



ارزیابی راهکارهای کنترل پدیده بیابان‌زایی با استفاده از مدل SWOT در دشت یزد- اردکان

اسماعیل حیدری علمدارلو، حسن برآبادی، پویان دهقان رحیم‌آبادی، حسن خسروی و جواد رفیع شریف‌آباد

۱-۱۴

بررسی پتانسیل فرسایش بادی منطقه چاهداسی شهرستان نهبندان استان خراسان جنوبی با استفاده از مدل IRIFR.2

علیرضا زارع‌زاده، احمد پهلوانروی، مرتضی دهقانی و عباس خاک‌سفیدی

۱۵-۳۱

تحلیل، رهگیری و شبیه‌سازی مسیر گردوغبار فرین غرب ایران
(مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه)

احسان تمسکی، عرفان تمسکی و احمد اسدی می‌آبادی

۲۳-۴۷

تحلیلی بر پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در حوضه غرب تالاب جازموریان

مسلم سواری و حامد اسکندری دامنه

۴۹-۶۰

بررسی تغییرات عنصر آلومینیوم در آب‌های سطحی و زیرزمینی حوزه آبخیز سرچشمه استان کرمان

شاهین آقامیرزاده، فاطمه گنجه‌ای‌زاده روحانی، حمزه سعیدیان و کامران گنجه‌ای‌زاده

۶۱-۷۲

تعیین پتانسیل طبیعت‌گردی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سیستمی در مراتع بیلاقی کجور نوشهر

سمیه امیری، زینب جعفریان جلودار و شفق رستگار

۷۳-۸۷



فصلنامه علمی

مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز

سال دوم، شماره اول، بهار ۱۴۰۱

۲۷۸۳-۴۵۸۱

شاپا الکترونیکی:

دانشگاه ایلام با همکاری انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبخیز باران ایران

صاحب امتیاز:

دکتر نورالدین رستمی

مدیر مسئول:

دکتر حاجی کریمی

سرمدیر:

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

اعضای هیأت تحریریه:

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 علی سلاجقه: استاد گروه آموزشی احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

دکتر ابوالفضل مساعدی: استاد گروه آموزشی علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، مشهد، 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 جهانگیر پورهمت: استاد گروه پژوهشی هیدرولوژی و منابع آب، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ایران

دکتر حمیدرضا پورقاسمی: استاد گروه منابع طبیعی و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، 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 فرامزی: 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 مهدی حیدری، دکتر نورالدین رستمی، دکتر سمیه حاجی نیا

ویراستار فارسی:

مهندس فرشاد رحمانی

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>



ارزیابی راهکارهای کنترل پدیده بیابان‌زایی با استفاده از مدل SWOT در دشت یزد- اردکان
اسماعیل حیدری علمدارلو، حسن برآبادی، پویان دهقان رحیم‌آبادی، حسن خسروی و جواد رفیع شریف‌آباد

۱-۱۴

بررسی پتانسیل فرسایش بادی منطقه چاهداشی شهرستان نهبندان استان خراسان جنوبی با
استفاده از مدل IRIFR.2

علیرضا زارع‌زاده، احمد پهلوان‌روی، مرتضی دهقانی و عباس خاک‌سفیدی

۱۵-۳۱

تحلیل، رهگیری و شبیه‌سازی مسیر گردوغبار فرین غرب ایران
(مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه)

احسان تمسکی، عرفان تمسکی و احمد اسدی می‌آبادی

۳۳-۴۷

تحلیلی بر پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در حوضه غرب تالاب جازموریان
مسلم سواری و حامد اسکندری دامنه

۴۹-۶۰

بررسی تغییرات عنصر آلومینیوم در آب‌های سطحی و زیرزمینی حوزه آبخیز سرچشمه استان کرمان
شاهین آقامیرزاده، فاطمه گنجه‌ای‌زاده روحانی، حمزه سعیدیان و کامران گنجه‌ای‌زاده

۶۱-۷۲

تعیین پتانسیل طبیعت‌گردی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سیستمی در مراتع ییلاقی کجور
نوشهر

سمیه امیری، زینب جعفریان جلودار و شفق رستگار

۷۳-۸۷



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 مجله 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 وسقم مقاله، به لحاظ علمی و حقوقی بر عهده نویسنده یا نویسندگان است.

۱-۱۵. مجله 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

۱-۲. ساختار مقاله

ساختار مقاله بر اساس نوع آن تعیین می‌گردد. چهار

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 پر 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 به گونه‌ای منسجم، یکپارچه و پیوسته بیان می‌شود تا در نهایت بتواند موضوع و مسئله موردنظر پژوهش و آنچه در بوته ابهام است را مشخص کند. هدف نویسنده در نگارش این بخش از مقاله چینه‌پشت 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.

نوع عمده مقالات عبارت‌اند از مقالات پژوهشی، 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، کلیدواژه‌ها، 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 مستقلاً 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 پژوهش وی 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 پراکنده 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.

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

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 کج‌نویسی). 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 کج‌نویسی). 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 مجلات

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 مجله (به صورت کج‌نویسی)، سال یا دوره (شماره)، صفحه آغاز مقاله - صفحه پایان مقاله. در صورت دارا بودن شناسه رقومی 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:

در صورت 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 (American Psychological Association; 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.

(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 و فارسی در حداقل ۷۰۰ و حداکثر ۱۰۰۰ کلمه به انتهای 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"

۳. شکل ظاهری مقاله

- ۱-۳. حروف‌چینی 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.
- ۲-۳. 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 Nazanin 14 Titr و سایر عنوان‌ها 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) 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 جدول‌ها

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

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*. Doi: 10.20937/ATM.52985.

(د) پایان‌نامه و رساله

نام‌خانوادگی 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

نام‌خانوادگی نویسنده، نام نویسنده. (تاریخ انتشار). نام مقاله. در: نام ویراستار، نام مجموعه (به صورت کج نویسی)، (صص شماره صفحات). محل انتشار: ناشر. (و) کتاب منتشرشده در سازمان‌ها یا نهادها نام سازمان یا نهاد. (سال انتشار). عنوان کتاب (به صورت کج نویسی). محل انتشار: ناشر.

(ز) وبگاه اینترنتی

نام‌خانوادگی 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>.

(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) Routledge.

۴. 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.

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

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، به گونه‌ای 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 300 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.

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.

نویسنده مسئول به صفحه شخصی خود در سامانه مجله 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.

۲-۵. 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.

۳-۵. 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.

۴-۵. 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 مجله خارج خواهد شد و نشریه هیچ‌گونه مسئولیتی در این زمینه نخواهد داشت.

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 کلیدواژگان 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 کلیدواژگان (حداکثر پنج واژه) آورده شود.

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

۵. پیگیری فرایند انتشار مقاله

۱-۵. در صورت تأیید سردبیر و ارسال مقاله به داوری،



Evaluation of Control Strategies for Desertification Using SWOT Model in Yazd-Ardakan Plain

Esmail Heydari Alamdarloo¹, Hassan Barabadi², Pouyan Dehghan Rahimabadi¹, Hassan Khosravi^{3*} and Javad Rafieh Sharifiabad⁴

1- Ph.D. in Combat to Desertification, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran

2- Ph.D. in Combat to Desertification, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Kashan University, Kashan, Iran

3- Associate Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Region, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran

4- Ph.D. in Combat to Desertification, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

*Corresponding author: hakhosravi@ut.ac.ir

(Received: 12 March 2022

Revise: 1 May 2022

Accepted: 1 May 2022)

Extended Abstract

Introduction: Desertification is an important issue in many countries around the world, including those which are located in arid and semi-arid regions. Land degradation in arid and semi-arid regions provides the conditions for desertification due to climate change and human activities. In other words, desertification is a process which leads to the destruction of the land and its resources. Nowadays, it is necessary to know the exact criteria and indicators affecting the occurrence of desertification in order to provide a model to show the severity of degradation and determine the most important factors affecting it. Therefore, using Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods and recognizing internal and external factors (strengths, weaknesses, opportunities and threats) to identify and evaluate the process of desertification and land degradation enable one to obtain the best options and plan appropriately for desertification management for its management. This study aims to provide solutions for desertification management in Yazd-Ardakan plain based on SWOT model.

Materials and Methods: The study area is Yazd-Ardakan plain, which is located in the central part of the central plateau of Iran. In this plain, due to environmental conditions, resources must be managed and used in such a way that the resources available are not destroyed. The purpose of this study is to provide desertification management solutions in Yazd-Ardakan plain based on SWOT model. For this purpose, internal and external factors affecting the desertification process in the plain were determined by Delphi method and summarized by SWOT model. Also, desertification control strategies were presented and Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT) were examined. After internal and external factors were identified and the final score of these factors was obtained, using the quadratic matrix of internal and external factors, the desired solutions were selected from the proposed solutions.

Results: The results showed that the final score of internal and external factors affecting desertification is 2.65 and 1.96, respectively. Therefore, the best strategies to control desertification in the Yazd-Ardakan plain are to deal with threats. However, due to the nature of desertification and the complexity of this phenomenon, it is important to pay attention to all solutions. In other words, using all of the solutions can guarantee the control of desertification in this region. Regarding the strengths and weaknesses of Yazd-Ardakan plain in relation to the control of desertification phenomenon, it can be said that the strengths have a relative advantage over the weaknesses, which is evidenced by the sum of internal factors (2.65). Having said that, the advantage is not great and the weaknesses of the region have a high score and show their high importance along with their strengths. The arid climate of the region and successive droughts, wind erosion centers in the region along with traditional agriculture with high water consumption and low efficiency, the concentration of environmental polluting industries and insufficient control over them have made it difficult to revive the desert despite the strengths of the region. Therefore, in order to determine desertification control strategies, it is very important to pay enough attention to the weaknesses along with the strengths. The close scoring of most of the internal factors of the region in relation to the phenomenon of desertification illustrates this well.

Discussion and Conclusion: Regarding the opportunities and threats in Yazd-Ardakan plain in relation to the control of desertification phenomenon as well as internal factors, it can be said that the advantages of all factors are close, which shows the high importance of all factors. The difference between external and internal factors in the Yazd-Ardakan plain in relation to the phenomenon of desertification is the relative superiority of the negative points of the region over the positive points in relation to desertification, which is evidenced by the total score of external factors. In the case of external factors, as well as internal factors, social and economic issues have shown great importance. The existence of the idea of full preference of industrial and mining activities over environmental protection and the possibility of transferring labor from agriculture to industry and mining scored highest. Therefore, the strategies that can solve these problems can be considered as the most important strategies. The results of this study in choosing a solution to control and manage desertification in the Yazd-Ardakan plain, given the high importance of all internal and external factors, can guarantee desertification control in this region.

Keywords: Desertification, Strategy, SWOT, Yazd-Ardakan.

Citation: Heydari Alamdarloo, E., Barabadi, H., Dehghan Rahimabadi, P., Khosravi, H. & Rafieh Sharifiabad, J. (2022). Evaluation of control strategies for desertification using SWOT model in Yazd-Ardakan plain. *Integrated Watershed Management*, 2(1), 1-14. doi: 10.22034/iwm.2022.550355.1025

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 راهکارهای کنترل پدیده بیابان‌زایی با استفاده از مدل SWOT در دشت یزد- اردکان

اسماعیل حیدری علمدارلو^۱، حسن برآبادی^۲، پویان دهقان رحیم‌آبادی^۱، حسن خسروی^{۳*} و
جواد رفیع شریف‌آباد^۴

۱- دکتری بیابان‌زایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران

۲- دکتری بیابان‌زایی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

۳- دانشیار گروه مهندسی احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران

۴- دکتری بیابان‌زایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

*نویسنده مسئول: hakhosravi@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۱

چکیده

بیابان‌زایی یکی از مسائلی است که در بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک توسعه یافته که نتیجه این فرآیند از بین رفتن منابع تجدیدشونده در هر یک از این کشورها است. تخریب زمین در مناطق خشک و نیمه‌خشک به وسیله تغییر اقلیم و فعالیت‌های انسانی، شرایط را برای بیابان‌زایی فراهم می‌کند. به عبارت دیگر بیابان‌زایی روندی است که سرزمین و منابع‌اش را به سوی تخریب سوق می‌دهد. هدف از این تحقیق، ارائه راهکارهای مدیریتی بیابان‌زایی در دشت یزد- اردکان بر اساس مدل SWOT است. جهت اجرای این پژوهش، عوامل درونی (دانش بومی قوی، اقلیم خشک و وجود کانون‌های فرسایش باد در منطقه) و عوامل بیرونی (تغییر تنوع پوشش و ورود گونه‌های گیاهی غیربومی و ناسازگار با شرایط منطقه با آثار مخرب، برهم زدن تعادل زیست‌محیطی ناشی از اجرای طرح‌ها و عدم نظارت بر آن‌ها) مؤثر بر فرآیند بیابان‌زایی در منطقه موردنظر توسط روش دلفی تعیین و توسط مدل SWOT جمع‌بندی و راهکارهای کنترل بیابان‌زایی ارائه شدند و نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها مورد بررسی قرار گرفتند. بعد از این که عوامل داخلی و خارجی شناسایی شد و امتیاز نهایی این عوامل به دست آمد با استفاده از ماتریس چهارخانه‌ای عوامل داخلی و خارجی (IE)، راهکارهای مطلوب از بین راهکارهای ارائه شده انتخاب شدند. نتایج نشان داد که امتیاز نهایی عوامل درونی و بیرونی مؤثر در بیابان‌زایی به ترتیب ۲/۶۵ و ۱/۹۶ است؛ بنابراین بهترین راهبردها جهت کنترل پدیده بیابان‌زایی در دشت یزد- اردکان، راهبردهای مقابله با تهدیدات است. هرچند با توجه به ماهیت بیابان‌زایی و پیچیدگی این پدیده، توجه به تمامی راهکارها حائز اهمیت بوده و مجموعه‌ای از تمامی راهکارها، می‌تواند ضامن کنترل بیابان‌زایی در این منطقه باشد. در نهایت می‌توان گفت نتایج حاصل از این مطالعه در انتخاب راهکار مناسب جهت کنترل و مدیریت بیابان‌زایی در دشت یزد- اردکان با توجه به اهمیت بالای تمامی عوامل درونی و بیرونی، می‌تواند ضامن کنترل بیابان‌زایی در این منطقه باشد.

واژه‌های کلیدی: بیابان‌زایی، راهبرد، یزد- اردکان، SWOT.

استناد: امیری حیدری علمدارلو، ا.، برآبادی، ح.، دهقان رحیم‌آبادی، پ.، خسروی، ح.؛ و رفیع شریف‌آباد، ج. (۱۴۰۱). ارزیابی راهکارهای کنترل پدیده بیابان‌زایی با استفاده از مدل SWOT در دشت یزد- اردکان. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۱(۲)، ۱-۱۴.

حق چاپ:



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

مقدمه

امروزه بیابان‌زایی به‌عنوان یک معضل گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه می‌باشد و نتیجه این فرآیند از بین رفتن منابع تجدیدشونده در هر یک از این کشورها است (Ahmadi, 2004). طبق تعریف، بیابان‌زایی مشتمل بر فرآیندهایی است که هم‌زاینده عوامل طبیعی بوده و هم به عملکرد نادرست انسان برمی‌گردد، به‌طوری‌که این فرآیندها ممکن است به‌صورت منفرد و یا مرکب در افزایش روند تخریبی شرکت داشته باشند (Javadi, 2004).

امروزه ضرورت شناخت دقیق معیارها و شاخص‌های مؤثر در وقوع پدیده بیابان‌زایی به‌منظور ارائه یک مدل برای نشان دادن شدت بیابان‌زایی و تعیین مهمترین عوامل مؤثر بر آن ضرورت دارد تا با مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح و اصولی مناطق بیابانی از گسترش عوامل بیابان‌زایی جلوگیری شود (Ahmadi, 2004). مطالعات بسیاری در مورد عوامل بیابان‌زایی و راهکارهای کنترل آن انجام گرفته است. Hemmati (۲۰۰۱) عوامل انسانی را مهمترین عامل تشدیدکننده بیابان‌زایی برشمرد. Tahmasebi Birgani (۲۰۰۵) مهمترین عامل بیابان‌زایی در منطقه دشت یزد- اردکان را تخریب پوشش گیاهی دانست. Sharifani و همکاران (۲۰۰۷) شور شدن خاک توسط آبیاری با آب شور را عامل بیابان‌زایی دانست و مخلوط نمودن پساب با آب شور را راهکار مناسبی جهت کاهش اثرات شوری آب شور و بیابان‌زدایی دانست. Abdi (۲۰۰۷) از بین معیارهای موجود، دو معیار آب زیرزمینی و خاک را به‌عنوان معیارهای کلیدی بیابان‌زایی در نظر گرفت. Qara و همکاران (۲۰۱۰) در منطقه خضراباد- همت‌آباد یزد، تخریب منابع آبی را مهمترین عامل بیابان‌زایی در منطقه دانست و متعادل‌سازی برداشت آب، تغییر الگوی کشت، تغییر الگوی آبیاری و کنترل

جمعیت تاغ‌زارها و به‌طور کلی صرفه‌جویی در مصرف آب را بهترین راهکار کنترل بیابان‌زایی در منطقه دانست. Hosseini و همکاران (۲۰۱۰) مهمترین عامل بیابان‌زایی در منطقه نیاتک سیستان را عوامل محیطی (خشک‌سالی) بیان نمودند. Zolfaghari و همکاران (۲۰۱۰) حساسیت اراضی دشت سیستان به بیابان‌زایی را مورد بررسی قرار دادند و چهار معیار اقلیم، پوشش گیاهی، فرسایش بادی و خاک را به‌عنوان مهمترین عامل‌های مؤثر در بیابان‌زایی منطقه در نظر گرفتند. Shakeriyan و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی وضعیت بیابان‌زایی بالفعل جرقوییه اصفهان، شاخص هدایت الکتریکی خاک را مؤثرترین عامل در بیابان‌زایی منطقه دانستند. Bahreini و همکاران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند که در بین شاخص‌های مورد بررسی، دو شاخص خشکی و شاخص درصد تراکم پوشش غیرزیستی مهمترین عوامل هستند که سبب فرآیند بیابان‌زایی شده‌اند. Ahmadi و Ansari (۲۰۱۹) با استفاده از مدل SWOT^۱ به بررسی آمایش مناطق ساحلی خلیج فارس و دریای عمان پرداختند. نتایج نشان داد که ایجاد یک برنامه‌ریزی منسجم و قوی در جهت کنترل وضعیت اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و متعادل ساختن آن ضروری می‌باشد. Rabiee و Firoozi (۲۰۱۹) با استفاده از مدل SWOT به مطالعه و ارزیابی استراتژی بهینه توسعه گردشگری در روستای لایزنگان پرداختند. مهمترین مزایای توسعه گردشگری در منطقه مورد مطالعه اقلیم مناسب در فصول گرم سال و محیط آرام و بدون سروصدای منطقه می‌باشد. فقدان فرهنگ گردشگرپذیری در بین جامعه میزبان و عدم تبلیغات مناسب نیز به ترتیب مهمترین نقاط ضعف توسعه گردشگری هستند. وجود جاذبه‌های فرهنگی و رسوم محلی از پتانسیل‌های این منطقه بوده و آسیب رساندن به محیط‌زیست و بافت مسکونی روستایی و از بین بردن حیات‌وحش به‌عنوان مهمترین تهدیدهای خارجی

1. Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats (SOWT)

چندگانه می‌باشد بنابراین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بیشترین میزان استفاده را به خود اختصاص داده‌اند.

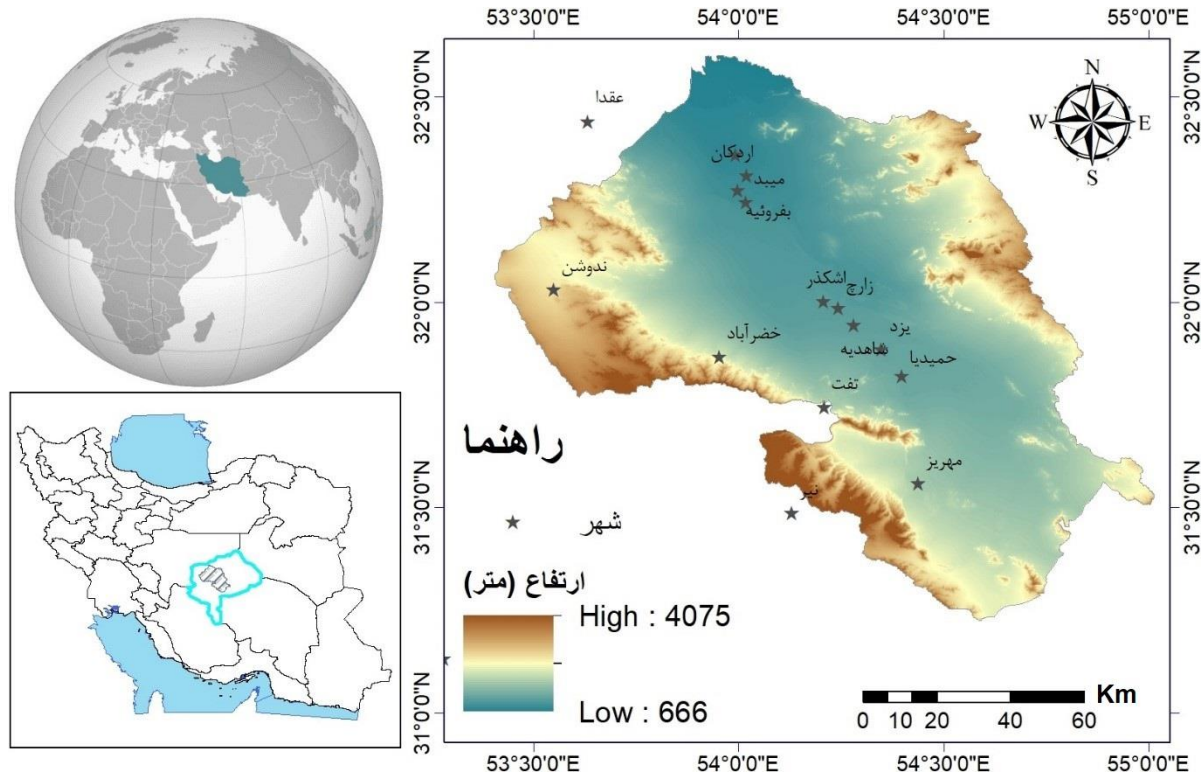
بنا بر آنچه که گفته شد با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و شناخت عوامل درونی و بیرونی (نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها) برای شناسایی و ارزیابی فرآیند بیابان‌زایی و تخریب اراضی می‌توان به بهترین گزینه‌ها دست یافت و برای مدیریت آن برنامه‌ریزی‌های مناسب صورت پذیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دشت یزد- اردکان در قسمت مرکزی فلات مرکزی ایران، ما بین عرض‌های ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است. ارتفاع منطقه از حدود ۶۶۶ متر از سطح دریای آزاد (کویر ریگ‌زیرین در نزدیکی عقدا) تا ۴۰۷۵ متر (قله شیرکوه) تغییر می‌کند. میزان متوسط بارندگی سالانه بین ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر است. نوسان درجه حرارت در زمستان و تابستان و حتی در شب و روز بسیار زیاد است. حداکثر دما ۴۵ درجه سانتی‌گراد بالای صفر و حداقل ۲۰ درجه سانتی‌گراد زیر صفر متغیر است. میانگین روزانه دما برای تمام سال بین ۱۱/۹ تا ۲۰/۷ درجه سانتی‌گراد متغیر است. محدوده دشت یزد- اردکان جزئی از فلات مرکزی ایران است که کویرهای ایران نیز عمدتاً در این فلات جای دارند (Mehdi et al., 2010). بخش بزرگی از مساحت محدوده دشت یزد- اردکان را قسمت‌هایی از کویرهای مختلف پوشانده است (شکل ۱).

منطقه به حساب می‌آیند. Wang و همکاران (۲۰۰۶) در ارزیابی تعیین عوامل کلیدی در بیابان‌زایی کشور چین، گزارش کردند که عوامل اقلیمی و فعالیت‌های انسانی هر دو با هم در فرآیند بیابان‌زایی دخالت داشته‌اند و در بعضی سال‌ها فعالیت‌های انسانی نظیر اعمال مدیریت صحیح، جنگل‌کاری و غیره نه تنها به کاهش روند بیابانی شدن منطقه منجر شده که حتی موجب احیاء مجدد و بیابان‌زدایی شده است. Dolisca و همکاران (۲۰۰۷) شناخت روش‌های بهره‌برداری روستاییان از منابع طبیعی و ادراک آنان از اثرات اجتماعی و اقتصادی و زیست‌محیطی بیابان‌زایی را عامل مهم کنترل بیابان‌زایی دانستند. در تحقیقی دیگر، مشارکت جوامع محلی در طرح‌های مدیریت بیابان، راهکاری مناسب جهت کنترل این پدیده عنوان شد (Diez & McIntosh, 2010). در اکثر تحقیقات انجام شده، همواره مشاهده می‌شود که راهبردهای ارائه شده به صورت بخشی و غیر همه‌جانبه‌نگر است که در نتیجه نتایج محدود و دور از واقعیت ارائه می‌دهد؛ بنابراین جهت به دست آوردن نتایج منطبق با واقعیت و جلوگیری از اتلاف سرمایه‌های محدود در طرح‌های احیای بیابان، نیاز به سایر روش‌ها می‌باشد که بتواند موارد بیان شده را پوشش دهد. در این میان استفاده از مدل‌های نظام‌مند، از جمله مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره^۱ می‌تواند راهگشا باشد. امروزه کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به‌منظور افزایش دقت در امر برنامه‌ریزی رواج گسترده‌ای یافته است چرا که از طریق آن‌ها، با توجه به معیارهای کمی و کیفی متعدد، می‌توان به انتخاب بهترین گزینه دست یافت (Malczewski, 2002) و از ابزارها و روش‌های کمی بسیاری در حوزه مدیریت راهبردی استفاده شده است و از آن‌جایی که اصلی‌ترین مؤلفه در این حوزه، تصمیم‌گیری با در نظر گرفتن همزمان ملاحظات



شکل ۱- موقعیت و مدل رقومی ارتفاع دشت یزد- اردکان

Figure 1- Location and Digital Elevation Model (DEM) of Yazd-Ardakan plain

شرکت‌کنندگان در تحقیق بستگی ندارد بلکه به اعتبار علمی متخصصان شرکت‌کننده در پژوهش وابسته است. در این تحقیق سعی می‌شود متخصصان آشنا در زمینه پدیده بیابان‌زایی در روش دلفی شرکت داده شده و نظرات آن‌ها در قالب پرسش‌نامه سنجیده و تدوین گردد. در نهایت طی چند مرحله توزیع پرسش‌نامه و بازخورد نظرات، عوامل درونی و بیرونی نهایی و مورد قبول تمامی کارشناسان آشنا در این زمینه، شناسایی گردید.

مدل SWOT

جهت تدوین و ارزیابی راهکارهای کنترل و مدیریت بیابان از مدل تحلیل SWOT و پیشنهاد راهبردهای خرد و کلان استفاده می‌گردد. ماتریس SWOT یکی از مدل‌های کیفی کارآمد است که به صورت گسترده مورد تأیید و استفاده قرار گرفته است. در این روش هدف، ارزیابی فرصت‌ها و تهدیدهای محیطی از یک طرف و نقاط ضعف و قوت داخلی سیستم از سوی دیگر می‌باشد. مدل SWOT تحلیل سیستماتیکی را برای شناسایی این عوامل و انتخاب راهبردی که بهترین تطابق بین آن‌ها را

روش اجرای طرح

تعیین عوامل درونی و بیرونی به روش دلفی

جهت جمع‌آوری اطلاعات و آماده‌سازی همه عوامل درونی و بیرونی مرتبط با پدیده بیابان‌زایی و کنترل آن در دشت یزد- اردکان از نظرات نخبگان آشنا در این زمینه با استفاده از پرسش‌نامه استفاده گردید. همچنین جهت اصلاح، حذف یا افزودن معیارها از روش دلفی استفاده شد. بدین صورت که جهت تجمیع نظر کارشناسان و شناسایی عوامل جدید از این روش استفاده گردید. روش دلفی یکی از روش‌های کسب دانش گروهی برای استخراج نظرات از یک گروه از متخصصان در مورد یک سؤال یا موضوع است. این کار با رسیدن به اجماع گروهی از طریق یک مجموعه از چینش پرسش‌نامه‌ای با حفظ گمنامی پاسخ‌دهندگان، و بازخورد نظرات به اعضای گروه انجام می‌شود. به‌کارگیری روش دلفی عمدتاً با هدف کشف ایده‌های خلاقانه و قابل اطمینان و یا تهیه‌ی اطلاعاتی مناسب به‌منظور تصمیم‌گیری است. اعتبار روش دلفی به تعداد

ایجاد می‌نماید، ارائه می‌دهد. در تحلیل روش SWOT عوامل مؤثر بر سیستم به دو گروه عوامل داخلی و خارجی تقسیم می‌شود (Tavakoli et al., 2022). نخستین گام در تحلیل مدل SWOT تعیین نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید است و سپس در گام بعد رابطه این عوامل و تأثیر آن‌ها بر یکدیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش اجرایی استفاده از مدل SWOT در این تحقیق به شرح زیر است:

ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (IFE^۱)

عوامل درونی در داخل سیستم وجود دارند؛ بنابراین علاوه بر تأثیر این عوامل بر سیستم، سیستم نیز بر این عوامل تأثیر می‌گذارد. ماتریس ارزیابی عوامل داخلی، حاصل بررسی راهبردی عوامل داخلی است. این ماتریس نقاط قوت و ضعف اصلی را تدوین و ارزیابی می‌کند. برای تهیه‌ی این ماتریس مراحل زیر باید طی شود:

- ۱- پس از بررسی عوامل داخلی، عوامل شناخته شده فهرست می‌شوند، ابتدا نقاط قوت و سپس نقاط ضعف شناسایی می‌شوند.
 - ۲- به عوامل فهرست شده وزن یا ضریب داده می‌شود. این ضرایب از صفر (بی‌اهمیت) تا یک (بسیار مهم) می‌باشند. ضریب نشان‌دهنده اهمیت نسبی یک عامل از نظر موفق بودن منطقه در وضعیت مربوطه می‌باشد و مجموع این ضرایب باید برابر یک باشد.
 - ۳- به هنگام رتبه دادن به عوامل داخلی، به قوت‌ها رتبه سه و چهار و به ضعیف‌ها رتبه‌ی یک و دو داده می‌شود. به این صورت که رتبه سه به معنی قوت نسبی و رتبه‌ی چهار به معنی قوت اساسی است. رتبه‌ی دو به معنی ضعیف نسبی و رتبه‌ی یک بیانگر ضعیف اساسی است.
 - ۴- ضریب هر عامل در رتبه مربوطه ضرب می‌شود تا امتیاز نهایی به دست آید.
 - ۵- از مجموع امتیازات نهایی متعلق به هر یک از عوامل، امتیاز عوامل داخلی تعیین می‌شود.
- اگر جمع امتیاز نهایی عوامل داخلی ۱ تا ۲/۵ باشد، بیانگر ضعف و چنانچه ۲/۵ تا ۴ باشد به معنای قوت

است.

ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE^۲)

ماتریس ارزیابی عوامل خارجی، حاصل بررسی راهبردی عوامل خارجی است. این ماتریس فرصت‌ها و تهدیدهای محیط خارجی را تدوین و ارزیابی می‌کند. برای تهیه این ماتریس مراحل زیر باید طی شود.

۱- پس از بررسی عوامل خارجی، عوامل شناخته شده فهرست می‌شوند، ابتدا عواملی که در آینده موجب فرصت می‌شوند و سپس عواملی که منطقه را تهدید می‌کنند، نوشته می‌شود.

۲- به عوامل فهرست شده وزن یا ضریب داده می‌شود. این ضرایب از صفر (بی‌اهمیت) تا یک (بسیار مهم) می‌باشند. ضریب نشان‌دهنده اهمیت نسبی یک عامل از نظر موفق بودن منطقه در وضعیت مربوطه است. مجموع این ضرایب باید برابر یک باشد.

۳- به هنگام رتبه دادن به عوامل خارجی یعنی فرصت‌ها و تهدیدهای پیش روی، به فرصت‌ها رتبه سه و چهار و تهدیدها یک و دو داده می‌شود. رتبه سه به معنی فرصت نسبی و رتبه چهار به معنی فرصت اساسی است. رتبه دو به معنی تهدید نسبی و رتبه یک به معنی تهدید اساسی است.

اگر جمع امتیاز نهایی عوامل خارجی ۱ تا ۲/۵ باشد، بیانگر تهدید و چنانچه ۲/۵ تا ۴ باشد به معنای فرصت است.

جهت ارزیابی عوامل داخلی و خارجی، پرسش‌نامه‌های حاوی اجزای مدل SWOT که در بخش قبل (روش دلفی) تهیه شده بود، جهت امتیازدهی در اختیار متخصصین مربوطه قرار گرفت و سعی گردید همانند روش دلفی، از نظر تمامی افراد و ارگان‌های آشنا و بی‌طرف با این تحقیق استفاده گردد تا بهترین نتیجه حاصل گردد. این افراد شامل دانشجویان مقطع دکتری، اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بودند.

استراتژی‌های تدوین شده

جدول ۱ بیان شده است. از بین نقاط قوت موجود در دشت یزد- اردکان جهت کنترل پدیده بیابان‌زایی وجود دانش بومی قوی در زمینه بهره‌برداری از منابع طبیعی، تمایل عمومی مردم به حفظ محیط‌زیست و وجود مطالعات و پیشینه تحقیق در سطح دشت یزد- اردکان به ترتیب بیشترین ضریب اهمیت و امتیاز نهایی را کسب نمودند. دو عامل اهمیت مسائل اجتماعی در موفقیت طرح‌های بیابان‌زدایی نشان می‌دهد و عامل سوم از جنبه جلوگیری از اتلاف سرمایه و زمان جهت کسب شناخت منطقه جهت طرح‌های بیابان‌زدایی را نشان می‌دهد. سایر نقاط قوت شامل وجود کارشناسان نخبه در بخش تحقیقات و اجرایی، وجود تنوع زیستی مناسب و سازگار با مناطق بیابانی و وجود زیرساخت‌های مناسب (مرکز تحقیقات باروری ابرها، مرکز تحقیقات مدیریت بیابان و غیره) و راه‌های ارتباطی با ضریب اهمیت و امتیاز نهایی بالا و با اندک اختلاف از عوامل قبلی، در رتبه‌های بعدی نقاط قوت در زمینه مدیریت و کنترل بیابان‌های دشت یزد- اردکان قرار گرفتند. تمامی سه عامل اخیر از بعد فنی و مهندسی طرح‌ها مهم می‌باشند که از این نظر دشت یزد- اردکان با حداقل محدودیت‌ها همراه می‌باشد. در مورد ضعف‌ها جهت کنترل پدیده بیابان‌زایی، به ترتیب عامل اقلیم خشک و خشک‌سالی‌های پی‌درپی، وجود کشاورزی سنتی در منطقه و تعدد کانون‌های بحران فرسایش بادی در دشت یزد- اردکان به‌طور مشترک مهمترین عوامل ارزیابی شدند. این عوامل اهمیت عوامل اقلیمی و سختی اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی در این دشت یزد- اردکان (با اقلیم خشک) را نشان می‌دهد. عدم در نظر گرفتن دانش بومی جوامع محلی، دولتی بودن طرح‌ها و زمان‌بر بودن آن و تمرکز زیاد شهرک‌های صنعتی و کارخانه‌های آلوده‌کننده محیط‌زیست عوامل مهم بعدی با اختلاف جزئی با عوامل قبلی توسط کارشناسان نخبه امتیازبندی شدند و در نهایت وجود ارگان‌های دست‌اندرکار مختلف در زمینه کنترل بیابان‌زایی و عدم هماهنگی کم

بعد از این که عوامل داخلی و خارجی شناسایی شد و امتیاز نهایی این عوامل به دست آمد، با استفاده از ماتریس چهارخانه‌ای عوامل داخلی و خارجی (IE^1)، راهکارهای مطلوب از بین راهکارهای ارائه شده انتخاب و پیشنهاد گردیدند.

از دیدگاه این مدل، یک راهبرد مناسب قوت‌ها و فرصت‌ها را به حداکثر و ضعف‌ها و تهدیدها را به حداقل ممکن می‌رساند. برای این منظور نقاط قوت و ضعف و فرصت‌ها و تهدیدها در چهار حالت کلی پیوند داده می‌شوند و از ترکیب و تلفیق این عوامل با یکدیگر گزینه‌های راهبردی انتخاب می‌شوند. راهبردها به شرح زیر می‌باشد.

الف) راهبردهای حداکثر استفاده از فرصت‌های محیطی با به‌کارگیری نقاط قوت سازمان (راهکارهای SO)، ب) راهبردهای استفاده از نقاط قوت سازمان برای جلوگیری از مواجهه با تهدیدها (راهکارهای ST)، پ) راهبردهای استفاده از مزیت‌های بالقوه‌ای که در فرصت‌های محیطی پنهان است برای جبران نقاط ضعف موجود در سازمان (راهکارهای WO) و ج) راهبردهایی برای به حداقل رساندن زیان‌های ناشی از تهدیدها و نقاط ضعف (راهکارهای WT).

در نهایت با امتیازدهی معیارها، راهبردهای کنترل پدیده بیابان‌زایی در دشت یزد- اردکان نیز تدوین شد.

نتایج

نتایج مربوط به تعیین عوامل درونی و بیرونی به

روش دلفی

یافته‌های این بخش شامل ۱۲ مورد عوامل درونی (شش نقطه قوت و شش نقطه ضعف) و ۱۴ مورد عوامل بیرونی (هفت فرصت و هفت تهدید) در دشت یزد- اردکان در زمینه کنترل و مدیریت پدیده بیابان‌زایی می‌باشند.

ارزیابی عوامل درونی توسط مدل SWOT

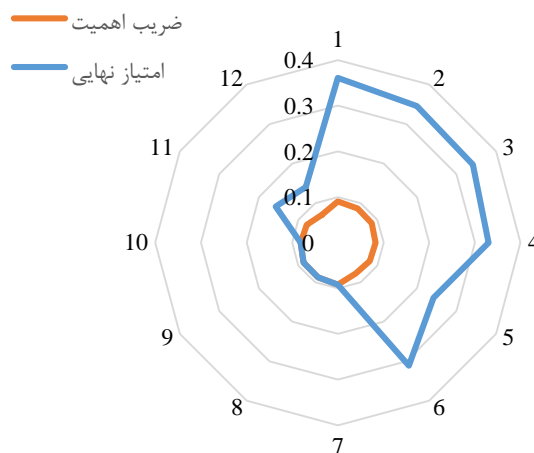
نتایج مربوط به تعیین نقاط قوت و ضعف (عوامل درونی) و ارزیابی این عوامل به‌وسیله امتیازدهی به آن‌ها در

اهمیت‌ترین ضعف (هرچند با میزان بالای اهمیت) ارزیابی گردید. درنهایت امتیاز نهایی ارزیابی عوامل درونی دشت یزد- اردکان در مورد کنترل پدیده بیابان‌زایی ۲/۶۵ به دست آمد که نشان از وزن نسبی بالاتر نقاط قوت نسبت به نقاط ضعف دشت یزد- اردکان می‌باشد. شکل ۱ نمودار عنکبوتی ضریب اهمیت و امتیاز نهایی عوامل درونی مؤثر در بیابان‌زایی دشت یزد- اردکان را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ارزیابی عوامل درونی مؤثر در بیابان‌زایی دشت یزد- اردکان

Table 1- Evaluation of effective internal factors affecting desertification of Yazd-Ardakan plain

ردیف Row	نقاط قوت و نقاط ضعف Strengths and Weaknesses	ضریب اهمیت Coefficient of Significance	امتیاز نهایی Final score	رتبه Rank
1	دانش بومی قوی مردم در زمینه بهره‌برداری از منابع طبیعی و کشاورزی	0.0901	0.3605	4
2	تمایل عمومی مناسب مردم محلی به حفظ محیط‌زیست	0.0863	0.3453	4
3	وجود مطالعات زیاد و پیشینه تحقیق مناسب در زمینه بیابان‌زایی و کنترل آن در سطح دشت یزد- اردکان	0.0854	0.3416	4
4	وجود کارشناسان نخبه در بخش تحقیقاتی و اجرایی	0.0825	0.3302	4
5	وجود تنوع زیستی خوب و سازگار با مناطق خشک و بیابانی در دشت یزد- اردکان	0.0806	0.3226	3
6	وجود زیرساخت‌های مناسب و همچنین قرارگیری اکثر نقاط شهری دشت یزد- اردکان در حاشیه جاده‌های ارتباطی و کریدورهای بین‌المللی و امکان بهره‌برداری از این امکان در جهت توسعه دشت یزد- اردکان	0.0778	0.3111	4
7	اقلیم خشک (بارش کم، دمای بالا و تبخیر زیاد) و وقوع خشک‌سالی‌های پی‌درپی در سال‌های اخیر	0.0920	0.0920	1
8	تعدد زیاد کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در سطح دشت یزد- اردکان	0.0873	0.0873	1
9	وجود کشاورزی سنتی در منطقه و کاهش سالانه سطح آبخوان به علت اقلیم خشک و کارایی پایین مصرف آب در کشاورزی و غیره	0.0873	0.0873	1
10	عدم در نظر گرفتن دانش بومی جوامع محلی، دولتی بودن طرح‌ها و زمان‌بر بودن آن	0.0816	0.0816	1
11	تمرکز زیاد شهرک‌های صنعتی و کارخانه‌های آلوده‌کننده محیط‌زیست در دشت یزد- اردکان	0.0787	0.1575	2
12	وجود ارگان‌های دست‌اندرکار مختلف در زمینه کنترل بیابان‌زایی و عدم هماهنگی و انسجام سازمانی و وجود موازی‌کاری‌ها	0.0702	0.1404	2
	جمع	1	2.6574	



شکل ۲- نمودار عنکبوتی ضریب اهمیت و امتیاز نهایی عوامل درونی مؤثر در بیابان‌زایی دشت یزد- اردکان را نشان می‌دهد
Figure 2- Spider diagram shows the coefficient of importance and final score of internal factors affecting desertification of Yazd-Ardakan plain

ارزیابی عوامل بیرونی توسط مدل SWOT

نتایج مربوط به تعیین فرصت‌ها و تهدیدهای دشت یزد- اردکان در زمینه پدیده بیابان‌زایی و کنترل آن در جدول ۲ آورده شده است. از بین فرصت‌های موجود در جهت کنترل پدیده بیابان‌زایی دشت یزد- اردکان دو عامل اهمیت حیاتی از نظر اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و صنعتی و توجه ویژه مسئولین به این دشت و امکان انتقال نیروی کار از بخش کشاورزی به بخش صنعت و معدن با توجه به صنعتی بودن این منطقه به‌طور مشترک بیشترین ضریب اهمیت و امتیاز نهایی را کسب نمودند. این دو عامل از جنبه مسائل اجتماعی و اقتصادی و تأمین معیشت ساکنان مناطق بیابانی (در صورت کاهش وابستگی آنان به منابع طبیعی) مهم می‌باشد. دو عامل امکان استفاده از پساب شهر دشت یزد- اردکان و سایر شهرستان‌ها جهت بیابان‌زدایی و افزایش اهمیت پدیده‌ها و بحران‌های زیست‌محیطی مرتبط با بیابان‌زایی در رتبه‌های بعدی اهمیت در نظر گرفته شدند. این دو عامل نیز از جنبه تأمین آب جهت احیای زیستی منطقه (استفاده از پساب) و همچنین افزایش آگاهی ساکنان نسبت به پدیده بیابان‌زایی و اثرات آن (افزایش اهمیت بیابان‌زایی) مهم می‌باشد. درنهایت سه عامل توجه به کاشت گلخانه‌ای در منطقه با توجه به کم‌آبی (امکان تأمین معیشت کشاورزان از این طریق)، وجود جاذبه‌های گردشگری متعدد در اراضی بیابانی و کویری این مناطق و وجود اقلیم‌های متعدد و قابلیت‌های زیست‌محیطی فراوان دشت یزد- اردکان مانند انرژی خورشیدی، بادی و غیره (افزایش توان اقتصادی ساکنان) با ضریب اهمیت بالا و با اندک اختلاف از عوامل قبلی، در رتبه‌های بعدی فرصت‌های دشت یزد- اردکان جهت کنترل پدیده

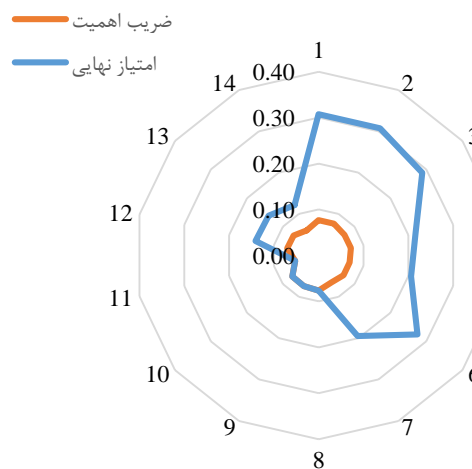
بیابان‌زایی امتیازدهی شدند.

در مورد تهدیدها جهت کنترل پدیده بیابان‌زایی، به ترتیب چهار عامل وجود تفکر ارجحیت کامل فعالیت‌های صنعتی و معدنی بر حفظ محیط‌زیست در کشور و منطقه (بعد اهمیت مسائل اجتماعی و اقتصادی در بیابان‌زایی)، استفاده از منابع خارج از دشت برای تأمین آب (تهدید عدم تأمین آب از استان‌های مبدأ و اثرات متفاوت منفی آن)، درگیر بودن بخش اعظم کشور با پدیده بیابان‌زایی و عدم تمرکز دولت به منطقه‌ای خاص (عدم تأمین بودجه کافی جهت بیابان‌زدایی) و گونه‌هایی غیربومی و ناسازگار با شرایط منطقه (با نابودی پوشش بومی منطقه و تخریب منابع آبی و خاکی) مهمترین تهدیدها در دشت یزد- اردکان با اختلاف کم نسبت به هم امتیازبندی شدند؛ بنابراین همه آن‌ها عوامل مهمی ارزیابی شدند. سه عامل تخریب و برهم‌زدن تعادل محیط‌زیست ناشی از اجرای نامناسب طرح‌ها، عدم اجرای صحیح طرح‌ها با توجه به عدم نظارت کافی و عدم پرداخت به‌موقع هزینه‌های طرح‌ها توسط دولت و استفاده از کارشناسان غیربومی و ناآشنا به منطقه برای تدوین و اجرای طرح‌ها با وجود نخبگان بومی منطقه (هر سه عامل اخیر بعد فنی اجرای طرح بیابان‌زدایی را بیان می‌نمایند) در رتبه‌های بعدی اهمیت ارزیابی شدند. درنهایت امتیاز نهایی ارزیابی عوامل بیرونی دشت یزد- اردکان در مورد کنترل پدیده بیابان‌زایی ۱/۹۶ به دست آمد که نشان از وزن نسبی بالاتر تهدیدهای دشت یزد- اردکان نسبت به فرصت‌ها می‌باشد. شکل ۲ نمودار عنکبوتی ضریب اهمیت و امتیاز نهایی عوامل بیرونی مؤثر در بیابان‌زایی دشت یزد- اردکان را نشان می‌دهد.

جدول ۲- ارزیابی عوامل بیرونی مؤثر در بیابان‌زایی دشت یزد- اردکان

Table 2- Evaluation of external factors affecting desertification in Yazd-Ardakan plain

ردیف Row	نقاط قوت و نقاط ضعف Strengths and Weaknesses	ضریب اهمیت Coefficient of Significance	امتیاز نهایی Final score	رتبه Rank
1	اهمیت حیاتی دشت یزد- اردکان از نظر اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و صنعتی در دشت یزد- اردکان و توجه ویژه مسئولین به این دشت با توجه به اهمیت آن	0.07686	0.30446	4
2	امکان انتقال نیروی کار از بخش کشاورزی به بخش صنعت و معدن با توجه به صنعتی بودن منطقه	0.07686	0.30446	4
3	امکان استفاده از پساب شهر یزد و سایر شهرستان‌ها جهت بیابان‌زدایی	0.072058	0.29143	4
4	افزایش اهمیت پدیده‌ها و بحران‌های زیست‌محیطی مرتبط با بیابان‌زایی مثل تغییر اقلیم کم‌آبی و ریزگرد در کشور	0.072058	0.21617	3
5	توجه به کاشت گلخانه‌ای در منطقه با توجه به کمبود آب	0.06885	0.20565	3
6	وجود جاذبه‌های گردشگری متعدد در اراضی بیابانی و کویری این مناطق و توان بسیار بالا جهت جذب اکوتوریسم در سطوح ملی و جهانی	0.06885	0.27545	4
7	وجود اقلیم‌های متعدد در دشت یزد- اردکان و قابلیت‌های زیست‌محیطی فراوان مانند انرژی خورشیدی و غیره	0.06485	0.19456	3
8	وجود تفکر ارجحیت کامل فعالیت‌های صنعتی و معدنی بر حفظ محیط‌زیست در کشور و منطقه مورد مطالعه	0.07686	0.07686	1
9	استفاده از منابع خارج از دشت برای تأمین آب و امکان عدم تأمین آب توسط شهرهای مبدأ	0.07446	0.07446	1
10	درگیر بودن بخش اعظم کشور با پدیده بیابان‌زایی و عدم تمرکز دولت به منطقه‌ای خاص	0.073659	0.07365	1
11	تغییر تنوع پوشش گیاهی و تنوع زیستی منطقه و ورود گونه‌هایی غیربومی و ناسازگار با شرایط منطقه با آثار مخرب	0.052858	0.05285	1
12	تخریب و برهم‌زدن تعادل محیط‌زیست ناشی از اجرای نامناسب طرح‌ها و انجام طرح‌های کارشناسی نشده و بدون توجه به شرایط محیطی	0.070456	0.14091	2
13	عدم اجرای صحیح طرح‌ها با توجه به عدم نظارت کافی و عدم پرداخت به موقع هزینه‌های طرح‌ها توسط دولت	0.069656	0.13931	2
14	استفاده از کارشناسان غیربومی و ناآشنا به منطقه برای تدوین و اجرای طرح‌ها با وجود نخبگان بومی منطقه و آشنا به شرایط منطقه	0.060849	0.12169	2
جمع		1	1.9615	



شکل ۳- نمودار عنکبوتی ضریب اهمیت و امتیاز نهایی عوامل بیرونی مؤثر در بیابان‌زایی دشت یزد- اردکان را نشان

می‌دهد

Figure 3- Spider diagram shows the coefficient of importance and final score of external factors affecting desertification of Yazd-Ardakan plain

استراتژی‌های تدوین شده

تعیین و تدوین راهبردهای کنترل بیابان‌زایی در دشت یزد- اردکان، با توجه به امتیاز نهایی عوامل درونی و بیرونی مؤثر در بیابان‌زایی در این دشت انجام گرفت. با توجه به این که جمع عوامل درونی، قوت و جمع عوامل بیرونی، تهدید را نشان می‌دهد، راهبردهای برتر برای مدیریت فرآیند بیابان‌زایی، راهبردهای مقابله با تهدیدات (ST) می‌باشد؛ بنابراین برای رسیدن به بحث بیابان‌زدایی در منطقه بهتر است ابتدا راهبردهای مقابله با تهدیدات در اولویت قرار گیرد تا از این طریق، با توجه به نقاط قوت، زمینه مقابله با تهدیدات پیش‌رو را فراهم نمود. هرچند که در فرآیند مدیریت بیابان‌زایی، با توجه به پیچیدگی این پدیده و چندبعدی بودن عوامل مؤثر در آن، توجه به تمامی عوامل مؤثر و راهبردهای کنترل این عوامل حائز اهمیت است؛ بنابراین تمامی راهبردهای ممکن و مؤثر در کنترل این پدیده در این تحقیق آورده شده است؛ که به شرح زیر می‌باشد:

نتایج راهبردهای تهاجمی (SO)

- توسعه گردشگری و اکوتوریسم بیابان در سطح ملی و بین‌المللی با توجه جاذبه‌های فراوان گردشگری در دشت یزد- اردکان.

- همسو کردن زیرساخت‌های دشت یزد- اردکان در کنار دانش بومی ساکنان و مطالعات مناسب نخبگان به سمت استفاده از قابلیت‌های زیست‌محیطی مختلف منطقه جهت بهتر شدن معیشت ساکنین مانند نصب پنل خورشیدی در مناطق مختلف، استفاده از قابلیت باروری ابرها جهت تأمین بخشی از آب و غیره.

نتایج راهبردهای مقابله با تهدیدات (ST)

- ایجاد تشکل‌های مردم‌نهاد از جوامع محلی و نخبگان منطقه (NGO) جهت نظارت بر اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی و همچنین نظارت بر بهره‌برداران منابع طبیعی و جلوگیری از تخریب سرزمین.

- استفاده از گونه‌های بومی منطقه جهت احیای پوشش گیاهی با توجه به تنوع پوشش گیاهی مطلوب و سازگار با اقلیم منطقه و حذف گونه‌های ناسازگار با اقلیم خشک

مناطق بیابانی در اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی و همچنین بخش کشاورزی.

- اجرای دوره‌های آموزشی و ترویجی برای بهره‌برداران طرح‌های منابع طبیعی جهت مدیریت پایدار عرصه‌های منابع طبیعی توسط نخبگان آشنا به منطقه با توجه به تمایل عمومی مناسب بهره‌برداران به حفظ محیط‌زیست.

- مشارکت جوامع محلی و استفاده از دانش بومی آن‌ها در برنامه‌ریزی، اجرا و حفظ طرح‌های بیابان‌زدایی بعد از اجرا.

نتایج راهبردهای محافظه کارانه (WO)

- کنترل کانون‌های بحران فرسایش بادی و تعدیل اثرات اقلیم با استفاده از پساب تصفیه‌خانه با توجه به انطباق بالاتر پساب با اکوسیستم بیابان نسبت به بخش کشاورزی.

- ایجاد انطباق بیشتر بین کاربری‌های مختلف در سطح منطقه با اقلیم‌های متعدد منطقه و انتقال صنایع در حال احداث به مناطق پربارش‌تر و عدم تمرکز صنایع در یک مکان جهت کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی.

- حمایت از ایجاد فرصت‌های شغلی مولد در فعالیت‌های غیر کشاورزی (حمایت از ایجاد تعاونی و تشکل‌های تولیدی غیر کشاورزی) و انتقال بخشی از نیروی بخش کشاورزی به این بخش با توجه به صنعتی بودن این دشت.

نتایج راهبردهای تدافعی (WT)

- ایجاد ستاد مقابله با پدیده بیابان‌زایی در سطح منطقه و استفاده از کارشناسان نخبه بومی منطقه آشنا جهت هماهنگی ارگان‌های مختلف درگیر در کنترل بیابان‌زایی و جلوگیری از موازی‌کاری آن‌ها.

- اصلاح قوانین بهره‌برداری از منابع طبیعی در کاربری‌های مختلف و اعمال و ارجحیت ضوابط و معیارهای زیست‌محیطی و توسعه پایدار در بخش صنعت و معدن در سطح منطقه.

- تحول در نظام کشاورزی سنتی و کشت محصولات با ارزش اقتصادی بالاتر و مصرف کمتر آب و همچنین

استفاده از فناوری‌های جدید در بخش کشاورزی جهت کاهش مصرف آب.

بحث

پدیده بیابان‌زایی حاصل فرآیندهای پیچیده‌ای می‌باشد که در اثر برهم‌کنش متغیرهای مختلف ایجاد می‌شود. این متغیرها می‌تواند عوامل بیرونی اکوسیستم بیابان (اکوسیستم‌های مجاور) و همچنین عوامل درونی اکوسیستم باشد که در طی زمان حاصل می‌شود؛ بنابراین به نظر می‌رسد که جهت ارزیابی پدیده بیابان‌زایی و راهکارهایی کاهش اثرات این پدیده، باید از دید سیستمی و جامع‌نگر که بتواند همه عوامل بیرونی و درونی اکوسیستم را بررسی نماید، استفاده شود. در این میان استفاده از مدل‌های نظام‌مند، از جمله مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند راهگشا باشد. مدل SWOT در این تحقیق بدین جهت استفاده گردید و نتایج استفاده از این مدل در این تحقیق نشان داد که استفاده از این مدل جهت تعیین معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی به خوبی کارایی لازم را داشته است. بدین صورت که چهار عامل مدل SWOT اعم از نقاط قوت و ضعف (عوامل درونی اکوسیستم) به‌عنوان معیارهای بیابان‌زایی درونی اکوسیستم و فرصت‌ها و تهدیدها (عوامل بیرونی اکوسیستم) به‌عنوان معیارهای بیابان‌زایی بیرونی اکوسیستم و حاصل از اکوسیستم‌های مجاور و همگی این عوامل به‌عنوان معیارهای ارزیابی و شناخت بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شدند؛ بنابراین این روش دیدگاه جامع‌نگری را به این تحقیق اعمال نمود. همچنین سعی گردید بسیاری از مشکلات روش‌های گذشته در ارزیابی طرح‌های بیابان‌زدایی حل شود. این یکی از اهداف و مزایای این طرح نسبت به سایر تحقیقات مشابه که هدفشان ارزیابی بیابان‌زایی بوده، می‌باشد. تحقیق مشابه در زمینه مطالعات ارزیابی بیابان‌زایی توسط مدل SWOT مشاهده نشده ولی در مطالعات دیگر از جمله امکان‌سنجی توسعه کشاورزی توسط Saraie و Pirastehfar (۲۰۱۲)، ارزیابی توان توسعه گردشگری

بیابان Ghadiri Masoom و همکاران (۲۰۱۴)، مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی توسط Herati و همکاران (۲۰۱۰) و سایر تحقیقات از جمله گردشگری (Esmailzadeh & Esmaeizadeh, 2015)، Ahmadi و Ansari (۲۰۱۹) و Rabiee و Firoozi (۲۰۱۹) به‌خوبی کارایی خود را نشان داده است.

در مورد نقاط قوت و ضعف دشت یزد- اردکان در ارتباط با کنترل پدیده بیابان‌زایی می‌توان گفت که برتری نسبی به نفع نقاط قوت وجود دارد که جمع عوامل درونی (۲/۶۵) گواه این موضوع می‌باشد. هرچند که این برتری نسبی وجود دارد ولی این برتری در حد زیادی نبوده و ضعف‌های منطقه نیز امتیاز بالایی را گرفته و نشان از اهمیت بالای آن‌ها در کنار نقاط قوت می‌باشد. اقلیم خشک منطقه و خشک‌سالی‌های پی‌درپی در پی و همچنین کانون‌های فرسایش بادی در سطح منطقه (عامل طبیعی بیابان‌زایی) در کنار کشاورزی سنتی با مصرف بالای آب و کارایی کم آن و همچنین تمرکز صنایع آلوده‌کننده محیط‌زیست و عدم نظارت کافی بر آن‌ها (عوامل انسانی بیابان‌زایی) شرایط احیا بیابان را با وجود نقاط قوت مناسب منطقه سخت نموده است؛ بنابراین جهت تعیین راهبردهای کنترل بیابان‌زایی توجه کافی به نقاط ضعف در کنار نقاط قوت بسیار حائز اهمیت می‌باشد. امتیازدهی نزدیک به هم اکثر عوامل درونی منطقه در ارتباط با پدیده بیابان‌زایی (نقاط قوت و ضعف) این موضوع را به‌خوبی بیان می‌نماید. در مورد نقاط قوت نیز نکته حائز اهمیت، امتیاز بالاتر مسائل اجتماعی و اقتصادی (تمایل عمومی جهت حفظ محیط‌زیست، دانش بومی ساکنان در مورد سازگاری و بهره‌برداری از منابع طبیعی در مناطق بیابانی) نسبت به مسائل فنی و مهندسی (وجود مطالعات و پیشینه تحقیق، وجود کارشناسان نخبه، تنوع ریستی مناسب و زیرساخت‌های مناسب جهت کنترل بیابان) جهت کنترل و مدیریت بیابان‌زایی می‌باشد که این نشان از اهمیت بسیار بالای مسائل اجتماعی و اقتصادی در پروژه‌های بیابان‌زدایی و توجه به این مسائل می‌باشد. موضوعی که در بسیاری از طرح‌های منابع

به بخش صنعت و معدن با توجه به صنعتی بودن بالاترین امتیاز را کسب نموده‌اند؛ بنابراین راهبردهایی که بتواند این مسائل را حل نماید، می‌تواند به‌عنوان کلیدی‌ترین راهبردها در نظر گرفته شوند. همچنین استفاده از پساب منطقه در بخش کشاورزی و بیابان‌زدایی با رعایت مسائل بهداشتی پساب، توجه به کشت گلخانه در سطح منطقه مورد مطالعه، امکان توسعه اکوتوریسم بیابان و سایر قابلیت‌های منطقه از جمله انرژی خورشیدی و غیره به‌عنوان فرصت‌هایی که معیشت ساکنان (مسائل اقتصادی مقابله با بیابان‌زدایی) را تأمین می‌نماید، می‌تواند نکات کلیدی در جهت حل مسائل اجتماعی و اقتصادی و کاهش تهدیدهای دشت یزد- اردکان باشد که در تعیین راهبردها لحاظ شده‌اند. در نهایت می‌توان گفت در انتخاب راهکار جهت کنترل و مدیریت بیابان‌زدایی در سطح دشت یزد- اردکان با توجه به اهمیت بالای تمامی عوامل درونی و بیرونی دشت یزد- اردکان، توجه به تمامی راهکارها حائز اهمیت بوده و مجموعه‌ای از تمامی راهکارها، می‌تواند ضامن کنترل بیابان‌زدایی در این منطقه باشد.

سپاسگزاری

در انتها از حمایت‌های اعضای گروه احیاء مناطق خشک کوهستانی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران که در انجام این تحقیق نویسندگان را یاری فرمودند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

طبیعی توجه کمی به آن شده و علت شکست بسیاری از این طرح‌ها نیز همین موضوع است؛ بنابراین در تعیین راهبردهای کنترل بیابان‌زدایی در دشت یزد- اردکان و همچنین سطح کشور، مسائل اجتماعی و اقتصادی به‌صورت ویژه باید گنجانده شود.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به این‌که روش‌های مختلفی برای بررسی مدیریت اراضی و جلوگیری از بیابان‌زدایی وجود دارد و هر کدام مزایا و معایب خاص خود را دارند، در این مطالعه از روش SWOT برای دستیابی به حداکثر نقاط قوت و فرصت‌ها و حداقل نقاط ضعف و تهدیدات در منطقه مطالعاتی استفاده شد. در مورد فرصت‌ها و تهدیدها در دشت یزد- اردکان در ارتباط با کنترل پدیده بیابان‌زدایی همانند عوامل درونی می‌توان گفت که امتیازات همه عوامل نیز نزدیک هم بوده و نشان از اهمیت بالای تمامی عوامل دارد. تفاوت عوامل بیرونی با درونی در دشت یزد- اردکان در ارتباط با پدیده بیابان‌زدایی، برتری نسبی نکات منفی منطقه (تهدیدها) در مقابل نکات مثبت (فرصت‌ها) در مقابله با بیابان‌زدایی است که مجموع امتیاز عوامل بیرونی (۱/۹۶) گواه این موضوع می‌باشد. در مورد عوامل بیرونی نیز همانند عوامل درونی مسائل اجتماعی و اقتصادی نیز اهمیت بالایی را نشان داده‌اند به‌گونه‌ای که وجود تفکر ارجحیت کامل فعالیت‌های صنعتی و معدنی بر حفظ محیط‌زیست و همچنین امکان انتقال نیروی کار از بخش کشاورزی

References

- Abdi, J. (2007). *Study and preparation of desertification intensity map based on IMDPA model with emphasis on two criteria of water and soil in Abuzid Abad Region*. Master Thesis, Faculty of Natural Resources: University of Tehran. (In Persian)
- Ahmadi, S. A. & Ansari, Z. (2019). Survey of border regions according to SWOT model (From Bandar Abbas to Goater). *Political Spatial Planning*, 1(3), 139-146. (In Persian)
- Ahmadi, H. (1995). Investigating the effective factors in desertification. *Journal of Forests and Rangelands*, 62, 66-70. (In Persian)
- Bahreini, F., Pahlavanravi, A., Moghaddamnia, A. & Rahi, G. (2012). Spatial prioritization of land degradation using IMDPA model with emphasis on wind erosion and climate (Case study: Bordekhun Region of Boushehr). *Journal of Water and Soil*, 26(4), 897-907. (In Persian)
- Diez, E. & McIntosh, B. S. (2011). Organisational drivers for, constraints on and impacts of decision and information support tool use in desertification policy and management. *Environmental Modelling & Software*, 26(3), 317-327. Doi:

- 10.1016/j.envsoft.2010.04.003.
- Dolisca, F., Carter, D. R., McDaniel, J. M., Shannon, D. A. & Jolly, C. M. (2006). Factors influencing farmers' participation in forestry management programs: A case study from Haiti. *Forest Ecology and Management*, 236(2), 324-331. Doi: 10.1016/j.foreco.2006.09.017.
 - Esmailzadeh, H. & Esmaeizadeh, Y. (2015). Selecting the optimal strategy of tourism development using the SWOT strategic model (Case study: Maragheh City). *Journal of Environmental Management*, 4(28), 149-172. (In Persian)
 - Ghadiri Masoom, M., Salmani, M. & Ghasabi, M. J. (2014). Evaluation of assessing the development potential of desert tourism and its impact on socio-economic and physical dimensions in rural settlements (Case study of Khor and Biabank villages). *Journal of Geography and Planning*, 18(50), 304-281.
 - Hemmati, N. (2001). *Study and analysis of effective factors in the intensity of desertification and presentation of a regional model in Nematabad Bijar Watershed*. Master Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.
 - Herati, A. N., Vafaei, F. & Abdullahzadeh, R. (2010). The use of SWOT analysis in integrated coastal Zone management (Case study: three Northern provinces). *Science and Technology of Environmental*, 12(4), 129-142.
 - Hosseini, S. M., Ekhtesasi, M. R. & Bezi, R. (2010). A study of the type and severity of factors affecting desertification in Sistan (Case study: Niatak Region). *Quarterly Journal of Geographical Space*, 9(31), 119-136. (In Persian)
 - Javadi, M. R. (2004). *Investigating the effective factors in the intensity of desertification and regional development in Kerman, Iran*. Master Thesis, University of Tehran.
 - Malczewski, J. (2002). Fuzzy screening for land suitability analysis. *Geographical and Environmental Modelling*, 6(1), 27-39.
 - Mehdi, S. D. M., Hassan, E. M., Farzaneh, A., Ali, D. T. A., Mehdi, Y. & Mojtaba, M. (2020). Associations between climatic parameters and the human Salmonellosis in Yazd Province, Iran. *Environmental Research*, 109706. Doi: 10.1016/j.envres.2020.109706.
 - Qara Cheloo, S., Ekhtesasi, M. R., Zareian Chehrami, M. & Samadi, M. B. (2010). Evaluation of current condition of desertification using ICD model (Case study: Khezrabad-Hemmatabad region of Yazd). *Iranian journal of Range and Desert Reseach*, 7(3), 402-420. (In Persian)
 - Rabiee, H. & Firoozi, M. (2019). Assessment of optimal tourism development strategy in rural areas by SWOT model with emphasis on Lyzangan village. *Political Organizing of Space*, 1(1), 59-67.
 - Saraie, M. H. & Pirastehfar, P. (2012). *Feasibility of agricultural development using the urban wastewater treatment plant using the management model to determine the strategy (Case study: Hassanabad and Hosseinabad villages of Rustaq region of Yazd)*. Rasht, University of Guilan, National Conference on Rural Development.
 - Shakeriyan, N., Zahtabiyan, G. M., Azrnivand, H. & Khosravi, H. (2011). The current status of desertification in Jarghouyeh region of Isfahan using IMDPA model (with emphasis on water, soil and vegetation criteria). *Journal of Range and Watershed Management*, 64(4), 421-411. (In Persian)
 - Sharifani, F., Jafari, M., Azarnivand, H., Abbasi, H. R. & Sori, M. (2007). Evaluation of the effects of plant growth on desertification Case Study: Sagzi plain in Isfahan. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 13(4), 359-367. (In Persian)
 - Tahmasebi Birgani, A. M. (2005). Investigation of the type and intensity of desertification. *Journal of Geographical Landscape*, 4(9), 137-121. (In Persian)
 - Tavakoli, M., Fathizad, H. & Hamidian, M. (2022). 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)
 - Wang, X., Chen, F., Hasi, E. & Li, J. (2008). Desertification in China: An assessment. *Earth-Science Reviews*, 88(3-4), 188-206. Doi: 10.1016/j.earscirev.2008.02.001.
 - Zolfaghari, F., Shahriari, A. R., Fakhere, A., Rashki, A. R. & Nori, S. (2010). Assessment of desertification potential using IMDPA model in Sistan Plain. *Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi)*, 91, 97-107. (In Persian)

Investigation of Wind Erosion Potential in Chahdashi Region of Nehbandan City, South Khorasan Province Using IRIFR.2 Model

Alireza Zarezadeh¹, Ahmad Pahlavanravi², Morteza Deghani³ and Abbas Khaksefidi^{4*}

1- M.Sc. Graduate, Department of Desertification, Faculty of Water and Soil, 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- Ph.D. in Watershed Management, General Department of Natural Resources and Watershed Management of South Khorasan Province, Birjand, Iran

4- Lecturer, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran

*Corresponding author: a.khaksafidi@uoz.ac.ir

(Received: 1 March 2022

Revise: 28 March 2022

Accepted: 27 April 2022)

Extended Abstract

Introduction: Wind erosion causes land degradation in arid and semiarid regions and is a serious challenge for sustainable production and farmland management. Therefore, it is necessary to identify the factors affecting wind erosion and wind erosion potential in each area and use them in planning. Wind erosion conditions exist mainly in arid and semi-arid climates of Iran (large parts of the central and eastern regions) at the same time and in today's situation, it has intensified due to improper management.

Materials and Methods: In this research, in order to determine and estimate the wind erosion potential of Chahdashi region of Nehbandan city of South Khorasan province, IRIFR.2 model and capabilities and facilities of ArcGIS10.3 software have been used. Given that the IRIFR model calculates wind erosion potential in geomorphological facies, in this research, geomorphological facies of the region were identified using basic maps including topography, DEM, geology, vegetation, land use and field visits. IRIFR.2 model is introduced to estimate erosion of arable lands. This model enables the user to estimate the wind erosion potential of the field according to the questionnaire, seeing the effects and signs on the soil and field surface. To determine the amount of wind erosion of agricultural lands in IRIFR. 2 model, 9 factors including sedimentology of soil texture or land sediment, topography and location of the studied lands, wind speed and continuity of strong or erosive winds, roughness or the degree of unevenness of soil surface, impact soil compressive strength and turbulence, soil moisture and irrigation conditions, salt content and type of salts in soil and irrigation water, density of vegetation and straw remaining over the ground surface, and farm management (planting patterns, presence of windbreaks around the field, crop rotation) were examined. The score of each factor was determined and the score of these factors was added together. The deposition potential was then determined. After calculating the amount of erosion, the classification of erosion intensity was determined and finally the sediment potential and erosion intensity were mapped in each facie.

Results and Discussion: In the study area, 22 facies were identified and the facies of Rig-e-Danehriz plain, with the code 3-3-2 and with 29.5%, have the highest percentage of area and the area of agricultural lands, rangelands and uncovered lands were respectively 0.33, 99.03 and 0.64% of the available rangeland plants of 13 plant types. Erosion intensity class in different facies varies from very high to very low. Field visiting showed that areas with very low erosion have high rock cover. In fact, there is no soil for erosion in these areas. Accordingly, Arable lands have less potential for erosion than other work units. The results of the quality status map of the wind erosion intensity of this model showed 5 classes, of which 8.3% of the area is in the very low class, 28.6% in the low class, and 57.5% in the middle class. Vegetation, surface gravel and hardened clay surface prevent wind erosion in these areas, 1.8% in high class and 3.8% in very high class, which mostly includes active sand dunes. The highest erosion intensity score is related to the landuse of ripple and silk hills with facies code 1-3-3 and with a total score of 9 factors equal to 107. Qualitatively, it is related to the severity of erosion and covers 3.8% of the area. Also, the lowest score of wind erosion intensity belongs to stone outcrop unit with 1-1-1 facies code and total score of 3.8, which is qualitatively characterized by very low erosion intensity and the area of this unit covers 1.5% of the area. Agricultural lands are in the low erosion intensity class in terms of erosion potential with 3.2 tons per hectare per year.

Conclusion: According to IRIFR.2 model, the main factors contributing to wind erosion in Chahdashi area are environmental factors because environmental factors (wind condition and vegetation) with the highest scores were identified as the main factor in most work units. The wind erosion potential of the studied area in all facies is more than the soil potential of the region (due to climatic and edaphic soil conditions), wind speeds more than 4 m/s and also the lack of vegetation and in some facies the presence of soil particles sensitive to erosion, are the most important reasons for wind erosion in the region. The rate of erosion in the hill facies is 86.3 tons per hectare, which is the highest among the geomorphological facies of the region. Due to the favorable conditions for wind erosion, especially the lack of adhesion between soil particles, this facies has a deposition rate of more than 6000 tons per square kilometer per year.

Keywords: Chahdashi, Desertification, Facies, Sediment, Wind erosion.

Citation: Zarezadeh, A., Pahlavanravi, A., Deghani, M. & Khaksefidi, A. (2022). Investigation of wind erosion potential in chahdashi region of Nehbandan city, South Khorasan province using IRIFR.2 model. *Integrated Watershed Management*, 2(1), 15-31. doi: 10.22034/iwm.2022.549516.1021

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 پتانسیل فرسایش بادی منطقه چاهداسی شهرستان نهبندان استان خراسان جنوبی با استفاده از مدل IRIFR.2

علیرضا زارعزاده^۱، احمد پهلوانروی^۲، مرتضی دهقانی^۳ و عباس خاکسفیدی^{۴*}

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران

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

۳- دکتری آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان جنوبی، بیرجند، ایران

۴- مربی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران

*نویسنده مسئول: a.khaksafidi@uoz.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۱/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۰

چکیده

فرسایش بادی باعث تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک شده و چالشی جدی در برابر تولید پایدار و مدیریت اراضی کشاورزی محسوب می‌شود؛ بنابراین لازم است عوامل مؤثر بر فرسایش بادی و پتانسیل آن در هر منطقه شناسایی و در برنامه‌ریزی مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش به منظور تعیین و برآورد پتانسیل فرسایش بادی منطقه چاهداسی شهرستان نهبندان استان خراسان جنوبی در سال ۱۳۹۹ از مدل IRIFR.2 و قابلیت‌ها و امکانات نرم‌افزار ArcGIS10.3 استفاده شده است. با توجه به اینکه مدل IRIFR.2 پتانسیل فرسایش بادی را در رخساره‌های ژئومورفولوژیکی محاسبه می‌کند در این پژوهش، با استفاده از نقشه‌های پایه (توپوگرافی، مدل رقومی ارتفاع، زمین‌شناسی و کاربری اراضی) و بازمشاهده‌های میدانی، رخساره‌های ژئومورفولوژیکی مختلف منطقه شناسایی و رقومی گردید و امتیاز عوامل نُه‌گانه مدل بر اساس مبانی هر عامل و واقعیت‌های میدانی نمره‌دهی و در نهایت نقشه‌های پتانسیل فرسایش بادی و شدت آن تعیین گردید. بر این اساس شدت فرسایش از خیلی کم تا خیلی زیاد در واحدهای مختلف متفاوت است. بیشترین فرسایش بادی منطقه، مربوط به رخساره ۱-۳-۳ (ریپل‌مارک و سیلک) با ۸۶۳۵ تن در کیلومتر مربع در سال است. اراضی کشاورزی با پتانسیل فرسایش ۳۱۹ تن در کیلومتر مربع در سال در کلاس فرسایش کم قرار می‌گیرد. بر اساس این مدل، عامل اصلی فرسایش بادی در این منطقه، عوامل محیطی می‌باشد زیرا در اغلب واحدهای کاری، عامل محیطی وضعیت باد با ۲۳۴/۲ امتیاز، بیشترین امتیاز را دارا بوده و به‌عنوان عامل اصلی تشخیص داده شد. پتانسیل فرسایش بادی محدوده مورد مطالعه در تمام رخساره‌ها بیش از توان خاک‌زایی منطقه (با توجه به شرایط اقلیمی و اداکیکی خاک) است و وجود بادهای با سرعت بیش از ۴/۵ متر بر ثانیه و همچنین فقدان پوشش گیاهی و در بعضی رخساره‌ها وجود ذرات خاک حساس به فرسایش، از مهمترین دلایل فرسایش بادی در منطقه است.

واژه‌های کلیدی: بیابان‌زدایی، چاهداسی، رخساره، رسوب، فرسایش بادی.

استناد: زارعزاده، ع.، پهلوانروی، ا.، دهقانی، م.؛ و خاکسفیدی، ع. (۱۴۰۱). بررسی پتانسیل فرسایش بادی منطقه چاهداسی شهرستان نهبندان استان خراسان جنوبی با استفاده از مدل IRIFR.2. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۲(۱)، ۳۱-۱۵.

حق چاپ:



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

مقدمه

محدود بودن منابع به همراه رشد فزاینده جمعیت و بهره‌برداری بی‌رویه انسان باعث شده تعادل اکولوژیک حاکم بر محیط‌زیست به‌خصوص از شروع انقلاب صنعتی از بین برود این موضوع باعث تخریب جنگل‌ها، افزایش بیابان‌زایی، افزایش ریزگردها، افزایش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی شده است. تخریب پوشش گیاهی مراتع و جنگل‌ها، تغییر کاربری اراضی، بروز سیلاب‌های مخرب و ویرانگر علی‌الخصوص در اراضی شیب‌دار و وقوع طوفان‌های گردوغبار و بروز پدیده فرسایش بادی از تبعات عدم تعادل اکولوژیکی است (IPCC, 2013) و در کنار نوسانات شدید اقلیمی ناشی از تغییر اقلیم، چرای مفرط و زود هنگام دام و تغییر غیراصولی کاربری اراضی باعث شده که منابع آب و خاک تحت فشار مضاعفی قرار بگیرد و روند فرسایش آبی و بادی رو به افزایش بوده و این موضوع با توجه به وابستگی شدید دامداران و کشاورزان به منابع آب و خاک به‌عنوان تولیدکننده علوفه دام و غذای انسان، تأثیرات شدیدی بر جوامع انسانی داشته و در آینده نیز خواهد داشت به‌طوری‌که فرسایش خاک به‌صورت آرام و تدریجی با کاهش مواد آلی خاک، افزایش ریزگردها و آلودگی‌های خاک به‌شدت جوامع انسانی و حتی اکوسیستم‌های گیاهی و جانوری را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Dehghani et al., 2003; Gholami, 2004). شرایط فرسایش بادی عمدتاً در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک ایران (بخش‌های وسیعی از مناطق مرکزی و شرقی) به‌صورت همزمان وجود داشته و در شرایط امروزی به دلیل مدیریت نامناسب بسیار تشدید شده است (Bahreini & Pahlavanravi, 2002). کمی کردن فرسایش بادی به دلیل دخالت عوامل متعدد و پیچیده بسیار مشکل است اما در سال‌های اخیر پژوهشگران توانسته‌اند با تکنیک‌های مختلف آزمایشگاهی و صحرایی ابعاد مختلف فرسایش بادی را در مناطق مختلف ارزیابی کنند ازجمله تحقیقاتی که در این زمینه صورت گرفته است می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. Akhzari و همکاران (۲۰۰۹)

نقشه پهنه‌بندی شدت فرسایش بادی دشت شهریار را با مدل IRIFR تهیه و نشان دادند که شدت فرسایش منطقه، در کلاس متوسط تا شدید قرار دارد. Sadoddin و همکاران (۲۰۱۰) اثرات سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی دشت ورامین را بر فرسایش بادی با استفاده از مدل IRIFR و قابلیت‌های GIS بررسی و نتیجه گرفتند که استفاده توأم از بذریاشی با گونه‌های مقاوم به شوری و قرق چندساله بهترین راهکار برای کنترل فرسایش بادی می‌باشد. Bahreini و Pahlavanravi (۲۰۰۲) پتانسیل فرسایش آبی و بادی حوزه آبخیز بردخون را با استفاده از مدل‌های MPSIAC و IRIFR.E.A بررسی و نتیجه گرفتند که سهم فرسایش آبی منطقه به‌مراتب از فرسایش بادی کم‌تر است. Saeidi و Salehpoor (۲۰۰۷) فرسایش بادی دشت آران و بیدگل را با استفاده از مدل IRIFR بررسی و نتیجه گرفتند که سرعت باد و شکل (اراضی و پستی و بلندی) مهمترین عامل فرسایش بادی منطقه است. Haddad Nourzadeh و Bahrami (۲۰۱۶) جهت برآورد پتانسیل تولید رسوب ناشی از فرسایش بادی در اراضی منطقه عبدالخان (شوش) با استفاده از مدل IRIFR نتیجه گرفتند که در بین عوامل مؤثر در فرسایش بادی، عامل سرعت و وضعیت باد با امتیاز ۹۰ و همچنین بافت خاک و پوشش سطح آن با امتیاز ۶۰ مهمترین عوامل مؤثر در فرسایش بادی و پتانسیل تولید رسوب در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. Ildormi و Moradi (۲۰۱۷) در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی شدت فرسایش بادی با بهره‌گیری از مدل IRIFR.E.A در دشت قهاوند همدان به این نتیجه رسیدند که بیشترین امتیاز مربوط به تغییر کاربری اراضی و پهنه‌های نمکی دانه‌ریز یا پف‌کرده است و کم‌ترین امتیاز مربوط به اراضی روستا می‌باشد و همچنین ۷/۰۴ درصد از منطقه در کلاس فرسایش کم و ۲۳/۵۹ درصد در کلاس فرسایش متوسط و ۶۹/۳۵ درصد در کلاس فرسایشی شدید و خیلی شدید قرار دارد. Boali و Mohammadian Behbahani (۲۰۲۰) در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی مقایسه‌ای مدل‌سازی

و همچنین کلاس فرسایش بادی این مناطق از حد خیلی کم تا خیلی زیاد می‌باشد.

با توجه به ابعاد پنهان و آشکار فرسایش بادی بر زیست‌بوم‌ها و همچنین مساحت بالای مستعد فرسایش بادی استان خراسان جنوبی از جمله منطقه چاهداشی لازم است پتانسیل فرسایش بادی این منطقه بررسی و در برنامه‌ریزی‌های مختلف استانی و ملی مورد استفاده قرار گیرد. خشک‌سالی‌های شدید و متوالی اخیر در کنار مدیریت نامناسب مراتع (بوته‌کنی و چرای بی‌رویه دام) شرایط فرسایش بادی این محدوده را نسبت به گذشته بسیار شدیدتر کرده است؛ بنابراین با توجه به اهمیت ویژه آب و شرایط بارندگی، دما، باد و خشکی که منطقه را مستعد فرسایش بادی نموده، این پژوهش با هدف تعیین شدت فرسایش بادی، تعیین رخساره‌های با بیشترین حساسیت به فرسایش بادی و تعیین میزان فرسایش بادی اراضی زراعی و غیرزراعی با استفاده از مدل IRIFR.2 در منطقه چاهداشی شهرستان نهبندان استان خراسان جنوبی انجام شد و نقشه‌های شدت خطر فرسایش بادی به دست آمده در این پژوهش می‌تواند ابزاری کارآمد و مناسب در مدیریت و کاهش اثرات فرسایش بادی و تخریب سرزمین باشد.

مواد و روش‌ها

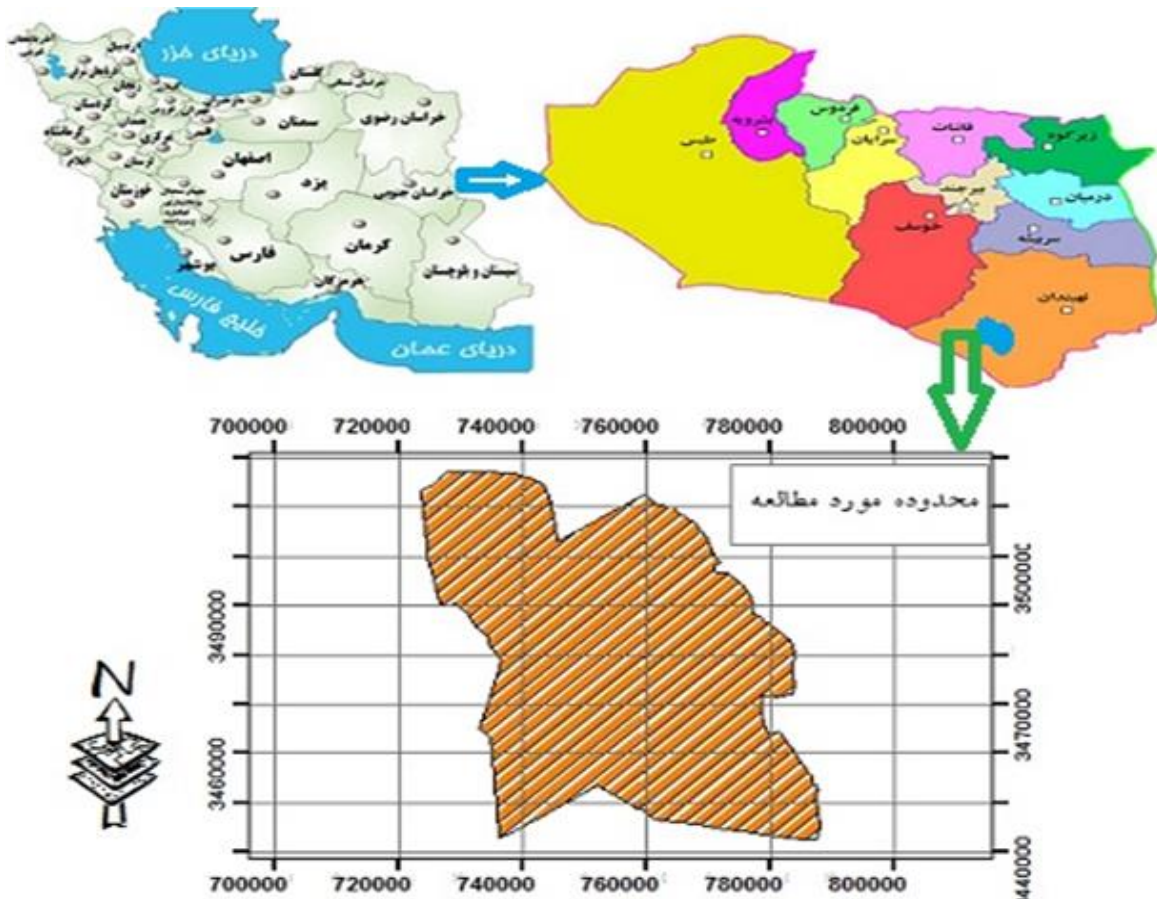
منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در فاصله ۱۵ کیلومتری غرب نهبندان و در منطقه چاهداشی قرار دارد. محدوده مورد بررسی از شمال به میغان و دهنو، از شرق به نهبندان، از غرب به دهسلم و از جنوب به کویر لوت محدود می‌شود. مساحت منطقه حدود ۳۱۳۲۸۰ هکتار بوده و از نظر موقعیت جغرافیایی در محدوده ۵۹ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۰۸ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۷۶ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). متوسط بارندگی سالانه ۱۲۷/۵ میلی‌متر، دمای متوسط سالانه ۱۹/۹ درجه سانتی‌گراد، جهت باد غالب شمالی و شمال شرقی، راه‌های ارتباطی

شدت فرسایش بادی با استفاده از دو مدل WEHI و IRIFR به منظور ارائه برنامه مدیریت دشت سگری اصفهان، نتیجه گرفتند که در مدل IRIFR، عامل سرعت و وضعیت باد با امتیاز ۲۷۶ و همچنین عامل خاک و پوشش سطح آن با امتیاز ۲۱۲ مهمترین عوامل مؤثر در فرسایش بادی و پتانسیل تولید رسوب در منطقه می‌باشد و مدل IRIFR برای شرایط اقلیمی خشک در ایران مناسب است و از کارایی خوبی نیز برخوردار بوده، اما باید مورد اصلاح بیشتر قرار بگیرد. Masoudi و همکاران (۲۰۱۰) پتانسیل فرسایش بادی منطقه نیشابور را به روش تجربی IRIFR بررسی و نتیجه گرفتند که شدت فرسایش بادی منطقه در کلاس متوسط (۶۱ درصد) و زیاد (۱۵ درصد) قرار دارد. Farahi و همکاران (۲۰۱۳) میزان فرسایش بادی منطقه تاسوکی را با استفاده از مدل IRIFR بررسی و نتیجه گرفتند که از کل مساحت منطقه، ۲/۶۲ درصد در کلاس فرسایش کم، ۱۷/۴۸ درصد در کلاس فرسایش متوسط، ۴۹/۷۴ درصد در کلاس فرسایشی زیاد و ۳۰/۱۶ درصد در کلاس فرسایشی خیلی زیاد قرار دارد. Houyou و همکاران (۲۰۱۴) اعلام کردند که چرای بیش‌ازحد مراتع و تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی الجزایر باعث ناپایداری حدود ۲۰ میلیون هکتار از اراضی استپی این کشور شده که با توجه به شرایط اقلیمی و باد این کشور، این موضوع زمینه‌ساز فرسایش بادی بالا در این مناطق شده است. در بررسی کلی پژوهش‌های انجام شده در داخل و خارج کشور می‌توان دریافت که مدل IRIFR در حوزه‌های مختلفی از کشور مورد استفاده قرار گرفته و مشخص گردید که دقت لازم برای برآورد فرسایش بادی بخش وسیعی از مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران که تحت فرسایش بادی می‌باشد را دارد و نیز به کمک آن می‌توان میزان رسوب‌دهی مناطق را مورد ارزیابی و امتیازدهی قرار داد؛ اما نتایج مطالعات در مناطق مسطح، دشت‌ها و مجاور روستاها نشان داده که حداکثر فرسایش بادی در تپه‌های شنی و اراضی تغییر کاربری شده و حداقل آن در اراضی کشاورزی مجاور روستا بوده

با زون مکران در تماس است و با گسل بشاگرد از همدیگر جدا می‌گردد. جمعیت منطقه ۳۹۰۰ نفر و شغل اصلی مردم دام‌پروری و در کنار آن کشاورزی است (Statistical Center of Iran, 2006).

اصلی منطقه، راه آسفالت‌نهدان به چاهداشی می‌باشد. منطقه مورد مطالعه بخشی از بلوک لوت و کمربند کوهزائی غرب ایران محسوب می‌گردد که از شرق به گسل نهدان و از غرب به گسل نایبند و از جنوب نیز



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه چاهداشی شهرستان نهدان

Figure 1- Geographical location of Chahdashi area of Nehbandan city

توجه به پرسش‌نامه، مشاهده آثار و علائم موجود در سطح خاک و مزرعه پتانسیل فرسایش‌پذیری بادی مزرعه را برآورد نماید. در مدل IRIFR.2 بر اساس نظر کارشناسی و به صورت چشمی پارامترهای تأثیرگذار در فرسایش بادی امتیازدهی می‌شود.

در مدل IRIFR.2 برای تعیین میزان فرسایش بادی اراضی زراعی تعداد نه عامل شامل رسوب‌شناسی بافت خاک یا رسوب اراضی، توپوگرافی و موقعیت اراضی مورد بررسی، سرعت و تداوم بادهای شدید یا فرساینده، زبری و یا میزان ناهمواری سطح خاک، تأثیر سله و

روش تحقیق

در این پژوهش با استفاده از آمار و اطلاعات موجود، نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، نقشه طبقات ارتفاعی (شکل ۲)، طبقات شیب، جهت شیب، تیپ پوشش گیاهی مرتع، کاربری اراضی (شکل ۳) و رخساره‌های ژئومورفولوژی (شکل ۴) تهیه و از مدل IRIFR.2 و نرم‌افزار ArcGIS10.3 برای تعیین پتانسیل فرسایش بادی منطقه چاهداشی استفاده شده است.

مدل IRIFR.2 برای برآورد فرسایش اراضی زراعی و باغی معرفی شده، این مدل، کاربر را قادر می‌سازد تا با

مقاومت فشاری و آشفتنگی خاک، رطوبت خاک و شرایط آبیاری، میزان املاح و نوع نمک‌های موجود در خاک و آب آبیاری، تراکم پوشش گیاهی و کاه و کلش باقیمانده در سطح مزرعه، مدیریت مزرعه (الگوهای کاشت، وجود بادشکن در اطراف مزرعه، تناوب زراعی) مورد بررسی قرار گرفت. معیارها و شاخص‌های مؤثر در فرسایش بادی و دامنه امتیاز آن‌ها در مدل IRIFR.2 در جدول ۱ بیان شده است. بسته به شدت و ضعف هر عامل و تأثیر آن در رسوب‌زایی، امتیازی به آن داده می‌شود. هر چه امتیازات داده شده به یک عامل بیشتر باشد، نشان‌دهنده نقش بیشتر آن در ایجاد فرسایش بادی است. امتیاز عامل بافت خاک و رسوب اراضی زراعی (X1) بر اساس نتایج آزمایشگاه خاک نمونه‌های برداشت شده از محدوده اراضی کشاورزی مشخص گردید و امتیاز پستی و بلندی اراضی غیرزراعی (X2) بر اساس نقشه شیب برای تیپ‌های فرسایشی و رخساره‌های ژئومورفولوژی و توپوگرافی و موقعیت اراضی زراعی به دست آمد. امتیاز عامل سرعت و تداوم باد برای اراضی زراعی و غیرزراعی (X3) بر اساس اطلاعات موجود در ایستگاه سینوپتیک نهبندان و همچنین تلفیق این آمار با اطلاعات محلی اخذ شده از طریق پرسش‌نامه محاسبه گردید و امتیاز خاک و پوشش سطح اراضی غیرزراعی و زبری و یا میزان ناهمواری سطح خاک اراضی زراعی (X4) بر اساس مشاهدات میدانی، نتایج آزمایشگاهی و جدول مرتبط با امتیاز این عامل برای رخساره‌های ژئومورفولوژی تعیین و امتیاز انبوهی پوشش گیاهی اراضی غیرزراعی و تأثیر سله، مقاومت فشاری و آشفتنگی خاک اراضی زراعی (X5) بر اساس مشاهدات میدانی و اندازه‌گیری‌های انجام شده برای پوشش گیاهی در هر تیپ گیاهی و همچنین اراضی زراعی

محاسبه و امتیاز آثار فرسایشی سطح خاک اراضی غیرزراعی و رطوبت خاک و شرایط آبیاری اراضی زراعی (X6) بر اساس مشاهدات میدانی برای رخساره‌های

ژئومورفولوژی و اراضی زراعی مشخص گردید و امتیاز رطوبت خاک اراضی غیرزراعی و میزان املاح و نوع نمک‌های موجود در خاک و آب آبیاری اراضی زراعی (X7) بر اساس مشاهدات و تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزار گوگل ارث^۱ در رخساره‌های ژئومورفولوژی و اراضی زراعی به دست آمد و امتیاز نوع و پراکنش نهشته‌های بادی اراضی غیرزراعی و تراکم پوشش گیاهی و کاه و کلش باقیمانده در سطح مزرعه اراضی زراعی (X8) بر اساس مشاهدات و تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزار گوگل ارث در رخساره‌های ژئومورفولوژی و اراضی زراعی مشخص که با توجه به اینکه اراضی زراعی در فصول مختلف پوشش گیاهی متفاوتی دارد برای تعیین امتیاز انبوهی پوشش گیاهی اراضی زراعی شرایط متوسط سالانه مدنظر قرار گرفت و امتیاز مدیریت و استفاده از زمین اراضی غیرزراعی و مدیریت مزرعه اراضی زراعی (X9) بر اساس مشاهدات و تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزار گوگل ارث در رخساره‌های ژئومورفولوژی و اراضی زراعی مشخص و نقشه‌های امتیاز هر کدام از این عوامل تهیه گردید. برای تعیین شدت فرسایش بادی، کلاس فرسایش و پتانسیل رسوب‌دهی ناشی از آن در هر یک از واحدهای کاری و کل منطقه مورد مطالعه، بعد از برآورد و محاسبه امتیاز هر یک از نه عامل مدل IRIFR.2 در رخساره‌های ژئومورفولوژیکی (جدول ۳) و اراضی زراعی برای تعیین درجه شدت فرسایش، امتیاز این عوامل با هم جمع و به منظور تعیین پتانسیل رسوب‌دهی در هر یک از رخساره‌های ژئومورفولوژیکی در روش IRIFR.2 از رابطه ۱ استفاده شد (Ekhtesasi & Ahmadi, 1996).

رابطه (۱) $Q_s: 41 \times [EXP(0.05R)]$

Q_s : میزان رسوب‌دهی سالانه بر حسب تن در کیلومتر مربع در سال، R: درجه رسوب‌دهی (مجموع امتیازات نه عامل مؤثر در فرسایش خاک به روش IRIFR.2).

جدول ۱- امتیازات مربوطه به عوامل مؤثر در فرسایش بادی اراضی زراعی در مدل IRIFR.2 (Ekhtesasi & Ahmadi, 1996)

Table 1- Scores related to the effective factors in wind erosion of arable lands in IRIFR.2 model (Ekhtesasi & Ahmadi, 1996)

دامنه امتیاز	چگونگی امتیازدهی شاخص‌ها	عامل مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب و ردیف دامنه امتیاز
0-2	رسوبات آبرفتی و کوهرفتی درشت دانه، جورشدگی ضعیف، ذرات و یا کلوخه‌های بزرگتر از ۰/۸۴ میلی‌متر بیش از ۸۰ درصد، دشت‌سر لخت، مخروط‌افکنه‌های کوچک، اراضی پایکوهی بافت خاک شنی	X1: رسوب‌شناسی بافت خاک یا رسوب اراضی (۰ تا ۱۰ امتیاز)
2-5	رسوبات آبرفتی متوسط‌دانه، جورشدگی ضعیف، فراوانی ذرات بزرگتر از ۰/۸۴ میلی‌متر، خاک سطحی بین ۸۰-۴۰ درصد، دشت‌سر آبانداژ، دشت دامنه‌ای، بافت خاک شنی- لومی و شنی-رسی	
5-7	رسوبات آبرفتی ریزدانه، جورشدگی متوسط، دشت سیلابی، با منشأ رسی و مارنی ریزدانه ذرات بزرگتر از ۰/۸۴ میلی‌متر کم‌تر از ۲۰ درصد، بافت خاک رسی، رسی لومی	
7-10	رسوبات آبرفتی دانه متوسط، جورشدگی خوب، ذرات بزرگتر از ۰/۸۴ میلی‌متر بین ۲۰-۴۰ درصد، رسوبات با منشأ مارنی، لس، رسوبات ساحلی و یا ماسه‌ای	
0-2	اراضی تحت امر کشاورزی واقع در مناطق ناهموار کوهستانی، تپه‌ماهوری، خاصه بر در پناه دامنه‌های پشت به باد، اراضی در مسیر کانال باد نمی‌باشند، شیب عمومی اراضی خلاف جهت باد می‌باشد.	X2: توپوگرافی و موقعیت اراضی مورد بررسی (۰ تا ۱۰ امتیاز)
2-5	منطقه تپه ماهوری کم ارتفاع، اراضی زراعی در روی بلندی‌ها (در معرض تشدید سرعت باد) و یا دامنه‌های پشت به باد و یا در امتداد کانال باد	
5-7	دشت‌های پایکوهی، دامنه‌ای و یا تراس‌های آبرفتی با پستی و بلندی بیش از دو متر، شیب عمومی اراضی منطبق تا خلاف جهت بادهای اصلی	
7-10	دشت‌های نسبتاً وسیع و هموار با پستی و بلندی کمتر از، شیب عمومی زمین منطبق با جهت بادهای اصلی، اراضی زراعی در کریدورهای یک متر اصلی باد واقع می‌باشند	
0-5	سرعت متوسط باد همه ماه‌های سال کمتر از ۴/۵ متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری، بادهای شدید فاقد گردوغبار محلی، تعداد روزهای باد با سرعت بیش از هشت متر بر ثانیه کم‌تر از پنج روز در سال، آثار خمیدگی تنه درختان مشاهده نمی‌شود.	X3: سرعت و تداوم بادهای شدید یا فرساینده (۰ تا ۲۰ امتیاز)
5-10	سرعت متوسط باد در بیش از شش ماه از سال بین ۴/۵-۵ متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری، تعداد روزهای شن باد و با سرعت بیش از هشت متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متر، ۳۰-۱۰ روز در سال، آثار خمیدگی تنه نهال‌ها و درختان تا حدی قابل تشخیص است.	
10-15	سرعت متوسط باد حداقل در یک ماه از سال بیش از پنج متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری، روزهای شن باد یا روزهای باد با سرعت بیش از هشت متر بر ثانیه ۶۰-۳۰ روز در سال، آثار خمیدگی بوته‌ها، نهال‌ها و درختان در مزرعه مشهود است.	
15-20	سرعت متوسط باد حداقل در یک ماه از سال بیش از ۵/۵ متر بر ثانیه، تعداد روزهای شن باد بیش از ۶۰ روز در سال، بادهای تند همواره به‌صورت طوفان و گردوغبار است، آثار خمیدگی بوته‌ها و حتی گراس‌ها و نهال‌های جوان در سطح مزرعه کاملاً مشخص است.	
-5-0	ناهمواری سطح خاک زیاد، کلوخه‌های موجود در سطح خاک درشت و میزان ناهمواری بیش از ۱۰ سانتی‌متر، نوع کاشت جوی و پشته و عمود بر جهت باد، زبری دینامیکی بزرگ‌تر از پنج سانتی‌متر	X4: زبری و یا میزان ناهمواری سطح خاک (۵- تا ۱۵ امتیاز)
0-5	ناهمواری سطح خاک متوسط، کلوخه‌های موجود در سطح خاک متوسط و میزان ناهمواری ۱۰-۵ سانتی‌متر، نوع کاشت فارو و ردیفی و ارتفاع پشته‌ها حدود ۱۰-۵ سانتی‌متر، زبری دینامیکی ۲-۵ سانتی‌متر	

ادامه جدول ۱-

Table 1- Continued

		5-10	ناهمواری سطح خاک کم، کلوخه‌های سطح خاک کوچک یا دیسک خورده ۵-۲ سانتی‌متر، نوع کاشت کرتی، زبری دینامیکی ۰/۲-۲ سانتی‌متر
		10-5	ناهمواری سطح خاک بسیار کم، اراضی آبیاری شده و فاقد کلوخه یا ماله کشیده شده، کلوخه‌ها کوچک‌تر از دو سانتی‌متر، زبری دینامیکی کمتر از ۰/۲ سانتی‌متر
		-5-0	سله رسی یا نمکی کاملاً سخت در سطح خاک وجود دارد، رد پا و یا اثر فشار انگشت در سطح خاک باقی نمی‌ماند، امکان برداشت مستی از خاک با دست غیرممکن می‌باشد، خاک در تمام طول سال از مقاومت فشاری بالا (بیش از دو کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) برخوردار است. آثار آشفته‌گی در سطح خاک مشاهده نمی‌شود
		0-5	سله رسی یا نمکی نسبتاً سخت در سطح خاک وجود دارد، رد پا و یا اثر فشار انگشت در سطح خاک تا حدی محسوس است، امکان برداشت خاک با دست به‌سختی امکان‌پذیر است، مقاومت فشاری خاک در تمام طول سال ۱-۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، آثار آشفته‌گی موضعی ناشی از حرکت دام و غیره در سطح خاک مشاهده می‌شود.
5	X5: تأثیر سله، مقاومت فشاری و آشفته‌گی خاک (۵- تا ۱۵ امتیاز)	5-10	سله رسی یا نمکی ضعیف و پراکنده در سطح خاک یا مزرعه دیده می‌شود، رد پا و اثر فشار انگشت در سطح خاک قابل مشاهده است، امکان برداشت خاک با دست وجود دارد، مقاومت فشاری خاک در تمام طول سال ۱-۰/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، آثار آشفته‌گی و بادکنده‌گی سطح خاک به دلیل حرکت دام و یا ماشین‌آلات نسبتاً زیاد است.
		10-15	سله رسی و یا نمکی بسیار ضعیف و یا پراکنده در سطح مزرعه مشاهده می‌شود، رد پا و یا فشار انگشت به‌راحتی قابل مشاهده است، برداشت مستی از خاک به کمک دست به‌راحتی امکان‌پذیر است، مقاومت فشاری خاک بسیار کم (کمتر از ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، آثار آشفته‌گی و بادکنده‌گی در سطح خاک زیاد به چشم می‌خورد.
		-5-0	خاک سطحی در فاصله دو آبیاری و یا تمام اوقات سال دارای رطوبت کافی برای چسبندگی ذرات خاک، زهکشی خاک ضعیف، تغییر رنگ ناشی از رطوبت در غالب اوقات قابل مشاهده است.
		0-5	خاک سطحی در بیش از نصف فاصله زمانی دو آبیاری و یا در مدت زمان آیش مرطوب و چسبندگی ذرات خاک در حد لازم وجود دارد، زهکشی خاک نسبتاً ضعیف.
6	X6: رطوبت خاک و شرایط آبیاری (۵- تا ۱۵ امتیاز)	5-10	خاک سطحی در بیش از نصف فاصله زمانی دو آبیاری خشک و یا مدت زمان آیش فاقد رطوبت کافی جهت چسبندگی ذرات خاک، زهکشی خاک زیاد.
		10-15	خاک سطحی در فاصله زمان‌های آبیاری و یا شرایط آیش کاملاً خشک و فاقد رطوبت کافی جهت چسبندگی ذرات
		0-2	خاک و آب مزرعه فاقد محدودیت‌های املاح نمکی
		2-5	خاک مزرعه و آب آبیاری شور تا کمی شور ولی غیر قلیا، شوری آب آبیاری کمتر از ۱۰ میلی‌موس، شوری خاک سطحی ۱۵-۵ میلی‌موس و درصد سدیم تبادلی (ESP) کمتر از ۱۵-۵ درصد، تیپ نمک آب و خاک غیر قلیا و از نوع کربناته و کلسیمی می‌باشد.
		5-7	خاک مزرعه و آب آبیاری نسبتاً شور و قلیا، شوری آب آبیاری بیش از پنج میلی‌موس و شوری عصاره اشباع خاک سطحی بین ۳۰-۱۵ میلی‌موس و ESP خاک بین ۳۰-۱۵ درصد. آثار پف‌کردگی خاک ناشی از قلیابیت خاک کمی مشهود، نمک‌های قلیایی در حال افزایش است.
7	X7: میزان املاح و نوع نمک‌های موجود در خاک و آب آبیاری (۰ تا ۱۰ امتیاز)	7-10	خاک مزرعه و آب آبیاری بسیار شور و قلیا، شوری (Ec) آب آبیاری بیش از ۱۰ میلی‌موس و شوری عصاره اشباع خاک سطحی بیش از ۳۰ میلی‌موس، نسبت سدیم تبادلی (ESP) خاک بیش از ۳۰ درصد. آثار پف‌کردگی خاک ناشی از قلیابیت خاک کاملاً مشهود است، تیپ نمک غالب در آب و خاک کلرواره و سدیمی می‌باشد.
		-5-0	تراکم پوشش گیاهی و یا کاه و کلش عمودی (ایستا) با ارتفاع بیش از ۱۰ سانتی‌متر در تمام طول سال به‌خصوص در ماه‌های با باد شدید بیش از ۵۰ درصد.
8	X8: تراکم پوشش گیاهی و کاه و کلش باقیمانده در سطح مزرعه (۵- تا ۱۵ امتیاز)	0-5	تراکم پوشش گیاهی و یا کاه و کلش عمودی (ایستا) با ارتفاع بیش از ۱۰ سانتی‌متر در تمام طول سال به‌خصوص در ماه‌های با باد شدید بین ۲۰ تا ۵۰ درصد.

ادامه جدول ۱-

Table 1- Continued

5-10	تراکم پوشش گیاهی و یا کاه و کلش عمودی کمتر از ۲۰-۱۰ درصد و یا دارای ۳-۶ ماه آیش در زمان منطبق با بادهای شدید و فرساینده.
10-5	تراکم پوشش گیاهی و یا کاه و کلش عمودی کمتر از ۱۰ درصد و یا دارای آیش بلندمدت بیش از شش ماه و منطبق با بادهای شدید و فرساینده
5-0	مزرعه دارای گونه‌های درختی و یا بوته‌ای پایا، نوع کشت عمود بر بادهای غالب و فاصله ردیف‌ها کمتر از پنج برابر ارتفاع نهال‌ها و یا مزرعه دارای بادشکن متراکم در کلیه جوانب و یا عمود بر بادهای اصلی و با فاصله حداکثر ۱۰ برابر ارتفاع بادشکن.
0-5	مزرعه دارای گونه‌های درختی و یا بوته‌ای پایا، نوع کشت عمود بر بادهای غالب و فاصله ردیف‌ها بیش از پنج برابر ارتفاع نهال‌ها و یا مزرعه دارای بادشکن نیمه‌متراکم در کلیه جوانب و یا عمود بر بادهای اصلی و با فاصله حدود ۱۰ برابر ارتفاع بادشکن
5-10	مزرعه دارای گونه‌های درختی و یا بوته‌ای پراکنده و یا الگوهای کشت بوته‌ای و نیمه‌بوته‌ای به‌خصوص در ماه‌های منطبق با وزش بادهای اصلی و یا دارای بادشکن نیمه‌متراکم تا باز و با فاصله بیش از ۱۰ برابر ارتفاع بادشکن.
10-5	مزرعه فاقد الگوهای کاشت گونه‌های پایا و یا علفی و بوته‌ای به‌خصوص در ماه‌های منطبق با بادهای اصلی و یا فاقد هر نوع بادشکن زنده و غیرزنده در اطراف مزرعه

جدول ۲- تعیین کلاس فرسایش (Ekhtesasi & Ahmadi, 1996)

Table 2- Determination of erosion class (Ekhtesasi & Ahmadi, 1996)

کلاس فرسایش Erosion class	مقدار کیفی فرسایش Qualitative amount of erosion	کل امتیاز Total score	پتانسیل رسوبدهی (تن در کیلومتر مربع در سال) (Sedimentation potential (ton km.year ⁻¹))
I	خیلی کم	< 25	< 250
II	کم	25-50	250-500
III	متوسط	50-75	500-1500
IV	زیاد	75-100	1500-6000
V	خیلی زیاد	> 100	> 6000

نتایج و بحث

رخساره‌های مختلف از خیلی زیاد (رخساره ۱-۳-۳) تا خیلی کم (رخساره‌های ۱-۱-۱، ۱-۲-۱، ۱-۲-۲، ۱-۳-۲) و ۱ و ۳-۱-۲) متغیر است اراضی زراعی از نظر پتانسیل فرسایش با ۳/۲ تن در هکتار در سال در کلاس شدت فرسایش کم قرار دارد. بازمشاهده‌ها نشان می‌دهد مناطق دارای فرسایش خیلی کم، دارای پوشش سنگی بالا هستند در واقع در این مناطق اصولاً خاکی برای فرسایش وجود ندارد بر این اساس اراضی زراعی نسبت به سایر واحدهای کاری پتانسیل فرسایش کم‌تری دارد. نتایج حاصله از نقشه وضعیت کیفی شدت فرسایش بادی حاصل از این مدل، پنج کلاس را نشان می‌دهد که ۸/۳ درصد از منطقه در کلاس خیلی کم، ۲۸/۶ درصد

در منطقه مورد مطالعه ۲۲ رخساره شناسایی که رخساره دشت ریگی دانه‌ریز با کد ۳-۳-۲ و با ۲۹/۵ درصد، بیشترین درصد مساحت را به خود اختصاص داده (شکل ۴) و مساحت اراضی زراعی، مراتع و اراضی بدون پوشش به ترتیب ۰/۳۳، ۹۹/۰۳ و ۰/۶۴ درصد بوده که گیاهان مرتعی موجود از ۱۳ تیپ گیاهی است. بعد از محاسبه میزان فرسایش، کلاس‌بندی شدت فرسایش با استفاده از جدول ۲ تعیین و درنهایت نقشه‌های پتانسیل رسوب و شدت فرسایش در هر رخساره تهیه شد (شکل‌های ۵ و ۶). جدول ۴ نشان می‌دهد که کلاس شدت فرسایش در

IRIFR.2 نشان می‌دهد که بر اساس آن میانگین شدت فرسایش بادی منطقه مورد مطالعه با امتیاز ۴۱۴ از نظر کیفی متوسط می‌باشد. در بین عوامل مؤثر در فرسایش بادی با روش IRIFR.2 عامل سرعت و تداوم بادهای شدید یا فرساینده با امتیاز ۲۳۴/۲ و همچنین رطوبت خاک و شرایط آبیاری با امتیاز ۱۵۶ مهمترین عوامل مؤثر در فرسایش بادی و پتانسیل تولید رسوب در منطقه مورد مطالعه می‌باشند که با نتایج Nourzadeh Haddad و Bahrami (۲۰۰۶) جهت برآورد پتانسیل تولید رسوب ناشی از فرسایش بادی در اراضی منطقه عبدالخان (شوش) با استفاده از مدل اریفر و Boali و Behbahani Mohammadian (۲۰۲۰) جهت ارزیابی مقایسه‌ای مدل‌سازی شدت فرسایش بادی با استفاده از دو مدل WEHI و IRIFR به‌منظور ارائه برنامه مدیریت دشت سگری اصفهان مطابقت دارد. همچنین Mesbahzadeh و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش خود به این نکته اشاره داشتند که سرعت باد و وضعیت رژیم بادناکی در تولید فرسایش بادی نقش زیادی داشته و با استفاده از آن می‌توان میزان پتانسیل حمل ماسه و جهت حمل ماسه را برآورد نمود.

در حوزه رخساره‌هایی وجود دارد که به دلایل مختلف از جمله سنگی بودن، شامل رخساره‌های توده سنگی، رخنمون سنگی، فرسایش آبی، اینسلیبرگ و مسیل (کدهای ۱-۱-۱، ۱-۲-۱، ۱-۲-۲، ۱-۲-۳، ۱-۳-۳، ۱-۲-۴، ۲-۲-۴ و ۲-۲-۵) فرسایش بادی کم‌تری نسبت به اراضی زراعی دارند ولی به‌طور کلی شدت فرسایش در اراضی غیرزراعی نسبت به اراضی زراعی بیشتر است میزان فرسایش متوسط رخساره‌های غیرزراعی ۳/۶ برابر رخساره اراضی زراعی است. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تپه‌های شنی کوچک (ریپل مارک) و خشکه‌رودها توان تولید فرسایش بالایی دارند و اراضی زراعی در کلاس فرسایش‌پذیری کم قرار دارد و با تحقیق Gholami (۲۰۰۴) در منطقه دشت مختاران که نشان داد که حداکثر فرسایش بادی در تپه‌های شنی و اراضی تغییر کاربری شده و حداقل آن در اراضی کشاورزی بوده و کلاس فرسایش بادی این مناطق از حد خیلی کم تا

در کلاس کم، ۵۷/۵ درصد در کلاس متوسط قرار دارد که وجود پوشش گیاهی و سنگ‌ریزه سطحی و سطح رسی سخت شده مانع فرسایش بادی در این مناطق شده و ۱/۸ درصد در کلاس زیاد و ۳/۸ درصد در کلاس خیلی زیاد قرار دارد که بیشتر شامل تپه‌های ماسه‌ای فعال است (جدول ۴). همچنین بیشترین امتیاز شدت فرسایش به واحد کاری اراضی تپه‌های ماسه‌ای (ریپل مارک) و سیلک با کد رخساره ۱-۳-۳ و با مجموع امتیازات عوامل نه‌گانه ۱۰۷ که از نظر کیفی با شدت فرسایش خیلی زیاد مشخص شده و ۳/۸ درصد از مساحت منطقه را شامل شده مربوط است و دلیل این امر بافت کاملاً حساس خاک تشکیل‌دهنده تپه‌های ماسه‌ای می‌باشد بافت غالب خاک منطقه از دانه‌های ماسه‌ای تشکیل شده که با اندک جریان هوا به حرکت درآمده و باعث بروز مشکلاتی در پایین دست می‌شود و این رخساره به علت مساعد بودن شرایط برای وقوع فرسایش بادی، به‌ویژه عدم چسبندگی بین ذرات خاک بیشترین مقدار فرسایش را دارد همچنین کم‌ترین امتیاز شدت فرسایش بادی به واحد کاری رخنمون سنگی با کد رخساره ۱-۱-۱ و مجموع امتیاز ۳/۸ که از نظر کیفی با شدت فرسایش خیلی کم مشخص شده و مساحت این ۱/۵ درصد از منطقه را در برمی‌گیرد که نشان از وضعیت متفاوت منطقه از نظر رسوبدهی و فرسایش می‌باشد.

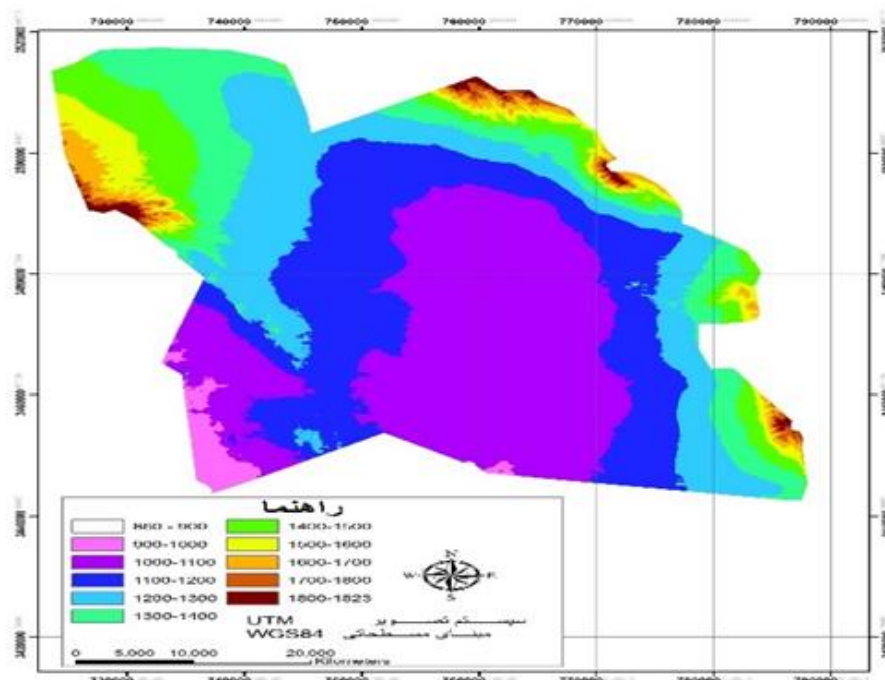
بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی مدل IRIFR.2، ارزش عددی درجه رسوب‌دهی برای کل حوزه مورد مطالعه ۵۳/۶۳ به دست آمد که بر اساس جدول ۲، کلاس فرسایش‌پذیری خاک برای کل منطقه مورد مطالعه در گروه III یعنی متوسط قرار می‌گیرد. نتایج نشان داد که مجموع میزان فرسایش کل حوزه، ۲۳۵۸۰/۶ تن در سال می‌باشد، همچنین از عوامل مورد بررسی مدل می‌توان دریافت که عوامل سرعت و تداوم بادهای فرساینده (X3)، رطوبت خاک و شرایط آبیاری (X6) و رسوب‌شناسی و بافت خاک (X1) به ترتیب با ارزش عددی ۱۱، ۷/۴۴ و ۶/۶۳ تأثیر بیشتری در فرسایش حوزه دارند.

نقشه شدت پتانسیل فرسایش بادی حاصل از مدل

میزان رسوبدهی بیش از ۶۰۰۰ تن بر کیلومترمربع در سال است. مهمترین عوامل مؤثر در تشدید فرسایش بادی و به شمار آمدن منطقه مورد مطالعه به‌عنوان یکی از کانون‌های بحرانی فرسایش بادی، وزش باد با سرعت زیاد و حساسیت ذاتی خاک به فرسایش (فراوانی ذرات شن ریز) در منطقه دانست، به گونه‌ای که عامل باد در بعضی از رخساره‌ها از جمله رخساره تپه‌ماسه‌ای، امتیاز ۱۷ را از ۲۰ امتیاز ممکن کسب نموده است که نشان از طوفان‌های سهمگین و فرساینده با شدت و مدت طولانی در منطقه مورد مطالعه دارد که با توجه به حساسیت ذاتی خاک منطقه به فرسایش، نقش اصلی را در تشدید فرسایش بادی و هدررفت خاک، ایفا می‌کند. در بیشتر اراضی زراعی موجود در منطقه، وجود درختان با تراکم متوسط تا زیاد باعث کاهش سرعت باد و تنش برشی حاصل از آن و در نتیجه کاهش شدت فرسایش بادی در این رخساره می‌گردند. از طرف دیگر، پوشیده شدن سطح خاک تعدادی از اراضی زراعی از شن‌های ریز، در اثر هجوم ماسه‌های روان منشأ گرفته از تپه‌های ماسه‌ای فعال، سبب افزایش در رسوبدهی ناشی از فرسایش بادی در این رخساره می‌گردد.

خیلی زیاد می‌باشد مطابقت دارد.

چرای مفرط و زود هنگام مراتع و در بعضی موارد بوته‌کنی تاغ‌زارها در کنار خشک‌سالی‌های شدید و متوالی چند سال اخیر در منطقه باعث شده پوشش گیاهی مراتع از شرایط ایده‌آل (نسبت به توان اکولوژیکی) فاصله بسیار زیادی داشته باشد و اثر پوشش سطح زمین در کاهش فرسایش بادی فقط در رخساره‌های توده سنگی و رخنمون سنگی مؤثر (منفی) بوده و در سایر رخساره‌ها اثر پوشش گیاهی نتوانسته شدت فرسایش را به نحو چشمگیری کاهش دهد به طوری که با توجه به خشک‌سالی‌های شدید و متوالی سال‌های اخیر، در صورت ادامه این وضعیت پوشش مراتع به سمت قهقرا پیش خواهد رفت که عاملی در راستای افزایش فرسایش بادی در منطقه خواهد شد که با نتایج Gholami (۲۰۰۴) مطابقت دارد. میزان شدت فرسایش در رخساره تپه ماسه‌ای ۸۶/۳ تن در هکتار است که بیشترین مقدار در بین رخساره‌های ژئومورفولوژی منطقه می‌باشد زیرا این رخساره به علت مساعد بودن شرایط برای وقوع فرسایش بادی، به‌ویژه عدم چسبندگی بین ذرات خاک، دارای



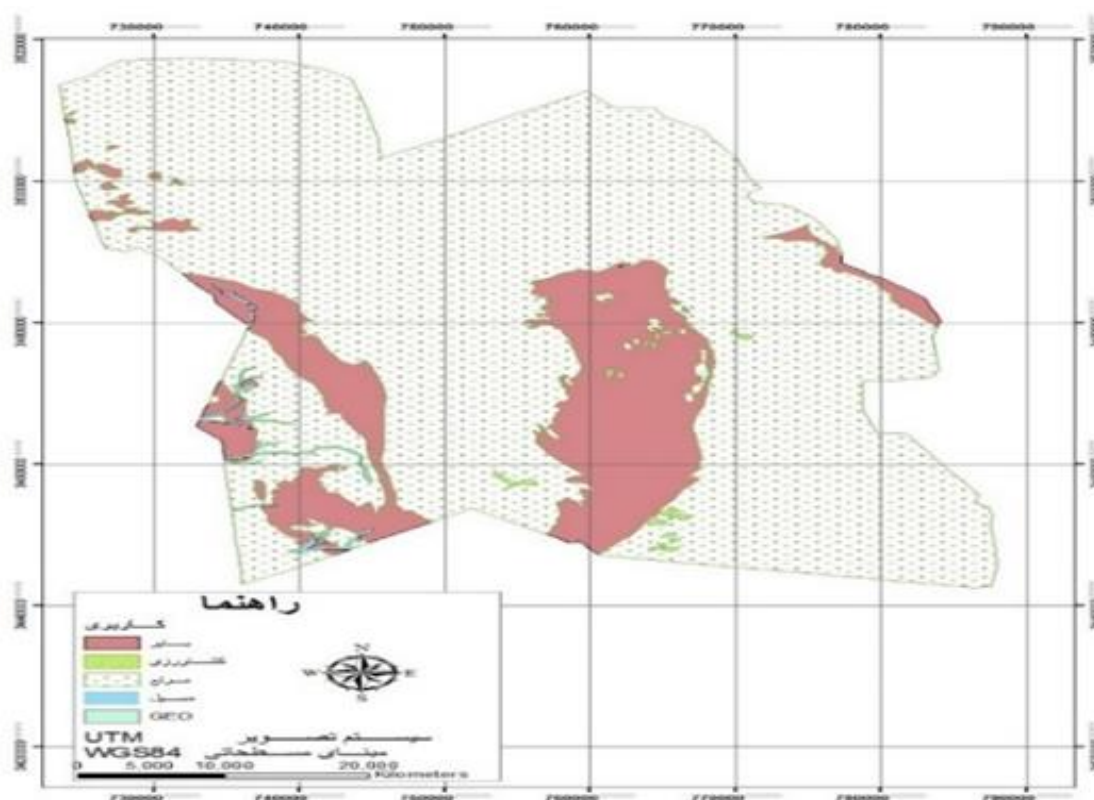
شکل ۲- نقشه طبقات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه

Figure 2- Map of elevation classes of the study area

از آن و در نتیجه کاهش شدت فرسایش بادی در این رخساره می‌گردند. از طرف دیگر، پوشیده شدن سطح خاک تعدادی از اراضی باغی از شن‌های ریز، در اثر هجوم ماسه‌های روان منشأ گرفته از تپه‌های ماسه‌ای فعال، سبب افزایش در رسوب‌دهی ناشی از فرسایش بادی در این رخساره می‌گردد.

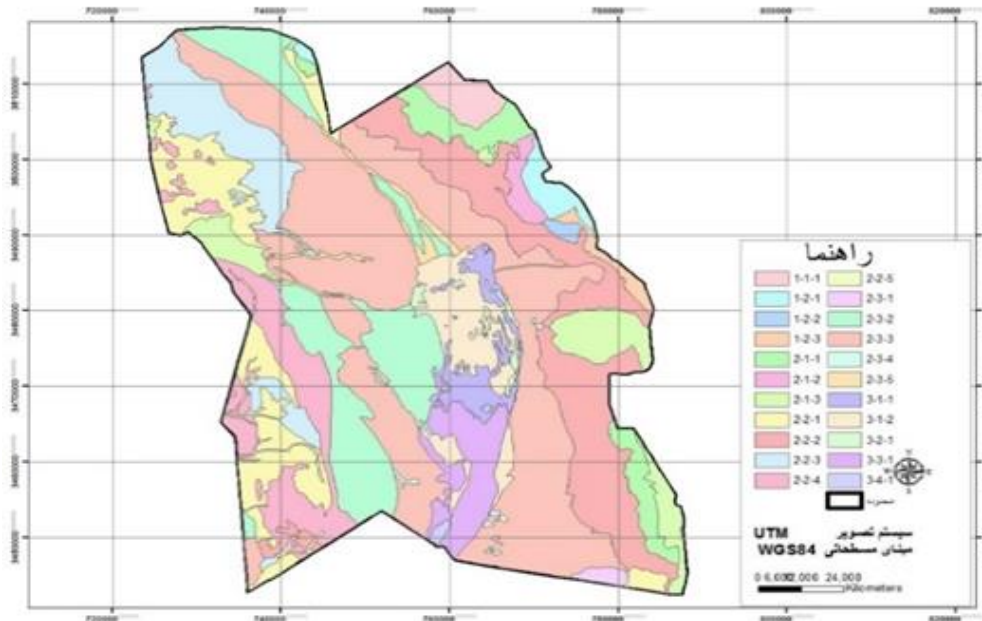
سطح اراضی باغی رهاشده در اثر هجوم ماسه‌های روان کاملاً از ماسه ریز پوشیده شده به طوری که مشابه رخساره تلماسه حساس به فرسایش بادی می‌باشند، با این تفاوت که وجود بقایای درختان بر روی سطح خاک و عدم پوشش یکنواخت ماسه‌های روان، تا حدی از حساسیت رخساره باغ‌های رهاشده، نسبت به فرسایش بادی در مقایسه با رخساره تلماسه می‌کاهد.

پتانسیل فرسایش بادی منطقه مورد مطالعه در تمام رخساره‌ها بیش از توان خاک‌زایی منطقه (با توجه به شرایط اقلیمی و اداکیکی خاک) است. وجود بادهای با سرعت بیش از $4/5$ متر بر ثانیه و همچنین فقدان پوشش گیاهی و در بعضی رخساره‌ها وجود ذرات خاک حساس به فرسایش، از مهمترین دلایل فرسایش بادی در منطقه است که نشان از طوفان‌های سهمگین و فرساینده با شدت و مدت طولانی در منطقه مورد مطالعه دارد، که با توجه به حساسیت ذاتی خاک منطقه به فرسایش، نقش اصلی را در تشدید فرسایش بادی و هدررفت خاک، ایفا می‌کند. در بیشتر اراضی باغی موجود در منطقه، وجود درختان با تراکم متوسط تا زیاد باعث کاهش سرعت باد و تنش برشی حاصل



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

Figure 3- Land use map of the study area



شکل ۴- نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه

Figure 4- Map of geomorphological facies of the study area

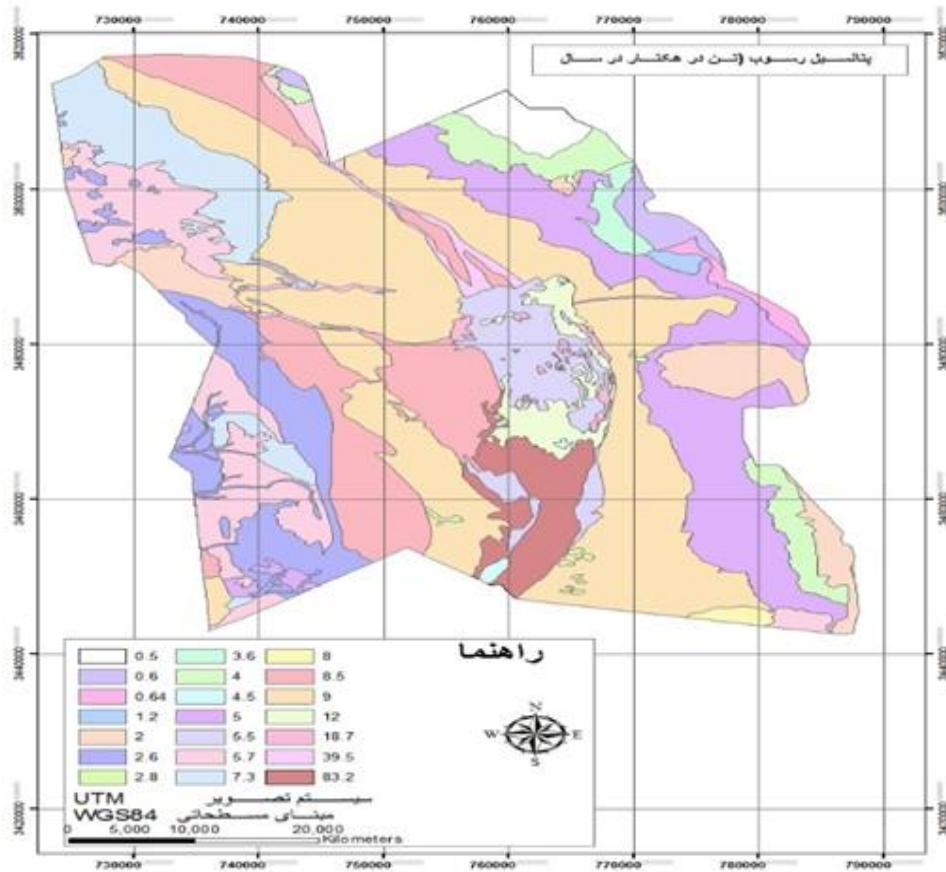
جدول ۳- رخساره‌های ژئومورفولوژیکی شناسایی شده در منطقه مورد مطالعه

Table 3- Geomorphological facies identified in the study area

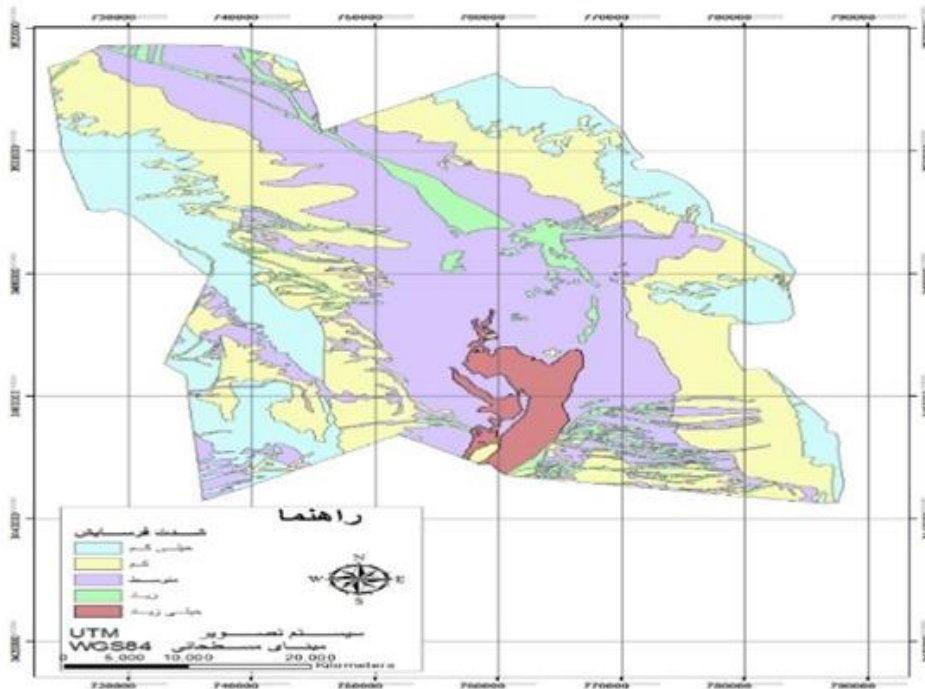
تیپ Type	رخساره Characteristic	کد Code	مساحت (هکتار) Area (ha)	مساحت (درصد) Area (%)
کوه	رخنمون سنگی (۷۵-٪۹۰)	1-1-1	4703.4	1.5
	رخنمون سنگی (۵۰-٪۷۵)	1-2-1	3837.6	1.2
تپه	رخنمون سنگی کم‌تر از ٪۲۵	1-2-2	638.8	0.3
	فرسایش آبی	1-2-3	2056.5	0.7
	دشت سر	دشت ریگی دانه درشت	2-1-1	11049.2
فرسایشی	دشت ریگی دانه متوسط	2-1-2	2790	0.9
	اینسلیبرگ	2-1-2	14268.3	4.6
	دشت ریگی دانه درشت	2-2-1	11049	3.5
آپانداژ	دشت ریگی دانه متوسط	2-2-2	2790	0.9
	دشت ریگی دانه ریز	2-2-3	19276.5	6.2
	اینسلیبرگ	2-2-4	20080.7	6.4
دشت سر پوشیده	مسیل	2-2-5	1521.4	0.5
	دشت ریگی دانه درشت	2-3-1	1146.2	0.4
	دشت ریگی دانه متوسط	2-3-2	34076.4	10.9
	دشت ریگی دانه ریز	2-3-3	92262.2	29.5
	اینسلیبرگ	2-3-4	634.5	0.2
جلگه رسی	خشک‌رود- منطقه برداشت	2-3-5	3950.9	1.3
	کفه‌های رسی	3-1-1	6833.9	2.2
	ترک‌های گلی	3-1-2	4293.7	4.6
نیکا	نیکای فعال	3-2-1	1494.1	0.5
ارگ	تپه ماسه‌ای موج (ریپل مارک)- سیلک	3-3-1	11878.9	3.8
کویر	پوسته سخت و خشک	3-4-1	636.6	0.2

جدول ۴- امتیازات عوامل نه گانه، میزان پتانسیل رسوب و شدت فرسایش در هر رخصاره ژئومورفولوژی و اراضی زراعی

ردیف Row	نوع اراضی Type of land	امتیاز عوامل Factors rating											
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	مجموع امتیازات Sum of points	پتانسیل رسوب (تن در کیلومتر مربع در سال) Sedimentation potential (Tons km ⁻² ·year)	کلاس بندی شدت فرسایش Classification of erosion intensity
1	1-1-1	1.7	0.5	3	-3	-2	0	1.8	0	1.8	3.8	50	خیلی کم
2	1-2-1	3	0.91	5.2	-3.91	0	0	2.1	0	0.1	7.4	60	خیلی کم
3	1-2-2	5	4	8	0	0	1	3	0	1	21	117.2	خیلی کم
4	1-2-3	7	0	2	0	-2	0	9	0	2	9	64.3	خیلی کم
5	2-1-1	8	5	10	3	3	5	3	2	6	45	390	کم
6	2-1-2	8	5	10	3	2	5	4	2	5	44	370	کم
7	2-1-2	3	1.5	6	3.5	5	4	5	0	4	32	203	خیلی کم
8	2-2-1	8	10	10	3	3	5	4	2	6	51	525	متوسط
9	2-2-2	8	5	12	4	4	6	4	1	6	50	500	کم
10	2-2-3	8	5	12	7	6	8	4	3	5	58	245	متوسط
11	2-2-4	3	2	6	4	7	4	7	0	4	37	260.75	کم
12	2-2-5	8	5	10	3	1	6	0	0	4	37	260.75	کم
13	2-3-1	8	5	14	6	3	9	5	2	8	60	823.5	متوسط
14	2-3-2	8	6	14	7	3	8	5	2	8	61	866	متوسط
15	2-3-3	8	7	14	7	3	8	5	2	8	62	910.1	متوسط
16	2-3-4	4	3	6	5	3	7	6	2	5	41	318.5	کم
17	2-3-5	8	8	17	10	13	15	12	2	6	91	3880	زیاد
18	3-1-1	7	8	15	6	3	13	11	2	3	68	1223	متوسط
19	3-1-2	7	8	11	3	1	7	10	2	3	52	552	متوسط
20	3-2-1	7	7	15	12	2	14	7	5	8	77	1927	زیاد
21	3-3-1	10	8	17	15	8	18	13	8	10	107	8635	خیلی زیاد
22	3-4-1	8	7	11	8	0	5	12	0	2	53	580.3	متوسط
23	اراضی زراعی	1.5	3	6	5	3	7	6	2	5	41	319	کم
جمع		100	149.7	113.9	234.2	107.6	69	39	108.9	156	129.9	23580	
میانگین کل حوضه		-	6.63	5.41	11	5.77	3.6	2	6.05	7.47	5.74	975.6	



شکل ۵- نقشه پتانسیل رسوب در هر رخساره (تن در هکتار در سال)
 Figure 5- Sediment potential map in each facies (ton ha⁻¹ year⁻¹)



شکل ۶- نقشه شدت پتانسیل فرسایش در رخساره‌های ژئومورفولوژی
 Figure 6- Erosion potential intensity map in geomorphological facies

نتیجه‌گیری کلی

را به‌خوبی به تصویر کشیده و بیابانی بودن منطقه را نمایش داد که در بازدیدهای میدانی هم به اثبات رسید. به خاطر حساسیت منطقه به وقوع فرسایش‌های شدید و تخریب پوشش گیاهی می‌بایست پوشش گیاهی موجود حفظ گردد و از تغییر کاربری اراضی و تبدیل آن به سایر کاربری‌ها ممانعت به عمل آید، در غیر این صورت وضعیت فرسایش موجود، به مقدار فرسایش خیلی زیاد در آینده باقی تبدیل خواهد شد.

بر اساس این مدل، عامل اصلی فرسایش بادی در منطقه مورد مطالعه بدون شک عوامل محیطی است زیرا در اغلب واحدهای کاری عوامل محیطی (وضعیت باد و پوشش گیاهی) با بیشترین امتیازات به‌عنوان عامل اصلی تشخیص داده شد و بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، مدل مورد استفاده از کارایی خوبی در منطقه مورد مطالعه برخوردار است زیرا سیمای واقعی منطقه

References

- Akhzari, D., Mosafae, J. & Lotfi, P. (2009). *Wind erosion zonation with IRIFR model. (Case study: Shahriar Plain)*. Fifth national conference Iranian watershed management science and engineering (Sustainable disaster management), May 2 and 3. Gorgan University, 62-74.
- Bahreini, F. & Pahlavanravi, A. (2002). Zonation of water and wind erosion sedimentation Potential by MPSIAC and IRIFR.E.A models (Case study: Bordekhun Watershed in Bousheher). *Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources*, 1(3), 41-58. (In Persian)
- Boali, A. & Mohammadian Behbahani, A. (2020). Comparative evaluation of wind erosion intensity modeling using WEHI and IRIFR models for presentation of Segazi Plain management in Isfahan. *Journal of Water and Soil Conservation*, 27(4), 129-147. Doi: 10.22069/JWSC.2020.17540.3305. (In Persian)
- Dehghani, M., Ghasemi, H. & Malekian, A. (2003). Spatial prioritization of flood mitigation and control operations erosion using the fuzzy logic method, (Case Study: Forg Watershed). *Journal of Rangeland and Watershed Management (Iranian Natural Resources)*, 66(1), 73-88. (In Persian)
- Ekhtesasi, M. R. & Ahmadi, H. (1996). *Introduction of two new methods of sediment estimation in wind erosion*. The Second National Conference on Desertification and Different Desertification Methods. September, 1st and 2nd. Deputy of education and research of the ministry of jihad sazandegi and forests and rangelands research institute, 9 p. (In Persian)
- Farahi, M., Shahryary, A. R., Pahlavanravi, A., Fakhoreh, S. & Noori, G. R. (2013). Wind erosion rate estimation in Tasuki-Rigchah region using IRIFR Model (Southeastern Sistan). *European Journal of Experimental Biology*, 3(2), 592-597.
- Gholami, M. (2004). *Comparison of wind erosion potential of arable and non-arable lands using IRIFR model in Mokhtaran Sarbisheh Plain*. M.Sc. Thesis of Desertification, University of Zabol.
- Houyou, Z., Biolders, C. L., Benhorma, H. A., Dellai, A. & Boutemdjet, A. (2014). Evidence of strong land degradation by wind erosion as a result of rainfed cropping in the Algerian steppe: A case study at Laghouat. *Land Degradation & Development*, 27, 1788-1796. Doi: 10.1002/ldr.2295.
- IPCC Climate Change. (2013). *The physical science basis, summary for policymakers, Technical summary and frequently asked questions*. Working group i contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge university press, 222p.
- Ildormi, A. R. & Moradi, M. (2017). Evaluation of wind erosion intensity using IRIFR.E.A model (Case study: Qahvand plain of Hamedan). *Scientific Research Journal of Geography and Planning*, 21(60), 35-52. (In Persian)
- Masoudi, M., Abtahi, S. A. & Badiee Namaghi, S. H. (2010). Evaluation of wind erosion potential using empirical method of IRIFR and GIS: A case study of Nishabur, Iran. *Nature Environment and Pollution Technology*, 9(1), 77-82.
- Mesbahzadeh, T., Ahmadi, H., Zehtabian, Gh. & Sarmadian, F. (2010). Assessment of wind erosion intensity by IRIFR.E.A model

- (Case study: Abuzeidabad Kashan). *Journal of Range and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources*, 63(3), 399-415. (In Persian)
- Nourzadeh Haddad, M. & Bahrami. H. (2016). Investigation of the relationship between fine dust concentration and surface moisture and soil particle size distribution using a mobile wind erosion simulator in the desert areas of western Khuzestan Province. *Journal of Desert Geographical Exploration*, 3(1), 167-183. (In Persian)
 - Sadoddin, A., Akhzari, D. & Noora, N. (2010). Prediction of vegetation management impacts on the risk of wind erosion (Case study: south of the Varamin Plain, Iran). *Journal of Water and Soil Conservation*, 17(1), 63-80 183. (In Persian)
 - Saeidi, D. & Salehpoor, A. (2007). *Investigation of effective factors in the intensity of wind erosion using IRIFR model (Case study: Aran and Bidgol)*. The First International Congress on water, soil and environmental sciences, Shahid beheshti university of Tehran, 12 p.
 - Statistical Center of Iran. (2006). *Detailed results of the general population and housing census*. Ministry of Interior Publications.



Climatic Analysis, Routing and Simulation of Extreme Dust Storms in the West of Iran (Case Study: Kermanshah Synoptic Station)

Ehsan Tamassoki^{1*}, Erfan Tamassoki² and Ahmad Asadi Meyabadi³

1- Ph.D. of Watershed Management Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

2- Graduated from Civil Engineering, Islamic Azad University, Harsin Center, Harsin, Iran

3- M.Sc. Graduated of Rangeland Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran

*Corresponding author: ehsantamasoki@yahoo.com

(Received: 10 March 2022

Revise: 18 April 2022

Accepted: 23 April 2022)

Extended Abstract

Introduction: According to their specific geographic and climatic conditions, the extent and intensity of dust storms in the west and southwest parts of Iran have made this phenomenon one of the principal environmental hazards in these regions. The extent of dust storms, their significant effects on health, economy, environment, and agriculture, and their increasing trend have drawn the attention of many researchers. The recent study is composed of data analysis of dust storms by Iran Meteorological Organization Earth Database, synoptic analysis of weather and climate patterns causing and transmitting dust using middle and upper atmosphere data in Sanandaj, Kermanshah, and Ilam stations and tracking wind packages carrying dust particles using HYSPLIT model with forward and backward methods.

Materials and Methods: To analyze atmospheric patterns, the middle and upper atmosphere data such as the sea level pressure data, level of 500 hPa geo-potential height from NCEP/NCAR database were drawn using GRADS software. HYSPLIT model and MODIS images for dust storms were used to recognize the origin of dust storms and wind flow routing in the stations.

Results and Discussion: Earth database investigations show that the year 2008 has one of the most extreme dust storms in terms of visibility reduction and durability of days with dust storm in the study period. From 2 to 5 April 2008 the most extreme dust storms with visibility of fewer than 500 meter occurred in the stations. The results of wind flow routing by the HYSPLIT model showed that the origin of the dust storm mass was North West of Iraq and east of Syria, which had entered Iran with a north west-south east direction. The middle and upper atmospheric circulation base results show that west winds occurred with a low-pressure center in the East of Iran and high pressure in the North of Africa, causing the entrance of dust to this region. As one of the most intense dust storms of recent years, the mentioned dust storm can help by recognizing atmosphere patterns causing this phenomenon and routing winds transmitting aerosols.

Conclusion: According to the results of this study which has examined the relationship between large scale synoptic patterns and a variety of space-time dust storm activities in Iran using synoptic maps of sea level pressure circulation patterns, 500 hPa geo-potential height of dust storms in the studied stations, and wind flow routing model, it can be concluded that dynamic models can be presented by consensus of various specialists for this destructive environmental phenomenon-although using satellite imagery and dust storm capability and investigating them can be of great importance for future studies. In general, the results of this research show that wind flow routing model and atmosphere studies have the suitable capability for recognizing and monitoring dust storm paths.

Keywords: Air pollution, Dust storms, HYSPLIT, NDDI, Kermanshah.

Citation: Tamassoki, E., Tamassoki, E. & Asadi Meyabadi, A. (2022). Climatic analysis, routing and simulation of extreme dust storms in the west of Iran (Case study: Kermanshah Synoptic station). *Integrated Watershed Management*, 2(1), 33-47. doi: 10.22034/iwm.2022.545938.1023

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، رهگیری و شبیه‌سازی مسیر گردوغبار فرین غرب ایران (مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه)

احسان تمسکی^{۱*}، عرفان تمسکی^۲ و احمد اسدی می‌آبادی^۳

۱- دانش‌آموخته دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری- زمین، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۲- دانش‌آموخته کارشناسی مهندسی اجرایی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی مرکز هرسین، هرسین، ایران

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

*نویسنده مسئول: ehsantamasoki@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۱/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۹

چکیده

در سال‌های اخیر گستردگی و شدت طوفان‌های گردوغبار در نواحی غربی ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی این مناطق موجب شده که این پدیده به‌عنوان یکی از عمده‌ترین و تأثیرگذارترین پدیده‌های مخاطره‌آمیز زیست‌محیطی در این نواحی مطرح شود. با توجه به گستردگی طوفان‌های گردوغبار و اثرات گسترده آن بر سلامت، اقتصاد، محیط‌زیست و کشاورزی و روند فزاینده‌ی آن‌ها توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است. در این مطالعه، از داده‌های سازمان هواشناسی ایران، داده‌های سازمان حفاظت محیط‌زیست، داده‌های NCEP، مدل رهگیری جریان باد و تصاویر سنجنده مودیس جهت شناسایی الگوی جوی و منشأیابی طوفان گردوغبار فرین در ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه استفاده شد. این تحقیق طوفان گردوغبار حادث‌شده در غرب ایران از ۱۴ تا ۱۷ فروردین سال ۱۳۸۷ را مورد بررسی قرار داده است. این طوفان از نظر کاهش میدان دید و افزایش جرم ذرات معلق، یکی از شدیدترین طوفان‌ها در سال‌های اخیر بوده است. نتایج رهگیری جریان باد که با استفاده از مدل HYSPLIT و تصاویر ماهواره‌ای در بحرانی‌ترین روز این گردوغبار انجام شده است، نشان می‌دهد که این توده گردوغبار نشأت‌گرفته از مناطق غرب عراق و شرق سوریه است که با جهتی نسبتاً شمال‌غربی - جنوب‌شرقی وارد مناطق غربی ایران می‌شود. بررسی‌های جوی نشان می‌دهند که در این زمان با وجود یک کم‌فشار قوی در شرق ایران و پرفشاری در غرب، بادهای غربی ایجاد شده سبب ورود گردوغبار بیشتر به منطقه می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که شاخص NDDI به‌دست آمده از تصاویر سنجنده مودیس به همراه مدل رهگیری جریان باد و بررسی‌های جوی قابلیت مناسبی جهت تشخیص و پایش مسیر حرکت طوفان‌های گردوغبار را دارا است. در مجموع نتایج این پژوهش حاکی از آن است که تلفیق داده‌های زمینی، مدل رهگیری جریان باد و بررسی‌های جوی و شاخص‌های ماهواره‌ای ضمن هم‌افزایی موجب شناخت رفتار طوفان‌های گردوغبار می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، جریان باد، رهگیری شاخص گردوغبار، کرمانشاه، گردوغبار.

استناد: تمسکی، ا.، تمسکی، ع. و اسدی می‌آبادی، ا. (۱۴۰۱). تحلیل، رهگیری و شبیه‌سازی مسیر گردوغبار فرین غرب ایران (مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه). مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۲(۱)، 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 مجله به‌صورت آزاد در وبسایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

مقدمه

یکی از پدیده‌های جوی مناطق خشک و نیمه‌خشک و یا مناطق همجوار با این نواحی، پدیده ریزگردها، غبار و به شکل بارز آن طوفان گردوغبار است (Vali *et al.*, 2014). این پدیده‌ی مخرب اقلیمی کشورهای منطقه خاورمیانه از جمله ایران و عراق را به صورت متناوب تحت تأثیر قرار داده است (Draxler, 1988). روند افزایشی طوفان‌های گردوغبار با توجه به میدان عمل وسیع و اثرات گسترده بر سلامت، اقتصاد، محیط‌زیست و کشاورزی، در سال‌های اخیر توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است (Zoualfaghari, 2006). با توجه به گستردگی تأثیرات این پدیده از جنبه‌های مختلفی مورد توجه قرار گرفته است. برخی مطالعات با بیان اهمیت و چگونگی این پدیده متغیرهایی را که در شکل‌گیری آن مؤثر است را بررسی کرده‌اند. بسیاری از مطالعات به تحلیل مکانی و زمانی وقوع طوفان‌ها و برخی به بررسی سیستم‌های همدیدی گردوغبار پرداخته‌اند. نتیجه کلی این گزارش‌ها، از افزایش فراوانی وقوع طوفان‌های گردوغبار ایران به‌ویژه در مناطق غربی خبر می‌دهند (Mousavi *et al.*, 2014).

مطالعه‌ی طوفان گردوغبار صرفاً با روش‌های اندازه‌گیری زمینی به دلیل تکرار زمانی پایین و همچنین قدرت تفکیک مکانی محدود، چندان کارا نیست. در حالی که بهره‌گیری از فن‌سنجش از دور به دلیل ویژگی‌های خاص از جمله دید وسیع، یکپارچگی، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف انرژی الکترومغناطیسی برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، دوره بازگشت کوتاه (قابلیت تکرار زمانی بالا)، پوشش‌های تکراری، سرعت انتقال، تنوع در اشکال داده‌ها و امکان به‌کارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارها و کاهش هزینه و سریع‌تر بودن بررسی و نیز فراهم کردن امکان پایش منطقه در گذشته از اهمیت ویژه‌ای جهت پایش بلایای طبیعی و مدیریت آن‌ها برخوردار است (Dervishi, 2010).

Vali و همکاران (۲۰۱۴) به تحلیل اقلیمی و ردیابی طوفان‌های گردوغبار فراگیر در جنوب و مرکز ایران در یک بازه زمانی هشت ساله (۲۰۰۹-۲۰۰۲) پرداختند، نتایج رهگیری جریان باد که با استفاده از مدل HYSPLIT در شدیدترین روز گردوغباری انجام شده، نشان داده است که توده گردوغباری موجود در منطقه نشأت‌گرفته از مناطق شمال‌غرب عراق و شرق سوریه بوده و با جهتی شمال‌غربی- جنوب‌شرقی وارد ایران شده است. Tamassoki و همکاران (۲۰۱۵) به پایش و پیش‌بینی وقوع طوفان‌های گردوغبار با استفاده از داده‌های دورکاوی، سیستم اطلاعات مکانی و داده‌های زمینی بر اساس بررسی تغییرات پوشش گیاهی و عناصر اقلیمی پرداختند. نتایج نشان داد که در اوایل هر سال میلادی وقوع طوفان‌ها افزایش و پس از ماه‌های ژوئن و ژوئیه سیر نزولی پیدا می‌کند. Huang و همکاران (۲۰۰۶) از روش ANN برای مدل‌سازی و پیش‌بینی وقوع طوفان‌های گردوغبار در شمال‌غربی چین استفاده کردند، آزمون کارایی پیش‌بینی نشان داد که مدل‌های ANN مورد استفاده دارای پتانسیل پیش‌بینی وقوع طوفان گردوغبار در شمال‌غربی چین با استفاده از متغیرهای معمولی هواشناسی هستند. Torkashvand (۲۰۱۸) ضمن مدل‌سازی گردش منطقه‌ای جو در رخداد شدیدترین طوفان ریزگرد بهاره غرب ایران دو مسیر اصلی انتقال ذرات ریزگرد بهاره به غرب کشور را یعنی مسیر شمال‌غرب- جنوب‌شرق و دیگری مسیر غرب- شرق معرفی کرد. Albarakat و Lakshmi (۲۰۱۹) جهت پایش و آشکارسازی طوفان‌های گردوغبار عراق از شاخص NDDI^۱ استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که با توجه به اینکه جهت پایش طوفان‌های گردوغبار در روز این شاخص دارای صحت و دقت ۷۵ درصد است با این شاخص به‌خوبی می‌توان مراحل شکل‌گیری طوفان و مسیر حرکت طوفان‌ها را پایش کرد. Valizadeh Kamran و Namdari (۲۰۲۰) به بررسی تغییرات زمانی- مکانی غلظت ریزگردها در

1. Normalized difference dust index (NDDI)

رخداد گردوغباری مورد بررسی قرار گرفت، همچنین جهت صحت‌سنجی نتایج رهگیری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نیز انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق جهت مطالعه طوفان گردوغبار فرین غرب ایران از داده‌های کدهای هوای حاضر (WW) سازمان هواشناسی کشور مربوط به ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه و داده‌های غلظت ذرات معلق و شاخص استاندارد آلودگی هوا در ایستگاه پایش کیفی هوا شهر کرمانشاه مربوط به سازمان حفاظت محیط‌زیست و نیز رهگیری همزمان بسته‌های حامل ذرات گردوغبار در سه ایستگاه سنندج، کرمانشاه و ایلام و نیز چهار تصویر ماهواره‌ای سنجنده‌ی اخذ شده از درگاه اینترنتی ماهواره مودیس^۱ که پوشش‌دهنده‌ی غرب ایران، عراق و شرق سوریه در روزهای اوج وقوع این پدیده، استفاده شده است (شکل ۱ و جدول ۱).

حوزه نفوذ ریزگردهای دریاچه ارومیه پرداختند. نتایج نشان داد که دریاچه ارومیه تا سال ۲۰۰۸ با جذب ریزگردها تأثیر زیادی در کاهش ریزگردهای وارد شده از جنوب‌غربی منطقه به استان آذربایجان شرقی داشته است، در حالی که از سال ۲۰۰۹ در محدوده دریاچه ارومیه افزایش نسبی ریزگرد نسبت به سایر مناطق وجود داشته است. Jooybari و همکاران (۲۰۱۹) به پایش زیست‌محیطی کانون‌های ریزگرد و نمونه‌های ریزگرد در دشت خوزستان پرداختند و بیان داشتند که آلودگی‌ها متأثر از جنگ تحمیلی، فعالیت‌های نفتی و پتروشیمی در کنار فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی تأثیر عمده‌ای دارند.

این پژوهش با هدف شناسایی الگوی سینوپتیکی و رهگیری طوفان گردوغبار فرین در ایستگاه سینوپتیکی کرمانشاه انجام گرفته است، بنابراین پس از احصاء یکی از شدیدترین رخداد‌های گردوغبار در دوره‌ی مورد مطالعه، سیستم‌های جوی منجر به این پدیده و بسته‌های حامل ذرات گردوغبار جهت منشأیابی این



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure 1- Geographical location of the study area

1. <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/imagery/realtime.cgi>

جدول ۱- مشخصات ایستگاه هواشناسی مورد مطالعه

Table 1- Details of the meteorological station under study

نوع ایستگاه Station type	ارتفاع (متر) Height (m)	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	ایستگاه Station
سینوپتیک Synoptic	1373.4	35° 25'	47° 00'	سندج Sanandaj
سینوپتیک Synoptic	1318.6	34° 21'	47° 09'	کرمانشاه Kermanshah
سینوپتیک Synoptic	1337	33° 38'	46° 26'	ایلام Ilam

مادون قرمز) دارد، سطح زمین دارای انعکاس کمی در محدوده باندهای انعکاسی (مرئی و مادون قرمز) بوده و بازتاب طوفان گردوغبار بین این دو (سطح زمین و ابر) قرار می‌گیرد؛ بنابراین با توجه به بازتاب طوفان گردوغبار، از شاخص نرمال شده آشکارسازی گردوغبار (NDDI) برای تشخیص طوفان و پایش طوفان‌های گردوغبار استفاده می‌شود. این شاخص بر مبنای اختلاف محدوده‌های طیفی با طول موج‌های ۰/۴۶۹ و ۲/۱۳ میکرومتر بنا نهاده شده است (El-ossta *et al.*, 2013; Li *et al.*, 2009)؛ بنابراین از شاخص NDDI جهت منشأیابی طوفان مورد نظر استفاده شده است. برای استخراج بهتر گردوغبار با تصاویر سنجش از دور، اندازه‌گیری سایر پارامترهای زمینی از قبیل میدان دید مفید است. در حقیقت دانش مکانی محیط قبلی به تفسیر بهتر طوفان‌های گردوغبار کمک می‌کند (Jokar *et al.*, 2009).

$$\text{NDDI} = \frac{B7-B3}{B7+B31} \quad (1) \text{ رابطه (۱)}$$

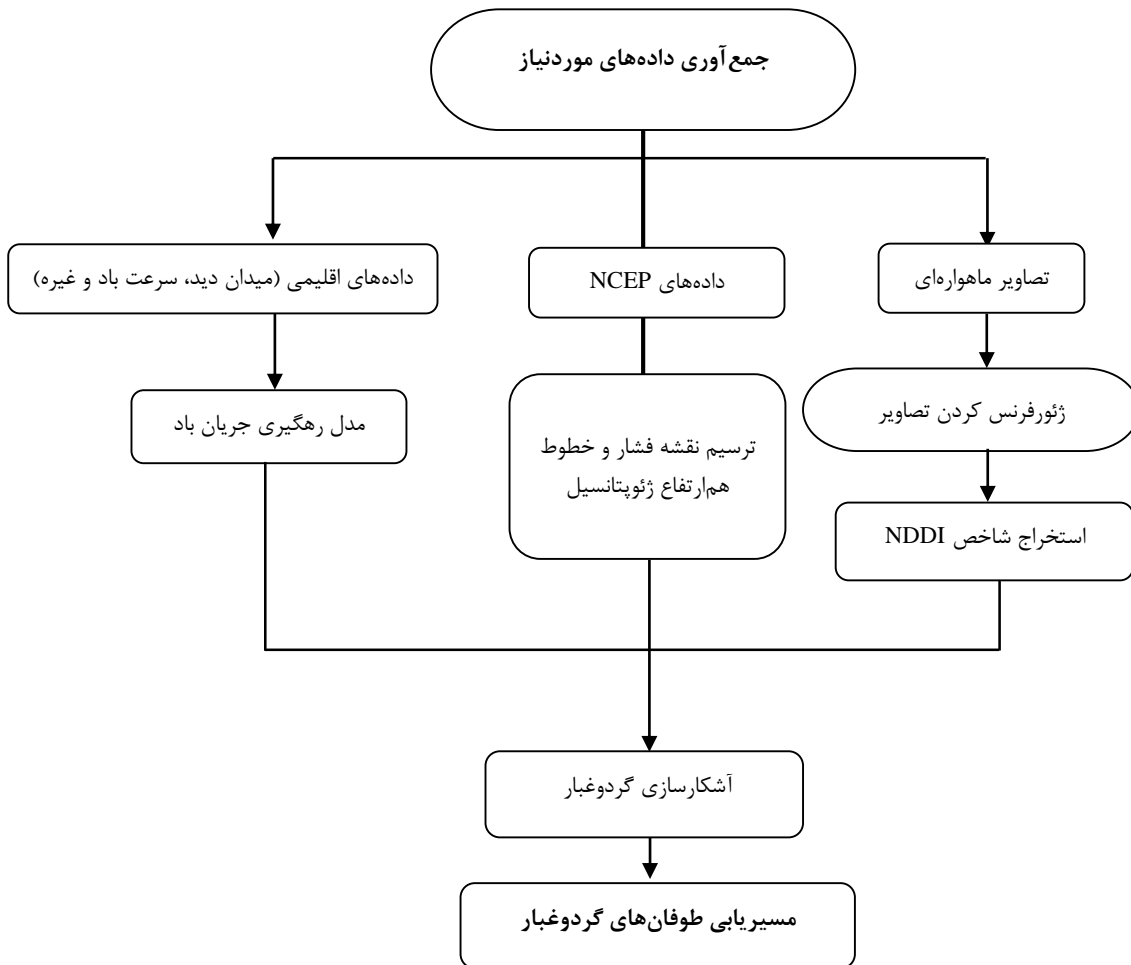
در این رابطه، B7 و B3 به ترتیب باندهای انعکاسی سوم (۰/۴۶۹ میکرومتر) و هفتم (۲/۱۳ میکرومتر) سنجنده مودیس می‌باشند. با به‌کارگیری این رابطه، یک تصویر از شاخص NDDI تهیه شد. مقادیر شاخص NDDI برای ابر منفی بوده و برای سایر عوارض سطح زمین کمتر از گردوغبار می‌باشد؛ بنابراین با در نظر گرفتن آستانه ۰/۲۶ برای مقادیر این شاخص به‌خوبی می‌توان گردوغبار را از آب، ابر و سایر عوارض سطح زمین جدا نمود (Li *et al.*, 2009).

پس از بررسی آمارهای سازمان هواشناسی کشور در ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه در طی سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ رخداد گردوغباری که از نظر شدت و مدت استقرار بر روی منطقه مورد مطالعه جزء شدیدترین موارد ثبت شده است، انتخاب گردید؛ این طوفان از تاریخ ۲ تا ۵ آوریل ۲۰۰۸ به وقوع پیوسته است. به‌منظور تحلیل سینوپتیک طوفان، اطلاعات فشار تراز سطح دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از پایگاه داده NCEP/NCAR^۱ دریافت شده و در محیط نرم‌افزار GRADS^۲ برای طول جغرافیایی ۲۵ تا ۶۵ و عرض جغرافیایی ۲۰ تا ۴۵ درجه رسم شد. سپس جهت مشخص نمودن مسیر طوفان‌های گردوغبار از مدل رهگیری بسته‌های هوا^۳ (HYSPLIT) استفاده شده است. در مدل رهگیری بسته‌های هوا (به‌عنوان بسته‌های حامل ذرات گردوغبار) در منطقه درگیر با این پدیده، از زمان بیشترین شدت گردوغبار در ایستگاه‌های هواشناسی با حرکت زمانی عقب‌گرد^۴ و رو به جلو^۵ در مدل HYSPLIT به انجام می‌رسد.

در زمان وقوع طوفان گردوغبار بسیاری از ذرات برای شکل دادن یک لایه گردوغبار بالا می‌روند. این لایه ضخیم گردوغبار تابش خورشیدی را جذب کرده و موجب تغییراتی در باندهای مرئی و مادون قرمز نزدیک برای اندازه‌گیری بازتاب^۶ می‌شوند (Jokar *et al.*, 2009)؛ بنابراین با مقایسه مشخصات طیفی گردوغبار، زمین و ابر برخی مؤلفه‌های مهم را می‌توان پیدا کرد: ابر بازتاب بالایی در طول موج‌های پایین (محدوده مرئی و

4. Backward
5. Forward
6. Reflection

1. www.cdc.noaa.gov
2. Grid Analysis and Display System
3. Air Parcel



شکل ۲- روند نمای تحقیق
 Figure 2- Research trend

ماهواره ترا و آکوا قرار داده شده است. سنجنده مودیس ماهواره ترا، هر دو روز یک بار از تمام سطح زمین تصویربرداری می‌کند و داده‌هایی در ۳۶ باند طیفی ثبت می‌کند. این داده‌ها، همراه با داده‌هایی که توسط مودیس دوم (که بر روی ماهواره‌ی آکوا قرار داده شده است)، آگاهی ما را نسبت به حرکات و تغییرات جهانی و همچنین فرآیندهایی که بر سطح زمین، اقیانوس‌ها و سطوح پایینی جو به وقوع می‌پیوندند، بهبود بخشیده است (Tamassoki *et al.*, 2015).

تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این پژوهش شامل تصاویر سنجنده مودیس از ترکیب تصاویر دو ماهواره ترا^۱ و آکوا^۲ است که تعداد چهار تصویر از تاریخ ۲ تا ۵ آوریل سال ۲۰۰۸ را در برمی‌گیرد. سنجنده مودیس دارای ۳۶ باند است که در محدوده طیفی ۰/۴ الی ۱۵ میکرون قرار گرفته‌اند. قابلیت تفکیک زمینی باندهای یک و دو حدود ۲۵۰ متر، باندهای سه تا هفت حدود ۵۰۰ متر و بقیه باندها ۱۰۰۰ متر است (جدول ۲). مودیس (اسپکترومتر تصویربردار با قدرت تفکیک متوسط) سنجنده‌ای است که بر روی

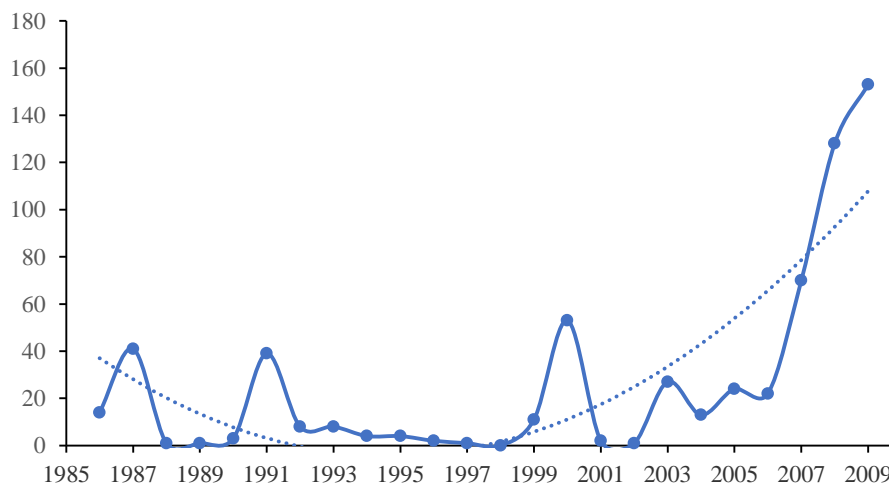
جدول ۲- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده
Table 2- Specifications of satellite images used

ردیف	فرمت	تاریخ تصویربرداری		قدرت تفکیک مکانی (متر)
		میلادی	شمسی	
1	TIFF	2008/04/02	1387/01/14	500
2		2008/04/03	1387/01/15	500
3		2008/04/04	1387/01/16	500
4		2008/04/05	1387/01/17	500

نتایج

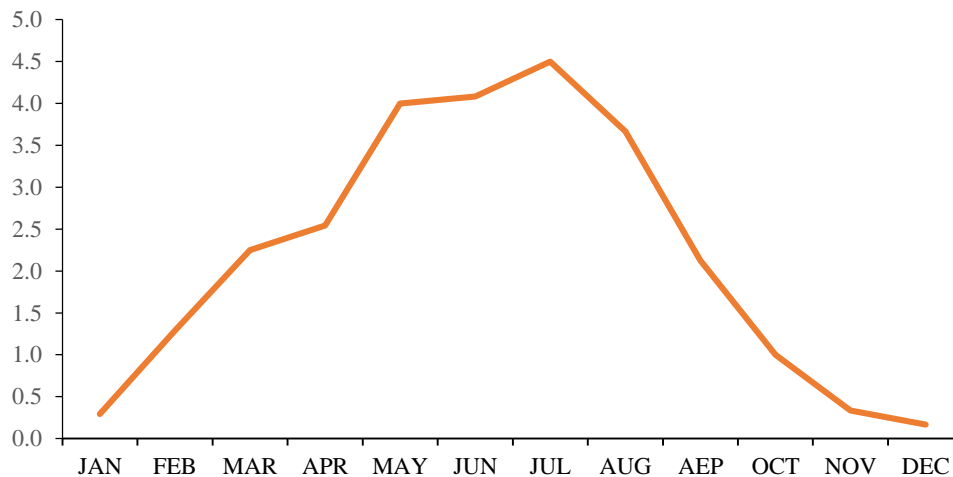
شدت این طوفان است. شاخص آلودگی هوا (PSI) در این روز به حدی بحرانی است که در گزارش سازمان محیط‌زیست با عنوان تعریف نشده بیان شده است (جدول ۳). بررسی سالانه داده‌های مربوط به طوفان‌های گردوغبار در ایستگاه سینوپتیکی کرمانشاه نشان می‌دهد که پدیده گردوغبار در این ایستگاه دارای دو بیشینه زمانی بوده‌اند؛ اولی در طول سال‌های ۱۹۹۲-۱۹۸۶ و دیگری در دوره ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۹ (شکل ۳). بررسی روند ماهانه وقوع طوفان‌های گردوغبار در این دوره نشان می‌دهد که بیشترین روزهای همراه با گردوغبار در ماه جولای گزارش شده است و حداقل آن نیز در ماه دسامبر اتفاق افتاده است (شکل ۴).

پس از بررسی روزهای همراه با گردوغبار در طی سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ در ایستگاه‌های سینوپتیکی کرمانشاه مشخص شد که یکی از شدیدترین موارد وقوع این پدیده مربوط به ۲ تا ۵ آوریل سال ۲۰۰۸ است، به طوری که در روز ۵ آوریل در ایستگاه کرمانشاه میدان دید به ۶۰۰ متر و جرم مواد معلق به بیشترین مقدار خود در سال ۲۰۰۸ رسیده است. بر اساس نتایج جدول ۳ مشخص می‌شود که بیشترین کاهش میدان دید در رخداد مورد بررسی مربوط به روز ۵ آوریل ۲۰۰۸ است به طوری که در این روز میدان دید به ۶۰۰ متر می‌رسد و بیشترین جرم مواد معلق در طی این طوفان در این روز اتفاق افتاده است که نشان‌دهنده اهمیت و



شکل ۳- میانگین فراوانی ماهانه روزهای گردوغبار در ایستگاه کرمانشاه

Figure 3- Mean monthly frequency of dusty days in Kermanshah station



شکل ۴- فراوانی سالانه روزهای گردوغبار در ایستگاه کرمانشاه
Figure 4- Annual frequency of dusty days in Kermanshah station

جدول ۳- داده‌های اقلیمی و شاخص آلودگی هوا در روزهای گردوغباری مورد مطالعه

Table 3- Climatic data and air pollution index in the studied dusty days

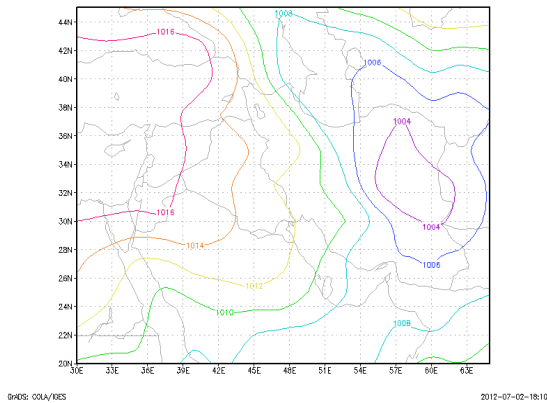
تاریخ	میدان دید	سرعت باد	جهت باد	رطوبت نسبی	بارش	فشار معادل سطح	شاخص PSI	جرم ذرات (میکروگرم در مترمکعب)	دما
2008/04/02	8000	10.6	160	24.8	0	1004.9	118	172.1	21.3
2008/04/03	3000	8.1	280	30.6	0	1007.2	178	286.3	16.4
2008/04/04	2000	9.0	190	27.1	0	1009.8	108	162.2	12.6
2008/04/05	600	7.5	290	31.4	0	1012.9	تعریف نشده	1311.0	13.3

سیاه و اروپا و به تدریج روی عراق فشرده شده‌اند که نشان از گردان شدید دمایی و ناپایداری است. در روزهای ۲۸ تا ۳۰ مارس با انتقال کم‌فشار شکل گرفته بر روی آفریقا به سمت شرق، پرفشار شکل گرفته روی عراق و عربستان ترکیب شده و به سمت ایران حرکت می‌کنند و پرفشار خزر به سمت جنوب حرکت می‌کند. همچنین ناوه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال دارای محوری است که از عراق سوریه و عربستان می‌گذرد و به سمت شرق در حرکت است و منطقه جلوی این محور به شدت ناپایدار است.

در روزهای ۲ و ۳ آوریل با حرکت پرفشار قوی شکل گرفته روی اروپا به سمت شرق سامانه‌های بسته شده روی عراق و عربستان به کشور وارد می‌شوند و با توجه به وجود یک کم‌فشار قوی در شرق کشور و پرفشار در غرب، بادهای غربی ایجاد می‌شوند که گردوغبار بیشتری را به منطقه وارد می‌کنند (شکل‌های ۵ و ۶). این پرفشار در روز ۴ آوریل منطقه مورد بررسی را در برمی‌گیرد.

بررسی الگوی جوی منجر به طوفان آوریل ۲۰۰۸

با توجه با نقشه‌های فشاری تراز سطح دریا و خطوط هم‌ارتفاع ژئوپتانسیل مشاهده می‌شود که در روزهای قبل از شروع طوفان سامانه پرفشاری روی منطقه مورد بررسی حضور داشته و در روز ۲۷ مارس با ورود زبانه‌های پرفشار از سمت غرب کم‌فشاری روی عراق و پرفشاری بر روی غرب ایران شکل می‌گیرد. همچنین یک سامانه کم‌فشاری بر روی دریای خزر بسته می‌شود و یک سامانه پرفشار قوی در غرب آفریقا حضور دارد که در روزهای بعد خود را به منطقه می‌رساند. با توجه به حضور دو سامانه پرفشار یکی در ایران و دیگری در آفریقا و اروپا و دو کم‌فشار در عربستان و روی دریای خزر، بیابان‌های عراق منطقه مستعدی برای جبهه‌زایی و شرایط شدیداً ناپایدار می‌باشند که می‌تواند منجر به برداشت گردوغبار از این منطقه شود. همچنین گردان‌های فشاری می‌توانند بادهایی را در راستای مداری ایجاد کنند. همچنین خطوط هم‌ارتفاع ژئوپتانسیل بر روی دریای

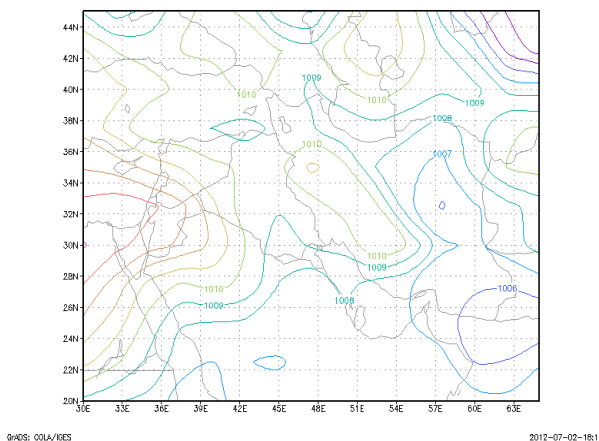


0405: OOLA/RES

2012-07-02-18:10

شکل ۶- نقشه فشار تراز سطح دریا در ۳ آوریل
Figure 6- Sea-level pressure chart on Apr 3, 2008

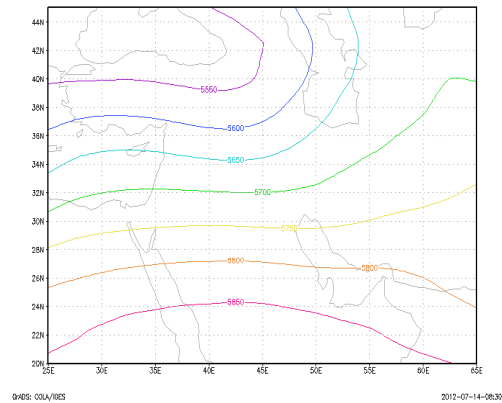
عراق شکل گرفته به سمت شمال حرکت کرده و همراهی این کم‌فشار با محور ناوه موجب تقویت طوفان در روز ۱۰ آوریل می‌شود (شکل‌های ۹ و ۱۰) و البته در روزهای بعد، سامانه توسط پرفشار حاضر در جنب آن حذف می‌شود. پرفشار حاکم تا ۱۲ آوریل تقویت شده و پس از آن از منطقه عقب رانده می‌شود و منطقه، پشت محور ناوه قرار می‌گیرد که با سرازیر شدن هوای سرد و مرطوب عرض‌های بالا به پایین باعث تضعیف طوفان می‌گردد.



0405: OOLA/RES

2012-07-02-18:11

شکل ۸- خطوط فشار تراز سطح دریا روز ۵ آوریل
Figure 8- Sea-level pressure chart on Apr 5, 2008

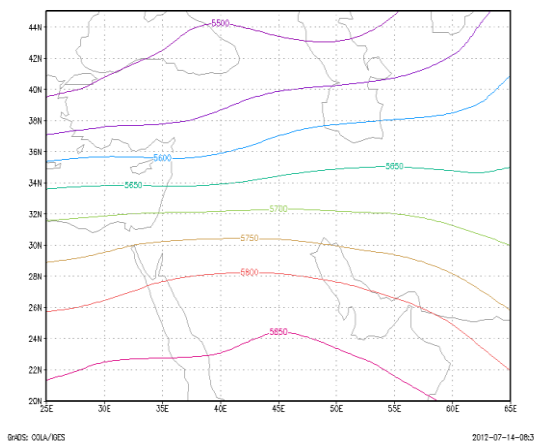


0405: OOLA/RES

2012-07-14-08:30

شکل ۵- نقشه هم‌ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ۳ آوریل
Figure 5- Geopotential height of hpa500 level chart on Apr 3, 2008

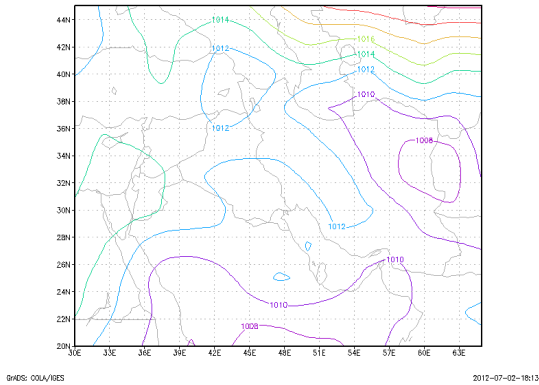
در روزهای بعد که طوفان به اوج می‌رسد پرفشاری در غرب ایران، عراق و دریای سیاه حاکم است و سامانه کم‌فشاری در شرق ایران و پاکستان حضور دارد که گرادبان بزرگی را ایجاد کرده و باد غربی را نتیجه می‌دهد. همراهی شرایط گفته شده و فشردگی خطوط ژئوپتانسیل ناپایداری شدیدی را نشان می‌دهد (شکل‌های ۷ و ۸). نهایتاً از روز ۷ آوریل با ورود سامانه پرفشاری از شمال شرق، سامانه حاکم بر منطقه عقب رانده می‌شود در روز بعد کم‌فشاری در عربستان و جنوب



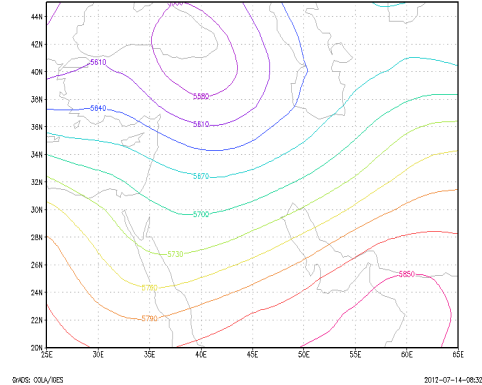
0405: OOLA/RES

2012-07-14-08:31

شکل ۷- خطوط هم‌ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۵ آوریل
Figure 7- Geopotential height of hpa500 level chart on Apr 5, 2008



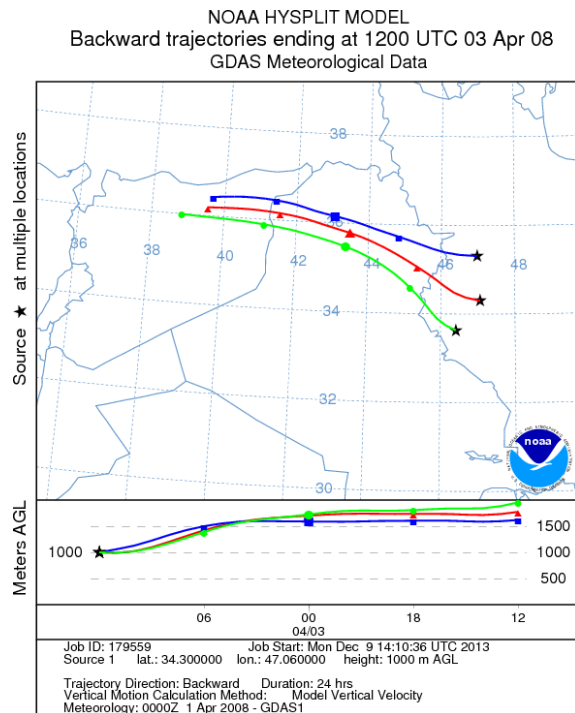
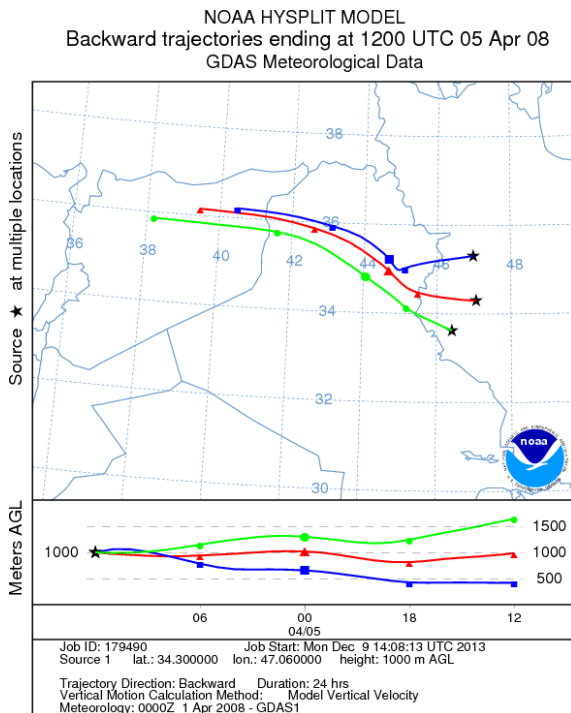
شکل ۱۰- خطوط فشار تراز سطح دریا روز ۱۰ آوریل
Figure 10- Sea-level pressure chart on Apr 10, 2008



شکل ۹- خطوط هم‌ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۱۰ آوریل
Figure 9- Geopotential height of hpa500 level chart on Apr 10, 2008

و ایلام در غرب ایران و در ساعت میانی روزهای ۳ و ۵ آوریل ۲۰۰۸ شروع و با عقب رفتن در زمان به مدت ۲۴ ساعت ادامه یافت. در این روزها بخش اعظم مناطق غربی ایران تحت تأثیر بسته‌های هوایی قرار دارند که از شمال غرب عراق و شرق سوریه نشأت گرفته‌اند. از این رو می‌توان توده‌های گردوغبار را نشأت گرفته از غرب عراق و شرق سوریه دانست که با جهتی نسبتاً شمال غربی- جنوب شرقی در کل منطقه در حرکت هستند (شکل ۱۱).

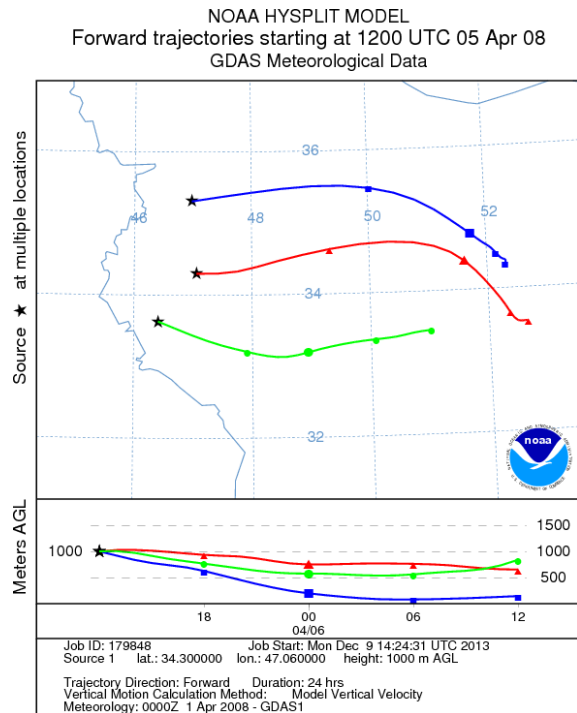
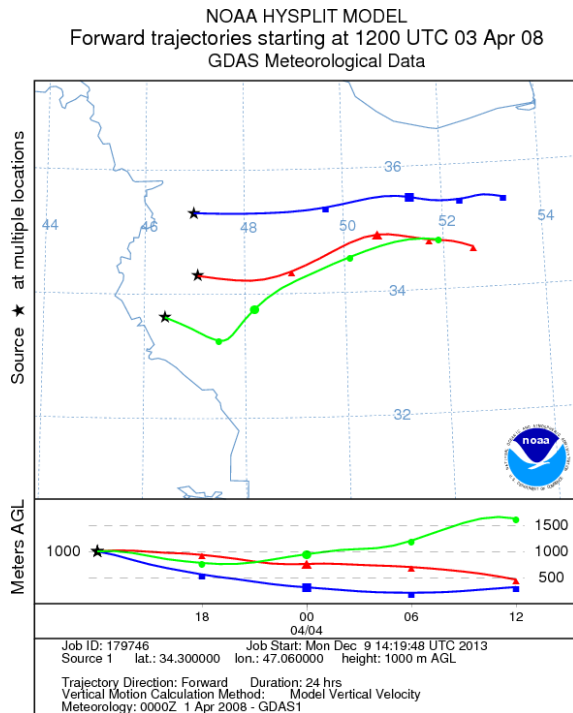
ردیابی بسته‌های باد حامل ذرات گردوغبار با توجه به فاکتور میدان دید که نشان‌دهنده کاهش شدید میدان دید در روزهای سوم و پنجم آوریل بوده است، در این روزها با استفاده از مدل رهگیری جریان باد و روش‌های Forward Trajectory و Backward Trajectory، رهگیری بسته‌های باد در طی روزهای سوم و پنجم آوریل انجام شد. رهگیری جریان باد با روش Backward Trajectory از شهرهای سنندج، کرمانشاه



شکل ۱۱- رهگیری جریان باد با روش Backward Trajectory در ۳ و ۵ آوریل ۲۰۰۸
Figure 11-The backward Trajectory wind flow tracing on Apr 3 & 5, 2008

یافت. این روش نشان می‌دهد که بسته‌های هوا و توده‌های گردوغبار همراه آن‌ها پس از گذر از مناطق غربی ایران به مناطق مرکزی ایران خواهند رسید (شکل ۱۲).

رهگیری جریان باد با روش Forward Trajectory نیز از شهرهای سنندج، کرمانشاه و ایلام در غرب ایران و در ساعت میانی روزهای ۳ و ۵ آوریل ۲۰۰۸ شروع و با جلو رفتن در زمان به مدت ۲۴ ساعت ادامه



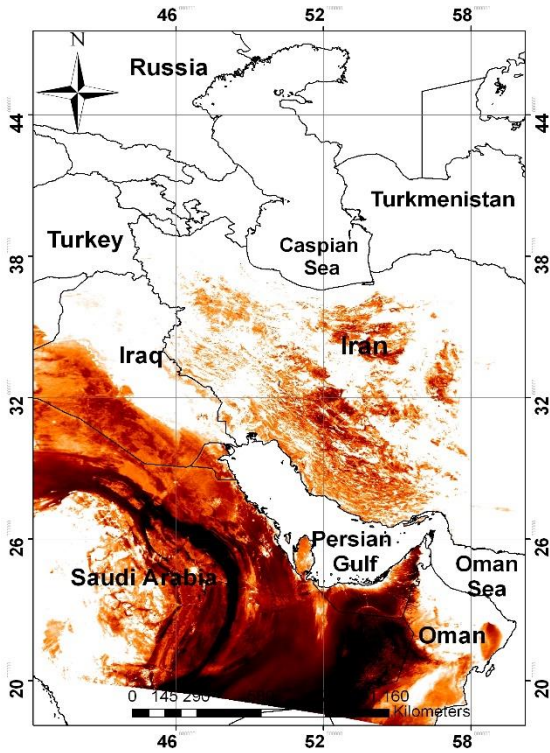
شکل ۱۲- رهگیری جریان باد با روش Forward Trajectory در ۳ و ۵ آوریل ۲۰۰۸

Figure 12- The forward Trajectory wind flow tracing on Apr 3 & 5 2008

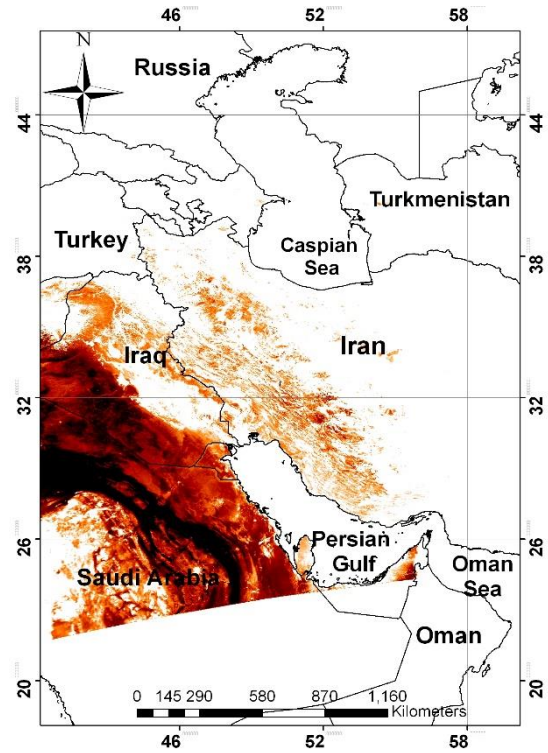
ورود این طوفان به داخل ایران به‌خوبی مشاهده می‌شود. در روز چهارم آوریل و یک روز قبل از گزارش طوفان در منطقه مورد مطالعه، تمرکز طوفان در غرب کشور و منطقه مورد مطالعه و ادامه حرکت طوفان به سمت شرق کشور را نشان می‌دهد که سبب کاهش دید در منطقه شده است. در روز پنجم آوریل که در ایستگاه کرمانشاه به‌عنوان شدیدترین روز وقوع طوفان گردوغبار ثبت شده است، تصاویر به‌خوبی گویای این واقعیت می‌باشد و طوفان به‌خوبی در منطقه مستقر شده و در مسیر بعدی به سمت مرکز و شمال‌غربی در حرکت است و از کشور خارج می‌شود؛ بنابراین می‌توان به‌خوبی مسیر حرکت طوفان‌های گردوغبار را پیش و پیش‌بینی نمود.

رهگیری طوفان‌های گردوغبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

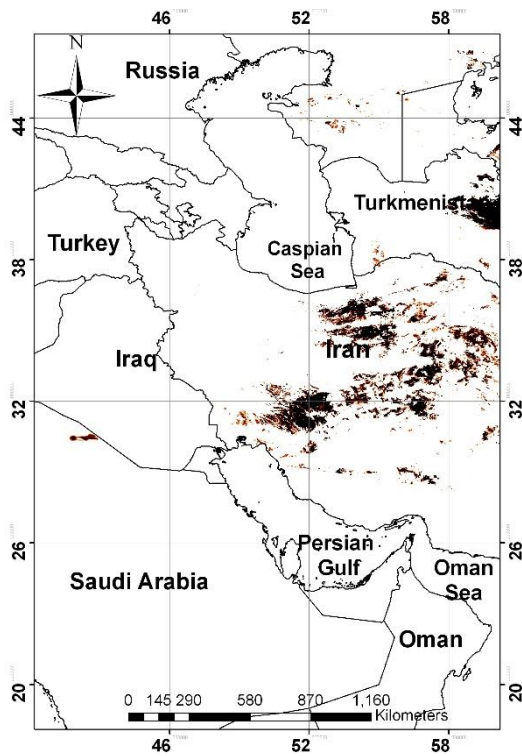
پس از رهگیری جریان باد، جهت رهگیری طوفان‌های گردوغبار با استفاده از تصاویر سنجنده مودیس، نهایتاً چهار تصویر مربوط به روزهای گردوغباری، از شاخص NDDI تهیه شد که این تصاویر در شکل‌های ۱۳ تا ۱۶ نمایش داده شده‌اند. همان‌طور که در شکل‌ها پیداست می‌توان با استفاده از این شاخص مسیر حرکت طوفان‌های گردوغبار را پیش‌نموده و مسیر احتمالی بعدی این طوفان‌ها را پیش‌بینی کرد. تصویر مربوط به روز دوم آوریل نشان‌دهنده این است که طوفان گردوغبار از سمت عراق و عربستان در حال شکل‌گیری بوده و در روز سوم آوریل نیز گسترش و



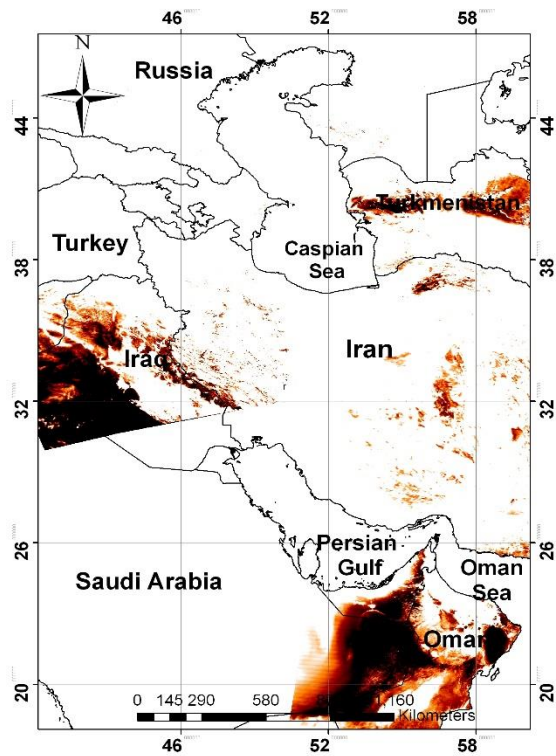
شکل ۱۴- تصویر شاخص NDDI در ۳ آوریل ۲۰۰۸
Figure 14- The image of NDDI in Apr 3, 2008



شکل ۱۳- تصویر شاخص NDDI در ۲ آوریل ۲۰۰۸
Figure 13- The image of NDDI in Apr 2, 2008



شکل ۱۶- تصویر شاخص NDDI در ۵ آوریل ۲۰۰۸
Figure 16- The image of NDDI on Apr 5, 2008



شکل ۱۵- تصویر شاخص NDDI در ۴ آوریل ۲۰۰۸
Figure 15- The image of NDDI on Apr 4, 2008

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از برجسته‌ترین بحران‌های زیست‌محیطی که در خاورمیانه به صورت‌های مختلف بر زندگی و امنیت زیستی موجودات و گیاهان اثرات گسترده‌ای داشته و در آینده نیز اثرات آن بیشتر خواهد شد، پدیده‌ای به نام ریزگردها و طوفان‌های گردوغبار ناشی از آن است. این پدیده که به صورت‌های مختلف ناشی از تحولات اقلیمی و از سوی دیگر زیاده‌خواهی و عدم تعاملات مناسب بین کشورهای حاضر در خاورمیانه شکل گرفته است به صورت یک میهمان ناخوانده فضاهای جغرافیایی خاورمیانه از جمله کشور ایران را در حال در نوردیدن است و اثرات تخریبی و امنیتی گسترده‌ای را بر فضاهای ملی و محلی بر جای گذاشته و خواهد گذاشت. بررسی الگوی جوی منجر به پدیده‌ی گردوغبار فرین در آوریل ۲۰۰۸ نشان می‌دهد که در روزهایی که طوفان به اوج می‌رسد پرفشاری در غرب ایران، عراق و دریای سیاه حاکم است و سامانه کم‌فشاری در شرق ایران و پاکستان حضور دارد که گرادیان بزرگی را ایجاد کرده و جریان‌های باد غربی را نتیجه می‌دهد. رهگیری جریان باد و استفاده از شاخص NDDI در بررسی طوفان گردوغبار به وقوع پیوسته در این تاریخ در غرب ایران نشان می‌دهد که مسیر طوفان‌های گردوغبار ورودی به غرب ایران، از شمال غرب عراق و شرق سوریه است. این منطقه یافته‌های گزارش Dervishi Bolorany و همکاران (۲۰۱۰) در شناسایی کانون شماره یک گردوغبارهای ورودی به ایران را تأیید می‌کند. در این تحقیق از ترکیب داده‌های ماهواره‌ای Terra و Aqua برای پایش (نظارت)، تحلیل و ردیابی طوفان‌های گردوغبار که در ۵ آوریل ۲۰۰۸ اتفاق افتاده بود، استفاده شد. با توجه به این روش تشخیص و پایش طوفان گردوغبار، داده‌های چند زمانه، مکانی و تصاویر رادبومتری ماهواره‌ای، بهترین نتیجه را برای تمایز روش‌ها و انتخاب روشی مطمئن جهت پایش‌بینی رخدادهای احتمالی آینده، ناشی از گردوغبار، فراهم می‌کنند. همسو با Albarakat و Lakshmi (۲۰۱۹)

نتایج ارزیابی شاخص‌های NDDI نشان می‌دهد که می‌توان با تلفیق داده‌های زمینی، شاخص NDDI، مدل رهگیری جریان باد و نیز الگوی جوی مسیر حرکت طوفان‌های گردوغبار را پایش و مسیر بعدی قرارگیری طوفان را پیش‌بینی کرد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق Zoualfaghari و همکاران (۲۰۰۶)؛ Ekhtesasi و همکاران (۲۰۰۶)؛ Iranmanesh و همکاران (۲۰۰۵)؛ Schlesinger و همکاران (۲۰۰۶)؛ Taghavi و همکاران (۲۰۱۳) و Vali و همکاران (۲۰۱۴) در مورد منشأیابی طوفان‌های گردوغبار در غرب کشور در یک راستا است. این دسته از مطالعات، منابع اصلی گردوغبارهای ورودی به غرب ایران را عمدتاً صحرای سوریه، عراق و صحرای شمال عربستان می‌دانند به این ترتیب نتایج این تحقیق در مورد این طوفان با نتایج تحقیقات ذکرشده همسو است.

پیشنهادها و توصیه‌ها

بررسی جامع، منشأیابی، پایش مخاطرات و ارزیابی پیامدهای طوفان‌های گردوغبار در مقیاس منطقه‌ای با حضور همه‌ی کشورهای درگیر از ضروریات مقابله با طوفان‌های گردوغبار در منطقه‌ی غرب آسیا است. بدین منظور پیشنهاد می‌شود که با محوریت سازمان‌های بین‌المللی جهت بررسی وضعیت کنونی، تعیین سهم هر یک از کشورهای درگیر در تشدید این پدیده‌ی مخرب و همچنین ارائه‌ی راهکارهای مدیریتی، کارگروهی تخصصی متشکل از پژوهشگران مستقل کشورهای درگیر تشکیل شود. همچنین با توجه به اینکه هر یک از طوفان‌های رخ داده می‌توانند منشأ متفاوتی داشته باشند. پایش طولانی‌مدت طوفان‌ها با تأکید بر شرایط توپوگرافی و خاک‌شناسی هر منطقه و همچنین استفاده از باندهای حرارتی موجود در تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند ما را به سمت دستیابی به یک مدل جامع برای پیش‌بینی وقوع طوفان‌ها در آینده پایش ببرد. همان‌طور که در مطالعات و تحقیقات پیشین مشخص شده است و نتایج این رخداد نیز به عنوان یک مطالعه‌ی موردی بر

با توجه به تجربیات موفق بسیاری از کشورهای تحت تأثیر این معضل در بهره‌گیری از سامانه‌های ماهواره‌ای پایش و هشدار، پیشنهاد می‌شود که سامانه‌ای جهت هشدار و پایش به‌گونه‌ای طراحی گردد که بعد از تهیه بستر نرم‌افزاری بر روی یک سرور مرکزی نصب و از طریق پورتال‌های اجرایی و دانشگاهی و سایر بسترهای اطلاع‌رسانی خدمات موردنیاز را به کاربران محلی، ملی و منطقه‌ای ارائه کند

سیاسگزاری

بدین‌وسیله از زحماتی که در این تحقیق جناب آقای مصطفی صدیقی و سرکار خانم مرضیه حسینی متحمل شدند، کمال تقدیر و تشکر را داریم.

آن صحنه می‌گذارد، یکی از مهمترین سرچشمه‌های گردوغبارهای وارد شده به ایران منطبق بر کریدور گردوغبار غرب آسیا است؛ این منطقه از شمال خاورمیانه شروع می‌شود و با عبور از عراق و سوریه تا خلیج فارس و رسیدن به آب‌های آزاد پیش می‌رود. به‌طور کلی جهت مدیریت و مقابله‌ی با این مخاطره‌ی فراگیر زیست‌محیطی، نیاز به اعمال مدیریتی اکوسیستماتیک با بهره‌گیری از فناوری‌های روزآمد کاملاً مشهود است. عدم وجود و یا نقص داده‌های میدانی همچون شبکه AERONET در منطقه ضرورت طراحی سامانه‌ی دقیق و آنی پایش و هشدار این پدیده را در حوزه‌ی غرب آسیا مشخص می‌کند؛ بنابراین به‌منظور کنترل اثرات کوتاه‌مدت این مخاطره‌ی فراگیر اقلیمی در مناطق متأثر

References

- Albarakat, R. & Lakshmi, V. (2019). Monitoring dust storms in Iraq using satellite data. *Sensors*, 19(17), 3687. Doi: 10.3390/s19173687.
- Dervishi Bolorany, A., Nabavi, M., Azizi, A., Hosseinpuri, R., Kavousi, A. & Darwish, B. (2010). *External centers of pervasive dust in Iran*. Report No. 1. Vice-Presidency for Science and Technology. (In Persian)
- Draxler, R. R. & Hess, G. D. (1998). An overview of the HYSPLIT_4 modelling system for trajectories, dispersion, and deposition. *Australian Meteorological Magazine*, 47(4), 295-308.
- Ekhtesasi, M. R., Ahmadi, H., Khalili, A., Saremi, N. M. & Rajabi, M. R. (2006). An application of wind rose, storm rose, and sand rose in the analysis of wind erosion and determining the direction of moving sands (Case study area: Yazd-Ardakan Basin). *Iranian Journal of Natural Resources Research*, 59(3), 533-541. (In Persian)
- El-ossta, E., Qahwaji, R. & Ipson, S. S. (2013). Detection of dust storms using MODIS reflective and emissive bands. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 6(6), 2480-2485.
- Huang, M., Peng, G., Zhang, J. & Zhang, S. (2006). Application of artificial neural networks to the prediction of dust storms in Northwest China. *Global and Planetary Change*, 52(1-4), 216-224. Doi: 10.1016/j.gloplacha.2006.02.006.
- Iranmanesh, F., Arab, K. M. & Akram, M. (2005). Investigation of dust origins and characteristics of their spreading in sistan's storms, Iran Region, using image processing. *Pajouhesh & Sazandegi*, 67, 25-33. (In Persian)
- Jokar, J., mousivand, A. & Komaki, C. B. (2009). Risk warning and crisis management for dust storm effects on western border of Iran. *Cartography and Geoinformatics for Early Warning and Emergency*, 19-22.
- Jooybari, S., Rezaee, P., Soleimani, F. & Davoodi, H. (2019). Dust and its centers: basics and methods of identifying and stabilizing, with a special attitude to the Khuzestan Plain. *Applied Sedimentology*, 7(14), 129-142. (In Persian)
- Li, X. & Song, W. (2009). *Dust storm detection based on Modis Data*. In International conference on geo-spatial solutions for emergency management and the 50th anniversary of the Chinese Academy of surveying and mapping (pp. 14-19).
- Mousavi, S., Khamooshi, S. & Tamassoki, E. (2014). Synoptic analysis of extreme dust storms in Kermanshah. *Environmental Erosion Research Journal*, 4(1), 39-49. (In Persian)
- Schlesinger, P., Mamane, Y. & Grishkan, I.

- (2006). Transport of microorganisms to Israel during Saharan dust events. *Aerobiologia*, 22(4), 259-273.
- Taghavi, F., Owlad, E., Safarrad, T. & Irannejad, P. (2013). Identifying and monitoring dust storm in the western part of Iran using remote sensing techniques. *Journal of the Earth and Space Physics*, 39(3), 83-96. (In Persian)
 - Tamassoki, E., Khorani, A., Dervishi Bolorany, A. & Noheghar, A. (2015). Dust storms monitoring and predicting, using remote sensing, geographic information systems and observational data based on NDVI and climate elements (A case study: South and South East of Iran). *Iranian Journal of Remote Sensing & GIS*, 7(4), 27-44. (In Persian)
 - Torkashvand, M. G. (2018). Modeling of atmospheric regional circulation for event of most severe spring dust storms on West of Iran. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 5(2), 19-34. Doi: 10.29252/jsaeh.5.2.19. (In Persian)
 - Vali, A., Khamooshi, S., Mousavi, S., Panahi, F. & Tamassoki, E. (2014). Climatic analysis and routing of comprehensive dust storms in the south and center of Iran. *Journal of Environmental Studies*, 40(4), 961-972. Doi: 10.22059/jes.2014.53012. (In Persian)
 - Valizadeh Kamran, K. & Namdari, S. (2020). Temporal-spatial analysis of aerosols trend in the zone of influence Urmia aerosols by processing of satellite imageries in 2000-2015 (Case study: East Azerbaijan and West Azerbaijan). *Geography and Planning*, 24(72), 427-446. Doi: 10.22034/gp.2020.10826. (In Persian)
 - Zoualfaghari, A. H. & Abedzadeh, M. (2006). A synoptic analysis of dust systems at the west part of Iran. *Geography and Development*, 3(6), 173-188. (In Persian)

An Analysis of the Consequences of Improper Exploitation of Groundwater Resources in Rural Areas of the Western Basin of Jazmourian Wetland

Moslem Savari¹ and Hamed Eskandari Damaneh^{2*}

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

2- Postdoctoral Researcher, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

*Corresponding author: hamed.eskandari@ut.ac.ir

(Received: 26 April 2022

Revise: 22 May 2022

Accepted: 24 May 2022)

Extended Abstract

Introduction: Groundwater is an essential resource for agriculture in all areas, including arid and semi-arid regions. It also plays an important role in the social and economic development of different regions (Savari & Amghani, 2022). Water is needed for a variety of economic activities, including energy and food production (Marston *et al.*, 2018). In addition, it is closely related to the preservation of human generations (Singh *et al.*, 2020). Increasing population growth in Iran as a result of land use changes and increased urban, industrial and agricultural activities has increased the use of groundwater resources so that in recent years these resources are at risk of pollution, quantitative decline and quality degradation. In recent years, due to the reduction of surface water which results from frequent and successive droughts, there has been increased pressure from farmers to exploit more groundwater through authorized and unauthorized wells, which has had many negative consequences for the agricultural and environmental sectors. Therefore, farmers and policymakers in this area need to be aware of the consequences of excessive use of groundwater to provide a comprehensive and strategic planning for safe use of groundwater. In this regard, the present study was conducted with the general purpose of an analysis of the consequences of improper exploitation of groundwater resources in rural areas of the western basin of Jazmourian Wetland.

Materials and Methods: This research is a descriptive correlational study in terms of the nature of quantitative research, according to the applied purpose, in terms of data collection. The statistical population of the study included all operators with wells (semi-deep and deep) in the area of Jazmourian wetland (N: 6112). Using Cochran's sampling formula, 153 of them were selected as a sample. To increase the validity of the findings, 185 questionnaires were distributed by random sampling method. Finally, 174 questionnaires were completed and analyzed. The main research tool was a researcher-made questionnaire which was pre-tested. The questionnaire consisted of two parts. The first part included the item related to the individual, social and economic characteristics of the exploiters, and the second part included 24 items to investigate the consequences of improper exploitation of groundwater resources in the agricultural sector. To determine the validity of the questionnaire, a panel of experts including experts in the field of agricultural extension and education of Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources was used. Based on their opinions and suggestions, the necessary amendments were made to the questionnaire. In order to estimate the reliability of the questionnaire, Cronbach's alpha coefficient test was used. The alpha value for the outcomes section was 0.88. Since the calculated Cronbach's alpha coefficients of the questionnaire are higher than 0.7, the questionnaire has good reliability. In order to analyze the data in both descriptive and inferential sections, SPSS software was used. For this purpose, in the descriptive statistics section, frequency, percentage, mean and standard deviation were used. In the inferential statistics section, exploratory factor analysis was used.

Results and Discussion: The results of descriptive statistics showed that the mean age of the beneficiaries studied was 43.58 with a standard deviation of 11.25 years, the youngest of who was 21 years old and the oldest of who was 74 years old. Their average annual income according to the results was 7.63 million Tomans. Also, the average use of communication media among the operators under study was 2.21 with a standard deviation of 2.25 hours per day. Their average agricultural work experience was 19.82 years with a standard deviation of 11.14 years. The exploited farmers had an average of 7.50 ha of land. In order to prioritize the consequences of improper exploitation of groundwater resources in the agricultural sector in the study area, the coefficient of variation was used. Based on the respondents' views, the results showed that the most important consequences of groundwater resources in the agricultural sector in the study area included «increasing the phenomenon of poverty in the long run» and «difficult farm management». The analysis of the consequences of improper exploitation of groundwater resources in the agricultural sector was the next case of statistical analysis, for which the exploratory factor analysis method was used. KMO coefficient and Bartlett test were used to determine the suitability of the data for factor analysis. The KMO value was 0.874 and the Bartlett test value was 632.895 ($p=0.000$) which indicates the suitability of the data for factor analysis. In the meantime, four factors with values higher than 1 were extracted. These four factors explained 76.846% of the total variance. 33.59% of the remaining variance was related to factors that were not identified in this analysis. According to the specific value in Table 2, the first factor had the highest share (4.69) and the last factor (fourth) had the lowest share (2.73) in explaining the total variance.

Conclusion: Increasing groundwater consumption in order to develop the agricultural sector combined with successive droughts has led to a sharp decline in groundwater levels. This has led to landslides and soil erosion. In the current study, some economic and social issues of landslides caused by improper use of groundwater in the western basin of Jazmourian Wetland were investigated. The results of factor analysis summarized the consequences of improper use of groundwater in four environmental, economic, social and psychological factors that could explain more than 75% of the total variance.

Keywords: Groundwater Resources, Jazmourian Wetland, Rural Areas, Sustainable Development, Water Management.

Citation: Savari, M. & Eskandari Damaneh, H. (2022). An analysis of the consequences of improper exploitation of groundwater resources in rural areas of the western basin of Jazmourian wetland. *Integrated Watershed Management*, 2(1), 49-60. doi: 10.22034/iwm.2022.552676.1029

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>).





تحلیلی بر پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در حوضه غرب تالاب جازموریان

مسلم سواری^۱ و حامد اسکندری دامنه^{۲*}

۱- استادیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
۲- پژوهشگر پسادکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

*نویسنده مسئول: hamed.eskandari@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۳/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۶

چکیده

در سال‌های اخیر به دلیل کاهش آب‌های سطحی به دلایل مختلف، فشار مضاعفی از طرف کشاورزان برای بهره‌برداری بیشتر از آب‌های زیرزمینی صورت گرفته است که این امر پیامدهای بسیاری را برای بخش‌های کشاورزی و محیط‌زیست به دنبال داشته است؛ بنابراین نیاز است کشاورزان و سیاست‌گذاران این حوضه با یک برنامه‌ریزی جامع و استراتژیک زمینه استفاده ایمن از آب‌های زیرزمینی را فراهم کنند و خود را با شرایط جدید سازگار سازند. در این راستا هدف کلی این تحقیق، پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در مناطق روستایی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق شامل همه بهره‌برداران دارای چاه‌های نیمه‌عمیق و عمیق، در حوضه غرب تالاب جازموریان در سال ۱۳۹۷ بوده (N: 6112) و با استفاده فرمول نمونه‌گیری کوکران ۱۷۴ نفر برای مطالعه انتخاب شدند. ابزار اصلی تحقیق پرسش‌نامه‌ای بود که روایی آن توسط گروه متخصصان و پایایی آن توسط ضریب آلفای کرونباخ تأیید شد ($\alpha > 0.7$). نتایج ضریب تغییرات برای اولویت‌بندی پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی بر اساس دیدگاه پاسخ‌گویان نشان داد که مهمترین پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی در منطقه مورد مطالعه شامل موارد «افزایش پدیده فقر در بلندمدت» و «مدیریت سخت مزرعه» بود. همچنین نتایج تحلیل عاملی اکتشافی در این پژوهش نشان داد که این پیامدها در میان جوامع محلی منطقه در عامل‌های محیطی، اقتصادی، اجتماعی و روان‌شناختی طبقه‌بندی می‌گردند که این چهار عامل در مجموع ۷۶/۸۵ درصد از کل واریانس را تبیین می‌نمایند. ۲۳/۳۴ درصد واریانس باقی‌مانده مربوط به عواملی بوده که در این تحلیل شناسایی نشده است.

واژه‌های کلیدی: تالاب جازموریان، توسعه پایدار، مدیریت آب، منابع آب زیرزمینی، مناطق روستایی.

استناد: سواری، م؛ و اسکندری دامنه، ح. (۱۴۰۱). تحلیلی بر پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در حوضه غرب تالاب جازموریان. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۲(۱)، ۴۹-۶۰.

حق چاپ:



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

مقدمه

امروزه وقوع حوادث و بلایای شدید مربوط به تغییرات آب و هوایی در جهان در حال افزایش است (Feldmeyer *et al.*, 2020; Savari & Moradi, 2022). در سال‌های اخیر نگرانی اکثر کشورها در زمینه کمبود منابع آب، تغییر آب و هوا، شدت و مدت زمان خشک‌سالی و همچنین اثرات آن، باعث توجه بیشتر آن‌ها به بحران‌های اقلیمی شده است (Khatibi *et al.*, 2019). در مواجهه با این چالش‌ها و بحران‌های اقلیمی، چگونگی مقابله با تغییرات مختلف و اثرات نامطلوب آن مسئله بسیار مهم و حیاتی می‌باشد (Zhang *et al.*, 2020). کمبود آب و خشک‌سالی، منابع روستایی و امنیت غذایی در کشورهای مختلف را تهدید می‌کند، زیرا اثرات منفی بر تولید محصولات کشاورزی می‌گذارد (Mohammed *et al.*, 2018). کمبود آب بر بخش‌های دیگر اقتصادی اثرات مخربی می‌گذارد و عرصه را برای محیط‌زیست انسانی محدود می‌کند (Savari *et al.*, 2022) و زیان‌های شدیدی را بر تولید محصولات کشاورزی وارد کرده است (Jia *et al.*, 2020). زیرا کشاورزی ذاتاً و ماهیتاً به کمبود آب و خشک‌سالی حساس است و تغییرات آب و هوایی به‌طور مستقیم بر سیستم تولید محصولات کشاورزی تأثیرگذار است (Savari & Amghani, 2022).

آب علاوه بر اینکه یک منبع ضروری برای کشاورزی است نقش مهمی در توسعه اجتماعی و اقتصادی مناطق مختلف ایفا می‌کند (Savari & Amghani, 2022). آب برای انواع فعالیت‌های اقتصادی از جمله تولید انرژی و مواد غذایی موردنیاز است (Marston *et al.*, 2018) و ارتباط تنگاتنگی با حفظ نسل‌های انسانی دارد (Singh *et al.*, 2020). این در حالی است که به گزارش مجمع جهانی اقتصاد، کمبود آب و بحران‌های آن یکی از پنج خطر مهم جهان است (Warner & Diaz, 2021). کاهش کمیت و کیفیت آب مناسب برای مصرف انسان یکی از مهمترین چالش‌های زیست‌محیطی قرن ۲۱ است که بشر با آن مواجه است

(Aprile & Fiorillo, 2017; Liu *et al.*, 2020). کمبود آب در بلندمدت که به دنبال آن سطح آب موجود در طبیعت به‌طور مداوم کمتر از میزان نیاز بشر باشد، تحولات اجتماعی و انسانی در وضعیت خطرناکی قرار می‌گیرد (Omer *et al.*, 2020; Aslam *et al.*, 2021).

رشد روزافزون جمعیت در کشور ایران و در نتیجه‌ی آن تغییرات کاربری اراضی و افزایش فعالیت‌های شهری، صنعتی و کشاورزی باعث افزایش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی شده است به‌طوری‌که این منابع در سال‌های اخیر در معرض خطر آلودگی، افت کمی و تنزل کیفی قرار دارند (Savari *et al.*, 2020). از اولین پیامدهای افزایش جمعیت، فشار بیش‌ازحد بر منابع آبی می‌باشد و به دنبال آن مدیریت نادرست منابع، باعث کاهش کمی و کیفی منابع آبی و کشاورزی شده است (Safa & Valinia, 2020). ایران هم سرزمینی خشک و بیابانی با نزولات جوی بسیار کم بوده که میزان بارندگی در آن کمتر از یک‌سوم بارندگی در دنیاست؛ بنابراین استفاده از سفره‌های آب زیرزمینی در کشور امری رایج شده است. بیش از ۲۵ درصد سفره‌های آب‌های زیرزمینی کشور به دلیل برداشت بیش‌ازحد در شرایط بحرانی قرار دارد؛ بر همین اساس، برداشت آب‌های زیرزمینی بدون هیچ برنامه‌ای در سال‌های آینده کشور را با چالشی بزرگ مواجه می‌کند (Mohammadi *et al.*, 2016). مصرف بی‌رویه و هدررفت آب در بخش کشاورزی و همچنین مدیریت پساب‌ها از چالش‌های اصلی توسعه مدیریت منابع آب کشور است (Nabiafjadi *et al.*, 2014). آب‌های زیرزمینی، آلودگی ناشی از پساب و فاضلاب و فعالیت‌های انسانی از دیگر مشکلات مدیریت منابع آب زیرزمینی است (Taherabadi *et al.*, 2016). امروزه در اغلب نقاط کشور به دلایل مختلفی از جمله استحصال بی‌رویه و غیرمنطقی از منابع آب موجود، به‌ویژه آب‌های زیرزمینی، بروز مشکلاتی مانند خشک‌سالی، عدم رعایت اصول حفاظت در بهره‌برداری از منابع آب، برخی از منابع آبی کشور از بین رفته‌اند و یا این‌که در معرض

اگر بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و شرایط تغذیه و تخلیه در منطقه به شکل کنونی ادامه یابد تا سال ۱۴۰۳ تراز آب زیرزمینی بیش از ۴/۸ متر دیگر افت خواهد کرد. در این حالت اندازه‌ی افت در نواحی مرکزی دشت بیش از ۱۲ متر خواهد بود و ممکن است بحران‌های اجتماعی و اقتصادی و زیست‌محیطی در منطقه شکل بگیرد.

به‌طور کلی می‌توان گفت که در چند سال اخیر به دلیل کاهش آب‌های سطحی در اثر خشک‌سالی‌های مکرر، فشار مضاعفی از طرف کشاورزان برای بهره‌برداری بیشتر از آب‌های زیرزمینی از طریق چاه‌های مجاز و غیرمجاز صورت گرفته است که پیامدهای منفی بسیاری را برای بخش‌های کشاورزی و محیط‌زیست به دنبال داشته است؛ بنابراین نیاز است کشاورزان و سیاست‌گذاران این حوزه با پیامدهای استفاده بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی آشنا شوند تا با یک برنامه‌ریزی جامع و استراتژیک زمینه استفاده ایمن از آب‌های زیرزمینی را فراهم کنند. در راستای این مهم پژوهش حاضر با هدف کلی تحلیلی بر پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در مناطق روستایی حوضه غرب تالاب جازموریان انجام شد.

مواد و روش‌ها

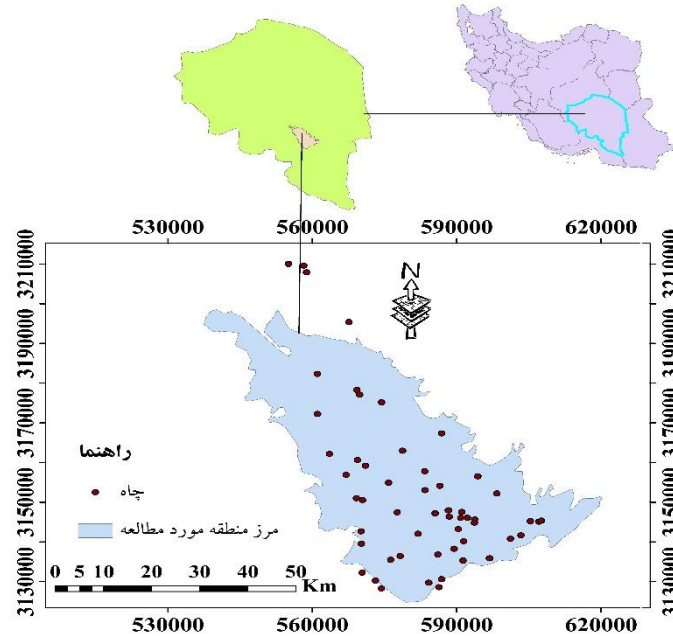
معرفی منطقه

این پژوهش در میان بهره‌برداران حوضه غرب تالاب جازموریان انجام شد (شکل ۱). حوضه غرب تالاب جازموریان با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر آن و کمبود بارش و خشک‌سالی‌های متوالی و خشک شدن رودخانه دائمی و پر آب هلیل‌رود در آن به علت احداث سد جیرفت و نیز افزایش تراکم جمعیت به منابع آب زیرزمینی وابسته است (Eskandari Damaneh et al., 2018). به‌طوری‌که در حال حاضر به علت برداشت بی‌رویه از این منابع و پیامدهای حاصل از آن یکی از دشت‌های ممنوعه در کشور محسوب می‌شود. بر اساس آخرین آماربرداری، حدود ۶۱۱۲ چاه (نیمه‌عمیق و عمیق)، ۱۰۹۰ چشمه و ۲۹۴ قنات وجود دارد که

خطر نابودی قرار گرفته‌اند (Eskandari Damaneh et al., 2019a; Moghaddam et al., 2013). در صورتی‌که افت آب زیرزمینی در دشت‌های کشور ادامه پیدا کند، علاوه بر شوری آب منجر به تهی شدن کامل دشت‌ها از منابع آب خواهد شد و همه سرمایه‌گذاری انجام شده و امکانات معیشتی به وجود آمده در این دشت‌ها از بین خواهد رفت. این امر مشکلات زیادی را به دنبال خواهد داشت (Bear & Cheng, 2010). نتایج Shahpasand و Savari (۲۰۱۱) در حوزه سد قشلاق استان کردستان نشان داد به ترتیب موانع قانونی و سیاست‌گذاری، اقتصادی-حمایتی، آموزشی-ترویجی، نظام‌های بهره‌برداری، اجتماعی، نهادی و سازمانی، برنامه‌ریزی و طبیعی به‌عنوان مهمترین موانع مدیریت پایدار آب کشاورزی شناخته شدند. بر اساس نتایج پژوهش Panahi و همکاران (۲۰۱۳) موانع موجود در به‌کارگیری مدیریت بهینه منابع آب کشاورزی، به ترتیب اهمیت، به چهار گروه اقتصادی و مالی، برنامه‌ریزی، آموزش و ترویج، و موانع طبیعی دسته‌بندی شدند. Savari و همکاران (۲۰۲۱) تحت عنوان بررسی عوامل تعیین‌کننده رفتار حفاظت از آب در میان گندم‌کاران استان خوزستان نشان داد نه ساختار اولیه شامل آگاهی از پیامدها، آگاهی از نیاز، مسئولیت موقعیتی، اثربخشی نتایج، توانایی، نفی مسئولیت، هنجارهای شخصی، غرور احساسات و احساس گناه همه اثرات قابل‌توجهی بر رفتار حفاظت از آب کشاورزان دارند. Ebrahimi (۲۰۰۸) در پژوهشی در زمینه پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از آب زیرزمینی در شهرستان رفسنجان به این نتیجه رسید که بهره‌برداری بی‌رویه از آب موجب خالی شدن آبخوان‌ها و به وجود آمدن شرایط بحرانی در منطقه شده است. Moslemi (۲۰۱۷) در پژوهشی در زمینه بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در استان هرمزگان عنوان نمود که در نتیجه برداشت بی‌رویه از سفره‌ی آب زیرزمینی در این استان، پیامدهایی نظیر تغییر کیفیت آب زیرزمینی، افزایش آسیب‌پذیری دشت به خشک‌سالی و نشست زمین رخ داده است. علاوه بر این، نتایج این پژوهش بیانگر آن بود

میزان کل تخلیه، کمترین مقدار و بخش کشاورزی با ۰/۹۴ درصد بیشترین میزان بهره‌برداری را به خود اختصاص داده‌اند (Eskandari Damaneh *et al.*, 2018).

تخلیه‌ای بالغ بر ۹۵۰ میلیون مترمکعب در سال را به آبخوان حوضه غرب تالاب جازموریان اعمال می‌کنند. از این‌رو میزان تخلیه، بخش صنعت با مصرف ۰/۲۶ درصد



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1- Location of the study area

تعیین روایی پرسش‌نامه از گروه متخصصان که شامل متخصصان رشته‌های ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان بودند استفاده شد و بر اساس نظرها و پیشنهادهای آنان اصلاحات لازم در پرسش‌نامه به عمل آمد. به‌منظور برآورد پایایی پرسش‌نامه از آزمون ضریب آلفای کرونباخ استفاده گردید که مقدار آلفا برای قسمت بخش پیامدها ۰/۸۸ به دست آمد. با توجه به این‌که ضرایب آلفای کرونباخ محاسبه شده پرسش‌نامه بالاتر از ۰/۷ است پرسش‌نامه از پایایی خوبی برای انجام تحقیق برخوردار بود.

به‌منظور تحلیل داده‌ها در دو بخش توصیفی و استنباطی از نرم‌افزار SPSS_{win23} استفاده شد. بدین منظور در بخش آمار توصیفی از فراوانی، درصد، میانگین و انحراف معیار در بخش آمار استنباطی از تحلیل عاملی اکتشافی استفاده شد.

این تحقیق از نظر ماهیت از نوع تحقیقات کمی، با توجه به هدف کاربردی، از لحاظ گردآوری داده‌ها جزء تحقیقات توصیفی از نوع همبستگی است. جامعه آماری تحقیق شامل همه‌ی بهره‌برداران دارای چاه (نیمه‌عمیق و عمیق)، در حوضه تالاب جازموریان بودند (N=6112). با استفاده فرمول نمونه‌گیری کوکران تعداد ۱۵۳ نفر از آن‌ها به‌عنوان نمونه انتخاب شدند که برای افزایش اعتبار یافته‌ها ۱۸۵ پرسش‌نامه با روش نمونه‌گیری تصادفی توزیع شد که در نهایت تعداد ۱۷۴ پرسش‌نامه به‌صورت کامل تکمیل گردید و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ابزار اصلی تحقیق، پرسش‌نامه‌ای محقق ساخته و از پیش‌آزمون شده بود. پرسش‌نامه مذکور شامل دو قسمت بود. بخش اول: گویه مربوط به ویژگی‌های فردی، اجتماعی و اقتصادی بهره‌برداران و قسمت دوم شامل ۲۴ گویه جهت بررسی پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی بود. جهت

نتایج

بررسی ویژگی‌های اقتصادی و حرفه‌ای بهره‌برداران مورد مطالعه

نتایج نشان داد که میانگین سن بهره‌برداران مطالعه شده ۴۳/۵۸ با انحراف معیار ۱۱/۲۵ سال بود که جوان‌ترین آنان ۲۱ سال و مسن‌ترین آنان ۷۴ سال داشت. میانگین درآمد سالیانه آن‌ها برحسب نتایج به دست آمده ۷/۶۳ میلیون تومان بود، همچنین میانگین استفاده از رسانه ارتباطی در بین بهره‌برداران مورد مطالعه ۲/۲۱ با انحراف معیار ۲/۲۵ ساعت در روز می‌باشد. میانگین سابقه کار کشاورزی آن‌ها ۱۹/۸۲ با انحراف معیار ۱۱/۱۴ سال بود. بهره‌برداران مورد

مطالعه به طور متوسط دارای ۷/۵۰ هکتار زمین بودند.

اولویت‌بندی پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی

به‌منظور اولویت‌بندی پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی در منطقه مورد مطالعه از ضریب تغییرات استفاده شد. بر اساس دیدگاه پاسخ‌گویان نتایج نشان داد که مهمترین پیامدهای استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی در منطقه مورد مطالعه شامل موارد «افزایش پدیده فقر در بلندمدت» و «مدیریت سخت مزرعه» بود (جدول ۱).

جدول ۱- اولویت‌بندی پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی

Table 1- Prioritization of the consequences of improper exploitation of groundwater resources in the agricultural sector

اولویت Priority	ضریب تغییرات Coefficient of variation	انحراف معیار Standard deviation	میانگین Mean	آیتم‌ها Items
1	0.310	1.12	3.61	- افزایش پدیده فقر در بلندمدت - Increasing the phenomenon of poverty in the long run
2	0.325	1.08	3.32	- مدیریت سخت مزرعه - Hard farm management
3	0.327	1.13	3.45	- فرونشست یا کاهش تخلخل خاک - Subsidence or reduction of soil porosity
4	0.331	1.22	3.68	- افت سطح آب زیرزمینی و کاهش حجم آبخوان‌ها - Decrease in groundwater level and reduction of aquifer volume
5	0.336	1.15	3.42	- تخریب سیستم‌های آبیاری - Destruction of irrigation systems
6	0.344	1.19	3.45	- افزایش فشارهای روانی بر اثر تنگی معیشت - Increased psychological stress due to poverty
7	0.346	1.17	3.38	- کاهش سرزندگی و نشاط در جوامع محلی - Decreased vitality and vibrancy in local communities
8	0.351	1.24	3.53	- افزایش وابستگی به نهادهای دولتی - Increasing dependence on government institutions
9	0.352	1.15	3.27	- افزایش ضایعات زراعی و باغی - Increasing crop and garden waste
10	0.356	1.17	3.28	- کاهش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی و باغی - Quantitative and qualitative reduction of agricultural and horticultural products
11	0.359	1.21	3.37	- کاهش تنوع زیستی و تغییرات پوشش گیاهی - Reducing biodiversity and vegetation changes
12	0.360	1.18	3.27	- روستاگریزی و تغییر نوع معیشت - Village escape and change of livelihood

ادامه جدول ۱-

Table 1- Continued

- تجمع نمک در سطح خاک و کاهش حاصلخیزی خاک - Accumulation of salt in the soil surface and reduction of soil fertility	3.32	1.21	0.364	13
- کاهش وابستگی معیشت به کشاورزی - Reducing dependence of livelihood on agriculture	3.19	1.19	0.373	14
- افزایش عمق چاه‌ها و افزایش کف شکنی - Increasing the depth of wells and increasing floor breaking	3.12	1.18	0.378	15
- ناامیدی از بهبود وضعیت کشاورزی - Disappointment with the improvement of the agricultural situation	3.53	1.36	0.385	16
- افزایش پدیده گردوغبار در منطقه - Increased dust phenomenon in the area	3.29	1.27	0.386	17
- کاهش ریسک پذیری در میان بهره‌برداران - Reducing risk among operators	3.26	1.28	0.390	18
- تغییر الگوی کشت - Changing the cultivation pattern	3.15	1.31	0.415	19
- بیابان‌زایی و تغییر اکوسیستم منطقه - Desertification and change of ecosystem of the region	3.13	1.34	0.428	20
- خشک شدن‌ها چشمه‌ها و تالاب‌ها - Drying springs and wetlands	2.98	1.28	0.429	21
- کاهش نقدینگی و سودمندی مزرعه - Reduction of liquidity and profitability of the farm	2.44	1.10	0.450	22
- کاهش امنیت معیشت در بلندمدت - Decreasing the security of livelihood in the long run	2.62	1.24	0.473	23
- کاهش قیمت اراضی زراعی و باغی - Reducing the price of agricultural and garden lands	3.10	1.19	0.383	24

تحلیل پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع

آب زیرزمینی در بخش کشاورزی

تحلیل پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی مورد بعدی تحلیل‌های آماری بود که برای این منظور از روش تحلیل عاملی اکتشافی استفاده شد. جهت تعیین مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی از ضریب KMO و آزمون بارتلت استفاده شد. مقدار KMO برابر ۰/۸۷۴ و مقدار آزمون بارتلت برابر ۶۳۲/۸۹۵ ($p=0.000$) به دست آمده که

نشان‌دهنده مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی است. در این بین، چهار عامل با مقادیر ویژه بالاتر از یک استخراج گردید. این چهار عامل ۷۶/۸۴۶ درصد از کل واریانس را تبیین نموده‌اند. ۳۳/۵۹ درصد واریانس باقی‌مانده مربوط به عواملی بوده که در این تحلیل شناسایی نشده است. با توجه به مقدار ویژه در جدول ۲، عامل اول بیشترین سهم (۴/۶۹) و عامل چهارم کمترین سهم (۲/۷۳) را در تبیین واریانس کل داشته است.

جدول ۲- مقدار ویژه عامل‌ها

Table 2- Eigenvalues of factors

عامل Factors	مقدار ویژه Eigenvalue	واریانس Variance	درصد تجمعی The cumulative percentage
1	7.662	24.735	24.735
2	4.110	17.904	42.639
3	4.015	17.771	60.36
4	3.373	16.486	76.846

به منظور استخراج عامل‌ها به صورت واضح‌تر، از چرخش عاملی واریماکس استفاده شده است. بار عاملی هر متغیر پس از چرخش عاملی در جدول ۳ ارائه شده است. پس از بررسی متغیرهای مربوط به هر عامل و بار عاملی آن‌ها، عوامل به این ترتیب نام‌گذاری شده است: پیامدهای محیطی؛ اقتصادی؛ محیطی و روان‌شناختی.

جدول ۳- تحلیل پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی

Table 3- Analysis of the consequences of improper exploitation of groundwater resources

عامل Factors	گویه‌های هر عامل Items of each factor	بار عاملی Factor load
* پیامدهای محیطی Environmental consequences	- فرونشست یا کاهش تخلخل خاک - Subsidence or reduction of soil porosity	0.784
	- بیابان‌زایی و تغییر اکوسیستم منطقه - Desertification and change of ecosystem of the region	0.685
	- تجمع نمک در سطح خاک و کاهش حاصلخیزی خاک - Accumulation of salt in the soil surface and reduction of soil fertility	0.625
	- افزایش عمق چاه‌ها و افزایش کف شکنی - Increasing the depth of wells and increasing floor breaking	0.745
	- افزایش پدیده گردوغبار در منطقه - Increased dust phenomenon in the area	0.766
	- کاهش تنوع زیستی و تغییرات پوشش گیاهی - Reducing biodiversity and vegetation changes	0.587
	- افت سطح آب زیرزمینی و کاهش حجم آبخوان‌ها - Groundwater level drop and reduction of aquifers	0.485
	- خشک شدن‌ها چشمه‌ها و تالاب‌ها - Drying springs and wetlands	0.658
	- تخریب سیستم‌های آبیاری - Destruction of irrigation systems	0.784
	- کاهش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی و باغی - Quantitative and qualitative reduction of agricultural and horticultural products	0.788
* پیامدهای اقتصادی Economic consequences	- افزایش ضایعات زراعی و باغی - Increasing crop and garden waste	0.752
	- کاهش نقدینگی و سودمندی مزرعه - Reduction of liquidity and profitability of the farm	0.745
	- کاهش قیمت اراضی زراعی و باغی - Reducing the price of agricultural and garden lands	0.766
	- تغییر الگوی کشت - Changing the cultivation pattern	0.652
	- کاهش وابستگی معیشت به کشاورزی - Reducing dependence of livelihood on agriculture	0.788
	- افزایش وابستگی به نهادهای دولتی - Increasing dependence on government institutions	0.744
* پیامدهای اجتماعی Social * consequences	- افزایش پدیده فقر در بلندمدت - Increasing the phenomenon of poverty in the long run	0.685
	- مدیریت سخت مزرعه - Strict farm management	0.777
	- کاهش امنیت معیشت در بلندمدت - Decreased livelihood security in the long run	0.565
	- روستاگریزی و تغییر نوع معیشت - Rural exodus and change of livelihood	0.577
	- ناامیدی از بهبود وضعیت کشاورزی - Disappointment with the improvement of the agricultural situation	0.985
* پیامدهای روان‌شناختی Psychological * consequences	- کاهش سرزندگی و نشاط در جوامع محلی - Decreased vitality in local communities	0.854
	- کاهش ریسک‌پذیری در میان بهره‌برداران - Reducing risk among operators	0.854
	- افزایش فشارهای روانی بر اثر تنگی معیشت - Increased psychological stress due to poverty	0.524

بحث و نتیجه‌گیری

افزایش مصرف آب‌های زیرزمینی به‌منظور توسعه بخش کشاورزی توأم با خشک‌سالی‌های متوالی باعث کاهش شدید سطح آب‌های زیرزمینی شده است. این مسئله پدیده نشست زمین و فرسایش خاک را به همراه داشته است. در این مطالعه برخی از مسائل اقتصادی و اجتماعی پدیده نشست زمین ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی در حوضه غرب تالاب جازموریان مورد بررسی قرار گرفت که این پیامدها در ادامه مورد تحلیل قرار می‌گیرند.

پیامدهای محیطی: این آسیب به‌عنوان مهمترین پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در حوضه غرب تالاب جازموریان شناخته شد. این عامل شامل موارد فرونشست یا کاهش تخلخل خاک، بیابان‌زایی و تغییر اکوسیستم منطقه، تجمع نمک در سطح خاک و کاهش حاصلخیزی خاک، افزایش عمق چاه‌ها و افزایش کف‌شکنی، افزایش پدیده گردوغبار در منطقه، کاهش تنوع زیستی و تغییرات پوشش گیاهی، افت سطح آب زیرزمینی و کاهش حجم آبخوان‌ها و خشک شدن چشمه‌ها و تالاب‌ها بود. نتایج این بخش نشان می‌دهد که بخش محیطی بیش از همه بخش‌ها از بهره‌برداری بی‌رویه منابع آب زیرزمینی آسیب می‌بیند. در میان عامل‌های این بخش بر اساس بار عاملی آن‌ها می‌توان گفت که دو عامل فرونشست یا کاهش تخلخل خاک و افزایش پدیده گردوغبار در منطقه بیش از سایر عامل‌ها برای کشاورزان اتفاق می‌افتد که با نتایج Eskandari Damaneh و همکاران (۲۰۱۹ ب) مطابقت دارد.

پیامدهای اقتصادی: بخش اقتصادی بعد از آسیب‌های محیطی به‌عنوان دومین پیامد مهم ناشی از بهره‌برداری‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی شناخته شد. این عامل شامل تخریب سیستم‌های آبیاری، کاهش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی و باغی، افزایش ضایعات زراعی و باغی، کاهش نقدینگی و سودمندی مزرعه،

کاهش قیمت اراضی زراعی و باغی و تغییر الگوی کشت بود. در بخش اقتصادی جوامع روستایی به دلیل وابستگی زیاد به منابع آبی، در صورت کاهش این منابع، میزان تولیدات کشاورزان از لحاظ کمی و کیفی افت خواهد کرد و از طرفی افزایش فشار به بخش آب زیرزمینی موجب افزایش نمک در آب می‌شود که باعث آسیب به سیستم‌های آبیاری می‌شود و کشاورزان از نظر مالی خسارات بالایی را متحمل می‌شوند که با نتایج Savari و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد.

پیامدهای اجتماعی: پیامدهای این بخش شامل کاهش وابستگی معیشت به کشاورزی، افزایش وابستگی به نهادهای دولتی، مدیریت سخت مزرعه، کاهش امنیت معیشت در بلندمدت و روستاگریزی و تغییر نوع معیشت است. در تحلیل این بخش می‌توان گفت که آسیب‌های وارده به مناطق روستایی در اثر استفاده بی‌رویه از منابع آب کاملاً به هم وابسته هستند در صورتی که بخش محیطی آسیب بیند به تبع آن سایر بخش‌های اقتصادی و اجتماعی و روان‌شناختی نیز آسیب خواهند دید؛ بنابراین پیامدهای اجتماعی نتیجه آسیب‌های وارد به جوامع روستایی در بخش‌های محیطی و اقتصادی است. کاهش دسترسی به منابع آب همواره موجب افزایش فقر و ناامنی غذایی در جوامع روستایی خواهد شد زیرا سطح تولید کشاورزی وقتی کاهش یابد میزان درآمد خانوارهای روستایی نیز آسیب خواهد دید و در صورت تکرار آن بخش اعظم کشاورزان از بخش کشاورزی خارج خواهند شد زیرا سطح وابستگی معیشت به بخش کشاورزی کاهش پیدا می‌کند.

پیامدهای روان‌شناختی: آخرین پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه در میان جوامع محلی حوضه غرب تالاب جازموریان پیامدهای روان‌شناختی بود. پیامدهای روان‌شناختی در این پژوهش شامل ناامیدی از بهبود وضعیت کشاورزی، کاهش سرزندگی و نشاط در جوامع محلی، کاهش ریسک‌پذیری در میان بهره‌برداران و افزایش فشارهای روانی بر اثر تنگی معیشت بود. در

بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی در منطقه مورد مطالعه شامل موارد «افزایش پدیده فقر در بلندمدت» و «مدیریت سخت مزرعه» بود. علاوه بر این، نتایج تحلیل عاملی اکتشافی مهمترین پیامدهای استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی را در عامل‌های محیطی، اقتصادی، اجتماعی و روان‌شناختی خلاصه کرد که این عامل‌ها توانستند بیش از ۷۵ درصد از واریانس کل را تبیین نمایند. به‌طور کلی نتایج این پژوهش می‌تواند به سیاست‌گذاران بخش کشاورزی و منابع طبیعی جهت اعمال سیاست‌ها و برنامه‌های کاربردی کمک شایانی نماید.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شده است؛ بنابراین نویسندگان مراتب قدردانی خود را از این دانشگاه اعلام می‌دارند.

References

- Aprile, M. C. & Fiorillo, D. (2017). Water conservation behavior and environmental concerns: Evidence from a representative sample of Italian individuals. *Journal of Cleaner Production*, 159, 119-129. Doi: 10.1016/j.jclepro.2017.05.036.
- Aslam, S., Aftab, H., Martins, J. M., Mata, M. N., Qureshi, H. A., Adriano, A. M. & Mata, P. N. (2021). Sustainable model: Recommendations for water conservation strategies in a developing country through a psychosocial wellness program. *Water*, 13(14), 1984. Doi: 10.3390/w13141984.
- Bear, J. & Cheng, A. H. D. (2010). *Modeling groundwater flow and contaminant transport*. Dordrecht: Springer.
- Ebrahimi, A. (2008). Improper exploitation of groundwater resources and its consequences (Case study: Rafsanjan Plain). *Iranian Water Resources Research*, 4(3), 70-73. (In Persian)
- Eskandari Damaneh, H., Zehtabian, G., Salajegheh, A., Ghorbani, M. & Khosravi, H. (2018). Assessing the effect of land use changes on groundwater quality and quantity (Case study: west basin of Jazmoryan Wetland). *Journal of Range and Watershed*

تحلیل این یافته می‌توان گفت که در زمان خشک‌سالی و کمبود آب، بسیاری از کشاورزان نشاط اجتماعی خود را از دست می‌دهند و با ناامیدی فعالیت‌های کشاورزی را دنبال می‌کنند. بسیاری از کشاورزان با کفشکنی هر ساله میزان دسترسی خود را به آب‌های زیرزمینی فراهم می‌کنند آن‌ها نگران این وضعیت هستند زیرا در صورتی که این وضعیت ادامه داشته باشد قطعاً آنان در آینده دچار مشکل خواهند شد زیرا این وضعیت نمی‌تواند در بلندمدت ادامه یابد. این شرایط کشاورزان را در وضعیت بحرانی قرار داده و آنان را لحاظ روان‌شناختی تحت فشار گذاشته است.

نتیجه‌گیری کلی

این پژوهش با هدف کلی تحلیلی بر پیامدهای بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در حوضه غرب تالاب جازموریان در استان کرمان انجام شد. نتایج پژوهش نشان داد که مهمترین پیامدهای استفاده

- *Managment*, 71(3), 563-578. Doi: 10.22059/jrwm.2018.257186.1259. (In Persian)
- Eskandari Damaneh, H., Eskandari Damaneh, H., Khosravi, H. & Gholami, H. (2019a). Analysis and monitoring of drought using NDVI index (Case study: the west basin of Jaz Murian Wetland). *Rangeland*, 13(3), 461-475. (In Persian)
- Eskandari Damaneh, H., Khosravi, H. & Abolhasani, A. (2019b). Assessing the effect of land use changes on groundwater quality of Zarand Plain using satellite images and geostatistical. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 8(20), 67-82. Doi: 10.22111/jneh.2018.22276.1324. (In Persian)
- Feldmeyer, D., Wilden, D., Jamshed, A. & Birkmann, J. (2020). Regional climate resilience index: A novel multimethod comparative approach for indicator development, empirical validation and implementation. *Ecological Indicators*, 119, 106861. Doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106861.
- Jia, K., Qiao, W., Chai, Y., Feng, T., Wang, Y. & Ge, D. (2020). Spatial distribution characteristics of rural settlements under

- diversified rural production functions: A case of Taizhou, China. *Habitat International*, 102, 102201. Doi: 10.1016/j.habitatint.2020.102201.
- Khatibi, S. A., Golkarian, A., Mosaedi, A. & Sojasi Qeidari, H. (2019). Assessment of resilience to drought of rural communities in Iran. *Journal of Social Service Research*, 45(2), 151-165. Doi: 10.1080/01488376.2018.1479342.
 - Liu, J., Scanlon, B. R., Zhuang, J. & Varis, O. (2020). Food-energy-water nexus for multi-scale sustainable development. *Resources, Conservation Recycling*, 154, 104565. Doi: 10.1016/j.resconrec.2019.104565.
 - Marston, L., Ao, Y., Konar, M., Mekonnen, M. M. & Hoekstra, A. Y. (2018). High-resolution water footprints of production of the United States. *Water Resources Research*, 54(3), 2288-2316. Doi: 10.1002/2017WR021923.
 - Moghaddam, A. R., Ghallehban Tekmedash, M. & Esmaili, K. (2013). Investigation of temporal and spatial trend of water quality parameters in view of weather fluctuations using GIS; Mashhad Plain. *Journal of Water and Soil Conservation*, 20(3), 211-225. (In Persian)
 - Mohammadi, S., Mohammadzadeh, S. & Yazdanpanah, M. (2016). Investigating the effective factors on the intention and behavior of water protection by gardeners in Dashtestan city: A test of the theory of planned behavior. *Journal of Agricultural Extension and Education Research*, 8(4), 75-89. (In Persian)
 - Nabiafjadi, S., Fami, H. & Rezvanfar, A. (2014). Strategies for implementation of agricultural water management technologies from Farmers perspective (Case study of Felavarjan City). *Water Management in Agriculture*, 1(1), 61-67. (In Persian)
 - Omer, A., Elagib, N. A., Zhuguo, M., Saleem, F. & Mohammed, A. (2020). Water scarcity in the Yellow River Basin under future climate change and human activities. *Science of the Total Environment*, 749, 141446. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141446.
 - Panahi, M., Malek Mohammadi, I. & Chizari, M. (2013). Analysis of barriers to the application of optimal water resources management in the Iranian agricultural system. *Village and Development*, 15(4), 23-41. (In Persian)
 - Safa, L. & Valinia, S. (2020). Factors affecting water resources conservation behaviors among farmers in Zanjan: Application of conservation motivation theory. *Iranian Journal of Agricultural Extension and Education*, 16(1), 131-150. Doi: 10.22034/iaeej.2020.219912.1501. (In Persian)
 - Savari, M. & Amghani, M. S. (2022). SWOT-FAHP-TOWS analysis for adaptation strategies development among small-scale farmers in drought conditions. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 67, 102695. Doi: 10.1016/j.ijdr.2021.102695.
 - Savari, M. & Moradi, M. (2022). The effectiveness of drought adaptation strategies in explaining the livability of Iranian rural households. *Habitat International*, 124, 102560. Doi: 10.1016/j.habitatint.2022.102560.
 - Savari, M., Eskandari Damaneh, H. & Eskandari Damaneh, H. (2020). Pathology of underground water resources management among local communities in the western basin of Jasmourian Wetland. *Journal of Watershed Management Research*, 11(21), 84-97. (In Persian)
 - Savari, M., Abdeslahi, A., Gharechae, H. & Nasrollahian, O. (2021). Explaining farmers' response to water crisis through theory of the norm activation model: Evidence from Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 60, 102284. Doi: 10.1016/j.ijdr.2021.102284.
 - Savari, M., Damaneh, H. E. & Damaneh, H. E. (2022). Drought vulnerability assessment: Solution for risk alleviation and drought management among Iranian farmers. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 67, 102654. Doi: 10.1016/j.ijdr.2021.102654.
 - Shahpasand, M. R. & Savari, M. (2011). Barriers to sustainable management of agricultural water resources for educating the farmers in the rural regions (Study in the Qeshlaq Dam area in Kurdistan Province). *Environmental Education and Sustainable Development*, 5(3), 91-104. (In Persian)
 - Singh, P. K., Dey, P., Jain, S. K. & Mujumdar, P. P. (2020). Hydrology and water resources management in ancient India. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24(10), 4691-4707.

- Taherabadi, F., Motamed, M. K. & Khaledian, M. R. (2016). Analysis of obstacles and problems of agricultural water management in achieving sustainable development (Case: Kangavar and Sahneh counties in Kermanshah Province). *Journal of Space Economics and Rural Development*, 5(17), 57-70. Doi: 10.18869/acadpub.ser.5.17.57. (In Persian)
- Warner, L. A. (2021). Who conserves and who approves? Predicting water conservation intentions in urban landscapes with referent groups beyond the traditional 'important others'. *Urban Forestry & Urban Greening*, 60, 127070. Doi: 10.14710/jil.19.2.347-353.
- Warner, L. A. & Diaz, J. M. (2021). Amplifying the Theory of Planned behavior with connectedness to water to inform impactful water conservation program planning and evaluation. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 27(2), 229-253. Doi: 10.1080/1389224X.2020.1844771.
- Zhang, Y., Zhou, D., Li, Z. & Qi, L. (2020). Spatial and temporal dynamics of social-ecological resilience in Nepal from 2000 to 2015. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 120, 102894. Doi: 10.1016/j.pce.2020.102894.

Investigation of Aluminum Element Changes in Surface and Groundwater of Sarcheshmeh Watershed in Kerman Province

Shahin Aghamirzadeh¹, Fatemeh Ganjeizadeh Rohani^{2*}, Hamzah Saediyan³ and Kamran Ganjeizadeh⁴

- 1- Researcher of Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Kerman Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kerman, Iran
- 2- Assistant Professor, Department of Plant Protection Research, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran
- 3- Assistant Professor, Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Kerman Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kerman, Iran
- 4- The Undergraduate Student of Department of Mining Engineering, Faculty of Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kamran, Iran

*Corresponding author: f.ganjei@yahoo.com

(Received: 10 April 2022

Revise: 26 April 2022

Accepted: 28 May 2022)

Extended Abstract

Introduction: Heavy metal pollution is one of the most important types of pollution in different waters. With the advancement of industries, the rate of contamination with heavy metals into surface and underground waters increases. There are many regions in the world that naturally contain large quantities of heavy metals. However, what usually causes contamination of surface and underground waters are industrial activities. Studying heavy metals due to environmental pollution is becoming increasingly important around the world. Also, determining their concentration, especially in rivers, wells and aqueducts holds great importance around the world, especially in Iran. Sarcheshmeh copper mine is one of the largest mining industrial complexes in the world. The Shour River is one of the most important seasonal rivers in Sarcheshmeh region. The sediment dam of Sarcheshmeh copper factory has been constructed on one of its branches, and the dam's spillway contaminates it.

Materials and Methods: In this study, water pollution in the Shour River, some wells and aqueducts were investigated and changes in Aluminum element in surface and groundwater of the region were investigated. Then, statistical comparison and distribution of Aluminum contamination in Shour river water, several aqueducts and wells in the watershed of the river was performed in wet and dry seasons using t-test method. Wet season sampling was performed in late April and early May and in dry season from late September to early October.

Results and Discussion: Special attention has been given to Sarcheshmeh copper mine in Iran and the world due to its place on the world copper belt. This mine can be named as the best copper producer in Iran, which is a subsidiary of The National Iranian Copper Industries Company. Therefore, scientific research on heavy metals in surface and groundwater of this mine and other similar mines in Iran and the world is becoming more and more important. The results showed that in dry and wet seasons, the amount of Aluminum in Sarcheshmeh copper mine is highest, ranging from 1 to 1.77 mg L⁻¹. Distance from the mine lowers the concentration of this element. By examining the distribution of the Aluminum element in groundwater in the dry season, it can be observed that the concentration of Aluminum element is high in the epitome of aqueducts closer to the Sarcheshmeh copper mine. In the wet season, for the Aluminum element, the expansion of its concentration was such that the trend of Aluminum concentration changes is almost the same for all aqueducts.

Conclusion: The results of this study showed that in dry and wet seasons, the concentration of Aluminum in surface and underground waters of the study area has a direct relationship with the distance of the sampling location of the waters of the region from the mine; the closer the sampling location, the higher the concentration of the element. The results also showed that the surface water and groundwater of this region have more Aluminum than the world health organization limits and are not drinkable. The results also showed that the concentration of Aluminum in wet season in the surface water of the study area is higher than the dry season and the concentration of Aluminum element in the aqueducts and well of the study area in the dry season is higher than the wet season.

Keywords: Aluminum, Aqueduct, Sarcheshmeh Copper Mine, Shour River.

Citation: Aghamirzadeh, S., Ganjeizadeh Rohani, F., Saediyan, H. & Ganjeizadeh, K. (2022). Investigation of aluminum element changes in surface and groundwater of sarcheshmeh watershed in Kerman province. *Integrated Watershed Management*, 2(1), 61-72. doi: 10.22034/IWM.2022.551640.1026

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 تغییرات عنصر آلومینیوم در آب‌های سطحی و زیرزمینی حوزه آبخیز سرچشمه استان کرمان

شاهین آقامیرزاده^۱، فاطمه گنجه‌ای‌زاده روحانی^{۲*}، حمزه سعیدیان^۳ و کامران گنجه‌ای‌زاده^۴

- ۱- محقق بخش تحقیقات حافظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
- ۲- استادیار پژوهشی و عضو هیأت علمی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
- ۳- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حافظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
- ۴- دانشجوی کارشناسی گروه مهندسی معدن، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

*نویسنده مسئول: f.ganjei@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۱

چکیده

آلودگی ناشی از فلزات سنگین به‌عنوان یکی از مهمترین انواع آلودگی در آب‌های مختلف به‌شمار می‌رود. با پیشرفت صنایع، میزان ورود آلودگی با فلزات سنگین به آب‌های سطحی و زیرزمینی افزایش می‌یابد. در این تحقیق به بررسی آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی در حوزه آبخیز سرچشمه استان کرمان پرداخته شده است و تغییرات عنصر آلومینیوم در این آب‌ها مورد بررسی قرار گرفت. سپس مقایسه آماری و پراکنش آلودگی آلومینیوم در آب رودخانه شور، تعدادی قنات و چاه در حوزه آبخیز مورد مطالعه در فصل‌های خشک و تر انجام شد. مقایسه آماری نمونه‌های آب رودخانه، چاه و قنات‌ها در دو فصل تر و خشک به روش t-test انجام شد. نتایج نشان داد در فصل خشک و تر میزان عنصر آلومینیوم در معدن مس سرچشمه بیشترین مقدار و در محدوده بین ۱ تا ۱/۷۷ میلی‌گرم در لیتر است و با فاصله از معدن غلظت این عنصر کاهش یافته است. با بررسی پراکنش عنصر آلومینیوم در آب‌های زیرزمینی در فصل خشک مشاهده شد که غلظت عنصر آلومینیوم در مظهر قناتی که به معدن مس سرچشمه نزدیک‌تر است زیاد است. در فصل تر نیز روند تغییرات غلظت آلومینیوم برای همه قنات‌ها تقریباً یکسان بود. با توجه به نتایج، آب‌های سطحی و زیرزمینی این منطقه بیش از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی آلومینیوم دارند و قابل آشامیدن نیستند. همچنین نتایج به‌طور کلی نشان داد میزان غلظت عنصر آلومینیوم در فصل تر در آب‌های سطحی منطقه مورد مطالعه بیشتر از فصل خشک و میزان غلظت عنصر آلومینیوم در قنات‌ها و چاه منطقه مورد مطالعه در فصل خشک بیشتر از فصل تر است.

واژه‌های کلیدی: آلومینیوم، رودخانه شور، قنات، معدن مس سرچشمه.

استناد: آقامیرزاده، ش.، گنجه‌ای‌زاده روحانی، ف.، سعیدیان، ح.؛ و گنجه‌ای‌زاده، ک. (۱۴۰۱). بررسی تغییرات عنصر آلومینیوم در آب‌های سطحی و زیرزمینی حوزه آبخیز سرچشمه استان کرمان. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۲(۱)، ۶۱-۷۲.

حق چاپ:



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

مقدمه

آلودگی خاک یا آب مورد استفاده در تولید فرآورده‌های کشاورزی به فلزات سنگین موجب می‌شود این عناصر به صورت مستقیم یا غیرمستقیم وارد بدن انسان شوند. همچنین فلزات سنگین به صورت محلول در آب و خاک وارد و باعث آلودگی آب‌های سطحی، زیرزمینی و خاک می‌شوند (Tabatabayi *et al.*, 2001). پخش شدن فلزات سنگین در محیط زیست که با توسعه صنعتی و افزایش جمعیت همراه است یکی از مشکلات زیست‌محیطی در بسیاری از کشورهای جهان است (Mahrasbi & Farahmandkia, 2008). حضور فلزات سنگین در محیط و خاصیت تجمعی آن‌ها در بدن موجودات و همچنین عدم تجزیه آن‌ها، مشکلات فراوان زیست‌محیطی و بهداشتی به وجود می‌آورد (Yousefi & Zazouli, 2008). اثرات فلزات سنگین روی انسان مختلف بوده و عمده‌ترین آن مربوط به بروز اختلالات عصبی، سرطان‌زایی، اختلالات ژنتیکی و عوارض ناقص‌الخلقه‌زایی است (Shimbo *et al.*, 2001; Lin *et al.*, 2004; Saleh & Shinwari, 2001).

آلومینیوم فلزی سبک، محکم، قابل انعطاف و ورقه شدن و دارای هدایت الکتریکی است. آلومینیوم سومین عنصر فراوان پوسته‌ی زمین است اما با این حال فلز نسبتاً جدیدی است و مدت زیادی از استخراج و استفاده از آن نمی‌گذرد. آلومینیوم اولین بار توسط Hans Christian Ersted در سال ۱۸۲۵ جدا شد و پس از آن در صنایع مختلف از قبیل ماشین‌سازی، هواپیماسازی و غیره استفاده شد (Sellars, 1873). از آنجایی که استخراج آلومینیوم انرژی زیادی لازم دارد اکثراً این فلز از مواد مصرف شده مثل قوطی‌های نوشابه بازیابی می‌شود. آلومینیوم اکثراً به شکل بوکیست (مخلوطی از تعدادی آلومینیوم هیدروکسید و آلومینیوم اکسید هیدراته) است و رنگ آن بین سفید و قرمز قهوه‌ای متغیر است (Sanayee, 1992). بیشتر ترکیبات آلومینیوم به‌استثنای اکسید و هیدروکسید آن در آب

محلول است. این فلز می‌تواند از طریق آب آشامیدنی، خاک و نهایتاً غذا وارد بدن انسان شود. بررسی‌های سیستماتیک اخیر نشان می‌دهد آلومینیوم به عنوان فلز مورد مطالعه در مطالعات اپیدمیولوژیک و مطالعات زیست‌محیطی مطرح است. ارتباط بین قرار گرفتن در معرض سطح بالای آلومینیوم و خطر ابتلا به بیماری آلزایمر در این مطالعات بیان شده است (Bjorklund *et al.*, 2019). آلومینیوم احتمالاً از طریق افزایش تولید پروتئین پیش‌ساز آمیلوئید و در نتیجه افزایش ذخایر بتا آمیلوئید در بیماری‌زایی بیماری آلزایمر در مغز تأثیرگذار است (Cariccio *et al.*, 2019). مطالعات انسانی معمولاً میزان بالای غلظت عنصر آلومینیوم در خون بیماران را نشان داده است (Bondy, 2016). Ciszewski (۱۹۹۷) در پژوهشی منابع آلوده‌کننده آب در آلمان به این نتیجه رسیده است که مقدار مواد آلاینده به‌ویژه عناصر سنگین در رسوبات رودخانه Checlo رابطه مستقیمی با وجود یا عدم وجود مناطق صنعتی و ورود فاضلاب‌ها به رودخانه دارند. پژوهش‌های انجام شده در مورد آلودگی آب توسط عناصر سنگین از جمله مواردی بوده است که مورد توجه قرار گرفته و به دلیل اهمیت آن، برخی از ابعاد مربوط بررسی و نتایج در قالب گزارش‌های فنی و مقالات تحقیقاتی و مطالعاتی مانند Mesgaran Karimi (۱۹۹۴)، Asadi Samani (۱۹۹۵)، Amidy (۲۰۰۰)، Saber Mahaney (۲۰۰۱) منتشر شده است. Farkas و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی تعامل بین رسوبات رودخانه‌ها و فلزات سنگین پرداختند و به این نتیجه رسیدند که رسوبات رودخانه، مخزنی برای فلزات سنگین هستند و می‌توانند یک منبع بالقوه آلاینده در هنگام تغییر شرایط محیطی باشند. Shanbehzadeh و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی غلظت برخی از فلزات سنگین در آب و رسوب رودخانه تمبی مسجدسلیمان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که میزان فلزات سنگین در آب و رسوبات رودخانه تمبی مسجدسلیمان در فصول گرم و خشک بالاتر است که نشان‌دهنده تأثیر

فصول خشک و تبخیر آب در افزایش غلظت فلزات سنگین در آب می‌باشد. Jasemizadeh و همکاران (۲۰۱۴) به تحلیل فلزات سنگین در برخی رودخانه‌های ایران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در حال حاضر بسیاری از رودخانه‌های ایران در معرض آلودگی فلزات سنگین ناشی از پساب‌های شهری، کشاورزی و صنعتی می‌باشند و این آلاینده‌ها به سرعت در حال افزایش هستند. Qin و همکاران (۲۰۱۵) به تحلیل ورود فلزات سنگین به اکوسیستم‌های آبی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع، از منابع طبیعی و انسان‌ساخت وارد محیط‌زیست می‌شوند و میزان ورود این فلزات به داخل محیط‌زیست بیشتر از میزانی است که به وسیله فرآیندهای طبیعی برداشت می‌شوند؛ بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیط‌زیست مورد توجه قرار دارند.

معدن مس سرچشمه یکی از بزرگترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان محسوب می‌شود و بزرگترین تولیدکننده مس ایران است. در این معدن علاوه بر مس، عناصر با ارزش مولیبدن و طلا نیز وجود دارد. به علت وجود این معدن در محدوده حوزه آبخیز سرچشمه، بررسی آب‌های سطحی و زیرزمینی این منطقه از جهت بررسی آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین به‌خصوص فلز آلومینیوم دارای اهمیت فراوانی است. هدف این تحقیق بررسی تغییرات عنصر آلومینیوم در آب‌های سطحی و زیرزمینی حوزه آبخیز سرچشمه استان کرمان است که به‌نوبه خود کاری ارزشمند است که اطلاعات مفیدی از وضعیت آلومینیوم در آب‌های سطحی و زیرزمینی حوزه آبخیز سرچشمه را در اختیار محققان و مسئولین اجرایی کشور قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز سرچشمه بین ۲۹ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۱۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی در

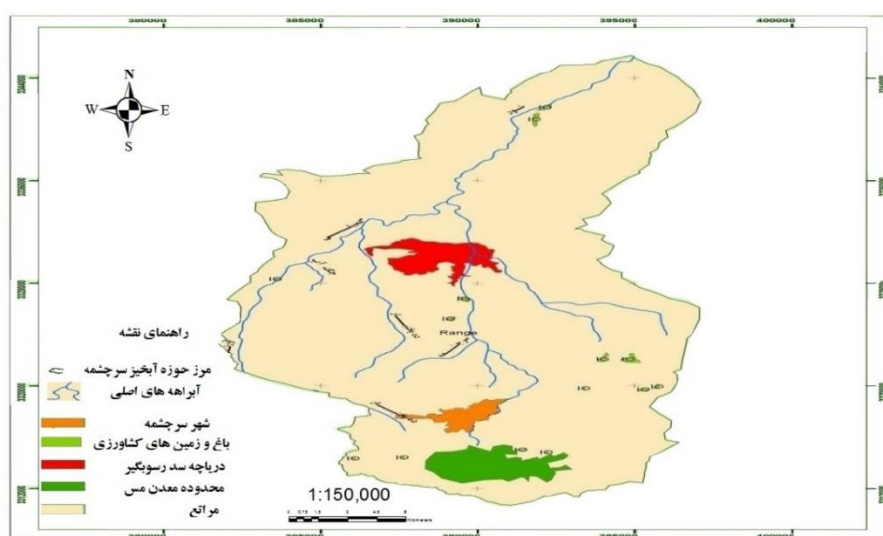
جنوب‌غرب استان کرمان قرار دارد. مساحت این حوزه ۳۴۵۸۷/۵ هکتار است. حداقل ارتفاع ۱۸۲۰ متر و حداکثر آن ۳۲۰۰ متر از سطح دریا است. ارتفاع این ناحیه از سطح دریا به‌طور متوسط ۲۶۰۰ متر و بلندترین نقطه آن ۳۰۰۰ متر است. وجود رودخانه‌های فصلی از جمله رودخانه شور در منطقه سرچشمه و همچنین وجود ۶۵ حلقه چاه در دشت واقع در پایاب رودخانه شور و ۷۱ رشته قنات در دشت رفسنجان که هشت رشته آن در حوزه آبخیز رودخانه شور واقع شده است، باعث شده که بررسی آلودگی آب و خاک در این منطقه اهمیت داشته باشد (شکل ۱). مس سرچشمه در ۱۶۰ کیلومتری جنوب‌غرب کرمان و ۵۰ کیلومتری جنوب رفسنجان قرار دارد (Shafiei, 2010). لازم به ذکر است که حجم جریان آب سالانه وارده به سد رسوب‌گیر واقع در منطقه مورد مطالعه، ۶/۵ میلیون مترمکعب در سال با متوسط دبی ۲۰۶ لیتر در ثانیه و دبی خروجی ۳/۴ میلیون مترمکعب از سد است.

روش انجام تحقیق

در این تحقیق نمونه‌برداری از آب‌های سطحی شامل نمونه‌برداری از آب هشت رشته قنات واقع در آبخیز رودخانه شور و یک حلقه چاه موجود در پایین‌دست آبخیز رودخانه شور در دو فصل تر و خشک، با استفاده از بطری‌های ۰/۵ لیتری انجام شد. نمونه‌برداری از آب در مخزن سد رسوب‌گیر به‌طور کاملاً تصادفی در سطح دریاچه حداقل به تعداد ۱۰ نمونه از بخش سراب تا بدنه سد رسوب‌گیر برداشت شده و نمونه‌ها جهت تعیین مقدار عنصر سنگین آلومینیوم به آزمایشگاه ارسال شد. نمونه‌برداری از آب رودخانه بعد از بدنه سد (بخش پایاب) در طول رودخانه مشابه نمونه‌برداری انجام شده در بخش سراب سد انجام شد. همچنین نمونه‌برداری‌های فصل تر، در اواخر فروردین و اوایل اردیبهشت‌ماه انجام و نمونه‌برداری‌ها در فصل خشک، از اواخر شهریور تا اوایل مهرماه انجام شد. نمونه‌برداری از آب‌های سطحی در سرشاخه‌های رودخانه شور قبل از ورود به سد رسوب‌گیر کارخانه مس سرچشمه، داخل

رودخانه صورت گرفت. نمونه‌برداری از آب در فصل کم آب و پر آب در طول یک سال انجام شد. سپس نمونه‌ها برای تعیین وجود و مقدار عنصر سنگین آلومینیوم به آزمایشگاه ارسال و نهایتاً از دستگاه جذب اتمی برای تعیین میزان آلومینیوم استفاده شد. همچنین نتایج مقایسه میانگین همه نمونه‌های آب در دو فصل تر و خشک به کمک آزمون آماری t-test انجام شدند.

مخزن سد رسوب‌گیر و شاخه پایاب سد تا دشت رفسنجان صورت گرفت. با توجه به اینکه دو سرشاخه اولیه رودخانه شور که در داخل معدن قرار داشت کاملاً منحرف شده و از حالت طبیعی خود خارج شده بود و در حقیقت در داخل معدن فقط یک شاخه رود وجود داشت، نمونه‌برداری آب فقط از یک شاخه انجام شد. نمونه‌برداری از آب در طول مسیر رودخانه و وسط



شکل ۱- آبراهه‌های اصلی در حوزه سرچشمه

Figure 1- Main waterways in the watershed of SarCheshmeh

سرچشمه در یک فصل انجام شد به دلیل اینکه در هر صورت فاضلاب کارخانه در فصول مختلف در پشت سد تجمع پیدامی‌کند و بنابراین نمونه‌برداری از آب جمع‌شده در پشت سد فقط در یک فصل انجام شد (جدول ۱).

نتایج

نتایج میزان عنصر آلومینیوم در آب سطح سد رسوب‌گیر معدن مس سرچشمه نمونه‌برداری از آب سد رسوب‌گیر معدن مس

جدول ۱- میزان عنصر آلومینیوم در نمونه‌های آب سطح سد رسوب‌گیر معدن مس سرچشمه

Table 1- The amount of Aluminum element in water samples of the surface of Sarcheshmeh copper mine sediment trap dam

نمونه آب Water sample	آلومینیوم (میلی‌گرم در لیتر) Al (mg L ⁻¹)	نمونه آب Water sample	آلومینیوم (میلی‌گرم در لیتر) Al (mg L ⁻¹)
d1	159.7	d6	0.821
d2	0.663	d7	0.932
d3	0.977	d8	1.285
d4	0.221	d9	1.002
d5	0.579	-	-

نمونه‌برداری نبود فاصله یک کیلومتر رعایت نشده است. بعد از سد، به دلیل خشک‌سالی و فصلی بودن رودخانه، مسیر نمونه‌برداری شده کوتاه‌تر در نظر گرفته شد، بنابراین تعداد نمونه‌ها هم در فصول خشک و تر متفاوت برداشت شدند (جدول‌های ۲ و ۳).

نتایج میزان عنصر آلومینیوم در نمونه‌های آب در مسیر رودخانه

نمونه‌های آب در مسیر رودخانه، قبل و بعد از سد رسوب‌گیر در فصل خشک و تر بررسی و تحلیل شد. لازم به ذکر است که در بعضی نقاط که امکان

جدول ۲- میزان عنصر آلومینیوم در نمونه آب در مسیر رودخانه شور در فصل تر

Table 2- The amount of Aluminum element in the water sample along the Shour River in wet season

نمونه آب Water sample	آلومینیوم (میلی‌گرم در لیتر) Al (mg L ⁻¹)	نمونه آب Water sample	آلومینیوم (میلی‌گرم در لیتر) Al (mg L ⁻¹)
1	0.721	14	0.432
2	0.732	15	0.502
3	1.080	16	0.493
4	0.391	17	0.451
5	0.601	18	0.429
6	0.690	19	0.398
7	0.366	20	0.361
8	1.560	21	0.402
9	0.698	22	1.778
10	0.870	23	1.476
11	0.645	24	1.123
12	0.720	25	0.602
13	0.746		

جدول ۳- میزان عنصر آلومینیوم در نمونه‌های آب در مسیر رودخانه شور در فصل خشک

Table 3- The amount of Aluminum element in water samples along the Shour River in dry season

نمونه آب Water sample	آلومینیوم (میلی‌گرم در لیتر) Al (mg L ⁻¹)	نمونه آب Water sample	آلومینیوم (میلی‌گرم در لیتر) Al (mg L ⁻¹)
1	0.739	14	0.720
2	0.350	15	0.712
3	0.673	16	0.701
4	0.721	17	0.693
5	0.501	18	0.506
6	0.498	19	0.511
7	0.463	20	0.498
8	0.631	21	0.347
9	0.702	22	1.321
10	0.831	23	1.545
11	0.921	24	0.809
12	1.198	25	0.810
13	0.812		

مطالعه، هشت رشته قنات در حوزه و یک حلقه چاه انتخاب و نمونه‌برداری در مظهر قنات در دو فصل تر و خشک انجام شد (جدول‌های ۴ و ۵).

نتایج میزان عنصر آلومینیوم در نمونه‌های آب قنات و چاه در دو فصل تر و خشک پس از بررسی قنات‌های موجود در حوزه آبخیز مورد

جدول ۴- میزان عنصر آلومینیوم در نمونه‌های آب قنات در فصل تر

Table 4- The amount of Aluminum element in aqueduct water samples in wet season

نمونه آب Water sample	آلومینیوم (میلی گرم در لیتر) Al (mg L ⁻¹)	نمونه آب Water sample	آلومینیوم (میلی گرم در لیتر) Al (mg L ⁻¹)
1	0.528	5	0.789
2	0.918	6	0.222
3	1.048	7	0.827
4	1.162	8	0.287

جدول ۵- میزان عنصر آلومینیوم در نمونه‌های آب قنات در فصل خشک

Table 5- The amount of Aluminum element in aqueduct water samples in dry season

نمونه آب Water sample	آلومینیوم (میلی گرم در لیتر) Al (mg L ⁻¹)	نمونه آب Water sample	آلومینیوم (میلی گرم در لیتر) Al (mg L ⁻¹)
1	0.625	5	0.632
2	1.081	6	0.629
3	0.833	7	0.982
4	0.796	8	1.358

بر اساس اعلام سازمان بهداشت جهانی (WHO)، خیلی زیاد می‌باشد و قابل آشامیدن نیست (جدول‌های ۶ و ۷).

میزان عنصر آلومینیوم در آب چاه مورد بررسی در فصول تر و خشک در حوزه آبخیز مورد مطالعه نیز با توجه به حد مجاز این عنصر در آب آشامیدنی

جدول ۶- میزان عنصر آلومینیوم در نمونه آب چاه در فصل تر

Table 6- The amount of Aluminum element in well water sample in wet season

نمونه آب Water sample	آلومینیوم (میلی گرم در لیتر) Al (mg L ⁻¹)
1	0.722

جدول ۷- میزان عنصر آلومینیوم در نمونه آب چاه در فصل خشک

Table 7- The amount of Aluminum element in well water sample in dry season

نمونه آب Water sample	آلومینیوم (میلی گرم در لیتر) Al (mg L ⁻¹)
1	0.954

به نتایج این آزمون انجام شود. نتایج مقایسه‌های میانگین نمونه‌های آب در فصول مختلف در جدول‌های ۸ تا ۱۵ بیان شده است.

تجزیه و تحلیل آماری

قبل از انجام آزمون t، باید فرض مساوی بودن واریانس دو گروه داده بررسی شود، سپس آزمون t با توجه

جدول ۸- نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های آب در دو فصل تر و خشک به روش t-test

Table 8- Results of comparison of average of water samples in wet and dry seasons using t-test method

عنصر	فرض برای واریانس	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
آلومینیوم	تساوی	0.508	0.479	-0.932	64	0.355
Al	عدم تساوی			-0.933	63	0.355

نتایج مقایسه میانگین همه نمونه‌های آب در دو فصل تر و خشک نشان داد که بین نمونه‌های آب گرفته شده در این دو فصل از نظر میزان آلومینیوم بین این دو فصل تفاوتی وجود نداشت (جدول ۹).

جدول ۹- نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های آب رودخانه قبل و بعد از سد رسوب‌گیر بدون در نظر گرفتن فصل به روش t-test

Table 9- Results of comparison of average of river water samples before and after sedimentation trap dam regardless of season by t-test method

عنصر	فرض برای واریانس	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
آلومینیوم	تساوی	6.288	0.16	3.268	46	0.032
Al	عدم تساوی			4.013	44	0.006

مقایسه نمونه‌های آب رودخانه قبل و بعد از سد رسوب‌گیر بدون در نظر گرفتن فصل نشان داد که از نظر عنصر آلومینیوم در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱۰).

جدول ۱۰- نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های آب رودخانه در دو فصل تر و خشک قبل از سد رسوب‌گیر به روش t-test

Table 10- Results of comparison of mean of river water samples in two fresh and dry seasons before sediment catchment dam by t-test method

عنصر	فرض برای واریانس	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
آلومینیوم	تساوی	0.070	0.794	0.199	28	0.844
Al	عدم تساوی			0.199	28	0.844

مقایسه نمونه‌های گرفته شده آب رودخانه در دو فصل تر و خشک قبل از سد رسوب‌گیر در این دو فصل تنها از نظر میزان عنصر آلومینیوم تفاوتی مشاهده نمی‌شود (جدول ۱۱). نشان می‌دهد که در نمونه آب‌های قبل از سد

جدول ۱۱- نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های آب رودخانه در دو فصل تر و خشک بعد از سد رسوب‌گیر به روش t-test

Table 11- Results of comparison of average of river water samples in wet and dry seasons after sediment trap dam by t-test method

عنصر	فرض برای واریانس	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
آلومینیوم	تساوی	2.607	0.011	-2.276	16	0.037
Al	عدم تساوی			-2.276	15	0.038

مقایسه نمونه‌های بعد از سد در دو فصل تر و خشک نشان می‌دهد که آب‌های بعد از سد در این دو فصل از نظر آلومینیوم در سطح احتمال پنج درصد تفاوت دارد (جدول ۱۲).

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های قبل و بعد از سد در فصل خشک از نظر میزان عنصر آلومینیوم در سطح احتمال یک درصد تفاوت داشتند (جدول ۱۳).

جدول ۱۲- نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های آب رودخانه قبل و بعد از سد رسوب‌گیر در فصل خشک به روش t-test
Table 12- Results of comparison of average of river water samples before and after sediment trap dam in dry season by t-test method

عنصر	فرض برای واریانس	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
آلومینیوم Al	تساوی	8.181	0.009	3.126	22	0.022
	عدم تساوی			4.405	16	0.003

جدول ۱۳- نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های آب قبل و بعد از سد در فصل تر به روش t-test

Table 13- Results of comparison of average water samples before and after dam in wet season by t-test method

عنصر	فرض برای واریانس	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
آلومینیوم Al	تساوی	2.640	0.118	1.538	22	0.138
	عدم تساوی			1.829	21	0.082

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های آب قبل و بعد از سد در فصل تر از نظر عنصر آلومینیوم تفاوتی ندارند (جدول ۱۴).

جدول ۱۴- نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های آب قنات‌ها و چاه در دو فصل تر و خشک به روش t-test

Table 14- Results of comparison of average of water samples of aqueducts and wells in wet and dry seasons using t-test method

عنصر	فرض برای واریانس	F	t	Sig.	df	Sig. (2-tailed)
آلومینیوم Al	تساوی	0.601	-1.140	0.449	16	0.271
	عدم تساوی		-1.140		15	0.272

مقایسه میانگین نمونه‌های مربوط به قنات‌ها و چاه در دو فصل تر و خشک نشان داد که نمونه آب گرفته شده از قنات‌ها در این دو فصل از نظر عنصر آلومینیوم تفاوتی با یکدیگر ندارند (جدول ۱۵).

جدول ۱۵- حداکثر مجاز عنصر آلومینیوم در آب آبیاری توصیه شده توسط فائو (Mullick, 1987)

Table 15 - Maximum permissible limit of Aluminum element in irrigation water recommended by FAO (Mullick, 1987)

اجزاء	غلظت مجاز (میلی‌گرم در لیتر)
برای مصارف دائمی در همه خاک‌ها	۵
برای مصرف ۲۰ ساله روی خاک‌های ریزبافت با PH بین ۸/۵-۶	20

عناصر به دو دسته اصلی و نادر طبقه‌بندی شده‌اند. در این طبقه‌بندی با توجه به میزان تمرکز عناصر در آب

بحث

در سازمان‌های معتبر جهانی از قبیل WHO و CEC^۱

زیرزمینی اکسیژن‌دار با $pH=7$ و استانداردهای ارائه شده توسط WHO و CEC، عناصر از نظر بیماری‌زایی و اثرات بهداشتی به دو دسته عمده عناصر اساسی یا ضروری و سمی تقسیم‌بندی شده‌اند. اساسی یا ضروری بودن و سمی بودن عناصر بستگی به میزان غلظت آن عناصر در آب دارد. با مشاهده پراکنش آلودگی در آب‌های سطحی (مسیر رودخانه) در فصل خشک مشاهده شد که بیشترین غلظت عنصر آلومینیوم در معدن مس که در جنوب منطقه مورد مطالعه است، وجود دارد و از معدن مس سرچشمه به شهر رفسنجان یعنی به سمت شمال در مسیر رودخانه از غلظت آن کاسته می‌شود. همچنین در فصل تر نیز مشاهده شد که میزان عنصر آلومینیوم در معدن مس سرچشمه بیشترین مقدار را دارد و با فاصله از معدن از غلظت این عنصر کاسته می‌شود که علت آن به فاصله طی شده عنصر آلومینیوم در طول مسیر رودخانه منطقه مورد مطالعه برمی‌گردد که با نتایج تحقیقات Jasmizadeh و همکاران (۲۰۱۴) و Ciszewski و همکاران (۱۹۹۷) که معتقدند رابطه مستقیمی با وجود یا عدم وجود مناطق صنعتی در افزایش میزان فلزات سنگین در رودخانه‌ها وجود دارد مطابقت دارد (جدول‌های ۸ تا ۱۳). با بررسی پراکنش عنصر موردنظر در آب‌های زیرزمینی (هشت حلقه قنات و یک حلقه چاه) در فصل خشک مشاهده شد که غلظت عنصر آلومینیوم در مظهر قناتی که به معدن مس سرچشمه نزدیک‌تر می‌باشد زیاد است (شکل ۵) که علت آن به نزدیکی فاصله بین معدن مس و مسیر جمع شدن آب قنات برمی‌گردد. در فصل تر نیز روند تغییرات غلظت آلومینیوم برای همه قنات‌ها تقریباً یکسان است که علت آن به تغذیه تقریباً یکسان قنات‌ها توسط بارندگی‌های مختلف در فصل تر برمی‌گردد (جدول ۱۴). در مقایسه با مقادیر مجاز اعلام شده، حداکثر غلظت مجاز عنصر آلومینیوم برای آب‌هایی که به‌طور مداوم در همه خاک‌ها استفاده می‌شوند پنج میلی‌گرم بر لیتر و برای آب‌هایی که حداکثر به مدت ۲۰ سال در خاک‌های ریزبافت با pH بین ۶ و ۸/۵ مصرف می‌شوند ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم

است. حد مجاز این عنصر در آب آشامیدنی بر اساس اعلام سازمان بهداشت جهانی ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر است (جدول ۱۵). با مقایسه مقادیر فوق و نتایج به‌دست آمده مشاهده می‌شود میزان آلومینیوم در اکثر نقاط بیشتر از حد مجاز می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد میزان غلظت عنصر آلومینیوم در فصل تر در آب‌های سطحی منطقه مورد مطالعه بیشتر از فصل خشک می‌باشد که علت آن به وجود بارندگی با شدت‌های مختلف و در نتیجه افزایش آبشویی و فرسایش در منطقه مورد مطالعه است. لازم به ذکر است که افزایش غلظت عنصر آلومینیوم در فصل تر نسبت به فصل خشک در منطقه مورد مطالعه فاصله خیلی زیادی از همدیگر ندارند که با نتایج تحقیق Shanbehzadeh و همکاران (۲۰۱۳) مغایرت دارد. نتایج حاکی از این است که میزان غلظت عنصر آلومینیوم در قنات‌ها در فصل خشک بیشتر از فصل تر در منطقه مورد مطالعه است. در چاه مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه نیز غلظت عنصر آلومینیوم در فصل خشک بیشتر از فصل تر است که احتمالاً به عدم تغذیه مناسب آب قنات‌ها و چاه مورد مطالعه توسط بارندگی‌های مختلف اشاره دارد.

نتیجه‌گیری کلی

معدن مس سرچشمه به دلیل قرار گرفتن بر روی کمربند جهانی مس، مورد توجه ویژه در ایران و جهان قرار گرفته است. از این معدن می‌توان به عنوان بهترین منبع مس در ایران نام برد که زیرمجموعه شرکت ملی صنایع مس ایران است؛ بنابراین تحقیقات علمی در مورد فلزات سنگین در آب‌های سطحی و زیرزمینی محدوده این معدن و سایر معادن مشابه در ایران و دنیا روزبه‌روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. همچنین نتایج تحقیق به‌طور کلی نشان داد که در آب‌های سطحی منطقه مورد مطالعه، میزان غلظت عنصر آلومینیوم در فصل تر بیشتر از فصل خشک است. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که میزان غلظت عنصر آلومینیوم در قنات‌ها و چاه منطقه مورد مطالعه در فصل خشک بیشتر از فصل تر است. نتایج این تحقیق به‌طور کلی نشان داد که در

فلزات سنگین در همه فصول مختلف سال در این منطقه صورت گیرد و همچنین فلزات سنگین بیشتری در آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه، مورد بررسی و آزمایش قرار گیرند.

سپاسگزاری

از آزمایشگاه خاک‌شناسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان به دلیل همکاری در آزمایش‌های مختلف سپاسگزاری می‌شود.

فصول خشک و تر میزان عنصر آلومینیوم در آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه مورد مطالعه، هر چقدر مکان نمونه‌برداری از آب‌های منطقه به معدن مس سرچشمه نزدیک‌تر باشد، غلظت عنصر آلومینیوم در آب‌های منطقه بیشتر است؛ بنابراین آب‌های سطحی و زیرزمینی این منطقه بیش از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی آلومینیوم دارند و قابل آشامیدن نیستند؛ بنابراین توصیه می‌شود تحقیقات جامع‌تر و کامل‌تری با توجه به اهمیت

References

- Amidy, S. (2000). Investigation of heavy metals in coastal waters of Bushehr Province. *Iranian Scientific Journal of Shilat*, 9(3), 35-48. Doi: 10.22092/isfj.2000.115981. (In Persian)
- Asadi Samani, N. (1995). The amount of heavy metals in water and sediments (A species of Fish) in Soltani Canal in Bushehr. *Iranian Scientific Journal of Shilat*, 2(4), 50-57. Doi: hdl.handle.net/1834/12512. (In Persian)
- Bjorklund, G., Tinkov, A. A., Dadar, M., Rahman, M. M., Chirumbolo, S. & Skalny, A. V. (2019). Insights into the potential role of mercury in Alzheimer's disease. *Journal of Molecular Neuroscience*, 67(4), 511-33. Doi: 10.1007/s12031-019-01274-3.
- Bondy, S. C. (2016). Low levels of Aluminum can lead to behavioral and morphological changes associated with Alzheimer's disease and age-related neurodegeneration. *Neurotoxicology*, 52, 222-229. Doi: 10.1016/j.neuro.2015.12.002.
- Cariccio, V. L., Sama, A., Bramanti, P. & Mazzon, E. (2019). Mercury involvement in neuronal damage and in neurodegenerative diseases. *Biological Trace Element Research*, 187(2), 341-56. Doi: 10.1007/s12011-018-1380-4.
- Ciszewski, D. (1997). Source of pollution as a factor controlling distribution of heavy metals in bottom Sediments of Chechlo River. *Environmental Geology*, 29(112), 50-57.
- Farkas, A., Erratico, C. & Vigano, L. (2007). Assessment of the environmental significance of heavy metal pollution in surficial sediments of the River Po. *Chemosphere*, 68(4), 761-768. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2006.12.099.
- Jasemizadeh, Z., Savari, A. & Ebrahimi Ghavamabadi, L. (2014). *Comparison of metal pollutants of Bahmanshir River sediments affected by effluents with international standards*. The first national conference on passive defense in marine sciences, Hormozgan. P. 60-67.
- Lin, H. T., Wong, S. S. & Li, G. C. (2004). Heavy metal content of rice and shellfish in Taiwan. *Food and Drug Analysis*, 12(2), 167-174.
- Mahrasbi, M. R. & Farahmandkia, Z. (2008). Heavy metal removal from aqueous solution by adsorption on modified Banana Shell. *Journal of Health and Environment*, 1(1), 57-66.
- Mesgaran Karimi, B. (1994). How poison and fertilizer consumption and its adverse effects on the environment. *Journal of Environment*, 6(3), 51-59.
- Mullick, M. A. (1987). *Water Treatment Processes in the Middle East*. The book Guild Ltd. p.p 264-268.
- Qin, D., Jiang, H., Bai, S., Tang, S. & Mou, Z. (2015). Determination of 28 trace elements in three farmed cyprinid fish species from Northeast China. *Food Control*, 50, 1-8. Doi: 10.1016/j.foodcont.2014.08.016.
- Saber Mahaney, F. (2001). *Application of atomic absorption with graphic furnace to determine very small amounts of Copper after doping and extraction of fluid*. M.Sc. Thesis in Chemistry, Shahid Bahonar Kerman University.
- Saleh, I. A. & Shinwari, N. (2001). Report on the levels of cadmium, and mercury in imported Rice grain samples. *Biological*

- Trace Element Research*, 83, 91-95. Doi: 10.1385/BTER: 83:1:91.
- Sanayee, G. (1992). *Industrial toxicology*. University of Tehran Publications Institute, Volume II.
 - Sellars, J. C. (1873). *Chemistianity*. Published by author.
 - Shanbehzadeh, S., Vahid Dastjerdi, M., Hassanzadeh, A. & Kianizadeh, T. (2013). Investigation of concentration of some heavy metals in water and sediment of Tambi River of Masjed Soleyman before and after wastewater entry into it. *Journal of Health System Research*, 9(10), 1116-1108.
 - Shimbo, S., Zhang, Z. W., Watanabe, T., Nakatsuka, H., Mutsuda, N. & Higashikawa, K. (2001). Cadmium and lead contents in rice and other cereal products in Japan. *Science of the Total Environment*, 281, 165-75. Doi: 10.1016/s0048-9697(01)00844-0.
 - Shafiei, B. (2010). Lead isotope signatures of the igneous rocks and porphyry copper deposits from the Kerman Cenozoic magmatic arc (SE Iran), and their magmatic-metallogenetic implications. *Ore Eology Reviews*, 38(1), 27-36. Doi: 10.1016/j.oregeorev.2010.05.004.
 - Tabatabayi, S. H., Tosani, M. & Layafat, A. (2001). *Evaluate and determine the important physical properties of three types of zeolite filter to remove heavy metals, Sewage*. The National Cogress on Environmental Health 8-Z November 2001; Yazd. Yazd University of Medical Sciences.
 - Yousefi, Z. & Zazouli, M. (2008). Removal of heavy metals from solid wastes leachates coagulation-flocculation process. *Journal of Applied Sciences*, 8(11), 2142-2147. Doi: 10.3923/jas.2008.2142.2147.



Determining the Potential of Nature Tourism Using System Analysis Method in Kojour Nowshahr Summer Pastures

Somayeh Amiri^{1*}, Zeinab Jafarian Jeloudar² and Shafagh Rastgar³

1- M.Sc. Graduate, Rangeland Management, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

2- Professor, Department of Rangeland Management, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

3- Assistant Professor, Department of Rangeland Management, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

*Corresponding author: somayeh.amiri6611@gmail.com

(Received: 18 April 2022

Revise: 29 April 2022

Accepted: 7 May 2022)

Extended Abstract

Introduction: Nature tourism includes all forms and types of tourism, but the factors used to classify the different forms of tourism are not the same. In the ecological model of tourism, recreation is divided into two types: centralized and extensive. Centralized recreation includes those recreations that need to be developed, such as swimming, skiing, camping, etc. Extensive recreation includes activities that do not require development, such as mountaineering and hunting, or require little development, such as fishing, hiking, horseback riding, and wildlife watching, each of which is grouped into the first and the second class and unsuitable for recreation (Makhdom, 2010). Abbasi *et al.* (2022) in a study with the aim of designing a rural ecotourism entrepreneurship development model in Dezful city used a qualitative type in terms of implementation method, a mixture of qualitative content analysis and Delphi technique, and showed that the combination of social responsibility, biological responsibility, growth and development through ecotourism, ecotourism innovations, and creativity leads to the development of rural entrepreneurship.

Materials and Methods: In order to determine the natural tourism potential of Kojour summer rangelands, the system analysis method, which is the most common method of identifying, evaluating and planning land productivity in Iran, was used. In the first stage, ecological resources were identified. Ecological resources including physical resources (slope, direction, altitude and soil), etc. were prepared from a 1:25000 digital topographic map. By superimposing these three maps, a single map of the earth's shape was obtained. The next step involved analyzing and summarizing the resources, which in this step was prepared by combining and superimposing the earth shape map and other maps.

Results and Discussion: The initial recreation map was prepared in three floors. According to the initial recreational map, 0.61% of the study area has a wide recreational capacity of the first floor, 65.22% of the area has a wide recreational capacity of the second floor and 34.17% of the area is unsuitable for recreation. According to these results, most of the area has a wide recreational capacity of the second floor with an area of 14486.95 ha. According to the final recreation plan and table 3, Chenarbon rangeland with an area of 1514.29 ha has a wide recreational capacity of the second floor, Dasht Lashak rangeland with an area of 79.74 ha, of which 46.51% has a wide recreational capacity of the second floor and 53.49% is unsuitable for recreation, also Islamabad rangeland with an area of 28.87 ha, of which 75.2% has a wide recreation capacity of the second floor and 24.98% is unsuitable for recreation, and the Kohneh Lashak rangeland with an area of 128.56 ha, of which 96.19% has a wide recreational capacity of the second floor and 3.81% is unsuitable for recreation. In addition, Kojour rangeland has an area of 652.74 ha, of which 87.24% has a wide recreational capacity of the second floor and 12.76% is unsuitable for recreation, Lorgan rangeland has an area of 51.80 ha, of which 12.54% has a wide recreational capacity of the second floor and 87.46% is unsuitable for recreation, and Pideh rangeland has an area of 31.9168 ha of which 57.31% has a wide second-class recreation capacity and 42.69% has unsuitable recreation. Kojour summer area is in good condition in terms of slope factor for recreational planning, especially extensive recreation. In the studies of Kumari *et al.* (2010) slope layer has also been used as an important factor in evaluating recreational power. The north and east directions are usually suitable for summer recreation and the south and west directions are suitable for winter recreation (Makhdom, 2010). The results of the vegetation map showed that most of the area (31.43%) includes agricultural lands and gardens, which makes the area unsuitable for recreation, and the rest of the area with forest and pasture cover with canopy density between 5 and 50 percent is suitable for extensive recreation of first and second class, which is consistent with the results of Parham *et al.* (2011). Loamy soils are very suitable soils for recreation (Mahmoudi, 2006; 2007; Takihkhah, 2008). In general, there is no restriction in soil texture for ecotourism use in the study area, in Farajzadeh & Karimpanah. (2008), distance from water resources was used as an important factor in assessing the recreational potential of the region. Results of studies (Mahmoudi, 2006; 2007; Takihkhah, 2008; Ahmadsani *et al.*, 2008) also showed that distance from water resources is one of the key factors in evaluating recreational power. Access routes can increase the amount of recreation, and in principle recreational planning for areas with recreational potential is consistent with studies (Mahmodi, 2006; Takihkhah, 2008). High-pressure faults and power towers are among the limiting factors in the region that lead to reduced recreation.

Conclusion: The results of determining the potential of the region showed that this region has a wide recreational capacity of the first and second floors. The results showed that 65.83% of the region has recreational potential and 34.17% of the region is unsuitable for recreation due to the high slope, high altitude and the presence of agricultural lands and gardens in the area. Also, among the seven rangelands studied, Chenarbon rangeland has the best resort conditions due to having all the recreational conditions. Therefore, it is possible to suggest the rangelands of the region, with the exception of high-altitude and sloping rangelands, especially Chenarbon rangelands, for tourism, and to teach its users the necessary practical and managerial measures for this purpose.

Keywords: Ecotourism, Geographical Information System (GIS), Kojour, Systematic analysis method, Summer rangelands.

Citation: Amiri, S., Jafarian Jeloudar, Z. & Rastgar, S. (2022). Determining the potential of nature tourism using system analysis method in Kojour nowshahr summer pastures. *Integrated Watershed Management*, 2(1), 73-87. doi: 10.22034/iwm.2022.551722.1028

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>).



تعیین پتانسیل طبیعت‌گردی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سیستمی در مراتع ییلاقی کجور نوشهر

سمیه امیری^{۱*}، زینب جعفریان جلودار^۲ و شفق رستگار^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۲- استاد گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۳- استادیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

*نویسنده مسئول: somayeh.amiri6611@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۹

چکیده

اکوتوریسم به عنوان پایدارترین شکل گردشگری با رشد فزاینده‌ی خود، نقش مؤثری در توسعه‌ی جوامع ایفاء می‌کند. در این پژوهش با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سیستمی به تعیین پتانسیل طبیعت‌گردی در مراتع ییلاقی کجور نوشهر پرداخته شده است. پس از شناسایی عوامل مؤثر بر کاربری طبیعت‌گردی شامل شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا، بافت خاک، پوشش گیاهی، سنگ‌شناسی، فاصله تا چشمه و رودخانه، فاصله تا جاده، فاصله تا مناطق مسکونی، فاصله تا شهر، فاصله از گسل و دکل برق فشار قوی، نقشه‌های مربوط به این عوامل با کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه شدند و با روش سیستمی مخدوم طبقه‌بندی، تلفیق و روی هم‌گذاری نقشه‌ها انجام و نقشه اولیه تفرجی تهیه و در سه طبقه، کلاسه‌بندی شدند. سپس با تلفیق نقشه تفرجی اولیه و نقشه مراتع، نقشه تفرج نهایی تهیه و کلاسه‌بندی شد. نتایج نشان داد همه مرتع چنارین دارای توان تفرج گسترده طبقه دو، در مرتع دشت لاشک ۴۶/۵۱ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۲۴/۹۸ درصد نامناسب برای تفرج، در مرتع کهنه لاشک ۹۶/۱۹ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۳/۸۱ درصد نامناسب برای تفرج، در مرتع کجور ۸۷/۲۴ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۱۲/۷۶ درصد نامناسب برای تفرج، در مرتع لرگان ۱۲/۵۴ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۸۷/۴۶ درصد نامناسب برای تفرج و در مرتع پیده ۵۷/۳۱ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۴۲/۶۹ درصد برای تفرج نامناسب بودند. با توجه به نتایج به دست آمده ۶۵/۸۳ درصد منطقه دارای قابلیت تفرجی و ۳۴/۱۷ درصد از منطقه برای تفرج نامناسب هستند که علت آن شیب بالا، ارتفاع بالا و وجود اراضی زراعی و باغ‌ها در منطقه است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود اقدامات عملی و مدیریتی لازم به بهره‌برداران منطقه آموزش داده شود. این امر در کنار مدیریت اصولی به استفاده از توان بالقوه طبیعت‌گردی منطقه می‌انجامد و کمک درآمندی برای بهره‌برداران مراتع محسوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اکوتوریسم، روش تجزیه و تحلیل سیستمی، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، کجور، مراتع ییلاقی.

استناد: امیری، س.، جعفریان جلودار، ز. و رستگار، ش. (۱۴۰۱). تعیین پتانسیل طبیعت‌گردی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سیستمی در مراتع ییلاقی کجور نوشهر. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۲(۱)، ۷۳-۹۸.

حق چاپ:



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

مقدمه

کشور ایران دارای مساحتی در حدود ۱۶۴ میلیون هکتار است که بر اساس برآورد دفتر فنی مرتع در سال ۱۳۸۳، ۸۶ میلیون هکتار از وسعت آن را مراتع تشکیل می‌دهند (Eskandari *et al.*, 2008; Ildermi, 2016). مراتع کشور به دلیل تنوع گونه‌های گیاهی و جانوری، اقلیمی، چشم‌اندازهای زیبا و مناظر طبیعی فراوان اعم از غارها، کوه‌ها، آبشارها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها از جذاب‌ترین مناطق برای گردشگری هستند (Sanaee *et al.*, 2010). همچنین اکوسیستم‌های طبیعی مانند مراتع، دارای کارکردها و پتانسیل‌های اکوتوریستی قابل توجهی هستند که می‌توانند یکی از مؤثرترین رویکردها برای حل توسعه اقتصادی و حفاظت از طبیعت محسوب شوند (Aneseyee *et al.*, 2022)؛ بنابراین لزوم توجه به آن‌ها در راستای دستیابی به توسعه پایدار اقتصادی در کشور ضروری است (Hosseini Tawassul *et al.*, 2010)؛ اما باید توجه داشت که کاهش منابع طبیعی، عمدتاً آلودگی زیست‌محیطی، از بین رفتن گونه‌های گیاهی در معرض خطر و همچنین گرم شدن زمین، آگاهی عمومی و حمایت آن‌ها را از حفاظت از محیط‌زیست افزایش داده است (Heshmati *et al.*, 2022). عرصه مراتع، خدمات بسیاری در چارچوب چهار گروه حمایتی، تنظیمی، تولیدی و فرهنگی ارائه می‌کند. برای بهره‌برداری اصولی از مراتع و بازدهی بهتر آن می‌توان از سایر جنبه‌های مرتع بر اساس توان آن استفاده نمود (Sirosi, 2011). یکی از مشکلات اساسی اراضی مرتعی این است که از آن‌ها به اندازه پتانسیل یا توان آن‌ها استفاده نشده و این امر منجر به تخریب بیش از حد مراتع گردیده است. با توسعه صنعت گردشگری در مراتع می‌توان علاوه بر کاهش تخریب مراتع، از پتانسیل‌های موجود حداکثر استفاده را نمود (Hosseini Tawassul *et al.*, 2010). اکوتوریسم یکی از پتانسیل‌های مرتع است که یک اهرم بالقوه برای توسعه پایدار محسوب می‌شود؛ اما استانداردها و رویکردهای

رایج برای مدیریت و نظارت مؤثر بر منابع طبیعی و جوامع محلی تعریف نشدند (Mancini *et al.*, 2022). بهره‌برداری مستمر از منابع طبیعی تجدیدشونده متضمن شناسایی توان اکولوژیک و تعیین شایستگی در هر محیط است (Sahani, 2021). تعیین شایستگی فرآیندی است که تلاش دارد از طریق تنظیم رابطه انسان با طبیعت، توسعه‌ای درخور و هماهنگ با طبیعت را فراهم سازد (Sour & Heidari Alamdarloo, 2012; Ildermi, 2016). گردشگری در طبیعت در بردارنده همه اشکال و انواع گردشگری است؛ اما عواملی که برای طبقه‌بندی اشکال مختلف گردشگری مورد استفاده قرار می‌گیرند یکسان نیستند (Hatami Kahkesh *et al.*, 2018). در مدل اکولوژیکی گردشگری (توریسم) مخدوم تفرج به دو صورت متمرکز و گسترده تقسیم می‌گردد: تفرج متمرکز شامل آن دسته از تفرج‌هاست که نیاز به توسعه دارند مثل شنا، اسکی، اردو زدن و غیره. تفرج گسترده شامل آن دسته از تفرج‌هاست که نیاز به توسعه ندارند مانند کوهنوردی و شکار یا به توسعه اندک نیاز دارند مانند ماهیگیری، صحراگردشی، اسب‌سواری و تماشای جانوران در طبیعت که هر کدام از این تفرج‌ها به نوبه خود به طبقه یک و دو و نامناسب برای تفرج گروه‌بندی می‌گردند (Makhdom, 2010; Kiani Salmi *et al.*, 2018). جدیدترین طبقه گردشگری توسط Faraji Rad و Aghajani (۲۰۱۰) صورت گرفته است. این محققان عواملی همچون عامل زمان (مدت اقامت و فصلی از سال که مورد استفاده قرار می‌گیرد)، مکان (داخلی و خارجی)، وسیله مسافرت (هوایی، زمینی و دریایی)، انگیزه سفر (ماجراجویانه، اکوتوریسم، سیاسی، تجاری، مذهبی، ورزشی، اجتماعی، فرهنگی، درمانی و تفریحی) را در طبقه‌بندی انواع گردشگری مؤثر دانسته‌اند. بر اساس تعاریف، اکوتوریسم یعنی طبیعت‌گردی و مرتبط با منابع طبیعی است (Mancini *et al.*, 2022)، به‌طوری‌که انگیزه اصلی در این نوع گردشگری، بهره بردن از جذابیت‌های طبیعی یک

هکتار (۵/۶۰ درصد) برای اکوتوریسم مناسب است. Bahadori Meymandi و همکاران (۲۰۱۷) برای نقش گردشگری در توسعه رامسر در شمال کشور را بررسی کردند و وجود مناظر و چشم‌اندازهای طبیعی را عاملی برای جذب گردشگر معرفی کردند. Tavaklan و Nejad Babasharaji (۲۰۱۸) با بررسی عوامل مؤثر بر بهبود صنعت گردشگری منطقه چشمه آبگرم و تله‌کابین رامسر نشان دادند که در ارزیابی شاخص‌های اصلی، شاخص «مدیریت و برنامه‌ریزی» با وزن ۰/۲۸۹ از بیشترین اهمیت برخوردار بوده و شاخص‌های «مسائل اقتصادی»، «مسائل امنیتی»، «امکانات رفاهی» و «مسائل فرهنگی و اجتماعی» به ترتیب با اوزان ۰/۲۸۴، ۰/۲۴۰، ۰/۱ و ۰/۰۸۷ در رتبه‌های دوم تا پنجم قرار دارند. Abbasi و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی با هدف طراحی الگوی توسعه کارآفرینی اکوتوریسم روستایی در شهرستان دزفول از نوع کیفی و از نظر روش اجرا، آمیزه‌ای از تحلیل محتوای کیفی و تکنیک دلفی استفاده کردند و نشان دادند که ترکیب مسئولیت اجتماعی، مسئولیت زیست‌محیطی، رشد و توسعه از طریق اکوتوریسم و نوآوری‌ها و خلاقیت‌های اکوتوریسم، توسعه کارآفرینی اکوتوریسم روستایی را فراهم می‌آورند. Murayam و Bunruamkaew (۲۰۱۱) به ارزیابی پتانسیل گردشگری با استفاده از GIS و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در استان سوراتانی^۴ در کشور تایلند پرداختند. در این مطالعه از پارامترهای چشم‌انداز، حیات‌وحش، توپوگرافی، دسترسی و ویژگی‌های جامعه به عنوان شاخص‌های شایستگی اکوسیستم استفاده شد. در نهایت با تلفیق نقشه‌ها در محیط GIS سایت‌های مناسب گردشگری در منطقه مشخص گردید. Angessa و همکاران (۲۰۲۲) مطالعه‌ای با هدف بررسی درک جامعه محلی از تأثیرات انجمن اکوتوریسم^۵ و آزمون رابطه بین این ادراک و برخی از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده اجتماعی-دموگرافیک انجام دادند.

منطقه، شامل ویژگی‌های فیزیکی و فرهنگ بومی است و توریست پس از مشاهده جذابیت‌ها بدون اینکه خللی در آن وارد یا تخریب کند، محل را ترک کند (Tola, 2010; Heshmati et al., 2022).

در سال‌های اخیر طبیعت‌گردی در جوامع مختلف سیاست‌گذاری و همچنین در نهادهای عمومی و تشکلهای زیست‌محیطی و توسعه پایدار و ایجاد درآمدهای ارزی و ریالی در تولید ناخالص ملی از رشد قابل‌توجهی برخوردار بوده است (Tourism Organization, 2001). در زمینه طبیعت‌گردی در مراتع ایران مطالعاتی انجام شده است. Nouri و Soltani (۲۰۱۰) در مرتع کلاردشت مازندران به ارزیابی توان محیطی منطقه با بهره‌گیری از مدل اکولوژیک توریسم و روش تجزیه و تحلیل سیستمی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)^۱ جهت شناخت قابلیت‌های توسعه توریسم در ناحیه و استقرارگاه‌های روستایی پرداخته‌اند. نتایج نشان داد تمامی سطح منطقه برای توسعه تفرج گسترده یا تفرج متمرکز از توان بالایی برخوردار است و اکثر روستاها دارای توانمندی برای توسعه نوعی از اشکال گردشگری فوق هستند. Sour و Alamdarloo (۲۰۱۲) در تعیین شایستگی مراتع پشتکوه یزد با استفاده از تلفیق پارامترهای محیطی و اکولوژیکی و زیرساختی، مدل نهایی گردشگری منطقه را ارائه نمودند. نتایج نهایی گردشگری منطقه نشان داد که ۱ درصد شایستگی، ۱/۸ درصد در طبقه شایستگی متوسط، ۴/۲ درصد در طبقه شایستگی کم و ۹۲ درصد در طبقه عدم شایستگی قرار گرفتند. Bazm Ara Belshti (۲۰۱۷) با استفاده از شیوه‌ای از روش ارزیابی چندمعیاره به نام ترکیب خطی وزن‌دار^۲ (WLC) با به‌کارگیری GIS و تحلیل سلسله مراتبی^۳ (AHP) به تحلیل پهنه‌های مناسب توسعه اکوتوریسم در منطقه حفاظت شده خاییز جنوبی پرداختند و نشان دادند که مطابق نقشه‌های طبقه‌بندی شده منطقه برای اکوتوریسم توانایی بالایی دارد، به گونه‌ای که ۴۹۶/۴۸

4. Surat Thani

5. Wanchi Impacts of the Ecotourism Association

1. Geographic Information System

2. Weighted Linear Composition

3. Analytical Hierarchy Process

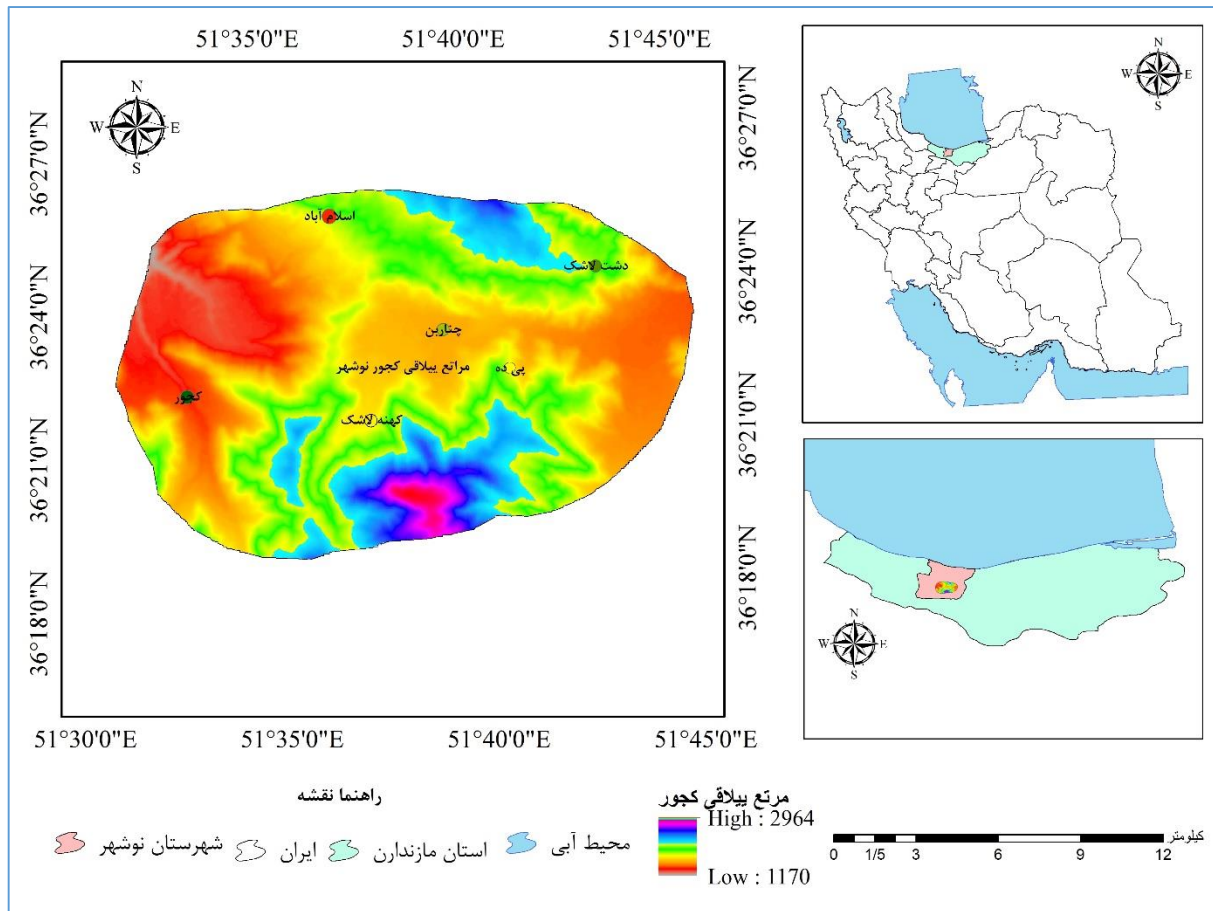
لرگان و پیده است. مساحت منطقه موردنظر ۴۹۵۲۰ هکتار، ارتفاع متوسط ۲۳۰۰ متر از سطح دریا، درجه حرارت متوسط سالانه ۷/۴۳ درجه سانتی‌گراد، بارندگی متوسط سالانه ۶۰۰ میلی‌متر است. اقلیم منطقه نیمه‌مرطوب سرد بوده و شیب متوسط ۲۱/۸ درصد در جهت شمال شرقی است (Detailed-executive studies of Kojour Nowshahr, 2011). شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را در کشور و استان نشان می‌دهد. به منظور تعیین پتانسیل طبیعت‌گردی مراتع ییلاقی کجور از روش تجزیه و تحلیل سیستمی که متداول‌ترین روش شناسایی، ارزیابی و برنامه‌ریزی بهره‌وری سرزمین در ایران است، استفاده شد. در مرحله اول شناسایی منابع بوم‌شناختی انجام گرفت. منابع بوم‌شناختی شامل منابع فیزیکی (شیب، جهت، ارتفاع و خاک)، منابع زیستی (پوشش گیاهی) و منابع محیطی شامل منابع آبی، مسیرهای دسترسی، سنگ‌شناسی، عوامل محدودکننده (فاصله تا گسل و دکل برق فشار قوی)، فاصله تا شهر و غیره است. نقشه شیب، جهت و ارتفاع با استفاده از نقشه توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شد و با روی هم‌گذاری این سه نقشه، نقشه واحد شکل زمین به دست آمد. در مرحله بعد با تلفیق و روی هم‌گذاری نقشه شکل زمین و سایر نقشه‌های تهیه شده (نقشه پوشش گیاهی، بافت خاک، منابع آبی، سنگ‌شناسی، جاده، ساختمان، گسل، دکل برق فشار قوی و نقشه فاصله از شهر) در نرم‌افزار Arc GIS 10.3 نقشه واحدهای زیست‌محیطی حاصل شد. پس از جداسازی واحدهای زیست‌محیطی با توجه به خصوصیات هر واحد زیست‌محیطی و مقایسه این خصوصیات با مدل اکولوژیکی سیستمی (Makhdom, 2010) درجه توان هر واحد زیست‌محیطی برای کاربری موردنظر مشخص شد. واحدهایی که هم‌توان بودند با هم تلفیق شدند و نقشه اولیه توان سرزمین برای کاربری توریسم به دست آمد. درنهایت با روی هم‌گذاری نقشه تفرج اولیه و نقشه مراتع موردنظر نقشه نهایی تفرج به دست آمد.

رگرسیون لجستیک چندجمله‌ای نشان داد که متغیرهای سطح تحصیلات، مدت اقامت در چشم‌انداز مورد مطالعه، مزیت اکوتوریسم و محل سکونت از مرکز جذب اکوتوریسم با ادراک پاسخ‌دهندگان نسبت به اثرات اکوتوریسم ارتباط معنی‌داری دارد. با توجه به مطالب گفته شده غیر از در نظر گرفتن عوامل طبیعی همچون چشمه، رودخانه، جنگل، دریا و غیره در هر منطقه باید ترکیب مسئولیت اجتماعی، مسئولیت زیست‌محیطی، رشد و توسعه از طریق اکوتوریسم و نوآوری‌ها و خلاقیت‌های اکوتوریسم، توسعه کارآفرینی اکوتوریسم روستایی برای ایجاد محور رشد و توسعه فراهم باشد. استان مازندران به‌ویژه مراتع ییلاقی کجور واقع در شهرستان نوشهر سرزمینی زیبا با آب‌وهوای دلپذیر و واقع در کوه‌های مرتفع است؛ دارای وضعیت مناسب اقلیمی و موقعیت مطلوبی جهت رشد و توسعه بخش‌های گردشگری است ولی تاکنون ارزیابی در منطقه از لحاظ اکوتوریسم صورت نگرفته است؛ بنابراین در این تحقیق سعی شد تا ضمن بررسی پتانسیل مراتع ییلاقی کجور برای طبیعت‌گردی، مهمترین عوامل محیطی و اکولوژیکی تأثیرگذار (محدودکننده یا تسهیل‌کننده) بر اکوتوریسم منطقه شناسایی شود. همه این فرایندها از ارزیابی توان اکوتوریسم تا بررسی توانمندی مرتع کمک می‌کند تا بتوان مشخص کرد که عرصه‌های مرتعی منطقه مورد مطالعه توانایی و استعداد طبیعت‌گردی را دارند و بخش‌های مؤثر در جلب توریست در منطقه را معرفی کرد و در نهایت برای محدودیت و مشکلات راه‌حلی پیشنهاد داد.

مواد و روش‌ها

معرفی محدوده مورد مطالعه

مراتع ییلاقی کجور نوشهر با مختصات جغرافیایی ۱۸° ۳۲' ۵۱" تا ۱۳° ۴۹' ۵۱" طول شرقی و ۲۹° ۱۶' ۳۶" تا ۲۷° ۰۴' ۳۶" عرض شمالی در غرب استان مازندران قرار دارد. مراتع مطالعه شده شامل هفت مرتع چنارین، دشت لاشک، اسلام‌آباد، کهنه لاشک، کجور،



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان
 Figure 1- Location of the study area in the country and province

شیب‌های یک ناحیه را سریع‌تر و آسان‌تر می‌توان از روی آن‌ها تشخیص داد، دوم آن‌که از طبقات شیب برای تشکیل واحدهای شکل زمین که اساس شناسایی منابع اکولوژیک هستند می‌توان استفاده کرد و سوم آن‌که با داشتن طبقات شیب به همراه نقشه طبقات سایر پارامترها می‌توان راحت‌تر به ارزیابی و سپس برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین پرداخت (Khalili, 2009).

در تهیه نقشه جهت‌های جغرافیایی حداکثر نه طبقه جهت (جهت‌های فرعی) و حداقل چهار طبقه جهت (چهار جهت اصلی) در نظر گرفته می‌شود. از آنجایی که در طرح‌های تفرجی جهت‌های فرعی تأثیر زیادی بر تفرج ندارند، در طرح‌های تفرجی فقط از جهات اصلی شمال (N)، شرق (E)، جنوب (S) و غرب (W) استفاده می‌گردد. نقشه‌های طبقات شیب این خاصیت را دارند که نخست

جدول ۱- طبقات مختلف شیب، جهت و ارتفاع مراتع بیلاقی کجور

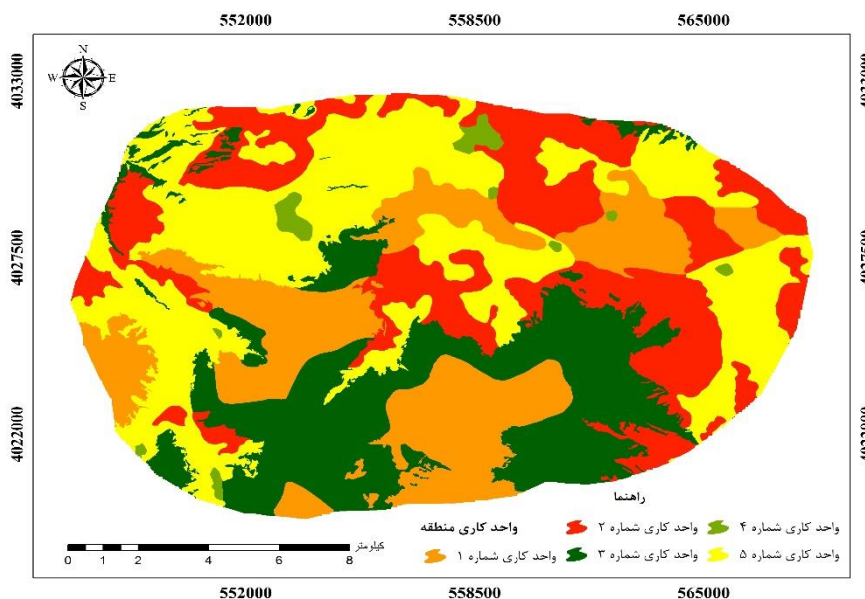
طبقات	درصد شیب	ارتفاع از سطح دریا	جهت جغرافیایی
Classes	Percentage of slope	Height	Direction
طبقه 1	0-5	1170-1520	شمالی (N)
طبقه 2	5-15	1520-1870	شرقی (E)
طبقه 3	15-25	1870-2220	جنوبی (S)
طبقه 4	25-50	2220-2570	غربی (W)
طبقه 5	>50	>2570	

نتایج

نقشه شکل زمین

پس از تهیه نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع منطقه موردنظر، این نقشه‌ها در نرم‌افزار Arc GIS روی هم‌گذاری شدند و نقشه واحد شکل زمین به دست آمد. در این نقشه هر واحد کاری یا هر پلی‌گون بیانگر سه مشخصه (شیب، جهت و ارتفاع) است (شکل ۲).

اساس نتایج به دست آمده بیشتر منطقه دارای شیب متوسط بین ۱۸-۲ درصد هستند و از لحاظ جغرافیایی در دامنه شمالی- جنوبی واقع شده‌اند. منطقه مورد مطالعه دارای حداقل و حداکثر ارتفاع به ترتیب ۱۱۷۰ و ۲۹۶۴ متر بالاتر از سطح دریا هستند. از بین واحدهای موجود، واحد شماره ۴ با کمترین مساحت به دست آمده است.



شکل ۲- نقشه واحدهای شکل زمین منطقه مطالعه شده

Figure 2- Map of land shape units of the studied area

جدول ۲- نحوه طبقه‌بندی نقشه‌ها در ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه برای اکوتوریسم (مدل مخدوم)

Table 2- Classification procedures of maps for assessing the ecological potential of the region for ecotourism (Makhdoom model)

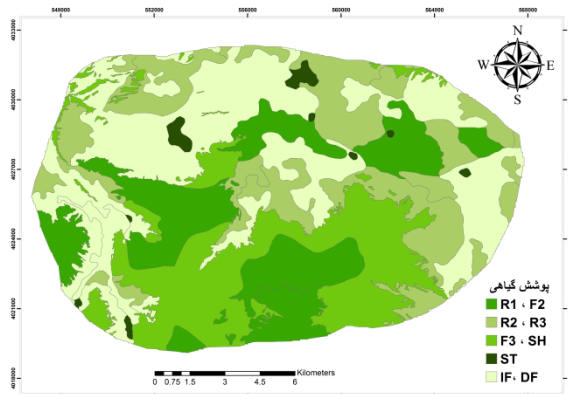
نقشه‌ها	طبقه‌بندی لایه‌ها				
	طبقه 1	طبقه 2	طبقه 3	طبقه 4	طبقه 5
شیب	0-5	5-15	15-25	25-50	50<
جهت	شمالی	شرقی	جنوبی	غربی	-
ارتفاع	1170/1520	1520-1870	1870-2220	2220-2570	2570<
پوشش گیاهی	متوسط	مناسب	متوسط	خوب	متوسط تا خوب
بافت خاک	سیلتی لوم تا سیلتی رسی لوم	شنی لومی تا شنی سیلتی لوم	شنی، سیلت و رسی	متوسط تا نیمه‌سنگین	-
سنگ‌شناسی	سنگ آهک دولومیتی، سنگ آهک چرت‌دار	سنگ آهک همراه مارن	ماسه سنگ کوارتزینی همراه لایه‌های بازالت‌دار	شیل و ماسه سنگ ذغال‌دار دوران چهارم	-
فاصله از چشمه	0-300	300-600	600-1200	<1200	-
فاصله از رودخانه	0-300	300-600	600-1200	1200<	-
فاصله از جاده	0-500	500-1000	1000-1500	1500<	-

فاصله از مناطق مسکونی	0-1000	1000-2000	2000-3000	3000<	-
فاصله از شهر	0-4000	4000-6000	6000-8000	8000<	-
فاصله از گسل	3000<	2000-3000	1000-2000	0-1000	-
فاصله از دکل برق	3000<	2000-3000	1000-2000	0-1000	-

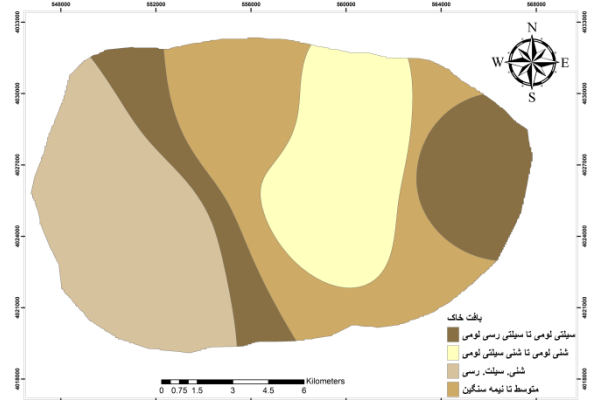
گیاهی؛ ج: سنگ‌شناسی؛ د: فاصله از چشمه؛ ه: فاصله از رودخانه؛ و: فاصله از جاده؛ ز: فاصله از مناطق مسکونی؛ ح: فاصله از شهر؛ ط: فاصله از گسل و ی: فاصله از دکل برق.

نقشه تفرج اولیه

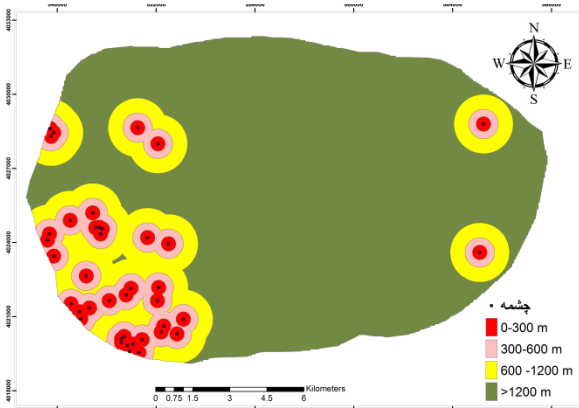
برای تهیه این نقشه همه لایه‌های اطلاعاتی لازم آماده و روی هم‌گذاری شد (شکل ۳ الف: بافت خاک؛ ب: پوشش



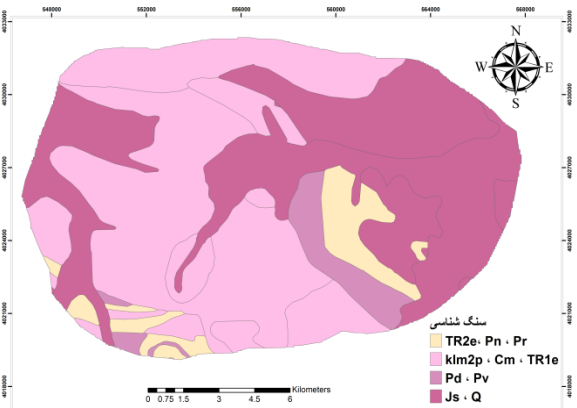
ب: نقشه پوشش گیاهی



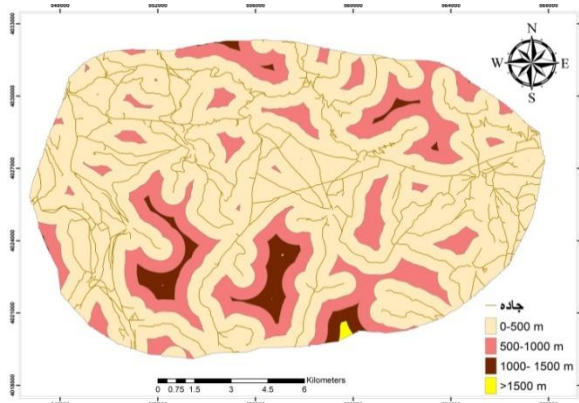
الف: نقشه بافت خاک



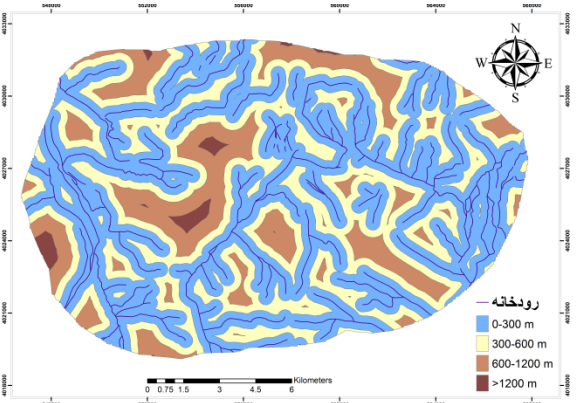
د: نقشه فاصله از چشمه



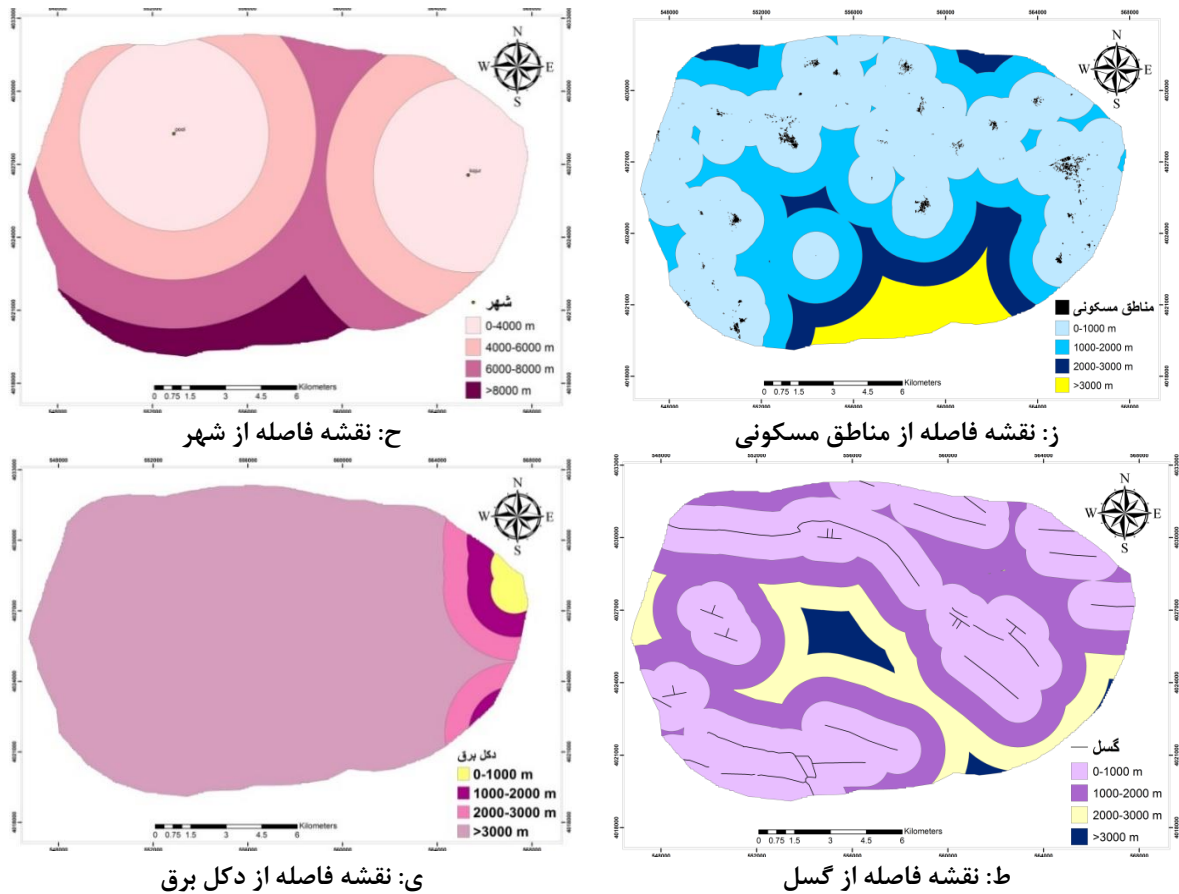
ج: نقشه سنگ‌شناسی



و: نقشه فاصله از جاده



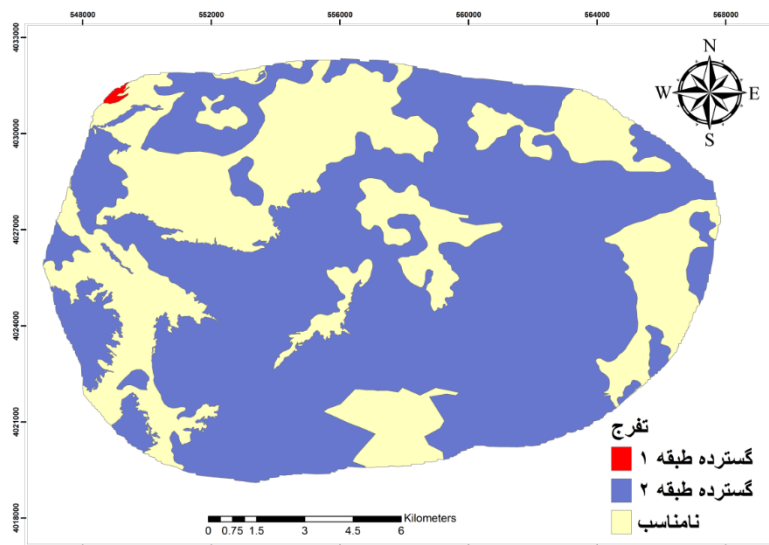
ه: نقشه فاصله از رودخانه



شکل ۳- لایه‌های اطلاعاتی استفاده شده برای استخراج طبقات تفرجی.
Figure 3- Information layers used to extract recreational classes

۳۴/۱۷ درصد از منطقه نامناسب برای تفرج است. با توجه به این نتایج بیشتر سطح منطقه دارای توان تفرجی گسترده طبقه دو با مساحت ۱۴۴۸۶/۹۵ هکتار است (جدول ۲).

نقشه تفرج اولیه در سه طبقه تهیه شد (شکل ۴). طبق نقشه تفرجی اولیه ۰/۶۱ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه دارای توان تفرج گسترده طبقه یک، ۶۵/۲۲ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و



شکل ۴- نقشه تفرج اولیه منطقه مطالعه شده
Figure 4- Initial recreation map of the studied area

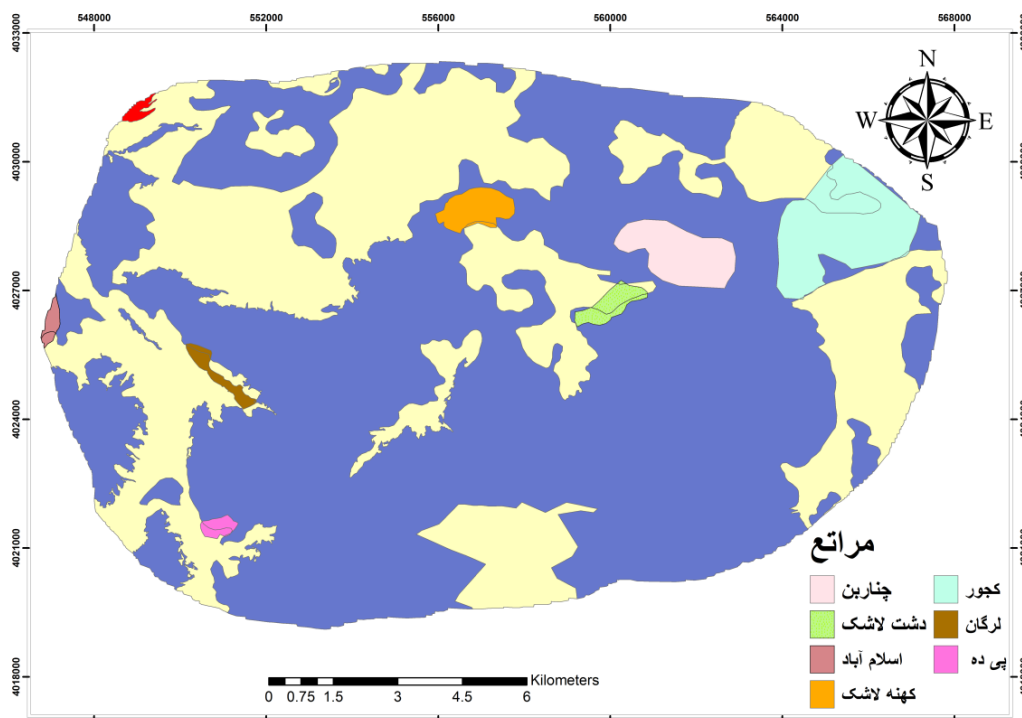
جدول ۲- مساحت طبقات تفرجی منطقه مطالعه شده

Table 2- Area of recreational classes in the study area

ردیف No	طبقات تفرج Recreational classes	مساحت (هکتار) Area (ha)	مساحت (درصد) Area (%)
1	گسترده طبقه 1	22.44	0.61
2	گسترده طبقه 2	14486.95	65.22
3	نامناسب	7590.24	34.17

نقشه تفرج نهایی
با روی هم‌گذاری و تلفیق نقشه تفرج اولیه و نقشه مراتع، نقشه تفرج نهایی به دست آمد (شکل ۵). طبق نقشه تفرج نهایی و جدول ۳، مرتع چنارین با مساحت ۲۹۲/۱۵ هکتار دارای توان تفرج گسترده طبقه دو است، مرتع دشت لاشک با مساحت ۷۹/۷۵ هکتار که ۴۶/۵۱ درصد از آن دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۵۳/۴۹ درصد نامناسب برای تفرج است، همچنین مرتع اسلام‌آباد با مساحت ۲۸/۸۷ هکتار که ۷۵/۲ درصد آن دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۲۴/۹۸ درصد نامناسب برای تفرج است، مرتع کهنه لاشک با مساحت

۱۲۸/۵۶ هکتار که ۹۶/۱۹ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۳/۸۱ درصد نامناسب برای تفرج است، مرتع کجور دارای مساحت ۶۵۲/۷۴ هکتار که ۸۷/۲۴ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۱۲/۷۶ درصد از مرتع نامناسب برای تفرج است، مرتع لرگان دارای مساحت ۵۱/۸۱ هکتار است که ۱۲/۵۴ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۸۷/۴۶ درصد نامناسب برای تفرج است و مرتع پیده با مساحت ۳۱/۹۲ هکتار است که ۵۷/۳۱ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۴۲/۶۹ درصد برای تفرج نامناسب است.



شکل ۵- نقشه تفرج نهایی منطقه مطالعه شده

Figure 5- The final recreational map of the studied area

جدول ۳- مساحت طبقه تفرجی مراتع منطقه مطالعه شده

Table 3- Area of recreational floor of rangelands of the studied area

نام مرتع Name of the rangeland	ردیف Row	طبقات تفرج Recreation classes	مساحت (هکتار) Area (ha)	مساحت (درصد) Area (%)
چناربن	1	گسترده طبقه ۲	292.15	100
دشت لاشک	1	گسترده طبقه ۲	37.09	46.51
	2	نامناسب	42.66	53.49
اسلام‌آباد	1	گسترده طبقه ۲	21.55	75.20
	2	نامناسب	7.13	24.98
کهنه لاشک	1	گسترده طبقه ۲	123.66	96.19
	2	نامناسب	4.90	3.81
کجور	1	گسترده طبقه ۲	569.42	87.24
	2	نامناسب	83.32	12.76
لرگان	1	گسترده طبقه ۲	6.50	12.54
	2	نامناسب	45.31	87.46
پیده	1	گسترده طبقه ۲	18.29	57.31
	2	نامناسب	13.63	42.69

بحث

تابستانه و جهت‌های جنوبی و غربی برای تفرج زمستانه مناسب هستند (Makhdom, 2010). در منطقه مورد مطالعه هر چهار جهت اصلی با سطوح تقریباً برابر مشاهده شده است که نشان‌دهنده مناسب بودن منطقه هم برای تفرج تابستانه و هم برای تفرج زمستانه است اما چون فصل مراجعه به تفرجگاه‌های طبیعی به علت وجود تعطیلات و آب‌وهوای مساعد، بیشتر فصل بهار و تابستان است (Arenberger, 2006)، در این مطالعه نیز جهت‌های شمالی و شرقی در طبقات بالاتر قرار داده شد که این امر با مطالعات Kumari و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. منطقه مطالعه شده دارای تنوع ارتفاعی است به طوری که منطقه در محدوده ارتفاعی ۱۱۷۰ تا بیشتر از ۲۵۷۰ متر از سطح دریا قرار دارد. محققین بسیاری همانند این مطالعه از ارتفاع از سطح دریا به عنوان یک عامل مهم در ارزیابی توان تفرجی استفاده کرده‌اند و مناطقی با ارتفاع کمتر را در طبقه‌ی بالاتر و مناطق مرتفع‌تر را در طبقه پایین‌تر قرار دادند (Gul et al., 2006; Farajzadeh & Karimpanah, 2008; Kumari et al., 2010; Shervani, 2009).

در ارزیابی توان تفرجی به روش سیستمی مخدوم شیب مهمترین فاکتور است به طوری که اگر شیب واحد زیست‌محیطی برای تفرج مناسب نباشد از ارزیابی سایر پارامترها جلوگیری کرده و فرآیند ارزیابی متوقف می‌گردد (Shervani, 2009; Makhdom, 2010). در این مطالعه با توجه به این که حدود ۸۸/۶۶ درصد از سطح منطقه مطالعه شده در طبقه‌های صفر تا ۵۰ درصد (شیب مناسب برای همه فعالیت‌های اکوتوریستی) قرار گرفته است و مساحت اندکی از منطقه ۱۱/۳۴ درصد دارای شیب بالای ۵۰ درصد است؛ می‌توان نتیجه گرفت منطقه ییلاقی کجور از نظر فاکتور شیب برای برنامه‌ریزی تفرجی به ویژه تفرج گسترده در شرایط مطلوبی قرار دارند. در مطالعات Kumari و همکاران (۲۰۱۰) و Aneseyee و همکاران (۲۰۲۲) عوامل طبیعی مانند چشمه و ارتفاع باعث رونق گردشگری معرفی شده است. همچنین لایه شیب به عنوان یک عامل مهم در ارزیابی توان تفرجی به کار رفته است. معمولاً جهت‌های شمالی و شرقی برای تفرج‌های

راه‌های دسترسی می‌توانند باعث افزایش میزان تفرج شوند و اصولاً برنامه‌ریزی تفرجی برای مناطقی که دارای پتانسیل بالقوه تفرجی باشند اما مسیر دسترسی برای آن وجود نداشته باشد، امکان‌پذیر نیست (Shervani, 2009). نتایج این تحقیق نیز مؤید همین موضوع بوده و با مطالعات Mahmodi (۲۰۰۶) و Takihkha (۲۰۰۸) مطابقت دارد. Gul و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقات خود به این نتیجه دست یافتند که در مناطقی که جاده‌ها وجود دارند پتانسیل جذب گردشگر بالاست. فاصله از مناطق مسکونی و مراکز جمعیتی مانند شهرها موجب افزایش مسافت و هزینه دسترسی شده که این منجر به کاهش تقاضای تفرجی می‌گردد. در مطالعات Shervani (۲۰۰۹)، Karami (۲۰۱۰) و Sohrab (۲۰۱۱) نیز به تأثیر فاصله از مراکز جمعیتی اشاره شده است.

در ارزیابی توان سرزمین برای اکوتوریسم (طبیعت‌گردی)، در منطقه مطالعه شده، سنگ آهک فوزولین‌دار، سنگ آهک چرت‌دار، سنگ آهک دولومیتی در طبقه اول، سنگ آهک مارنی، سنگ آهک ورقه‌ای، آهک خاکستری خوب لایه‌بندی شده در طبقه دوم، ماسه‌سنگ کوارتزیتی، روانه‌های بازی در طبقه سوم، شیل و نهشته‌های تفکیک نشده در طبقه چهارم قرار داده شد. Ahmadsani و همکاران (۲۰۱۱)، Kazemi Poorsaba (۲۰۱۴) و Mancin و همکاران (۲۰۲۲) نیز در مطالعات خود به اهمیت سنگ‌شناسی منطقه در تفرج پرداختند.

گسل و دکل برق فشار قوی از جمله عوامل محدودکننده در منطقه هستند که منجر به کاهش تفرج می‌گردند؛ بنابراین مناطقی با فاصله بیشتر تا گسل و دکل برق فشار قوی در طبقه بالاتر و فاصله کمتر تا گسل و دکل برق فشار قوی در طبقه پایین‌تر قرار می‌گیرند. مطالعات Dai و همکاران (۲۰۰۱)، Ismaili Sorbonne (۲۰۱۳) و Abbaspour و Qaraguzlu (۲۰۰۵) نیز همانند این مطالعه فاصله از گسل و دکل برق را مورد توجه قرار دادند.

منابع آب و جاده در دسترس از جمله عوامل مهم

Ildermi (۲۰۱۶) هم مناطق کم ارتفاع و شرایط آب و هوایی مناسب را برای توسعه گردشگری مؤثر معرفی کردند. پوشش گیاهی و درختی نقش مهمی در جذب گردشگر دارد که توسط محققین زیادی به عنوان یک عامل مهم در ارزیابی قابلیت تفرجی به کار گرفته شده است (Farajzadeh & Karimpanah, 2008; Kumari, 2010; Sanaee et al., 2010; Shervani, 2009).

در این مطالعه نیز پوشش گیاهی به عنوان یک عامل مهم در قابلیت‌سنجی تفرجی منطقه به کار گرفته شد. نتایج بررسی نقشه پوشش گیاهی نشان داد که بیشتر سطح منطقه (۳۱/۴۳ درصد) شامل اراضی زراعی و باغ‌هاست که باعث نامناسب بودن منطقه برای تفرج است و بقیه سطح منطقه با پوشش جنگل و مرتع با تراکم تاج‌پوشش بین پنج تا ۵۰ درصد برای تفرج گسترده طبقه یک و دو مناسب است که این مطالعه با نتایج Parvar و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد. با توجه به اینکه خاک‌های لومی خاک‌های بسیار مناسبی برای تفرج است (Takhkha, 2008; Mahmoudi, 2007) در منطقه مورد مطالعه محدودیتی در بافت خاک برای کاربری اکوتوریسم وجود ندارد و در مطالعات Farajzadeh و Karimpanah (۲۰۰۸)، Kumari و همکاران (۲۰۱۰)، Takihkha (۲۰۰۸) و Babaie-Kafaky و همکاران (۲۰۰۹) نیز خاک به عنوان یک عامل مهم در ارزیابی قابلیت تفرجی به کار رفته است.

منابع آبی در شکل‌گیری جریان گردشگری در یک مکان بسیار مؤثر بوده و بر جاذبه توریستی منطقه به میزان زیادی می‌افزاید. چشمه‌ها محل تأمین آب شرب، استراحت و ارزش چشم‌انداز برای همه طبقات سنی هستند (Shervani, 2009). در این مطالعه نیز فاصله از منابع آبی به عنوان یک عامل مهم در ارزیابی توان تفرجی منطقه به کار گرفته شد. نتایج مطالعات Mahmoudi (۲۰۰۷)، Takihkha (۲۰۰۸) و Ahmadsani و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان دادند که فاصله از منابع آبی یکی از عوامل کلیدی در ارزیابی توان تفرجی است.

شرایط تفریحی بهترین شرایط تفرجگاهی را داراست؛ بنابراین می‌توان مراتع منطقه به جزء مراتع دارای ارتفاع و شیب زیاد به خصوص مراتع چناربن را برای گردشگری پیشنهاد کرد و اقدامات عملی و مدیریتی لازم برای این منظور را به بهره‌برداران آن آموزش داد. این امر در کنار مدیریت اصولی به استفاده از توان بالقوه طبیعت‌گردی منطقه می‌انجامد و کمک درآمدی برای بهره‌برداران مراتع محسوب می‌شود. ارزیابی پتانسیل طبیعت‌گردی با استفاده از مدل مخدوم صورت گرفته است. با توجه به نتایج پیشنهاد می‌شود از آنجایی که بررسی پتانسیل طبیعت‌گردی کمتر در مراتع ایران انجام شده است مطالعات مشابهی برای مراتع مختلف صورت گیرد. همچنین توصیه می‌گردد این تحقیق با روش‌های دیگر نیز بررسی شود تا بهترین روش ارزیابی پتانسیل طبیعت‌گردی تعیین گردد.

سپاسگزاری

با تشکر از اساتید راهنما و همه عزیزان که در راستای تکمیل اطلاعات این تحقیق ما را همیاری کردند.

محدودکننده توریست در مراتع به شمار می‌آیند. Riahi Khoram و Mahjoub (۲۰۰۷) در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که فاصله از منابع آبی به عنوان یک عامل محدودکننده در جذب گردشگر است. Vrise و Goossen (۲۰۰۲)، Jim و Wendy (۲۰۰۶) و Eskandari و همکاران (۲۰۰۸) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که جاده و مسیرهای دسترسی از عوامل محدودکننده بوده که در بازدید گردشگران تأثیر منفی گذاشته است؛ اما در منطقه مطالعه شده در این تحقیق این عوامل نیز جزء عوامل محدودکننده نبوده و در واقع مشکلی نداشتند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از تعیین پتانسیل منطقه نشان داد که این منطقه دارای قابلیت تفریحی گسترده طبقه یک و دو است به طوری که ۶۵/۸۳ درصد منطقه دارای قابلیت تفریحی و ۳۴/۱۷ درصد از منطقه برای تفرج نامناسب هستند که علت آن شیب بالا، ارتفاع بالا و وجود اراضی زراعی و باغ‌ها در منطقه است. همچنین در بین هفت مرتع مطالعه شده، مرتع چناربن به دلیل داشتن تمام

References

- Abbasi, S., Mirdamadi, S. M., Najafabadi, M. O. & Hoseini, S. J. F. (2022). Designing a model of rural ecotourism entrepreneurship development with qualitative approach. *Geography and Development Iranian Journal*, 20(66), 103-126. Doi: 10.22111/J10.22111.2022.6716. (In Persian)
- Abbaspour, M. & Gharagozlou, A. (2005). Urban planning using environmental modeling and GIS/RS: A case study from Tehran. *Environmental Quality Management*, 14(4), 63-72.
- Abdolreza Farajirad, A. & Aghajani, S. (2010). New analyses about tourism and the types of its classification. *Territory*, 6(23), 61-72. (In Persian)
- Ahmadi Sani, N., Babai Kafaki, S. & Mataji, A. (2011). Ecological possibility of ecotourism activities in the northern Zagros Forests using MCDM, GIS and RS. *Town and Country Planning*, 3(4), 45-64. (In Persian)
- Aneseyee, B. A., Abebaw, A. & Tesfaye Haile, B. (2022). Identification of suitable sites for the community-based ecotourism developments in Abijiata-Shalla Lakes National Park, Ethiopia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 26, 100750.
- Angessa, A. T., Lemma, B., Yeshitela, K. & Endrias, M. (2022). Community perceptions towards the impacts of ecotourism development in the central highlands of Ethiopia: the case of Lake Wanchi and its adjacent landscapes. *Heliyon*, 8(2), e08924. Doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e08924.
- Arnberger, A. (2006). Recreation use of urban forests: An inter-area comparison. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3-4), 135-144. Doi: 10.1016/j.ufug.2006.01.004.
- Babaie-Kafaky, S., Mataji, A. & Sani, N. A. (2009). Ecological capability assessment for multiple-use in forest areas using GIS-based multiple criteria decision making approach. *American Journal of Environmental*

- Sciences*, 5(6), 714-720. Doi: 10.3844/ajessp.2009.714.721.
- Bahadori Meymandi, S. M. A., Daryabari, S. J. & Najafi, A. (2017). The role of tourism in the sustainable development of Ramsar. *New Attitudes in Human Geography (Human Geography)*, 10(2), 147-157. (In Persian)
 - Bazm Ara Belshti, M., Tavakoli, M. & Jafarzadeh, K. (2017). Evaluation of suitable ecotourism development zones in protected areas case study: Khayez protected area. *Planning and Arranging Space*, 20(3), 10.
 - Bunruamkaew, K. & Murayam, Y. (2011). Site suitability evaluation for ecotourism using GIS & AHP: A case study of Surat Thani Province, Thailand. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 21, 269-278.
 - Dai, F. C., Lee, C. F. & Zhang, X. H. (2001). GIS-based geo-environment evaluation for urban land-use planning: a case study. *Engineering Geology*, 61, 257-271.
 - Detailed-executive studies of Kojour Nowshahr, (2011). General Department of Natural Resources of Mazandaran Province-*Nowshahr*, 104.
 - Eskandari, S., Ovladi, J. & Yakhkeshi, A. (2008). *Evaluation of recreational power of Sorkheh Hesar Forest Park based on optimal use using GIS*. Master Thesis in Forestry, Sari Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
 - Farajzadeh Asl, M. & Karimpanah, R. (2008). Analysis of suitable areas for ecotourism development in Kurdistan Province using GIS. *Journal of Natural Geographical Research*, 65, 33-50.
 - Gul, A., M. Orucu. K. & Oznur, K. (2006). An approach for recreation suitability analysis to recreation planning in Golchuk Nature Park. *Journal of Environmental Management*, 1, 606-625.
 - Hatami Kahkesh, I., Dashti, S. & Attar Roshan, S. (2018). Comparison of the efficiency of Makhdoom and FAO ecological models for estimating the ecological potential of agricultural and rangeland use (Case study: Abhar Khuzestan Watershed). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 28(3), 67-78.
 - Heshmati, M., Gheitury, M. & Shadfarb, S. (2022). Factors affecting possibility of ecotourism development and sustaining natural resources using SWOT approach in west Iran. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 10(2), 173-183.
 - Hosseini Tavassol, M., Kokandel, A., Mortezaei Frizehandi, Gh. & Arjomand, M. (2010). Determining the nature tourism site in the rangeland using GIS and the optimal combination of criteria. *Journal of Remote Sensing Application and GIS in Planning*, 1(2), 85-96. (In Persian)
 - Ildoromi, A., Dall Oghli, A. & Ghorbani, M. (2016). Evaluation of the ecological and ecotourism capability of Lashgardar protected area in Malayer. *Geographic Space*, 16(54), 325-347.
 - Ismaili Sorbani, P. (2014). *Investigating the ecotourism potential of Sokotepe Forest Park in Sari using AHP hierarchical analysis method and application of GIS technique*. Master Thesis, Forestry, Yazd Faculty of Natural Resources and Desert Studies.
 - Jim, C. R. & Wendey, Y. (2006). Recreation amenity use and contingent valuation of urban Greenspaces in Guangzhou, China. *Land Space and Urban Planning*, 75(1-2), 81-96.
 - Karami, A. (2010). *Application of land management by system analysis and AHP in forestry, forestry and ecotourism (Case study: Babolrood Watershed)*. M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, Sari University of Science, Agriculture and Natural Resources. (In Persian)
 - Kazemi, M. & Porsba, A. (2014). *Assessing the ecological potential of the northern slopes of Mount Sialan in attracting tourism using GIS*. First National Conference on Geography, Tourism, Natural Resources and Sustainable Development, Tehran. (In Persian)
 - Khalili, Z. (2009). *Determining the ability of the customary nature tourism system of the teapot in the forests of Paveh city using the geographical information system*. Master Thesis, Sari Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian)
 - Kiani Salmi, S., Mousavi, S. H. & Yeganeh Dastgerdi, P. (2018). Spatial planning and feasibility study of nature-prone areas with a land use planning case study: Chaharmahal and Bakhtiari Province. *Journal of Geographical Information (Sepehr)*, 102, 217-227. (In Persian)
 - Kumari, S., Behera, M. D. & Tewari, H. R.

- (2010). Identification of potential ecotourism sites in West District, Sikkim using geospatial tools. *Tropical Ecology*, 51(1), 75-85.
- Mahmoudi, B. (2007). *Assessing the recreational potential of Saman Orfi Manj in the forests of Lordegan city*. Master Thesis in Forestry, Sari Faculty of Natural Resources, Mazandaran University.
 - Makhdoom, M. (2010). *The foundation of land planning*. Ninth edition. University of Tehran Press. (In Persian)
 - Mancini, M. S., Barioni, D., Danelutti, C., Barnias, A., Bracanov, V., Pisce, G. C. & Galli, A. (2022). Ecological Footprint and tourism: Development and sustainability monitoring of ecotourism packages in Mediterranean Protected Areas. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 100513.
 - Parvar, Z. Heshmat nia, B. & Shayesteh, K. (2019). Site suitability evaluation for ecotourism using GIS & AHP: A case study of Hamedan Township. *Quarterly Journal of Environmental Science and Technology*, 21(6), 227-241. (In Persian)
 - Riahi Khoram, M. & Unobtrusive. M. (2008). *Land management and ecotourism in Hamadan Province*. The first national conference on geography and land management, Tehran. (In Persian)
 - Sahani, N. (2021). Application of hybrid SWOT-AHP-Fuzzy AHP model for formulation and prioritization of ecotourism strategies in Western Himalaya, India. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 9(3), 349-362. Doi: 10.1016/j.ijgeop.2021.08.001.
 - Sanaee, M., Fallah Shamsi, S. R. & Ferdowsi AsmanJeerdi, H. (2010). Multi-criteria land evaluation, using WLC and OWA strategies to select a suitable site forage plantation (case study; Zakherd, Fars). *Journal of Rangeland*, 4(2), 216-227. (In Persian)
 - Shervani, Z. (2009). *Comparison of evaluation of recreational potential of Neka-Zalmorud forests by Analytic Hierarchy Process (AHP) and Golz-Demirel and Makhdoom*. Master Thesis, Forestry, Mazandaran University.
 - Sohrab, S. (2011). *Zoning and determining the temporal and spatial priority of recreational activities of Ghaemshahr Talar Forest Park by AHP method*. Master Thesis. Sari Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
 - Soltani, Z. & Noori, S. H. (2010). Assessing the environmental potential of Khansar city in order to develop tourism using GIS. *Journal of Geographical Research*, (99), 77-100. (In Persian)
 - Sour, A. & Heidari Alamdarloo, A. (2012). Determining the suitability of tourism in Poshtkuh rangelands of Yazd using GIS geographical information system. *Iranian Journal of Natural Ecosystems*, 3(2), 71-84. (In Persian)
 - Tavaklan, A. & Nejad Babasharaji, A. (2018). Evaluation of effective factors on improving the tourism industry with emphasis on sustainable income development in the city of Ramsar studied (two projects of hot springs and Ramsar cable car). *Geographical Journal of Tourism Space*, 9(33), 119-133. (In Persian)
 - Tekiyekkhah, J. (2008). *Investigating the recreational potential of Abidar Forest Park using GIS*. Master Thesis, Sari Faculty of Natural Resources, University of Mazandaran. (In Persian)
 - Tola, T. K. (2010). *Geospatial approach for ecotourism development: a case of Bale mountains national park*. Thesis submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for the Award of the Degree of Master of Science in Remote Sensing and Geographical Information Systems (GIS), Addis Ababa University, Faculty of Natural Science, Department of Earth Sciences. 66.
 - Tourism Organization. (2001). An overview of the concept of ecotourism or ecological tourism. Research and Studies Center. *Tourism and Tour*.
 - Vrise, S. & Goossen, M. (2002). Modelling recreational visits to forest and nature areas. *Urban Forestry and Urban Greening*, 1, 5-14. Doi: 10.1078/1618-8667-00002.

Content

Evaluation of Control Strategies for Desertification Using SWOT Model in Yazd-Ardakan Plain

Esmail Heydari Alamdarloo, Hassan Barabadi, Pouyan Dehghan Rahimabadi, Hassan Khosravi and Javad Rafieh Sharifiabad

1-14

Investigation of Wind Erosion Potential in Chahdashi Region of Nehbandan City, South Khorasan Province Using IRIFR.2 Model

Alireza Zarezadeh, Ahmad Pahlavanravi, Morteza Dehghani and Abbas Khaksefidi

15-31

Climatic Analysis, Routing and Simulation of Extreme Dust Storms in the West of Iran (Case Study: Kermanshah Synoptic Station)

Ehsan Tamassoki, Erfan Tamassoki and Ahmad Asadi Meyabadi

33-47

An Analysis of the Consequences of Improper Exploitation of Groundwater Resources in Rural Areas of the Western Basin of Jazmourian Wetland

Moslem Savari and Hamed Eskandari Damaneh

49-60

Investigation of Aluminum Element Changes in Surface and Groundwater of Sarcheshmeh Watershed in Kerman Province

Shahin Aghamirzadeh, Fatemeh Ganjeizadeh Rohani, Hamzah Saediyan and Kamran Ganjeizadeh

61-72

Determining the Potential of Nature Tourism Using System Analysis Method in Kojour Nowshahr Summer Pastures

Somayeh Amiri, Zeinab Jafarian Jeloudar and Shafagh Rastgar

73-87



Journal of Integrated Watershed Management

Vol: 2, No: 1. Spring 2022

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 Zehtabian (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. Ali Salajegheh (Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Tehran, Iran)

Dr. Abolfazl Mosaedi (Professor, Department of Water Science and Engineering Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, 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. Jahangir Porhemmat (Professor, Research Group of Hydrology and Water Resources Development, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, Iran)

Dr. Hamid Reza Pourghasemi (Professor, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, 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)

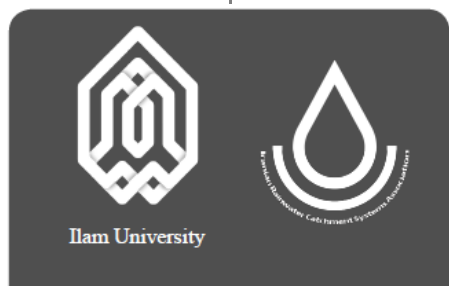
Dr. Pedro J.M. Costa (Assistant Professor, Departamento de Ciencias da Terra, Universidade de Coimbra, Portugal)

Manager: Dr. Mehdi Heydari

Editor (English Version): Mohammad Najafi Shoa

Editor (Persian Version): Dr. Mehdi Heydari; Dr. Noredin Rostami; Dr. Somayeh Hajinia

Cover & Page Designer: Farshad Rahmani



Address: Deputy of Research and Technology, Ilam University, Pajoohesh Bolvd, Ilam- Iran

P. O. Box: 69317-516

Telfax: 0843222703

Email: iwm@ilam.ac.ir

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

Journal of

Integrated Watershed Management



Ilam University

Vol: 2, No: 1. Spring 2022

Online ISSN: 2783-4581

Evaluation of Control Strategies for Desertification Using SWOT Model in Yazd-Ardakan Plain

Esmail Heydari Alamdarloo, Hassan Barabadi, Pouyan Dehghan Rahimabadi, Hassan Khosravi and Javad Rafieh Sharifiabad

1-14

Investigation of Wind Erosion Potential in Chahdashi Region of Nehbandan City, South Khorasan Province Using IRIFR.2 Model

Alireza Zarezadeh, Ahmad Pahlavanravi, Morteza Dehghani and Abbas Khaksefidi

15-31

Climatic Analysis, Routing and Simulation of Extreme Dust Storms in the West of Iran (Case Study: Kermanshah Synoptic Station)

Ehsan Tamassoki, Erfan Tamassoki and Ahmad Asadi Meyabadi

33-47

An Analysis of the Consequences of Improper Exploitation of Groundwater Resources in Rural Areas of the Western Basin of Jazmourian Wetland

Moslem Savari and Hamed Eskandari Damaneh

49-60

Investigation of Aluminum Element Changes in Surface and Groundwater of Sarcheshmeh Watershed in Kerman Province

Shahin Aghamirzadeh, Fatemeh Ganjeizadeh Rohani, Hamzah Saeediyani and Kamran Ganjeizadeh

61-72

Determining the Potential of Nature Tourism Using System Analysis Method in Kojour Nowshahr Summer Pastures

Somayeh Amiri, Zeinab Jafarian Jeloudar and Shafagh Rastgar

73-87