



مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز



شاپا الکترونیکی: ۴۵۸۱-۲۷۸۳

سال سوم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۲

بررسی عوامل مؤثر بر مدیریت جامع تالاب هامون سیستان با استفاده از تحلیل عاملی

۱-۱۷

مهدیه حقیقی کهخا، محمدرضا دهمرده قلعه‌نو، محمد نهتانی

بررسی تاثیر تغییرات خشکسالی اقلیمی بر شاخص‌های پوشش گیاهی (مطالعه موردی: شهرستان اشتهارد، استان البرز)

۱۸-۳۲

بهزاد اصلان‌پنجه، حسین ارزانی، علی طویلی، حمیدرضا کشت‌کار، شهرام خلیقی سیگارودی

ارزیابی عملکرد و بررسی استراتژی خروج در مدیریت حوزه آبخیز چهل‌چای

۳۳-۴۷

مرضیه نیکجوی

تحلیل مکانی پتانسیل مناطق آبی برای ایجاد طرح‌های کوچک تامین آب در محدوده جنوب شرقی استان بوشهر

۴۸-۵۹

عادل محمددوست، سید امیر شمس‌نیا، محمد شعبانی

ارزیابی پتانسیل آب زیرزمینی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سد ایلام)

۶۰-۷۳

سعید درختی

ارائه پاسخ‌های مدیریتی در راستای راهبرد بهبود وضعیت منابع آب حوزه آبخیز زاینده‌رود

۷۴-۹۱

علی طالبی، زینب کریمی



مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز

سال سوم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۲

۲۷۸۳-۴۵۸۱

شاپا الکترونیکی

دانشگاه ایلام با همکاری انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبخیز ایران

صاحب امتیاز

دکتر نورالدین رستمی

مدیر مسئول

دکتر حاجی کریمی

سر دبیر

اعضای هیأت تحریریه

دکتر حسین ارزانی: استاد گروه آموزشی احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

دکتر غلامرضا زهتابیان: استاد مهندسی احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

دکتر فرود شریفی: استاد گروه پژوهشی هیدرولوژی و توسعه منابع آب، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ایران

دکتر حاجی کریمی: استاد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

دکتر حمیدرضا ناصری: استاد گروه زمین‌شناسی معدنی و آب، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

دکتر حسن پوربابایی: استاد گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

دکتر محسن رضایی: استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

دکتر ضرغام محمدی: استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

دکتر حمیدرضا پورقاسمی: استاد گروه منابع طبیعی و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

دکتر اباذر اسمعیلی عوری: استاد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

دکتر محسن توکلی: دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

دکتر نورالدین رستمی: دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

دکتر مرزبان فرامرزی: دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

دکتر مهدی حیدری: دانشیار گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

دکتر لحسن بن عبیدات: استاد دانشکده علوم و تکنیک / محیط زیست، دانشگاه سید محمد بن عبدالله، مراکش

دکتر پدرو جی. ام. کاستا: استادیار گروه علوم زمین، دانشگاه کویمبرا، پرتغال

دکتر مهدی حیدری

مدیر داخلی

محمد نجفی شعاع

ویراستار انگلیسی

دکتر نورالدین رستمی، دکتر نگار صادقی نژاد

ویراستار فارسی

دکتر رضا امیدپور

صفحه آرا و طراح جلد

نشانی: ایلام، بلوار پژوهش، دانشگاه ایلام، دبیرخانه مجلات علمی دانشگاه.

تلفکس: ۰۸۴۳۲۲۲۲۷۰۳

صندوق پستی: ۵۱۶-۶۹۳۱۵

پست الکترونیک: iwm@ilam.ac.ir

وب سایت مجله: <http://iwm.ilam.ac.ir>



بررسی عوامل مؤثر بر مدیریت جامع تالاب هامون سیستان با استفاده از تحلیل عاملی

مهديه حقيقي كهخا، محمدرضا دهمرده قلعه‌نو، محمد نهتانی

۱-۱۷

بررسی تاثیر تغييرات خشکسالی اقليمي بر شاخص‌های پوشش گیاهی (مطالعه موردی: شهرستان اشتهارد، استان البرز)

بهزاد اصلان پنجه، حسين ارزانی، علی طویلی، حمیدرضا کشت‌کار، شهرام خلیقی سیگارودی

۱۸-۳۲

ارزیابی عملکرد و بررسی استراتژی خروج در مدیریت حوزه آبخیز چهل‌چای

مرضیه نیکجوی

۴۷-۳۳

تحلیل مکانی پتانسیل مناطق آبی برای ایجاد طرح‌های کوچک تامین آب در محدوده جنوب شرقی استان بوشهر

عادل محمد دوست، سید امیر شمس‌نیا، محمد شعبانی

۴۸-۵۹

ارزیابی پتانسیل آب زیرزمینی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سد ایلام)

سعید درختی

۶۰-۷۳

ارائه پاسخ‌های مدیریتی در راستای راهبرد بهبود وضعیت منابع آب حوزه آبخیز زاینده‌رود

علی طالبی، زینب کریمی

۷۴-۹۱



۱-۱۰. متن داخل جداول و شکل‌ها و عناوین آن‌ها به دو زبان انگلیسی و فارسی نوشته شوند. اعداد داخل جدول‌ها و شکل‌ها به صورت انگلیسی نوشته شود.

۱-۱۱. مقاله باید سلیس، روان و از نظر دستور زبان صحیح باشد و واژه‌ها با دقت کافی انتخاب شده باشد؛ همچنین پاراگراف‌بندی متن مقاله و تمامی قواعد ادبی (آیین نگارش فارسی) و ویراستاری ادبی و علمی باید رعایت گردد.

۱-۱۲. حجم مقاله شامل متن، شکل‌ها، جدول‌ها، نقشه‌ها، منابع و چکیده لاتین، با رعایت استانداردهای نشریه باید حداکثر از ۱۵ صفحه بیشتر نشود.

۱-۱۳. مقالات برگرفته از پایان‌نامه و رساله دانشجویان با نام استاد راهنما، مشاور/مشاوران و دانشجو و با مسئولیت استاد راهنما منتشر می‌شود.

۱-۱۴. مسئولیت صحت و سقم مقاله، به لحاظ علمی و حقوقی بر عهده نویسنده یا نویسندگان است.

۱-۱۵. نشریه مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، در راستای همگامی با استانداردهای نشر بین‌المللی، بنا را بر داوری هم‌تراز و دسترسی آزاد گذاشته است. در همین راستا این نشریه رویه داوری دوسو ناشناس (Double Blind Peer Review) را برگزیده است.

۱-۱۶. لازم است نویسندگان محترم فرم تعارض منافع و تعهدنامه مجله را تنظیم و به همراه فایل اصلی مقاله در قسمت فایل‌های پیوست بارگذاری فرمایند. برای شروع فرآیندهای ارزیابی مقاله، بارگذاری این فرم‌ها الزامی است.

۲. نکات قابل توجه نویسندگان برای نگارش مقاله

۲-۱. ساختار مقاله

ساختار مقاله بر اساس نوع آن تعیین می‌گردد. چهار نوع عمده مقالات عبارت‌اند از مقالات پژوهشی،

۱. نکات قابل توجه نویسندگان پیش از نگارش مقاله

۱-۱. اصول اخلاقی انتشار مقاله مندرج در اطلاعات نشریه را به دقت مطالعه فرمایید.

۱-۲. تمامی مقالات ارسالی به نشریه مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، پیش از ورود به فرآیند داوری با نرم‌افزار مشابهت‌یاب بررسی خواهند شد.

۱-۳. با توجه به قلمرو و چشم‌اندازهای بخش اطلاعات نشریه و به دلیل تخصصی بودن، تنها موضوعات مربوط به مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز برای فصلنامه پذیرفته می‌شود.

۱-۴. نام و مشخصات نگارندگان باید به طور دقیق نوشته شود و نویسنده مسئول، هدایت اصلی نگارش مقاله را بر عهده دارد.

۱-۵. چاپ مقاله در این نشریه رایگان است.

۱-۶. نشریه مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز آمادگی خود را برای چاپ چهار نوع مقاله اعلام می‌کند؛ لذا خواهشمند است پیش‌تر نوع مقاله خود را تعیین کنید تا بتوانید عنوان‌بندی مقاله را بر اساس آن تنظیم کنید.

۱-۷. پذیرش مقاله تنها از طریق سایت فصلنامه (iwm.ilam.ac.ir) امکان‌پذیر است.

۱-۸. مقاله ارسال شده باید حاصل کار پژوهشی و علمی باشد و نباید در هیچ نشریه داخلی یا خارجی یا مجموعه مقالات خارجی چاپ شده باشد و نویسندگان محترم تا هنگامی که جواب پذیرش یا رد از این نشریه دریافت نکرده‌اند، نباید مقاله خود را به نشریه دیگری برای چاپ یا بررسی ارسال نمایند.

۱-۹. زبان رسمی نشریه فارسی است؛ با وجود این، تهیه چکیده مبسوط انگلیسی برای همه مقالات ضروری است.

در مقاله‌های مستخرج از پایان‌نامه از نگارش هر نوع فرضیه پژوهش یا آزمون آن‌ها در بحث یا نتایج پژوهش پرهیز شود و سعی بر آن باشد تا در سرتاسر مقاله، اهداف پژوهش دنبال شود.

۲-۲. سبک نگارش بخش‌های مختلف مقالات

به‌طور کلی متن هر بخش مقاله از مفاهیم ویژه‌ای و به‌منظور خاصی تشکیل می‌شود که نویسنده باید سعی کند در سرتاسر مقاله از خلط مطالب بپرهیزد، در هر جزء مطالب مربوط به آن را بیان کند و از حاشیه‌نویسی به‌منظور پرهیز کردن مطالب دوری کند.

۲-۲-۱. چکیده

چکیده به‌طور عمده مشتمل بر موضوع پژوهش، روش و نتایج است و باید در آن از مقدمه‌چینی پرهیز شود. چکیده فارسی در یک پاراگراف و حداقل ۲۵۰ و حداکثر ۳۰۰ کلمه است.

۲-۲-۲. واژه‌های کلیدی

کلیدواژه‌ها حاوی سه تا پنج واژه مهم مرتبط با متغیرهای پژوهش یا موضوع است که نگارنده می‌خواهد در صورت جست‌وجوی این واژگان توسط پژوهشگران دیگر در اینترنت، مقاله خود را در معرض مطالعه آن‌ها قرار دهد.

۲-۲-۳. مقدمه

در مقدمه، مبانی نظری همراه با پیشینه به‌گونه‌ای منسجم، یکپارچه و پیوسته بیان می‌شود تا در نهایت بتواند موضوع و مسئله موردنظر پژوهش و آنچه در بطنه ابهام است را مشخص کند. هدف نویسنده در نگارش این بخش از مقاله چینش پشت سرهم نقل‌قول‌ها به‌طور مجزا و نامربوط به هم نیست؛ بلکه هدف روایت یک جریان و بیان خلأ موجود است.

۲-۲-۳-۱. استفاده از اختصارات انگلیسی و فارسی در متن مقاله ایرادی ندارد؛ اما باید معادل فارسی و انگلیسی کامل آن در اولین باری که در متن آمده است، به‌صورت زیرنویس نوشته شود.

مقالات فنی و ترویجی، مقالات مروری و مقالات کوتاه. در این نشریه حداکثر تعداد کلمات مقاله‌های پژوهشی و فنی و ترویجی ۵۰۰۰، مقاله‌های مروری ۲۵۰۰۰ و مقاله‌های کوتاه ۲۵۰۰ کلمه در نظر گرفته شده است. تعداد منابعی که برای هر مقاله لازم است به‌ترتیب حداقل ۳۰، ۵۰ و ۵ مورد است. از نظر تعداد جدول‌ها و شکل‌ها تنها مقالات کوتاه محدودیت دارند و آن نیز در مجموع سه جدول یا شکل را شامل می‌شود.

ساختار همه مقاله‌ها از چکیده، کلید واژه‌ها، متن اصلی و منابع تشکیل می‌شوند، ولی متن آن‌ها بر اساس نوع مقاله فرق می‌کند. متن مقاله‌های پژوهشی و فنی و ترویجی باید دارای مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج، بحث و نتیجه‌گیری باشند، ولی متن اصلی مقالات مروری ساختار مشخصی ندارند؛ با وجود این، لازم است که در آن‌ها طرح مسئله، عنوان‌بندی بحث و نتیجه‌گیری، به‌خوبی و با روال مشخصی صورت گیرد. متن مقالات کوتاه نیز دارای بخش‌های عادی مانند مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث نیستند، ولی باید در آن‌ها طرح مسئله شود و توصیف مشاهدات به‌صورت منظم و پیوسته در قالب نتایج و بحث صورت گیرد.

در نوشتار باید توجه داشت که جملات، پاراگراف‌ها و حتی عنوان‌های مقاله باید از پیوستگی و انسجام برخوردار باشند. این امر به‌ویژه در مقدمه و بحث مقاله باید رعایت شود. شیوه طرح مسئله در مقدمه بسیار مهم است، لازم است نویسنده با سلیقه خود و با تکیه بر پیشینه و مبانی نظری پژوهش، خواننده را مجاب به ضرورت و نوآوری پژوهش خویش نماید. در بحث مقاله با استفاده از همین مبانی و پیشینه، مشاهدات مکمل، تجربیات دیگران، تجزیه و تحلیل‌های آماری و تفسیرهای منطقی به روایی و پایایی پژوهش بپردازد و در صورت امکان نشان دهد که پژوهش وی تا چه اندازه می‌تواند به محیط‌های دیگر تعمیم داده شود و در کدام نواحی می‌تواند کارایی داشته باشد.

۲-۲-۴. مواد و روش‌ها

نویسنده در روش پژوهش باید از بیان کلیات و تعاریف مربوط به روش پژوهش بپرهیزد و به تفصیل توضیح دهد که چگونه داده‌ها را جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل کرده است تا هدف یا اهداف پژوهش (حل خلأ علمی که در مقدمه بیان شد) را برآورد کند. این توضیحات باید به قدری دقیق باشد که هر خواننده‌ای در صورت نیاز بتواند مرحله به مرحله آن‌ها را انجام داده و به همان نتیجه‌ای برسد که نگارنده به آن رسیده است. منطقه مورد مطالعه نیز می‌تواند در این بند معرفی شود، ولی نویسنده می‌تواند در صورت ضرورت برای توضیحات تفصیلی، عنوان مستقلى به نام «منطقه مورد مطالعه» باز کند و این عنوان را در محل مناسب که به‌طور معمول پیش از مواد و روش‌ها است، قرار دهد.

۲-۲-۵. نتایج

در بخش نتایج، تنها باید مواردی بیان شود که درباره اهداف پژوهش است. از بیان روش پژوهش یا پیشینه یا هر موضوعی که ذهن خواننده را از موضوع دور می‌کند پرهیز شود. اگر نتایج پژوهش خیلی گسترده هستند، آن‌ها را به‌طور منظم طبقه‌بندی کرده و ذیل عنوان‌های مناسب، درباره آن‌ها توضیح دهید. در توضیحات خود از جدول‌ها و نمودارهای مناسب استفاده کنید و نتایج آماری را به شیوه‌ای گویا بیان کنید.

۲-۲-۶. بحث

بحث مقاله به دلیل سنگین بودن آن و نیاز به تفکری عمیق و شاید وقت‌گیر، به‌طور معمول در معرض خطر است. در این بخش، به استناد مشاهدات بیشتر، مبانی نظری علم، سابقه پژوهش‌ها و تجربیات گذشتگان و همچنین تجزیه و تحلیل‌های آماری یا هر تحلیلی که نویسنده فکر می‌کند مناسب است باید نشان داده شود که نتایج پژوهش تا چه حد به واقعیت نزدیک‌اند. در متن مقاله نوشتن این مطلب که با پژوهش دیگری همسویی دارد یا ندارد، مناسب نیست و این مسئله را تحلیل نویسنده باید نشان دهد نه ادعای وی؛

به‌عبارتی، نویسنده باید بکوشد با مقایسه پژوهش‌های متعدد نشان دهد که واگرایی‌ها و همگرایی‌های بین پژوهش‌وی با دیگران در کجاست و به چه دلیل رخ داده است.

۲-۲-۷. نتیجه‌گیری کلی

بخش پایانی متن مقاله، نتیجه‌گیری است. این مبحث چکیده یا تکرار نتایج پژوهش نیست؛ بلکه نویسنده در این بخش به استناد بحثی که انجام داده است، حکم قطعی خود را به‌صورت کلی صادر می‌کند؛ به‌عبارتی، اکنون نتایج پژوهش نویسنده از صافی ارزیابی‌ای به‌نام بحث گذشته‌اند و برد اثرگذاری و کاربرد آن مشخص شده است و نتیجه‌گیری بهترین مبحثی است که نویسنده فرصت می‌یابد تا نتیجه به‌دست آمده و میزان اثرگذاری آن را گزارش کند. اگر نویسنده بر اساس تجربه‌ای که به‌دست آورده است احساس کند می‌تواند پژوهش خود را به شیوه خاصی ارتقا داده و حجم تعمیم‌پذیری آن را گسترش دهد یا به مدل‌های جدیدی دست یابد یا حل مسئله‌ای را بهبود بخشد، می‌تواند پیشنهادهای خود را در نتیجه‌گیری ارائه دهد.

۲-۲-۸. سپاسگزاری

چنانچه نویسنده یا نویسندگان در تهیه مقاله از منابع مالی سازمان یا نهادهای خاصی استفاده کرده‌اند، یا قصد تشکر و قدردانی از کسانی را دارند که در نگارش مقاله از آن‌ها یاری گرفته‌اند، باید در بخش سپاسگزاری به این مطلب اشاره کنند.

۲-۲-۹. نحوه ارجاع به منابع در متن

در داخل متن، منابع فارسی باید به زبان انگلیسی ترجمه و ارجاع داده شوند. ارجاع، بسته به لحن بیان نویسنده ممکن است در شروع یا پایان جمله یا متن آورده شود. ارجاعات در متن مقاله باید به شیوه داخل پرانتز باشد، به‌گونه‌ای که ابتدا نام خانوادگی نویسنده یا نویسندگان و سال انتشار آورده شود. برای مثال، در صورت وجود یک نویسنده با ذکر نام خانوادگی نویسنده و سال انتشار؛ مانند (Rostami, 2014)، برای دو نویسنده با ذکر نام خانوادگی هر دو نویسنده و سال انتشار؛ مانند (Rostami & Fathizad, 2021) باشد. در صورت

۲-۲-۱۰-۵. شیوه نگارش مشخصات منابع، در انتهای مقاله باید بر اساس شیوه‌نامه APA و مانند مثال‌های زیر باشد: در صورت استفاده از سایر منابع اطلاعاتی که در اینجا ذکر نشده از شیوه‌نامه APA استفاده کنید.

الف) کتاب

نام خانوادگی نویسنده اول، نام نویسنده اول؛ نام خانوادگی نویسنده دوم، نام نویسنده دوم و نام خانوادگی نویسنده چندم، نام نویسنده چندم. (سال انتشار). عنوان کتاب (به صورت کج نویسی). محل انتشار: ناشر.

Briggs, D., Smithson, P., Addison, K. & Atkinson, K. (1997). *Fundamentals of the physical environmental*. London: Routledge.

ب) کتاب ترجمه شده

نام خانوادگی، نام. (تاریخ انتشار ترجمه). نام کتاب (به صورت کج نویسی). مترجم: نام و نام خانوادگی مترجم. محل انتشار ترجمه: ناشر.

Mohseni Saravi, M. & Rostami, N. (2006). *Watershed management: issues and approaches*. (Timothy, R.). University of Tehran Press. (In Persian)

ج) مقالات نشریات

نام خانوادگی نویسنده اول، نام نویسنده اول؛ نام خانوادگی نویسنده دوم، نام نویسنده دوم و نام خانوادگی نویسنده چندم، نام نویسنده چندم. (سال انتشار). عنوان مقاله. نام نشریه (به صورت کج نویسی)، سال یا دوره (شماره)، صفحه آغاز مقاله- صفحه پایان مقاله. در صورت دارا بودن شناسه رقمی مقاله یا (doi)

Baghalani, M., Rostami, N. & Tavakoli, M. (2019). Identification of factors affecting urban flood in Ilam City Watershed. *Journal of Watershed Engineering and Management*, 11(2), 523-536. Doi:

وجود چندین نگارنده، ارجاع به منبع باید به صورت (نام خانوادگی نگارنده اول و همکاران، سال انتشار) مانند (Rostami et al., 2021) باشد. در صورتی که در شروع جمله به منبعی استناد شود به این صورت نگارش شوند: Rostami (۲۰۱۴) گزارش کرد ...

Mohseni Saravi و Rostami (۲۰۰۶) گزارش کردند ... Rostami و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند ...

۲-۲-۱۰. منابع پایانی

نشریه مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز برای استناددهی یا شیوه ارجاع، سبک انجمن روان‌شناسی آمریکا که به اختصار (APA: American Psychological Association) گفته می‌شود را برگزیده است.

۲-۲-۱۰-۱. منابع مورد استفاده نباید از ۳۰ منبع کمتر باشد. ترجیحاً به منابعی که در ۱۰ سال اخیر چاپ شده‌اند (نه منابع قدیمی‌تر) ارجاع داده شود.

۲-۲-۱۰-۲. تنها منابعی باید در پایان مقاله ذکر شوند که در متن نیز استفاده شده باشند و از ذکر منابع مشابه و کم اهمیت خودداری شود.

۲-۲-۱۰-۳. همه منابع مورد استفاده اعم از فارسی و لاتین در پایان مقاله به زبان انگلیسی برگردانده و به ترتیب حروف الفبای نام خانوادگی اولین نگارنده مرتب می‌شوند. در انتهای منابع فارسی عبارت (In Persian) نوشته می‌شود.

نکته ۱: برای ترجمه منابع فارسی، حتماً به چکیده انگلیسی مقاله، صفحه عنوان انگلیسی کتاب، صفحه عنوان انگلیسی پایان‌نامه و غیره مراجعه کنید یا از مترجم کمک بگیرید. برنامه "Google Translate" پاسخ مناسبی به شما نمی‌دهد.

نکته ۲: منابع با اسامی نویسندگان یکسان چنانچه دارای سال انتشار متفاوت باشند، به ترتیب صعودی سال انتشار و چنانچه مربوط به یک سال مشخص باشند با افزودن حروف "a"، "b" و "c" و غیره پس از سال انتشار آورده شوند.

۲-۲-۱۰-۴. آدرس هر منبعی که در متن آورده شده است باید در آخر مقاله نیز بیاید.

ر) نمونه تنظیم یک مقاله یا یک فصل در یک کتاب وابسته (Edited book)

Bradford, J. M. & R. F. Piest. (1978). Erosion development of valley-bottom gullies in the upper mid western United States. In D. R. Coates & J. D. Vitek (Eds.), *Thresholds in Geomorphology*. (pp. 75-101)

د) نمونه تنظیم یک سند از یک کنفرانس

Rostami, N. (2014). *Extraction of rainfall temporal patterns using Monte Carlo simulation technique (case study: Joustan Watershed, Iran)*. Second National Conference on Water Crisis, Shahrekord. September 9-10. (In Persian)

۲-۲-۱۱. چکیده مبسوط

چکیده مبسوط انگلیسی در حداقل ۷۰۰ و حداکثر ۱۰۰۰ کلمه به ابتدای مقاله اضافه شود. این چکیده، باید خلاصه‌ای از مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، نتیجه‌گیری و درنهایت واژگان کلیدی باشد.

“Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusion, Keywords”

شکل ظاهری مقاله

۳-۱. حروف چینی مقاله باید در برنامه Word (۲۰۰۳) یا (۲۰۰۷)، در کاغذ A4 و با رعایت حاشیه ۲/۵ سانتی‌متر از چپ، راست، بالا و پایین باشد و فاصله میان سطرها یک سانتی‌متر (Single) باشد.

۳-۲. لازم است متن فارسی مقاله با قلم B Nazanin 13 و متن لاتین با قلم Times New Roman 11 نوشته شود. متن چکیده فارسی با قلم B Nazanin 10 Bold نوشته شود. عنوان اصلی مقاله با قلم B Titr 14 و سایر عناوین با قلم B Nazanin 14 Bold تنظیم شوند. منابع پایانی با قلم Times New Roman 11 نوشته شوند. عناوین شکل‌ها و جدول‌ها به دو صورت فارسی (B Nazanin 11 به صورت Bold) و انگلیسی (Times New Roman 10 به صورت Bold) نوشته شود. اعداد داخل جدول‌ها به صورت انگلیسی (Times New Roman 9)

10.22092/ijwmse.2018.120069.1417 (In Persian)

Rostami, N., Sohrabi, T. & Kazemi, Y. (2021). Stability Analysis of Flood Spreading Systems in Arid Regions, Iran. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 45, 1819-1829. Doi: 10.1007/s40996-020-00424-7.

Rostami, N. & Fathizad, H. (2021). Spatial and temporal changes of land uses and its relationship with surface temperature in western Iran. *Atmosfera*. <https://doi.org/10.20937/ATM.52985>

د) پایان‌نامه و رساله

نام خانوادگی نویسنده، نام نویسنده. (تاریخ انتشار). عنوان پایان‌نامه/ رساله (به صورت کج نویسی). پایان‌نامه مقطع رشته، نام دانشگاه.

Rostami, N. (2013). *Modeling the relationship between effective precipitation and flood hydrograph by joint probability approach*. Ph.D. Thesis of Watershed Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, Tehran University. (In Persian)

ه) مجموعه مقالات

نام خانوادگی نویسنده، نام نویسنده. (تاریخ انتشار). نام مقاله. در: نام ویراستار، نام مجموعه (به صورت کج نویسی)، (صص شماره صفحات). محل انتشار: ناشر.

و) کتاب منتشر شده در سازمان‌ها یا نهادها

نام سازمان یا نهاد. (سال انتشار). عنوان کتاب (به صورت کج نویسی). محل انتشار: ناشر.

ز) وبگاه اینترنتی

نام خانوادگی نویسنده، نام نویسنده. (در صورت وجود تاریخ انتشار). عنوان مطلب مورد استفاده (به صورت کج نویسی). برگرفته از: آدرس اینترنتی.

Food and Agriculture Organization. (2000). *Biodiversity: Agricultural biodiversity in FAO*. Retrieved January 12, 2009, from <http://www.fao.org/biodiversity>.

۳-۳-۹. در متن نیز حتماً به شماره‌های جدول و شکل‌ها اشاره شود.

۳-۳-۱۰. بهتر است شکل‌ها و جدول‌ها بلافاصله پس از توضیحات متن و در نزدیکترین جای ممکن آورده شوند.

ارسال مقاله

۴-۱. مطمئن شوید اصول پیش گفته از جمله اصول اخلاقی، قلمرو و اهداف و همچنین اصول نگارش نشریه به‌ویژه عنوان‌های متن مقاله به‌درستی نوشته شده است.

۴-۲. با آدرس iwm.ilam.ac.ir وارد سامانه نشریه و سپس وارد صفحه شخصی شوید. ورود به صفحه شخصی با کلمه کاربری و رمز عبور امکان‌پذیر است؛ بنابراین، اگر پیش‌تر آن‌ها را دریافت نکرده‌اید، به‌سادگی می‌توانید با انتخاب محیط ثبت‌نام از طریق گزینه ورود به سامانه (واقع در بخش سمت چپ و بالای صفحه) اطلاعات درخواستی را وارد و کلمه کاربری و رمز عبور را در رایانامه‌ای که در حین ثبت‌نام اعلام کرده‌اید، دریافت کنید. در صورت تمایل به تغییر آن‌ها می‌توانید از خود سامانه کمک بگیرید. توجه داشته باشید که شما برای ورود به سامانه همواره به این دو کلمه نیاز دارید؛ بنابراین بکوشید تا آن‌ها را فراموش نکنید.

۴-۳. از نوار ارسال مقاله، گزینه ارسال مقاله جدید را انتخاب کرده و طی ۱۰ مرحله شامل انتخاب نوع مقاله، وارد کردن عنوان، اضافه کردن نویسندگان، وارد کردن چکیده، وارد کردن کلیدواژه‌ها، توضیحات تکمیلی، داوران پیشنهادی (حداقل سه داور)، اضافه کردن فایل‌ها، نامه به سردبیر و چک لیست و در نهایت تکمیل ارسال مقاله، اقدام به ارسال مقاله نمایید.

نوشته شوند و سایر اطلاعات داخل شکل‌ها و جداول به دو صورت فارسی (B Nazanin 10) و انگلیسی (Times New Roman 9) نوشته شوند.

۳-۳ شکل‌ها و جداول

در تنظیم جدول‌ها، منحنی‌ها، شکل‌ها و تصاویر، رعایت نکات زیر الزامی است:

۳-۳-۱. در ترسیم نقشه‌ها سعی شود همه اصول کارتوگرافی رعایت شود. مختصات، مقیاس (ترجیحاً مقیاس خطی)، راهنما، جهت نقشه و به‌ویژه عناوین عوارض مهم متن نقشه باید به‌صورت خوانا در آن درج شوند، به‌گونه‌ای که حتی پس از کوچک شدن نقشه، از وضوح آن‌ها کاسته نشود.

۳-۳-۲. شکل‌ها و تصاویر باید به‌صورت رنگی یا سیاه و سفید و با کیفیت مناسب و مطلوب تهیه شده (رزولوشن ۳۰۰ dpi) و شماره و عنوان آن‌ها در پایین آورده شود.

۳-۳-۳. نقشه‌ها باید واضح، مطالب آن‌ها خوانا و دارای مقیاس باشند. ذکر مأخذ نقشه‌ها، عکس‌ها یا شکل‌هایی که از منابع دیگر اقتباس شده‌اند الزامی است.

۳-۳-۴. نمودارها به‌طور ساده ترسیم شوند، راهنمای عددی نمودارها باید انگلیسی باشد و بهتر است از ترسیم نمودارهای چندبُعدی خودداری شود.

۳-۳-۵. همه عنوان‌ها، اعداد، واحدها و مقیاس‌ها در جدول‌ها و شکل‌ها باید به انگلیسی باشند. واحدهای استفاده شده نیز بر اساس سیستم متریک ذکر شوند.

۳-۳-۶. ارائه تصویری جدول‌ها، معادلات، مرجع‌ها یا نوشته‌های مستقیم روی شکل‌ها امکان ویرایش را از ویراستار سلب می‌کند؛ از این‌رو لازم است این موارد به‌صورت تایپ شده در متن آورده شوند.

۳-۳-۷. شماره و عنوان هر جدول در بالای آن به‌صورت وسط‌چین با دو زبان فارسی و انگلیسی نوشته شود.

۳-۳-۸. عنوان شکل‌ها با دو زبان فارسی و انگلیسی در پایین تصاویر آورده شود.

پیگیری فرایند انتشار مقاله

۵-۱. در صورت تأیید سردبیر و ارسال مقاله به داوری، نویسنده مسئول به صفحه شخصی خود در سامانه نشریه مراجعه کند و اگر تأخیری در فرآیند داوری (بیش از یک ماه) مشاهده کرد از طریق پست الکترونیکی یا تماس تلفنی با نشریه روند بررسی مقاله را پیگیری کند.

۵-۲. در صورتی که مقاله برای چاپ پذیرفته شود بعد از آماده شدن برای چاپ، در سامانه و در قسمت فهرست مقالات آماده به انتشار درج می‌گردد نویسنده می‌تواند فایل آماده شده را از کارشناس نشریه دریافت کند و قبل از چاپ اگر نیاز به هر گونه تغییر و اصلاحی بود موضوع را به کارشناس نشریه اطلاع دهد. بعد از چاپ مقاله امکان هیچ گونه تغییر و اصلاحی در مقاله وجود ندارد.

۵-۳. بعد از چاپ مقاله، اطلاعات آن در صفحه شخصی درج می‌گردد و نویسنده می‌تواند وضعیت مقاله خود را با عنوان مقاله منتشر شده به صورت الکترونیکی مشاهده کند.

۵-۴. نشریه «مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز» حق رد یا قبول و نیز ویراستاری مقالات را برای خود محفوظ می‌دارد و از بازگرداندن مقالات دریافتی معذور است.

۵-۵. مقالات رد یا انصراف داده شده، پس از سه ماه از مجموعه آرشیو نشریه خارج خواهد شد و نشریه هیچ‌گونه مسئولیتی در این زمینه نخواهد داشت.

۴-۴. در بخش اضافه کردن فایل، لازم است دو فایل اصلی را بارگذاری کنید. ۱- فایل صفحه مشخصات نویسنده یا نویسندگان در محیط Word؛ ۲- فایل متن اصلی مقاله در محیط Word بدون مشخصات نویسندگان.

در فایل اول (فرم مشخصات نویسندگان)، مشخصات کامل مقاله و نام نویسنده یا نویسندگان به فارسی و انگلیسی (نام نویسنده مسئول مکاتبات با ستاره مشخص شود)؛ آخرین مدرک تحصیلی، مرتبه علمی و محل اشتغال به فارسی و انگلیسی؛ نشانی کامل نویسنده مسئول مکاتبات شامل آدرس پستی، شماره تلفن، شماره دورنگار، نشانی پیام‌نگار (پست الکترونیک) به فارسی و انگلیسی؛ نام مؤسسه تأمین‌کننده مخارج مالی پژوهش یا تهیه مقاله (در صورت وجود) در فایل جداگانه‌ای ارسال شود.

در فایل دوم (فایل متن اصلی مقاله بدون نام نویسندگان)، مقاله را که در ساختار مناسب بر اساس نوع مقاله تنظیم شده است بارگذاری می‌شود. سعی کنید در صفحه اول عنوان کامل مقاله به فارسی؛ چکیده فارسی در یک پاراگراف (حداقل ۲۵۰ و حداکثر ۳۰۰ کلمه) و کلیدواژه‌های فارسی (حداکثر پنج واژه) و در صفحات دوم عنوان کامل مقاله به انگلیسی؛ چکیده انگلیسی در یک پاراگراف (حداقل ۲۵۰ و حداکثر ۳۰۰ کلمه) و کلیدواژه‌های انگلیسی (حداکثر پنج واژه) آورده شود.

۴-۵. در بخش نامه به سردبیر قید شود که مقاله حاصل کدام یک از فعالیت‌های پژوهشی (فعالیت کلاسی، پایان‌نامه، طرح پژوهشی و غیره) است.

Investigating the Factors Affecting the Integrated Management of Hamon Sistan Wetland Using Factor Analysis

Mahdiyeh Haghghi Kahkha¹, Mohammad Reza Dahmardeh Ghaleno^{2*}, Mohammad Nohtani³

1- Master's degree in watershed science and engineering, University of Zabol, Zabol, Iran

2- Associate Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

* Corresponding author: mr.dahmardeh@uoz.ac.ir

(Received: 31 July 2023)

Revised: 15 September 2023

Accepted: 23 October 2023)

Extended abstract

Introduction: Water resources management is a set of methods, measures and plans compiled for the control, development, and optimal exploitation of water reserves which are adjusted and guided according to all or part of the economic, social, environmental, political aspects. The increasing human needs for ecological goods and services over the past few decades have led to increased attention to wetlands management, and today wetlands ecosystem management is considered one of the land management approaches. The purpose of this research is to investigate the integrated management indicators of Hamon wetland using factor analysis. This research was conducted by document and survey method and using a questionnaire in the villages of Hamon and Nimroz cities, during which, in addition to field visits and observations of the villages, the indigenous people of the region were interviewed.

Methodology: Hamon wetland, with an area of nearly 5700 km² and a depth range of 1 to 5 meters in the desert area of the east of the country, in the region of Sistan is located between 60°39' to 61°35' east longitude and 31°15' to 31°32' north latitude, which is considered as the largest freshwater lake in the entire plateau of Iran. In this study, three economic, social and environmental indicators were selected for Hamon wetland management. The total number of households under study in the two cities is 1987 households from the outskirts of Koh-Khwaje and Talabhamun, and 321 questionnaires were considered to conduct this research. One of the statistical methods for analyzing the information in the data set is factor analysis. This method is used to determine the most influential variables when the number of variables under consideration is large and the relationships between them are unknown.

Results: Considering the importance of Hamon wetland in ecological, economic, social dimensions and direct relationship with people's livelihood and environmental sustainability, it is necessary to change the attitude in the type of management and proper planning to restore Hamon wetland. In this research, the data obtained from the questionnaire was examined and analyzed. Based on the obtained results, it was found that all dimensions and indicators of the research had a significant impact on the integrated management of Hamon wetland. The factor load for the economic dimension is equal to 0.95, the social-participatory dimension is equal to 0.97 and the environmental dimension is equal to 0.85, which shows the social-participatory dimension and its indicators such as the revival of agriculture by the wetland. All kinds of partnerships in this field have had the greatest role and impact in the management of the Hamon wetland. Also, Cronbach's alpha coefficient was obtained for economic, social-participatory and environmental dimensions, which were respectively 0.839, 0.91 and 0.75, showing that the reliability of the questionnaires was good. The integrated management of Hamon wetland requires a kind of systemic approach, which will not be possible without paying attention to local communities and their participatory role in decision-making and planning. The effective factors extracted from the factor analysis of economic indicators showed that employment and income are the main factors in the field of integrated management of Hamon wetland. In this context, by supporting the private sector and increasing investment in the field of creating various businesses in line with the potentials of our wetlands, job security and economic well-being can be provided for the local residents. In this context, considering the interwoven relationship between the natives' income and the vitality of the Hamon wetland, with local management and planning in the field of entrepreneurship, and taking into account the local culture and the prosperity of the handicrafts market, and supporting it, it provided the conditions for economic well-being. Optimal and appropriate training along with the participation of local people is the main factor in the integrated management of Hamon wetland.

Discussion and Conclusion: For the optimal and integrated management of water resources, a comprehensive look at the economic, social, physical, environmental, cultural and political characteristics is necessary so that the most optimal ones can be developed with a set of methods and strategic plans. Feedback from the proper management of the Hamon wetland is economically very important for the local residents, and it is also considered an important and wonderful resource from the environmental point of view. It is necessary to provide facilities and support platforms in order to increase private sector investment in creating employment and entrepreneurship, as well as supporting handicrafts and the development of small industries, to provide conditions for the economic dependence of local people and excessive exploitation of resources. Managing and protecting the natural potentials of any geographical environment requires comprehensive development and human sustainability in that environment; Therefore, it is necessary to provide educational platforms and hold appropriate training courses on the importance of natural resources in the human environment and efforts to protect and optimally exploit it. In this context, it is necessary to take into consideration the local management and use the existing potentials by holding training courses and providing the necessary platforms for the use of local power in the direction of the restoration and reconstruction of the Hamon wetland, which leads to the sustainability of the natural environment in the long run.

Keywords: Integrated Management, Factor Analysis, Hamoon Wetland, Questionnaire, Sistan

Citation: Haghghi kahkha, M., Dahmardeh ghaleno, M. R. & nohtani, M. (2023). Investigating the factors affecting the integrated management of Hamon Sistan wetland using factor analysis. *Integrated Watershed Management*, 3(4), 1-17. doi: 10.22034/iwm.2023.2008072.1096

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



بررسی عوامل مؤثر بر مدیریت جامع تالاب هامون سیستان با استفاده از تحلیل عاملی

مهديه حقیقی کهخا^۱، محمدرضا دهمرده قلعه‌نو^{۲*}، محمد نهتانی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته علوم و مهندسی آبخیزداری دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران

*نویسنده مسئول: mr.dahmardeh@uoz.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۶/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۹

چکیده

افزایش روزافزون نیازهای انسانی به کالاها و خدمات اکولوژیک طی چند دهه گذشته منجر به افزایش توجه به مدیریت تالاب‌ها گردیده است و امروزه مدیریت اکوسیستم تالاب‌ها یکی از رویکردهای مدیریت سرزمین محسوب می‌شود. هدف از این تحقیق بررسی شاخص‌های مدیریت جامع تالاب هامون با استفاده از تحلیل عاملی است. این پژوهش به روش اسنادی و پیمایشی و با استفاده از پرسشنامه در روستاهای شهرستان‌های هامون و نیمروز اجرا گردید که در طی آن ضمن بازدید و مشاهدات میدانی از روستاها، از مردم بومی منطقه پرسشگری به عمل آمده است. جامعه آماری پژوهش شامل ۱۹۸۷ خانوار روستایی از حاشیه کوه خواجه و تالاب هامون است که بر اساس فرمول کوکران تعداد ۳۲۱ خانوار به عنوان نمونه انتخاب شدند. بدین منظور سه شاخص اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی جهت مدیریت تالاب هامون انتخاب گردید. در این تحقیق از آزمون‌های T مستقل و تحلیل عامل اکتشافی در نرم‌افزار SPSS24 برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. نتایج روایی پرسشنامه‌ها به صورت نظری و بر اساس دیدگاه متخصصان و اساتید دانشگاه تأیید و پایایی آن طبق ضریب آلفا کرونباخ برابر با ۰/۸۳۳ به دست آمد. نتایج به دست آمده نشان داد که بین شهرستان‌های هامون و نیمروز از لحاظ ابعاد اقتصادی، اجتماعی و مشارکتی و زیست‌محیطی تفاوت معناداری وجود دارد. میزان بارعاملی برای بعد اقتصادی برابر ۰/۹۵، بعد اجتماعی-مشارکتی برابر ۰/۹۷ و بعد زیست‌محیطی برابر ۰/۸۵ به دست آمد که نشان‌دهنده این است که بعد اجتماعی-مشارکتی و شاخص‌های آن نظیر احیاء کشاورزی با استفاده از قابلیت تالاب و انواع مشارکت‌ها در این زمینه بیشترین نقش و تأثیر از لحاظ مدیریت بر تالاب بین‌المللی هامون را دارا می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: مدیریت جامع، تحلیل عاملی، تالاب هامون، پرسشنامه، سیستان

استناد: حقیقی کهخا، م.، دهمرده قلعه‌نو، م.، ر. و نهتانی، م. (۱۴۰۲). بررسی عوامل مؤثر بر مدیریت جامع تالاب هامون سیستان با استفاده از تحلیل عاملی. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز (۴)، ۳-۱۷.

حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این نشریه به صورت آزاد در وبسایت نشریه برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

مقدمه

مدیریت منابع آب به مجموعه روش‌ها، تدابیر و برنامه‌های تدوین‌شده برای کنترل، توسعه، بهره‌برداری بهینه از ذخایر آبی (سطحی یا زیرزمینی) که با توجه به تمامی یا بخشی از جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و سیاسی تنظیم و هدایت می‌شود، گفته می‌شود (Ganji, 2006). در سال‌های اخیر، بخش زیادی از منابع آب موجود در مناطق خشک و نیمه‌خشک از جمله تالاب‌ها به‌عنوان زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌های بااهمیت با محدودیت‌های آبی مواجه شده‌اند (Haddad et al., 2021). فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی باعث از بین رفتن بسیاری از تالاب‌های دنیا شده است و تالاب‌های باقیمانده به درجات مختلف تخریب شده‌اند (modabberi & Shokoohi, 2020). تالاب‌ها به‌عنوان یکی از بااهمیت‌ترین اکوسیستم‌های طبیعی از دیرباز نقش بسزایی در توسعه جوامع اطراف خود ایفا نموده‌اند (Rokanuddin Eftekhari et al., 2014). علی‌رغم منافع و مزایای متعدد اکوسیستم‌های تالابی برای جوامع انسانی و طبیعت، در دهه‌های اخیر تخریب گسترده تالاب‌ها بر اثر شدت گرفتن فشارهای انسانی و رخدادهای نامطلوب طبیعی به‌ویژه آب و هوایی افزایش یافته است (Gopal, 1991). بهره‌برداری خردمندانه و پایدار از تالاب‌ها مستلزم آن است تا مدیریت این اکوسیستم در گستره وسیعی از فعالیت‌های انسانی که از حفاظت مطلق تا استفاده مؤثر متفاوت است، به تعادل و توازن برسد (Majnonian, 2008). مدیریت جامع به‌عنوان یک رویکرد جدید بعد از سال ۲۰۰۰ برای توسعه و مدیریت منابع طبیعی با تأکید بر ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی منطقه به‌منظور معیشت پایدار و بدون آسیب‌پذیری برای ساکنین این حوزه‌ها مطرح هست (Jafari et al., 2013). رویکردهای

عملی برای مدیریت جامع در حقیقت نوعی نگرش سیستمی در مدیریت است (Dahmardeh, 2020). تالاب بین‌المللی هامون به‌صورت مشترک در خاک ایران و افغانستان قرار گرفته که تأمین آب آن از کشور افغانستان انجام می‌پذیرد (Kaikha & Amiri, 2019). این تالاب در مواقع پرآبی و کم‌آبی اثرات زیادی بر بافت و ساختار اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیک منطقه سیستان دارد و حیات جمعیت زیادی از مردم منطقه چون صیادان، دامداران، شکارچیان، تخت‌نشینان و حصیربافان به‌طور مستقیم به آن وابسته است (Nehtani, 2011). بررسی سوابق تحقیق‌های انجام‌شده نشان می‌دهد مطالعات متعددی، موضوع تحقیق را مورد بررسی قرار داده‌اند. Krause و Glaser (۲۰۰۳) طی مطالعه‌ای به بررسی وضعیت اجتماعی-اقتصادی روستاهای واقع در حوضه‌ای با آب دائمی و رونق ماهیگیری در کشور برزیل پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد سیاست‌های دولت برای مدیریت ساحلی تا حد زیادی باعث رونق منطقه شده است. Kenny (۲۰۰۸) با مطالعه بر روی تأثیرات اجتماعی خشک‌سالی به این نتیجه رسید که مواردی همچون تنش جسمی و روانی، اضطراب و افسردگی، درگیری‌های خانوادگی، کاهش کیفیت زندگی افراد، افزایش مهاجرت، افزایش فقر عمومی به‌عنوان مهم‌ترین پیامدهای اجتماعی خشک‌سالی می‌توانند باشند. Elekhizor Timothy (۲۰۰۸) با بررسی اثرات اجتماعی-اقتصادی جوامع اطراف پارک بین‌المللی نیجریه، اثرات این پارک را بر روی روستاهای حاشیه آن با استفاده از مشاهده، پرسشنامه و مصاحبه شرایط زیست‌محیطی، مسکن و شرایط زندگی روستاهای اطراف این پارک بررسی کرده است و شاهد تأثیر این پارک بر بهبود وضعیت اقتصادی مردم بوده است. Ebrahimzadeh (۲۰۰۹) با تحلیل اثرات

ترویجی و آموزشی، اقتصادی و اجتماعی ۳۴ درصد از واریانس عوامل مؤثر بر مدیریت پایدار منابع آب را تعیین می‌نمایند. همچنین، با توجه به نتایج مشخص شد که کشاورزان از نظر سطح پایداری در سه گروه ناپایدار (۳/۹۵ درصد)، نیمه‌پایدار (۱/۴ درصد) و پایدار (۶/۰ درصد) طبقه‌بندی شدند. Sun و همکاران (۲۰۱۶) کاربرد پویایی سیستم را در مدیریت پایدار منابع آب کشور چین ارزیابی نمودند. مدیریت منابع آب در پنج زیرسیستم اصلی اقتصادی، جمعیت، عرضه و تقاضای آب، منابع زمینی، آلودگی آب و مدیریت بررسی گردید. تغییرات عرضه و تقاضای آب از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ شبیه‌سازی گردید. در مدل ارائه‌شده برنامه‌های توسعه متفاوتی برای شبیه‌سازی تغییرات متغیرهای کلیدی مورد آزمون قرار گرفتند و سناریوهای متفاوت مدیریت منابع آب برای چین بررسی گردید. نتایج نشان داد که تغییرات عرضه و تقاضا به صرفه‌جویی در مصرف آب بسیار وابسته هستند و برنامه‌های توسعه پایدار در این زمینه می‌تواند باعث رشد اقتصادی منطقه گردد. Athari و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه خود بر روی چالش‌های پیشروی مدیریت حوزه‌های آبخیز کشور، مهم‌ترین چالش‌های موجود را تعدد مراکز تصمیم‌گیری، عدم انسجام برون‌سازمانی، عدم مشارکت واقعی ذینفعان در طراحی و اجرای پروژه‌ها و کم‌رنگ بودن مطالعات اقتصادی و اجتماعی طرح‌های آبخیزداری بیان نمودند. Azami و Shanazi (۲۰۱۸) به بررسی اثرات تالاب زریوار مریوان بر معیشت پایدار خانوارهای روستایی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با توجه به نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون، در مجموع ۶۵/۱ درصد از تغییرات متغیر وابسته سطح معیشت خانوارهای روستایی حاشیه تالاب توسط ۴ متغیر

خشک‌سالی‌های اخیر و کمبود آب دریاچه هامون بر کارکردهای اقتصادی سیستان نشان داد که دریاچه هامون نقش اساسی بر کارکردهای اقتصادی - اجتماعی منطقه دارد و نتیجه گرفت که لازم است پس از خشک‌سالی‌های اخیر جهت احیاء کارکردهای آن اقداماتی صورت گیرد. Azizaghi و Faraji (۲۰۱۱) طی مطالعه‌ای از تأثیر تالاب هامون بر شکل‌گیری و همچنین افول تمدن‌های پیشرفته به این نتیجه رسیده‌اند که با خشک شدن و تغییر مسیر رودخانه بسیاری از تمدن‌ها تخریب و یا جابجا شده‌اند و همچنین اثرات خشک‌سالی تأثیر بیشتری روی این منطقه می‌گذارد و باعث جایگزینی مشاغل کاذب و قاچاق و خدماتی به جای مشاغل تولیدی مثل کشاورزی و دامداری شده است. Nehtani (۲۰۱۱) با مطالعه - ای تحت عنوان بررسی اثرات خشک‌سالی بر مردم منطقه سیستان به مطالعه تأثیرات این خشک‌سالی بر مردم شهر زابل و روستاهای حاشیه تالاب هامون پرداخت و به این نتیجه رسید که سیستان یک منطقه آندروئیک است و از نظر جغرافیایی دارای محدودیت است؛ لذا وقتی این منطقه تحت تأثیر خشک‌سالی و خشک شدن تالاب هامون قرار می‌گیرد نسبت به سایر مناطق تأثیرات اقتصادی و اجتماعی بیشتری می‌پذیرد و مشکلات حاصل از آن بیشتر بر مردم منطقه مشاهده می‌شود. Jafari و همکاران (۲۰۱۳) راهکارهای مدیریتی حفاظت از تالاب میانکاله را از طریق دسته‌بندی، وزن‌گذاری و تجزیه و تحلیل عوامل ضعف و قوت و نیز فرصت‌ها و تهدیدهای موجود با استفاده از تجزیه و تحلیل SWOT^۲ تدوین کردند. Samian و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی تحت عنوان عوامل مؤثر بر مدیریت پایدار آب کشاورزی به این نتایج دست یافتند که عوامل آگرونومیک، سیاسی و نهادی،

جلب مشارکت جوامع محلی در توسعه اکوتوریسم تالابی (مورد مطالعه: تالاب بین‌المللی کانی برازان مهاباد) پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که متغیرهای هنجارها و فرهنگ محلی، دسترسی به سرمایه و مدیریت کارآمد، مهم‌ترین مؤلفه‌های مؤثر بر مشارکت جوامع محلی در توسعه صنعت گردشگری و طبیعت‌گردی در آن تالاب می‌باشند. Tavakoli و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی تهیه سند راهبردی مدیریت جامع حوزه آبخیز میمه استان ایلام با استفاده از مدل SWOT و QSPM پرداختند. نتایج نشان داد که در برنامه‌ریزی‌های آینده‌نگر منطقه بایستی فرصت‌های منطقه در راستای توسعه قوت‌ها و غلبه بر ضعف‌ها، همواره مدنظر قرار گیرند. در گروه نقاط قوت، گزینه "وجود رودخانه‌های پرآب و دائمی" به‌عنوان مهم‌ترین نقطه قوت و گزینه "نداشتن الگوی کاشت مناسب، نداشتن آمایش کشاورزی و منابع طبیعی در مقیاس‌های کاربردی" به‌عنوان مهم‌ترین نقطه ضعف حوزه شناسایی شدند. بررسی نتایج تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که تالاب‌ها نقش اساسی در وضعیت اقتصادی و اجتماعی ساکنان یک منطقه داشته و از طرفی اثرات سوء ناشی از تخریب آن‌ها سبب شده که در دهه حاضر فعالیت‌های چشمگیری برای تبادل اطلاعات به‌منظور حفاظت از تالاب‌ها صورت گیرد. تالاب هامون سیستان به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین تالاب‌های آبی ایران، با توجه به ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تأثیرگذار بر روی مدیریت آن، بررسی میزان تأثیر هر یک از این شاخص‌ها با استفاده از روش تحلیل عاملی، از اهداف اصلی این تحقیق است تا با شناسایی اولویت‌ها، مدیریت این تالاب بین‌المللی به‌صورت علمی و با معرفی دقیق فاکتورهای تأثیرگذار انجام گیرد.

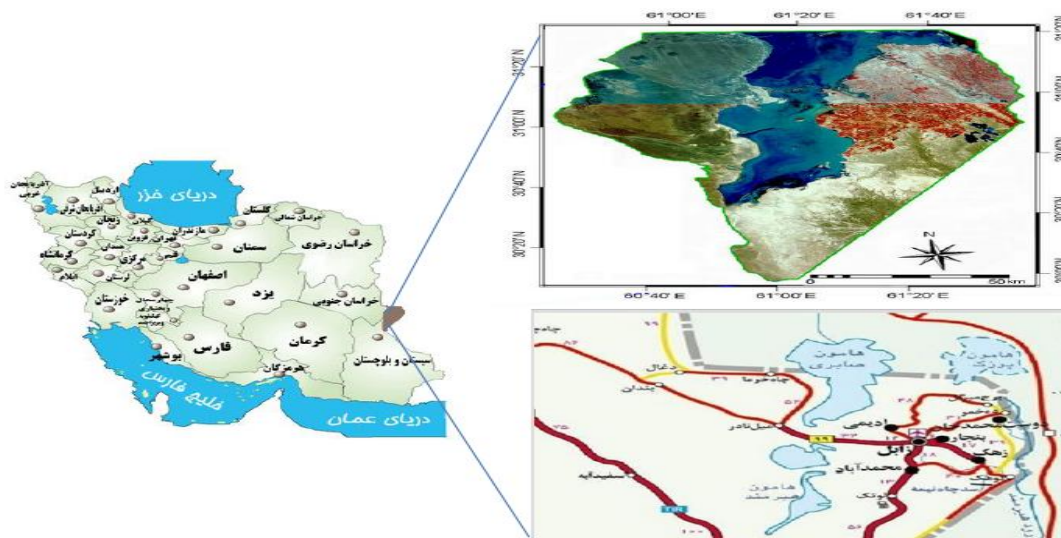
سرمایه مالی، طبیعی، اجتماعی و فیزیکی تعیین می‌شود که نشان از نقش مهم سرمایه‌های معیشتی تولیدشده ناشی از تالاب در تعیین سطح معیشت روستائیان و وابستگی جوامع روستایی به کارکردها و خدمات اکوسیستم‌های تالابی دارند و همچنین بین سرمایه‌های پنج‌گانه معیشتی ناشی از تالاب با سطح معیشت خانوارها رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. Eskandari-Damaneh و همکاران (۲۰۲۰) به ارزیابی مشارکت روستائیان در طرح‌های مدیریت و حفاظت از تالاب‌ها در ایران پرداختند. نتایج بررسی آنان نشان داد که عوامل اقتصادی و اجتماعی از قبیل تحصیلات، جمعیت خانواده، سن، محل سکونت و درآمد ماهانه نقش اساسی در میزان مشارکت آنان در طرح‌های مدیریت تالاب‌ها دارند. همچنین اقداماتی از قبیل فراهم کردن زیرساخت‌های کشاورزی اصولی، تثبیت درآمد ساکنین و آموزش بهره‌برداران نقش اساسی در این زمینه ایفا می‌نمایند. Amini و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تدوین چارچوب مدیریت جامع تالاب انزلی پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که چارچوب مدیریت جامع زیست بومی در هفت بخش پیش برنامه‌ریزی، شناخت، آنالیز، برنامه‌ریزی، اجرا، پایش و ارزیابی، طراحی و اجرا می‌شود که هر بخش نیز دارای عناصر مرتبط است. Modaberi و Shokoohi (۲۰۲۱) طی مطالعه‌ای، به ارزیابی اثرات بهره‌برداری از شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود بر حیات تالاب انزلی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که حیات اکولوژیکی تالاب انزلی بیش از آنکه تحت تأثیر مدیریت کمی منابع آب در بالادست تالاب و برداشت آب از شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود برای مصارف کشاورزی، دامپروری و آبیاری باشد، از تخلیه آب تالاب به پایین‌دست تأثیر می‌پذیرد. Hooshyar و همکاران (۲۰۲۱) طی مطالعه‌ای، به

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

تالاب هامون، با مساحتی نزدیک به ۵۷۰۰ کیلومترمربع و دامنه عمقی ۱ تا ۵ متر در ناحیه کویری و بیابانی شرق کشور، در منطقه سیستان و در محدوده ۶۰ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی واقع گردیده است که به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه آب شیرین در سراسر فلات ایران به شمار می‌رود (Nori et al., 2007). هامون هیرمند به‌طور کلی در خاک ایران واقع شده و نسبت به دو هامون دیگر بزرگ‌تر است. مساحت این هامون حدود ۳۵۰۰ کیلومترمربع است و ۴۷۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد (Tafarroj et al., 2003). دریاچه هامون صابری یا دریاچه سیستان که خط مرزی ایران و افغانستان از

میان آن می‌گذرد، در چاله شمالی واقع شده و توسط شعبات هیرمند و فرات رود و سایر رودهای فصلی شمالی و غربی از سرریز شدن آب هامون‌پوزک تغذیه می‌شود. دریاچه هامون صابری حدود ۴۷۵ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. هامون‌پوزک نیز بین استان سیستان و بلوچستان و کشور افغانستان واقع است. مساحت کل این هامون حدود ۱۶۰۰ کیلومترمربع است که از این مساحت ۳۵۰ کیلومترمربع داخل کشور ایران و بقیه متعلق به کشور افغانستان است. هامون‌پوزک در واقع نقطه شروع هامون در کشور افغانستان است که پس از آبیگری کامل، هامون صابری و سایر نقاط هامون را پوشش می‌دهد. هامون‌پوزک عمیق‌تر از سایر نقاط هامون و مرز آبی ایران و افغانستان نیز در همین هامون است. ارتفاع هامون‌پوزک از سطح دریا ۴۷۵ متر است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی تالاب هامون در ایران را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی تالاب هامون در ایران

Figure 1- Geographical location of Hamoon wetland in Iran

روش تحقیق

پژوهش حاضر بر اساس اهداف موردنظر، از نوع کاربردی است. این پژوهش به روش اسنادی و پیمایشی و با استفاده از پرسشنامه در روستاهای

شهرستان‌های هامون و نیمروز اجرا گردید که در طی آن ضمن بازدید و مشاهدات میدانی از روستاها، از مردم بومی منطقه پرسشگری به عمل آمده است. به این منظور سه شاخص اقتصادی، اجتماعی و

تحلیل عاملی

یکی از روش‌های آماری برای تجزیه‌ی اطلاعات موجود در مجموعه‌ی داده‌ها روش تجزیه عامل‌ها یا تحلیل عاملی است. این روش برای تعیین تأثیرگذارترین متغیرها در زمانی که تعداد متغیرهای مورد بررسی زیاد و روابط بین آن‌ها ناشناخته باشد، استفاده می‌شود (Zare, 2010). تحلیل عاملی به محقق کمک می‌کند تا حجم زیادی از متغیرها را به تعداد محدودی از عامل‌ها کاهش دهد و همین‌طور سؤالات پرسشنامه تبدیل به عامل‌های اصلی گردند و در حقیقت ساختار بین متغیرها و عوامل کشف شده تعیین شود؛ و در نهایت سنجش عاملی می‌تواند به این سؤال پاسخ دهد که سؤالات مطرح شده در پرسشنامه درون عامل‌ها قرار می‌گیرد یا خیر و اگر آن متغیر یا شاخص درون عامل قرار گیرد، نشان دهنده اعتبار آن شاخص است.

جامعه‌ی آماری منطقه مورد مطالعه

جامعه‌ی آماری تحقیق بر اساس تحقیقات و اطلاعات به دست آمده از فرمانداری و بخشداری‌های منطقه تعیین گردیده است. تعداد کل خانوار مورد تحقیق در دو شهرستان هامون و نیمروز ۱۹۸۷ خانوار از حاشیه کوه‌خواجه و تالاب هامون هستند که با استفاده از فرمول کوکران که یکی از روش‌های پرکاربرد در تعیین حجم نمونه است تعداد ۳۲۱ عدد پرسشنامه جهت انجام این تحقیق در نظر گرفته شد. رابطه ۱ فرمول کوکران را نشان می‌دهد (Habibi, 2011).

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{d^2} \quad (1)$$

n: حجم نمونه

N: حجم جامعه آماری

زیست‌محیطی جهت مدیریت تالاب هامون انتخاب گردید که هر کدام شامل زیرشاخه‌های زیر می‌باشند، شاخص اقتصادی شامل پس‌انداز، افزایش بیکاری جوانان منطقه، افزایش تمایل جوانان به شغل‌های کاذب، اشتغال منطقه، ارتباط تالاب هامون با معادلات مسکن و زمین، کاهش یا افزایش سرمایه‌گذاری در منطقه، درآمدزایی، وضعیت تالاب و انگیزه تغییر شغل. شاخص‌های اجتماعی شامل خشک‌سالی تالاب و افزایش بزهکاری و جرم، خشک‌سالی تالاب و افزایش مهاجرت، میزان هماهنگی و تعامل ارگان‌های متولی تالاب، نقش تالاب در ادامه تحصیل فرزندان ساکنین، میزان رضایت‌مندی از مدیریت آب ورودی به بخش‌های مختلف تالاب با توجه به وسعت بالای آن، خشکی تالاب و تأثیر بر وضعیت روحی و جسمی مردم، میزان اعتماد به دولت در جهت رفع مشکلات تالاب، برنامه‌های مدیریتی و انگیزه برای کارآفرینی، مدیریت تالاب و تأثیر بر کشاورزی، میزان تعامل به مشارکت در طرح‌های احیاء تالاب، میزان تمایل به همکاری در طرح‌های حفاظتی، ارائه راهکارهای مدیریتی در جهت احیاء تالاب در شرایط بحرانی، تمایل به شرکت در دوره‌های آموزشی و میزان مشارکت مردم در احیاء تالاب. شاخص‌های زیست‌محیطی شامل افزایش گردوغبار، تله‌های رسوب‌گیر، نهال‌کاری و مشارکت در احیاء تالاب است که در ادامه، آمار و اطلاعات لازم برای توضیح بهتر مسئله از ادارات فرمانداری، جهاد کشاورزی و منابع طبیعی هامون و نیمروز گرفته شده است و اطلاعات موجود با استفاده از نرم‌افزار SPSS¹ و روش تحلیل عاملی مورد بررسی قرار گرفته است.

دست آمد که هر چه این ضریب به عدد ۱ نزدیکتر باشد نشان از پایایی بیشتر پرسشنامه دارد.

جدول ۱- مقدار ضریب آلفا کرونباخ
Table 1- Cronbach's alpha coefficient value

مجموع محیطی	زیست محیطی	اجتماعی	اقتصادی	بعد
28	4	16	8	تعداد شاخص
0.833	0.75	0.91	0.839	ضریب آلفا کرونباخ

نتایج

نتایج آمار توصیفی شاخص‌های پژوهش بر اساس دیدگاه مردم

جدول (۲) به بررسی یافته‌های توصیفی حاصل از تحلیل شاخص‌های ابعاد اقتصادی، اجتماعی و مشارکتی و زیست‌محیطی مرتبط با مدیریت تالاب هامون بر اساس پاسخ نمونه مورد مطالعه در شهرستان‌های هامون و نیمروز پرداخته است. بر اساس نتایج به دست آمده میانگین ابعاد پژوهش در شهرستان نیمروز نسبت به شهرستان هامون در سطح بالاتری قرار داشت.

Z: مقدار متغیر نرمال واحد استاندارد (که در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ است)
P: نسبتی از جمعیت دارای صفت معین (اگر در اختیار نباشد می‌توان آن را ۰/۵ گرفت)
q: نسبتی از جمعیت که فاقد صفت معین است (می‌توان آن را ۰/۵ گرفت)
d: مقدار اشتباه مجاز با درصد خطا (می‌توان آن را ۰/۰۵ در نظر گرفت)

اعتبار روایی و پایایی پرسشنامه

شاخص‌های مدنظر در این مطالعه؛ اقتصادی، اجتماعی-مشارکتی و زیست‌محیطی هستند. روایی پرسشنامه عبارت است از توانایی ابزار موردنظر در اندازه‌گیری صفتی که پرسشنامه برای اندازه‌گیری آن طراحی شده است و شامل روایی صوری، روایی محتوایی، روایی سازه و روایی پیش‌بینی و غیره است (Mirzadeh, 2009). در این رابطه برای پایایی پرسشنامه از روش ضریب آلفا کرونباخ استفاده شده است. با توجه به جدول ۱ ضریب آلفا کرونباخ برای بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی به ترتیب برابر ۰/۸۳۹، ۰/۹۱ و ۰/۷۵ و در مجموع ۰/۸۳۳ به

جدول ۲- یافته‌های توصیفی شاخص‌های پژوهش

Table 2- Descriptive findings of research indicators

بعد / مؤلفه	شهرستان	تعداد گویه	میانگین	انحراف معیار
اقتصادی	هامون	8	3.67	0.64
	نیمروز		4.08	0.31
	مجموع		3.87	0.54
اجتماعی و مشارکتی	هامون	16	3.69	0.63
	نیمروز		4.01	0.26
	مجموع		3.87	0.50
زیست‌محیطی	هامون	4	3.24	0.65
	نیمروز		3.73	0.48
	مجموع		3.48	0.62

با توجه به اینکه مدیریت جامع تالاب هامون دارای سه بعد اقتصادی، اجتماعی - مشارکتی و زیست‌محیطی بود و هر کدام از این ابعاد دارای شاخص‌هایی هستند، برای شناخت عوامل مؤثر اقتصادی، اجتماعی - مشارکتی با توجه به شاخص‌های اولیه پژوهش، از تحلیل عاملی اکتشافی استفاده شد. جدول (۳) نتایج آزمون بارتلت و شاخص KMO را نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده از آزمون بارتلت که تقریبی از آماره کای دو است، برابر با $173.439/439$ با سطح معناداری $p < 0.01$ کوچک‌تر از ۵ درصد به دست آمد که نشان می‌دهد تحلیل عاملی برای شناسایی ساختار مدل عاملی، مناسب است و فرض شناخته شدن ماتریس همبستگی تأیید نمی‌شود. هم‌چنین شاخص KMO برابر با 0.718 به دست آمد، اگر مقدار شاخص نزدیک به یک باشد (حداقل 0.6) داده‌های موردنظر برای تحلیل عاملی مناسب می‌باشند که در این زمینه تعداد نمونه انتخاب شده برای تحلیل عاملی کافی و مناسب است.

جدول ۳- آزمون بارتلت و شاخص KMO
Table 3- Bartlett's test and KMO index

سطح معناداری	درجه آزادی	آزمون بارتلت	شاخص KMO
0.000	55	173.439	0.718

شناسایی عوامل مؤثر بر مدیریت جامع تالاب

با توجه به نتایج جدول ۴ که به بررسی بارهای عاملی شاخص‌های اثرگذار اقتصادی بر مدیریت جامع تالاب هامون و رتبه‌بندی آن‌ها بر اساس میزان بار عاملی پرداخته است، بیشترین میزان تأثیر به دست آمده متعلق به شاخص افزایش بیکاری جوانان منطقه برابر با 0.811 و سپس شاخص‌های اشتغال مردم منطقه با بار عاملی 0.780 و درآمدزایی در منطقه با بار عاملی 0.763 به دست آمد. با توجه به نوع بیان شاخص‌ها و نماگرهای پژوهش بیانگر این است که از دیدگاه ساکنان محلی در حال حاضر تالاب هامون بر افزایش بیکاری جوانان نقش داشته

و با تغییر در نگرش و نحوه مدیریت و برنامه‌ریزی کنونی، تالاب هامون می‌تواند بر اشتغال مردم منطقه و درآمدزایی آنان نقش داشته باشد و این امر مستلزم دیدگاه‌ها و راهبردهای نوین در برنامه‌ریزی و مدیریت جامع آن است. از این‌رو، با ایجاد بسترهای مناسب و فضای کسب‌وکار و همچنین حمایت از سرمایه‌گذاران خصوصی می‌توان تنوع شغلی در منطقه مورد مطالعه ایجاد نمود که منجر به کاهش بیکاری جوانان و رونق اشتغال در شهرستان‌های نیمروز و هامون شود.

جدول ۴- میزان بار عاملی شاخص‌های اقتصادی بر مدیریت جامع تالاب هامون

Table 4- The factor load of economic indicators on the integrated management of Hamon wetland

رتبه	بار عاملی	شاخص
5	0.616	پس‌انداز و کسب درآمد
1	0.811	افزایش بیکاری جوانان منطقه
7	0.579	افزایش تمایل جوانان به شغل‌های کاذب
2	0.780	اشتغال منطقه
8	0.319	ارتباط تالاب هامون با معاملات مسکن و زمین
6	0.585	کاهش یا افزایش سرمایه‌گذاری در منطقه
3	0.763	درآمدزایی در منطقه
4	0.693	وضعیت تالاب و انگیزه در تغییر شغل

۰/۷۹۴ به دست آمد. از نتایج به دست آمده می‌توان چنین استنباط کرد که تالاب هامون نقش شگرف و غیرقابل‌انکاری بر اشتغال و کسب درآمد گروه کثیری از ساکنان شهرستان‌های هامون و نیمروز دارد لذا با بروز خشک‌سالی و از بین رفتن فرصت‌های کسب درآمد از تالاب و فقدان مشاغل جایگزین منجر به خروج جمعیت و مهاجرت از منطقه مورد مطالعه می‌شود.

جدول ۵ به بررسی بارهای عاملی شاخص‌های اثرگذار اجتماعی و مشارکتی بر مدیریت جامع تالاب هامون و رتبه‌بندی آن‌ها بر اساس میزان بار عاملی پرداخته است. بیشترین میزان تأثیر به دست آمده متعلق به شاخص خشک‌سالی تالاب و افزایش مهاجرت‌ها برابر با ۰/۸۱۰ و سپس شاخص‌های میزان تمایل در طرح‌های حفاظتی تالاب هامون با بار عاملی ۰/۷۹۵ و میزان تمایل به مشارکت در طرح‌های احیاء تالاب با بار عاملی

جدول ۵- میزان بار عاملی شاخص‌های اجتماعی و مشارکتی بر مدیریت جامع تالاب هامون

Table 5- The factor load of social and participatory indicators on the integrated management of Hamon Wetland

رتبه	بار عاملی	شاخص
8	0.712	خشک‌سالی تالاب و افزایش بزهکاری و جرم
1	0.810	خشک‌سالی تالاب و افزایش مهاجرت
16	0.275	میزان هماهنگی و تعامل ارگان‌های متولی تالاب
13	0.470	نقش تالاب در ادامه تحصیل فرزندان مردم منطقه
15	0.298	میزان رضایت از مدیریت آب و هدایت آن در تالاب
5	0.754	خشکی تالاب و تأثیر بر وضعیت روحی و جسمی
14	0.441	میزان اعتماد به دولت در جهت رفع مشکلات تالاب
9	0.707	برنامه‌های مدیریتی و انگیزه برای کارآفرینی
10	0.553	مدیریت تالاب و تأثیر بر کشاورزی
3	0.794	میزان تمایل به مشارکت در طرح‌های احیاء تالاب
2	0.795	میزان تمایل به همکاری در طرح‌های حفاظتی
4	0.759	و ارائه راهکار در جهت نجات تالاب NGO تشکیل
7	0.754	تمایل به شرکت در دوره‌های آموزشی ارائه راهکارها
6	0.750	میزان مشارکت مردم و احیاء تالاب

کنونی تالاب هامون و افزایش گردوغبار در منطقه یکی از شاخص‌های اثرگذار هست که باید در مدیریت جامع تالاب هامون به آن توجه بیش‌ازحد نمود. همچنین با توجه به اینکه نقش مشارکت مردم در احیاء پوشش گیاهی نیز دومین عامل تأثیرگذار بود پس نباید از نقش مشارکتی مردم غافل شد و در این زمینه نیاز هست تا با اتخاذ سیاست‌های تشویقی و حمایتی این نقش را پررنگ‌تر نمود.

جدول ۶ به بررسی بارهای عاملی شاخص‌های اثرگذار زیست‌محیطی بر مدیریت جامع تالاب هامون و رتبه‌بندی آن‌ها بر اساس میزان بار عاملی پرداخته است. بیشترین میزان تأثیر به‌دست‌آمده متعلق به شاخص وضعیت تالاب هامون و افزایش گردوغبار در منطقه برابر با ۰/۸۷۱ و سپس شاخص‌های نقش مشارکت مردم در احیاء پوشش گیاهی تالاب با بار عاملی ۰/۶۴۸ و میزان موفقیت نهال‌کاری در تالاب هامون با بار عاملی ۰/۵۰۵ به دست آمد. می‌توان چنین استنباط کرد که وضعیت

جدول ۶- میزان بار عاملی شاخص‌های زیست‌محیطی بر مدیریت جامع تالاب هامون

Table 6- Factor load of environmental indicators on integrated management of Hamon wetland

رتبه	بار عاملی	شاخص
1	0.871	وضعیت تالاب هامون و افزایش گردوغبار در منطقه
4	0.476	احداث تله‌های رسوب‌گیر و جلوگیری از گردوغبار
3	0.505	میزان موفقیت نهال‌کاری در تالاب هامون
2	0.648	نقش مشارکت مردم در احیاء پوشش گیاهی تالاب

قرار داشته و این تفاوت به‌صورت معنادار و ملموس است. همچنین شکل ۲ نمودار خطی میانگین‌های دو شهرستان را نمایش می‌دهد که بیانگر این امر است که میانگین پاسخگویان در شهرستان نیمروز در سطح بالاتری نسبت به شهرستان هامون قرار دارد.

برای سنجش تفاوت ابعاد و شاخص‌ها در دو شهرستان نیمروز و هامون از آزمون T مستقل استفاده گردید. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از جدول ۷ که به بررسی تفاوت میانگین‌های شهرستان‌های هامون و نیمروز پرداخته است، مشخص شد که میزان میانگین شاخص‌های اقتصادی در شهرستان هامون در سطح پایین‌تری

جدول ۷- وضعیت شاخص‌های بعد اقتصادی بر اساس آزمون T مستقل

Table 7- The indicators status of the economic dimension based on the independent T-test

وضعیت	فاصله اطمینان ۹۵٪		سطح معناداری p-	t آماره	اختلاف میانگین	شاخص
	کران بالا	کران پایین				
تفاوت معنادار	-0.20	-0.59	0.000	-4	-0.39	پس‌انداز
تفاوت معنادار	-0.28	-0.60	0.000	-5.33	-0.44	بیکاری
تفاوت معنادار	-0.16	-0.45	0.000	-4.13	-0.31	شغل کاذب
تفاوت معنادار	-0.27	-0.62	0.000	-5.10	-0.45	اشتغال
تفاوت معنادار	-0.15	-0.50	0.000	-3.69	-0.32	مسکن
تفاوت معنادار	-0.12	-0.42	0.000	-3.54	-0.27	سرمایه‌گذاری
تفاوت معنادار	-0.33	-0.67	0.000	-5.74	-0.50	درآمدزایی



شکل ۲- میانگین شاخص های تأثیرگذار اقتصادی بر مدیریت جامع تالاب هامون

Figure 2- The average of economic indicators on the integrated management of the Hamon wetland

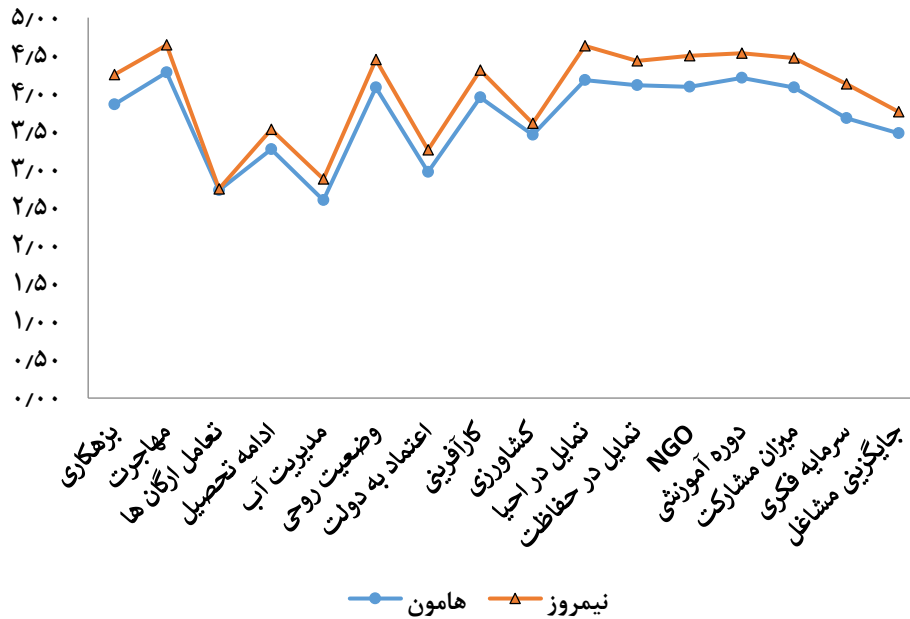
معنادار در میانگین ها نبود. همچنین شکل ۳ نمودار خطی میانگین های دو شهرستان را نمایش می دهد که نشان می دهد میانگین پاسخگویان در شهرستان نیمروز در سطح بالاتری نسبت به شهرستان هامون قرار دارد.

همچنین از جدول ۸ مشخص شد که میزان میانگین شاخص های اجتماعی در شهرستان هامون در سطح پایین تری قرار داشته و این تفاوت به صورت معنادار است؛ که از میان شاخص ها فقط شاخص میزان هماهنگی و تعامل ارگان های متولی تالاب هامون در هر دو شهرستان دارای تفاوت

جدول ۸- بررسی وضعیت شاخص های بعد اجتماعی بر اساس آزمون T مستقل

Table 8- Investigating the status of social dimension indicators based on independent T-test

وضعیت	فاصله اطمینان ۹۵٪		سطح p- معناداری	t آماره	اختلاف میانگین	شاخص	
	کران بالا	کران پایین					
تفاوت معنادار	-0.22	-0.56	0.000	-4.51	-0.39	بزهکاری	۱
تفاوت معنادار	-0.18	-0.54	0.000	-3.98	-0.36	مهاجرت	۲
عدم تفاوت	0.13	-0.17	0.792	-0.26	-0.02	تعامل ارگان ها	۳
تفاوت معنادار	-0.11	-0.42	0.001	-3.36	-0.27	ادامه تحصیل	۴
تفاوت معنادار	-0.11	-0.45	0.002	-3.17	-0.28	مدیریت آب	۵
تفاوت معنادار	-0.21	-0.54	0.000	-4.50	-0.38	وضعیت روحی	۶
تفاوت معنادار	-0.15	-0.43	0.000	-4.07	-0.29	اعتماد به دولت	۷
تفاوت معنادار	-0.19	-0.53	0.000	-4.21	-0.36	کارآفرینی	۸
تفاوت معنادار	-0.01	-0.29	0.040	-2.07	-0.15	کشاورزی	۹
تفاوت معنادار	-0.28	-0.64	0.000	-4.96	-0.46	تمایل در احیا	۱۰
تفاوت معنادار	-0.15	-0.48	0.000	-3.69	-0.32	تمایل در حفاظت	۱۱
تفاوت معنادار	-0.23	-0.57	0.000	-4.66	-0.40	NGO	۱۲
تفاوت معنادار	-0.15	-0.49	0.000	-3.75	-0.32	دوره آموزشی	۱۳
تفاوت معنادار	-0.22	-0.55	0.000	-4.46	-0.39	میزان مشارکت	۱۴
تفاوت معنادار	-0.27	-0.64	0.000	-4.75	-0.46	سرمایه فکری	۱۵
تفاوت معنادار	-0.11	-0.47	0.002	-3.18	-0.29	جایگزینی مشاغل	۱۶



شکل ۳- میانگین شاخص‌های تأثیرگذار اجتماعی بر مدیریت جامع تالاب هامون

Figure 3- The average of social indicators on the integrated management of Hamon wetland

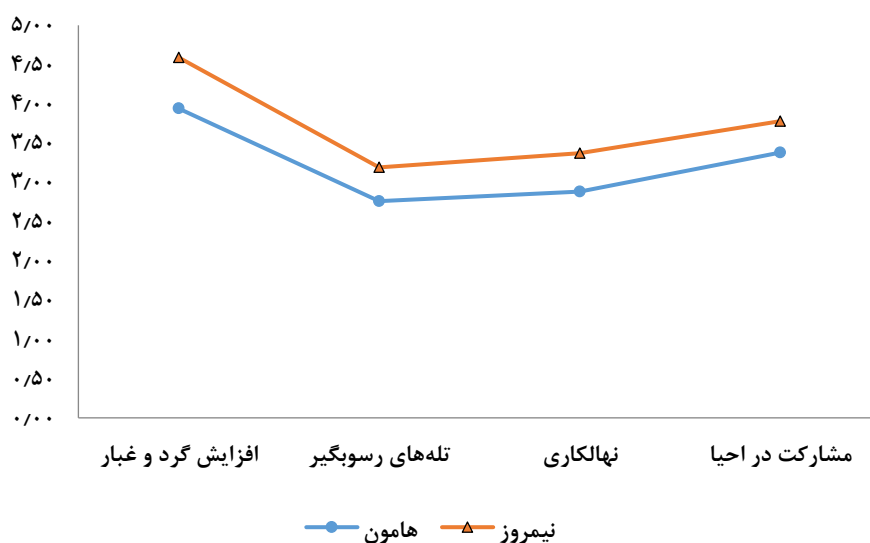
میانگین‌های دو شهرستان را نمایش می‌دهد که بیان می‌کند میانگین پاسخگویان در شهرستان نیمروز در سطح بالاتری نسبت به شهرستان هامون قرار دارد.

از جدول ۹ مشخص شد که میزان میانگین شاخص‌های زیست‌محیطی در شهرستان هامون در سطح پایین‌تری قرار داشته و این تفاوت به صورت معنادار است. همچنین شکل ۵ نمودار خطی

جدول ۹- بررسی وضعیت شاخص‌های بعد زیست‌محیطی بر اساس آزمون T

Table 9- Examining the status of environmental dimension indicators based on T test

وضعیت	فاصله اطمینان ۹۵٪		سطح p- معناداری	t آماره	اختلاف میانگین	شاخص
	کران بالا	کران پایین				
تفاوت معنادار	-0.47	-0.83	0.000	-7.05	-0.65	۱ افزایش گردوغبار
تفاوت معنادار	-0.27	-0.59	0.000	-5.41	-0.43	۲ تله‌های رسوب‌گیر
تفاوت معنادار	-0.32	-0.67	0.000	-5.53	-0.49	۳ نهال‌کاری
تفاوت معنادار	-0.23	-0.59	0.000	-4.49	-0.41	۴ مشارکت در احیا



شکل ۴- میانگین شاخص‌های تأثیرگذار زیست‌محیطی بر مدیریت جامع تالاب هامون
 Figure 4- The average of environmental indicators on the integrated management of the Hamon wetland

جامع تالاب هامون بوده است. میزان بار عاملی برای بعد اقتصادی برابر ۰/۹۵، بعد اجتماعی- مشارکتی برابر ۰/۹۷ و بعد زیست‌محیطی برابر ۰/۸۵ به دست آمد که نشان‌دهنده آن است که بعد اجتماعی - مشارکتی و شاخص‌های آن نظیر احیاء کشاورزی توسط تالاب، انواع مشارکت‌ها در این زمینه دارای بیشترین نقش و تأثیر از لحاظ مدیریت بر تالاب هامون داشته است. علاوه بر این ضریب آلفای کرونباخ برای ابعاد اقتصادی، اجتماعی - مشارکتی و زیست‌محیطی به ترتیب برابر ۰/۸۳۹، ۰/۹۱ و ۰/۷۵ به دست آمد که نشان می‌دهد میزان پایایی پرسشنامه‌ها خوب بوده است. ضروری است با فراهم نمودن بسترهای تسهیل‌گویی و حمایتی در جهت افزایش سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در زمینه ایجاد اشتغال و کارآفرینی و همچنین حمایت از صنایع دستی و توسعه صنایع خرد شرایطی را فراهم نمود تا وابستگی اقتصادی مردم محلی و بهره‌برداری بیش از حد منابع آن متعادل گردد. مدیریت و حفاظت از پتانسیل‌های طبیعی هر

بحث و نتیجه‌گیری

برای مدیریت بهینه و جامع منابع آب نیاز هست نگاهی همه‌جانبه به ویژگی‌های اقتصادی، اجتماعی، فیزیکی، زیست‌محیطی، فرهنگی و سیاسی داشت تا بتوان با مجموعه‌ای از روش‌ها و برنامه‌های راهبردی تدوین‌شده، بهینه‌ترین بازخورد را از مدیریت مناسب به دست آورد. تالاب هامون از منظر اقتصادی برای ساکنین محلی اهمیت به سزایی دارد و از نظر زیست‌محیطی نیز منبع مهم و شگرفی به شمار می‌رود. به دلیل اهمیت تالاب بین‌المللی هامون در ابعاد اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و ارتباط مستقیم با معیشت مردم و پایداری محیطی، ضروری است با تغییر نگرش در نوع مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب در جهت احیاء تالاب هامون تلاش کرد. در این تحقیق، به بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از پرسشنامه پرداخته شد. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که تمام ابعاد و شاخص‌های پژوهش دارای اثر معنادار بر مدیریت

زمینه مدیریت جامع تالاب هامون است. در این زمینه با فراهم کردن بسترهای آموزش و برگزاری دوره‌های آموزشی مناسب در زمینه اهمیت منابع طبیعی در محیط‌زیست انسان برای حفاظت از آن و بهره‌برداری بهینه از اساسی‌ترین عامل‌ها است. همچنین فراهم نمودن توسعه انسانی در جوامع بشری که منجر به افزایش امید به زندگی، امنیت، بهداشت و درمان و توسعه سرمایه فکری در محیط‌های زندگی می‌شود و این خود نقش شگرفی بر مدیریت منابع توسط نیروی انسانی در محیط می‌شود. با توجه به نتایج تحقیق که اشتغال و درآمد را به‌عنوان مهم‌ترین عامل از نظر کارشناسان معرفی نموده است، نتایج این تحقیق با نتایج پژوهش Beikmohammadi و همکاران (۲۰۰۵) که بیان می‌کنند خشک‌سالی و خشک شدن تالاب هامون اثرات مخربی بر اقتصاد روستاییان منطقه سیستان داشته، همخوانی دارد. همچنین نتایج این پژوهش با نتایج Ebrahimzadeh (۲۰۰۹)، Faraji و Azizaghli (۲۰۱۱)، Nehtani (۲۰۱۳) و Kikha و همکاران (۲۰۱۵) همسو و هم‌راستا است؛ بنابراین لازم است در برنامه‌ریزی مدیریت جامع تالاب هامون به فراهم نمودن بسترهای لازم توسعه اجتماعی توجه بیشتری گردد تا در مواقع خشک‌سالی‌ها و پیامدهای محیطی دارای بازخورد منفی از خروج سرمایه اجتماعی جلوگیری شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله تحت حمایت مالی دانشگاه زابل با کد گرنت UOZ-GR-5059 انجام شده است.

محیط جغرافیایی نیازمند توسعه همه‌جانبه و پایداری انسانی در آن محیط است؛ بنابراین آموزش بهینه و مناسب به همراه مشارکت مردم محلی اصلی‌ترین عامل در زمینه مدیریت جامع تالاب هامون در این زمینه است؛ بنابراین با فراهم کردن بسترهای آموزش و برگزاری دوره‌های آموزشی مناسب در خصوص اهمیت منابع طبیعی در محیط‌زیست انسان و تلاش برای حفاظت و بهره‌برداری بهینه از آن واجب است. در این زمینه نیاز هست با مدنظر قرار دادن مدیریت محلی و استفاده از پتانسیل‌های موجود با برگزاری دوره‌های آموزشی و فراهم نمودن بسترهای لازم جهت استفاده از نیروی بومی در جهت احیاء و بازسازی تالاب هامون گام برداشت که این امر منجر به پایداری محیط طبیعی و انسانی در بلندمدت خواهد شد. مدیریت جامع و یکپارچه تالاب هامون نیازمند نوعی نگرش سیستمی است که بدون توجه به جوامع محلی و نقش مشارکتی آنان در سطوح تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی امکان‌پذیر نخواهد بود. عامل‌های مؤثر استخراج شده از تحلیل عاملی از شاخص‌های اقتصادی مشخص کرد که اشتغال و درآمد اصلی‌ترین عامل در زمینه مدیریت جامع تالاب هامون است. در این زمینه با حمایت از بخش خصوصی و افزایش سرمایه‌گذاری در زمینه ایجاد کسب‌وکارهای گوناگون و هم‌سو با پتانسیل‌های تالاب هامون بتوان امنیت شغلی و رفاه اقتصادی را برای ساکنان محلی فراهم آورد. در این زمینه با توجه به اینکه درآمد بومیان عجین شده با سرزندگی تالاب هامون است با مدیریت محلی و برنامه‌ریزی در زمینه کارآفرینی با توجه به فرهنگ بومی و رونق بازار صنایع دستی و حمایت از آن شرایط رفاه اقتصادی را فراهم آورد. آموزش بهینه و مناسب به همراه مشارکت مردم محلی اصلی‌ترین عامل در

References

- Amini, J., Malekmohammadi, B. & Jafari., H. (2022). Developing Wetland Management Framework Based on Ecological Approach (Case Study: Anzali International Wetland) , *Journal of Environmental Science and Technology*, 23(113), 119-132 (in Persian).
- Amiri, M. & Kaikha, M. (2019). The effect of floods on restoring vegetation of Hamoun international wetland. *Wetland Ecobiology*. 10(4), 81-96 (in Persian).
- Athari, Z, Pezeshki Rad, GH., Abbasi, E. & Alibaygi., A. (2017). Challenges Facing Watershed Management in Iran by using Delphi Technique. *Journal of Watershed Management Research*, 8(15), 268-279 (in Persian).
- Beikmohammadi, H., Noori Zamanabadi, E. & Bazarafshan, J. (2005). Effects of droughts of 1377-83 on the rural economy of Sistan and strategies to deal with it. *Geography and Development*, 3(5), 53-72. (in Persian).
- Dahmardeh Ghaleno, M.R., Meshram, S.G. & Alvandi, E (2020) Pragmatic approach for prioritization of food and sedimentation hazard potential of watersheds. *Soft Computing* 24, 15701–15714.
- Ebrahimzadeh, A. (2009). Analysis of the effects of new drought and water shortage of Hamoon Lake on economic functions of Sistan, *Quarterly Journal of Water and Soil Resources Research*, 2, 76-71 (in Persian).
- Elekhizor Timothy, b. (2008). Assessment of the effects of the socio-economic status (borgu sector) of the surrounding communities on kainji lake national park Nigeria, supervisors: dr. a. i. adeyemo and prof.t.a. Afolayan, 8 p.
- Eskandari-Damaneh, H., Noroozi, H., Ghoochani, O. M., Taheri-Reykandeh, E. & Cotton, M. (2020). Evaluating rural participation in wetland management: A contingent valuation analysis of the set-aside policy in Iran. *Science of the Total Environment*, 747, 141127.
- Faraji, M. & Azizaghli, M.A. (2011). *Socio-economic effects of Hamoon Lake*, the first regional conference on water resources development, 13, Abarkooh, Iran.
- Ganji, A. (2006). *Water Resources Management*, Shiraz University Press, 11, 1, Shiraz, Iran.
- Gopal, B. (1991). Wetland (mis) management by keeping people out: two examples from India. *Landscape and urban planning*, 20:53.
- Haddad, R., Banihabib, M., Hashemy Shahdany, S., Javadi, S. & Najafi, S. (2021). Supplying Environmental Water of Gavkhoni Wetland by Improving Agricultural Water Demand Management. *Iranian journal of Ecohydrology*, 8(2), 345-355 (in Persian).
- Hooshyar, M., Ahangari, I. & Javanbakht, N. (2021). Local Communities Participation in Wetland Ecotourism Development (Case study: International Kani Barazan Wetland of Mahabad). *Wetland Ecobiology*, 13(1), 51-60 (in Persian).
- Jafari, Sh., Sakieh, Y., Alaviat Petroudi, S., Yaghoubzadeh, M. & Danehcar, A. (2013). Development of management strategies for the protection of Miankaleh wetland using SWOT analysis, *wetland ecology (wetland)*, 5(16), 5-18 (in Persian).
- Kenny, A. (2008). Assessment of the Social Impacts of Drought. *Journal of American Water Resources Association*, 37(3), 686-678.
- Kikha, H., Sahibzadeh, B. & Riki, M. (2014). *Investigating the effect of wetlands drying up on different aspects of their marginal residents' lives, a case study of Hamon International Wetland*. National Conference of New Researches in Natural Resources Management, Malayer University, pp. 2-8.
- Krause, G. & Glaser, M. (2003). Co-evolving geomorphical and Socio-economic dynamics in a coastal Fishing village of the Braganca region (Para, North Brazil) *ocean & Coastal Management*. 46 (9-10), 859 – 874
- Majnonian, H. (2008). Classification and protection of wetlands, 13, 1, Publications of the Environmental Protection Organization, 176.

- Mirzadeh, M. (2009). Statistical analysis with SPSS software, Timez Publications, 3, 2, Tehran, Iran, 398.
- Modabberi, H. & Shokoohi, A. (2020). Determining the Environmental Water Needs of Amirkalayeh Wetland Based on a Holistic Approach Regarding Contradiction between Water Use for Agriculture and Wetland Conservation. *Iran-Water Resources Research*, 16(3), 282-305 (in Persian).
- Modaberi, H. & Shokoohi, A. (2021). Evaluation of the Effects of Exploitation of Sefidrood Irrigation and Drainage Network on the Life of Anzali Wetland. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 14(6), 1939-1953 (in Persian).
- Nehtani, Z. (2011). *Investigating the effects of drought on the lives of people in Sistan region (Case study of Zabol city and villages around Hamoon wetland)*, National Conference on Agricultural Engineering and Management, Environment and Sustainable Natural Resources, 12 pages.
- Nori, Gh., Arbabi, I. & Nori., S. (2007). *Hamoon Hayat Sistan Wetland*. First Edition, 8, 1, Sepehr Publications, Tehran, Iran, 152.
- Rokanuddin Eftekhari, A., Pourtaheri, M., Mosavi, S. R. & Farajzadeh Asl., M. (2014). Analysis of the role of subsistence diversity in the resilience of rural households in drought conditions, *Rural Research*, 639, 3-662 (in Persian).
- Samian, M., Naderi, K., Movahedi, H., Belali, H. & saedi, A (2014). Factors Affecting Sustainable Agricultural Water Management in Hamadan, *International Journal of Agricultural Management and Development*, 4 (4), 297-307 (in Persian).
- Shanazi, K. & Azami, M. (2018). the effects of Zarivar Marivan wetland on sustainable livelihood of rural households, *Iranian agricultural extension and education sciences*, 13(2), 249-235 (in Persian).
- Sun, Y., Liu, N., Shang, J. & Zhang, J. (2016). Sustainable utilization of water resources in China: A system dynamics model. *Journal of Cleaner Production*, 142, 613-625 In Press.
- Tafarroj Nowruz, A., tajrishi, M., Abrishamchi, A. & Khakbaz, B (2003) *A study of the tsar history of Hamoon Helmand Lake and its reliability model of flood dam dynamics*, 6th International Conference on Civil Engineering, 572-565, Tehran, Iran.
- Tavakoli, M., Fathizad, H. & Hamidian, M. (2021). Preparing Strategic Plan for Integrated Watershed Management using SWOT and QSPM (Case study: Meymeh watershed, Ilam province), *Journal of Watershed Management Research*, 12(24), 13-27 (in Persian).
- Zare, M. (2010) Multivariate analysis method in SPSS software, 10, 1, *Pars Modir Electronic Publishing*, Tehran, Iran, 200.

Investigating the Impact of Climatic Drought Changes on Vegetation Indicators (Case study: Eshtehard city, Alborz province)

Behzad Aslanpanjeh, Hossein Arzani*, Ali Tavili, Hamidreza Keshtkar, Shahram Khalighi sigaroodi
Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran,
Karaj, Iran.

*Corresponding Author: harzani@ut.ac.ir

(Received: 29 August 2023

Revised: 01 October 2023

Accepted: 24 October 2023)

Extended Abstract

Introduction: Vegetation provides valuable ecosystem services to various terrestrial ecosystems, such as carbon sequestration, fodder supply, and water resource regulation. It is predicted that the fluctuation and changes of climate in the future will have a great impact on terrestrial ecosystems, including the destruction of rangelands and desertification, increased drying of trees and reduction of carbon sequestration. Drought is a complex and climatic phenomenon that occurs frequently or intermittently in any type of climate and its progress is slow, so that its effects may appear gradually. Due to the high sensitivity of vegetation to climate fluctuations especially in arid and semi-arid regions, droughts can affect vegetation faster and disrupt its natural growth. Therefore, knowing the severity, duration and place covered by the drought phenomenon could reduce the damages. As the global air temperature is continuously increasing under the influence of climate change, the spatio-temporal pattern of rainfall and land use is expected to change significantly in the coming decades. Therefore, it is necessary to develop more accurate and effective drought monitoring tools. In this case, remote sensing plays an important role in drought studies since it provides unique data from the earth's surface. Satellite data provide the possibility to identify the damaged vegetation in different types of uses and assess the severity of the damage. Using satellite data to monitor plant activities in a large area has many advantages compared to studies based on traditional methods and is currently a hot topic of pioneering research in the field of drought diagnosis. The purpose of this research is to evaluate the dynamics of vegetation cover and the effect of climate change on it in Eshtehard Karaj township. It is hoped that its results will be used by managers and planners of natural resources for sustainable management of vegetation.

Materials and methods: This research was done in two parts. In the first part, the effect of drought on vegetation was investigated using Standardised Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) and Enhanced vegetation index (EVI), and in the next part, the vulnerability of vegetation was calculated using EVI index. In the second part, SPEI of 3, 6, 9 and 12 months were calculated in MATLAB software for 8 meteorological stations. It should be noted that SPEI has positive and negative values, in which the more negative values indicate the severity of drought. After calculating the SPEI index in the scale of 3, 6, 9 and 12 months for all 8 weather stations, drought intensity maps were obtained using the Inverse Distance Weighted (IDW) method. Then, the ready-made EVI, the MOD13Q1 product of the MODIS sensor was used from the beginning of 2001 to the end of 2022. First, the average EVI index for the entire county of Eshtehard was extracted on a monthly basis and the month with the highest average EVI was selected as the target month. Pearson correlation and coefficient of determination (R^2) were calculated between SPEI maps of 3, 6, 9 and 12 months and EVI of the selected month in Earth Trend Modeler (ETM) TerrSet software. Then the time scale of SPEI with the highest R^2 was extracted. In the following, the intensity of EVI changes of the selected month was calculated in terms of SPEI changes (slope of changes) using linear analysis in ETM tool of TerrSet software. In the second part, the probability of vegetation vulnerability was calculated using the probability of vegetation vulnerability index (PVVI). For this reason, vegetation condition index (VCI) was first calculated using EVI index. After calculating the VCI index for the selected month of each year in the period from 2001 to 2022, this index was classified into five classes. Then the probability percentage of each

Citation: Aslanpanjeh, B., Arzani, H., Tavili, A., Keshtkar, H., & Khalighi sigaroodi, S. (2023). Investigating the impact of climatic drought changes on vegetation indicators (Case study: Eshtehard city, Alborz province). *Integrated Watershed Management*, 3 (4), 18-32. doi:10.22034/iwm.2023.2010428.1103

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



class was calculated. Finally, the PVVI index was calculated by multiplying the weight of each class by the probability of its occurrence.

Results: The monthly average EVI index showed that the months of April and October have the highest and lowest average value of EVI in the studied area, respectively. The month of April was chosen as the target month. According to the R^2 , the relationship between SPEI in different time scales and EVI of the chosen month, in 68.9% of the studied area, three-month SPEI has the strongest relationship with vegetation compared to 6, 9, 12-month SPEI. Most of the mountainous areas in the south of Eshtehard city are in this class. Also, parts of the northwest are included in this class. SPEI of six months in 17.3% of the study area has the strongest relationship with vegetation and SPEI ratio in other time scales. Examining the results of this section showed that the general spatial pattern of vegetation vulnerability probability obtained from the probability of vegetation vulnerability index (PVVI) is to an acceptable extent similar to the pattern of the intensity map of vegetation changes compared to drought. Therefore, the middle belt from west to east is in the probability of vegetation vulnerability map in the high and very high vulnerability class (26.4% and 14.4% of the study area, respectively). In general, 13% and 20.6% of the studied area are placed in the classes of low and very low probability of vulnerability, respectively. These areas are mostly concentrated in the northern belt from east to west, as well as south and southwest of the studied area.

Discussion and conclusion: The results of evaluating the probability of vegetation vulnerability in Eshtehard city showed that the general spatial pattern of the probability of vegetation vulnerability obtained from the PVVI index is to an acceptable extent similar to the pattern of the map of intensity of changes in vegetation compared to drought. Therefore, it can be said that the PVVI index can determine areas with high vulnerability of vegetation for better drought management.

Keywords: Vulnerability of vegetation, Enhanced vegetation index, Standardised Precipitation Evapotranspiration Index, Severity of changes

Citation: Aslanpanjeh, B., Arzani, H., Tavili, A., Keshtkar, H., & Khalighi sigaroodi, S. (2023). Investigating the impact of climatic drought changes on vegetation indicators (Case study: Eshtehard city, Alborz province). *Integrated Watershed Management*, 3 (4), 18-32. doi:10.22034/iwm.2023.2010428.1103

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).





بررسی تاثیر تغییرات خشکسالی اقلیمی بر شاخص‌های پوشش گیاهی (مطالعه موردی: شهرستان اشتهارد، استان البرز)

بهزاد اصلان پنجه، حسین ارزانی*، علی طویلی، حمیدرضا کشت کار، شهرام خلیقی سیگارودی
گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
*نویسنده مسئول: harzani@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۷

چکیده

پوشش گیاهی نه تنها به عنوان یک شاخص مستقیم از وضعیت اکوسیستم‌های زمینی به کار گرفته می‌شود، بلکه تغییرات محیطی محلی و جهانی را نیز به نمایش می‌گذارد. خشکسالی و نوسانات شدید اقلیمی یکی از عوامل مهم در تغییرات پوشش گیاهی است. در این پژوهش سعی شده است که تأثیر نوسانات اقلیمی بر پویایی پوشش گیاهی شهرستان اشتهارد کرج مورد ارزیابی قرار گیرد. بدین منظور ابتدا با استفاده از داده‌های بارش و دمای ۸ ایستگاه هواشناسی در بازه زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۲۲ شاخص بارش - تبخیر و تعرق استاندارد شده (SPEI) در بازه زمانی ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه محاسبه و برای محدوده مورد مطالعه پهنه‌بندی صورت گرفت. سپس رابطه این شاخص‌ها با شاخص پوشش گیاهی بهبود یافته (EVI) در ماهی که دارای بیشترین میانگین این شاخص است، بررسی شد. در نهایت با استفاده از شاخص احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی (PVVI) میزان آسیب‌پذیری پوشش گیاهی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که در ۶۸/۹ درصد محدوده مورد مطالعه SPEI سه ماهه، قوی‌ترین رابطه را با پوشش گیاهی نسبت به SPEI سایر بازه‌های زمانی دارد و اکثر نواحی کوهستانی جنوب شهرستان اشتهارد در این کلاس قرار می‌گیرند. همچنین نتایج ارزیابی شدت تغییرات نشان داد که ۲۰/۳ و ۱۸/۶ درصد از محدوده مورد مطالعه نیز به ترتیب در کلاس‌های شدت تغییرات زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته‌اند که عموماً در کمربند میانی از غرب تا شرق محدوده مورد مطالعه متمرکز شده‌اند. نتایج حاصل از ارزیابی احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی نیز حاکی از آن است که الگوی کلی احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی تا حد قابل قبولی مشابه الگوی نقشه شدت تغییرات پوشش گیاهی نسبت به خشکسالی است که این مطلب کارایی شاخص PVVI را نشان می‌دهد. به‌طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تحلیل داده‌های سنجش‌ازدور امکان شناسایی نواحی دارای پوشش گیاهی حساس تر به نوسان اقلیم را فراهم می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری پوشش گیاهی، شاخص پوشش گیاهی بهبود یافته، شاخص بارش - تبخیر و تعرق استاندارد شده، شدت تغییرات

استناد: اصلان پنجه، ب.، ارزانی، ح.، طویلی، ع.، کشت کار، ح. و خلیقی سیگارودی، ش. (۱۴۰۲). بررسی تاثیر تغییرات خشکسالی اقلیمی بر شاخص‌های پوشش گیاهی (مطالعه موردی: شهرستان اشتهارد، استان البرز). مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز (۴)، ۳-۱۸.

حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این نشریه به‌صورت آزاد در وبسایت نشریه برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

مقدمه

در عصر حاضر تغییرات و نوسانات اقلیمی تأثیرات زیادی بر محیط‌زیست، توسعه اجتماعی (Mishra *et al.*, 2010; Schmidhuber & Tubiello, 2007; Funatsu *et al.*, 2019) و سلامت انسان (Caminade *et al.*, 2019) دارد و بسیاری از چالش‌های جهانی مانند ناامنی غذایی، بحران آب، از دست دادن تنوع زیستی و مسائل مربوط به سلامت به این پدیده وابسته است. به همین دلیل، شناخت الگوهای آب و هوایی برای توسعه، تکامل و پایداری جوامع انسانی بسیار مهم است (Woznicki *et al.*, 2016; Levy *et al.*, 2019). به‌طور کلی اقلیم سیستمی با تغییرپذیری بالا است (Nunes *et al.*, 2011; Xu *et al.*, 2016). اقلیم در طول زمان به دو دسته نوسانات اقلیمی و تغییرات اقلیمی تقسیم می‌شود. نوسانات اقلیمی از قبیل خشک‌سالی‌ها شامل تغییرات کوتاه‌مدت اقلیمی (در مقیاس زمانی ماه‌ها، سال‌ها و حتی دهه‌ها) و تغییرات اقلیمی از قبیل گرمایش جهانی شامل تغییرات بلندمدت اقلیم (در مقیاس زمانی دهه‌ها و قرن‌ها) است. پوشش گیاهی که یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های سلامت اکوسیستم است به‌شدت تحت تأثیر نوسان و تغییرات اقلیمی است (Bagheri *et al.*, 2021). پوشش گیاهی خدمات ارزشمندی مانند ترسیب کربن، تأمین علوفه و تنظیم منابع آب ارائه می‌کند (Pakeman *et al.*, 2019). پیش‌بینی می‌شود که نوسان و تغییر اقلیم در آینده تأثیر زیادی بر اکوسیستم‌های زمینی از جمله تخریب مراتع و تشدید بیابان‌زایی (Miao *et al.*, 2015)، افزایش خشکیدگی درختان، تحریک آتش‌سوزی در اکوسیستم‌ها و کاهش ترسیب کربن داشته باشد (Allen *et al.*, 2010). خشک‌سالی پدیده‌ای پیچیده و طبیعی است که به‌طور مکرر یا متناوب در هر شرایط آب و هوایی رخ می‌دهد (Nejadrekabi *et al.*, 2022) و پیشرفت آن کند است، به‌طوری‌که ممکن است اثرات آن به‌مرور زمان ظاهر شود (Kocaaslan *et al.*, 2021). به‌طور کلی،

خشک‌سالی‌ها به علت حساسیت زیاد پوشش گیاهی به نوسان اقلیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک، می‌تواند سریع‌تر پوشش گیاهی را تحت تأثیر قرار دهد (Khosravi *et al.*, 2017) و رشد طبیعی آن را مختل کند. این حساسیت به علت ذخیره رطوبتی کمتر، تبخیر تفرق بیشتر و... است؛ بنابراین اطلاع داشتن از شدت، مدت و مکان تحت تأثیر پدیده خشک‌سالی می‌تواند با اتخاذ تدابیر مناسب مدیریتی، آسیب‌های ناشی از آن را کاهش دهد (Measho *et al.*, 2019). از آنجاکه دمای هوای جهانی به‌طور مداوم تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی در حال تغییر است و انتظار می‌رود الگوی مکانی-زمانی بارندگی و کاربری زمین در دهه‌های آینده به‌طور قابل‌توجهی تغییر کند (Liu *et al.*, 2014)، توسعه ابزارهای دقیق‌تر و مؤثرتر پایش خشک‌سالی ضروری است. در این زمینه، سنجش‌ازدور به دلیل مزایای مکانی و زمانی که می‌تواند ارائه دهد، نقش مهمی در مطالعات خشک‌سالی ایفا می‌کند (West *et al.*, 2019). داده‌های ماهواره‌ای امکان شناسایی پوشش گیاهی آسیب‌دیده در انواع کاربری‌های مختلف و ارزیابی شدت آسیب را فراهم می‌کنند (Rimkus *et al.*, 2017). استفاده از داده‌های ماهواره‌ای جهت پایش فعالیت‌های گیاهی در یک منطقه بزرگ در مقیاسه با مطالعات مبتنی بر روش‌های سنتی مزیت‌های زیادی دارند (Pei *et al.*, 2018) و در حال حاضر موضوع داغ تحقیقات پیشگام در زمینه تشخیص خشک‌سالی است (Choi *et al.*, 2013; Lin *et al.*, 2014). تاکنون تحقیقات متنوعی در زمینه ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی در مواجهه با نوسانات اقلیمی و خشک‌سالی انجام شده که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

Askarizadeh و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی واکنش گیاهان به تغییر اقلیم بیان داشتند که وجود همبستگی

نوسان اقلیم بر پوشش گیاهی از شاخص‌های SPEI و NDVI در شمال شرق چین استفاده کرده و گزارش نمودند که تقریباً ۴۵/۴ درصد از پوشش گیاهی محدوده مورد مطالعه در معرض خطر متوسط یا زیاد خشکسالی قرار دارد. همچنین Javed و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیق خود با هدف ارزیابی اثر نوسان اقلیم بر فنولوژی گیاهی در کشور چین، از شاخص SPEI و EVI بهره بردند. نتایج این تحقیق نشان داد که همبستگی قوی‌تری بین EVI و SPEI در مقایسه با همبستگی EVI و بارش وجود دارد. همچنین آن‌ها بیان داشتند که شمال چین به تغییرات آب و هوایی حساس‌تر است.

با توجه ارزیابی مطالعات صورت گرفته در داخل و خارج کشور، ارزیابی اثر نوسان اقلیم بر پوشش گیاهی و به‌طور کلی پویایی پوشش گیاهی همچنان دارای چالش‌های زیادی است.

شهرستان اشتهارد استان البرز در دسته‌ی مناطق خشک تقسیم‌بندی می‌شود و از نظر تقسیمات ژئوبوتانیکی به روش پابو در ناحیه استپی سرد جای می‌گیرد و در اکثر نقاط محدودیت‌های ادافیکی و اقلیمی زیاد بوده است و باعث فقر پوشش شده است (Dehghan *et al.*, 2018)؛ بنابراین در این محدوده پوشش گیاهی و مدیریت درست آن از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف از این پژوهش ارزیابی پویایی پوشش گیاهی و اثر نوسان اقلیم بر آن در شهرستان اشتهارد کرج است.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

شهرستان اشتهارد یکی از شهرستان‌های استان البرز است که در ۱۲۰ کیلومتری تهران و ۶۳ کیلومتری کرج، در محدوده طول جغرافیایی ۵۰°۹'۱۹" تا

بالا بین شاخص SPI^1 و $NDVI^2$ در مراتع پلور و سد لار نشان می‌دهد که تقریباً در تمامی سال‌های کاهش پوشش گیاهی، خشکسالی شدید تا متوسط رخ داده است. Firouzi و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیق خود در دشت سیستان حساسیت دو شاخص $NDVI$ و EVI^3 نسبت به وقوع خشکسالی در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ را ارزیابی نمودند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که شاخص EVI در مقایسه با $NDVI$ در مناطق خشک و نیمه‌خشک که از پوشش گیاهی کمی دارند، کارایی بهتری دارد. Behrang Manesh و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود رابطه خشکسالی هواشناسی و کشاورزی در اقلیم‌های مختلف ایران را بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که در ایران در ماه ژوئن و کلاس اقلیمی خشک، بیشترین همبستگی بین شاخص‌های $SPEI$ ۱۲ ماهه و VHI^4 رخ می‌دهد. در تحقیقی دیگر، Bagheri و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهش خود اثر خشکسالی هواشناسی بر پویایی پوشش گیاهی در ایران را با استفاده از شاخص $SPEI^5$ و EVI ارزیابی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که به ترتیب در ۱۸/۴۶، ۲۲/۶۳، ۳۰/۷۷ و ۲۸/۱۴ درصد از کل مساحت ایران، $SPEI$ ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه بیشترین میزان همبستگی با پوشش گیاهی را دارد. Alamdarloo و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود شاخص جدیدی را تحت عنوان شاخص احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی ($PVVI^6$) معرفی نمودند تا بتوانند احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی نسبت به خشکسالی در اقلیم‌های مختلف ایران را ارزیابی نمایند. نتایج نشان داد که به‌طور کلی شاخص $PVVI$ در مناطق خشک و فرا خشک بیشتر از دیگر اقلیم بوده است در نتیجه احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی نسبت به خشکسالی در آن‌ها بیشتر است. Li و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود به‌منظور ارزیابی اثر

5. Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)

6. Probability of Vegetation Vulnerability Index (PVVI)

1. Standardized Precipitation Index (SPI)

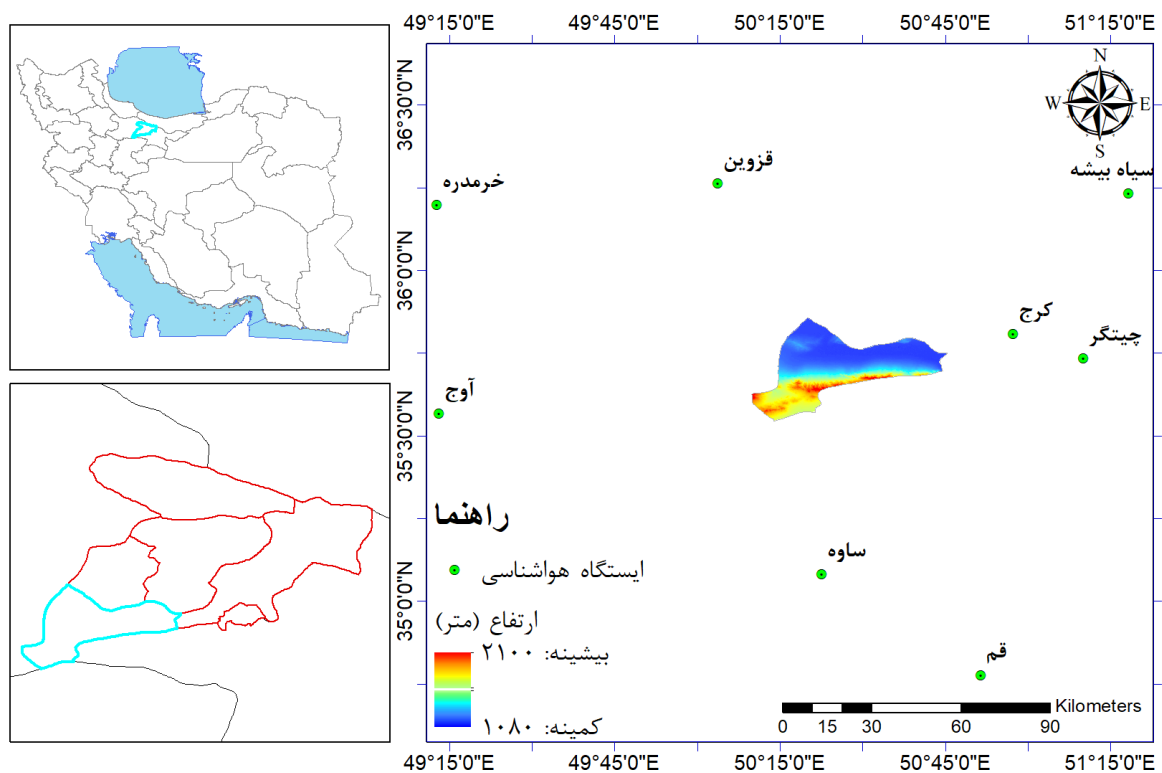
2. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

3. Enhanced Vegetation Index (EVI)

4. Vegetation Health Index (VHI)

تابستان ۲۴/۸ درجه سانتی‌گراد و بیشینه آن ۳۶ درجه سانتی‌گراد است. میانگین بارندگی بلندمدت سالیانه در شهرستان اشتهارد ۲۳۸/۴ میلی‌متر است (اداره کل هواشناسی استان البرز^(۱)). بخش جنوبی شهرستان اشتهارد به صورت مناطق مرتفع و بخش شمالی آن به صورت مناطق دشتی است.

۵۰°۴۵'۳" و عرض جغرافیایی ۳۵°۳۲'۲۷" تا ۳۵°۵۱'۵۲" واقع شده است (شکل ۱). این شهرستان از نظر طبقه‌بندی آب و هوایی جزو نواحی خشک تا تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نسبتاً سرد است. در بررسی کلی آب‌وهوای این منطقه بر مبنای آمارهای ایستگاه باران‌سنجی اشتهارد و ایستگاه‌های سینوپتیک فرودگاه پیام، متوسط درجه حرارت در



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه و ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده

Figure 1- The location of the study area and the meteorological stations

بخش اول -

شاخص SPEI

این شاخص با استفاده از دو پارامتر بارش (P) و تبخیر و تعرق پتانسیل (PET) محاسبه می‌شود. به همین منظور از داده‌های بارش و دمای ۸ ایستگاه هواشناسی (شکل ۱) در بازه زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۲۲ به صورت ماهانه استفاده شد. لازم به ذکر است که مقادیر شاخص

روش تحقیق

این پژوهش در دو بخش انجام شد. در بخش اول اثر خشک‌سالی بر پوشش گیاهی با استفاده از دو شاخص بارش-تبخیر و تعرق استاندارد شده (SPEI^۲) و شاخص پوشش گیاهی بهبود یافته (EVI^۳) بررسی شد و در بخش بعدی احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی با استفاده از شاخص EVI محاسبه گردید.

3. Enhanced Vegetation Index (EVI)

1. <http://alborzmet.ir/>

2. Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)

می‌شود و علامت SPEI قرینه می‌شود (-Vicente) باشد P با 1-P جایگزین اما اگر $P > 0.5$ باشد P با 1-P جایگزین می‌شود و علامت SPEI قرینه می‌شود (-Vicente) تمامی محاسبات SPEI ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه در نرم‌افزار MATLAB کدنویسی و برای ۸ ایستگاه هواشناسی انجام شد. لازم به ذکر است که SPEI دارای مقادیر مثبت و منفی است که هر چه این مقدار منفی‌تر باشد نشان‌دهنده خشک‌سالی با شدت بیشتر است. بعد از محاسبه شاخص SPEI، با استفاده از روش معکوس وزنی فاصله (IDW¹) نقشه‌های شدت خشک‌سالی به دست آمد. دلیل استفاده از این روش تعداد کم ایستگاه‌ها و پراکنش نامنظم آن است.

شاخص EVI

در مناطق با پوشش گیاهی غیر متراکم، ترکیب پیچیده نوع خاک، آثار جوی و پوشش گیاهی، امکان استخراج اطلاعات قابل‌اعتماد را از داده‌های ماهواره‌ای کاهش می‌دهد. در این پژوهش بنابر توصیه تحقیقات گذشته (Bagheri et al., 2021; Behrang Manesh et al., 2018; Alamdarloo et al., 2019) از EVI به دست آمده از محصول MOD13Q1 سنجنده MODIS با قدرت تفکیک مکانی ۲۵۰ متر و تفکیک زمانی ۱۶ روز از ابتدای ۲۰۰۱ تا انتهای ۲۰۲۲ استفاده شد. در واقع EVI یک NDVI تغییر یافته است که در آن فاکتور تنظیم خاک می‌گردد که باعث می‌شود حساسیت به نواحی پوشش گیاهی را افزایش و اثرات منفی خاک پس‌زمینه کاهش یابد (Huete et al., 2002).

در ادامه میانگین شاخص EVI برای کل شهرستان اشتهارد به صورت ماهانه استخراج و ماه دارای بیشترین میانگین EVI به عنوان ماه هدف انتخاب شد.

همبستگی و رگرسیون بین SPEI با EVI

در این مرحله شاخص همبستگی پیرسون و ضریب تعیین R^2 ، بین نقشه‌های SPEI ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه و EVI ماه انتخابی در Earth Trend Modeler (ETM)

SPEI به روش برآورد تبخیر و تعرق ارتباطی ندارد. در این مطالعه برای برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل از معادله تورنت وایت (۱۹۴۸) استفاده شد. سپس با استفاده از رابطه (۱) کمبود یا مازاد آب ماهانه و در گام بعدی $X_{i,j}^k$ از معادله (۲) محاسبه شد. لازم به ذکر است که در این روابط i سال موردنظر، j ماه موردنظر و k مقیاس زمانی است. در این تحقیق SPEI در مقیاس زمانی ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه محاسبه شد.

$$F(x) = \left[1 + \left(\frac{x - \gamma}{\alpha} \right)^\beta \right]^{-1} \quad (1)$$

$$X_{i,j}^k = \begin{cases} \sum_{l=13-k+j}^{12} D_{i-1,l} + \sum_{l=1}^j D_{i,j} & \text{if } j < k \\ \sum_{l=j-k+1}^j D_{i,j} & \text{if } j \geq k \end{cases} \quad (2)$$

Vicente-Serrano و همکاران (۲۰۱۰) توزیع‌های سازگار با سری مشاهدات D را موردبررسی و آزمون قرار دادند و نتیجه گرفتند که توزیع سه پارامتری لوگ-لجیستیک مناسب‌ترین توزیع سازگار با آن است و انتخاب مناسبی جهت استاندارد کردن سری D برای تعیین شاخص SPEI است. تابع چگالی احتمال توزیع سه پارامتری لوگ-لجیستیک به صورت رابطه (۳) است.

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x - \gamma}{\alpha} \right)^{\beta-1} \left[1 + \left(\frac{x - \gamma}{\alpha} \right)^\beta \right]^{-2} \quad (3)$$

در رابطه (۳) β ، α و γ به ترتیب پارامترهای مقیاسی، شکلی و مرزی برای مقادیر D در بازه $0 < D < \infty$ هستند. در نهایت بر مبنای تابع $F(x)$ ، SPEI با استفاده از رابطه (۴) محاسبه می‌شود.

$$SPEI = W - \frac{C_0 + C_1 W + C_2 W^2}{1 + d_1 W + d_2 W^2 + d_3 W^3} \quad (4)$$

در معادله (۴) $C_0 = 2.515517$ ، $C_1 = 0.802853$ ، $C_2 = 0.010328$ ، $d_1 = 1.432788$ ، $d_2 = 0.189269$ و $d_3 = 0.001308$ می‌باشند. همچنین در این معادله اگر $P = 1 - F(x) \leq 0.5$ باشد آنگاه $W =$

$$VCI = \frac{EVI_i - EVI_{min}}{EVI_{max} - EVI_{min}} \times 100 \quad (5)$$

در این معادله EVI_i از EVI یک پیکسل خاص در سال i ام در بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲ است و به ترتیب EVI_{max} و EVI_{min} بیشترین ارزش و کمترین ارزش EVI همان پیکسل در بازه زمانی مورد مطالعه است. شاخص EVI بیانگر میزان پوشش در سطح زمین بوده و حداکثر و حداقل مقادیر EVI به ترتیب بهترین و بدترین شرایط برای رشد گیاه را منعکس می‌کنند و تفاوت بین آن‌ها شرایط زندگی گیاه محلی را نشان می‌دهد (Qian et al., 2016). بعد از محاسبه شاخص VCI برای ماه انتخابی هر سال در بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲، این شاخص با توجه به جدول (۱) کلاس‌بندی شد.

نرم‌افزار TerrSet محاسبه شد. سپس مقیاس زمانی SPEI دارای بیشترین مقدار ضریب R^2 استخراج گردید. در ادامه شدت تغییرات EVI ماه انتخابی برحسب تغییرات SPEI (شیب تغییرات) با استفاده از آنالیز خطی در نرم‌افزار Earth Trend Modeler (ETM) نرم‌افزار TerrSet محاسبه گردید.

– بخش دوم

در این بخش احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی با استفاده از شاخص PVVI محاسبه شد. به این منظور ابتدا شاخص VCI با استفاده از شاخص EVI محاسبه شد. این شاخص، یک شاخص مناسب برای تشخیص خشک‌سالی به‌وسیله کنترل رشد گیاه است (Quiring & Ganesh, 2010). این شاخص که اولین بار توسط Kogan (۱۹۹۰) معرفی شد، با استفاده از رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

جدول ۱- کلاس‌بندی شاخص VCI (Kogan 1995; Le Hung & Hoai 2015) و وزن کلاس‌ها در شاخص PVVI
Table 1- Classification of VCI index (Kogan 1995; Le Hung & Hoai 2015) and weight of classes in PVVI index

شماره کلاس	محدوده مقدار VCI	کلاس شدت خشک‌سالی	وزن کلاس‌ها در PVVI
1	0-10	خشک‌سالی بسیار شدید	4
2	10-20	خشک‌سالی شدید	3
3	20-30	خشک‌سالی متوسط	2
4	30-40	خشک‌سالی ضعیف	1
5	40<	بدون خشک‌سالی	0

در این معادله P_{Ci} درصد احتمال وقوع کلاس i ام، n_{Ci} تعداد وقوع کلاس i ام در پیکسل موردنظر در بازه زمانی مورد مطالعه و N تعداد کل شاخص VCI در هر بازه زمانی (N=22) است. از آنجاکه وقوع شدت‌های متفاوت خشک‌سالی در میزان احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی یک منطقه از ارزش یکسانی برخوردار نیست، جهت کمی‌سازی و محاسبه PVVI مطابق جدول (۱) به هر کلاس شاخص VCI وزن داده شد. سپس شاخص PVVI محاسبه شد (رابطه ۷).

به‌منظور محاسبه شاخص PVVI، ابتدا درصد احتمال وقوع هر کلاس محاسبه شد. برای این کار تعداد وقوع هر کلاس در بازه زمانی مورد مطالعه (۲۰۰۱-۲۰۲۲) برای هر پیکسل در نرم‌افزار ArcGIS محاسبه شد. سپس با استفاده از رابطه (۶) درصد احتمال وقوع هر کلاس محاسبه شد.

$$P_{Ci} = \frac{n_{Ci}}{N} \times 100 \quad (6)$$

ابتدای ۲۰۰۱ تا انتهای ۲۰۲۲ محاسبه شده است را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار ماه آوریل بیشترین و ماه اکتبر کمترین مقدار میانگین EVI محدوده مورد مطالعه را دارا است. با توجه به این نتایج ماه آوریل به‌عنوان ماه انتخابی تعیین گردید. همچنین شکل (۳) نقشه میانگین EVI ماه آوریل محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد که به توجه به این شکل نواحی غربی نوار مرکزی بیشترین مقدار شاخص EVI را دارا است.

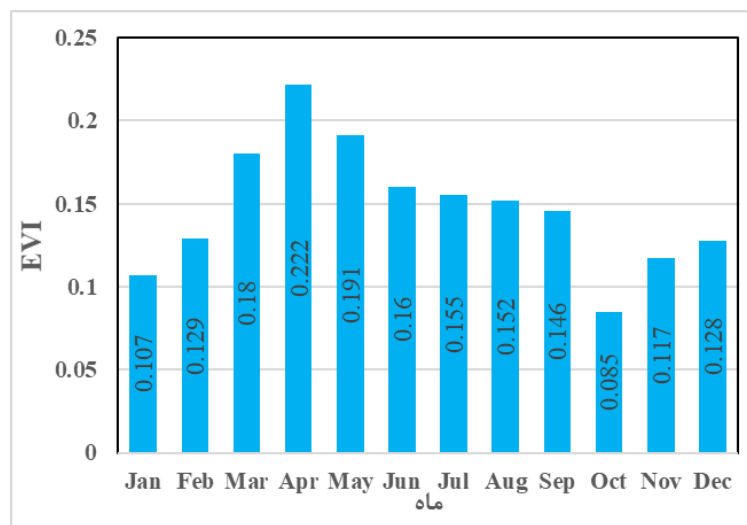
$$PVVI = \sum_{i=1}^5 W_i \times P_{Ci} \quad (7)$$

در این معادله W_i وزن هر کلاس است. سپس با استفاده از روش شکست طبیعی این شاخص به ۵ کلاس طبقه‌بندی شد.

نتایج

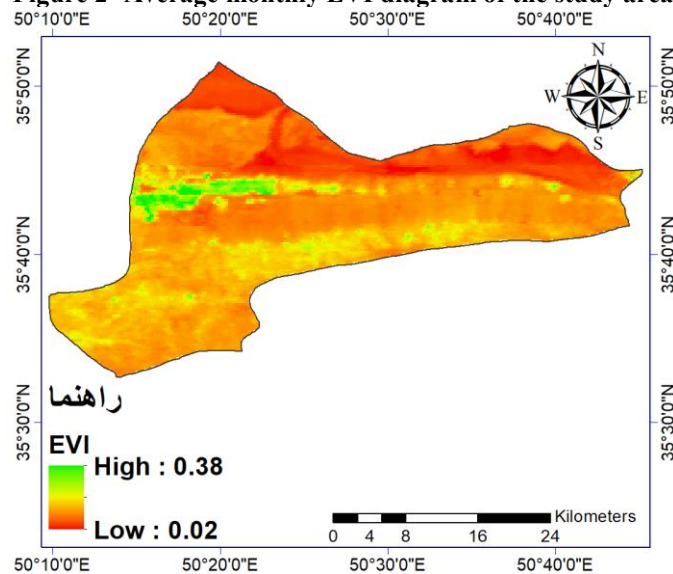
بخش اول

شکل ۲ تغییرات میانگین شاخص EVI محدوده مورد مطالعه به‌صورت ماهانه که از داده‌های ۱۶ روزه از



شکل ۲- نمودار میانگین EVI ماهانه مورد مطالعه

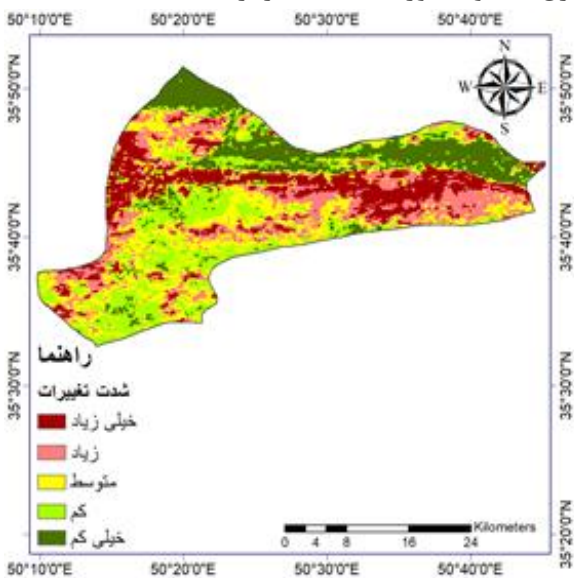
Figure 2- Average monthly EVI diagram of the study area



شکل ۳- نقشه میانگین EVI ماه آوریل محدوده مورد مطالعه (۲۰۰۱-۲۰۲۲)

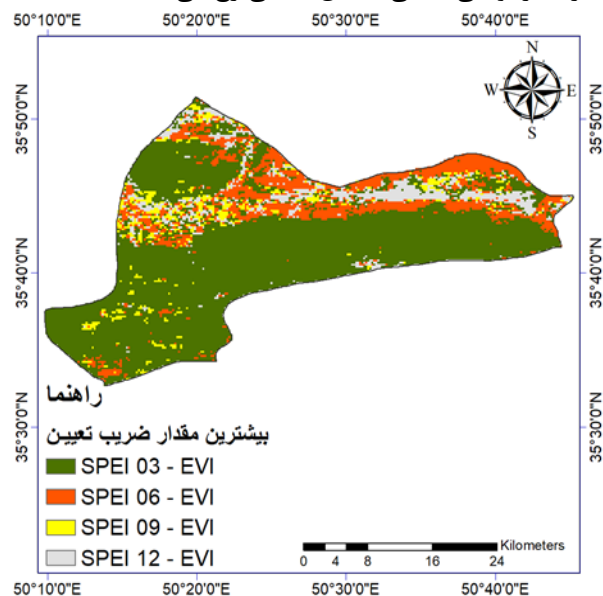
Figure 3- Map of average EVI in April of the study area (2001-2022)

بعد از تعیین قوی‌ترین رابطه بین نوسان اقلیم و پوشش گیاهی در ماه آوریل شیب تغییرات این معادلات از نواحی موردنظر استخراج شد و سپس با ادغام آن‌ها نقشه نهایی شدت تغییرات (شیب) پوشش گیاهی (EVI) و نوسان اقلیم (SPEI) به دست آمد. شکل (۵) نقشه طبقه‌بندی شدت تغییرات مذکور را نشان می‌دهد. ۱۸/۵ درصد از محدوده مورد مطالعه در کلاس شدت تغییرات کم قرار می‌گیرند که این نواحی بیشتر در بخش‌های شمالی واقع شده‌اند و حکایت از آن دارند که در این نواحی تغییرات EVI به نسبت دیگر نواحی اثرپذیری کمتری نسبت به تغییرات شاخص SPEI دارد. همچنین ۲۰/۶ درصد از نواحی نیز در کلاس شدت تغییرات کم قرار می‌گیرد که در بخش‌هایی از نواحی جنوب غربی تا غربی واقع شده‌اند. بر اساس نتایج، ۲۲ درصد از محدوده مورد مطالعه نیز در کلاس شدت تغییرات متوسط قرار گرفته است. در نهایت، ۲۰/۳ و ۱۸/۶ درصد از محدوده مورد مطالعه نیز به ترتیب در کلاس‌های شدت تغییرات زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته‌اند که عموماً در کمربند میانی از غرب تا شرق محدوده مورد مطالعه متمرکز شده‌اند.



شکل ۵- نقشه شدت تغییرات EVI نسبت به SPEI
Figure 5- The intensity map of EVI changes compared to SPEI

در مرحله بعد بین نقشه‌های SPEI ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه ماه آوریل و EVI آن ماه آنالیز همبستگی و رگرسیون در Earth Trend Modeler (ETM) نرم‌افزار TerrSet انجام شد. شکل ۴ نقشه بیشترین مقدار ضریب R^2 رابطه بین SPEI در مقیاس زمانی‌های مختلف و EVI ماه انتخابی را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل در ۶۸/۹ درصد محدوده مورد مطالعه SPEI سه ماهه، قوی‌ترین رابطه را با پوشش گیاهی نسبت به SPEI ۶، ۹، ۱۲ ماهه دارد. اکثر نواحی کوهستانی جنوب شهرستان اشتهارد در این کلاس قرار گرفتند. همچنین بخش‌هایی از شمال غرب نیز در این کلاس قرار گرفته‌اند. ۱۷/۳ درصد از مساحت شهرستان اشتهارد در کلاسی قرار گرفت که رابطه SPEI شش ماهه، قوی‌ترین رابطه را با پوشش گیاهی نسبت به SPEI در مقیاس زمانی‌های دیگر دارد. قوی‌ترین رابطه بین SPEI نه ماهه و پوشش گیاهی تنها در ۵/۳ درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه مشاهده شد. در نهایت در ۸/۵ درصد از شهرستان اشتهارد SPEI ۱۲ ماهه، قوی‌ترین رابطه را با پوشش گیاهی نسبت به SPEI ۳، ۶، ۹ ماهه دارد. اکثر نواحی که SPEI سه ماهه، قوی‌ترین رابطه را با پوشش گیاهی نسبت به SPEI ۶، ۹ و ۱۲ ماهه دارد. اکثر نواحی که SPEI سه ماهه، قوی‌ترین رابطه را با پوشش گیاهی ندارد، در نواحی دشتی مناطق شمالی رخ می‌دهد.



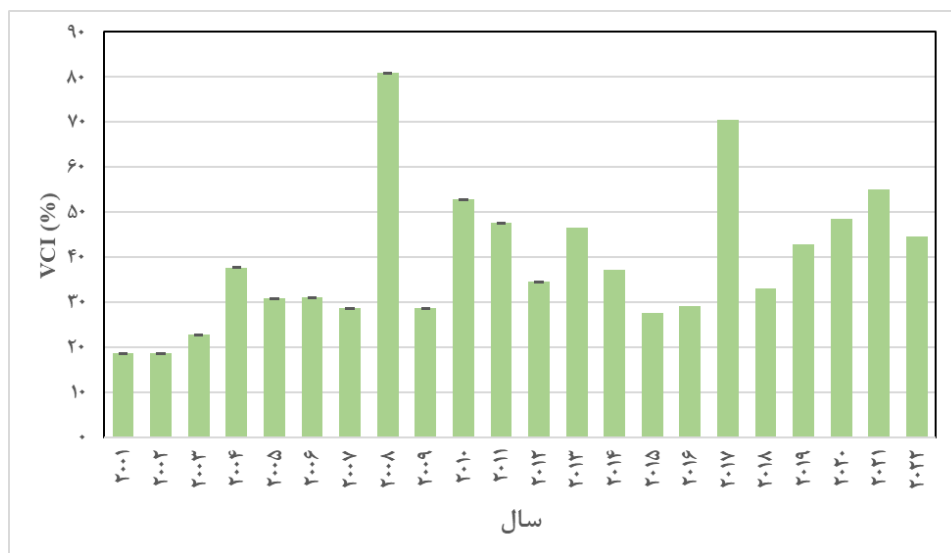
شکل ۴- نقشه بیشترین مقدار ضریب R^2 بین SPEI و EVI
Figure 4- The map of the maximum value determining the relationship between SPEI and EVI

بخش دوم

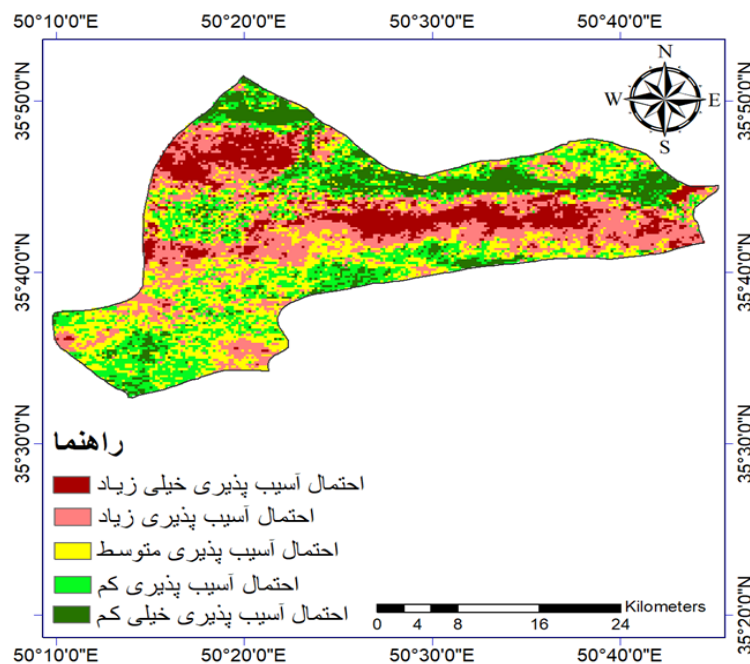
همان‌طور که قبلاً گفته شد، در بخش دوم این پژوهش شاخص PVVI محاسبه شد. در این بخش ابتدا شاخص VCI بر پایه شاخص EVI به دست آمد. شکل (۵)، نمودار میانگین شاخص VCI محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد با توجه به این شکل به ترتیب سال ۲۰۰۸ و ۲۰۱۷ بیشترین مقدار شاخص VCI را در میان سال‌های دیگر دارند که حکایت از شرایط پوشش گیاهی مناسب محدوده مورد مطالعه نسبت به دیگر سال‌ها دارد. همچنین سال ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ با کمترین مقدار شاخص VCI در دوره زمانی مورد مطالعه به خود اختصاص داده‌اند. به عبارت دیگر در این سال‌ها شرایط پوشش گیاهی در بدترین حالت خود در بازه زمانی مورد مطالعه قرار دارد.

بعد از محاسبه و طبقه‌بندی شاخص VCI، درصد احتمال وقوع هر یک از کلاس‌ها محاسبه گردید. در نهایت با ضرب درصد احتمال هر کلاس در وزن آن،

شاخص PVVI ماه انتخابی محاسبه شد. شکل (۶) نقشه احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بررسی نتایج این بخش نشان داد که الگوی کلی مکانی احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی به دست آمده از شاخص PVVI تا حد قابل قبولی مشابه الگوی نقشه شدت تغییرات پوشش گیاهی نسبت به خشک‌سالی است. به طوری که کمربند میانی از غرب به شرق در نقشه احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی در کلاس احتمال آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارد (به ترتیب ۲۶/۴ و ۱۴/۴ درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه). به طور کلی ۱۳ و ۲۰/۶ درصد از محدوده مورد مطالعه به ترتیب در کلاس‌های احتمال آسیب‌پذیری کم و خیلی کم قرار گرفته است. این نواحی بیشتر در کمربند شمالی از شرق تا غرب و همچنین جنوب و جنوب غربی محدوده مورد مطالعه تمرکز دارند.



شکل ۶- نمودار میانگین شاخص VCI محدوده مورد مطالعه
Figure 6- Average graph of VCI index of study area



شکل ۷- نقشه احتمال آسیب پذیری پوشش گیاهی محدوده مورد مطالعه

Figure 7- Map of the probability of vegetation vulnerability in the study area

خود بیان می‌دارند که استان‌های همجوار رشته‌کوه البرز مانند مازندران، گیلان، جنوب گلستان و بخش‌های شمالی استان‌های سمنان، تهران و البرز، SPEI سه ماهه قوی‌ترین رابطه را با پوشش گیاهی دارد. دلیل این امر این است که پوشش گیاهی یکساله در این محدوده‌ها زیاد بوده که به شدت تحت تأثیر بارش‌های کوتاه مدت سه‌ماهه هستند. لازم به ذکر است که تخریب باعث مساعدتر شدن شرایط محیط برای استقرار گیاهان یکساله می‌شود (Yari *et al.*, 2007; Arzani *et al.*, 2018). البته این مطلب در همه محدوده مورد مطالعه صدق نمی‌کند و به‌خصوص در نواحی شمالی شهرستان اشتهارد رابطه بین SPEI سه ماهه و پوشش گیاهی قوی‌ترین رابطه نیست. دلیل این امر شرایط محیطی متفاوت حاکم بر مناطق مختلف محدوده مورد مطالعه است. Ding و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی با هدف ارزیابی مکانی-زمانی اثر خشک‌سالی بر پوشش گیاهی کشور چین، به این موضوع اشاره کرده‌اند.

بحث

گیاهان نقش اساسی را در فراهم کردن نیازهای اساسی انسان دارند (Khajoei Nasab & Khosravi, 2014). خشک‌سالی یکی از عوامل تهدیدکننده پوشش گیاهی در اکثر نقاط جهان است. در پژوهش حاضر سعی شده است پویایی پوشش گیاهی شهرستان اشتهارد استان البرز تحت تأثیر خشک‌سالی ارزیابی شود. با توجه به نتایج همبستگی شاخص‌های SPEI و EVI، اثر خشک‌سالی هواشناسی بر پوشش گیاهی در مکان‌ها و مقیاس‌های زمانی مختلف، متفاوت است. این نتیجه با نتایج Bagheri و همکاران (۲۰۲۱)، Behrang Manesh و همکاران (۲۰۱۹) و Ma'Rufah و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. Pei و همکاران (۲۰۱۸) این تفاوت را به علت تأثیر اقلیم محلی و توپوگرافی می‌داند. به‌طور کلی در بیشتر نواحی محدوده مورد مطالعه شاخص SPEI سه ماهه، قوی‌ترین رابطه را با پوشش گیاهی نسبت به SPEI ۶، ۹، ۱۲ ماهه دارد. تحقیقات Bagheri و همکاران (۲۰۲۱) نیز تا حدود زیادی این موضوع را تأیید می‌کند. به‌طوری‌که آن‌ها در پژوهش

گرایش مراتع نگران‌کننده شده و وضعیت این روند با وقوع خشک‌سالی‌های پی‌درپی وخیم‌تر شده است. در دوره خشک‌سالی علاوه بر خشکیدگی دسته‌ای از گیاهان، از طراوت گیاهان دیگر نیز کاسته می‌شود. در دوره خشک‌سالی رقابت برای جذب آب افزایش یافته و گیاهان با سیستم جذب آب ضعیف‌تر به سرعت از سطح مرتع حذف می‌شوند. چنانچه در این دوره چراى دام متعادل با ظرفیت تولید نباشد در اثر فشار ناشی از چراى مفراط و زودرس، گیاهان خوش‌خوراک به سرعت از سطح مراتع حذف می‌شوند؛ بنابراین ترکیب گیاهی مرتع تغییر کرده و گیاهان نامرغوب و غیرخوشخوراک جایگزین گیاهان خوشخوراک می‌شوند (Bagheri *et al.*, 2021). لذا ارزیابی پدیده خشک‌سالی و اثر آن بر پوشش گیاهی محدوده موردنظر می‌تواند در مدیریت مراتع و چراى دام نیز موثر واقع شود. نتایج این پژوهش نشان داد که در هر مکان با توجه به شرایط بیوفیزیکی و بیولوژیکی، نوسانات اقلیمی در بازه‌های زمانی مختلف (۳، ۶، ۹، ۱۲ و غیره) همبستگی‌های متفاوتی با پوشش گیاهی دارند. همچنین با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد شاخص PVVI توانایی لازم برای تعیین مناطق با احتمال آسیب‌پذیری بالای پوشش گیاهی جهت مدیریت بهتر خشک‌سالی را دارد. پیشنهاد می‌شود در مناطق دیگر و مقیاس‌های بزرگ‌تر و کوچک‌تر این شاخص محاسبه شده تا بتوان توانایی آن را برای مشخص کردن احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی بهتر ارزیابی نمود

References

- Alamdarloo, E. H., Manesh, M. B. & Khosravi, H. (2018). Probability assessment of vegetation vulnerability to drought based on remote sensing data. *Environmental monitoring and assessment*, 190, 1-11.
- Allen, C. D., Macalady, A. K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Running, S., Semerci, A. & Cobb, N. (2010). A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest ecology and management*, 259(4), 660-684.
- Arzani, H., Abedi, M., Shahriyari, E. & Ghorbani, M. (2007). Investigation of soil surface

نتایج ارزیابی شدت تغییرات پوشش گیاهی نسبت به نوسانات اقلیمی نشان می‌دهد که نواحی شمالی شهرستان اشتهارد که تراکم پوشش گیاهی کمتری نسبت به نواحی جنوبی دارند به‌نحوی که حتی در بعضی از نواحی اراضی بایر مشاهده می‌شود، در کلاس شدت تغییرات کم و خیلی کم قرار می‌گیرند. تحقیقات Bagheri و همکاران (۲۰۲۱) و Behrang Manesh و همکاران (۲۰۱۹) نیز این موضوع را تأیید می‌کند. نتایج حاصل از ارزیابی احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی در شهرستان اشتهارد نشان داد که الگوی کلی مکانی احتمال آسیب‌پذیری پوشش گیاهی به‌دست‌آمده از شاخص PVVI تا حد قابل قبولی مشابه الگوی نقشه شدت تغییرات پوشش گیاهی نسبت به خشک‌سالی است؛ بنابراین می‌توان گفت که شاخص PVVI توانایی لازم برای تعیین مناطق با احتمال آسیب‌پذیری بالای پوشش گیاهی جهت مدیریت بهتر خشک‌سالی را دارد. Alamdarloo و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود نیز بر این نکته تأکید دارند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی می‌توان گفت که بخش عمده مساحت ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته و از طرفی مراتع کشور با وسعتی حدود ۸۳/۳ میلیون هکتار، عمدتاً در این مناطق قرار گرفته‌اند و بخش قابل توجهی از بهره‌برداران و دام‌ها از این مراتع استفاده می‌کنند. در دهه‌های اخیر به دلیل بهره‌برداری نادرست، روند

indicators and rangeland functional attributes by grazing intensity and land cultivation (case study: Orazan Taleghan). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 14(1), 68-79.

- Askarizadeh, D., Arzani, H., Jafary, M., Bazrafshan, J. & Prentice, I. C. (2018). Surveying of the past, present, and future of vegetation changes in the central Alborz ranges in relation to climate change. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*. 9(3), 1-18. (In Persian).

- Bagheri, S., Heydari Alamdarloo, E., Khosravi, H. & Abolhasani, A. (2021). The effect of meteorological drought on vegetation

- dynamics in Iran. *Rangeland*, 15(4), 622-637. (In Persian).
- Behrang Manesh, M., Khosravi, H., Heydari Alamdarloo, E., Saadi Alekasir, M., Gholami, A. & Singh, V. P. (2019). Linkage of agricultural drought with meteorological drought in different climates of Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, 138, 1025-1033.
- Caminade, C., McIntyre, K. M. & Jones, A. E. (2019). Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1436(1), 157-173.
- Choi, M., Jacobs, J. M., Anderson, M. C. & Bosch, D. D. (2013). Evaluation of drought indices via remotely sensed data with hydrological variables. *Journal of Hydrology*, 476, 265-273.
- Dehghan, P., Azarnivand, H., Khosravi, H., Zehtabian, G. & Moghaddam Nia, A. (2018). Design of Agricultural Ecological and Rangeland Capability Model Using Integrated Approach of FUZZY-AHP (A case study: Eshtehard city). *Journal of Range and Watershed Management*, 71(1), 11-24. doi: 10.22059/jrwm.2017.238015.1147
- Ding, Y., Xu, J., Wang, X., Peng, X. & Cai, H. (2020). Spatial and temporal effects of drought on Chinese vegetation under different coverage levels. *Science of The Total Environment*, 716, 137166.
- Firouzi, F., Tavosi, T. & Mahmoudi, P. (2019). Investigating the sensitivity of NDVI and EVI vegetation indices to dry and wet years in arid and semi-arid regions (Case study: Sistan plain, Iran). *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 28(110), 163-179. doi: 10.22131/sepehr.2019.36621
- Funatsu, B. M., Dubreuil, V., Racapé, A., Debortoli, N. S., Nasuti, S. & Le Tourneau, F. M. (2019). Perceptions of climate and climate change by Amazonian communities. *Global Environmental Change*, 57, 101923, 1-13.
- Huete, Alfredo, Kamel Didan, Tomoaki Miura, E. Patricia Rodriguez, Xiang Gao, and Laerte G. Ferreira. "Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices." *Remote sensing of environment* 83, no. 1-2 (2002), 195-213.
- Javed, T., Li, Y., Feng, K., Ayantobo, O. O., Ahmad, S., Chen, X. Rashid, S. & Suon, S. (2021). Monitoring responses of vegetation phenology and productivity to extreme climatic conditions using remote sensing across different sub-regions of China. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 3644-3659.
- Khajoei Nasab, F. & Khosravi, A. R. (2014). Ethnobotanical study of medicinal plants of Sirjan in Kerman Province, Iran. *Journal of ethnopharmacology*, 154(1), 190-197.
- Khosravi, H., Haydari, E., Shekoohzadegan, S. & Zareie, S. (2017). Assessment the effect of drought on vegetation in desert area using landsat data. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20, S3-S12.
- Kocaaslan, S., Musaoğlu, N. & Karamzadeh, S. (2021). Evaluating drought events by time-frequency analysis: A case study in Aegean region of Turkey. *IEEE Access*, 9, 125032-125041.
- Levy, O., Dayan, T., Porter, W. P. & Kronfeld-Schor, N. (2019). Time and ecological resilience: can diurnal animals compensate for climate change by shifting to nocturnal activity? *Ecological Monographs*, 89(1), e01334, 1-21.
- Li, K., Tong, Z., Liu, X., Zhang, J. & Tong, S. (2020). Quantitative assessment and driving force analysis of vegetation drought risk to climate change: Methodology and application in Northeast China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 282, 107865.
- Lin, Y., Gao, W., Shi, J. P. & Wang, J. (2014). Remote sensing monitoring of drought based on MODIS and FY-2D satellite rainfall data. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 28(12), 51-57.
- Liu, Z., Yao, Z., Huang, H., Wu, S. & Liu, G. (2014). Land use and climate changes and their impacts on runoff in the Yarlung Zangbo river basin, China. *Land Degradation & Development*, 25(3), 203-215.
- Ma'Rufah, U., Hidayat, R. & Prasasti, I. (2017). *Analysis of relationship between meteorological and agricultural drought using standardized precipitation index and vegetation health index*. In IOP conference series: earth and environmental science (Vol. 54, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.
- Measho, S., Chen, B., Trisurat, Y., Pellikka, P., Guo, L., Arunyawat, S. Tuankruea, V., Ogbazghi, W. & Yemane, T. (2019). Spatio-temporal analysis of vegetation dynamics as a response to climate variability and drought

- patterns in the semiarid region, Eritrea. *Remote Sensing*, 11(6), 724.
- Miao, L., Ye, P., He, B., Chen, L. & Cui, X. (2015). Future climate impact on the desertification in the dry land Asia using AVHRR GIMMS NDVI3g data. *Remote Sensing*, 7(4), 3863-3877.
- Mishra, A. K., Singh, V. P. & Jain, S. K. (2010). Impact of global warming and climate change on social development. *Journal of Comparative Social Welfare*. 26(2-3), 239-260.
- Nejadrekabi, M., Eslamian, S. & Zareian, M. J. (2022). Spatial statistics techniques for SPEI and NDVI drought indices: A case study of Khuzestan Province. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(7), 6573-6594.
- Nunes, S. A., Romani, L. A., Avila, A. M., Traina, J. C., De Sousa, E. P. & Traina, A. J. (2011). Fractal-based analysis to identify trend changes in multiple climate time series. *Journal of Information and Data Management*. 2(1), 51-57
- Pakeman, R. J., Fielding, D. A., Everts, L. & Littlewood, N. A. (2019). Long-term impacts of changed grazing regimes on the vegetation of heterogeneous upland grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 56(7), 1794-1805.
- Pei, F., Wu, C., Liu, X., Li, X., Yang, K., Zhou, Y., Wang, K., Xu, L. & Xia, G. (2018). Monitoring the vegetation activity in China using vegetation health indices. *Agricultural and forest meteorology*, 248, 215-227.
- Qian, X., Liang, L., Shen, Q., Sun, Q., Zhang, L., Liu, Z. Zhao, S. & Qin, Z. (2016). Drought trends based on the VCI and its correlation with climate factors in the agricultural areas of China from 1982 to 2010. *Environmental monitoring and assessment*, 188, 1-13.
- Quiring, S. M. & Ganesh, S. (2010). Evaluating the utility of the Vegetation Condition Index (VCI) for monitoring meteorological drought in Texas. *Agricultural and forest meteorology*, 150(3), 330-339.
- Rimkus, E., Stonevicius, E., Kilpys, J., Maciulyte, V. & Valiukas, D. (2017). Drought identification in the eastern Baltic region using NDVI. *Earth system dynamics*, 8(3), 627-637.
- Schmidhuber, J. & Tubiello, FN. (2007). Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 104(50), 19703-19708.
- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S. & López-Moreno, J. I. (2010). A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of climate*, 23(7), 1696-1718.
- West, H., Quinn, N. & Horswell, M. (2019). Remote sensing for drought monitoring & impact assessment: Progress, past challenges and future opportunities. *Remote Sensing of Environment*, 232, 111291, 1-14.
- Woznicki, S. A., Nejadhashemi, A. P., Tang, Y. & Wang, L. (2016). Large-scale climate change vulnerability assessment of stream health. *Ecological Indicators*. 69:578-594.
- Xu, J., Chen, Y., Li, W., Liu, Z., Tang, J. & Wei, C. (2016). Understanding temporal and spatial complexity of precipitation distribution in Xinjiang, China. *Theoretical and applied climatology*. 123(1-2), 321-333.
- Yari, R. Heshmati, GH. & Rafiei, H. (2018). An introduction into the flora, life forms, geographical distribution, and plant protection status species (case study: Chaharbagh summer rangelands in Golestan Province). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 31(3), 736-750.

Performance Evaluation and Exit Strategy in Chehelchai Watershed Management

Marzieh Nikjoui*

PhD student of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

* Corresponding author: nikjoi.marzi@gmail.com

(Received: 24 July 2023)

Revised: 12 October 2023

Accepted: 17 November 2023)

Extended abstract

Introduction: The world faces a multitude of important problems and challenges, including rapid population growth, economic crises, improper natural resource management, climate change, increasing poverty, and hunger, which have led to an increase in the exploitation of natural resources. It is important to remember that any decision made in one part of a watershed can have consequences for other parts, ultimately affecting the watershed's overall performance. To determine the stability of a watershed, it is necessary to consider all aspects and factors involved, with all indicators in line with one another, and ensure that they overlap across all sections and layers. Over the past two decades, significant progress has been made in improving planning, implementation approaches, and designing appropriate policy frameworks for sustainable watershed health. While many watershed management projects have achieved positive outcomes, they often revert to their previous state without outgoing proposals for further watershed improvement.

Materials and Methods: This study was conducted with the aim of evaluating the performance and exit strategies of Chehelchai watershed projects. The method used in this study is provided by Zeleke (2014). According to this method, by combining periodical reports in the watershed area, the exit strategy framework, the quantity and quality of the achievements and the development stages of the watershed can be formulated. To score each of these indicators, group analysis is used in this method. The participants of this group discussion were village leaders and trustees, watershed management team, local people and experts working in the watershed. The indicators examined in this study included economic, social, ecological response, the commitment of the leaders of the two prominent villages of Duzein and Qalaqafeh, and the commitment of the communities. Each of these indicators has a specific number of sub-indices, which were used to score each index.

Results and Discussion: According to the results of the investigation of 6 indicators, the amount of stability of the study area was obtained and the strengths and weaknesses of the watershed were evaluated. The results of this research showed that this method has a good potential to evaluate the stability of the watershed and identify the exit strategy in watershed management due to the involvement of various indicators. This method has smoothed out problems such as lack of access to appropriate data, time-consuming, high cost, and lack of quantification of some parameters. The present study can be used as a model for evaluating other watershed areas in other regions of the country. The results showed improvement in both X and Y axis indicators for the Chehelchai watershed. The ecological index was favorable compared to the social and economic indices. To improve stability, more attention should be paid to the economic and social aspects. Strengthening the social index requires greater involvement of women in planning and implementation, addressing their needs and interests. Recruiting educated, successful, and motivated women for development groups and cooperatives, providing facilities for local businesses, and home business training can improve the social and economic indices. The commitment index of Dozein village leaders can be improved through increased follow-up and reporting requirements. For Qalaqafeh leaders, implementing regulations, monitoring, reporting, and community coordination can help. For communities, motivational activities, establishing and respecting regulations, supporting youth initiatives, and participating in associations are important. Using trusted community members to explain watershed goals and involving leaders through reports and site visits builds confidence between stakeholders, which is critical for sustainability. Any watershed effort lacking economic and social acceptance will not last.

Conclusion: To achieve acceptable sustainability, it is essential to evaluate the watershed based on a range of indicators, including ecosystem and socio-economic factors, as well as the commitment levels of leaders and communities. This evaluation process is critical to ensuring the protection of the watershed's natural resources and to providing a favorable living environment for both local residents and others who depend on the watershed. People rely on these resources for their livelihoods. However, one crucial aspect that has received little attention in the examination of watershed sustainability is the development of exit strategies from the basin. This oversight has resulted in many watershed management projects achieving positive results but failing to provide output proposals for further improving the watersheds. Thus, it is crucial to approach this category with greater sensitivity in both studies and implementation.

Keywords: Exit Strategies, Watershed stability, Questionnaire Method, Sustainability Matrix

Citation: Nikjoui, M. (2023). Performance Evaluation and Exit Strategy in Chehelchai Watershed Management. *Integrated Watershed Management*, 3(4), 33-47. doi: 10.22034/iwm.2023.2006498.1090

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



ارزیابی عملکرد و بررسی استراتژی خروج در مدیریت حوزه آبخیز چهل‌چای

مرضیه نیکجوی

دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

*نویسنده مسئول: nikjoi.marzi@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۲

چکیده

حوزه‌های آبخیز نقش بسیار مهمی در حفظ محیط‌زیست و توسعه پایدار بازی می‌کنند. طی سالیان اخیر بارش‌های سریع جمعیت، تغییر اقلیم، بحران‌های اقتصادی نامتعارف، کمبود منابع آب‌وخاک و افزایش شدید استفاده از منابع طبیعی، حوزه‌های آبخیز با چالش‌های بسیاری مواجه هستند. در دو دهه اخیر پیشرفت‌های زیادی در زمینه برنامه‌ریزی، رویکردهای اجرایی - طراحی چارچوب ارزیابی پایداری و سلامت حوزه‌های آبخیز ارائه شده است. از این نظر، بسیاری از پروژه‌های مدیریت حوزه‌های آبخیز به نتایج بسیار خوبی دست یافته‌اند، اما اغلب بدون پیشنهادها و خروجی برای بهبود حوزه‌های آبخیز، بسیاری از آنها به موقعیت‌های قبلی خود برگشته‌اند. استفاده از پرسشنامه برای پایش حوزه آبخیز با مدنظر قرار دادن تمام جوانب سلامت و پایداری یک حوزه آبخیز یکی از راه‌های اجرایی به‌جای بازدیدهای میدانی مکرر و هزینه‌بر است تا زمان مناسب خروج و عنصر گم‌شده مشخص شده و در جهت رفع آن برنامه‌ریزی شود. این مطالعه با هدف ارزیابی عملکرد و استراتژی‌های خروج در مدیریت حوزه آبخیز چهل‌چای با استفاده از روش طراحی پرسشنامه انجام شده است. جامعه آماری این مطالعه ۵۰ نفر بوده و بر اساس جدول کرجسی-مورگان نظرات ۴۴ نفر از آنها، به‌عنوان نمونه ملاک عمل قرار گرفت. به‌منظور تعیین پایایی پرسشنامه از ضریب پایایی آلفای کرونباخ استفاده و مقدار آن ۰/۸۸ محاسبه شد. شاخص‌های مطالعه شده شامل ۶ شاخص اجتماعی، اقتصادی، اکولوژیک، تعهد جوامع همچنین تعهد رهبران برای ۲ روستای شاخص واقع در داخل این حوزه آبخیز یعنی دوزین و قلعه قافه بوده است که مقادیر آنها به ترتیب ۳/۵، ۲/۷۵، ۴/۵، ۴/۵، ۴/۱۲ و ۴/۷۵ محاسبه شد. نتایج کل‌نشان داد که حوزه چهل‌چای دارای سطح پایداری ۴ است که بر طبق ماتریس پایداری در وضعیت بهینه قرار دارد. برای ارتقا وضعیت حوزه به سطوح بالاتر پایداری، نیاز است بر روی شاخص‌های ضعیف از جمله شاخص اقتصادی و اجتماعی تمرکز شود.

کلمات کلیدی: استراتژی خروج، پایداری حوضه، روش پرسشنامه، ماتریس پایداری

استناد: نیکجوی، م. (۱۴۰۲). ارزیابی عملکرد و بررسی استراتژی خروج در مدیریت حوزه آبخیز چهل‌چای. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز (۴)، ۳۳-۴۷.

حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این نشریه به‌صورت آزاد در وبسایت نشریه برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

مقدمه

رشد سریع جمعیت همراه با بحران‌های اقتصادی، مدیریت نامناسب منابع طبیعی، تغییر اقلیم، افزایش فقر و گرسنگی از مشکلات و چالش‌های مهم جهان امروز و آینده می‌باشند (Cowie *et al.*, 2018). هرگونه تصمیم‌گیری نامناسب در این زمینه بر اجزای مختلف حوزه آبخیز تأثیر خواهد گذاشت؛ بنابراین جهت تعیین پایداری حوزه آبخیز لازم است به تمام جوانب و عوامل مرتبط توجه شود، همچنین تمام شاخص‌ها باید با یکدیگر هماهنگ باشند و پوشش میان تمام بخش‌ها و لایه‌ها ایجاد شود (Keulertz & Woertz., 2016). یک حوزه آبخیز زمانی به پایداری می‌رسد که سالم باشد. سلامت آبخیز در واقع پتانسیل حفظ و نگهداری ساختمان، خودتنظیمی و احیای مجدد توان خود پس از ایجاد تنش‌ها تعریف می‌شود (Liu & Hao, 2016). پایداری حوزه آبخیز وضعیتی است که در آن مطلوبیت و امکانات در طول زمان تغییر نمی‌کند و در کارکرد طبیعی آن خللی وارد نشود. طی دهه‌های اخیر اهمیت ارزیابی سلامت و پایداری حوزه آبخیز به‌عنوان پیش‌نیاز آینده پایدار و نیز امنیت انسانی مورد توجه مدیران و تصمیم‌گیران حوزه آبخیز قرار گرفته است (Sadeghi *et al.*, 2017). طوری که Ritter و Sood (2011) آن را هسته مرکزی سیاست‌گذاری‌ها در میان صاحب‌نظران محیط‌زیست و اقتصاددانان عنوان کرده‌اند. همان‌طور که داشتن حوزه آبخیز سالم و پایدار دارای اهمیت است، ارزیابی عملکرد اقدامات و داشتن استراتژی خروج به‌منظور بهبود و یا حفظ وضعیت موجود دارای اهمیت دوچندان است درحالی‌که این مهم در مطالعات ارزیابی پایداری حوضه نادیده گرفته می‌شود (Zeleeke, 2014). استراتژی خروج یک مفهوم

کلیدی در مدیریت پروژه است و در هر پروژه‌ای باید هنگام برنامه‌ریزی تعریف شود، در واقع یک طرح توصیفی از پروژه است که پروژه را از وضعیت فعلی خارج می‌کند (خارج کردن منابع، تجهیزات و پرسنل) و بدون اینکه اهداف پیش‌بینی‌شده برای پروژه، در معرض ریسک قرار گیرند به وضعیت جدید که پایدار و مستمر است انتقال می‌یابد (Ndombi, 2021). به‌عبارت‌دیگر تضمین می‌کند که پروژه با کمترین عدم قطعیت به هدف نهایی خود که همانا تضمین استمرار و پایداری پروژه در طول چرخه حیات طبیعی آن است دست پیدا کرده است (Bennett *et al.*, 2015). برای ارزیابی پایداری حوزه آبخیز، رویکردها و روش‌های مختلفی معرفی شده است. Preciado- Jimenez و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی و شاخص پایداری، به مطالعه ارزیابی پایداری حوزه آبخیز لرما -چاپالا پرداختند و نتیجه گرفتند که منطقه در وضعیت ضعیف پایداری قرار دارد. اقدامات شدید کشاورزی، دامداری و نبود تعامل بین عوامل سیاسی، اقتصادی و اجتماعی از عوامل تخریب حوضه معرفی شد. Asadi Nelivan و همکاران (۲۰۱۴) به ارزیابی و اندازه‌گیری وضعیت پایداری حوزه آبخیز طالقان - زیدشت با استفاده از روش اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN) نمودند. آن‌ها در بخش رفاه انسان دو معیار، شش شاخص و ۲۸ متغیر و در بخش پایداری اکوسیستم چهار معیار، ۱۰ شاخص و ۳۵ متغیر را شناسایی و اندازه‌گیری نمودند. بر این اساس، نتایج امتیاز نهایی اکوسیستم ۵۱ بوده و پایداری حوزه آبخیز در حد متوسط تعیین گردید. Timuri و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از روش IUCN، پایداری حوزه آبخیز دروک در استان گلستان را مورد

ارزیابی قرار دادند. برای این منظور، آن‌ها ۷ معیار و ۱۷ شاخص در بخش انسانی و ۸ معیار و ۱۸ شاخص در بخش اکوسیستم شناسایی و تحلیل نمودند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد امتیاز حوزه آبخیز دروک برابر با ۵۲ است که در محدوده وضعیت متوسط قرار گرفته است. همچنین نتایج نشان داد که حوزه مذکور از لحاظ وضعیت کاربری و فرسایش نسبت به سایر شاخص‌ها در وضعیت بسیار نامناسبی قرار داشته و این شاخص بیشترین تأثیر منفی را در حوزه داشته است. Mohammadi و Dastourani (۲۰۱۷) پایداری حوزه آبخیز زیدشت در استان تهران را با استفاده از روش شاخص پایداری حوزه آبخیز مطالعه کرده‌اند، بر اساس نتایج، شاخص پایداری حوزه عدد ۰/۶۵ محاسبه شد که بیانگر پایداری متوسط رو به پایین است. آن‌ها همچنین تأکید کردند که برای دستیابی به توسعه پایدار در حوزه آبخیز، شاخص کیفی هیدرولوژی منطقه دارای بالاترین اهمیت بوده و بعد از آن به مسائل پیرامون حیات آبخیزنشینان، محیط‌زیست، کمیت آب و سیاست‌گذاری توجه شود. Kamali و Kazemi (۲۰۱۷) ارزیابی پایداری حوزه آبخیز بهشت گمشده در استان فارس بر اساس مدل HELP در یک دوره ده سال (۱۳۸۵-۱۳۹۵) را مطالعه نمودند. تأکید آن‌ها بر وضعیت هیدرولوژی، محیط‌زیست، حیات آبخیزنشینان، سیاست‌گذاری و سه پارامتر فشار، وضعیت و واکنش تحت عنوان شاخص پایداری حوزه برای ارزیابی پایداری حوزه در سه سطح پایین، متوسط و بالا بوده است. نتایج آن‌ها نشان داد که پارامتر فشار با امتیاز ۰/۷۸ و پارامتر واکنش با امتیاز ۰/۵۳ به ترتیب بیشترین و کمترین امتیاز را برای ارزیابی پایداری حوزه آبخیز به خود اختصاص داده است. همچنین زیرشاخص‌های هیدرولوژی کمی با

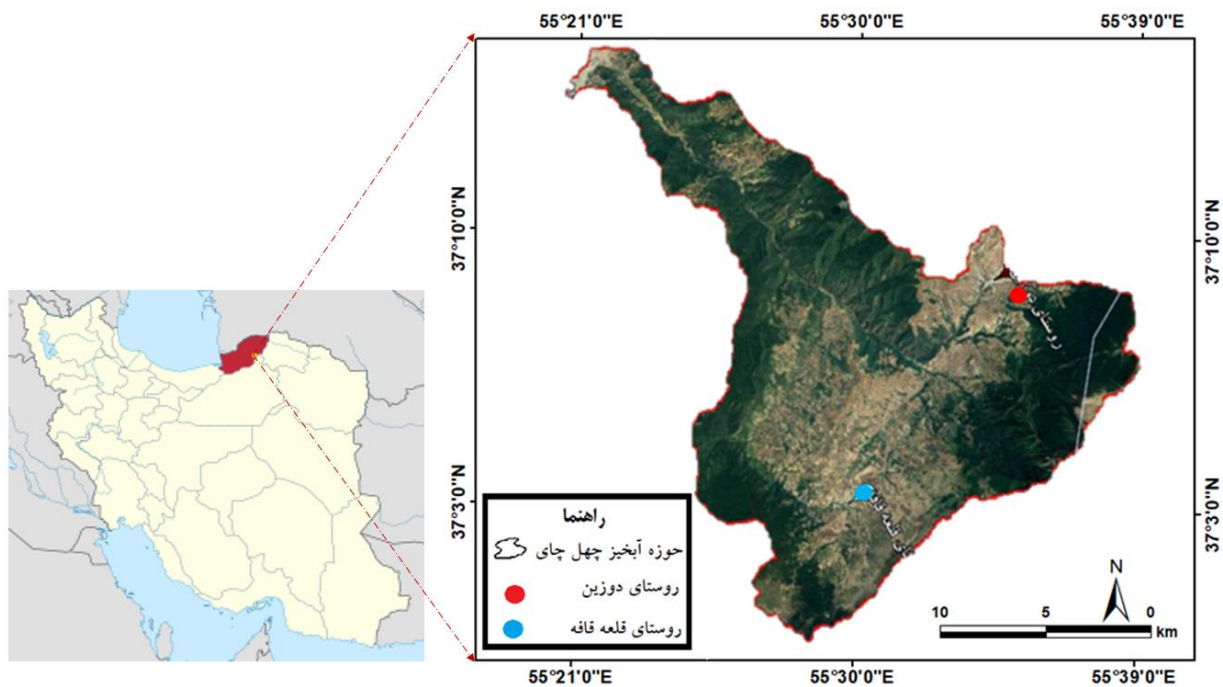
امتیاز ۰/۲۵ و محیط‌زیست با امتیاز یک به ترتیب بیشترین و کمترین اولویت را جهت مدیریت به خود اختصاص داده‌اند درنهایت، سطح پایداری حوزه با امتیاز ۰/۶۷ و متوسط رو به پایین ارزیابی شد. Elfithr و همکاران (۲۰۱۸) پایداری حوزه آبخیز رودخانه لگنات در مالزی را با استفاده از روش HELP برای یک دوره پنج‌ساله (۲۰۱۳ - ۲۰۰۹) ارزیابی و مطالعه نموده‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد که شاخص پایداری حوزه ۰/۶۸ و وضعیت آن متوسط ارزیابی شد. Sriyanaa و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود به بررسی پایداری حوزه آبخیز در اندونزی با استفاده از شاخص (VWM) پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که متغیرهای برنامه‌ریزی، صندوق سرمایه‌گذاری مشارکتی و سیستم‌های مدیریتی در رده خوب به میزان ۷۳/۰۸ تا ۷۸/۲۷ قرار داشته‌اند و شاخص مربوط به مشارکت با میزان ۱۲/۶۹ در رده متوسط قرار داشت. Ndombi (۲۰۲۱) به مطالعه پایداری وضعیت معیشتی ساکنین منطقه کیلیفت در کنیا با استفاده از روش توصیفی استراتژی خروج پرداخت. نتایج نشان داد بین استراتژی خروج و مدیریت فعلی همبستگی معنی‌داری وجود داشته است. ایشان همچنین اعلام کردند که برای بهبود وضعیت فعلی لازم است سیاست‌های محلی، فرهنگ زیست‌محیطی و بحث آموزش تقویت شود، دسترسی به خدمات دولتی تسهیل شود و ارتباط دوطرفه بین ذینفعان و مدیران پروژه برقرار شود تا دستیابی به اهداف اقتصادی-اجتماعی پروژه میسر شود. Núñez-Razo و همکاران (۲۰۲۳) شاخص پایداری حوزه آبخیز را برای رودخانه سانتیاگو در مکزیک بررسی کردند، نمره پایداری کلی برای منطقه مورد مطالعه برابر ۰/۳۶ به دست آمد که کمترین میزان WSI برآورد شده با این روش در سراسر

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز چهل‌چای یکی از حوضه‌های کوهستانی کشور با وسعت حدود ۲۵۶۸۰ هکتار در موقعیت جغرافیایی ۲۲° ۵۵' تا ۳۷° ۵۵' طول شرقی و ۳۶° تا ۱۵° ۳۷' عرض شمالی واقع شده است. این حوضه از لحاظ تقسیمات سیاسی در جنوب شهرستان مینودشت در استان گلستان قرار گرفته و یکی از زیرحوضه‌های گرگان‌رود به شمار می‌رود. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۱۸۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۲۵۵۵ متر از سطح دریا است. آبراهه‌های اصلی حوضه با جهت کلی جنوب به شمال نزولات جوی را جمع‌آوری می‌کنند. روستاهای دوزین و قلعه‌قافه به‌عنوان مراکز دهستان از مراکز مهم جمعیتی در حوزه آبخیز می‌باشند. راه دسترسی به این حوضه جاده روستایی حسین‌کرد به شهرستان مینودشت است (شکل ۱).

جهان است. هر پروژه توسعه آبخیز باید یک فاز ورودی، مرحله اجرا و یک فاز خروجی داشته باشد؛ بنابراین، باید قبل از خروج مورد ارزیابی و پایش قرار گیرد تا با شناسایی موارد کمبود و نقص به بهبود وضعیت پایداری آن کمک شود. مرور منابع انجام‌شده نشان می‌دهد، استراتژی خروج به‌منظور بهبود یا حفظ شرایط موجود در مطالعات ارزیابی سلامت و پایداری حوزه آبخیز در داخل کشور در نظر گرفته نشده است و دستورالعمل بومی‌شده مشخصی در این زمینه وجود ندارد؛ بنابراین مطالعه حاضر علاوه بر ارزیابی پایداری حوزه آبخیز چهل‌چای، استراتژی خروج در این حوضه را نیز مطالعه می‌کند و با استفاده از یک رویکرد سیستماتیک، کاربرپسند و ساده، اطلاعات لازم برای متخصصان و تصمیم‌گیران حوزه آبخیز را فراهم می‌کند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز چهل‌چای در استان گلستان

Figure 1-The geographical location of Chehelchai watershed in Golestan province

روش تحقیق

مطالعه پایداری حوزه آبخیز به منظور تعیین روند توسعه حوضه در جهت صحیح یک امر ضروری است. برای مطالعه پایداری حوضه و جمع‌آوری داده‌های موردنیاز روش‌های متعددی در منابع معرفی شده است (Timuri et al., 2016.; Sriyanaa et al., 2020 & NÚñez-Razo et al., 2023). اما در مطالعه حاضر سعی بر آن است که از یک روش ساده و به دور از پیچیدگی استفاده شود. در این مطالعه از روش ارائه‌شده توسط Zeleke (2014) استفاده شده است که حاصل سال‌ها تجربه حرفه‌ای وی بر روی مدیریت یکپارچه حوزه آبخیز است. به منظور گردآوری اطلاعات، سؤالات استاندارد شده هر شاخص در قالب پرسشنامه بین جامعه آماری که در این مطالعه ۵۰ نفر متشکل از رهبران و معتمدین روستا، گروه‌های فعال در بخش آبخیزداری، مردم محلی (ترجیحاً افراد باسواد) و کارشناسان اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شاغل و آشنا با خصوصیات این حوزه آبخیز بوده است. انتخاب افراد به صورت انتخابی و ملاک انتخاب، آشنایی با اقدامات آبخیزداری در منطقه مورد مطالعه، سکونت بالای ۱۰ سال و داشتن سواد برای پاسخ‌دهی به سؤالات بوده است و از انتخاب تصادفی افراد به منظور ایجاد خطا در نتایج حاصله پرهیز شد. در نهایت بر اساس جدول کرجسی-مورگان (۱۹۷۰) نظرات ۴۴ نفر از آن‌ها، به عنوان نمونه از جامعه آماری ۵۰ نفر، ملاک عمل قرار گرفت. جدول مورگان یکی از پرکاربردترین روش‌ها برای محاسبه حجم نمونه آماری در سطح احتمال ۹۵٪ است و زمانی که حجم جامعه مشخص باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kamali-Moghadam & Ahmadvand, 2021). تعیین پایایی، میزان انسجام و اعتمادپذیری پرسشنامه

تدوین شده به عنوان ابزار اندازه‌گیری از ضریب پایایی آلفای کرونباخ از طریق توزیع آزمایشی پرسشنامه بین جامعه آماری مورد مطالعه استفاده شد. به منظور اتقاق آرا و ایجاد همگنی و تجمیع نظرات، پاسخ‌های عددی به دست آمده از هر یک از پرسشنامه‌ها، با استفاده از میانگین هندسی تلفیق و عدد نهایی برای هر سؤال شاخص محاسبه شد (Ghodsipour, 2000). شاخص‌های بررسی شده در این مطالعه شامل پاسخ اقتصادی، اجتماعی، اکولوژیکی، تعهد رهبران دو روستای شاخص دوزین و قلعه‌قافه (روستاهای داخل حوزه آبخیز) و تعهد جوامع بوده است. هر یک از این شاخص‌ها دارای تعداد مشخصی زیرشاخص هستند که با استفاده از این زیرشاخص‌ها، امتیازدهی هر شاخص انجام شد. برای محاسبه امتیازهای هر شاخص از رابطه (۱) استفاده شد.

$$Rsf = \text{SUM} (Ra + Rb + Rc) / Ni \quad (1)$$

در این رابطه، Rsf نرخ نهایی برای هر شاخص است. برای محاسبه Ra، Rb و Rc از روابط (۲ تا ۴) استفاده شد. Ni برای هر شاخص تعداد زیرشاخص‌ها (سؤالات) است.

$$Ra = \text{SUM} (Ria \times P1) \quad (2)$$

$$Rb = \text{SUM} (Rib \times P2) \quad (3)$$

$$Rc = \text{SUM} (Ric \times P3) \quad (4)$$

Ra زیرشاخص‌های با امتیاز خیلی خوب، Rb زیرشاخص‌های با امتیاز خوب و Rc زیرشاخص‌های با امتیاز ضعیف است. Ria، Rib و Ric به ترتیب مجموع امتیازات زیرشاخص‌های a، b و c هر پرسشنامه هستند. (P1=6 مقدار برای خیلی خوب) و (P2=4 مقدار برای خوب) و (P3=1 مقدار برای ضعیف) است. زیرشاخص‌ها در این روش شامل مجموعه سؤالاتی است که به صورت دقیق، سنجیده و در عین حال ساده

قلعه قافه، تعهد جوامع محلی) در محور X قرار گرفت (رابطه ۶ و ۷).

$$X = \text{امتیاز تعهد جوامع} + \text{امتیاز تعهد رهبران دوزین} + \text{۳ (قلعه قافه)} \quad (۶)$$

$$Y = \text{امتیاز پاسخ اکولوژیکی} + \text{امتیاز پاسخ اقتصادی} + \text{۳ (امتیاز پاسخ اجتماعی)} \quad (۷)$$

ماتریس دارای نه بخش و از لحاظ عددی دارای شش مقدار است. جدول ۱ سطوح و توضیحات ماتریس پایداری برای بیان نحوه پایداری حوضه با توجه به اطلاعات به دست آمده را نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر محور X و Y مشخص می‌شود، پایین بودن پایداری حوضه بیشتر به علت ضعیف بودن کدام محور بوده تا تمرکز بیشتری برای بهبود آن صورت پذیرد.

گروه X: پاسخ‌های اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی	خیلی خوب	G 3	H 5	I 6
	خوب	D 2	E 4	F 5
	ضعیف	A 1	B 2	C 3
		ضعیف	خوب	خیلی خوب

گروه X: سطح تعهد رهبران و جوامع

شکل ۲- ماتریس پایداری با مقادیر مربوط به هر سلول

Figure 2- Stability matrix with corresponding values of each cell

در قالب پرسشنامه طراحی شد. بعد از محاسبه مقدار کمی هر یک از ۶ شاخص پایداری (پاسخ اقتصادی، اجتماعی، اکولوژیکی، تعهد رهبران دو روستای شاخص دوزین و قلعه قافه و تعهد جوامع) با تلفیق مقادیر همه شاخص‌ها (رابطه ۵) مقدار کمی عدد پایداری حوضه به دست آمد.

$$RWs = \text{SUM} (Rsf1 + Rsf2 \dots Rsf_n) / Nsf \quad (۵)$$

در این رابطه، RWs نرخ نهایی پایداری حوزه آبخیز، مقدار هر شاخص پایداری محاسبه شده و Nsf تعداد شاخص‌های پایداری است که در این مطالعه ۶ است.

فرایند رتبه‌بندی پایداری آبخیزداری طی دو مرحله انجام شد: (۱) رتبه‌بندی محاسباتی با استفاده از معادله نهایی (رابطه ۵ و ۲) انتقال مقادیر امتیاز از معادله نهایی به ماتریس پایداری. برای ایجاد مقادیر رتبه پایداری حوزه آبخیز از میانگین حسابی در سه کلاس خیلی خوب، خوب و ضعیف استفاده شد. بعد از اینکه شاخص‌های پایداری با استفاده از روابط ۱ تا ۴ رتبه‌بندی شد، از ماتریس پایداری برای تجسم امتیاز آبخیزها در محور X و Y استفاده شد (شکل ۲).

شاخص‌های اصلی پایداری به دو گروه وسیع‌تر گروه‌بندی شد. گروه پاسخ در محور Y (پاسخ‌های اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی) و گروه تعهد (تعهد رهبران دو روستای دوزین و

جدول ۱- سطوح و توضیحات ماتریس پایداری حوزه آبخیز

Table 1- Watershed sustainability matrix levels and descriptions

سطح 6 (I)	در این سطح حوزه آبخیز پایدار بوده و می‌تواند یک بستر یادگیری باشد، خروج امکان‌پذیر است، بالین‌حال، برخی از ارزش‌افزوده‌ها می‌تواند ادامه یابد.
سطح 5 (F یا H)	حوزه آبخیز در مرحله مناسبی بوده و برای انتقال آن به بالاترین سطح پایداری به تغییرات کمی نیاز است. در میان شاخص‌های پایداری باید به نقاط ضعف توجه شود. به‌عنوان مثال مقدار F نشان می‌دهد که ضعف اندکی در گروه Y وجود دارد. به همین ترتیب مقدار در H نشان می‌دهد ضعف‌هایی برای اصلاح در گروه X وجود دارد.
سطح 4 (E)	حوزه آبخیز از نظر تمام شاخص‌ها در مرحله بهینه است. یک فضای بزرگ برای بهبود در تمام شاخص‌ها وجود دارد.
سطح 3 (G یا C)	حوزه آبخیز دارای جنبه‌های خوبی است که باید به سطح بعدی منتقل شود، اما باید به کمترین عامل یا عوامل پایداری در مورد هر دو گروه همان‌طور که در سطح 5 توضیح داده شده است توجه شود.
سطح 2 (D یا B)	اگر کمترین تعیین‌کننده مربوط به تعهد باشد، می‌توان خروج خودکار برای این آبخیز در نظر گرفت (سطح D). به توضیح سطح 5 مراجعه کنید.
سطح 1 (A)	پروژه مجبور است فوراً از این حوزه آبخیز خارج شود، سرمایه‌گذاری بیشتر قابل توجیه نیست.

نتایج

شاخص اجتماعی (جدول ۲)، تنها زیرشاخص شرکت کردن فعال جوامع در جلسات دارای امتیاز a (خیلی خوب) بوده است. ۵ زیرشاخص دارای امتیاز b بر اساس رابطه (۳) امتیاز آن برابر ۲۰ شد. دو زیرشاخص نقش زنان در برنامه‌ریزی و اجرای روند آبخیزداری و زیرشاخص انگیزه و سرمایه‌گذاری در منابع عمومی دارای امتیاز ضعیف به‌دست آمد. مقدار Rsf برای وضعیت اجتماعی، برابر ۳/۵ محاسبه شد

میزان پایایی پرسش‌نامه در تحقیق حاضر بر اساس آزمون کرونباخ ۰.۸۸٪ محاسبه گردید؛ بنابراین می‌توان بیان نمود که ابزار سنجش تحقیق از پایایی مناسبی برای سنجش برخوردار است (Kamali-Moghadam & Ahmadvand, 2021). نتایج حاصل از امتیازدهی پرسشنامه‌ها و محاسبه Rsf شاخص‌های انتخابی در جداول ۲ تا ۷ ارائه شده است. بر اساس نتایج جدول

جدول ۲- شاخص اجتماعی

Table 2- Social index

زیرشاخص / سؤال	زیرشاخص‌هایی که باید بررسی شود	بله یا خیر	اگر بله، آن‌ها را ارزیابی کنید
		a	b
1	آیا زنان در برنامه‌ریزی و اجرای روند آبخیزداری نقش ملموس دارند؟	بله	*
2	آیا جوامع فعالیت‌های خاصی را انجام می‌دهند که به منافع یا نیازهای زنان پاسخ می‌دهد؟	بله	*
3	آیا گروه‌های خودیاری کارکردی مانند پس‌انداز و اعتبار، گروه تولیدکننده، گروه بازاریابی و غیره وجود دارند؟	بله	*
4	آیا جوامع به‌طور فعال در جلسات مربوط به توسعه آبخیزداری خود شرکت می‌کنند؟	بله	*
5	آیا انگیزه و اقدام قابل‌مشاهده برای تطبیق یا استفاده از فناوری‌ها و شیوه‌های جدید وجود دارد؟	بله	*
6	آیا انگیزه و سرمایه‌گذاری در توسعه منابع عمومی مانند جاده، پل، کانال‌های آبیاری یا سدهای انحرافی، ذخیره آب و غیره وجود دارد؟	بله	*
7	آیا جوامع علاقه‌مند به اصلاح یا تغییر سیستم‌های کاربری اراضی طبق توصیه‌های فنی، آموزش و مشاهدات هستند؟	بله	*
8	آیا اعضای جامعه به‌تنهایی برخی از فعالیت‌های موفق را تکرار می‌کنند؟	بله	*
	جمع نمرات a, b و c	6	20
Rsf	نمره کل شاخص اجتماعی		3.5

با توجه به جدول شاخص اقتصادی (جدول ۳) مشاهده می‌شود Rsf این شاخص با امتیاز ۲/۷۵ بین تمام شاخص‌ها کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. عدم استفاده درست از علوفه مناطق قرق شده همچنین چوب تولیدشده در اثر فعالیت‌های آبخیزداری که می‌توانند به‌عنوان منبع درآمد یا کاهش هزینه‌ها عمل کنند، نبود بازار برای محصولات جدید و تولیدات اضافی، همچنین نبود درآمد و پس‌انداز اضافی در اثر استفاده از سرمایه در گردش ایجادشده توسط پروژه توسعه آبخیزداری امتیاز ضعیف دریافت کردند. مجموع امتیازهای b برابر ۱۲ و امتیاز a برابر ۶ شد.

جدول ۳- شاخص اقتصادی

Table 3- Economic index

زیرشاخص‌هایی که باید بررسی شود			زیرشاخص / سؤال
بله یا خیر	اگر بله، آن‌ها را ارزیابی کنید		
a	b	c	
بله	*		1 آیا درآمد اضافی از فروش یا استفاده از علوفه خندق‌ها، مناطق قرق و غیره حاصل می‌شود؟
بله	*		2 آیا درآمد اضافی از فعالیت‌های توسعه خانگی مانند غسل، میوه و سبزیجات، پروراندی، لبنیات و غیره حاصل می‌شود؟
بله	*		3 آیا درآمد اضافی از چوب ایجادشده در اثر مداخله آبخیزداری به‌دست می‌آید؟
بله	*		4 آیا جوامع به‌طور گسترده از اجاق‌گازهای صرفه‌جویی در سوخت استفاده می‌کنند که به‌عنوان بخشی از توسعه آبخیزداری معرفی شده و منجر به درآمد و پس‌انداز اضافی می‌شود؟
بله	*		5 آیا درآمد و پس‌انداز اضافی در اثر استفاده از سرمایه در گردش ایجاد شده توسط پروژه توسعه آبخیزداری انجام می‌شود؟
بله	*		6 آیا با استفاده از فن‌آوری‌های پیشرفته کشاورزی مانند بهبود بذر، کمپوست، محصولات مزرعه، فروش نهال، آبیاری و غیره از طریق پروژه توسعه آبخیزداری درآمد اضافی حاصل می‌شود؟
بله	*		7 آیا درآمد اضافی از کار روی تولید یا کار کردن در طرح‌های آبخیزداری ایجاد می‌شود؟
بله	*		8 آیا پیوند بازار برای محصولات جدید و تولیدات اضافی توسعه‌یافته و کاربردی است؟
جمع نمرات a، b و c	6	12	4
Rsf	نمره کل شاخص اقتصادی		
	2.75		

بر طبق جدول شاخص اکولوژیک (جدول ۴)، ۲ زیرشاخص دارای امتیاز a و ۶ زیر شاخص دارای امتیاز b شد. مجموع امتیاز a برابر ۱۲ و b برابر ۲۴ محاسبه شد. همچنین مقدار Rsf شاخص اکولوژیک برابر ۴/۵ به دست آمد.

جدول ۴- شاخص اکولوژیکی

Table 4- Ecological index

زیرشاخص‌هایی که باید بررسی شود			زیرشاخص / سؤال
بله یا خیر	اگر بله، آن‌ها را ارزیابی کنید		
a	b	c	
بله	*		1 آیا نسبت به وضعیت پایه افزایش پوشش گیاهی کلی (بیوماس چوبی و علفی) مشاهده می‌کنید؟
بله	*		2 آیا بازیابی و بازسازی مناطق قرق شده (بیوماس چوبی و علفی) زیاد است؟
بله	*		3 آیا خندق‌ها به‌خوبی تثبیت شده و دارای پوشش گیاهی هستند؟
بله	*		4 آیا بازسازی چشمه‌ها و تقویت جریان‌های پایه را مشاهده می‌کنید؟
بله	*		5 آیا بهبودی و در دسترس بودن (عمق) آب‌های زیرزمینی در پای شیب‌ها را مشاهده می‌کنید؟
بله	*		6 آیا پس از کارهای آبخیزداری، آسیب سیل در مناطق پایین‌دست کاهش یافته است؟
بله	*		7 آیا در مقایسه با وضعیت پایه، فرسایش قابل‌رؤیت خاک از شیارها و خندق‌ها در اراضی زراعی و دامنه‌ها کاهش یافته است؟
بله	*		8 آیا پیشرفتی در حاصلخیزی خاک اراضی زراعی مشاهده می‌کنید؟
جمع نمرات a، b و c	12	24	0
Rsf	نمره کل شاخص اکولوژیک		
	4.5		

نتایج جدول شاخص تعهد رهبران روستای دوزین (جدول ۵) نشان می‌دهد. زیرشاخص‌های دانش رهبران و در دسترس بودن رهبران دارای امتیاز خیلی خوب محاسبه شد. ۵ زیر شاخص دارای امتیاز خوب و زیر شاخص پیگیری بودن جدی رهبران از انجام فعالیت‌ها و الزامات گزارش‌دهی منظم امتیاز ضعیف دارد.

جدول ۵- شاخص تعهد رهبران روستای دوزین

Table 5- Commitment index of Dozein village leaders

ارزیابی کنید			بله یا خیر	مواردی که باید بررسی شود	زیرشاخص / سؤال
a	b	c			
*			بله	فکر می‌کنید رهبران دانش خوبی در مورد پروژه دارند؟	1
*			بله	آیا رهبران در بسیج کردن متخصصان پشتیبانی لازم را انجام می‌دهند؟	2
*			بله	آیا رهبران پشتیبانی و تلاش لازم در بسیج جوامع انجام می‌دهند؟	3
*			بله	آیا رهبران پیگیری جدی در استفاده از بسیج منابع دارند؟	4
*			بله	آیا رهبران پیگیری جدی انجام فعالیت‌ها و الزامات گزارش‌دهی منظم هستند؟	5
*			بله	آیا رهبران برای مشاوره توسط کارکنان پروژه و گروه مدیریت به‌راحتی قابل دسترس هستند؟	6
*			بله	آیا رهبران برای اجرای قوانین تعیین شده توسط جوامع اقدامی کردند؟	7
*			بله	آیا رهبران در جهت ارتقاء ظرفیت متخصصان و جوامع، اقدامات منظمی انجام می‌دهند؟	8
1	20	12		جمع نمرات a, b و c	
4.12				نمره کل شاخص تعهد رهبران	Rsf

طبق (جدول ۶) Rsf شاخص تعهد رهبران روستای قلعه‌قافه برابر ۴/۵۷ شد. زیرشاخص‌های شماره ۱ و ۲ دارای امتیاز a و زیرشاخص‌های ۳ - ۷ دارای امتیاز b شد.

جدول ۶- شاخص تعهد رهبران روستای قلعه‌قافه

Table 6- Commitment index of Qala-Qafeh village leaders

ارزیابی کنید			بله یا خیر	مواردی که باید بررسی شود	زیرشاخص / سؤال
a	b	c			
*			بله	آیا رهبران در بسیج جوامع اقدام سریع و تند انجام می‌دهند؟	1
*			بله	آیا رهبران در انجام مسئولیت‌های خود پشتیبانی و نظم دارند؟	2
*			بله	آیا رهبران در برنامه‌ریزی و وضع قوانین با جوامع مشارکت می‌کنند؟	3
*			بله	آیا رهبران اقدامات عملی در مورد اجرای آیین‌نامه دارند؟	4
*			بله	آیا رهبران پیگیری جدی انجام فعالیت‌ها و الزامات گزارش‌دهی منظم هستند؟	5
*			بله	آیا رهبران بر کنترل پایداری فعالیت‌ها نظارت منظم دارند؟	6
*			بله	آیا رهبران در استفاده از منابع محلی با جوامع هماهنگ هستند؟	7
0	20	12		جمع نمرات a, b و c	
4.57				نمره کل شاخص تعهد رهبران	Rsf

بر طبق جدول شاخص تعهد جوامع (جدول ۷)، ۲ زیرشاخص دارای امتیاز a و ۶ زیرشاخص دارای امتیاز b شد. مجموع امتیاز a برابر ۱۲ و b برابر ۲۴ محاسبه شد. همچنین مقدار Rsf شاخص تعهد جوامع برابر ۴/۵ به دست آمد.

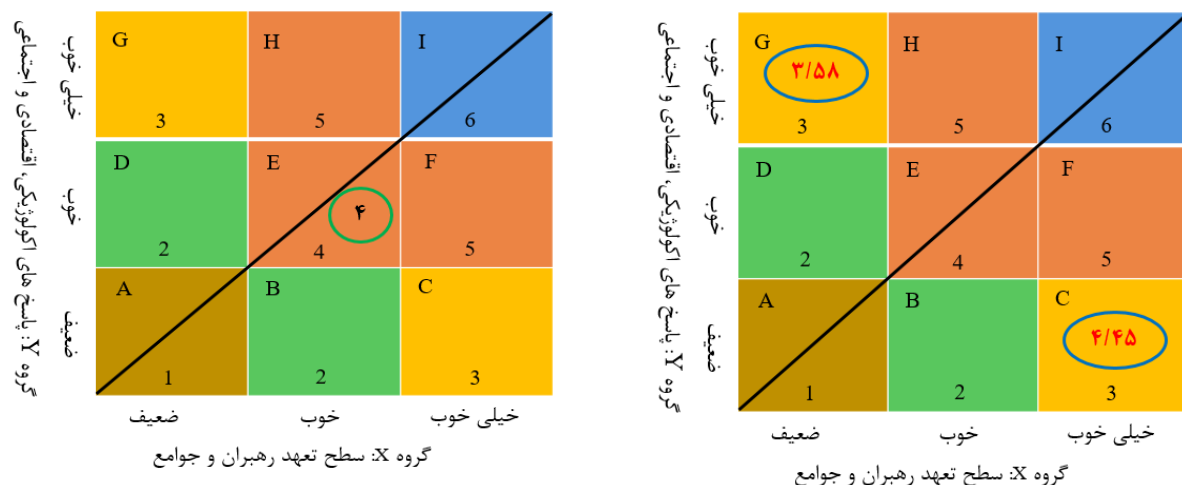
جدول ۷- شاخص تعهد جوامع

Table 7- Societies commitment index

ارزیابی کنید			مواردی که باید بررسی شود	زیرشاخص / سؤال
c	b	a		
*		بله	آیا جوامع به‌طور فعال در روند برنامه‌ریزی شرکت می‌کنند؟	1
*		بله	آیا جوامع به‌طور فعال در روند اجرا شرکت می‌کنند؟	2
*		بله	آیا جوامع فعالیت‌های خودجوش و منظم (فردی و گروهی) انجام می‌دهند؟	3
*		بله	آیا جوامع برای اطمینان از پایداری آبخیز خود آئین‌نامه وضع می‌کنند؟	4
*		بله	آیا جوامع آئین‌نامه را رعایت کرده و احترام می‌گذارند؟	5
*		بله	آیا جوامع در برنامه‌های تجدیدنظر سالانه فعال هستند؟	6
*		بله	آیا جوامع از اجرا ابتکارات جوانان حمایت می‌کنند؟	7
*		بله	آیا جوامع به‌طور فعال در انجمن کاربران آبخیز و گروه‌های کاری مختلف شرکت می‌کنند؟	8
0	2	12	جمع نمرات a, b و c	
4.5			نمره کل شاخص تعهد جوامع	Rsf

تعهد (محور X) به ترتیب برابر $3/58$ و $4/45$ محاسبه شد (شکل ۳. راست)؛ بنابراین برای رسیدن به پایداری باید به شاخص‌های بخش Y، به‌خصوص شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی توجه بیشتری نمود که به ترتیب دارای مقادیر Rsf برابر با $2/75$ و $3/5$ بوده است.

بر اساس نتایج جدول (۱) وضعیت پایداری حوزه‌ی آبخیز چهل‌چای در سطح ۴ و وضعیت بهینه قرار دارد (شکل ۳. چپ) که بیانگر فضای بزرگ برای بهبود تمام شاخص‌ها تا رسیدن به سطح‌های بالاتر پایداری است. بر اساس روابط ۶ و ۷ شاخص‌های پاسخ (محور Y) و



شکل ۳- مقادیر محورهای پاسخ (Y) و تعهد (X) در ماتریس پایداری (سمت راست)؛ ماتریس پایداری حوزه‌ی چهل‌چای (سمت چپ)

Figure 3- Values of response (Y) and commitment (X) axes in the stability matrix (right side); Stability matrix of Chehelchay basin (left side)

بحث

در این تحقیق، ارزیابی عملکرد و استراتژی‌های خروج در مدیریت حوزه آبخیز چهل‌چای مورد بررسی واقع شد. روش مورد استفاده در تحقیق حاضر، برگرفته از تحقیق Zeleke (۲۰۱۴) بوده است. با توجه به نتایج، ۶ شاخص مقدار پایداری حوضه به دست آمد و نقاط قوت و ضعف حوضه ارزیابی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که این روش به دلیل دخیل نمودن شاخص‌های متنوع، از پتانسیل خوبی برای ارزیابی وضعیت پایداری حوضه و شناسایی استراتژی خروج در مدیریت حوزه‌های آبخیز برخوردار است. این روش مشکلاتی از جمله، عدم دسترسی به داده‌های مناسب، زمان‌بر بودن، هزینه‌ی زیاد و قابلیت کمی نداشتن بعضی پارامترها را هموار کرده است، مطالعه حاضر می‌تواند به‌عنوان الگو برای ارزیابی سایر حوزه‌های آبخیز در سایر مناطق کشور بکار گرفته شود. با توجه به عملیات آبخیزداری انجام گرفته در حوزه آبخیز چهل‌چای شاخص‌های محور X و Y هر دو نیاز به بهبود دارند. در بررسی شاخص‌های محور Y مشاهده می‌شود، شاخص اکولوژیکی به نسبت شاخص اجتماعی و اقتصادی، حد مطلوبی دارد؛ بنابراین جهت پایداری شدن حوضه لازم است به بخش اقتصادی و اجتماعی حوضه توجه بیشتری شود و با نتایج مطالعه El-Hajj و همکاران (۲۰۱۴) که مسائل اجتماعی و اقتصادی را از عوامل بسیار مهم در ارزیابی پایداری حوزه آبخیز می‌دانند همسو است. Preciado-Jiménez و همکاران (۲۰۱۳)؛ Sulaksono و همکاران (۲۰۲۱) نیز مسائل اقتصادی و اجتماعی را از عوامل بسیار مهم برای نظارت و ارزیابی شرایط عملکرد پروژه‌های آبخیزداری معرفی کردند. اگرچه طی سال‌های اخیر حضور تسهیلاتگران در بین جوامع محلی و ارائه آموزش‌های متنوع در راستای

افزایش معیشت خانوارها و توسعه روستایی منجر به بهبود واکنش اجتماعی و اقتصادی در حوزه‌های آبخیز شده است، با این وجود به علت کم بودن مقادیر شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی لازم است بیش‌ازپیش به این دو شاخص توجه شود. به‌منظور تقویت شاخص اجتماعی حوزه آبخیز لازم است به نقش زنان در برنامه‌ریزی و اجرای روند آبخیزداری همچونین منافع و نیازهای آنان بیشتر توجه شود. جذب زنان تحصیل‌کرده، موفق، علاقه‌مند، خلاق و پرتلاش در گروه توسعه و صندوق تعاونی‌های مردم‌نهاد، دادن تسهیلات بیشتر و کم‌بهره برای ایجاد مشاغل محلی، آموزش و توسعه مشاغل خانگی علاوه بر بهبود شاخص اجتماعی منجر به بالا بردن شاخص اقتصادی حوضه می‌گردد. این یافته با مطالعه Noormohammadi و همکاران (۲۰۱۴) که مشارکت آبخیزنشینان و روستائیان را در مدیریت یکپارچه حوزه آبخیز و موفقیت طرح‌های آبخیزداری ضروری دانستند مطابقت دارد. Antwi و Ley (۲۰۲۰) نیز در مطالعه خود پذیرش جامعه را یکی از عوامل مهم در پایداری حوضه دانستند و بیان کردند فعال بودن زنان و رهبران در پذیرش جامعه بسیار تأثیرگذار است. برای بهبود شاخص اقتصادی در حوزه آبخیز چهل‌چای لازم است به افزایش درآمد از طریق فروش یا استفاده از علوفه‌ی مناطق قرق شده، تولید چوب، ایجاد بازار برای محصولات و استفاده درست از درآمد و سرمایه در گردش آبخیز تمرکز شود. جهت ارتقا وضعیت اکولوژیکی حوضه، همچنین می‌توان روی شاخص‌هایی که امتیاز b گرفته‌اند (افزایش پوشش گیاهی، مرمت خندق‌ها، بازسازی چشمه‌ها و دسترسی به آب‌های زیرزمینی و...) تمرکز بیشتری نمود (جدول ۴).

پروژه توسعه آبخیز، ارائه گزارش پیشرفت فعالیت‌ها و برنامه‌های توسعه آبخیز، بازدید رهبران از پروژه‌های موفق، ارتباط مستمر تسهیلگران و کارشناسان با آنها و برگزاری دوره‌های آموزشی کاربردی از عوامل بسیار مهم در حوزه آبخیز می‌باشند که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر تمام شاخص‌های ارزیابی حوضه تأثیرگذار است که باعث افزایش اعتماد به نفس و حس اطمینان بین مردم و ارگان‌های زیربسط می‌شود؛ زیرا تجربه نشان داده است هرگونه تلاش در جهت توسعه حوزه آبخیز که فاقد منافع اقتصادی و پذیرش اجتماعی باشد، از پایداری لازم برخوردار نیست که با نظر Liu و Hao (۲۰۱۶)؛ Kazemi و Kamali (۲۰۱۷) همسو است. Ebrahimi Gatgash و Sadeghi (۲۰۲۴) در مطالعه خود بر استفاده از مدل‌های عددی برای ارزیابی سلامت حوزه آبخیز و دخیل نمودن معیارهای اقتصادی و اجتماعی به همراه مدیریت انطباقی/توافقی تأکید نمودند. تا شرایط و وضعیت موجود را بهتر تجزیه و تحلیل نموده و با استفاده از مدیریت توافقی با سازگاری با تغییرات محیطی و کسب مهارت‌های جدید به پیش‌بینی وضعیت بهینه حوضه بپردازند.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی هدف از اندازه‌گیری و یا سنجش پایداری، ارائه‌نمایی از وضعیت پایداری در سطح حوضه است که می‌تواند به‌صورت طیفی از پایداری کامل تا ناپایداری کامل امتداد یابد و در نهایت زمینه‌شناسایی عوامل مؤثر بر پایداری را فراهم سازد. برای رسیدن به پایداری قابل‌قبول، لازم است حوضه موردنظر به‌طور اکوسیستمی و از نظر شاخص‌های اقتصادی-اجتماعی، اکولوژیک و میزان تعهد رهبران و جوامع ارزیابی شود تا حفاظت از این منابع خدادادی فراهم‌شده و زمینه

Msuya و Lalika (۲۰۱۷) اعتقاد داشتند که برای بالا بردن اطلاعات عمومی مردم درباره ارزش و اهمیت منابع طبیعی، سیاست‌ها و رویکردهای حمایتی دولت‌ها بسیار اهمیت دارد که با نتایج مطالعه حاضر همسو است. همچنین نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های Núñez-Razo و همکاران (۲۰۲۳) مطابقت دارد. آنها در مطالعه خود به نقش همکاری بین جوامع محلی، دولت و دانشگاه و دخیل کردن آنها در فرآیند تصمیم‌گیری و مدیریت پایدار در سطح حوزه آبخیز تأکید داشتند. بررسی شاخص‌های محور x نشان می‌دهد، بهبود شاخص تعهد رهبران روستای دوزین با افزایش پیگیری رهبران و الزام کردن گزارش‌دهی منظم مقدور است. برای بهبود شاخص تعهد رهبران روستای قلعه‌قافه باید اقدامات عملی در مورد اجرای آیین‌نامه‌ها انجام گیرد، پیگیری و نظارت اقدامات، گزارش فعالیت‌ها و هماهنگ بودن با جوامع محلی از عوامل بهبود شاخص تعهد رهبران قلعه‌قافه اعلام شد؛ که با نتایج Mohammadi و Dastourani (۲۰۱۷) که مسائل آبخیزنشینان و سیاست‌گذاری‌های اعمال‌شده را از عوامل توسعه پایدار دانستند همسو است. همچنین با نظر Ndombi (۲۰۲۱) که بهبود وضعیت فعلی را مستلزم تقویت سیاست‌های محلی، فرهنگ‌سازی، آموزش، تسهیل دسترسی به خدمات دولتی و ارتباط دوطرفه بین ذینفعان و مدیران پروژه می‌دانستند همسو است. جهت ارتقا شاخص تعهد جوامع نیز لازم است با افزایش فعالیت‌های انگیزشی و منظم، وضع آیین‌نامه همچنین احترام و رعایت آن، حمایت از ابتکارات جوانان و اجرای آنها اقدام گردد. استفاده از افراد معتمد و موردپذیرش جامعه، توجیه کردن جوامع و رهبران در مورد اهداف، مراحل و جزئیات اجرای

داشتن استراتژی خروج، بسیاری از آن‌ها به موقعیت‌های قبلی خود برگشته‌اند؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود با به‌کارگیری نتیجه مطالعه حاضر در حوزه آبخیز چهل‌چای، این روش در سایر حوضه‌ها نیز بکار گرفته شود تا با حساسیت بیشتری به این مقوله توجه شود و به‌عنوان یک مطالبه مهم در تمام مطالعات و کارهای اجرایی به کار گرفته شود.

References

- Asadi Nilvan, A., Nazari Samani, A.A., Mohseni, M. & Zahedi Amiri, A. (2014). Determining and evaluating sustainability criteria and indicators in Taleghan-Zidasht Yak watershed. *Amash Sarzemin Magazine*. 5 (1), 154 -133.
- Bennett, S., Ozawa, S., Rodriguez, D., Paul, A., Singh, K. & Singh, S. (2015). Monitoring and evaluating transition and sustainability of donor-funded programs: Reflections on the Avahan experience. *Evaluation and program planning*. 52, 148-158.
- Cowie, A.L., Orr, B.J., Castillo Sanchez, V.M., Chasek, P., Crossman, N.D., Erlewein, A., Louwagie, G., Maron, M., Metternicht, G.I., Minelli, S., Tengberg, A.E., Walter, S. & Welton, S. (2018). Land in balance: the scientific conceptual framework for land degradation neutrality. *Environmental Science and Policy*. 79, 25-35.
- Elfithri, R., Mokhtar, M., Abdullah, M.P., Taha, M.R., Toriman, M.E., Yasin, R.M., Yaakub, Khirotdin, J.Rd., Amir Sultan, M.M., Ishak, S.A., Ramzan, N.M., Amri Kamarudin, M.Kh., Juahir, H., Ghazali, A., Ismail, A. & Barzani Gasim, M. (2018). Watershed Sustainability Index for Langat UNESCO HELP River Basin, Malaysia. *International Journal of Engineering & Technology*. 7 (3.14), 187-190.
- El-Hajj, R., Al-Jawhary, D., Moukaddem, T. & Khater, C. (2014) Forest Sustainability in North Lebanon: A Challenging Complexity in a Changing Environment, *International Journal of Forestry Research*. 14, 1-13.
- Zeleke, G. (2014). Exit Strategy and Performance Assessment for Watershed Management: A Guideline for Sustainability. WLRC, Addis Abeba, Ethiopia.
- Gatgash, Z.E. & Sadeghi, S.H. (2024). Comparative effect of conventional and adaptive management approaches on watershed health. *Soil and Tillage Research*. 235, 105869.
- Kazemi, M. & Kamali A. (2017). Assessment of watershed sustainability based on the HELP model (case study: Behesht Gomshadeh watershed, Fars province). *Watershed Promotion and Development Journal*. 6 (22), 7-19. (In Persian)
- Keulertz, M. & Woertz, E. (2016). 2 States as Actors in International Agro-Investments. Large-scale land acquisitions. 30-52. Brill Nijhoff.
- Kamali-Moghadam, N. & Ahmadvand, M. (2021). Analysis of soil conservation behavior in nether farmers of Dasht Rum district, Boyer Ahmad city: Application of conservation motivation theory. *Iranian Journal of Agricultural Education and Extension Sciences*. 17(2), 113-129
- Liu D. & Hao S. (2016). Ecosystem health assessment at county-scale using the pressure-state-response framework on the Loess Plateau, China. *Environmental Research and Public Health*. 14(1), 1-11.
- McLaren, R.A. & Simonovic, S.P. (1999). Evaluating Sustainability Criteria for Water Resources Decision Making: Assiniboine Delta Case Study, *Canadian Water Resources Journal*. 24 (2), 147-163.
- Mohammadi, T. & Dastourani, M.T. (2017). Assessment of basin stability using watershed stability index method. *Hydrogeomorphology*. 10, 41-64. (In Persian)
- Msuya, T.S. & Lalika, C.S. (2017) Linking Ecohydrology and Integrated Water

زندگی مطلوب برای آبخیزنشینان و سایر افراد بهره‌مند از این منابع میسر شود. یکی از مسائل بسیار مهم در بررسی پایداری حوزه‌های آبخیز استراتژی‌های خروج از حوضه است که متأسفانه در مطالعات پایداری و سلامت حوزه آبخیز در ایران به این امر توجه کمی شده است و باعث شده اگرچه بسیاری از پروژه‌های مدیریت حوزه‌های آبخیز به نتایج خوبی در زمینه پایداری و سلامت حوزه آبخیز دست یابند، اما بدون

- Resources Management: Institutional challenges for water management in the Pangani Basin, Tanzania. *Ecohydrology & Hydrobiology*. 17 (2), 1-18.
- Noormohammadi, S.A., Fakhrabadi, Q. & Mehri, M. (2014). *Participation in watershed management*. Eleventh National Conference on Watershed Management Science and Engineering Iran, Iran Watershed Association, 1-6 (in Persian).
- Núñez-Razo, I., de Anda, J., Barrios-Piña, H., Olvera-Vargas, L.A., García-Ruíz-García, M. & Hernández-Morales, S. (2023). Development of a Watershed Sustainability Index for the Santiago River Basin, Mexico. *Sustainability*. 15(10), 8428.
- Ndombi, C.L. (2021). *Project Exit Strategies, Stakeholders Management, and Project Sustainability of Donor-funded Livelihood Projects in Kilifi County, Kenya*. Ph.D. Thesis of University of Nairobi.
- Preciado-Jiménez, M., Aparicio, J., Güitrón-de-los-Reyes, A. & Hidalgo-Toledo, J.A. (2013). Watershed sustainability index for the Lerma-Chapala basin. *Water Science and Technology*. 4 (4), 93-113.
- Sadeghi, S.H.R., Saad al-Din, A., Hezbawi, Z., Asdinalivan, A. & Garizi, A. (2017). *A review analysis of the concepts and methods of assessing the health and sustainability of watersheds*, the 13th National Conference of Iranian Watershed Sciences and Engineers and the 3rd National Conference on Protection of Natural Resources and Environment. (In Persian)
- Sood, A. & Ritter, W.F. (2011). Developing a Framework to Measure Watershed Sustainability by using Hydrological/Water Quality Model. *Journal of Water Resources Protection*. 3, 788-804.
- Sriyanaa, I., Gijt, J.G., Parahyangsari, K.S. & Niyomukiza, J.B. (2020). Watershed management index based on the village watershed model (VWM) approach towards sustainability, *International Soil and Water Conservation Research*. 8 (1), 35-46.
- Sulaksono, H.B., Halik, G. & Wiyono, R.U.A., (2021). Performance assessment of Bondoyudo watershed management. *UKaRsT*. 5 (1), 110–125.
- Timuri, A., Seydian, S.M., Rouhani, H. & Ahmadi, R. (2016). Ecosystem sustainability assessment using the method of the International Union for Conservation of Nature (case study: Druk watershed), *Journal of Geography and Environmental Sustainability*. 25, 81-93. (In Persian)

Spatial Analysis of Water Areas Potential for Small Water Supply Projects in the Southeast of Bushehr Province

Adel Mohammad Doust, Seyed Amir Shamsnia*, Mohammad Shabani

Department of Water Engineering, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

* Corresponding author: ashamsnia_82@yahoo.com

(Received: 31 August 2023

Revised: 27 October 2023

Accepted: 17 November 2023)

Extended Abstract

Introduction: Locating and building small water projects in hot and dry areas of the country that are facing water shortage is of great importance. These projects are more popular among farmers than other water supply and storage projects due to simple construction technology, low study and implementation costs, public participation, simple operation and maintenance, and environmental effects. The use of new sciences, especially Remote Sensing techniques (RS) and Geographic Information System (GIS) helps planners to locate water supply and storage projects. Various studies have been conducted in the world in relation to location, analysis of factors affecting the location of water storage and supply plans using different criteria and using RS and GIS techniques. The aim of the present study is to identify and introduce water areas with the potential to create small water supply projects in the southeast of Bushehr province.

Materials and methods: This research was conducted in Dayyer City in the southeast of Bushehr Province with an area of 2306 Km² and a mean rainfall of 215 mm. In order to achieve the goal, first, nine flood-producing criteria including the slope, aspect of slope, river density, height, rainfall, runoff, distance from the river, land use and geological formations were considered. Then, using AHP method and weighting and prioritization of effective parameters and taking into account other environmental conditions and the overlap of maps, the final flood map of the city was prepared and classified. After calculating and estimating the degrees of importance, ArcGIS was used as a decision support system for future calculations. Also, Google earth and Arc Scene software have been used for better analysis and better understanding of the results in preparing the 3D space of the study area. After preparing the maps of the distribution and location of the wells and waterways network, the opinions of the relevant experts were also used. Also, other factors such as downstream land use, topography and access roads, drinking water consumption, livestock drinking consumption, the widest points in terms of the storage resource level and the ease of implementation of the structure were also considered as quality and management criteria.

Results and Discussion: The results showed that the region can be divided into five regions with very low, low, medium, high and very high in terms of flood vulnerability risk. Also, the results of flood zoning showed that the extension of the northern and northeastern elevations to the east of Dayyer City and the middle elevations of the city and its center have high flood potential. According to the area of the study area, 25.2% are in the high vulnerability class and 11.5% in the very high vulnerability class. In addition, the results showed that 25 places in the region are suitable for creating small water supply projects, which, if implemented, can be effective in collecting and supplying water and increasing the profitability of the region in addition to controlling seasonal floods.

Conclusion: Based on the results of this research, it is concluded that more than one third of the region (36.7%) has a high to very high risk of flooding, so these areas should be the focus of urban management planning. Also, 25 places in the region were suitable for creating small water supply projects, which need to be considered by regional managers and planners to reduce the effects of water shortage of the region. In addition, this research showed the good performance of GIS and AHP method in flood risk zoning and locating of small water supply projects in Dayyer City. Another noticeable point is that there are about 4217 hectares of land under dry wheat cultivation in the 23 proposed points of downstream, and currently the harvest of rainfed wheat is 1.3 tons per hectare on average. If appropriate water supply plans are implemented, the total harvest amount can reach about 16,000 tons per year. Therefore, making suitable water supply plans can result in an increase in production.

Keywords: Analytic Hierarchy Process, Geographical Information System, Flood, Vulnerability.

Citation: Mohammad doust, A., Shamsnia, S. A., & Shabani, M. (2023). Spatial analysis of water areas potential for small water supply projects in the southeast of Bushehr province. *Integrated Watershed Management*, 3(4), 48-59. doi: 10.22034/iwm.2023.2010245.1102

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



تحلیل مکانی پتانسیل مناطق آبی برای ایجاد طرح‌های کوچک تامین آب در محدوده جنوب شرقی استان بوشهر

عادل محمد دوست، سید امیر شمس نیا*، محمد شعبانی

گروه مهندسی آب، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

*نویسنده مسئول: ashamsnia_82@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۰۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۹

چکیده

مکان‌یابی و احداث طرح‌های کوچک آبی در مناطق گرم و خشک کشور که با کمبود آب مواجه هستند، بسیار حائز اهمیت است. این طرح‌ها به لحاظ تکنولوژی ساده ساخت، هزینه‌های مطالعاتی و اجرایی پائین، مشارکت‌های مردمی، بهره‌برداری و نگهداری ساده و اثرات محیط‌زیستی نسبت به دیگر طرح‌های ذخیره و تامین آب از محبوبیت بیشتری در بین کشاورزان برخوردار است. هدف از مطالعه حاضر، تحلیل مکانی مناطق آبی بالقوه و دارای پتانسیل ایجاد طرح‌های کوچک تامین آب در محدوده جنوب شرقی استان بوشهر است. بدین منظور معیارهای مؤثر در وقوع سیلاب در نظر گرفته شد. سپس با وزن‌دهی و اولویت‌بندی پارامترهای مؤثر و در نظر داشتن سایر شرایط محیطی و همپوشانی اطلاعات مکانی، آسیب‌پذیری محدوده مورد مطالعه کلاس‌بندی گردید. نتایج نشان داد که از نظر خطر آسیب‌پذیری می‌توان منطقه را به پنج پهنه با خطر آسیب‌پذیری بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد تقسیم نمود و بیش از یک سوم منطقه (۳۶/۷ درصد) دارای خطر زیاد تا بسیار زیاد سیل‌خیزی است. در نهایت بر اساس نقشه‌های ایجاد شده و موقعیت چاه‌ها و آبراهه‌ها و سایر معیارهای کیفی و مدیریتی، ۲۵ مکان مناسب جهت ایجاد طرح‌های کوچک تامین آب پیشنهاد گردید. در پایاب ۲۳ نقطه پیشنهادی حدود ۴۲۱۷ هکتار اراضی تحت کشت گندم دیم وجود دارد و در حال حاضر میزان برداشت محصول گندم دیم به‌طور متوسط ۱/۳ تن در هکتار است که در صورت اجرا شدن طرح‌های مناسب تامین آب می‌تواند میزان برداشت به حدود ۱۶۰۰۰ تن در سال برسد. لذا می‌توان با ایجاد طرح‌های تامین آب مناسب افزایش تولید محصول را نیز انتظار داشت.

واژه‌های کلیدی: تحلیل سلسله مراتبی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، سیلاب، آسیب‌پذیری

استناد: محمد دوست، ع.، شمس‌نیا، س. ا؛ و شعبانی، م. (۱۴۰۲). تحلیل مکانی پتانسیل مناطق آبی برای ایجاد طرح‌های کوچک تامین آب در محدوده جنوب شرقی استان بوشهر. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز (۴)، ۳، ۴۸-۵۹.

حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این نشریه به‌صورت آزاد در وبسایت نشریه برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

مقدمه

کمبود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهان در دهه‌های اخیر است که توجه بسیاری از کشورها را به خود معطوف کرده است. طی سال‌های گذشته دسترسی به آب‌های سطحی و زیرزمینی به دلیل بارش ناکافی، تغییرات آب و هوایی، افزایش شهرنشینی و توسعه صنعتی به خطر افتاده است (Arumugam et al., 2023). وقوع خشک‌سالی‌های مداوم که یک واقعه اقلیمی و بلای طبیعی است، از دیرباز در پهنه وسیع کشورهای مختلف به‌خصوص کشورهای مناطق گرم و خشک به‌وفور رخ داده است (Rezaei & Chabokro, 2009) که این پدیده نیز باعث تشدید کم‌آبی در بسیاری از مناطق جهان گردیده است. از طرف دیگر در مناطق خشک و نیمه‌خشک به علت عدم مدیریت صحیح منابع آبی، نه تنها بهره‌برداری بهینه از منابع آبی صورت نمی‌پذیرد، بلکه این عامل حیات‌بخش به‌صورت یک بلای طبیعی درآمد و سالانه باعث خسارات جانی و مالی زیادی می‌گردد. درحالی‌که می‌توان با اتخاذ راهبردهای کارآمد و با صرف هزینه‌های پایین و کمترین زیان‌های زیست‌محیطی از سیلاب‌ها استفاده بهینه نمود (Taqvai Abrishami, 2005)؛ بنابراین اتخاذ تصمیم‌های مناسب و متناسب با اقلیم هر منطقه جهت کاهش اثرات ناشی از کم‌آبی و ذخیره آب امری ضروری به شمار می‌آید. ازجمله این اقدامات مکان‌یابی و احداث پروژه‌های ذخیره آب مانند بندها، طرح‌های کوچک ذخیره و تأمین آب و سدها از اولویتهای استراتژیک کشورها در حفظ و ذخیره آب است (Al-Ruzouq et al., 2019). مکان‌یابی، فعالیتی جهت انتخاب مکانی مناسب برای کاربرد خاص است که قابلیت‌ها و توانایی‌های یک منطقه را از لحاظ وجود زمین مناسب و کافی و نیز ارتباط آن با کاربری‌های مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد (Portabari et al., 2008). روش‌های مختلفی برای ذخیره‌سازی و تأمین آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک وجود دارد. از بین این

روش‌ها جهت فائق آمدن بر پدیده کم‌آبی می‌توان جایگاه خاصی را برای طرح‌های کوچک تأمین آب به لحاظ تکنولوژی ساده ساخت، زمان کم مطالعه و اجرا، هزینه‌های مطالعاتی و اجرایی پایین، توزیع عادلانه سرمایه‌گذاری، مشارکت‌های مردمی، بهره‌برداری و نگهداری ساده و اثرات محیط‌زیستی قائل گردید (Ebrahimi, 2009). با در نظر گرفتن بارش‌های کم و رگباری در مناطق گرم و خشک و عدم وجود رودخانه‌های پرآب، این گزینه از نظر اقتصادی بهینه است (Talikani & Eshaaghzadeh Amlashi, 2018). بسیاری از محققان روش‌ها و معیارهای مختلفی را برای شناسایی مکان‌ها و تکنیک‌های مناسب برای برداشت آب باران ارائه نمودند. با این حال، تعیین بهترین روش یا دستورالعمل برای انتخاب این مکان‌ها دشوار است. انتخاب مکان‌های مناسب ذخیره و تأمین آب به عوامل متعددی مانند توپوگرافی، هواشناسی، زمین‌شناسی، پارامترهای زمین‌ساختی و شیب وابسته است (Atiq et al., 2019) که لازم است در طرح‌های مکان‌یابی ذخیره و تأمین آب مدنظر قرار گیرد. امروزه استفاده از علوم جدید به‌ویژه تکنیک‌های سنجش‌ازدور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به برنامه‌ریزان کمک می‌کند تا نسبت به مکان‌یابی طرح‌های ذخیره و تأمین آب در کمترین زمان ممکن اقدام نمایند. مطالعات مختلفی در جهان در رابطه با مکان‌یابی، تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر مکان‌یابی طرح‌های ذخیره و تأمین آب با استفاده از معیارهای مختلف و با بهره‌گیری از علم RS و تکنیک GIS انجام شده است. نتایج یک مطالعه با هدف شناسایی مکان‌های مناسب برای سازه‌های برداشت آب باران در مناطق خشک و نیمه‌خشک و تعریف یک روش کلی برای انتخاب مکان‌ها با بررسی ۴۸ مطالعه و پژوهش منتشرشده در مجلات علمی، گزارش‌های سازمان‌های بین‌المللی یا منابع اطلاعاتی به‌دست‌آمده از پژوهشگران، نشان داد که در اکثر مطالعات استفاده از تکنیک GIS در ترکیب با مدل‌های هیدرولوژیکی و

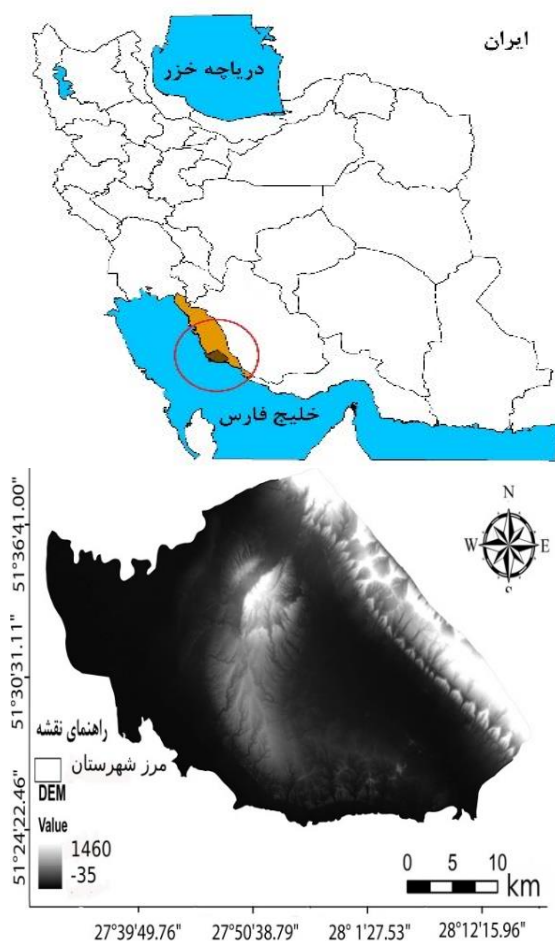
AHP و ترکیب با GIS، نتایج نشان داد که ۸۱ درصد مناطق دارای خطر سیل زیاد تا بسیار زیاد است. همچنین نتایج نشان داد که چارچوب تجزیه و تحلیل چندمعیاره مبتنی بر GIS می‌تواند به‌طور مؤثر برای تجزیه و تحلیل خطر سیل به‌عنوان پشتوانه‌ای جهت تصمیم‌گیری در مدیریت سیلاب استفاده شود (Dash & Sar, 2020). در تحقیقی با هدف یافتن مناسب‌ترین مکان‌ها برای احداث سدها و مخازن کوچک در استان تته^۵، موزامبیک با تکیه بر GIS و AHP، مشخص گردید که ۳۵ مورد از ۳۸ مخزن کوچک پیشنهاد شده (۹۲٪) در مناطقی بودند که به‌عنوان مناسب تا نسبتاً مناسب طبقه‌بندی شده بودند (Luís & Cabral, 2021). در پژوهشی مناطق مستعد وقوع سیلاب در حوزه آبخیز شهر شیراز بررسی شد. به این منظور مهم‌ترین عوامل مؤثر در ایجاد سیلاب شامل لایه‌های اطلاعاتی بارش، فاصله از مسیل، مقدار شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، پوشش زمین، کاربری اراضی، تراکم ساختمانی، بافت‌های فرسوده، سازندهای زمین‌شناسی و شماره منحنی، با استفاده از GIS و RS تهیه شد. نتایج نشان داد ۲۷۵۴ هکتار از محدوده شهر شیراز در طبقه با خطر خیلی زیاد، ۶۰۷۶ هکتار در پهنه با خطر زیاد، ۱۷۳۹۰ هکتار در پهنه با خطر متوسط، ۱۳۴۱۸ هکتار در پهنه کم و ۶۶۵۸ هکتار در پهنه با خطر بسیار کم قرار دارد (Abdolazimi et al., 2021). در مطالعه دیگری جهت شناسایی مناطق مستعد سیل در منطقه دگا داموت^۶، شمال غربی اتیوپی^۷ که با استفاده از ادغام GIS و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام گرفته، نتایج نشان داد که حدود ۸۶/۸۳ درصد از منطقه مورد مطالعه دارای حساسیت متوسط تا خیلی زیاد در برابر سیل و ۱۳/۱۷ درصد از منطقه مورد مطالعه حساسیت کم به سیل

تجزیه و تحلیل چندمعیاره جهت مکان‌یابی سایت‌های ذخیره آب انجام می‌شود. در این مطالعات مهم‌ترین عوامل مؤثر در مکان‌یابی، شیب، کاربری اراضی، پوشش زمین، زمین‌شناسی، میزان بارندگی، فاصله تا آبراهه و سکونتگاه‌ها و هزینه بودند (Ammar, 2016). در پژوهشی که در حوزه آبخیز امزسر^۱ در تونس انجام گرفت، یک روش جامع برای ارزیابی و بهینه‌سازی عملکرد تکنیک‌های مکان‌یابی و شناسایی جایگاه‌های ذخیره و برداشت آب باران در مناطق نیمه‌خشک پیشنهاد شد که با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۲ (AHP) و پشتیبانی توسط GIS، شانزده مکان بر اساس معیارهای انتخاب شده پیشنهاد گردید (Adham et al., 2017). در مطالعه‌ای دیگر به‌منظور شناسایی مکان مناسب برای ذخیره آب در حوضه بالادست رودخانه شئونات^۳ در ایالت چاتیسگر^۴ هند با تکیه بر AHP و تکنیک ارزیابی چندمعیاره مبتنی بر GIS و بر اساس ویژگی‌های فیزیکی مختلف حوضه، سه سطح تناسب برای احداث سازه‌های ذخیره آب پیشنهاد گردید (Ahmad & Verma, 2018). در پژوهشی که در مناطق شمالی عراق به جهت شناسایی مکان مناسب انتخاب محل سد برای مدیریت آب با GIS و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با AHP انجام گرفت، در نهایت بهترین مکان‌ها شناسایی و پیشنهاد گردیدند. یافته‌های تحقیق نشان داد که به‌کارگیری مدل AHP در کل منطقه مورد مطالعه مناسب است (Noori et al., 2019). در تحقیقی دیگر که مدل‌سازی مبتنی بر GIS برای انتخاب مکان‌های سد در منطقه کردستان عراق، با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی انجام گرفت، در نهایت ۲۱ مکان مناسب پیشنهاد گردید (Othman et al., 2020). در تحقیقی مشابه در منطقه الله‌آباد هند از طریق روش

5. Tete
6. Dega Damot
7. Ethiopia

1. Oum Zessar
2. Analytic Hierarchy Process
3. Sheonath
4. Chhattisgarh

اقلیم خشک بیابانی گرم با بارش متوسط ۲۱۵ میلی‌متر و میانگین حداکثر و حداقل دمای ۴۷ و ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. این شهرستان با مساحت ۲۳۰۶ کیلومترمربع سومین شهرستان استان به لحاظ وسعت و دارای ۶۰۶۱۲ نفر جمعیت بر اساس سرشماری سال ۹۵ است که سهم ۶٪ از کل استان است. سطح زیر کشت کشاورزی در شهرستان دیر ۳۱۲۵۰ هکتار است که شامل ۲۱۰۰۰ هکتار اراضی دیم و ۱۰۲۵۰ هکتار اراضی کشت آبی است. عمده محصولات زراعی شهرستان شامل گندم، جو، گوجه‌فرنگی و محصولات علوفه‌ای است. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی استان و شهرستان را نمایش می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه
Figure 1- The location of study area

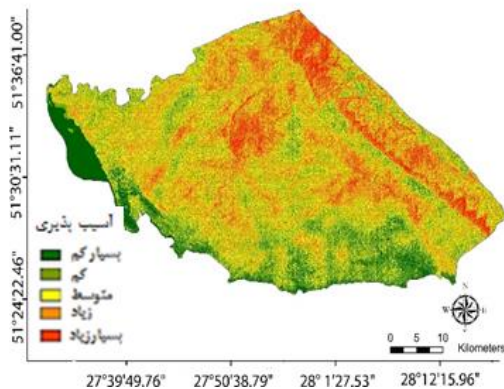
دارند (Negese *et al.*, 2022). در پژوهشی جهت مکان‌یابی مخازن ذخیره آب با استفاده از GIS و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در جنوب استان سیستان و بلوچستان، ۱۵ گزینه نهایی دارای پتانسیل احداث سد و مخازن معرفی گردید (Jozaghi *et al.*, 2018). در تحقیقی دیگر به شناسایی مکان‌های مناسب جهت احداث سد زیرزمینی در منطقه اردستان واقع در شمال شرق اصفهان با استفاده از روش AHP و GIS پرداخته شد و در نهایت بهترین گزینه‌ها بررسی و معرفی گردید (Arab Ameri *et al.*, 2018)؛ بنابراین با جمع‌بندی تحقیقات مختلف و بررسی آن‌ها و نظر به کمبود منابع آبی و بارش‌های محدود در منطقه مورد مطالعه که اغلب به صورت رگباری است، لازم است مکان‌های مناسب کنترل سیلاب شناسایی و جهت جلوگیری از ایجاد خسارت، نسبت به شناسایی مناطق آبی بالقوه و دارای پتانسیل ایجاد طرح‌های کوچک تامین آب، در راستای ذخیره و استفاده بهینه آب اقدام گردد. با توجه به اینکه تاکنون در منطقه مورد مطالعه تحقیقی در خصوص شناسایی مناطق دارای پتانسیل ایجاد طرح‌های تامین آب کوچک صورت نگرفته، هدف از انجام تحقیق حاضر، ترکیب عوامل مؤثر در وقوع سیلاب، همپوشانی و کلاس‌بندی و مشخص نمودن پهنه‌های مستعد سیل در شهرستان دیر در استان بوشهر و سپس شناسایی و معرفی مناطق دارای پتانسیل جهت ایجاد طرح‌های کوچک تامین آب است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان دیر در جنوب شرقی استان بوشهر واقع گردیده و در محدوده جغرافیایی $51^{\circ}12'18''$ تا $52^{\circ}06'4''$ طول شرقی و $27^{\circ}46'25''$ تا $28^{\circ}23'42''$ عرض شمالی قرار دارد. شهرستان‌های دشتی، جم و کنگان به ترتیب همسایگان غربی، شمالی و شرقی را تشکیل می‌دهند و مرز جنوبی آن به طول ۹۵ کیلومتر به خلیج فارس محدود می‌گردد. این شهرستان دارای

نقشه خطر آسیب‌پذیری شهرستان دیر نیز در شکل (۳) نشان داده شده است (Dust & Mohammad, Shamsnia, 2023). همان‌طور که مشاهده می‌گردد بخش‌های شمالی، شمال شرقی تا شرق شهرستان دیر و ارتفاعات میانی شهرستان و مرکز آن، پتانسیل سیل‌خیزی بالایی دارد.



شکل ۳- نقشه طبقه‌بندی خطر آسیب‌پذیری منطقه

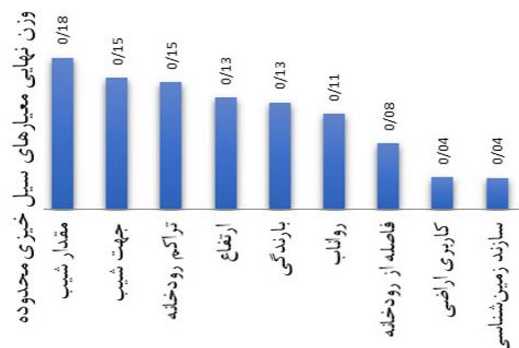
مورد مطالعه

Figure 3- Vulnerability risk classification map of the study area

همچنین از نرم‌افزارهای Google earth و Arc Scene جهت تحلیل و درک بهتر نتایج در تهیه فضای سه‌بعدی محدوده مورد مطالعه استفاده شده است. پس از تهیه نقشه‌های پراکنش و موقعیت چاه‌ها و شبکه آبراهه‌ها، از نظر کارشناسان ذی‌ربط نیز استفاده گردید. همچنین سایر عوامل همچون کاربری زمین‌های پایین‌دست، توپوگرافی و راه‌های دسترسی و گسترده‌ترین نقاط به لحاظ سطح منبع ذخیره و سهولت اجرای سازه نیز به‌عنوان معیارهای کیفی و مدیریتی در نظر گرفته شد و بر این اساس مکان‌های مناسب و مستعد جهت ایجاد طرح‌های کوچک تأمین تعیین گردید.

روش تحقیق

در پژوهش حاضر از روش اسنادی و مطالعات کتابخانه‌ای، جمع‌آوری اطلاعات وضع موجود و بازدید میدانی استفاده شده است. همچنین از نرم‌افزار GIS به منظور تحلیل داده‌ها و وزن‌دهی معیارها و تهیه نقشه‌ها استفاده گردید که قسمت اصلی پژوهش را تشکیل می‌دهد. جهت محاسبه وزن و ضریب اهمیت، معیارهای مختلفی شامل شیب زمین، کاربری اراضی، خاکشناسی، بارندگی و غیره بر وقوع سیل در حوزه‌های آبخیز تأثیر گذارند (Greenwood et al., 2014). در این پژوهش با توجه به بررسی سایر تحقیقات صورت پذیرفته و همسویی با منطقه مورد مطالعه نه پارامتر مؤثر بر وقوع سیلاب شامل مقدار شیب، جهت شیب، تراکم رودخانه، ارتفاع، بارندگی، رواناب، فاصله از رودخانه، کاربری اراضی و سازندهای زمین‌شناسی مورد بررسی قرار گرفت. پس از آماده‌سازی اطلاعات، از روش AHP برای رتبه‌بندی معیارها استفاده و میزان ارجحیت معیارها نسبت به یکدیگر تعیین شد. برای دستیابی به امتیازات معیارها، از نظر ده نفر از خبرگان استفاده شد تا جدول وزن‌دهی مربوط را تکمیل نمایند. سپس ماتریس مقایسه زوجی تشکیل و در نهایت وزن نهایی معیارها محاسبه گردید. همچنین میزان نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی معیارها کمتر از $0/1 (0/03)$ بوده است که بیانگر سازگاری تصمیم‌گیری‌ها است. وزن نهایی معیارهای مورد بررسی در شکل (۲) ارائه شده است (Mohammad Dust & Shamsnia, 2023).



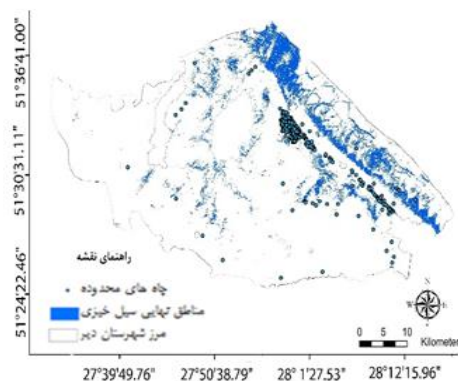
شکل ۲- اولویت‌بندی و وزن‌دهی نه معیار مورد بررسی

Figure 2- Prioritization and weighting of the nine surveyed criteria

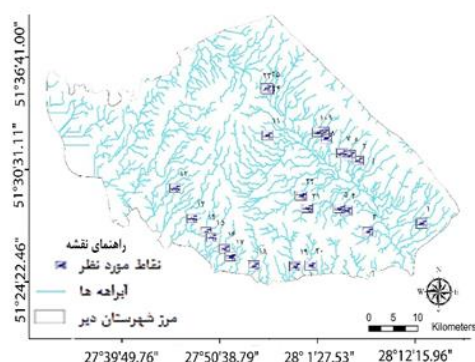
نتایج

جهت تعیین مناطق پیشنهادی طرح‌های کوچک تأمین آب، نقشه موقعیت چاه‌ها و آبراهه‌ها نیز تهیه که در اشکال (۴ و ۵) نشان داده شده است.

آن‌ها بر روی نقشه آبراهه و به صورت ۳ بعدی در سطح منطقه به ترتیب در شکل‌های (۶ و ۷) نشان داده شده است. این نقاط با ترکیب عوامل مختلف ارائه گردیده است و جهت کاربردهایی همچون کمک به افزایش سطح آب زیرزمینی منطقه به لحاظ بیلان منفی حوضه، مصرف شرب دام در منطقه عشایرنشین، آبیاری تکمیلی مزارع گندم در فصل بارندگی، کمک به کنترل هجوم آب‌های شور در مناطق ساحلی و جلوگیری از هدررفت آب باران، تثبیت و کنترل فرسایش، جمع‌آوری و بهره‌برداری از خاک‌های حاصلخیز کشاورزی و سایر موارد تعیین و ارائه گردید.

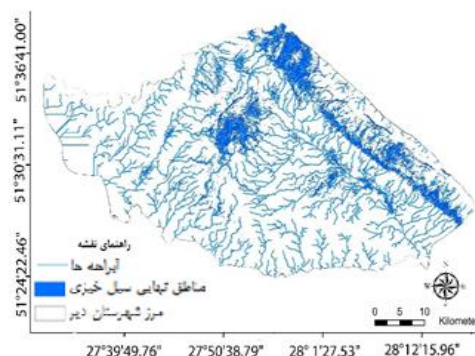


شکل ۴- مناطق سیل خیز و موقعیت چاه‌های شهرستان
Figure 4- Flood prone areas and location of county wells



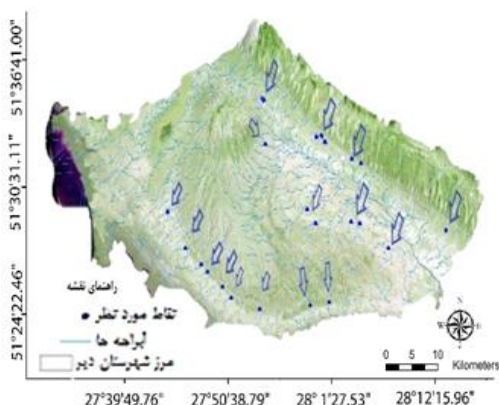
شکل ۶- موقعیت نقاط پیشنهادی جهت طرح‌های کوچک تأمین آب بر روی نقشه آبراهه

Figure 6- Location of suggested points for small water supply projects on the waterway map



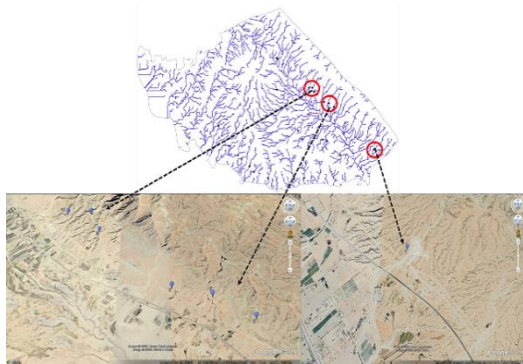
شکل ۵- نقشه شبکه آبراهه‌ها در منطقه مورد مطالعه
Figure 5- Map of waterways network in the study area

پس از تهیه نقشه‌های پراکنش و موقعیت چاه‌ها و شبکه آبراهه‌ها، از نظر کارشناسان ذی‌ربط نیز استفاده گردید. بر اساس سایر عوامل همچون کاربری زمین‌های پایین‌دست، توپوگرافی و راه‌های دسترسی، گسترده‌ترین نقاط به لحاظ سطح منبع ذخیره و سهولت اجرای سازه، به‌عنوان معیارهای کیفی و مدیریتی و بازدیدهای میدانی، در نهایت نسبت به پیشنهاد ۲۵ مکان مناسب و مستعد جهت ایجاد طرح‌های کوچک تأمین آب اقدام گردید که موقعیت

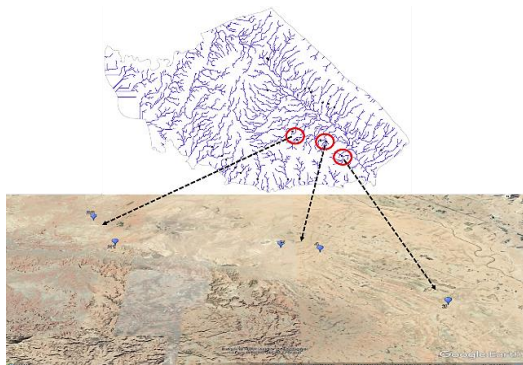


شکل ۷- نقشه سه‌بعدی موقعیت نقاط پیشنهادی جهت طرح‌های کوچک تأمین آب

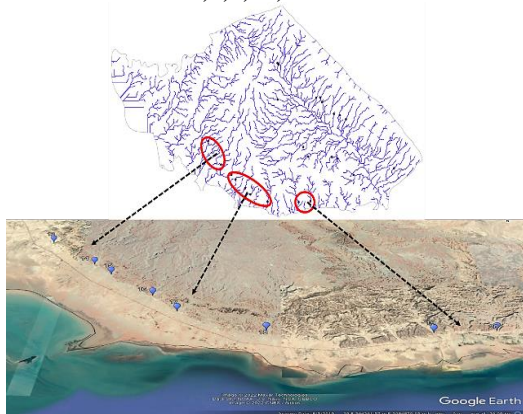
Figure 7- 3D map of the location of the proposed points for small water supply projects



شکل ۱۰- موقعیت پیشنهادی گزینه‌های ۱، ۲، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰
 Figure 10- The suggested location of options 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10



شکل ۱۱- موقعیت پیشنهادی گزینه‌های ۳، ۴، ۵، ۲۱، ۲۲
 Figure 11- The suggested location of options 3,4,5,21,22



شکل ۱۲- موقعیت پیشنهادی گزینه‌های ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰
 Figure 12- The suggested location of options 13,14,15,16,17,18,19,20

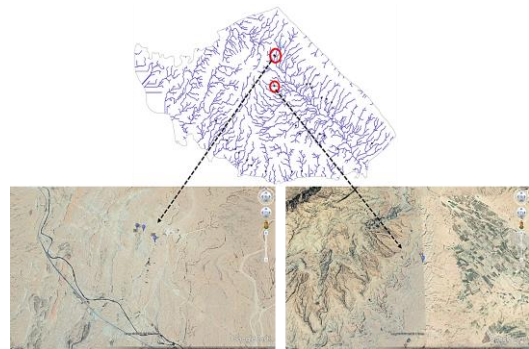
همچنین جهت نمایش بهتر موقعیت مکان‌های پیشنهادی جهت طرح‌های کوچک تأمین آب، از نرم‌افزار گوگل ارث نیز استفاده گردید و موقعیت‌های بالقوه پیشنهادی نیز در شکل (۸) نشان داده شده است.



شکل ۸- موقعیت مکانی نقاط پیشنهادی طرح‌های کوچک تأمین آب روی گوگل ارث

Figure 8- The location of the suggested points of small water supply projects on Google Earth

جهت شناسایی بهتر موقعیت‌های پیشنهادی نسبت به تفکیک مکان‌های بالقوه اقدام و نتایج به صورت تفکیکی با موقعیت آبراه‌ها و نقاط پیشنهادی در شکل‌های (۹) تا (۱۲) نشان داده شده است.



شکل ۹- موقعیت پیشنهادی گزینه‌های ۱۱، ۲۳، ۲۴، ۲۵
 Figure 9- The suggested location of options 11,23,24,25

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس هدف اصلی این تحقیق، مکان‌یابی و شناسایی مناطق آبی بالقوه در راستای ایجاد طرح‌های کوچک تامین آب انجام گرفت. نتایج نشان داد که از نظر خطر آسیب‌پذیری می‌توان منطقه را به پنج پهنه با خطر آسیب‌پذیری بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد تقسیم نمود. به طوری که از ۲۳۰۶ کیلومترمربع کل مساحت منطقه مورد مطالعه، بیش از یک سوم منطقه (۳۶/۷ درصد) دارای خطر زیاد تا بسیار زیاد سیل‌خیزی است و باید این مناطق، کانون توجه برنامه‌ریزی‌های کلان مدیریت شهری قرار گیرد. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج تحقیق سایر محققین نیز همخوانی دارد (Rostami et al., 2021).

علاوه بر این، نتایج حاصل از مکان‌یابی و شناسایی مناطق بالقوه جهت ایجاد طرح‌های کوچک تامین آب نشان داد که ۲۵ نقطه در کل منطقه مناسب بوده که مکان‌یابی این نقاط بر اساس نقشه‌های تهیه‌شده، موقعیت چاه‌ها و آبراه‌ها، بازدیدهای میدانی، نظر کارشناسان ذی‌ربط و سایر عوامل همچون کاربری زمین‌های پایین‌دست، توپوگرافی و راه‌های دسترسی، گسترده‌ترین نقاط به لحاظ سطح منبع ذخیره و سهولت اجرای سازه نیز به‌عنوان معیارهای کیفی و مدیریتی پیشنهاد گردیده است. نتایج حاصل از این تحقیق همسو با مطالعه‌ای است که با بهره‌گیری از GIS در ناحیه مالاکنده^۱ واقع در کشور پاکستان پس از انجام تحلیل‌ها، صورت گرفته است. بر اساس نتایج حاصله ۱۵ گزینه جهت احداث سدهای ذخیره کوچک در اراضی بایر پیشنهاد گردید (Raza et al., 2018). در تحقیقی دیگر که در شهر بورتالا^۲ واقع در ناحیه شمال غربی چین با استفاده از AHP و در نظر گرفتن عوامل محیطی نظیر شیب، بارندگی، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و تراکم زهکشی انجام گردید، در نهایت ۲ مکان جهت احداث سد و طرح کوچک تامین آب پیشنهاد

شد (Dai, 2016). در تحقیقی که در نواحی شهر هرسین در غرب ایران با استفاده از AHP جهت انتخاب بهترین مکان به جهت احداث سد خاکی صورت پذیرفت، ۴ گزینه پیشنهاد گردید (Minatour et al., 2013). در تحقیقی در ناحیه وزیرستان^۳ پاکستان با هدف ارزیابی مکان‌های ساخت سد برای اهداف چندمنظوره آبیاری و مصارف کشاورزی با استفاده از GIS و تکنیک‌های RS در ترکیب با AHP، چهار منطقه جهت احداث سد پیشنهاد گردید (Zada et al., 2023). در مطالعه‌ای دیگر که به منظور ارزیابی مناسب بودن مکان سدهای کوچک ساخته‌شده از گابیون و چوب در حوزه آبخیز ماتانیکو^۴، جزایر سلیمان با استفاده از GIS انجام گرفت، ۳۵ مکان مناسب سد کوچک انتخاب گردید (Liu et al., 2023).

نکته‌ای دیگر که در این تحقیق باید به آن توجه کرد این است که در پایاب ۲۳ نقطه پیشنهادی حدود ۴۲۱۸ هکتار اراضی تحت کشت گندم دیم وجود دارد، لذا می‌توان با ایجاد طرح‌های تامین آب مناسب، افزایش تولید محصول را انتظار داشت. در پژوهشی که در خصوص بررسی سازه‌های سنتی ذخیره آب انجام‌شده، نتایج نشان داد که این سازه‌ها نقش اساسی در تامین آب به‌ویژه مصارف کشاورزی دارند. در مکان‌هایی که از سازه‌های ذخیره و تامین آب استفاده شده است، میزان محصول تولیدی ۲ تا ۴ برابر شرایط متعارف است و بیش از ۸۰ درصد کشاورزان تأثیر این سازه‌ها را در تولید و افزایش درآمد به میزان زیاد لمس نموده‌اند (Broushke et al., 2015). لذا با توجه به اینکه در حال حاضر میزان برداشت محصول گندم دیم در منطقه مورد مطالعه به‌طور متوسط ۱/۳ تن در هکتار است، لذا در صورت اجرا شدن سازه‌های مناسب تامین و ذخیره آب و آبیگری پس از هر بارش در فصل بارندگی و کشت، می‌توان انتظار داشت مقدار گندم دیم

گندم در فصل بارندگی، کمک به کنترل هجوم آب‌های شور در مناطق ساحلی و جلوگیری از هدررفت آب باران، تثبیت و کنترل فرسایش، جمع‌آوری و بهره‌برداری از خاک‌های حاصلخیز کشاورزی و سایر موارد مثبت مورد استفاده و بهره‌برداری قرار گیرد.

References

- Abdolazimi, H., Roshun, S.H., Shamsnia, S.A. & Shahinifar, H. (2021). Identification of Potential Areas to Flood Inundation in Shiraz City Using TOPSIS-GIS. *Hydrogeomorphology Journal*. 7(25): 139-159.
<https://doi.org/10.22034/hyd.2021.43413.1565>
- Adham, A., Riksen, M., Ouessar, M., Abed, R. & Ritsema, C. (2017). Development of Methodology for Existing Rainwater Harvesting Assessment in (semi) Arid Regions. *In book: Water and Land Security in Drylands*. pp.171-184.
- Ahmad, I. & Verma, M.K. (2018). Application of Analytic Hierarchy Process in Water Resources Planning: A GIS Based Approach in the Identification of Suitable Site for Water Storage. *Water Resour Manage*, 32,5093-5114.
<https://doi.org/10.1007/s11269-018-2135-x>.
- Al-Ruzouq, R., Shanableh, A., Yilmaz, AG., Idris, A., Mukherjee, S., Khalil, MA. & Gibril, MBA. (2019). Dam Site Suitability Mapping and Analysis Using an Integrated GIS and Machine Learning Approach. *Water*, 11(9), 1880.
<https://doi.org/10.3390/w11091880>
- Ammar, A., Riksen, M., Ouessar, M. & Ritsema, C. (2016). Identification of Suitable Sites for Rainwater Harvesting Structures in Arid and Semi-arid Regions: A review. *International Soil and Water Conservation Research*, 4(2), 108-120.
<https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2016.03.001>.
- Arab Ameri, A., Sohrabi, M., Rezaei, K. & Shirani, K. (2018). Underground Dam Location using GIS Technique and تولیدی شهرستان تا حدود ۱۶۰۰۰ تن در سال برسد. موقعیت‌های پیشنهادی در تحقیق حاضر که با ترکیب عوامل مختلف ارائه گردیده است، می‌تواند جهت کاربردهایی همچون کمک به افزایش سطح آب زیرزمینی منطقه به لحاظ بیلان منفی حوضه، مصرف شرب دام در منطقه عشایر نشین، آبیاری تکمیلی مزارع Analysis Hierarchy Method (AHP). *Iranian Journal of Watershed Science and Engineering*, 12(41), 51-60. (In Persian)
- Arumugam, M., Kulandaisamy, P., Karthikeyan, S., Thangaraj, K., Senapathi, V., Chung, S.Y., Muthuramalingam, S., Rajendran, M., Sugumaran, S. & Manimuthu, S. (2023). An Assessment of Geospatial Analysis Combined with AHP Techniques to Identify Groundwater Potential Zones in the Pudukkottai District, Tamil Nadu, India. *Water*, 15(6), 1101.
<https://doi.org/10.3390/w15061101>
- Atiq, M., Arslan, M., Baig, Z., Ahmad, A., Tanveer, M., Akhtar, A., Sohail, A., Naeem, K. & Mahmood, S.A. (2019). Dam Site Identification Using Remote Sensing and GIS (A case study Diamer Basha Dam Site). *International Journal of Innovations in Science and Technology*, 168-178.
<https://doi.org/10.33411/IJIST/20190104122>.
- Broushke, E., Namaki, M. & Bagharian, R. (2015). Investigating and Evaluating the Traditional Method of Using Small Water Resources Projects "Sase Study of West Azarbaijan province". *Watershed promotion and development*, 3(10), 15-20. (In Persian)
- Dai, X. (2016). *Dam site selection using an integrated method of AHP and GIS for decision making support in Northern China*. M.Sc. thesis. Department of Physical Geography and Ecosystem Science, Lund university.
- Dash, P. & Sar, J. (2020). Identification and Validation of Potential Flood Hazard Area using GIS-Based Multi-Criteria Analysis and Satellite Data-Derived Water Index. *J*

- Flood Risk Management*, 13:12620.
<https://doi.org/10.1111/jfr3.12620>
- Ebrahimi, M. (2009). *The position of small water supply projects in water resources management*, The first conference on water resources management. (In Persian)
- Greenwood, JB., Schoups, G., Campbell, ED. & Patrick, NJL. (2014). Bayesian Scrutiny of sSimplerainfall–runoff Models Used in Forest Water Management. *Journal of Hydrology*, 512, 344-365.
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.01.074>
- Jozaghi, A., Alizadeh, B., Hatami, M., Flood, I., Khorrami, M., Khodaei, N. & Ghasemi Tousi, E. (2018). A Comparative Study of the AHP and TOPSIS Techniques for Dam Site Selection Using GIS: A Case Study of Sistan and Baluchestan Province, Iran. *Geosciences*, 8(12), 494.
<https://doi.org/10.3390/geosciences8120494>. (In Persian)
- Liu, J., Tan, J., Zhang, S., Zhong, C. & Tara, A. (2023). Suitability Assessment of Small Dams' Location as Nature-Based Solutions to Reduce Flood Risk in Mataniko Catchment, Honiara, Solomon Islands. *Sustainability*, 15, 3313.
<https://doi.org/10.3390/su15043313>.
- Luís, ADA. & Cabral, P. (2021). Small Dams/Reservoirs Site Location Analysis in a Semi-arid Region of Mozambique. *International Soil and Water Conservation Research*, 9 (3), 381-393.
<https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2021.02.002>.
- Minatour, Y., Khazaei, J. & Ataei, MY. (2013). Earth Dam Site Selection Using the Analytic Hierarchy Process (AHP): A Case Study in the West of Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 6,3417–3426.
<https://doi.org/10.1007/s12517-012-0602-x>.
- Mohammad Doust, A. & Shamsnia, S.A. (2023). Identification and Zoning of Flood-Prone Areas Using AHP - GIS (Case Study: Dayyer County, Bushehr Province). *Journal of Geography and Environmental Studies*. 12(47): 152-167.
- Negese, A., Worku, D., Shitaye, A. & Getnet, H. (2022). Potential Flood-Prone Area Identification and Mapping using GIS-Based Multi-Criteria Decision-Making and Analytical Hierarchy Process in Dega Damot District, Northwestern Ethiopia. *Appl Water Sci*, 12, 255.
<https://doi.org/10.1007/s13201-022-01772-7>
- Noori, AM., Pradhan, B & Ajaj, QM. (2019). Dam Site Suitability Assessment at the Greater Zab River in Northern Iraq using Remote Sensing Data and GIS. *Journal of Hydrology*, 574, 964-979,
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.05.001>
- Othman, AA., Al-Maamar, AF., Al-Manmi, D., Liesenberg, V., Hasan, S. E., Obaid, AK. & Al-Quraishi, AMF. (2020). GIS-Based Modeling for Selection of Dam Sites in the Kurdistan Region, Iraq. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(4), 244.
<https://doi.org/10.3390/ijgi9040244>
- Portabari, MR., Mursali, M., Mursali, M. & Nouri, H. (2008). *Location of Potential Areas for the Implementation of Artificial Aquifer Feeding Projects using Geographic Information System: A Case Study of Hashtgerd Plain*, 4th National Congress of Civil Engineering, Tehran. (In Persian)
- Raza, S., Shafique, M., Zia-ur-Rehman, M., Sikandar, A., Ahmad, N. & Shah, K. (2018). Site Selection of Water Storage Based on Multi-Criteria Decision Analysis. *International Journal of Human Capital in Urban Management*, 3(4),265-278.
<https://doi.org/10.22034/IJHCUM.2018.04.01>
- Rezaei, AA. & Chabokro, Gr. (2009). *Drought and Optimal Management of Agricultural Water Resources*. National Water Crisis Management Conference. (In Persian).
- Rostami, F., Tavakoli, M., Rostami, N. & Ebrahimi, H. (2021). Investigation of Flood Hazard Potential in Watersheds Using AHP (Case Study: Ilam City Watershed). *Integrated Watershed Management*, 1(1), 1-16.

<https://doi.org/10.22034/iwm.2021.247934>

. (In Persian)

- Talikani, AA. & Eshaaghzadeh Amlashi, A. (2018). The use of GIS in the construction of dams and hydraulic structures, *Mapping and Geospatial Information Journal of Guilan*, 3(2), 31-38. (In Persian)
- Taqvai Abrishami, AA, (2005). *Watershed Management and Surface Water Extraction with the Implementation of Small and Low-Cost Projects (Investigation of Local Experiences in the East of the Country)*. The second national conference on watershed management and water and soil resources management, Kerman. (In Persian)
- Vagharfard, H. & Moghim, H. (2019). Locating Suitable Areas for Flood Spreading System, Using AHP Method and GIS Technique, Case Study: Naeim-Abad Region, Fars Province. *Watershed Engineering and Management*, 10(4), 763-773. DOI:10.22092/ijwmse.2018.105362.1106 fa (In Persian)
- Zama, N., Javed, M., Ahmad, S. & Waleed, M. (2023). Dam Site Selection Using Remote Sensing Techniques and Geographical Information System (GIS): A case Study of Kurram Tangi North Waziristan. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2447939/v1>

Assessment of Groundwater Potential Using Hierarchical Analysis (Case Study: Ilam Dam Watershed)

Saeid Derakhti

Ph.D. student of soil and water conservation, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Sari university, Sari, Iran

* Corresponding author: s.drakhti@gmail.com

(Received: 13 August 2023

Revised: 09 October 2023

Accepted: 25 November 2023)

Extended Abstract

Introduction: Drought and population increase are important factors that have caused more attention to ground water. Groundwater is one of the most valuable natural resources that affect human health, economic development and environmental diversity. Due to several inherent characteristics, these waters have become a very important and reliable source of water supply in developed and developing countries. Over the years, the importance of ground water due to the ever-increasing need for water has led to unscientific exploitation of ground water and the creation of water stress conditions. This alarming situation requires a cost-effective technique for proper assessment of groundwater resources and planning for the management of these resources. Geographic information system (GIS) and hierarchical analysis are samples of these tools. The purpose of this research is to prepare the ground water potential map using hierarchical analysis in the Ilam Dam watershed.

Materials and methods: For this purpose, seven criteria of geology, slope, land use, soil, drainage density, lineament and precipitation were selected to identify the potential areas of ground water. The selection of these parameters is due to the effect that each of these factors has on the ground water. Geological features are important in controlling the infiltration of water into the ground due to the weathering, porosity and fracture that occur in them. On the other hand, increasing the slope of the land causes an increase in runoff. As drainage density increases, permeability decreases. Agricultural, forest and pasture land use can increase infiltration, but residential areas increase runoff due to impervious surfaces. Sandy and loamy soils have a high permeability coefficient, and finally, the higher the rainfall in the region, the higher the groundwater level. In order to prepare these layers, ArcGIS and remote sensing (RS) were used. First, by using the digital elevation model (DEM), the slope of the area, the drainage density in five classes were prepared. By using Landsat 8 satellite images of 2020 and in the environment of RS software, the land use of the region was created in five classes of agriculture, forest, pasture, bare soil and residential areas using a supervised classification method. Kappa coefficient confirmed 93% classification accuracy. The rainfall map of the watershed was also obtained from the synoptic and rain gauge station that existed in and around the basin. Finally, the geology map was prepared from the digital geological map in the GIS environment and the soil map from the Natural Resources Organization. After preparing these layers in the GIS, using the opinion of experts regarding the valuation of these criteria, each of these criteria was given grades from 1 to 9. Then, this valuation was transferred to Expert Choice software to determine the weight, and the weight of each criterion was obtained. Then, using these weights as well as raster layers created in the GIS environment and using the weighted overlay method, these layers were superimposed and the ground water potential map was obtained.

Results: The results showed that geology criteria and land use have the most weight with 0.347 and 0.191, respectively, and soil and precipitation with 0.062 and 0.054 have the least importance for ground water potential. A big part of the watershed has medium to high potential for ground water. This part has a lot of forest and pasture cover, moderate slope (20-40 degrees) and high drainage density and high amount of precipitation, which is consistent with the results of Suri et al. (2016). A significant part of the basin has loam and sand soil, which have high permeability and can absorb water and increase the groundwater level. Kazhdomi formation has medium to high potential and Bangestan group formation has low potential.

Discussion and Conclusion: In general, the final map has four potentials, including very low, low, medium to high, and very high, which respectively account for 0.98%, 41.8%, 55.9%, and 1.32% of the study area. Medium to high potential has the largest area. In general, the north of the watershed has medium to high potential, the south of the watershed has low potential, and a small part of the east of the study area has high potential of ground water. Preparing a map of ground water potential in watersheds can be a suitable strategy for exploiting these resources.

Keywords: Ground Water, Hierarchical Analysis, Ilam Dam Watershed

Citation: Drakhti, S. (2023). Assessment of groundwater potential using hierarchical analysis (Case study: Ilam Dam watershed). *Integrated Watershed Management*, 3(4), 60-73. doi: 10.22034/iwm.2023.2008901.1099

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



ارزیابی پتانسیل آب زیرزمینی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سد ایلام)

سعید درختی*

دانشجوی دکتری، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

*نویسنده مسئول: s.drakhti@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۲

چکیده

خشک‌سالی و افزایش جمعیت از عوامل مهمی هستند که باعث توجه بیش‌تر به آب‌های زیرزمینی شده‌اند؛ بنابراین نیاز به ابزارهای دقیق برای بررسی این منابع آبی بیش‌ازپیش احساس می‌شود. سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی نمونه‌هایی از همین ابزارها هستند. هدف از این تحقیق تهیه نقشه پتانسیل آب زیرزمینی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی در زیرحوزه گل‌گل از حوزه آبخیز سد ایلام است. بدین منظور هفت معیار زمین‌شناسی، شیب، کاربری اراضی، خاک، تراکم زهکشی، خطواره و بارش برای شناسایی مناطق بالقوه آب‌های زیرزمینی انتخاب شدند. پس از تهیه این لایه‌ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی و همچنین اخذ نظر کارشناسان در مورد ارزش‌گذاری این معیارها و تعیین وزن هر کدام از این معیارها در نرم‌افزار Expert Choice، در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی با استفاده از روش weighted overlay این لایه‌ها روی هم قرار گرفتند و نقشه پتانسیل آب زیرزمینی حوضه به دست آمد. نتایج نشان داد که نقشه نهایی دارای چهار پتانسیل شامل خیلی کم، کم، متوسط تا زیاد و خیلی زیاد است که به ترتیب ۰/۹۸، ۴۱/۸، ۵۵/۹ و ۱/۳۲ درصد از مساحت حوضه را به خود اختصاص داده‌اند؛ که پتانسیل متوسط تا زیاد دارای بیش‌ترین مساحت است. به‌طور کلی شمال حوضه دارای پتانسیل متوسط تا زیاد، جنوب حوضه دارای پتانسیل کم و بخش کوچکی از شرق حوضه دارای پتانسیل بالایی از آب زیرزمینی هستند. تهیه نقشه پتانسیل آب‌های زیرزمینی در حوزه‌های آبخیز می‌تواند راهبرد مناسبی جهت بهره‌برداری از این منابع باشد.

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی، تحلیل سلسله مراتبی، حوزه آبخیز سد ایلام

استناد: درختی، سعید. (۱۴۰۲). ارزیابی پتانسیل آب زیرزمینی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سد ایلام). مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز (۴)، ۳-۶۰.

حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این نشریه به‌صورت آزاد در وبسایت نشریه برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

مقدمه

آب‌های زیرزمینی یکی از باارزش‌ترین منابع طبیعی است که بر سلامت انسان، توسعه اقتصادی و تنوع زیست‌محیطی تأثیرگذار هستند. این آب‌ها به دلیل چندین ویژگی ذاتی به منبع بسیار مهم و قابل‌اعتمادی برای تأمین آب در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه تبدیل شده است. در طول سال‌ها، اهمیت آب‌های زیرزمینی با توجه به نیاز روزافزون به آب، منجر به بهره‌برداری غیرعلمی از آب‌های زیرزمینی و ایجاد شرایط تنش آبی شده است. از طرفی در حال حاضر آب‌های زیرزمینی به دلیل مشکل خشک‌سالی، تأمین آب روستایی، پروژه آبیاری و هزینه کم توسعه، مورد توجه بیشتری قرار گرفته‌اند. علاوه بر این آب‌های زیرزمینی بعد از یخچال‌ها تشکیل‌دهنده‌ی بزرگ‌ترین ذخیره آب شیرین در کره زمین می‌باشند (Mahdavi, 2008)، به طوری که بیش از ۸۰ درصد آب مصرفی مناطق خشک و نیمه‌خشک از منابع آب‌های زیرزمینی تأمین می‌گردد (Alizadeh, 2003). در ایران نیز به دلیل محدودیت در منابع آب سطحی، آب‌های زیرزمینی مناسب‌ترین آب‌ها برای مصارف مختلف می‌باشند. با توجه به شرایط موجود شامل قرارگیری در کمربند خشک و نیمه‌خشک، بارندگی کم، توزیع غیریکنواخت بارندگی از نظر زمانی و مکانی، الگوی کشت نامناسب و... توجه به آب زیرزمینی دارای اهمیت بسیار زیادی است (Ghaforinia, 2006)؛ در نتیجه بررسی آب‌های زیرزمینی می‌تواند مشخص‌کننده وضعیت منطقه از نظر این منابع باشد. بررسی این وضعیت نیاز به یک تکنیک مقرون‌به‌صرفه برای ارزیابی مناسب منابع آب زیرزمینی و برنامه‌ریزی برای مدیریت این منابع دارد. یک برنامه توسعه آب زیرزمینی به حجم زیادی از داده‌ها از منابع مختلف نیاز

دارد. از این‌رو، شناسایی و کمی‌سازی این ویژگی‌ها برای تولید یک مدل پتانسیل آب زیرزمینی از منطقه مورد مطالعه مهم است. با توجه به زمان‌بر بودن روش‌های سنتی برای تهیه لایه‌های مختلف استفاده از ابزاری مانند سامانه اطلاعات جغرافیایی^۱ (GIS) مفید است و علاوه بر تهیه این لایه‌ها، تصمیم‌گیری در مورد ارزش این لایه‌ها هم موضوع بسیار مهمی است. به همین دلیل در چند دهه گذشته برای پشتیبانی از این تصمیمات، الگوریتم‌ها و روش‌های مختلفی ارائه شده است. مجموعه‌ای از موقعیت‌های مکانی که بایستی بر اساس آن‌ها چندین معیار مختلف ارزیابی شود را تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی می‌گویند. در GIS فرآیندی که داده‌های مکانی و مقادیر وزنی را با هم ترکیب می‌کند را یک تصمیم‌گیری چند معیاره می‌نامند (Malczewski, 2006). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۲ (AHP) ابزاری مؤثر برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده در زمینه‌های مرتبط با آب‌های زیرزمینی است که توسط توماس ساعتی در سال ۱۹۸۰ معرفی شد. این ابزار برای کاهش تصمیمات پیچیده به مجموعه‌ای از مقایسه‌های زوجی و سپس ترکیب نتایج مفید است. علاوه بر این، AHP یک تکنیک مناسب برای ارزیابی سازگاری نتیجه و در نتیجه کاهش سوگیری در فرآیند تصمیم‌گیری است. تحلیل سلسله مراتبی در چند بخش انجام می‌شود (Kaliraj et al., 2014):

گام اول: تجزیه و تحلیل AHP است. سپس بر اساس معیارهای شناسایی شده کاندیداها ارزیابی می‌شوند.
گام دوم: مقایسه زوجی معیارهای مختلف با توجه به هدف و تعیین وزن نسبی این معیارها انجام می‌شود.
گام سوم: جمع‌آوری داده در ارتباط با تمامی معیارها به تفکیک هر یک از گزینه‌ها؛

1. Geographic Information System
2. Analytical Hierarchy process

بخش‌های آهکی وجود دارد. Sori و همکاران (2017) با استفاده از AHP پتانسیل منابع آب زیرزمینی را در دشت رومشگان بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که حوضه دارای پتانسیل خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد است که به ترتیب ۷/۳۷، ۱۰/۱۲، ۲۲/۲۵، ۲۰/۴۶ و ۳۹/۷۹ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. Mahdavi & Akhavan (2018) در مطالعه‌ای مناطق مستعد تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی را در دشت همدان - بهار بر اساس منطق بولین، روش هم‌پوشانی و منطق فازی مورد بررسی قرار دادند که نتایج حاصل از منطق فازی نشان داد که از مساحت منطقه ۲/۲۵ درصد خیلی مناسب، ۷/۷۱ درصد مناسب و ۱۶/۷۶ درصد متوسط است. Papi و همکاران (2020) در پژوهشی در استان تهران با روش FuzzyAHP مکان‌یابی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که ۶/۲ درصد از منطقه بسیار مناسب و ۱۵/۷۵ درصد مناسب است. Duguma (2023) پهنه‌بندی آب زیرزمینی را با استفاده از GIS و RS در حوزه آبریز نیل در اتیوپی انجام داد و به این نتیجه رسید که به ترتیب ۲۳ درصد، ۲۰ درصد، ۲۲ درصد از منطقه دارای پتانسیل خیلی کم، کم و متوسط است. Li و همکاران (2023) در تحقیقی به بررسی مناطق منبع آب زیرزمینی با استفاده از GIS در استان شاندونگ در بخش پایینی رود زرد پرداختند و به این نتیجه رسیدند که پتانسیل بالا، متوسط و کم به ترتیب ۲۹ درصد، ۶۵ درصد و ۶ درصد از منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. حوزه آبخیز سد ایلام منبع آبی بسیار مهمی هم از نظر آب شرب و هم از نظر کشاورزی برای ساکنان این حوضه است و با توجه به کاهش سطح آب در سد ایلام،

گام چهارم: مقایسه زوجی گزینه‌های مختلف به تفکیک هر یک از معیارها و تعیین وزن نسبی گزینه‌ها به تفکیک هر یک از معیارها؛

گام پنجم: تحلیل نتایج، تعیین وزن نهایی هر یک از گزینه‌ها و تعیین اولویت هر یک از آن‌ها؛

یکی از مهم‌ترین کاربردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره، کاربرد آن‌ها در تصمیم‌گیری گروهی است؛ اما تحلیل سلسله مراتبی دارای چند اصل اساسی زیر است:

۱- شرط معکوسی^۱: اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر 1/n خواهد بود.

۲- اصل همگنی^۲: عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل قیاس باشند. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی‌نهایت یا صفر باشد.

۳- وابستگی^۳: هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می‌تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می‌تواند ادامه داشته باشد.

۴- انتظارات^۴: هرگاه تغییر در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد فرآیند ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد.

مطالعات متعددی در داخل و خارج از ایران با این روش انجام شده است. Chenini & Ben Mammou (2010)

توانایی بازیابی منابع آب زیرزمینی در مناطق خشک را با استفاده از GIS و مدل‌های عددی مورد بررسی قرار دادند. Khasheae sivaki و همکاران (2011) با استفاده

از AHP پتانسیل آب زیرزمینی در دشت نیشابور را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که نواحی جنوب غربی دشت قابلیت بالایی در استحصال آب دارند.

به ارزیابی پتانسیل آب زیرزمینی پرداختند و نتیجه گرفتند که بیشترین پتانسیل آب زیرزمینی در

3- Dependency
4- Expectation

1. Reciprocal Condition
2. Homogeneity

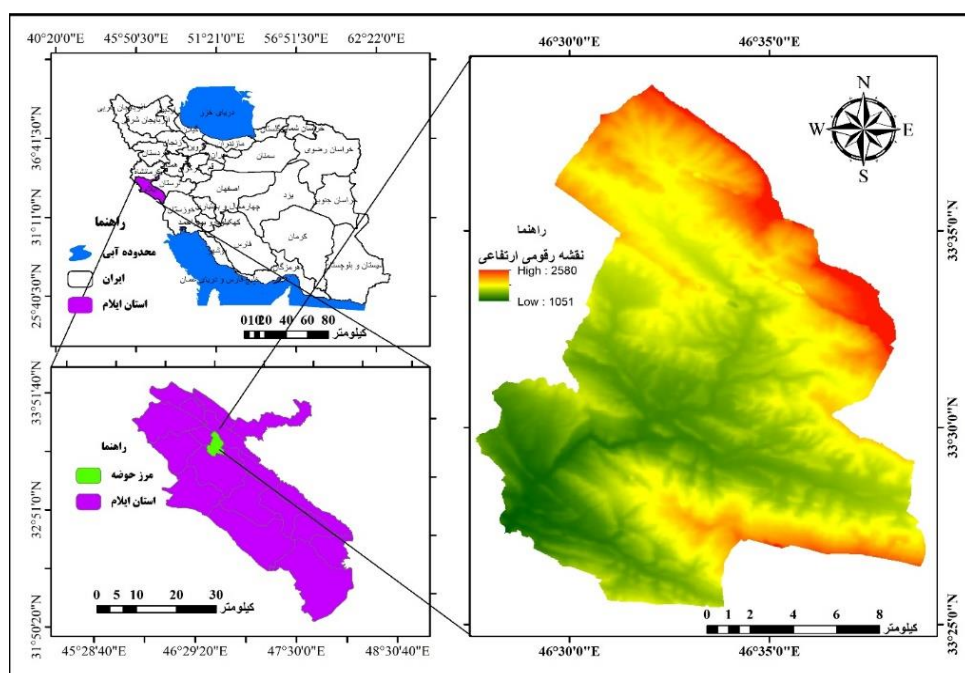
نظر موقعیت جغرافیایی بین $46^{\circ}16'44''$ تا $46^{\circ}18'24''$ طول شرقی و $33^{\circ}19'4''$ تا $33^{\circ}32'12''$ عرض شمالی واقع شده است. از نظر هیدرولوژیکی این حوزه یکی از سرشاخه‌های تأمین‌کننده آب سد ایلام است. این حوزه دارای متوسط ارتفاع ۱۸۲۸ متر، شیب متوسط ۲۰ درصد، متوسط بارش طی دوره آماری ۲۵ ساله بر اساس ایستگاه‌های واقع در حوزه و اطراف آن، ۶۲۳ میلی‌متر، میانگین درجه حرارت سالانه در ایستگاه ایلام ۱۶/۹ درجه سانتی‌گراد و اقلیم منطقه به روش دومارتن، مدیترانه‌ای است (Tavakoli et al., 2017). شکل ۱ موقعیت حوزه آبخیز را در ایلام و ایران نشان می‌دهد.

توجه به موضوع آب‌های زیرزمینی حائز اهمیت است؛ بنابراین در این تحقیق سعی بر آن است تا نقشه پتانسیل آب زیرزمینی زیرحوزه آبخیز گل‌گل با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی تهیه شود که می‌تواند جهت مدیریت منابع آب زیرزمینی و بهره‌برداری از این منابع در منطقه کمک‌کننده باشد

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

زیرحوزه گل‌گل با مساحت حدود ۲۴۹۵۰ هکتار در استان ایلام، در شهرستان‌های ایلام و ملکشاهی به‌عنوان یکی از زیرحوزه‌های سد ایلام قرار گرفته و از



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1- Location of the study area

تهیه شد. به‌منظور تهیه نقشه پتانسیل آب زیرزمینی هفت معیار شیب، تراکم زهکشی، خطواره، کاربری اراضی، زمین‌شناسی، خاک و بارش انتخاب شد. ۱- زمین‌شناسی: این نقشه در چهار طبقه گروه بنگستان، سازند کژدمی، لیم‌استون و مخروط افکنه و

روش تحقیق

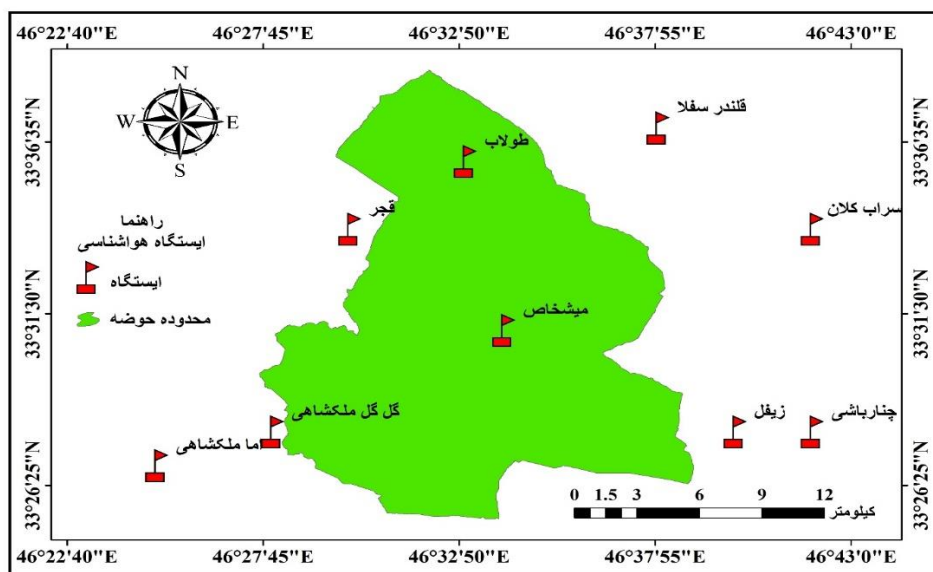
در این تحقیق با توجه به هدف، در مرحله اول، مهم‌ترین پارامترهایی که بر پتانسیل آب زیرزمینی تأثیر می‌گذارند از طریق مطالعات شناسایی و با توجه به نظر اساتید و کارشناسان مشخص شد و نقشه هر یک از پارامترها در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی

استفاده شد. در این روش کارشناسان، معیارهای اصلی را مقایسه کردند و وزن هر کدام محاسبه شد. به منظور وزن‌دهی از مقایسه‌های جفتی به روش ساعتی (Saaty) استفاده شد. بدین ترتیب که در قالب یک پرسش‌نامه، معیارها دوبه‌دو مقایسه و در نهایت ماتریس مقایسات جفتی و وزن نرمال شده معیارها ایجاد گردید. سپس به منظور کنترل نرخ ناسازگاری از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شد. این نرم‌افزار توانایی لازم را جهت تعیین وزن نسبی معیارها را نسبت به یکدیگر دارد. در روش تحلیل سلسله مراتبی اگر نرخ سازگاری کمتر از ۰/۱ باشد بدین معنی است که مقایسه زوجی معیارها دارای سازگاری مطلوب می‌باشند (Fathizad et al., 2016). در نهایت با توجه به تهیه لایه‌ها و ارزش وزنی که هر کدام از لایه‌ها در روش تحلیل سلسله مراتبی به دست آوردند در محیط GIS و با روی هم‌گذاری لایه‌ها نقشه پتانسیل‌یابی آب زیرزمینی منطقه تهیه شد. ارزش عددی در روش تحلیل سلسله مراتبی بر اساس جدول (۱) تعیین می‌شود.

تراس طبقه‌بندی شد. برای بررسی این لایه، نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ کشور استفاده شد.
 ۲- کاربر اراضی: با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ و در محیط ENVI و به روش طبقه‌بندی نظارت شده تهیه شد.
 ۳- خطواره: با استفاده از نقشه DEM ۳۰ متری این لایه تهیه شد.
 ۴- تراکم زهکشی: این لایه با استفاده از نقشه DEM و با استفاده از زبانه هیدرولوژی در GIS ایجاد شد.
 ۵- شیب: این لایه با استفاده از نقشه DEM و بر حسب درجه تهیه شد.
 ۶- خاک: برای تهیه این لایه از نقشه آماده اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان ایلام استفاده شد.
 ۷- بارش: با توجه به ایستگاه سینوپتیک و باران‌سنجی داخل و خارج از حوضه و با استفاده از روش درون‌یابی IDW نقشه هم‌باران در GIS تهیه گردید (شکل ۲).

روش AHP

در مرحله بعد، در این تحقیق به منظور وزن‌دهی به هر کدام از معیارها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)



شکل ۲- ایستگاه‌های هواشناسی داخل و خارج حوضه مورد مطالعه

Figure 2- Location of the climatology stations

جدول ۱- ارزش معیارها نسبت به یکدیگر در روش تحلیل سلسله مراتبی

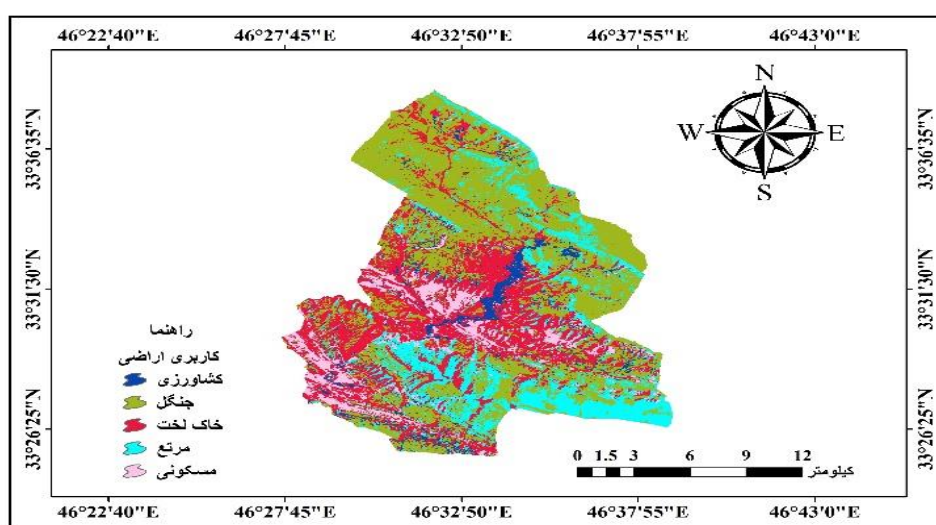
Table 1- The value of the criteria compared to each other in the AHP method

ارزش عددی Numerical value	ترجیحات Preferences
2,4,6,8	ترجیح بین فواصل زیر Preference between the following intervals
1	مطلوبیت یکسان Same desirability
3	کمی مطلوبتر A little more desirability
4	مطلوبیت قوی Strong desirability
7	مطلوبیت خیلی قوی Very strong desirability
9	کاملاً مطلوبتر Absolutely more desirable

شیب از عواملی است که بر تراکم زهکشی اثر می‌گذارد. هر چه تراکم زهکشی بیشتر باشد پتانسیل آب زیرزمینی کمتر است. کاربری‌های کشاورزی و جنگل بیش‌ترین پتانسیل و مناطق مسکونی دارای کم‌ترین پتانسیل از نظر آب زیرزمینی می‌باشند. لازم به ذکر است که در نقشه زمین‌شناسی kbgp نشان‌دهنده گروه بنگستان، کژدم، سروگ و ایلام، KEpd-gu سازند کژدمی، OMas هوازده و لیم استون و Qft1 مخروط افکنه و تراس (آبرفت‌های قدیمی) می‌باشند.

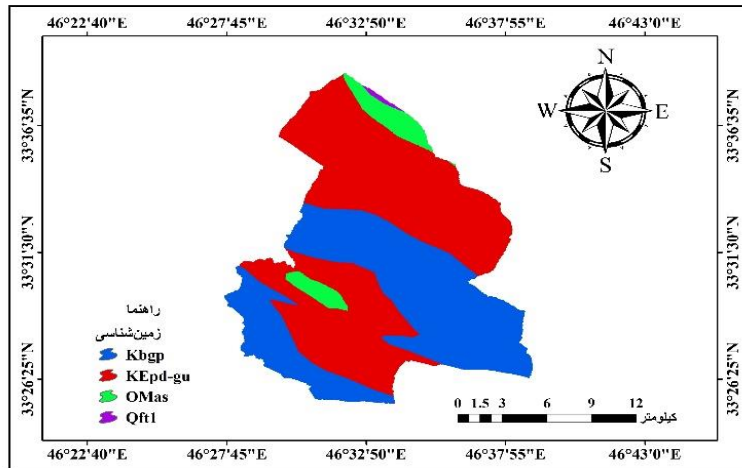
نتایج

لایه‌های اولیه مورد استفاده برای تهیه نقشه پتانسیل آب زیرزمینی در شکل‌های ۲ تا ۸ ارائه شده است و درصد مساحت هر کدام از این لایه‌ها در جدول (۳) ارائه شده است. شیب از معیارهای مهم در پتانسیل آب زیرزمینی است به این ترتیب که با افزایش شیب سرعت رواناب بیشتر می‌شود و از میزان نفوذ کاسته می‌شود بنابراین میزان آب زیرزمینی نیز کم می‌شود. از طرفی



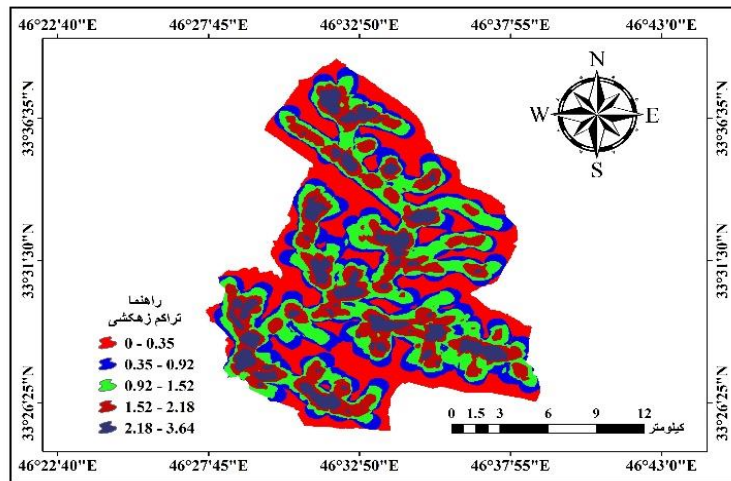
شکل ۳- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

Figure 3 - Land use map of the study are



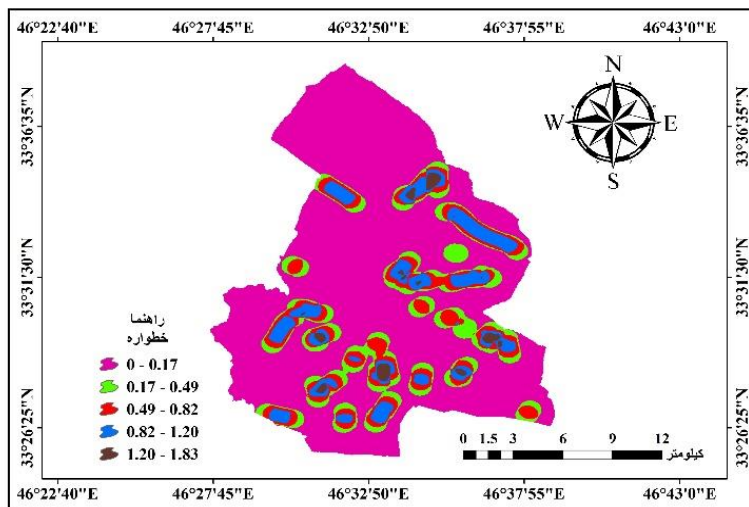
شکل ۴- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

Figure 4- Geology map of the study area



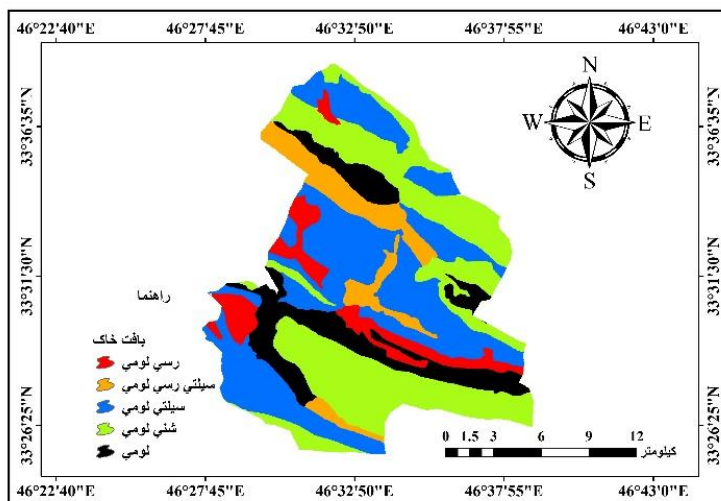
شکل ۵- نقشه تراکم زهکشی منطقه مورد مطالعه

Figure 5- Drainage density map of the study area

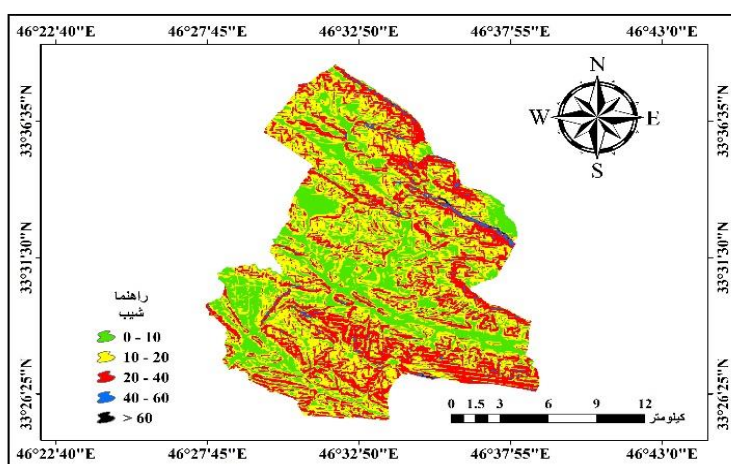


شکل ۶- نقشه تراکم خطواره منطقه مورد مطالعه

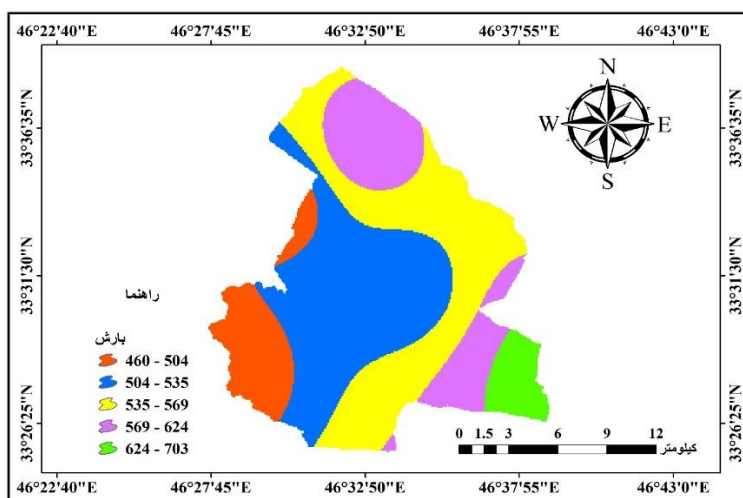
Figure 6- Lineament density map of the study area



شکل ۷- نقشه خاک منطقه مورد مطالعه
Figure 7 - Soil map of the study area



شکل ۸- نقشه شیب منطقه مورد مطالعه
Figure 8- Slope map of the study area



شکل ۹- نقشه بارش منطقه مورد مطالعه
Figure 9- Precipitation map of the study area

تعیین گردید (جدول ۲)؛ که نرخ سازگاری به‌دست‌آمده (۰/۰۹) نشان‌دهنده سطح مطلوبی از سازگاری در مقایسه زوجی است. ارزیابی معیارها نشان داد که زمین‌شناسی با ۰/۳۴۷ بیش‌ترین و بارش با ۰/۰۵۴ کمترین میزان اثرگذاری را دارا می‌باشند.

پس از اخذ نظر کارشناسان در مورد ارجحیت معیارهای موردبررسی، ارزش عددی هر کدام از این فاکتورها به صورت زوجی نسبت به هم مشخص شد. سپس این ارزش‌های وزنی به نرم‌افزار Expert Choice انتقال یافتند و وزن هر کدام از معیارها و نرخ سازگاری

جدول ۲- میزان تأثیرگذاری معیارهای موردبررسی

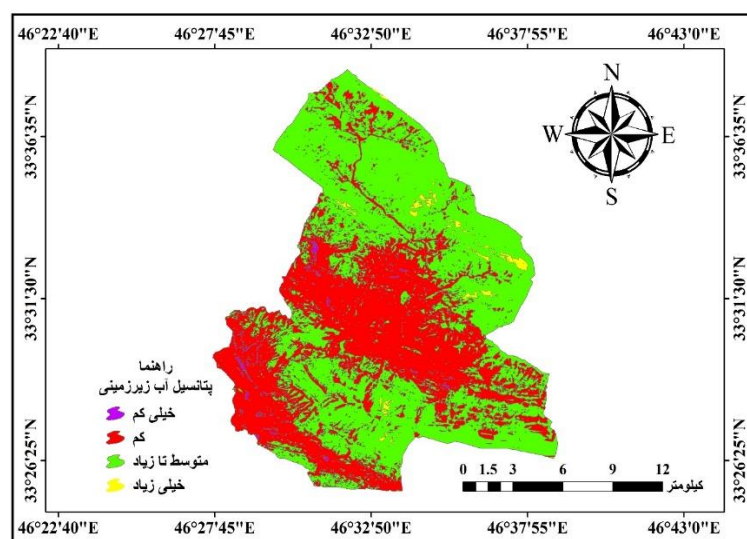
Table 2- The effectiveness of the examined criteria

معیار	زمین‌شناسی	کاربری اراضی	خطواره	شیب	زهکشی	خاک	بارش	وزن (اثرگذاری)
زمین‌شناسی (Geology)	1							0.347
کاربری اراضی (Landuse)	1.4	1						0.191
خطواره (Lineament)	1.3	2	1					0.143
شیب (Slope)	1.6	3	2	1				0.129
زهکشی (Drainage)	1.3	5	2	4	1			0.074
خاک (Soil)	1.4	2	1	3	2	1		0.062
بارش (Rainfall)	1.4	2	3	3	2	4	1	0.054
نرخ سازگاری (Compatibility rate)								0.09

جغرافیایی با استفاده از روش weighted overlay هر کدام از لایه‌های رستری با توجه به درصد اثرگذاری هم‌پوشانی شدند و نقشه پتانسیل آب زیرزمینی حوزه آبخیز سد ایلام در چهار طبقه به دست آمد (شکل ۱۰) و مساحت هر کدام از طبقات مشخص شد (جدول ۳).

نقشه پتانسیل آب زیرزمینی

پس از تهیه لایه‌های مختلف در محیط GIS و ENVI و همچنین ارزش‌گذاری هر کدام از معیارها با توجه به نظر کارشناسان و تعیین وزن هر کدام از معیارها در نرم‌افزار Expert Choice، در سامانه اطلاعات



شکل ۱۰- پتانسیل آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

Figure 10- Groundwater potential of the study area

جدول ۳- مساحت معیارهای مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه

Table 3- The area of the investigated criteria in the study area

مساحت (%)	معیار (Criteria)
	زمین‌شناسی (Geology)
41	Kbgp
53.8	KEpd-gu
4.8	OMas
0.4	Qft1
	کاربری اراضی (Land use)
42.97	جنگل (Forest)
28.25	خاک لخت (Bare soil)
4.9	کشاورزی (Agriculture)
16.7	مرتع (Range)
7.18	مسکونی (Urban)
	تراکم خطواره (Lineament Density)
74.15	0 – 0.17
9.22	0.17 – 0.49
8.28	0.49 – 0.82
7.14	0.82 – 1.20
1.21	1.20 – 1.83
	شیب (Slope)
27.34	0 -10
40.75	10 – 20
30.1	20 – 40
1.55	40 – 60
0.26	>60
	تراکم زهکشی (Drainage Density)
28.5	0 – 0.35
19.7	0.35 – 0.92
23	0.92 – 1.52
19.4	1.52 – 2.18
9.4	2.18 – 3.46
	خاک (Soil)
7.8	رسی لومی (Loamy Clay)
8.75	سیلتی رسی لومی (Silt Clay Loamy)
35.35	سیلتی لومی (Loamy Silt)
34.06	شنی لومی (Loamy Sandy)
14.04	لومی (Loamy)
	بارش (Rainfall)
11.32	460 – 504
34.38	504 – 535
31.9	535 – 569
17.2	569 – 624
5.2	624 - 703
	پتانسیل آب زیرزمینی (Groundwater Potential)
0.98	خیلی کم (Very Low)
41.8	کم (Low)
55.9	متوسط تا زیاد (Moderate to High)
1.32	خیلی زیاد (Very High)

بحث

به دلیل اینکه حوزه آبخیز سد ایلام منبع اصلی تأمین آب شرب و کشاورزی آبخیزنشینان این منطقه است و از طرفی به دلیل خشک‌سالی و کاهش سطح آب سد ایلام دلیل اصلی پرداختن به موضوع آب زیرزمینی در این منطقه بود. معیارهای تأثیرگذار در این پژوهش شامل هفت فاکتور زمین‌شناسی، شیب، کاربری اراضی، خاک، خطواره، تراکم زهکشی و بارش بودند که از روش AHP و Expert Choice برای محاسبه اهمیت وزن این معیارها استفاده شد. نتایج حاصل از ارزش‌گذاری‌ها نشان داد که معیارهای زمین‌شناسی و کاربری اراضی به ترتیب با وزن ۰/۳۴۷ و ۰/۱۹۱ دارای بیش‌ترین و خاک و بارش با ۰/۰۶۲ و ۰/۰۵۴ دارای کم‌ترین اهمیت جهت پتانسیل آب زیرزمینی هستند؛ که با نتایج (Adiat et al, 2012) و (Haghighi et al, 2023) مطابقت دارد. پس از ترکیب معیارها با استفاده از وزن هر کدام مشخص شد که حوضه از نظر پتانسیل آب زیرزمینی دارای یکنواختی نیست که با نتایج (Sekar & Randhir, 2007) و (Haghighi et al, 2023) همخوانی دارد. حوضه مورد مطالعه دارای چهار بخش شامل پتانسیل خیلی کم، کم، متوسط تا زیاد و خیلی زیاد است؛ که بخش اعظمی از حوضه پتانسیل متوسط تا زیادی برای آب زیرزمینی دارد که این بخش دارای پوشش جنگلی و مرتع زیاد، شیب متوسط (۲۰-۴۰ درجه) و تراکم زهکشی بالا و مقدار بارش زیاد است که با نتایج (Sori et al, 2017) مطابقت دارد. بخش قابل‌توجهی از حوضه دارای خاک لوم و شن است که دارای نفوذپذیری بالایی هستند و می‌توانند آب را در خود نفوذ داده و باعث افزایش آب زیرزمینی شوند. سازند کژدمی دارای پتانسیل متوسط تا زیاد و سازند گروه بنگستان دارای پتانسیل کم است. به‌طور کلی شمال حوضه دارای پتانسیل متوسط تا زیاد، جنوب حوضه دارای پتانسیل کم و بخش کوچکی از شرق حوضه دارای پتانسیل بالایی از آب زیرزمینی

هستند. روش تحلیل سلسله مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی روش‌هایی ساده، سریع و به‌صرفه‌ای هستند که می‌توانند در بسیاری از مسائل محیطی مورد استفاده قرار بگیرند و می‌توانند در تصمیمات مدیریتی کارآمد و مفید باشند. همان‌طور که Kheirkhah و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در نطنز نشان داد که تحلیل سلسله مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی دارای توانایی کافی جهت مکان‌یابی آب زیرزمینی هستند. همچنین Haghighi و همکاران (۲۰۲۳) در تحقیقی به بررسی پتانسیل منابع آب زیرزمینی با استفاده از روش سلسله مراتبی- فازی در دشت بم-نرماشیر پرداختند و بر کارایی این روش با سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور صحه گذاشتند.

نتیجه‌گیری

به دلیل زمان‌بر بودن و هزینه‌بر بودن روش‌های سنتی، ضروری است که از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مثل روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شود. از طرفی، بهره‌برداری متناسب با پتانسیل منابع آب زیرزمینی، یکی از روش‌های مدیریت این منابع در راستای توسعه پایدار است. می‌توان گفت که تعیین مناطق دارای پتانسیل آب زیرزمینی در ایران با توجه به کمبود داده و اطلاعات با استفاده از ترکیب علوم مکانی و تحلیل‌های چندمعیاره ضروری است، به دلیل اینکه از نتایج حاصل از این بررسی‌ها می‌توان در برنامه‌ریزی برای مدیریت منابع آب و همچنین بحث آبخوان‌داری استفاده کرد که می‌تواند مدیران را در جهت برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری از این منابع یاری کند. در نهایت پیشنهاد می‌شود با توجه به اینکه اصلی‌ترین محدودیت این روش تحقیقی ارزش‌گذاری بر اساس نظر کارشناسان است ایجاد یک مدل که شامل جامعیت نظرات باشد ضروری است و همچنین به دلیل کمبود داده در کشور بهتر است بانک اطلاعات مربوط به آب‌های زیرزمینی تشکیل شود.

References

- Abbasi, S. & Hedari, M. (2016). Assessment of ground water potential using AHP techniques and fuzzy logic (case study: Northern basin of Ilam province), *Hydrogeomorphology*, 6, 75-93. (In Persian).
- Adiat, K.A.N., Nawawi, M.N.M. & Abdullah, K. (2012). Assessing the accuracy of GIS-based elementary multi criteria decision analysis as a spatial prediction tool—A case of predicting potential zones of sustainable groundwater resources. *J. Hydrol*, 440, 75–89.
- Alizadeh, A. (2003). Principales of applied hydrology. University of mashhad press. (In Persian).
- Chenini, I. & Ben Mammou, A. (2010). Groundwater Recharge Study in Arid Region: An Approach Using GIS Techniques and Numerical Modeling, *Computers & Geosciences*, 36, 801-817.
- Duguma, T.A. (2023). RS and GIS analysis of the groundwater potential zones in the Upper Blue Nile River Basin, Ethiopia. *Hydrology*, 46, 101344.
- Fathizad, H., Alipour, H., Hashminasab, S.N. & Karimi, H. (2016). potential of underground water through the Analytical Hierarchy Process (AHP) Using remote sensing and geographic information system (case study: mahdishahr). *Hydrogeomorphology*, Number 8, pp. 1-20. (In Persian).
- Ghaforinia, A. (2006). Hydro climatology balance analysis of Hamedan spring plain aquifer and evaluation using computer models PMWIN. Mcs thesis, faculty of agriculture. Bu-Ali sina university. (In Persian).
- Haghighi, A., Nohtani, M., Dahmardeh Ghaleno, M.R. & Rafiei Sardooi, E. (2023). Evaluating and detecting potential of groundwater resources using Fuzzy-AHP method and remote sensing data (Case study: Bam-Narmashir plain). *Integrated Watershed Management*, 3 (1), 16-37. doi: 10.22034/iwm.2023.2001770.1075.
- Kaliraj, S., Chandrasekar, N and Magesh, N.S. (2014). Identification of potential groundwater recharge zones in Vaigai upper basin, Tamil Nadu, using GIS-based analytical hierarchical process (AHP) technique. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(4), 1385-1401.
- Khasheae sivaki, A., Ghahraman, B. & Kochakzadeh, M. (2011). Assessment of the potential of extracting water from the aquifer using the fuzzy hierarchical analysis method (case study: Neyshabur Plain), Iran Water Research, No. 9, pp. 171-180. (In Persian).
- Kheirkhah, M., Naseri H. R., Dawoodi M. H. & Salami, H. (2017). Using Hierarchical Analysis Method for prioritizing suitable places for construction of underground Dam (Case Study: Northern Domain of Karkas-Natanz Mountains). *Journal of research and construction*. 79(1), 1-12. (In Persian)
- Li, Y., Abdelkareem, M. & Al-Arifi, N. (2023). Mapping Potential Water Resource Areas Using GIS-Based Frequency Ratio and Evidential Belief Function. *Water*, 15, 480.
- Mahdavi, M. (2008). Applied hydrology volume II, Tehran university press. 240 p. Book.
- Mahdavi, A. & Akhavan, S. (2018). Locating and prioritizing areas prone to artificial groundwater feeding based on Boolean logic, overlapping method and fuzzy logic. *Iran Scientific Journal of Irrigation and Drainage*, 12, 5, 1253-1265. (In Persian).
- Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*. 20(7), 703 – 726.
- Papi, R., S. Hamzeh. & Soleimani, M. (2020). Locating areas prone to artificial groundwater feeding with AHP Fuzzy method in Tehran province. *Scientific-Research Journal of Watershed Engineering and Management*, Year 12, Number 1, pp. 282-297. (In Persian).
- Sekar, I. & Randhir, T. O. (2007). Spatial assessment of conjunctive water harvesting potential in watershed systems. *Journal of Hydrology*, 334(1-2), 39-52.

- Sori, S., Baharvand, S. & Amiri, V. (2017). Finding the potential of underground water resources using the fuzzy hierarchy method (Case study: Rumeshgan Plain). *Environmental Geology Quarterly*, Year 11, Number, 40, p. (In Persian).
- Tavakoli, M., Karimi, H. & Norolahi, H. (2017). Impact of climate change on water resource (case study: ILAM dam watershed). *Journal of Watershed Engineering and Management*, 10, 2, 157-170.

Presentation of management responses regarding the strategy of improving the water resources status of Zayandeh Roud Watershed

Ali Talebi*, Zeinab Karimi

Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

* Corresponding author: talebisf@yazd.ac.ir

(Received: 17 October 2023

Revised: 11 November 2023

Accepted: 09 December 2023)

Extended Abstract

Introduction: In arid and semi-arid regions, water is considered as the most important restrictive factor in drinking, industry and agriculture. In this regard, Zayandehroud River is a prominent example of human and environmental concerns in this climate. Due to the large area of the Zayandeh Roud Watershed and the difficulty of developing and implementing a comprehensive participatory management model for the entire watershed, one of the upstream sub-watersheds of the Zayandeh roud Dam was selected for this study based on the Eskandari sub-watershed. This sub-watershed is important because its outlet leads to Zayandeh roud Dam. In addition, this sub-watershed is one of the most important sources of agricultural water supply, drinkable water, and industry in the region and province of Isfahan. Therefore, this study aims to present management responses regarding the strategy of improving the water resources status of the Eskandari sub-watershed with a logical framework approach.

Materials and methods: First, the water resources status of the Eskandari sub-watershed was investigated using the Falkenmark index (FI). This index classifies the regions according to the annual renewable per capita volume (RW) for the provision of water resources. Based on the annual renewable per capita volume per person (m^3 /person), the FI is as follows: no stress ($FI < 1700$), stress ($1000-1700$), water low water ($500-1000$) and absolute deficiency ($FI > 500$). In the following, in order to achieve the goals of integrated watershed management, the logical framework approach was used. Therefore, by identifying the stakeholders and organization of workshops, a problem tree and objectives for the desired strategy was drawn and a logical framework matrix was prepared based on the tree of objectives. In this research, 30 members from stakeholders (random sampling method) were selected as the sample for the resident questionnaire. In other words, the main, sub-goals, achievements, and activities in order to solve the stated problem were extracted from the objectives tree and classified in the framework of the logical framework matrix. Also, the opinion of 28 experts was also considered as a large group decision-making to prioritize items. The expert group consisted of experts from the Departments of Natural Resources and Watershed Management, Environment, Regional Water, and also scientific members of universities of Yazd and Esfahan, and some members of the village council. In the following, for the assessment, prioritization, and feasibility of doing any management response, first, the criteria and indicators for measuring different responses related to the status of the water resources of the Eskandari sub-watershed were determined. Then, the prioritization and selection of responses were done using the questionnaire method and the Friedman's test.

Results and Discussion: The results of the research showed that the amount of renewable water per person is $637.60 m^3$. According to the classification provided by Falkenmark, this shows that the Eskandari sub-watershed is in the low water category. In the following, the results of the logical framework showed that the response of the development of optimal allocation plans for water consumption and regulation of water rights has been assigned the highest score according to the indicators and criteria considered. The responses to the strengthening of supervisory and executive mechanisms and modification of laws and regulations for issuance of exploitation licenses and also, preparation and compilation of integrated water resources management plan were the next priorities in terms of status improvement, respectively. In addition, the results of the significance test indicate a significant effect of managerial responses at five percent 0.05 ($P=0.00$).

Conclusion: This study aimed to provide optimal management responses regarding the strategy of improving the status of water resources based on the expectations and perceptions of the stakeholders. Therefore, due to the ineffectiveness of the solutions in recent years, the implementation of the integrated management program of the Eskandari sub-watershed through the logical framework approach and the participation of all stakeholders is suggested in order for the principled and sustainable exploitation of water resources. Also, reinforcement of regulatory laws is recommended in order to observe water rights and access more equity in exploitation. In addition, in order to reduce water scarcity and improve the condition of watershed, the policies of the water sector should be enforced in a larger framework and with internal and external cooperation.

Keywords: Management responses, Stakeholders, Logical framework, Eskandari sub-watershed, Falkenmark

Citation: Talebi, A., & Karimi, Z. (2023). Presentation of management responses regarding the strategy of improving the water resources status of Zayandeh Roud Watershed. *Integrated Watershed Management*, 3(4), 74-91. doi: 10.22034/iwm.2023.2013798.1110

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



ارائه پاسخ‌های مدیریتی در راستای راهبرد بهبود وضعیت منابع آب حوزه آبخیز زاینده‌رود

علی طالبی*، زینب کریمی

گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران

*نویسنده مسئول: talebisf@yazd.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۵

چکیده

هدف این پژوهش، ارائه پاسخ‌های مدیریتی در مورد راهبرد بهبود وضعیت منابع آب زیرآبخیز اسکندری با رویکرد چارچوب منطقی می‌باشد؛ بنابراین، ابتدا با استفاده از شاخص فالکن مارک وضعیت منابع آب زیرآبخیز اسکندری مورد بررسی قرار گرفت. سپس با شناسایی ذینفعان و تشکیل کارگاه‌هایی، درخت مشکلات و اهداف برای راهبرد موردنظر ترسیم و ماتریس چارچوب منطقی بر اساس درخت اهداف تهیه شد. در نهایت، اولویت‌بندی و انتخاب پاسخ‌ها با استفاده از روش پرسش‌نامه و آزمون فریدمن انجام پذیرفت. نتایج پژوهش نشان داد که میزان آب تجدیدپذیر به ازای هر نفر، ۶۳۷/۶۰ مترمکعب است که بر اساس طبقه‌بندی ارائه‌شده توسط فالکن مارک، زیرآبخیز اسکندری در طبقه کم‌آبی قرار دارد. در ادامه نتایج چارچوب منطقی نشان داد، پاسخ توسعه برنامه‌های تخصیص بهینه مصرف آب و تنظیم حق‌آبه بیش‌ترین امتیاز را با توجه به شاخص‌ها و معیارهای در نظر گرفته‌شده به خود اختصاص داده است. پاسخ‌های تقویت سازوکارهای نظارتی و اجرایی و اصلاح قوانین و مقررات صدور مجوزهای بهره‌برداری و همچنین، تهیه و تدوین برنامه مدیریت جامع منابع آب، اولویت‌های بعدی را از نظر بهبود وضعیت به خود اختصاص دادند. ضمن اینکه نتایج حاصل از آزمون معناداری، دلالت بر اثر معنی‌دار پاسخ‌های مدیریتی را در سطح پنج درصد ($P=0.00$) نشان می‌دهد. در مجموع؛ به دلیل مؤثر نبودن راهکارها در سال‌های اخیر، اجرای برنامه مدیریت جامع زیرآبخیز اسکندری از طریق رویکرد چارچوب منطقی و مشارکت تمامی ذینفعان به‌منظور بهره‌برداری اصولی و پایدار منابع آب پیشنهاد می‌شود. هم‌چنین، تقویت قوانین نظارتی به‌منظور رعایت حق‌آبه و دسترسی بیش‌تر عدالت در بهره‌برداری پیشنهاد می‌شود. ضمن اینکه، به‌منظور کاهش کم‌آبی و بهبود وضعیت در حوضه، پیشنهاد می‌شود سیاست‌های بخش آب در یک بستر بزرگ‌تر و با همکاری‌های درون و برون‌سازمانی انجام شود.

واژه‌های کلیدی: پاسخ‌های مدیریتی، ذینفعان، رویکرد چارچوب منطقی، زیرآبخیز اسکندری، فالکن مارک

استناد: طالبی، ع؛ و کریمی، ز. (۱۴۰۲). ارائه پاسخ‌های مدیریتی در راستای راهبرد بهبود وضعیت منابع آب حوزه آبخیز زاینده‌رود. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز (۴)، ۳، ۷۴-۹۱.

حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این نشریه به‌صورت آزاد در وبسایت نشریه برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترسی است.

مقدمه

بحران آب، یکی از چالش‌های جهانی است که پایداری جهان در آینده را تهدید می‌کند. برداشت بی‌رویه از منابع آب برای تأمین نیاز غذایی در حال رشد بشر، مهم‌ترین دلیل این بحران است (Salari et al., 2022). در این راستا، افزایش سطح زیر کشت، کاهش نزولات آسمانی، تداوم خشک‌سالی‌های اخیر و از همه مهم‌تر برداشت بی‌رویه از منابع آب، سبب عدم تعادل منابع و مصارف و به تبع آن موجب کاهش شدید جریان‌ات سطحی و افت شدید سطح منابع آب زیرزمینی در اغلب مناطق کشور شده است (Raja et al., 2018). ضمن اینکه، تولید محصولات کشاورزی از جمله آب‌برترین فرآورده‌ها محسوب می‌شود. بر اساس آمار ارائه‌شده توسط سازمان خواروبار جهانی، فائو، سالانه بین ۷۰ تا ۹۰ درصد از آب‌های برداشتی از منابع آب سطحی و زیرزمینی جهان به بخش کشاورزی اختصاص داده می‌شود (Karandish et al., 2018). در کشورهای در حال توسعه، به‌ویژه کشورهایی که تولید ناخالص ملی آن‌ها، بیش‌تر مبتنی بر کشاورزی بوده و یا تلاش در جهت کاهش وابستگی به واردات غذا دارند، این سهم بیش‌تر از کشورهای صنعتی است. ایران نیز از جمله کشورهایی است که پس از وقوع انقلاب اسلامی، با تدوین سیاست‌های جدید در بخش کشاورزی با هدف افزایش خودکفایی در تولید، بخش زیادی از منابع آب خود را صرف تأمین غذای مورد نیاز مردم در کشور نموده است (Salari et al., 2022). یافته‌های پژوهشی برای ایران نشان می‌دهد که بر اساس تحلیل‌های سالانه در مقیاس کشوری، ایران در شرایط کم‌آبی متوسط قرار گرفته و مصرف سالانه ۴۶

درصد از منابع آب در بخش کشاورزی، ناپایدار محسوب می‌شود (Karandish, 2019). ضمن اینکه، ایران، علاوه بر کمبود فیزیکی آب به دلایلی همچون واقع شدن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان، پایین بودن ظرفیت کارایی تکنیکی به دلیل تحریم‌های سیاسی و اقتصادی و تغییر اقلیم و خشک‌سالی‌ها به وجود آمده است، از تنش‌های مدیریتی آب در بخش کشاورزی نیز رنج می‌برد (Karandish, 2021)؛ لذا ضرورت به‌کارگیری سیاست‌های منطقی و کارآمد مدیریت منابع آب سطحی و زیرزمینی بیش از هر زمان دیگر مطرح شده است (Safavi et al., 2010). در این راستا، منابع آب باید به‌صورت یکپارچه مدیریت شوند تا کمبود آب در فصل‌های خشک را جبران کند (Zibai et al., 2013)؛ بنابراین، مفهوم توسعه پایدار آب به معنای تأمین نیاز جمعیت فعلی بدون اثر منفی بر توانایی تأمین نیازهای نسل‌های آینده است (Bithas, 2008). لذا، لازم است روش‌های مناسبی جهت حفظ کمیت و کیفیت منابع آب در جهت توسعه پایدار اتخاذ گردد (Fallah et al., 2012). بر همین اساس، محققین و نهادهای بین‌المللی شاخص‌های متفاوتی را برای سنجش وضعیت پایداری منابع آبی نقاط مختلف دنیا پیشنهاد کرده‌اند. در اکثر این شاخص‌ها بر روی منابع آبی موجود کشورها و مناطق مختلف دنیا تأکید شده است و از معیارهایی مانند سرانه آب و یا درصد تجدیدپذیر سالانه برای ارزیابی وضعیت کنونی و پیش‌بینی وضعیت آتی استفاده شده است. در این راستا، شاخص‌های متعددی از جمله شاخص تنش آبی (WSI)^۱، شاخص حداکثر اراضی فاریاب (MILI)^۲ و شاخص فالکن مارک (FI)^۳ را می‌توان به کار برد

2. Maximum Irrigated Lands Index
1. Falkenmark Index

1. Water Stress Index

مدیریت جامع است. این رویکرد موجب خواهد شد تا منابع سرمایه‌ای (منابع طبیعی) آبخیزها به‌طور عادلانه‌ای مدیریت شده و توسعه یابند. هم‌چنین با اجرای این رویکرد، دستیابی به اهداف توسعه پایدار اجتماعی-اقتصادی ممکن خواهد شد و توانایی نسل‌های آینده برای تأمین نیازها خدشه‌دار نمی‌شود (Mutekanga, 2012). ضمن اینکه، مدیریت جامع و یکپارچه حوزه آبخیز، مدیریت منابع طبیعی با نگرش سیستمی است که نقش ویژه‌ای در بهره‌برداری مناسب، درست و پایدار این منابع دارد و البته مدیریت جامع بدون توجه به نقش جوامع محلی آبخیز (ذینفعان کلیدی) مناسبات و مشارکت آن‌ها در سطوح مختلف از تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی تا بهره‌برداری، محقق نخواهد شد (Athari et al., 2015).

در این راستا، در پژوهش حاضر برای اجرای مدیریت جامع آبخیز از رویکرد چارچوب منطقی (LFA)^۳ استفاده شد. تحلیل مبتنی بر چارچوب منطقی در دهه ۱۹۶۰ توسط تیمی به راهنمایی لئون روزنبرگ در سازمان فضایی ایالات متحده آمریکا (ناسا) ابداع و به کار گرفته شد. باوجود انتقادات گسترده اولیه بر رویکرد مزبور، به‌تدریج در سازمان‌ها و کشورهای مختلف مورد توجه قرار گرفت و در دهه‌های اخیر، همواره به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از رویه‌های اجرایی مربوط به مدیریت برنام‌ها و پروژه‌ها و هم‌چنین، ارزشیابی آن‌ها بوده است (NORAD, 1994; Vanoppen, 1995). رویکرد مزبور طرحی از مؤلفه‌های برنامه و چگونگی ارتباط بین آن‌ها را ترسیم می‌کند؛ بنابراین، برخورداری از فرآیندی نظام‌مند و

(Karimi & Talebi, 2023). با توجه به اینکه کمبود آب در حوزه آبخیز زاینده‌رود که به یک بحران تبدیل شده است، برای برطرف نمودن این مشکل از دهه ۱۳۳۰ یکسری پروژه‌های توسعه منابع آب در این حوزه انجام شده که پتانسیل آب در دسترس را افزایش داده است. مطالعه حوزه آبخیز زاینده‌رود نشان می‌دهد تصمیم‌گیری در یک حوزه پیچیده برای نزدیک کردن عرضه و تقاضا بدون توجه به جنبه‌های دیگر چه آسیب‌هایی دارد. در این سال‌ها بعد از هر پروژه، کمبود آب با سرعت بیشتری افزایش پیدا کرد به این دلیل که به‌محض افزایش آب در دسترس، منابع آب جدید به‌طور کامل تخصیص پیدا می‌کرد و هیچ آب ذخیره‌ای برای استفاده در خشک‌سالی‌ها باقی نمی‌ماند. افزایش تقاضا، هرچند با افزایش تأمین همراه باشد، آسیب‌پذیری حوزه را در سال‌های خشک بالا می‌برد. هم‌چنین، آن‌ها نتیجه گرفتند که میزان کمبودها با افزایش تأمین آب تغییر نکرده است (Murray-Rust et al., 2002). در این راستا، برای کاربردی بودن پژوهش‌ها و اجرای مدیریت جامع آبخیز (IWM)^۱ ضرورت دارد روش‌ها و مدل‌های جدید بر اساس نیاز و مشارکت ذینفعان^۲ توسعه پیدا کند. درحالی‌که در پژوهش‌های پیشین کمتر به این موضوع پرداخته شده است. درواقع، عدم توجه به نیازهای ذینفعان سبب شده است از نظر ابزار و متدولوژی پیشرفت داشته باشیم ولی از نظر اجرا به‌خصوص در بستر سیاسی (که تصمیمات آب در بستر آن گرفته می‌شود) موفقیت کمتری حاصل شود (Loucks, 2020). در این راستا، مشارکت ذینفعان، اصل اساسی

4. Logical Framework Approach

2. Integrated Watershed Management

3. Stakeholders

(جنگل) شنا سایی شد. هم‌چنین، Karimi (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی و ارزیابی نقاط ضعف و قوت دو روش LFA و مشارکت روستایی (PRA)^۲ پرداخت. نتایج ایشان نشان داد که تفاوت ماهیتی بین دو روش مذکور وجود ندارد و تمایز اصلی LFA با PRA در این است که LFA عوامل خارجی که می‌تواند بر روی موفقیت یا شکست پروژه‌ها تأثیر بگذارد را از قبل پیش‌بینی می‌کند. هم‌چنین، تمامی ذینفعانی که بر پروژه تأثیر می‌گذارند در تصمیمات کلیدی نقش دارند. لذا، این رویکرد به‌عنوان یک الگوی مناسب برای تصمیم‌گیری بهینه به برنامهریزان معرفی می‌شود. لیکن جمع‌بندی پژوهش نشان می‌دهد، ارائه پاسخ‌های مدیریتی در مورد راهبرد بهبود وضعیت منابع با استفاده از رویکرد چارچوب منطقی کمتر مورد توجه محققین مختلف قرار گرفته است. از این رو، به دلیل وسعت زیاد حوزه آبخیز زاینده‌رود، نبود آمار و اطلاعات، اهداف مدیریت حوزه آبخیز، پیچیده و دشوار بودن توسعه و پیاده‌سازی مدل مدیریت جامع مشارکتی برای کل حوضه و زمان؛ یکی از زیرحوضه‌های بالادست سد زاینده‌رود با مبنای زیرآبخیز اسکندری برای مطالعه پیش‌رو انتخاب شد. این زیرآبخیز از این جهت که خروجی آن به سد زاینده‌رود منتهی می‌شود حائز اهمیت است. ضمن اینکه، این زیرآبخیز یکی از مهم‌ترین منابع اصلی تأمین آب کشاورزی، شرب و صنعت در منطقه و استان اصفهان است؛ بنابراین، پژوهش حاضر با هدف ارائه پاسخ‌های مدیریتی در مورد راهبرد بهبود وضعیت منابع آب در زیرآبخیز اسکندری واقع در بالادست سد زاینده‌رود برنامهریزی شده است.

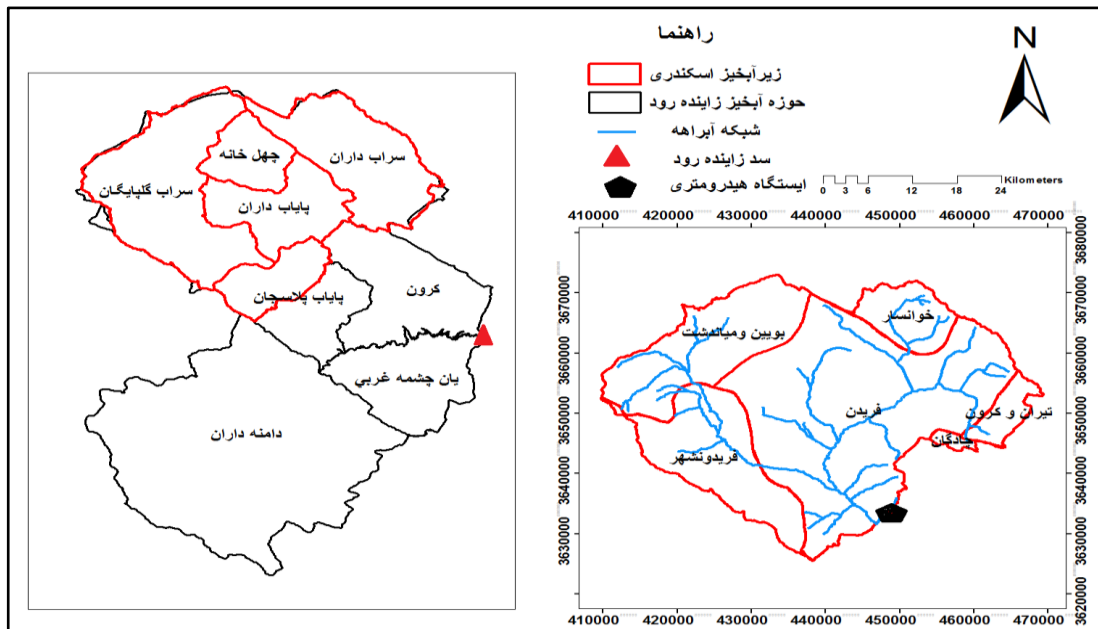
سلسله‌مراتبی برای طرح‌ریزی پروژه‌ها، برنامه‌ها و راهبردهای خرد و کلان از مهم‌ترین ویژگی‌های الگوی یادشده است (Alvandi et al., 2019). در این راستا، مطالعات متعددی توسط پژوهشگران مختلف مبنی بر اهمیت و عملکرد مطلوب استفاده از رویکرد LFA (NORAD, 1995; Alvandi et al., 2019; Jackson, 2000; Jens, 2000; Roduner & Schlappi, 2008; Jensen, 2010; Sheikh et al., 2018; Karimi & Talebi, 2022a; Karimi & Talebi, 2022b; Karimi, 2023; Teerakul; et al., 2023) در شرایط و اهداف مختلف برای ارزیابی و برنامهریزی پروژه‌ها انجام شده است. به‌عنوان مثال؛ Sheikh و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی به تشریح یک چارچوب منطقی به‌منظور طرح‌ریزی راهبردی مدیریت حوزه‌های آبخیز، همراه با یک مثال کاربردی از استفاده این چارچوب برای مدیریت حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان پرداختند. در این پژوهش با توجه به نتایج حاصل از این رویکرد و خروجی کارگاه‌های مشارکتی با حضور ذینفعان، چهار استراتژی کلی تدوین شد. درنهایت با توجه به نتایج حاصل، ۱۵ فعالیت از جمله "احیای اراضی جنگلی تخریب‌شده و کم تراکم از طریق جنگل‌کاری با درختان مثمر و غیرمثمر"، "احداث سازه‌های آبخیزداری در سرشاخه‌ها و احیای رایپرین^۱ آبراهه‌ها و رودخانه‌ها"، "اجرای آموزش‌های ضمن خدمت برای کارشناسان و مدیران در زمینه برنامهریزی، اجرا، پایش و ارزیابی مشارکتی" و "توسعه صنایع فراوری روستایی، تعاونی‌ها و بنگاه‌های کوچک اقتصادی و ایجاد بازار برای افزایش ارزش افزوده محصولات غیرچوبی جنگل" در راستای استراتژی حفظ، احیا و بهره‌برداری اصولی از منابع طبیعی

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

زیرآبخیز اسکندری (۵۰° ۲۰' تا ۵۰° ۳۰' طول شرقی و ۳۲° ۴۲' تا ۳۳° ۱۱' عرض شمالی) با داشتن مساحتی بالغ بر ۱۶۴۹ کیلومتر مربع، میانگین بارندگی سالیانه ۳۳۹ میلی‌متر و درجه حرارت هوا ۹/۸ درجه سانتی‌گراد در آبخیز سد زاینده‌رود واقع شده است. رودخانه پلاسجان که از ارتفاعات شهرستان فریدون‌شهر از توابع استان اصفهان سرچشمه می‌گیرد،

در زیرآبخیز اسکندری جاری می‌باشد و دارای متوسط آبدهی سالانه ۱۳۱ میلیون مترمکعب است (Effectiveness studies of watershed operation in Zayandehroud dam basin, 2021). رودخانه پلاسجان که بعد از زاینده‌رود مهم‌ترین شاخه حوزه آبخیز زاینده‌رود می‌باشد، از ارتفاعات چالک، دره‌رجب و بیدغرب سرچشمه گرفته؛ در جهت شمال به جنوب جریان می‌یابد و پس از طی مسافتی به ایستگاه هیدرومتری اسکندری می‌رسد. اطلاعات مهم در مورد زیرآبخیز آبخیز اسکندری در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- موقعیت زیرآبخیز اسکندری در حوزه آبخیز زاینده‌رود

Figure 1- The location of Eskandari sub-watershed in Zayandeh-Roud Watershed

تجدیدپذیر (RW) طبقه‌بندی می‌کند. بر اساس حجم سرانه سالانه تجدیدپذیر به ازای هر نفر ($m^3/person$)، شاخص فالکن مارک به صورت بدون تنش ($FI > 1700$)، تنش (۱۷۰۰-۱۰۰۰)، کم‌آبی (۱۰۰۰-۵۰۰) و کمبود مطلق ($FI < 500$) طبقه‌بندی شده است.

روش تحقیق

مرحله اول: تعیین وضعیت منابع آب زیرآبخیز

اسکندری

در این پژوهش به منظور تعیین وضعیت پایداری منابع آب منطقه از شاخص فالکن مارک (FI) استفاده شده است (Falkenmark, 1989). این شاخص مناطق را از جهت تأمین منابع آب بر حسب حجم سرانه سالانه

در پژوهش حاضر به‌منظور رسیدن به اهداف مدیریت جامع حوزه آبخیز از رویکرد چارچوب منطقی استفاده شد. این رویکرد که به اختصار به آن "لوگ فرم" می‌گویند یک روش تحلیلی است که در آن اهداف بلندمدت، کوتاه‌مدت، خروجی، فعالیت‌ها و روابط علت و معلول برنامه‌ها و پروژه‌ها شناسایی می‌شود. در واقع، چارچوب منطقی رویکردی ساختاریافته و منطقی برای تنظیم اولویت‌ها و تعیین نتایج و فعالیت‌های مربوط به یک پروژه است. رویکرد مزبور الگویی از مؤلفه‌های برنامه و چگونگی ارتباط بین آن‌ها را ترسیم می‌کند (Kragt, 2009; Karimi, 2023). به عبارت دیگر، چارچوب مدل مفهومی می‌تواند در قالب روابط علت و معلولی، ساختار سیستم مورد مطالعه را در سطح قابل قبولی از جزئیات و در عین حال به شکل ساده‌شده نمایش دهد (Badham et al., 2019). هفت مرحله مشخص در روش LFA وجود دارد (شکل ۲) که بر اساس دو فرآیند اساسی تحلیل و طرح‌ریزی طبقه‌بندی شده است (Alvandi et al., 2019). در این راستا با الگو گرفتن از رویکرد مذکور، پژوهش حاضر به‌منظور ارائه پاسخ‌های مدیریتی در مورد راهبرد بهبود وضعیت منابع آب انجام شد.

در این روش، ابتدا حجم آب تجدیدپذیر با توجه به رابطه ۱ محاسبه شد (Shahedi et al., 2013). در این معادله، R و I به ترتیب رواناب و حجم نفوذیافته ناشی از بارش، R_o و R_i به ترتیب رواناب‌های ورودی و خروجی، G_o و G_i به ترتیب جریان‌های زیرزمینی ورودی و خروجی است.

$$RW = R + R_i + I - R_o + G_i - G_o \quad (1)$$

لازم به ذکر است، منابع اطلاعات مورد نیاز به‌منظور بررسی وضعیت منابع آب آبخوان‌های حوزه آبخیز اسکندری بر اساس اطلاعات شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان و گزارش بیان منابع آب زیرآبخیز اسکندری (Effectiveness studies of watershed (operation in Zayandehroud dam basin, 2021 تهیه شد.

لازم به ذکر است، اطلاعات مربوط به جمعیت شهرستان‌های حوزه آبخیز اسکندری؛ بر اساس آخرین سرشماری سالنامه‌های آماری شهرستانی استان اصفهان (Statistical yearbook of the province of Isfahan, 2021) تهیه شد.

مرحله دوم: استفاده از رویکرد چارچوب منطقی (LFA) به‌منظور اجرای مدیریت جامع آبخیز

مراحل برنامه‌ریزی	مراحل تحلیل
طرح و چارچوب پروژه	تحلیل ذینفعان
برنامه‌ریزی فعالیت‌ها	تحلیل مشکل
بودجه‌بندی	تحلیل هدف
	انتخاب پروژه و استراتژی

شکل ۲- مراحل مختلف در روش LFA

Figure 2- Different stages in the LFA method

را که گروه با آن مواجه است، روی تنه درخت فرضی یادداشت کنند. اعضای گروه باید در ریشه‌های این درخت علل مسئله و در شاخه‌های آن پیامدهای مسئله را بنویسند. ریشه‌ها، علت‌های به وجود آمدن آن مشکل

(ب) تحلیل مشکلات (درخت مشکل) و اهداف درخت مشکل یکی از تکنیک‌های حل مسئله است. به‌منظور انجام این تکنیک از گروه ذینفع خواسته شد که ضمن هم‌فکری و مشورت با یکدیگر، مسئله اصلی

اساس منطق کار نوشته می‌شود (Roduner & Schlappi, 2008; Sheikh et al., 2018).

مرحله سوم: اولویت‌بندی پاسخ‌ها و اعتبارسنجی
اولویت‌بندی و انتخاب پاسخ‌ها با استفاده از روش پرسش‌نامه با طیف لیکرت به‌عنوان ابزار اندازه‌گیری انجام شد. در واقع، پس از مشخص نمودن پاسخ‌ها، روایی پرسش‌نامه مبتنی بر نظرات خبرگان به تأیید نهایی رسید. توضیح اینکه در این پژوهش، هر یک از پاسخ‌ها به‌عنوان یک گویه در نظر گرفته شد. در این پژوهش مبتنی بر روش کدگذاری چند پاسخی، متغیرهای پرسش‌نامه از نوع متغیرهای ترتیبی کیفی و منطبق با طیف لیکرت (خیلی کم (۱)، کم (۲)، متوسط (۳)، زیاد (۴) و خیلی زیاد (۵)) بوده، به‌طوری که اقدام به نظرسنجی از کارشناسان خبره شد. در آخرین مرحله، به‌منظور رتبه‌بندی گویه‌ها از آزمون فریدمن برای تجزیه واریانس دوطرفه از طریق رتبه‌بندی و هم‌چنین مقایسه میانگین رتبه‌بندی گروه‌های مختلف با کاربرد نرم‌افزار SPSS استفاده شد (Salehpour Jam et al., 2021).

نتایج

ابتدا، اطلاعات مربوط به بارندگی، حجم آب نفوذیافته و رواناب برای دوره آماری ۱۳۹۰-۱۴۰۰ از ایستگاه اسکندری تهیه شد. بر اساس نتایج، میانگین بارندگی سالانه در دوره آماری ۱۳۹۰-۱۴۰۰، ۱۶۹۱/۰۱ میلیون مترمکعب است. هم‌چنین در خصوص منابع آب زیرزمینی، محدوده مورد مطالعه شامل قنات، چشمه، چاه است. میزان برداشت از چاه‌ها با توجه به تعداد، متوسط آبدهی و متوسط ساعات کارکرد آن‌ها محاسبه شد. هم‌چنین میزان برداشت از چشمه‌ها و

هستند و پیامدها وضعیتی هستند که بعد از به وجود آمدن مسئله نمایان می‌شوند (Jackson, 2000; Compilation of integrated management plan in Habaleroud watershed, 2018; Sheikh et al., 2018; Karimi & Talebi, 2022a). حال به سراغ قسمت بعدی یعنی درخت هدف می‌رویم. در تنه این درخت، هدف اصلی را که همان کاهش مشکل یا از بین بردن آن است، درج می‌گردد. در ریشه‌های این درخت باید برای هر علت به وجود آورنده مشکل، حداقل یک فعالیت یا پاسخ اصلاحی بیان گردد. این کار برای تک‌تک علت‌های به وجود آورنده مشکل انجام شده و بعد در شاخه‌ها، دستاوردهای حل مسئله یادداشت می‌گردد (Sheikh et al., 2018; Karimi & Talebi, 2022a).

ج) ترسیم ماتریس چارچوب منطقی

پس از رسم درخت اهداف برای مشکلات موردنظر، اهداف اصلی، فرعی، دستاوردها و فعالیت‌ها به‌منظور رفع مشکلات بیان شده از درخت اهداف استخراج شده و در چارچوب ماتریس چارچوب منطقی طبقه‌بندی می‌شود. ماتریس چارچوب منطقی، پروژه را در قالبی استاندارد به طراحان، سیاست‌گذاران و مدیران ارائه می‌کند (Compilation of integrated management plan in Habaleroud watershed, 2018; Karimi & Talebi, 2022a). هم‌چنین به‌عنوان مرجعی برای مدیریت چرخه پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش یک ماتریس ۴ در ۴ است (Jensen, 2010); که در ستون اول آن سلسله‌مراتب اهداف (هدف بلندمدت، کوتاه‌مدت، خروجی‌ها و فعالیت‌ها)، در ستون دوم آن شاخص‌های نسبی، در ستون سوم روش‌ها و ابزارهای دستیابی به موفقیت بر اساس معیارها و در ستون چهارم آن عوامل تهدیدکننده یا فرضیات پروژه بر

گزارش شده است. با تقسیم میزان کل آب مصرفی بر میزان جمعیت، سرانه آب مصرفی برای هر نفر بر اساس شاخص فالکن مارک به دست آمد (جدول ۲). بر اساس شاخص فالکن مارک محاسبه شده برای منطقه مورد مطالعه میزان آب تجدیدپذیر به ازای هر نفر، ۶۳۷/۶۰ مترمکعب است که می‌توان گفت منطقه مورد مطالعه در طبقه کم‌آبی قرار دارد.

قنات‌های موجود با توجه به تعداد (دهنه)، متوسط آبدهی در طول سال در طی دوره‌های آماری مورد مطالعه تعیین شد و نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است (Effectiveness studies of watershed operation in Zayandehroud dam basin, 2021; Statistical yearbook of the province of Isfahan, 2021). در ادامه، بر اساس سرشماری سال ۱۴۰۰ میزان کل جمعیت حوزه آبخیز اسکندری ۲۴۶۸۱۰ نفر

جدول ۱- منابع تأمین آب زیرزمینی و مصارف آن در محدوده مطالعاتی (دوره آماری ۱۴۰۰-۱۳۹۰)

Table 1- Sources of underground water supply and its uses in the study area (statistical period 2011-2021)

منبع تخلیه Discharge source	تعداد Number	متوسط دبی (لیتر بر ثانیه) Average discharge (L.s ⁻¹)	تخلیه سالانه (میلیون مترمکعب) Annual discharge (million m ³)	نوع مصرف (درصد)				
				کشاورزی Agriculture	شرب Drinking	دام و طیور Livestock and poultry	صنعت Industry	سایر Other
چاه (Well)	1649	29.8	152.2	270.55	13.72	11.14	4.35	0.24
چشمه (Spring)	1983	0.88	27.05	239.5	0.25	59.21	0.24	0.15
قنات (Aqueduct)	293	2.12	6.77	290.31	0	8.93	0.76	0

جدول ۲- مقادیر شاخص‌های وضعیت منابع آب (میلیون مترمکعب) زیر آبخیز اسکندری

Table 2- The values of indicators of the water resources status of (Million m³) the Eskandari sub-watershed

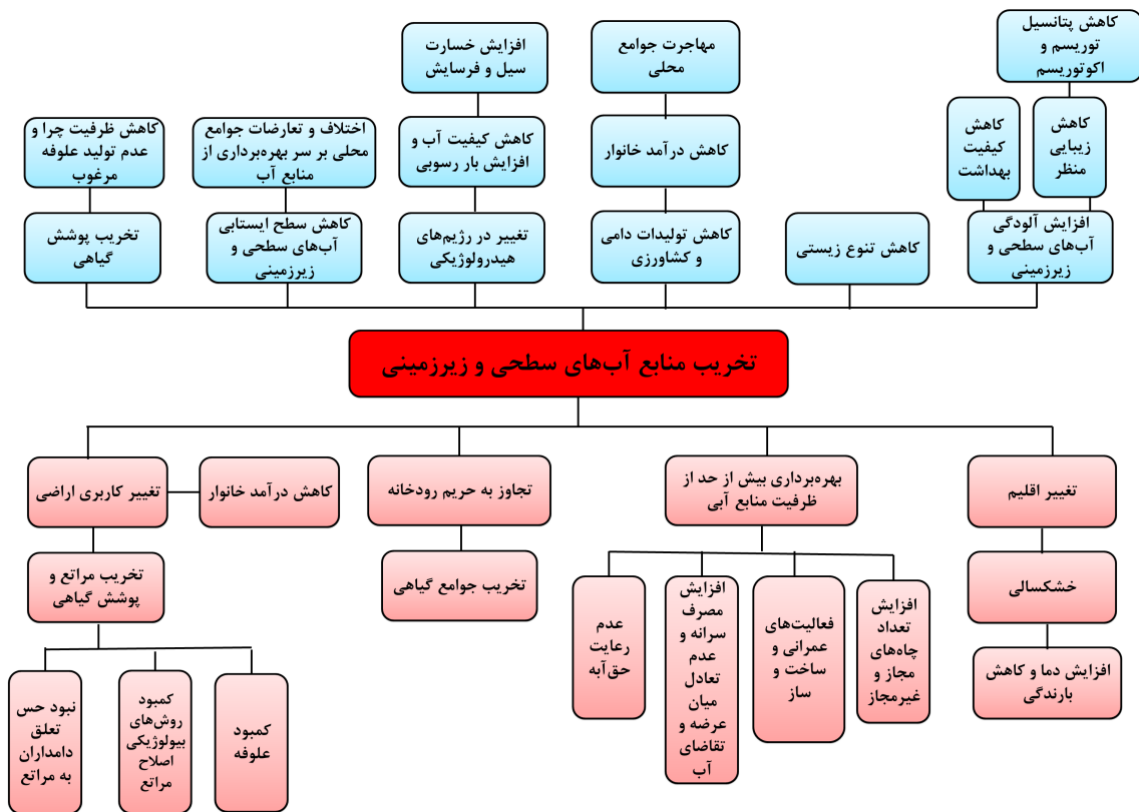
شاخص FI index	حجم آب تجدیدپذیر Volume of renewable	تغییرات حجم ذخیره Storage volume	جریان زیرزمینی خروجی Exit underground	جریان زیرزمینی ورودی Incoming underground	مجموع منابع آب در دسترس Total available	نفوذ Infiltration	روناب Runoff	بارندگی Rainfall	مساحت (ha) Area
کم‌آبی Low water	637.60	-42.50	275.40	232.90	755.60	222.72	532.88	1255.60	744.60

الف) شناسایی ذینفعان

پروژه‌هایی که در حیطه منابع طبیعی اجرا می‌شوند، دربرگیرنده طیف وسیعی از ذینفعان بوده که به روش‌های مختلف بر پروژه تأثیر می‌گذارند. لذا، ذینفعان باید مدیریت شوند تا تأثیر منفی آن‌ها حداقل شود و اطمینان حاصل شود که مانعی در رسیدن به اهداف نیستند (Compilation of integrated management plan in Habaleroud watershed, 2018). در این راستا، ابتدا ذینفعان زیرآبخیز اسکندری شناسایی شدند (۳۰ نفر). لازم به ذکر است، گروه کارشناسی شامل اعضای شوراهای روستا، کارشناسان اداره منابع طبیعی و آبخیزداری، جهاد کشاورزی، آب منطقه‌ای، محیط‌زیست و اعضای هیئت‌علمی دانشگاه

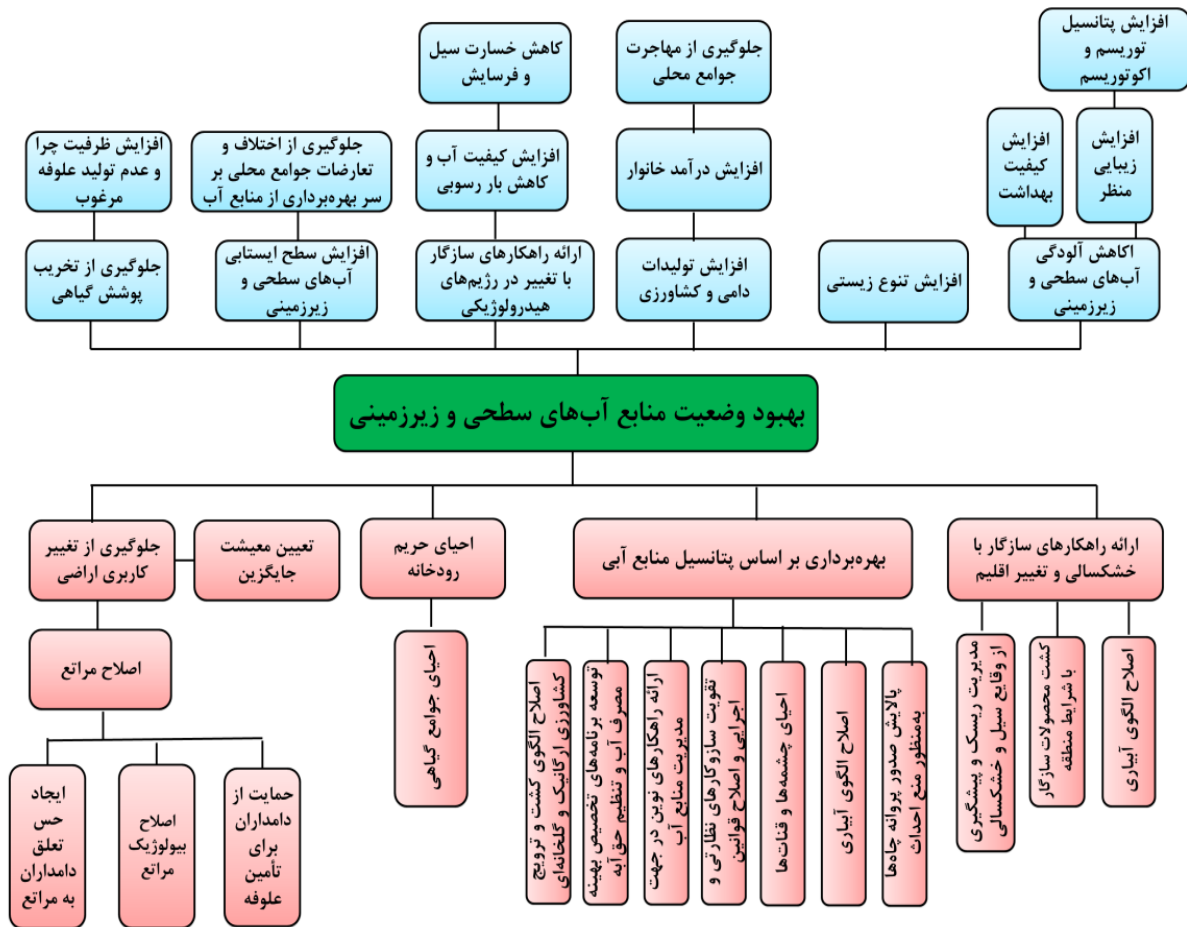
یزد و صنعتی اصفهان بودند. سپس با تشکیل کارگاه‌هایی (حضوری و آنلاین) در مورد مشکلات و اهداف وضعیت منابع آب زیرآبخیز اسکندری بحث شد.

ترسیم درخت مشکلات، اهداف و چارچوب منطقی پس از تعیین وضعیت پایداری منابع آب زیرآبخیز اسکندری، درخت مشکلات برای منطقه مورد مطالعه ترسیم شد (شکل‌های ۳ و ۴). در ادامه، پس از رسم درخت اهداف برای مشکل موردنظر، اهداف اصلی، فرعی، دستاوردها و فعالیت‌ها به منظور رفع مشکل بیان شده از درخت اهداف استخراج شده و در چارچوب ماتریس چارچوب منطقی طبقه‌بندی شد (جدول ۳).



شکل ۳- درخت مشکلات تخریب منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در زیرآبخیز اسکندری

Figure 3- Problem tree of destruction of the surface and groundwater resources in Eskandari sub-watershed



شکل ۴- درخت اهداف بهبود وضعیت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در زیرآبخیز اسکندری

Figure 4- Objectives tree of the condition improvement of surface and underground water resources in Eskandari sub-watershed

تعیین شده‌اند تشکیل می‌دهند. در ادامه، پرسشنامه تهیه شده بین جمعی از ذینفعان زیرآبخیز اسکندری توزیع شد. در نهایت ذینفعان اقدام به امتیازدهی پاسخ‌های مدیریتی با توجه به شاخص‌های ارزیابی ارائه شده نمودند.

لازم به ذکر است، دامنه امتیازدهی مربوطه به هر شاخص بر مبنای طیف لیکرت (۰ تا ۴) تعیین شد. پس از تعیین امتیاز هر پاسخ بر مبنای درجه کسب امتیاز آن‌ها نسبت به معیار و شاخص‌های ارزیابی، یک ماتریس وزن دار که امکان شناسایی گزینه‌های عملی و اقتصادی را فراهم می‌کند به دست آمد (جدول ۴).

توسعه پاسخ‌های مدیریتی

در ادامه به منظور ارزیابی، اولویت‌بندی و امکان‌پذیری انجام هر پاسخ مدیریتی، ابتدا معیارها و شاخص‌های سنجش پاسخ‌های مختلف مربوط به وضعیت منابع آب زیرآبخیز اسکندری معین شدند (Sheikh et al., 2018). سپس امتیاز پاسخ‌های مربوط به راهبرد مورد مطالعه از طریق نظرسنجی، آمار و اطلاعات موجود و همچنین دانش و تجربه جوامع محلی، ذینفعان و کارشناسان منابع طبیعی تعیین گردید. به عبارت دیگر، در این پژوهش به منظور امتیازدهی پاسخ‌ها از روش پرسشنامه استفاده شده است. سطرهای این پرسشنامه را پاسخ‌های مدیریتی و ستون‌های آن را شاخص‌های ارزیابی که در مرحله قبل

جدول ۳- چارچوب منطقی بهبود وضعیت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی

Table 3- Logical framework for the condition improvement of surface and underground water resources

مفروضات / مخاطرات (Assumptions/risks)	ابزار سنجش شاخص عملکرد (Performance index) (measurement tool)	شاخص‌های کلیدی عملکرد (Key performance) (indicators)	هدف (Objective)
<ul style="list-style-type: none"> - پایداری شرایط اقلیمی - مشارکت ذینفعان - تخصیص نیروهای کارشناسی متخصص و خبره - عدم وجود تغییرات سیاسی و اقتصادی - عدم بروز تعارضات و اختلافات بین جوامع محلی 	<ul style="list-style-type: none"> - پیمایش میدانی - مصاحبه و بازخورد ذینفعان 	<ul style="list-style-type: none"> - بهره‌برداری بر اساس پتانسیل منابع آبی - تنظیم حق آبه - اصلاح الگوی آبیاری - احیای حریم رودخانه 	بهبود وضعیت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی
<ul style="list-style-type: none"> - مشارکت ذینفعان - تخصیص بودجه و فراهم بودن حمایت‌های مالی و تسهیلاتی - توافق و حمایت کافی اکثر ذینفعان برای تدوین برنامه‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> - پرسشنامه و مصاحبه با جوامع محلی - سالنامه‌های آماری - بازدید میدانی و نمونه‌برداری - به‌کارگیری نیروهای متخصص برای نظارت 	<ul style="list-style-type: none"> - پیشنهاد اصلاح قوانین و دستورالعمل‌ها - کاهش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی - کاهش میزان آسیب‌پذیری جوامع محلی در برابر خشک‌سالی و تغییر اقلیم 	<p>دستاوردها:</p> <ul style="list-style-type: none"> - تدوین و بازنگری قوانین و دستورالعمل‌های مدیریتی - افزایش سطح ایستایی آب‌های سطحی و زیرزمینی - بهبود وضعیت زیستگاه‌ها - سازگاری با خشک‌سالی و تغییر اقلیم
<ul style="list-style-type: none"> - تشکیل کارگروه‌های اجرایی مدیریت جامع زیرآبخیز اسکندری با مشارکت ذینفعان - تأمین بودجه و حمایت از برنامه مدیریت جامع زیرآبخیز اسکندری توسط مسئولان و سازمان‌های مربوطه 	<ul style="list-style-type: none"> - در دسترس بودن داده‌ها و اطلاعات پروژه در حوزه تأیید مدیر و سازمان اجرای پروژه - تخصیص بودجه و حمایت‌های مالی - عدم وقوع بلایای طبیعی و تغییرات اقلیمی - آمادگی و مشارکت ذینفعان در دوره‌های آموزشی - مستمر بودن تأمین منابع مالی و نیروی انسانی - انجام مطالعات توجیهی فعالیت‌های پیشنهادی و اجرای اولیه آن‌ها به‌صورت پایلوت 	<ul style="list-style-type: none"> - کارشناسان متخصص و خبره - مکان مناسب برای برگزاری دوره‌های آموزشی - منابع مالی - تجهیزات و تسهیلات 	<p>فعالیت‌ها:</p> <ul style="list-style-type: none"> - برگزاری دوره‌های آموزشی - ترویجی به‌منظور ارتقای آگاهی و توانمندسازی جوامع محلی - اجرای اقدامات بیومکانیکی به‌منظور کنترل سیل و ذخیره آب - اصلاح الگوی آبیاری و کشت - توسعه برنامه‌های تخصیص بهینه مصرف آب و تنظیم حق آبه - ساماندهی و احیای رودخانه‌ها - احیای چشمه‌ها و قنات‌ها - ارائه پاسخ‌های نوین و دانش بومی در جهت مدیریت منابع آب - کنترل حجم رسوب در طرح‌های آبخیزداری

جدول ۴- امتیاز پاسخ‌های بهبود وضعیت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی

Table 4- Score of responses to improve the condition of surface and underground water resources

محیطی (Environmental)					اقتصادی (Economic)				اجتماعی (Social)					شاخص ارزیابی Assessment index پاسخ‌ها Responses	
۵- میزان شناخته‌شده بودن اثر بخشی	۴- پایداری اثر بخشی	۳- بهبود تنوع زیستی	۲- کاهش سیلاب و فرسایش	۱- کاهش آسیب‌پذیری در مقابل تغییرات اقلیمی	۴- قابلیت پایش اثرات	۳- مدت‌زمان برگشت سرمایه	۲- بازده اقتصادی	۱- امکان تأمین اعتبار	۶- میزان مشارکت مردمی	۵- سطح و نوع مشارکت مردمی	۴- پذیرش و حمایت محلی	۲- توجه به نگرانی مالکان یا صاحبان	۲- مزایای آموزشی- ترویجی		۱- احتمال موفقیت
0.075	0.077	0.044	0.058	0.071	0.057	0.11	0.075	0.11	0.054	0.066	0.08	0.044	0.028	0.051	وزن
3	2	1	2	2	3	4	3	4	3	2	4	3	2	3	برگزاری دوره‌های آموزشی- ترویجی به‌منظور ارتقای آگاهی و توانمندسازی جوامع محلی
3	4	2	2	2	3	2	2	1	4	3	3	3	4	4	تأمین کارشناسان متخصص و خبره
3	3	1	2	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	اصلاح الگوی آبیاری و ترویج کشاورزی ارگانیک و گلخانه‌ای
3	3	2	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	اصلاح الگوی کشت و کشت محصولات سازگار با منطقه
4	3	4	4	4	3	2	2	4	4	3	2	2	4	2	اجرای اقدامات بیومکانیکی به‌منظور کنترل سیل و ذخیره آب
4	4	3	4	4	3	1	4	4	4	1	4	3	4	4	ساماندهی و احیای رودخانه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها
3	4	2	3	2	3	3	4	4	3	2	4	4	4	4	توسعه برنامه‌های تخصیص بهینه مصرف آب و تنظیم حق‌آبه
3	2	2	1	1	4	3	2	1	1	2	4	3	3	2	کنترل حجم رسوب در طرح‌های آبخیزداری
3	4	2	3	3	1	4	4	4	3	2	4	4	4	3	ارائه پاسخ‌های نوین و دانش بومی در جهت مدیریت منابع آب
3	2	2	4	3	1	4	2	3	4	2	3	3	4	2	مدیریت ریسک و پیشگیری از وقایع سیل و خشک‌سالی
3	4	2	4	4	3	2	4	4	3	2	4	4	4	4	تقویت سازوکارهای نظارتی و اجرایی و اصلاح قوانین و مقررات صدور مجوزهای بهره‌برداری
3	4	2	3	3	1	3	4	4	3	2	4	4	4	4	تهیه و تدوین برنامه مدیریت جامع منابع آب
4	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	3	3	3	2	ارائه بیمه بلایای طبیعی

پاسخ‌ها در چهار گروه ظرفیت‌سازی و افزایش آگاهی، نظارتی-سیاستی، ساماندهی مدیریت اراضی و برنامه‌ریزی طبقه‌بندی شدند (Effectiveness studies of watershed operation in Zayandehroud dam basin, 2021). در این راستا، فهرست اولیه پاسخ‌های پیشنهادی برای زیرآبخیز اسکندری که در بخش قبلی ارائه شد، از نظر کارشناسی مورد پالایش، طبقه‌بندی و اولویت‌بندی قرار گرفت و فهرست پاسخ‌های مدیریت زیرآبخیز اسکندری مطابق جدول ۵ به دست آمد.

لازم به ذکر است امتیازهای متعلق به هر پاسخ در وزن‌های نسبی مربوط به هر شاخص ضرب گردید و برای هر گروه معیار، مجموع امتیازات شاخص‌ها حاصل شد (Effectiveness studies of watershed operation in Zayandehroud dam basin, 2021). در ادامه، بر اساس امتیازاتی که هر پاسخ مدیریتی در نتیجه شاخص‌های ارزیابی کسب کرده بود اولویت‌بندی گردید. در نهایت به منظور مقایسه پاسخ‌ها و درک بهتر کارایی پاسخ‌ها از جنبه‌های مختلف، بر اساس ارتباط موضوعی

جدول ۵- فهرست پاسخ‌های مدیریت منطقه مورد مطالعه پس از طبقه‌بندی و اولویت‌بندی کارشناسی
Table 5- The list of management responses for study area after expert's classification and prioritization

پاسخ‌ها (Responses)	گروه پاسخ‌ها (Responses group)
۱- ارائه پاسخ‌های نوین و دانش بومی در جهت مدیریت منابع آب (R1)	ظرفیت‌سازی و افزایش آگاهی Capacity development and awareness increase
۲- برگزاری دوره‌های آموزشی-ترویجی به منظور ارتقای آگاهی و توانمندسازی جوامع محلی (R2)	
۳- تأمین کارشناسان متخصص و خبره (R3)	نظارتی-سیاستی Supervisory-political
۱- تقویت سازوکارهای نظارتی و اجرایی و اصلاح قوانین و مقررات صدور مجوزهای بهره‌برداری (R4)	
۲- ارائه بیمه بلایای طبیعی (R5)	ساماندهی مدیریت اراضی Organization of land management
۱- اصلاح الگوی آبیاری و ترویج کشاورزی ارگانیک و گلخانه‌ای (R6)	
۲- اصلاح الگوی کشت و کشت محصولات سازگار با منطقه (R7)	
۳- اجرای اقدامات بیومکانیکی به منظور کنترل سیل و ذخیره آب (R8)	
۴- ساماندهی و احیای رودخانه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها (R9)	
۵- مدیریت ریسک و پیشگیری از وقوع سیلاب (R10)	
۶- کنترل حجم رسوب در طرح‌های آبخیزداری (R11)	برنامه‌ریزی planning
۱- توسعه برنامه‌های تخصیص بهینه مصرف آب و تنظیم حق‌آبه (R12)	
۲- تهیه و تدوین برنامه مدیریت جامع منابع آب (R13)	

رتبه‌بندی و هم‌چنین مقایسه میانگین رتبه‌بندی گروه‌های کارشناسی و ذینفعان مورد بررسی قرار گرفت

در ادامه، بر اساس نظرات کارشناسی و ذینفعان اولویت‌بندی و معنی‌داری نتایج بر اساس آزمون فریدمن انجام شد (جدول ۶). در واقع بر اساس این آزمون

جدول ۶- نتایج آزمون فریدمن و اولویت‌بندی پاسخ‌های مدیریتی از دیدگاه کارشناسی و ذینفعان

Table 6- Friedman's test results and Prioritization of the management responses from the viewpoint of stakeholders and experts

اولویت‌بندی Prioritization	معناداری Sig	کم‌ترین رتبه Min rank	بیش‌ترین رتبه Max rank	درجه آزادی Degree of Freedom	تعداد Number	دیدگاه viewpoint
R12,13,4,6,7,1,5,9,3,10,8,2,11	0.00	R10	R12	27	28	کارشناسی experts
R12,4,1,13,9,5,3,6,7,10,8,2,11	0.00	R11	R12	29	30	ذینفعان Stakeholders

بحث

رودخانه زاینده‌رود نمونه بارزی از دغدغه‌های انسانی و محیط زیستی در ایران و نیز خاورمیانه بوده که در اقلیمی خشک و نیمه‌خشک با کمبود آب دست‌به‌گریبان است. نابودی رودخانه زاینده‌رود برای کل منطقه نه تنها از لحاظ اقتصادی بلکه از منظر اجتماعی، بهداشت و اکولوژیکی یک فاجعه محسوب می‌شود. در این راستا، با توجه با وسعت زیاد حوزه آبخیز زاینده‌رود و دشوار بودن توسعه و پیاده‌سازی مدل مدیریت جامع مشارکتی برای کل حوضه؛ یکی از زیرحوضه‌های بالادست سد زاینده‌رود با مبنای زیرآبخیز اسکندری برای مطالعه پیش‌رو انتخاب شد. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف ارائه پاسخ‌های مدیریتی در مورد راهبرد بهبود وضعیت منابع آب در زیرآبخیز اسکندری واقع در بالادست سد زاینده‌رود برنامه‌ریزی شده است.

بر این اساس ابتدا با استفاده از شاخص فالکن مارک وضعیت منابع آب زیرآبخیز اسکندری مورد بررسی قرار گرفت. سپس با شناسایی ذینفعان و تشکیل کارگاه‌هایی، درخت مشکلات و اهداف برای راهبرد موردنظر ترسیم و ماتریس چارچوب منطقی بر اساس درخت اهداف تهیه شد. در مرحله بعد؛ ارزیابی، اولویت‌بندی و امکان‌پذیری انجام هر پاسخ بر اساس نظرات کارشناسی و ذینفعان تعیین شد. در نهایت، اولویت‌بندی و انتخاب پاسخ‌ها با استفاده از روش پرسش‌نامه و آزمون فریدمن انجام پذیرفت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد وضعیت پایداری منابع آب زیرآبخیز اسکندری در طبقه کم‌آبی قرار دارد. در این راستا، بیش‌ترین نوع مصرف مربوط به بخش کشاورزی است. درواقع، بررسی وضعیت پایداری منابع آب نشان می‌دهد که چه بخشی از مصارف آب ناپایدار را می‌توان برنامه‌ریزی کرد. بر این اساس؛ از دیدگاه ذینفعان سیاست‌گذاری‌های اشتباه، الگوی کشت نامناسب، کشت محصولات با نیاز آبی بالا و غیره؛ منجر به تغییر الگوی کشت منطقه شده است (Karimi & Talebi, 2023).

(2023). به‌عبارت‌دیگر، یکی از دلایل اصلی وضعیت ناپایدار منابع آب در این حوضه کشت گیاهان آب‌بر است. هم‌چنین، عدم رعایت حق‌آبه و نبود برنامه‌های تخصیص بهینه مصرف آب و برداشت‌های بدون مجوز از منابع آب‌های زیرزمینی در تشدید شرایط بحرانی حوضه مؤثر است (Karimi & Talebi, 2023). درواقع، اتکا به منابع آب زیرزمینی برای تولیدات کشاورزی از عوامل مؤثر دیگر برای ناپایداری و کمبود آب در حوضه است. پژوهشگران بسیاری، دسترسی غیرمجاز به منابع آب زیرزمینی و برداشت بی‌رویه از آن را به‌عنوان عامل ناپایداری منابع آب در بخش کشاورزی عنوان داشتند (Fishman et al., 2015; Karandish et al., 2019; Lei et al., 2020; Salari et al., 2022; Karimi & Talebi, 2023). یافته‌های Talebi و Karimi (۲۰۲۳) در این حوضه نشان می‌دهد وضعیت زیرآبخیز اسکندری در زمان گذشته، فعلی و آینده به ترتیب در وضعیت عدم تنش آبی، کم‌آبی و کمبود مطلق است؛ بنابراین تداوم برداشت‌های غیرمجاز و عدم رعایت حق‌آبه، علاوه بر کاهش منابع آب؛ ادامه حیات ساکنین منطقه را در آینده به مخاطره خواهد انداخت. از طرف دیگر، نبود سازمان یا نهادهای مناسب به‌منظور تقسیم آب بین ذینفعان منجر به تنش و تعارضات متعددی شده است. درواقع، وجود بخش‌های کشاورزی و صنعتی باعث ایجاد تنش بین ذینفعان در جهت توزیع و تخصیص بهینه آب در این زیرآبخیز شده است. در این راستا، تخصیص آب به صنایع و محدودیت منابع آب موجب کاهش مشارکت ذینفعان گردیده است. ضمن اینکه، به دلیل محدودیت منابع آبی این حوضه، حقوق کشاورزان کاهش یافته و در مواردی حقوق بسیاری از آن‌ها نادیده گرفته شده است؛ بنابراین، این موضوع باعث ضرر و زیان کشاورزان و به‌عنوان یک چالش جدی در این حوضه مطرح است.

در ادامه، به‌منظور ارائه پاسخ‌های مدیریتی جامع در جهت راهبرد بهبود وضعیت منابع زیرآبخیز اسکندری از رویکرد چارچوب منطقی استفاده شد. بر اساس این

۲- به دلیل وضعیت کم‌آبی و ناچیز بودن هزینه آب مصرفی توسط کشاورز، به‌منظور ایجاد انگیزه برای کاهش مصرف آب؛ اجرای قوانینی (دریافت هزینه مازاد/جریمه در قبال مصرف بیش‌ازاندازه آب و...) در این خصوص پیشنهاد می‌شود.

۳- تقویت قوانین نظارتی به‌منظور رعایت حق‌آبه و دسترسی بیش‌تر عدالت در بهره‌برداری پیشنهاد می‌شود.

۴- ایجاد نهادهای سازگار با وضعیت حوضه در خصوص سیاست، قوانین و اداره آب پیشنهاد می‌شود.

۵- پیشنهاد می‌شود به‌منظور تخصیص بهینه مصرف آب، برداشت‌های بی‌رویه و غیرمجاز به‌عنوان حق‌آبه محسوب شود. به‌عبارت‌دیگر، در صورتی که ذینفع بدون مجوز اقدام به برداشت منابع آبی کند از حقوق قانونی ذینفع کسر شود.

۶- به‌منظور کاهش کم‌آبی و بهبود وضعیت در حوضه، سیاست‌های بخش آب در یک بستر بزرگ‌تر و با همکاری‌های درون و برون‌سازمانی انجام شود.

رویکرد، مشکلات موردنظر، اهداف اصلی، فرعی، دستاوردها و فعالیت‌ها به‌منظور رفع مشکلات بیان شده استخراج شدند. در این راستا، ۱۳ پاسخ مدیریتی برای بهبود وضعیت منابع منطقه مورد مطالعه از دیدگاه ذینفعان و کارشناسان پیشنهاد شد. بر اساس نتایج، پاسخ‌های توسعه برنامه‌های تخصیص بهینه مصرف آب و تنظیم حق‌آبه، تهیه و تدوین برنامه مدیریت جامع منابع آب و تقویت سازوکارهای نظارتی و اجرایی و اصلاح قوانین و مقررات صدور مجوزهای بهره‌برداری به ترتیب اولویت اول تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند. ضمن اینکه نتایج حاصل از آزمون معناداری، دلالت بر اثر معنی‌دار پاسخ‌های مدیریتی را در سطح پنج درصد ($P=0.00$) نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش سعی شده است پاسخ‌های مدیریتی بهینه در خصوص راهبرد بهبود وضعیت منابع آب بر اساس انتظارات و ادراک ذینفعان فراهم شود. بنابراین؛ ۱- اجرای برنامه مدیریت جامع زیرآبخیز اسکندری از طریق رویکرد چارچوب منطقی و مشارکت تمامی ذینفعان به‌منظور بهره‌برداری اصولی و پایدار منابع آب پیشنهاد می‌شود.

References

- Alvandi, E., Sadoddin, A. & Sheikh, V.B. (2019). Developing a Web-Based Integrated Bayesian Decision Support System for Environmental Problems in a Semi-Arid Watershed. *Developing a Web-Based Integrated Bayesian Decision Support System for Environmental Problems in a Semi-Arid Watershed*. Doi: 10.1016/j.envsci.2022.12.021 (In Persian)
- Athari, Z., Pezeshki rad, G.R., Abbasi, A. & Alibeigi, A.H. (2015). Explaining the appropriate model of comprehensive management of watersheds in the country. *J Space Geography*, 6 (20), 226-209, from https://gps.gu.ac.ir/article_34094.html (In Persian)
- Badham, J., Elsayah, S., Guillaume, J., Hamilton, S., Hunt, R., Jakeman, A.J. & Pierce, S. (2019). Effective modeling for Integrated Water Resource Management: A guide to contextual practices by phases and steps and future opportunities. *Environmental Modelling and Software*, 116, 40-56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.02.013>.
- Bithas, K. (2008). The sustainable residential water use: Sustainability, efficiency and social equity. The European experience. *Ecological Economics*, 68, (1-2): 221-229. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.02.021.
- Compilation of integrated management plan in Habaleroud watershed, 2018. (In Persian)
- Effectiveness studies of watershed operation in Zayandehroud dam basin. Groundwater report; 2021. (In Persian)
- Fallah, S., Ghobadina, M., Shokrgozar Darabi, M. & Ghorbani Dashtaki, SH. (2012). Study of the Sustainability of Darab Groundwater in Fars Province, *Journal of*

- Water Research in Agriculture*, 26 (2): 162-172. DOI: 10.22092/jwra.2012.118963 (In Persian)
- Falkenmark, M. (1989). The massive water scarcity now threatening Africa: why isn't it being addressed? *Ambio*, 112-118, from <https://www.jstor.org/stable/4313541>.
- Fishman, R., Devineni, N. & Raman, S. (2015). Can improved agricultural water use efficiency save India's groundwater. *Environmental Research Letters*, 10 (8), 084022. DOI 10.1088/1748-9326/10/8/084022.
- Jackson, B. (2000). Designing projects and project evaluations using the logical framework approach. Guideline of logical framework approach, from <http://www.iucn.org/themes/ssp/index.html>.
- Jens, B.A. (2000). Logical Framework Approach and PRA- mutually exclusive or complementary tools for project planning? *Development in Practice*, 10, 5, 687-690, from <https://www.jstor.org/stable/4029542>.
- Jensen, A. (2010). The logical framework approach. How to guide. 8 pp, from <https://www.Susana.Org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/4722>.
- Karandish, F., Hoekstra, A.Y. & Hogeboom, R.J. (2018). Groundwater saving and quality improvement by reducing water footprints of crops to benchmarks levels. *Advances in Water Resources*, 121, 480-491. DOI: 10.1016/j.advwatres.2018.09.011.
- Karandish, F. (2019). Applying grey water footprint assessment to achieve environmental sustainability within a nation under intensive agriculture: a high-resolution assessment for common agrochemicals and crops. *Environmental Earth Sciences*. DOI: 10.1007/s12665-019-8199-y.
- Karandish, F. (2021). Socioeconomic benefits of conserving Iran's water resources through modifying agricultural practices and water management strategies. *Ambio*. DOI: 10.1007/s13280-021-01534-w.
- Karimi, Z. & Talebi A. (2022a). Integrated land management or Integrated watershed management. *Extension and Development of Watershed Management*, 10, 37, 57-66. DOI: 20.1001.1.20089597.1401.10.37.9.1 (In Persian)
- Karimi, Z. & Talebi, A. (2022b). Presenting the integrated management model based on ecosystem service indicators in Zayandehroud watershed. *Extension and Development of Watershed Management*, 10, 37, 13-20. DOI: 20.1001.1.20089597.1401.10.38.9.2. (In Persian)
- Karimi, Z. & Talebi, A. (2023). *The state of water resources in the future of Zayandeh Roud-Eskandari watershed*. The 6th National Conference on Soil Protection and Watershed Management, focusing on the balancing and sustainability of water resources in watersheds, August 24-25. (In Persian)
- Karimi, Z. (2023). A review of project planning using the Logical Framework Approach (LFA) and Participatory Rural Appraisal (PRA). *Journal of Nature and Spatial Sciences*, 3, 2, 58-71. DOI: 10.30495/jonass.2023.1990336.1075.
- Kragt, M.E. (2009). *A beginner's guide to Bayesian network modeling for integrated catchment 773 management (Technical Report No. 9, Landscape Logic)*. Hobart, 22p.
- Lei, W., Changbin, L., Xuhong, X., Zhibin, H., Wanrui, W., Yuan, Z., Jianmei, W. & Jianan, L. (2020). The impact of increasing land productivity on groundwater dynamics: a case study of an oasis located at the edge of the Gobi Desert. *Carbon Balance and Management*, 15(7). DOI: 10.1186/s13021-020-00142-7.
- Loucks, D.P. (2020). From analyses to implementation and innovation. *Water (Switzerland)*, 12 (4): 1-11. DOI: 10.3390/w12040974.
- Mutekanga, F. (2012). *Participatory policy development for integrated watershed management in Uganda's highlands*. PhD Thesis University of Wageningen.
- Murray-Rust, H., Salemi, H. & Droogers, P. (2002). Water resources development and water utilization in the zayandeh rud basin, Iran. IAERI-IWMI Research Reports 14.
- NORAD. (1995). Guide to Planning and Evaluation NGO Projects, Number 2: Core Elements in Planning Development

- Assistance, from <https://www.jstor.org/stable/4029542>.
- Raja, O., Parsinejad, M., Sohrabi, T. & Ahmadauli, Kh. (2018). Status Investigation of the Marvdasht- Kharameh Water Resources Using Sustainability Analysis Indicators. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 50, 4, 897-909. from, <https://civilica.com/doc/1664579> (In Persian)
- Roduner, D. & Schlappi, W. (2008). *Logical framework approach and outcome mapping a constructive attempt of synthesis*. 18 pp, from <http://www.nadel.ethz.ch>.
- Safavi, H.R., Darzi, F. & Mariño, M.A. (2010). Simulation-optimization modeling of conjunctive use of surface water and groundwater. *Water resources management*, 24, 10, 1965-1988. DOI: 10.24200/ j30.2018. 2188. 2130 (In Persian)
- Salari, S., Karandish, F., Haghightajou, P. & Aldaya, M. (2022). Efficient and sustainable use of water resources in Khuzestan through water footprint benchmarking. *Journal of Water and Soil Resources Conservation*, 11, 4, 35-49. DOI: 10.30495/ wsrcj. 2022. 20329 (In Persian)
- Salehpour Jam, A., Mosaffaie, J. & Tabatabaei, M.R. (2021). Management Responses for Chehel-Chay Watershed Health Improvement Using the DPSIR Framework. *Agricultural Science & Technology*, 23. (4): 797-811. DOI: 20.1001.1.16807073.2021.23.4.3.2.
- Shahedi, M. & Talebihossian abad, F. (2013). An Indicator of Application to Assess Water Balance and Development Sustainability. *Water and Sustainable Development*, 1 (1): 73-79. DOI: 10.22067/ jwsd. v1i1. 34603 (In Persian)
- Sheikh, V.B., Zaregarizi, A., Asadinalivan, A., Alvandi, A. & Khosravi, G.R. (2018). Strategic document of comprehensive management of Chelchai watershed (with IWM approach). From <https://civilica.com/doc/1012164/> (In Persian)
- Sheikh, V.B., Alvandi, E., Asadi Nalivan, O., Khosravi, G.h. & Zare Garizi, A. (2018). *Introducing a Logical Framework for Strategic Planning of Watershed Management (case study: Chehelchai Watershed)*. 14th National conference on watershed management sciences and engineering of Iran watershed management and integrated management of water and soil resources. July 26-27, Urmia University, from <https://www.tpbin.com/article/75363> (In Persian)
- Statistical yearbook of the province of Isfahan; 2021. (In Persian)
- Teerakul, B., Rongsayamanont, C.h., Darnsawadi, R. & Kosolsaksakul, P. (2023). A Combined DPSIR Framework and Logical Framework Approach for Sustainable Water Resources Management in the Lagoon Floodplain. *Journal of Environment and Natural Resources*, 21 (3): 211-221. DOI: 10.32526/ ennrj/ 21/ 202200170
- Vanoppen, J. (1994). *The use of OOIP in Coopibo-supported programmes in Zimbabwe*, *Proceedings of INTRAC and South Research Workshop on LFA and OOIP*, Keuven, Belgium, May 16–18, Part 2.
- Zibai, M.H., Zibai, M. & Ardokhani, k. (2013). Evaluation of combined use scenarios of surface and underground water resources in Firouzabad Plain Fars. *Agricultural Economics Research*, 5(1), 157-181. DOR: 20.1001.1.20086407.1392.5.17.9.4 (In Persian)

Content

Investigating the Factors Affecting the Integrated Management of Hamon Sistan Wetland Using Factor Analysis

Mahdiyeh Haghighi Kahkha, Mohammad Reza Dahmardeh Ghaleno, Mohammad Nohtani

1-17

T Investigating the Impact of Climatic Drought Changes on Vegetation Indicators (Case study: Eshtehard city, Alborz province)

Behzad Aslanpanjeh, Hossein Arzani, Ali Tavili, Hamidreza Keshtkar, Shahram Khalighi sigaroodi

18-32

Performance Evaluation and Exit Strategy in Chehelchai Watershed Management

Marzieh Nikjoui

33-47

Spatial Analysis of Water Areas Potential for Small Water Supply Projects in the Southeast of Bushehr Province

Adel Mohammad Doust, Seyed Amir Shamsnia, Mohammad Shabani

48-59

Assessment of Groundwater Potential Using Hierarchical Analysis (Case Study: Ilam Dam Watershed)

Saeid Derakhti

60-73

Presentation of management responses regarding the strategy of improving the water resources status of Zayandeh Roud Watershed

Ali Talebi, Zeinab Karimi

74-91



Integrated Watershed Management

Vol: 3, No: 4. Winter 2023

Online ISSN	2783-4581
Publisher	Ilam University in association with Iranian Rainwater Catchment Systems Association
Director-in-Charge	Dr. Noredin Rostami
Editor-in-Chief	Dr. Haji Karimi
Editorial Board	Dr. Hosein Arzani (Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Tehran, Iran) Dr. Gholamreza Zehabian (Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Tehran, Iran) Dr. Forood Sharifi (Professor, Research Group of Hydrology and Water Resources Development, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, Iran) Dr. Haji Karimi (Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agricultural, Ilam University, Ilam, Iran) Dr. Hamid Reza Nassery (Professor, Department of Minerals and Groundwater Resources, Earth Sciences Faculty, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran) Dr. Hassan Pourbabaei (Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht, Iran) Dr. Mohsen Rezaei (Professor, Department of Geology, Shiraz University, Faculty of Sciences, Shiraz, Iran) Dr. Zargham Mohammadi (Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran) Dr. Hamid Reza Pourghasemi (Professor, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran) Dr. Abazar Esmali Ouri (Professor, Department of Range & Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran) Dr. Mohsen Tavakoli (Associate Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran) Dr. Noredin Rostami (Associate Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agricultural, Ilam University, Ilam, Iran) Dr. Marzban Faramarzi (Associate Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran) Dr. Mehdi Heydari (Associate Professor, Department of Forest Sciences, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, Iran) Dr. Lahcen Benaabidate (Professor, University of Sidi Mohammed Ben Abdellah Faculty of Sciences and Techniques/ Environment Teaching and Research) Dr. Pedro J.M. Costa (Assistant Professor, Departamento de Ciencias da Terra, Universidade de Coimbra, Portugal)
Manager	Dr. Mehdi Heydari
Editor (English Version)	Mohammad Najafi Shoa
Editor (Persian Version)	Dr. Noredin Rostami; Dr. Negar Sadeghi Nejad
Cover and Page Designer	Dr. Reza Omidipour



Address: **Deputy of Research and Technology, Ilam University,**

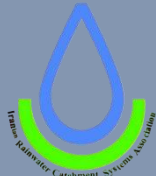
Pajooresh Blvd, Ilam- Iran

P.O. Box: **69317-516**

Telefax: **0843222703**

Email: **iwm@ilam.ac.ir**

Web Site: **www.iwm.ilam.ac.ir**



Integrated Watershed Management



Ilam University

Vol: 3, No: 4. Winter 2023

Online ISSN: 2783-4581

Investigating the factors affecting the integrated management of Hamon Sistan wetland using factor analysis

Mahdiyeh Haghghi Kahkha, Mohammad Reza Dahmardeh Ghaleno, Mohammad Nohtani

1-17

Investigating the Impact of Climatic Drought Changes on Vegetation Indicators

(Case study: Eshtehard city, Alborz province)

Behzad Aslanpanjeh, Hossein Arzani, Ali Tavili, Hamidreza Keshtkar, Shahram Khalighi sigaroodi

18-32

Performance Evaluation and Exit Strategy in Chehelchai Watershed Management

Marzieh Nikjoui

33-47

Spatial Analysis of Water Areas Potential for Small Water Supply Projects in the Southeast of Bushehr Province

Adel Mohammad Doust, Seyed Amir Shamsnia, Mohammad Shabani

48-59

Assessment of Groundwater Potential Using Hierarchical Analysis (Case Study: Ilam Dam Watershed)

Saeid Derakhti

60-73

Presentation of management responses regarding the strategy of improving the water resources status of Zayandeh Roud Watershed

Ali Talebi, Zeinab Karimi

74-91