جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱٤۰۳، دوره۷، شماره٤، صص۳٦٥-۳٥٤

بررسی نقش عوامل ژئومورفولوژیکی در وقوع سیلاب استان گلستان با استفاده از سامانه GEE (مطالعه موردی: ۲۹ اسفند ۱۳۹۷)

طیبه بابایی اولم[۱]

۱. دانشجوی دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، اردبیل، ایران.

tayebe.babaee.1365@gmail.com

تاریخ دریافت:۱٤۰۲/۱۲/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰۱/۱۷

چکیده

عوامل ژئومورفولوژیکی مختلفی نقش مهمی در هدایت و تمرکز جریان آب باران و سیلاب ایفا می‌کنند. هدف از این تحقیق بررسی نقش هر کدام از این عوامل در شدت و وسعت سیلاب واقعه در روزهای ۲۷ تا ۲۹ اسفندماه سال ۱۳۹۷ در استان گلستان با خروجی‌های تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. برای این‌کار نقشه‌های کاربری اراضی، شاخص پوشش گیاهی (NDVI)، ذخایر آب زیرزمینی، بارش رخداده در روزهای سیلابی و وضعیت پهنه‌های آبی قبل و بعد از وقوع سیل در سامانه گوگل ارث انجین ترسیم گردید و خروجی آن در ArcGIS نمایش داده شد. نتایج حاکی از این بود که کاربری اراضی با ضریب کاپای ۹٦٪ و میزان درستی‌سنجی ۹۷٪ نشان داد که نواحی بایر در نیمه شمالی استان حاکم بوده و بیش‌ترین مساحت را در حدود ۱۲۰۲۰ کیلومترمربع داشته است. فقدان پوشش گیاهی در این نواحی شرایط را برای فرسایش خاک می‌تواند مهیا نماید و در مواقع رخداد بارش‌های شدید سیلاب را به دنبال خواهد داشت. وضعیت ذخایر آب زیرزمینی نشان داد از جنوب به سمت شمال استان بر میزان ذخایر آب‌های زیرزمینی افزوده شده و در صورت اشباع ظرفیت خاک در زمان‌های بارش این مناطق مستعد سیلاب می‌باشد. تراکم بارش در روزهای سیلابی در ارتفاعات و در جنوب استان به طور میانگین مقدار ۵۳ میلی‌متر بوده و این عامل باعث جریان شدید رودخانه‌های بالادست و منتهی‌شدن آن‌ها در قسمت کم‌ارتفاع یعنی شمال‌غرب استان شده است. وضعیت سیلاب نیز نشان داد بعد از وقوع سیل در شمال‌غرب استان بر مساحت و حجم پهنه‌های آبی به میزان ٤/٥۹ دسی‌بل اضافه شده است و مناطق شهری و روستایی را کاملا احاطه نموده به‌طوری‌که محدوده‌های سیل‌زده مساحتی در حدود ٤۲۳ کیلومترمربع از سطح استان را اشغال نموده است.

کلمات کلیدی: عوامل ژئومورفولوژیک، NDVI، سیلاب، گلستان.

DOI: 10.22034/GAHR.2024.446122.2066 شاپا الکترونیکی:645-3851

مقدمه

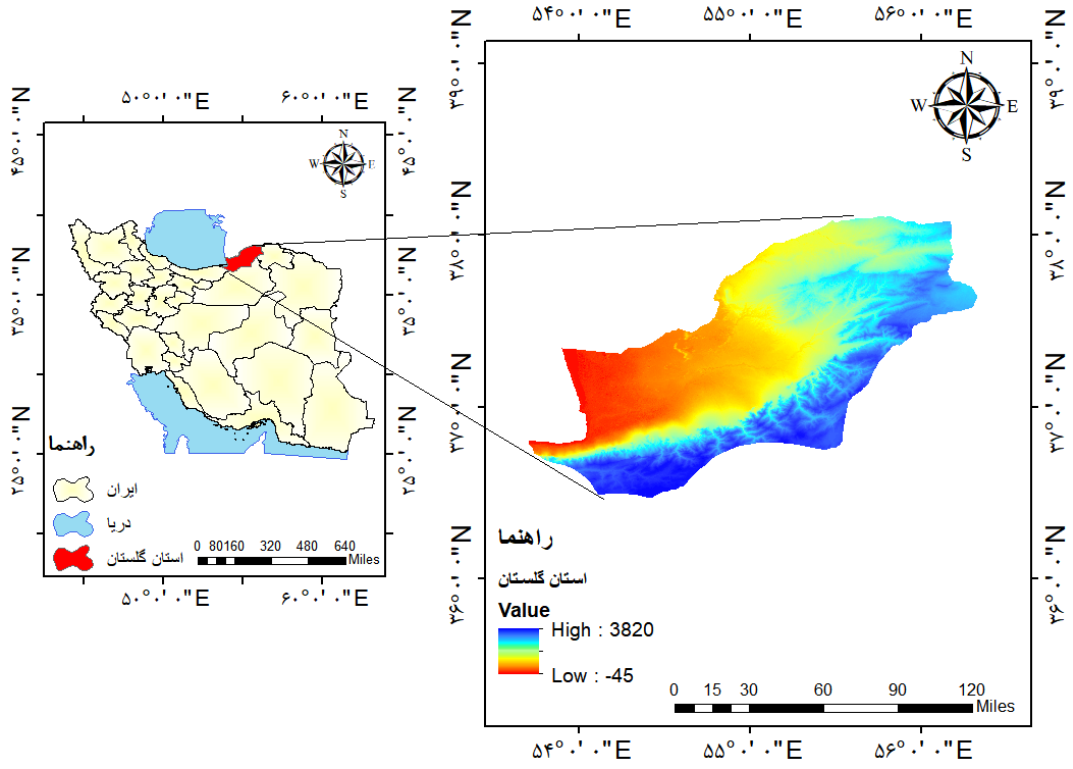
پیوسته در سراسر جهان وقایع طبیعی زیادی رخ می‌دهد که بعضی از آن‌ها به بلایای طبیعی منجر می‌شوند (Green, 2023). بلای طبیعی به دو دسته ناگهانی و تدریجی تقسیم می‌شود. پدیده‌های پرخطر طبیعی مانند سیلاب، خشکسالی، زمین لغزش، زلزله، طوفان و ... زمانی تبدیل به یک بلای طبیعی می‌شوند که باعث تحمیل تلفات و خساراتی به جوامع و فعالیت‌های انسانی گردد (Mostafazade et al., 2017؛ مختاری و همکاران، ۱٤۰۱). سیلاب یکی از مهم‌ترین مخاطرات ژئومورفولوژیکی حوضه‌های آبخیز می‌باشد که به دلیل تاثیر مستقیم بر شکل و ساختار حوضه آبریز نقش بسزایی در وقوع سیلاب دارند (رضایی‌مقدم و اسماعیلی، ۱۳۸٤؛ محمدی و همکاران، ۱٤۰۱). بعبارتی دیگر یکی از گسترده‌ترین و شایع‌ترین بلایای طبیعی است که به طور فراوان در سرتاسر جهان رخ می‌دهد (Patra et al., 2015). طی چندین دهه گذشته سیلاب‌ها باعث خسارت‌های اقتصادی و صدمات انسانی زیادی در مناطق مختلف جهان شده است (عابدینی و همکاران، ۱٤۰۲؛ Guo et al., 2014). بر اساس آمار و اطلاعات جمع‌آوری شده در طی سال‌های ۱۹۰۰ تا ۲۰۱۵ در اثر وقوع سیلاب‌ها، مرگ ۷ میلیون انسان و ٦۰۰ میلیارد دلار خسارت را شاهد بودیمو کماکان نیز وقوع سیلاب‌هایی با شدت زیاد در طی سال‌های اخیر را شاهد هستیم (Stephane et al., 2013). مدیریت پایدار مخاطرات طبیعی که پاسخی جامع به مخاطرات را ممکن می‌سازد در حال حاضر یکی از مهم‌ترین چالش‌های بشر بوده است. پیش‌بینی حساسیت به سیل نیز می‌تواند صدمات ناشی از سیل و خسارات اقتصادی را کاهش دهد از طرفی دیگر تعیین مناطق حساس به سیل یک جزء استراتژیک در کاهش سیل است. نخستین گام کاهش پیامدهای زیان‌بار سیل، شناخت مناطق سیل‌گیر و پهنه‌بندی این مناطق از لحاظ ضریب آسیب‌پذیری نقاط سیل‌گیر است تا بتوان براساس نتایج به دست‌آمده با مدیریت یکپارچه و برنامه‌ریزی شهری جامع مانع از پیامدهای زیان‌بار سیلاب‌های شهری شد (حسین‌زاده و همکاران، ۱٤۰۲؛ عفیفی، ۱۳۹۸). کشور ایران یکی از کشورهای خشک و نیمه‌خشک به حساب می‌آید، با این حال سیل همه سال یکی از تهدیدهای اصلی در جهت خسارات وارد آمده به جامعه انسانی و محیط‌زیست می‌باشد، و هر سال شدت تخریب این بلای طبیعی بیشتر شده است. براساس مطالعات انجام گرفته، سالیانه ٤۰ رخداد کوچک و بزرگ سیل در نقاط مختلف کشور رخ می‌دهد و سطح مناطق سیل‌خیز کشور حدود ۹۱ میلیون هکتار برآورد شده است. تاکنون مطالعات زیادی در خصوص تاثیر عوامل ژئومورفولوژیکی در وقوع سیلاب در خارج و داخل ایران انجام شده است. برای مثال، Sperotto و همکاران (۲۰۱٦)، در پژوهشی به بررسی سیلاب ناشی از تغییر اقلیم در شهر ونیز ایتالیا با استفاده از مدل اقلیمی و تحلیل ریسک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تغییرات اقلیمی به دلیل شیب و نفوذپذیری کم مناطق شهری عامل عمده سیل در منطقه است. Quirogaa و همکاران (۲۰۱٦)، سیلاب‌های سال ۲۰۱٤ دشت سیلابی کشور بولیوی را با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که شبیه‌سازی هیدرولوژیکی توسط این مدل عملکرد خوبی در زمینه سیلاب دارد. Naubi و همکاران (۲۰۲۳)، شاخص حساسیت‌پذیری سیلاب در حوضه‌های رودخانه اسکودای مالزی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشانگر این موضوع بود که زیرحوضه‌های پایینی و میانی حساسیت زیادی در برابر سیلاب دارند. Himayoun and Roshni (۲۰۲۳)، تغییرات ژئومورفیک رودخانه جهلوم که منجر به وقوع سیل بزرگ شده است را مورد پژوهش قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که این مطالعه درک درستی نسبت به اقدامات مدیریتی پوشش ساحلی می‌دهد که یک دلیل اصلی برای خسارت‌های اقتصادی عظیم در طول سیل

است. در ایران نیز، رجبی‌زاده وهمکاران (۱۳۹۸)، به منظور بررسی سیل استان گلستان وراه‌های کنترل آن در آینده پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که بازنگری و طراحی اصولی سازه‌های تقاطعی، بازسازی و احیای هرچه بیشتر مسیل‌ها، چالاب‌ها و تالاب‌های طبیعی، احیای مراتع در بخش شمالی رودخانه گرگان‌رود از جمله ضروری‌ترین اقدامات برای پیشگیری و بهبود مدیریت و کنترل است. نمازی‌راد و همکاران (۱٤۰۰)، در پژوهشی به شناسایی نواحی مستعد سیلاب در استان گلستان با استفاده از تصاویر سنتینل و مدل‌سازی هیدرولیکی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی حوضه گرگانرود، شیب زمین و کاربری اراضی مهم‌ترین عوامل موثر بر وسعت پهنه‌های سیل گرفته و بازه زمانی عقب‌نشینی سیلاب می‌باشند. مختاری و همکاران (۱٤۰۱)، به منظور تحلیل عوامل مؤثر بر سیل‌گیری در شهرستان جاجرم را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که ۱۱۲۷ کیلومتر مربع از مساحت این شهرستان در خطر کم، ۵۷۳ کیلومتر مربع در خطر متوسط، ٥۹٤ کیلومتر مربع در خطر زیاد و ٦٥٤ کیلومتر مربع در معرض خطر بسیار زیاد سیل گیر قرار دارد. همچنین مشخص گردید تمامی شهرهای این شهرستان در محدوده خطر متوسط تا بسیار زیاد قرار دارد. محمدی و همکاران (۱٤۰۱)، با هدف پهنه‌بندی سیلاب در حوضه آبریز چشمه کیله تنکابن در شمال ایران پرداختند. آن‌ها در این پژوهش از عوامل ژئومورفولوژیک استفاده کردند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که تکنیک نسبت فراوانی، وزن شاهد، و آنتروپی شانون به ترتیب اولویت دارای بیشترین دقت در پیش‌بینی وقوع سیلاب هستند. احمدزاده و داورپناه (۱٤۰۲)، با هدف بررسی تحلیل فضایی خطر وقوع سیل با رویکرد برنامه‌ریزی و مدیریت کاربری اراضی شهر ارومیه پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که دو پارامتر شیب و فاصله از رودخانه به ترتیب با ضرایب وزنی ۲۱۹/۰ و ۱۷۷/۰ بالاترین وزن را در وقوع سیل در سطح منطقه دارند. درنهایت با اعمال وزن‌های هر یک از معیارها نقشه خطر تهیه شد. نقشه نهایی نشان داد حدود ۷/٤۳ درصد از کل مساحت محدوده موردمطالعه در طبقات زیاد و خیلی زیاد از نظر خطر وقوع سیل قرار دارند. حسین‌زاده و همکاران (۱٤۰۲)، به پهنه‌بندی حساسیت زیر حوضه‌های حوضه نکارود نسبت به سیل خیزی نکا در مازندران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که حساسیت سیلاب در زیرحوضه‌های رودخانه نکا متفاوت می‌باشد. از میان عوامل ژئومورفولوژیکی موثر در مبحث سیل‌خیزی عوامل ارتفاع و تراکم آبراهه تاثیرگذارترین عوامل در خطر رخداد سیلاب بوده‌اند. رضایی مقدم و همکاران (۱٤۰۳)، به بررسی مخاطره سیلاب از طریق مدل‌های SWAT و SIMHYD در حوضه آبریز کَرگانرود تالش پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در مدل‌سازی توسط مدل SWAT ضرایب N^2 و R^2 بعنوان تابع هدف در مرحله واسنجی دبی ماهانه به ترتیب ٦۱/۰ و ٦۲/۰ و در مرحله اعتبارسنجی به ترتیب ٦۷/۰ و ۷۰/۰ بدست آمد که نشان‌دهنده‌ی نتایج قابل قبولی در شبیه‌سازی پیک رواناب و سیل ایجاد شده در این حوضه داشته است. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که عوامل ژئومورفولوژیکی نقش مهمی در وقوع سیلاب دارند با توجه به این موضوع لازم است که در مطالعات مربوط به سیلاب به این عوامل توجه ویژه شود. همچنین می‌توان از اطلاعات مربوط به عوامل ژئومورفولوژیکی برای پهنه‌بندی خطر سیل و انجام اقدامات پیش‌گیرانه استفاده کرد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی نقش عوامل ژئومورفولوژیک در وقوع سیلاب استان گلستان می‌باشد.

روش تحقیق

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان گلستان با مرکزیت شهر گرگان در شمال ایران واقع شده است. مساحت استان ۲۰۸۹۳ کیلومتر مربع تقریبا یک سوم از مساحت کشور می‌باشد. استان گلستان در موقعیت جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۰۸ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. ۴۸ درصد از مساحت آن متعلق به حوضه گرگانرود با مساحت ۱۰۱۲۰ کیلومتر مربع می‌باشد. این حوضه از شمال به حوضه آبریز اترک، از جنوب و جنوب غربی به حوضه‌های آبریز ایران مرکزی و قره‌سو و از غرب به دریای خزر منتهی می‌شود. حدود ۶۷ درصد از مقدار آب‌های سطحی استان معادل ۸۲۸ میلیون متر مکعب در این حوضه جاری است. در شکل (۱) موقعیت جغرافیایی استان گلستان ارائه شده است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی استان گلستان در ایران (منبع، نویسنده، ۱۴۰۲)

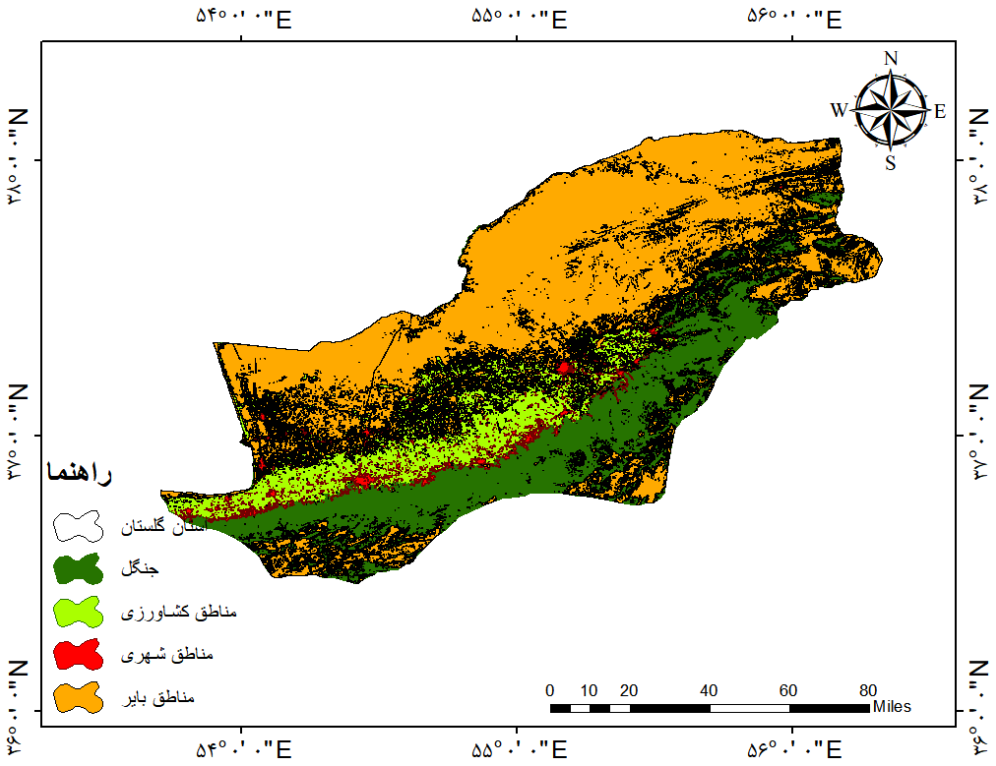
مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر سعی شد تا عوامل ژئومورفولوژیک مؤثر بر رخداد سیلاب واقعه در روزهای ۲۷ تا ۲۹ اسفندماه سال ۱۳۹۷ در استان گلستان مورد بررسی قرار بگیرد و وضعیت قبل از وقوع سیل و تغییرات بعد از آن در پهنه‌های آبی نمایش داده شود. بدین‌سبب ابتدا کاربری اراضی استان گلستان برای ٤ کلاس (جنگل، کشاورزی، مناطق شهری و بایر) برای سال ۱۳۹۷ با فراخوانی داده‌های باند C، با قطبش (VV,VH) مربوط به ماهواره سنتینل ۱ و ۲ در محیط کدنویسی گوگل ارث انجین ترسیم شد. میزان مساحت هر کلاس و ضریب کاپا و صحت‌سنجی خروجی تصویر نیز

بدست آمد. در ادامه بعضی از عوامل توپولوژی که در رخداد سیل نقش مهمی دارند نیز بررسی شدند همچون شاخص پوشش گیاهی NDVI، که تراکم و فقدان آن در شدت وقوع سیلاب نقش بسزایی دارد. برای این کار از داده‌های باند (S-RB[1-7])، ماهواره لندست ۸ که دارای تفکیک مکانی ۳۰ متری هستند استفاده شد. از عوامل دیگر ذخایر آب زیرزمینی می‌باشد که اشباع و انباشت آن در خاک مناطق جغرافیایی در رواناب سیل نقش‌آفرین است بررسی گردید. برای این‌کار از ماهواره GRACE باند Iwe_thickness استفاده شد و از آن‌جایی‌که رزولیشن این داده‌ها ۵۵ کیلومتری می‌باشد با استفاده از تکنیک رگرسیونی در سطح استان گلستان ریزمقیاس شدند. بارش نیز از عوامل دیگری است که در رخداد سیل نقش پر رنگی داشته و وضعیت آن در روزهای سیلابی ۲۷ تا ۲۹ اسفند با داده‌های باند Precipitation ماهواره Chirps نمایش داده شد. اما برای نمایش وضعیت سیلاب رخداده از تصاویر سنتینل ۱ باند C، و قطبش (VV)، استفاده شد این تصاویر بازتاب امواج ماکروویو را از سطوح و عوارض سطح زمین به خوبی نمایش می‌دهند و پهنه‌های آبی را به راحتی می‌توان از سایر عوارض تفکیک داد. رزولیشن این تصاویر ۱۰ متری بوده و واحد آن دسی‌بل می‌باشد. پس از نمایش وضعیت قبل و بعد از وقوع سیل، تغییرات پهنه‌های آبی با روش لگاریتمی نمایش داده شد و از روی این تغییرات محدوده‌های سیل‌زده از دیگر نواحی مشخص و نمایش داده شدند.

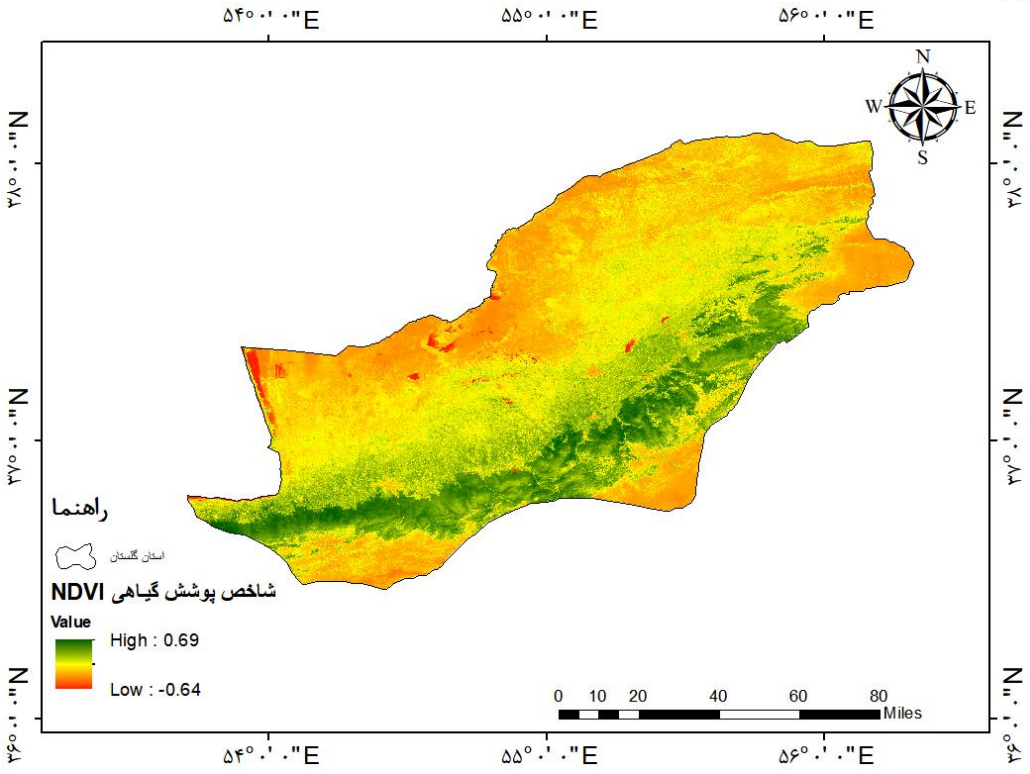
یافته‌های تحقیق

کلاس‌های کاربری اراضی شناخت خوبی از ساختار مناطق جغرافیایی ارائه میدهد. با استفاده از تصاویر ماهواره سنتینل ۲ وضعیت هر یک از کلاس‌های کاربری اراضی در شکل ۲، نشان داده شده است. تصویر به دست آمده با ضریب کاپا ۹۶٪ و میزان درستی‌سنجی ۹۷٪ گویای این است که نواحی بایر در نیمه شمالی استان بیش‌ترین مساحت را در حدود ۱۲۰۲۰ کیلومترمربع داشته و نواحی میانی اغلب توسط انسان اشغال گشته و بیش‌ترین مناطق شهری و روستایی با مساحت ۳۶۰ کیلومترمربع و مناطق کشاورزی با مساحت ۳۷۱۲ کیلومترمربع در این مناطق واقع شده است اما در نیمه جنوبی استان گلستان تراکم جنگل حاکم بوده و به صورت مداری با مساحت ۵۲۷۵ کیلومترمربع غرب تا شرق استان را در نیمه جنوبی پوشش داده است. با توجه به این که نیمه شمالی استان بایر بوده در صورت ریزش بارش‌های شدید پتانسیل رخداد سیلاب را بیش از سایر نواحی خواهد داشت.



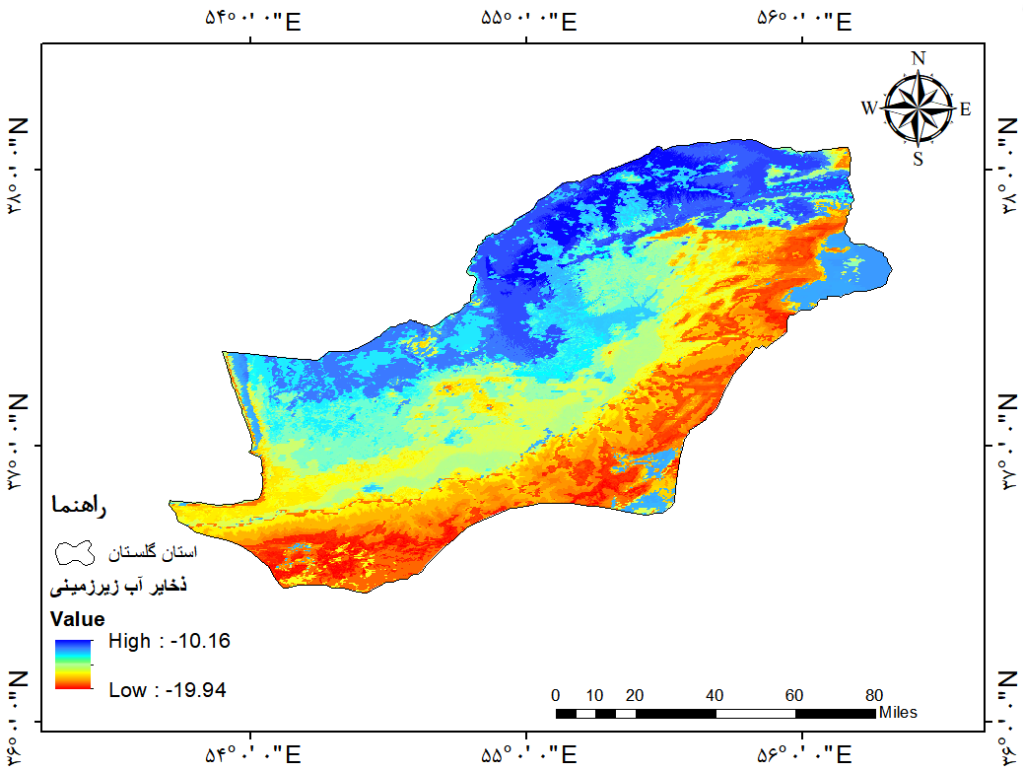
شکل ۲: نقشه کاربری اراضی استان گلستان (منبع، نویسنده، ۱۴۰۲)

زمین‌های مملو و متنوع از پوشش گیاهی در کنترل سیلاب نقش مهمی دارند. در شکل ۳، تصویر به دست آمده از ماهواره لندست ۸ با رزولیشن ۳۰ متری شاخص پوشش گیاهی NDVI، استان گلستان را برای سال ۱۳۹۷ نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است نیمه شمالی و بخش‌هایی از جنوب و شرق استان عاری از هرگونه پوشش گیاهی بوده و فقدان آن در این نواحی منجر به فرسایش خاک و در زمان‌های ریزش بارش‌های شدید می‌تواند سیلاب را به همراه داشته باشد. در نیمه جنوبی استان شاهد تراکم پوشش گیاهی به صورت مداری از غرب به شرق استان هستیم و تنوع آن باعث جذب بارش و کاهش سرعت جریان آب و نفوذ بارش منجر می‌شود و همین عامل باعث جلوگیری از رواناب سطحی آب در این مناطق شود.



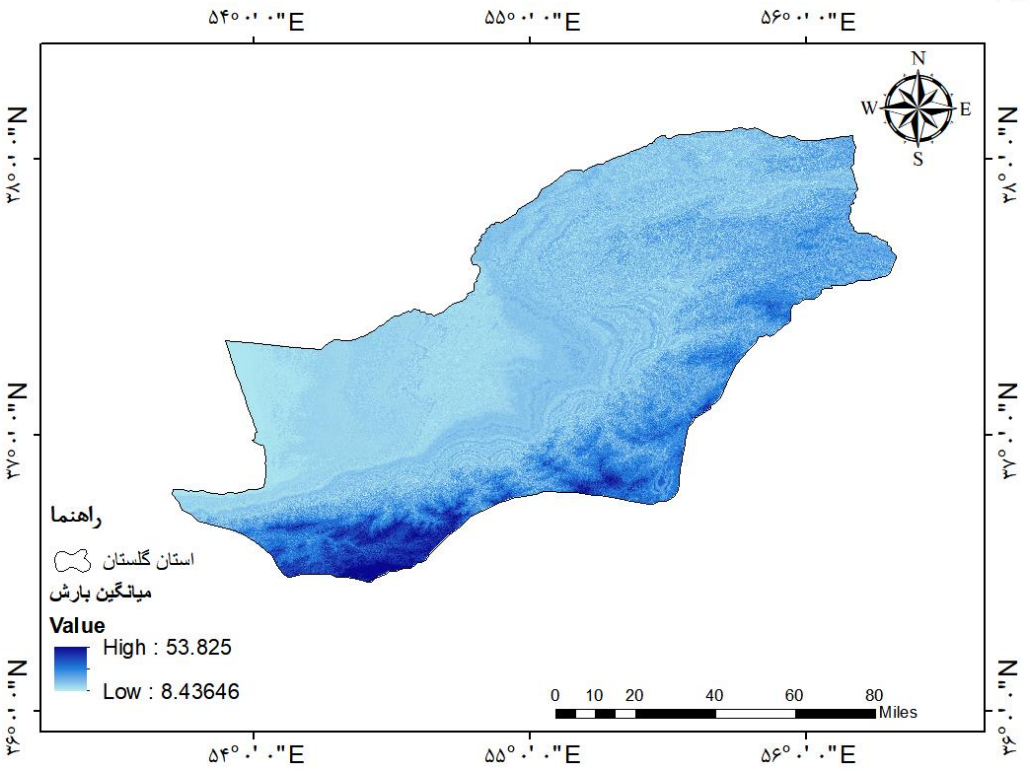
شکل ۳: نقشه پوشش گیاهی (NDVI) استان گلستان (منبع، نویسنده، ۱٤۰۲)

ذخایر آب زیرزمینی از دیگر عواملی است که می‌تواند در وقوع سیلاب نقش پررنگی داشته باشد بدین گونه که در مناطقی که میزان ذخایر آب زیرزمینی بیش‌تر باشد در مواقع رخداد بارش‌های سنگین، ظرفیت خاک زودتر به حالت اشباع می‌رسد و همین عامل در رواناب سیل نقش آفرین خواهد بود البته این حالت به عواملی هم‌چون جنس خاک از نظر نفوذپذیری و شیب منطقه و پوشش گیاهی ارتباط دارد. در شکل ٤، نقشه ذخایر آب زیرزمینی استان گلستان طبق آخرین داده‌های موجود ماهواره GRACE بر حسب سانتی‌متر ترسیم شده است. با توجه به راهنمای نقشه مذکور متوجه می‌شویم که در کل استان ذخایر آب زیرزمینی چندان وجود نداشته ولی به طور نسبی می‌توان گفت که هر چقدر از جنوب به سمت شمال استان پیش می‌رویم بر میزان ذخایر آب‌های زیرزمینی افزوده شده و در صورت فراهم بودن سایر شرایط این مناطق مستعد سیلاب می‌باشد.



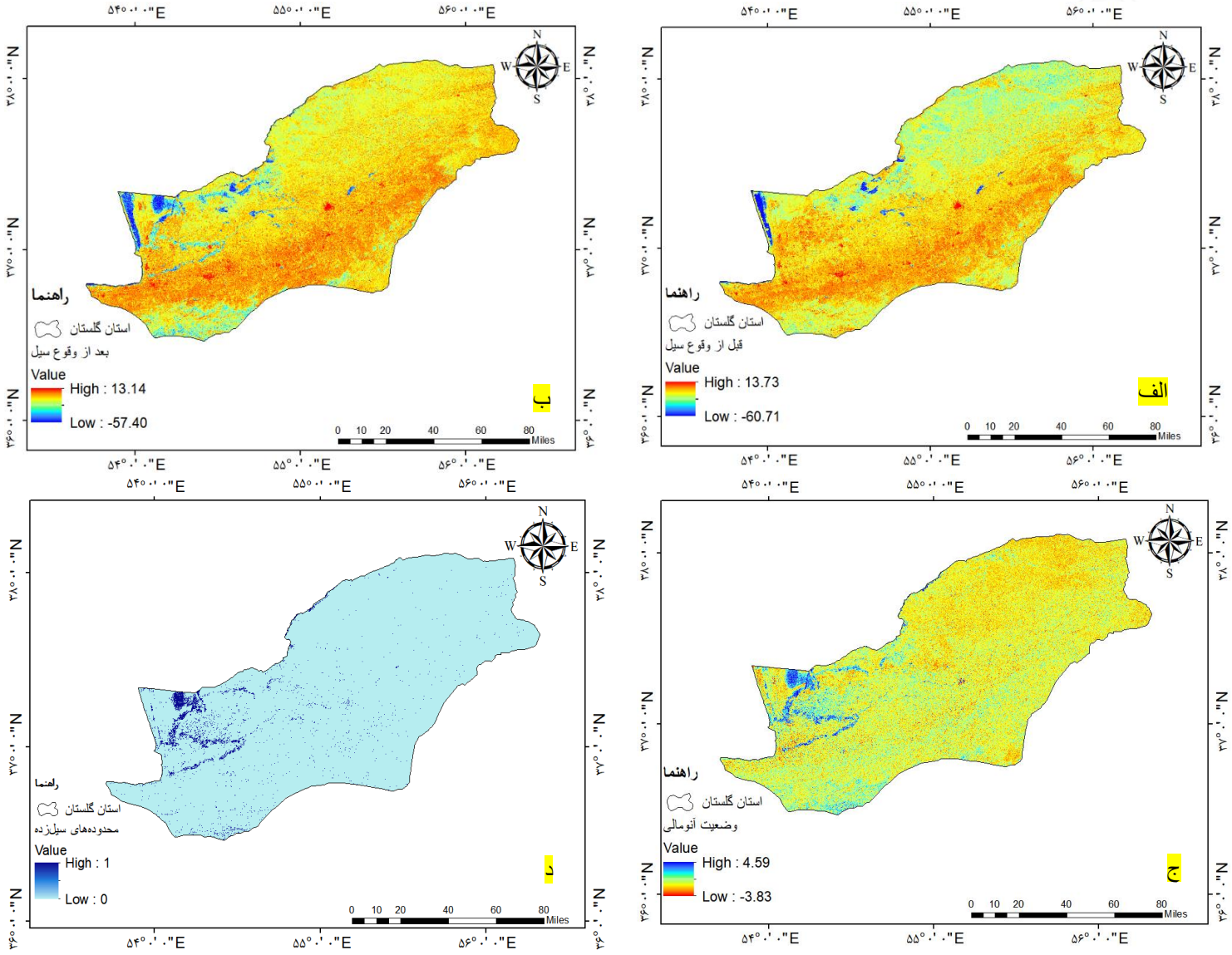
شکل ٤: نقشه ذخایر آب زیرزمینی استان گلستان (منبع، نویسنده، ۱٤۰۲)

یکی از عوامل اصلی سیلاب بارش می‌باشد که بسته به شدت وقوع آن، مدت زمان بارندگی، نوع خاک، توپوگرافی و پوشش گیاهی می‌تواند در وقوع سیلاب نقش بسزایی داشته باشد. در شکل ۵، بارش‌های واقعه در روزهای ۲۷ تا ۲۹ اسفندماه سال ۱۳۹۷ در استان گلستان بر اساس داده‌های ماهواره CHIRPS ترسیم شده است. مشخص است که در جنوب استان بیش‌ترین ریزش بارش را شاهد بوده‌ایم که به طور میانگین به مقدار ۵۳ میلی‌متر در روز رسیده است اما در نیمه شمالی این میزان نزدیک به ۹ میلی‌متر در روز بوده است. با توجه به این‌که در شمال‌غرب استان که منطقه پست و منتهی به سواحل دریای خزر بوده سیل اتفاق افتاده می‌توان گفت که ریزش بیشینه بارش در ارتفاعات در حرکت جریان رودها به سمت شمال‌غرب کمک شایانی نموده است.



شکل ۵: نقشه بارش رخداده در روزهای سیلابی (۲۷، ۲۸ و ۲۹ اسفندماه ۱۳۹۷) (منبع، نویسنده، ۱۴۰۲)

برای مشاهده نمودن پهنه‌های آبی بهتر است از تصاویر ماهواره‌ای استفاده کرد که بازتاب امواج ماکروویو خوبی را از عوارض سطح زمین بر اساس فیزیک آن‌ها ارائه می‌نماید. یکی از این ماهواره‌ها ماهواره‌های راداری سنتینل ۱ می‌باشد؛ از آن‌جایی که اثر ابر را در تصاویر از بین می‌برد و و رزولیشن بهتری دارد برای این کار مناسب می‌باشد. در (شکل٦، الف) بازتاب عوارض استان گلستان قبل از رخداد سیل در اسفندماه سال ۱۳۹۷ را نشان می‌دهد. لکه‌های آبی دریاچه‌هایی هستند که اغلب در شمال و شمال‌غرب مشاهده می‌شوند. در (شکل ٦، ب)، وضعیت پهنه‌های آبی بعد از وقوع سیل مربوط به فروردین‌ماه نشان می‌دهد بر مساحت و حجم پهنه‌های آبی افزوده شده و در شمال‌غرب استان متمرکز شده و مناطق شهری و روستایی را کاملا احاطه نموده است. برای اینکه تغییرات وضعیت پهنه‌های آبی قبل از وقوع سیل و بعد از آن بهتر و محسوس‌تر مشاهده شود با روش لگاریتمی تغییرات آن در (شکل ٦، ج)، نمایش داده شده است مشاهده می‌شود که در شمال غرب استان به میزان ٤/٥٩ دسی‌بل بر پهنه‌های آبی اضافه شده است. اما در (شکل ٦، د)، فقط محدوده‌های سیل‌زده نمایش داده شده و به وضوح قابل رویت است که سیل غرب و شمال‌غرب استان را در بر گرفته و مساحتی در حدود ٤٢٣ کیلومترمربع را اشغال نموده است.



شکل ٦: الف) وضعیت استان گلستان قبل از وقوع سیل (اسفندماه ۱۳۹۷)، ب) بعد از وقوع سیل (فروردین ۱۳۹۸)، ج) تغییرات پهنه‌های آبی ماه‌های اسفند و فروردین، د) محدوده‌های سیل‌زده استان گلستان (منبع، نویسنده، ۱٤۰۲)

نتیجه‌گیری

شناسایی مناطق حساس به خطر سیل در حوضه‌های آبخیز مخصوصا در حوضه‌هایی که رودخانه دائمی دارند می‌توان با اعمال روش‌های مدیریتی بهینه و کارآمد می‌تواند خسارت‌های وارده از طریق این مخاطره طبیعی را کاهش دهد. در تحقیق حاضر عوامل ژئومورفولوژیک مؤثر بر رخداد سیلاب واقعه در روزهای ۲۷ تا ۲۹ اسفندماه سال ۱۳۹۷ در استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت و تصویری از وضعیت قبل و بعد از وقوع سیل ارائه گردید. وضعیت کاربری اراضی با ضریب کاپا ۹٦٪ و میزان درستی‌سنجی ۹۷٪ نشان داد که نواحی بایر در نیمه شمالی استان بیش‌ترین مساحت را در حدود ۱۲۰۲۰ کیلومترمربع داشته با توجه به این مورد که این مناطق عاری از هر گونه پوشش گیاهی بوده در صورت ریزش بارش‌های شدید پتانسیل رخداد سیلاب را بیش‌تر از سایر نواحی داراست. وضعیت شاخص پوشش گیاهی NDVI، نیز مهر تاییدی بر این ادعا داشته و نشان داده که نیمه شمالی و بخش‌هایی از جنوب و شرق استان

عاری از هرگونه پوشش گیاهی بوده و فقدان آن در این نواحی منجر به فرسایش خاک و در زمان‌های ریزش بارش‌های شدید سیلاب را می‌تواند به ارمغان آورد. وضعیت ذخایر آب زیرزمینی از دیگر عوامل ژئومورفولوژیکی نشان داد هر چقدر از جنوب به سمت شمال استان پیش می‌رویم بر میزان ذخایر آب‌های زیرزمینی افزوده شده و در صورت فراهم بودن سایر شرایط این مناطق مستعد سیلاب می‌باشد. با توجه به این‌که در روزهای ۲۷، ۲۸ و ۲۹ اسفندماه سال ۱۳۹۷، تراکم بارش را در ارتفاعات و در جنوب استان شاهد بوده‌ایم و به طور میانگین مقدار ۵۳ میلی‌متر در روز بارندگی رخ داده است این عامل باعث جریان شدید رودخانه‌های بالادست و منتهی‌شدن آن‌ها در قسمت کم‌ارتفاع یعنی شمال‌غرب استان نقش بسزایی داشته است. در آخر تصاویر به دست آمده از وضعیت سیل نشان داد بعد از وقوع سیل بر مساحت و حجم پهنه‌های آبی افزوده شده و در شمال‌غرب استان متمرکز شده و مناطق شهری و روستایی را کاملا احاطه نموده است. تغییرات آن نشان داد در شمال غرب استان به میزان ٤/٥٩ دسی‌بل بر پهنه‌های آبی اضافه شده است و محدوده‌های سیل‌زده مساحتی در حدود ٤٢٣ کیلومترمربع از سطح استان را اشغال نموده است.

منابع

- احمدزاده، ح.، داورپناه، م. ١٤٠٢. تحلیل فضایی خطر وقوع سیل با رویکرد برنامه‌ریزی و مدیریت کاربری اراضی شهر ارومیه، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ١٢(٢): ٦٣-٨٠.
- اصغری سراسکانرود، ص.، بابایی اولم، ط. ١٤٠٣. ارزیابی و بررسی تاثیر تغییرات کاربری اراضی در یک دوره بیست سال بر میزان فرسایش خاک حوضه شفا رود با استفاده از مدل RUSLE، مطالعات علوم محیط زیست، ٩(٢): ٨٥١٦-٨٥٣٠.
- حسین زاده، م.م، صالحی میلانی، ع.، رضائیان زرندینی، ر. ١٤٠٢. پهنه‌بندی حساسیت زیر حوضه‌های حوضه نکارود نسبت به سیل خیزی نکا-مازندران، هیدروژئومورفولوژی، ٣٤(١٠): ٧٥-١٠٠.
- رجبی‌زاده، ی.، ایوب‌زاده، ع.، ظهیری، ع. ١٣٩٨. بررسی سیل استان گلستان در سال ١٣٩٧-١٣٩٨ و ارائه راهکارهای کنترل و مدیریت آن در آینده، اکوهیدرولوژی، ٦(٤): ٩٢١-٩٤٢.
- رضایی مقدم، م. ح.، اسماعیلی، ر. ١٣٨٤. بررسی آثار ژئومورفولوژیکی سیلاب در حوضه رئیس کلا: البرز شمالی، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ٩(٤): ٣٣-٤٨.
- رضایی مقدم، م. ح.، لقمان‌نیا، ک.، کریم‌زاده، ص.، بهبودی، ع. ١٤٠٣. بررسی مخاطره سیلاب از طریق مدل‌های SWAT و SIMHYD در حوضه آبریز کَرگانرود تالش، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ١٣(١)، GEOEH.2022.76374.1216Doi/١٠.٢٢٠٦٧
- عابدینی، م.، شاهمحمدی، ن.، پاسبان، ا.ح. ١٤٠٢. بررسی خطر وقوع سیلاب شهرستان مشکین شهر با استفاده از مدل‌های WMS و HEC-RAS، جغرافیا و روابط انسانی، ٦(٣): ٣٧٣-٤٠١.
- عفیفی، ا. ١٣٩٨. ارزیابی عوامل موثر بر مخاطرات سیلاب و تهیه نقشه حساسیت و احتمال وقوع آن با استفاده از مدل آنتروپی شانون(مطالعه موردی: حوضه آبخیز رودخانه فیروز اباد)، مدیریت مخاطرات محیطی، ٦(٢): ١٤٩-١٦٧.

- محمدی، س.، صفاری، ا.، احمدآبادی، ع.، دارایی، س. پهنه‌بندی تطبیقی سیلاب در حوضه آبریز چشمه کیله تنکابن، شمال ایران، هیدروژئومورفولوژی، ۱۰(۳۳): ۱۲۷-۱٤۷.
- مختاری، ل.، امیراحمدی، ا.، فکور، م. ۱٤۰۱. تحلیل عوامل موثر بر سیل گیری در شهرستان جاجرم، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱۳(۵۰): ۵۸-۷۷.
- نمازی‌راد، ا.، محسنی، ن.، حسین‌زاده، ر. ۱٤۰۰. شناسایی نواحی مستعد سیلاب در استان گلستان با استفاده از تصاویر سنتینل و مدلسازی هیدرولیکی، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۱۰(۳): ۳۸-٥٤.

- Guo E., L., Zhang Z., Q. & Ren X., H. (2014). Integrated risk assessment of flood disaster based on improved set pair analysis and the variable fuzzy set theory in central Liaoning Province, China. Nat. *Hazards Journal*, 74: 947–965.
- Stephane H., Colin G., & Robert J., N. (2013). Future flood losses in major coastal cities. Nat. Climate Change Journal, 3(9): 802–806.
- Naubi, I, Zardari, N, H, Shirazi, S, M, Roslan, N, A, Yusop, Z, & Haniffah, M. R. B. M, (۲۰۲۳). Ranking of Skudai river sub -watersheds from sustainability indices application of PROMETHEE method. International ,Journal of GEOMAT,12 (29),pp 124-131.
- Quirogaa, V. M, Kurea, S, Udoa, K., & Manoa, A (2016). Application of 2D numerical simulation for the analysis of the February 2014Bolivian Amazonia flood Application of the new HEC-RAS version 5, Ribagua,3(1),pp 3-25.
- Sperotto, A, Torresan, S, Gallina, V, Coppola, E, Critto, A, & Marcomini, A (2016). A multi-disciplinary approach to evaluate pluvial floods risk under changing climate The case study of the municipality of Venice (Italy), Science of The Total Environment,562,pp 1031-1043.
- Himayoun, D. and Roshni, T., ۲۰۲۳. Geomorphic changes in the Jhelum river due to an extreme flood event: a case study. Arabian Journal of Geosciences, 13(1), 1-15.
- Mostafazadeh, R, Sadoddin, A, Bahremand, A, Berdi Sheikh V, Zare Garizi, A, (2017). Scenario analysis of flood control structures using a multi-criteria decision-making technique in Northeast Iran, Natural Hazards, 87, pp 1827–1846.
- Green, C. H. (2023). Flood management from the perspective of integrated water resource managmant. In 2nd International Symposium on Flood Control, Beijing.