

## Monthly and Seasonal Flood Distribution over Different Return Periods in River Gauge Stations of Ardabil Province

**Mostafazadeh, Raof (Corresponding Author)**

Associate Professor, Department of Natural Resources and Member of Water Management Research Center,  
Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

E-Mail: raofmostafazadeh@uma.ac.ir

**Nasiri Khiavi, Ali**

Ph.D. in Watershed Management Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine  
Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

### Abstract

Floods are one of the most destructive natural disasters that endanger social and economic conditions more than any other natural disaster. Therefore, the present study was conducted with the aim of analyzing the monthly and seasonal flood distribution in the different return periods in some river gauge stations of Ardabil Province. In this way, the data of 33 river gauge stations have been used, and the statistical period of the used data was 40 years. The EasyFit software was used to select the most appropriate statistical distribution for maximum discharge data in the return periods of 2, 5, 10, 25, 50, and 100-year. Based on the results, it can be said that in the studied stations, about 63.63% of the floods were related to the month of April. On the other hand, based on the results of the seasonal comparison charts, it can be said that the maximum floods were related to the spring season, and in all the return periods studied, the highest amount and percentage of floods occurred in spring season. In some stations such as Yamchi, Nouran, Neneh-Karan, Mashiran, Aouughin, Derou and Pol-e-Almas, nearly 100% of the floods were related to the spring season, and this shows that the floods in Ardabil Province were of spring type. Conducting the necessary studies and watershed-based planning is necessary in southern flood-prone areas of the Ardabil province, and the possibility of flooding in the future can be reduced and its damages minimized.

**Keywords:** Natural Disasters, Spring Floods, Flood Modeling, Integrated Watershed Management, Flood Management.

**Citation:** Mostafazadeh, R. ; Nasiri Khiavi, A. (2023), Monthly and Seasonal Flood Distribution over Different Return Periods in River Gauge Stations of Ardabil Province, Journal of Geography and Environmental Studies, 12 (47), 168-183.  
Dor: 20.1001.1.20087845.1402.12.47.10.6

### Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Journal of Geography and Environmental Studies. This is an open – access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



مقاله پژوهشی

## توزیع ماهانه و فصلی وقوع سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف در ایستگاه‌های آب‌سنجی استان اردبیل

رئوف مصطفی زاده

دانشیار، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی و عضو پژوهشکده مدیریت آب دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

علی نصیری خیاوی

دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

### چکیده

سیلاب یکی از مخرب‌ترین رویدادهای طبیعی است که بیش از هر بلای طبیعی دیگر، شرایط اجتماعی و اقتصادی را به خطر می‌اندازد. از این رو پژوهش حاضر با هدف تحلیل توزیع ماهانه و فصلی وقوع سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف در برخی از حوزه‌های آبخیز استان اردبیل صورت گرفت. بدین ترتیب از داده‌های ۳۳ ایستگاه آب‌سنجی استفاده شد که طول دوره آماری داده‌های مورد استفاده به مدت ۴۰ سال بود. در انتخاب مناسب‌ترین توزیع آماری برای داده‌های دبی حداکثر در دوره‌های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال از نرم‌افزار EasyFit استفاده شد. براساس نتایج می‌توان گفت که در ایستگاه‌های مورد مطالعه در حدود ۶۳/۶۳ درصد از سیلاب‌ها مربوط به ماه آپریل است. از طرفی براساس نتایج نمودارهای مقایسه‌ای فصلی می‌توان گفت که حداکثر سیلاب‌ها مربوط به فصل بهار است و در تمامی دوره‌های بازگشت مورد مطالعه بیش‌ترین مقدار و درصد فراوانی سیلاب‌ها در این فصل رخ داده است. به طوری که در برخی از ایستگاه‌ها از قبیل یامچی، نوران، ننه کران، مشیران، عموقین، درود و پل‌الماس اکثر سیلاب‌ها در فصل بهار اتفاق می‌افتد و این نشان می‌دهد که وقوع سیلاب‌های بهاره در استان اردبیل محتمل‌تر است. ضروری است برای نواحی جنوبی و سیل‌خیز استان، ضمن انجام مطالعات لازم، بایستی برنامه‌ریزی‌های صحیح با محوریت مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز انجام گیرد تا بدین وسیله بتوان احتمال وقوع سیلاب را در آینده کاهش داد و خسارات آن را به حداقل رساند.

**کلمات کلیدی:** بلایای طبیعی، سیلاب بهاره، مدل‌سازی سیلاب، مدیریت جامع آبخیز، مدیریت سیلاب.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۰۲/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۳

**نویسنده مسئول:** رئوف مصطفی زاده، دانشیار، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی و عضو پژوهشکده مدیریت آب دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. raofmostafazadeh@uma.ac.ir

## مقدمه

سیل به‌عنوان پدیده‌ای که سبب خسارات جانی و اقتصادی می‌شود، اهمیت زیادی دارد و یکی از پیچیده‌ترین و مخرب‌ترین رویدادهای طبیعی است که بیش از هر بلای طبیعی دیگر، جان و مال انسان و شرایط اجتماعی و اقتصادی را به‌خطر می‌اندازد (علیزاده، ۱۳۹۰؛ میرزایی، ۱۳۹۵). از طرفی روند افزایشی تلفات و خسارات سیلاب در جهان در دهه‌های اخیر نگران‌کننده است. افزایش سکونت و ساخت و ساز در سیلاب‌دشت‌ها، تغییرات هیدروسیستم‌ها و اثرات مخرب فعالیت‌های انسانی در طبیعت از دلایل عمده این روند افزایش بوده است (فوه‌ر و همکاران، ۲۰۰۵). هم‌چنین سیل از خطرهای طبیعی است که فراوانی وقوع آن در سال‌های اخیر روند افزایشی داشته است و خسارت‌های ناشی از آن همه ساله بخشی از کشور را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در ۵۰ سال اخیر حدود ۳۷۰۰ واقعه سیل در کشور گزارش شده است که حدود ۵۳ درصد آن در سال‌های اخیر روی داده است (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۵). سیل در حقیقت جریان شدید توأم با بالا آمدن نسبتاً زیاد آب در یک رودخانه که معمولاً آب اراضی پست را فرا می‌گیرد که می‌تواند با غرقاب نمودن منطقه باعث وارد آمدن خسارات بر ساختمان و تاسیسات عمومی شده و تلفات جانی و مالی به‌همراه داشته باشد (میرزایی، ۱۳۹۵). به‌دلیل گستردگی سیلاب‌ها در رودخانه‌های جهان و نیز نقش انسان در بروز آن‌ها، سیلاب یک خطر بسیار مهم زیست‌محیطی برای گونه‌های گیاهی و جانوری است (Smith و Tepley، ۲۰۰۹). سیل نه‌تنها بر زندگی روزمره تأثیر می‌گذارد بلکه تأثیرات منفی بر محیط زیست داشته و موجب خسارت‌ها و آسیب‌های ملموس و غیرمترقبه می‌گردد (Tu و Ranzy، ۲۰۱۴). بررسی‌ها و مطالعات نشان داده است که علت افزایش خسارات سیلاب در دنیا، افزایش تکرار و یا بزرگی طغیان‌ها نبوده، بلکه استفاده گسترده از اراضی دشت‌های سیلابی مهم‌ترین نقش را داشته است (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۴، Nasiri Khiavi و همکاران، ۲۰۲۳). کشور ایران یکی از چند کشور سیل‌خیز جهان، هر ساله شاهد حوادث سیلاب است (دلیران فیروز و همکاران، ۱۳۹۴، Mostafazadeh و همکاران، ۲۰۱۷). بنابراین تعیین فراوانی سیلاب و بررسی مناطق سیل‌خیز از مسائل معمول در بین مهندسين بخش آب و مدیریت منابع آب است (بارتل و همکاران، ۲۰۰۹). منظور از سیل‌خیزی، فراوانی وقوع نیست، بلکه منظور استعداد و پتانسیل تولید سیل در سطح زیرحوضه از نظر تأثیر و مشارکت در هیدروگراف سیل خروجی است (رضوی‌زاده و شاهدی، ۱۳۹۵، Nasiri Khiavi و همکاران، ۲۰۲۲). در سال‌های اخیر رشد شهرها در دشت‌های سیلابی، به‌خصوص در حاشیه رودخانه‌ها موجب شده که ساکنان و اموال مفقود موجود در منطقه، در معرض خطر سیل باشند. شناسایی توزیع فصلی سیلاب و تغییرپذیری مکانی آن‌ها مورد توجه هیدرولوژیست‌ها قرار گرفته است (Parajka و همکاران، ۲۰۱۰) که در بسیاری از کاربردهای عملی هیدرولوژیک و مهندسی منابع آب از قبیل پیش‌بینی جریان‌های فصلی، حفاظت رودخانه‌ها در برابر سیلاب، مدیریت سیلاب و عملیات‌های مرتبط با مدیریت منابع آب مورد نیاز است (Lecce، ۲۰۰۰؛ Cunderlic و Burn، ۲۰۰۲؛ Cunderlic و همکاران، ۲۰۱۰). هم‌چنین پهنه‌بندی مناطق سیل‌خیز، جهت سازماندهی و هماهنگ کردن اقدامات پاسخ اضطراری در حوادث طبیعی ضروری هستند. هم‌چنین بررسی دقیق فراوانی سیلاب در مناطق شهری و روستایی از اهمیت بالایی برخوردار است (Tanguy و همکاران، ۲۰۱۶).

مطالعاتی در ارتباط با بررسی سیل‌خیزی در ایران و خارج از کشور صورت پذیرفته است. طهماسبی‌پور و همکاران (۱۳۸۶) در مقاله خود تحت عنوان منطقه‌ای کردن برآورد سیل در تعدادی از زیرحوضه‌های کرخه با استفاده از نرم‌افزار EasyFit به این نتیجه رسیدند که توزیع لوگ پیرسون نوع سوم به‌عنوان توزیع غالب منطقه مورد مطالعه است و از این تابع توزیع می‌توان در برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت‌های مختلف هم برای حوضه‌های دارای آمار و هم برای تحلیل منطقه‌ای سیلاب استفاده کرد. خالقی و همکاران (۱۳۹۲)، مناسب‌ترین توزیع آماری جهت تحلیل و برآورد فراوانی سیل با دوره بازگشت‌های مختلف در حوزه آبخیز کشکان مورد مطالعه قرار دادند و توزیع لوگ نرمال پیرسون انتخاب گردید. هم‌چنین نتایج نشان داد که نرم‌افزار EasyFit

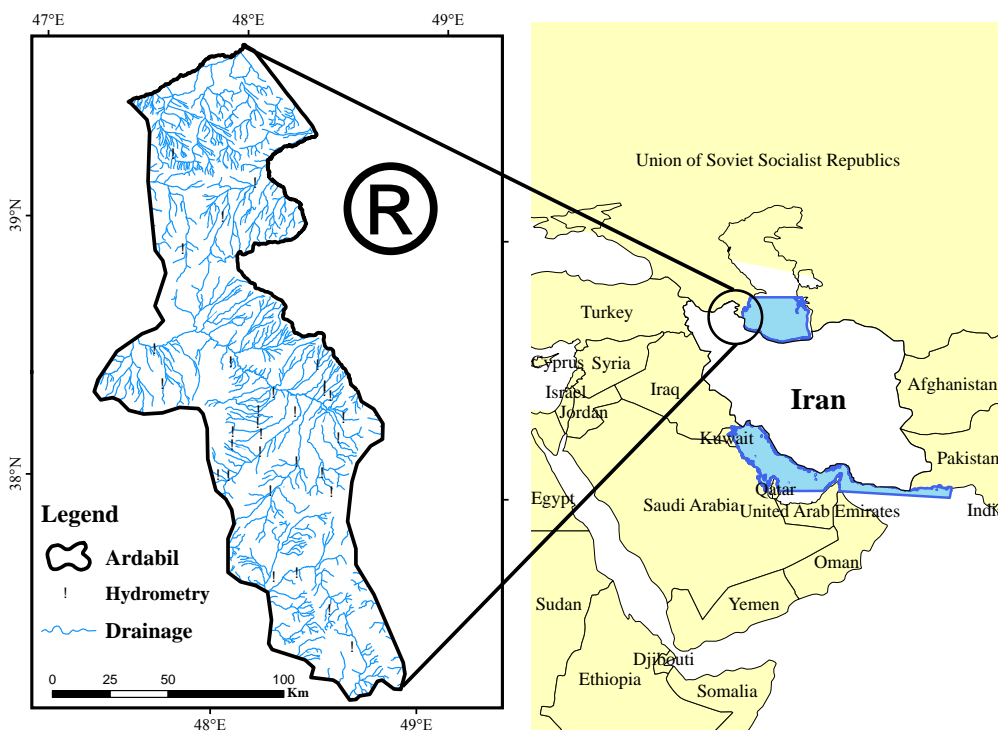
به دلیل دارا بودن توزیع‌های آماری بیش‌تر و نرم‌افزار SMADA به‌خاطر برآورد دبی‌های سیلابی می‌توان با قابلیت اطمینان بالا استفاده کرد. شیخ‌علیشاهی و همکاران (۱۳۹۳) پهنه‌بندی سیل را با استفاده از مدل HEC-RAS و نرم‌افزار GIS در حوزه آبخیز منشاد یزد مورد مطالعه قرار دادند، مشاهده کردند که تلفیق سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با مدل HEC-RAS در تحلیل مناطق سیل‌گیر باعث تسهیل محاسبات و کاهش عملیات میدانی است و کاربرد آن‌ها در آبریزها توصیه می‌شود. در این پژوهش پهنه سیلاب محاسبه شده (دوره بازگشت ۲۰۰ سال) دارای مساحت ۸/۹ کیلومتر مربع است که بیش‌ترین مساحت به اراضی کشاورزی (۷۱/۴۵ هکتار) و باغی (۱۲/۷۷) هکتار اختصاص داشت. مصطفی‌زاده و مهری (۱۳۹۷) تغییرات زمانی - مکانی سیل‌خیزی را در آبخیزهای استان اردبیل مورد مطالعه قرار دادند. براساس نتایج تحلیل روند از مجموع ۲۲ ایستگاه مورد مطالعه در استان اردبیل، ۶ ایستگاه روند افزایشی و یک ایستگاه روند کاهش‌ی را در داده‌های ضریب سیلابی نشان دادند و در بقیه ایستگاه‌ها روند افزایشی معنادار نبوده است. لالوزایی و همکاران (۱۳۹۹) رفتار فصلی رخدادهای سیل و تغییرات زمانی آن در آبخیزهای هیرکانی رودخانه گرگانرود را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که میانگین زمان رویداد سیل در حوضه رودخانه گرگانرود از گذشته تاکنون تغییر معنی‌داری نکرده و فقط درجه فصلی آن دچار تغییر شده است به‌نحوی که درجه فصلی بودن سیل از گذشته تاکنون در حال کاهش است. Cherqui و همکاران (۲۰۱۵) به ارزیابی خطر بالقوه جاری شدن سیلاب‌های شهری و شناسایی عوامل موثر در کاهش خطر سیل در بوردو فرانسه پرداختند نتایج تحقیق‌شان بیان‌گر این است که رفتار انسان با محیط یکی از عوامل در ایجاد یا کنترل سیلاب می‌تواند باشد هم‌چنین عوامل محیطی و انسداد در شبکه‌های فاضلاب‌های شهری از عوامل تأثیرگذار هستند. در پژوهشی دیگر، Hosurkar و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی به تخمین مقادیر سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف در رودخانه Dudhganga پرداختند و به این نتیجه رسیدند که توزیع حدی گامبل نوع ۱ بهتر از سایر توزیع‌ها جهت تخمین اوج جریان انتخاب گردید. هم‌چنین از نتایج می‌توان در طراحی‌های مهندسی و هیدرولیکی در تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب بهره جست. هم‌چنین Jeneiov و همکاران (۲۰۱۶) تغییرپذیری سیلاب‌های فصلی را در حوضه رودخانه دانوب مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از این بود که سیلاب زمستانه و تابستانه به‌ترتیب در زیرحوضه‌های آلپ و شمال رودخانه دانوب غالب است. مقایسه مقادیر نسبی رویدادهای سیلاب نشان داد که سالانه سیلاب تابستانه به‌طور متوسط ۵۰ درصد بیش‌تر از سیل در زمستان است. ارزیابی وقوع سیلاب نشان می‌دهد که مقادیر شاخص تراکم فصلی سیلاب (میانگین ۰/۷۵) نسبت به سیل سالانه (متوسط ۰/۵۸) نشان‌دهنده افزایش تراکم زمانی سیلاب است. در پژوهشی دیگر، Tramblay و همکاران (۲۰۲۳) تغییرات در فصلی بودن و فرآیندهای سیل در منطقه مدیترانه را در فاصله سال‌های ۱۸۹۵ تا ۲۰۲۱ ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد که در اکثر آبخیزهای مطالعاتی، زمان وقوع سیلاب در طول سال به‌طور متوسط یک ماه جابجا شده و سیلاب‌ها زودتر اتفاق خواهند افتاد. نتایج ایشان نشان داد که حتی در صورت عدم وجود روند افزایشی، ویژگی‌های سیل ممکن است در طول زمان تغییر کند و این تغییرات باید هنگام تجزیه و تحلیل تکامل بلندمدت خطرات سیل در نظر گرفته شود. در استان اردبیل به‌دلیل وجود تنوع اقلیمی، در قسمت‌های مختلف، نزولات جوی دارای نوساناتی می‌باشد. متوسط بارندگی در غرب استان که دارای بیش‌ترین سهم ریزش نزولات جوی است حدود ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر است. از طرفی میانگین بارش سالانه در بخش‌های جنوبی ۳۵۰ میلی‌متر و شمال استان ۲۱۰ تا ۲۴۰ میلی‌متر است. هم‌چنین به‌خاطر تغییرپذیری اقلیم و عدم یکنواختی مکانی و زمانی بارش و شرایط متفاوت آب و هوایی در طول سال، سبب شده است که در برخی از مناطق استان، سیلاب‌هایی رخ دهد که باعث وارد ساختن خسارت به مناطق مختلف می‌گردد (Azizi و همکاران، ۲۰۲۲). از طرفی روند افزایشی فراوانی وقوع سیلاب و خسارت‌های ناشی از آن همه‌ساله بخش‌های زیادی از استان اردبیل را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین تعیین فراوانی سیلاب و بررسی مناطق سیل‌خیز بایستی در اولویت قرار گیرد. از

این رو پژوهش حاضر با هدف تحلیل توزیع ماهانه و فصلی وقوع سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف در برخی از حوضه‌های آبخیز استان اردبیل صورت گرفته است.

## داده‌ها و روش پژوهش

### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان اردبیل در شمال غرب کشور و در بین نصف‌النهارهای ۴۷ درجه و ۱۵ دقیقه و ۴۸ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی و مدارهای ۳۷ درجه و ۹ دقیقه و ۳۹ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است و از غرب به استان آذربایجان شرقی، از شمال و شمال شرق به کشور جمهوری آذربایجان، از شرق و جنوب شرق به استان گیلان و از جنوب به استان زنجان محدود است. مساحت استان اردبیل ۱۷۹۵۳ کیلومترمربع است که حدود ۱/۰۹ درصد از مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. ارتفاع عمومی استان از ۴۰ تا ۴۸۱۱ متر متغیر است که این اختلاف ارتفاع خود به تنهایی تفاوتی در حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد را در متوسط دمای سالانه سبب می‌شود که از دیگر خصوصیات اقلیمی استان است (نصیری خیای و همکاران، ۱۳۹۸). موقعیت کشوری و استانی منطقه مورد مطالعه در شکل (۱) ارائه شده است.



شکل (۱): موقعیت کشوری و استانی منطقه مورد مطالعه، استان اردبیل، ایران.

جدول (۱): مشخصات ایستگاه‌های آب‌سنجی مورد مطالعه در استان اردبیل

مساحت (کیلومتر مربع)	مختصات جغرافیایی			سال تأسیس	ایستگاه	رودخانه
	ارتفاع (متر)	عرض	طول			
۱۰۷۰	۱۴۴۰	۳۸-۰۸-۱۶	۴۸-۱۱-۱۹	۱۳۴۸	پل الماس	بالخلوچای
۴۰۰۴	۱۲۹۰	۳۸-۲۲-۵۳	۴۸-۱۴-۴۸	۱۳۵۰	سامیان	قره‌سو
۴۴	۱۷۷۳	۳۸-۱۳-۰۵	۴۸-۰۳-۲۳	۱۳۷۶	آتشگاه	نوران چای
۷۱۰	۱۵۸۴	۳۸-۰۲-۰۵	۴۸-۰۲-۱۱	۱۳۷۶	یامچی	بالخلوچای
۲۵۶	۱۶۲۴	۳۸-۰۲-۰۲	۴۷-۵۹-۳۸	۱۳۵۱	نیر	نیرچای
۲۲	۱۳۴۷	۳۸-۱۷-۰۰	۴۸-۳۵-۲۲	۱۳۷۱	آلادیزگه	قره‌سو
۱۲۶	۱۴۲۳	۳۸-۱۳-۵۹	۴۸-۱۱-۳۷	۱۳۷۶	نوران	نوران چای
۴۴	۱۴۵۹	۳۸-۲۵-۴۵	۴۸-۲۹-۰۶	۱۳۶۷	نمین	نمین چای
۷۳۱۱	۷۸۰	۳۸-۳۳-۰۲	۴۷-۳۲-۱۸	۱۳۵۱	دوست‌بیلگلو	قره‌سو
۴۸۰۰	۱۱۱۶	۳۸-۲۹-۴۱	۴۸-۰۱-۵۸	۱۳۷۷	ارباب‌کندی	قره‌سو
۱۳۶۷۰	۲۴۴	۳۹-۱۷-۴۱	۴۷-۳۱-۸	۱۳۳۷	بوران	دره‌رود
۱۱۲۶۷	۷۰۵	۳۸-۴۱-۱۰	۴۷-۳۲-۰۱	۱۳۲۸	مشیران	دره‌رود
۱۵۱۵	۱۱۵۳	۳۷-۳۵-۰۸	۴۸-۱۳-۳۵	۱۳۴۰	فیروزآباد	فیروزآباد چای
۸۱۲۰۵	۱۳۹۴	۳۸-۰۷-۲۸	۴۸-۲۲-۰۱	۱۳۵۰	کوزه‌تیراچی	قوری‌چای
۱۶۳۸	۱۳۳۲	۳۸-۱۸-۲۶	۴۸-۲۱-۴۳	۱۳۵۰	گیلانده	بالخلوچای
۱۷۸	۱۵۷۵	۳۸-۰۴-۵۵	۴۸-۳۰-۲۸	۱۳۷۳	هیر	هیرچای
۳۶	۲۰۶۸	۳۸-۰۷-۰۰	۴۷-۵۴-۰۳	۱۳۵۹	لائی	لائی چای
۸	۱۸۰۰	۳۸-۱۰-۳۸	۴۸-۰۳-۱۹	۱۳۶۹	ویلادرق	ویلادرق چای
۹۴	۱۴۱۰	۳۸-۱۸-۱۷	۴۸-۱۰-۰۶	۱۳۷۱	باروق	شهوریور چای
۷۶	۱۳۷۵	۳۸-۱۳-۲۳	۴۸-۳۴-۳۰	۱۳۷۱	ایریل	سقزچای
۸	۱۳۵۰	۳۸-۲۲-۱۷	۴۸-۳۱-۳۲	۱۳۷۱	ننه‌کران	نرگس چای
۴۰	۱۳۵۲	۳۸-۲۳-۱۴	۴۸-۲۹-۰۴	۱۳۷۱	سولا	سولا چای
۱۱۰	۱۳۸۵	۳۸-۱۵-۰۷	۴۸-۱۰-۴۰	۱۳۷۴	عموقین	یدی‌بولیک چای
۱۲۸	۱۴۹۳	۳۷-۵۹-۵۳	۴۸-۱۵-۱۴	۱۳۶۶	شمس‌آباد	آغ‌چای
۳۶	۱۵۵۰	۳۸-۲۹-۴۰	۴۸-۲۹-۰۶	۱۳۸۲	عنبران	عنبران چای
۹۸	۱۴۲۰	۳۸-۲۳-۵۶	۴۷-۴۱-۳۹	۱۳۴۸	پل سلطانی	خیابوچای
-	۱۱۰۷	۳۸-۲۴-۰۲	۴۷-۲۸-۰۵	۱۳۷۸	اهل‌ایمان	هنداولچای
۱۵۷	۸۲۰	۳۹-۰۲-۱۰	۴۷-۵۶-۱۷	۱۳۷۴	حاجی‌احمد‌کندی	برزند چای
۷۱۰	۳۳۴	۳۹-۱۱-۴۵	۴۸-۰۵-۳۱	۱۳۶۸	اکبرداود	ساری‌قمیش
۱۵۸	۱۶۵۱	۳۷-۲۴-۳۸	۴۸-۴۱-۴۸	۱۳۷۰	درود	شاه‌رود
۵۹۰	۱۵۳۵	۳۷-۴۱-۴۵	۴۸-۲۴-۲۵	۱۳۷۳	آبگرم	هروچای
۳۶	۲۱۲۰	۳۷-۳۲-۱۵	۴۸-۳۴-۳۷	۱۳۷۳	بفراجرد	بفراجرد چای

## روش‌شناسی پژوهش

### داده‌های مورد استفاده

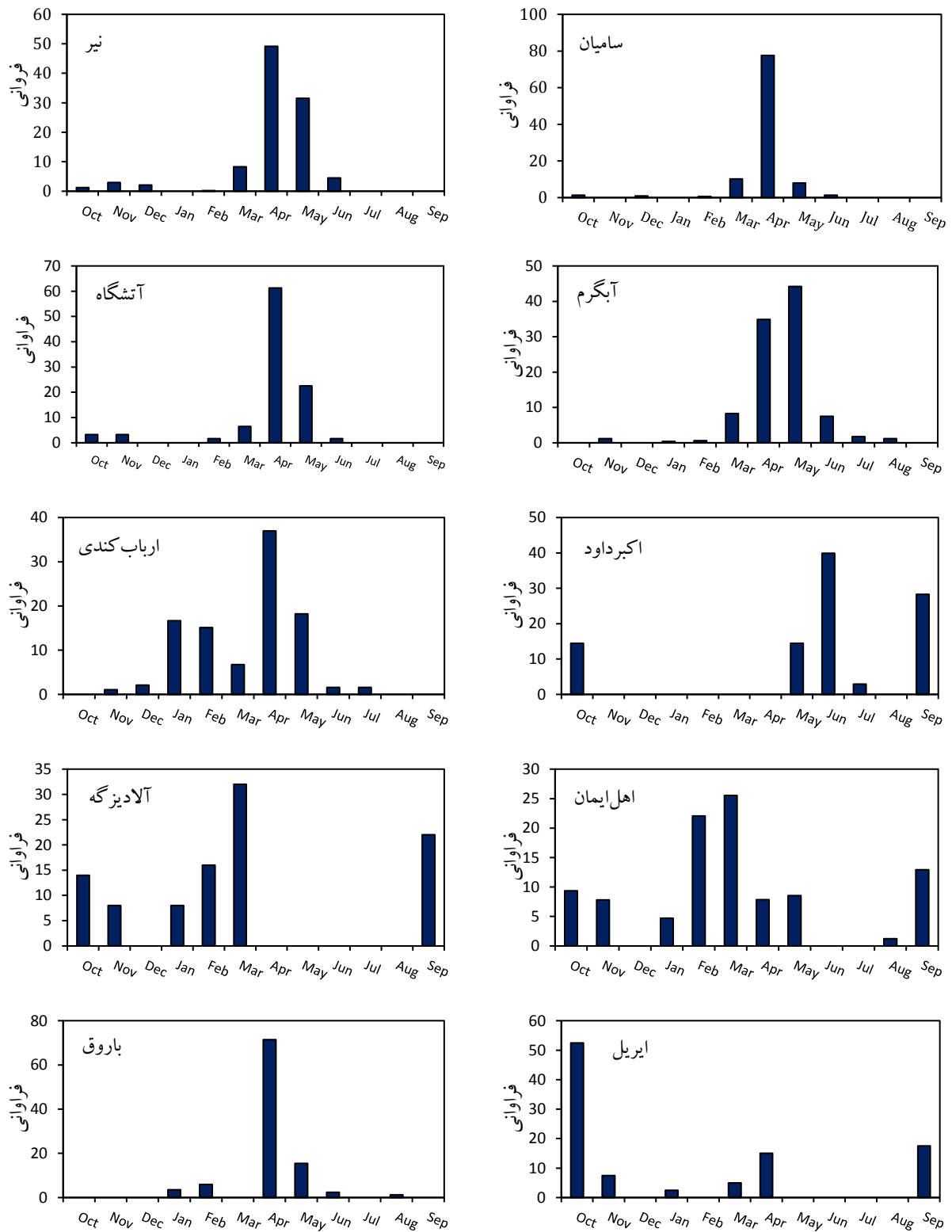
در تحقیق حاضر از داده‌های ۳۳ ایستگاه آب‌سنجی در استان اردبیل استفاده شده است که طول دوره آماری داده‌های مورد استفاده از سال‌های آبی ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۲ به مدت ۴۰ سال می‌باشد. در انتخاب مناسب‌ترین توزیع آماری برای داده‌های دبی حداکثر در دوره‌های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال از نرم‌افزار EasyFit، آزمون کولموگراف-اسمیرنوف (K-S) مورد استفاده قرار گرفت. آماره K-S بیش‌تر بر روی منطقه میانی توزیع‌ها متمرکز می‌شود. داده‌های ورودی به این نرم‌افزار دبی‌های حداکثر سالانه در هر ایستگاه آب‌سنجی است.

### روش حداکثر سالانه<sup>۱</sup> در تعیین فراوانی سیلاب

در هیدرولوژی کاربردی توزیع احتمال حداکثر جریان رودخانه‌ها معمولاً با تعیین فراوانی وقوع حداکثر سالانه ارزیابی می‌شود. براین اساس، دوره بازگشت حداکثر سالانه، میانگین فاصله بین سال‌هایی است که شامل جریان سیل با حداقل میزان تعیین شده است. هم‌چنین دوره بازگشت یک اطلاعات ضروری است که می‌تواند در برآورد اوج جریان مورد استفاده قرار گیرد و به فراوانی رخداد و در نتیجه احتمال رخداد مربوط باشد. به این ترتیب می‌توان به یک دوره بازگشت به احتمال وقوع رخداد وابسته اشاره کرد که می‌تواند به نوبه خود مربوط به جریان رودخانه و برآورد شده از طریق یک توزیع احتمالی مناسب باشد. بنابراین براساس روش حداکثر سالانه فراوانی سیل مشخص شد که پس از تعیین بهترین توزیع و هم‌چنین تعیین مقدار دبی حداکثر در دوره‌های بازگشت مختلف، براساس مقادیر احتمال وقوع تعداد مقادیر سیل انتخاب گردید. به این طریق که حد آستانه برای انتخاب تعداد سیل در هر ایستگاه آب‌سنجی، مقادیر دبی حداکثر در همان دوره بازگشت است که در ایستگاه‌های آب‌سنجی، مقادیر بیش‌تر از این مقدار آستانه به‌عنوان سیل در نظر گرفته شده است (Romali و Yusop، 2017؛ Acharya، 2020؛ Unami و همکاران، 2021). در ادامه هیستوگرام مربوط به فراوانی سیلاب در هر ایستگاه آب‌سنجی مورد مطالعه ترسیم گردید. سپس نمودار دایره‌ای درصد تعداد وقوع سیلاب‌ها به تفکیک فصول در استان اردبیل ساله تهیه و تحلیل شدند.

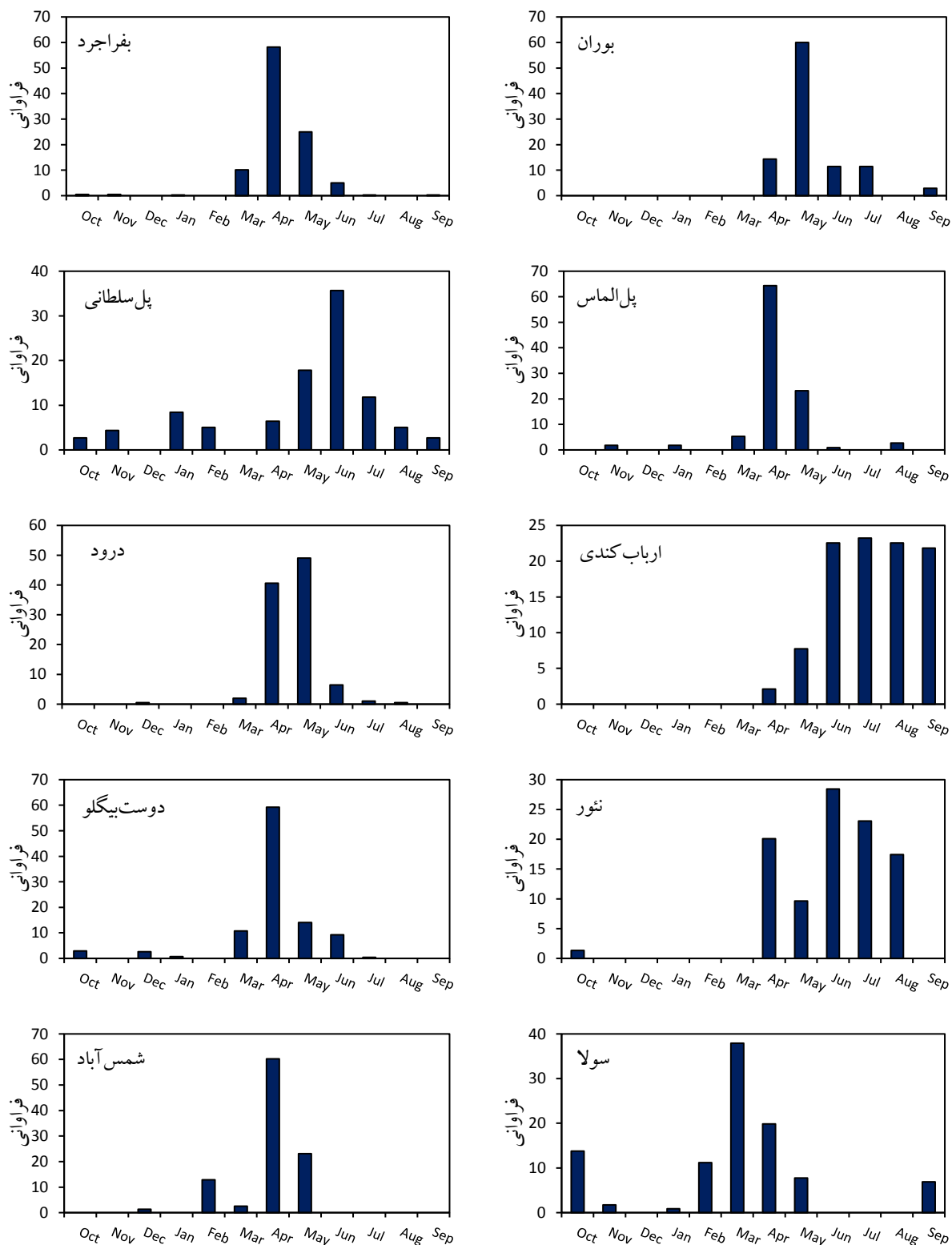
## نتایج و بحث

نتایج مربوط به فراوانی سیلاب‌های ماهانه در هر ایستگاه آب‌سنجی مورد مطالعه مطابق با شکل ۲ ارائه شد. با توجه به نتایج هیستوگرام‌های شکل (۲) می‌توان گفت که در ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان اردبیل از ۳۳ ایستگاه مورد مطالعه در ۲۱ ایستگاه فراوانی سیلاب ماهانه در ماه آپریل بالا است که این نشان می‌دهد که در حدود ۶۳/۶۳ درصد از سیلاب‌های وقوع افتاده مربوط به ماه آپریل است که با نتایج Diakakis (۲۰۱۷) و Hall و Blöschl (۲۰۱۸) در یک راستاست. بیش‌ترین مقدار درصد فراوانی سیلاب مربوط به ایستگاه‌های ننه کران و سامیان به ترتیب در حدود ۹۳/۳۳ و ۷۷/۵۵ درصد است.

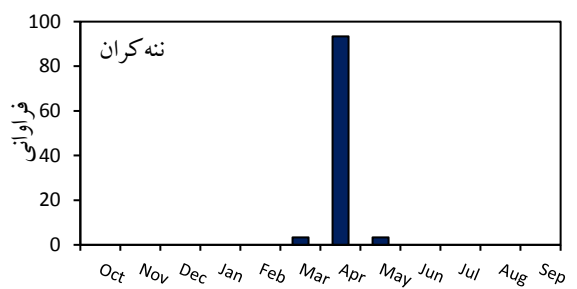
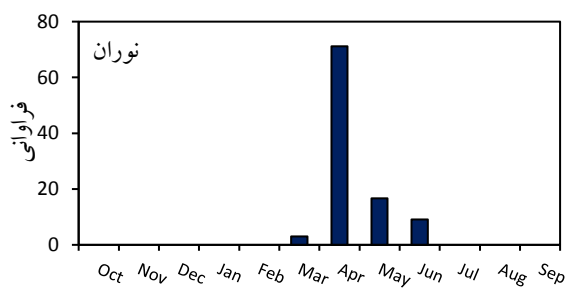
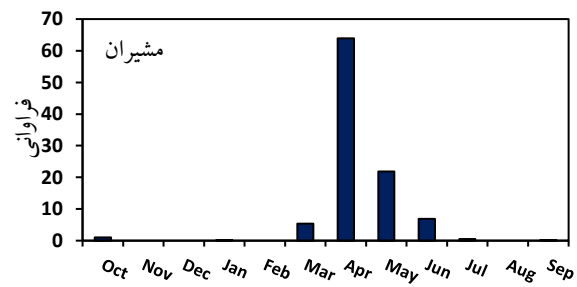
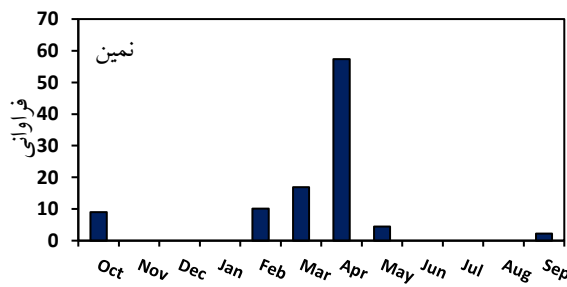
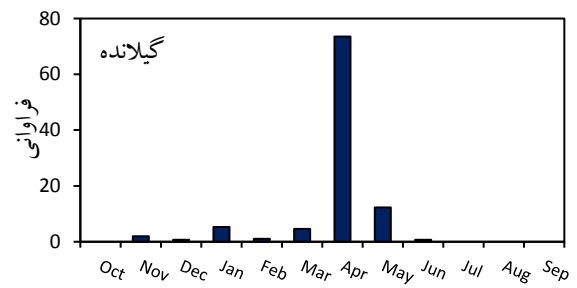
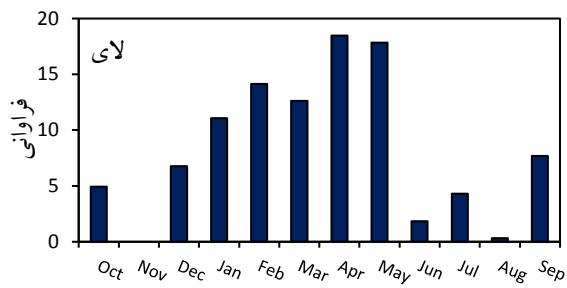
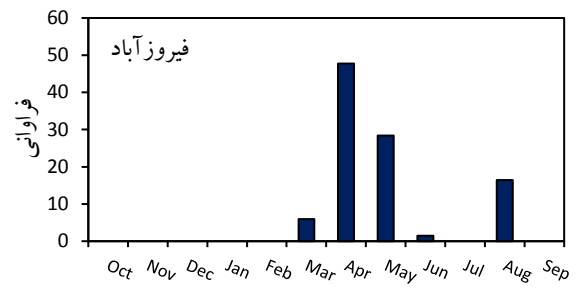
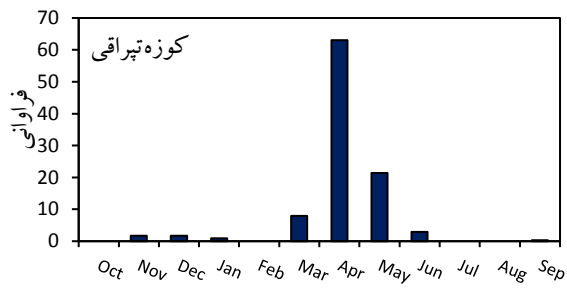
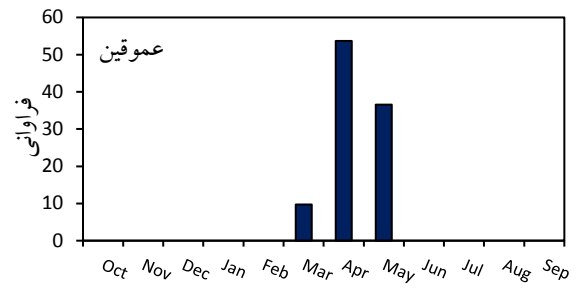
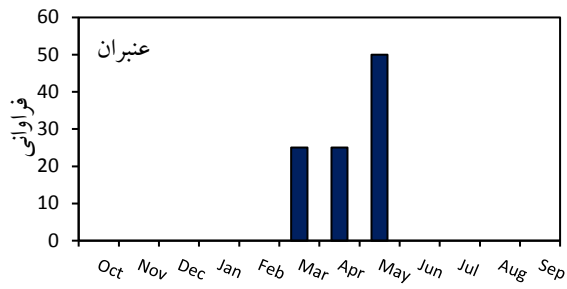


شکل (۲): هیستوگرام فرآوانی سیلاب‌های ماهانه در هر ایستگاه در استان اردبیل

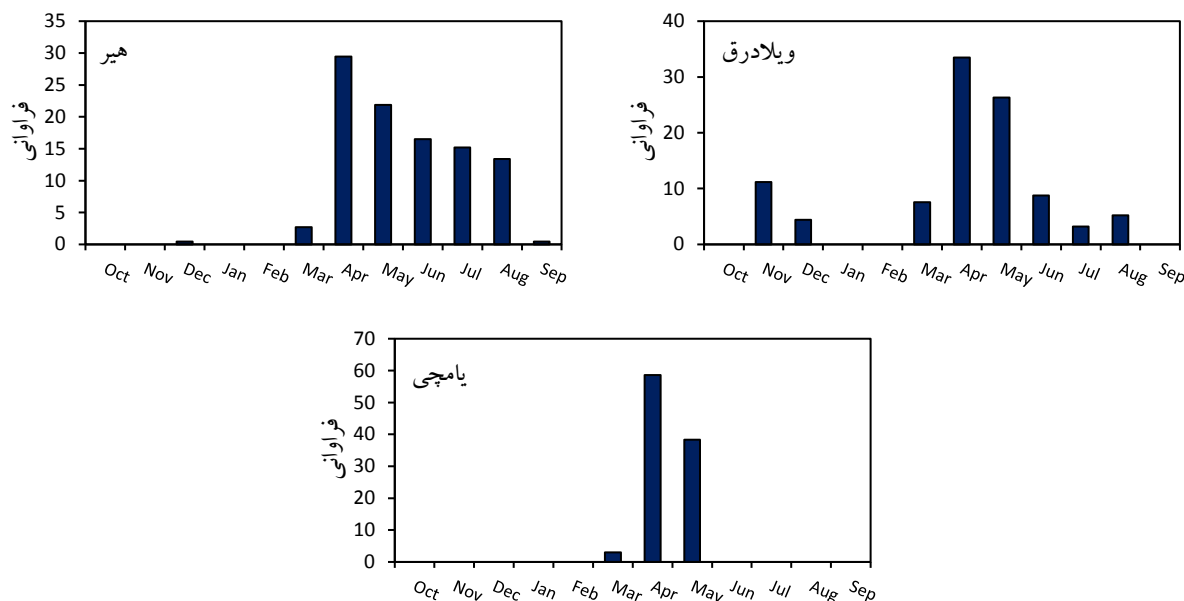




ادامه شکل (۲): هیستوگرام فرآوانی سیلاب‌های ماهانه در هر ایستگاه در استان اردبیل



ادامه شکل (۲): هیستوگرام فراوانی سیلاب‌های ماهانه در هر ایستگاه در استان اردبیل

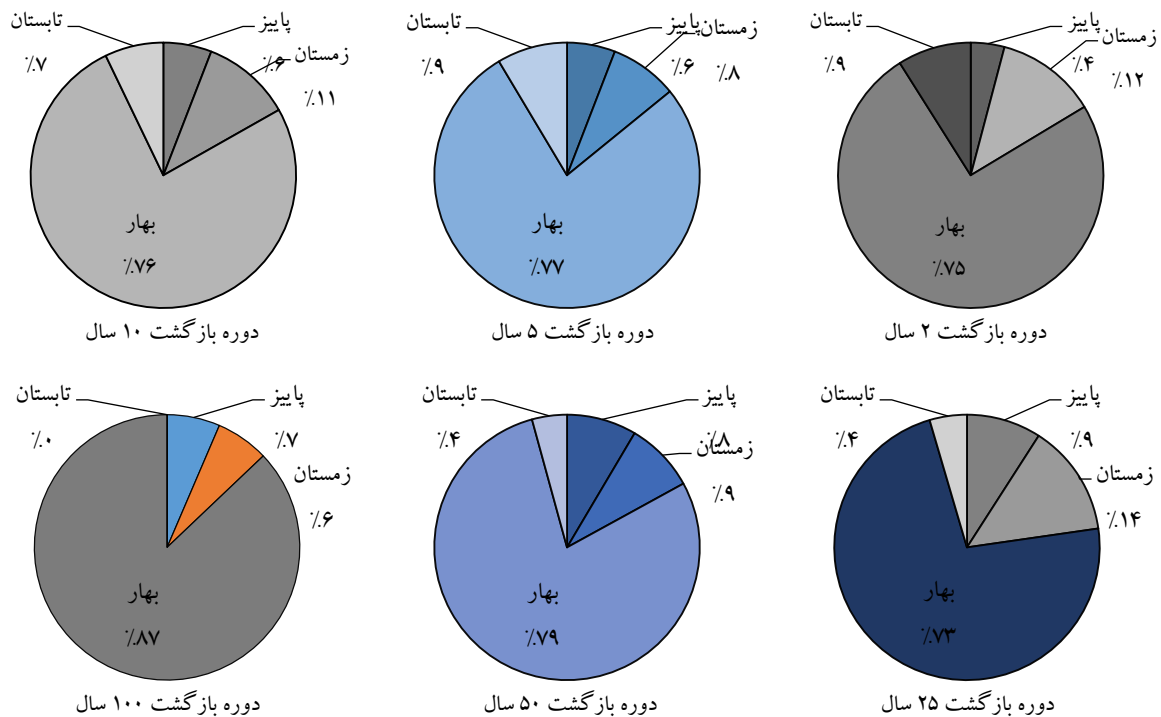


ادامه شکل (۲): هیستوگرام فراوانی سیلاب‌های ماهانه در هر ایستگاه در استان اردبیل

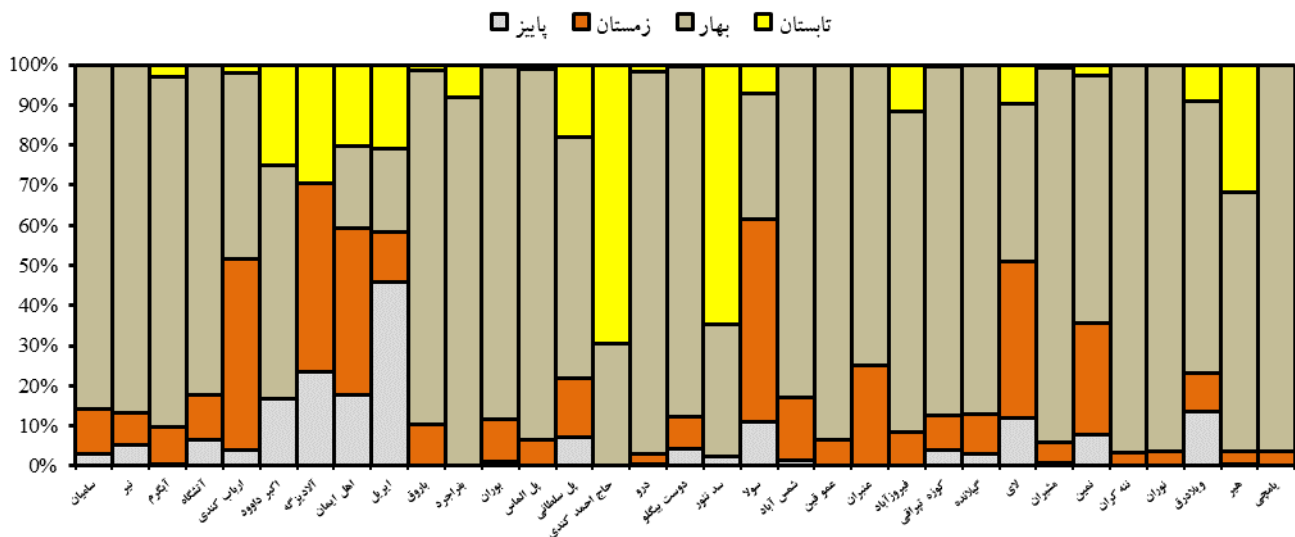
هم‌چنین نمودار دایره‌ای درصد تعداد وقوع سیلاب‌ها به تفکیک فصول در دوره‌های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله در استان اردبیل مطابق با شکل (۳) ارائه شده است. شکل (۴) هیستوگرام مقایسه‌ای درصد مقادیر دبی سیلابی به تفکیک فصول در هر ایستگاه آب‌سنجی در استان اردبیل را نشان می‌دهد. براساس نتایج نمودارهای دایره‌ای در شکل (۳) می‌توان گفت که حداکثر سیلاب‌ها مربوط به فصل بهار است و در تمامی دوره‌های بازگشت مورد مطالعه بیش‌ترین مقدار و درصد فراوانی سیلاب‌ها در این فصل رخ داده است که با نتایج Hall و Bloschl (۲۰۱۸) متفاوت بود. بیش‌ترین سهم فصل بهار از سیلاب‌ها مربوط به دوره بازگشت ۱۰۰ ساله با مقدار ۸۷ درصد و کم‌ترین نیز مربوط به دوره بازگشت ۲۵ ساله با مقدار ۷۳ درصد است این در حالی است که در اکثر دوره‌های بازگشت بعد از فصل بهار این فصل زمستان است که با اختلاف اندکی نسبت به فصول پاییز و تابستان درصد بالای سیلاب‌ها را به خود اختصاص داده است و بیش‌ترین مقدار آن (۱۴ درصد) مربوط به دوره بازگشت ۲۵ ساله است (Nastos و Zerefos، 2008؛ Llasat و همکاران، 2010؛ Philandras و همکاران، 2010).

هم‌چنین شکل (۴) که نشان‌دهنده هیستوگرام‌های مقایسه‌ای درصد مقادیر دبی سیلابی به تفکیک فصول در هر ایستگاه آب‌سنجی در منطقه مورد مطالعه است نیز مؤید این امر است که درصد بالای سیلاب‌ها در فصل بهار اتفاق افتاده است. به‌طوری‌که در برخی از ایستگاه‌ها از قبیل یامچی، نوران، ننه کران، مشیران، عموقین، درود و پل الماس نزدیک به ۱۰۰ درصد سیلاب‌ها مربوط به فصل بهار است و فصول زمستان، تابستان و پاییز نیز با اختلاف اندکی برخی از این سیلاب‌ها را در هر ایستگاه آب‌سنجی به خود اختصاص داده‌اند. این امر را می‌توان به این ترتیب تشریح نمود که چون استان اردبیل دارای مناطق مرتفع و کوهستانی زیادی است و به‌دلیل بارش برف در زمستان و ذوب شدن این توده‌های برفی در فصل بهار و نیز گاهاً هم‌زمانی این عمل با بارش باران در منطقه باعث افزایش دبی شده و به این دلیل است که درصد فراوانی سیلاب‌ها در این فصل تفاوت بسیار زیادی با سایر ماه‌ها داشته است پس می‌توان گفت که سیلاب در استان اردبیل و ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه از نوع بهاره است. هم‌چنین در پژوهشی که نصیری خیاوی و همکاران (۱۳۹۸) تحت عنوان پاسخ دبی جریان رودخانه‌ای به شاخص الاستیسیته اقلیمی در حوزه‌های آبخیز استان اردبیل انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که در این منطقه، در مقادیر پایین دبی، حساسیت بیش‌تری به تغییرات بارش وجود دارد. به عبارتی در دبی‌های میانگین کم‌تر از یک متر مکعب بر ثانیه حساسیت‌پذیری شاخص الاستیسیته بارش بالاتر می‌باشد. در

این خصوص می‌توان گفت که در رودخانه‌های با مقدار دبی کم، تغییرات بارندگی تأثیر بیشتری بر روی نوسانات دبی رودخانه داشته است. این در حالی است که در رودخانه‌های سیلابی میزان تأثیرپذیری از مؤلفه اقلیمی بارش کم بوده است.



شکل (۳): نمودار دایره‌ای درصد تعداد وقوع سیلاب‌ها به تفکیک فصول در استان اردبیل



شکل (۴): هیستوگرام مقایسه‌ای درصد مقادیر دبی سیلابی به تفکیک فصول در هر ایستگاه آب‌سنجی در استان اردبیل

بر اساس نتایج، باید اشاره شود که در اکثر مناطق مورد مطالعه وقوع سیلاب‌های بهاره بیشتر است، اما در ایستگاه‌های حاج‌احمد کنبدی، سد نئور و هیر سیلاب‌های بهاره درصد کمتری را به خود اختصاص داده‌اند. می‌توان گفت که در حوزه‌های واقع در شرق استان که از بارش‌های شمال کشور متأثر هستند (مانند آلادیزگه، سولا، نمین، و عنبران)، درصد وقوع سیلاب در فصل زمستان بیش‌تر مشاهده شده است. در ایستگاه‌های دوست‌بیگللو که تحت تأثیر سد سبلان است، درصد وقوع سیلاب‌های

تابستانه بسیار کم‌تر است که دلیل آن تاثیر ناشی از ذخیره جریان‌های سیلابی است. در همین خصوص درصد وقوع سیلاب در ایستگاه بالادست سد مذکور (ایستگاه ارباب‌کندی) به گونه‌ای است که سیلاب‌های تابستانه وجود داشته است. در خصوص تحلیل جغرافیایی وقوع سیلاب باید اشاره شود که در پژوهش حاضر مقایسه فراوانی وقوع سیل مدنظر بوده است، که بیش‌تر تحت تاثیر بارش‌های مولد سیلاب است. می‌توان گفت که عوامل فیزیوگرافی، پوشش گیاهی و نیز نوع خاک می‌تواند در تشدید وقوع سیلاب موثر باشد. در این راستا، توسعه مدل‌های منطقه‌ای برآورد سیلاب می‌تواند در انجام تحلیل‌های تکمیلی در خصوص وقوع سیلاب و عوامل موثر بر آن کمک نماید.

## نتیجه‌گیری

تعیین فراوانی سیلاب و بررسی مناطق سیل‌خیز از مسائل معمول در بین مهندسين بخش آب و مدیریت منابع آب است. از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف تحلیل توزیع ماهانه و فصلی وقوع سیلاب در دوره‌های بازگشت مختلف در برخی از حوزه‌های آبخیز استان اردبیل انجام شده است. ابتدا، براساس روش حداکثر سالانه، فراوانی سیل مشخص شد که پس از تعیین بهترین توزیع و هم‌چنین تعیین مقدار دبی حداکثر در دوره‌های بازگشت مختلف، براساس مقادیر احتمال وقوع تعداد مقادیر سیل انتخاب گردید. به این طریق که حد آستانه برای انتخاب تعداد سیل در هر ایستگاه آب‌سنجی، مقادیر دبی حداکثر در همان دوره بازگشت است که در ایستگاه‌های آب‌سنجی، مقادیر بیش‌تر از این مقدار آستانه به‌عنوان سیل در نظر گرفته شد. در ادامه هیستوگرام مربوط به فراوانی سیلاب در هر ایستگاه آب‌سنجی مورد مطالعه ترسیم گردید. سپس نمودار دایره‌ای درصد تعداد وقوع سیلاب‌ها به تفکیک فصول در استان اردبیل ساله تهیه و تحلیل شدند. براساس نتایج می‌توان گفت که حداکثر سیلاب‌ها در استان اردبیل مربوط به فصل بهار است و در تمامی دوره‌های بازگشت مورد مطالعه بیش‌ترین مقدار و درصد فراوانی سیلاب‌ها در این فصل رخ داده است. فعالیت‌های انسانی هم‌چون دخالت‌های بی‌رویه، ساختمان‌سازی در دشت سیلابی رودخانه، توسعه شهری، تغییر کاربری اراضی و حذف پوشش گیاهی در مناطق بالادست نیز نقش به‌سزائی در این امر داشته‌اند. در این ارتباط نصیری خیای و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی که در استان اردبیل در ارتباط با شاخص‌های تغییر هیدرولوژیک جریان رودخانه‌ای انجام دادند. به این نتیجه رسیدند که علاوه بر تأثیر مؤلفه‌های اقلیمی، فعالیت‌های انسانی از قبیل احداث سد، تغییر کاربری اراضی و پوشش زمین، انحراف آب، برداشت آب از چاه‌های اطراف رودخانه و دیگر فعالیت‌های مرتبط با منابع آب بر تغییر دبی جریان رودخانه مؤثر بودند. مناطق جنوبی استان براساس نتایج تحقیق حاضر دارای فراوانی وقوع سیلاب بسیار بالایی هستند، بنابراین بایستی اقدامات مدیریتی و پیش‌گیرانه در این ایستگاه‌ها در اولویت قرار گیرد. برای پیش‌گیری از وقوع سیلاب استفاده از روش‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای ضروری است. هم‌چنین ضروری است برای نواحی جنوبی و سیل‌خیز استان، ضمن انجام مطالعات لازم، بایستی برنامه‌ریزی‌های صحیحی با محوریت مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز در نظر گرفته شود تا بدین‌وسیله بتوان احتمال وقوع سیلاب را در آینده کاهش داد و خسارات آن را به‌حداقل رساند. پس در نهایت می‌توان این‌گونه جمع‌بندی نمود که برای کنترل سیلاب‌ها همیشه باید حریم رودخانه‌ها را با همان ویژگی‌های بکر و طبیعی که خود به‌وجود آورده است محافظت کرد و از دست‌کاری و ایجاد تغییر در شرایط طبیعی آن بایستی جلوگیری به‌عمل آورد و نیز جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی یکی از راه‌کارهای مناسب جهت مبارزه، پیش‌گیری و مهار سیلاب می‌باشد. هم‌چنین پیش‌نهاد می‌شود که در مطالعات آتی در ارتباط با فراوانی وقوع سیلاب، علاوه بر مؤلفه دبی اوج از سایر مؤلفه‌های اقلیمی از قبیل بارش و دما با دوره‌های آماری کامل‌تر و جامع‌تر استفاده شود.

## منابع

۱. خالقی، مهدی؛ طهماسبی پور، ناصر (۱۳۹۲). انتخاب مناسب‌ترین توزیع آماری در تحلیل و برآورد فراوانی سیل با دوره بازگشت‌های مختلف (مطالعه موردی تعدادی از ایستگاه‌های حوزه آبخیز کشکان). *اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار*. تهران.
۲. دلیران فیروز، هدی و دیگران (۱۳۹۴). ارزیابی خسارات ناشی از سیل در حوزه‌های آبخیز قمصر و قهرود با استفاده از نرم‌افزار HEC-FIA، علوم آب و خاک. ۱۹ (۷۴)، ۱-۱۳.
۳. رضایی مقدم، محمدرضا و دیگران (۱۳۹۳). بررسی اثرات تغییر کاربری و پوشش اراضی بر روی سیل‌خیزی و دبی رواناب (مطالعه موردی: حوضه آبریز سد علویان). *هیدروژئومورفولوژی*. ۱ (۱)، ۴۱-۵۷.
۴. رضوی زاده، سمانه؛ شاهدی، کاکا (۱۳۹۵). اولویت‌بندی سیل‌خیزی زیرحوزه‌های آبخیز طالقان با استفاده از تلفیق AHP و TOPSIS. *اکوسیستم‌های طبیعی ایران*. ۷ (۴)، ۳۳-۴۶.
۵. شعبانی باز نشین، آرمان؛ عمادی، علیرضا؛ فضل‌اولی، رامین (۱۳۹۵). بررسی پتانسیل سیل‌خیزی حوزه‌های آبخیز و تعیین مناطق مولد سیل (مطالعه موردی: حوزه آبخیز نکا). *پژوهشنامه مدیریت آبخیز*. ۷ (۱۴)، ۱-۹.
۶. شیخ‌علیشاهی، نجمه؛ جمالی، علی‌اکبر؛ حسن‌زاده نفوتی، محمد (۱۳۹۳). پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی تحلیل رودخانه (مطالعه موردی: حوضه آبریز منشاود- استان یزد). *فضای جغرافیایی*. ۱۶ (۵۳)، ۷۷-۹۶.
۷. طهماسبی پور، ناصر و دیگران (۱۳۸۶). منطقه‌ای کردن برآورد سیل در تعدادی از زیرحوضه‌های کرخه با استفاده از چولگی تعمیم یافته. *پژوهش و سازندگی*. ۲۰ (۷۴)، ۱-۱۰.
۸. علیزاده، امین (۱۳۹۰). *اصول هیدرولوژی کاربردی*. مشهد: انتشارات بنیاد فرهنگی رضوی.
۹. لالوزایی، اکرم و دیگران (۱۳۹۹). تجزیه و تحلیل رفتار فصلی رخدادهای سیل و تغییرهای زمانی آن در آبخیزهای هیرکانی (مطالعه نمونه: آبخیزهای حوضه رودخانه گرگانرود). *مخاطرات محیط طبیعی*. ۹ (۲۵)، ۱۵۷-۱۴۳.
۱۰. مصطفی‌زاده، رئوف؛ مهری، سونیا (۱۳۹۷). روند تغییرات ضریب سیلابی در ایستگاه‌های هیدرومتری استان اردبیل. *پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز*. ۹ (۱۷)، ۸۲-۹۵.
۱۱. میرزایی، شهناز و دیگران (۱۳۹۷). شبیه‌سازی هیدروگراف سیل و تحلیل ارتباط آن با سنج‌های سیمای سرزمین در حوضه آبخیز عموقین، استان اردبیل. *اکوهیدرولوژی*. ۵ (۲)، ۳۵۷-۳۷۲.
۱۲. نصیری خیاوی، علی؛ فرجی، علی؛ مصطفی‌زاده، رئوف (۱۳۹۸). پاسخ دبی جریان به تغییرات بارندگی با استفاده از شاخص الاستیسته اقلیمی در برخی از ایستگاه‌های هیدرومتری استان اردبیل. *هیدروژئومورفولوژی*. ۶ (۲۱)، ۱-۲۲.
۱۳. نصیری خیاوی، علی و دیگران (۱۳۹۸). تغییر شاخص‌های هیدرولوژیک جریان رودخانه بالخلوچای ناشی از تأثیر ترکیبی تغییر مولفه‌های اقلیمی و احداث سد یامچی اردبیل با استفاده از رویکرد دامنه تغییرپذیری (RVA). *مهندسی و مدیریت آبخیز*. ۱۱ (۴)، ۸۵۱-۸۶۵.
۱۴. نصیری خیاوی، علی و دیگران (۱۳۹۸). تغییر مؤلفه‌های جریان زیست‌محیطی تحت تأثیر سد سیلان در رودخانه قره‌سو استان اردبیل. *پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز*. ۱۰ (۱۹)، ۸۵-۹۴.
۱۵. نصیری خیاوی، علی؛ وفاخواه، مهدی؛ صادقی، سیدحمیدرضا (۱۴۰۲). کاربرد رویکرد مشارکتی در شناسایی زیرآبخیزهای بحرانی از نظر پتانسیل تولید سیلاب در آبخیز چشمه کیله، استان مازندران. *مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*. ۳ (۳)، ۹۰-۱۰۷.
16. Acharya, B., & Joshi, B. (2020). Flood frequency analysis for an ungauged Himalayan river basin using different methods: A case study of Modi Khola, Parbat, Nepal. *Meteorology Hydrology and Water Management*. 8 (2), 46-51. <https://doi.org/10.26491/mhwm/131092>
17. Azizi, E. et al (2022). Spatial distribution of flood vulnerability index in Ardabil province, Iran. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*. 36 (12), 4355-4375.
18. Bartl, S.; Schumberg, S. & Deutsch, M. (2009). Revising time series of the Elbe River discharge for flood frequency determination at gauge Dresden. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 9 (6), 1508-1814. DOI:10.5194/nhess-9-1805-2009.

19. Cherqui, F. et al (2015). Assessing urban potential flooding risk and identifying effective risk-reduction measures. *Science of the Total Environment*. 514, 418-425. DOI:10.1016/j.scitotenv.2015.02.027.
20. Cunderlik, J.M., Ouarda, T.B.M.J. & Bernard, B. (2010). Determination of flood seasonality from hydrological records. *Hydrological Sciences Journal*. 49 (3), 511-526. DOI:10.1623/hysj.49.3.511.54351
21. Diakakis, M. (2017). Flood seasonality in Greece and its comparison to seasonal distribution of flooding in selected areas across southern Europe. *Journal of Flood Risk Management*. 10 (1), 30-41. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12139>
22. Fohrer, N.; Haverkamp, S. & Frede, H.G. (2005). Assessment of the effects of land use patterns on hydrologic landscape functions. *Hydrological Processes*. 19 (3), 659-672. DOI:10.1002/hyp.5623.
23. Hall, J., & Blöschl, G. (2018). Spatial patterns and characteristics of flood seasonality in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*. 22 (7), 3883-3901.
24. Hosurkar, A.A.; Shivapur, A.V. & Madhusudhan, M.S. (2016). Estimation of flood magnitudes for various return periods for selected stretch of Dudhganga. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 3 (6), 1659-1669.
25. Jeneiov, K. et al (2016). Variability of seasonal floods in the Upper Danube river basin. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*. 64 (4), 357-366.
26. Lecce, S. A. (2000). Seasonality of flooding in North Carolina. *Southeastern Geographer*. 41 (2), 168-175.
27. Llasat, M. C. et al (2010). High-impact floods and flash floods in Mediterranean countries: The FLASH preliminary database. *Advances in Geosciences*. 23 (47), 47-55. DOI:10.5194/adgeo-23-47-2010.
28. Mostafazadeh, R. et al (2017). Scenario analysis of flood control structures using a multi-criteria decision-making technique in Northeast Iran. *Natural Hazards*. 87 (1), 1827-1846. DOI:10.1007/s11069-017-2851-1.
29. Nasiri Khiavi, A.; Vafakhah, M. & Sadeghi, S.H. (2023). Flood-based critical sub-watershed mapping: comparative application of multi-criteria decision making methods and hydrological modeling approach. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*. 37, 2752-2775. DOI:10.21203/rs.3.rs-1711435/v1.
30. Nasiri Khiavi, A.; Vafakhah, M. & Sadeghi, S.H. (2022). Comparative prioritization of sub-watersheds based on Flood Generation potential using physical, hydrological and co-managerial approaches. *Water Resources Management*. 36 (6), 1897-1917.
31. Nastos, P. T. & Zerefos, C. S. (2008). Decadal changes in extreme daily precipitation in Greece. *Advances in Geosciences*. 16, 55-62. DOI:10.5194/adgeo-16-55-2008.
32. Parajka, J. et al (2010). Seasonal characteristics of flood regimes across the Alpine-Carpathian range. *Journal of Hydrology*. 18 (97), 78-89. DOI:10.1016/j.jhydrol.2010.05.015.
33. Philandras, C.M. et al (2010). Study of the rain intensity in Athens and Thessaloniki, Greece. *Advances in Geosciences*, 23, 37-45. DOI:10.5194/adgeo-23-37-2010.
34. Romali, N.S. & Yusop, Z. (2017). Frequency analysis of annual maximum flood for segamat river. *MATEC Web of Conferences*. 103. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710304003>.
35. Tanguy, M. et al (2016). River flood mapping in urban areas combining Radarsat-2 data and flood return period data. *Remote Sensing of Environment*. 198 (8), 442-459. DOI:10.1016/j.rse.2017.06.042.
36. Trambly, Y. et al (2023). Changes in Mediterranean flood processes and seasonality. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*. 27 (15), 2973-2987. DOI:10.5194/hess-27-2973-2023.
37. Tu Vu, Th. & Ranzi, R. (2014). Flood risk assessment and coping capacity of floods in central Vietnam. *Journal of Hydro-environment Research*. 14, 44-60. DOI:10.1016/j.jher.2016.06.001
38. Unami, K.; Mohawesh, O. & Fadhil, R.M. (2021). Statistical analysis of flash flood events for designing water harvesting systems in an extremely arid environment. *Hydrological Processes*. 35 (9), 1-16. <https://doi.org/10.1002/hyp.14370>

**نحوه ارجاع به مقاله:**

مصطفی زاده، رئوف؛ نصیری خیاوی، علی (۱۴۰۲)، توزیع ماهانه و فصلی وقوع سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف در ایستگاه‌های آب‌سنجی استان اردبیل، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۱۲ (۴۷)، ۱۶۸-۱۸۳،  
Dor: 20.1001.1.20087845.1402.12.47.10.6

**Copyrights:**

Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Journal of Geography and Environmental Studies. This is an open – access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

