پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 3 - Number 43, Fall 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.73531.1131

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و سوم، پاییز ۱۴۰۱، صص ۲۱-۱

مقاله پژوهشی

اولویت‌بندی خطر سیل در حوضه آبخیز گنجوان استان ایلام با استفاده از مدل الکتره

فتح‌الله نادری- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی گرایش مدیریت محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
بهروز ناصری[1]- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران
یاسم خان‌محمدیان- دانشجوی دکتری علوم زیستی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
عماد سلامت- کارشناس ارشد ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران
محمدتقی کوشا- کارشناسی ارشد منابع طبیعی، گرایش جنگلداری، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۱۸ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۰/۱۱/۱۷ **تاریخ تصویب:** ۱۴۰۰/۱۱/۲۴

چکیده

امروزه مخاطرات محیطی و مقابله با آن‌ها ازجمله مهم‌ترین دغدغه‌های پژوهشگران در زمینه برنامه‌ریزی محیطی و مدیریت بحران است. از میان این مخاطرات، پدیده سیل به‌عنوان یکی از پرخطرترین بلایای طبیعی است که در مدیریت بحران باید نگاه ویژه‌ای را به آن معطوف داشت؛ بنابراین اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها جهت اجرای عملیات آبخیزداری با نگاه مقابله با سیل و کنترل آن، امری ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق سعی شده تا حوضه‌های حوضه آبخیز گنجوان در استان ایلام جهت اجرای طرح‌های آبخیزداری مقابله با سیل‌خیزی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره الکتره اولویت‌بندی شود. برای این منظور حوضه آبخیز موردمطالعه به پنج زیرحوضه ریزه ونـد، سرچم ده‌هارون، سرپتک، سرتنگ بیجار و گنجوان تقسیم گردید. معیارهای مورد نظر جهت اولویت‌بندی شامل سنگ‌شناسی، شیب، ارتفاع، بارش، کاربری‌اراضی و تراکم زهکشی می‌باشد. وزن معیارها بر اساس مدل آنتروپی آن‌ها به‌دست‌آمده و با استفاده از مدل الکتره زیرحوضه‌های آبخیز در منطقه اولویت‌بندی، بررسی و سپس

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۱۴۰۲۳۸۳
Email: naseribehroz@yahoo.com

نحوه ارجاع به این مقاله:
نادری، فتح الله؛ ناصری، بهروز؛ خان‌محمدیان، یاسم؛ سلامت، عماد؛ کوشا، محمدتقی. (۱۴۰۱). اولویت‌بندی خطر سیل در حوضه آبخیز گنجوان استان ایلام با استفاده از مدل الکتره. جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۱(۳). صص ۲۱-۱
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.73531.1131

نقشه‌ی اولویت‌بندی این زیرحوضه‌ها تهیه شد. نقشه‌ی اولویت‌بندی خطر سیل در منطقه‌ی موردمطالعه نشان می‌دهد که زیرحوضه‌ی گنجوان با بیشترین پتانسیل سیل‌خیزی در اولویت اول و زیرحوضه‌ی سرتنگ بیجار در اولویت دوم جهت اجرای طرح‌های آبخیزداری مقابله با سیل قرار دارند. دلیل بالا بودن خطر سیل‌خیزی این زیرحوضه، ساختار زمین‌شناسی منطقه است که در قسمت بالادست از سازند گچساران با نفوذپذیری کم و در قسمت پایین‌دست از سازندهای بسیار حساس به فرسایش رسوبات آبرفتی دوران چهارم زمین‌شناسی پوشیده شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: آبخیزداری، آنتروپی، الکتره، سیل‌خیزی، گنجوان.

۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین نتایج بهره‌برداری غیراصولی انسان از محیط طبیعی را می‌توان افزایش پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌های آبخیز برشمرد که هرساله خسارات هنگفتی به سرمایه‌های ملی کشور وارد می‌نماید (روغنی و همکاران، ۱۳۸۷). به‌عنوان یکی از بلایای طبیعی ناشی از بارش‌های مداوم و شدید باران به علت افزایش سریع و ناگهانی مقدار دبی رودخانه‌ها و سر ریز به دشت‌ها و مناطق اطراف ایجاد می‌شود. با بررسی دشت‌های سیلابی قدیمی و آبرفت‌ها مشخص می‌شود این پدیده طبیعی تابع شدت بارندگی، نفوذپذیری زمین و وضع توپوگرافی مناطق است. البته امروزه به دلیل دخالت‌های بی‌رویه در بسیاری نقاط کشور، طغیان‌های بزرگی مشاهده می‌شود و دخالت‌های بشر ازجمله ساختمان‌سازی در حاشیه رودخانه‌ها احتمال وقوع سیل را افزایش می‌دهد. در کنار عملیات بازگشایی حریم رودخانه‌ها، آبخیزداری یکی از فعالیت‌های پایه‌ای در زمینه حفظ خاک و پیشگیری از سیلاب‌های ناگهانی است. از مهم‌ترین مسائلی که در مدیریت حوضه‌های آبخیز می‌بایست در نظر گرفت، مشخص نمودن اولویت، نوع و میزان مشکلات در هر یک از زیرحوضه‌ها در سطح حوضه آبخیز می‌باشد؛ بنابراین اولویت‌بندی هر یک از زیرحوضه‌ها به‌منظور شناسایی و آگاهی از میزان سیلاب تولیدی و اثرات آن در خروجی حوضه می‌تواند نقش بسیار عمده‌ای در مدیریت و برنامه‌ریزی حوضه‌های آبخیز داشته باشد. از مهم‌ترین مطالعات در زمینه اولویت‌بندی حوضه‌ها از نظر سیلاب و کنترل آن به‌منظور کاهش خطرات ناشی از آن می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

خیاط خلقی (۱۳۸۱) در تحقیقی با استفاده از روش MCDM زیرحوضه‌های حوضه آبخیز کن در شمال تهران به‌منظور کنترل سازه‌ای سیلاب را اولویت‌بندی نمود. نتایج نشان داد که روش تصمیم‌گیری چند معیاره با توجه به در نظر گرفتن معیارهای مختلف و چندین تابع هدف در برنامه‌ریزی خطی، می‌تواند در مدیریت آبخیزها مؤثر باشد. ثقفیان و فرازجو (۱۳۸٦)، در تحقیقی مناطق مولد سیل و اولویت‌بندی سیل‌خیزی واحدهای هیدرولوژیک حوضه سد گلستان را تعیین کردند. در این مقاله با تلفیق GIS و مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS، شدت سیل‌خیزی یا به عبارتی میزان مشارکت زیرحوضه‌ها در سیل خروجی کل حوضه در محل سد گلستان تعیین می‌شود. بدین منظور

با استفاده از روش واکنش سیل واحد در محیط مدل HEC-HMS، زیر حوضه‌های آبخیز سد گلستان از نظر سیل‌خیزی اولویت‌بندی شده‌اند. روغنی و همکاران (۱۳۸۷) عملیات کنترل سیلاب از طریق به‌کارگیری شاخص مکانی سیل حوضه آبخیز باغملک را اولویت‌بندی کردند. نتایج تحقیق بیانگر این است که با تمرکز عملیات آبخیزداری و مهار سیلاب در زیرحوضه‌های واقع در سطوح حوضه، مطابق با اولویت‌های تعیین شده ضمن دسترسی مطلوب به اهداف طرح، کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در هزینه‌های اجرائی پروژه‌ها قابل حصول است. محمدی و احمدی (۱۳۹۰) اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها در حوضه آبخیز معروف جهت ارائه برنامه‌های احیائی آبخیزداری را موردبررسی قرار دادند. سپس بر اساس ماتریس به دست آمده میزان اهمیت هریک از معیارها، به‌صورت کمّی، در سطح زیرحوضه‌ها تعیین شد. درنهایت با جمع دامنه کلی تغییرات در سطح هر یک از زیرحوضه‌ها میزان کمی اهمیت هریک از عوامل در ایجاد مشکلات در هشت اولویت‌کاری تعیین گردید. بهرامی و همکاران (۱۳۹۰) نقش روندیابی رودخانه در شناسایی و اولویت‌بندی واحدهای هیدرولوژیک حوضه سد بوستان از نظر سیل‌خیزی و ارائه راهکارهای مدیریتی را موردمطالعه قرار دادند. رحمتی و همکاران (۱۳۹٤) در تحقیقی اولویت‌بندی سیل‌خیزی زیرحوضه‌های آبخیز استان گلستان براساس آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری را موردمطالعه و بررسی قرار دادند. نتایج اعتبارسنجی نشان داد که روش نوین اولویت‌بندی قادر به تعیین زیرحوضه‌های با بیشترین اولویت، جهت اجرای اقدامات آبخیزداری شناسایی کند. شعبانی بازنشین و همکاران (۱۳۹۵) پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌های آبخیز و تعیین مناطق مولد سیل در حوضه آبخیز نکا را موردمطالعه و بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که سهم زیر حوضه‌ها در پتانسیل سیل‌خیزی کل حوضه تنها تحت تأثیر مساحت آن‌ها نیست و عواملی چون موقعیت مکانی زیر حوضه‌ها و روندیابی سیل در رودخانه اصلی نیز در رژیم سیلابی حوضه تأثیر قابل توجهی دارند. بدری و همکاران (۱۳۹۵) اولویت‌بندی زیرحوضه‌های آبخیز بهشت‌آباد از نظر پتانسیل سیل‌خیزی را موردبررسی قرار دادند. نتایج اولویت‌بندی براساس کاهش دبی به ازای واحد سطح نشان‌دهنده این است که زیرحوضه بهشت‌آباد با داشتن کمترین مساحت نسبت به بقیه زیرحوضه‌ها بیشترین و زیرحوضه تنگ دهنو کمترین تأثیر را داشته است. جورب اسویل و وارگاس[1] (۲۰۱٤) در تحقیقی از مدل هیدرولوژیکی MIKE SHE با مقایسه داده‌های مشاهداتی جهت ارزیابی خطر سیل در مکزیکوسیتی را شبیه‌سازی کردند. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که از این مدل در مناطقی که از داده‌های مشاهداتی کمتری جهت ارزیابی خطر سیل برخوردارند، می‌توان مورداستفاده قرار داد. فرانک و همکاران[2] (۲۰۱٦) در تحقیقی خطر سیل و اولویت‌بندی اقدامات دو ابزار کلیدی در توسعه برنامه ملی اقدامات مدیریت خطر سیل در مولداوی را مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق با استفاده از ۱۲ شاخص خطر سیل که نشان‌دهنده تأثیرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی سیل است، ارزیابی شدند. اولویت‌بندی اقدامات شامل فراوانی اندازه‌گیری،

1 Gourbesville et al
2 Frank et al

میزان ریسک قابل کاهش با اندازه‌گیری، نسبت منافع و هزینه اندازه‌گیری بود. اسکورزینی و لئوپاردی[1] (۲۰۱۷) در تحقیقی با عنوان برنامه‌ریزی حوضه رودخانه ارزیابی خطر سیل با تلفیق مدل‌های کیفی و کمّی در منطقه ابروزو (مرکز ایتالیا) را موردبررسی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان داد که اگر از نقشه‌برداری کیفی در مقیاس حوضه برای شناسایی اولیه مناطق پرخطر استفاده کرد، بایستی با ارزیابی تحلیلی خسارات ناشی از سیل از طریق مدل‌های کمّی ادغام شود، تا نتایج مورد قبول و عینی باشد.

از مهم‌ترین تحقیقات صورت گرفته توسط محققین راجع به مدل الکتره می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود: عطایی (۱۳۸۷) در تحقیقی انتخاب محل مناسب برای احداث کارخانه آلومینا سیمان با استفاده از روش الکتر در استان آذربایجان شرقی را انجام دادند. در این مقاله به‌منظور محل مناسب برای احداث کارخانه آلومینا سیمان در استان آذربایجان شرقی از روش الکتر استفاده شده است. خدابخشی و جعفری (۱۳۸۹) در یک کار مطالعاتی کاربرد مدل دسته‌بندی چند معیاره Electre-TRI در تعیین اهمیت آثار محیط زیستی در سد و شبکه آبیاری زهکشی اردبیل را موردبررسی قرار دادند. نتایج حاصل از کاربرد این مدل برای تعیین اهمیت آثار محیط زیستی فعالیت‌های طرح سد و شبکه آبیاری زهکشی اردبیل و مقایسه آن با روش رایج استفاده شده در این طرح گامی به‌منظور معرفی روش‌های جدید ارزیابی آثار محیط زیستی در سطح جهانی و امکان‌سنجی کاربرد آن در فرایند EIA در ایران است. فرجی سبکبار و همکاران (۱۳۹۳) تبیین نابرابری فضایی سطح سلامت در شهرستان‌های استان خراسان رضوی را با استفاده از مدل تصمیم‌گیری الکتره موردبررسی قرار دادند. نتایج بیانگر وجود نابرابری فضایی سلامت بین شهرستان‌های استان است. شماعی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی به‌منظور رتبه‌بندی مناطق شهر اهواز از روش تحلیل تصمیم‌گیری چند متغیره (الکتر) استفاده کردند که در این تحقیق از ۱۲ شاخص در جهت توسعه شهری بکار گرفتند. همچنین به‌منظور وزن دهی معیارها نیز از مدل AHP استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان داد که توزیع منابع و امکانات شهر اهواز متناسب با توزیع جمعیت مناطق نیست. ملماسی و همکاران(۱۳۹۵) در تحقیقی روش ELECTRE را در ارزیابی ریسک زیست‌محیطی پروژه‌های سدسازی مورداستفاده قرار دادند. در این تحقیق استفاده از روش ELECTRE در ارزیابی ریسک زیست‌محیطی سد، باعث انجام فرآیند تصمیم‌گیری صحیح برای ارزیاب ریسک و انتخاب گزینه برتر از میان مجموعه‌ای از گزینه‌ها در تقابل با معیارهای تعیین شده، گردید. سدیدی و همکاران (۱۳۹٦) در یک کار تحقیق از روش ترکیبی ELECTRE-FAHP برای ارزیابی تناسب اراضی با رویکرد مکان‌یابی دفن پسماند در شهر اهواز استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد که رویکرد ترکیبی به دلیل لحاظ کردن ماهیت نادقیق پدیده‌ها در وزن‌دهی و رتبه‌بندی گزینه‌ها، کارایی بهتری نسبت به روش‌های پیشین انتخاب مراکز دفن جدید (صفیره) و قدیم (برومی) دارد. پرورش و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیق اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر پتانسیل

1 Scorzini & Leopardi

سیل‌خیزی به کمک روش الکتره نوع ۳ و ضریب جریان سیلابی در زیرحوضه‌های آبخیز سرخون بندرعباس را انجام دادند. نتایج تحقیق نشان داد که روش الکتره می‌تواند به‌عنوان یک روش مناسب برای تعیین پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌های دارای اولویت معرفی شود. سیدمحمدی و همکاران(۱۳۹۷) کاربرد روش‌های ELECTRE TRI و پارامتریک در ارزیابی تناسب بخشی از اراضی دشت مغان برای کشت ذرت تحت آبیاری بارانی را موردمطالعه و بررسی قرار دادند. در این تحقیق با مقایسه میانگین مقادیر ویژگی‌های خاک و اراضی بین کلاس‌های تناسب تفکیک شده در روش الکتره ترای با آزمون LSD اختلاف معنی‌دار را نشان داد که حاکی از دقت بالای این روش به دلیل تعیین حدود مناسب انتقالی (مرز بین کلاس‌ها)، مقادیر مناسب آستانه‌ها و وزن‌های ویژگی‌ها و استفاده از روابط و اصول منطق فازی در اجرای فرآیندهای محاسبات می‌باشد. مددی و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی خطر زمین‌لغزش در حوضه‌ی آبخیز آق لاقان چای، با استفاده از مدل ELECTRE را مورد پهنه‌بندی قرار دادند که در این تحقیق جهت تحلیل و مدل‌سازی نهایی از روش ELECTERE به‌عنوان یکی از روش‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده نمودند. حلبیان و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی با استفاده از روش ELECTRE بهترین مکان برای احداث سد خاکی در حوضه آبخیز شاهرود- بسطام را انتخاب کردند. یافته‌ها و نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در روش ELECTRE بین هفت پهنه حاصله، پهنه‌های (۳،٤،۵) با ٤ بار تسلط و با ۲ بار مغلوب شدن با (۲) امتیاز در رتبه اول قرار گرفتند و لذا مناسب‌ترین پهنه جهت احداث سدهای خاکی هستند. انتظاری و جلیلیان (۱۳۹۸) در تحقیقی حوضه‌های آبخیز از نظر ریسک خطر وقوع زمین‌لغزش در استان کرمانشاه براساس مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ELECTRE-1 را اولویت‌بندی کردند. در این تحقیق از روش الکتره به دلیل نداشتن مقایسات زوجی زیاد و طاقت‌فرسای روش‌هایی مانند AHP و همچنین کاربردهای موفقیت‌آمیز آن در رتبه‌بندی مناطق از نظر وقوع مخاطرات نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد، انتخاب گردیده است. یو و همکاران[1] (۲۰۱۸) در تحققی ارزیابی مخاطرات هواشناسی چین بر اساس الگوریتم تکامل افتراقی و VIKOR را مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق وزن نسبی شاخص‌ها از طریق الگوریتم تکامل افتراقی به دست آمد. وانگ و همکاران[2] (۲۰۲۱) در تحققی بهینه‌سازی چندهدفه سیستم آب یکپارچه با استفاده از روش FUCOM-VIKOR را موردبررسی قرار دادند. است. FUCOM شامل محاسبه ریاضی ساده است و نتایج ثابتی را به همراه دارد. از سوی دیگر، VIKOR یک تکنیک تصمیم‌گیری ثابت برای یکپارچه‌سازی فرایند است. در این تحقیق از رویکرد FUCOM-VIKOR برای ادغام اندازه مفید (ویژگی مثبت) و معیار پشیمانی (ویژگی منفی) استفاده شده است. ونچائو و همکاران[3] (۲۰۲۱) در یک کار تحقیقاتی مهم‌ترین کاربردهای مدل‌های سیل شهری در به‌منظور کاهش سیل را در نواحی مختلف جهان

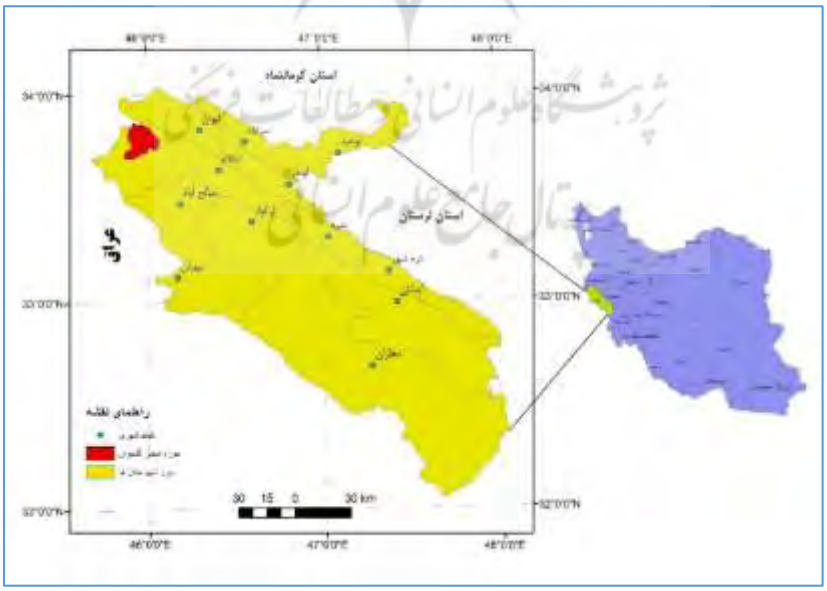
1 Yu et al
2 Ong et al
3 Wenchao et al

موردبررسی قرار دادند. با در نظر گرفتن نتایج حاصل از این تحقیقات و همچنین خصوصیات تأثیرگذار بر وقوع سیل‌خیزی در منطقه‌ی موردمطالعه، از تکنیک الکتره به‌منظور اولویت‌بندی زیرحوضه‌های آبخیز گنجوان استان ایلام نسبت به خطر وقوع سیل استفاده شده است. لذا با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، امکان در نظرگرفتن معیارهای متنوع کمی و کیفی و استفاده از برآیند نظرات کارشناسی در وزن‌دهی معیارها میسر می‌شود که در این حالت تصمیم‌گیری نهایی با شرایط واقعی موجود در طبیعت همخوانی بیشتری دارد که این می‌تواند مهم‌ترین مزیّت این روش نسبت به دیگر روش‌های مطالعاتی باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- موقعیت منطقه موردمطالعه

حوضه آبخیز گنجوان به‌عنوان یکی از حوضه‌های آبخیز مرزی استان ایلام در ۳۵ کیلومتری شمال غرب شهر ایلام و در محدوده‌ی دهستان بولی از توابع شهرستان ایلام واقع شده است. این حوضه آبخیز در مختصات جغرافیایی ۰۵ ۵۲ ۴۵ تا ۲۶ ۰۴ ۴۶ طول شرقی و ۳۱ ۴۱ ۳۳ تا ۰۴ ۵۲ ۳۳ عرض شمالی قرار گرفته است. مساحت کل حوضه آبخیز ۲۱۱۷۸ هکتار و حداکثر ارتفاع آن ۱۶۸۵ و حداقل ۳۶۲ متر می‌باشد. از نظر اقلیمی این حوضه آبخیز تحت تأثیر جریان‌های غربی است. متوسط بارش سالانه آن ۵۶۰ میلی‌متر و نوع اقلیم بر اساس طبقه‌بندی دمارتن نیمه‌خشک و مدیترانه‌ای می‌باشد. موقعیت حوضه آبخیز گنجوان در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز گنجوان در کشور و استان

۲-۲- تعیین معیارها

شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی عوامل مؤثر بر سیل‌خیزی در حوضه‌ها وجود دارد. با توجه به مطالعات صورت گرفته بر وقوع سیل در منطقه‌ی موردبحث، مهم‌ترین معیارهای تأثیرگذار که عبارتند از سنگ‌شناسی، ارتفاع، شیب، تراکم شبکه زهکشی، بارش و کاربری اراضی انتخاب شدند.

عامل سنگ‌شناسی: ویژگی‌های سنگ‌شناسی در میزان نفوذپذیری آب در درون زمین و یا آبدوی مستقیم و در نتیجه تعادل جریان رودخانه و یا سیل‌خیزی حوضه تأثیر بسزایی دارند. چگونگی تخلیه آب زیر قشری و آب‌های زیرزمینی کم‌عمق به رودخانه که متأثر از ویژگی‌های زمین‌شناسی است بر روی جریان پایه و در نتیجه دبی سیلابی اثر می‌گذارد.

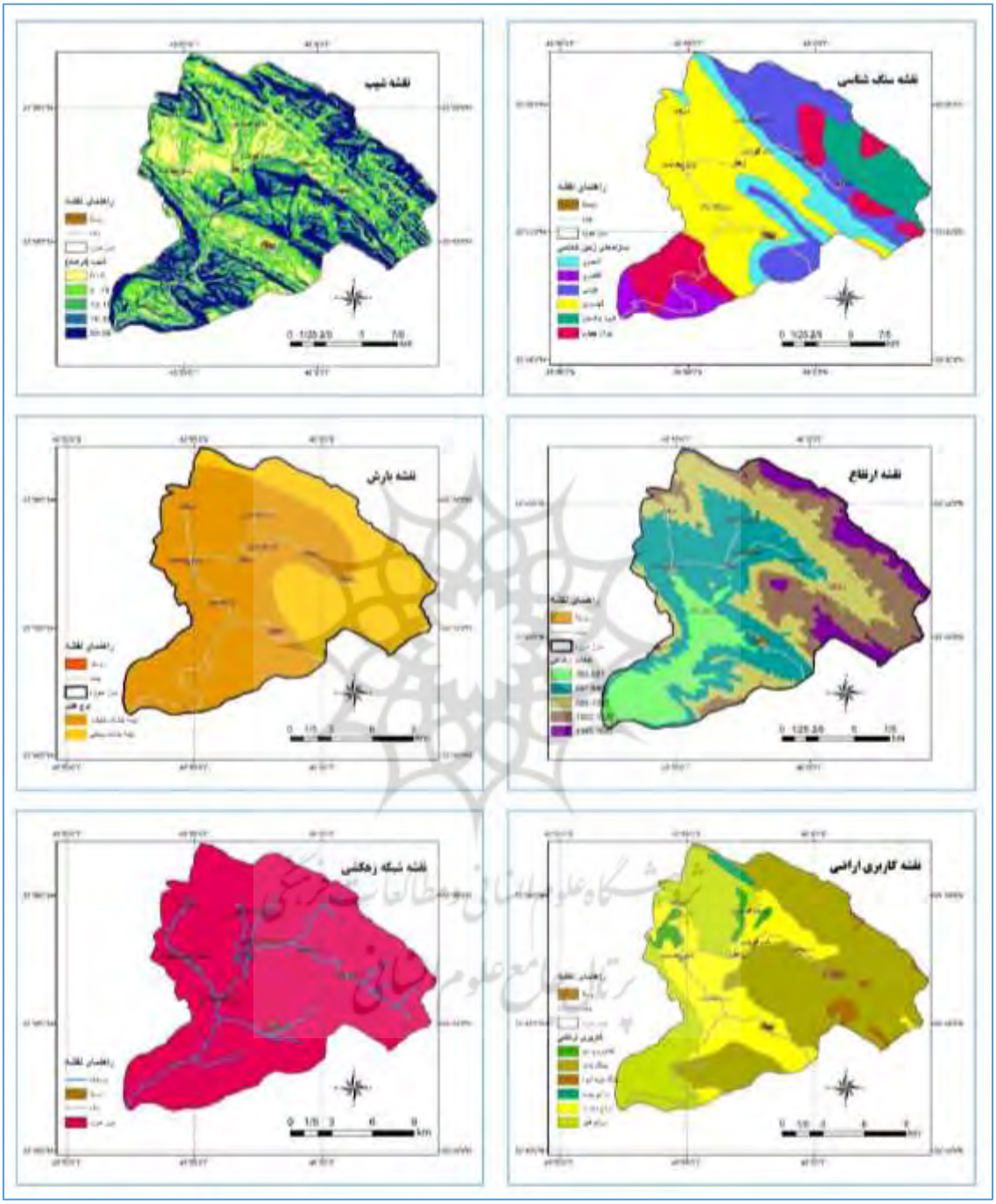
شیب دامنه‌ها: تأثیر شیب روی مقدار رواناب، ناشی از اثر آن بر عمق و ظرفیت نگهداری آب‌وخاک و همچنین فرصت نفوذ آب در آن و میزان نفوذ آب در خاک است. چنانچه مقدار شیب افزایش یابد، نقش عوامل افزاینده نفوذ کاهش یافته و میزان رواناب زیاد می‌شود، زیرا تجمع آب در ناهمواری‌های سطحی رابطه نزدیک با شیب آبخیز داشته و با افزایش آن تقلیل می‌یابد. در شرایط مساوی سرعت جریان در حوضه‌های با شیب تند نسبت به حوضه‌های با شیب ملایم سریع‌تر است. زیرا هر چه شیب بیشتر باشد، سرعت آب بیشتر شده و سریع‌تر به انتهای حوضه رسیده و زودتر تجمع می‌یابد و در نتیجه دبی اوج هیدروگراف تیزتر می‌گردد.

طبقات ارتفاعی: عامل ارتفاع هم نقش عمده‌ای در سیل‌خیزی حوضه‌ها دارد. دامنه‌های ارتفاعی بالاتر به جهت دریافت بارش‌های بیشتر زمینه‌ساز سرازیر شدن رواناب‌ها به سمت مناطق پایین هستند.

بارش: بارش نقش بسیار مهمی در ایجاد سیلاب و شکل هیدروگراف دارد. به‌طور مثال اگر در زمان بارش، حوضه از نظر رطوبت خاک اشباع و یا در حد اشباع باشد، میزان بارش مازاد به‌شدت افزایش می‌یابد و سیلاب به وجود می‌آید؛ و یا اگر بارش در نزدیکی خروجی حوضه اتفاق افتد، امکان تشکیل سیلاب خیلی بیشتر از مواقعی است که در نقطه‌ای دورتر از آن اتفاق افتد.

کاربری اراضی: کاربری اراضی روی جریان رودخانه و وقوع سیلاب به روش‌های مختلفی تأثیر می‌گذارد. مثلاً از بین بردن پوشش گیاهی و یا تغییر در نوع و نحوه کشت سبب افزایش حجم جریان و فزونی بده سیلاب می‌گردد. هرگونه عملیاتی در حوضه که سبب کاهش ذخیره رطوبت خاک و یا کاهش نفوذپذیری گردد، موجب افزایش بده سیلابی می‌گردد. چرای مفرط دام سبب فشردگی خاک و از بین رفتن پوشش گیاهی می‌شود و از سوی دیگر احداث مخازن تأخیری و تعدیلی موجب کاهش بده سیلابی می‌شود.

تراکم شبکه‌ی زهکشی: نسبت طول کل آبراهه‌ها به مساحت حوضه‌ی آبخیز، تراکم زهکشی است. هرچه تراکم بیشتر باشد، نفوذپذیری کاهش و سرعت جریان‌های سطحی افزایش می‌یابد.



شکل۲- نقشه عوامل شش‌گانه مؤثر بر سیل‌خیزی حوضه آبخیز گنجوان

۲-۳- روش انجام پژوهش

۲-۳-۱- معرفی روش الکتره

روش الکتره[1] یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره برای انتخاب بهترین گزینه براساس تعدادی معیار است. در این روش کلیه گزینه‌ها با استفاده از مقایسه‌های غیر رتبه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفته و به‌این‌ترتیب گزینه‌های غیر مؤثر حذف می‌شوند. کلیه مراحل تکنیک الکتره برمبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه ناهماهنگ پایه‌ریزی می‌شود که به همین خاطر به «آنالیز هماهنگی» معروف است. الکتره در لغت به معنی «حذف و انتخاب مطابق با واقعیت» است (روی[2]، ۱۹۹۱). در این روش به جای رتبه‌بندی گزینه‌ها از مفهوم جدیدی معروف به مفهوم غیررتبه ای استفاده می‌شود. به‌طور مثال ممکن است از نظر ریاضی گزینه‌ای هیچ ارجحیتی به دیگر گزینه نداشته باشد اما تصمیم‌گیرنده و تحلیل‌گر بهتر بودن آن گزینه به دیگری را بپذیرد.

تکنیک الکتره (ELECTRE) اولین بار توسط بنایون[3] در سال ۱۹٦٦ معرفی شد و سپس در سال‌های بعد توسط افراد دیگری توسعه داده شد و نسخه‌های مختلفی از این روش شامل الکتره ۱ و ۲ و ۳ و ٤ ارائه شدند. کلیه مراحل این تکنیک بر اساس یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه ناهماهنگ ایجاد می‌شود. به‌طورکلی وظیفه این روش رتبه‌بندی گزینه‌ها (آلترناتیوهای) پژوهش است (روی، ۱۹۹۰). این روش قادر به محاسبه وزن معیارها نیست؛ بنابراین باید با استفاده از روش‌های دیگر ازجمله AHP و یا آنتروپی و یا روش‌های جدید وزن معیارها را محاسبه نمود و به‌عنوان ورودی به این روش داد.

۲-۳-۲- مراحل اجرای روش الکتره

مراحل اجرایی این مدل در نرم‌افزار اکسل EXCEL پیاده‌سازی و تحلیل شده است و گام‌به‌گام این تکنیک به زبان ساده بیان شده است. در ادامه به گام‌های اجرائی آن پرداخته می‌شود.

گام اول: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و تعیین وزن معیارها و نوع معیارها: ماتریس تصمیم روش الکتره از نوع معیار-گزینه می‌باشد؛ یعنی یک ماتریسی که معیارها در ستون و سطرها گزینه‌های پژوهش را تشکیل می‌دهند.

گام دوم: نرمال‌سازی ماتریس تصمیم یا بی‌مقیاس‌سازی ماتریس: شاخص‌های کمّی، مقیاس اندازه‌گیری مخصوص به خود را دارند که این کار مقایسه‌ی آن‌ها با یکدیگر را غیرممکن می‌سازد. بنابراین باید به روشی آن‌ها را مستقل از واحد اندازه‌گیری کرد تا بتوان عمل مقایسه را انجام داد. با استفاده از نرم اقلیدسی مقادیر ماتریس تصمیم‌گیری بی‌مقیاس می‌شوند (رابطه ۱).

1 ELECTERE (Elimination et Choice in Translating to Reality)
2 Roy
3 benayoun

$$N_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}$$ رابطه (۱)

در این رابطه: n_{ij} مقادیر نرمالایز شده و x_{ij} عملکرد گزینه i ام تحت معیار j ام و m تعداد گزینه‌ها می‌باشد.

گام سوم: تشکیل ماتریس نرمال وزین: با استفاده از ماتریس اوزان شاخص‌ها (W) ماتریس بی مقیاس وزین به دست می‌آید. در این گام ماتریس نرمال را در وزن معیارها ضرب می‌کنیم (رابطه ۲).

$$V = N * W$$ رابطه (۲)

در این رابطه: V ماتریس بی‌مقیاس وزین و N ماتریس نرمالایز شده و W وزن معیارها می‌باشد.

گام چهارم: تشکیل مجموعه معیارهای هماهنگ و ناهماهنگ: در این گام با توجه به ماهیت معیارها (مثبت یا منفی بودن) در مقایسه دوبه‌دوی گزینه‌ها معیارهای هماهنگ و ناهماهنگ را تعیین می‌کنیم. با استفاده از عناصر ماتریس V مجموعه هماهنگی $C(k,l)$ که شامل معیارهایی می‌باشد که در آن‌ها گزینه k بر گزینه l ترجیح داده می‌شود و مجموعه ناهماهنگی $D(k,l)$ که شامل معیارهایی می‌باشد که در آن‌ها گزینه l بر گزینه k ترجیح داده می‌شود؛ با استفاده از روابط (۳و ٤) به دست آورده می‌شود.

$$C(k,l) = \begin{bmatrix} j \mid v_{kj} \geq v_{lj} \mid j \in J^+ \\ j \mid v_{kj} < v_{lj} \mid j \in J^- \end{bmatrix}$$ رابطه (۳)

$$D(k,l) = \begin{bmatrix} j \mid v_{kj} < v_{lj} \mid j \in J^+ \\ j \mid v_{kj} \geq v_{lj} \mid j \in J^- \end{bmatrix}$$ رابطه (٤)

جایی که J^+ شاخص‌های مثبت و J^- شاخص‌های منفی می‌باشد.

با استفاده از اطلاعات فوق ماتریس مربع $m*m$ هماهنگی (I) که عناصر آن از جمع اوزان شاخص‌هایی که به مجموعه هماهنگی تعلق دارند و ماتریس $m*m$ ناهماهنگی (NI) که عناصر آن از رابطه(٤) به دست می‌آید به‌صورت زیر تشکیل می‌شود (رابطه ۵ تا ۸).

$$I_{m*m} = \begin{bmatrix} - & I_{12} & \cdots & I_{1m} \\ I_{21} & - & & I_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ I_{m1} & I_{m2} & \cdots & - \end{bmatrix}$$ رابطه (۵)

$$I_{kl} = \sum_{j \in C(k,l)} w_j$$ رابطه (٦)

$$NI_{m*m} = \begin{bmatrix} - & NI_{12} & \cdots & NI_{1m} \\ NI_{21} & - & & NI_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ NI_{m1} & nI_{m2} & \cdots & - \end{bmatrix}$$ رابطه (۷)

$$NI_{kl} = \frac{\max_{j \in D(k,l)} |v_{kj} - v_{lj}|}{\max_{j \in J} |v_{kj} - v_{lj}|}$$ رابطه (۸)

گام پنجم: تشکیل ماتریس هماهنگ مؤثر (F): برای ایجاد این ماتریس ابتدا یک مقدار آستانه تعیین کرده، سپس هر عنصر ماتریس I را که بزرگ‌تر یا مساوی این مقدار آستانه بود در ماتریس F مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد. یک روش عمومی برای تعیین این مقدار آستانه ($\bar{I}$) عبارت است از میانگین مقادیر ماتریس I. (روابط ۹و ۱۰).

$$\bar{I} = \sum_{k=1}^{m}\sum_{l=1}^{m}\frac{I_{kl}}{m(m-1)} \qquad \text{رابطه (۹)}$$

$$F_{kl} = \begin{cases} 0 & I_{kl} < \bar{I} \\ 1 & I_{kl} \geq \bar{I} \end{cases} \qquad \text{رابطه (۱۰)}$$

گام ششم: تشکیل ماتریس ناهماهنگ مؤثر (G) : برای این ماتریس نیز مقدار آستانه ($\overline{NI}$) مانند ماتریس F به دست می‌آید. تنها تفاوت در اینجا است که هر عنصر ماتریس NI که کوچک‌تر یا مساوی این مقدار آستانه بود در ماتریس G مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد (روابط ۱۱و ۱۲)

$$\overline{NI} = \sum_{k=1}^{m}\sum_{l=1}^{m}\frac{NI_{kl}}{m(m-1)} \qquad \text{رابطه (۱۱)}$$

$$G_{kl} = \begin{cases} 0 & NI_{kl} > \overline{NI} \\ 1 & NI_{kl} \leq \overline{NI} \end{cases} \qquad \text{رابطه (۱۲)}$$

گام هفتم: تشکیل ماتریس جامع مؤثر (H): با ترکیب دو ماتریس هماهنگ مؤثر و ناهماهنگ مؤثر، ماتریس جامع مؤثر (H) که یک ماتریس بولی (صفر و یک) می‌باشد به دست می‌آید. عناصر این ماتریس به‌صورت رابطه (۱۳) محاسبه می‌شود:

$$H_{kl} = F_{kl} * G_{kl} \qquad \text{رابطه (۱۳)}$$

ماتریس H نشان دهنده ترتیب ارجحیت‌های نسبی از گزینه‌هاست و ملاک رتبه‌بندی و گروه‌بندی گزینه‌ها می‌باشد. به‌منظور حذف گزینه‌های کم جاذبه می‌توان گزینه‌های مؤثر را از ماتریس H تشخیص داد. بدین طریق که هر ستونی از ماتریس H را که حداقل دارای یک عنصر برابر با یک باشد، حذف نمود؛ زیرا آن ستون تحت تسلط ردیف یا ردیف‌هایی می‌باشد؛ به‌عبارت‌دیگر سطری که بسامد عدد یک در آن بیشتر باشد، بیانگر رتبه بالاتر آن گزینه می‌باشد.

۳- نتایج و بحث

تشخیص نواحی حساس به سیل می‌تواند برنامه‌ریزان را به پیش‌بینی نتایج فعالیت‌های انسانی و هدایت درست این فعالیت‌ها براساس آسیب‌رسانی کمتر به منابع طبیعی، سرمایه‌های ملی و حتی خصوصی یاری رساند. لذا به‌منظور

مدیریت بهینه و صرفه‌جویی در هزینه و زمان، تعیین زیرحوضه‌های پرخطر از لحاظ وقوع سیل در طرح‌ها و اقدامات آبخیزداری ضروری به نظر می‌رسد. روش الکتره توانایی به‌کارگیری معیارهای کیفی با مقیاس‌های وصفی یا ترتیبی در همان ماهیت اولیه و بدون تبدیل مقیاس را دارد. انتخاب روش الکتره به دلیل نداشتن مقایسات زوجی زیاد و طاقت‌فرسای روش‌هایی مانند AHP و همچنین کاربردهای موفقیت‌آمیز آن در رتبه‌بندی مناطق از نظر وقوع مخاطرات نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد (سیدمحمدی و همکاران، ۱۳۹۷). با توجه به موقعیت منطقه، به‌منظور شناسایی نواحی سیل‌خیز، از بین عوامل مؤثر در وقوع سیل، پارامترهای سنگ‌شناسی، شیب، ارتفاع، بارش، کاربری اراضی و تراکم شبکه زهکشی انتخاب شدند. در ادامه برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌های مورد نظر، این معیارها ارزیابی شده و به دلیل پیچیدگی و حجم بالای محاسبات مورد نیاز، الگوریتم تکنیک مدل الکتره در نرم‌افزار اکسل برنامه‌نویسی شده و مقادیر هر مرحله به دست آمده است.

۳-۱- ایجاد ماتریس کارایی (تصمیم‌گیری)

برای اجرای مدل الکتره تهیه ماتریس کارایی یکی از مهم‌ترین مراحل ورودی اصلی این مدل است. در ماتریس کارایی معیارها در مقابل گزینه‌ها به‌صورت ماتریسی مقایسه می‌شوند. در ستون ماتریس نام گزینه‌ها (زیرحوضه‌ها) و در سطرهای آن نام معیار نوشته شده است، ازآنجاکه لازم است ارزش کلیه معیارها به‌صورت کمّی وارد مدل پیشنهادی در این تحقیق شود (جدول ۱ و ۲).

جدول ۱- ماتریس اولیه تصمیم‌گیری

زیرحوضه	سنگ‌شناسی	شیب	ارتفاع	بارش	کاربری اراضی	تراکم زهکشی
ریزه‌وند	۵	۷	٦	۹	۳	۸
سرچم ده‌هارون	۷	٦	۷	۷	۲	۷
سرپتک	۸	۸	۸	۸	٤	٦
سرتنگ بیجار	۷	۹	٦	٦	۳	۹
گنجوان	۸	۵	۳	۷	۲	۸
وزن	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۲۸	۰/۰۵

۳-۲- تعیین مقادیر وزن معیارها

تاکنون امتیاز ارزیابی هر حوضه براساس هر شاخص به دست آمد. با توجه به سایر ورودی‌ها روش الکتره نیاز است میزان اهمیت یا وزن هریک از شاخص‌ها مشخص گردد. برای این کار از روش وزن‌دهی به روش آنتروپی شانون استفاده شده است. این روش بر این پایه استوار است که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد، آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است (جدول ۱). با اجرای مراحل قبل، اولویت‌بندی مسئله تصمیم از طریق

تکنیک ELECTRE فراهم می‌شود. در این روش پس از تشکیل ماتریس کارایی محاسبه ماتریس بی مقیاس وزین و محاسبه پارامترهای هماهنگی و ناهماهنگی لازم است به دلیل پیچیدگی و حجم بالای محاسبات مورد نیاز، الگوریتم تکنیک مدل الکتره در نرم‌افزار EXCEL برنامه‌نویسی شده و مقادیر هر مرحله به‌دست‌آمده‌اند.

۳-۳- نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس‌سازی ماتریس

شاخص‌های کمّی، مقیاس اندازه‌گیری مخصوص به خود را دارند که این کار مقایسه آن‌ها با یکدیگر را غیرممکن می‌سازد. بنابراین باید به روشی آن‌ها را، مستقل از واحد، اندازه‌گیری کرد تا بتوان عمل مقایسه را انجام داد. ماتریس بی‌مقیاس وزین در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲- ماتریس وزین

حوضه	سنگ‌شناسی	شیب	ارتفاع	بارش	کاربری اراضی	تراکم زهکشی
ریزه‌وند	۱/۰۱	۰/۷۲	۰/۸٤	۰/٥٦	۱/٦۹	۱/٦۹
سرچم ده‌هارون	۰/۷۲	۰/۸٤	۰/۷۲	۰/۷۲	۲/٥۳	۰/۷۲
سرپتک	۰/٦۳	۰/٦۳	۰/٦۳	۰/٦۳	۱/۲۷	۰/۸٤
سرتنگ بیجار	۰/۷۲	۰/٥٦	۰/۸٤	۰/۸٤	۱/٦۹	۰/٥٦
گنجوان	۰/٦۳	۰/۰۱	۱/٦۹	۰/۷۲	۲/٥۳	۰/٦۳

۳-٤- ماتریس هماهنگی و ناهماهنگی

در گام بعد شاخص هماهنگی و ناهماهنگی محاسبه می‌گردد. این شاخص به‌صورت زوجی به ازای هر شاخص محاسبه می‌شود. به این صورت که اگر حوضه یک از نظر شاخص اول به حوضه دو از نظر شاخص اول ارجحیت دارد یک در غیر این صورت صفر، عدد ۱ نشان دهنده ارجحیت و عدد صفر نشان‌دهنده عدم ارجحیت است (جداول ۳ و ٤).

جدول ۳- ماتریس هماهنگی

وزن	۰/۱۸	۰/۰٦	۰/۱٥	۰/۲۸	۰/۱۰	۰/۲۳	
معیار	سنگ‌شناسی	شیب	ارتفاع	بارش	کاربری اراضی	تراکم زهکشی	مجموع
C12	۰/۱۸		۰/۱٥		۰/۱۰		۰/٤۳
C13	۰/۱۸	۰/۰٦	۰/۱٥				۰/۳۹
C14	۰/۱۸	۰/۰٦	۰/۱٥			۰/۲۳	۰/٦۲
C15	۰/۱۸				۰/۱۰	۰/۲۳	۰/٥۱
C21		۰/۰٦		۰/۲۸		۰/۲۳	۰/٥۷
C23	۰/۱۸	۰/۰٦	۰/۱٥	۰/۲۸			۰/٦۷

C24	٠/١٨	٠/٠٦				٠/٢٣	٠/٤٧
C25	٠/١٨			٠/٢٨		٠/٢٣	٠/٦٩
C31				٠/٢٨		٠/٢٣	٠/٥١
C32			٠/١٠			٠/٢٣	٠/٣٣
C34		٠/٠٦				٠/٢٣	٠/٣٩
C35	٠/١٨		٠/١٠			٠/٢٣	٠/٥١
C41			٠/١٠	٠/٢٨	٠/١٥		٠/٥٣
C42	٠/١٨		٠/١٠	٠/٢٨	٠/١٥		٠/٧١
C43	٠/١٨			٠/٢٨	٠/١٥		٠/٦١
C45	٠/١٨		٠/١٠	٠/٢٨			٠/٥٦
C51		٠/٠٦		٠/٢٨	٠/١٥	٠/٢٣	٠/٧٢
C52		٠/٠٦	٠/١٠	٠/٢٨	٠/١٥		٠/٥٩
C53	٠/١٨	٠/٠٦	٠/١٠	٠/٢٨	٠/١٥		٠/٧٧
C54		٠/٠٦	٠/١٠		٠/١٥	٠/٢٣	٠/٥٤

جدول ٤- ماتریس ناهماهنگی

وزن	٠/١٨	٠/٠٦	٠/١٥	٠/٢٨	٠/١٠	٠/٢٣	
معیار	سنگ‌شناسی	شیب	ارتفاع	بارش	کاربری اراضی	تراکم زهکشی	مجموع
D12	٠/١٦	٠/٠٧	٠/٠٧	٠/٠٩	٠/٤٨	٠/٠٥	١/٠٠
D13	٠/٢١	٠/٠٥	٠/١٢	٠/٠٤	٠/٢٤	٠/١٢	١/٠٠
D14	٠/١٦	٠/٠٩	٠/٠٠	٠/١٦	٠/٠٠	٠/٠٤	٠/٩٧
D15	٠/٢١	٠/١٦	٠/٤٨	٠/٠٩	٠/٤٨	٠/٠٠	١/٠٠
D21	٠/١٦	٠/٠٧	٠/٠٧	٠/٠٩	٠/٤٨	٠/٠٥	١/٠٠
D23	٠/٠٥	٠/١٢	٠/٠٥	٠/٠٥	٠/٧١	٠/٠٧	١/٠٠
D24	٠/٠٠	٠/١٦	٠/٠٧	٠/٠٧	٠/٤٨	٠/٠٩	١/٠٠
D25	٠/٠٥	٠/١٠	٠/٥٤	٠/٠٠	٠/٠٠	٠/٠٥	١/٠٠
D31	٠/٢١	٠/٠٥	٠/١٢	٠/٠٤	٠/٢٤	٠/١٢	١/٠٠
D32	٠/٠٥	٠/١٢	٠/٠٥	٠/٠٥	٠/٧١	٠/٠٧	٠/١٧
D34	٠/٠٥	٠/٠٤	٠/١٢	٠/١٢	٠/٢٤	٠/١٦	٠/٥٠
D35	٠/٠٠	٠/٢١	٠/٥٩	٠/٠٥	٠/٧١	٠/١٢	٠/٨٣
D41	٠/١٦	٠/٠٩	٠/٠٠	٠/١٦	٠/٠٠	٠/٠٤	١/٠٠
D42	٠/٠٠	٠/١٦	٠/٠٧	٠/٠٧	٠/٤٨	٠/٠٩	٠/٣٣
D43	٠/٠٥	٠/٠٤	٠/١٢	٠/١٢	٠/٢٤	٠/١٦	١/٠٠
D45	٠/٠٥	٠/٢٥	٠/٤٨	٠/٠٧	٠/٤٨	٠/٠٤	١/٠٠
D51	٠/٢١	٠/١٦	٠/٤٨	٠/٠٩	٠/٤٨	٠/٠٠	١/٠٠

D52	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۵٤	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۰۹
D53	۰/۰۰	۰/۲۱	۰/۵۹	۰/۰۵	۰/۷۱	۰/۱۲	۰/۱۷
D54	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/٤۸	۰/۰۷	۰/٤۸	۰/۰٤	۰/۰۰

۳-۵- ماتریس هماهنگ مؤثر و ناهماهنگ مؤثر

در این مرحله باید درجه اعتبار رابطه غیررتبه ای برای مقایسات زوجی گزینه‌ها از طریق ترکیب شاخص‌های مقادیر هماهنگی و ناهماهنگی محاسبه گردد. محاسبات مورد نظر از طریق رابطه گفته شده صورت گرفته و در نتیجه ماتریس F و G که بیان گر درجه اعتبار و برتری یک گزینه بر گزینه دیگر براساس جمیع شاخص‌هاست مطابق جداول (۵ و ٦) به دست می‌آید.

جدول ۵- ماتریس هماهنگ مؤثر

حوضه	ریزه وند	سرچم ده‌هارون	ورهال	جمال الدین	گنجوان
ریزه‌وند		۰	۰	۱	۰
سرچم ده‌هارون	۱		۱	۰	۱
سرپتک	۰	۰		۰	۰
سرتنگ بیجار	۰	۱	۱		۱
گنجوان	۱	۱	۱	۰	

جدول ٦- ماتریس ناهماهنگ مؤثر

حوضه	ریزه وند	سرچم ده‌هارون	ورهال	جمال الدین	گنجوان
ریزه‌وند		۱	۰	۰	۰
سرچم ده‌هارون	۰		۰	۰	۰
سرپتک	۰	۱		۱	۰
سرتنگ بیجار	۰	۱	۰		۰
گنجوان	۰	۱	۱	۰	

۳-٦- ماتریس نهایی

در گام بعدی باید نسبت به رتبه‌بندی گزینه‌ها و رتبه‌بندی نهایی آنها اقدام کرد. بدین منظور ابتدا ماتریس ماتریس هماهنگ مؤثر را در ماتریس ناهماهنگ نامؤثر ضرب کرد و ماتریس کلی را تشکیل داده، ماتریس کلی، نتیجه کلیه

مراحل ذکر شده است. در این ماتریس، با توجه به جمع هر سطر جایگاه هر حوضه را نسبت به حوضه‌های دیگر از نظر اولویت سیل‌خیزی رتبه‌بندی می‌کند(جدول ۷).

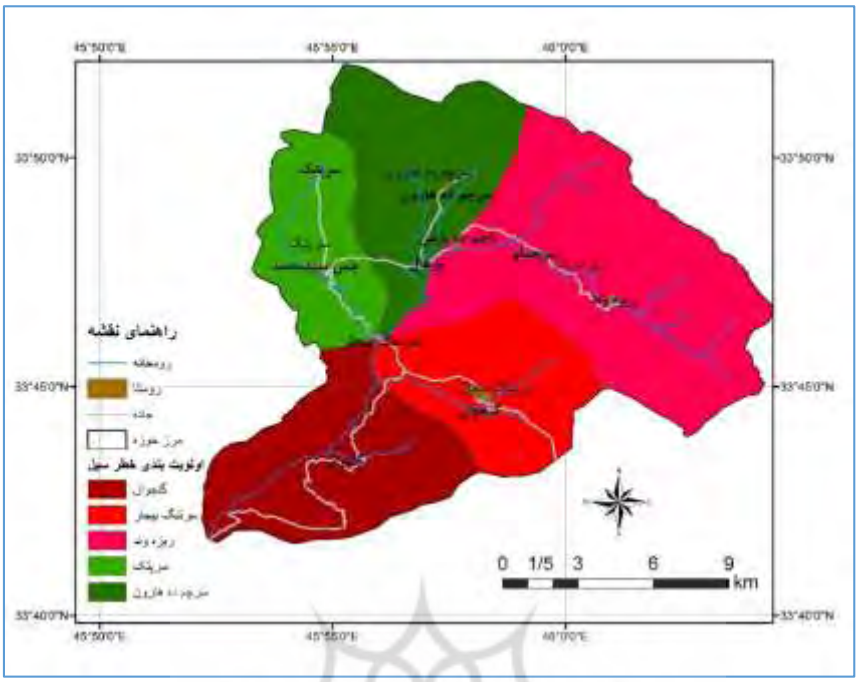
جدول ۷- ماتریس نهایی

حوضه	ریزه وند	سرچم ده‌هارون	سرپتک	سرتنگ بیجار	گنجوان	برد	باخت	جواب نهایی
ریزه‌وند		۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سرچم ده‌هارون	۰		۰	۰	۰	۰	۲	-۲
سرپتک	۰	۰		۰	۰	۰	۱	-۱
سرتنگ بیجار	۰	۱	۰		۰	۱	۰	۱
گنجوان	۰	۱	۱	۰		۲	۰	۲

۳-۷- اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر خطر سیل بر اساس مدل الکتره

باتوجه به اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر پتانسیل سیل‌خیزی که از تکنیک الکتره استخراج گردید، گنجوان با بیشترین پتانسیل سیل‌خیزی، اولویت اول را در اجرای طرح‌های آبخیزداری به خود اختصاص داده است. دلیل بالا بودن خطر سیل‌خیزی این زیرحوضه ساختار زمین شناسی منطقه که در قسمت بالادست از سازند گچساران با نفوذپذیری کم و در قسمت پایین دست از سازندهای بسیار حساس به فرسایش ازجمله رسوبات آبرفتی دوران چهارم پوشیده شده‌اند. همچنین زیرحوضه سرتنگ بیجار در رتبه دوم جای گرفته است؛ که دلیل اصلی آن وجود تنوع در سازندهای زمین‌شناسی ازجمله سازندهای آسماری، کژدمی و گچساران است. زیرحوضه‌های ریزه‌وند، سرپتک و سرچم ده‌هارون به ترتیب دارای کمترین پتانسیل سیل‌خیزی برخوردارند، در اولویت‌های بعدی اجرای طرح‌های آبخیزداری قرار دارند (شکل ۳).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۳- اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر خطر سیل بر اساس مدل الکتره

٤- جمع‌بندی

سیل ازجمله خطرهای طبیعی است که فراوانی وقوع آن در سال‌های اخیر روند افزایشی داشته و خسارت‌های ناشی از آن همه ساله بخشی از کشور را تحت تأثیر قرار داده است. اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر پتانسیل سیل‌خیزی تأثیر مهمی در مدیریت حوضه‌های آبخیز دارد. در این تحقیق زیرحوضه‌های آبخیز گنجوان در استان ایلام جهت اجرای طرح‌های آبخیزداری مقابله با سیل‌خیزی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره الکتره اولویت‌بندی شود. برای این منظور حوضه آبخیز موردمطالعه به ۵ زیرحوضه ریزه‌ونـد، سرچم ده‌هارون، سرپتک، چمن سیدمحمد و سرتنگ بیجار تقسیم گردید.

بر اساس نتایج حاصل از وزن‌دهی معیارهای مؤثر در سیل‌خیزی منطقه بر اساس مدل آنتروپی به ترتیب عامل سنگ‌شناسی، بارش و شیب بیشترین تأثیر در سیل‌خیزی منطقه دارند. هر چه میزان نفوذپذیری کمتر باشد، میزان رواناب بیشتر و سیل‌خیزی زیرحوضه شدت بیشتری پیدا می‌کند.

با توجه به اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر پتانسیل سیل‌خیزی که از تکنیک الکتره استخراج گردید، زیرحوضه گنجوان با بیشترین پتانسیل سیل‌خیزی، اولویت اول را در اجرای طرح‌های آبخیزداری به خود اختصاص داده است. دلیل بالا بودن خطر سیل‌خیزی این زیرحوضه، ساختار زمین‌شناسی منطقه است که در قسمت بالادست از سازند گچساران با نفوذپذیری کم و در قسمت پایین‌دست از سازندهای بسیار حساس به فرسایش رسوبات آبرفتی دوران

چهارم زمین‌شناسی پوشیده شده‌اند. مورفولوژی این رسوبات از دشت سرهای کم ارتفاع و رسوبات تراس رودخانه‌ای تشکیل شده است. با شروع بارش‌ها و جاری شدن سیل، پتانسیل سیل‌خیزی این منطقه به‌شدت بالا می‌رود. همچنین زیرحوضه سرتنگ بیجار در رتبه دوم جای گرفته است؛ که دلیل اصلی آن وجود تنوع در سازندهای زمین‌شناسی ازجمله سازندهای کژدمی و گچساران است که استعداد بالایی نسبت به سیل‌خیزی دارند.

روش مورداستفاده در این تحقیق می‌تواند روشی کاربردی در جهت مطالعه و اجرای عملیات آبخیزداری و مهار سیلاب در آبخیز موردمطالعه و مشابه این حوضه مورداستفاده قرار گیرد. با انجام عملیات آبخیزداری و مهار سیل در زیرحوضه‌های واقع در سطوح مذکور، مطابق با اولویت‌های تعیین شده توسط این روش، ضمن دسترسی به اهداف مطلوب می‌تواند تأثیر مستقیمی در جهت کاهش هزینه‌های اجرائی پروژه‌ها توسط ادارات و سازمان‌های مرتبط ازجمله اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان ایلام و شرکت آب منطقه‌ای استان ایلام داشته باشد.

کتابنامه

انتظاری، مژگان؛ جلیلیان، طاهره؛ ۱۳۹۸. اولویت‌بندی حوضه‌های آبخیز از نظر ریسک خطر وقوع زمین‌لغزش در استان کرمانشاه براساس مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ELECTRE-1، *نشریه هیدروژئومورفولوژی*. دوره ٦ . شماره ۱۸. صص ۱۹-۳۸.

https://20.1001.1.23833254.1398.6.18.2.1

بدری، بهرام؛ زارع بیدکی، رفعت؛ هنربخش، افشین؛ آتشخوار، فاطمه؛ ۱۳۹۵. اولویت‌بندی زیرحوضه‌های آبخیز بهشت‌آباد از نظر پتانسیل سیل‌خیزی. *نشریه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی (پژوهش‌های جغرافیایی)*. دوره ٤٨. شماره ۱. صص ١٤٣-١٥٨.

https://jphgr.ut.ac.ir/article_57032.html

بهرامی، سیدعلیرضا؛ اونق، مجید؛ فرازجو، حسن؛ ۱۳۹۰. نقش روندیابی رودخانه در شناسایی و اولویت‌بندی واحدهای هیدرولوژیک حوضه سد بوستان از نظر سیل‌خیزی و ارائه راهکارهای مدیریتی. *نشریه حفاظت منابع آب‌وخاک*. دوره ۱. شماره ۱. صص ۱۱-۲۷.

https://wsrcj.srbiau.ac.ir/article_1930.html

پرورش، الیاس؛ مهدوی، رسول؛ ملکیان، آرش؛ اسماعیل‌پور، یحیی؛ حلی ساز، ارشک؛ ۱۳۹۷. اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر پتانسیل سیل‌خیزی به کمک روش الکتره نوع ۳ و ضریب جریان سیلابی (مطالعه موردی زیر حوضه‌های آبخیز سرخون، بندرعباس). *نشریه خشک بوم*. دوره ۸ . شماره ۱. صص ۷۵-۸۷.

https://www.sid.ir/paper/398961/fa

ثقفیان، بهرام؛ فرازجو، حسن؛ ١٣٨٦. تعیین مناطق مولد سیل و اولویت‌بندی سیل‌خیزی واحدهای هیدرولوژیک حوضه سد گلستان. *مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*. دوره ۱. شماره ۱. صص ۱-۱۱.

https://www.sid.ir/paper/134831/fa

حلبیان، امیرحسین؛ عرب عامری، علیرضا؛ سلطانیان، محمود؛ ۱۳۹۱. انتخاب بهترین مکان برای احداث سد خاکی با استفاده از روش ELECTRE (مطالعه موردی: حوضه آبخیز شاهرود- بسطام). نشریه جغرافیایی *سرزمین*. دوره ۹ . شماره ۳٤. صص ۱۳۷-۱۲۵.

https://sarzamin.srbiau.ac.ir/article_5531.html

خدابخشی، بهناز؛ جعفری، حمیدرضا؛ ۱۳۸۹. بررسی کاربرد مدل دسته‌بندی چندمعیاره Electre-TRI در تعیین اهمیت آثار محیط زیستی (مطالعه موردی: ارزیابی آثار محیط زیستی طرح سد و شبکه آبیاری-زهکشی اردبیل). *نشریه پژوهش‌های محیط‌زیست*. دوره ۱. شماره ۲. صص ۳۱-٤۲.

http://www.iraneiap.ir/article_13064.html

خیاط خلقی، مجید؛ ۱۳۸۱. کاربرد روش MCDM در اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها به‌منظور کنترل سازه‌ای سیلاب. *نشریه منابع طبیعی ایران*. دوره ٥٥. شماره ٤. صص ٤۷۹-٤۹۰.

https://ijnr.ut.ac.ir/article_13063.html

رحمتی، امید؛ طهماسبی پور، ناصر؛ پورقاسمی، حمیدرضا؛ ۱۳۹٤. اولویت‌بندی سیل‌خیزی زیرحوضه‌های آبخیز استان گلستان براساس آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری. *نشریه اکوهیدرولوژی*. دوره ۲. شماره ۲. صص ۱۵۱-۱٦۱.

https://10.22059/IJE.2015.56241

روغنی، محمد؛ طباطبایی، سیدمحمودرضا؛ غفوری، عبدالمحمد؛ نمکی؛ سیدمحمد؛ ۱۳۸۷. اولویت‌بندی عملیات کنترل سیلاب از طریق به‌کارگیری شاخص مکانی سیل حوضه. *مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*. دوره ۲. شماره ۳. صص ٤۳-۵۲.

https://www.sid.ir/paper/134820/fa

سدیدی، جواد؛ حیدریان، پیمان؛ عزیزی قلاتی، سارا؛ باعقیده، محمد؛ عبدالملکی، سپیده؛ ۱۳۹٦. روش ترکیبی ELECTRE-FAHP برای ارزیابی تناسب اراضی با رویکرد مکان‌یابی دفن پسماند در شهر اهواز. *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*. دوره ۲۸ . شماره ۱ (پیاپی ٦۵). صص ۹۹-۱۱۲.

https://10.22108/GEP.2017.97757.0

سیدمحمدی، جواد؛ جعفرزاده، علی‌اصغر، سرمدیان، فریدون؛ شهبازی، فرزین؛ قربانی، محمدعلی؛ ۱۳۹۷. کاربرد روش‌های ELECTRE TRI و پارامتریک در ارزیابی تناسب بخشی از اراضی دشت مغان برای کشت ذرت تحت آبیاری بارانی. *نشریه دانش آب‌وخاک (دانش کشاورزی)*. دوره ۲۸. شماره ۲. صص ۱۲۱-۱۳۷.

https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article_7839.html

شعبانی بازنشین، آرمان؛عمادی، علیرضا؛ فضل اولی، رامین؛ ۱۳۹۵. بررسی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌های آبخیز و تعیین مناطق مولد سیل (حوضه آبخیز نکا). *پژوهشنامه مدیریت حوضه آبخیز*. دوره ۷. شماره ۱٤. صص ۲۰-۲۸.

https://10.29252/jwmr.7.14.28

شماعی، علی؛ تابعی، نادر؛ حمیدی، محمدسعید؛ ۱۳۹۳. به‌کارگیری روش تحلیل تصمیم‌گیری چندمتغیره (الکتر) در رتبه‌بندی مناطق شهر اهواز. *نشریه برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. دوره ۱۸. شماره ۱ (پیاپی ۸۳). صص ۲۵-۵۲.

https://hsmsp.modares.ac.ir/article-21-9596-fa.html

عطایی، محمد؛ ۱۳۸۷. انتخاب محل مناسب برای احداث کارخانه آلومینا- سیمان با استفاده از روش الکتر. *نشریه بین‌المللی علوم مهندسی*. دوره ۱۹. دوره ۱۹. شماره ۹. صص ۵۵-۶۳.

https://ajsr.aut.ac.ir/article_2236.html

فرجی سبکبار، حسنعلی؛ وزین، نرگس؛ سجاسی قیداری، حمداله؛ ۱۳۹۳. تبیین نابرابری فضایی سطح سلامت با استفاده از مدل تصمیم‌گیری الکتره (مطالعه موردی: شهرستان‌های استان خراسان رضوی). *نشریه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*. دوره ۱۲. شماره ۲۲. صص ۸۳-۱۰۳.

https://10.22067/GEOGRAPHY.V12I22.13709

محمدی، علی‌اصغر؛ احمدی، حسن؛ ۱۳۹۰. اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها جهت ارائه برنامه‌های احیائی آبخیزداری (مطالعه موردی: حوضه آبخیز معروف). *نشریه جغرافیایی سرزمین*. دوره ۸ شماره ۲۹. صص ۶۹-۷۷.

https://sarzamin.srbiau.ac.ir/article_5364.html

مددی، عقیل؛ پیروزی، الناز؛ شکرزاده فرد، الهام؛ ۱۳۹۷. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه‌ی آبخیز آق لاقان چای، با استفاده از مدل ELECTRE. *نشریه فضای جغرافیایی*. دوره ۱۸ . شماره ٦٤. صص ۱۹۹-۱۷۷.

http://geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-1-2048-fa.html

ملماسی، سعید؛ ارجمندی، رضا؛ نزاکتی، رؤیا؛ اله داد، زهرا؛ ۱۳۹۵. استفاده از روش ELECTRE در ارزیابی ریسک زیست‌محیطی پروژه‌های سدسازی. *نشریه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*. دوره ۱۸. شماره ٤ (مسلسل ۷۱). صص ۵۷-۷۲.

https://jest.srbiau.ac.ir/article_9956.html

Frank, E., Ramsbottom, D., Avanzi, A., 2016. Flood risk assessment and prioritisation of measures: Two key tools in the development of a national programme of flood risk management measures in Moldova, *International Journal of Safety and Security Engineering* ,6(3):475-484.https://10.2495/SAFE-V6-N3-475-484/003

Gourbesville, Ph., Vargas, R., 2014. Deterministic Hydrological Model for Flood Risk Assessment of Mexico City, *11th International Conference on Hydroinformatics HIC*, At: New York City, USA.

Ong, M.CH., Leong, Y. T., Wan, Y. K., Leng Chew, I. M., 2021. Multi-objective Optimization of Integrated Water System by FUCOM-VIKOR Approach, *Process Integration and Optimization for Sustainability*, volume 5, pages43–62. https://10.1007/s41660-020-00146-3

Roy, B., 1990. The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods, in: Bana, C., Costa, A, Reading in multiple criteria decision aid, *Springer-Verlag*: Beling, pp 155-166. https://10.1007/978-3-642-75935-2_8

Roy, B., 1991. The outranking approach and the foundation of ELECTRE Methods, *Theory and Decision*, 31 (1): 49-73. https://10.1007/BF00134132

Scorzini, A. R., Leopardi, M., 2017. River basin planning: from qualitative to quantitative flood risk assessment: the case of Abruzzo Region (central Italy), *Natural Hazards*, 88(1):1-23. https://10.1007/s11069-017-2857-8

Wenchao, Qi., Chao, Ma., Hongshi, Xu., Zifan, Ch., Kai, Z., Hao, Han., 2021. A review on applications of urban flood models in flood mitigation strategies, *Natural Hazards*, volume 108, pages31–62. https://10.1007/s11069-021-04715-8

Yu, X., Lu, Y., Cai, M., 2018. Evaluating agro-meteorological disaster of China based on differential evolution algorithm and VIKOR, *Natural Hazards*, volume 94, pages671–687. https://10.1007/s11069-018-3412-y

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی