دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی آسیب‌پذیری حوزه آبخیز تجن از نظر سیلاب با استفاده از روش BWM

محمدتقی آوند[۱]، حمیدرضا مرادی[۲] و مهدی رمضان‌زاده لسبوئی[۳]

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، (نویسنده مسوول: hrmoradi@modares.ac.ir)
۳- دانشیار گروه مدیریت جهانگردی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۱
صفحه: ۱۰ تا ۲۰

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: سیلاب یکی از مهمترین بلای طبیعی بوده که بیشترین خسارت را به بخش‌های زیرساختی وارد می‌کند و تا حد زیادی بر فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی افراد تاثیر می‌گذارد. از وقوع این پدیده نمی‌توان جلوگیری کرد ولی با انجام اقداماتی می‌توان اثرات ناشی از آن را تا حدّ زیادی کاهش داد. یکی از روش‌های مدیریتی برای کاهش خسارت ناشی از سیلاب، شناسایی مناطق آسیب‌پذیر می‌باشد. هدف از این پژوهش تعیین مناطق آسیب‌پذیر حوزه آبخیز تجن با استفاده از یک رویکرد جدید می‌باشد.

مواد و روش‌ها: از این رو، در این پژوهش با هدف شناسایی مناطق آسیب‌پذیر از سیلاب در چهار بعد اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی، ساختاری-فیزیکی و سیاست‌گذاری-نهادی از "روش بهترین بدترین (BWM)" که مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی است، برای وزن‌دهی شاخص‌هااستفاده شد.به منظور رتبه‌دهی معیارها، آزمون فریدمن بکار گرفته شد. جامعه آماری تحقیق، روستاهای در معرض خطر سیل در حوزه آبخیز تجن در استان مازندران می‌باشند. برای این کار ۲۰۸ پرسشنامه به صورت تصادفی توسط ساکنین ۴۰ روستا تکمیل گردید. برای انجام تحقیق حاضر به منظور تجزیه تحلیل پرسشنامه‌ها و اجرای روش BWM به ترتیب از نرم افزار SPSS16 و مدل بهینه‌سازی Lingo18 استفاده شده است.

یافته‌ها: نتایج آزمون آماری فریدمن نشان داد که از نظر پاسخگویان تفاوت معناداری (Sig = 0.00) بین معیارهای مورد بررسی در این پژوهش وجود دارد و معیار اقتصادی با رتبه ۲/۸۵ دارای بالاترین اهمیت نسبت به سه معیار دیگر می‌باشد. همچنین نتایج وزن‌دهی شاخص‌ها با استفاده از روش BWM که مبتنی بر ارجحیت بهترین و بدترین می‌باشند نیز نشان داد که در بعد اقتصادی شاخص وابستگی به درآمد کشاورزی (۰/۲۸۴)، در بعد ساختاری-فیزیکی شاخص وجود راه‌های ارتباطی (جاده و پل) مناسب (۰/۲۴۳)، در بعد سیاست‌گذاری نیز شاخص تخریب منابع طبیعی (۰/۳۷۹) و در بعد اجتماعی-فرهنگی شاخص دسترسی به مراکز بهداشتی و درمانی (۰/۳۹۱) دارای بالاترین وزن بوده و از لحاظ پاسخگویان تاثیر زیادی در آسیب‌پذیری ساکنین به سیلاب دارد. همچنین، در این پژوهش مقدار شاخص ناسازگاری نیز کمتر از ۰/۱ بوده است که نشان دهنده دقت خوب مدل BWM در وزن‌دهی شاخص‌های آسیب‌پذیری می‌باشد.

نتیجه‌گیری: به منظور کاهش هزینه‌ها و نیز کاهش پیچیدگی ناشی از تعداد زیاد معیار و زیرمعیار موثر بر آسیب‌پذیری یک منطقه به سیلاب استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره جدید مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی تاکید می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی خطی، حوزه آبخیز تجن، خطر سیل، روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، مدیریت سیلاب

مقدمه

بلایای طبیعی دردهه‌های اخیر روند رو به افزایشی داشته و خسارت گسترده‌ای به زندگی و دارایی افراد وارد کرده است. یکی از راهکارهای مهم برای مقابله و کاهش میزان آسیب و تعداد تلفات ناشی از بلایای طبیعی، مدیریت ریسک می‌باشد. اغلب جوامع موجود در مناطق شهری و حوزه‌های آبخیزدر برابر عوارض بلایای طبیعی آسیب‌پذیر هستند ولی میزان این آسیب‌پذیری در مناطق مختلف یک حوضه متفاوت است. مخاطرات طبیعی اغلب تأثیرات مخربی بر سکونتگاه‌های انسانی دارد و تلفات سنگین جانی و مالی بر ساکنان آن وارد می‌سازد (۱۰). مناطق روستایی موجود در حوزه‌های آبخیز از ارکان مهم فضاهای سکونتگاهی در بستر طبیعت می‌باشند. مقدار آسیب‌پذیری اینمناطقدر مقابل مخاطرات طبیعی به دلایلی از قبیل زیرساخت‌های نامناسب، نابرابری‌های اجتماعی- اقتصادی و سیاستگذاری‌های نادرست، با رشد فزاینده‌ای روبرو است (۱۱،۳،۲۹). سیلاب یکی از مهمترین بلای طبیعی بوده که بیشترین خسارت را به بخش‌های کشاورزی، مسکن، شیلات و زیرساختی وارد می‌کند و تا حد زیادی بر فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی افراد تاثیر می‌گذارد (۲۴،۳،۳۰). از گذشته دور تا الان انتخاب مکان مناسب سکونتگاه پیوسته با عوامل مکانی در ارتباط بوده است (۶). یکی از این عوامل در طول دهه‌های اخیر، دوری از خطر سیل بوده است. افزایش جمعیت و به دنبال آن کمبود مکان مناسب برای ساخت و ساز باعث ایجاد تغییرات شدیدی در مورفولوژی حوزه‌های آبخیز و مناطق شهری شده است (۵). وارد شدن به حریم رودخانه‌ها و آبراهه‌ها، الگوی زهکشی و جاری شدن جریان‌های بیش از ظرفیت، آبراهه‌ها را دچار اختلال می‌کند. به‌این ترتیب، جریانات سیلابی وارد مناطق اطراف رودخانه می‌شود (۲۵،۱۸). بر اساس مطالعات انجام شده، گسترش شهرها در حوزه‌های آبخیز سبب افزایش سطوح نفوذناپذیر، افزایش حجم رواناب و سیلاب، افزایش دبی حداکثر لحظه‌ای، کاهش زمان تمرکز و تغییر کیفیت سیلاب می‌شود (۴). برای کاهش و جلوگیری از آسیب‌های سیل، مدیریت سیلاب و نیز ریسک سیلاز عوامل کلیدی می‌باشند (۹،۱۷). منظور از مدیریت ریسک سیلاب در واقع شناسایی و اطلاع رسانی نگرانی‌های مربوط به سیلاب با درنظرگرفتن ابعاد اقتصادی و اجتماعی- فرهنگیو محیطزیستی می‌باشد که تحت تأثیر سیلاب قرار دارند (۲۳). آسیب‌پذیری سیلاب به چگونگی آسیب دیدن افراد، املاک و سایر عناصر در مقابل سیل اشاره دارد. میزان حساسیت هر کدام از این عناصر، به آمادگی آنها در برابر سیلاب و نیز توانایی آنها برای مقابله با این رویداد بستگی دارد (۹،۲). در سال‌های اخیر روش‌ها و رویکردهای متنوعی برای بررسی آسیب‌پذیری مناطق شهری و روستایی مورد استفاده قرار گرفته (۷،۲۰،۲۵،۳۰،۸)، که در ادامه به چند مورد از این مطالعات اشاره می‌شود. نصیری و همکاران (۲۱) از ۲۵ شاخص به منظور ارزیابی آسیب‌پذیری و شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در مناطق

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.21.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.10]

مختلف کوالالامپور استفاده کردند. این شاخص‌هادر رابطه با ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و فیزیکی طراحی شده بودند. از شاخص آسیب‌پذیری سیل منطقه (DFVI) به منظور به تصویر کشیدن واقعیت سیل مناطق شهری استفاده گردید. همچنین از روش دلفی و AHP به منظور استخراج شاخص‌های مهم و نیز ساخت معادلات DFVI استفاده شد. نتایج نشان‌دهنده آسیب‌پذیری شاخص‌های مختلف در ابعاد مورد بررسی بود. مطالعه‌ای با هدف ترسیم مناطق احتمالی سیل و آسیب‌پذیری حوضه رودخانه اوگون[1]، نیجریه با استفاده از یک روش جامع تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر GIS انجام شد. عوامل ایجاد کننده سیل به‌عنوان ورودی برای تجزیه و تحلیل چندمعیاره با استفاده از یک فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) و همپوشانی وزنی در ArcGIS برای تولید مناطق احتمالی سیل مورد استفاده قرار گرفت. نقشه خطر سیل به همراه داده‌های جمعیتی برای شناسایی مناطق دارای افراد و دارایی‌های آسیب‌پذیر، همپوشانی شد. نتایج نشان‌دهنده میزان آسیب‌پذیری مختلف مردم در مقابل سیل می‌باشد (۱۸). قهرودی تالی و همکاران (۱۶)، به‌منظور بررسی آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب شهری در مناطق درکه تا کن در استان تهران اقدام به تهیه و وزن‌دهی معیارهای موثر بر سیلاب با استفاده از توابع فازی کردند. برای تشخیص نقش عوامل موثر از روش‌های تهیه نیمرخ آبی و هیدروگراف استفاده کردند و ضرایب اهمیت را نیز با استفاده از تحلیل شبکه عصبی چندلایه MLP[2] استخراج کردند. نتایج نشان دهنده افزایش آسیب‌پذیری در خارج از شهر و اطراف مسیل‌ها می‌باشد. نتایج مطالعات آسیب‌پذیری در نواحی شمال غرب تهران که حوضه‌های درکه تا کن در بالادست آن قرار دارند و مناطق شهری ۲ و ۵ را شامل می‌شود نشان داد که ترکیبی از عوامل بالادست و شهری در تشدید آسیب‌پذیری موثر می‌باشند. همچنین فاکتورهای بافت فرسوده، شیب و ضریب انحنا در تعیین میزان آسیب‌پذیری نواحی شهری دخیل هستند. پژوهشی با هدف ارزیابی آسیب‌پذیری سیل با استفاده از روش MOVE در مناطق مستعد سیل در پیشاور پاکستان انجام شد. برای انجام این پژوهش از ۲۱۰ خانوار در ۷ سایت منتخب با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و پرسشنامه‌های ساختاری استفاده شد. نتایج نشان داد که آسیب‌پذیری کلی سایت‌های مورد مطالعه بسیار زیاد بود. جوامع انعطاف‌پذیری کم در برابر سیلاب دارند و عوامل حساسیت و قرار گرفتن در معرض به شدت تحت تاثیر آسیب‌پذیری قرار دارد (۱۷). در پژوهش نیاستی و همکاران (۲۲) به منظور بررسی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها در نواحی روستایی شهر فراغی و شرق استان گلستان اقدام به تکمیل و تحلیل ۱۸۵ پرسشنامه کردند. برای مقایسه آسیب‌پذیری در دو نمونه از آزمون t نمونه‌های مستقل استفاده شد. از نرم‌افزار GIS نیز به منظور پیش‌بینی مناطق دارای پتانسیل خسارت و بحران در این منطقه پرداخته شد. نتایج نشان‌دهنده افزایش آسیب‌پذیری شهر فراغی در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و کاهش میزان آسیب‌پذیری کالبدی- محیطی آن نسبت به سه روستای چاتال، قپان علیا و سفلا می‌باشد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد بازسازی پس از سیل ۱۳۸۴ استان گلستان نه تنها در کاهش میزان آسیب‌پذیری شهر فراغی نسبت به سه روستای مورد بررسی، موفق نبوده بلکه بر روند رو به رشد آسیب‌پذیری آن نیز مؤثر بوده است. محمدی استادکلایه و همکاران (۱۹) پژوهشی را به منظور تبیین تاثیر الگوهای اسکان مجدد بر توسعه پایدار روستاهای سیل‌زده شرق استان گلستان انجام دادند. در این پژوهش، اثرات معیارهای اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و محیطی بر توسعه پایدار بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که توسعه پایدار منوط به پایداری در تمامی ابعاد موردبررسی می‌باشد. عبدی و همکاران (۱) در پژوهشی با هدف ارزیابی یکپارچه آسیب‌پذیری، تاب‌آوری و ریسک‌پذیری فضایی در برابر سیلاب در شهر ساری شاخص‌های ارزیابی را تعیین و محاسبه کردند. برای این منظور آنها از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نیز به منظور توزیع مکانی شاخص‌های استفاده کردند. نتایج بررسی آنها نشان داد که بیش از ۶۰۰ هکتار از مناطق شهری ساری پتانسیل آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا و بیش از ۸۰۰ هکتار از مساحت شهر ساری دارای تاب‌آوری بالا و بسیار بالا می‌باشد. آنها با ادغام نقشه‌های آسیب‌پذیری و تاب‌آوری، مشخص کردند که حدود ۶۰۰ هکتار از شهر ساری دارای ریسک‌پذیری بالا و بسیار بالا در برابر سیل می‌باشد. رجبی و همکاران (۲۵) از روش AHP[3] به منظور پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مخاطرات طبیعی و ژئومورفولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان سقز استفاده کردند. همچنین از نرم‌افزار GIS لایه‌های نهایی پهنه‌بندی خطر زلزله و سیل تهیه کردند. نتایج نشان داد از مجموع کل روستاهای موجود در شهرستان سقز ۱۴۵ روستا در پهنه با خطر نسبتاً بالا و ۱۳۵ روستا در پهنه با خطر نسبتاً متوسط زلزله قرار دارند. همچنین پهنه‌بندی روستاها بر اساس احتمال وقوع زمین لرزه نشان داد ۲۴۰روستا در پهنه با احتمال وقوع کم و ۴۰ روستا نیز درپهنه با احتمال وقوع متوسط قرار دارند، سایر روستاها در پهنه با احتمال ضعیف خطر وقوع زلزله قرار دارند. نتایج مرور منابع نشان داد که به دلیل افزایش مخاطرات طبیعی به ویژه سیلاب و اثرات این پدیده بر مسائل اقتصادی و اجتماعی یک منطقه، مدیریت صحیح آن ضروری می‌باشد. مناطق شمالی کشور ایران به دلیل شرایط خاص آب و هوایی و نیز تغییرات کاربری شدید اراضی در سال‌های اخیر شاهد وقوع سیلاب‌های شدیدی بوده است. یکی از حوضه‌های سیل‌خیز شمال کشور حوزه آبخیز تجن در استان مازندران می‌باشد، که هر ساله شاهد سیلاب‌های شدید و تخریب کننده می‌باشد. بنابراین هدف از این پژوهش توجه جامع به مسائل اقتصادی، اجتماعی، زیرساختی و سیاست‌گذاری حوزه آبخیز تجن به منظور مدیریت بهتر مناطق آسیب‌پذیر و افزایش تاب‌آوری آنها در مقابل سیلاب می‌باشد. بنابراین در این پژوهش برای اولین بار از یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره جدید مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی (BWM[4]) برای بررسی آسیب‌پذیری حوزه آبخیز تجن به سیل استفاده شده است.

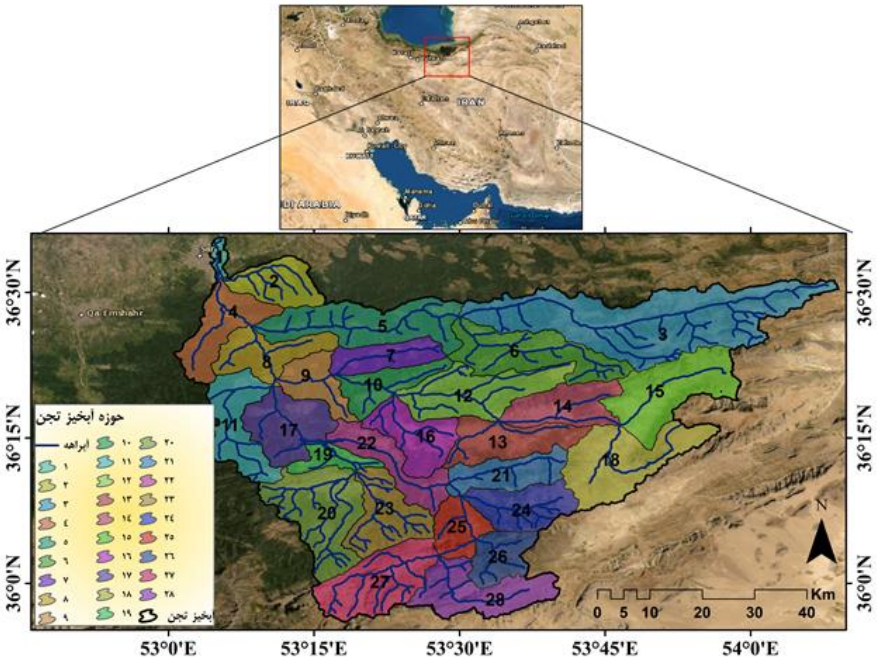
1- Ogun 2- Multilayer perceptron 3- Analytic hierarchy process 4- Best Worst Method

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.21.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.10]

مواد و روش‌ها

توصیف منطقه مورد مطالعه

آبخیز تجن با وسعت ۴۰۰۰ کیلومتر مربع، در جنوب شهرستان ساری استان مازندران قرار دارد. این حوضه توسط کوه‌های البرز در جنوب و دریای خزر در شمال احاطه شده است. از لحاظ جغرافیایی حوضه تجن بین عرض جغرافیایی ´۰۹ °۳۶ تا ´۲۹ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ´۰۵ °۵۳ تا ´۱۸ °۵۳ شرقی قرار دارد.میانگین سالانه دما در این منطقه حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد و با آب و هوای گرم و مرطوب می‌باشد. همچنین مقدار میانگین بارش سالانه این منطقه ۸۳۲ میلی متر است (۲۵). پست‌ترین بخش منطقه مورد مطالعه ۲- متر بوده که در خروجی آبخیز (ایستگاه کردخیل) قرار دارد و بالاترین ارتفاع آن ۳۷۱۸ متر از سطح دریا است که در ارتفاعات کوه‌های البرز می‌باشد (شکل ۱). این منطقه از ۵ دهستان و ۷۷ آبادی تشکیل شده است که این مناطق اکثراً تیپ کوهستانی دارند. کاربری‌های غالب موجود در این منطقه شامل: جنگل، مرتع، کشاورزی، باغ و مسکونی می‌باشد. بیشترین مساحت این آبخیز به کاربری جنگل اختصاص دارد. مهمترین کشت آبی منطقه مورد مطالعه کشت برنج می‌باشد که به دلیل مجاورت به رودخانه تجن هر ساله دچار خسارت‌های زیادی می‌شوند. در مناطق با ارتفاعات بالاتر کشت دیم توسعه بیشتری دارد. مهم‌ترین شاخه‌های اصلی رودخانه تجن شامل چهاردانگه، دودانگه، لاجیم و زارم رود می‌باشد.



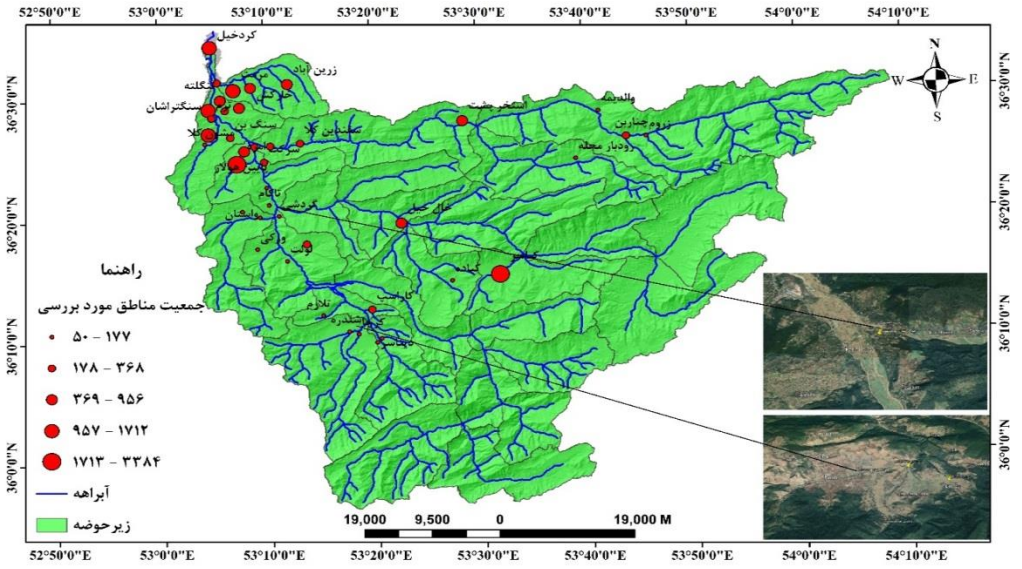
شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز مورد مطالعه در استان مازندران، کشور ایران
Figure 1. Location of the studied watershed in Mazandaran province, Iran

تهیه و آماده‌سازی داده‌ها

پژوهش حاضر کاربردی، از نوع پیمایشی و به شیوه توصیفی- تحلیلی انجام شده است. فرضیه‌های این پژوهش حاصل مطالعات کتابخانه‌ای و به ویژه بررسی‌های میدانی می‌باشد. معیارها و شاخص‌های تاثیرگذار در آسیب‌پذیری یک جامعه از سیلاب با استفاده از مطالعات پیشین (۱،۷،۱۷) و نیز نظرات کارشناسی خبرگان انتخاب شدند. در این پژوهش چهار بعد اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی، زیرساختی-فیزیکی و سیاست‌گذاری-نهادی و ۴۰ شاخص (سوال) در نظر گرفته شد. هر یک ازابعاد اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، زیرساختی-فیزیکی و سیاست‌گذاری-نهادی به ترتیب دارای ۱۰، ۹، ۱۳ و ۸ شاخص می‌باشند. به منظور تعیین توانایی شاخص تهیه شده در ارزیابی آسیب‌پذیری، اقدام به بررسی روایی (توانایی شاخص‌ها در بررسی پدیده آسیب‌پذیری) پرسشنامه به وسیله کارشناسان و خبرگان شد. بعد از بررسی روایی پرسشنامه اقدام به تکمیل پرسشنامه در منطقه مورد مطالعه گردید. جامعه آماری مورد بررسی در این پژوهش جوامع روستایی و در معرض خطر سیل حوزه آبخیز تجن بوده است. با استفاده از فرمول کوکران در سطح خطای ۰/۰۵ اقدام به محاسبه حجم نمونه مورد نیاز برای بررسی این پژوهش شد. خروجی معادله کوکران، حجم ۳۱۵ نمونه را تعیین نمود. با توجه به اینکه حوضه تجن در دامنه شمالی البرز قرار دارد و دارای شرایط آب و هوای مساعدی است، اغلب خانه‌هایی که در این منطقه وجود دارند ویلایی و یا به اصطلاح اهالی خوش‌نشین هستند که فقط در مواقع خاصی از سال در این مناطق اسکان دارند (منبع: بررسی میدانی). بنابراین جمعیت وارد شده به فرمول کوکران، دارای مقدار بیشتری نسبت به جمعیت دائمی موجود در حوزه آبخیز مورد مطالعه است. به همین دلیل با تمام تلاشی که برای تکمیل پرسشنامه‌ها شد، تنها ۲۰۸ پرسشنامه توسط ساکنین این مناطق تکمیل گردید. این ۲۰۸ خانوار نیز بر اساس نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شدند. شاخص‌های این پرسشنامه توسط مرورمنابع (۱،۱۷،۲۲) و نظر متخصصان تهیه شدند

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.21.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.10]

(جدول ۱). انتخاب روستاهای مورد بررسی در این پژوهش، بر اساس وجود عامل خطر (سیل) و نیز وجود جمعیت و یا تاسیسات قابل توجه در روستا و منطقه مورد نظر بود. بنابراین در پژوهش حاضر ۴۰ روستا در ۱۳ زیرحوضه از حوزه آبخیز تجن که دارای عامل خطر و نیز جمعیت و یا تاسیسات قابل توجه بودند شناسایی و آسیب‌پذیری آنها مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۲ موقعیت روستاهای مورد بررسی را نشان می‌دهد.



شکل ۲- موقعیت روستاهای مورد بررسی در حوزه آبخیز تجن
Figure 2. Location of the studied areas in Tajan watershed

جدول ۱- شاخص‌های مورد استفاده در این پژوهش
Table 1. Indicators used in this research

معیار / شاخص	اقتصادی	زیرساختی-فیزیکی	سیاست‌گذاری-نهادی	اجتماعی-فرهنگی
۱	تنوع شغلی در منطقه (Q1)	قرار داشتن تاسیسات در معرض خطر (Q11)	حمایت مسئولین اجرایی از طرح‌های مربوط به بلایای طبیعی (Q24)	انجام برنامه‌های آموزشی توسط شوراها و دهیاران (Q32)
۲	تاثیر کاهش تنوع شغلی (Q2)	نزدیکی املاک و افراد به عوامل محرک (سیل) (Q12)	میزان موفقیت سازمان‌ها و نهادها در کاهش خطر (Q25)	همکاری با دولت در مواقع اضطراری (Q33)
۳	از دست دادن مسکن (Q3)	دسترسی به مدارس و بیمارستان‌ها در مواقع اضطراری (Q13)	میزان پیروی از مقرارت (Q26)	حمایت شوراها و دهیاران از جوامع آسیب‌پذیر (Q34)
۴	از دست دادن شغل (Q4)	قابلیت تبدیل شدن مدارس و دیگر زیرساخت‌ها به عنوان پناهگاه (Q14)	تخریب منابع طبیعی (Q27)	تمایل به زندگی در محل فعلی در صورت وقوع سیل (Q35)
۵	وجود خدمات بیمه‌ای در زمان وقوع سیل (Q5)	انجام عملیات لایروبی رودخانهدر نزدیکی محل زندگی (Q15)	تعامل میان مدیران و ساکنین (Q28)	استفاده از تسهیلات بیمه (Q36)
۶	مشارکت زنان در کار (Q6)	پیروی از مقرارت کاهش خطرپذیری (Q16)	وجود قوانین شفاف در موردحریم‌ها (Q29)	رضایت از عملکرد بیمه (Q37)
۷	استفاده از تسهیلات بانکی (Q7)	قوانین جریمه در حریم رودخانه (Q17)	دانش مدیران محلی (Q30)	دسترسی به خدمات بهداشتی (Q38)
۸	درآمد حاصل ازگردشگری (Q8)	ممنوعیت تخریب منابع طبیعی (Q18)	عملکرد مدیران محلی در مواقع اضطراری (Q31)	دانش افراد محلی در مورد سیل (Q39)
۹	میزان وابستگی اقتصادی به کشاورزی (Q9)	وجود امکانات ارتباطی (جاده و پل) (Q19)		میزان اهمیت کلاس‌های آموزشی مقابله با سیلاب (Q40)
۱۰	رضایت از آینده شغلی (Q10)	هشدار وقوع سیلتوسط مسئولین (Q20)		
۱۱		دسترسی به ارتباطات (تلفن و اینترنت) (Q21)		
۱۲		دسترسی به مکان امن(Q22)		
۱۳		اقدامات حفاظتی در حاشیه رودخانه(Q23)		

مدل و روش‌های مورد استفاده

روش بهترین- بدترین (BWM)

بررسی مطالعات قبلی نشان داد که ارزیابی آسیب‌پذیری یک مفهوم چندمعیاره است. بنابراین برای ارزیابی ارتباط معیارهای مختلف، می‌توان از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM[1]) استفاده کرد. به طور کلی در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره، تصمیم‌گیر با یک ماتریس تصمیم‌گیری مواجه است که با این ماتریس a1, a2, …, am گزینه بر اساس معیارهای c1, c2, …, cn ارزیابی شده و بهترین گزینه تعیین و معرفی می‌گردد. هدف انتخاب بهترین گزینه و تعیین گزینه با بهترین ارزش کلی Di است. اگر وزن گزینه Wj

1- Multi-criteria decision-making method

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.21.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.10]

(Wj>= 0, Wj = 1) به معیار Cj اختصاص یابد می‌توان از یک تابع به صورت رابطه ۱، ارزش گزینه Di را به دست آورد:

$$Di = \sum_{\neq 0}^{n} Wj * Pij \qquad (۱)$$

در این رابطه D_i: ارزش گزینه i، W_j: وزن گزینه j، P: شاخص یا گزینه i می‌باشد. یکی از مهمترین اقدامات در روش‌های MCDM تعیین وزن (W) معیارها است. قدیمی‌ترین روش تعیین وزن، انجام مقایسات زوجی بین معیارها می‌باشد. در دهه‌های گذشته روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره متعددی مورد استفاده قرار گرفته‌اند که هر کدام از آنها دارای معایب و مزایایی می‌باشند. در سال‌های اخیر، روش‌های جدیدتری نیز توسعه یافته‌اند که دارای مزیت‌های بیشتری نسبت به روش‌های قبلی هستند. روش بهترین-بدترین (BWM) از جمله این روش‌ها می‌باشد. این روش در سال ۲۰۱۵ توسط رضایی بر اساس مفهوم ریاضی سازگاری معرفی شد (۲۷). در این روش، مقایسات زوجی صورت پذیرفته با بهترین گزینه و بدترین گزینه، قیاس‌های مرجع بوده و سایر قیاس‌ها، قیاس ثانویه است که نقش مهمی ندارند. پایه و اساس روش BWM مقایسات زوجی مرجع است. از آنجایی که این روش بر انجام مقایسات مرجع تاکید دارد، مقایسات زوجی کمتری انجام می‌شود. بنابراین، نتایج قابل اطمینان‌تری با ایجاد سازگاری بیشتر نسبت به روش AHP ایجاد می‌کند. گام‌های انجام این روش در ادامه ارائه می‌شود.

گام‌های حل مسئله با روش BWM

۱- تعیین معیارهای تصمیم‌گیری ۲- تعیین بهترین و بدترین معیار ۳- انجام مقایسات زوجی بین بهترین معیار و سایر معیارها است. در این گام ارجحیت بهترین معیار نسبت به معیارهای دیگر با استفاده از اعداد ۱ تا ۹ تعیین و ماتریس BTO تهیه می‌شود. a_{bj} نشان‌دهنده اهمیت بهترین معیار (B) نسبت به معیار j است (a_{bb}=1).۴- انجام مقایسه زوجی بین سایر معیارها و بدترین معیار، در این مرحله ارجحیت سایر معیارها نسبت به بدترین معیار با استفاده از اعداد ۱ تا ۹ تعیین و ماتریس OTW تشکیل می‌گردد. a_{jw}: نشان‌دهنده اهمیت و ارجحیت معیار j نسبت به بدترین معیار w است (a_{ww}=1).

۵- تعیین وزن بهینه، وزن بهینه در جایی است که بیشینه قدرمطلق برای همه jها کمینه شده باشد (روابط ۲ تا ۶).

$$\text{Min max}\, j \left(\left|\frac{WB}{Wj} - aBj\right|.\left|\frac{Wj}{Ww} - ajw\right|\right) \qquad (۲)$$

$$\sum_j^n Wj = 1 \quad Wj \geq 0 \; for\; all\; j \qquad (۳)$$

به عبارت دیگر:

$$\left|\frac{WB}{Wj} - aBj\right| \leq \varepsilon \qquad MIN\ \varepsilon \qquad (۴)$$

$$\left|\frac{Wj}{Ww} - ajw\right| \leq \varepsilon \qquad (۵)$$

$$\sum_j^n Wj = 1 \qquad (۶)$$

در این معادلات، WB: وزن بهترین معیار، Wj: وزن معیاری که با بهترین معیار مقایسه می‌شود، Ww: وزن بدترین معیار را نشان می‌دهد. برای اجرای این مدل ابتدا مهمترین معیار و شاخص‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری مختلف از قبیل آزمون فریدمن تهیه شد. سپس دیگر معیارها نسبت به مهمترین معیار مورد مقایسه قرار گرفت و وزن آنها مشخص شد. همچنین به‌منظور وزن‌دهی شاخص‌ها نیز مهمترین شاخص در هر بعد انتخاب و دیگر معیارها نیز نسبت به آن مورد مقایسه قرار گرفتند. بعد از مقایسه شاخص‌ها با مهمترین شاخص در هر بعد، این شاخص‌ها با بدترین شاخص نیز مورد مقایسه قرار گرفتند و وزن آنها نیز تعیین گردید (۲۶). برای انجام این روش از نرم‌افزارهای Excel و نرم‌افزار بهینه‌سازی ریاضی Lingo نسخه ۱۸و نرم‌افزار آماری SPSS16 استفاده شد.همچنین در این روش به منظور به دست آوردن ضریب ناسازگاری از ضریب ε استفاده می‌شود. فرمول محاسبه ضریب ناسازگاریبر اساس رابطه ۷ می‌باشد:

$$CR = \frac{\varepsilon}{CI} \qquad (۷)$$

در این معادله CI شاخص سازگاری، CR ضریب ناسازگاری و ε ضریبی برای تعین ضریب ناسازگاری می‌باشد که بر اساس ارجحیت بهترین معیار نسبت به بدترین معیار و بر اساس جدول ۲ محاسبه می‌گردد (۲۷).

جدول ۲- محاسبه ضریب ناسازگاری

Table 2. Calculate the incompatibility coefficient

a_{BW}^*	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
شاخص سازگاری	۰/۰۰	۰/۴۴	۱	۱/۶۳	۲/۳۰	۳	۳/۷۳	۴/۴۷	۵/۲۳

*: میزان ارجحیت بهترین معیار نسبت به بدترین معیار

آزمون فریدمن[1]

آزمون فریدمنیک آزمون ناپارامتری آماری[2] است که برای مقایسه شاخص‌های مرکزی چندین جامعه به کار می‌رود. این آزمون، مشابه تحلیل واریانسیک طرفه (One-way ANOVA[3]) است که در محیط ناپارامتری اجرا می‌شود. از آنجایی که «میلتون فریدمن[4]» اقتصاددان آمریکایی، در سال ۱۹۳۷ برای اولین بار چنین روشی را مورد بررسی قرار داد، این آزمون را به نام او می‌شناسند. تفاوت آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری (درون گروهی) با آزمون فریدمن در این است که در آنالیز واریانس از هر نمونه یک متغیر را به صورت تکراری در حالات مختلف اندازه‌گیری می‌کند. محاسبه آماره فریدمن که آن را با X_r^2 نشان می‌دهند با استفاده از رابطه ۸ امکان‌پذیر می‌باشد:

$$X_r^2 = \frac{SS_{br}}{\frac{k(k+1)}{12}} \qquad (۸)$$

که در آن SS_{br} مجموع مجذورات رتبه‌ای بین توزیع‌ها و k تعداد مقوله‌ها یا توزیع‌ها می‌باشد که رتبه‌بندی در مورد آنها صورت می‌گیرد.

فرمول کوکران

فرمول کوکران را دانشمندی به همین نام برای تخمین حجم نمونه آماری با داشتن اطلاعات جامعه آماری را بر آورده کرده است که درصد خطای آن ۵ درصد است. که این مقدار خطا

1- Friedman Test 2- Non-Parametric Statistical Test 3- One-way analysis of variance 4- Milton Friedman

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.21.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.10]

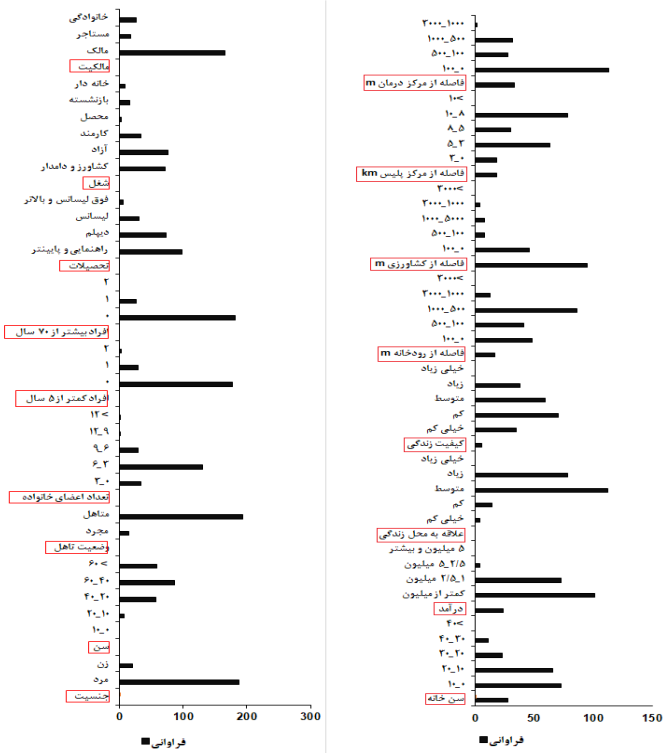
می‌تواند در مقابل جامعه آماری ما بسیار ناچیز باشد. که این فرمول برای محاسبه حجم نمونه آماری که محاسبه ارقامی آنها بسیار سخت و هزینه بر هست با این فرمول می‌توان پیدا کرد (رابطه ۹).

$$n = \frac{\frac{Z^2pq}{d^2}}{1+\frac{1}{n}\left[\frac{Z^2pq}{d^2}-1\right]} \qquad (۹)$$

در این رابطه n حجم نمونه، N حجم جمعیت آماری، Z مقدار متغیر نرمال واحد استاندارد، P نسبتی از جمعیت دارای صفت معین، q مقداری از جمعیت فاقد صفت معین (1-p)، d مقدار اشتباه مجاز یا درصد اشتباه می‌باشد.

نتایج و بحث

اطلاعات جمعیت‌شناسی منطقه مورد مطالعه در شکل ۳ ارائه شده است. نتایج بررسی اطلاعات جمعیتی این منطقه نشان داد که اکثر افراد ساکن در منطقه مورد مطالعه دارای شغل کشاورزی، مالک، دارای تحصیلات راهنمایی و پایین‌تر، دارای خانه‌های با قدمت ۱۰ تا ۲۰ سال، درآمد زیر ۲/۵ میلیون تومان و علاقه‌مند به محل زندگی فعلی هستند. همچنین اکثریت روستاها دارای مرکز بهداشت با فاصله کم تا متوسط (۱۰۰ تا ۵۰۰ متر)، فاصله زیاد تا مرکز پلیس (بیشتر از ۱۰ کیلومتر) و نیز فاصله متوسط نسبت به حریم رودخانه اصلی (۱ تا ۳ کیلومتر) هستند. زمین کشاورزی اغلب روستائیان در فاصله کم نسبت به حریم اصلی رودخانه (۰ تا ۱۰۰ متر) قرار دارد که می‌تواند مهمترین دلیل خسارت کشاورزان در مواقع سیلابی باشد. در این پژوهش به دلیل برخی مسائل تعدادی از روستائیان از ذکر مقدار دقیق درآمد خودداری کرده و یا مقدار آن را کمتر از حد معمول ذکر می‌کردند. همچنین در برخی از مناطق به دلیل نگرش‌های اخلاقی و شرعی موجود در بین روستائیان امکان مصاحبه و تکمیل پرسشنامه توسط زنان و دختران مهیا نشد. به همین دلیل طیف وسیعی از پرسشنامه‌ها توسط مردان تکمیل شده است. نتایج بررسی شغلی مردان ساکن روستاهای حوزه آبخیز تجن نشان داد که تعداد قابل توجهی از این افراد به عنوان نیروی کار در شرکت نکاچوب مشغول به کار بوده و یا بازنشسته این شرکت می‌باشند؛ این امر باعث شده است برخی از این خانوارها دارای یک حقوق ثابت ماهانه و نیز امتیاز بیمه تامین اجتماعی باشند. همچنین برخی از روستائیان اذعان داشتند که این شرکت به منظور عبور و مرور ماشین آلات خود زیرساخت‌هایی مانند جاده رادر مناطقی که بهره‌برداری می‌کرد، بهبود داده است.



شکل ۳- فراوانی و درصد فراوانی جامعه آماری مورد بررسی
Figure 3. Frequency and frequency percentage of population of interest

آنالیز آزمون فریدمن

از آنجایی که متغیرهای مورد بررسی کمی نیستند و از نوع ترتیبی می‌باشند، گزارش آماره‌های توصیفی کمی مانند میانگین و انحراف معیار برایاین متغیرهادرست نیست و به جای آن از چارک‌ها استفاده شده است. در این جدول، چارک ۲۵ام، چارک ۵۰ام یا همان میانه و چارک ۷۵ام ارائه شده است.با استفاده از آزمون رتبه‌بندی فریدمن میانگین رتبه‌ها بین گروه‌های مستقل (سوالات پرسشنامه) مقایسه شد و

[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.10] [DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.21.9] [Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-25]

نتایجنشانداد به دلیل اینکه p-value در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ برابر با ۰/۰۰ شده است نشان می‌دهدبین سوالات پرسشنامه به لحاظ اهمیت، تفاوت معنی‌دار وجود دارد و از دیدگاه پاسخگویان، اینمعیارها از ارزش و اهمیت یکسان برخوردار نیستند (جدول ۳). همچنین مقدار میانه هر یک از معیارها نیز بررسی شد و نتایج نشان داد که معیار اقتصادی، سیاستگذاری، ساختاری–فیزیکی و اجتماعی–فرهنگی به ترتیب با رتبه ۲/۸۵، ۲/۷۳، ۲/۶۰ و ۲/۴۳ دارای بیشترین اهمیت می‌باشند (جدول ۴).

جدول ۳– آزمون آماری فریدمن

Table 3. Friedman statistical test

آزمون آماری	
N	۱۶۶۴
Chi-square	۴۰۱/۷۷
df	۳
Asymp. Sig.	.۰۰۰

جدول ۴– رتبه‌بندی معیارها با استفاده از آزمون فریدمن

Table 4. Ranking of criteria using Friedman test

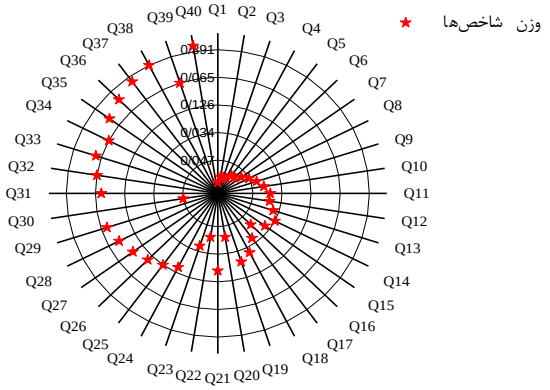
معیارها	رتبه	چارک		
		۲۵م	۵۰م (میانه)	۷۵م
اقتصادی	۲/۸۵	۳/۴۵	۴	۴/۱۵
ساختاری–فیزیکی	۲/۶۰	۳/۱۱	۳/۲۸	۴
سیاستگذاری	۲/۷۳	۳/۳۲	۳	۳/۸۷
اجتماعی – فرهنگی	۲/۴۳	۲/۸۵	۲/۹۸	۳/۱۴

آنالیز روش بهترین–بدترین

تعیین مهمترین و بدترین عوامل موثر بر آسیب‌پذیری

نتایج اجرای مدل BWM نشان داد که معیار اقتصادی با وزن ۰/۵۸۸ دارای بیشترین وزن در میان معیارهای مورد بررسی بوده است و به دنبال آن معیار ساختاری–فیزیکی، سیاستگذاری و اجتماعی–فرهنگی به ترتیب با وزن ۰/۱۹۶، ۰/۱۱۷ و ۰/۰۹۸ قرار دارند. همچنین وزن‌دهی شاخص‌ها نیز نشان داد که وابستگی اقتصادی به کشاورزی با وزن ۰/۲۸۴ مهمترین شاخص در بین شاخص‌های اقتصادی می‌باشد. در بعد زیرساختی نیز وجود راه‌های ارتباطی مناسب (جاده و پل) با وزن ۰/۲۴۳ مهمترین شاخص تشخیص داده شد. تخریب منابع طبیعی با وزن ۰/۳۷۹ نیز مهمترین عامل سیاست‌گذاری و نهادی تشخیص داده شد. از بین شاخص‌های مربوط به بعد اجتماعی نیز شاخص دسترسی به خدمات بهداشتی و درمانی با وزن ۰/۳۹۱ مهمترین شاخص انتخاب گردید (جدول ۵). بعد از وزن‌دهی شاخص‌ها، رتبه‌بندی آنها به صورت مجزا برای هر بعد انجام گردید.

در جدول ۵ وزن شاخص فقط نشان دهنده وزن هر شاخص با دیگر شاخص‌های موجود در بعد مورد نظر می‌باشد. همچنین نتایج شاخص ضریب ناسازگاری (CR) که با استفاده از داده‌های جدول ۲و معادله ۷ به دست آمد نیز نشان داد که عوامل مورد استفاده دارای مقدار کمتر از ۰/۱ بوده و دارای سازگاری می‌باشند.



شکل ۴– وزن‌دهی شاخص‌های پژوهش با روش BWM

Figure 4. Weighting of research indicators by BWM method

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.21.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.10]

جدول ۵- وزن‌دهی معیارها و شاخص‌ها با استفاده از روش BWM

Table 5. Weighting of criteria and indicators using BWM method

ردیف	معیار	وزن معیار	شاخص	وزن شاخص	وزن نهایی شاخص	رتبه	£	CR
۱	اقتصادی	۰/۵۸۸	Q1	۰/۱۴۲	۰/۰۸۳	۲	۰/۰۰	۰/۰۰
۲			Q2	۰/۰۹۴	۰/۰۵۵	۳		
۳			Q3	۰/۰۹۴	۰/۰۵۵	۴		
۴			Q4	۰/۰۹۴	۰/۰۵۵	۵		
۵			Q5	۰/۰۷۱	۰/۰۴۱	۶		
۶			Q6	۰/۰۷۱	۰/۰۴۱	۷		
۷			Q7	۰/۰۵۶	۰/۰۳۲	۸		
۸			Q8	۰/۰۴۷	۰/۰۲۷	۹		
۹			Q9	۰/۲۸۴	۰/۱۶۶	۱		
۱۰			Q10	۰/۰۴۰	۰/۰۲۳	۱۰		
۱۱	ساختاری-فیزیکی	۰/۱۹۶	Q11	۰/۱۲۱	۰/۰۲۳	۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱۱
۱۲			Q12	۰/۱۲۱	۰/۰۲۳	۳		
۱۳			Q13	۰/۰۶۰	۰/۰۱۱	۵		
۱۴			Q14	۰/۰۳۴	۰/۰۰۶	۱۲		
۱۵			Q15	۰/۰۶۰	۰/۰۱۱	۶		
۱۶			Q16	۰/۰۴۰	۰/۰۰۷	۹		
۱۷			Q17	۰/۰۶۰	۰/۰۱۱	۷		
۱۸			Q18	۰/۰۸۱	۰/۰۱۵	۴		
۱۹			Q19	۰/۲۴۳	۰/۰۴۷	۱		
۲۰			Q20	۰/۰۴۰	۰/۰۰۷	۱۰		
۲۱			Q21	۰/۰۳۰	۰/۰۰۵	۱۳		
۲۲			Q22	۰/۰۴۰	۰/۰۰۷	۱۱		
۲۳			Q23	۰/۰۶۰	۰/۰۱۱	۸		
۲۴	سیاست‌گذاری	۰/۱۱۷	Q24	۰/۱۸۹	۰/۰۲۲	۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱۵
۲۵			Q25	۰/۱۲۶	۰/۰۱۴	۳		
۲۶			Q26	۰/۰۷۵	۰/۰۰۸	۴		
۲۷			Q27	۰/۳۷۹	۰/۰۴۴	۱		
۲۸			Q28	۰/۰۵۴	۰/۰۰۶	۷		
۲۹			Q29	۰/۰۶۳	۰/۰۰۷	۵		
۳۰			Q30	۰/۰۴۷	۰/۰۰۵	۸		
۳۱			Q31	۰/۰۶۳	۰/۰۰۷	۶		
۳۲	اجتماعی	۰/۰۹۸	Q32	۰/۰۶۵	۰/۰۰۶	۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱۱
۳۳			Q33	۰/۰۴۸	۰/۰۰۴	۹		
۳۴			Q34	۰/۰۶۵	۰/۰۰۶	۶		
۳۵			Q35	۰/۰۷۸	۰/۰۰۷	۴		
۳۶			Q36	۰/۱۳۰	۰/۰۱۲	۲		
۳۷			Q37	۰/۰۹۷	۰/۰۰۹	۳		
۳۸			Q38	۰/۳۹۱	۰/۰۳۸	۱		
۳۹			Q39	۰/۰۶۵	۰/۰۰۶	۷		
۴۰			Q40	۰/۰۵۵	/۰۰۵۳	۸		

نتیجه‌گیری کلی

بحث آسیب‌پذیری را می‌توان از ابعاد اقتصادی، کالبدی، اجتماعی، محیطی و غیره بررسی کرد. در اکثرموارد، مخاطرات طبیعیمسبب سایر آسیب‌ها می‌شوند و بخش‌های اقتصادی و اجتماعی را نیز تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین در پژوهش حاضر سعی بر آن شد که مهمترین ابعاد و شاخص‌های تاثیرگذار بر آسیب‌پذیری حوزه آبخیز شناسایی و با استفاده از یک روش جدید وزن‌دهی شوند و میزان تاثیر آنها مورد بررسی و ارزیابی قرار بگیرد. در اکثر پژوهش‌های قبلی در خصوص آسیب‌پذیری از لایه‌ها و فاکتورهایی از قبیل فاصله از رودخانه، شیب، ارتفاع، فاصله از روستا، فاصله از جاده و غیره به‌منظور بررسی آسیب-پذیری یک حوضه به سیل استفاده شده است. این عوامل به تنهایی نمی‌توانند منعکس کننده شرایط و وضعیت جامع ساکنین و عوامل تاثیرگذار بر آسیب‌پذیری باشند. بنابراین وجود یک مطالعه جامع که تمام ابعاد اقتصادی، اجتماعی، زیرساختی-فیزیکی و سیاست‌گذاری موجود در یک منطقه را در نظر بگیرد ضروری می‌باشد. بر اساس مطالعات گذشته و نیز شرایط منطقه و نظرات کارشناسی چهار بعد اصلی شامل اقتصادی، زیرساختی-فیزیکی، اجتماعی-فرهنگی و سیاست‌گذاری- نهادی که مشتمل بر ۴۰ سوال و یا شاخص بودند شناسایی و انتخاب شدند. بعد از بررسی روایی پرسشنامه توسط خبرگان و کارشناسان متخصص اقدام به تکمیل پرسشنامه در ۴۰ روستا در معرض خطر سیل در منطقه مورد مطالعه گردید.

بنابراین ضعف اقتصاد و معیشت آبخیزنشینان و روستائیان این منطقه یکی از عواملی می‌باشد که در مواقع سیلابی می‌تواند آنها را آسیب‌پذیری کرده و تاب‌آوری انها را کاهش دهد به طوری که در صورت بروز خسارات برگشت آنها به زندگی عادی را به تعویق بیندازد؛ که این یافته‌ها با نتایج نیاستی و گرگانی (۲۲) و رکن‌الدین افتخاری و همکاران (۲۸) و حمیدی و همکاران (۱۷) مبنی بر اهمیت بعد اقتصادی در آسیب‌پذیری

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.21.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.10]

روستائیان مطابقت دارد. ازاین‌رو حمایت از مشاغل تولیدی از قبیل شرکت نکا چوب در مکان‌های روستایی علاوه بر افزایش بنیه مالی روستائیان باعث کاهش مهاجرت افراد به شهر و مشکلات متعاقباً نخواهد شد. همچنین نتایج آزمون معنی‌داری نیز نشان داد که از نظر پاسخگویان بین ابعاد مختلف اختلاف معناداری وجود دارد (Sig=0.00) و این ابعاد مستقل از یکدیگر هستند.

نتایج بررسی شاخص‌های ابعاد مختلف توسط مدل BWM نیز نشان داد که در بعد اقتصادی دو شاخص وابستگی به درآمد کشاورزی و نیز وجود تنوع شغلی در منطقه از مهمترین شاخص‌های مورد بررسی بوده به طوری که در برخی از روستاها تنها معیشت افراد کشاورزی بوده و در صورت بروز خسارت به زمین‌های کشاورزی اقتصاد خانواده به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در برخی از روستاها به خصوص روستاهای نزدیک به شهر ساری،افزایش تنوع شغلی باعث کاهش وابستگی ساکنین به کشاورزی شده است. در بعد زیرساختی- فیزیکی نیز پاسخگویان سه شاخص وجود راه‌های ارتباطی مناسب از قبیل جاده و پل، در معرض سیل قرار گرفتن افراد و املاک و نیز تاسیسات از قبیل مرکز بهداشت و مدارس را از مهمترین عوامل تشخیص دادند، که با نتایج درستکار گل خیلی و همکاران (۱۵) مبنی بر تاثیرگذاری این عوامل بر آسیب‌پذیری منطقه مطابقت دارد. در برخی از روستاها به خصوص روستاهای با فاصله دورتر از مرکز استان به دلیل عدم وجود راه ارتباطی مناسب در مواقع سیلابی امکان عبور و مرور مختل شده و باعث افزایش آسیب‌پذیری روستائیان می‌گردد. همچنین در برخی از روستاها مراکز درمانی و مدارس از روستا فاصله زیادی داشته و یا دارای راه‌های ارتباطی مناسبی نبودند که دسترسی افراد به این مراکز را در مواقع سیلابی با مشکل مواجه می‌کرد که با نتایج (۱۹،۲۲) مبنی بر اهمیت این فاکتورها و نیز تاثیر آن بر تسهیل شرایط در مواقع سیلابی همخوانی دارد. همچنین برخی از مراکز بهداشتی و یا مدارس در معرض خطر سیلاب قرار داشت. در برخی از روستاها املاک به صورت غیرمستقیم بر اثر رواناب دچار خسارت شده و یا در معرض خطر هستند. به طوری که در این مناطق رواناب‌های ناشی از باران باعث تجمع آب و ایجاد زمین لغزش و خسارت زدن به برخی از خانه‌ها شده که نمونه بسیاری از این موارد را می‌توان در روستاهای بخش استخرپشت به وضوح مشاهده کرد.

در بخش سیاست‌گذاری نیز دو شاخص حمایت مسئولین اجرایی از برنامه‌های مربوط به بلایای طبیعی از قبیل سیلاب و نیز تخریب منابع طبیعی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر آسیب‌پذیری توسط مدل BWM تشخیص داده شد. برخی فعالیت‌ها از قبیل معدن‌کاری، برداشت شن و ماسه، ویلاسازی و تخریب جنگل از مهمترین مواردی بودند که سبب افزایش خطر سیلاب و نیز افزایش خسارت در مناطق روستایی این مناطق شده بودکه با نتایج درستکار گل‌خیلی و همکاران (۱۵) مبنی بر نقش تخریب‌های انسانی در افزایش خسارت‌های ناشی از سیل مطابقت دارد. همچنین عدم وجود قوانین شفاف حریم رودخانه و نیز تعامل کم میان مدیران محلی و مدیران استانی از دیگر عوامل افزایش آسیب‌پذیری در این مناطق تشخیص داده شد. در بین شاخص‌های مربوط به بعد اجتماعی نیز دسترسی به مراکز بهداشتی و درمانی و نیز بیمه بلایای طبیعی و نیز درمانی از مهمترین شاخص‌ها در بین شاخص‌های اجتماعی بودند. دسترسی به مراکز بهداشتی از قبیل خانه بهداشت در اغلب روستاها مهیا بود ولی کیفیت ارائه خدمات در برخی از این مرکز پایین بوده است، همچنین دسترسی به مراکز پیشرفته درمانی تنها در مرکز شهر ساری امکان‌پذیر بود. در خصوص مسائل مربوط به بیمه نیز ناراضایتی از خدمات بیمه بعد از خسارت بسیار زیاده بوده به طوری که اغلب روستائیان بعد یک بار بیمه شدن و عدم دریافت و یا دریافت مقدار کم خسارت از همکاری با بیمه خودداری کردند.

تشکر و قدردانی

پژوهشگران این مقاله برخود لازم میداند از صندوق حمایت از پژهشگران و نوآوران ریاست جمهوری به دلیل حمایت مادی و معنوی از طرح رساله دکتری به شماره ۹۸۰۲۰۲۶۲ و عنوان "اثر تغییر اقلیم و کاربری اراضی بر تغییرپذیری زمانی و مکانی آسیب‌پذیری و خطر سیل" تقدیر و تشکر کنند.

منابع

1. Abdi, K., S. Kamyabi and M.R. Zand Moghadam. 2019. Integrated assessment of vulnerability, resilience and spatial risk to floods in Sari. Natural Geography Research, 51(3): 431-445 (In Persian).
2. Adger, W.N. 2006. Vulnerability. Global environmental change, 16(3): 268-281.
3. Avand, M. and H. Moradi. 2020. Using machine learning models, remote sensing, and GIS to investigate the effects of changing climates and land uses on flood probability. Journal of Hydrology, 125663.
4. Avand, M., H.R. Moradi and M. Ramezanzadeh. 2020a. Preparation of flood sensitivity map using two random forest machine learning models and Bayesian generalized linear model. Environment and Water Engineering, 6(1): 83-95 (In Persian)
5. Avand, M., H.R. Moradi and M. Ramezanzadeh. 2020b. The Effect of different Scenarios of Land Use Change on 2040 in Tajan Watershed. Watershed management research. 10.22092/WMEJ.2020.341479.1303. In Press (In Persian).
6. Badri, S.A., A. Asgary, A.R. Eftekhari and J. Levy. 2006. Post-disaster Resettlement, Development and Change: A case study of the 1390 Manjil earthquake in Iran, Disasters, 30(4): 451-468 (In Persian).
7. Balica, S.F., N. Douben and N.G. Wright. 2009. Flood vulnerability indices at varying spatial scales. Water Science and Technology, 60(10): 2571-2580.
8. Bouzarjomehri, K., T. Sadeghloo and M. Khajeh. 2018. The role of indigenous knowledge of villagers in reducing the vulnerability of rural settlements to natural hazards (Case study: Central part of Jiroft city). Geographical Engineering of the Land, 2(3): 17-32 (In Persian).
9. Brito, M.M., A. Almoradie and M. Evers. 2019. Spatially-explicit sensitivity and uncertainty analysis in a MCDA-based flood vulnerability model. International Journal of Geographical Information Science, 33(9): 1788-1806.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.21.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.10]

10. Costache, R., Q.B. Pham, M. Avand, N.T.T. Linh, M. Vojtek, J. Vojteková and T.D. Dung. 2020. Novel hybrid models between bivariate statistics, artificial neural networks and boosting algorithms for flood susceptibility assessment. Journal of Environmental Management, 265: 110485.
11. Cutter, S.L. and S. Derakhshan. 2020. Temporal and spatial change in disaster resilience in US counties, 2010–2015. Environmental Hazards, 19(1): 10-29.
12. Cutter, S.L., C.G. Burton and C.T. Emrich. 2010. Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. Journal of homeland security and emergency management, 7(1).
13. Cutter, S.L., K.D. Ash and C.T. Emrich. 2014. The geographies of community disaster resilience. Global Environmental Change, 29: 65-77.
14. Cutter, S.L., L. Barnes, M. Berry, C. Burton, V. Evans, E. Tate and J. Webb. 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. Global Environmental Change, 18(4): 598-606.
15. Dorostkargolkhili, H., Y. Yousefi, M. RamezanzadehLasboyee and H. Roradeh. 2017. Assessing the Resilience of the Rural Settlements against the Risk of Flooding in the Villages of the Nekarud Basin. Jsaeh, 2(4): 15-30 (In Persian).
16. GhahroudiTali, M., A. Majidi Heravi and E. Abdoli. 2016. Vulnerability due to urban floods (Case study: Tehran,Darkeh to Kan), Geography and Environmental Hazards, 5(17): 21-35 (In Persian).
17. Hamidi, A.R., J. Wang, S. Guo and Z. Zeng. 2020. Flood vulnerability assessment using MOVE framework: a case study of the northern part of district Peshawar, Pakistan. Natural Hazards, 1-24.
18. HassanzadehNafouti, M. and H. KhajehBafghi. 2015. Flood risk zoning using multi-criteria decision-making system (Case study: ShaturBafgh watershed). Watershed Management Research Journal, 7(14): 37-29 (In Persian).
19. Khajehei, S., A. Ahmadalipour, W. Shao and H. Moradkhani. 2020. A place-based Assessment of flash flood Hazard and Vulnerability in the contiguous United States. Scientific Reports, 10(1): 1-12 (In Persian).
20. Komolafe, A.A., B.S. Awe, I.E. Olorunfemi and P.G. Oguntunde. 2020. Modelling flood-prone area and vulnerability using integration of multi-criteria analysis and HAND model in the Ogun River Basin, Nigeria. Hydrological Sciences Journal, (Just-accepted).
21. Mohammadi Ostad Kalayeh, A., S.H. Matiei Langroudi, M.R. Rezvani and M. GhadiriMasoom. 2015. Explaining the Impact of Resettlement Patterns on Sustainable Rural Development (Case Study: Flooded Villages in East Golestan Province). Journal of Rural Research, 9(1): 136-117 (In Persian).
22. Mohanty, M.P., H. Vittal, V. Yadav, S. Ghosh, G.S. Rao and S. Karmakar. 2020. A new bivariate risk classifier for flood management considering hazard and socio-economic dimensions. Journal of Environmental Management, 255: 109733.
23. Nasiri, H., M.J.M. Yusof, T.A.M. Ali and M.K.B. Hussein. 2019. District flood vulnerability index: Urban decision-making tool. International Journal of Environmental Science and Technology, 16(5): 2249-2258.
24. Niasti, M. and S.A.H. Garkani. 2017. Assessing the vulnerability of settlements in rural areas a comparative study of Faraghi city and flooded villages in the east of Golestan province. Spatial Analysis of Environmental Hazards; 5(1): 67-82 (In Persian).
25. Rafieian, M., M.R., A. Rezaei, A. Parhizkar, A. Siavash and Sh. Siavash. 2011. Explaining the concept of resilience and its indexing in community-based accident management (CBDM), Quarterly Journal of Teacher of Humanities, 74: 41-19.
26. Rahadiati, A., Y. Prihanto, E. Suryanegara, A.W. Rudiastuti and I. Nahib. 2019. Assessment of socioeconomic vulnerability of coastal community in management of floods in Mataram. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 399, No. 1, p. 012098). IOP Publishing.
27. Rajabi, M., M.A. Hejazi, Sh. Rustaei and N. Aali. 2018. Vulnerability zoning of natural and geomorphological hazards of rural settlements in Saqez city (Case study of floods and earthquakes). Quantitative Geomorphological Research, 7(2): 183-195 (In Persian).
28. Rezaei, J., T. Nispeling and T. Joseph Sarkis. 2016. A supplier selection life cycle approach integrating traditional and environmental criteria using the best worst method, Journal of Cleaner Production. 135.577e588.
29. Rezaei, J. 2016. Best Worst Multi-Criteria Decision-making Method: Some properties and a liner model, Omega64:126.
30. Rokanuddin, E., A.R. Portaheri, M.T. Sadeghloo and H. SajasiQeydari. 2018. Analysis of effective factors in participatory flood management in rural areas: A case study of flooded villages in Gorganrood basin of Golestan province, Rural Research, first year, No. 2 (In Persian).
31. Rostami Khalaj, M., O. Rahmati, M. Rashid poor and H. Salmani. 2020. Urban Inundation Hazard Potential using Evidential Belief Function model (EBF) (Case study: Emam Ali town, Mashhad city). Watershed Management Research Journal, 11(22): 1-10 (In Persian).
32. Sadeghi, H., J. Seif, E. Seidaei and M. Salehi Kakhki. 2015. Investigating and prioritizing the vulnerability of rural settlements in Khuzestan province against natural hazards. Geography and Environmental Sustainability, 5(4): 107-87 (In Persian).
33. Saffari A., F. Sasanpour and J. Musa Vand. 2011. Assessing the vulnerability of urban areas to flood risk using GIS and fuzzy logic Case study: District 3 of Tehran. Journal of Applied Research in Geographical Sciences. 11 (20): 129-150 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.21.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.10]

Vulnerability Assessment of Tajan Watershed in Terms of Flood using BWM Method

Mohammad Taghi Avand[1], Hamid Reza Moradi[2] and Mehdi Ramazan Zadeh Lasbuie[3]

1- PhD Student Watershed Management Science and Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, TarbiatModares University
2- Associate Professor of Watershed Management Science and Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modarres University, (Corresponding author: hrmoradi@modares.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Tourism Management, Faculty of Humanities and Social Sciences, Mazandaran University
Received: 12 December, 2020 Accepted: 21 April, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: Floods are one of the most important natural disasters that cause the most damage to infrastructure sectors and greatly affect people's economic and social activities. The occurrence of this phenomenon cannot be prevented, but by taking measures, its effects can be reduced to a great extent. One of the management methods to reduce damage caused by floods is to identify vulnerable areas. The purpose of this research is to determine the vulnerable areas of Tajen watershed using a new approach**.**

Materials and Methods: Therefore, in this study, with the aim of identifying flood vulnerable areas in four economic, socio-cultural, structural-physical and policy-institutional dimensions, the "Best of the Worst Method (BWM)" which is based on linear planning, for Index weighting was used. In order to rank the criteria, Friedman test was used. The statistical population of the study is the villages at risk of flooding in Tajan watershed in Mazandaran province. To do this, 208 questionnaires were randomly completed by residents of 40 villages. In this study, in order to analyze the questionnaires and implement the BWM method, SPSS16 software and Lingo18 optimization model were used, respectively.

Results: The results of Friedman statistical test showed that there was a significant difference (Sig = 0.00) between the criteria studied in this study. The economic criterion with a rank of 2.85 has the highest importance compared to the other three criteria. Also, the results of weighting the indicators using the BWM method, which are based on the preference of the best and the worst, also showed that in the economic dimension of the agricultural income dependence index (0.284), in the structural-physical dimension of the index, there are appropriate communication channels (road and bright) (0.243), in the policy dimension, the index of destruction of natural resources (0.379) and in the socio-cultural dimension, the index of access to health centers (0.391) have the highest weight and have a great impact on vulnerability in terms of respondents. Residents are flooded. Also, in this study, the value of incompatibility index was less than 0.1, which indicates the good accuracy of the BWM model in weighting vulnerability indices.

Conclusion: In order to reduce costs and reduce the complexity caused by the large number of criteria and sub-criteria affecting the vulnerability of an area to floods, the use of new multi-criteria decision-making methods based on linear programming is emphasized.

Keywords: Flood hazard, Flood management**,** Linear programming, Multi-criteria decision making, Tajan watershed

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.21.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.10]