/۴۶	۵۱/۹۳	۲۶/۹۳	۳۲/۷۹	۴۴/۳۲	۶۰/۷۲	۹۳	۵۴/۷۹	۳۴/۲۵	۳۹/۵۰	۷۴/۶۲
کوزه تپراقی	۱۴/۸۵	۳۶/۴۶	۱۷/۴۸	۱۵/۶۹	۱۷/۹۰	۲۴/۹۵	۲۷/۴۴	۴۶/۳۱	۱۸/۷۷	۵/۹۴	۱/۸۳	۷/۱۵
گلی	۱۵/۵۴	۷۴/۶۶	۳۶/۳۰	۴۷/۰۸	۷۱/۶۸	۸۱/۰۲	۶۸/۲۰	۱۰۰/۳۴	۴۶/۸۶	۱۴/۶۰	۱۸/۹۰	۲۱/۳۰
لای	۱۸/۴۷	۳۵/۹۸	۲۷/۶۹	۲۴/۸۸	۳۴/۷۷	۳۸/۱۹	۵۲/۲۱	۸۰/۴۲	۳۷/۲۹	۱۴/۳۵	۸/۱۳	۷/۳۵
نئور	۱۹/۱۹	۳۱/۲۴	۲۵/۶۸	۲۶/۲۸	۳۰/۲۴	۳۰/۰۸	۵۵/۱۷	۸۱/۶۸	۳۱/۷۹	۹/۴۶	۶/۸۰	۸/۷۵
هل آباد	۲۴/۵۰	۳۹/۶۸	۲۶/۲۱	۲۶/۶۴	۲۹/۳۶	۲۸/۳۲	۴۷/۳۱	۶۹/۸۴	۲۳/۶۱	۸/۰۷	۹/۵۰	۷/۹۳

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

هیر	۲۵/۷۱	۴۲/۱۵	۲۵/۸۴	۳۴	۳۵/۳۴	۴۰/۴۶	۵۱/۷۱	۷۴/۳۴	۳۰	۱۴/۴۸	۶/۷۶	۱۰/۴۴
مشگین‌شهر	۲۱/۵۷	۳۱/۸۹	۱۶/۲۲	۱۷/۳۷	۱۸/۳۳	۳۱/۲۷	۳۸/۲۳	۶۵/۴۰	۳۶/۷۶	۲۰/۷۱	۱۱/۱۲	۱۶/۹۶
گرمی	۳۰/۱۲	۳۶/۰۶	۱۷/۶۱	۱۵/۱۶	۱۶/۱۸	۲۰/۸۸	۴۱/۶۰	۴۹/۷۸	۴۰/۹۵	۱۰/۱۶	۷/۶۷	۱۹/۲۶

داده و روش کار

در این پژوهش از داده‌های روزانه بارش مربوط به ۳۰ ایستگاه باران‌سنجی استان اردبیل از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۱ (در یک دوره آماری ۲۴ ساله) برای محاسبه شاخص انگوت و نیز تجزیه‌وتحلیل‌ها استفاده گردید. در این راستا، میانگین متحرک و توزیع زمانی بارش در ماه‌های سال مشخص گردید. در تغییرات اقلیمی به‌عنوان یک خصوصیت طبیعی چرخه اتمسفر، نوساناتی در پارامترهای هواشناسی ازجمله بارندگی و دما به وجود می‌آید. در این راستا از شاخص انگوت برای تعیین دوره‌های خشک و مرطوب استفاده شد. شاخص انگوت عبارت است از نسبت مقادیر متوسط روزانه بارش در یک ماه و مقادیر متوسط روزانه بارش در یک سال که با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$K = \frac{p}{p} = \frac{q/n}{Q/365}$$ رابطه (۱)

که در آن، K شاخص انگوت، q مقدار متوسط روزانه بارش برای یک ماه معین، n تعداد روزهای ماه مربوطه، Q مقدار متوسط سالانه بارش و ۳۶۵ تعداد روزها در یک سال می‌باشد. شاخص انگوت اختلافات جزئی اقلیمی در هر ماه از سال را نشان می‌دهد و به ویژگی‌های آب و هوایی هر ماه از سال تأکید دارد. در ماه‌های خشک شاخص انگوت کم‌تر از یک و در روزهای بارانی و مرطوب شاخص انگوت بزرگ‌تر از یک می‌باشد (گرکیو و همکاران، ۲۰۱۱). شاخص انگوت جهت تعیین مشخصات بارش برای هر ماه از سال استفاده می‌شود، مقایسات محلی و منطقه‌ای را تسهیل می‌کند، شاخصی دقیق از اهمیت بارش در طول سال می‌باشد و ارزیابی وقوع سیلاب ناشی از وقایع شدید بارندگی را ممکن می‌سازد (دراگوتا و همکاران، ۲۰۰۸). در جدول (۲) تغییرات دوره‌های خشک و مرطوب بر اساس شاخص انگوت ارائه‌شده است.

جدول (۲). تغییرات دوره‌های خشک و مرطوب بر اساس دامنه تغییرات شاخص انگوت

مقدار شاخص انگوت	**>۲/۵**	**۲-۲/۴۹**	**۱/۱-۵۰/۹۹**	**۱-۱/۴۹**	**<۰/۹۹**
خصوصیات بارانی	خیلی بارانی	بارانی	نرمال	خشک	خیلی خشک
کلاس‌های حساسیت	خیلی بالا	بالا	میزان متوسط	پایین	خیلی پایین

(آذرخشی و همکاران،۱۳۹۲)

در ادامه، پس از تعیین دوره‌های خشک و مرطوب داده‌های مورداستفاده، مقادیر ضریب همبستگی بر اساس آزمون پیرسون محاسبه و ارتباط آن با مؤلفه‌های بارش ماهانه مورد آزمون قرار گرفت. قابل ذکر است که فقط

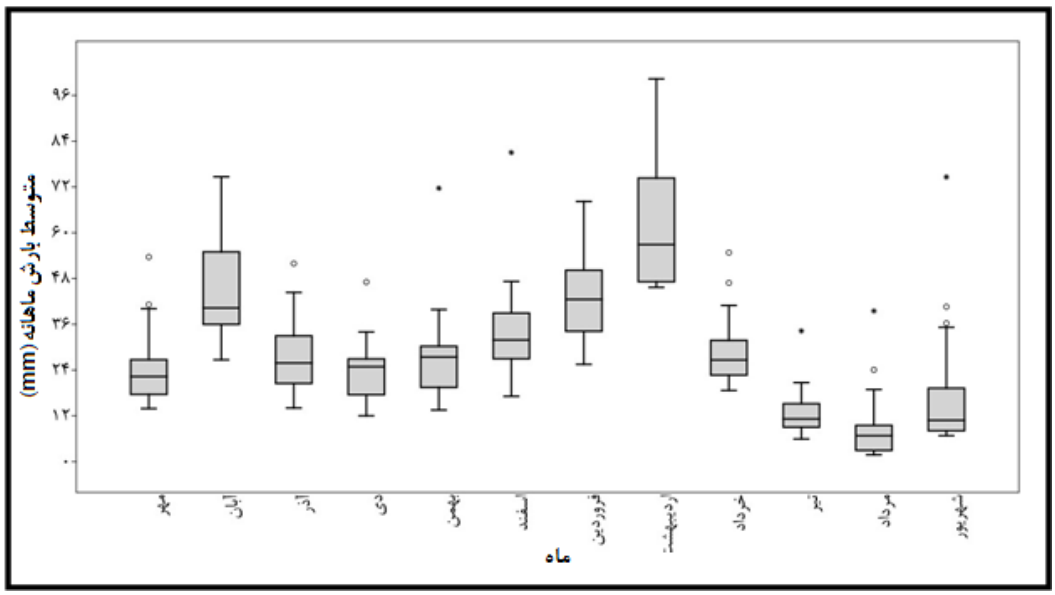
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

مقادیر ضریب همبستگی میان متوسط بارندگی و ضریب تغییرات با شاخص انگوت معنی‌دار بود که نتایج آن در ادامه ارائه‌شده است.

به‌منظور ارزیابی تغییرات مکانی شاخص انگوت در سطح استان، از روش درون‌یابی Inverse Distance Weighting (IDW) در محیط نرم‌افزار ArcGIS10.1 استفاده شد. دلیل استفاده از این روش، پراکندگی اندک ایستگاه‌های باران‌سنجی در سطح استان، تمرکز بیش‌تر ایستگاه‌های موردمطالعه در بخش مرکزی استان و گستردگی منطقه موردمطالعه است. روش IDW برای مناطقی که تعداد داده‌های معلوم اندک یا پراکنش یکسانی ندارند مناسب است (Sluiter,2009). در این راستا، تغییرات مکانی رژیم رطوبتی در ماه‌های پربارش و کم‌بارش در استان بر اساس تقسیم‌بندی ماه‌ها بر اساس متوسط بارش ماهانه به‌صورت نقشه نمایش داده شد. علاوه‌براین، نقشه پراکندگی ضریب تغییرات شاخص انگوت در استان اردبیل بر اساس مقادیر محاسباتی در نتایج ارائه‌شده است.

نتایج

پس از بررسی داده‌های مربوط به میزان متوسط بارش ماهانه (میلی‌متر)، در ایستگاه‌های باران‌سنجی استان اردبیل و تهیه نمودار جعبه‌ای، در طول دوره ۲۴ ساله (۱۳۹۱-۱۳۶۸) مشخص گردید به ترتیب ماه‌های اردیبهشت، آبان و فروردین دارای بیش‌ترین و ماه‌های مرداد، تیر و شهریور دارای کم‌ترین میزان بارش می‌باشد شکل (۲).

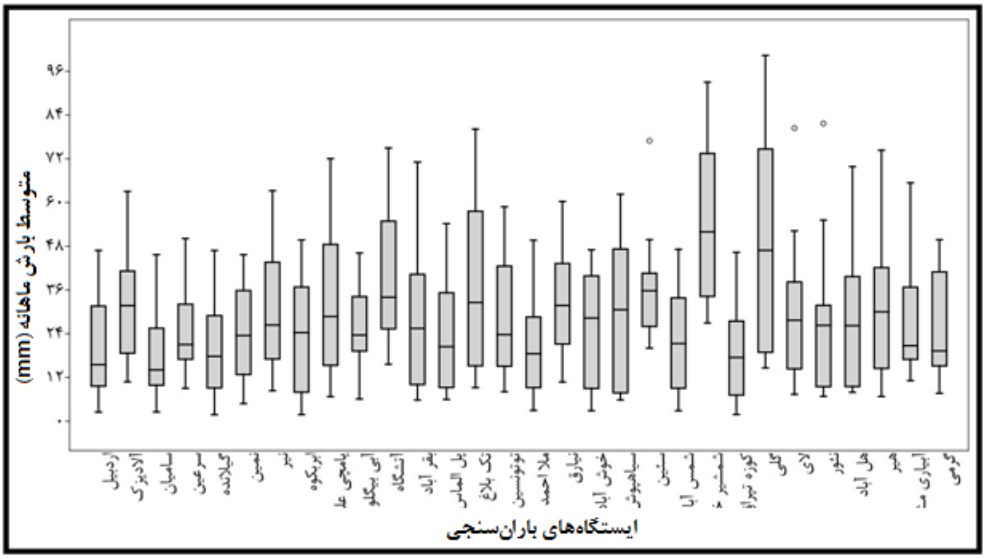


شکل (۲). نمودار جعبه‌ای مربوط به متوسط بارش ماهانه در استان اردبیل

ترسیم نمودار جعبه‌ای متوسط بارش ماهانه برای هر ایستگاه نشانگر آن بود که به ترتیب در ایستگاه‌های گلی، شمشیرخانی و تک‌بلاغ بیش‌ترین میزان بارش به ثبت رسیده است. از طرفی ایستگاه‌های کوزه‌تپراقی، گیلانده و

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

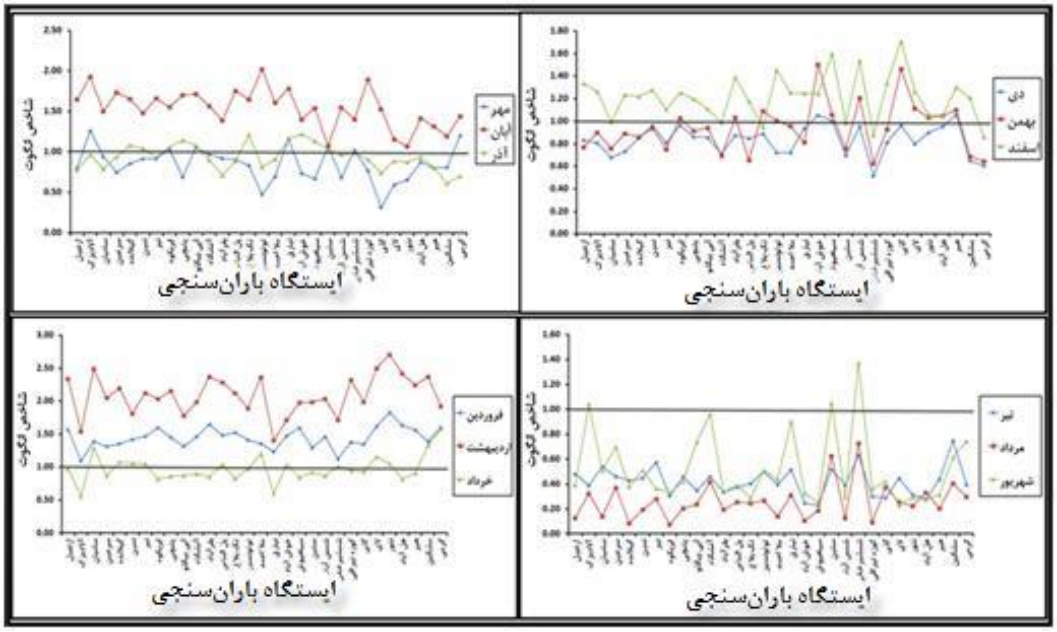
ابربکوه دارای کم‌ترین متوسط بارش ماهانه هستند. هم‌چنین ایستگاه‌های گلی و سئین به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین دامنه پراکندگی آمار بارش را به خود اختصاص داده‌اند شکل (۳).



شکل (۳). نمودار جعبه‌ای مربوط به متوسط بارش ماهانه به تفکیک ایستگاه‌های موردمطالعه در استان اردبیل

الگوی تغییرات مقادیر شاخص انگوت در ماه‌های مختلف سال در ایستگاه‌های موردمطالعه، در شکل (۴) نشان داده‌شده است. نتایج حاکی از آن است که منحنی شاخص انگوت در ماه‌های اسفند، فروردین، اردیبهشت و آبان کاملاً بالاتر از واحد قرارگرفته و جزء ماه‌های مرطوب محسوب گردید. در مقابل منحنی ماه‌های تیر، مرداد، شهریور، مهر و دی در بیش‌تر ایستگاه‌ها پایین‌تر از واحد قرار دارد و بر اساس تغییرات دوره‌های خشک و مرطوب طبق دامنه تغییرات شاخص انگوت، در محدوده ماه‌های خیلی خشک قرار گرفت. هم‌چنین ماه‌های آذر، بهمن و خرداد با قرارگیری در محدوده محور واحد جزء ماه‌های خشک محسوب شدند. در جدول (۳) نیز میزان شاخص انگوت مربوط به هر ایستگاه آورده شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]



شکل (۴). شاخص انگوت در مقیاس ماهانه در دوره زمانی ۱۳۹۱-۱۳۶۸ در ایستگاه‌های باران‌سنجی اردبیل

جدول (۳). میزان شاخص انگوت در ماه‌های مختلف سال در ایستگاه‌های باران‌سنجی استان اردبیل

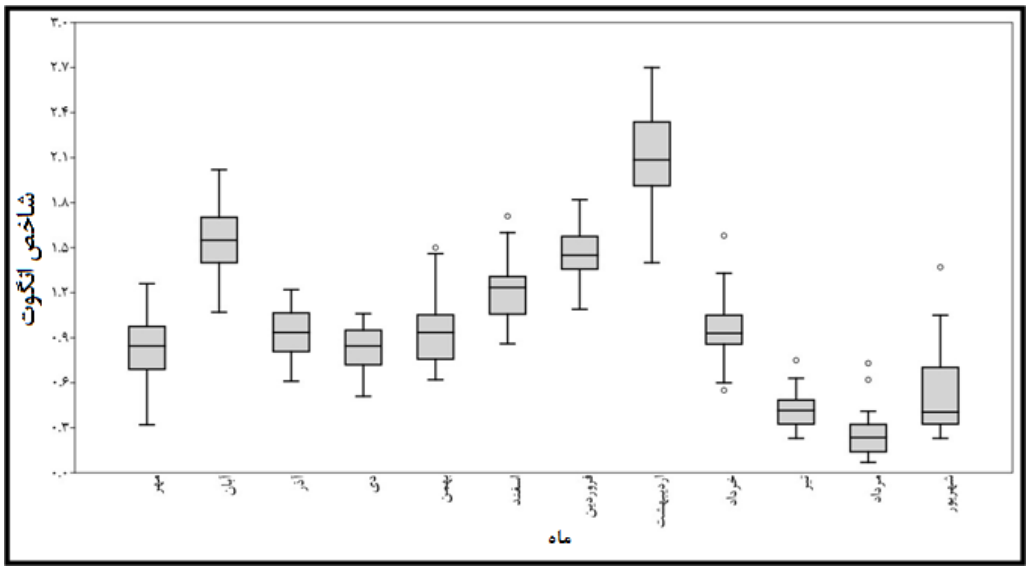
ماه / ایستگاه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
اردبیل	۰/۸۰	۱/۶۵	۰/۷۸	۰/۸۳	۰/۷۷	۱/۳۳	۱/۵۷	۲/۳۳	۰/۹۷	۰/۴۸	۰/۱۲	۰/۳۹
آلادیزگه	۱/۲۶	۱/۹۳	۰/۹۷	۰/۸۱	۰/۹۰	۱/۲۶	۱/۰۹	۱/۵۳	۰/۵۵	۰/۳۸	۰/۳۲	۱/۰۴
سامیان	۰/۹۴	۱/۵۰	۰/۷۹	۰/۶۷	۰/۷۶	۰/۹۹	۱/۳۹	۲/۴۸	۱/۲۹	۰/۵۴	۰/۱۴	۰/۵۰
سرعین	۰/۷۵	۱/۷۳	۰/۹۴	۰/۷۳	۰/۸۹	۱/۲۳	۱/۳۱	۲/۰۵	۰/۸۶	۰/۴۶	۰/۳۷	۰/۶۹
گیلانده	۰/۸۵	۱/۶۵	۱/۰۸	۰/۸۵	۰/۸۶	۱/۲۲	۱/۳۶	۲/۱۹	۱/۰۸	۰/۴۳	۰/۰۸	۰/۳۸
نمین	۰/۹۲	۱/۴۸	۱/۰۴	۰/۹۶	۰/۹۴	۱/۲۸	۱/۴۲	۱/۸۱	۱/۰۵	۰/۴۴	۰/۱۹	۰/۵۱
نیر	۰/۹۱	۱/۶۶	۰/۹۳	۰/۸۰	۰/۷۵	۱/۱۰	۱/۴۶	۱/۱۲	۱/۰۵	۰/۵۷	۰/۲۸	۰/۳۶
ابربکوه	۱/۰۳	۱/۵۵	۱/۰۶	۰/۹۶	۱/۰۳	۱/۲۵	۱/۵۹	۲/۰۳	۰/۸۲	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۳۳
یامچی	۰/۶۹	۱/۷۰	۱/۱۴	۰/۸۶	۰/۹۱	۱/۲۰	۱/۴۵	۲/۱۵	۰/۸۶	۰/۴۶	۰/۲۰	۰/۴۲
آبی بیگلو	۱/۰۵	۱/۷۱	۱/۰۸	۰/۸۵	۰/۹۴	۱/۱۱	۱/۳۱	۱/۷۷	۰/۸۷	۰/۳۵	۰/۲۳	۰/۷۴
آتشگاه	۰/۹۶	۱/۵۷	۰/۹۰	۰/۷۱	۰/۶۹	۰/۹۹	۱/۴۵	۱/۹۸	۰/۹۰	۰/۴۶	۰/۴۱	۰/۹۶
بقرآباد	۰/۹۲	۱/۳۹	۰/۷۱	۰/۸۸	۱/۰۳	۱/۳۹	۱/۶۵	۲/۳۷	۰/۸۵	۰/۳۳	۰/۱۹	۰/۳۳
پل الماس	۰/۹۰	۱/۷۵	۰/۸۹	۰/۸۴	۰/۶۵	۱/۱۸	۱/۴۸	۲/۲۸	۱/۰۳	۰/۳۷	۰/۲۵	۰/۳۹

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

تک بلاغ	۰/۸۴	۱/۶۵	۱/۲۱	۰/۸۹	۱/۰۹	۰/۹۴	۱/۵۲	۲/۱۲	۰/۸۳	۰/۴۰	۰/۲۴	۰/۲۹
توتونسین	۰/۴۸	۲/۰۲	۰/۸۱	۰/۷۲	۱/۰۰	۱/۴۵	۱/۴۱	۱/۸۹	۰/۹۷	۰/۵۰	۰/۲۷	۰/۵۱
ملا احمد	۰/۶۹	۱/۶۰	۰/۹۱	۰/۷۲	۰/۹۵	۱/۲۵	۱/۳۶	۲/۳۶	۱/۲۰	۰/۴۰	۰/۱۴	۰/۴۴
نیارق	۱/۱۶	۱/۷۸	۱/۱۵	۰/۹۴	۰/۸۱	۱/۲۵	۱/۲۴	۱/۴۰	۰/۶۰	۰/۵۱	۰/۳۱	۰/۹۰
خوش آباد	۰/۷۴	۱/۴۰	۱/۲۲	۱/۰۵	۱/۵۰	۱/۲۴	۱/۴۷	۱/۷۱	۱/۰۳	۰/۲۴	۰/۱۰	۰/۳۳
سیاهپوش	۰/۶۷	۱/۵۴	۱/۱۳	۱/۰۰	۱/۰۶	۱/۶۰	۱/۵۹	۱/۹۷	۰/۸۴	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۲۵
سئین	۱/۰۷	۱/۰۷	۱/۰۳	۰/۶۹	۰/۷۵	۰/۹۹	۱/۲۹	۱/۹۹	۰/۹۲	۰/۵۲	۰/۶۲	۱/۰۵
شمس آباد	۰/۶۸	۱/۵۵	۰/۹۷	۰/۹۵	۱/۲۱	۱/۵۴	۱/۴۶	۲/۰۳	۰/۸۶	۰/۳۹	۰/۱۲	۰/۲۹
شمشیرخانی	۱/۰۲	۱/۴۰	۰/۹۹	۰/۵۱	۰/۶۲	۰/۸۷	۱/۱۲	۱/۷۱	۱/۰۱	۰/۶۳	۰/۷۳	۱/۳۷
کوزه تپراقی	۰/۷۷	۱/۸۹	۰/۹۱	۰/۸۱	۰/۹۳	۱/۳۴	۱/۳۸	۲/۳۲	۰/۹۴	۰/۳۰	۰/۰۹	۰/۳۶
گلی	۰/۳۲	۱/۵۲	۰/۷۴	۰/۹۶	۱/۴۶	۱/۷۱	۱/۳۵	۱/۹۸	۰/۹۲	۰/۲۹	۰/۳۷	۰/۴۲
لای	۰/۵۹	۱/۱۵	۰/۸۹	۰/۸۰	۱/۱۱	۱/۲۷	۱/۶۲	۲/۴۹	۱/۱۶	۰/۴۵	۰/۲۵	۰/۲۳
نئور	۰/۶۶	۱/۰۷	۰/۸۸	۰/۹۰	۱/۰۳	۱/۰۶	۱/۸۲	۲/۷۰	۱/۰۵	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۲۹
هل آباد	۰/۸۷	۱/۴۲	۰/۹۴	۰/۹۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۶۳	۲/۴۱	۰/۸۲	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۲۷
هیر	۰/۸۰	۱/۳۱	۰/۸۰	۱/۰۶	۱/۱۰	۱/۳۰	۱/۵۶	۲/۲۴	۰/۹۰	۰/۴۴	۰/۲۰	۰/۳۱
مشکین	۰/۸۱	۱/۱۹	۰/۶۱	۰/۶۵	۰/۶۸	۱/۲۱	۱/۳۸	۲/۳۶	۱/۳۳	۰/۷۵	۰/۴۰	۰/۶۱
گرمی	۱/۲۰	۱/۴۴	۰/۷۰	۰/۶۰	۰/۶۴	۰/۸۶	۱/۶۰	۱/۹۲	۱/۵۸	۰/۳۹	۰/۳۰	۰/۷۴

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

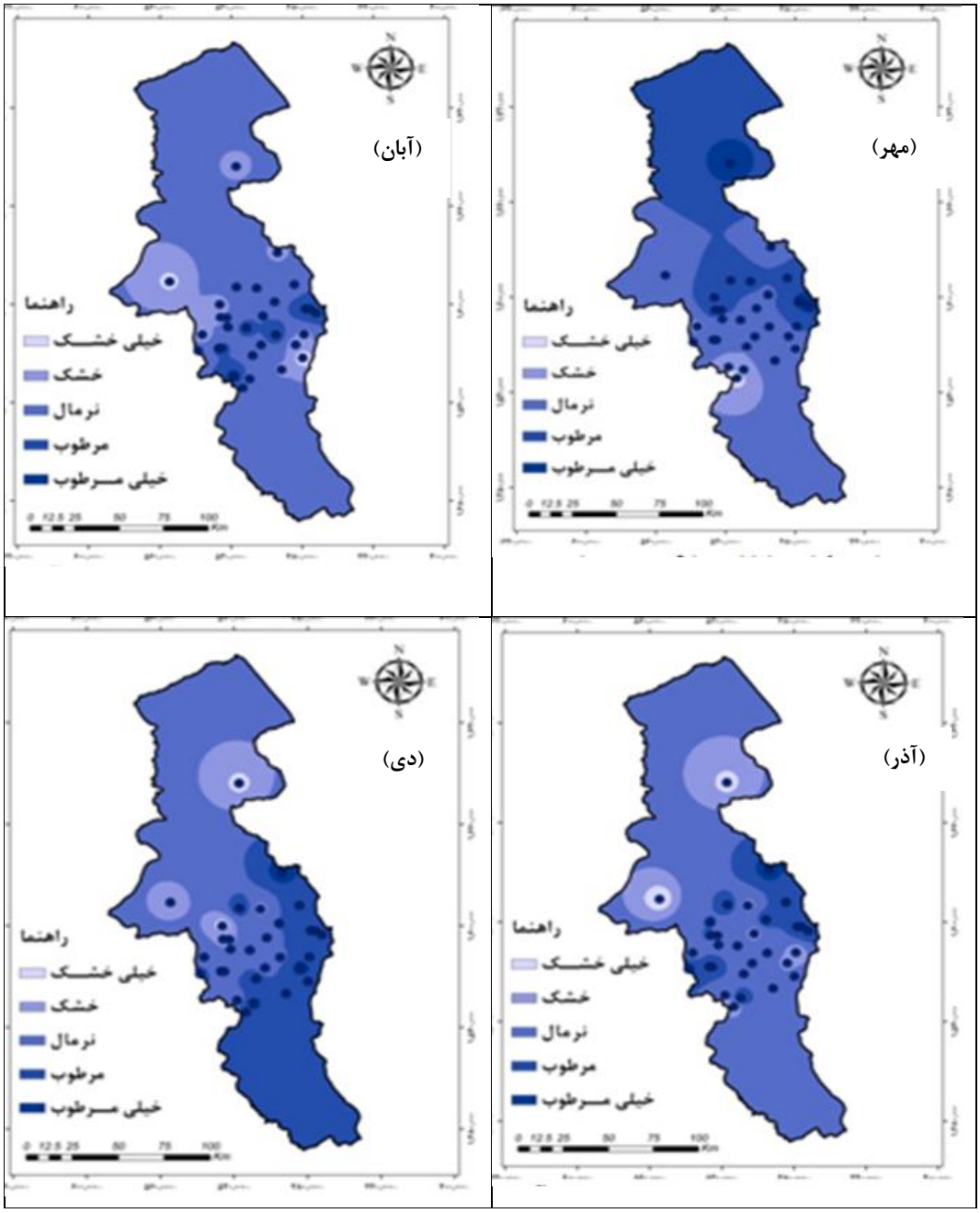
طبق نمودار جعبه‌ای شاخص انگوت در ایستگاه‌های باران‌سنجی استان اردبیل، مشخص گردید که اردیبهشت، آبان و فروردین به ترتیب دارای بالاترین و ماه‌های مرداد، تیر و شهریور پایین‌ترین میزان شاخص انگوت را دارا هستند شکل (۵).



شکل (۵). نمودار جعبه‌ای شاخص انگوت در ایستگاه‌های باران‌سنجی استان اردبیل

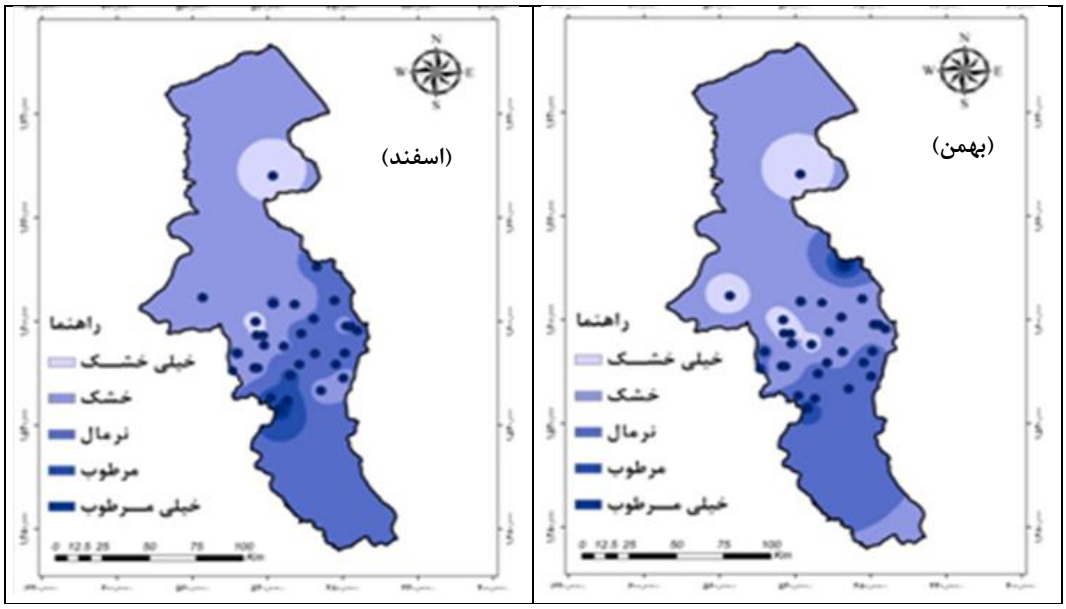
نتایج حاصل از ارزیابی تغییرات مکانی شاخص انگوت در استان اردبیل، نشان داد که در سه ماه مهر، آبان و آذر بیشتر نواحی استان اردبیل، در محدوده نرمال و مرطوب قرار گرفت. هم‌چنین قابل‌ذکر است که در مهرماه نقاط مرکزی و شمال استان در کلاس مرطوب و خیلی مرطوب قرار دارد. در سه ماهه فصل زمستان شرایط متفاوت است. به‌نحوی‌که در دی ماه، مرکز و شمال استان، دارای شرایط نرمال و جنوب استان دارای شرایط مرطوب می‌باشد. از طرفی در دو ماه بهمن و اسفند، مرکز و شمال استان، در محدوده خشک و جنوب استان در کلاس مرطوب قرار دارد. در ماه‌های فروردین و اردیبهشت اکثر نقاط استان اردبیل در کلاس نرمال و مرطوب قرار دارند. این در حالی است که در خرداد ماه نواحی جنوبی دارای شرایط خشک هستند. این شرایط در سه ماه تابستان به اوج خود می‌رسد و بیش‌تر نواحی در محدوده خشک و خیلی خشک قرار دارند اشکال (۶ تا ۹).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

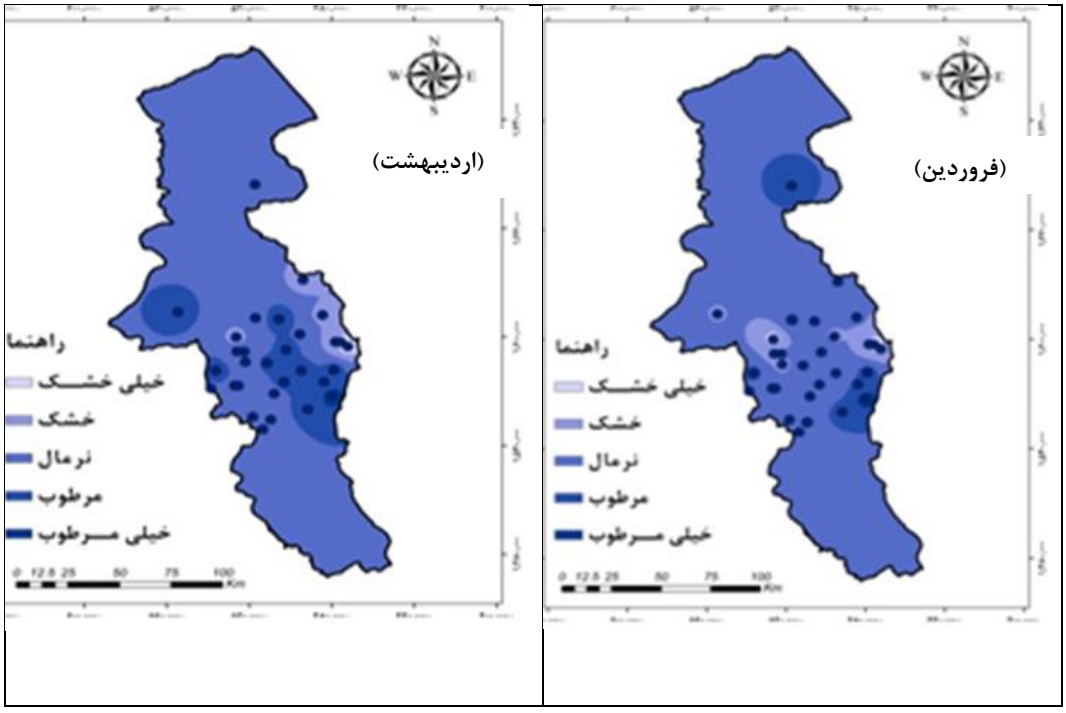


شکل (۶). نقشه تغییرات مکانی شاخص انگوت از ماه مهر تا دی

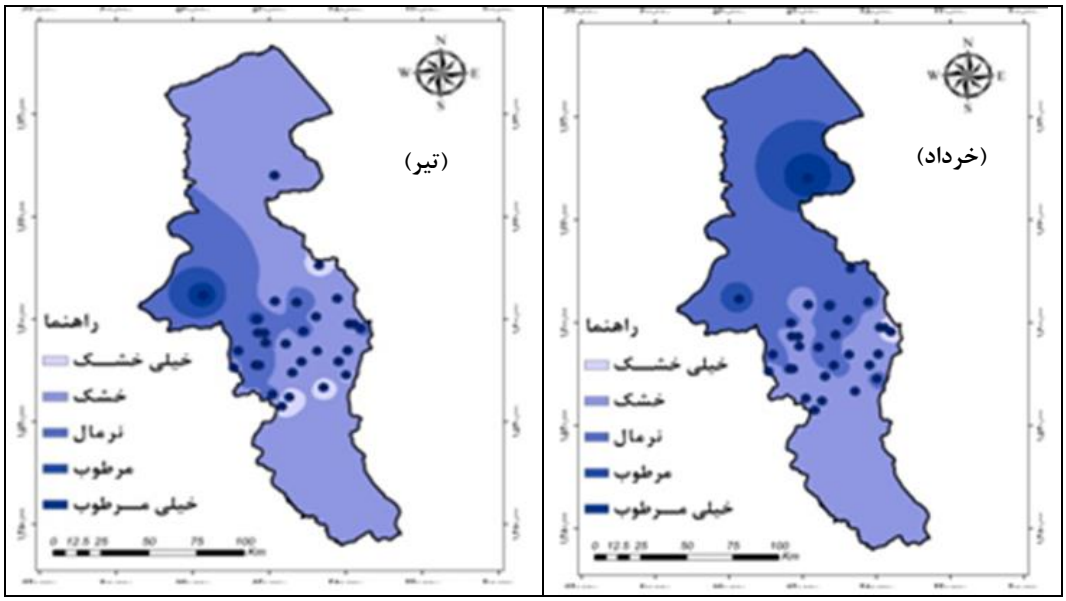
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]



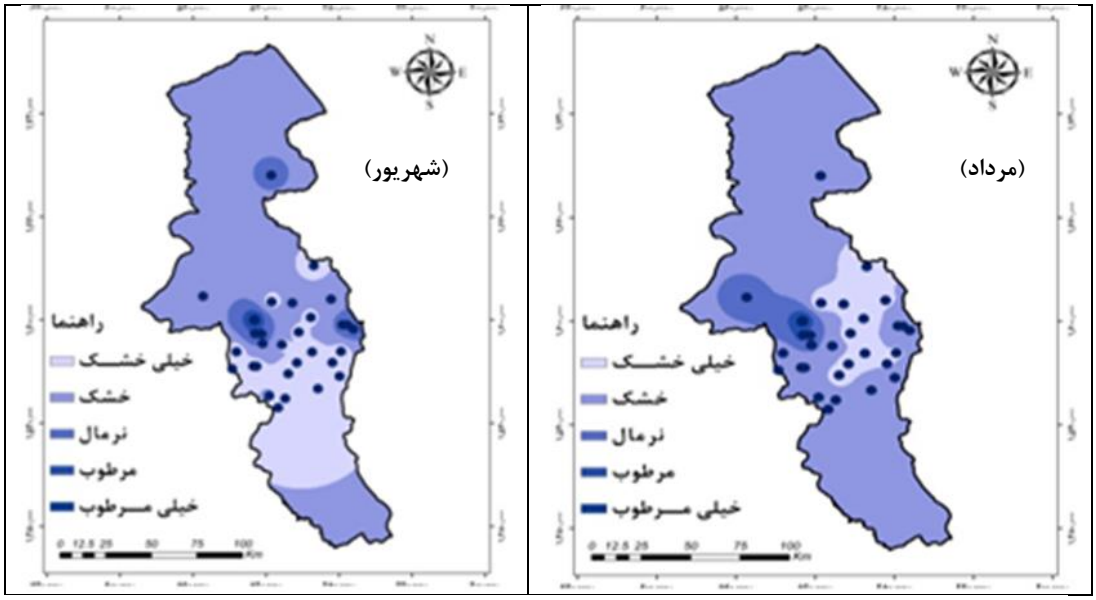
شکل (۷). نقشه تغییرات مکانی شاخص انگوت در ماه‌های بهمن و اسفند



[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]



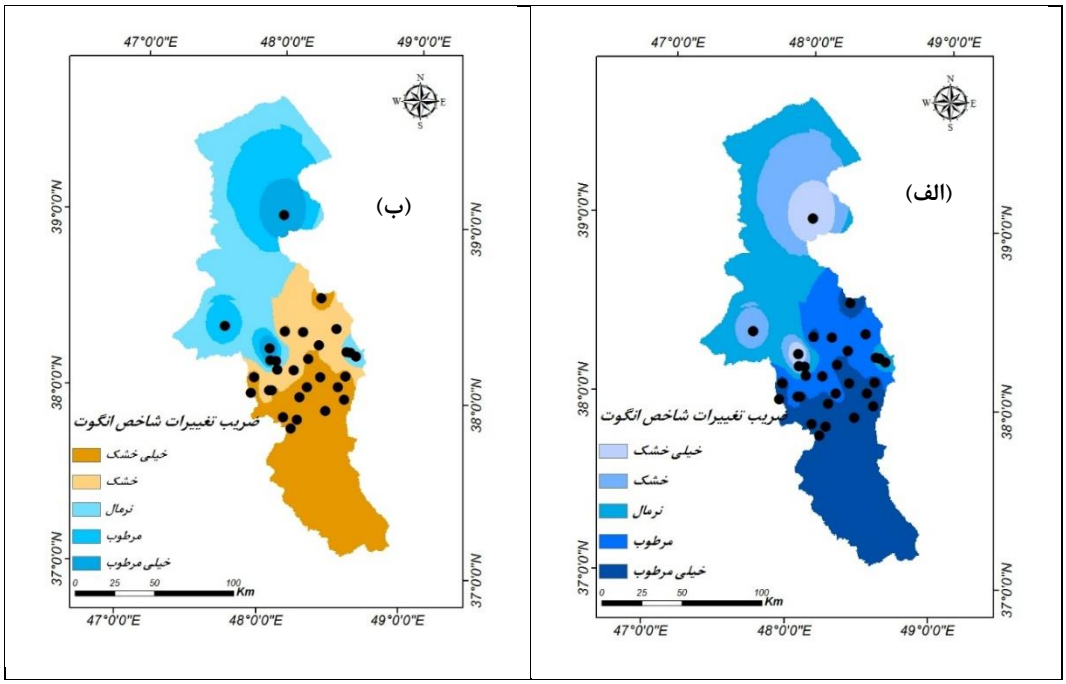
شکل (۸). نقشه تغییرات مکانی شاخص انگوت از ماه فروردین تا تیر



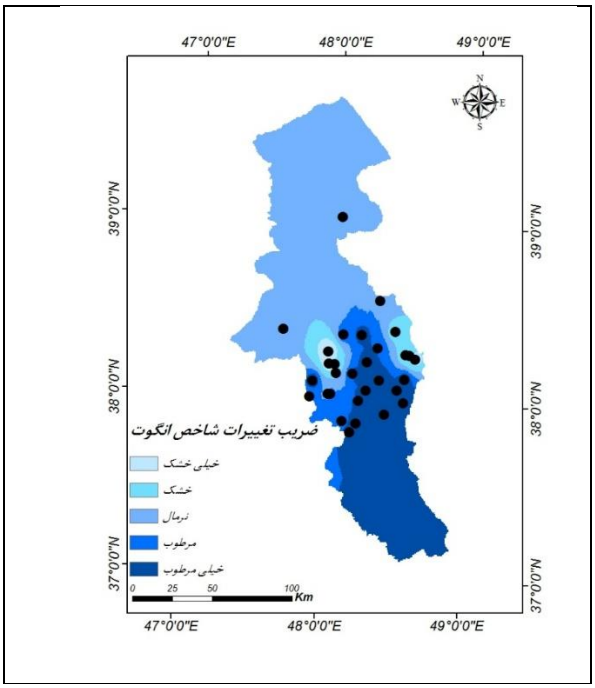
شکل (۹). نقشه تغییرات مکانی شاخص انگوت در ماه‌های مرداد و شهریور

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

تغییرات مکانی رژیم رطوبتی در ماه‌های پربارش و کم‌بارش استان در شکل (۱۰) نشان داده شده است. هم‌چنین نقشه تغییرات مکانی مقادیر ضریب تغییرات شاخص انگوت در استان اردبیل در شکل (۱۱) نشان داده شده است.



شکل (۱۰). تغییرات مکانی رژیم رطوبتی در ماه‌های (الف): پربارش و (ب): کم‌بارش



شکل (۱۱). پراکندگی ضریب تغییرات شاخص انگوت در استان اردبیل

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، ارزیابی و محاسبه شاخص انگوت در تحلیل دوره‌های خشک و مرطوب بارندگی در مقیاس ماهانه ایستگاه‌های باران‌سنجی استان اردبیل انجام‌شده است. طبق نتایج، شاخص انگوت میزان تغییرات بارندگی ماهانه را تعیین می‌کند. شاخص انگوت با ضریب تغییرات مقادیر بارش رابطه عکس و با مقادیر متوسط بارندگی ماهانه رابطه مستقیم و معنی‌دار دارد. با استفاده از این شاخص امکان تعیین رژیم بارندگی ماهانه بر اساس دامنه عددی مقادیر شاخص انگوت فراهم‌شده است. طبق منحنی شاخص انگوت، ماه‌های اسفند، فروردین، اردیبهشت و آبان جزء ماه‌های مرطوب محسوب می‌شود. در مقابل منحنی شاخص انگوت در ماه‌های تیر، مرداد، شهریور، مهر و دی در اکثر ایستگاه‌ها پایین‌تر از واحد قرار دارد و در محدوده ماه‌های خیلی خشک قرار می‌گیرند. هم‌چنین ماه‌های آذر، بهمن و خرداد با قرارگیری در محدوده محور واحد جزء ماه‌های خشک محسوب می‌گردند. در این خصوص، نتایج تحقیق حاضر با نتایج کنستانتین و واتمنو (۲۰۱۵) مبنی بر تعیین خصوصیات پدیده خشکی با استفاده از شاخص انگوت و نیز مطالعه آشابوکو و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه رژیم بارش هم‌خوانی دارد. هم‌چنین طبق نمودار جعبه‌ای شاخص انگوت در ایستگاه‌های باران‌سنجی استان اردبیل شکل (۵)، مشخص گردید که به ترتیب ماه‌های اردیبهشت، آبان و فروردین دارای بالاترین شاخص انگوت هستند، در این خصوص می‌توان به اثر وقوع بارش‌ها در ماه‌های مذکور در وقوع بارندگی‌های شدید اشاره نمود که با نتایج راسو و همکاران (۲۰۱۴)، در خصوص ارتباط شاخص انگوت با اثر تخریبی بارش در یک راستا است. باید اشاره شود که مناسب بودن شاخص بارش انگوت در مطالعات کاسته (۲۰۱۵) و آپوستول و ویرو (۲۰۱۱) در تعیین دوره‌های خشک و مرطوب نیز مورد تأیید قرار گرفته است. تحلیل ارتباط شاخص انگوت با شاخص‌های فرسایندگی باران و نیز وقوع سیلاب در ماه‌های مختلف از مواردی است که می‌تواند در تحقیقات آتی مدنظر قرار گیرد. هم‌چنین مقایسه نتایج شاخص انگوت با سایر شاخص‌های معمول خشک‌سالی مانند شاخص بارش استاندارد در تحلیل خشک‌سالی از مواردی است که نیازمند مطالعات بیش‌تری است.

منابع

آذرخشی، مریم؛ فرزادمهر، جلیل؛ اصلاح، مهدی؛ صحابی، حسین. (۱۳۹۲). **بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش و پارامترهای دما در مناطق مختلف آب‌وهوای ایران**، مرتع و آبخیزداری (مجله منابع طبیعی ایران)، ۱(۶۶): ۱-۱۶.

حجام، سهراب؛ خوشخو، یونس؛ وندی، رضا. (۱۳۸۷). **تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری**، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۴: ۱۵۷-۱۶۸.

رضائی بنفشه، مجید؛ جلالی، طاهره؛ زینالی، بتول. (۱۳۸۸). **تحلیل و برآورد خشک‌سالی اقلیمی شهر اردبیل با استفاده از شاخص من‌کندال و SPI**، همایش منطقه‌ای بحران آب و خشک‌سالی، رشت، ۶-۱.

عیوضی، معصومه؛ مساعدی، ابوالفضل؛ حسام، مهدی. (۱۳۸۷). **بررسی روند بارندگی سالانه و فصلی در مناطق نیمه‌خشک استان گلستان**، اولین کنفرانس بین‌المللی بحران آب، دانشگاه زابل، ۱۰-۱.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]

محمدی، حسین، تقوی، فرهناز. (۱۳۸۴). **روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران**، پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۳: ۱۵۱-۱۷۲.

مصطفی‌زاده، رئوف؛ شهابی، معصومه؛ ذبیحی، محسن. (۱۳۹۴). **تحلیل خشک‌سالی هواشناسی در استان کردستان با استفاده از مدل نمودار سه متغیره**، آمایش جغرافیایی فضا، ۱۷(۵): ۱۴۰-۱۲۹.

Apostol, L. and Vieru, D.N. (2011), **Annual variation of average monthly precipitation amounts at the Botosani meteorological station**. Environment and Sustainable Development, 5(1):191-196.

Ashabokov, B. Bischokov, R. and Derkach, D. (2008), **Study of changes in the rejime of atmospheric precipitation in the Central Northern Caucasus**. Russian Meteorology and Hydrology, 2: 98-102.

Constantin, D.M. and Vătămanu, V.V. (2015), **Considerations upon the dryness and drought phenomena in the Caracal Plain, Romania**. Scientific Papers Series-Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, 15(1): 119-122.

Daniela, S. and Stelian, N. (2012), **The intra-annual and seasonal regime of precipitation in Târgu Jiu Depression (Gorjului Subcarpathians) over the 1961-2007 period**. Analele Universităţii din Oradea, Fascicula: Protecţia Mediului, 18: 476-483.

Dragotă, C. Micu, M. and Micu, D. (2008), **The relevance of pluvial regime for landslides genesis and evolution.Case study: Muscel Basin (Buzău Subcarpathians), Romania**. Present environment and sustainable development, 2: 242-257.

Grecu, F. Ghiţă, C. and Cîrciumaru, E. (2011), **Land vulnerability to geomorphological hazard induced by pluviometric criteria (Romanian Plain)**. Revista de Geomorfologie, 13: 59-66.

Kao, S.C. Govindaraju, R.S. and Niyogi, D. (2009), **A spatio-temporal drought analysis for the midwestern US**. In World Environmental and Water Resources Congress 2009: Great Rivers. pp 1-10

Mishra, A.K. and Singh, V.P. (2010), **A review of drought concepts**. Journal of Hydrology, 391(1): 202-216.

Qian, W.H. and Lin, X. (2005), **Regional trends in recent precipitation indices in China**. Meteorology and Atmospheric Physics, 90(3-4): 193-207.

Rusu, T. Moraru, P. Coste, C. Cacovean, H. Cheţan, F. and Cheţan, C. (2014), **Impact of climate change on climatic indicators in Transylvanian Plain, Romania**. Journal of Food, Agriculture & Environment, 12(1): 469-473.

Sluiter, R. 2009. **Interpolation methods for climate data: literature review**. KNMI intern rapport, Royal Netherlands Meteorological Institute.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.64.7]
[DOI: 10.61186/jgs.23.69.15]