

پهنه‌بندی خطر سیل شهرستان روانسر با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

رسول باقرآبادی^{*}

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۰۹/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲

DOI: 10.22103/nrswe.2023.20582.1019

چکیده

سیل به‌عنوان یکی از پرمخاطره‌ترین بلایایی طبیعی شناخته می‌شود که باید در مدیریت بحران به آن توجه ویژه‌ای داشت. یکی از وظایف مدیران در زمینه کاهش و پیشگیری از خسارات سیل، پهنه‌بندی و طبقه‌بندی خطر سیل است. بنابراین برای جلوگیری از وقوع سیل شناسایی مناطق دارای خطر سیل‌خیزی بسیار با اهمیت است. در شهرستان روانسر نیز به دلیل سیل‌خیز بودن منطقه و خسارات مالی و جانی ناشی از سیل که هر ساله اتفاق می‌افتد لازم است مناطق خطرپذیر شناسایی شود و در این پژوهش به پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی شهرستان روانسر و معرفی مناطق مستعد سیل پرداخته شده است. با توجه به اهداف پژوهش، به‌منظور بررسی پتانسیل سیل‌خیزی از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند سیستم تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. برای تهیه نقشه پتانسیل سیل از معیارهای شیب، ارتفاع، تراکم پوشش گیاهی، فاصله از رودخانه، بارش و کاربری اراضی به‌عنوان معیارهای موثر در وقوع سیل در منطقه استفاده شده است. این معیارها با استفاده از نظر کارشناسان و پرسشنامه تهیه شدند و پس از وزن‌دهی و تلفیق لایه‌ها، نقشه پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی روانسر در پنج پهنه بدست آمد. براساس نتایج نقشه خطر سیل‌خیزی، قسمت‌های جنوبی این شهرستان در پهنه خطر سیل زیاد و خیلی زیاد با پوشش منطقه‌ای ۲۴/۸ و ۲۱/۶ درصد قرار دارند. این مناطق دارای نفوذپذیری پایین، شیب کم (۰ تا ۵ درجه)، ارتفاع پایین (۱۱۲۶ تا ۱۵۰۸ متر)، تراکم کم پوشش گیاهی، بارش زیاد (۸۱۴ میلی‌متر)، نزدیکی و مجاورت به رودخانه‌ها و کاربری مسکونی هستند که در ردیف مناطق مستعد خطر سیل نسبت به سایر بخش‌ها قرار گرفته‌اند.

واژگان کلیدی: پهنه‌بندی، تحلیل سلسله مراتبی، سیل، شهرستان روانسر، مخاطرات طبیعی،

^{*} - نویسنده مسئول و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران. ایمیل: rasul.bagherabad@ut.ac.ir

مقدمه

با تلفیق نقشه‌های میزان بارندگی منطقه، گروه‌های هیدرولوژیک خاک، شیب، کاربری زمین نقشه پهنه‌بندی خطر سیل‌خیزی حوضه را بدست آوردند. (Armenakis and Nirupama 2014) در پژوهشی به ارزیابی خطر سیل‌خیزی در شهر تورنتو کانادا براساس معیارهای جمعیت، تنوع مورفولوژیکی و روند بارش پرداختند و براساس این معیارها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه خطر سیل‌خیزی را ارائه نمودند است. (Ozturk et al. 2021) به مطالعه خطر سیل در استان کوروم ترکیه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل فازی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که منطقه مورد مطالعه در پنج پهنه خطر سیل خیلی زیاد، زیاد متوسط، کم و خیلی کم طبقه بندی شده است. (Rostami et al. 2021) در مطالعه‌ای به ارزیابی و پهنه‌بندی خطر سیل در محدوده شهر ایلام با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، تحلیل سلسله مراتبی و معیارهای شماره منحنی، ارتفاع، فاصله از آبراهه، زمین شناسی، کاربری اراضی، جمعیت، خاکشناسی، تراکم ساختمان، بافت فرسوده و تجمع جریان پرداختند نتایج نشان داد که مناطق با خطر سیل‌خیزی خیلی زیاد ۸/۵۶ درصد از مساحت حوضه آبخیز شهر ایلام را تشکیل می‌دهد. (Yamani and Abbasi 2020) در پژوهشی سیل‌خیزی زیرحوضه‌های آبخیز گادر (استان آذربایجان غربی) را ارزیابی کردند. در پژوهش یادشده خطر سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها براساس ۱۲ پارامتر و اولویت‌بندی زیرحوضه‌های آبخیز گادر براساس روش ترکیبی آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری انجام شد نتایج نشان داد ۳۳/۱۳ درصد از مساحت حوضه گادر دارای پتانسیل خطر زیاد، ۱۴/۲۱ درصد دارای پتانسیل خطر متوسط و ۱۱/۱۱ درصد دارای پتانسیل خطر کم هستند.

در این پژوهش شهرستان روانسر واقع در استان کرمانشاه از نظر خطر سیل‌خیزی با استفاده از معیارهای متنوع، سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی مورد بررسی قرار گرفته است. پهنه‌بندی خطر سیل‌خیزی در این شهرستان می‌تواند در مدیریت و کنترل خسارت‌های ناشی از این مخاطره طبیعی کمک شایانی نماید. همچنین با

سیل یکی از انواع مخاطرات طبیعی است که همه ساله خسارت‌های فراوانی را در سراسر جهان و از جمله کشور ایران به وجود می‌آورد. این رخداد، رویدادی ناگهانی است که می‌تواند باعث ویرانی شهرها و روستاها شده و خسارت‌های فراوانی را به وجود آورد. براساس گزارشات در ۵۰ سال اخیر حدود ۳۷۰۰ واقعه سیل در کشور ایران رخ داده است (Rahmani et al. Malekian et al. 2012). اما سیاست مقابله و مواجهه با سیل در ایران مانند بیشتر مسائل و مشکلات، واکنشی است که ابتدا مشکل اتفاق می‌افتد و سپس نسبت به آن واکنش نشان می‌دهند که این نحوه برخورد اشتباه بوده و خسارت‌های غیرقابل جبرانی را به همراه دارد (Rostami et al. 2020). اما در بسیاری از نقاط جهان پژوهشگران به‌منظور کاهش و جلوگیری از خسارات ناشی از سیل اغلب اقدام به پهنه‌بندی آن در مناطق مختلف می‌کنند زیرا این نقشه‌ها اطلاعات سودمندی در مورد مناطق در معرض خطر سیل در اختیار تصمیم‌گیران قرار می‌دهند (Fernández and Lutz Mahmoudzadeh et al. 2017). استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به برنامه‌ریزان کمک می‌کند تا ارزیابی سریعی از پتانسیل خطر سیل‌خیزی را در حداقل زمان ممکن داشته باشند. بنابراین سیستم اطلاعات جغرافیایی یک ابزار مفید برای بررسی و پهنه‌بندی سیل است (Azadi Rostami et al. 2021; et al. 2020).

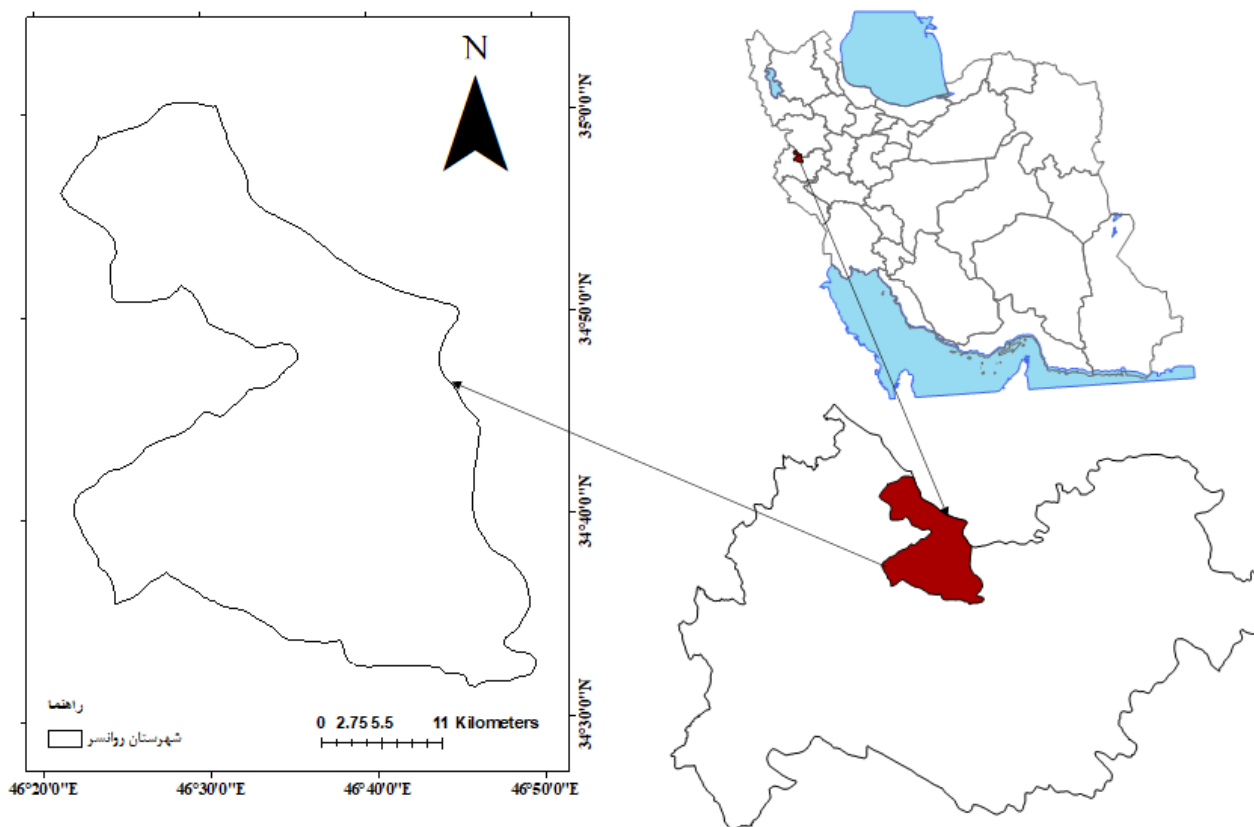
در زمینه خطر سیل‌خیزی مطالعات مختلفی انجام گرفته است که در این پژوهش به برخی از آنها اشاره می‌شود. (Fernández and Lutz 2010) با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی و سیستم تصمیم‌گیری چند معیاره اقدام به پهنه‌بندی خطر سیل در استان توکومان آرژانتین با استفاده از معیارهای شیب، عمق آب زیرزمینی، فاصله از رودخانه و کاربری اراضی کردند و منطقه مورد نظر خود را در پنج سطح خطرپذیری زیاد، متوسط تا زیاد، متوسط، کم و خیلی کم پهنه‌بندی کردند. (Lajavardi et al. 2013) به پهنه‌بندی خطر سیل‌خیزی حوضه آبریز مردق چای استان آذربایجان شرقی پرداختند. آنها با استفاده از مدل وزنی و

غرب شهر کرمانشاه واقع شده است. از شرق و جنوب شرقی به کرمانشاه، از شمال شرقی به شهرستان کامیاران، از شمال به ارتفاعات شاهو، از غرب به شهرستان‌های پاوه و جوانرود و از جنوب به شهر دالاهو محدود می‌گردد. شهرستان روانسر در منطقه‌ای کوهپایه‌ای و دشتی قرار گرفته و دارای دو بخش مرکزی و شاهو، دو شهر روانسر و شاهو، شش دهستان بدر، حسن آباد، دولت آباد، زالوآب، قوری قلعه و منصورآقایی است. این شهرستان دارای رودخانه‌های متعددی است که شامل وشکه رو، گراب، گنی خانی، سراب جاوری، سراب بروارین و سراب روانسر می‌باشد (Ghanbari et al. 2012). شکل (۱) موقعیت جغرافیایی شهرستان روانسر را نشان می‌دهد.

توجه به اینکه تاکنون پژوهشی در مورد خطر سیل‌خیزی در شهرستان روانسر صورت نگرفته است، پژوهش‌هایی از این قبیل می‌توانند پایه‌ای برای برنامه‌ریزی آتی توسعه و عمران منطقه‌ای و محلی باشند.

مواد و روش‌ها

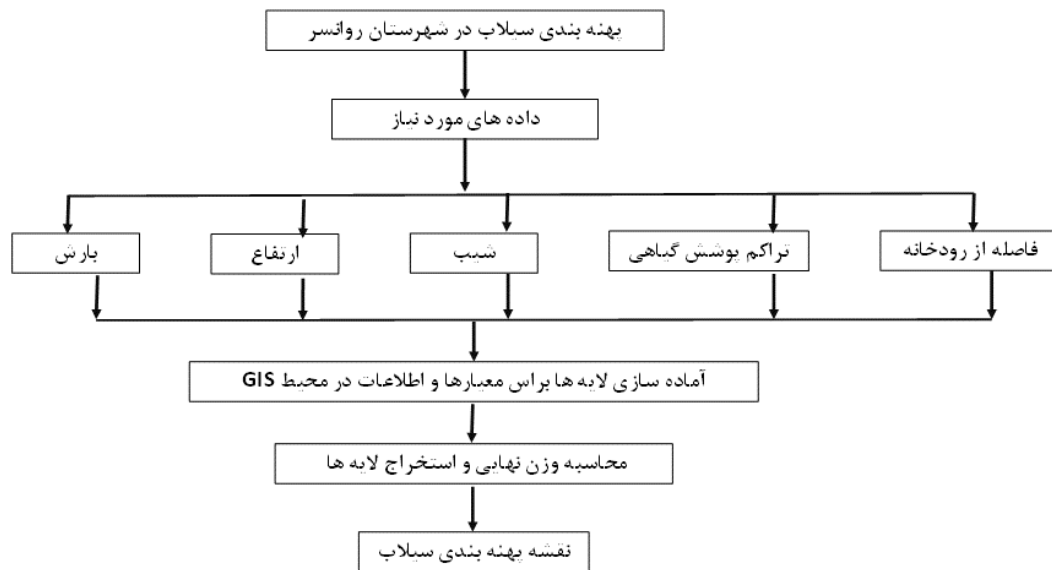
شهرستان روانسر در استان کرمانشاه و بین حوضه‌های آبریز کرخه و مرزی غرب با مساحت ۱۱۲۵ کیلومتر مربع، بین مختصات ۲۱ دقیقه و ۴۶ درجه تا ۴۹ دقیقه و ۶۴ درجه طول شرقی و ۳۱ دقیقه و ۳۴ درجه تا ۵۹ دقیقه و ۳۴ درجه عرض شمالی واقع شده است. این شهرستان دارای ارتفاع ۱۳۸۰ متر از سطح دریا و در فاصله ۶۰ کیلومتری



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه در این پژوهش

گردید. در سیل‌خیزی یک منطقه عوامل و معیارهای فیزیوگرافی زیادی می‌توانند تاثیرگذار باشند. از میان این معیارها شش معیار به عنوان مهمترین عوامل تاثیرگذار در سیل‌خیزی انتخاب و مورد بررسی قرار داده شد. این شش

پهنه‌بندی خطر سیل از جمله تحلیل‌های مکانی است که تاثیر فراوانی در کاهش هزینه‌ها در ایجاد ساخت و سازها و سایر فعالیت‌ها دارد. در این پژوهش با استفاده از نقشه‌های اقلیمی، توپوگرافی، تصاویر ماهواره و به کارگیری نرم افزار و مدل، نقشه نهایی خطر سیل در شهرستان روانسر تهیه



شکل (۲): نمودار جریان روش تهیه نقشه پهنه بندی خطر سیل استفاده شده در این پژوهش

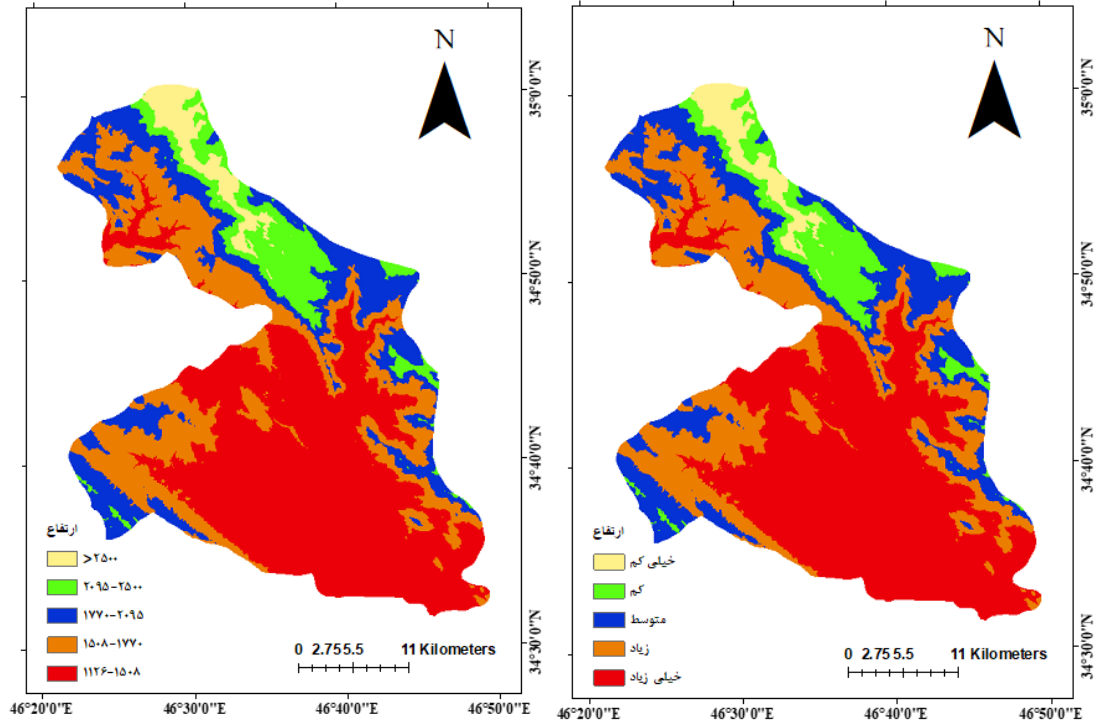
مطالعه نسبت به مناطق شمالی (ارتفاع بیشتر) دارای بیشترین خطر سیل خیزی هستند. عامل دیگری که در تولید سیل نقش مهمی دارد، شدت بارش است که کم و یا زیاد بودن آن به ترتیب سبب تولید سیل کم و زیاد خواهد گردید. در این پژوهش نقشه بارش با استفاده از ایستگاه‌های باران سنجی و روش درونیایی (IDW) بدست آمد. نقش بارش در خطر سیل به صورت خطی است که با افزایش بارش میزان خطر سیل خیزی افزایش می‌یابد (Lajavardi et al. 2013; Nasrinnejad et al. 2014). حداقل بارش در منطقه ۶۵۱ میلی‌متر و حداکثر بارش ۸۱۴ میلی‌متر (میانگین سه سال متوالی ۱۳۸۹، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰) است و با توجه به اینکه با افزایش میزان بارش خطر سیل خیزی نیز افزایش می‌یابد که اطلاعات و نقشه آن در شکل‌های (۵ و ۶) ارائه شد، با حرکت از شمال شهرستان روانسر به سمت جنوب شهرستان، میزان خطر سیل افزایش پیدا می‌کند. نقشه بارش در پنج دسته طبقه بندی شده است. معیار تراکم پوشش گیاهی نسبتی معکوس با خطر سیل خیزی دارد. بدین صورت که در مناطقی که تراکم پوشش گیاهی در آن کم می‌باشد، خطر سیل خیزی افزایشی است و میزان نفوذ کاهش پیدا می‌کند. اما در مناطقی که تراکم پوشش گیاهی زیاد است، نیرو حاصل از سیل کاهش و میزان نفوذ پذیری افزایش می‌یابد

نتایج و بحث

معیار ارتفاع با پیدایش و شکل گیری سیل در ارتباط است. به عبارت دیگر مناطق با ارتفاع کم نسبت به مناطق مرتفع از احتمال سیل خیزی به مراتب بیشتری برخوردار هستند. در مناطق با ارتفاع کم، رودخانه از توانایی لازم برای حمل جریان برخوردار نبوده و همین مسأله سبب افزایش احتمال ایجاد مناطق اشباع و متعاقب آن افزایش احتمال سیل خیزی در بازه مورد نظر خواهد شد (Rahmani et al. 2019). با توجه به نقشه خروجی ارتفاع شکل‌های (۳ و ۴) می‌توان گفت که ارتفاع ۱۲۲۶ تا ۱۵۰۸ متر در پهنه خطر سیل خیزی خیلی زیاد قرار دارند که ۵۳۷۱/۳۸ کیلومتر مربع (۴۳/۳ درصد) از مساحت منطقه را پوشش می‌دهند و به ترتیب پهنه خطر سیل خیزی زیاد با مساحت ۳۰۳/۵۷ کیلومتر مربع (۲۴/۴ درصد)، پهنه خطر سیل خیزی متوسط با ۲۰۷ کیلومتر مربع (۱۶/۶۸ درصد)، پهنه خطر سیل خیزی کم با ۱۰۳/۶۹ کیلومتر مربع (۸/۳۵ درصد) و مناطق با خطر سیل خیزی خیلی کم که در ارتفاع > 2500 قرار دارند ۸۹/۳ مساحت منطقه برابر با ۷/۱۹ درصد را به خود اختصاص داده‌اند. طبق نقشه رسم شده در شکل‌های (۳ و ۴) مناطق کم ارتفاع و شهری دارای بیشترین رتبه و خطر سیل خیزی هستند و مناطق جنوبی (کم ارتفاع) مورد

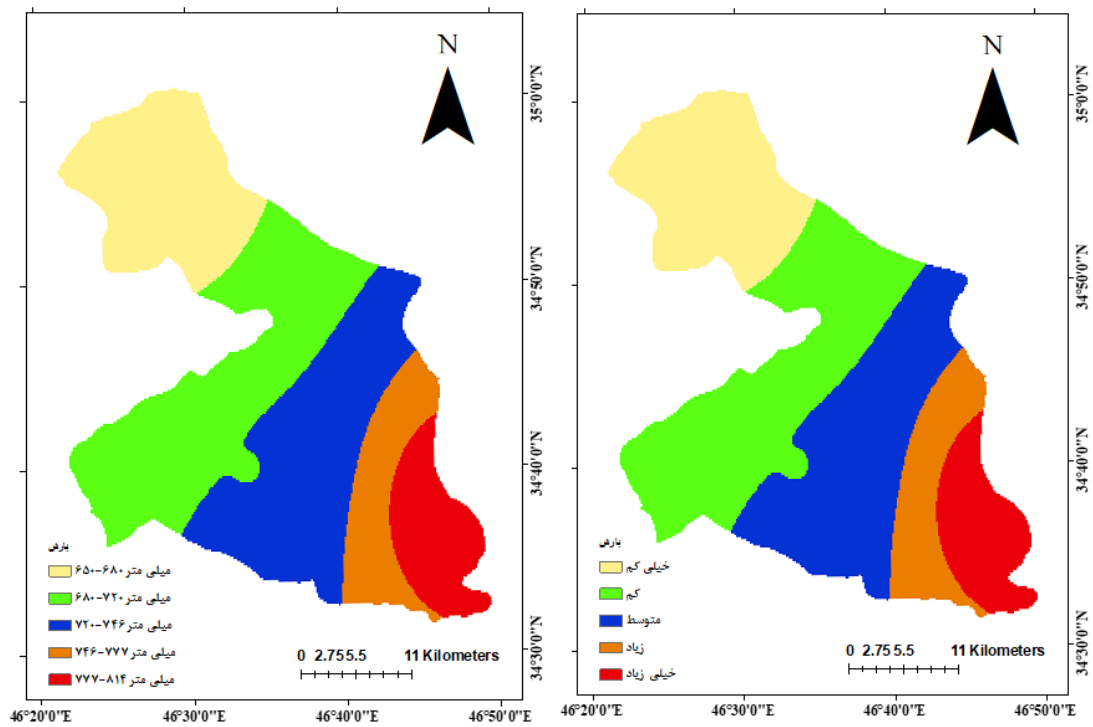
کاربری مسکونی بیشتر دارای سطوح سنگی و آسفالت هستند و سطح صاف و سخت آنها باعث می‌شود که سیل در این مناطق از شدت جریان بالایی برخوردار باشند و بالعکس در زمین‌های مرتعی و جنگلی، پوشش گیاهی و لاشبرگ‌ها باعث تأخیر در تمرکز جریان و در نتیجه کاهش سیل‌خیزی می‌شوند. این معیار بیشتر در تولید رواناب تأثیر دارد. به این صورت که با کاهش سرعت جریان باعث افزایش نفوذ می‌شود (Ghanavati et al. 2014). بر این اساس کاربری شهری و آسفالت‌دار بالاترین امتیاز و بیشترین خطر سیل‌خیزی هستند (Hasanzadeh and Khajebafghi 2017; Kia et al. 2012). نقشه کاربری اراضی در شکل‌های (۱۱ و ۱۲) نشان می‌دهد که مناطق جنگلی و مرتع که در قسمت‌های شمالی شهرستان روانسر قرار دارند به ترتیب ۱۷۸/۹ و ۳۵۲/۱۵ کیلومتر مربع (خطر سیل خیلی کم و کم) از مساحت این منطقه را دارا می‌باشند و بخش‌های جنوبی و غربی که دارای کاربری کشاورزی هستند، دارای مساحت ۶۵۲ کیلومتر مربع (۰/۵۴ درصد) بوده و در پهنه خطر سیل‌خیزی متوسط قرار دارند. بخش صخره‌ای نیز با ۱۱/۶۳ کیلومتر مربع (۰/۹۷ درصد) در پهنه سیل‌خیزی زیاد قرار گرفته است. منطقه شهری روانسر نیز که در قسمت مرکزی بار رنگ قرمز نمایش داده شده است مساحت ۲/۶ کیلومتر مربع (۰/۲ درصد) را شامل می‌شود و در پهنه خطر سیل خیلی زیاد قرار دارد. خطر سیل با معیار فاصله از رودخانه در ارتباط است و نقش مهمی را دارا می‌باشد. به عبارتی مناطقی که در نزدیکی رودخانه قرار دارند نسبت به مناطق دور، از جریان سیل بیشتری برخوردارند و خسارات ناشی از سیل را متحمل می‌شوند (Panahi et al. 2021; Davandi et al. 2021). با توجه به شکل‌های (۱۳ و ۱۴) بیشتر منطقه در پهنه خطر خیلی زیاد با مساحت ۴۱۹/۷ کیلومتر مربع (۳۵ درصد) قرار گرفته است. پس از آن پهنه با خطر زیاد با مساحت ۳۵۵/۴ کیلومتر مربع (۲۹/۷ درصد)، پهنه با خطر متوسط با مساحت ۲۳۴ کیلومتر مربع (۱۹/۵ درصد)، پهنه با خطر کم با مساحت ۱۲۲/۴۸ کیلومتر مربع (۱۰/۲۴ درصد) و پهنه با خطر خیلی کم با مساحت ۶۴/۴ کیلومتر مربع (۵/۳۸ درصد) قرار دارند.

(Mahmoudzadeh et al. 2017; Rostami et al. 2021). در نقشه تراکم پوشش گیاهی که در شکل‌های (۷ و ۸) ارائه شده است، مناطق با خطر سیل‌خیزی خیلی زیاد که تراکم پوشش گیاهی در آن منطقه کم است، دارای مساحت ۹۰/۲۹ کیلومتر مربع (۷/۵ درصد)، مناطق با خطر زیاد دارای مساحت ۲۶۳/۱۷۸ کیلومتر مربع (۲۱/۹۸ درصد)، مناطق با خطر سیل‌خیزی متوسط دارای مساحت ۶۶۶/۹ کیلومتر مربع (۵۵/۷ درصد)، مناطق با خطر سیل‌خیزی کم دارای مساحت ۱۷۶/۶۷ کیلومتر مربع (۱۴/۷۵ درصد) و مناطق با خطر سیل‌خیزی خیلی کم که دارای پوشش گیاهی زیادی هستند دارای مساحت ۰/۱۸ کیلومتر مربع (۰/۱۵ درصد) هستند. شیب به دلیل رابطه مستقیمی که با مقدار نفوذپذیری جریان سطحی دارد، تأثیر زیادی در ایجاد جریان‌های شدید سیل در منطقه دارد (Malekian et al. 2012) و با افزایش شیب میزان سیل‌خیزی کمتر می‌شود (Najafi and Azizian and Shokoohi 2015). نقشه شیب که در شکل‌های (۹ و ۱۰) ارائه شده است نشان می‌دهد که ۳۴۰/۸۷ کیلومتر مربع (۲۹/۸ درصد) از مساحت شهرستان روانسر در شیب ۰ تا ۵ درجه با خطر سیل‌خیزی خیلی زیاد قرار دارند و به ترتیب مناطق با خطر سیل‌خیزی زیاد دارای مساحت ۱۲۶/۹ کیلومتر مربع (۱۱ درصد)، مناطق با خطر سیل‌خیزی متوسط دارای مساحت ۳۸۶ کیلومتر مربع (۳۳/۷۵ درصد) که بیشترین مساحت را در منطقه دارد، مناطق با خطر سیل‌خیزی کم دارای مساحت ۲۴۶/۷۵ کیلومتر مربع (۲۱/۵۶ درصد) و مناطق با خطر سیل‌خیزی خیلی کم که در شیب >60 درجه قرار دارند دارای مساحت ۴۳/۶۸ کیلومتر مربع (۳/۸ درصد) هستند. با حرکت از شمال شهرستان روانسر به سمت جنوب، بر میزان خطر سیل افزوده می‌گردد و امتیاز و رتبه آن بیشتر می‌شود. خطر سیل در یک منطقه تحت تأثیر معیار کاربری اراضی و تغییرات زمانی حادث شده در آن است و میزان و سرعت نفوذپذیری در سطح را مشخص می‌کند. تغییر کاربری اراضی که شامل جنگل‌زدایی، افزایش زمین‌های کشاورزی و شهرسازی است از عوامل مهم وقوع سیل هستند (Das 2019). با توجه به تأثیر هر یک از این کاربری‌ها در قدرت و سرعت جریان، به هر پهنه وزنی تعلق می‌گیرد. اراضی با



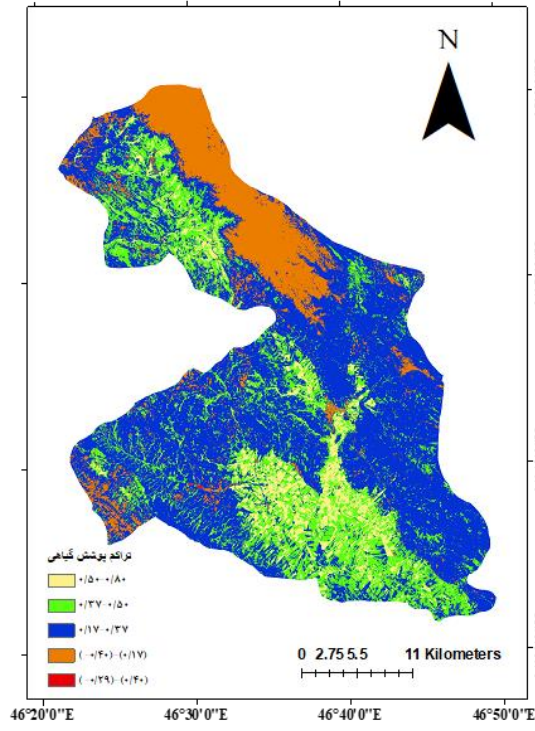
شکل (۴) : نقشه طبقه بندی ارتفاع کمی

شکل (۳) : نقشه طبقه بندی ارتفاع کیفی

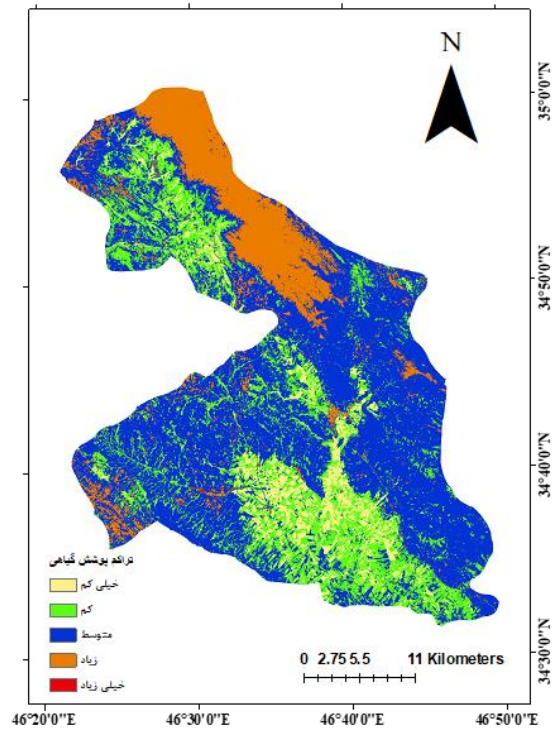


شکل (۶) : نقشه طبقه بندی بارش کمی

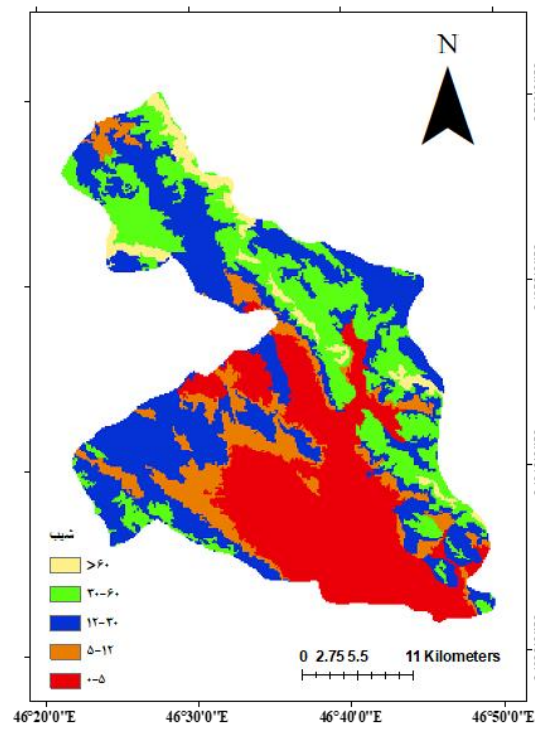
شکل (۵) : نقشه طبقه بندی بارش کیفی



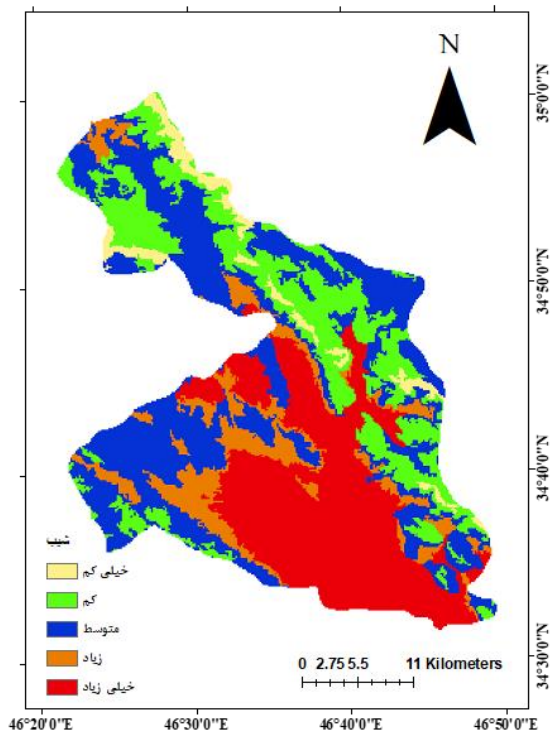
شکل (۸) : نقشه طبقه بندی تراکم پوشش گیاهی کمی



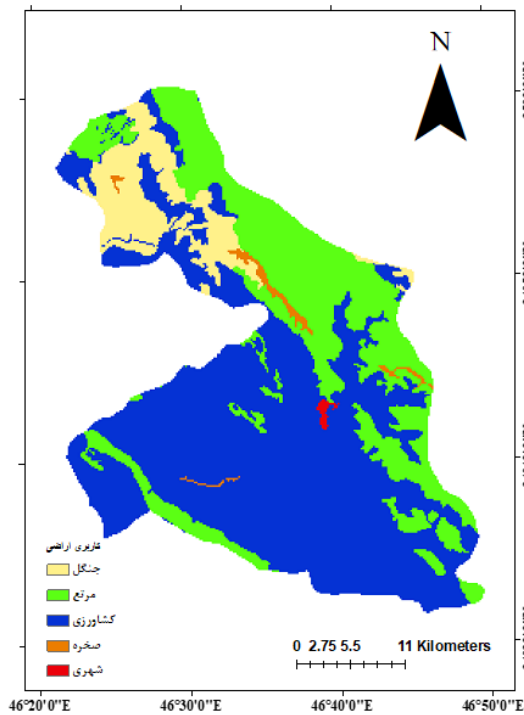
شکل (۷) : نقشه طبقه بندی تراکم پوشش گیاهی کیفی



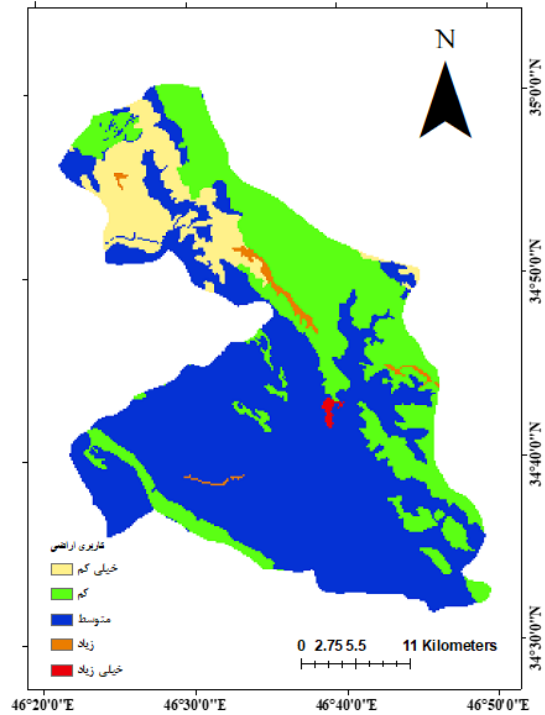
شکل (۱۰) : نقشه طبقه بندی شیب کمی



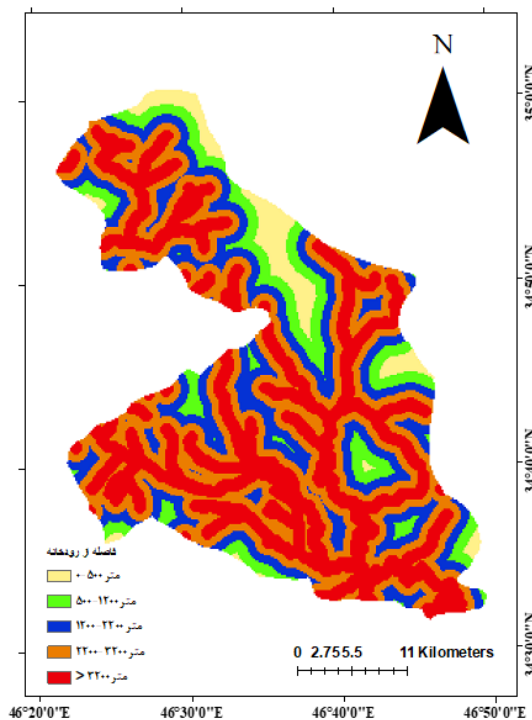
شکل (۹) : نقشه طبقه بندی شیب کیفی



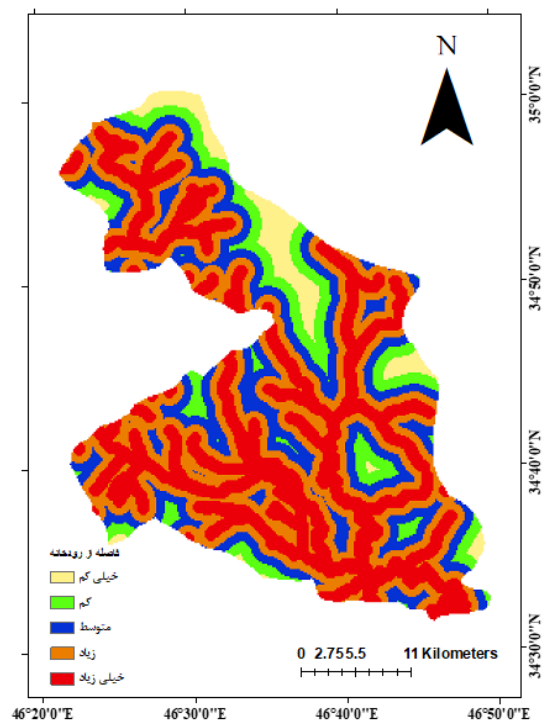
شکل (۱۲): نقشه طبقه بندی کاربری اراضی کمی



شکل (۱۱): نقشه طبقه بندی کاربری اراضی کیفی



شکل (۱۴): نقشه طبقه بندی فاصله از رودخانه کمی



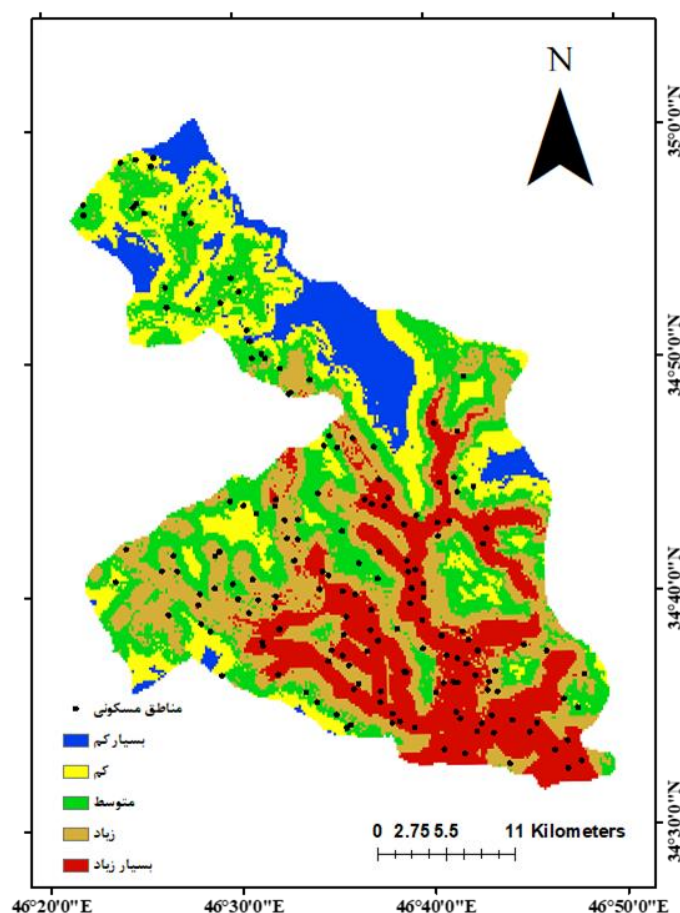
شکل (۱۳): نقشه طبقه بندی فاصله از رودخانه کیفی

شده و در نهایت برای تهیه نقشه نهایی، این لایه‌ها تلفیق شد و وزن‌های نهایی که در مدل برای هر معیار به دست آوردیم به لایه‌های مربوطه وارد نموده و در نهایت نقشه نهایی پهنه‌بندی خطر سیل حاصل گردید. نقشه نهایی خطر

داده‌های اطلاعاتی هر معیار که شامل کاربری اراضی، شیب، ارتفاع، فاصله از رودخانه، تراکم پوشش گیاهی و بارش هستند، با توجه به اهمیتی که برای پهنه‌بندی خطر سیل دارند طبقه‌بندی شدند. معیارها در این مرحله طبقه‌بندی

شیب کم (۰ تا ۵ درجه)، ارتفاع پایین (۱۱۲۶ تا ۱۵۰۸ متر)، تراکم کم پوشش گیاهی، بارش زیاد (۸۱۴ میلی‌متر)، نزدیکی و مجاورت به رودخانه‌ها و کاربری مسکونی دارند که سبب قرارگیری در مناطق مستعد خطر سیل نسبت به سایر بخش‌ها شده‌اند که بیشتر شامل مناطق مسکونی که شامل شهر روانسر نیز می‌گردد در معرض خطر سیل قرار گیرند که لزوم توجه به مدیریت صحیح در این مناطق را بیشتر قوت می‌بخشد. این پژوهش با نتایج (Ghanavati et al. 2020; Ghobadi et al. 2016; al. 2014 Rostami et al. 2021; Panahi et al. 2021) که خطر سیل خیزی را با کمک رویکرد سیستم تصمیم‌گیری چند معیاره محاسبه کرده‌اند مطابقت دارد نتایج این پژوهشگران نشان می‌دهد که مناطق دارای شیب کم و ارتفاع پایین، پوشش گیاهی کم و نزدیکی به رودخانه‌ها دارای آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به احتمال خطر سیل را دارند.

وقوع سیل در این پژوهش با استفاده از شش معیار تهیه گردید و به پنج پهنه با عنوان خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم‌بندی شد. شکل (۱۵) نقشه پهنه‌بندی خطر سیل شهرستان روانسر را نشان می‌دهد با توجه به شکل (۱۵) و جدول (۲) به دست آمده، مناطق مسکونی که شامل شهر روانسر نیز می‌گردد مستعد سیل خیزی است. نقشه پهنه‌بندی نشان می‌دهد که ۲۱/۸ درصد از مساحت شهرستان روانسر در پهنه خطر خیلی زیاد، ۸/۲۲ درصد در پهنه خطر زیاد، ۵/۲ درصد در پهنه خطر متوسط، ۸/۲ درصد در پهنه خطر کم و ۸/۴ درصد در پهنه خطر خیلی کم قرار گرفته است که بیشترین مساحت مربوط به پهنه با خطر متوسط است. براساس نتایج نقشه خطر سیل خیزی قسمت‌های جنوبی این شهرستان در پهنه خطر سیل زیاد و خیلی زیاد با پوشش منطقه‌ای ۲۴/۸ و ۲۱/۶ درصد قرار دارند. این مناطق دارای نفوذپذیری پایین،



شکل (۱۵): نقشه پهنه‌بندی خطر سیل شهرستان روانسر

جدول (۲): مساحت، درصد و تعداد مناطق مسکونی برای هر طبقه خطر

طبقه‌بندی خطر سیل	مساحت خطر سیل	درصد مساحت خطر سیل	تعداد مناطق مسکونی
خیلی کم	۱۱۱/۴۷	۹/۸	۰
کم	۲۲۵/۲۷	۱۸/۱۱	۱۲
متوسط	۲۸۹/۳	۲۵/۵	۳۳
زیاد	۲۸۱/۷	۲۴/۸	۴۶
خیلی زیاد	۲۴۵/۷	۲۱/۶	۶۴ از جمله شهر روانسر

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر سیل شهرستان روانسر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سیستم تحلیل سلسله مراتبی است. در این پژوهش از معیارهای چون شیب، ارتفاع، بارش، تراکم پوشش گیاهی، فاصله از رودخانه‌ها و کاربری اراضی استفاده شد. سپس هر یک از لایه‌ها براساس وزن طبقه‌بندی گردیدند و نقشه خطر سیل بدست آمد. پس از تهیه نقشه پهنه‌بندی، شهرستان روانسر بر اساس خطر سیل خیزی به پنج پهنه با خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم شد. نتایج بدست آمده از پهنه‌بندی سیل خیزی در منطقه نشان داد که پهنه با خطر سیل خیزی خیلی زیاد مساحت ۲۴۵/۷ کیلومتر مربع (۲۱/۶ درصد) را به خود اختصاص داده است. این پهنه بیشتر در بخش‌های غرب، جنوب و مرکز شهرستان تمرکز دارند و سپس به ترتیب ۲۴/۸ درصد از مساحت در پهنه

خطر زیاد، ۲۵/۵ درصد در پهنه خطر متوسط، ۱۸/۱۱ درصد در پهنه خطر کم و ۹/۸ درصد در پهنه خطر خیلی کم از لحاظ خطر سیل قرار گرفته‌اند. از این رو با توجه به اینکه بیش از ۴۵ درصد منطقه مورد مطالعه در پهنه خطر خیلی زیاد و زیاد قرار دارد، لزوم توجه مسئولین به این مسئله ضروری است. به‌طور کلی می‌توان بیان داشت که نقشه‌های خطر سیل می‌توانند به مدیریت و برنامه‌ریزی برای مقابله با خطر آن کمک کنند. از جمله محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به این موضوع اشاره کرد که به دلیل استفاده از نظرات کارشناسان در وزن‌دهی به لایه‌ها در مدل مورد استفاده، ممکن است تفاوت‌هایی در نقشه نهایی و تغییر در وزن‌ها دیده شود. همچنین بهتر است از معیارهای مانند شماره منحنی، لیتولوژی و تراکم زهکشی در تعیین خطر سیل پذیرای استفاده نمود.

منابع

1. Adab H., Kanniah K. D., and Solaimani K. 2013. Modeling forest fire risk in the northeast of Iran using remote sensing and GIS techniques. *Natural hazards*, 65(3): 1723-1743. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0450-8>
2. Armenakis C., and Nirupama N. 2014. Flood risk mapping for the city of Toronto. *Procedia Economics and Finance*, 18: 320-326. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00946-0](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00946-0)
3. Azadi F., Sadough S. h., Ghahroudi M., and Shahabi H. 2020. Zoning of Flood Risk in Kashkan River basin using Two Models WOE and EBF. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 9(1): 45-60. <https://doi.org/20.1001.1.23221682.1399.9.1.3.1> (In Persian).
4. Azizian A., and Shokoohi A. 2015. Investigation of the Effects of DEM Creation Methods on the Performance of a Semidistributed Model: TOPMODEL. *Journal of Hydrologic Engineering*, 20(11): 1-9. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0001204](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001204).
5. Bagherabadi R., Shikhkanloo Milan F., and Zarei Mohammadabad M. 2022. Evaluation of fire risk in the Zagros forests (Case study: Dalahu County). *Ecosystem Management*, 1(3): 60-72. <https://doi.org/20.1001.1.28210182.1401.1.3.6.2> (In Persian).

6. Das S. 2019. Geospatial mapping of flood susceptibility and hydro-geomorphic response to the floods in Ulhas basin, India. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 14: 60-74. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.02.006>
7. Davandi K., Shahabi H., and Salari M. 2021. Flood hazard mapping in Ilam city using evidential belief function model. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 10(2): 1-20. <https://doi.org/20.1001.1.23221682.1400.10.2.1.8> (In Persian).
8. Djordjevic B., and Bruck S. 1989. Systems approach to the selection of priority areas of erosion control, with emphasis on the implications of the water resources subsystem. *International symposium on river sedimentation*, 4. 1547-1554. <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=6664380>
9. Fernández D., and Lutz M. A. 2010. Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis. *Engineering Geology*, 111(1-4): 90-98. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2009.12.006>
10. Ghanavati E., Safari A. A., Beheshti Javid E., and Mansourian E. 2014. Flood risk zonation using compilation CN model and AHP via GIS (Case study: River Basin Balekhlo). *Physical Geography Quarterly* 7(25): 67-80. <https://doi.org/20.1001/20085656/1393/7/25/6/2> (In Persian).
11. Ghanbari Y., Komasi H., Jamini D., and Arianpour A. 2012. Identifying and Prioritizing Tourism Attractions in Ravansar Based on Tourist Attracting Potentials. *Geography and Environmental Sustainability*, 2(3): 65-86. https://ges.razi.ac.ir/article_167.html?lang=en (In Persian).
12. Ghobadi, M., Ahmadipari M., and Salehi E. 2016. Flood Risk Assessment and Zoning of Human Settlements in line with Sustainable Development using Fuzzy AHP in GIS Environmnet and DPSIR Model (Case study: Abali). *Journal of Environmental Science and Technology*, 18(3): 351-363. https://jest.srbiau.ac.ir/article_9837.html?lang=en (In Persian).
13. Hasanzadeh M., and Khajebafghi H. 2017. Flood Hazard Zoninig Using Multiple Criteria Decision Analysis System (Case Study: Sheytoor Watershed in Bafgh). *journal of watershed management research*, 7(4): 37-29. <https://doi.org/20.1001/1/1/22516174/1395/7/14/4/6> (In Persian).
14. Kia M. B., Pirasteh S., Pradhan B., Mahmud A. R., Sulaiman W. N. A., and Moradi A. 2012. An artificial neural network model for flood simulation using GIS: Johor River Basin, Malaysia. *Environmental earth sciences*, 67(1): 251-264. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1504-z>
15. Lajavardi M., Lajevardi S., and Sattari S. 2013. Zoning the Flood Bearing Mordaghchai Watershed (Eastern Azerbaijan). *Geography and Planning*, 17(44): 237-255. https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_27_1.html?lang=en (In Persian).
16. Mahmoudzadeh H., Yari F., and Vahedi A. 2017. The Application of Remote sensing and GIS Techniques for Flood Risk Zoning Multi Criteria Approach, Urmia, Iran. *Physical Geography Research Quarterly*, 49(4): 719-730. <https://doi.org/10.22059/JPHGR.2018.210916.1006894> (In Persian)
17. Malekian A., Oftadegan Khuzani A., and Ashurnejad G. 2012. Flood Hazard Zoning in Watershed Scale using Fuzzy Logic, (Case study: Akhtar Abad Watershed). *Physical Geography Research Quarterly*, 44(4): 131-152. <https://doi.org/10.22059/jphgr.2012.30246> (In Persian).
18. Najafi E., and Karimi Kerdabadi M. 2020. Flood Risk Evaluation and Zoning using with AHP-Fuzzy Combined Model with Emphasis on Urban Safety (Case Study: Region 1 of

- Tehran Municipality). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 9(2): 43-60. <https://doi.org/10.22067/geo.v9i2.86110> (In Persian).
19. Nasiri, V., Sadeghi, S.M.M., Bagherabadi, R., Moradi, F., Deljouei, A., and Borz, S.A. (2022). Modeling wildfire risk in western Iran based on the integration of AHP and GIS. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(9), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10318-y>
 20. Nasrinnejad N., Rangzan K., Kalantari N. and Saberi A. 2014. Flood hazard potential zonation of Baghan watershed using fuzzy analytic hierarchy process method (FAHP). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 5(4): 15-34. https://girs.bushehr.iau.ir/article_516653.html?lang=en (In Persian).
 21. Nonomura A., Masuda T., and Moriya H. 2007. Wildfire damage evaluation by merging remote sensing with a fire area simulation model in Naoshima, Kagawa, Japan. *Landscape and Ecological Engineering*, 3(2): 109-117. <https://doi.org/10.1007/s11355-007-0026-z>
 22. Ozturk D., Yilmaz I., and Kirbas U. 2021. Flood hazard assessment using AHP in Corum, Turkey. *Tecnología y ciencias del agua*, 12(2): 379-415. <https://doi.org/10.24850/j.tyca-2021-02-08>
 23. Panahi R., Hoseinzadeh M. M., and Khaleghi S. 2021. Zonation of flood hazard probability in Gamasiab river banks from Sahneh to Biseton - Kermanshah province. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 10(28): 53-66. <https://doi.org/10.22111/JNEH.2020.33492.1635> (In Persian).
 24. Pourghasemi H. R., Beheshtirad M., and Pradhan B. 2016. A comparative assessment of prediction capabilities of modified analytical hierarchy process (M-AHP) and Mamdani fuzzy logic models using Netcad-GIS for forest fire susceptibility mapping. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 7(2): 861-885. <https://doi.org/10.1080/19475705.2014.984247>
 25. Rahmani S., Azizian A., and Samadi A. 2019. Determining the Flood Hazard Level of Mazandaran Sub-Basins Using a GIS-based Distributed Method. *Journal of Hydraulics*, 14(1): 123-139. <https://doi.org/10.30482/jhyd.2019.155838.1342> (In Persian)
 26. Rostami F., Tavakoli M., Rostami N., and Ebrahimi H. 2021. Investigation of Flood Hazard Potential in Watersheds Using AHP (Case Study: Ilam City Watershed). *Integrated Watershed Management*, 1: 1-16. <https://doi.org/10.22034/IWM.2021.247934> (In Persian)
 27. Rostami M., Hesami D., salmani H., and Tymoriyan T. 2020. Urban Flood Hazard Zoning Using Multicriteria Decision Analysis (Emam Ali town, Mashhad city). *Journal of Environmental Science and Technology*, 21(11): 173-185. <https://doi.org/10.22034/JEST.2020.21852.3091> (In Persian).
 28. Sharifi F., Saghafian B., and Telvari A. 2002. The Great 2001 flood in Golestan Province. Iran: Causes and consequences. International conference on flood estimation, switzerland. 11-17. https://researchgate.net/publication/236229926_great_2001_flood_in_Golestan_province_Iran_Causes_and_consequences
 29. Yamani M., and Abbasi M. 2020. Evaluation of Flooding below Gadar Catchments based on Morphometric Parameters and Statistical Correlation. *Town and Country Planning*, 12(1): 205-224. <https://doi.org/10.22059/JTCP.2020.293947.670048> (In Persian).

Flood Zoning Hazard in Ravansar Using Analytical Hierarchy Process

Rasoul Bagherabadi*¹

DOI: 10.22103/nrswe.2023.20582.1019

Abstract

In crisis management, flood risk is one of the riskiest natural disasters that have to special look to it. One of the most important tasks in the field of flood mitigation and prevention of occurrence is zoning of potential flooding and classification of the flood risk. To prevent the occurrence of floods, it is necessary to identify areas having high potential for this phenomenon. Because the area of Ravansar is highly flood-producing and because of financial as well as physical damages caused by floods each year, we need to identify risk areas. The present study seeks to offer a method for zoning the flood-producing potentials of Ravansar. According to the research objectives, ArcGIS and AHP were used to investigate the flood-producing potential of study area. For this purpose, slope, elevation, NDVI, rain, distance from stream and land use as effective parameters in flooding in the studied were selected. After the experts familiar with the watershed completed the questionnaire, these parameters were weighted. Using the results of weighting, the flooding potential zoning map was then calculated. Based on the results flood hazard potential was zoned and finally, the was categorized into five classes based on flood hazard risk, southern part of Ravansar have been introduced as areas prone to flooding that are included respectively %24/8 and %21/6 of the area with low permeability and slow slope (0-5 degree), low altitude (1126-1508 m), near from the stream, low NDVI, high rain (814 millimeter) and urban land use to the other sectors.

Keywords: Zoning, AHP, Flood, Ravansar, Natural Disasters.

¹ *- Corresponding author, Graduated of MSc, Department of Environmental science, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: rasul.bagherabad@ut.ac.ir