دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

مکان‌یابی و اولویت‌بندی محل مناسب احداث بندهای خاکی با استفاده از مدل‌های بولین و MADM

جواد چزگی[۱]، حمزه نور[۲]، سید محمد تاجبخش فخرآبادی[۳] و اسماعیل سهیلی[۴]

۱- استادیار، دانشگاه بیرجند، بیرجند، (نویسنده مسوول: chezgi@birjand.ac.ir)
۲- استادیار مرکز تحقیقات، مشهد
۳- استادیار، دانشگاه بیرجند
۴- استادیار، دانشگاه شیراز، داراب

تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲۰
صفحه: ۱۷۷ تا ۱۸۵

چکیده

کنترل و حفظ رواناب سطحی برای استفاده بهینه و تغذیه منابع آب زیرزمینی یکی از راهکارهای مهم در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. بندهای خاکی کوتاه یکی از کم هزینه‌ترین و موفق‌ترین روش‌های کنترل سیلاب، ذخیره آب، تغذیه آب‌های زیرزمینی و کنترل رسوب می‌باشند. در این تحقیق برای مکان‌یابی این سدها از مدل بولین و جهت اولویت‌بندی از روش‌های فرآیند تحلیل شبکه و ویکور استفاده شد. در مرحله اول با استفاده از مدل بولین مناطق نامناسب حذف و ۴۳ محدوده پتانسیل‌دار برای احداث بند خاکی انتخاب گردید. در ادامه با استفاده از گوگل ارث و بازدید صحرایی ۱۱ محور مناسب برای احداث سد خاکی در مناطق پتانسیل‌دار تعیین گردید. در نهایت این مکان‌ها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری فرآیند تحلیل شبکه و ویکور و براساس معیارهای عوامل طبیعی (بارندگی، شیب، زمین‌شناسی، ترکم زهکشی و فرسایش‌پذیری) و عوامل اقتصادی اجتماعی (فاصله از شهر و روستا، فاصله از جاده، فاصله از منابع قرضه و نیاز آبی) اولویت‌بندی گردید، نتایج نشان داد که معیار زمین‌شناسی با اهمیت نسبی ۰/۴۷۲ بیشترین تاثیر را در انتخاب محور سد داشته است. در نهایت مکان هفت با امتیاز ۰/۱۱۵ در روش فرآیند تحلیل شبکه و ۰/۰۳۵ در روش ویکور در اولویت اول برای احداث بندخاکی قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: کنترل سیلاب، سازه آبخیزداری، ANP، VIKOR و شهرستان تایباد

مقدمه

یکی از مشکلات عمده در مناطق مرزی، حاشیه کویرها و دریاها از دسترس خارج شدن آب‌های سطحی با کیفیت و یا بی‌کیفیت شدن آب‌ها می‌باشد. روش‌های مختلفی برای کنترل سیلاب در این مناطق می‌توان اجرا نمود از جمله این روش‌ها می‌توان به سازه‌های آبخیزداری که به منظور حفاظت از منابع پایه ازجمله آب، پوشش گیاهی و تداوم تولید از طریق حفظ حاصل‌خیزی خاک و پایداری کشاورزی طراحی و اجرا می‌گردند (۱۴)، پخش سیلاب و یا سدهای بتنی بزرگ و خاکی اشاره کرد. در این میان بهترین گزینه که هم از نظر اقتصادی و هم از نظر ذخیره و تغذیه آبخوان‌ها در سال‌های اخیر مورد استفاده قرار گرفته بندهای خاکی هستند که موفقیت آمیز نیز بوده‌اند (۱). بندهای خاکی برای هدف‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند از جمله ذخیره، تغذیه و ذخیره-تاخیری حجم آب، که هر نوع از این سدها در مکان‌های ویژه‌ای استفاده می‌گردد. همچنین برای توسعه و محرومیت‌زدایی به منابع آب مطمئن و کافی نیاز می‌باشد، که می‌توان با مکان‌یابی دقیق و مناسب بندهای خاکی سیلاب‌ها را تا حد ممکن کنترل کرد. مکان‌یابی این سدها بسیار پیچیده و وقت‌گیر و پرهزینه است. در سال‌های اخیر استفاده از مدل‌ها و نرم افزارهای کامپیوتری کمک شایانی به این امر کرده است. از جمله این ابزارها سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تصایر ماهواره‌ای و مدل‌های تصمیم‌گیری می‌باشند. در این زمینه محققان علوم آب هزینه پروژه‌های سدسازی و تغذیه مصنوعی را در جهان مطالعه نموده‌اند و با رسم منحنی‌های لگاریتمی هزینه‌ها در مقابل حجم رواناب قابل ذخیره به این نتیجه رسیده‌اند که برای حجم‌های کمتر از سی میلیون مترمکعب، اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی و به ویژه پخش سیلاب و بندهای خاکی کوتاه از نظر اقتصادی با صرفه‌تر ازسدسازی بزرگ است (۵). محققان زیادی با تلفیق این روش‌ها توانسته‌اند مشکلات منطقه‌ای خود را حل کنند. چابوک بولداجی و همکاران (۷) به مکان‌یابی احداث بندهای خاکی کوچک در مناطق خشک و نیمه‌خشک در منطقه طبس با استفاده از روش تحلیل چند معیاره مکانی (SMCE) پرداختند. ایشان معیارها را در دو گروه عوامل طبیعی و عوامل اقتصادی قرار دادند. در ادامه لایه‌های اطلاعات به‌صورت رستری تهیه و در محیط ILWIS تلفیق گردید. در نهایت مناطق مناسب احداث بندخاکی اولویت‌بندی گردیدند. محمودی (۱۷) برای مکان‌یابی احداث بندهای کوتاه خاکی از تهیه نقشه‌های رقومی GIS و پردازش تصاویر ماهواره‌ای به‌منظور یافتن منابع قرضه مناسب استفاده نمودند. ایشان هم‌چنین به‌دلیل بالا بودن بارش در منطقه و حجم آورد سالیانه زیاد از شاخص‌های ژئومورفولوژی بهره بردند، نتایج ایشان نشان داد که در مناطق پرباران شاخص‌های ژئومورفولوژی تعیین کننده مکان‌های مناسب جهت ساخت بندهای خاکی می‌باشند. حلبیان و همکاران (۱۵) برای انتخاب بهترین مکان برای احداث بند خاکی در حوضه آبخیز شاهرود-بسطام از روش ELECTRA استفاده کردند. نتایج ایشان حاکی از آن است مکان‌هایی که کمتر مغلوب و بیشتر غالب بوده‌اند در اولویت اول برای اجرا قرار دارند. مینیاتور و همکاران (۱۹)، با استفاده از سیستم تصمیم‌گیری چندمعیاره، مکان‌یابی برای احداث بند خاکی در حوزه‌های آبخیز منطقه

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.15.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.177]

هرسین کرمانشاه را مد نظر قرار دادند. معیارهای مؤثر در این زمینه شامل۱۶ معیار بوده که در مراحل پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفته و در نهایت تناسب محل تعیین شده براساس بازدیدهای میدانی تأیید گردید. امینی و همکاران (۲) برای مکان‌یابی بندهای کوتاه خاکی در حوضه آبخیز کال حاجی از معیارهای حذفی روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده کردند، بدین صورت که معیارها را در گروه‌های کیفی و کمی تقسیم نمودند و مکان‌ها بر اساس این معیارها اولویت‌بندی شدند، در نهایت مکانی که بالاترین اهمیت نسبی داشت، در اولویت اول قرار گرفت. دای (۱۰) در تحقیقی برای مکان‌یابی سد از تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی در شمال غربی چین بهره بردند. معیارهای مورد استفاده در این پژوهش بارندگی، شیب، زمین‌شناسی، خاک، کاربری اراضی تراکم زهکشی می‌باشد. نتایج نشان داد که برای احداث بند خاکی ۱۱ درصد از منطقه بسیار مناسب، ۴۷ درصد اولویت متوسط و ۳۴ درصد پتانسیل کمی برای احداث سد قرار دارند. در نهایت ۸ مکان برای احداث سد مورد تایید قرار گرفت.

محمدی (۲۱) در تحقیقی با هدف استفاده از قابلیت روش‌های متداول فعلی‌آبخیزداری، TOPSIS و VIKOR در اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها در سد آسیاب جفته‌شهرستان‌بافت واقع در استان کرمان مورد بررسی قرار دادند. برای این منظور مشکلات زیرحوضه‌ها در ۵ بخش یا معیار فرسایش و رسوب، خشکسالی، سیل، کم آبی و اقتصادی- اجتماعی در زیرمعیارهای مختلف تفکیک شدند. نتایج نشان داد هر سه روش در تعیین زیرحوضه‌های دارای اولویت و فاقد اولویت مشابه عمل می‌کنند و در انتخاب زیرحوزضه‌های با وضعیت متوسط از نظر مشکل، دارای نتایج متفاوتی هستند.

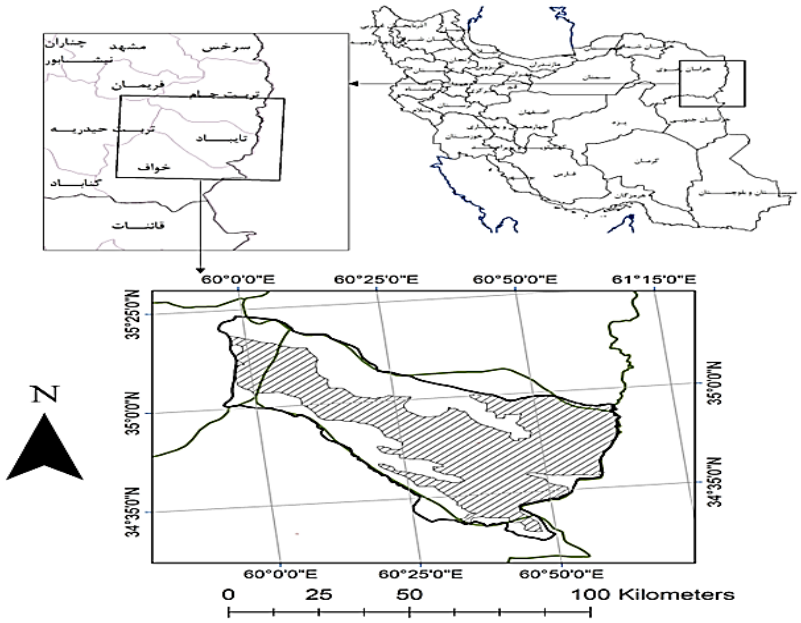
جمع‌بندی سوابق پژوهش به‌روشنی دلالت بر اثرگذاری عوامل متعددی بر مناطق مناسب احداث بندهای خاکی دارد. از سوی دیگر روش‌های متعدد در وزن‌دهی عوامل و اولویت‌بندی مناطق وجود دارد که در تحقیقات گذشته مورد استفاده قرار گرفته است. در این راستا استفاده از روش‌های مناسب مانند مدل‌های بولین، ANP و VIKOR بسیار سودمند می‌باشد. استفاده از این روش‌ها در مطالعات مکان‌یابی بسیاری از جمله مناطق مناسب برای دفن زباله (۱۱)، مناطق مطلوب مسکونی (۴) و مکان‌یابی واحدهای صنعتی (۲۴) استفاده شده است. حال آن‌که از این روش‌ها در اولویت‌بندی بندهای خاکی استفاده نشده است. در این راستا تحقیق حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی مناطق مناسب به‌منظور احداث بندهای خاکی در منطقه شهرستان تایباد در استان خراسان رضوی طرح‌ریزی شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق حوزه آبخیز تایباد واقع در استان خراسان رضوی می‌باشد. که در حد فاصل طول‌های شصت درجه و یازده دقیقه تا شصت و یک درجه و نه دقیقه شرقی و عرض سی و چهار درجه و سی و هفت دقیقه تا سی و پنج درجه و سی هفت دقیقه شمالی واقع شده است. ارتفاع متوسط منطقه مورد مطالعه ۱۰۳۱ متر از سطح دریا است. متوسط دمای سالانه در ارتفاعات ۱۳/۳ درجه سانتی‌گراد و در دشت ۱۵/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بررسی نقشه هم باران ترسیمی نشان می‌دهد که در محدوده مطالعاتی تایباد از جنوب غرب به شرق از میزان بارندگی آن کاسته می‌شود. با استفاده از این نقشه میزان بارندگی سالانه در ارتفاعات و دشت محدوده تایباد به‌ترتیب ۱۹۶/۲ و ۱۵۵/۸ میلی‌متر محاسبه شده است (۱۶).

این دشت به‌عنوان یکی از قطب‌های اصلی کشت محصولات زراعی در استان خراسان رضوی محسوب می‌شود. کهن‌ترین سازند بررسی شده در حوضه سنگ‌های پروتروزوئیک است و جوان‌ترین سازند نهشته‌های رسی است که در قسمت‌هایی از حوضه گسترش یافته است. این حوضه یکی از زیر حوضه‌های اصلی آبخیز قره‌قوم می‌باشد که در قسمت جنوب شرقی این حوزه واقع است. ریزش‌های جوی در این حوزه غالبا سرد سیبریایی، توده‌های مدیترانه‌ای و توده‌های عرض میانی است. با توجه به وسعت ۱۱۷۹/۱ کیلومترمربع، بارندگی ۱۹۶/۲ میلی‌متر در سال و ضریب جریان ۱۰ درصد، حجم رواناب تولیدی در ارتفاعات این محدوده ۲۳/۱۳ میلیون مترمکعب برآورد شده است. همچنین با توجه به وسعت ۱۷۶۹/۹ کیلومترمربع، بارندگی ۱۵۵/۸ میلی‌متر در سال و ضریب جریان ۵ درصد در مناطق دشتی، رواناب تولیدی این محدوده ۱۳/۷۹ میلیون مترمکعب محاسبه شده است. کنترل و ذخیره آب سطحی در سدها در این محدوده مطالعاتی ۴/۳ میلیون مترمکعب است (۱۶)، که نسبت به ۳۷ میلیون مترمکعب رواناب برای یک حوزه آبخیز برون ریز کم بوده و در حد ۱۲ درصد می‌باشد یعنی ۸۸ درصد از رواناب در این حوضه از کشور خارج می‌شود. بنابراین نیاز به روش‌های ذخیره و تغذیه منابع آب در منطقه می‌باشد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.15.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.177]



شکل ۱- محدود مطالعاتی تایباد در استان خراسان رضوی و ایران
Figure 1. Study Area (Taibad County) in Khorasan Razavi and Iran

مراحل تحقیق

این تحقیق در سه مرحله انجام گرفت. مرحله اول حذف مناطق نامناسب با استفاده از معیارهای محدودیتی (شیب، گسل، قنات، آبراهه و سازندهای نامناسب) براساس منطق بولین انجام شد. بدین صورت که ابتدا شیب‌های بالای ۸ درصد عدد صفر و زیر ۸ درصد یک، فاصله تا ۱۰۰۰ متری از گسل عدد صفر و بیشتر عدد یک، فاصله ۵۰۰ متری از گالری قنات عدد صفر و بیشتر عدد یک و در نهایت سازندهای نمکزا و با فرسایش‌پذیری زیاد عدد صفر و بقیه سازندها عدد یک داده شد، در ادامه با تلفیق این معیارها بر اساس الگوریتم AND در منطق بولین مناطق با اعداد صفر (مناطق نامناسب) و یک (مناطق پتانسیل‌دار) به‌دست آمد. در مرحله دوم با استفاده از نرم‌افزار گوگل ارث و بازدیدهای صحرایی در بازه‌های پتانسیل‌دار، نقاط مناسب برای احداث بندخاکی تعیین شد، و داده‌های مورد نیاز برای مرحله سوم تهیه و آماده گردید. در مرحله آخر مدل‌های ANP و VIKOR که یکی از سازمان یافته‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است برای اولویت‌بندی مکان‌های مناسب تعیین شده در مرحله دوم مورد استفاده قرار گرفت، معیارهای استفاده شده در این مدل در دو گروه عمده عوامل طبیعی (بارندگی، شیب، زمین‌شناسی، تراکم زهکشی و فرسایش‌پذیری) و عوامل اقتصادی اجتماعی (فاصله از شهر و روستا، فاصله از جاده، فاصله از منابع قرضه و نیاز آبی) با نظرات کارشناسان و خبرگان وزن‌دهی گردید، در این تحقیق از پرسشنامه الکترونیکی به تعداد ۳۵ عدد برای اساتید و کارشناسان منابع طبیعی ارسال گردید (از طریق ایمیل) که در نهایت ۲۳ عدد ار آنها تکمیل و مورد استفاده قرار گرفت.

معیارهای مورد استفاده در تحقیق

بارندگی: از گزارش منابع آب شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی و به‌صورت نقشه‌های همباران، که در پنج کلاس بر حسب میلی‌متر (<۱۵۰، ۱۵۰-۲۰۰، ۲۰۰-۲۵۰، ۲۵۰-۳۰۰ و >۳۰۰) استفاده شد.

زمین‌شناسی: محدوده مطالعاتی تایباد از نظر تقسیمات ساختاری- رسوبی زمین‌شناسی ایران در زون ایران مرکزی واقع شده و دارای تنوع سازندی گسترده‌ای است و رخنمون‌های زمین‌شناسی در آن روند غالب شمال غرب به جنوب شرق دارند. کهن‌ترین سازند بررسی شده در حوزه سنگ‌های پروتروزوئیک است و جوان‌ترین سازند نهشته‌های رسی است که در قسمت‌هایی از حوزه گسترش یافته است.

فاصله از روستا: آستانه‌ای به شعاع‌های مختلف بر حسب کیلومتر در پنج کلاس (<۱، ۱-۲، ۲-۳، ۳-۴ و >۴) در نظر گرفته شد. این فاصله بستگی به موقعیت و پراکنش روستاها دارد.

فاصله از شبکه جاده‌های ارتباطی: آستانه‌ای به شعاع‌های مختلف بر حسب کیلومتردر پنج کلاس (<۱، ۱-۲، ۲-۳،۳-۴ و >۴) در نظر گرفته شد. که این طبقه‌بندی به طول جاده و نحوه پراکنش جاده‌ها بستگی دارد (۱۷).

فاصله از منابع قرضه (خاک‌رس): با استفاده از نقشه‌های خاک‌شناسی و زمین‌شناسی و نرم افزار گوگل ارث، نواحی با بافت رسی مشخص شده و سپس حریمی بر حسب کیلومتر به کلاس‌های مختلف (<۱، ۱-۲، ۲-۳،۳-۴ و >۴) تعریف شد.

شیب بستر رودخانه: برای داشتن کارآیی مناسب بندهای خاکی و اطمینان از پایداری آن، شیب‌های تا حداکثر ۸ درصد

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.15.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.177]

پیشنهاد شده است که به چهار کلاس (۰-۲، ۲-۴، ۴-۶ و ۶-۸ درصد) (۱۷).

فرسایش: مناطق با فرسایش خندقی و تراس‌های آبرفتی به دلیل فرسایش‌پذیری بالا و ایجاد رسوب زیاد، جز مناطق نامناسب در نظر گرفته شدند و تا شعاع ۵۰۰ متری از این چنین مناطقی نباید هیچ سدی ساخته شود (۱۶).

فاصله از اراضی کشاورزی: اراضی کشاورزی مشخص شد و آستانه‌ای به شعاع یک کیلومتر به‌عنوان حریم در نظر گرفته شد.

نیاز آبی منطقه: نیاز آبی یکی از معیارهای مهم در قسمت مسائل اقتصادی و اجتماعی است بخصوص اگر نیاز آبی شرب باشد که حتما باید تامین گردد که بندخاکی با ذخیره جریان سطحی و تغذیه آب‌های زیرزمینی می‌تواند کمک شایانی در امر نیاز آبی منطقه باشد.

مدل بولین

این مدل شامل ترکیبات منطقی از نقشه‌های دودویی بر اساس عملگرهای شرطی است و هر نقشه به عنوان یک لایه در نظـر گرفته می شود، این مدل دارای اپراتورهای NOT، AND و OR است (۶). در این تحقیق از عملگر اشتراک (AND) استفاده شد. به‌این‌صورت که تهیه نقشه مناطق مساعد یا نامساعد از این روش پس از امتیاز دادن طبقات هر لایه در سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) از رابطه ۱ تهیه گردید.

رابطه (۱)

Boolean AND= (Slope) AND (Land use) AND (Geology) AND (Fault) AND (River)

بولین= شیب AND کاربری اراضی AND زمین شناسی AND آبراهه AND گسل

فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)[1]

فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) توسط ساعتی (۲۵) برای رفع محدودیت AHP معرفی شده‌است. در این روش ارتباطات پیچیده بین و میان عناصر تصمیم از طریق جایگزینی ساختار سلسله مراتبی با ساختار شبکه‌ای در نظر گرفته می‌شود. این روش در واقع حالت عمومی AHP و شکل گسترده‌تر آن می‌باشد که در آن مسائل با وابستگی متقابل و بازخورد را نیز می‌توان در نظر گرفت (۲۵). به همین دلیل در سال‌های اخیر استفاده از ANP به جای AHP در اغلب زمینه‌ها افزایش پیدا کرده است (۱۳). برای تسهیل محاسبات ریاضی از نرم‌افزار سوپر دسیشن استفاده می‌گردد (۲۵). به‌طور کلی روش ANP شامل سه قسمت است: بخش اول، سلسله مراتب کنترل برای شبکه معیارها و زیر معیارها، بخش دوم شبکه‌ای از روابط میان عناصر و خوشه‌ها و بخش سوم بازخورد بین خوشه‌های مختلف و عناصر داخل یک خوشه است (۱۸). از آنجا که در این تحقیق معیارها و شاخص‌های در نظر گرفته شده دارای روابط دوسویه و بازخوردی هستند و سایر مدل‌ها این وابستگی‌ها را کمتر در نظر می‌گیرند، بنابراین، به‌کارگیری رویکردی که وابستگی‌های احتمالی میان عوامل را در نظر گیرد و آن‌ها را در اندازه‌گیری دخالت دهد، ضرورت می‌یابد. از این رو در این مطالعه برای محاسبه وزن عناصر از تئوری شبکه‌ها (ANP) استفاده گردید.

روش ویکور (VIKOR)[2]

مدل ویکور، مبتنی بر برنامه‌ریزی توافقی مسایل تصمیم‌گیری چندمعیاره است. تاکید این روش بر رتبه‌بندی و انتخاب از مجموعه‌ای از گزینه‌ها و تعیین راه حل توافقی برای مساله با معیارهای متضاد می‌باشد (۸). در شرایطی که تصمیم‌گیرنده قادر به شناسایی و بیان برتری‌های یک مساله در زمان شروع و طراحی آن نیست، این روش می‌تواند به عنوان ابزاری موثر برای تصمیم‌گیری مطرح می‌شود (۳). بنابراین، این روش روی دسته‌بندی و انتخاب از یک مجموعه گزینه تمرکز داشته و جواب‌های سازشی را برای یک مساله با معیارهای متضاد تعیین می‌کند. اگر در یک مساله تصمیم‌گیری چند معیاره، n معیار و m گزینه وجود داشته باشد، به منظور انتخاب بهترین گزینه از این روش استفاده می‌گردد (۲۳).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از روش منطق بولین نشان داد که مناطق مناسب باید دور از گسل، قنات، زمین‌های مسکونی و شیب‌های بالای ۸ درصد باشد. پس از تلفیق لایه‌ها براساس منطق بولین AND در منطقه ۴۳ بازه پتانسیل‌دار به‌دست آمد. در ادامه جهت تعیین مکان‌های مناسب در این بازه‌ها از نرم‌افزار گوگل ارث و بازدید صحرایی استفاده گردید. که در نهایت ۱۱ مکان مناسب تایید شد (جدول ۱).

جدول ۱- امتیازهای کمی کارشناسان به مکان‌های تایید شده

Table 1. Experts' quantitative scores on approved locations

	باران	شیب	زمین شناسی	فرسایش	تراکم زهکشی	نیاز آبی	فاصله از جاده	فاصله از روستا	فاصله از منابع قرضه
سایت ۱	۳	۴	۲	۴	۲	۳	۲	۵	۵
سایت ۲	۲	۵	۲	۳	۳	۵	۴	۵	۵
سایت ۳	۲	۳	۵	۴	۴	۳	۵	۳	۴
سایت ۴	۲	۴	۵	۴	۳	۲	۳	۲	۳
سایت ۵	۲	۲	۵	۵	۳	۲	۲	۳	۴
سایت ۶	۳	۵	۳	۲	۳	۲	۵	۳	۳
سایت ۷	۲	۴	۵	۲	۴	۴	۳	۴	۴
سایت ۸	۲	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۴
سایت ۹	۳	۴	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۵
سایت ۱۰	۳	۴	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۳
سایت ۱۱	۳	۵	۲	۲	۲	۵	۴	۵	۵

1- Analytic Network Process

2- Vlse Kriterijumsk Optimizacija Kompromisno Resenje

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.15.9]

[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.177]

در مرحله آخر برای اولویت‌بندی این مکان‌ها از مدل ANP که یکی از مهم‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است، که از مزایای آن در نظر گرفتن روابط بین معیارها می‌باشد، چون در طبیعت عوامل و معیارها در ارتباط هستند. در تحقیق برای سهولت در تعیین وزن‌های معیارها از نرم‌افزار سوپر دسیشن استفاده گردید. ابتدا براساس نظرات کارشناسان روابط بین معیارها در طبیعت به‌دست آمد (جدول ۲).

جدول ۲- روابط بین معیارها در طبیعت در روش فرآیند تحلیل شبکه

Table 2. Relationship between criteria in nature in the method of ANP

معیار وابسته	معیارهای تاثیرگذار
تراکم زهکشی	زمین‌شناسی، بارندگی، شیب
فرسایش	زمین‌شناسی، بارندگی، شیب و روستا
شیب	زمین‌شناسی
فاصله از منابع قرضه	زمین‌شناسی و جاده
فاصله از جاده	شیب و زمین‌شناسی
نیاز آبی	جمعیت، بارندگی و زمین شناسی

در ادامه براساس این روابط و نظرات کارشناسان وزن و در نهایت اهمیت نسبی هر معیار تعیین گردید (جدول ۳).

جدول ۳- اهمیت نسبی معیارها در روش فرآیند تحلیل شبکه

Table 3. Relative importance of criteria in the method of ANP

معیارها	اهمیت نسبی
باران	۰/۲۳۹
شیب	۰/۱۷۴
زمین‌شناسی	۰/۴۷۲
فرسایش	۰/۰۵۴
تراکم زهکشی	۰/۰۵۹
نیاز آبی	۰/۲۱۴
فاصله از جاده	۰/۲۸۵
فاصله از روستا	۰/۲۸۶
فاصله از منابع قرضه	۰/۲۱۴

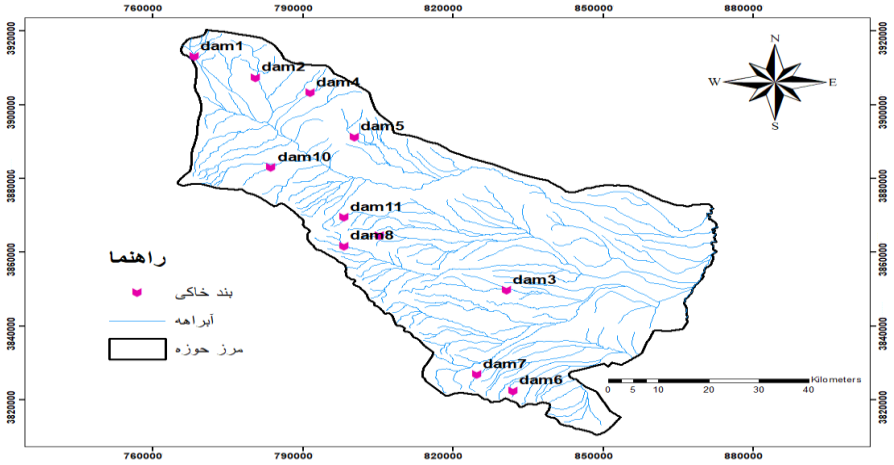
براساس اهمیت نسبی معیارها مکان‌های مناسب با روش‌های ویکور و ANP اولویت‌بندی گردید (جدول ۴، شکل‌های ۲، ۳ و ۴).

جدول ۴- اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث بند خاکی روش‌های ویکور و ANP

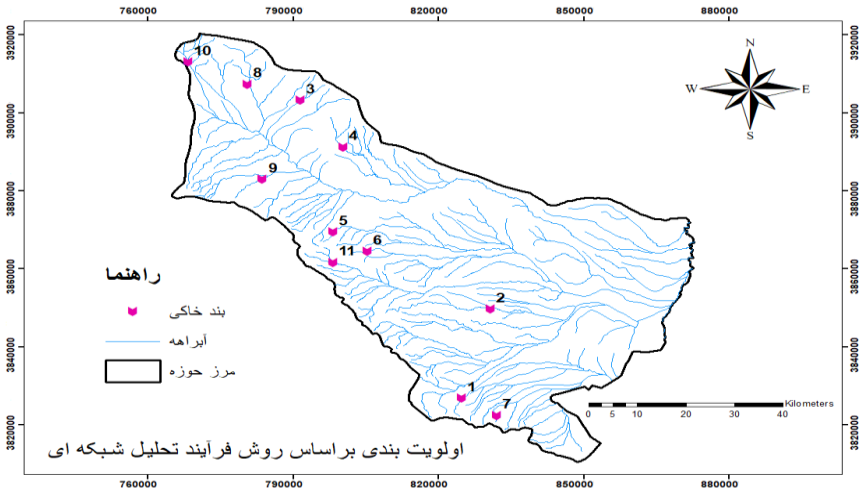
Table 4. Prioritization of Earth dam sites used the VIKOR and ANP methods

محورها(سایت‌ها)	امتیاز در روش ANP	اولویت در روش ANP	امتیاز Q در روش ویکور	اولویت در روش ویکور
سایت ۱	۰/۰۷۱	۱۰	۰/۳۶	۳
سایت۲	۰/۰۸۵	۸	۰/۹۴	۱۰
سایت۳	۰/۱۱۱	۲	۰/۶۴	۶
سایت۴	۰/۱۰۳	۳	۰/۸۲	۸
سایت۵	۰/۱۰۲	۴	۰/۵۰	۴
سایت۶	۰/۰۹۰	۷	۰/۷۸	۷
سایت۷	۰/۱۱۶	۱	۰/۰۳	۱
سایت۸	۰/۰۵۳	۱۱	۰/۹۹	۱۱
سایت۹	۰/۰۹۳	۶	۰/۲۸	۲
سایت۱۰	۰/۰۷۶	۹	۰/۸۷	۹
سایت۱۱	۰/۰۹۸	۵	۰/۶۰	۵

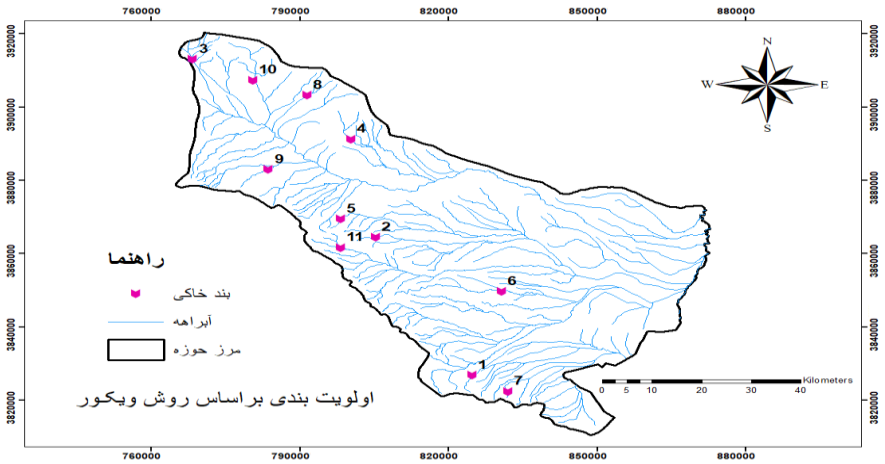
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.15.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.177]



شکل ۲- محل مناسب احداث بندخاکی در منطقه مورد مطالعه
Figure 2. Earth dam sites in study area



شکل ۳- اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث بندخاکی براساس روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای
Figure 3. Prioritization of Earth dam sites based on the ANP method



شکل ۴- اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث بندخاکی براساس روش ویکور
Figure 4. Prioritization of suitable sites for the Earth dam based on the Vikor method

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.15.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.177]

جدول (۲) نشان داد که معیار زمین‌شناسی بیشترین رابطه و همبستگی را با معیارهای دیگر دارد. بخصوص در مناطقی که بارندگی یکسان باشد زمین‌شناسی بیشترین تاثیر را خواهد گذاشت، در روش ANP این روابط بین معیارها مورد سنجش قرار گرفته که بسیار تاثیرگذار است در تعیین مکان‌های مناسب برای بندخاکی، چون در طبیعت تمامی عوامل با هم در ارتباط هستند. تراکم‌زهکشی و فرسایش‌پذیری وابستگی زیادی به سازند زمین‌شناسی دارند که با نتایج چزگی و همکاران (۹) و فرخ زاده و همکاران (۱۲) هم‌خوانی و با نتایج منیاتور و همکاران (۲۰) و نظام‌الدین (۲۲) هم‌خوانی ندارد.

جدول (۳) نشان داد که معیار زمین‌شناسی با اهمیت نسبی ۰/۴۷۲ بیشترین اهمیت نسبی را در بین معیارهای دیگر براساس نظر کارشناسان دارد، که با نتایج چزگی و همکاران (۹) و فرخ زاده و همکاران (۱۲) همخوانی و با نتایج منیاتور و همکاران (۲۰) همخوانی ندارد. از بعد اقتصادی و اجتماعی فاصله از روستا بیشترین اهمیت نسبی را دارد که از نظر اقتصادی و اجتماعی برای پیشرفت و توسعه مورد نیاز است که با نتایج حلبیان و همکاران (۱۵) مبنی بر اینکه مناطق با جمعیت بیشتر در اولویت می‌باشند، همخوانی دارد. از نظر کارشناسان کمترین اهمیت نسبی به معیارهای فرسایش‌پذیر بودن منطقه و تراکم زهکشی رسید، که نشان از هدف‌های احداث بندهای خاکی که در برخی موارد برای کنترل رسوب عمل می‌کند و در برخی موارد برای تغذیه آب زیرزمینی و یا ذخیره جریان آب‌های سطحی که در گزینه‌های آخر هرچه منطقه از نظر فرسایش کمتر باشد مناسب‌تر است. چون منطقه مورد مطالعه برون‌ریز بوده و آب سطحی (سیلاب) از مرز کشور خارج شده بیشتر بعد ذخیره و تغذیه منابع آبی مهم است تا که کنترل فرسایش انجام گیرد.

نتایج جدول (۴) و شکل‌های ۲ و ۳ نشان داد که مکان هفت هم در مدل ANP و مدل ویکور به ترتیب با امتیاز ۰/۱۱۶ و ۰/۰۳۹۶ در اولویت اول قرار گرفت، که نشان از مناسب بودن مکان هفت برای احداث بندخاکی می‌باشد. در ادامه اولویت‌های ۲ و ۳ تغییر دارد ولی اولویت‌های ۴، ۵، ۹ و ۱۱ در هر دو مدل یکسان است، که نشان از نزدیک بودن نتایج دو مدل در این تحقیق است که می‌توان گفت نتایج هر دو مدل برای مکان‌یابی بندخاکی مناسب و قابل قبول است. در کل نتیجه هیچ مدل تصمیم‌گیری در طبیعت برای یک هدف یکسان، برابر نیست (مگر فاصله بین گزینه‌ها زیاد باشد)، چون هر مدل از روابط و فرمول‌های خاص تبعیت می‌کند.

تشکر و قدردانی

بر خود فرض و لازم می‌دانیم از شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی بابت حمایت‌های علمی و اجرایی تقدیر کنیم.

منابع

1. Abdi, P. 2001. Evaluating and Evaluating the Economic and Social Performance of Traditional and Modern Structural and Biological Structures and Modern Water and Soil Conservation in Zanjan Province, Zanjan Natural Resources and Animal Sciences Research Center. 15 pp (In Persian).
2. Amani1, M., A. Najafinejad, A.A. Dehghani and M.Gh. Maramaei. 2015. Site selection for earth small dam using criterion elimination and AHP (Kal Aji Watershed, Golestan province). Journal of Water and Soil Conservation, 22(1): 16 pp (In Persian).
3. Ataee, M. 2010. Multi-criteria decision making. First edition, Shahrood University of Technology. 226 p (In Persian).
4. Azizi, M.M. and M. Arasteh. 2012. Locating Sustainable Residential Collections Using the Network Analysis Process in the Central Textures of Yazd. Journal Armanshahr Architecture & Urban Development. 9: 14 pp (In Persian).
5. Bize, J., L. Bouguet and J. Lemoine. 1972. L'alimentation artificiale ded nappes souterraines, Ed. Masson et Cie, 199 p.
6. Bonham, C.G. 1996. Geographic information systems for geoscientists modeling with GIS Computer Methods in the Geosciences. Pergamon, Love Printing Service Ltd., Ontario, Canada, 398 p.
7. Chabok Boladaji, M., H. Zarei, M.A. Shirzad and M. Hassanzadeh Nefati. 2011. Site selection of Small Soil Dams in Arid and Semi-Arid Areas with Spatial Multi-Criteria Analysis. Journal of Water Science Engineering. 2: 21pp (In Persian).
8. Chen, L.Y. and T.C. Wang. 2009. Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR. International journal of, Production economics, 120: 220- 245.
9. Chezgi, J., H.R. Pourghasemi, S.A. Naghibi, H.R. Moradi and M. Kheirkhah Zarkesh. 2016. Assessment of a spatial multi-criteria evaluation to site selection underground dams in the Alborz Province, Iran. Geocarto International journal. 31: 628-646.
10. Dai, X. 2016. Dam site selection using an integrated method of AHP and GIS for decision making support in Bortala, Northwest China. Thesis of Master of Science, Lund University.
11. Faraji Sabokbar, H.A., M. Salmani, F. Feredoni, H. Karimzadeh and H. Rahimi. 2010. Landfill location of rural waste using a network analysis model (Case study of rural areas in Ghoochan city). Journal of Spatial Planning. 65: 22 pp (In Persian).
12. Farokhzadeh, B., B. Attaeian, D. Akhzari, Y. Razandi and O. Bazrafshan. 2015. Combination of Boolean Logic and Analytical Hierarchy Process Methods for Locating Underground Dam Construction. _ ECOPERSIA, 3(1): 11 pp.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.15.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.177]

13. Hallabyan, A.H., A. Arab Ameri and M. Soltaniyan. 2012. Choosing the best place to erect an earth dam using the ELECTRE method (case study Shahroud- Bastam watershed). Journal of Territory, 34: 13 pp (In Persian).
14. Heshmati, M., M. Gheitouri and S. Shadfar. 2019. Technical Evaluation of Watershed Management Measures in Razin Watershed, Kermanshah, Iran. Journal of Watershed Management Research, 9(18) :26-35
15. Jharkharia, S. and R. Shankar. 2007. Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP). Omega, Elsevier, 35(3): 274-289.
16. Khorasan Razavi Regional Water Authority. 2011. Improvement report on the integration of water resources studies in the Ghareh Qom basin. 12 report (In Persian).
17. Mahmudi, N. 2011. Suitable site selection for construction earth small dams. Master's thesis, Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, 118 pp (In Persian).
18. Meade, L.M. and A. Presley. 2002. R&D project selection using the analytic network process. IEEE transactions on engineering management, 49(1): 59-66.
19. Minator, M., J. Khazaei and M. Ataei. 2012. Earth dam site selection using the analytic hierarchy process (AHP) a case study in the west of Iran. Arabian Journal of Geosciences, 10 pp.
20. Minator, Y., J. Khazaiea, M. Ataeib and A.A. Javadi. 2015. An integrated decision support system for dam site selection. Scientia Iranica A, 22: 319-330.
21. Mohamadi, S. 2019. Prioritization of Sub-Catchments for Operation of Watershed Management Projects Via Multi-Criteria Decision Making Techniques (Case Study: Asyabjofeth Watershed). Journal of Watershed Management Research, 9(18): 36-46
22. Nezamoddin, M. 2011. Determine suitable locations for the construction of short earth dams. Master's Thesis. University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari (In Persian).
23. Opricovic, S. and G.H. Tzeng. 2006. Extended VIKOR method in comparison with outranking methods, journal of European operational research, 178(2): 514-529
24. Rangzan, K., A. Saberi and M. Bakhtiyari. 2015. Locating Wood Industry Units in Khuzestan Province by ANP and GIS. Regional Planning Quarterly, Year 5, No. 17
25. Saaty, T.L. 1999. Fundamentals of the analytic network process. International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Kobe.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.15.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.177]

Locating and Prioritizing Earth Dam Locations Using Boolean and MADM Methods

Javad Chezgi[1], Hamze Noor[2], Seyed Mohammad Tajbakhsh Fakhrabadi[3] and Esmail Soheili[4]

1- Assistant Professor, University of Birjand, Birjand (Corresponding author: chezgi@birjand.ac.ir)
2- Assistant Professor, of Research Center, Mashhad
3- Associate Professor, University of Birjand, Birjand
4- Assistant Professor, Shiraz University, Darab
Received: November16, 2018 Accepted: November 11, 2019

Abstract

Controlling and maintaining surface runoff for optimal use and recharge of groundwater resources is one of the important strategies in arid and semi-arid regions. Short earth dams are one of the least costly and most successful methods of flood control, water storage, groundwater utilization and sediment control. In this research, the Boolean model was used to locate these dams and the methods of network analysis process and VIKOR were used to prioritize it. In the first stage, using the Boolean model, inappropriate areas were removed and 43 potential areas were selected for the earth dam construction. Then using Google Earth and field views, 11 axes were designed to construct an earth dam in potential areas. Finally, these sites are used by network decision making process based on natural factors (rainfall, slope, geology, drainage and Erodibility) and socioeconomic factors (distance from city and village, distance from the road, distance from lending resources and water requirement), the results showed that the criterion of geology with relative importance of 0.472 had the most effect on the choice of dam axis. Finally, the 7rd place with a score of 0.115 in ANP method and 0.035 prominences in Vikor method was the first priority (Rank) for Earth dam construction.

Keywords: Flood Control, Watershed Structure, ANP, VIKOR, Taybad Region

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.15.9]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.177]