



## ارزیابی کارایی مدل اقلیمی منطقه ای REMO و مدل گردش عمومی جو CanESM2 در پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی (مطالعه موردی: استان اصفهان)

علی سلیمی، طیبه مصباح زاده، آرش ملکیان، مریم میراکبری

۱-۱۵

## تعیین عوامل مؤثر بر مشارکت آبخیزنشینان در طرح‌های آبخیزداری و تحلیل ارتباط آن‌ها (مطالعه موردی: حوضه رودخانه بزرگ نائین استان اصفهان)

حدیثه جیحونی نائینی، علی نجفی نژاد، امیر سعدالدین، ابراهیم امیدوار

۱۶-۳۰

## ارزیابی و تحلیل کمی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی با رویکردهای تصمیم‌گیری چندگانه در محیط فازی

محمد حسن صادقی روش، حسن خسروی

۳۱-۴۷

## مقایسه عملکرد دو تابع سیگموئید و تانژانت هیپربولیک شبکه عصبی مصنوعی در تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان در حوزه آبخیز دریاچه نمک

امیر مرادی نژاد، سعید خسروبیگی

۴۸-۶۱

## مقایسه تاثیر تغییرات روند کاربری اراضی و بارش بر دبی سالانه (مطالعه موردی حوزه آبخیز کیار)

مجتبی رضایی، رضا امیدی پور، اشکان رضایی، محبت نداف

۶۲-۷۴

## نقش آلاینده‌ها بر سلامت و محیط‌زیست با تأکید بر تاب‌آوری اجتماعی (مطالعه بر اساس آلاینده‌ها در شهر اراک)

فاطمه موسوی پور، آزاده کاظمی، مهرداد هادی پور، امیر هدایتی آقمشهدی

۷۵-۹۳



## فصلنامه علمی

# مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز

سال دوم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۱

شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۵۸۱

صاحب امتیاز: دانشگاه ایلام با همکاری انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبخیز ایران

مدیر مسئول: دکتر نورالدین رستمی

سر دبیر: دکتر حاجی کریمی

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

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

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

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

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

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

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

مدیر داخلی: دکتر مهدی حیدری

ویراستار انگلیسی: محمد نجفی شعاع

ویراستار فارسی: دکتر مهدی حیدری، دکتر نورالدین رستمی، دکتر نگار صادقی نژاد

صفحه آرا و طراح جلد: مهندس فرشاد رحمانی

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

تلفکس: ۰۸۴۳۲۲۲۲۷۰۳

صندوق پستی: ۵۱۶-۶۹۳۱۵

پست الکترونیک: [iwm@ilam.ac.ir](mailto:iwm@ilam.ac.ir)

وب سایت مجله: <http://iwm.ilam.ac.ir>





ارزیابی کارایی مدل اقلیمی منطقه ای REMO و مدل گردش عمومی جو CanESM2 در پیش بینی پارامترهای اقلیمی (مطالعه موردی: استان اصفهان)

علی سلیمی، طیبه مصباح زاده، آرش ملکیان، مریم میراکبری

۱-۱۵

تعیین عوامل مؤثر بر مشارکت آبخیزنشینان در طرح‌های آبخیزداری و تحلیل ارتباط آن‌ها (مطالعه موردی: حوضه رودخانه بزرگ نائین استان اصفهان)

حدیثه جیحونی نائینی، علی نجفی نژاد، امیر سعدالدین، ابراهیم امیدوار

۱۶-۳۰

ارزیابی و تحلیل کمی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی با رویکردهای تصمیم‌گیری چندگانه در محیط فازی

محمد حسن صادقی روش، حسن خسروی

۳۱-۴۷

مقایسه عملکرد دو تابع سیگموئید و تانژانت هیپربولیک شبکه عصبی مصنوعی در تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان در حوزه آبخیز دریاچه نمک

امیر مرادی نژاد، سعید خسروبیگی

۴۸-۶۱

مقایسه تاثیر تغییرات روند کاربری اراضی و بارش بر دبی سالانه (مطالعه موردی حوزه آبخیز کیار)

مجتبی رضایی، رضا امیدی پور، اشکان رضایی، محبت نداف

۶۲-۷۴

نقش آلاینده‌ها بر سلامت و محیط‌زیست با تأکید بر تاب‌آوری اجتماعی (مطالعه بر اساس آلاینده‌ها در شهر اراک)

فاطمه موسوی پور، آزاده کاظمی، مهرداد هادی پور، امیر هدایتی آقمشهدی

۷۵-۹۳



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

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

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

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

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

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

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

## ۲. نکات قابل توجه نویسندگان برای نگارش

### مقاله

#### ۱-۲. ساختار مقاله

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

## ۱. نکات قابل توجه نویسندگان پیش از نگارش

### مقاله

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

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

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

۱-۴. نام و مشخصات نگارندگان باید به‌طور 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](http://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 پُر کردن مطالب دوری کند.

### ۲-۲-۱. چکیده

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

### ۲-۲-۲. واژه‌های کلیدی

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

### ۲-۲-۳. مقدمه

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

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

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

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

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

**۲-۲-۴. مواد و روش‌ها**

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

**۲-۲-۵. نتایج**

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

**۲-۲-۶. بحث**

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

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

**۲-۲-۷. نتیجه‌گیری کلی**

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

**۲-۲-۸. سپاسگزاری**

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

**۲-۲-۹. نحوه ارجاع به منابع در متن**

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

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

#### الف) کتاب

نام خانوادگی نویسنده اول، نام نویسنده اول؛ نام خانوادگی نویسنده دوم، نام نویسنده دوم و نام خانوادگی نویسنده چندم، نام نویسنده چندم. (سال انتشار). عنوان کتاب (به صورت 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 نشریات

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

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

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

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

#### ۲-۲-۱۰. منابع پایانی

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

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

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

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

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

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

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

- Thresholds in Geomorphology*. (pp. 75-101)
- (د) نمونه تنظیم یک سند از یک کنفرانس
- Rostami, N. (2014). *Extraction of rainfall temporal patterns using Monte Carlo simulation technique (case study: Joustan Watershed, Iran)*. Second National Conference on Water Crisis, Shahrekord. September 9-10. (In Persian)
- ۱۱-۲-۲. 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”
- 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 Titr 14 و سایر عناوین با قلم B Nazanin 14 Bold تنظیم شوند. منابع پایانی با قلم Times New Roman 11 نوشته شوند. عناوین شکل‌ها و جدول‌ها به دو صورت فارسی (B Nazanin 11 به صورت Bold) و انگلیسی (Times New Roman 10 به صورت Bold) نوشته شود. اعداد داخل جدول‌ها به صورت انگلیسی (Times New Roman 9) 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](https://doi.org/10.1007/s40996-020-00424-7).
- Rostami, N. & Fathizad, H. (2021). Spatial and temporal changes of land uses and its relationship with surface temperature in western Iran. *Atmosfera*. <https://doi.org/10.20937/ATM.52985>
- (د) پایان‌نامه و رساله
- 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 منتشر شده 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.),

## 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](http://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 ۳۰۰ dpi) و شماره و عنوان آن‌ها در پایین آورده شود.

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

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

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

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

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

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

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.

سامانه نشریه مراجعه کند و اگر تأخیری در فرآیند داوری (بیش از یک ماه) مشاهده کرد از طریق پست الکترونیکی یا تماس تلفنی با نشریه روند بررسی مقاله را پیگیری کند.

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 نویسندگان می‌توانند فایل آماده شده را از کارشناس نشریه دریافت کنند 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 نویسندگان می‌توانند وضعیت مقاله خود را با عنوان مقاله منتشر شده به صورت الکترونیکی مشاهده کنند.

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 نشریه 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.

### پیگیری فرایند انتشار مقاله

۱-۵. در صورت تأیید سردبیر و ارسال مقاله به داوری، نویسنده مسئول به صفحه شخصی خود در

## Evaluation of the efficiency of REMO regional climate model and CanESM2 general circulation model in predicting climatic parameters (Case study: Isfahan province)

Ali Salimi<sup>1</sup>, Tayyeb Mesbahzadeh<sup>2\*</sup>, Arash Malekian<sup>2</sup> and Maryam Mirakbari<sup>3</sup>

1- Graduated of Desert Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Department of Rehabilitation of Dry and Mountainous regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran

3- Postdoctoral researcher, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran

\* Corresponding author: tmesbah@ut.ac.ir

(Received: 02 June 2022

Revise: 10 July 2022

Accepted: 11 July 2022)

### Extended Abstract

**Introduction:** The increase in greenhouse gases in recent decades and the resulting increase in temperature have upset the balance of the Earth's climate system and caused widespread climate change in most parts of the world. According to the definition of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2013), climate change is a change in the state of a climate in which its mean or changeable characteristics change for decades or longer. Therefore, forecasting climate variables in the future is necessary to consider measures to reduce the effects of climate change. Climate models are good tools for assessing the climate in the future. These models simulate climatic parameters in the future by different scenarios of radiation induction. Selecting an appropriate climate model is essential for predicting and simulating climate data in the future, as well as evaluating changes in climate parameters in the future. An overview of studies conducted on the application of climate change models in the country indicates that in most studies, the application of atmospheric circulation models has been studied and regional models have been evaluated less. Therefore, in this study, two models of general circulation of atmosphere and region in Isfahan province are compared.

**Materials and methods:** Isfahan province, with an area of 107018 square kilometers, is located between 30 degrees and 43 minutes to 34 degrees and 37 minutes north latitude of the equator and 49 degrees and 38 minutes to 55 degrees and 32 minutes east longitude of the Greenwich meridian. The climate of Isfahan province is generally temperate and dry. In this research, daily observational data including rainfall, average temperature and average wind speed from the Meteorological Organization, data predicted by REMO model in the base period 1991-2005 and the future period 2020-2100 for the parameters of rainfall, average temperature and wind speed from the base CORDEX data and three types of inputs were used to model climate variables by CanESM2 model. These inputs include daily precipitation data, mean temperature and mean wind speed of the synoptic station, open atmosphere analysis data (NCEP) and CanESM2 model data. To evaluate the efficiency of the models in the study area, the observational data and the data predicted by the models in the common statistical period by the statistical criteria of Percentage coefficient (PBIAS), Nash-Sutcliffe coefficient (NSE), standard ratio root (RSR), explanation coefficient ( $R^2$ ) and square error (RMSE) were assessed. Also, in order to better evaluate the performance of the models, the data simulated by the models were compared with the observational data by months.

**Results and Discussion:** The results of this study for the REMO regional climate model showed that this model is not suitable for simulating the rainfall parameter in Isfahan, Airport, Kashan and Golpayegan stations, nor is it suitable for simulating the average temperature parameter in Isfahan, Golpayegan, Nain and Kashan stations. In these stations, on average, the values simulated by the model for the precipitation parameter are more than the observational values and for the average temperature parameter are less than the observational values. In other studied stations, the values simulated by the model for rainfall parameters and average temperature have an acceptable agreement with the observational data. Also, the correlation of the simulated values of the model with the observational data for the wind parameter indicates that this model is not suitable for predicting wind data in the study area and the values simulated by the model are on average higher than the observational data in the period. The results of the CanESM2 atmospheric circulation model showed that the SDSM model has a high efficiency for modeling and exponential microscale in the study area. The results also showed that this model has a high efficiency for simulating the parameters of average temperature and wind speed relative to rainfall in the study area, which can be due to the presence of zero values in the data series. The results of rainfall parameter statistical criteria showed that the CanESM2 model in Daran, Isfahan, Khor and Biabank, Nain and Natanz stations is suitable for simulating rainfall in the future. Also, the results of the statistical criteria and simulated data of the model in the joint period for temperature and wind parameters showed high agreement with the observational data.

**Conclusion:** Climate models are appropriate tools for assessing the climate in the future. In this study, the efficiency of REMO regional climate models and the general CanESM2 atmospheric model were investigated. The results showed that the REMO climate model does not have the appropriate efficiency to simulate rainfall, average and wind speed in the study area, but CanESM climate model has high efficiency to simulate average and wind speed in the region. It can therefore be used as a suitable model for forecasting future climate in the study area.

**Keywords:** Climate Change, Regional Climate Model, Climate Public Atmospheric Climate Model, CanESM2, REMO

Citation: Salimi, A., Mesbahzadeh, T., Malekian, A., & Mirakbari, M. (2022). Evaluation of the efficiency of REMO regional climate model and CanESM2 general circulation model in predicting climatic parameters (Case study: Isfahan province). *Integrated Watershed Management*, 2(2), 1-15. doi: 10.22034/iwm.2022.554926.1033

### 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 کارایی مدل اقلیمی منطقه‌ای REMO و مدل گردش عمومی جو CanESM2 در پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی (مطالعه موردی: استان اصفهان)

علی سلیمی<sup>۱</sup>، طیبه مصباح‌زاده<sup>۲\*</sup>، آرش ملکیان<sup>۲</sup>، مریم میراکبری<sup>۳</sup>

- ۱- دانش‌آموخته مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
 ۲- دانشیارگروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
 ۳- پژوهشگر پسادکتری، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران  
 \*نویسنده مسئول: tmesbah@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۲

### چکیده

افزایش گازهای گلخانه‌ای در چند دهه اخیر و افزایش دمای ناشی از آن باعث برهم خوردن تعادل سیستم اقلیمی کره زمین گردیده و تغییرات اقلیمی گسترده‌ای را در اغلب نواحی کره زمین موجب شده است. ایران جزو کشورهایی است که ضریب تأثیرپذیری آن از تغییرات اقلیمی بالاست. امروزه، مدل‌های اقلیمی یکی از متداول‌ترین و مناسب‌ترین روش‌ها برای ارزیابی اقلیم آینده می‌باشند. در این مطالعه کارایی مدل‌های اقلیمی منطقه‌ای REMO و مدل گردش عمومی جو CanESM2 در استان اصفهان بررسی گردید. بدین صورت که داده‌های مدل اقلیمی منطقه‌ای REMO و داده‌های مدل گردش عمومی جو CanESM2 با داده‌های مشاهداتی ایستگاه‌ها توسط معیارهای آماری درصد ضریب اریبی (PBIAS)، ضریب ناش-ساتکلیف (NSE)، جذر نسبت استاندارد (RSR)، ضریب تبیین ( $R^2$ ) و مجذور مربعات خطا (NRMSE) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مدل REMO برای پیش‌بینی پارامتر بارندگی در ایستگاه‌های اردستان، داران، کبوترآباد، نائین، نطنز و شهرضا همچنین برای پارامتر دما در ایستگاه‌های داران، کبوترآباد، خور، فرودگاه، نطنز و شهرضا کارایی قابل قبول و در سایر ایستگاه‌ها دارای کارایی غیرقابل قبول می‌باشد. همچنین برای پارامتر باد در تمامی ایستگاه‌ها کارایی غیرقابل قبول می‌باشد. نتایج مدل اقلیمی CanESM2 نشان داد که ایستگاه‌های داران، اصفهان، خور، نائین و نطنز جهت شبیه‌سازی مقادیر بارندگی در آینده مناسب می‌باشد. همچنین نتایج برای پارامترهای دما و باد تطابق بالایی را با داده‌های مشاهداتی نشان می‌دهد و می‌تواند جهت شبیه‌سازی در دوره آینده استفاده گردد. به طور کلی نتایج تحقیق نشان داد که مدل CanESM2 از کارایی بالایی برخوردار است و می‌تواند به عنوان مدلی مناسب جهت پیش‌بینی اقلیم در دوره آینده در منطقه مورد مطالعه مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: معیارهای آماری، ضریب تأثیرپذیری، ضریب تبیین ( $R^2$ )، درصد ضریب اریبی (PBIAS)، ضریب ناش-ساتکلیف (NSE)

استناد: سلیمی، علی، مصباح‌زاده، طیبه، ملکیان، آرش، میراکبری، مریم. (۱۴۰۱). ارزیابی کارایی مدل اقلیمی منطقه‌ای REMO و مدل گردش عمومی جو CanESM2 در پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی (مطالعه موردی: استان اصفهان). مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۲(۲)، ۱-۱۵.

### 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 به صورت آزاد در وبسایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

## مقدمه

امروزه تغییر اقلیم و پیامدهای ناشی از آن خصوصاً گرم شدن کره زمین، به عنوان بزرگترین معضل قرن بیست و یکم مطرح است، به طوری که طی چند سال اخیر همواره یکی از محورهای اصلی سران کشورهای صنعتی مسئله تغییر اقلیم بوده است (Andersen et al., 2006). بر اساس تعریف هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC<sup>1</sup>, 2013)، تغییر اقلیم مربوط به تغییر حالتی از اقلیم است که در آن میانگین یا خصوصیات قابل تغییر آن برای مدت چند دهه یا طولانی‌تر دچار تغییر می‌شود. طبق گزارش ارزیابی پنجم هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم دمای کره زمین ۰/۸۵ درجه از سال ۱۸۸۰ تا ۲۰۱۲ افزایش یافته است (IPCC, 2013). طبق پیش‌بینی‌های گزارش پنجم IPCC، افزایش دمای سطح زمین در پایان قرن ۲۱، بیش از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به دوره ۱۸۵۰ تا ۱۹۰۰ برای اکثر سناریوها است و احتمالاً برای بسیاری از سناریوها ۲ درجه سانتی‌گراد خواهد بود (Moss et al., 2010). فرآیند تغییر اقلیم به‌ویژه تغییرات دما و بارش مهمترین بحث مطرح در قلمرو علوم محیطی می‌باشد. این پدیده به دلیل ابعاد علمی و کاربردی (اثرات محیطی و اقتصادی-اجتماعی) آن از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار است، چرا که سیستم‌های انسانی وابسته به عناصر اقلیمی مانند کشاورزی، صنایع و امثال آن بر مبنای ثبات و پایداری اقلیم طراحی شده و عمل می‌نمایند (Xu & Xu, 2012). از این رو پیش‌بینی متغیرهای اقلیمی در دوره آینده برای در نظر گرفتن اقداماتی جهت کاهش اثرات تغییر اقلیم امری ضروری می‌باشد.

مدل‌های اقلیمی ابزارهای مناسبی جهت ارزیابی اقلیم در دوره آینده می‌باشند. این مدل‌ها توسط سناریوهای مختلف واداشت تابشی پارامترهای اقلیمی در دوره آینده را شبیه‌سازی می‌کنند (Miao et al., 2013). یکی از متداول‌ترین و مناسب‌ترین روش‌ها برای ارزیابی اقلیم آینده، استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو (GCM<sup>2</sup>) می‌باشد. مدل‌های گردش عمومی جو از سال ۱۹۵۰ توسط مؤسسات تحقیقاتی مختلف آب و هوایی برای پیش‌بینی آب و هوا آینده در کل جهان مورد استفاده قرار گرفته است (Aghakhani et al., 2016, Hoshyar et al., 2018)؛ اما ضعف عمده این مدل‌ها، قدرت تفکیک مکانی کم و ساده‌سازی‌هایی است که برای فرآیندهای اقلیمی در نظر می‌گیرند. برای فائق آمدن به ضعف قدرت تفکیک پایین لازم

است خروجی این مدل‌ها قبل از استفاده در مطالعات ارزیابی اثرات تغییر اقلیم، ریزمقیاس شوند.

روش‌های ریزمقیاس‌نمایی معمولاً به دو دسته آماری و دینامیکی تقسیم می‌شوند (Abassi et al., 2010). روش آماری به متغیرهای کمتری نسبت به سایر روش‌ها احتیاج داشته و به همین دلیل در کاربردهای علوم آب بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Alizadeh et al., 2010). در روش آماری ریزمقیاس‌نمایی، ارتباط تجربی/آماری بین متغیرهای بزرگ‌مقیاس و محلی برقرار می‌شود. این روش‌ها سریع‌تر و به شدت محاسباتی هستند. با استفاده از روش‌های آماری متغیرهای اقلیمی در مقیاس جهانی همانند میانگین فشار سطح دریا، باد ناحیه‌ای، دما، ارتفاع ژئوپتانسیل و... با متغیرهای مقیاس محلی/منطقه‌ای جفت می‌شوند (Wetterhall et al., 2006). اساس روش‌های آماری بر پایه روابط رگرسیونی می‌باشد. از بین روش‌های آماری ریزمقیاس‌نمایی، SDSM تاکنون به‌طور گسترده‌ای جهت ریزمقیاس‌نمایی متغیرهای اقلیمی، در سرتاسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Huang et al., 2011) که از ترکیب دو روش رگرسیون خطی چندگانه و مولد آب و هوایی آماری استفاده می‌کند (Gebremeskel et al., 2005). با این حال این مدل‌ها در هنگام پیش‌بینی تغییرات اقلیمی در مقیاس محلی به دلیل وضوح فضایی کم دارای محدودیت‌هایی هستند (Dibaba et al., 2019)؛ بنابراین برنامه تحقیقات جهانی آب و هوا در سال ۲۰۰۹ جهت ارائه یک چهارچوب هماهنگ برای ارزیابی و اصلاح کاهش مقیاس آب و هوا مدل‌های منطقه‌ای را ارائه کرد.

مدل‌های اقلیمی منطقه‌ای، خروجی مدل‌های جو را با استفاده از روش‌های آماری و برقراری همبستگی آماری بین خروجی مدل‌های گردش عمومی جو در گذشته با داده‌های دوره آماری ایستگاه هواشناسی واقع در شبکه مدل اقلیمی به نحوی ریزمقیاس می‌نماید که به مقادیر مشاهداتی در مقیاس ایستگاهی شباهت زیادی داشته باشد. در ادامه، برخی از تحقیقاتی که در زمینه تغییر اقلیم انجام شده‌اند بررسی شده است. Gulacha و Mulungu (۲۰۱۷) به منظور ریزمقیاس‌نمایی مدل گردش جهانی به مقیاس‌های محلی در حوضه رودخانه Wami-Ruvu واقع در جمهوری متحد تانزانیا، از مدل SDSM استفاده کردند. بر اساس نتایج به دست آمده در مرحله اعتبارسنجی، عملکرد مدل برای پیش‌بینی داده‌های دما بهتر از بارش بود. با استفاده از مدل واسنجی شده، داده‌های مدل گردش جهانی در مقیاس

<sup>2</sup> General Circulation Model

<sup>1</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change

مدل HADCM3 توانایی لازم را در تولید داده‌های روزانه دارد. Ghonchepur و همکاران (۲۰۱۹) به کارگیری روش غربالگری کمی در مدل ریزمقیاس‌نمایی آماری (SDSM) برای ایجاد سناریوهای تغییر اقلیم در حوضه رودخانه گرگان رود را بررسی کردند. نتایج نشان دهنده کارایی مدل SDSM برای ریزمقیاس‌نمایی خروجی‌های مدل CanESM2 در مقیاس حوضه رودخانه گرگان رود بود. بنابراین، مدل SDSM برای ریزمقیاس‌نمایی متغیرهای یادشده تحت سناریوهای RCP2.6 و RCP8.5 برای سه دوره ۲۰۴۰-۲۰۶۰، ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۰-۲۱۰۰ استفاده شد. همچنین روند تغییرات یادشده در دوره ۲۰۴۰-۲۰۶۰ بررسی شد. بر اساس نتایج مقدار بارش در هر سه دوره زمانی بررسی شده و تحت هر دو سناریو افزایش می‌یابد. Ebrahimi Khusfi و Mirakbari (۲۰۲۱) در تحقیقی به ارزیابی کارایی مدل گردش عمومی CanESM2 و مدل منطقه‌ای REMO به منظور پیش‌بینی تغییرات ویژگی‌های اقلیمی در آبخیز جازموریان پرداختند. نتایج نشان داد که مدل CanESM2 عملکرد بهتری از مدل منطقه‌ای REMO برای پیش‌بینی ویژگی‌های اقلیمی دارد. Zakeri Anaraki و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی شبیه‌سازی مؤلفه‌های اقلیمی دمای حداکثر و حداقل با استفاده از خروجی مدل CanESM2 در دوره‌های آبی در دشت میمه استان اصفهان پرداختند. نتایج آنها نشان از توانایی بالای مدل SDSM در مدل‌سازی دمای حداکثر و حداقل در دوره پایه می‌باشند. مطالعات صورت گرفته نشان از افزایش دمای اتمسفر دارد که باعث کاهش مقدار بارندگی و وقوع خشکسالی‌های طولانی به خصوص در نواحی خشک و نیمه‌خشک می‌شود. همچنین افزایش روزافزون گازهای گلخانه‌ای در طی قرن ۲۱ اثرات تغییر اقلیم را تشدید خواهد کرد. انتخاب مدل اقلیمی مناسب جهت پیش‌بینی و شبیه‌سازی داده‌های اقلیمی در دوره آینده و همچنین ارزیابی تغییرات پارامترهای اقلیمی در دوره آبی جهت جلوگیری از پیامدهای سوء اقلیمی امری ضروری می‌باشد. بررسی اجمالی مطالعات انجام شده در زمینه کاربرد مدل‌های تغییر اقلیم در کشور حاکی از آن است که در اکثر مطالعات به کاربرد مدل‌های گردش عمومی جو پرداخته شده است و مدل‌های منطقه‌ای کمتر مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. همچنان که اشاره شد اکثر مطالعات به ارزیابی جداگانه مدل‌ها پرداخته‌اند و مطالعات اندکی در رابطه با ارزیابی کارایی دو مدل منطقه‌ای و گردش عمومی جو به طور هم‌زمان صورت گرفته است. لذا در این مطالعه به مقایسه دو مدل گردش عمومی جو و منطقه‌ای در استان اصفهان پرداخته می‌شود. همچنان که تاکنون مطالعه‌ای در این زمینه در استان اصفهان انجام نشده است.

محلی ریزمقیاس شدند. Almazroui و همکاران (۲۰۱۷) عدم قطعیت تغییرات دما و بارندگی شبیه‌سازی شده توسط مدل‌های گزارش ارزیابی پنجم تحت سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 را در عربستان بررسی کردند. نتایج این بررسی نشان داد بارندگی در برخی از نقاط عربستان روند افزایشی و در برخی دیگر روند کاهشی خواهد داشت در حالی که دما در کل منطقه روند افزایشی دارد. Secci و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر خشکسالی آب‌های زیرزمینی در شمال توسکانی (ایتالیا) پرداختند و دریافتند که با استفاده از روابط SGI-SPI انتظار تغییرات جزئی در دسترسی به آب‌های زیرزمینی در آینده وجود دارد. با این حال، در یک سناریوی گرمایش جهانی، تأثیر دما بر پدیده‌های تبخیر و تعرق را نمی‌توان نادیده گرفت و به همین دلیل روابط SGI-SPEI برای پیش‌بینی خشکسالی آب‌های زیرزمینی مناسب‌تر به نظر می‌رسد. با توجه به این روابط، اثرات منفی بر سطح آب‌های زیرزمینی تقریباً در تمام چاه‌ها برای آینده برآورد می‌شود. برای سناریوی RCP 4.5، بیشترین کاهش در سطح آب‌های زیرزمینی در بازه زمانی میان مدت انتظار می‌رود، در حالی که برای سناریوی RCP 8.5، سطح آب زیرزمینی به طور قابل توجهی در آینده بلندمدت کاهش خواهد یافت.

Zhuo و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی تغییرات پتانسیل انرژی بادی بر روی چین با استفاده از یک مجموعه مدل آب و هوای منطقه‌ای پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که بیشتر مدل‌ها می‌توانند الگوهای مکانی-زمانی را بازتولید کنند و شبیه‌سازی منطقه شرقی بهتر از منطقه غربی است. علاوه بر این اکثر مدل‌های با وضوح بالا عملکرد بهتری برای شبیه‌سازی الگوهای مکانی-زمانی و تغییرات سالانه داشتند. کاهش سرعت باد در آینده توسط اکثر RCM ها بر روی چین پیش‌بینی می‌شود، اگرچه برخی از مناطق، مانند بخش‌های جنوبی چین، پتانسیل انرژی بادی بیشتری دارند. همچنین درصد تغییرات میانگین سالانه سرعت باد در محدوده  $\pm 4$  درصد باقی خواهد ماند. Yosefi و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی به بررسی کارایی مدل ریزمقیاس‌نمایی آماری (SDSM) در شبیه‌سازی و پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی ایستگاه سینوپتیک کرج پرداختند. نتایج معیارهای آماری ارزیابی کارایی مدل رگرسیون خطی چندمتغیره نشان داد توانایی این مدل در شبیه‌سازی بارندگی و دما ایستگاه کرج نسبتاً قابل‌قبول و با داده‌های مشاهداتی مطابقت دارد. Jahangir و همکاران (۲۰۱۸) روند تغییرات پارامترهای اقلیمی شهرستان بروجرد در ۲۰ سال آبی را با استفاده از مدل HADCM3 بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که



### مدل گردش عمومی جو و مدل منطقه‌ای

در این پژوهش داده‌های ریزمقیاس شده پایگاه داده CORDEX و مدل REMO به عنوان مدل منطقه‌ای مورد استفاده قرار گرفتند. در پروژه CORDEX، مراکز مدل‌سازی آب و هوایی در سراسر جهان برای اجرا و شبیه‌سازی با مدل‌های منطقه‌ای آب و هوا در محدوده‌های مشخص، تعیین شدند. پروژه CORDEX توسط برنامه آب و هوای جهانی (WCRP) پشتیبانی می‌شود و به منظور توسعه چارچوبی مؤثر، برای تولید پیش‌بینی‌های آب و هوایی جهت ارزیابی اثرات و مطالعات سازگاری در سراسر جهان، در جدول زمانی IPCC AR5 فراتر از آن می‌باشد. علاوه بر مدل‌های منطقه‌ای در این مطالعه از نسل دوم مدل کانادایی سیستم زمین یا CanESM2<sup>1</sup> که توسط CCCma<sup>2</sup> ارائه شده است به عنوان مدل گردش عمومی جو (GCM) استفاده گردید. اگرچه مدل‌های GCM برای بررسی پیش‌بینی تغییرات اقلیمی آینده مناسب هستند، خروجی آن‌ها بر اساس شبکه‌های بزرگ مقیاس ۲۵۰ تا ۶۰۰ کیلومتری می‌باشند (Gebremeskel *et al.*, 2005). به دلیل تفکیک مکانی بالا خروجی این مدل‌ها برای بررسی اثرات تغییر اقلیم در مقیاس منطقه‌ای قابل کاربرد نمی‌باشد. مناسب‌ترین ابزار برای ایجاد ارتباط بین مقیاس منطقه‌ای یا محلی و مدل‌های بزرگ مقیاس GCM ریزمقیاس‌نمایی می‌باشد. همانطور که اشاره شد خروجی مدل‌های گردش عمومی جو به علت بزرگ مقیاس بودن و یا به بیان دیگر تفکیک مکانی بالا، قابل استفاده در مقیاس منطقه‌ای و یا محلی نمی‌باشند. بدین منظور لازم است رابطه کمی بین متغیرهای بزرگ مقیاس / مدل گردش عمومی جو و متغیرهای مشاهداتی کوچک مقیاس (محلی / منطقه‌ای) ایجاد شود (Wilby *et al.*, 2006). به صورت رابطه (۱) خواهد بود (Dibike & Coulibaly, 2005):

$$Y = f(x) \quad (1)$$

در این رابطه Y متغیر پیش‌بینی کننده، X متغیر پیش‌بینی شونده و f تابع انتقال بوده که به صورت تجربی از داده‌های مشاهداتی به دست می‌آید. در این مطالعه از SDSM5.2 جهت ریزمقیاس‌نمایی داده‌های بارندگی، دما و سرعت باد استفاده شد. SDSM ابزاری است که توسط Wilby و همکاران (۲۰۰۶) جهت ارزیابی تأثیرات تغییر اقلیم منطقه‌ای / محلی با استفاده از تکنیک ریزمقیاس‌نمایی آماری ارائه گردید. این روش دارای چهار بخش اصلی می‌باشد که شامل تعیین متغیرهای پیش‌بینی کننده NCEP، واسنجی مدل، صحت‌سنجی مدل و تولید سناریو و

شبیه‌سازی برای دوره آینده می‌باشد. مدل CanESM2 تنها مدلی است که دارای داده‌های روزانه قابل کاربرد برای SDSM می‌باشد. خروجی‌های این مدل دارای سه سناریو RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 می‌باشد. خروجی‌های مدل CanESM2 برای دوره پایه از ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۵ و دوره آینده از ۲۰۲۰ تا ۲۱۰۰ می‌باشد.

### داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق داده‌های مشاهداتی روزانه شامل بارندگی، دما متوسط و سرعت متوسط باد از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید. جهت صحت‌سنجی مدل اقلیمی منطقه‌ای و پیش‌بینی تغییرات اقلیمی در دوره آینده، داده‌های پیش‌بینی شده توسط مدل REMO در دوره پایه طولانی‌ترین دوره آماری مشترک بین ایستگاه‌های مطالعاتی از نظر داده‌های موجود ۱۹۹۱-۲۰۰۵ و دوره آینده ۲۰۲۰-۲۱۰۰ برای پارامترهای بارندگی، دما متوسط و سرعت باد از پایگاه داده CORDEX دریافت شد. همچنین جهت مدل‌سازی متغیرهای اقلیمی توسط مدل CanESM2 از سه نوع ورودی استفاده شد. این ورودی‌ها شامل داده‌های روزانه بارندگی، دمای متوسط و سرعت متوسط باد ایستگاه سینوپتیک، داده‌های باز تحلیل شده جو (NCEP<sup>3</sup>) و داده‌های مدل CanESM2 می‌باشند. داده‌های روزانه مشاهداتی تحت عنوان پیش‌بینی شونده و داده‌های باز تحلیل شده جو تحت عنوان پیش‌بینی کننده مشاهداتی و داده‌های مدل گردش عمومی جو تحت عنوان پیش‌بینی کننده بزرگ مقیاس نامگذاری می‌شوند. داده‌های پیش‌بینی کننده مشاهداتی و بزرگ مقیاس شامل ۲۶ متغیر هستند که در دو دوره پایه ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۵ و دوره آینده ۲۰۰۶ تا ۲۱۰۰ موجود می‌باشند. در نهایت با توجه به معیارهای آماری کارایی مدل‌های اقلیمی برای سه پارامتر بارندگی، دمای متوسط و سرعت باد متوسط در ایستگاه‌های مختلف منطقه مورد مطالعه مشخص گردید.

### ارزیابی کارایی و تعیین عدم قطعیت مدل‌ها

کارایی مدل‌های اقلیمی توسط معیارهای ارزیابی درصد ضریب اریبی (PBIAS)، ضریب ناش-ساتکلیف (NSE)، جذر نسبت استاندارد (RSR)، ضریب تبیین ( $R^2$ ) و مجذور مربعات خطا (NRMSE) بررسی می‌شود. درصد ضریب اریبی (PBIAS) در رابطه (۲)، ضریب ناش-ساتکلیف (NSE) در رابطه (۳) و جذر نسبت استاندارد (RSR) در رابطه (۴) ارائه شده است. رابطه

<sup>2</sup> Canadian Center for Climate Modeling and Analysis

<sup>3</sup> National Center for Environmental Prediction

<sup>1</sup> Canadian Earth System Model (second generation)

مشاهداتی هر یک از ایستگاه‌ها با داده‌های مدل در دوره آماری مشترک، معیارهای آماری ضریب ناش، درصد اریبی، نسبت جذر استاندارد و ضریب تبیین محاسبه شد.

جداول (۲)، (۳) و (۴) نتایج معیارهای آماری مذکور را نشان می‌دهند. نتایج معیارهای آماری نشان داد کارایی مدل REMO برای پارامتر بارندگی در ایستگاه‌های اردستان ( $R^2=0.7853$ ,  $NSE=0.5965$ ,  $RSR=0.6352$ ), کبوترآباد ( $R^2=0.7646$ ,  $NSE=0.5824$ ,  $RSR=0.6462$ ), نائین ( $R^2=0.7852$ ,  $NSE=0.6166$ ,  $RSR=0.6192$ ), نطنز ( $R^2=0.8392$ ,  $NSE=0.6829$ ,  $RSR=0.5631$ ), و شهرضا ( $R^2=0.7263$ ,  $NSE=0.5348$ ,  $RSR=0.6821$ ) قابل قبول بوده و ایستگاه‌های اصفهان، داران، کاشان، فرودگاه، گلپایگان و خور غیرقابل قبول می‌باشد (جدول ۲). همچنین نتایج معیارهای آماری جهت کارایی مدل REMO برای پارامتر دما ایستگاه‌های کبوترآباد ( $R^2=0.8940$ ,  $NSE=0.6305$ ,  $RSR=0.6079$ ), خور ( $R^2=0.9918$ ,  $NSE=0.7476$ ,  $RSR=0.5033$ ), فرودگاه ( $R^2=0.9978$ ,  $NSE=0.7194$ ,  $RSR=0.5297$ ), و نطنز ( $R^2=0.9900$ ,  $NSE=0.5580$ ,  $RSR=0.6648$ ) مقادیر قابل قبول و ایستگاه‌های اردستان، داران، اصفهان، گلپایگان، کاشان، شهرضا و نائین مقادیر غیرقابل قبول را نشان داد (جدول ۳).

نتایج معیارهای آماری جهت کارایی مدل REMO برای پارامتر باد در تمامی ایستگاه‌ها مقادیر غیرقابل قبول را نشان داد (جدول ۴). همچنین جهت ارزیابی بهتر کارایی مدل، داده‌های شبیه‌سازی شده توسط مدل با داده‌های مشاهداتی به تفکیک ماه‌های میلادی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج بررسی پارامترها به صورت ماهانه برای پارامتر بارندگی در ایستگاه‌های اردستان، کبوترآباد، نائین، نطنز و شهرضا تطابق قابل قبول و ایستگاه‌های اصفهان، داران، کاشان، فرودگاه، گلپایگان و خور تطابق غیرقابل قبول می‌باشد.

همچنین نتایج برای پارامتر دما ایستگاه‌های کبوترآباد، خور، فرودگاه و نطنز تطابق قابل قبول و ایستگاه‌های اردستان، داران، اصفهان، گلپایگان، کاشان، نائین و شهرضا مقادیر تطابق غیرقابل قبول را نشان داد. نتایج برای پارامتر باد در تمامی ایستگاه‌ها مقادیر تطابق غیرقابل قبول را نشان داد که با نتایج معیارهای آماری در یک راستا می‌باشد. شکل (۲) نتایج مقادیر شبیه‌سازی شده و مقادیر مشاهداتی ایستگاه اصفهان و شکل (۳) نتایج مقادیر شبیه‌سازی شده ایستگاه داران را به عنوان نمونه نشان می‌دهد.

(۵) تحت عنوان ضریب تبیین ( $R^2$ ) شناخته می‌شود. بهترین مقدار آن برابر با یک می‌باشد. همچنین مجذور مربعات خطا (NRMSE) در رابطه (۶) ارائه شده که می‌تواند به عنوان قیاسی برای نشان دادن اختلاف بین مقادیر شبیه‌سازی شده از مقادیر مشاهداتی به کار رود. بر اساس این معیارها مدلی دارای کارایی مناسب برای بررسی تغییر اقلیم است که دارای ضریب تبیین  $R^2 \geq 0.6$ ، درصد ضریب اریبی  $\pm 15 \geq PBIAS \geq \pm 25$ ، ضریب ناش-ساتکلیف  $NSE \geq 0.5$  و جذر نسبت استاندارد  $0.6 \leq RSR \leq 0.6$  باشد. در این روابط  $x_{obs}$  و  $y_{model}$  به ترتیب مقادیر داده‌های مشاهداتی و مدل‌سازی شده می‌باشد (Aghakhani, Afshar et al., 2016).

$$PBIAS = \frac{\sum_{t=1}^T (x_{obs} - y_{mod})}{\sum_{t=1}^T x_{obs}} * 100 \quad (2)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (x_{obs} - y_{mod})^2}{\sum_{t=1}^T (x_{obs} - \bar{x}_{obs})^2} \quad (3)$$

$$RSR = \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^T (x_{obs} - y_{mod})^2}}{\sqrt{\sum_{t=1}^T (x_{obs} - \bar{x}_{obs})^2}} \quad (4)$$

$$R^2 = \left[ \frac{\sum_{t=1}^T (x_{obs} - \bar{x}_{obs})(y_{mod} - \bar{y}_{mod})}{\sqrt{(\sum_{t=1}^T (x_{obs} - \bar{x}_{obs})^2)(\sum_{t=1}^T (y_{mod} - \bar{y}_{mod})^2)}} \right]^2 \quad (5)$$

$$NRMSE = \left( \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^T (x_{obs} - y_{mod})^2}}{T} \right) / (x_{obs,max} - x_{obs,min}) \quad (6)$$

## نتایج

### ارزیابی کارایی مدل REMO

به منظور پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی در دوره آینده (۲۰۲۰-۲۱۰۰) با استفاده از مدل اقلیمی منطقه‌ای داده‌های مدل REMO پایگاه داده CORDEX دانلود و مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت ارزیابی داده‌های مدل در محیط GIS این داده‌ها به فرمت اکسل تبدیل گردید. به منظور ارزیابی کارایی و صحت‌سنجی مدل REMO در منطقه مورد مطالعه، داده‌های

جدول ۲- نتایج معیارهای آماری ارزیابی کارایی مدل REMO برای پارامتر بارندگی

**Table 2- Results of statistical criteria for evaluating the performance of the REMO model for rainfall parameter**

	<b>PBIAS</b>	<b>NSE</b>	<b>RSR</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>NRMSE</b>
Ardestan	-0.0156	0.5965	0.6352	0.7853	<b>0.0626</b>
Daran	0.1317	0.7537	0.4962	0.9575	<b>0.0495</b>
Esfahan	0.0550	0.0128	0.9936	0.2957	<b>0.1020</b>
Golpayegan	0.3745	0.3125	0.8291	0.7652	<b>0.0839</b>
Kabutar abad	-0.0193	0.5824	0.6462	0.7646	<b>0.0616</b>
Kashan	-0.4770	0.3143	0.8281	0.8846	<b>0.0929</b>
Khur	0.4342	0.3229	0.8229	0.7728	<b>0.0923</b>
Naein	-0.1269	0.6166	0.6192	0.7852	<b>0.0645</b>
Natanz	0.1071	0.6829	0.5631	0.8392	<b>0.0525</b>
Shahreza	-0.0387	0.5348	0.6821	0.7263	<b>0.0743</b>
Forudgah	-0.0374	0.4439	0.7457	0.6799	<b>0.0768</b>

جدول ۳- نتایج معیارهای آماری ارزیابی کارایی مدل REMO برای پارامتر دما

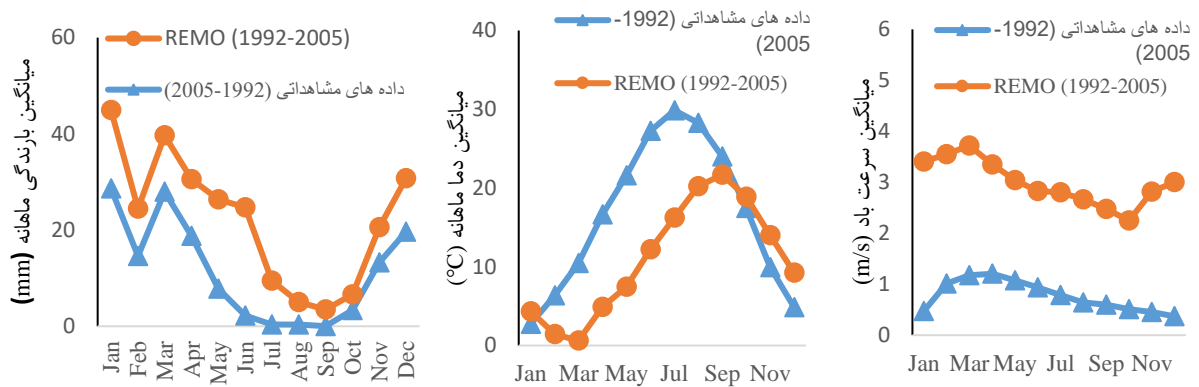
**Table 3- Results of statistical criteria for evaluating the performance of the REMO model for the temperature parameter**

	<b>PBIAS</b>	<b>NSE</b>	<b>RSR</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>NRMSE</b>
Ardestan	0.3238	0.5051	0.7035	0.9930	<b>0.0715</b>
Daran	0.3388	0.8005	0.4467	0.9948	<b>0.0441</b>
Esfahan	0.2654	-0.2569	1.1211	0.2329	<b>0.1341</b>
Golpayegan	0.4339	0.4557	0.7378	0.9965	<b>0.0730</b>
Kabutar abad	0.2721	0.6305	0.6079	0.8940	<b>0.0635</b>
Kashan	0.4580	0.1491	0.9224	0.9973	<b>0.0930</b>
Khur	0.2211	0.7476	0.5033	0.9918	<b>0.0508</b>
Naein	0.3558	0.4380	0.7496	0.9913	<b>0.0657</b>
Natanz	0.3582	0.5580	0.6648	0.9900	<b>0.0675</b>
Shahreza	0.3899	0.4756	0.7241	0.9979	<b>0.0720</b>
Forudgah	0.2954	0.7194	0.5297	0.9978	<b>0.0521</b>

جدول ۴- نتایج معیارهای آماری ارزیابی کارایی مدل REMO برای پارامتر باد

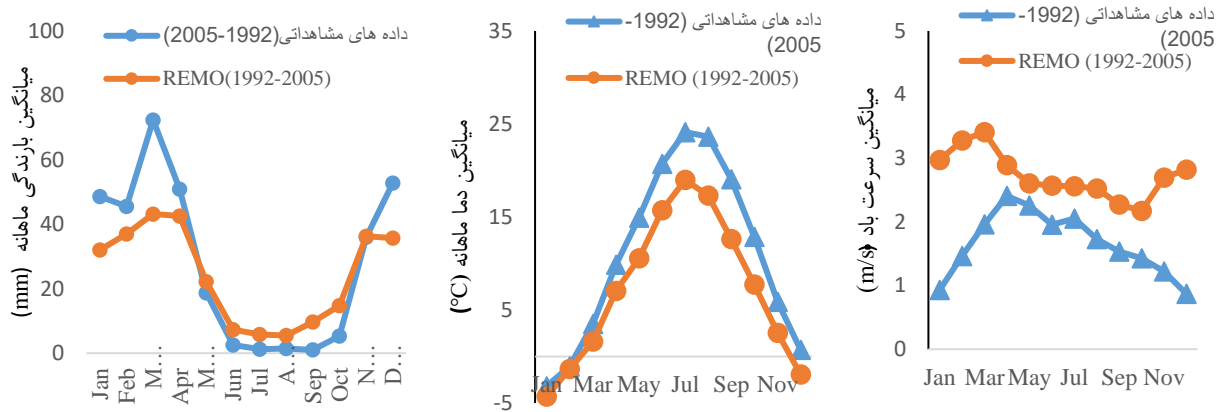
**Table 4- Results of statistical criteria for evaluating the performance of the REMO model for wind parameter**

	<b>PBIAS</b>	<b>NSE</b>	<b>RSR</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>NRMSE</b>
Ardestan	0.3805	-1.4577	1.5677	0.4801	<b>0.1490</b>
Daran	-0.6545	-5.7444	2.5970	-0.0164	<b>0.2313</b>
Esfahan	-2.6001	-74.1173	8.6670	0.1722	<b>1.1108</b>
Golpayegan	-0.3388	-1.8499	1.6882	0.0465	<b>0.1423</b>
Kabutar abad	-1.0645	-5.8098	2.6096	0.7635	<b>0.2883</b>
Kashan	-4.0235	-56.9469	7.6123	0.4626	<b>0.6996</b>
Khur	-0.9162	-4.4681	2.3384	0.8715	<b>0.2272</b>
Naein	0.0834	0.2660	0.8568	0.6905	<b>0.0933</b>
Natanz	-0.3662	-1.3644	1.5377	0.7244	<b>0.1400</b>
Shahreza	-0.1438	0.0343	0.9827	0.5402	<b>0.1047</b>
Forudgah	-0.1657	-0.4972	1.2236	0.3299	<b>0.1144</b>



شکل ۲- مقایسه مقادیر مدل REMO و داده‌های مشاهداتی بارندگی، دما و سرعت باد در ایستگاه اصفهان

Figure 2- Comparison of REMO model values and observational data of rainfall, temperature and wind speed at Isfahan station



شکل ۳- مقایسه مقادیر مدل REMO و داده‌های مشاهداتی بارندگی، دما و سرعت باد در ایستگاه داران

Figure 3- Comparison of REMO model values and observational data of rainfall, temperature and wind speed in station owners

#### ارزیابی کارایی مدل CanESM2

نطنز ( $R^2=0.9158$ ,  $RSR=0.5073$ ,  $NSE=0.8341$ )، از نظر معیارهای آماری قابل قبول می‌باشد و بقیه ایستگاه‌های مطالعاتی غیرقابل قبول می‌باشد. همچنین نتایج حاصل برای پارامتر بارندگی بر اساس داده‌های تاریخی مدل CanESM2 نشان داد که ایستگاه‌های اردستان ( $R^2=0.9612$ ), داران ( $RSR=0.4831$ ,  $NSE=0.7666$ ), اصفهان ( $R^2=0.7650$ ), گلپایگان ( $RSR=0.5822$ ,  $NSE=0.6611$ ), کاشان ( $R^2=0.8561$ ,  $RSR=0.6444$ ,  $NSE=0.5848$ )، خور و بیابانک ( $R^2=0.7536$ ,  $RSR=0.6590$ ,  $NSE=0.5657$ ), بیابانک ( $R^2=0.8415$ ,  $RSR=0.5433$ ,  $NSE=0.7049$ ), نائین ( $R^2=0.8598$ ,  $RSR=0.4978$ ,  $NSE=0.8255$ )

به‌منظور ارزیابی کارایی مدل CanESM2 در هر یک از ایستگاه‌های مطالعاتی در دوره آماری مشترک ۱۹۹۲-۲۰۰۵ مقادیر ریزمقیاس شده پارامترهای بارندگی، دمای متوسط و سرعت باد توسط متغیرهای پیش‌بینی کننده مشاهداتی (NCEP) و بزرگ مقیاس (مدل CanESM2) معیارهای آماری ضریب ناش، درصد اریبی، نسبت جذر استاندارد و ضریب تبیین محاسبه شد. نتایج حاصل برای پارامتر بارندگی بر اساس داده‌های NCEP نشان داد که ایستگاه‌های داران اصفهان ( $R^2=0.9627$ ,  $RSR=0.5163$ ,  $NSE=0.8999$ )، خور و بیابانک ( $R^2=0.6730$ ,  $RSR=0.4924$ ,  $NSE=0.8299$ )، بیابانک ( $R^2=0.8779$ ,  $RSR=0.6793$ ,  $NSE=0.5385$ )، نائین ( $R^2=0.8322$ ,  $RSR=0.4825$ ,  $NSE=0.8537$ ) و

و متغیر مدل CanESM2 نشان داد که تمامی ایستگاه‌های مطالعاتی از نظر معیارهای آماری قابل قبول می‌باشد (جدول ۶). همچنین پارامتر باد نیز بر اساس متغیر NCEP و متغیر مدل CanESM2 در تمامی ایستگاه‌های مطالعاتی از نظر معیارهای آماری قابل قبول می‌باشد (جدول ۷). نتایج معیارهای آماری حاصل از پارامترهای بارندگی، دما و باد در ایستگاه‌های داران، اصفهان، خور و بیابانک، نائین و نطنز قابل قبول می‌باشد.

نطنز ( $R^2=0.9111$ ,  $RSR=0.6786$ ,  $NSE=0.5396$ ) و فرودگاه ( $R^2=0.8607$ ,  $RSR=0.6466$ ,  $NSE=0.5820$ )، از نظر معیارهای آماری قابل قبول می‌باشد و ایستگاه‌های کبوترآباد و شهرضا غیر قابل قبول می‌باشد (جدول ۵). با توجه به نتایج معیارهای آماری پارامتر بارندگی متغیرهای NCEP و مدل CanESM2 ایستگاه‌های داران، اصفهان، خور و بیابانک، نائین و نطنز جهت شبیه‌سازی مقادیر بارندگی در آینده مناسب می‌باشد. نتایج حاصل برای پارامتر دما بر اساس متغیر NCEP

جدول ۵- نتایج معیارهای آماری ارزیابی کارایی مدل CanESM2 برای پارامتر بارندگی

Table 5- Results of statistical evaluation criteria of CanESM2 model for rainfall parameter						
NRMSE	$R^2$	RSR	NSE	PBIAS	پیش‌بینی کننده	ایستگاه
0.0704	0.7137	0.7145	0.4896	-0.0348	NCEP	اردستان
0.0476	0.9612	0.4831	0.7666	-0.2271	CanESM2	
0.0316	0.9627	0.5163	0.8999	0.1054	NCEP	داران
0.0297	0.9879	0.4974	0.9115	0.1487	CanESM2	
0.0500	0.6730	0.4924	0.8299	0.0794	NCEP	اصفهان
0.0706	0.7650	0.5822	0.6611	-0.1821	CanESM2	
0.0811	0.7377	0.8015	0.3576	0.1940	NCEP	گلپایگان
0.0652	0.8561	0.6444	0.5848	0.1098	CanESM2	
0.0842	0.5018	0.8835	0.2194	0.0590	NCEP	کبوترآباد
0.0804	0.4452	0.8440	0.2877	0.0739	CanESM2	
0.0830	0.7570	0.7399	0.4526	0.2423	NCEP	کاشان
0.0739	0.7536	0.6590	0.5657	-0.0337	CanESM2	
0.0762	0.8779	0.6793	0.5385	0.3817	NCEP	خور و بیابانک
0.0610	0.8415	0.5433	0.7049	-0.0227	CanESM2	
0.0399	0.8322	0.4825	0.8537	0.0491	NCEP	نائین
0.0435	0.8598	0.4978	0.8255	-0.0863	CanESM2	
0.0380	0.9158	0.5073	0.8341	0.0578	NCEP	نطنز
0.0633	0.9111	0.6786	0.5396	0.1479	CanESM2	
0.1011	0.4703	0.9277	0.1394	0.3807	NCEP	شهرضا
0.0827	0.4974	0.7585	0.4248	-0.0020	CanESM2	
0.1465	0.5666	1.4242	-1.0284	-0.3530	NCEP	فرودگاه
0.0665	0.8607	0.6466	0.5820	-0.1885	CanESM2	

بقیه ایستگاه‌های مطالعاتی تطابق خوبی نشان نمی‌دهد. همچنین مقادیر شبیه‌سازی شده پارامترهای دما و باد در تمامی ایستگاه‌ها مطالعاتی تطابق خوبی را با داده‌های مشاهداتی نشان می‌دهد.

همچنین جهت ارزیابی بهتر کارایی مدل CanESM2، داده‌های شبیه‌سازی شده توسط مدل با داده‌های مشاهداتی به تفکیک ماه‌های میلادی مورد مقایسه قرار گرفت. مقادیر شبیه‌سازی پارامتر بارندگی در ایستگاه‌های داران، اصفهان، خور و بیابانک، نائین و نطنز تطابق خوبی را با داده‌های مشاهداتی نشان می‌دهد و

جدول ۶- نتایج معیارهای آماری ارزیابی کارایی مدل CanESM2 برای پارامتر دما

Table 6- Results of statistical evaluation criteria of CanESM2 model for temperature parameter

NRMSE	$R^2$	RSR	NSE	PBIAS	پیش‌بینی کننده	ایستگاه
0.0020	0.9998	0.0193	0.9996	0.0014	NCEP	اردستان
0.0017	0.9999	0.0169	0.9997	0.0015	CanESM2	
0.0013	0.9999	0.0136	0.9998	0.0035	NCEP	داران
0.0008	1.000	0.0086	0.9999	-0.0045	CanESM2	
0.0017	0.7408	0.0142	0.9998	-0.0007	NCEP	اصفهان
0.0013	0.7389	0.0109	0.9999	-0.0008	CanESM2	
0.0011	1.0000	0.0108	0.9999	0.0031	NCEP	گلپایگان
0.0010	0.9999	0.0105	0.9999	0.0011	CanESM2	
0.0022	0.8909	0.0209	0.9996	-0.0037	NCEP	کبوترآباد
0.0015	0.8923	0.0143	0.9998	0.0047	CanESM2	
0.0017	0.9999	0.0168	0.9997	0.0003	NCEP	کاشان
0.0020	0.9998	0.0202	0.9996	0.0046	CanESM2	
0.0016	0.9999	0.0156	0.9998	-0.0015	NCEP	خور و بیابانک
0.0014	0.9999	0.0137	0.9998	-0.0031	CanESM2	
0.0018	0.7916	0.0173	0.9997	-0.0013	NCEP	نائین
0.0021	0.8027	0.0202	0.9996	0.0001	CanESM2	
0.0021	0.9998	0.0206	0.9996	0.0014	NCEP	نطنز
0.0012	0.9999	0.0122	0.9999	0.0001	CanESM2	
0.0020	0.7966	0.0188	0.9996	-0.0005	NCEP	شهرضا
0.0018	0.8025	0.0174	0.9997	-0.0029	CanESM2	
0.0009	1.0000	0.0097	0.9999	0.0008	NCEP	فرودگاه
0.0018	0.9998	0.0187	0.9997	0.0011	CanESM2	

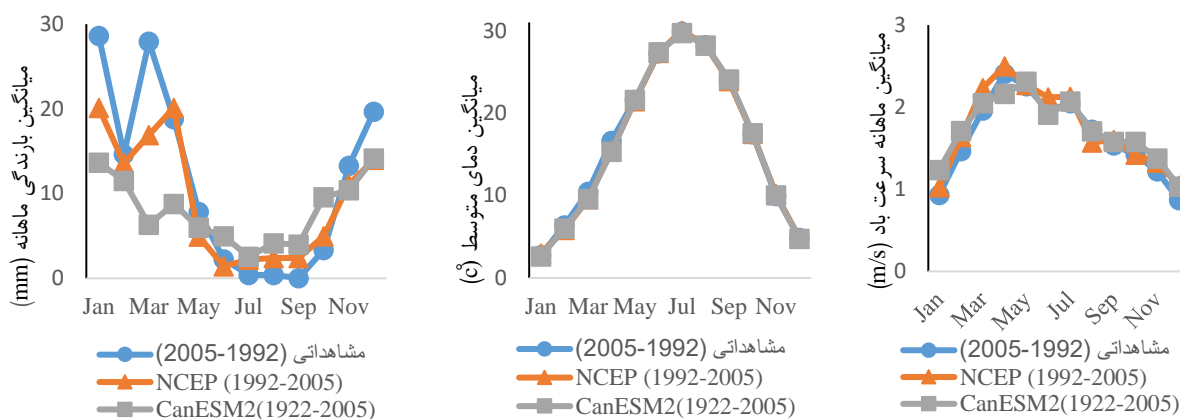
جدول ۷- نتایج معیارهای آماری ارزیابی کارایی مدل CanESM2 برای پارامتر باد

Table 7- Results of statistical evaluation criteria of CanESM2 model for wind parameter

NRMSE	$R^2$	RSR	NSE	PBIAS	پیش‌بینی کننده	ایستگاه
0.0108	0.9961	0.1134	0.9871	-0.0197	NCEP	اردستان
0.0093	0.9968	0.0983	0.9903	0.0171	CanESM2	
0.0256	0.9762	0.2872	0.9175	-0.0537	NCEP	داران
0.0297	0.9741	0.3334	0.8888	-0.0455	CanESM2	
0.0099	0.9976	0.1045	0.9891	-0.0290	NCEP	اصفهان
0.0131	0.9962	0.1376	0.9811	-0.0320	CanESM2	
0.0182	0.9863	0.2160	0.9534	-0.0336	NCEP	گلپایگان
0.0207	0.9916	0.2455	0.9398	-0.0516	CanESM2	
0.0321	0.9463	0.2903	0.9157	-0.1104	NCEP	کبوترآباد
0.0256	0.9540	0.2318	0.9463	-0.0890	CanESM2	
0.0273	0.9684	0.2975	0.9115	-0.0822	NCEP	کاشان
0.0415	0.9861	0.4518	0.7959	-0.2172	CanESM2	
0.0176	0.9933	0.1829	0.9666	-0.0555	NCEP	خور و بیابانک
0.0112	0.9977	0.1163	0.9865	-0.0360	CanESM2	
0.0219	0.7926	0.2011	0.9596	-0.0150	NCEP	نائین
0.0168	0.7979	0.1546	0.9761	0.0041	CanESM2	
0.0261	0.9719	0.2869	0.9177	-0.0436	NCEP	نطنز
0.0343	0.9577	0.3775	0.8575	-0.0499	CanESM2	
0.0116	0.9088	0.1087	0.9882	-0.0177	NCEP	شهرضا
0.0231	0.9267	0.2167	0.9530	-0.0319	CanESM2	
0.0172	0.9836	0.1839	0.9662	-0.0090	NCEP	فرودگاه
0.0088	0.9963	0.0944	0.9911	-0.0067	CanESM2	

دمای شبیه‌سازی شده توسط مدل CanESM2 ایستگاه اصفهان در تمامی ماه‌های سال تطابق خوبی با داده‌های مشاهداتی دارد. همچنین مقادیر شبیه‌سازی شده پارامتر باد بر اساس مدل CanESM2 در ایستگاه اصفهان در ماه‌های اکتبر و نوامبر بیشتر از داده‌های مشاهداتی می‌باشد و در بقیه ماه‌های سال تطابق خوبی با داده‌های مشاهداتی نشان می‌دهد.

شکل (۴) نتایج مقادیر شبیه‌سازی شده و مقادیر مشاهداتی ایستگاه اصفهان را به عنوان نمونه نشان می‌دهد. بارندگی شبیه‌سازی شده توسط مدل CanESM2 ایستگاه اصفهان در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، می، نوامبر و دسامبر کمتر از داده‌های مشاهداتی می‌باشد و در ماه‌های ژوئن، جولای، آگوست، سپتامبر و اکتبر بیشتر از داده‌های مشاهداتی می‌باشد.



شکل ۴- مقایسه مقادیر ریزمقیاس شده توسط متغیرهای پیش‌بینی کننده (NCEP و مدل CanESM2) و داده‌های مشاهداتی بارندگی، دما و باد در ایستگاه اصفهان

Figure 4- Comparison of downscaled values by predictor variables (NCEP and CanESM2 model) and observational data of rainfall, temperature and wind at Isfahan station

منطقه‌ای REMO به‌منظور پیش‌بینی تغییرات ویژگی‌های اقلیمی در آبخیز جازموریان پرداختند مطابقت دارد. نتایج بررسی مدل اقلیمی جهانی CanESM2 نشان داد که مدل SDSM از کارایی بالایی جهت مدل‌سازی و ریزمقیاس‌نمایی در منطقه مورد مطالعه برخوردار می‌باشد که با مطالعات Mahmoud و Bable (۲۰۱۲)، Chen و همکاران (۲۰۱۲)، Kabiri و همکاران (۲۰۱۵) و Zakeri Anaraki و همکاران (۲۰۲۱) مطابقت دارد. همچنین نتایج نشان داد که این مدل از کارایی بالایی جهت شبیه‌سازی پارامترهای دمای متوسط و سرعت باد نسبت به بارندگی در منطقه مورد مطالعه برخوردار می‌باشد که دلیل آن می‌تواند وجود مقادیر صفر کمتر در سری داده‌ها باشد که با نتایج Ansari و همکاران (۲۰۱۶)، Yosefi و همکاران (۲۰۱۸) و Ghonchehur و همکاران (۲۰۱۹) هم‌سو می‌باشد. نتایج معیارهای آماری پارامتر بارندگی نشان داد که مدل CanESM2 در ایستگاه‌های داران، اصفهان، خور و بیابانک، نائین و نطنز جهت شبیه‌سازی مقادیر بارندگی در آینده مناسب می‌باشد. همچنین این نتایج معیارهای آماری و داده‌های شبیه‌سازی شده مدل در دوره مشترک برای پارامترهای دما و باد تطابق بالایی را با داده‌های مشاهداتی نشان می‌دهد که با نتایج

#### بحث

در پژوهش حاضر، کارایی دو مدل اقلیمی منطقه‌ای REMO و مدل جهانی CanESM2 در استان اصفهان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی برای مدل اقلیمی منطقه‌ای REMO نشان داد که این مدل نسبت به مدل CanESM2 کارایی مناسبی ندارد. نتایج مدل نشان داد که مدل منطقه‌ای در پیش‌بینی پارامترهای بارندگی و دما کارایی پایین و در پیش‌بینی پارامتر باد کارایی ندارد. چنانکه خروجی این مدل نشان داد که به‌طور میانگین مقادیر شبیه‌سازی شده توسط مدل برای پارامتر بارندگی بیشتر از مقادیر مشاهداتی، برای پارامتر دمای متوسط کمتر از مقادیر مشاهداتی و برای پارامتر باد بیشتر از داده‌های مشاهداتی در دوره مشترک می‌باشد. در حالیکه مدل منطقه‌ای REMO تفکیک مکانی بیشتری نسبت به مدل CanESM2 دارد ولی در منطقه مورد مطالعه کارایی مناسبی نداشت. توجه به این مسئله که مدل منطقه‌ای REMO در اروپا توسعه یافته و مورد آزمایش قرار گرفته است و همچنین تفاوت شرایط اقلیمی و جغرافیایی منطقه مورد مطالعه با منطقه توسعه مدل می‌تواند دلیلی بر عدم کارایی مدل در منطقه مورد مطالعه باشد که با نتایج Ebrahimi Khusfi و Mirakbari (۲۰۲۰) که به ارزیابی کارایی مدل گردش عمومی CanESM2 و مدل

CanESM2 کارایی بالایی جهت شبیه‌سازی پارامترهای بارندگی، دمای متوسط و سرعت باد در منطقه مورد مطالعه دارد و می‌تواند به عنوان مدلی مناسب جهت پیش‌بینی اقلیم در دوره آینده در منطقه مورد مطالعه مورد استفاده قرار گیرد. بر طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر پیشنهاد می‌گردد در مطالعات بعدی جهت ارزیابی دقیق‌تر کارایی مدل اقلیمی از چندین مدل منطقه‌ای و گردش عمومی جو استفاده گردد. همچنین به دلیل کارایی متفاوت مدل‌ها در اقلیم‌های مختلف، مقایسه مدل اقلیمی حداقل در دو منطقه مطالعاتی با ویژگی‌های اقلیمی متفاوت صورت گیرد.

Goudarzi و همکاران (۲۰۱۵) و Mirakbari و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت دارد.

#### نتیجه‌گیری کلی

مدل‌های اقلیمی ابزارهای مناسبی جهت ارزیابی اقلیم در دوره آینده می‌باشند. در این مطالعه کارایی مدل‌های اقلیمی منطقه‌ای REMO و مدل عمومی جو CanESM2 بررسی گردید. نتایج تحقیق نشان داد که مدل اقلیمی منطقه REMO کارایی مناسبی جهت شبیه‌سازی پارامترهای بارندگی، دمای متوسط و سرعت باد در منطقه مورد مطالعه ندارد و مدل اقلیمی

#### References

- Abassi, F., Malbusi, S., Babaeian, I., Asmari, M. & Borhani R. (2010). Climate Change Prediction of South Khorasan Province During 2010-2039 by Using Statistical Downscaling of ECHO-G Data. *Water & Soil*, 24(2), 218–33. Dio: [10.22067/JSW.VOI0.3218](https://doi.org/10.22067/JSW.VOI0.3218). (In Persian)
- Aghakhani Afshar, A.H., Hassanzadeh, Y., Besalatpour, A.A. & Pourreza-Bilondi, M. (2016). Annual assessment of Kashafrood watershed basin climate components in future periods by using fifth report of intergovernmental panel on climate change. *Journal of Water and Soil Conservation*, 23, 217-233. Dio: [10.22069/JWFST.2017.11186.2553](https://doi.org/10.22069/JWFST.2017.11186.2553). (In Persian)
- Alizadeh, A., Sayari, N., Hesami Kermani, M. R., Bannayan Aval, M. & Farid Hossaini A. (2010). Assessment of Climate Change Potential Impacts on Agricultural Water Use and Water Resources of Kashaf rood basin. *Water & Soil*, 24(4), 815–35. (In Persian)
- Almazroui, M., Nazrul Islam, M., Saeed, F. Alkhalaf, A. & Dambul, R. (2017). Assessing the robustness and uncertainties of projected changes in temperature and precipitation in AR5 Global Climate Models over the Arabian Peninsula. *Atmospheric Research*, 194(2017), 202-213. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.05.005>
- Andersen, H. E., Kronvang, B., Larsen, S. E., Hoffmann, C. C., Jensen, T. S. & Rasmussen, E. K. (2006). Climate-change impacts on hydrology and nutrients in a Danish lowland river basin. *Science of the Total Environment*, 365(1), 223-237. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.02.036>.
- Ansari, M., Noori, G. & Fotohi, S. (2016). Investigation of Temperature Precipitation and Flow Trend Using Nonparametric Mankendall (Case Study: Kaju River in Sistan and Baluchestan). *Journal of Watershed Management Research*, 7(14), 153-158. <http://dx.doi.org/10.29252/jwmr.7.14.158>. (In Persian)
- Cheema, S.B., Rasul, G., Ali, G. & Kazmi, D. H. (2011). A comparison of minimum temperature trends with model projections. *Pakistan Journal of Meteorology*, 8(15), 39-52.
- Chen, H., Xu, C. Y. & Guo, S. (2012). Comparison and evaluation of multiple GCMs, statistical downscaling and hydrological models in the study of climate change impacts on runoff. *Journal of hydrology*, 434, 36-45. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.02.040>.
- Dibaba, W. T., Miegel, K. & Demissie, T. A. (2019). Evaluation of the CORDEX regional climate models performance in simulating climate conditions of two catchments in Upper Blue Nile Basin. *Dynam Atmos Oceans*, 87, 101104. <https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2019.101104>.
- Dibike, Y. B. & Coulibaly, P. (2005). Hydrologic impact of climate change in the Saguenay watershed: Comparison of downscaling methods and hydrologic models. *Hydrology*, 307 (1-4), 145–163. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.10.012>.

- Ebrahimi Khusfi Z. & Mirakbari, M. (2020). Performance evaluation of the CanESM2 global circulation model and the REMO regional model to predict changes of climate Parameters in Jazmourian watershed. *Watershed Management Research*, 4(129), 61-76. DIO:10.22092/wme .2020.341365.1300. (In Persian)
- Gebremeskel, S., Liu, Y. B., de Smedt, F., Hoffmann, L. & Pfister, L. (2005). Analysing the effect of climate changes on streamflow using statistically downscaled GCM scenarios. *International Journal River Basin Management*, 2(4), 271–280. <https://doi.org/10.1080/15715124.2004.9635237>
- Ghonchehpur, D., Saadaldin, A., Bahremand, A. R., Gikman, A. & Salmanmahiny, A. R. (2019). Application of quantitative screening method in statistical exponential micro-scale model (SDSM) to create climate change scenarios (Case study: Gorgan River basin). *Echo Hydrology*, 6(2). 397-314. (In Persian)
- Goudarzi, M., Salahi, B. & Hosseini, S. A. (2015). Performance Assessment of LARS-WG and SDSM Downscaling Models In Simulation of Climate Changes in Urmia Lake Basin. *Iran Watershed Management Science & Engineering*, 9(31). <http://jwmsei.ir/article-1-457-en.html>. (In Persian)
- Gulacha, M. M. & Mulungu, D. M. (2017). Generation of climate change scenarios for precipitation and temperature at local scales using SDSM in Wami-Ruvu River Basin Tanzania. *Physics and Chemistry of Earth, Parts A/B/C*, 62-72. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2016.10.003>.
- Hoshyar, S., Sobhani, M. & Hosseini, S. A. (2018). Perspective of Maximum Uromieh Temperature Changes Using the Output of CanESM2 Model. *Journal of Geography and Planning*, 22(63), 305-325. Doi: 4-15. (In Persian)
- Huang, J., Zhang, J., Zhang, Z., Xu, C., Wang, B. & Yao, J. (2011). Estimation of future precipitation change in the Yangtze River basin by using statistical downscaling method. *Stochastic Environmental Research Risk Assessment*, 25(6), 781–792. <https://doi.org/10.1007/s00477-010-0441-9>
- IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge.
- Jahangir, M. H., Noruzi, A. & Yarahmadi, Y. (2018). Investigating the trend of changes in climatic parameters of Boroujerd city in the next 20 years using the model HADCM3. *Echo Hydrology*, 5(4), 1345-1353. DIO: <https://dx.doi.org/10.22059/ije.2018.269238.979>. (In Persian)
- Kabiri, R., Ramani Bai, V. & Chan, A. (2015). Assessment of hydrologic impacts of climate change on the runoff trend in Klang Watershed Malaysia. *Environmental Earth Science Journal*, 73, 27-37. <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3392-5>.
- Mahmood, R. & Babel, S. M. (2012). Evaluation of SDSM developed by annual and monthly sub-models for downscaling temperature and precipitation in the Jhelum basin, Pakistan and India. *Theoretical and Applied Climatology*, 113(1), 27-44. <https://doi.org/10.1007/s00704-012-0765-0>
- Miao, C.Y., Duan, Q.Y., Sun, Q.H. & Li, J.D. (2013). Evaluation and application of Bayesian multi-model estimation in temperature simulations. *Progress in Physical Geography*, 37(6), 727-744. <https://doi.org/10.1177%2F0309133313494961>.
- Mirakbari, M., Mesbahzadeh, T., Mohseni Saravi, M., Khosravi, H. & Mortezaie Farizhendi, G. (2018). Performance of series model CMIP5 in simulation and projection of climatic variables of rainfall, temperature and wind speed (case study: Yazd). *Physical Geography Research Quarterly*, 50(3), 593-609. Doi:10.22059/jphgr.2018.248177.1007156. (In Persian)
- Moss, R.H., Edmonds, J.A., Hibbard, K.A., Manning, M.R., Rose, S.K., Van Vuuren, D.P., Carter, T.R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G.A., Mitchell, J.F., Nalichenovic, N., Riahi, K., Smith, S.J., Stouffer, R.J., Thomson, A.M., Weyant, J.P. & Wilbanks, T.J. (2010). The next generation of scenarios

- for climate change research and assessment. *Journal of Nature*, 463(7282), 747-756.  
<https://doi.org/10.1038/nature08823>.
- Secci, D., Tanda, M. G., D'Oria, M., Todaro, V. & Fagandini, C. (2021). Impacts of climate change on groundwater droughts by means of standardized indices and regional climate models. *Journal of Hydrology*, 603, 127154.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.127154>.
  - Wetterhall, F., Bárdossy, A., Chen, D., Halldin, S. & Xu, C. Y. (2006). Daily precipitation-downscaling techniques in three Chinese regions. *Water resources research*, 42(11).  
<https://doi.org/10.1029/2005WR004573>.
  - Wilby, R. L., Whitehead, P. G., Wade, A. J., Butterfield, D., Davis, R. J. & Watts, G. (2006). Integrated modelling of climate change impacts on water resources and quality in a lowland catchment: River Kennet, UK. *Journal of hydrology*, 330(1-2), 204-220. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.04.033>.
  - Xu, C.H. & Xu, Y. (2012). The Projection of Temperature and Precipitation over China under RCP Scenarios using a CMIP5 Multi-Model Ensemble. *Atmospheric and Oceanic Science Letters*, 5(6), 527-533.  
<https://doi.org/10.1080/16742834.2012.11447042>
  - Yosefi, H., Amini, L., Ghasemi, L. & Amrai, N. (2018). Evaluation of the efficiency of statistical downscaling model (SDSM) in simulation and forecast of climatic parameters (Case study: Karaj synoptic station). *Iranian journal of Ecohydrology*, 5(3), 957-968.  
<https://dx.doi.org/10.22059/ije.2018.254290.847>. (In Persian)
  - Zakeri Anaraki, S., Zehtabian, G., Khosravi, H., Azarnivand, H. & Malekian, A. (2021). Simulation and prediction of climatic components of maximum and minimum temperature using CanESM2 model output in future periods, Case study: Meyme plain, Isfahan province. *Journal of Range and Watershed Management*, 74(2), 359-372.  
<https://dx.doi.org/10.22059/jrwm.2019.256514.1327>. (In Persian)
  - Zhuo, C., Junhong, G., Wei, L., Fei, Z., Chan, X. & Zhangrong, P. (2022). Changes in wind energy potential over China using a regional climate model ensemble. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 159, 112219.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112219>

## Determining the effective factors on the participation of watershed residents in watershed management plans and analyzing their relationship (Case study: Great Naein River Basin, Isfahan Province)

Hadiseh Jeyhoni Naeini<sup>1</sup>, Ali Najafinejad<sup>2\*</sup>, Amir Sadoddin<sup>2</sup> and Ebrahim Omidvar<sup>3</sup>

1- PhD student in Watershed Management Science and Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2- Associate professor of Watershed Management Science and Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3- Assistant Professor of Watershed Management Science and Engineering, Kashan University, Kashan, Iran

\*Corresponding author: Ali najafinejad@gmail.com

(Received: 16 May 2022

Revise: 16 July 2022

Accepted: 17 July 2022)

### Extended abstract

**Introduction:** Since natural resources are important, developing strategies for the protection and exploitation of these resources seems more necessary than before. People's participation in any project guarantees the implementation and sustainability of that project. This issue is more important in the protection of natural resources, because such issues are intertwined with the lives of communities, and the success of any program will require the participation of these communities, so the role of people in decision-making, planning, implementing, monitoring and evaluating any conservation plan is important. Therefore, an appropriate management system to protect these areas should be based on the participation of local communities. Studies on the participation of watershed residents in watershed management projects show that if the executive activities are carried out without the presence of the people, they do not take responsibility for the maintenance of the projects and therefore do not attempt to eliminate their defects. However, determining the factors affecting the participation of watershed residents in watershed management projects and analyzing their relationship is necessary. Therefore, the general purpose of the present descriptive-correlational study is to determine the factors affecting the participation of watershed residents in watershed management plans and analyze their relationship in the watershed of the great river of Naein.

**Materials and Methods:** Naein Great River Basin is located in Naein city of Isfahan province and includes two villages of Koohestan and Baharestan and 41 inhabited villages with a population of about 2298 people. The questionnaire was the data collection tool of this research, the apparent validity of which was examined by a group of experts including professors of watershed science and engineering and experts, after which the necessary corrections were made accordingly. Its reliability coefficient was obtained from SPSS software and Cronbach's alpha method between 0.866 and 0.920. The statistical population of the present study consisted of watershed inhabitants living in the Naein Great River Basin of Isfahan Province (N = 2298). Of these, 476 people were selected as a statistical sample using Cochran's formula by random sampling method.

**Results and Discussion:** The results of Pearson correlation test showed there is a positive and significant relationship between economic factors and the willingness of watershed residents to participate in watershed management projects. It seems that in this watershed, the financial conditions and economic power of watershed residents are somewhat equal and at a moderate level. In such circumstances, providing low-interest facilities and credits can greatly motivate watershed residents to participate in watershed management projects. The results of Spearman correlation test showed there is a positive and significant relationship between communication factors and information sources with the desire of watershed residents to participate in watershed management projects. The results of Kendall Tau test of each of the items of communication factors and information sources with the willingness of watershed residents to participate in watershed management projects showed there is a positive and significant relationship between all indicators with the willingness to participate in watershed management projects. Therefore, promoting mass and social media, holding training classes, visiting other successful projects, etc. can increase the amount of participation in watershed management projects. Also, the findings of this study show that the most important social factors affecting the participation of watershed residents in the Naein River Basin include the motivation of watershed participants to participate in future projects, the ability of local councils, encouraging friends, acquaintances and experts, the impact of educational and extension services, the awareness of watershed residents, the tendency to work collectively, and the impact of work experience. Also, the most important individual factors influencing the participation of watershed residents in the study area include gender, age, and education.

**Conclusion:** In general, the findings of this study on the effects of socio-economic factors, communication factors, information resources and variables of individual factors and their characteristics show these factors influence the participation of watershed residents in watershed management projects, and since these factors and items have severe effects on the desire of watershed residents to participate in watershed management projects, paying attention to these cases can help us improve watershed management projects, which requires that experts and the government pay special attention to the watershed dwellers living in the basin.

**Keywords:** Participation, Watershed, Kendall Tau Test, Naein Great River Basin

Citation: Jeyhoni Naeini, H., Najafinejad, A., Sadoddin, A., & Omidvar, E. (2022). Determining the effective factors on the participation of watershed residents in watershed management plans and analyzing their relationship (Case study: Great Naein River Basin, Isfahan Province). *Integrated Watershed Management*, 2(2),16-30. doi: 10.22034/iwm.2022.553808.1032

### 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 عوامل مؤثر بر مشارکت آبخیزنشینان در طرح‌های آبخیزداری و تحلیل ارتباط آن‌ها

### (مطالعه موردی: حوضه رودخانه بزرگ نائین استان اصفهان)

حدیثه جیحونی نائینی<sup>۱</sup>، علی نجفی نژاد<sup>۲\*</sup>، امیرسعدالدین<sup>۲</sup>، ابراهیم امیدوار<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری گرایش آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

\*نویسنده مسئول: Ali najafinejad@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۶

#### چکیده

مشارکت مردم در هر پروژه‌ای ضامن اجرا و پایداری آن پروژه است. این مسأله در حفاظت از منابع طبیعی از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا مسائل مربوط به محیط‌زیست و منابع طبیعی با زندگی جوامع آمیخته است و توفیق هر نوع برنامه‌ای نیازمند مشارکت این جوامع خواهد بود. هدف کلی پژوهش توصیفی-همبستگی حاضر، تعیین عوامل مؤثر بر مشارکت آبخیزنشینان در طرح‌های آبخیزداری و تحلیل ارتباط آن‌ها در حوزه آبخیز رودخانه بزرگ نائین بود. پرسش‌نامه ابزار جمع‌آوری اطلاعات این تحقیق بود که روایی ظاهری آن توسط گروهی از متخصصان مورد بررسی و بر آن اساس اصلاحات لازم صورت گرفت. ضریب پایایی آن نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS و روش آلفای کرونباخ بین ۰/۸۶۶ تا ۰/۹۲۰ به دست آمد. جامعه آماری تحقیق حاضر را آبخیزنشینان ساکن حوضه رودخانه بزرگ نائین تشکیل دادند ( $N=2298$ )؛ که از این تعداد، ۴۷۶ نفر با استفاده از فرمول کوکران به روش نمونه‌گیری تصادفی به عنوان نمونه آماری انتخاب و در نهایت، ۴۷۶ پرسش‌نامه کامل واصل و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون پیرسون و اسپیرمن نشان می‌دهد که متغیرهای عوامل اقتصادی، ارتباطی و منابع اطلاعاتی همبستگی مستقیم و شدید و متغیر عوامل اجتماعی همبستگی مستقیم و بسیار شدید با مشارکت در طرح‌های آبخیزداری دارند. همچنین متغیر عوامل اجتماعی، بیشترین و متغیر عوامل اقتصادی، کمترین همبستگی را با میزان تمایل به مشارکت دارند. در کل یافته‌های این پژوهش به تأثیرات عوامل مختلف و گویه‌های آن‌ها بر روی مشارکت آبخیزنشینان اشاره دارد و از آنجا که این عوامل و گویه‌ها اثرات شدیدی بر روی تمایل آبخیزنشینان به مشارکت دارند لذا بهبود انجام طرح‌های آبخیزداری نیازمند اهمیت دادن بیشتر کارشناسان و دولت به آبخیزنشینان ساکن در حوضه است.

واژگان کلیدی: مشارکت، آبخیزنشین، آزمون کندال تائو، حوضه رودخانه بزرگ نائین.

**استناد:** جیحونی نائینی، حدیثه، نجفی نژاد، علی، سعدالدین، امیر، امیدوار، ابراهیم. (۱۴۰۱). تعیین عوامل مؤثر بر مشارکت آبخیزنشینان در طرح‌های آبخیزداری و تحلیل ارتباط آن‌ها (مطالعه موردی: حوضه رودخانه بزرگ نائین استان اصفهان). مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۲(۲)، ۳۰-۱۶.

#### 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.

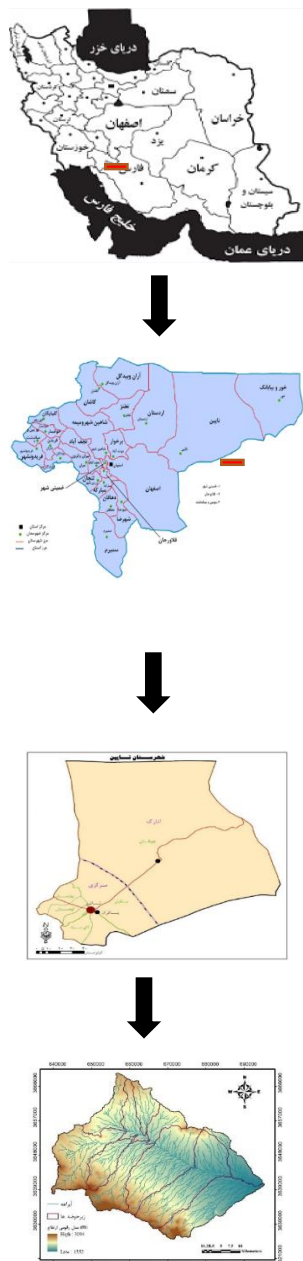
## مقدمه

منابع طبیعی تجدیدشونده، امروزه در ابعاد مختلف زندگی بشر نقش بسزایی ایفا می‌کند. در اغلب کشورهای در حال توسعه در اثر رشد فزاینده جمعیت، گسترش بی‌رویه شهرها و عدم آگاهی مردم به اهمیت منابع طبیعی و فقدان برنامه‌ریزی اصولی، سطح منابع طبیعی شدیداً کاهش یافته و به واسطه تخریب کمی و کیفی، منابع طبیعی در خطر نابودی قرار گرفته است. از طرفی به منظور دستیابی به توسعه پایدار و حفظ منابع طبیعی، جلب مشارکت آحاد مردم و مخصوصاً بهره‌برداران منابع طبیعی امری ضروری است (Sahraei, 2014). در واقع مشارکت مردم، جوهره اصلی در اجرای برنامه‌های حفاظت از منابع زیست‌محیطی است و گرایش‌های نوین در عرصه‌های جهانی بر پایه تقویت نقش مردم در حفاظت از منابع طبیعی استوار است (Omani, 2008). صاحب‌نظران بر این باور هستند که دخالت و مشارکت افراد و گروه‌های محلی در جوامع روستایی در پروژه‌ها و طرح‌های آبخیزداری می‌تواند مزایای فراوانی را به همراه داشته باشد (Newig and Ozerol, 2008). اعتقاد بر این است که از طریق سهیم کردن مردم محلی در فرایند مدیریت آبخیزها، مهارت‌های فنی و تحلیلی بهره‌برداران بهبود می‌یابد (Reed, 2008).

Mcshane (۱۹۹۶) سطح تحصیلات را از پیش‌بینی‌کننده‌های مشارکت برشمرده است. Karimi و Chizari (۲۰۰۹) در ارائه تحلیل رگرسیونی به این جمع‌بندی رسیده‌اند که رابطه معنی‌دار و مثبتی بین میزان مشارکت و متغیر سواد برقرار است. Mehrdost و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه‌ای در حوزه‌های آبخیز درود فرامان و لعل‌آباد شهرستان کرمانشاه به این نتیجه رسیدند که بین متغیرهای عوامل اطلاعاتی و ترویجی و تحصیلات با میزان مشارکت رابطه مثبت و معنی‌دار

وجود دارد. Salehi (۲۰۰۷) در بررسی عوامل مؤثر بر میزان مشارکت آبخیزنشینان در طرح‌ها به این نتیجه رسید که رابطه مثبت و معنی‌داری بین میزان مشارکت در طرح‌ها و متغیرهای سطح سواد، میزان مالکیت زمین زراعی و میزان استفاده از عوامل ارتباطی وجود دارد. Rezaei و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه حوزه آبخیز خمارک روستای ده جلال مهم‌ترین موانع مشارکت روستاییان در طرح‌های آبخیزداری را پایین بودن سطح آگاهی روستاییان از طرح‌های آبخیزداری، نگرش افراد نسبت به طرح‌ها، سطح تحصیلات افراد و فقدان نظام اطلاع‌رسانی مناسب دانستند. Razavi Arab (۱۹۹۹) به این نتیجه اشاره کرد که هرچه سطح فقر، نابرابری اقتصادی، بی‌سوادی و ناآگاهی‌های عمومی بیشتر باشد، به دنبال آن آگاهی کمتر و درنهایت، برنامه مشارکتی ناموفق‌تر خواهد بود. Mirdamadi و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی اثرهای رابطه بین مشارکت مردم و پیامدهای اجتماعی - اقتصادی در طرح حبله‌رود پرداختند. نتایج ضریب همبستگی اسپیرمن نشان می‌دهد که بین متغیر میزان مشارکت مردم در مراحل مختلف طرح حبله‌رود و متغیرهای افزایش آگاهی از اهداف طرح، میزان پذیرش طرح، ایجاد گروه‌های اجتماعی، افزایش مسئولیت‌پذیری، افزایش درآمد خانواده، افزایش تولید، دستیابی به اعتبارات جدید، افزایش حجم آب استحصالی حفاظت از منابع طبیعی و جلوگیری از سیل و فرسایش خاک رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. Huntsinger و Fortman (۱۹۹۰) در مطالعه‌ای با عنوان شیوه مدیریت حفاظتی و خواسته‌های جنگلداران در ایالت کالیفرنیا بیان کردند سطح سواد، سن و درآمد در میزان مشارکت و مدیریت مؤثر است. مطالعات Prokopy (۲۰۰۵) نشان می‌دهد موفقیت و

گرفته است. کمترین ارتفاع این حوضه ۱۵۵۲ متر و بیشترین ارتفاع آن ۳۰۹۴ متر می‌باشد (شکل ۱). این حوزه آبخیز از نظر تقسیمات کشوری در استان اصفهان شهرستان نائین واقع شده است و دربرگیرنده دو دهستان کوهستان و بهارستان و ۴۱ روستای دارای سکنه با جمعیت حدود ۲۲۹۸ نفر می‌باشد (اداره منابع طبیعی شهرستان نائین، ۱۳۹۸؛ سالنامه آماری استان اصفهان، ۱۳۹۶).



شکل ۱- حوضه رودخانه بزرگ نائین  
Figure 1- Naein Great River Basin

یا عدم موفقیت طرح‌های آبخیزداری به میزان سطح مشارکت مردم در آن محل وابسته است. در پژوهش دیگری Bagdi (۲۰۰۵) در مطالعات خود به این نتیجه دست یافت که متغیرهای سن، وضعیت اجتماعی بهره‌برداران و تعداد اعضای خانوار از جمله عوامل مؤثر در میزان مشارکت مردم در چنین طرح‌هایی هستند. Faircheallaigh (۲۰۱۰) پارامترهایی مثل تعهد بهره‌برداران، طرز فکر مردم، توجه به علائق و نیازها و نگرش نسبت به مشارکت را در مشارکت مهم دانسته است. Posthumus و Prager (۲۰۱۰) آموزش و اشتغال را در مشارکت مؤثر دانسته است. Bohnet و همکاران (۲۰۱۱) و Parkes و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی عوامل مؤثر بر برنامه‌های مدیریت منابع طبیعی از دیدگاه اجتماعی و اقتصادی پرداختند؛ و به این نتیجه رسیدند که عوامل اجتماعی مثل آگاهی، علاقه و عوامل اقتصادی مثل حمایت مالی از طرح‌ها از عوامل تأثیرگذار بر روی مشارکت در طرح‌ها هستند. Ajili و همکاران (۲۰۰۷) و Shariati و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که بین سطح تحصیلات با میزان مشارکت همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. بنابراین شناخت عوامل مؤثر بر مشارکت آبخیزنشینان و برنامه‌ریزی و اقدامات لازم برای مشارکت هرچه بیشتر آبخیزنشینان به منظور اجرای بهتر پروژه‌ها و نگهداری آن‌ها در آینده، یک اصل ضروری است؛ که ما در این پژوهش به دنبال شناخت همین عوامل می‌باشیم.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

حوضه رودخانه بزرگ نائین با مساحتی حدود ۱۳۰۰۰۰ هکتار بین ۳۲ درجه و ۴۵ دقیقه و ۱۸ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۰۹ دقیقه و ۲۰ ثانیه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۲۹ دقیقه و ۱۸ ثانیه تا ۵۳ درجه و ۰۵ دقیقه و ۴۱ ثانیه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار

تحقیق حاضر از نوع توصیفی - همبستگی می‌باشد که با بهره‌گیری از فن پیمایش و از طریق پرسش‌نامه انجام شده است.

جامعه آماری: جامعه آماری مورد مطالعه در این پژوهش، شامل آبخیزنشینان ساکن حوضه رودخانه بزرگ نائین استان اصفهان است ( $N=2298$ ).

روش نمونه‌گیری و تعیین حجم نمونه: روش نمونه‌گیری مورد استفاده در این تحقیق، روش نمونه‌گیری تصادفی بود (Rahmani Rad Kharafkoli, 2016). در این تحقیق با توجه به حجم جامعه آماری که جمعیت کل آبخیزنشینان ۲ دهستان حوزه آبخیز رودخانه بزرگ نائین (۲۲۹۸ نفر) بود. با قرار دادن حجم جامعه آماری در فرمول کوکران<sup>۱</sup> (رابطه ۱) و تطبیق با جدول مورگان حجم نمونه آماری مشخص گردید (۴۷۶ نفر) (Sarmadi و همکاران، 2006).

$$n = \frac{Nz^2pq}{Nd^2 + z^2pq} \quad (1)$$

n: حجم نمونه، N: حجم جامعه، z: فاصله اعتماد=۱/۹۶، d: مقدار خطا=۰/۰۴، p: واریانس جامعه=۰/۰۵، q: انحراف معیار جامعه=۰/۰۵

شیوه اجرای تحقیق: برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز تحقیق، پرسش‌نامه‌ای در پنج بخش تهیه و تدوین شد. بخش اول برای جمع‌آوری اطلاعات درباره ویژگی‌های فردی پاسخگویان طراحی شده بود. بخش دوم به سنجش وضعیت اجتماعی پاسخگویان از قبیل انگیزه آبخیزنشینان به مشارکت در طرح‌های آبی، توان شوراهای محلی، تشویق دوستان، آشنایان و کارشناسان، میزان تأثیر استفاده از دانش بومی، میزان تأثیر استفاده از خدمات آموزشی و ترویجی، میزان آگاهی آبخیزنشینان، تمایل به کارهای جمعی و میزان تأثیر تجربه شغلی می‌پرداخت. بخش سوم برای

جمع‌آوری اطلاعات درباره ویژگی‌های اقتصادی پاسخگویان طراحی شده بود. بخش چهارم به سنجش وضعیت ارتباطی و منابع اطلاعاتی پاسخگویان از قبیل تلویزیون و شبکه‌های مجازی، بازدید از طرح‌های دیگر، سی‌دی و فیلم‌های آموزشی، اطلاع‌رسانی کارشناسان، رهبران محلی، کلاس‌های آموزشی می‌پرداخت؛ و بخش پنجم به سنجش شاخص‌های تمایل به مشارکت از قبیل تمایل در دادن دستمزد به آبخیزنشینان، تمایل به حفاظت از طرح‌ها، تمایل به افزایش محصولات کشاورزی، تمایل به افزایش آب قنات‌ها و چاه‌ها، تمایل به احداث سدها و کانال‌های ذخیره آب، تمایل به لایروبی قنات‌ها می‌پرداخت. سنجش روایی این پرسش‌نامه با مراجعه مکرر به کارشناسان، متخصصین و استادان مجرب آشنا با مفاهیم مشارکت صورت گرفت. به طور کلی در این تحقیق برای افزایش روایی محتوای پرسشنامه از ابزارهای زیر استفاده شده است:

- ۱- استفاده از نظرات تخصصی اساتید راهنما و مشاور
- ۲- استفاده از نظرات برخی از کارشناسان اداره جهاد کشاورزی و اداره منابع طبیعی شهرستان نائین
- ۳- مطالعه تحقیقات مشابه، مقالات، کتب و مجلات تخصصی و برای سنجش پایایی پرسش‌نامه از آزمون آلفای کرونباخ<sup>۲</sup> استفاده گردیده است. در این پژوهش پس از جمع‌آوری و دسته‌بندی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS از روش آمار توصیفی و آمار استنباطی به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردیده است.

## نتایج و بحث

### ۱- مطالعات توصیفی

#### ویژگی‌های فردی آبخیزنشینان مورد مطالعه

جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که تعداد بیشتری از آبخیزنشینان در حوزه آبخیز را مردان با فراوانی ۵۸/۸۲ درصد تشکیل داده‌اند و میزان زنان در حوزه آبخیز

<sup>1</sup> formula Cochran

<sup>2</sup> Cronbakh alpha

زمین داشتند و کمترین فراوانی متعلق به طبقه مساوی و بیشتر از ۱۷ هکتار با فراوانی ۰/۶۳ درصد بوده است. همچنین بر اساس تعداد دام بیشترین فراوانی (۴۸/۳۱) متعلق به طبقه‌ای از آبخیزنشینان بوده است که کمتر از ده رأس دام داشتند و کمترین فراوانی متعلق به طبقه سی تا چهل رأس دام با فراوانی ۰/۶۳ درصد بوده است.

نتایج حاصل از نظرات پاسخگویان در حوضه رودخانه بزرگ نائین بر اساس درآمد خالص سالانه نشان داده است که بیشترین فراوانی (۷۱/۰۰ درصد) متعلق به طبقه‌ای از آبخیزنشینان بوده است که درآمد خالص سالانه، بین شانزده تا بیست و دو میلیون تومان داشتند و کمترین فراوانی (۰/۴۲ درصد) متعلق به دو طبقه‌ای از آبخیزنشینان بوده است که درآمد خالص سالانه کمتر از ده میلیون تومان و مساوی و بیشتر از بیست و هشت میلیون تومان داشتند.

## ۲- مطالعات استنباطی

### تجزیه و تحلیل متغیرهای مؤثر بر تمایل

#### آبخیزنشینان به مشارکت

نتایج حاصل از پرسش‌نامه نشان داد که صفر درصد آبخیزنشینان دارای تمایل به مشارکت خیلی کم، ۳۵/۷۱ درصد آبخیزنشینان دارای تمایل به مشارکت کم، ۴۱/۸۰ درصد آبخیزنشینان دارای تمایل به مشارکت متوسط، ۲۲/۴۷ درصد آبخیزنشینان دارای تمایل به مشارکت زیاد و صفر درصد آبخیزنشینان دارای تمایل به مشارکت خیلی زیاد هستند (جدول ۳).

نسبت به مردان کمتر بوده است. همچنین طبقه سنی بیشتر و مساوی پنجاه سال با ۵۰/۴۲ درصد دارای بیشترین فراوانی و طبقه سنی بین بیست تا سی سال با ۶/۳۰ درصد دارای کمترین فراوانی بوده است. آمار به دست آمده در مورد سطح تحصیلات آبخیزنشینان نیز حکایت از آن دارد که بیشتر آبخیزنشینان (۵۹/۶۶ درصد) مورد مطالعه دارای تحصیلات سیکل تا بی‌سواد بوده‌اند و کمترین فراوانی (۰/۲۱ درصد) متعلق به طبقه‌ای از آبخیزنشینان بود که دارای تحصیلات دکتری و بالاتر بوده‌اند.

بر اساس اطلاعات به دست آمده درباره بعد خانوار آبخیزنشینان، بیشترین فراوانی متعلق به طبقه‌ای از آبخیزنشینان است که دارای بعد خانوار چهار تا هفت نفر بودند و کمترین فراوانی متعلق به طبقه بیشتر و مساوی سیزده نفر با فراوانی صفر درصد بوده است. آمار اصلی به دست آمده در مورد شغل اصلی پاسخگویان نیز حکایت از آن دارد که بیشتر پاسخگویان (۲۳۵ نفر، ۴۹/۳۶ درصد) به کار کشاورزی مشغول هستند، ۱۷ نفر (۳/۵۷ درصد) به کار دامداری می‌پردازند. به عبارتی ۵۲/۹۴ درصد آبخیزنشینان به نوعی درگیر کارهای زراعی و دامداری هستند. آمار به دست آمده در مورد وضعیت تأهل پاسخگویان نشان می‌دهد که ۳۷۹ نفر از افراد مورد مطالعه متأهل و مابقی (۹۷ نفر) مجرد هستند.

### ویژگی‌های اقتصادی آبخیزنشینان مورد مطالعه

جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که بر اساس مساحت زمین، بیشترین فراوانی (۵۱/۸۹) متعلق به طبقه‌ای از آبخیزنشینان بوده است که بین هفت تا دوازده هکتار

جدول ۱- توزیع فراوانی آبخیزنشینان بر اساس ویژگی‌های فردی

Table 1- Frequency distribution of watersheds based on individual characteristics

درصد فراوانی تجمعی نسبی Relative cumulative frequency percentage	درصد فراوانی نسبی (Pi) Relative frequency percentage	فراوانی (نفر) f <sub>i</sub> Frequency (n)	سطوح متغیر Variable levels	متغیر Variable
41.17	41.17	196	زن Woman	جنسیت Gender
100	58.82	280	مرد Man	
-	100	476	جمع Total	
10.50	10.50	50	10-20	گروه سنی (سال) Age group (year)
16.80	6.30	30	20-30	
26.68	9.87	47	30-40	
49.57	22.89	109	40-50	
100	50.42	240	50 <	
-	100	476	جمع Total	
59.66	59.66	284	بی‌سواد-سیکل Illiterate-cycle	
90.33	30.67	146	دیپلم-فوق دیپلم Diploma-above diploma	
98.94	8.61	41	لیسانس Bachelor	
99.78	0.84	4	فوق لیسانس MA	
100	0.21	1	دکتری و بالاتر PhD and above	
-	100	476	جمع Total	
19.32	19.32	92	1-4	بعد خانوار Family size
90.12	70.79	337	4-7	
99.57	9.45	45	7-10	
100	0.42	2	10-13	
100	0	0	13 <	
-	100	476	جمع Total	
3.57	3.57	17	دامداری Livestock	شغل اصلی Main job
52.94	49.36	235	کشاورزی Agriculture	
64.07	11.13	53	قالی بافی Carpet weaving	
71.63	7.56	36	راننده Driver	
100	28.36	135	سایر Other	
-	100	476	جمع Total	
20.37	20.37	97	مجرد Single	وضعیت تأهل Marital status
100	79.62	379	متأهل Married	
-	100	476	جمع Total	

جدول ۲- توزیع فراوانی آبخیزنشینان بر اساس ویژگی‌های اقتصادی

Table 2- Frequency distribution of watersheds based on economic characteristics

درصد فراوانی نسبی Relative cumulative frequency percentage	درصد فراوانی نسبی (Pi) Relative frequency percentage	فراوانی (نفر) Frequency (n)	سطوح متغیر Variable levels	متغیر Variable
3.57	3.57	17	> ۲ (خیلی کم)	میزان زمین (هکتار) Land area (hectares)
31.51	27.94	133	۲-۷ (کم)	
83.40	51.89	247	۷-۱۲ (متوسط)	
99.36	15.96	76	۱۲-۱۷ (زیاد)	
100	0.63	3	< ۱۷ (خیلی زیاد)	
-	100	476	جمع	
48.31	48.31	230	> ۱۰ (خیلی کم)	تعداد دام (رأس) Number of livestock (head)
93.90	45.58	217	۱۰-۲۰ (کم)	
95.79	1.89	9	۲۰-۳۰ (متوسط)	
96.42	0.63	3	۳۰-۴۰ (زیاد)	
100	3.57	17	< ۴۰ (خیلی زیاد)	
-	100	476	جمع	
0.42	0.42	2	> ۱۰ (خیلی کم)	درآمد خالص سالانه (میلیون تومان) Annual net income (million Tomans)
17.64	17.22	82	۱۰-۱۶ (کم)	
88.65	71/00	338	۱۶-۲۲ (متوسط)	
99.57	10.92	52	۲۲-۲۸ (زیاد)	
100	0.42	2	< ۲۸ (خیلی زیاد)	
-	100	476	جمع	

جدول ۳- فراوانی آبخیزنشینان بر حسب طبقات میزان تمایل آبخیزنشینان به مشارکت

Table 3: Frequency of watersheds according to classes, the degree of desire of watersheds to participate

درصد تجمعی The cumulative percentage	درصد Percent	فراوانی آبخیزنشینان Frequency of watersheds	مقیاس طیف لیکرت Likert scale	متغیر Variable
0	0	0	خیلی کم Very little	میزان تمایل به مشارکت Willingness to participate
35.71	35.71	170	کم Low	
77.52	41.80	199	متوسط Medium	
100	22.47	107	زیاد Much	
100	0	0	خیلی زیاد Very much	

### رابطه بین شاخص‌های عوامل اقتصادی با میزان

#### تمایل آبخیزنشینان به مشارکت

نتایج آزمون همبستگی کندال تائو هر یک از گویه‌های عوامل اقتصادی با تمایل آبخیزنشینان به مشارکت نشان داد که بین همه شاخص‌های عوامل اقتصادی با میزان تمایل آبخیزنشینان به مشارکت رابطه معنی‌داری وجود دارد. بیشترین میزان همبستگی مربوط به درآمد خالص سالانه آبخیزنشینان و کمترین

میزان همبستگی گویه‌ها مربوط به تعداد دام است (جدول ۴).

این نتایج با نتایج پژوهش (Salehi 2007) که بیان کرد رابطه مثبت و معنی‌داری بین میزان مشارکت در طرح‌ها و میزان مالکیت زمین زراعی وجود دارد همخوانی دارد. همچنین این نتایج با نتایج پژوهش‌های Mirdamadi و همکاران (2010) و Huntsinger و Fortman (1990) نیز مطابقت دارد.

جدول ۴- همبستگی بین شاخص‌های عوامل اقتصادی و تمایل آبخیزنشینان به مشارکت

Table 4- Correlation between indicators of economic factors and the desire of watershed participants to participate

سطح معنی‌داری The significance level	ضریب همبستگی کندال تائو Kendall Tau correlation coefficient	عوامل اقتصادی مؤثر بر تمایل آبخیزنشینان به مشارکت Economic factors affecting the willingness of watershed residents to participate	ردیف Row
0.000	0.566**	درآمد خالص سالانه* * Annual net income	1
0.000	0.531**	میزان زمین The amount of land	2
0.000	0.391**	تعداد دام Number of livestock	3

\*: میزان درآمد خالص سالانه مربوط به دامداری، کشاورزی، قالی‌بافی، رانندگی و سایر مشاغل آبخیزنشینان

### رابطه بین شاخص‌های عوامل اجتماعی با میزان

#### تمایل آبخیزنشینان به مشارکت

نتایج آزمون همبستگی کندال تائو هر یک از گویه‌های مسائل اجتماعی با تمایل آبخیزنشینان به مشارکت در طرح‌های آبخیزداری نشان داد که بین همه شاخص‌های مسائل اجتماعی به جز گویه میزان تأثیر استفاده از دانش بومی با میزان تمایل آبخیزنشینان به

مشارکت در طرح‌های آبخیزداری رابطه معنی‌داری وجود دارد. بیشترین میزان همبستگی مربوط به گویه انگیزه آبخیزنشینان به مشارکت در طرح‌های آبی و کمترین میزان همبستگی گویه‌ها مربوط به گویه توان شوراها محلی است (جدول ۵). نتایج این قسمت با نتایج پژوهش Bagdi (۲۰۰۵) که بیان می‌دارد متغیر وضعیت اجتماعی بهره‌برداران از جمله عوامل مؤثر در میزان مشارکت مردم در طرح‌هاست تطابق دارد.

جدول ۵- همبستگی بین شاخص‌های عوامل اجتماعی و تمایل آبخیزنشینان به مشارکت

Table 5- Correlation between indicators of social factors and the desire of watersheds to participate

سطح معنی‌داری The significance level	ضریب همبستگی کندال تائو Kendall Tau correlation coefficient	عوامل اجتماعی مؤثر بر تمایل آبخیزنشینان به مشارکت Social factors affecting the desire of watershed residents to participate	ردیف Row
0.000	0.767**	انگیزه آبخیزنشینان به مشارکت در طرح‌های آبی Motivation of watershed residents to participate in future projects	1
0.000	0.313**	توان شوراهای محلی The power of local councils	2
0.000	0.696**	تشویق دوستان، آشنایان و کارشناسان Encouraging friends, acquaintances and experts	3
0.122	0.067	میزان تأثیر استفاده از دانش بومی The impact of using indigenous knowledge	4
0.000	0.657**	میزان تأثیر استفاده از خدمات آموزشی و ترویجی The impact of using educational and extension services	5
0.000	0.552**	میزان آگاهی آبخیزنشینان Watershed awareness	6
0.000	0.645**	تمایل به کارهای جمعی Tendency to work collectively	7
0.000	0.617**	میزان تأثیر تجربه شغلی The extent of the impact of work experience	8

رهبران محلی بیشترین همبستگی را با تمایل به مشارکت داشت. همچنین، کمترین میزان شدت همبستگی، مربوط به گویه بازدید از طرح‌های دیگر بود (جدول ۶). نتایج این بخش با نتایج پژوهش‌های Prager و Posthumus (۲۰۱۰) و Salehi (۲۰۰۷)، همسو است.

رابطه بین شاخص‌های عوامل ارتباطی و منابع اطلاعاتی با میزان تمایل آبخیزنشینان به مشارکت طبق نتایج آزمون کندال تائو هر یک از گویه‌های عوامل ارتباطی و منابع اطلاعاتی با تمایل آبخیزنشینان به مشارکت در طرح‌های آبخیزداری نشان داد بین همه شاخص‌ها با میزان تمایل به مشارکت در طرح‌های آبخیزداری رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. گویه

جدول ۶- همبستگی بین شاخص‌های عوامل ارتباطی و منابع اطلاعاتی و تمایل آبخیزنشینان به مشارکت

**Table 6- Correlation between indicators of communication factors and information sources and the desire of watershed residents to participate**

سطح معنی‌داری The significance level	ضریب همبستگی کندال تائو Kendall Tao correlation coefficient	عوامل ارتباطی مؤثر بر تمایل آبخیزنشینان به مشارکت Communication factors affecting the willingness of watershed participants to participate	ردیف Row
0.000	0.520**	تلویزیون و شبکه‌های مجازی TV and virtual networks	1
0.000	0.444**	بازدید از طرح‌های دیگر Visiting other projects	2
0.000	0.507**	سی‌دی و فیلم‌های آموزشی CDs and educational films	3
0.000	0.612**	اطلاع‌رسانی کارشناسان Experts' information dissemination	4
0.000	0.664**	رهبران محلی Local leaders	5
0.000	0.618**	کلاس‌های آموزشی Training classes	6

آبخیزداری دارند (جدول ۷). نتایج این بخش با نتایج پژوهش‌های Bohnet و همکاران (۲۰۱۱)، Parkes و همکاران (۲۰۱۰) و Prager و Posthumus (۲۰۱۰) مطابقت دارد. همچنین این نتایج با نتایج پژوهش Salehi (۲۰۰۷)، که در بررسی عوامل مؤثر بر میزان مشارکت آبخیزنشینان در طرح‌ها به این نتیجه رسید که رابطه مثبت و معنی‌داری بین میزان مشارکت در طرح‌ها و متغیرهای سطح سواد، میزان مالکیت زمین زراعی و میزان استفاده از عوامل ارتباطی وجود دارد همسو است.

رابطه بین متغیرهای مستقل با میزان تمایل

آبخیزنشینان به مشارکت

نتایج آزمون پیرسون و اسپیرمن نشان داد که متغیرهای عوامل اقتصادی و عوامل ارتباطی و منابع اطلاعاتی همبستگی مستقیم و شدید و متغیر عوامل اجتماعی همبستگی مستقیم و بسیار شدید با مشارکت در طرح‌های آبخیزداری دارند. متغیر عوامل اجتماعی، بیشترین همبستگی و متغیر عوامل اقتصادی، کمترین همبستگی را با میزان تمایل به مشارکت در طرح‌های

جدول ۷- همبستگی بین متغیرهای مستقل با میزان تمایل به مشارکت

**Table 7- Correlation between independent variables with the degree of willingness to participate**

نوع و میزان همبستگی Type and extent of correlation	سطح معنی‌داری The significance level	ضریب همبستگی اسپیرمن و پیرسون Spearman and Pearson correlation coefficient	عوامل مؤثر بر مشارکت Factors affecting participation	ردیف Row
مستقیم - شدید Direct - Intense	0.000	0.686**	عوامل اقتصادی (پیرسون) Economic factors (Pearson)	1
مستقیم - بسیار شدید Straight - very intense	0.000	0.829**	عوامل اجتماعی social factors	2
مستقیم - شدید Direct - Intense	0.000	0.699**	عوامل ارتباطی و منابع اطلاعاتی Communication factors and information resources	3

### رابطه بین متغیرهای عوامل فردی با میزان تمایل آبخیزنشینان به مشارکت

نتایج آزمون پیرسون و اسپیرمن نشان داد که متغیر جنسیت، همبستگی مستقیم و ضعیف، متغیر سن، همبستگی معکوس و ضعیف و متغیر تحصیلات، همبستگی مستقیم و شدید با مشارکت در طرح‌های

آبخیزداری دارند. متغیرهای بعد خانوار، شغل اصلی و وضعیت تأهل با مشارکت در طرح‌های آبخیزداری هیچ‌گونه همبستگی ندارند (جدول ۸). نتایج این قسمت با نتایج تحقیقات Salehi (۲۰۰۷)، Bagdi (۲۰۰۵) و Huntsinger و Fortman (۱۹۹۰) تطابق دارد.

جدول ۸- همبستگی بین متغیرهای عوامل فردی با میزان تمایل به مشارکت

Table 8- Correlation between individual factor variables and willingness to participate

وضعیت تأهل*	شغل اصلی	بعد خانوار	تحصیلات	سن	جنسیت*	
-0.038	-0.058	-0.060	0.524**	-0.242**	0.240**	ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن Pearson and Spearman correlation coefficient
0.403	0.207	0.191	0.000	0.000	0.000	سطح معنی‌داری The significance level
ندارد does not have	ندارد does not have	ندارد does not have	مستقیم - شدید Direct - Intense	معکوس - ضعیف Reverse - weak	مستقیم - ضعیف Straight - weak	نوع و میزان همبستگی Type and extent of correlation
-	-	-	1	2	3	اولویت Priority

\*: از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شده است.

### نتیجه‌گیری

ضرورت توجه به مشارکت آبخیزنشینان در طرح‌های آبخیزداری بر کسی پوشیده نیست، بنابراین بایستی عوامل تأثیرگذار و مؤثر در این فرایند را شناسایی نمود. با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر، مهم‌ترین عوامل اجتماعی تأثیرگذار بر مشارکت آبخیزنشینان حوزه آبخیز رودخانه بزرگ نائین شامل انگیزه آبخیزنشینان به مشارکت در طرح‌های آتی، توان شوراهای محلی، تشویق دوستان، آشنایان و کارشناسان، میزان تأثیر استفاده از خدمات آموزشی و ترویجی، میزان آگاهی

آبخیزنشینان، تمایل به کارهای جمعی، میزان تأثیر تجربه شغلی هستند و مهم‌ترین عوامل فردی تأثیرگذار بر مشارکت آبخیزنشینان حوزه آبخیز رودخانه بزرگ نائین شامل جنسیت، سن و تحصیلات هستند. نتایج حاصل از آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین عوامل اقتصادی با میزان مشارکت آبخیزنشینان در طرح‌های آبخیزداری رابطه مثبت و معنی‌داری (همبستگی مستقیم - شدید) وجود دارد به عبارتی دیگر یافته‌های تحقیق از دیدگاه آبخیزنشینان بیانگر رابطه معنی‌داری بین میزان تمایل آبخیزنشینان به مشارکت در طرح‌های آبخیزداری با عوامل اقتصادی

مثل برگزاری کلاس‌های آموزشی، رهبران محلی، کارشناسان، بازدید از طرح‌های دیگر، رادیو، تلویزیون و غیره بیشتر استفاده شود، میزان مشارکت آبخیزنشینان به مشارکت در طرح‌های آبخیزداری بیشتر می‌شود، بنابراین می‌توان بیان کرد که با ارتقاء رسانه‌های جمعی و اجتماعی، برگزاری کلاس‌های آموزش، بازدید از دیگر طرح‌های موفق و غیره میزان مشارکت در طرح‌های آبخیزداری را می‌توان افزایش داد.

در کل یافته‌های این پژوهش به تأثیرات عوامل اجتماعی، عوامل اقتصادی، عوامل ارتباطی و منابع اطلاعاتی و متغیرهای عوامل فردی گویه‌های آن‌ها (میزان زمین، توان شوراها محلی، میزان تأثیر استفاده از دانش بومی، بازدید از طرح‌های دیگر، اطلاع‌رسانی کارشناسان و...) بر روی مشارکت آبخیزنشینان در طرح‌های آبخیزداری اشاره دارد و از آنجا که این عوامل و گویه‌ها اثرات شدیدی بر روی تمایل آبخیزنشینان به مشارکت در طرح‌های آبخیزداری دارند لذا توجه به این موارد می‌تواند ما را در بهبود انجام طرح‌های آبخیزداری یاری دهد که خود مرهون اهمیت بیشتر کارشناسان و دولت به آبخیزنشینان ساکن در حوضه است.

است. به نظر می‌رسد در این حوزه آبخیز، شرایط مالی و توان اقتصادی آبخیزنشینان تا حدودی برابر و در سطح متوسط است. در چنین شرایطی دادن تسهیلات و اعتبارات کم‌بهره تا حد زیادی می‌تواند انگیزه تمایل به مشارکت آبخیزنشینان در طرح‌های آبخیزداری را تقویت نماید همچنین سازمان‌های ذیربط و دولت می‌توانند با اشتغال‌زایی و بهبود وضعیت اقتصادی مردم به‌خصوص جوانان حوضه باعث افزایش انگیزه تمایل به مشارکت آبخیزنشینان در طرح‌های آبخیزداری شوند.

نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد که بین عوامل ارتباطی و منابع اطلاعاتی با تمایل آبخیزنشینان به مشارکت در طرح‌های آبخیزداری رابطه مثبت و معنی‌داری (همبستگی مستقیم - شدید) وجود دارد. نتایج آزمون کندال تائو هر یک از گویه‌های عوامل ارتباطی و منابع اطلاعاتی با تمایل آبخیزنشینان به مشارکت در طرح‌های آبخیزداری نشان داد بین همه شاخص‌ها با میزان تمایل به مشارکت در طرح‌های آبخیزداری رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد به عبارت دیگر هرچه از عوامل ارتباطی و منابع اطلاعاتی

## References

- Ajili, A., Behtash, M. J. & Danaei, M. (2007). Non-economic determinants of satisfaction from participation in projects combating desertification in Khuzestan province. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, 3(1), 117-129. (In Persian)
- Bagdi, G. 2005. *People participation in soil and water conservation through watershed approach*. Indian international book distributing (IBDs).
- Bohnet, C.I., Roberts, B., Harding, E., Haug, K.J. (2011). A typology of grazers to inform a more targeted approach for developing natural resource management policies and agricultural extension. *Land Use Policy*, 28(3), 629-637.
- Faircheallaigh, C.O. (2010). Public participation and environmental impact assessment: purposes, implications, and lessons for public policy making. *International journal by environmental impact assesment review*, 30: 19-27.
- Huntsinger, L and L.P. Fortman. (1990). Californias privately owned oak woodland: owner, use and management. *Journal of rangeland management*, 43: 147-152.
- Karimi, E. & Chizari, M. (2009). Farmers' attitude toward soil conservation: A comparative study. *Journal of Extension Systems*. 11(1), 11-26.

- Mirdamadi, M., Alizadeh Fard & M., Alimardian, p. (2010). Study of the relationship between people's participation and socio-economic consequences in the Hablehroud project (Case study: Tehran province), *Iranian Journal of Economic Research and Agricultural Development*, Volume 2-41, Issue 4: 557-564.
- Mcshane, S. L. (1996). The multidimensionality of union participation. *Journal of Occupational Psychology*, 59, 177-187. [https://doi.org/10.1016/0149-2063\(93\)90026-J](https://doi.org/10.1016/0149-2063(93)90026-J).
- Natural Resources Department of Nain city. 2019.
- Mehrdost, Kh. A., Shams and A. Karami dehkordi. (2013). Factors affecting the participation of rural people in watershed management projects (Case Study: DrodFaraman watersheds and Lalabad Kermanshah city). *Iran agricultural economics and development research*, 3(44): 409-399 (In Persian).
- Newig J. and Ozerol G. (2008). Evaluating the success of public participation in water resources management: five key components, *Journal of water policy*, 10: 639-66.
- Omani, A. (2008). *Analysis of farmers' participation in design, implementation and protection of watershed management projects in Shahid Modarres watershed*. Ahvaz: The first national conference on sustainable agricultural management and development in Iran. January 13-5.
- Prokopy, L. (2005). The relationship between participation and project outcomes: Audience from rural water supply projects in India. *Journal of world development*, 33:1801-1819.
- Prager K and H. Posthumus. (2010). *Adopting sustainable soil management, the role of socio-economic factors*. 16th Annual international sustainable development research conference in Hong Kong, 32 pp.
- Parkes, M.W., Morrison, K.E., Bunch, M.J., Hallstrom, L.K., Neudoerffer, R.C., Venema, H.D and Waltner-Toews, D. (2010). Towards integrated governance for water, health and social- ecological systems: the watershed governance prism, *Journal of global environmental change*, 20: 693-704.
- Reed, M.S. (2008). Stakeholder Participation for Environmental Management: a Literature Review, *Biological Conservation*, Vol. 141, PP. 2417-2431.
- Razavi Arab, M. (1999). Assessment methods and techniques, Organization of Forests, Rangelands and Rural Participatory Watershed Management (PRA).
- Rezaei, R., Vedadi, A., and Mehrdoust, Kh. (2010). Factors affecting the participation of villagers in watershed management projects in Khomarak watershed. *Journal of Rural Research*, Year 3, Issue 1, pp. 221-1999.
- Rahmani Rad Kharafkoli, M. (2016). *Analysis of Factors Affecting Villagers' Participation in Natural Resources Conservation Projects (Case Study: International Hyrcanian Forest Multipurpose Management Project, Forty Tea Pilot)*, M.Sc. Thesis, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous.
- Sarmadi, Z., Bazargan, A., and Hejazi, A. (2006). *Research Method in Behavioral Sciences*. Informed Publishing Institute. 13th edition, University of Tehran.
- Sahraei, Y. (2014). *Investigating the factors affecting the participation of rangeland owners in rangeland management projects (Case study: Rangelands of Khatam city - Yazd province)*. Master Thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Arsanjan Branch, 113 p.
- Salehi, L. (2007). *Investigating the factors affecting the level of participation in watershed*

- management projects*. Fourth National Seminar on Watershed Management and Watershed Management, University of Tehran. (In Persian)
- Shariati, M. R., Ziadbakhsh, S. & Varamini, N. (2005). Factors influencing villagers' participation on protection forests of North and West. *Forest and Range*, 67, 47-57. (In Persian)

## Quantitative evaluation and analysis of combating desertification strategies with multiple decision-making approaches in fuzzy environment

Mohammad Hassan Sadeghi Ravesh<sup>1\*</sup> and Hassan Khosravi<sup>2</sup>

1. Associate Professor, Department of Environment, College of Agriculture, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran
2. Associate Professor, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran

\*Corresponding author: m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir

(Received: 20 June 2022

Revise: 11 August 2022

Accepted: 11 August 2022)

### Extended Abstract

**Introduction:** Desertification is a natural disaster risk event. This phenomenon, along with the extent of degradation, various effects and complexity of the process, deals with qualitative and uncertain indicators and follows the behavior of fuzzy systems. Therefore, in evaluating combating desertification to achieve preferred and optimal strategies, the use of multi-criteria fuzzy decision-making methods seems necessary. Therefore, this study was conducted to determine the priority of strategies to combat desertification using hierarchical analytical models in a fuzzy environment in the Yazd-Khezrabad plain during 2019-2020 as a case study.

**Materials and Method:** Fuzzy decision matrix was obtained from fuzzy Delphi method and within the framework of multi-criteria decision-making method. Using Expert Choice software and ELECTRE model, the initial priority of strategies was obtained. In order to estimate the final priority of strategies, TOPSIS method was used and the results were analyzed using GAIA diagram, Graphical Analysis for Interactive Assistance, in Visual PROMETHEE software environment.

**Results and Discussion:** The results show that the strategy of "adjustment in abstraction from groundwater resources" (A<sub>31</sub>) with a ratio of 56.59% is the most important strategy in controlling and reducing the effects of desertification and rehabilitation of degraded lands. The strategies of livestock grazing control (A<sub>20</sub>), irrigation pattern change and implementation of low water requirements (A<sub>33</sub>), vegetation development and restoration (A<sub>23</sub>) and prevention of improper conversion and change of land use (A<sub>18</sub>) with proximity ratios of 15.76 %, 13.53%, 11.34% and 2.78% were selected as the next priorities, respectively. Analyses performed in Visual PROMETHEE software environment also confirmed the results of the ranking. As the analysis showed, the strategy of "adjustment in abstraction of groundwater resources" (A<sub>31</sub>) with a pure out ranking progress of  $\Phi = 0.3635$  still remained the most preferred evaluation strategy and other strategies were ranked as before.

**Conclusion:** Overall, it is concluded that in line with the strategy of adjusting the abstraction of groundwater resources (A<sub>31</sub>), by implementing aquifer projects, improving irrigation methods, land improvement, controlling the growth of industries and aquaculture crops, the process of desertification can be slowed down and destroyed lands can be restored. It is suggested that in the plans to control and reduce the effects of desertification and rehabilitation of degraded lands, the obtained results and rankings should be considered.

**Keywords:** Decision support systems, Graphical Analysis for Interactive Assistance (GAIA), Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making (FMCDM) methods, Triangular Fuzzy Number.

Citation: Sadeghiravesh, M. H., & Khosravi, H. (2022). Quantitative evaluation and analysis of combating desertification strategies with multiple decision-making approaches in fuzzy environment. *Integrated Watershed Management*, 2(2), 31-47. doi: 10.22034/iwm.2022.556144.1035

#### 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 و تحلیل کمی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی با رویکردهای تصمیم‌گیری چندگانه در محیط فازی

محمد حسن صادقی روش<sup>۱\*</sup>، حسن خسروی<sup>۲</sup>

۱- دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، تاکستان، ایران

۲- دانشیار گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران

\*نویسنده مسئول: m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۳۰

### چکیده

بیابان‌زایی یک رویداد مخاطره‌آمیز بلایای طبیعی است که در عین وسعت تخریب، گوناگونی اثرات و پیچیدگی فرایند، با شاخص‌های کیفی و غیرقطعی نیز سروکار دارد و از رفتار سیستم‌های فازی تبعیت می‌کند. بنابراین در ارزیابی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی به منظور دستیابی به راهبردهای ارجح و بهینه، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی ضروری به نظر می‌رسد. از این رو این پژوهش با هدف تعیین اولویت راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی با استفاده از مدل‌های تحلیلی سلسله‌مراتبی در محیط فازی و به صورت موردی در دشت یزد- خضرآباد طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به انجام رسید. به منظور دستیابی به این هدف، ابتدا از روش دلفی فازی و در چارچوب روش تصمیم‌گیری چند معیاره، ماتریس تصمیم‌گیری فازی حاصل شد و سپس با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice و از طریق مدل ELECTRE اولویت اولیه راهبردها به دست آمد و در ادامه به منظور برآورد اولویت نهایی راهبردها از روش TOPSIS استفاده شد و در نهایت نتایج حاصله با استفاده از نمودار GAIA در محیط نرم‌افزار Visual PROMETHEE مورد تحلیل قرار گرفت. بر مبنای نتایج حاصل شده از فرایند تحقیق، راهبرد " تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی " ( $A_{31}$ ) با نسبت نزدیکی  $56/59$  درصد به عنوان مهمترین راهبرد در کنترل و کاهش اثرات بیابان‌زایی و احیاء اراضی تخریب یافته ارزیابی شد. تحلیل‌های صورت گرفته در محیط نرم‌افزار Visual PROMETHEE نیز نتایج حاصله از رتبه‌بندی را مورد تأیید قرار داد به صورتی که راهبرد  $A_{31}$  با جریان نارته‌ای خالص  $\Phi_i=0/3635$  همچنان ارجح‌ترین راهبرد ارزیابی شد و ترتیب راهبردهای کنترل چرای دام ( $A_{20}$ )، تغییر الگوی آبیاری ( $A_{22}$ )، احیاء پوشش گیاهی ( $A_{23}$ ) و تغییر کاربری اراضی ( $A_{18}$ ) نیز همانند قبل باقی ماند؛ بنابراین پیشنهاد می‌گردد که در طرح‌های کنترل و کاهش اثرات بیابان‌زایی، نتایج به دست آمده مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل هندسی برای کمک متقابل (گایا)، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری، عدد فازی مثلثی، مقایسه زوجی.

**استناد:** صادقی روش، محمدحسن، خسروی، حسن. (۱۴۰۱). ارزیابی و تحلیل کمی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی با رویکردهای

تصمیم‌گیری چندگانه در محیط فازی. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز ۲ (۲)، ۳۱-۴۷.

### 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 به صورت آزاد در وبسایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

## مقدمه

خشک، نیمه‌خشک تا خشک نیمه مرطوب و با توجه به رشد یک درصدی میزان سالیانه بیابان‌زایی، در برابر شیوه‌های نامناسب بهره‌برداری از زیست‌بومی شکننده و بسیار حساس برخوردار است (Pishyar *et al.*, 2018; Bakhshandehmehr *et al.*, 2013). لذا تسریع روند بیابان‌زایی و تخریب آشیان‌های اکولوژیک اکوسیستم‌های طبیعی به عنوان یکی از دغدغه‌های اساسی مدیران و برنامه‌ریزان عرصه‌های منابع طبیعی کشور در دهه اخیر مطرح گردیده است (Sadeghiravesh, 2021) که برون رفت از این چالش در بسیاری از موارد نیازمند حفاظت و حمایت این مناطق در چارچوب مدیریت علمی است (Dregne, 1998). مسائل تصمیم‌گیری مدیریت مناطق بیابانی به دلیل وجود معیارها و شاخص‌های متعدد، مسائل پیچیده‌ای هستند و برای دستیابی به یک هدف مشخص راه‌حل‌های متعددی وجود دارد، که هر یک، ارجحیت‌های مختلفی را برای مسائل مختلف محیط‌زیستی، اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و سازمانی تأمین می‌نمایند. لذا در کنوانسیون ملل متحد برای مبارزه با بیابان‌زایی، بر رویکردهای مشارکتی و گفتگوی بین دیدگاه‌های مختلف به منظور دستیابی به راهبردهای بومی (محلی) و استفاده مناسب‌تر و کارآمدتر از منابع تاکید شده است (Chasek *et al.*, 2019; UNCCD, 2017)؛ بنابراین، این الزامات موجب استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه<sup>۲</sup> می‌شود که هدف آن انتخاب بهترین جواب از بین راه‌حل‌های مختلف از دیدگاه خبرگان است (Asgarpour, 2017). از طرف دیگر از آنجا که در ماهیت اکوسیستم‌های طبیعی، مرزهای مشخص و قراردادی وجود ندارد؛ بنابراین، همیشه در ارزیابی پدیده‌هایی از قبیل بیابان‌زایی با سطحی از فقدان قطعیت روبرو هستیم (Sarkar *et al.*, 2016) شاخص‌های بیابان‌زایی از قبیل شوری آب و خاک، تخریب خاک و پوشش گیاهی، نسبت جذب سدیمی و ... همگی

بیابان‌زایی عبارت است از تخریب اراضی در نواحی خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه مرطوب ناشی از عوامل اقلیمی و فعالیت‌های انسانی (UNCCD, 2017; Qiang *et al.*, 2017) و پدیده تخریب اراضی نیز به عنوان کاهش و یا از بین رفتن بهره‌وری بیولوژیکی و اقتصادی در مزارع، مراتع و نواحی جنگلی بیان می‌شود (Huang & Siegert, 2006; Tsunekawa, 2005). در مقیاس جهانی، اراضی بیابانی که ۳۶ میلیون کیلومترمربع معادل ۴۲ درصد از اراضی سطح زمین را شامل شده (Middleton & Thomas, 1997)، بیش از یکصد کشور به ویژه کشورهای در حال توسعه و در معرض خطر را تهدید می‌کند (Pishyar *et al.*, 2018; Koohbanani *et al.*, 2017) و یک‌ششم از کل جمعیت جهان که غالباً در فقر به سر می‌برند را متأثر می‌سازد (Koohbanani *et al.*, 2017; Middleton & Thomas, 1997) که این روند همچنان وخیم ارزیابی می‌شود (Cherlet *et al.*, 2018). این وضعیت شاخص مناسبی از پسرقت اکوسیستم‌هایی است که تحت تأثیر فشارهای متعدد، نوسان‌های آب و هوایی و بهره‌برداری‌های مفرط قرار گرفته‌اند. بروز چنین فشارهایی می‌تواند امنیت غذایی و زیست‌محیطی را با بحران مواجه کرده و ثبات اقتصادی - اجتماعی و توسعه پایدار را در مقیاس محلی و منطقه‌ای با چالش رو به رو کند (Jiang *et al.*, 2019). بنابراین بیابان‌زایی یک تهدید جدی اکولوژیکی، محیطی، اجتماعی - اقتصادی برای جهان امروز است و نیاز مبرمی برای ایجاد یک روش معقول و تجدیدپذیر برای ارزیابی این پدیده وجود دارد (Lamchin *et al.*, 2016) از این رو اعمال راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی باید متناسب با شرایط اقتصادی - اجتماعی و محیطی به صورت محلی به انجام برسد (Kong *et al.*, 2021; Briassoulis, 2019). کشور ایران نیز به دلیل قرار گرفتن بیش از ۸۰٪ از مساحتش در قلمرو سرزمین‌های

<sup>2</sup> Multi Attribute Decision Making (MADM)

<sup>1</sup> United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD)

حذف و انتخاب سازگار با واقعیت یا الکترا<sup>۱</sup> (ELECTRE)، و تکنیک اولویت‌بندی ترجیحی بر اساس تشابه به پاسخ‌های ایده‌آل یا تاپسیس<sup>۲</sup> (TOPSIS)، می‌توان با اجماع نظرات گروهی در محیط فازی، از بین طیف وسیعی از راهبردهای مطرح در کنترل بیابان‌زایی، به صورت بومی، راهبردهای اولویت-دار را تعیین کرد. این در حالی است که هیچ سابقه‌ای از کاربرد مدل‌های مذکور در انتخاب سیستماتیک راهبردهای بهینه در فرایند مقابله با بیابان‌زایی چه در داخل ایران و چه در خارج از ایران مشاهده نشده است؛ بنابراین هدف اصلی پژوهش حاضر، ارائه یک مدل مناسب با رویکرد تحلیل چندبعدی ترجیحات مدنظر تصمیم‌گیران و راستی‌آزمایی این مدل در عرصه، برای ارزیابی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی می‌باشد؛ به صورتی که بتواند فرآیند انجام این ارزیابی را به صورت جامع، بومی، کمی و انعطاف‌پذیر و با ساختار سلسله‌مراتبی ارائه دهد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

دشت یزد- خضرآباد با وسعتی معادل ۷۸۱۸۰ ha در ۱۰ km غرب شهر یزد در موقعیت جغرافیایی ۵۳°، ۵۵° الی ۵۴°، ۲۰° طول شرقی و ۴۵°، ۳۱° الی ۱۵°، ۳۲° عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). قسمت اعظم منطقه را اراضی پست متشکل از سازند قدیمی کهر تا رسوبات جوان کواترنر با شیب متوسط ۹/۴۱ درصد تشکیل می‌دهد (Sharifi & Farahbakhsh, 2016). منابع خاک منطقه عمدتاً در رده خاکهای نارس بیابانی یا آنتی‌سول<sup>۳</sup> و زیر رده اورنتز<sup>۴</sup> می‌باشد که دارای رژیم حرارتی ترمیک و رژیم رطوبتی آریدیک و به شدت تحت تأثیر فرایند فرسایش آبی و بادی و تخریب قرار دارد (Gharachelo *et al.*, 2021). از نظر اقلیمی بر مبنای روش دوماتن

ماهیت غیرقطعی دارند؛ بنابراین از رفتار سیستم‌های فازی تبعیت می‌کنند و آنچه در ارزیابی این پدیده‌ها مهم به نظر می‌رسد، امتیازدهی صحیح شاخص‌ها به منظور دستیابی به نتایج قابل استناد است (Azar & Faraji, 2016). بنابراین اعداد فازی در قالب روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه قادر است مرزهای مبهم و نامشخص در شاخص‌های بیابان‌زایی و فقدان قطعیت داده‌های ورودی را همانند آنچه در واقعیت هست، در نظر گیرد (Camastra *et al.*, 2015) تا نتایج حاصله منطبق با واقعیت بوده و از صرف هزینه‌های زیاد احیاء ناموفق اراضی بیابانی جلوگیری و یا با درجه خطر کمتری نسبت به احیاء اقدام نمود.

با مطالعه منابع تحقیقاتی مشاهده شد، مطالعات جامعی که با بکارگیری مدل‌های تصمیم‌گیری و با در نظر گرفتن مجموعه معیارها و عوامل مؤثر در فرایند مقابله با بیابان‌زایی به منظور انتخاب راهبردهای بهینه شکل گرفته باشد، تنها به کارهای Grau و همکاران (۲۰۱۰)، Heidari و Bagherzadeh Chahar Joei (۲۰۱۷)، Sadeghiravesh (a-۲۰۲۲؛ b-۲۰۲۲؛ c-۲۰۲۲)، Sadeghiravesh و Khosravi (۲۰۲۱) و Sepehr و Parvian (۲۰۱۲) محدود می‌شود.

بنابراین با توجه به محدودیت مطالعات به انجام رسیده در رابطه با کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی در تحلیل راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی که تنها به کارهای صادقی‌روش و همکاران محدود می‌شود (Sadeghiravesh, 2022-b; Sadeghiravesh & Tahmores, 2014; Sadeghiravesh *et al.*, 2015)، لزوم پرداختن به روش‌هایی که بتواند راه‌حل‌های بهینه را بر مبنای منطق و اصول قوی و مبانی نظری مستدل در چارچوب منطق فازی ارائه دهد، در حوزه مدیریت مناطق بیابانی ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین فرض شد که با کمک تئوری فازی و تلفیق آن با روشهای

<sup>3</sup> Entisols

<sup>4</sup> Orthents

<sup>1</sup> Elimination et Choice Translating Reality (ELECTRE)

<sup>2</sup> Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

سپس اقدام به نرمالیزه کردن اوزان ناپهنجار معیارها و راهبردها و دستیابی به ارجحیت و اولویت معیارها و راهبردها شد. با دستیابی به ارجحیت و اولویت معیارها و راهبردها و بر مبنای شکل کلی ماتریس تصمیم‌گیری در مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MADM)، ماتریس تصمیم‌گیری فازی شکل گرفت و بر مبنای آن اولویت راهبردها به دست آمد (Asgharizadeh & Mohammadi Balani, 2021; Azar & Rajabzadeh, 2018; Asgharpour, 2017; Azar & Faraji, 2016).

در این مرحله به منظور تمرکز بر روی هدف مطالعه از تشریح مراحل شکل‌گیری ماتریس تصمیم‌گیری فازی خودداری شد و به تشریح فرایند اولویت‌بندی راهبردها که هدف این پژوهش می‌باشد پرداخته شد، علاقه‌مندان می‌توانند به منظور مطالعه و نحوه برآورد ماتریس تصمیم‌گیری فازی راهبردها به مقالات صادقی روش (Sadeghiravesh, 2022-b; Sadeghiravesh *et al.*, 2015; Sadeghiravesh & Tahmoures, 2014) مراجعه کنند.

#### جدول ۱- ماتریس تصمیم‌گیری فازی (FDM)

Table 1- Fuzzy decision-making matrix (FDM)

$A_i^k$	معیارها Criterion			
	$C_1$	$C_2$	...	$C_N$
	$W_{11}$	$W_{12}$	...	$W_{1N}$
$A^1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1N}$
$A^2$	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2N}$
:	:	:	:	:
$A^k$	$a_{k1}$	$a_{k2}$	...	$a_{kN}$

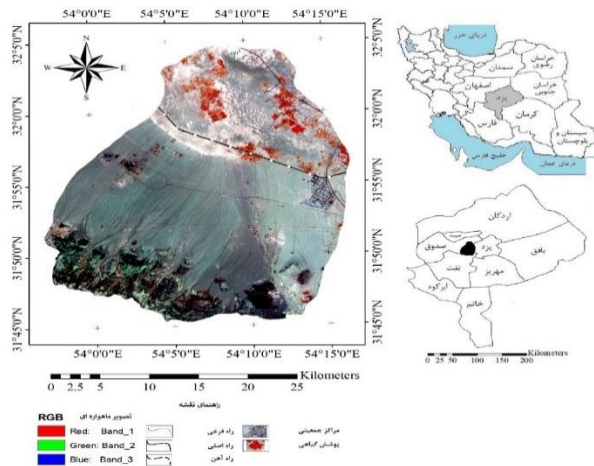
#### تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی موزون (FWDM)<sup>۳</sup>

این ماتریس به کمک رابطه ۱ تشکیل می‌گردد.

$$FWNDM = FNDM \times W = W_{n \times n} \quad (1)$$

در این رابطه:  $FNDM =$  ماتریس تصمیم‌گیری فازی و  $W_{n \times n} =$  ماتریس قطری از وزن معیارها؛ که در این ماتریس ارزش قطری اصلی معادل وزن معیارها است و ارزش مؤلفه‌های دیگر معادل صفر است.

اصلاح شده اقلیم منطقه در شرایط خشک و سرد بیابانی طبقه‌بندی می‌شود. حدود ۱۲۹۳۰ هکتار از اراضی منطقه را تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای شکل داده که آرگ<sup>۱</sup> بزرگ اشکذر با وسعتی معادل ۸۹۲۳ هکتار در شمال منطقه با انواع رخساره‌های تخریبی و فرسایشی به چشم می‌خورد که نشان دهنده وضعیت کاملاً خاص از نظر گاه بیابان‌زایی در منطقه و بیان‌کننده لزوم پرداختن به راه‌حل‌های مقابله با بیابان‌زایی در این حوزه است (شکل ۱) (Sadeghiravesh & Khosravi, 2021).



شکل ۱- موقعیت منطقه خضرآباد

Figure 1- Location of the Khezrabad area

#### روش تحقیق

#### تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی

در این مرحله پس از انتخاب معیارها و راهبردهای ارجح و برآورد وزن نسبی آنها از روش دلفی فازی، اقدام به تشکیل ماتریس میانگین مقایسات زوجی فازی شد. سپس اعداد فازی مثلثی ترکیبی<sup>۲</sup> برای هر سطر ماتریس مقایسات زوجی فازی به دست آمد و درجه بزرگی ارزش اعداد فازی مثلثی ترکیبی هر سطر ماتریس مقایسات زوجی نسبت به هم محاسبه شد و در ادامه اقدام به برآورد درجه بزرگی هر عدد فازی مثلثی ترکیبی از  $K$  عدد مثلثی فازی ترکیبی دیگر شد و به این ترتیب اوزان غیر بهنجارشده معیارها یا راهبردهای ماتریس مقایسات زوجی ارجحیت معیارها و اولویت راهبردها به دست آمد.

<sup>3</sup> Fuzzy Weighted Decision Matrix

<sup>1</sup> Erg

<sup>2</sup> Synthetic Triangular Fuzzy Number

- تعیین ماتریس هماهنگ مؤثر (CDM<sup>۳</sup>) که از رابطه ۶ محاسبه می‌شود.

$$\bar{I} = \sum_{L=1}^m \sum_{K=1}^m \frac{I_{K,L}}{m(m-1)} \quad (۶)$$

در این رابطه  $m$  ابعاد ماتریس می‌باشد.

بر اساس  $\bar{I}$  (حداقل آستانه)، یک ماتریس بولین  $F$  (با عناصر صفر و یک) طبق روابط ۷ و ۸ تشکیل می‌دهیم.

$$f_{K,L} = 1 \quad \text{if} \quad I_{K,L} \geq \bar{I} \quad (۷)$$

$$f_{K,L} = 0 \quad \text{if} \quad I_{K,L} \leq \bar{I} \quad (۸)$$

قطر ماتریس  $F$  فاقد عنصر می‌باشد و هر مؤلفه در این ماتریس نشانگر یک گزینه مؤثر و مسلط بر دیگری است.

- تعیین ماتریس ناهماهنگ مؤثر (DDM<sup>۴</sup>)

عناصر  $NI_{K,L}$  از ماتریس ناهماهنگ نیز باید نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده شوند. که حد آستانه برای این ماتریس از رابطه ۹ محاسبه می‌شود.

$$\bar{NI} = \sum_{L=1}^m \sum_{K=1}^m \frac{NI_{K,L}}{m(m-1)} \quad (۹)$$

سپس یک ماتریس بولین  $G$  تحت عنوان "ماتریس ناهماهنگ مؤثر" طبق روابط ۱۰ و ۱۱ تشکیل می‌دهیم.

$$g_{K,L} = 1 \quad \text{if} \quad NI_{K,L} \leq \bar{NI} \quad (۱۰)$$

$$g_{K,L} = 0 \quad \text{if} \quad NI_{K,L} \geq \bar{NI} \quad (۱۱)$$

- مشخص کردن ماتریس کلی و مؤثر (ADM<sup>۵</sup>)

این ماتریس از ترکیب ماتریس هماهنگ مؤثر ( $F$ ) و ماتریس ناهماهنگ مؤثر ( $G$ ) طبق رابطه ۱۲ برآورد می‌شود. این ماتریس نشان دهنده اولویت‌های نسبی راهبردها می‌باشد.

$$h_{K,L} = f_{K,L} \times g_{K,L} \quad (۱۲)$$

- حذف راهبردهای کم جاذبه و غیر مؤثر و طبقه-

بندی اولیه آنها

ماتریس کلی  $H$  نشان دهنده ترتیب اولویت راهکارهای مختلف نسبت به یکدیگر می‌باشد. با مشاهده ستون‌های این ماتریس، راهبردهای ستون‌هایی که از مقدار کمتری عدد یک شکل گرفته باشند، از اولویت بیشتری نسبت به راهبردهای دیگر برخوردارند. به این ترتیب

- مشخص نمودن مجموعه هماهنگی<sup>۱</sup> و مجموعه ناهماهنگی<sup>۲</sup> برای هر زوج از گزینه‌ها

مجموعه هماهنگ ( $S_{kl}$ ) از راهبردهای  $k$  و  $l$  مشتمل بر کلیه معیارهایی خواهد بود که راهبرد  $A_k$  بر راهبرد  $A_l$  به ازای آنها مطلوبیت بیشتری داشته باشد، مجموعه ناهماهنگ ( $D_{kl}$ ) نیز شامل معیارهایی است که در آنها راهبرد  $A_k$  بر راهبرد  $A_l$  به ازای آنها مطلوبیت کمتری داشته باشد، یعنی

$$S_{kl} = \{j | P_{kj} \geq P_{lj}\} \quad j = 1, \dots, m \quad (۲)$$

$$D_{kl} = \{j | P_{kj} < P_{lj}\} \quad j = 1, \dots, m \quad (۳)$$

- محاسبه ماتریس هماهنگی

این ماتریس، یک ماتریس مربع  $m \times m$  است که قطر آن فاقد عنصر می‌باشد. سایر عناصر این ماتریس نیز از جمع اوزان معیارهای متعلق به مجموعه هماهنگ حاصل می‌شود؛ یعنی:

$$I_{kl} = \sum_{j \in S_{kl}} W_j; \quad \sum_{j=1}^n W_j = 1 \quad (۴)$$

$$k, l = 1, 2, \dots, m, \quad k \neq l$$

معیارهای هماهنگی ( $I_{kl}$ ) بیان کننده اهمیت نسبی راهبرد  $A_k$  بر راهبرد  $A_l$  است.

- محاسبه ماتریس ناهماهنگی

این ماتریس با  $NI$  تعریف می‌شود و همانند ماتریس هماهنگ، یک ماتریس  $m \times m$  است. قطر اصلی این ماتریس عنصری ندارد و سایر مولفه‌های این ماتریس، از ماتریس موزون به ازای مجموعه ناهماهنگ  $D_{kl}$  از رابطه ۵ محاسبه می‌شود.

$$NI_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} |W_{NDM_{kj}} - W_{NDM_{lj}}|}{\max_{j \in J} |W_{NDM_{kj}} - W_{NDM_{lj}}|} \quad (۵)$$

ماتریس  $NI$  نسبت عدم مطلوبیت مجموعه ناهماهنگ  $k$  و  $l$  را به کل ناهماهنگی در شاخص‌ها بیان می‌کند. به عبارتی دیگر ماتریس  $NI$  بیانگر عدم مطلوبیت بر روی مجموعه ناهماهنگ می‌باشد.

<sup>۴</sup> Disconcordance Dominance Matrix (DDM)

<sup>۵</sup> Aggregate Dominance Matrix (ADM)

<sup>۱</sup> Concordance

<sup>۲</sup> Discordance

<sup>۳</sup> Concordance Dominance Matrix (CDM)

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (H_{ij} - A_j^+)^2}, (i = 1, 2, \dots, m) \quad (15)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (H_{ij} - A_j^-)^2}, (i = 1, 2, \dots, m) \quad (16)$$

هر قدر فاصله راهبردها از مقادیر راهبردهای ایده‌آل مثبت کمتر باشد، آن گزینه می‌تواند نقش مؤثرتری در فرایند مقابله با بیابان‌زایی داشته باشد و بالعکس محاسبه نزدیکی<sup>۲</sup> نسبی راهبردها به راهبرد ایده‌آل و رتبه‌بندی راهبردها بر اساس انحرافات به دست آمده در این مرحله نزدیکی نسبی راهبردها از رابطه ۱۷ به دست می‌آید.

$$C_i = \frac{d_i^-}{(d_i^- + d_i^+)}, (1, 2, \dots, n) \quad (17)$$

چنانچه  $A_1 = A_1^+$  باشد، آنگاه  $d_1^+ = 0$  و  $C_1 = 1$  می‌شود و در صورتیکه  $A_1 = A_1^-$  باشد، آنگاه  $d_1^- = 0$  و  $C_1 = 0$ ، بنابراین هر راهبردی که به راهبرد ایده‌آل نزدیکتر باشد، مقدار نزدیکی ( $C_1$ ) آن به یک نزدیکتر خواهد بود. در انتها برای نمایش بهتر نتایج، درصد نزدیکی نسبی راهبردها از رابطه ۱۸ محاسبه می‌شود.

$$\%C_i = \frac{C_i}{(\sum_{i=1}^n C_i)} \quad (18)$$

در انتها به منظور تحلیل بهینه مسائل چند متغیره از "تکنیک تحلیل هندسی برای کمک متقابل" یا به اختصار تکنیک GAIA<sup>۳</sup> استفاده می‌شود این تکنیک تصمیم‌گیرنده را در مورد مخالفت معیارها و برخورد وزن معیارها روی نتایج پایانی کمک می‌کند و در این زمینه از نرم‌افزار Visual PROMETHEE کمک گرفته می‌شود (Brans & Mareschal, 1994; Karande & Chakraborty, 2012)

### نتایج

#### – تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی

به منظور اولویت‌بندی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی در ابتدا مطابق ادبیات تحقیق و در

راهبردهای اولویت‌دار انتخاب و سایر راهبردها حذف می‌شوند. در عین حال ممکن است بر مبنای این روش تنها اولویت نسبی راهبردها برآورد شود و همچنین اولویت تعدادی از راهبردها یکسان برآورد باشد، در این صورت به منظور ارزیابی کمی ارجحیت این راهبردها از مدل تاپسیس در محیط فازی استفاده شد.

#### رتبه‌بندی نهایی راهبردها با استفاده از مدل تاپسیس

#### تعیین مقادیر عددی راهبردهای ایده‌آل مثبت ( $A_i^+$ ) و ایده‌آل منفی ( $A_i^-$ )

در ماتریس تصمیم‌گیری موزون هر راهبردی که بیشترین مقادیر عددی را در ارتباط با هر معیار به خود اختصاص دهد، مناسب‌ترین راهبرد در کنترل فرایند بیابان‌زایی در نظر گرفته می‌شود و تحت عنوان راهبرد ایده‌آل مثبت ( $A_i^+$ ) بیان می‌شود. لذا حداکثر مقادیر عددی راهبردها در ارتباط با هر معیار مطابق رابطه ۱۳ در مجموعه‌ای تحت عنوان مقادیر عددی راهبردهای ایده‌آل مثبت بیان می‌شود.

$$A^+ = \left\{ \begin{array}{l} (\max_i H_{ij} | j = 1) \\ (\max_i H_{ij} | j = 2) | i = 1, 2, \dots, n \end{array} \right\} \quad (13)$$

حداقل مقادیر عددی راهبردها در ارتباط با هر معیار مطابق رابطه ۱۴ در مجموعه‌ای تحت عنوان مقادیر عددی راهبردهای ایده‌آل منفی ( $A_i^-$ ) بیان می‌شود.

$$A^- = \left\{ \begin{array}{l} (\min_i H_{ij} | j = 1) \\ (\min_i H_{ij} | j = 2) | i = 1, 2, \dots, m \end{array} \right\} \quad (14)$$

محاسبه اندازه فاصله ( $d^1$ ) هر گزینه ماتریس تصمیم‌گیری فازی موزون بر اساس نرم اقلیدسی به ازای راهبردهای ایده‌آل مثبت و منفی

اندازه فاصله هر گزینه به ازای راهبردهای ایده‌آل از روابط ۱۵ و ۱۶ حاصل می‌شود.

<sup>3</sup> Graphical Analysis for Interactive Assistance (GAIA)

<sup>1</sup> distance

<sup>2</sup> Convergence

چارچوب فرایند تصمیم‌گیری اقدام به تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی از نظر گروه شد (جدول ۲).

جدول ۲- ماتریس تصمیم‌گیری فازی راهبردهای بهینه مقابله با بیابان‌زایی از نظر گروه

**Table 2- Fuzzy decision-making matrix of optimal combating - desertification alternatives from group viewpoint**

C <sub>16</sub> <sup>i</sup>	C <sub>7</sub> <sup>i</sup>	C <sub>6</sub> <sup>h</sup>	C <sub>5</sub> <sup>g</sup>	C <sub>2</sub> <sup>f</sup>	اهمیت معیارها (C) ◀ Criteria importance (C)
-0.00296	-0.0048	0.686	-0.00296	0.326	الویت راهبردها (A) ▼ Alternatives priority (A)
0.186	-0.110	-0.299	-0.035	0.115	A <sub>18</sub> <sup>a</sup>
0.177	-0.172	0.075	0.768	0.010	A <sub>20</sub> <sup>b</sup>
0.186	0.051	-0.030	-0.035	-0.027	A <sub>23</sub> <sup>c</sup>
0.076	0.209	0.972	0.279	0.813	A <sub>31</sub> <sup>d</sup>
0.373	0.102	0.013	0.023	0.108	A <sub>33</sub> <sup>e</sup>

a. Alternative of prevention of unsuitable land use changes  
 b. Alternative of livestock grazing control  
 c. Alternative of vegetation cover development and reclamation  
 d. Alternative of modification of ground water harvesting  
 e. Alternative of change of irrigation pattern and execution of the methods with less water need  
 f. Criterion of time  
 g. Criterion of scientific implementation and gettable technology  
 h. Criterion of expert human resources  
 i. Criterion of proportion and adaptation to the environment  
 j. Criterion of resources destruction, human and environmental damage

پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی (جدول ۲)، ماتریس فوق از رابطه ۱ به صورت موزون در آمد و ماتریس تصمیم‌گیری فازی موزون شکل گرفت (جدول ۳).

تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری نرمالیزه موزون فازی راهبردهای بهینه مقابله با بیابان‌زایی

جدول ۳ - ماتریس تصمیم‌گیری فازی موزون راهبردهای بهینه مقابله با بیابان‌زایی از نظر گروه

**Table 3- Harmonic fuzzy decision matrix of optimum combating - desertification alternatives from group viewpoint**

C <sub>16</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>2</sub>	اهمیت معیارها (C) ◀ Criteria importance ◀
0.0005556	0.000528	-0.205114	0.0001036	0.03749	الویت راهبردها (A) ▼ Alternatives priority ▼
0.0005239	0.0008256	0.05145	0.0022733	0.031948	A <sub>18</sub>
0.00055056	-0.0002448	-0.0205114	0.0001036	-0.008802	A <sub>20</sub>
0.00022496	0.0010032	0.666792	-0.0008258	0.265038	A <sub>23</sub>
0.00110408	-0.0004896	0.008575	0.0000681	0.035208	A <sub>31</sub>
					A <sub>33</sub>

منظور محاسبه ماتریس هماهنگ و ناهماهنگ، مجموعه هماهنگی و ناهماهنگی از روابط ۲ و ۳ برآورد شد و مجموعه‌های مذکور مطابق جدول ۴ ارائه شد.

تشکیل ماتریس هماهنگ و ناهماهنگ راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمالیزه موزون راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی (جدول ۳)، به

## جدول ۴- مجموعه‌های هماهنگ و ناهماهنگ راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی

Table 4- Consistency and inconsistency sets of combating -desertification alternatives

DKL		C <sub>2</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>16</sub>	S <sub>K,L</sub>
C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub>	D <sub>A18, A20</sub>	1	1	0	0	1	S <sub>A18, A20</sub>
C <sub>6</sub>	D <sub>A18, A23</sub>	1	1	0	1	1	S <sub>A18, A23</sub>
C <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>16</sub>	D <sub>A18, A31</sub>	0	1	0	1	0	S <sub>A18, A31</sub>
C <sub>6</sub>	D <sub>A18, A33</sub>	1	1	0	1	1	S <sub>A18, A33</sub>
C <sub>2</sub> , C <sub>5</sub>	D <sub>A20, A18</sub>	0	0	1	1	1	S <sub>A20, A18</sub>
C <sub>5</sub>	D <sub>A20, A23</sub>	1	0	1	1	1	S <sub>A20, A23</sub>
C <sub>2</sub> , C <sub>5</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>16</sub>	D <sub>A20, A31</sub>	0	0	0	1	0	S <sub>A20, A31</sub>
C <sub>2</sub> , C <sub>5</sub>	D <sub>A20, A33</sub>	0	0	1	1	1	S <sub>A20, A33</sub>
C <sub>2</sub> , C <sub>7</sub>	D <sub>A23, A18</sub>	0	1	1	0	1	S <sub>A23, A18</sub>
C <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub>	D <sub>A23, A20</sub>	0	1	0	0	1	S <sub>A23, A20</sub>
C <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> , C <sub>16</sub>	D <sub>A23, A31</sub>	0	1	0	0	0	S <sub>A23, A31</sub>
C <sub>2</sub> , C <sub>7</sub>	D <sub>A23, A33</sub>	0	1	0	1	1	S <sub>A23, A33</sub>
C <sub>5</sub> , C <sub>7</sub>	D <sub>A31, A18</sub>	1	0	1	0	1	S <sub>A31, A18</sub>
C <sub>7</sub>	D <sub>A31, A20</sub>	1	1	1	0	1	S <sub>A31, A20</sub>
C <sub>5</sub>	D <sub>A31, A23</sub>	1	0	1	1	1	S <sub>A31, A23</sub>
C <sub>5</sub>	D <sub>A31, A33</sub>	1	0	1	1	1	S <sub>A31, A33</sub>
C <sub>2</sub> , C <sub>5</sub> , C <sub>7</sub> , C <sub>16</sub>	D <sub>A33, A18</sub>	0	0	1	0	0	S <sub>A33, A18</sub>
C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> , C <sub>16</sub>	D <sub>A33, A20</sub>	1	1	0	0	0	S <sub>A33, A20</sub>
C <sub>5</sub> , C <sub>7</sub> , C <sub>16</sub>	D <sub>A33, A23</sub>	1	0	1	0	0	S <sub>A33, A23</sub>
C <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> , C <sub>16</sub>	D <sub>A33, A31</sub>	0	1	0	0	0	S <sub>A33, A31</sub>

سپس با استفاده از روابط ۴ و ۵ ماتریس هماهنگ (جدول ۵) و ناهماهنگ (جدول ۶) راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی به دست آمد.

## جدول ۵- ماتریس هماهنگ راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی

Table 5- Consistency matrix of combating -desertification alternatives

$I_{K,L} =$	-	0.3201	0.3153	-0.0078	0.3153
	0.6782	-	1	-0.0048	0.6782
	0.6801	-0.0059	-	-0.0030	-0.0107
	1.0090	1.0061	1.0042	-	1.0042

## جدول ۶- ماتریس ناهماهنگ راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی

Table 6- Inconsistency matrix of combating -desertification alternatives

$NI_{K,L} =$	-	1	1	1	1
	0.4770	-	0.0334	1	0.7477
	0.2491	1	-	1	1
	0.0019	0.0015	0.0013	-	0.0011
	0.0108	1	0.0136	1	-

تعیین حد آستانه و تشکیل ماتریس هماهنگ و ناهماهنگ مؤثر راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی در این مرحله با استفاده از رابطه ۶ و ۹ حد آستانه هماهنگی و ناهماهنگی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی

به ترتیب ۰/۴۶۵۴ و ۰/۵۷۶۹ برآورد شد؛ و بر مبنای روابط ۷ و ۱۰ ماتریس‌های مؤثر هماهنگی و ناهماهنگی راهبردها شکل گرفت (جدول ۷ و ۸).

جدول ۷- ماتریس هماهنگ مؤثر راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی

Table 7- Effective consistency matrix of combating -desertification alternatives

$$F_{K,L} = \begin{vmatrix} - & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & - & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & - & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & - & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & - \end{vmatrix}$$

جدول ۸- ماتریس ناهماهنگ مؤثر راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی

Table 8- Effective inconsistency matrix of combating -desertification alternatives

$$G_{K,L} = \begin{vmatrix} - & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & - & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & - & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & - \end{vmatrix}$$

محاسبه ماتریس اولویت راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی از رابطه ۱۲ تلفیق شد و ماتریس اولویت‌بندی راهبردها شکل گرفت (جدول ۹).

به منظور تعیین اولویت راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی، ماتریس‌های هماهنگ و ناهماهنگ مؤثر (جدول ۷ و ۸)

جدول ۹- ماتریس اولویت بندی اولیه راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی

Table 9- Initial prioritization matrix of combating - desertification alternatives

$$H_{K,L} = \begin{vmatrix} - & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & - & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & - & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & - & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & - \end{vmatrix}$$

تغییر الگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم آب خواه (A<sub>۳۳</sub>) با اولویت یکسان در رتبه بعدی قرار گرفتند و درنهایت راهبردهای توسعه واحیاء پوشش گیاهی (A<sub>۲۲</sub>) و جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی

بر طبق ادبیات تحقیق، بر مبنای مدل ELECTRE و با ملاحظه جدول ۹، نتیجه می‌شود که به ترتیب راهبرد تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی (A<sub>۳۱</sub>) مهمترین راهبرد و راهبرد کنترل چرای دام (A<sub>۲۰</sub>) و

فاصله هر راهبرد ماتریس تصمیم‌گیری موزون به ازای راهبردهای ایده‌آل مثبت و منفی برآورد شد.

- اندازه فاصله به ازای راهبردهای ایده‌آل مثبت:

$$d_i^+ = \{d_{23}^+ = 0.73985193, d_{18}^+ = 0.90111231, d_{33}^+ = 0.697193328, d_{31}^+ = 0.00322130, d_{20}^+ = 0.668736000\}$$

- اندازه فاصله به ازای راهبردهای ایده‌آل منفی:

$$d_i^- = \{d_{23}^- = 0.184605381, d_{18}^- = 0.46313673, d_{33}^- = 0.218177542, d_{31}^- = 0.913898596, d_{20}^- = 0.256866563\}$$

### محاسبه اولویت نهایی راهبردها

نزدیکی نسبی راهبردها نسبت به راهبرد ایده‌آل مقابله با بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی از رابطه (۱۷) برآورد شد و با توجه به این اصل که هر راهبردی که به راهبرد ایده‌آل نزدیکتر باشد، مقدار نزدیکی ( $C_i$ ) آن به یک نزدیکتر خواهد بود و بالعکس، اولویت نهایی راهبردها برآورد شد. و درصد اولویت به دست آمد (رابطه ۱۸):

اولویت راهبردها:

$$C_i = \{C_{23} = 0.199691, C_{18} = 0.48884, C_{33} = 0.238349, C_{31} = 0.996488, C_{20} = 0.277513\}$$

درصد اولویت راهبردها:

$$\%C_i = \{\%C_{23} = 11/34, \%C_{18} = 2/78, \%C_{33} = 13/53, \%C_{31} = 56/59, \%C_{20} = 15/76\}$$

( $A_{18}$ )، به ترتیب اولویت‌های بعدی را به خود اختصاص دادند. لذا جهت تعیین کمی اولویت راهبردها و مشخص کردن ارجحیت راهبردهایی که ارجحیت آنها یکسان برآورد شد، از روش تاپسیس در محیط فازی استفاده شد. نتایج حاصله از این روش بدین شرح است.

### برآورد عددی مقادیر ایده‌آل

در این مرحله پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی موزون با استفاده از روابط ۱۳ و ۱۴ مقادیر عددی راهبردهای ایده‌آل مثبت ( $A_i^+$ ) و ایده‌آل منفی ( $A_i^-$ )

برآورد و مجموعه‌های مربوطه شکل گرفت.

- مجموعه راهبردهای ایده‌آل مثبت:

$$A_i^+ = \{0.265038, 0.00227328, 0.666792, 0.0010032, 0.00110408\}$$

- مجموعه راهبردهای ایده‌آل منفی:

$$A_i^- = \{-0.008802, -0.00082584, -0.205114, -0.0004896, -0.00022496\}$$

### محاسبه اندازه فاصله راهبردها

پس از برآورد مجموعه راهبردهای ایده‌آل مثبت و منفی، به منظور محاسبه اندازه فاصله ( $d$ ) بر اساس نرم اقلیدسی، به دلیل حجم بالای محاسبات از نرم‌افزار Excel استفاده شد و بر مبنای روابط ۱۵ و ۱۶ اندازه

جدول ۱۰- رتبه‌بندی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی

Table 10- Ranking of combating - desertification alternatives

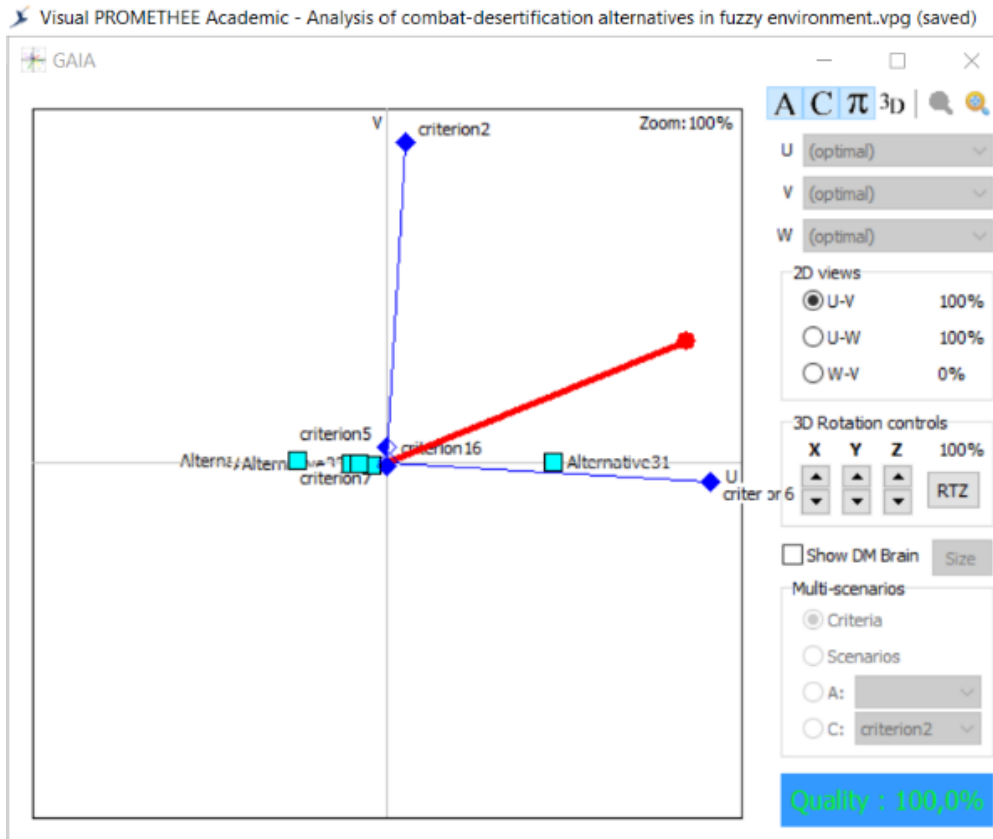
Rank رتبه	$\%C_i$	$C_i$	$d_i^-$	$d_i^+$	Criterion معیار
5	2.78	0.048884	0.046313673	0.901112310	A <sub>18</sub>
2	15.76	0.277513	0.256866563	0.668736000	A <sub>20</sub>
4	11.34	0.199691	0.184605381	0.739851930	A <sub>23</sub>
1	56.59	0.996488	0.913898596	0.003221300	A <sub>31</sub>
3	13.53	0.238349	0.218177542	0.697193328	A <sub>33</sub>

آبیاری و اجرای روش‌های کم آب خواه ( $A_{23}$ )، توسعه و احیاء پوشش گیاهی ( $A_{23}$ ) و جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی ( $A_{18}$ ) به ترتیب با نسبت‌های نزدیکی،  $15/76\%$ ،  $13/53\%$ ،  $11/34\%$  و  $2/78\%$  به

بر مبنای نتایج حاصل شده از فرایند تحقیق، راهبرد " تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی" ( $A_{31}$ ) با نسبت نزدیکی  $56/59\%$  درصد به عنوان مهمترین راهبرد و راهبردهای کنترل چرای دام ( $A_{20}$ )، تغییر الگوی

به منظور تحلیل مسائل چند متغیره می‌باشد که به وضوح بیانگر ارجحیت معیارها، جنبه‌های موافق و مخالف معیارها، کیفیت هر راهبرد و اولویت راهبردها می‌باشد.

عنوان اولویت‌های بعدی مطرح در کنترل و کاهش اثرات بیابان‌زایی و احیاء اراضی تخریب یافته ارزیابی شدند. در نهایت به منظور تحلیل بهتر نتایج، از نمودار GAIA در محیط نرم‌افزار Visual PROMETHEE استفاده شد (شکل ۲). این نمودار ابزار تجسمی گرافیکی نیرومندی



شکل ۲ - نمودار GAIA در رتبه‌بندی معیارها و راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی در محیط فازی

Figure 2- GAIA graph for ranking of de-desertification criteria and alternatives

$A_{18}$  از این حیث به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (شکل ۲). همانطور که در شکل ۲ قابل مشاهده است نتایج به دست آمده با دقت ۱۰۰ درصد قابل اطمینان می‌باشد.

### بحث

موضوعات تصمیم‌گیری در دنیای واقعی نظیر ارائه راهبردهای بهینه مقابله با بیابان‌زایی، معمولاً از ابعاد مختلفی تشکیل شده است که به دلیل عملکردهای ناسازگار، اکثر اوقات شاخص‌های مؤثر مورد غفلت واقع می‌شوند. در عین حال بسیاری از راهبردها و معیارهای مؤثر ساختار کیفی و نامشخصی دارند که نمی‌توانند

مطابق شکل به ترتیب معیارهای  $C_6, C_2, C_5, C_{16}$  و  $C_7$  دارای ارجحیت و متناسب با هر معیار راهبردهای پیشنهادی متفاوت می‌باشند مثلاً در ارتباط با معیار  $C_2$ ،  $C_6$  راهبرد  $A_{31}$  و در ارتباط با معیار  $C_5$  راهبرد  $A_2$  ارجح می‌باشند. لذا به منظور انتخاب راهبردها بر مبنای مجموع معیارها محور تصمیم‌گیری پرومته<sup>۱</sup> (محور  $\pi$ ) به دست آمد. از آنجا که محور تصمیم‌گیری پرومته در جهت راهبرد  $A_{31}$  قرار گرفته بیانگر اولویت راهبرد "تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی" با جریان نارتبه‌ای خالص  $\Phi = 0/3635$ ، نسبت به سایر راهبردها در دستیابی به هدف است. راهبردهای  $A_2, A_{33}, A_{23}$  و

<sup>1</sup> Promethee decision axis

و همکاران (۲۰۱۹) و غیره که مؤید این موضوع است که بهره‌برداری نامناسب از منابع آب زیرزمینی از موانع اصلی کنترل شرایط بیابانی می‌باشد، هماهنگی دارد.

همچنین نتایج حاصل از اولویت‌نهایی راهبردها از روش الکترا و تاپسیس فازی، نتایج حاصل از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی به انجام رسیده در ارزیابی راهبردهای مقابله با بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی، از جمله (Sadeghiravesh *et al.*, FAHP (2015)، (Sadeghiravesh, 2022-b) FDEMATEL، (Sadeghiravesh & Tahmores, 2014) FTOPSIS را مورد تأکید قرار داد. به این معنی که راهبرد تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی (A31)، مؤثرترین راهبرد در فرایند مقابله با بیابان‌زایی می‌باشد.

مطابق نتایج حاصل شده، طی مطالعات انجام شده ملاحظه شد که حوزه آبخیز دشت یزد- اردکان که منطقه مطالعاتی بخشی از آن می‌باشد، از بیابان‌آبی نامناسبی برخوردار است، و با کسری بیلابنی معادل ۱۸۷ میلیون مترمکعب در سال مواجه است. این در حالی است که در منطقه مطالعاتی هر چقدر از ارتفاعات و دشت‌سر لخت در نواحی جنوبی که دارای شدت بیابان-زایی و حساسیت کمتری است به مناطق دشت‌سر پوشیده و پلایا که در نواحی شمالی واقع شده و دارای حساسیت بیشتری نسبت به بیابانی شدن است پیش می‌رویم افت سطح آب زیرزمینی بیشتر شده که در نتیجه اضافه برداشت بیشتر است؛ که نقش مؤثری در تسریع روند بیابانی شدن اراضی دارد. به طوری که طی برآوردهای انجام شده افت متوسط سفره آب زیرزمینی در مناطق جنوبی ۲۰ سانتیمتر در سال و در مناطق شمالی به ۴۵ سانتیمتر می‌رسد.

افت سفره یا به عبارتی اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی در نتیجه عوامل چندی در منطقه مطالعاتی حادث می‌شود که به منظور دستیابی به نتایج بهینه با ضریب اطمینان بیشتر به منظور کنترل بیابان‌زایی لازم

به‌دقت اندازه‌گیری شوند. علاوه بر این، در این مسائل، بیشتر اوقات بیش از یک تصمیم‌گیرنده بر روند کار تأثیر می‌گذارد. از این‌رو دستیابی به اجماع در چنین محیط‌هایی همواره به‌عنوان یک مشکل مطرح است. با توجه به پیچیدگی این مسائل برای مقابله با وضعیت چندشاخصه و مبهم، نیاز به یک فرایند تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی<sup>۱</sup> می‌باشد؛ بنابراین استفاده از معیارهای متعدد و درگیر کردن متخصصان در چهارچوب تئوری فازی یکی از بهترین راه‌ها برای لحاظ همه فاکتورهای مؤثر در فرایند مقابله با بیابان‌زایی و دستیابی به ماتریس ارزشیابی است. از این‌رو در این پژوهش از روش چندمعیاره الکترا و تاپسیس فازی استفاده شد.

بر مبنای مدل الکترا و تاپسیس فازی و در چهارچوب روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، اولویت راهبردها مورد ارزیابی قرار گرفت، به‌طور کلی با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی صورت گرفته، راهبرد "تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی" (A31) با نسبت نزدیکی ۵۶/۵۹ درصد به عنوان مهمترین راهبرد و راهبردهای کنترل چرای دام (A۲۰)، تغییرالگوی آبیاری و اجرای روش‌های کم آب‌خواه (A۳۳)، توسعه و احیاء پوشش گیاهی (A۲۳) و جلوگیری از تبدیل و تغییر نامناسب کاربری اراضی (A۱۸) به ترتیب با نسبت‌های نزدیکی، ۱۵/۷۶٪، ۱۳/۵۳٪، ۱۱/۳۴٪ و ۲/۷۸٪ به عنوان اولویت‌های بعدی مطرح در کنترل و کاهش اثرات بیابان‌زایی و احیاء اراضی تخریب یافته، ارزیابی شدند.

نتایج حاصل‌شده از پژوهش حاضر در رابطه با راهبرد تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی (A31)، که مانع اصلی عدم توفیق طرح‌های مقابله با بیابان‌زایی برآورد شد با نتایج پژوهش‌های بسیاری از جمله پژوهش‌های Martínez-Valderrama و همکاران (۲۰۱۱)، Dijk و همکاران (۲۰۱۳)، Kath و همکاران (۲۰۱۵)، Thlakma و John (۲۰۱۹)، Pishyar و همکاران (۲۰۱۸)، Nasrian

<sup>1</sup> Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FMADM)

انسانی به‌صورت کمی و کیفی، ساختار سلسله‌مراتبی گروهی و امکان تعیین سازگاری قضاوت‌ها، ملاحظه شد که این روش همانند سایر روش‌های ارزیابی راهبرد ذکر شده در ادبیات تحقیق، به‌جز روش تحلیل شبکه، واجد محدودیت در نظر نگرفتن وابستگی و ارتباط درونی بین معیارها و راهبردها در سطوح تصمیم‌گیری است. در این مدل‌ها فقط معیارها و راهبردها را با ساختار سلسله‌مراتبی و از بالا به پایین سطح‌بندی و اوزان آن‌ها مشخص می‌شود، اما روابط داخلی پیچیده بین معیارها و راهبردها و تأثیر آن‌ها بر دستیابی به هدف نهایی لحاظ نمی‌شود. این در حالی است که در بسیاری از موارد نه تنها معیارها و راهبردها از هم مستقل نیستند، بلکه گاهی اوقات میان بعضی از عوامل روابط و وابستگی‌هایی وجود دارد. از این رو برآورد اولویت راهبردها بدون در نظر گرفتن وابستگی‌های درونی منجر به دستیابی به نتایج غیرواقعی خواهد شد (Sadeghiravesh, 2016) که لازم است این مهم در پژوهش‌های بعدی و در طراحی ساختار مدل‌های ارزشیابی موردنظر قرار گیرد. بر مبنای نتایج حاصله راهبرد تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی (A<sub>۳۱</sub>)، مؤثرترین راهبرد در فرایند مقابله با بیابان‌زایی تشخیص داده شد که در نتیجه روش آبیاری سنتی، افزایش تعاونی‌های کشت و افزایش حفر چاه‌های عمیق، وجود استخرها و جوی-های روباز با خلل و فرج زیاد با راندمان پایین، وسعت کم اراضی زراعی، افزایش صنایع با مصرف آب زیاد (آبخواه)، افزایش برداشت در نتیجه موتوردار شدن چاه-ها، ابعاد نامناسب کرت‌ها، افزایش برداشت به منظور آبیاری مناطق کشت شده با گونه تاغ اشاره کرد. در نهایت پیشنهاد می‌شود در چارچوب طرح‌های بلندمدت مقابله با بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی بر روی این راهبردها تأکید شود تا ضمن افزایش بازدهی طرح‌ها از هدررفت سرمایه‌های محدود جلوگیری شود.

است مورد توجه قرار گیرند که از آن جمله می‌توان به روش آبیاری سنتی (غرقابی و کرتی) با بازدهی کم و مصرف آب زیاد (۷۳/۸ درصد کشاورزان از سیستم آبیاری سنتی استفاده می‌کنند)، افزایش تعاونی‌های کشت و افزایش حفر چاه‌های عمیق، وجود استخرها و جوی‌های روباز با خلل و فرج زیاد با راندمان پایین (راندمان کمتر از ۴۰ درصد به دلیل بدون پوشش بودن ۷۷ درصد شبکه‌های آبیاری)، وسعت کم اراضی زراعی (به طور متوسط کمتر از ۱۰ هکتار برای هر کشاورز)، افزایش صنایع با مصرف آب زیاد (آبخواه) همچون صنایع شن و ماسه و رنگرزی و نساجی، افزایش برداشت در نتیجه موتوردار شدن چاه‌ها، ابعاد نامناسب کرت‌ها، افزایش برداشت به منظور آبیاری مناطق کشت شده با گونه تاغ که در سال‌های اخیر به منظور کنترل فرسایش بادی در مناطق رسی و تپه‌های ماسه‌ای ارگ اشکذر توسعه زیادی یافته است اشاره کرد (Sadeghiravesh, 2008).

### نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، روشی نوین به منظور رتبه‌بندی اولویت راهبردهای مطرح در فرایند بیابان‌زدایی ارائه شد. پژوهش حاضر قادر است با کاربرد روش دلفی فازی به منظور اجماع نظرات گروهی، از متاثر شدن تصمیم‌گیری بر مبنای نظر اشتباه کارشناسی پرهیز کند و همچنین با کاربرد اعداد فازی در فرایند تصمیم‌گیری، قضاوت‌های فازی تصمیم‌سازان را در فرایند تصمیم‌سازی جامع عمل ببوشاند. همچنین با کاربرد مدل تاپسیس و نمایش نتایج بر روی نمودار گایا، قابلیت کمی‌سازی و تحلیل نتایج را دارد.

به‌رغم مزایای این روش همانند انعطاف‌پذیری، کارایی بالا و سهولت کاربرد، امکان استفاده از نرم‌افزار، ارزیابی راهبردهای مختلف بر مبنای مجموعه معیارهای طبیعی و

### References

- Asgharizadeh, E. & Mohammadi Balani, A. (2021). *Multi-attribute decision making techniques*. University of Tehran Press, (In Persian).
- Asgharpour, M. J. (2017). *Multi criteria decision making*. Tehran university press. (In Persian)
- Azar, A. & Faraji, H. (2016). *Science of fuzzy management*, Mehraban press. (In Persian)

- Azar, A. & Rajabzadeh, A. (2018). *Applied decision making with an approach of Multi-Attribute Decision Making (MADM)*. Negah Danesh Press. (In Persian)
- Bakhshandehmehr, L., Soltani, S. & Sepehr, A. (2013). Assessment of present status of desertification and modifying the MEDALUS model in Segzi plain of Isfahan. *Journal of Range & Watershed Management*, 66(1), 27-41. (In Persian)
- Brans, J. P. & Mareschal, B. (1994). The PROMCALC and GAIA Decision Support System for Multicriteria Decision Aid. *Decision Support Systems*, 12 (4-5), 297–310.
- Briassoulis, H. (2019). Combating land degradation and desertification: The Land-Use Planning Quandary. *Land*, 8(27), 1-26.
- Camastra, F., Ciaramella, A., Giovannelli, V., Lener, M., Rastelli, M., Staiano A., Staiano, G. & Starace, A. (2015). A fuzzy decision system for genetically modified plant environmental risk assessment using Mamdani inference. *Expert Systems with Applications*. 42 (3), 1710 - 1716.
- Chasek, P., Akhtar-Schuster, M., Orr, B., Luise, A., Rakoto Ratsimba, H. & Safriel, U. (2019). Land degradation neutrality: The sciencepolicy interface from the UNCCD to national implementation. *Environmental Science & Policy*, 92, 182–190.
- Cherlet, M., Hutchinson, C., Reynolds, J., Hill, J., Sommer, S. & Von Maltitz, G. (2018). *World atlas of desertification*. Luxembourg: Publication Office of the European Union.
- Dregne, H. (1998). *Desertification assessment and control in: the United Nations University (Ed.). New Technologies to Combat Desertification*. Proceedings of the International Symposium held in Tehran, Iran. October 12-15. Available at: <https://archive.unu.edu/env/workshops/iran-1/index.htm>.
- Dijk, A. I. J. M., Beck, H. E., Crosbie, R. S., Jeu, R. A. M., Liu, Y. Y., Podger, G. M., Timbal, B. & Viney, N. R. (2013). The millennium drought in southeast Australia (2001–2009): Natural and human causes and implications for water resources, ecosystems, economy, and society. *Water Resources Research*, 49 (2), 1040–1057.
- Gharachelo, S., Ekhtesasi, M. R., Zareian Jahromi, M. & Samadi, M. B. (2021). Evaluation of current condition of desertification using I.C.D Model, case study: Khezrabad, Yazd. *Iranian Journal of Range and Desert Reseach*, 17(3), 402-420.
- Grau, J. B., Anton, J. M., Tarquis, A. M., Colombo, F., Rios, L. & Cisneros, J. M. (2010). Mathematical model to select the optimal alternative for an integral plan to desertification and erosion control for the Chaco Area in Salta Province (Argentina). *Journal of Biogeosciences Discussions*, 7, 2601–2630.
- Heidari, S. B. & Bagherzadeh Chahar Joei, A. (2017). *Sustainable combat desertification strategies in Sabzevar plain based on analytical hierarchy model (TOPSIS) and preference ranking technique (AHP)*. Sixth National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources. Tehran. January 5-7. (In Persian)
- Huang, S. & Siegert, F. (2006). Land cover classification optimized to detect areas at risk of desertification in North China based on SPOT vegetation imagery. *Journal of Arid Environments*, 67 (2), 308–327
- Jiang, L., Jiapaer, G., Bao, A., Kurban, A., Guo, H., Zheng, G. & De Maeyer, P. (2019). Monitoring the long-term desertification process and assessing the relative roles of its drivers in Central Asia. *Ecological Indicators*, 104, 195-208.
- Karande, P. & Chakraborty, S. (2012). Application of PROMETHEE-GAIA method for non-traditional machining processes selection. *Management Science Letters*, 2 (6), 2049–2060.
- Kath, J., Powell, S., Reardon-Smith, K., Sawah, S.E., Jakeman, A.J., Croke, B. F.W. & Dyer, F. J. (2015). Groundwater salinization intensifies drought impacts in forests and reduces refuge capacity. *Journal of Applied Ecology*. 52 (5), 1116–1125.

- Kong, Z. H., Stringer, L. C., Paavola, J. & Lu, Q. (2021). Situating China in the global effort to combat desertification. *Land*, 10(7),1-22.
- Koohbanani, H., Dashti Amirabad, J., Shima Nikoo, S. & Taya, A. (2017). Desertification-Intensity Zoning through Fuzzy-Logic Approach: A Case Study of Deyhook-Tabas, Iran. *Quarterly journal of Environmental Erosion Research*, 7(25), 35-49. (In Persian)
- Lamchin, M., Lee, J. Y., Lee, W. K., Lee, E. J., Kim, M., Lim, C. H., Choi, H. A. & Kim, S. R. (2016). Assessment of land cover change and desertification using remote sensing technology in a local region of Mongolia. *Advances in Space Research Research*,57(1), 64-77.
- Martínez-Valderrama, J., Ibáñez, J., Alcalá, F. J., Domínguez, A., Yassin, M. & Puigdefábregas, J. (2011). The use of a hydrological-economic model to assess sustainability in groundwater-dependent agriculture in drylands. *Journal of Hydrology*, 2011, 402 (1), 80-91. DOI:10.1016/j.jhydrol.2011.03.003
- Middleton, N. & Thomas, D. S. G. (1997). *World atlas of desertification*. London: Wiley Press.
- Nasrian, A., Akbari, M., Alireza Faridhosseini, A. & Neamatollahi, E. (2019). Spatio-temporal monitoring of groundwater changes on desertification intensity in agricultural areas in Dargaz plain, Khorasan Razavi province. *Desert Ecosystem Engineering Journal (DEEJ)*, 7(21).75-90.
- Pishyar, S., Khosravi, H., Tavili, A. & Malekian, M. (2018). Desertification Risk Mapping based on Water Resources Degradation using Multi Criteria Decision Making (Case Study: Kashan Plain). *Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*, 21(4), 71-84. Doi: [10.29252/jstnar.21.4.71](https://doi.org/10.29252/jstnar.21.4.71). (In Persian)
- Qiang, G., Bihong, F., Pilong, S., Cudahy, T., Jing, Z. & Huan, X. (2017). Satellite monitoring the spatial-temporal dynamics of desertification in response to climate change and human activities across the Ordos plateau, China. *Remote Sensing*, 9 (6), 2-20. <https://doi.org/10.3390/rs9060525>.
- Sadeghi Ravesh, M. H. (2008). *Investigation of effective desertification factors on environmental degradation*. Ph.D Thesis of Environmental Management, Faculty of Environment, Science & Research Branch, Islamic Azad University. (In Persian)
- Sadeghiravesh, M. H. (2016). Decision making process to natural resources. Islamic Azad University Press, (In Persian)
- Sadeghiravesh, M. H. (2021). Analysis of the combating desertification alternatives derived from the decision-making models using the GRV function. *Degradation and Rehabilitation of Natural Land*, 1(2), 13-25. (In Persian)
- Sadeghiravesh, M. H. (2022-a). Application of Interpretive Structural Modelling (ISM) in analyzing obstacles to combat desertification with pathological approach in Yazd province. *Journal of Watershed Management Research*, in press. (In Persian)
- Sadeghiravesh, M. H. (2022-b). Applying fuzzy logic in quantitative analysis of strategies adopted for combating desertification using critical analysis approach. *Desert Ecosystem Engineering Journal (DEEJ)*, 11(34), 71-86. (In Persian)
- Sadeghiravesh, M. H. (2022-c). Prioritization of combating desertification strategies in Yazd- Khezr Abad plain by using Cook and Seiford method. *Journal of Water and Soil Science (JWSS)*, in press. (In Persian)
- Sadeghiravesh, M. H. & Khosravi, H. (2021). Quantitative analysis of combating desertification alternatives using LINMAP model in Lingo software environment. *Desert Management*, 8(16), 57-76. (In Persian)
- Sadeghiravesh, M. H., Khosravi, H. & Ghasemian, S. (2015). Application of Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) for assessment of combating-desertification alternatives in the central Iran. *Journal of Natural Hazard*, 75 (1), 653-667.
- Sadeghiravesh, M. H. & Tahmores, M. (2014). Assessment of combat desertification alternatives using Fuzzy Topsis Model (FTOPSIS), *Journal of Environmental*

- Science and Engineering*, 1(3), 79-94. (In Persian)
- Sarkar, S., Parihar, S. M. & A. Dutta. (2016). Fuzzy risk assessment modelling of East Kolkata Wetland area: A remote sensing and GIS based approach. *Environmental Modelling & Software*, 75 (c) .105 – 118.
  - Sepehr, A. & Parvian, N. (2012). Desertification vulnerability mapping and developing combating strategies in the ecosystem of Khorasan Razavi Province using PROMETHEE algorithm. *Researches in Earth Sciences*, 2(8), 71- 85. (In Persian)
  - Sharifi, M. & Farahbakhsh, Z. (2016). Investigation about temperature and humidity anomalies between pleistocene and present times: reconstruction of climate condition using geomorphic evidence (case study: Khezrabad-Yazd). *Physical Geography Researches*, 47(4), 583-605. (In Persian)
  - Thlakma, R. S. & John, O. E. (2019). An assessment of the various mitigation strategies to combat desertification in Jibia and Kaita local government areas of Katsina state. *Geosfera Indonesia*. 4 (2), 124-145.
  - Tsunekawa, A. (2005). *Methodologies of desertification monitoring and assessment*. Workshop of the Asia regional Thematic Programme Network on Desertification Monitoring and Assessment (TPN1) (provisional edition), Tokyo, Japan. June 28–30.
  - United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). 2017. *The global land outlook*. Bonn, Germany: UNCCD press.

## Performance Comparison of Two Activation Functions Namely Sigmoid and Hyperbolic Tangent in Artificial Neural Networks for Regional Analysis of Flow Duration Salt Lake Curve in the Watershed, Iran

Amir Moradinejad<sup>1\*</sup> and Seid Khosrobeigi<sup>2</sup>

1- Assist. Prof., Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Markazi Province, Arak, Iran

2- PhD in Watershed Management and Head of Technical and Engineering Department of Natural Resources and Watershed Management of Markazi Province, Arak, Iran

\*Corresponding author: amir\_24619@yahoo.com

(Received: 29 June 2022

Revise: 27 August 2022

Accepted: 07 September 2022)

### Extended Abstract

**Introduction:** The unavailability, inadequacy and low quality of Dubai observational data is one of the problems of water resources management, this factor has made water resources management projects difficult. Collecting information requires hydrometric stations, which are expensive to build, and take a long time to collect information. This requirement is therefore recognized by the International Hydrological Association. Prediction in watersheds without statistics has been adopted as a research agenda for the coming decades. In addition, many watersheds in the world have statistical shortcomings. Due to human intervention, it is very difficult to predict in these watersheds. To solve this problem, hydrologists use a tool called area analysis. Due to the complexities related to the emergence of flow continuity, one of the ways to study the variables that cause it, is using an artificial neural network. Most artificial neural network researchers believe that artificial neural networks perform well in investigating unknown and complex issues for two main reasons: First, they have a good relationship between input and output by having pattern recognition capabilities. Second, they are less sensitive to errors between data input and output than other models.

**Materials and methods:** This study aims to evaluate the artificial neural networks in the analysis of the flow continuity curve region using two functions of sigmoid transfer and hyperbolic tangent in the hidden layer and linear transfer function in the output layer. For this purpose, 33 watersheds in the area of Salt Lake Lake were selected according to the length of the statistical period and the minimum of human activities. Independent variables were considered. Using factor analysis, six factors of area, average height, length of main waterway, drainage density, percentage of permeable formations and percentage of rangeland lands were selected. In order to select suitable hydrometric stations, daily flow statistics of all hydrometric stations of the Salt Lake watershed were prepared by Iran Water Resources Research Company (Tamab). Then, the duration of daily discharge statistical period of all hydrometric stations was extracted. Suitable stations were selected according to the appropriate common statistical length and the absence of a diversion dam and upstream dam. Drought threshold discharge percentages were then extracted using daily discharge statistics by calculating the probability percentage through the Weibull relation in Excel 2010 software.

**Results and Discussion:** In this study, which was performed in a number of Salt Lake watersheds for regional analysis of the flow continuity curve, we compared the estimation of different flow rates of the flow continuity curve using artificial neural shock with two functions of sigmoid transfer and hyperbolic tangent in the hidden layer and the linear function in the output layer. Using the results of factor analysis, six variables of area, average height, and length of main waterway, drainage density, percentage of permeable formations and percentage of rangeland lands were selected. In the next step, by changing the type of transmission function in the hidden layer in the multilayer perceptron artificial neural network to analyze the region of the flow continuity curve, it was determined that the sigmoid transfer function is more efficient than the hyperbolic tangent transfer function in most flow continuity flows. Also, the artificial neural network has a high efficiency in estimating the flow continuity curve, the root index value of the mean square error is between 0.01 to 1.92 cubic meters per second and the Nash-Sutcliffe efficiency coefficient is between 0.40 and 0.97 in the discharges.

**Conclusions:** The results showed that in flows 2, 10, 20, 25, 33.3, 50, 75, 90 and 92% of sigmoid function in the hidden layer with coefficients of explanation 0.88, 0.55, 0.78, 0.60, respectively. , 0.80, 0.63, 0.58, 0.47 and 0.41; The root mean square error is 0.01, 1.92, 1.68, 1.11, 1.78, 0.98, 0.17, 0.21 and 0.21 cubic meters per second and the coefficient of instability is 0.89, 0.40, 0.97, 0.47, 0.84, 0.78, 0.70, 0.93 and 0.41 and in 15 and 30% discharges of hyperbolic tangent function in the hidden layer with coefficient of determination of 94.94, respectively. 0. and 0.80, the root mean square error of 0.40 and 1.16 cubic meters per second and the efficiency coefficients of 0.70 and 0.86 have higher accuracy In general the artificial neural network has a high efficiency in estimating the flow continuity curve.

**Keywords:** Classic discharge curve, Factor analysis, Levenberg-Marquardt learning algorithm, multi-layer perceptron, Salt Lake watershed.

Citation: Moradinejad, A., & Khosrobeigi, S. (2022). Performance Comparison of Two Activation Functions Namely Sigmoid and Hyperbolic Tangent in Artificial Neural Networks for Regional Analysis of Flow Duration Salt Lake Curve in the Watershed, Iran. *Integrated Watershed Management*, 2(2),48-61. doi: 10.22034/iwm.2022.556822.1037

### 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>).





## مقایسه عملکرد دو تابع سیگموئید و تانژانت هیپربولیک شبکه عصبی مصنوعی در تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان در حوزه آبخیز دریاچه نمک

امیر مرادی نژاد\*، سعید خسروبیگی<sup>۲</sup>

۱- استادیار بخش حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، اراک، ایران

۲- دکتری آبخیزداری و رئیس بخش فنی و مهندسی اداره کل منابع طبیعی استان مرکزی، اراک، ایران

\*نویسنده مسئول: amir\_24619@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۰۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۸

### چکیده

هدف این پژوهش ارزیابی شبکه عصبی مصنوعی در تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان با استفاده از دو تابع انتقال سیگموئید و تانژانت هیپربولیک در لایه مخفی و تابع انتقال خطی در لایه خروجی است. برای این منظور ۳۳ حوزه آبخیز در محدوده دریاچه نمک قم با توجه به داشتن طول دوره آماری طولانی مدت ۲۵ ساله و حداقل فعالیت‌های انسانی انتخاب گردیدند، دبی‌های تداوم جریان بین ۲ تا ۹۲ درصد به‌عنوان متغیرهای وابسته و متغیرهای فیزیوگرافی، هواشناسی و زمین‌شناسی به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. با استفاده از تحلیل عاملی شش عامل مساحت، ارتفاع متوسط، طول آبراهه اصلی، تراکم زهکشی، درصد سازندهای نفوذپذیر و درصد اراضی مرتعی انتخاب شد. نتایج نشان داد در دبی‌های ۲، ۱۰، ۲۰، ۲۵، ۳۳/۳، ۵۰، ۷۵، ۹۰ و ۹۲ درصد تابع سیگموئید در لایه پنهان به ترتیب با ضریب تبیین ۰/۸۸، ۰/۵۵، ۰/۷۸، ۰/۶۰، ۰/۸۰، ۰/۶۳، ۰/۵۸، ۰/۴۷ و ۰/۴۱؛ ریشه میانگین مربعات خطا ۰/۰۱، ۰/۹۲، ۰/۶۸، ۰/۱۱، ۰/۷۸، ۰/۹۸، ۰/۱۷، ۰/۲۱ و ۰/۲۱ مترمکعب بر ثانیه و ضریب کارایی ناش-ساتکلیف ۰/۸۹، ۰/۴۰، ۰/۹۷، ۰/۴۷، ۰/۸۴، ۰/۷۸، ۰/۷۰، ۰/۹۳ و ۰/۴۱ و در دبی‌های ۱۵ و ۳۰ درصد تابع تانژانت هیپربولیک در لایه پنهان به ترتیب با ضریب تبیین ۰/۹۴ و ۰/۸۰، ریشه میانگین مربعات خطا ۰/۴۰ و ۱/۱۶ مترمکعب در ثانیه و ضریب کارایی ۰/۷۰ و ۰/۸۶ از دقت بالاتری برخوردار می‌باشند. به‌طور کلی شبکه عصبی مصنوعی کارایی بالایی در تخمین منحنی تداوم جریان دارد. نتیجه کلی نشان می‌دهد که شبکه عصبی مصنوعی از دقت بالایی در تحلیل منطقه‌ای سیلاب دارد. متغیرهای به دست آمده از تجزیه و تحلیل عاملی برای شبکه با تابع انتقال سیگموئید به‌خوبی پاسخ داد ولی این متغیرها برای شبکه با تابع انتقال تانژانت هیپربولیک به‌دلیل عملکرد متفاوت این تابع نسبت به تابع سیگموئید به پاسخ مناسبی منجر نشد.

واژه‌های کلیدی: منحنی دبی کلاسه، تحلیل عاملی، الگوریتم یادگیری لونبرگ مارکوت، پرسپترون چندلایه، حوزه آبخیز دریاچه نمک.

**استناد:** مرادی نژاد، امیر، خسروبیگی، سعید. (۱۴۰۱). مقایسه عملکرد دو تابع سیگموئید و تانژانت هیپربولیک شبکه عصبی مصنوعی در تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان در حوزه آبخیز دریاچه نمک. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز ۲(۲)، ۶۱-۴۸.

### 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 قابل‌دسترس است.

**مقدمه**

اقدامات آبخیزداری (Sadeghi et al., 2003) به کار می‌رود. با توجه به پیچیدگی‌های مربوط به پیدایش تداوم جریان، یکی از راه‌های بررسی بین متغیرهای به وجود آورنده آن، با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد. بیش‌تر پژوهشگران شبکه عصبی مصنوعی بر این باور بودند که شبکه عصبی مصنوعی به دو دلیل عمده در بررسی مسایل ناشناخته و پیچیده عملکرد خوبی دارد: اول این‌که با برخورداری از قابلیت تشخیص الگو، رابطه خوبی بین ورودی و خروجی برقرار می‌کند. همچنین در قیاس با الگوهای دیگر حساسیت کمتری نسبت به وجود خطا در بین ورودی و خروجی داده‌ها برقرار می‌کند. تحقیقات متعددی در رابطه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی بارش- رواناب (Dorum et al., 2010; Raghuwanshi et al., 2006; Sajikumar and Thandaveswara 1999; Shamsedin, 1997 Shu and Dawson et al., 2006) تحلیل فراوانی سیل (Minns, 2004) و پیش‌بینی دبی روزانه و ماهانه (Vafakhah, Wang et al., 2009; and Hall, 1996) انجام شده است و این روش به عنوان روشی کارآمد و برتر برای تخمین متغیرهای مختلف هیدرولوژیکی معرفی شده است. Jafari Ashourabadi و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان برای زیرحوضه‌های آبخیز فاقد آمار در محدوده مطالعاتی فومنات، استان گیلان پرداختند، نتایج نشان داد که رویکرد تحلیل منطقه‌ای با تشخیص حوضه‌های آبخیز همگن با افزایش کارایی و کاهش خطای مدل روبه‌رو بود. Shahnava و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان برای زیرحوضه‌های فاقد آمار پرداختند. آنها از مدل رگرسیونی استفاده کردند. نتایج حاصل نشان داد که از بین متغیرهای مورد بررسی، طول آبراهه اصلی، مساحت، متوسط بارندگی سالانه و شیب حوضه بیشترین نقش را در تغییرات جریان رودخانه دارند و با توجه به معنی‌داری معادلات در سطح ۹۵ درصد، از معادلات رگرسیونی می‌توان در ترسیم منحنی‌های تداوم جریان زیرحوضه‌های فاقد آمار استفاده

یکی از مشکلات مدیریتی منابع آب در دسترس نبودن، عدم کفایت و کیفیت پایین داده‌های مشاهداتی دبی می‌باشد که این مسئله طرح‌های مدیریت منابع آب را با مشکل روبه‌رو کرده است (Castellarin et al., 2004). برای حل مشکل جمع‌آوری اطلاعات، نیاز به ایستگاه‌های آب‌سنجی می‌باشد که هزینه احداث ایستگاه زیاد و نیاز به مدت زمان زیادی برای جمع‌آوری اطلاعات دارد. به همین دلیل نیاز توسط انجمن بین‌المللی هیدرولوژی به رسمیت شناخته شده و پیش‌بینی درحوزه‌های آبخیز بدون آمار به‌عنوان دستور کار پژوهش برای دهه‌های آینده به‌تصویب رسیده است. همچنین در جهان بسیاری از حوزه‌های آبخیز، فاقد آمار و یا دارای نواقص آماری هستند. با توجه به دخالت‌های بشر، پیش‌بینی در این حوزه‌های آبخیز بسیار سخت می‌باشد. هیدرولوژیست‌ها برای حل این مشکل از ابزاری با عنوان تحلیل منطقه‌ای استفاده می‌کنند (Sivapalan and Bloschi, 1997). انتقال اطلاعات هیدرولوژیکی حوزه‌ی آبخیز دارای آمار به حوزه‌ی آبخیز فاقد آمار یا دارای آمار ناقص و یا برآورد ویژگی‌های دبی حوزه‌های آبخیز بدون آمار با استفاده از انتقال اطلاعات از آبخیز-های دارای آمار، تحلیل منطقه‌ای نامیده می‌شود (Minns & Hall, 1996). منحنی تداوم جریان رابطه بین دبی و بزرگی آن را نشان می‌دهد. شکل منحنی تداوم جریان بیانگر ویژگی‌های هیدرولوژیکی حوزه آبخیز است، منحنی تداوم جریان یکی از روش‌های ارزنده و دارای اطلاعات مفید است که تمامی دبی‌های رودخانه اعم از کم و جریان سیلابی را نمایش می‌دهد. این منحنی رابطه بین مقادیر دبی و درصد زمانی که این دبی مساوی و یا بیشتر از آن است را به نمایش می‌گذارد (Smakhtin, 2001). منحنی تداوم جریان در طراحی نیروگاه‌های برقایی (Warnick, 1984)، استحصال منابع آب (McMahon, 1993)، ارزیابی کیفیت آب (Vogel & Fennessey, 1994)، ارزیابی محیط اکولوژیکی رودخانه (Booker and Dunbar, 2004) و ارزیابی کمی

(۲۰۱۲) در تحقیقی در ۴۱ آبخیز در کالیفرنیا برای به- دست آوردن دبی با فراوانی ۸۰ درصد و مدت زمانی که رودخانه خشک است از منحنی‌های تداوم جریان استفاده کردند و این متغیرها را با استفاده از رگرسیون، تحلیل منطقه‌ای کردند. Zinalo (۲۰۰۳) در تحقیقی که در ۲۵ آبخیز دریاچه ارومیه به‌منظور تحلیل منطقه- ای منحنی تداوم جریان انجام داد دریافت که دبی‌های منحنی تداوم جریان با ۸ متغیر تراکم زهکشی، مساحت آبخیز، حداقل ارتفاع آبخیز، درجه حرارت، اندیس پوشش برف، متوسط ارتفاع، نفوذپذیری و متوسط بارش سالانه نسبت به سایر پارامترها از همبستگی بیشتری برخوردار می‌باشد. Zare Chahouki (۲۰۱۱) تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان را در حوزه آبریز کویر مرکزی انجام داد و نتیجه گرفت که مساحت حوزه آبخیز، طول آبراهه اصلی، شیب آبراهه اصلی و بارندگی متوسط سالانه به‌عنوان عوامل مهم در تعیین منحنی تداوم جریان هستند. بررسی منابع نشان می‌دهد که تاکنون در مورد تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان در حوزه آبخیز دریاچه نمک با این روش‌ها پژوهشی انجام نشده است. عدم وجود اطلاعات در حوضه‌های فاقد آمار چالشی اساسی در مسائل هیدرولوژی است. لذا هیدرولوژیست‌ها تلاش کرده‌اند به این چالش با گسترش ابزارهایی مانند تحلیل منطقه‌ای با روش‌های علمی و گوناگون مطالعات پاسخ دهند. در این راستا، این تحقیق با هدف مقایسه دو تابع انتقال سیگموئید و تانژانت هیپربولیک برای تحلیل منطقه‌ای دبی‌های تداوم جریان با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه و همچنین تعیین مهمترین متغیرهای موثر بر دبی‌های منحنی تداوم جریان در حوزه آبخیز دریاچه نمک انجام گرفته است.

## مواد و روش‌ها

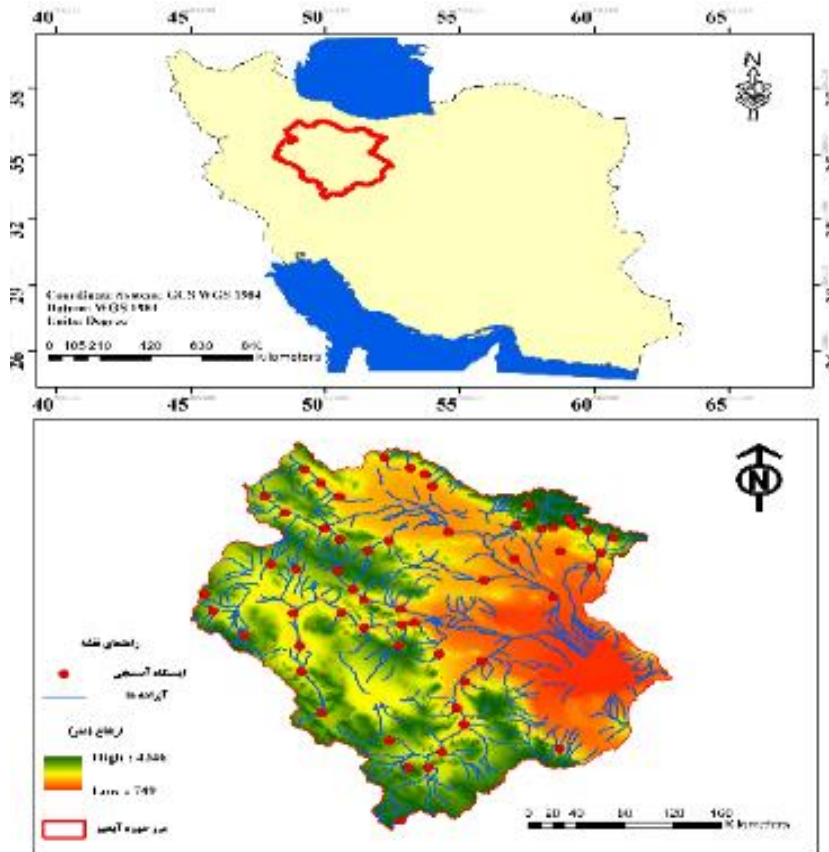
### خصوصیات منطقه مورد تحقیق

حوزه آبخیز دریاچه نمک بین  $48^{\circ} 08'$  تا  $52^{\circ} 30'$  طول شرقی و  $33^{\circ} 00'$  تا  $36^{\circ} 22'$  عرض شمالی واقع شده است و بخش وسیعی از مناطق مرکزی ایران را

کرد. Claps و Fiorentino (۱۹۹۶) برای منطقه‌ای کردن منحنی تداوم جریان در ۱۴ حوزه آبخیز در جنوب ایتالیا از رگرسیون چندمتغیره استفاده کردند که مهمترین عوامل موثر در تعیین دبی‌های منحنی تداوم جریان را آب پایه، متوسط ارتفاع سالانه، متوسط رواناب سالانه و مساحت آبخیز بیان کردند. Singh و همکاران (۲۰۰۱) از رویکرد احتمالی برای تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان در هیمالیا استفاده کردند و دریافتند که بین خصوصیات حوزه آبخیز (توپوگرافی و زمین‌شناسی) و منحنی تداوم جریان و جریان کمینه رابطه بیشتری وجود دارد. Castellarin و همکاران (۲۰۰۴) روش رگرسیون چند متغیره را برای تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان استفاده کردند که این تحقیق در ۵۱ حوزه آبخیز در شرق ایتالیا انجام شد و متغیرهای مساحت، طول کانال، درصد نفوذپذیری، حداکثر ارتفاع، حداقل ارتفاع، متوسط دمای سالانه، متوسط بارندگی سالانه و تبخیر و تعرق مهمترین عوامل در تعیین منحنی تداوم جریان تشخیص داده شد. Shu و Bum (۲۰۰۴) به تحلیل منطقه‌ای سیلاب ۴۰۴ حوزه آبخیز در انگلستان پرداختند و نتایج آنها نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی نسبت به روش‌های دیگر دقت بالایی در تحلیل منطقه‌ای سیلاب دارد. Dawson و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای که روی ۸۵ حوزه آبخیز در انگلستان داشتند به این نتیجه رسیدند که برای تخمین سیل در حوزه‌های فاقد آمار، روش شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با مدل‌های رگرسیونی چند متغیره سیل را با دقت بیشتری تخمین می‌زند. Rojanamon و همکاران (۲۰۰۷) دبی منحنی تداوم جریان را با رگرسیون چند متغیره به‌صورت منطقه‌ای انجام دادند و بیان کردند که منحنی تداوم جریان با مساحت همبستگی بیشتری دارد. Viola و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای در منطقه سیسیل ایتالیا در ۵۳ ایستگاه برای تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان، مهمترین عوامل تأثیرگذار بر منحنی را مساحت، بارندگی سالانه، ارتفاع متوسط آبخیز و درصد سازندهای نفوذپذیر اعلام کردند. Bart و Hope

می‌گردد. وسعت منطقه مورد تحقیق حدود ۹۲۵۵۰ کیلومتر مربع برآورد می‌شود. طیف ارتفاعی حوزه آبخیز ۸۰۰ متر در اطراف دریاچه نمک تا ۴۳۷۵ متر در ارتفاعات حوزه آبخیز جاجرود متغیر است (شکل ۱).

تشکیل می‌دهد. بخش شمالی حوزه آبخیز به وسیله رشته کوه‌های البرز و کوه‌های رودبار و بخش شمال غرب و غرب آن با انشعابات زاگرس، بخش جنوبی با کوه‌های کرکس و شرق حوزه آبخیز به مناطق کویری محدود



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران

Figure 1- Location of the study area in Iran

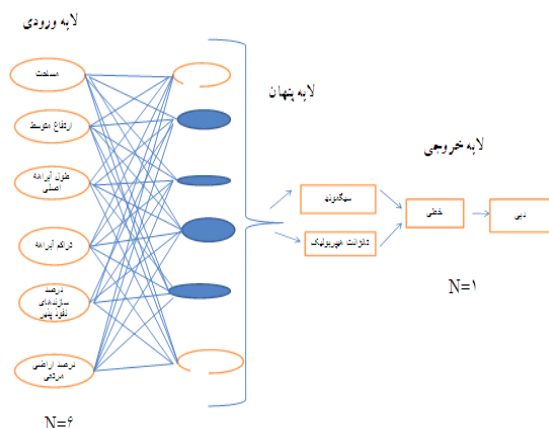
مرتفع آن مانند، تهران، گلپایگان و همدان دارای آب-وهوای معتدل با زمستان‌های نسبتاً سرد و تابستان‌های گرم است.

### روش تحقیق

به منظور انتخاب ایستگاه‌های آب‌سنجی مناسب آمار دبی روزانه کلیه ایستگاه‌های آب‌سنجی حوزه آبخیز دریاچه نمک از شرکت تحقیقات منابع آب ایران (تماب) تهیه شد. سپس طول دوره آماری دبی روزانه کلیه ایستگاه‌های آب‌سنجی به مدت ۲۵ سال استخراج گردید. ایستگاه‌های مناسب با توجه به طول آماری مشترک مناسب و عدم وجود بند انحرافی و سد در بالادست انتخاب شدند. سپس درصد‌های دبی حد آستانه خشکسالی، با استفاده آمار دبی‌های روزانه با محاسبه

در این حوزه آبخیز دو چاله بزرگ (دریاچه نمک و دریاچه حوض سلطان) و چند چاله کوچک (کویر میغان) آب‌های این منطقه را به خود جذب می‌نمایند (Vafakhah, 1998). مساحت حوضه آبریز دریاچه نمک ۹۲۴۵۷ کیلومترمربع است و در تمامی یا بخش‌هایی از استان‌های تهران، قم، سمنان، مرکزی، اصفهان، همدان، زنجان و قزوین گسترش یافته، به طوری که بخش عمده آن در دو استان مرکزی و قم قرار دارد. آب‌وهوای آن در بخش مرکزی مثل قم، خشک و میزان بارندگی آن حدود ۱۳۰ میلی‌متر در سال است، در حالی که نواحی

خروجی‌های متناسب با مجموعه جدید داده به کار رود (Khanna, 1990). پژوهش‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که شبکه پرسپترون چندلایه<sup>۴</sup> پیش‌خور با قانون یادگیری پس انتشار خطا<sup>۵</sup>، ساده‌ترین و پر کاربردترین نوع شبکه عصبی است که در خصوص تخمین پارامترهای مجهول مناسب ارزیابی شده است. این نوع شبکه دارای یک لایه ورودی، یک یا چند لایه مخفی و یک لایه خروجی است. پارامترهای ورودی در لایه اول و پارامترهای خروجی در لایه سوم قرار دارد. در شبکه پس انتشار پیش‌خور ابتدا وزن‌ها لایه خروجی تعدیل می‌شوند، زیرا برای هر یک از نرون‌ها لایه خارجی مقدار مطلوب وجود دارد که می‌تواند وزن‌ها را تعدیل کند. پس از محاسبه خطای آموزش توسط شبکه، مقدار آن با مقدار مطلوب مقایسه می‌شود و الگوریتم یادگیری اقدام به بهینه‌سازی مقدار خطای مربوط می‌کند. اگر خطای آموزش از خطای تعیین شده از قبل کمتر باشد، فرآیند یادگیری پایان می‌یابد. در مرحله آموزش ابتدا محاسبات از ورودی شبکه به سوی خروجی آن انجام می‌شود و سپس مقادیر خطای محاسبه شده به لایه‌های قبل انتشار می‌یابد. در ابتدا محاسبه خروجی به صورت لایه‌به‌لایه انجام می‌شود و خروجی هر لایه، ورودی لایه بعدی خواهد بود. ساختار یک شبکه عصبی مصنوعی با تعیین تعداد لایه‌ها، تعداد نرون‌ها در لایه مخفی، تابع محرک (کنترل‌کننده خروجی هر نرون)، روش آموزش، الگوریتم تصحیح وزن‌ها و نوع مدل، تعیین می‌شود (Hecht and Kolmogorov, 1987).



شکل ۲- شکل کلی مدل شبکه عصبی مصنوعی در این تحقیق

درصد احتمال از طریق رابطه ویبول (رابطه ۱) در نرم‌افزار Excel 2010 استخراج گردید (Mahdavi, 2007).

$$P = \frac{m+1}{n} \quad (1)$$

که در آن: P درصد احتمال تراکمی تجربی برابر یا بیشتر از داده‌های مشخص، m شماره ردیف داده مشخص و n تعداد داده‌ها می‌باشد. اطلاعات فیزیوگرافی از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، زمین‌شناسی از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و کاربری اراضی از نقشه‌های کاربری اراضی ۱:۲۵۰۰۰۰ در نرم‌افزار Arc/GIS استخراج گردید.

### تحلیل عاملی<sup>۱</sup>

تجزیه و تحلیل عاملی از جمله روش‌های چند متغیره<sup>۲</sup> می‌باشد که به وسیله آن تعدادی زیادی از متغیرها را می‌توان به چند عامل کاهش داد و به این ترتیب خلاصه‌ای از داده‌ها را تهیه نمود. هر چه مقدار همبستگی داخلی بین متغیرها بیشتر باشد، تعداد عامل‌های پدید آمده کمتر خواهد بود. تحلیل عاملی در نرم‌افزار SPSS انجام شد (Zare, 2010).

### شبکه عصبی مصنوعی<sup>۳</sup>

شبکه عصبی مصنوعی، یکی از روش‌های محاسباتی است که به کمک فرآیند یادگیری و با استفاده از پردازشگرهای ساده به نام نرون تلاش می‌کند با شناخت روابط ذاتی میان داده‌ها، نگاشتی میان فضای ورودی (لایه ورودی) و فضای مطلوب (لایه خروجی) ارائه کند. در شبکه عصبی مصنوعی سعی بر این است که ساختاری مشابه ساختار بیولوژیکی مغز انسان و شبکه بدن طراحی شود تا همانند آن، قدرت یادگیری، تعمیم‌دهی و تصمیم‌گیری داشته باشد. لایه یا لایه‌های مخفی، اطلاعات دریافت شده از لایه ورودی را پردازش کرده و در اختیار لایه خروجی قرار می‌دهد. هر شبکه با دریافت مثال‌های آموزش می‌بیند. آموزش فرایندی است که در نهایت به یادگیری منجر می‌شود. یادگیری شبکه زمانی انجام می‌شود که وزن‌های ارتباطی بین لایه‌ها چنان تغییر کند که اختلاف مقادیر پیش‌بینی شده و محاسبه شده در حد قابل قبولی باشد. با دست‌یابی به این شرایط، فرآیند یادگیری محقق شده است. این وزن‌ها، حافظه و دانش شبکه را بیان می‌کنند. شبکه عصبی آموزش دیده می‌تواند برای پیش‌بینی

<sup>4</sup> Multi linear perceptron

<sup>5</sup> Feed forward neural networks

<sup>1</sup> Factor analysis

<sup>2</sup> Multivariate

<sup>3</sup> Artificial neural network

نمونه‌ها نیز برای آزمون<sup>۹</sup> به صورت تصادفی انتخاب گردید. به منظور انجام شبکه عصبی مصنوعی از کدنویسی انجام شده در نرم‌افزار Matlab 7.9 استفاده گردید.

## نتایج

با توجه به موارد اشاره شده در انتخاب ایستگاه‌ها، ۳۳ ایستگاه آب‌سنجی انتخاب شد. پراکندگی ایستگاه‌ها مطابق شکل (۱) می‌باشد. سپس برای هر کدام از ایستگاه‌ها درصد دبی‌های مختلف منحنی تداوم جریان، متغیرهای فیزیوگرافی، اقلیمی، زمین‌شناسی و کاربری اراضی محاسبه گردید (جدول ۱). نتایج تجزیه و تحلیل عاملی ۱۸ متغیر اندازه‌گیری شده در ۳۳ آبخیز منتخب نشان داد که ۶ متغیر به‌عنوان متغیر اصلی می‌باشند (جدول ۲ و ۳). به منظور انتخاب متغیرهای مستقل در تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان از روش تجزیه و تحلیل عاملی استفاده شد. تجزیه و تحلیل عاملی با هدف کشف متغیرهای مستقلی که عامل نامیده می‌شوند، برای یافتن مدل ارتباطی بین مجموعه‌ای از متغیرها که به ظاهر بی‌ارتباط هستند، به کار برده می‌شود. هرچه مقدار همبستگی داخلی بین متغیرها بیشتر باشد. تعداد عامل‌های پدید آمده کم‌تر خواهد بود. برای انجام تجزیه و تحلیل عاملی داده‌ها استاندارد شدن سپس ماتریس وزنی عاملی با استفاده از دو روش درست‌نمایی ماکزیمم و تحلیل عامل اصلی در دو حالت با دوران با روش‌های واریماکس، کوارتیماکس و اکواماکس و بدون دوران صورت گرفت. برای انتخاب تعداد عامل‌ها از یک قاعده سرانگشتی که در بیش‌تر نرم‌افزارهای آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد استفاده گردید. به این صورت که در مرحله اول تعداد عامل‌ها با توجه به میزان ریشه پنهان ماتریس همبستگی که از یک بزرگ‌ترند انتخاب شد و سپس با استفاده از میزان درصد واریانس آزمون گردید (جدول ۱، ۲ و ۳).

## Figure 2- General shape of the artificial neural network model in this study

تابع انتقال<sup>۱</sup>: در این تحقیق از تابع انتقال غیرخطی مشتق-پذیر سیگموئید<sup>۲</sup> (رابطه ۲) و تابع انتقال نامتقارن هیپربولیک<sup>۳</sup> (رابطه ۳) در لایه پنهان و تابع خطی در لایه خروجی استفاده گردید.

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (2)$$

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (3)$$

الگوریتم آموزش: از الگوریتم‌های آموزش الگوریتم لونیبرگ-مارکوارت<sup>۴</sup> برای به‌هنگام‌سازی وزن‌های شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد که یکی از الگوریتم‌های پرکاربرد می‌باشد چون آموزش شبکه را بسیار سریع انجام داده و سطح خطای موجود را حداقل می‌سازد. در واقع این الگوریتم برای افزایش سرعت یادگیری شبکه طراحی شده که بر مبنای ماتریس هیسن<sup>۵</sup> می‌باشد. قبل از آموزش شبکه عصبی، داده‌های ورودی باید استاندارد<sup>۶</sup> شوند. برای استاندارد کردن داده‌ها از رابطه ۴ استفاده شد:

$$N_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (4)$$

که در آن:  $N_i$  داده استاندارد شده،  $x_i$  داده اولیه،  $x_{max}$  بزرگترین داده و  $x_{min}$  کوچکترین داده است. به منظور مقایسه معادلات تحلیل منطقه‌ای دبی‌های تداوم جریان از نمایه‌های آماری ضریب کارایی ناش-ساتکیف ( $C_E$ )، مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین ( $R^2$ ) استفاده گردید. معادلات (۵) تا (۷).

$$CE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O}_m)^2} \quad (5)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2} \quad (6)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O}_m)(P_i - \bar{P}_m)}{(\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O}_m)^2)^{0.5} (\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P}_m)^2)^{0.5}} \quad (7)$$

که در آن:  $O_i$  مقدار مشاهده شده،  $P_i$  مقدار پیش‌بینی شده،  $N$  تعداد داده‌های مشاهداتی،  $\bar{O}_m$  مقدار میانگین مشاهدات و  $\bar{P}_m$  مقدار میانگین پیش‌بینی شده است. در این تحقیق ۷۰ درصد نمونه‌ها برای آموزش<sup>۷</sup> شبکه عصبی مصنوعی، ۱۵ درصد نمونه‌ها برای انجام فرآیند اعتبارسنجی<sup>۸</sup> و ۱۵ درصد

<sup>6</sup> Normalization

<sup>7</sup> Training

<sup>8</sup> Validation

<sup>9</sup> Test

<sup>1</sup> Actination function

<sup>2</sup> Sigmoid function

<sup>3</sup> Hyperbolic tangent function

<sup>4</sup> Levenberg-Marquardt

<sup>5</sup> Matrix Hyson

## جدول ۱- خصوصیات آماری متغیرهای مستقل در حوزه آبخیز دریاچه نمک

Table 1- Statistical characteristics of independent variables in the Salt lake watershed

انحراف معیار Standard Deviation	میانگین Mean	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	متغیر Variable
3132.84	1336.466	25	17413.14	مساحت (کیلومتر مربع) Area (km <sup>2</sup> )
166.28	155.10	24.82	833.84	محیط (کیلومتر) Perimeter (km)
14.43	18.15	1.6	60	شیب متوسط وزنی (درصد) Weight average slope (%)
78.33	3108.11	1700	4375	حداکثر ارتفاع از سطح دریا (متر) Maximum altitude (m)
5648.99	2542.90	971.15	3397	حداقل ارتفاع از سطح دریا (متر) Minimum altitude (m)
391.62	2119.62	1133.17	2859	ارتفاع متوسط از سطح دریا (متر) Average altitude (m)
65.53	51.91	0.21	37	شیب آبراه اصلی (درصد) Main canal slope (%)
2.40	1.12	0.01	14.22	تراکم زهکشی (کیلومتر بر کیلومتر مربع) Drainage density (sq. Km / km)
6.33	3.74	7.5	368.08	طول آبراه اصلی (کیلومتر) Main waterway length (km)
123.52	414.14	170.5	710	متوسط بارندگی سالیانه (میلیمتر) Average annual rainfall (mm)
1.67	7.72	4.86	11.72	متوسط درجه حرارت سالیانه (میلیمتر) Mean annual temperature (mm)
321.60	1368.15	741.13	1881.05	متوسط تبخیر پتانسیل سالانه (میلیمتر) Average annual evaporation potential (mm)
23.96	23.18	0.05	79.72	درصد سازند های نفوذ پذیر (/) Percent of permeable formations (%)
21	68.05	22	96.39	درصد اراضی مرتعی (/) Percentage of rangeland (%)
11.35	8.56	0	53.41	درصد اراضی کشاورزی آبی (/) Percentage of irrigated agricultural lands (%)
12.28	12.25	0	۴۴	درصد اراضی کشت دیم (/) Percentage of dryland lands (%)
5.77	3.93	0	21.65	درصد اراضی باغی (/) Percent of garden lands (%)
9.72	5.60	0.2	54.86	درصد اراضی سنگی (/) Percentage of rocky lands (%)

## جدول ۲- مقادیر ریشه پنهان ماتریس همبستگی

Table 2- Hidden root values of correlation matrix

6	5	4	3	2	1	عامل Factor
طول آبراهه اصلی	درصد سازندهای نفوذپذیر	تغییرات زهکش	درصد اراضی مرتعی	مساحت	تغییرات ارتفاع	ریشه پنهان ماتریس همبستگی The hidden root of the correlation matrix
1.10	1.34	1.72	1.78	3.35	5.72	درصد توزیع کل Total distribution (%)
6.12	7.45	9.60	9.93	18.61	31.81	درصد تجمعی توزیع کل Cumulative of total distribution (%)
83.54	77.42	69.97	60.36	50.43	31.81	

## جدول ۳- ماتریس وزنی عاملی دوران یافته برای داده‌های استاندارد شده

Table 3- Rotated factor weight matrix for standardized data

عامل شش factor 6	عامل پنج factor 5	عامل چهار factor 4	عامل سه factor 3	عامل دو factor 2	عامل یک factor 1	متغیر Variable
-0.11	0.14	-0.46	-0.88	*0.94	-0.62	مساحت- Area
-0.10	-0.92	-0.97	-0.31	0.83	-0.32	محیط (km) Perimeter
-0.87	-0.85	0.43	0.23	0.21	0.75	شیب متوسط وزنی (درصد) Weight average slope (%)
-0.01	-0.38	0.63	0.20	0.13	0.82	حداکثر ارتفاع از سطح دریا (متر) Maximum altitude (m)
0.30	0.80	-0.05	0.03	-0.11	0.24	حداقل ارتفاع از سطح دریا (متر) Minimum altitude (m)
-0.07	0.13	0.21	-0.01	-0.13	*0.81	ارتفاع متوسط از سطح دریا (متر) Average altitude (m)
0.04	0.05	-0.09	-0.08	0.93	-0.10	شیب آبراهه اصلی (درصد) Main canal slope (%)
0.39	0.68	0.96*	0.07	0.79	0.13	تراکم زهکشی (کیلومتر بر کیلومتر مربع) Drainage density (sq. Km / km)
0.92*	-0.21	0.97	-0.05	-0.05	0.00	طول آبراهه اصلی (کیلومتر) Main waterway length (km)
0.18	-0.34	-0.19	-0.08	-0.14	0.84	متوسط بارندگی سالیانه (میلی‌متر) Average annual rainfall (mm)
0.11	-0.25	-0.24	0.48	-0.55	-0.65	متوسط درجه حرارت سالیانه (میلی‌متر) Mean annual temperature (mm)
0.14	0.08	-0.24	-0.19	0.22	-0.79	متوسط تبخیر پتانسیل سالانه (میلی‌متر) Average annual evaporation potential (mm)
0.34	0.72*	-0.10	0.08	-0.22	-1.11	درصد سازندهای نفوذپذیر (/.) Percent of permeable formations (%)
0.04	-0.15	-0.28	-0.88*	0.23	0.00	درصد اراضی مرتعی (/.) Percentage of rangeland (%)
-0.06	-0.35	-0.10	0.77	-0.06	0.03	درصد اراضی کشاورزی آبی (/.) Percentage of irrigated agricultural lands (%)
0.01	0.32	-0.11	0.71	-0.18	-0.33	درصد اراضی کشت دیم (/.) Percentage of dryland lands (%)
0.10	-0.09	-0.12	-0.31	-0.30	0.48	درصد اراضی باغی (/.) Percent of garden lands (%)
0.08	0.05	0.92	0.05	-0.07	0.25	درصد اراضی سنگی (/.) Percentage of rocky lands (%)

ارتفاع ارتباط دارند که به آن عامل تغییرات ارتفاع می‌گویند و از آنجایی در عامل یک ارتفاع متوسط بیشترین وزن را دارد و می‌تواند توضیح دهنده بقیه متغیرهای در ارتباط آن باشد انتخاب می‌گردد. در عامل دوم مساحت، عامل سوم درصد اراضی مرتعی، عامل چهارم تراکم زهکشی، عامل پنجم درصد سازندهای نفوذپذیر و در عامل ششم طول آبراهه اصلی انتخاب گردیدند. که با

با توجه به نتایج مقادیر ویژه ریشه پنهان ماتریس همبستگی شش عامل اول انتخاب شده در جدول (۲) می‌توانند ۸۳/۵۴ درصد از تغییرات واریانس را توضیح دهند. عامل اول رابطه مستقیمی با ارتفاع متوسط و بارندگی سالیانه و رابطه معکوس با تبخیر پتانسیل دارد. فاکتور یک اساساً شامل متغیرهای است که با تغییرات

یادگیری لونبرگ مارکوت و با تابع انتقال سیگموئید و تانژانت هیپربولیک برای مدل‌سازی دبی‌های تداوم جریان پرداخته شد (جدول ۴).

نتایج (Castellarin, Claps and Fiorentino (1996)؛ Zinalo, (2003)؛ Viola et al., (2011)؛ (2004) و Zare Chahouki (2011) هم‌خوانی دارد. در مرحله بعد با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه با الگوریتم

جدول ۴- نتایج حاصل از شبکه عصبی مصنوعی

Table 4- Results of artificial neural network

CE	RMSE	R <sup>2</sup>	مراحل	تابع انتقال	آرایش شبکه	دبی
0.99	0.02	0.98	آموزش Training	سیگموئید		
0.94	0.04	0.94	صحت‌سنجی Validation	Sigmoid function		
0.89	0.01	0.88	آزمون Test		6-12-1	Q <sub>2</sub>
0.99	0.06	0.93	آموزش Training	تانژانت هیپربولیک		
0.84	0.03	0.81	صحت‌سنجی Validation	Hyperbolic tangent function		
0.87	0.02	0.59	آزمون Test			
0.89	0.79	0.89	آموزش Training	سیگموئید		
0.63	1.06	0.84	صحت‌سنجی Validation	Sigmoid function		
0.40	1.92	0.55	آزمون Test		6-14-1	Q <sub>10</sub>
0.96	0.44	0.96	آموزش Training	تانژانت هیپربولیک		
0.54	0.80	0.83	صحت‌سنجی Validation	Hyperbolic tangent function		
0.20	2.28	0.82	آزمون Test			
0.84	0.93	0.79	آموزش Training	سیگموئید		
0.74	0.12	0.74	صحت‌سنجی Validation	Sigmoid function		
0.65	0.37	0.59	آزمون Test		6-9-1	Q <sub>15</sub>
0.76	0.88	0.82	آموزش Training	تانژانت هیپربولیک		
0.74	0.12	0.56	صحت‌سنجی Validation	Hyperbolic tangent function		
0.70	0.40	0.94	آزمون Test			
0.96	0.83	0.97	آموزش Training	سیگموئید		
0.87	1	0.95	صحت‌سنجی Validation	Sigmoid function		
0.97	1.68	0.78	آزمون Test		6-13-1	Q <sub>20</sub>
0.99	0.31	0.99	آموزش Training	تانژانت هیپربولیک		
0.98	0.32	0.66	صحت‌سنجی Validation	Hyperbolic tangent function		
0.77	1.05	0.25	آزمون Test			
0.89	0.92	0.90	آموزش Training	سیگموئید		
0.80	2.65	0.90	صحت‌سنجی Validation	Sigmoid function		
0.47	1.11	0.60	آزمون Test		6-7-1	Q <sub>25</sub>
0.87	1	0.88	آموزش Training	تانژانت هیپربولیک		
0.95	1.22	0.96	صحت‌سنجی Validation	Hyperbolic tangent function		
0.27	1.31	0.48	آزمون Test			
0.92	0.88	0.92	آموزش Training	سیگموئید		
0.78	2.63	0.92	صحت‌سنجی Validation	Sigmoid function		
0.56	2.33	0.71	آزمون Test		6-13-1	Q <sub>30</sub>
0.91	0.81	0.93	آموزش Training	تانژانت هیپربولیک		
0.89	0.86	0.94	صحت‌سنجی Validation	Hyperbolic tangent function		
0.86	1.16	0.80	آزمون Test			

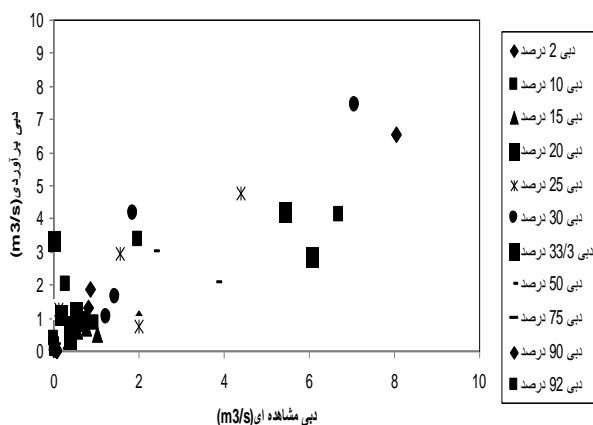
ادامه جدول ۴- نتایج حاصل از شبکه عصبی مصنوعی

Continuation of the Table 4- Results of artificial neural network

CE	RMSE	R <sup>2</sup>	مراحل Steps	تابع انتقال Transfer function	آرایش شبکه Network arrangement	دبی Flow
0.94	0.74	0.92	آموزش Training	سیگموئید		
0.86	1.09	0.94	صحت‌سنجی Validation	Sigmoid function		
0.63	1.78	0.80	آزمون Test		6-9-1	Q <sub>33.3</sub>
0.84	1.22	0.78	آموزش Training	تانژانت هیپربولیک		
0.80	1.33	0.87	صحت‌سنجی Validation	Hyperbolic tangent function		
0.52	2.03	0.71	آزمون Test			
0.90	0.22	0.90	آموزش Training	سیگموئید		
0.71	1.20	0.87	صحت‌سنجی Validation	Sigmoid function		
0.78	0.98	0.63	آزمون Test		6-9-1	Q <sub>50</sub>
0.92	0.19	0.93	آموزش Training	تانژانت هیپربولیک		
0.72	1.18	0.82	صحت‌سنجی Validation	Hyperbolic tangent function		
0.44	1.58	0.43	آزمون Test			
0.93	0.21	0.93	آموزش Training	سیگموئید		
0.25	1.03	0.70	صحت‌سنجی Validation	Sigmoid function		
0.70	0.17	0.58	آزمون Test		6-9-1	Q <sub>75</sub>
0.94	0.19	0.97	آموزش Training	تانژانت هیپربولیک		
1.21	0.36	0.91	صحت‌سنجی Validation	Hyperbolic tangent function		
0.18	0.61	0.70	آزمون Test			
0.99	0.13	0.98	آموزش Training	سیگموئید		
0.97	0.20	0.77	صحت‌سنجی Validation	Sigmoid function		
0.93	0.21	0.47	آزمون Test		6-13-1	Q <sub>90</sub>
0.99	0.02	0.91	آموزش Training	تانژانت هیپربولیک		
0.73	0.44	0.56	صحت‌سنجی Validation	Hyperbolic tangent function		
0.38	1.42	0.47	آزمون Test			
0.99	0.002	0.99	آموزش Training	سیگموئید		
0.65	0.78	0.86	صحت‌سنجی Validation	Sigmoid function		
0.41	0.21	0.41	آزمون Test		6-14-1	Q <sub>92</sub>
0.95	0.08	0.96	آموزش Training	تانژانت هیپربولیک		
0.90	0.41	0.95	صحت‌سنجی Validation	Hyperbolic tangent function		
0.23	0.38	0.32	آزمون Test			

## بحث

متفاوت از مجموعه آموزشی نمایان می‌سازد. همچنین، نتیجه گرفته شده که افزایش اطلاعات آموزشی برای شبکه عصبی می‌تواند منجر به هم‌گرایی بهتر و پایداری فرایند آموزش گردد. با توجه به پایین بودن خطای نسبی متوسط این دو روش، می‌توان روش شبکه عصبی-مصنوعی را ابزار قدرتمندی جهت تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان در حوزه آبخیز دانست. در این تحقیق از بین دو تابع ذکر شده با توجه به نوع مسئله‌ای که قرار است توسط شبکه عصبی حل شود، تابع مناسب برای دستیابی به جواب‌های بهینه انتخاب می‌شود. با توجه به نتایج خوب شبکه عصبی مصنوعی در تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان در حوزه آبخیز کارایی این روش برای سایر حوزه‌ها بررسی شود. شکل (۳) نتایج تخمین دبی‌های مختلف تداوم جریان در مرحله آزمون با استفاده از بهترین ساختار و تابع انتقال ذکر شده در جدول (۴) را نشان می‌دهد.



شکل ۳- نمودار پراکنش دبی‌های مختلف تداوم جریان مشاهداتی و برآوردی در مرحله آزمون

Figure 3- Distribution diagram of different flow rates of observational and estimated flow in the test phase

## نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق که در تعدادی از حوزه‌های آبخیز دریاچه نمک به منظور تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان انجام شد، اقدام به مقایسه تخمین دبی‌های مختلف منحنی تداوم جریان با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی با دو تابع انتقال سیگموئید و تانژانت هیپربولیک در لایه

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که در دبی ۲، ۱۰، ۲۰، ۲۵، ۳۳/۳، ۵۰، ۷۵، ۹۰ و ۹۲ درصد تابع انتقال سیگموئید نتایج مناسب‌تری از تابع انتقال تانژانت هیپربولیک و در دبی‌های ۱۵ و ۳۰ درصد تابع انتقال تانژانت هیپربولیک نسبت به تابع انتقال سیگموئید نتایج مناسب‌تری ارائه می‌نماید. تابع سیگموئید تابع محرک پیش‌فرض و یک تابع مشتق‌پذیر می‌باشد. عموماً از آن شبکه‌های چند لایه‌ای که با استفاده از الگوریتم پس-انتشار خطا آموزش می‌بیند استفاده می‌شود. این تابع یکی از پرکاربردترین توابع محرک در شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد. تابع تانژانت هیپربولیک به طور کلی مشابه تابع سیگموئید می‌باشد. اگر چه سرعت آموزش این تابع برای بعضی مدل‌ها از تابع سیگموئید بیشتر است، اما ممکن است دقت نتایج تابع تانژانت هیپربولیک کمتر از دقت نتایج تابع سیگموئید باشد. مقایسه بین نتایج این دو تابع در هر مدل تنها راه قطعی تعیین تابع منتخب است. همچنین شبکه عصبی مصنوعی به خوبی توانسته است تخمین دبی‌های تداوم جریان با استفاده از متغیرهای حوزه آبخیز را انجام دهد. این نتیجه با نتایج تحقیقات (Sajikumar and Shamsedin, 1997)؛ (Thandaveswara (1999)؛ همکاران (۲۰۱۰)؛ (Nilsson et al., (2005)؛ Shu and Bum, (2004)؛ (Wang et al., (2009)؛ (Vafakhah, (2012) مبنی بر کارایی بالای شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه در تخمین متغیرهای هیدرولوژیکی مطابقت دارد. روش شبکه عصبی افزون بر دقت بالای آن در شبیه‌سازی فرایند مذکور از سرعت و دقت بیشتری در آموزش و محدودیت کمتری از نظر آموزش در مقایسه با روش‌های دیگر برخوردار است. علاوه بر این، هر چند اطلاعات موجود در تحقیقات حاضر، جهت جلوگیری از واگرایی شبکه و بهبود آن، تقسیم‌بندی شده‌اند، اما وقایع موجود در هر گروه دارای تداوم‌های متعدد بوده و از شراکت تمام آنها جهت به دست آوردن فراسنج‌های شبکه عصبی (وزن‌ها واریب‌ها) استفاده شده است. این امر انعطاف-پذیری شبکه عصبی را جهت شبیه‌سازی وقایع متعدد و

مقدار نمایه ریشه میانگین مربعات خطا بین ۰/۰۱ تا ۱/۹۲ مترمکعب در ثانیه و ضریب کارایی ناش ساتکلیف بین ۰/۴۰ تا ۰/۹۷ در دبی‌های مختلف تداوم جریان در مرحله آزمون تغییر می‌نماید. این تحقیق در حوزه آبخیز دریاچه نمک انجام شده است که پیشنهاد می‌گردد در سایر حوزه‌های آبخیز ایران انجام شود. همچنین از دیگر روش‌های هوشمند از قبیل منطق فازی، شبکه عصبی-فازی تطبیقی و موجک به منظور تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان استفاده شود و با نتایج تحقیق حاضر مقایسه گردد.

مخفی و تابع خطی در لایه خروجی گردید. با استفاده از نتایج تحلیل عاملی شش متغیر مساحت، ارتفاع متوسط، طول آبراهه اصلی، تراکم زهکشی، درصد سازندهای نفوذپذیر و درصد اراضی مرتعی انتخاب گردیدند. در مرحله بعد با تغییر نوع تابع انتقال در لایه مخفی در شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه برای تحلیل منطقه‌ای منحنی تداوم جریان مشخص گردید که تابع انتقال سیگموئید نسبت به تابع انتقال تانژانت هیپربولیک در بیشتر دبی‌های تداوم جریان کارایی بالاتری دارد. همچنین شبکه عصبی مصنوعی کارایی بالایی در تخمین منحنی تداوم جریان دارد به طوری که

## References

- Booker, D.J. and Dunbar, M.J. 2004. Application of physical habitat simulation (PHABSIM) modeling to modified urban river channels. *River Research Application*. 20: 167-183.
- Castellarin, A., Galeati, G., Brandimarte, L., Mountanari, A. and Brath, A. (2004). Regional flow duration curve: reliability for ungauged basin, *Advances in water resources*, 27:935-965.
- Claps, P. and Fiorentino, M. (1996). Probabilistic flow duration curves for use in environmental planning and management, *Natural Hazards and Earth System Science*, 11(4):255-266.
- Dawson, C. W., Abrahart, R. J., Shamseldin, A. Y. and Wilby, R.L. (2006). Flood estimation at ungauged sites using artificial neural network. *J. Hydrol.* 391:391-409
- Dorum, A., Yarar, A., FaikSevimli, M. and Onüçyildiz, M. (2010). Modelling the rainfall-runoff data of Susurluk basin, *Expert Systems*, 37(9): 6587-6593.
- Hecht, N.R. and Kolmogorov, S. 1987. Mapping neural network existence theorem. San Diego. 102p.
- Hope, A. and Bart, R. (2012). Evaluation of a regionalization approach for daily flow duration curves in central and southern California watersheds, *Journal of the American Water Resources Association*, 48(1): 123-133.
- Jafari Ashourabadi, M., Fazl Oli, R., Efti, M. Wajamali, A. (2019). *Regional analysis of flow continuity curve for watershed sub-basins without statistics (case study: Fomanat study area, Gilan province)*. The third national conference on water resources management of coastal areas. Mazandaran-Sari. October 18, 2018.
- Khanna, T. 1990. Foundations of neural networks. Addison-Wesley Publication. 312p.
- Mahdavi, M. (2007). *Applied Hydrology*. Volume 2, Sixth Edition, University of Tehran Press, p. 424. (In Persian).
- McMahon T.A. (1993). *Hydrologic design for water use*. McGraw-Hill International edition, New York.367p.
- Minns, A.W. and Hall, M.J. (1996). Artificial neural network as rainfall-runoff model, *Hydrological Sciences Journal*. 1 (3): 399-417.
- Nilsson, P., Uvo, C. and Bentsen, R. (2005). Monthly runoff simulation: Comparing, combining and Neural Network Models, *Journal of Hydrology*, 321(1-4):344-363
- Raghuvanshi, N.S., Singh, R. and Reddy, L.S. (2006). Runoff and sediment yield modeling using artificial neural networks: Upper Siwane River India, *Journal of Hydrologic Engineering*, 11(1): 71-79.
- Rojanamon, P., Chaisomphob, T. and Rattanapitiko, W. (2007). Regional flow duration model for the Salawin river basin of Thailand, *Journal of Hydrology*, 33.411-419.

- Sadeghi, S.H.R., Sharifi, F., Froutan, A. & Rezaei, M. (2003). Quantitative evaluation of the performance of watershed management measures. *Research and construction*. 65: 96-10. (In Persian).
- Sajikumar, N. and Thandaveswara, B.S. (1999). A non-Linear rainfall-runoff model using an artificial neural network, *Journal of Hydrology*, 216(1999):32-55.
- Shamsedin, A.Y. (1997). Application of a neural network technique to rainfall-runoff modeling, *Journal of Hydrology*, 199: 272–294.
- Shahnavaz, Y., Mousavi, S. F., Malikian, A., Dastorani, J. and Samii, M. (2014) Regional analysis of flow continuity curve for sub-basins without statistics. *Iranian Water Research Journal*. 18: 27-35.
- Shu, C. and Bum, D. H. 2004. Artificial neural network ensembles and their application in pooled flood frequency analysis, *Water Resources Research*, 40:1-10.
- Singh, R.D., Mishra, S.K. and Chowdhary, H. (2001). Regional flow duration models for large number of ungauged Himalayan catchments for planning micro hydro projects, *Journal of Hydrologic Engineering*, 6(4):310-316.
- Sivapalan, M. and Bloschi, G. (1997). Transformation of point rainfall to areal rainfall: intensity-duration-frequency curves, *Journal of Hydrology*. 98(240): 150-167.
- Smakhtin, V.U. (2001). Low flow hydrology: a review, *Journal of Hydrology*, 240:147-186.
- Vafakhah, M. (2012). Application of artificial neural networks and adaptive neuro-fuzzy inference system models to short-term stream flow forecasting, *Canadian Journal of Civil Engineering*, 39:402-414. (In Persian).
- Vafakhah, M. (1998). *Regional Frequency of Low Flows in the Seasonal Rivers (Case Study in the Arid Regions of Central Iran)*. M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, 145 pp (In Persian).
- Viola, F., Noto, V., Cannarozzo, M. and La Loggia, G. (2011). Regional flow duration curves for ungauged sites in Sicily, *Hydrology Earth System Science*, 15:323-331.
- Vogel, R.M. and Fennessey, N.M. (1994). Flow-duration curves, I: New interpretation and confidence intervals, *Hydrology Earth System Science*, 120(4):485–504.
- Wang, W.C., Chau, K.W., Cheng Ch, T. and Qiu, L. (2009). A comparison of performance of several artificial intelligence methods for forecasting monthly discharge time series, *Journal of Hydrology*, 374(34):323-331.
- Warnick, C.C. (1984). *Hydropower Engineering*. Prentice-Hall international edition New Jersey. 59-73.
- Zare Chahouki, A. (2011). *Regional Continuity Curve Model in Arid Areas for Watersheds without Statistics (Case Study: Central Iran)*, M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 82 p. (In Persian).
- Zare Chahouki, M. A. 2010. Data analysis in natural resources research using SPSS software. *Jaha Daneshgahi Publications, Tehran Branch*. (In Persian)
- Zinalo, A. A. (2003). *Estimation of continuity curve for basins without hydrometric statistics*. The first national conference on hydropower plants in the country, Tehran. June, 2003, p. 6. (In Persian).

## Comparison the effects of land use change and precipitation on annual discharge (Case study: Kiar watershed)

Mojtaba Rezaei<sup>1</sup>, Reza Omidipour<sup>2\*</sup>, Ashkan Rezaei<sup>3</sup> and Mohabat Nadaf<sup>4</sup>

1- MSc in Watershed Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

2-Ph.D. in Rangeland Sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

3-PhD student in Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Hormozgan, Iran

4- Assistant Prof., Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran

\*Corresponding author: R.omidipour@yahoo.com

(Received: 29 June 2022

Revise: 22 August 2022

Accepted: 09 September 2022)

### Extended Abstract

**Introduction:** The development of agricultural and urban areas and overexploitation of natural resources have caused significant changes in the hydrological regime of watersheds. Furthermore, population increase, unprincipled exploitations and climate changes have intensified this process. It is therefore necessary to know and study it continuously. The trend of hydrological series may also change due to climate change, land use and watershed management. Therefore, identifying the presence or absence of changes in time in rainfall and discharges of an area and presenting it in statistical analysis seems necessary. The Mann-Kendall test is one of the most widely used nonparametric methods for analyzing the flow of such data. Studying periods of rainfall and discharge as well as land use change can be useful in expressing the role of climatic and human factors. Therefore, the present study was conducted to investigate the trend of land use change and the role of each in the discharge trend of Kiar watershed.

### Materials and methods

The present study was conducted in Kiar watershed located in Chaharmahal and Bakhtiari province as one of the northern sub-basins of Karun River. In order to conduct the current research and achieve the desired goals, after obtaining the information and data required for the research from the Chaharmahal and Bakhtiari Regional Water Organization, a joint statistical course of study stations was determined. Finally, the mentioned period was selected from 1363-1390. Then, Mann-Kendall non-parametric test was used to investigate the trend of changes in precipitation and discharge of stations in Kiar watershed. Then, land use changes in the study area in three time periods were extracted using the object-oriented classification method in IDRISI Taiga 16.03 software environment using Landsat's TM sensor images. Using the parameters of overall accuracy and kappa coefficient, the accuracy of the classification was calculated. Finally, the trend of land use change and its relationship with the trend of discharge were evaluated.

### Results and discussion

The results of trend analysis for the Dey River time series (on seasonal and annual scales) at the Burnt Mountain Station show that discharge has had a decreasing trend on both scales. The highest discharge trend in the seasonal series belongs to summer and the lowest discharge trend belongs to fall at the significant level of 1%. The study of trends in the rainfall time series of the region shows a different behavior. While the trend in Borujen station was upward, Shahrekord and Beheshtabad exhibited a downward trend, and no trend was found in Farsan station. The decreasing trend of discharge and precipitation in Kuh-e-Sokhteh hydrometric station and rain gauge stations in Shahrekord and Beheshtabad are on the same side, which can be attributed to the decrease in discharge due to the rainfall behavior of the region. The results of the trend of land use change showed that residential and agricultural lands have an increasing trend and rangeland and barren lands have a decreasing trend. Increasing the level of agriculture and residential areas can be a reason for reducing the trend in discharge.

### Conclusion

Based on the results of the present study, the results of trend analysis for the time series of the river at the burnt mountain station showed that the discharge trend in seasonal and annual scales is Downward. The highest discharge trend in the seasonal series belongs to the summer season and the lowest discharge trend belongs to the autumn season. Also, the results of studying the trend in the time series of rainfall in the region showed different behaviors. While, the trend in Borujen station was upward, Shahrekord and Beheshtabad exhibited a downward trend, and no trend was found in Farsan station.

**Key Words:** Watershed, Climate change, Remote sensing, Integrated management.

Citation: Rezaei, M., Omidipour, R., Rezaei, A., & Nadaf, M. (2022). Comparison the effects of land use change and precipitation on annual discharge (Case study: Kiar watershed). *Integrated Watershed Management*, 2(2), 62-74. doi: 10.22034/iwm.2022.556854.1038

### 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>).





## مقایسه تاثیر تغییرات روند کاربری اراضی و بارش بر دبی سالانه (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کیار)

مجتبی رضایی<sup>۱</sup>، رضا امیدی پور<sup>۲\*</sup>، اشکان رضایی<sup>۳</sup>، محبت نداف<sup>۴</sup>

۱- کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

۲- دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۳- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، ایران

۴- استادیار گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

\*نویسنده مسئول: R.omidipour@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۸

### چکیده

توسعه مناطق شهری و کشاورزی و بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی به‌منظور برآورد نیاز روز افزون انسان‌ها باعث ایجاد تغییرات چشمگیری در رژیم هیدرولوژیکی حوزه‌های آبخیز می‌شود. همچنین، تغییر عوامل اقلیمی از قبیل بارش از مهم‌ترین دلایل تغییرات دبی رودخانه‌ها است. بررسی همزمان تغییرات عوامل اقلیمی و کاربری اراضی در ارتباط با تغییرات دبی رودخانه از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف از این تحقیق بررسی روند تغییرات کاربری اراضی و بارش و نقش هر یک آن‌ها در روند تغییرات دبی حوزه آبخیز کیار در استان چهارمحال و بختیاری است. بدین منظور ابتدا برای تحلیل روند سری‌های زمانی بارش و دبی از روش ناپارامتریک من-کندال استفاده شد. سپس با استفاده از تصاویر ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹ و با استفاده از روش شیء‌گرا در محیط نرم افزار IDRISI Taiga اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی حوزه شد. نتایج تحلیل روند برای سری زمانی دبی رودخانه در ایستگاه کوه سوخته نشان داد که دبی در مقیاس‌های فصلی و سالانه روند کاهشی داشته است. بطوری‌که بیشترین روند دبی در سری فصلی در فصل تابستان و کمترین روند دبی در فصل پاییز ثبت شد که در سطح ۱ درصد معنی‌داری بودند. نتایج بررسی روند در سری زمانی بارندگی‌های منطقه، دارای رفتار متفاوتی بود بطوری‌که در ایستگاه بروجن روند افزایشی و در ایستگاه‌های شهرکرد و بهشت‌آباد روند کاهشی و در ایستگاه فارسان بدون روند قابل تشخیص مشاهده گردید. نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات کاربری نشان داد که اراضی مسکونی و کشاورزی، روند افزایشی و اراضی مرتعی و بایر روند کاهشی داشته‌اند. با توجه به روند تغییرات کاهشی بارش و همچنین افزایش اراضی بایر و اراضی مسکونی، نتیجه‌گیری می‌شود که تأثیر تغییرات بارش بر میزان دبی بیش از تغییرات کاربری اراضی است.

واژه‌های کلیدی: حوزه آبخیز، تغییر اقلیم، سنجش از دور، مدیریت جامع.

استناد: رضایی، مجتبی، امیدی پور، رضا، رضایی، اشکان، نداف، محبت. (۱۴۰۱). مقایسه تاثیر تغییرات روند کاربری اراضی و بارش بر دبی سالانه (مطالعه موردی حوزه آبخیز کیار). مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز ۲(۲)، ۶۲-۷۴.

### 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 قابل‌دسترس است.

## مقدمه

حوزه آبخیز عرصه‌ای است که روان آب ناشی از بارش را توسط آبراهه‌ها جمع‌آوری و به یک خروجی نظیر رودخانه، آب انباشت، تالاب، دریاچه و دریا هدایت می‌کند. مدیریت حوزه آبخیز تحت عنوان آبخیزداری شناخته شده و به عبارتی به علم و هنر برنامه‌ریزی مستمر و اجرای اقدامات لازم برای مدیریت منابع حوزه‌های آبخیز اشاره دارد (Heathcote, 2009). در دهه‌های اخیر، توسعه مناطق کشاورزی، شهری و بهره‌برداری بیشتر از منابع طبیعی از قبیل جنگل‌ها و مراتع در جهت برآورد رشد روز افزون نیاز انسان‌ها، موجب شده که تغییرات چشمگیری در رژیم هیدرولوژیکی حوزه‌های آبخیز ایجاد شود (Gordon et al., 2008; Kazemi et al., 2011). از آنجایی که جمعیت انسانی به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه، روز به روز در حال افزایش است (Lee, 2011; Dao, 2012)، ارزیابی بهره‌برداری غیر اصولی از منابع طبیعی، شناخت و مطالعه مستمر آن‌ها ضروری است.

یکی از مهمترین تهدیدهای اکوسیستم‌های طبیعی که در مقیاس‌های مختلف به وقوع می‌پیوندد، تغییر کاربری اراضی است (Liu et al., 2020; Davison et al., 2021). تغییر کاربری اراضی و عدم تطابق آن با توان اراضی یکی از اثرات مهم فعالیت‌های انسانی می‌باشد (Brooks, 2003). تغییر کاربری اراضی یکی از مهمترین عوامل در جهت تغییر جریان هیدرولوژیک، فرسایش حوزه‌های آبخیز و کاهش تنوع زیستی می‌باشد (Chen et al., 2007; Moreno et al., 2011). بر اساس نتایج مطالعات انجام شده، عدم تناسب کاربری اراضی بهیه (بهترین کاربری قابل اجرا) و کاربری‌های اراضی فعلی از دلایل مهم تعدد و افزایش دبی سیلاب‌ها در شمال ایران است (Tehrani, 2001). بررسی عوامل ایجاد تغییرات کاربری اراضی و همچنین اثرات آن بر فرآیندهای مرتبط با حوزه‌های آبخیز نقش مهمی در مدیریت جامع حوزه آبخیز داشته و برای برنامه‌ریزان و مدیران از اهمیت بالایی برخوردار است (Boongaling et al., 2018).

برای مثال، تخریب جنگل و مراتع و تبدیل آنها به اراضی بایر موجب افزایش فرسایش خاک و حجم رواناب خواهد شد که رژیم آبی موجود در حوزه آبخیز را دچار تغییر خواهد نمود و سلامت اکوسیستم را تهدید می‌کند (Cheng et al., 2018; Xiao et al., 2019; Liu et al., 2022). در همین راستا، Mishra و همکاران (2022) در بررسی خود در کشور هند نشان دادند که بیشترین جریان رواناب مربوط به کاربری اراضی بایر و بدون پوشش است (Mishra et al., 2022). از طرفی دیگر، این تغییرات در رژیم‌های آبی حوزه آبخیز به واسطه تغییرات اقلیمی از جمله افزایش دمای هوا تشدید شده و در نهایت منجر به ایجاد تغییرات در روند برخی از مولفه‌های چرخه هیدرولوژی از جمله بارش و جریان آبراهه‌ای در نقاط مختلف جهان شده است (Dayon et al., 2018; Strohmenger et al., 2022). به همین دلیل در دهه‌های اخیر مطالعات زیادی در رابطه با روند تغییرات متغیرهای مختلف هواشناسی و هیدرولوژیکی انجام شده است.

در دهه‌های اخیر مطالعات زیادی در رابطه با ارتباط بین روند تغییرات شاخص‌های مختلف هواشناسی و هیدرولوژیکی و تاثیر تغییر کاربری اراضی بر آن در سطح حوزه‌های آبخیز انجام شده است. برای مثال، Hoseini و همکاران (2020) با بررسی اثرات تغییر کاربری بر سیل‌خیزی و دبی حوزه آبخیز عموقین نشان دادند که کاهش کیفیت مراتع و تغییر کاربری مرتع به زمین کشاورزی موجب افزایش پتانسیل سیل‌خیزی در منطقه خواهد شد. در تحقیقی دیگر در حوزه آبخیز سنقر، Gholamian و Ildoromi (2020) با استفاده از مدل Win TR-55 و تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر دبی حداکثر هیدروگراف سیل را بررسی کردند. بررسی هیدروگراف خروجی حوزه نشان داد که مقادیر حداکثر سیلاب در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۰۰ به میزان ۱۲/۲ درصد افزایش یافته است اما وسعت کاربری اراضی مرتعی ۲۳/۳۲ درصد کاهش و مساحت اراضی کشاورزی دیم، آبی و باغ و

سری زمانی متغیرهای هیدرولوژیکی از روش‌های ناپارامتری استفاده می‌شود. شاید دلیل اصلی این است که آزمون‌های ناپارامتری برای سری داده‌هایی که توزیع آماری آن‌ها نرمال نیست، مناسب‌تر هستند. آزمون من کندال یکی از پرکاربردترین روش‌های ناپارامتری برای تحلیل روند داده‌ها است (Mann, 1945; Kendall, 1975). بررسی روند سری‌های زمانی بارش و دبی و همچنین تغییرات کاربری اراضی می‌تواند در بیان نقش عوامل اقلیمی و انسانی مفید باشد. داده‌های ماهواره‌ای یکی از منابع مهم تهیه اطلاعات برای سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) است که از آن برای بررسی تغییرات محیطی و مدیریت منابع استفاده می‌شود، که اطلاعات به‌روزی را برای اهداف مدیریتی فراهم می‌آورند. در دهه‌های اخیر تغییرات عوامل اقلیمی از جمله بارش بسیاری از رژیم‌های هیدرولوژیکی موجود در حوزه‌های آبخیز را دچار تغییر کرده و سلامت و مدیریت حوزه‌های آبخیز را دچار مشکل کرده است. حوزه آبخیز کیار یکی از زیر حوزه‌های مهم حوزه آبخیز بهشت آباد می‌باشد که وسیع‌ترین دشت‌های استان در این حوزه واقع شده که حدود ۶۰ درصد از جمعیت استان چهارمحال و بختیاری در حوزه آبخیز بهشت‌آباد ساکن هستند. بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی روند بارش و تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز کیار در شهرکرد و تاثیر آن بر روند تغییرات دبی این حوزه انجام گردید. به عبارتی، در این تحقیق ابتدا بلندمدت تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز کیار و همچنین تغییرات بارش در ایستگاه هواشناسی داخل و نزدیک حوزه کیار مطالعه شدند. در نهایت روند تغییرات دبی در ایستگاه خروجی حوزه بررسی و ارتباط آن با تغییرات بارش و کاربری اراضی مورد مطالعه قرار گرفت.

#### مواد و روش‌ها

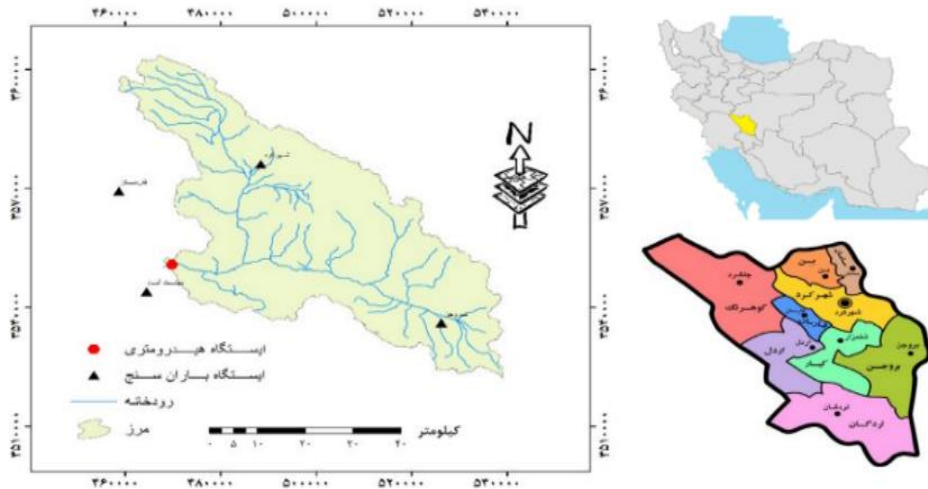
##### منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز کیار با مساحت ۳۰۱۵ کیلومتر مربع و متوسط ارتفاع از سطح دریای حوزه ۲۵۵۴ متر و حداقل و حداکثر ارتفاع ۱۵۳۷ و ۳۵۷۶ متر، شیب متوسط حوزه ۶/۶ درصد و

مناطق مسکونی به ترتیب ۵/۹۱، ۲۰/۶۶ و ۱۶/۸۳ درصد افزایش یافته است. همچنین، همکاران (2017) نیز در مطالعه خود در آبخیز شهری ری نشان دادند که توسعه شهری و تغییر کاربری اراضی و تبدیل آنها به سطوح شهری سبب افزایش دبی پیک رواناب شده است. در مطالعه دیگری Ahmadi و همکاران (2016) وقوع تغییرات اقلیمی در حوزه آبریز ارمند را با استفاده از تحلیل ایستایی و تحلیل روند بررسی و نشان دادند که روند سری‌های بارش و دما بر رفتار هیدرولوژیکی حوزه تأثیرگذار بود. Mohammadi و همکاران (2015) تأثیر تغییر کاربری اراضی بر هیدروگراف سیل در حوزه آبخیز جعفرآباد در استان گلستان را مورد بررسی قرار دادند و که افزایش ۴/۲ درصدی مساحت جنگل سبب کاهش دبی اوج سیل به میزان ۰/۸ درصد و حجم سیلاب به میزان ۴/۴۴ درصد خواهد شد. همچنین تبدیل اراضی جنگلی به دیم سبب افزایش دبی اوج و حجم سیل در منطقه مورد مطالعه شده است. در تحقیقی دیگر، Hasan Zadeh و همکاران (2021) اثر تغییرات کاربری اراضی بر دبی رودخانه دره رود در بازه زمانی سی ساله با استفاده از مدل HEC\_HMS را مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که کشت آبی، زراعت دیم، مناطق سنگی، مناطق مسکونی، باغات و دریاچه دارای افزایش مساحت بوده در حالی که مقدار و حجم رواناب اوج در بیشتر زیرحوزه‌های مورد بررسی روندی کاهشی داشت. روند سری‌های زمانی هیدرولوژیکی یک حوزه آبخیز، ممکن است به دلیل تغییرات در اقلیم، کاربری اراضی و مدیریت تغییر کند. در صورت وجود چنین تغییراتی، استفاده از روش‌های معمول تجزیه و تحلیل آماری (با فرض ثابت بودن ویژگی‌های آماری سری‌های هیدرولوژیکی) برای برنامه‌ریزی‌ها و طراحی‌ها باعث کاهش دقت اندازه‌گیری و نتایج غیر واقعی خواهد شد. بنابراین شناسایی وجود و یا عدم وجود تغییرات دراز مدت در بارندگی و دبی‌های یک منطقه و دخالت دادن آن در تجزیه و تحلیل‌های آماری ضروری به نظر می‌رسد (Sheikh et al., 2009). بطور معمول برای بررسی روند

مطالعه در موقعیت جغرافیایی  $51^{\circ}25'$  و  $50^{\circ}22'$  طول شرقی  $31^{\circ}50'$  و  $32^{\circ}32'$  عرض شمالی قرار گرفته است.

بارش سالانه ۴۷۱ میلی‌متر در شهرستان کیار در استان چهارمحال و بختیاری واقع شده (شکل ۱). این محدوده یکی از زیرحوزه‌های شمالی رودخانه کارون است. منطقه مورد



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1- location of the study area

۱۹۷۵ توسعه یافت. این روش یکی از بهترین روش‌های آشکارسازی و تعیین روند داده‌هاست. سازمان جهانی هواشناسی این آزمون را برای بررسی و تشخیص روند در سری‌های زمانی توصیه کرده است (Mitchell *et al.*, 1966). در این روش داده‌ها به ترتیب زمان وقوع مرتب می‌شوند و هر داده با داده‌های پس از خود مقایسه می‌شود. مراحل انجام آزمون به صورت زیر است:

$$S = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \text{SIGN}(X_i - X_j) \quad (1)$$

که: N تعداد مشاهدات  $X_i$  و  $X_j$  به ترتیب داده‌های J ام و I ام سری‌اند. تابع علامت نیز توسط رابطه ۲ محاسبه می‌شود.

$$\text{SIGN}(\theta) = \begin{cases} +1 & \text{اگر } (X_j - X_k) > 0 \\ 0 & \text{اگر } (X_j - X_k) = 0 \\ -1 & \text{اگر } (X_j - X_k) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

واریانس با استفاده از رابطه ۳ و ۴ محاسبه می‌شود:

$$\text{var} = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i t_i (t_i - 1)(2t_i - 1)(t_i + 5)}{18} \quad (3)$$

$$\text{var} = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad \text{اگر } N > 10 \quad (4)$$

که در نهایت N تعداد داده‌های مشاهده‌ای، M معرف تعداد سری‌هایی که در آن حداقل یک داده تکراری وجود داشته

در راستای انجام پژوهش حاضر و دستیابی به اهداف مورد نظر، پس از اخذ اطلاعات و داده‌های مورد نیاز از سازمان آب منطقه‌ای استان چهارمحال و بختیاری، اقدام به تعیین دوره آماری مشترک در ایستگاه‌های مطالعاتی گردید. که نهایتاً دوره مذکور از سال ۱۳۶۳-۱۳۹۰ انتخاب گردید.

به منظور بررسی روند تغییرات بارش و دبی ایستگاه‌های موجود در حوزه آبخیز کیار از آزمون ناپارامتری من-کندال استفاده شد. سپس تغییرات کاربری اراضی منطقه مطالعاتی در سه دوره زمانی با استفاده از روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در محیط نرم افزار IDRISI TAIGA 16.03 و با استفاده از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست انجام شد و با استفاده از پارامتر صحت کلی و ضریب کاپا دقت طبقه‌بندی محاسبه شد. و در نهایت روند تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با روند دبی مورد ارزیابی قرار گرفت.

### روش تحقیق

#### بررسی روند

یکی از ابزارهای که برای تعیین تغییرات در اقلیم و سری‌های زمانی هیدرولوژیک استفاده می‌شود، تحلیل روند است (Rostamian *et al.*, 2008). از روش‌های بررسی تغییر روند داده‌ها، آزمون ناپارامتریک من-کندال است. در حقیقت این روش برای نخستین بار به وسیله من در سال ۱۹۴۵ استفاده شده و توسط کندال در سال

شد. برای انجام تصحیح هندسی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و نقاط کنترلی برداشت شده در محیط نرم‌افزار Google Earth با پراکنش مناسب از سطح منطقه در مکان‌هایی نظیر تقاطع جاده‌ها و آبراهه‌ها جمع‌آوری گردید و در محیط نرم‌افزار ENVI و در سیستم تصویر UTM بر روی تصویر پیاده‌سازی شدند. برای نمونه‌گیری مجدد (Resampling) ارزش پیکسل‌ها از روش نزدیکترین همسایه (Nearest neighbor) استفاده گردید. با ایجاد تصاویر ترکیب رنگی کاذب و شاخص‌های گیاهی برای افزایش مغایرت و وضوح تصاویر ایجاد شده جهت شناسایی پدیده‌های سطح زمین مانند پوشش گیاهی، اراضی بدون پوشش گیاهی، آب و برف استفاده شد. در این تحقیق، از شاخص پوشش گیاهی تفاضل استاندارد (NDVI) به‌عنوان شاخص کمکی برای بهبود نتایج طبقه‌بندی و افزایش تفکیک-پذیری کاربری‌ها استفاده شد.

باشد و T معرف با ارزش یکسان می‌باشد. نهایتاً مقدار آماره Z توسط یکی از روابط زیر تعیین می‌گردد:

$$Z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{اگر } s > 0 \\ 0 & \text{اگر } s = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{اگر } s < 0 \end{cases} \quad (5)$$

در یک آزمون دو طرفه برای یافتن روند سری داده‌ها، فرض صفر در صورتی پذیرفته می‌شود که رابطه (۶) برقرار باشد:

$$|Z| \leq \frac{Z_{\alpha}}{2} \quad (6)$$

**مشخصات تصاویر مورد استفاده و مرحله پیش‌پردازش**

برای بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه از تصاویر شش باند سنجنده TM ماهواره لندست ۵ استفاده شد که دارای تفکیک مکانی ۳۰ متر می‌باشد (جدول ۱). در مرحله اول اقدام به تصحیحات هندسی بر روی تصویر

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای به همراه درصد ابرناکی و خطای زمین مرجع

Table 1. The characteristic satellite imagery with their cloud cover percentage and geometric error

تاریخ	سنجنده	خطای زمین مرجع (متر)	قدرت تفکیک مکانی (متر)	درصد ابرناکی
۱۶-۰۸-۱۹۹۰	لندست ۵ (TM)	۵/۶۳۸	۳۰	صفر
۲۴-۰۷-۱۹۹۹	لندست ۵ (TM)	۴/۶۱۸	۳۰	صفر
۰۴-۰۸-۲۰۰۹	لندست ۵ (TM)	۴/۴۳۳	۳۰	صفر

مقیاس، رنگ، شکل، ضریب نرمی و ضریب فشردگی شکل (که مقدار آنها را مفسر تعیین می‌کند) ایجاد می‌شوند (Omidipour et al., 2013). تکنیک قطعه‌بندی پیکسل‌هایی را که شروط معینی از همگنی و ناهمگنی را دارا باشند را به صورت خوشه‌های مکانی (Spatial cluster) گروه‌بندی می‌کند. این الگوریتم با تعریف آستانه از پیش تعریف شده که پارامتر مقیاس نام دارد شروع می‌شود. در این روش الگوریتم نواحی مجاور را (آنهايي) که کوچکتر از این پارامتر مقیاس باشند به هم متصل می‌کند (Navulur, 2007). تعریف عدد بزرگ

#### طبقه‌بندی شیء‌گرا

طبقه‌بندی شیء‌گرا نوعی از طبقه‌بندی تصویر است که در آن علاوه بر ویژگی‌های طیفی پدیده‌ها، ویژگی‌های هندسی آنها نیز برای طبقه‌بندی مد نظر قرار می‌گیرد (Navulur, 2007). مراحل انجام این طبقه‌بندی به شرح زیر است:

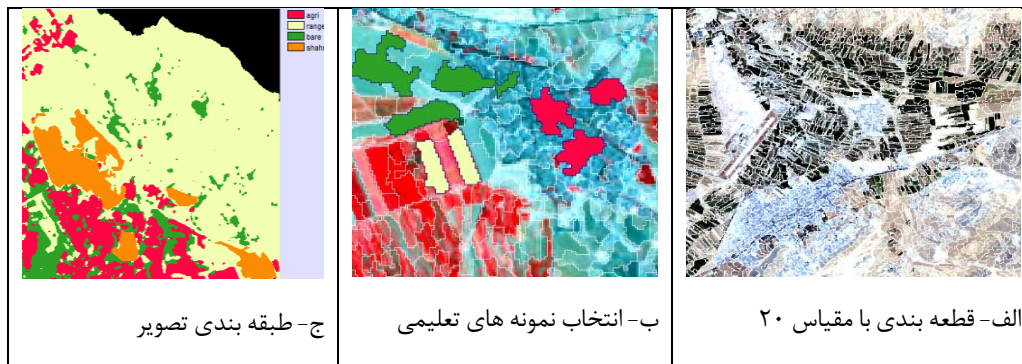
#### قطعه‌بندی (Segmentation)

قطعه‌بندی یکی از مهم‌ترین مراحل در تحلیل شیء‌گرای تصاویر است. در طی این فرآیند شیء‌های تصویری متناسب با معیار همگنی و ناهمگنی براساس پارامترهای

برای پارامتر مقیاس در فرایند قطعه بندی اجازه ایجاد شیءهای تصویری بزرگ را داده و برعکس با تعریف عددی کوچک برای پارامتر مقیاس، قطعه های تصویری کوچک ایجاد خواهد شد. در تحقیق حاضر برای قطعه بندی از اطلاعات مربوط به ویژگی های هندسی کاربری اراضی شامل شکل، اندازه و بافت استفاده شده که این فرایند با روش Image Objects در محیط نرم افزار IDRISI Taiga 16.03 صورت گرفته است. بدین منظور با تجزیه و تحلیل نتایج قطعه بندی با مقیاس های مختلف، مقیاس ۲۰ انتخاب شد. شکل ۲ نشان دهنده قطعه بندی با مقیاس های مختلف می باشد.

### نمونه های آموزشی

نمونه های آموزشی پیکسل هایی هستند که به عنوان نمونه ای معرف و یا با شباهت زیاد به هر طبقه انتخاب می شوند که انتخاب آنها بر اساس اطلاعات واقعیت زمینی و بر اساس اطلاعات میدانی انجام می گیرد (Robert, 1987). در این تحقیق نمونه های آموزشی به تعداد کافی و پراکندگی مناسب در هر کاربری انتخاب شدند. تصاویری از مراحل مختلف قطعه بندی و انتخاب نمونه تعلیمی در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲- قطعه بندی، انتخاب نمونه های تعلیمی و طبقه بندی تصاویر  
Figure 2- Segmentation, training area selection and images classification

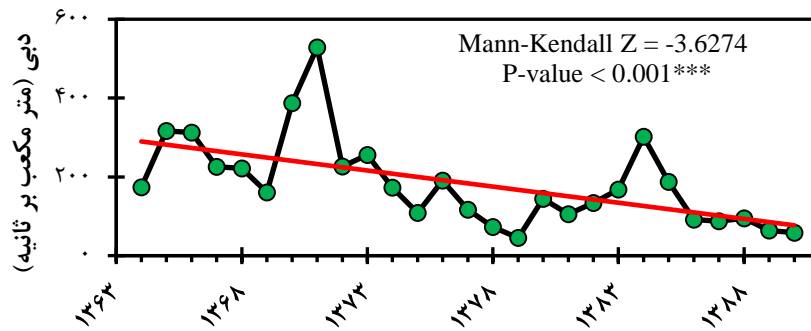
### تعیین دقت نقشه های ایجاد شده

برای اطمینان از صحت و دقت نقشه های کاربری اراضی تولید شده اقدام به ارزیابی دقت آنها می شود (Omidipour et al., 2013). بطور کلی، برای ارزیابی دقت طبقه بندی باید از مجموعه ای از نقاط واقعیت زمینی (نمونه تعلیمی) استفاده شود که در فرآیند طبقه بندی استفاده نشده باشند. به عبارتی، نمونه تعلیمی مورد استفاده برای طبقه بندی و برای ارزیابی دقت طبقه بندی کاملاً متفاوت هستند. در این تحقیق برای تهیه نمونه تعلیمی از اطلاعات برداشتی از هر کاربری در بازدید میدانی و ثبت نقاط تصادفی استفاده شد. در نهایت برای بررسی میزان دقت نقشه های کاربری اراضی تولید شده از پارامترهای صحت کلی (Overall accuracy)، ضریب کاپا (Kappa coefficient) استفاده گردید.

### نتایج

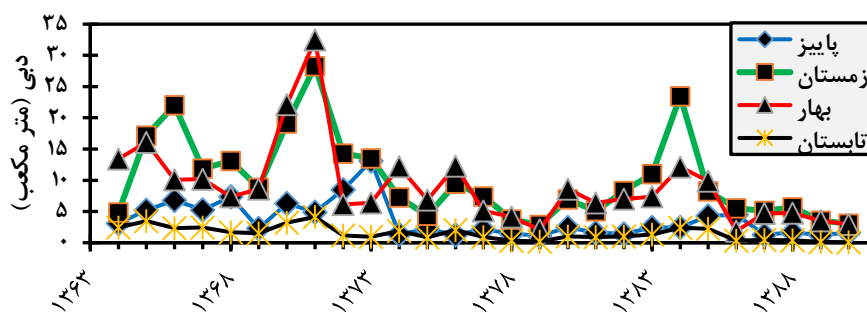
#### تغییرات دبی و بارش

بررسی سری زمانی تغییرات دبی در دو مقیاس فصلی و سالانه در ایستگاه کوه سوخته (خروجی حوزه آبخیز کیار) نشان داد که یک روند کاهشی و معنی دار ( $P < 0.001$ ) در دبی خروجی از حوزه در دوره زمانی سال های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ وجود دارد (شکل ۳ و ۴). در این دوره زمانی، بیشترین مقدار دبی در سال ۱۳۷۱ و به مقدار ۵۲۸/۶ متر مکعب و کمترین مقدار دبی نیز در سال ۱۳۷۹ به مقدار ۴۴/۹ متر مکعب مشاهده شد (شکل ۳). همچنین بررسی الگوی فصلی روند تغییرات دبی نیز نشان داد که الگوی فصل های بهار و زمستان بیش از دو فصل دیگر با الگوی کلی منطبق است.



شکل ۳- روند تغییرات سالانه دبی ایستگاه کوه سوخته در حوزه آبخیز کیار

Figure 3. The annual discharge trend change in Kuh-e Sokhteh station in Kiar watershed

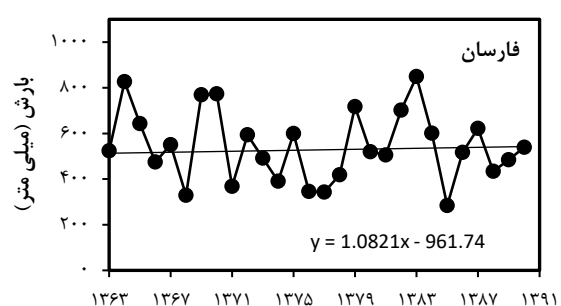
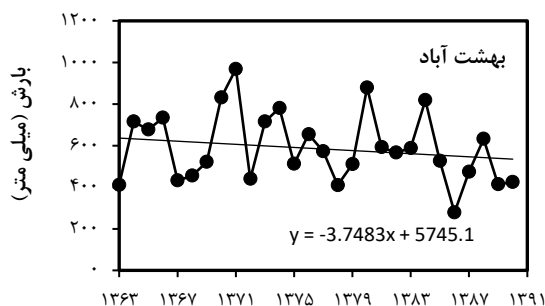
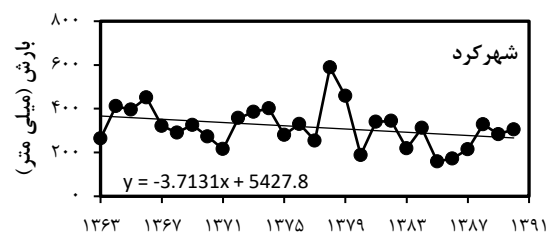
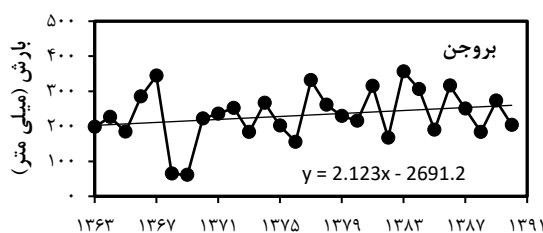


شکل ۴- روند تغییرات فصلی دبی ایستگاه کوه سوخته در حوزه آبخیز کیار

Figure 4- The seasonal discharge trend changes in Kuh-e Sokhteh station in Kiar watershed

ایستگاه‌ها (بروجن) روند افزایشی در بارش دیده شد ( $Z = 1.27$ ) در حالیکه در برخی ایستگاه‌ها از قبیل شهرکرد ( $Z = -1.1$ ) و بهشت آباد روند کاهششی ( $Z = -0.81$ ) مشاهده گردید و ایستگاه فارسان فاقد روند مشخص بود (شکل ۶).

بررسی روند سری زمانی بارندگی در ایستگاه‌های مورد مطالعه (شهرکرد، بروجن، فارسان و بهشت آباد) حاکی از وجود تفاوت‌هایی در روند تغییرات بارش بود (شکل ۵). بر اساس مقدار آماری  $Z$  بدست آمده از آزمون من-کندال، در برخی

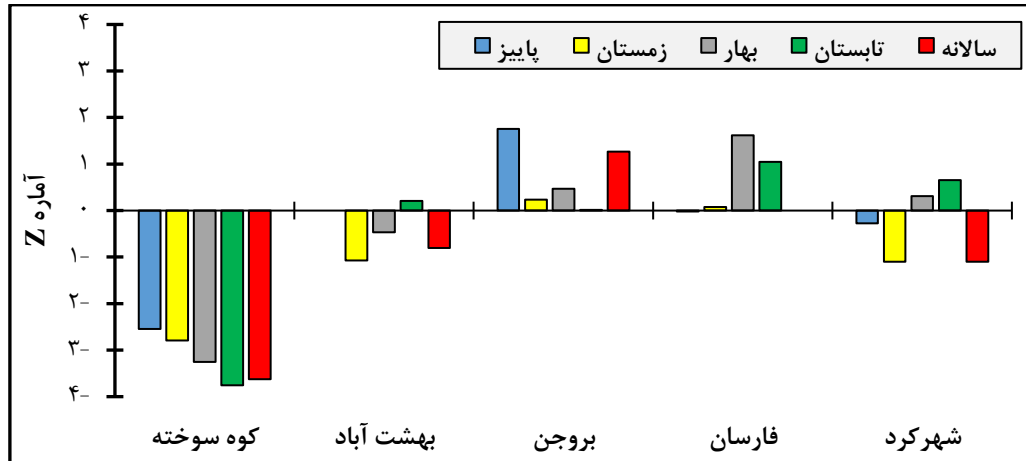


شکل ۵- روند تغییرات بارش سالانه ایستگاه‌های الف) شهرکرد ب) بروجن ج) فارسان د) بهشت‌آباد و دبی ایستگاه

Figure 5- The annual trend of precipitation changes in stations a) Shahrekord b) Borujen c) Farsan d) Beheshtabad and discharge stations

۶). همچنین بررسی روند تغییرات دبی در ایستگاه کوه سوخته نشان داد که در همه فصول یک روند کاهش و معنی دار در مقدار دبی دیده می شود بطوری که بیشترین مقدار آن مربوط به فصل تابستان ( $Z = -3.75$ ) و کمترین مقدار آن مربوط به فصل پاییز ( $Z = -2.54$ ) بود (شکل ۶).

بررسی آماری روند تغییرات بارش در ایستگاه های مورد بررسی نشان داد که بیشترین افزایش در بارش فصل مربوط به فصل پاییز در ایستگاه بروجن ( $Z = 1.75$ ) و سپس فصل بهار در ایستگاه فارسان ( $Z = 1.62$ ) بود در حالی که بیشترین کاهش مربوط به بارش در فصل زمستان برای ایستگاه های شهرکرد ( $Z = -1.1$ ) و بهشت آباد ( $Z = -1.07$ ) بود (شکل



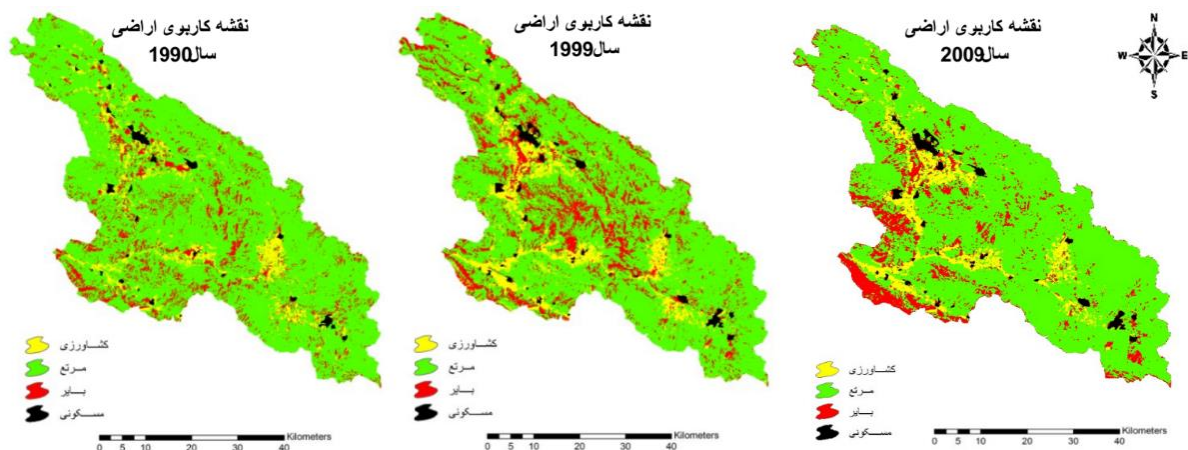
شکل ۶- مقدار آماره Z آزمون من کندال در ایستگاه های مورد مطالعه (الف شهرکرد ب) بروجن ج) فارسان د) بهشت آباد و هـ) دبی ایستگاه کوه سوخته

Figure 6- The values of Mann-Kendall Z in studied stations a) Shahrekord b) Borujen c) Farsan d) Beheshtabad and e) discharge Kuh-e Sokhteh station

### تغییرات کاربری اراضی

مربع در سال ۱۹۹۰ به ۶۰ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۹ افزایش پیدا کرده است. همچنین اراضی کشاورزی و اراضی بایر از سال ۱۹۹۰ به سال ۱۹۹۹ افزایش داشته در حالیکه اراضی مرتعی در مدت مشابه کاهش یافتند.

بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در سه دوره (۱۹۹۰، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹) نشان داد که تغییرات وابسته به نوع کاربری است (شکل ۷ و جدول ۲). برای مثال، کاربری اراضی مسکونی در سه دوره دارای روند افزایشی بوده بطوری که از ۳۸ کیلومتر



شکل ۷- نقشه های کاربری اراضی حوزه آبخیز کیار سال های ۱۹۹۰، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹

Figure 7- Land use map of Kiar watershed in 1990, 1999 and 2009

جدول ۲. مساحت کاربری‌های مختلف اراضی در حوزه آبخیز کیار در سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹

Table 2- The area of different land use in Kiar watershed in 1990, 1999 and 2009

سال ۲۰۰۹		سال ۱۹۹۹		سال ۱۹۹۰		کاربری اراضی
مساحت (KM <sup>2</sup> )	درصد	مساحت (KM <sup>2</sup> )	درصد	مساحت (KM <sup>2</sup> )	درصد	
۲۸۷/۸۳	۹/۹۴	۲۸۹/۷۴	۶/۷۱	۱۹۵/۶۹		اراضی کشاورزی
۲۲۱۱/۸۴	۷۵/۷۹	۲۲۰۹/۴۴	۸۰/۴۲	۲۳۴۴/۳۲		مراتع
۳۵۵/۲۷	۱۲/۵۳	۳۶۵/۳۱	۱۱/۵۷	۳۳۷/۲۲		اراضی بایر
۶۰/۳۰	۱/۷۴	۵۰/۷۵	۱/۳۰	۳۸/۰۱		اراضی مسکونی
۹۶		۹۷		۹۸	صحت کلی (%)	شاخص‌های ارزیابی دقت
۰/۹۳		۰/۹۳		۰/۹۷	ضریب کاپا	طبقه‌بندی

## بحث

بررسی روند در سری زمانی بارندگی‌های منطقه در هر دو مقیاس فصلی و سالانه، دارای رفتار متفاوتی می‌باشد. بر اساس نتایج بررسی روند با استفاده از آزمون من-کندال، ایستگاه بروجن روند دارای روند سالانه افزایشی و ایستگاه‌های شهرکرد و بهشت‌آباد دارای روند سالانه کاهش در مقدار بارندگی هستند. همچنین در ایستگاه فارسان روند خاصی مشاهده نشد. بر اساس این نتیجه، روند کاهش دبی و بارش در ایستگاه هیدرومتری کوه-سوخته و ایستگاه‌های باران‌سنجی شهرکرد و بهشت‌آباد هم سو می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در بیشتر منطقه (۲ ایستگاه از ۴ ایستگاه) روند کاهش در بارش اتفاق افتاده است و تنها در یک ایستگاه بروجن (یک ایستگاه از ۴ ایستگاه) روند افزایش بارش وجود دارد که مجموع آنها منجر به کاهش دبی در ایستگاه کوه سوخته شده است. همچنین در هر دو ایستگاه شهرکرد و بهشت‌آباد که دارای روند کاهش در بارندگی سالانه بودند، الگوی یکسانی در روند کاهش بارندگی در فصل زمستان دیده شد که بیانگر تاثیر بیشتر بارندگی فصل زمستان در روند کلی بارندگی در هر ایستگاه است. نتایج این تحقیق نشان داد که هر سه نقشه کاربری اراضی تولید شده دارای دقت و صحت بالایی هستند

تحقیق حاضر با هدف بررسی روند بارش و دبی حوزه آبخیز کیار و همچنین بررسی همزمان تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست در این حوزه انجام گرفت. نتایج تحلیل روند برای سری زمانی دبی رودخانه (در مقیاس‌های فصلی و سالانه) در ایستگاه کوه سوخته نشان می‌دهد که دبی در هر دو مقیاس روند کاهش داشته است. بیشترین روند دبی در سری فصلی متعلق به فصل تابستان با آماره Z معادل  $-۳/۷۵$  و کمترین روند دبی متعلق به فصل پاییز با آماره Z برابر  $-۲/۵۴$  است که در سطح ۱ درصد معنی‌داری می‌باشند. بر اساس نتایج، بیشترین تشابه در بین الگوی فصلی با الگوی سالانه دبی مربوط به دو فصل بهار و زمستان بود. این نتیجه ناشی از اثر بیشتر مقدار دبی این دو فصل بر دبی سالانه است که به نوعی بیانگر غالب بودن بارندگی این حوزه در این دو فصل است. در همین راستا، Zaree و همکاران (2019) در بررسی تغییرات پارامترهای دما و بارش استان چهارمحال و بختیاری، گزارش دادند که عمده بارش‌های این استان مربوط به دو فصل زمستان و بهار است و کمترین مقدار بارش (کمتر از ۱۰ درصد) در خلال ماه‌های خرداد تا مهر به وقوع می‌پیوندد. نتایج

حالی که در قسمت شرق حوزه مورد بررسی تغییرات چشمگیری در کاربری‌ها مشاهده نشد. بررسی روند تغییرات سطح کاربری اراضی موجود در حوزه آبخیز کیار با روند تغییرات دبی نشان می‌دهد که به واسطه افزایش سطح اراضی بایر و مناطق مسکونی، باید یک روند افزایش در دبی این منطقه مشاهده شود. زیرا با افزایش سطوح کاربری اراضی بایر و مناطق مسکونی به دلیل تولید رواناب بیشتر به نسب اراضی از قبیل مراتع و جنگل‌ها، میزان تولید رواناب و در نتیجه دبی خروجی در حوزه‌های آبخیز افزایش خواهد یافت (Zhu et al., 2019) در حالی که برخی مطالعات، عکس این نتیجه را گزارش کرده‌اند (Mohammadi et al., 2015). هرچند این یافته با کاهش دبی در ایستگاه کوه سوخته هم خوانی ندارد، اما به نظر می‌رسد کاهش دبی در این ایستگاه بیشتر ناشی از روند کاهش بارش باشد و این یافته بیانگر نقش بیشتر تغییرات بارش در مقایسه با تغییرات کاربری اراضی بر دبی سیلاب می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، روند تغییرات فصلی و سالانه در دبی در حوزه آبخیز کیار در استان چهارمحال و بختیاری در رابطه با تغییرات بارش و سطح کاربری اراضی در یک دوره ۳۰ ساله مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج، دبی ایستگاه خروجی حوزه دارای روند کاهشی بود و این الگو در مقیاس زمانی فصلی و سالانه مشابه است. همچنین در همین دوره، در بیشتر ایستگاه‌های باران-سنجی (از قبیل ایستگاه شهرکرد و ایستگاه بهشت‌آباد)، روند کاهشی در بارش باران دیده شد، در حالی که تنها در یک ایستگاه بروجن روند تغییرات بارش افزایشی بود. روند تغییرات کاربری اراضی نشان داد که کاربری اراضی مرتعی دارای روند کاهشی و اراضی بایر دارای روند افزایشی بوده‌اند که این تغییرات همراستا با موقعیت ایستگاه‌های شهرکرد و بهشت‌آباد (مناطق مرکزی و خروجی حوزه) بود که دارای روند کاهشی در بارش سالانه بودند. با در نظر گرفتن افزایش دبی ناشی از افزایش سطح اراضی از قبیل اراضی بایر و اراضی شهری

بطوریکه شاخص صحت کلی در همه آنها بیش از ۹۶ درصد و مقدار ضریب کاپا نیز بیش از ۰/۹۳ بود که بیانگر دقت بالای روش طبقه‌بندی شیء‌گرا است. همراستا با این نتیجه، بسیاری از محققین بر کارایی بالاتر روش طبقه‌بندی شیء‌گرا نسبت به روش‌های مرسوم پیکسل-پایه تاکید کرده‌اند (Omidipour et al., 2013; Jawak et al., 2015). بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در سه دور مورد بررسی نشان داد که اراضی مسکونی و کشاورزی دارای روند افزایشی و اراضی مرتعی دارای روند کاهشی می‌باشد. افزایش سطح اراضی مسکونی ناشی از افزایش جمعیت است که در بسیاری از تحقیقات گزارش شده است (Yaghobi et al., 2019; Shahbazian et al., 2019). بطور کلی افزایش اراضی مسکونی به واسطه افزایش سطوح نفوذ ناپذیر موجب افزایش مقدار رواناب و در نهایت افزایش دبی خواهد شد (Zhu et al., 2019). از سوی دیگر، افزایش اراضی کشاورزی، اراضی مسکونی و اراضی بایر به قیمت از دست رفتن مراتع بوده است. بر اساس نتایج، مراتع دارای روند کاهشی بوده بطوریکه در دوره ده ساله (۱۹۹۹-۱۹۹۰)، مساحت مراتع از ۲۳۴۴ به ۲۲۰۹ کیلومتر مربع کاهش یافته است. یکی از دلایل اصلی کاهش مراتع، تبدیل آنها به دیم‌زار بوده که پس از مدت کوتاهی به دلیل کاهش پتانسیل و سود آوری مناسب، رها شده به دلیل تخریب ناشی از زراعت، فاقد قدرت احیا طبیعی خود و به همین دلیل به یک منبع فرسایش تبدیل خواهد شد. بررسی روند تغییرات بارش نشان داد که در دو ایستگاه شهرکرد و بهشت‌آباد روند تغییرات سالانه بارش کاهشی است که این نتیجه همراستا و تایید کننده کاهش سطح مراتع است. از طرفی در ایستگاه بروجن (شرق حوزه کیار) روند تغییرات بارش افزایشی بود. بررسی مکانی تغییرات کاربری اراضی نشان داد که عمده تغییرات در بخش مرکزی و جنوب حوزه آبخیز کیار اتفاق افتاده که عموماً بیانگر افزایش سطح اراضی بایر است. این افزایش سطح اراضی بایر و کاهش سطح مراتع همراستا با روند کاهش بارندگی در ایستگاه‌های مجاور این دو منطقه (ایستگاه شهرکرد و بهشت‌آباد) است در

عوامل اقلیمی تاثیر بیشتری بر تغییرات دبی دارند. زیرا در منطقه مورد بررسی عمده ایستگاه‌های باران‌سنجی مبین روند کاهشی در تغییرات سالانه بارش بودند.

(مناطق با میزان نفوذ کم) و همچنین روند کاهشی دبی در حوزه آبخیز کیار، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که روند تغییرات دبی بیشتر تابع تغییرات مقدار بارش بوده و

## References

- Ahmadi, F., Zamani Ahmad Mahmoudi, R., Radmanesh, F. & Amir Rezaeieh, A.R. (2016). Investigation of climate change occurring over watershed using stationery and trend analysis (Case study: Armand watershed). *J. of Water and Soil Conservation*. 22(5). 45-61. (In Persian)
- Ainlo, F., Salajgah, A., Malekian, A. & Ahdnejad, M. (2017). The effect of land use change and urban development on runoff peak runoff (Case Study: Zanjan Urban Watershed). *Rangeland and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources*. 71(1). 205-221. (In Persian)
- Arnold, C., Wilson, E., Hurd, J. & Civco, D. (2020). 30 years of land cover change in Connecticut, USA: A case study of long-term research, dissemination of results, and their use in land use planning and natural resource conservation. *Land*. 9(8). 255.
- Boongaling, C.G.K., Faustino-Eslava, D.V. & Lansigan, F.P. (2018). Modeling land use change impacts on hydrology and the use of landscape metrics as tools for watershed management: The case of an ungauged catchment in the Philippines. *Land use policy*. 72. 116-128.
- Brooks, K. N. (2003). *Hydrology and the Management of Watersheds*. Iowa State University Press.
- Chen, L., Huang, Z., Gong, J., Fu, B. & Huang, Y. (2007). The effect of land cover/vegetation on Soil water dynamic in the hilly area of the loess plateau, China. *Catena*. 70. 200-208.
- Cheng, X., Chen, L., Sun, R. & Kong, P. (2018). Land use changes and socio-economic development strongly deteriorate river ecosystem health in one of the largest basins in China. *Science of the Total Environment*. 616. 376-385.
- Dao, M.Q. (2012). Population and economic growth in developing countries. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. 2(1). 1-6.
- Davison, C.W., Rahbek, C. & Morueta-Holme, N. (2021). Land-use change and biodiversity: Challenges for assembling evidence on the greatest threat to nature. *Global Change Biology*. 27(21). 5414-5429.
- Dayon, G., Boe, J., Martin, E. & Gailhard, J. (2018). Impacts of climate change on the hydrological cycle over France and associated uncertainties. *Comptes Rendus Geoscience*. 350(4). 141-153.
- Gholamian, H. & Ildoromi, A. (2020). The Effects of Land Use Changes on the Maximum Flood Discharge in the Songhor Watershed. *Geography and Environmental Planning*, 31(3). 107-130.
- Gordon, L. J., Peterson, G. D. & Bennett, E. M. (2008). Agricultural modifications of hydrological flows create ecological surprises. *Trends in ecology & evolution*. 23(4). 211-219.
- Hasan Zadeh, R., Esfandiyari Darabad, F. & Asghari, S. (2021). Evaluated of land use changes on the discharge of Darre Rood river in the period (1990-2019) using HEC\_HMS model. *Quantitative Geomorphological Research*, 10(3). 157-174.
- Heathcote, I.W. (2009). *Integrated watershed management: principles and practice*. John Wiley & Sons.
- Hoseini, Y., Ramezani Moghaddam, J. & Abdolizadeh, Z. (2020). Evaluating the Impact of Land Use Changes on Flooding and Flood Runoff in Amuqin Drainage Basin. *Journal of Natural Environmental Hazards*. 8. 145-163. (In Persian)
- Jawak, S. D., Devliyal, P. & Luis, A. J. (2015). A comprehensive review on pixel oriented and object-oriented methods for information extraction from remotely sensed satellite images with a special emphasis on cryospheric applications. *Advances in Remote Sensing*. 4(03). 177.
- Kazemi, M., Mahdavi, Y., Nohegar, A. & Rezaie, P. (2011). Estimate land use and land cover change using RS and GIS techniques (Case Study: Tangeh - Bostanak watershed, Shiraz). *Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science*. 2(1). 101-111. (In Persian)
- Kendall, M.G. (1975). *Rank Correlation Measures*. Charles Griffin, London.
- Lee, R. (2011). The outlook for population growth. *Science*. 333(6042). 569-573.

- Liu, M., Wei, H., Dong, X., Wang, X.C., Zhao, B. & Zhang, Y. (2022). Integrating Land Use, Ecosystem Service, and Human Well-Being: A Systematic Review. *Sustainability*. 14(11). 6926.
- Liu, X., Chen, D., Yang, T., Huang, F., Fu, S. & Li, L. (2020). Changes in soil labile and recalcitrant carbon pools after land-use change in a semi-arid agro-pastoral ecotone in Central Asia. *Ecological Indicators*. 110. 105925.
- Mann, H.B. (1945). Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the econometric society*. 245-259.
- Mishra, P. K., Rai, A., Abdelrahman, K., Rai, S. C., & Tiwari, A. (2022). Land Degradation, Overland Flow, Soil Erosion, and Nutrient Loss in the Eastern Himalayas, India. *Land*. 11(2). 179.
- Mitchell, J. M., Dzerdzevskii, B., Flohn, H., Hofmeyr, W. L., Lamb, H. H., Rao, K. N. & Wallen, C. C. (1966). *Climate change*. WMO Technical. World Meteorological Organization.
- Mohammadi, M., Sheikh, M.B. & Saad al-Din, A. (2015). Modeling the effect of land use change on flood hydrograph (Case study: Jafarabad watershed, Golestan province). *Journal of Soil and Water Conservation Research*. 22(5).171-175. (In Persian)
- Moreno-de las Heras, M., Espigares, T., Merino-Martin, L., & Nicolau, J.M. (2011). Water-related ecological impacts of rill erosion processes in Mediterranean-dry reclaimed slopes. *Catena*. 84 (3). 114-124.
- Navulur, K. (2007). *Multispectral Image Analysis Using the Object-Oriented Paradigm*. Boca Raton. 204 pp.
- Omidipour, R., Moradi, H.R. & Arekhi, S. (2013). Comparison of pixel-based and object-oriented classification methods in land use mapping using satellite data. *Iranian Remote Sensing & GIS*. 5(3). 99-110. (In Persian)
- Robert, A.S. (1987). *Techniques for Image Processing and Classification*. Remote Sensing University of Arizona, Academic Press, New York, 387p.
- Rostamian, R., Mousavi, S.F., Haidarpour, M., Afyuni, M. & Abbaspour, K. (2008). Application of 200 SWAT model in estimating runoff and sediment of Beheshtabad basin From North Karun sub-basins. *Agricultural Science and Technology and Natural Resources*. 12(46). 517-531. (In Persian)
- Shahbazian, Z., Faramarzi, M., Rostami, N. & Mahdizadeh, H. (2019). Integrating logistic regression and cellular automata-Markov models with the experts' perceptions for detecting and simulating land use changes and their driving forces. *Environmental monitoring and assessment*. 191(7). 1-17.
- Sheikh, V., Babaei, A. and Mooshakhian, Y. (2009). Trend Analysis of precipitation Regime in the Gorganroud Basin. *Iran-Watershed Management Science & Engineering*. 3(8). 30-39. (In Persian).
- Strohmenger, L., Ackerer, P., Belfort, B. & Pierret, M.C. (2022). Local and seasonal climate change and its influence on the hydrological cycle in a mountainous forested catchment. *Journal of Hydrology*. 610. 127914.
- Tehrani, N. (2001). *The role of land use in flood discharge*. Master Thesis. University of Tehran. (In Persian)
- Xiao, R., Liu, Y., Fei, X., Yu, W., Zhang, Z. & Meng, Q. (2019). Ecosystem health assessment: A comprehensive and detailed analysis of the case study in coastal metropolitan region, eastern China. *Ecological indicators*. 98. 363-376.
- Yaghobi, S., Faramarzi, M., Karimi, H. & Sarvarian, J. (2019). Simulation of land-use changes in relation to changes of groundwater level in arid rangeland in western Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 16(3). 1637-1648.
- Zaree, A., Asadi, E., Ebrahimi, A., Jafari, M. & Malekian, A. (2019). Study of temperature and precipitation changes under climate changes scenarios in rangelands of ChaharMahal-va-Bakhtiyari. *Journal of Rangeland*. 12(4). 426-436. (In Persian)
- Zhu, M., Wang, S., Kong, X., Zheng, W., Feng, W., Zhang, X., Yuan, R., Song, X. & Sprenger, M. (2019). Interaction of surface water and groundwater influenced by groundwater over-extraction, waste water discharge and water transfer in Xiong'an New Area, China. *Water*. 11(3). 539.



## The Role of Pollutants on Health and the Environment with Emphasis on Social Resilience (A Study Based on Pollutants in Arak)

Fatemeh Mousavipour<sup>1\*</sup>, Azadeh Kazemi<sup>2</sup>, Mehrdad Hadipour<sup>3</sup> and Amir Hedayati Aghmashhadi<sup>2</sup>

1- M.Sc. Graduated, Assessment and Land Management, Faculty of Agriculture and Environment, Arak University, Arak, Iran

2- Assistant Professor, Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Environment, Arak University, Arak, Iran

3- Associate Professor, Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Environment, Kharazmi University, Karaj, Iran

\*Corresponding author: fateme\_moosavipoor@yahoo.com

(Received: 17 April 2022

Revise: 19 May 2022

Accepted: 24 May 2022)

### Extended Abstract

**Introduction:** Paying attention to the impact of pollutants on human health is of particular importance. Air pollution is now one of the significant environmental and economic problems globally, and this crisis is more severe in large industrial cities. Air pollution has caused a sharp increase in various respiratory and skin diseases, congenital disabilities, physical weakness, and many other diseases. On the other hand, the costs to eliminate these pollutions are remarkable (Rouhi & Khezri, 2014). Finding the optimal emission limits has always been a challenging issue for economic planners and city managers for two reasons. First, there is a desire for the economic development of each city (and the country at higher levels). Second, the strength and resilience of the city towards the absorption of the pollutants is a limiting factor. Not paying attention to this principle and imposing more pollutants than the ability to absorb and purify the ecosystem cause severe air pollution with harmful effects on humans and the environment (Ghodsi Ma'ab, 2016). Considering that Arak city has been introduced as one of the most polluted cities in the world according to the statistics of the World Health Organization, especially in terms of particulate matter (Rezaei Vandchali *et al.*, 2017), studies on the effects of air pollution on social resilience of this city can be useful for proper city management and community health.

**Materials and Methods:** The city of Arak is the capital of the Markazi province and is located in the southwest of Tehran province, at a distance of 288 km. Arak covers an area of 98.7178 km<sup>2</sup>, 4.24% of the total area of the province. The city of Arak is located on the orbit of 34° and 5' and 30" in the northern hemisphere of the equator and on the meridian 49° and 41' and 30" east longitude of the Greenwich meridian. The plateau of Arak has an area of 5400 km<sup>2</sup>, of which 2400 km<sup>2</sup> includes the high plain of Arak, and the rest is the heights around Arak. This study aimed to investigate the effects of air pollution on the social resilience of residents in Arak in 2019. The method of research was descriptive in a causal-comparative form, using a questionnaire. The population included all Arak residents and 283 volunteer respondents (153 females and 125 males) filled in the questionnaire which was done by voluntary sampling method. The social resilience questionnaire included 50 questions representing 50 research variables in eleven aspects: social solidarity, awareness, resource diversity, flexibility, security, trust, communication, participation, social support, social solidarity, and air pollution (Table 3). The validity of the questionnaire was investigated by the experts in the field and was confirmed after reviewing the proposed amendments. Moreover, the reliability of the questionnaire was evaluated by calculating the Cronbach's alpha method, and its value was 0.78. Therefore, the social resilience questionnaire could be implemented in the population. The questionnaire also gathered the respondents' demographic information, including age, gender, residence history, education level, ownership status, and occupation.

**Results and Discussion:** Three hypotheses were proposed to investigate the effects of air pollution on the social resilience of citizens in various regions of Arak. To investigate the hypotheses, using the data of Environment Organization of Markazi Province, air quality indicators in 2019 were received from three active stations of Ostandari, Shariati, and Horiba. Three indicators of CO, NO<sub>2</sub>, and PM<sub>2.5</sub> were selected as air quality indicators based on most of the daily data reported during the year. After selecting the social resilience variables and evaluating the questionnaire's validity and reliability, first, three regions related to three active stations, and for comparison, three more regions in the study area, namely, Hepco, Mokhaberat, and Aqil-Abad, were considered during the investigations. The copies of the prepared questionnaire were distributed among the regions' residents who volunteered to respond to the questions. It can be said that only the third hypothesis that there is a significant difference between the effect of air pollution indicators (CO, NO<sub>2</sub> and PM<sub>2.5</sub>) on social resilience of residents in various regions of Arak was confirmed, which was in line with the results of Suarez *et al.* (2016), Johnson Jr (2004), Pluhar *et al.* (2009), Ghorbani *et al.* (2017) and Mehranpour & Ebrahimi Ghavamabadi. (2016). In explaining the result of the third hypothesis, we can refer to the living conditions of the citizens. As an industrial center of the country with a large number of factories and urban traffic, especially with outdated vehicles that have increased pollutants, Arak has faced warning conditions due to increasing pollutants with impacts on climate change, environment, and human health.

**Keywords:** Air pollution, Arak city, Pollution indicators, Social resilience.

Citation: Moosavipour, F., Kazemi, A., Hadipour, M., & Hedayati Aghmashhadi, A. (2022). The Role of Pollutants on Health and the Environment with Emphasis on Social Resilience (A Study Based on Pollutants in Arak). *Integrated Watershed Management*, 2(2), 75-93. doi: 10.22034/iwm.2022.552129.1027

### 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>).



## نقش آلاینده‌ها بر سلامت و محیط‌زیست با تأکید بر تاب‌آوری اجتماعی (مطالعه بر اساس آلاینده‌ها در شهر اراک)

فاطمه موسوی پور<sup>۱\*</sup>، آزاده کاظمی<sup>۲</sup>، مهرداد هادی پور<sup>۳</sup> و امیر هدایتی آقمشهدی<sup>۲</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده کشاورزی و محیط‌زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران

۲- استادیار گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و محیط‌زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران

۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و محیط‌زیست، دانشگاه خوارزمی، کرج، ایران

\*نویسنده مسئول: fateme\_moosavipoor@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۸

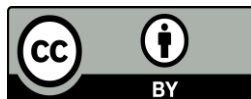
### چکیده

توجه به تأثیر آلاینده‌ها بر سلامت انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. آلاینده‌های موجود در منابع طبیعی همچون حوزه‌های آبخیز و هوا می‌تواند برای اکوسیستم‌ها و انسان‌ها خطرات جبران‌ناپذیر و طولانی مدتی را به همراه داشته باشد. غلظت بالای فلزات سنگین همچون کروم، آهن، روی و غیره که از طریق فاضلاب‌های صنعتی در محیط تخلیه می‌شوند حوزه‌های آبخیز را در وضعیت نامساعدی قرار داده و سلامت انسان‌ها را تهدید می‌کند؛ از طرفی آلودگی هوا امروزه به صورت یکی از مشکلات بزرگ زیست‌محیطی و اقتصادی در سراسر جهان مطرح شده و این مسئله به‌ویژه در شهرهای بزرگ صنعتی، به صورت مشکل جدی‌تری مطرح می‌شود. آلودگی هوا سبب افزایش شدت انواع بیماری‌های تنفسی، پوستی، ضعف جسمانی و بسیاری امراض دیگر شده است؛ همچنین باعث افزایش بی‌رویه هزینه‌های جاری به‌منظور حذف این آلودگی‌ها می‌شود. پژوهشگران به نقش آلودگی هوا بر ابعاد روانی و اجتماعی سلامت نیز توجه داشته‌اند. به همین دلیل هدف این پژوهش بررسی و مقایسه تأثیر آلودگی هوا بر میزان تاب‌آوری اجتماعی شهروندان مناطق شهر اراک در سال ۹۸-۱۳۹۷ بود. در این پژوهش از روش توصیفی (علی-مقایسه‌ای) استفاده شد و جامعه آماری شامل همه شهروندان شهر اراک بود که تعداد نمونه‌ها با روش نمونه‌گیری داوطلبانه ۲۸۳ نفر در نظر گرفته شد. از مجموع داده‌های شاخص‌های آلودگی هوا در طول یک سال سه شاخص  $NO_2$ ،  $CO$ ،  $PM_{2.5}$  انتخاب شد. پرسش‌نامه تاب‌آوری اجتماعی محقق ساخته با ۵۰ سؤال و تأیید روایی صوری و محتوایی آن توسط کارشناسان و ضریب پایایی ۰/۷۸ مورد تأیید و در شش منطقه شهر شامل مناطق دارای ایستگاه ارزیابی توزیع گردید. در تحلیل داده‌ها از آماره‌های رگرسیون، تحلیل واریانس چند متغیره و نرم‌افزار SPSS استفاده شد. نتایج نشان داد وضعیت مناطق از نظر آلودگی هوا خوب و متوسط بوده و میانگین میزان تاب‌آوری اجتماعی در سطح متوسط برآورد شد. بنابر یافته‌ها، شاخص‌های آلودگی هوا به‌عنوان متغیری مهم بر تاب‌آوری اجتماعی شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، تاب‌آوری اجتماعی، شاخص‌های آلاینده‌ها، شهر اراک.

استناد: موسوی پور، فاطمه، کاظمی، آزاده، هادی پور، مهرداد، هدایتی آقمشهدی، امیر. (۱۴۰۱). نقش آلاینده‌ها بر سلامت و محیط‌زیست با تأکید بر تاب‌آوری اجتماعی (مطالعه بر اساس آلاینده‌ها در شهر اراک). مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز ۲(۲)، ۷۵-۹۳.

### 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

در سراسر جهان، کشورها به‌طور فزاینده‌ای در حال شهری شدن هستند (Dutta, 2012). این مناطق شهری به مکان اصلی بسیاری از بلایای احتمالی بدل خواهند شد (Leon & March, 2014). آلودگی هوا امروزه به صورت یکی از مشکلات بزرگ زیست‌محیطی و اقتصادی در سراسر جهان مطرح شده و این مسئله به‌ویژه در شهرهای بزرگ صنعتی، به صورت مشکل جدی‌تری مطرح شده است. آلودگی هوا سبب افزایش شدت انواع بیماری‌های تنفسی، پوستی، نقص‌های مادرزادی، ضعف جسمانی و بسیاری امراض دیگر شده است؛ همچنین سبب افزایش بی‌رویه هزینه‌های جاری به‌منظور حذف این آلودگی‌ها می‌شود (Rouhi & Khezri, 2014).

یکی از مهمترین ایده‌هایی که در حال حاضر هم در مدیریت بحران و هم در مدیریت شهری مطرح شده است، ایجاد شهرهای تاب‌آور و مقاوم در برابر بحران‌های مختلف است. تاب‌آوری اجتماعی را می‌توان به توانایی یک محدوده شهری در معرض خطرات مانند تغییرات آب و هوایی، سوانح، فقر اقتصادی و اجتماعی برای مقاومت، جذب، تطبیق به آن‌ها و یا دوری از آن‌ها تعریف کرد (Najafzadeh, 2015).

با توجه به گزارشی که سازمان قانون‌گذاری محیط‌زیست در سال ۲۰۰۶ میلادی منتشر کرده است؛ کشورهای در حال توسعه آمریکای جنوبی و آسیا در معرض خطر جدی آلودگی هوا قرار دارند. طبق همین گزارش، کشور ایران از نظر شاخص عملکرد محیط‌زیست دارای رتبه ۱۱۷ام در بین ۱۳۳ کشور است (Sharifi et al., 2016).

بحث یافتن حد بهینه انتشار آلاینده‌ها همیشه برای برنامه‌ریزان اقتصادی و مدیران شهری بحثی چالش‌برانگیز بوده است چرا که از طرفی میل به توسعه اقتصادی و رشد و پیشرفت هر شهر (یا کشور) هدف مطلوب بوده است و از طرف دیگر قدرت و تاب‌آوری اکوسیستم هر شهر در جذب این آلاینده‌ها یک عامل محدودکننده می‌باشد که در صورت عدم توجه به این

اصل و تحمیل حجم آلاینده بیش از توان جذب و تصفیه هر اکوسیستم باعث آلودگی هوا و اثرات مخرب و مضر این پدیده بر انسان و محیط‌زیست می‌شود (Ghodsii, 2016).

با توجه به اینکه شهر اراک طبق آمار سازمان جهانی بهداشت به عنوان یکی از شهرهای آلوده در جهان به‌ویژه از نظر ذرات معلق معرفی شده است (Rezaei, 2017)، این پژوهش با بررسی و مقایسه تأثیر آلودگی هوا بر تاب‌آوری اجتماعی شهروندان می‌تواند در آینده راهگشایی در راستای مدیریت بهینه و سلامت جامعه باشد. Suarez و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای به ارائه چارچوبی برای اندازه‌گیری تاب‌آوری شهری، تعریف شاخص‌های تاب‌آوری شهری و کاربرد آن در مراکز استانی اسپانیا به‌عنوان نمونه موردی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که اغلب شهرها از تاب‌آوری شهری فاصله دارند. همچنین دیگر پژوهشگران با بررسی میزان آسیب‌پذیری اجتماعی شهر بانکوک در برابر شهرنشینی، سیل و تغییرات آب و هوایی به این نتیجه رسیدند که متغیرهای سرمایه اجتماعی می‌توانند در درک خطر به‌منظور تاب‌آور ساختن طولانی مدت شهرها در برابر مخاطرات طبیعی و رشد شهرنشینی مؤثر باشند (Marom, 2014). در پژوهشی Wikstrom (۲۰۱۳) با استفاده از پنج مطالعه موردی شامل سه مکان بین‌المللی و دو مکان سوئدی در یک ماتریس تحلیلی با مقایسه یافته‌ها نشان داد که انعطاف‌پذیری شهری هنوز هم جنبه‌های زیست‌محیطی خود را تحت سلطه قرار داده است.

در این زمینه محققان ایرانی طبق نتایجی که تحت عنوان «سنجش میزان تاب‌آوری اجتماعی در مناطق شهری اصفهان» انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که تاب‌آوری اجتماعی، منطقه سه اصفهان به دلیل تعداد مطلوب مراکز مذهبی-تاریخی، مراکز بهداشتی-درمانی، رضایت از دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، خدمات اینترنتی و امنیت؛ خیلی بالا بود و به‌عنوان بهترین منطقه تاب‌آور اجتماعی محسوب می‌شود و سایر

آلودگی هوا بر تاب‌آوری اجتماعی شهروندان مناطق چندگانه شهر اراک مورد بررسی قرار می‌گیرد. این پژوهش با هدف بررسی و مقایسه تأثیر میزان آلودگی هوا بر تاب‌آوری اجتماعی شهروندان مناطق چندگانه شهر اراک، بررسی و مقایسه وضعیت آلودگی هوا بر اساس شاخص‌های  $PM_{2.5}$ ،  $NO_2$ ،  $CO$  در مناطق چندگانه شهر اراک، بررسی و مقایسه تاب‌آوری اجتماعی در مناطق چندگانه شهر اراک، انجام شده است.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

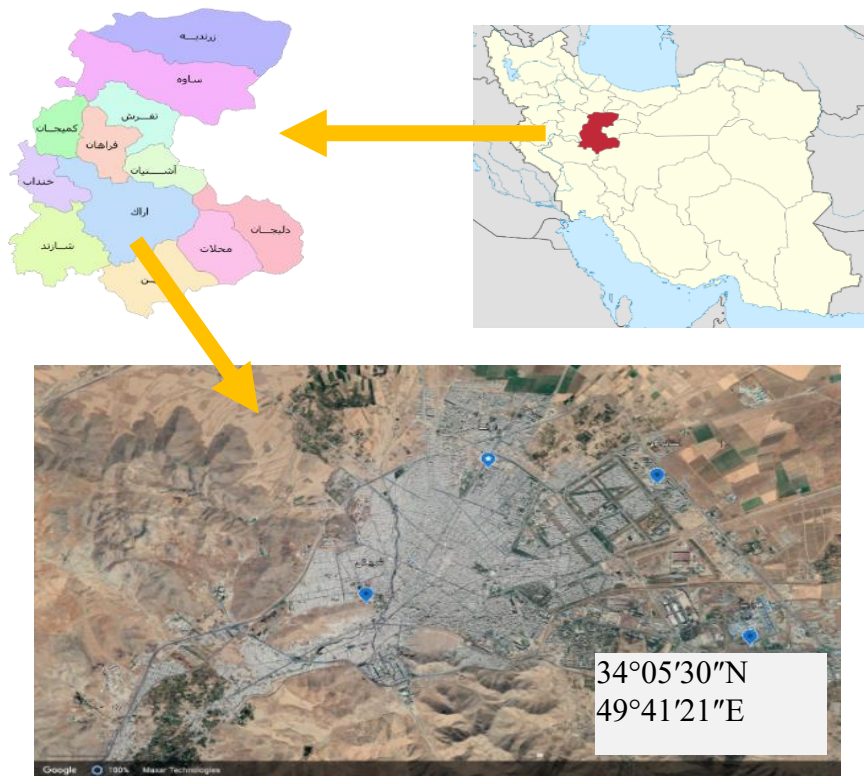
شهر اراک در جنوب‌غربی استان تهران و در فاصله ۲۸۸ کیلومتری آن قرار دارد و مرکز استان مرکزی محسوب می‌شود. مساحت اراک  $98/72$  کیلومتر مربع و یا  $4/24$  درصد کل مساحت استان را شامل می‌شود. شهر اراک روی مدار  $34$  درجه و  $5$  دقیقه و  $30$  ثانیه در نیمکره شمالی از خط استوا و  $49$  درجه و  $41$  دقیقه و  $30$  ثانیه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد.

از نظر طبیعی فلات فعلی اراک به وسعت  $5400$  کیلومتر مربع است که  $2400$  کیلومتر مربع آن را جلگه مرتفع اراک و مابقی را ارتفاعات اطراف اراک تشکیل می‌دهد و کوهستان‌های این ناحیه نیز از دو رشته‌کوه تشکیل شده است. رشته‌کوه اصلی از شمال‌غربی به جنوب کشیده شده و سپس به شمال‌شرقی متصل می‌گردد و رشته‌کوه دوم به صورت دو رشته موازی از جنوب به سوی شمال امتداد یافته و در بعضی نقاط به حدی گسترده می‌شود که تعدادی از ارتفاعات آن از شمال‌غربی شهر می‌گذرد.

آب و هوای اراک خصوصیات اقلیمی فلات مرکزی ایران را داراست با زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک کوه‌های اطراف اراک و تالاب میقان و دشت فراهان در آب و هوای این منطقه اثر کرده و ویژگی‌هایی اقلیمی فلات مرکزی ایران را به آن بخشیده است.

مناطق دارای تاب‌آوری اجتماعی ضعیفی هستند (Delake et al., 2017). همچنین دیگر محققان پژوهشی تحت عنوان «ارزیابی تاب‌آوری منطقه ۱۲ کلان‌شهر تهران در برابر مخاطرات طبیعی» انجام دادند. نتایج نشان داد که مؤلفه پایداری محیط‌زیستی مربوط به بعد اکولوژی تاب‌آوری شهری در رتبه اول اهمیت قرار گرفته بود. این محققان گزارش کردند که مطلوبیت تاب‌آوری شهری در منطقه ۱۲ کلان‌شهر تهران در برابر مخاطرات طبیعی با توجه به همه ابعاد و مؤلفه‌ها خیلی ضعیف بوده و بنابراین این منطقه در برابر مخاطرات طبیعی تاب‌آور و پایدار نبود (Sasanpour et al., 2017). همچنین نتایج پژوهشی تحت عنوان «سنجش و ارزیابی تاب‌آوری اجتماعی جهت مقابله با بحران‌های طبیعی؛ مطالعه موردی: زلزله در محلات تاریخی شهر اردبیل» نشان داد که سرمایه اجتماعی و در مرحله بعد سرمایه انسانی سهم عمده‌ای در تاب‌آوری اجتماعی دارد (Abadollah Zadeh Maleki et al., 2017).

شهر اراک با توجه به افزایش روزافزون جمعیت، مصرف انرژی و ایجاد آلودگی ناشی از سیستم حمل‌ونقل، افزایش تعداد وسایل نقلیه و گسترش فعالیت‌های معدنی و صنعتی در زمره شهرهایی است که مسائل زیست‌محیطی به‌ویژه آلودگی هوا در آن اهمیتی دوچندان دارد. امروزه جوامع در پی وقوع شرایط اضطراری در تلاش هستند که هر چه سریع‌تر به وضعیت پیش از بحران دست یابند. از این‌رو در سال‌های اخیر به موضوع تاب‌آوری توجه بیشتری شده است. بعد اجتماعی که یکی از ابعاد اصلی تاب‌آوری است، به بررسی ظرفیت اجتماعی جوامع در مواقع بحران می‌پردازد. با افزایش و رشد شهری شدن افزایش آلودگی‌ها و حوادث و بلاهای طبیعی که مدام در محیط شهری رخ می‌دهد، سال‌ها تلاش و زحمت و کار برای توسعه و پیشرفت مکرر و پیوسته نابود می‌شود (Akbari, 2018)؛ بنابراین، در این پژوهش تأثیر میزان

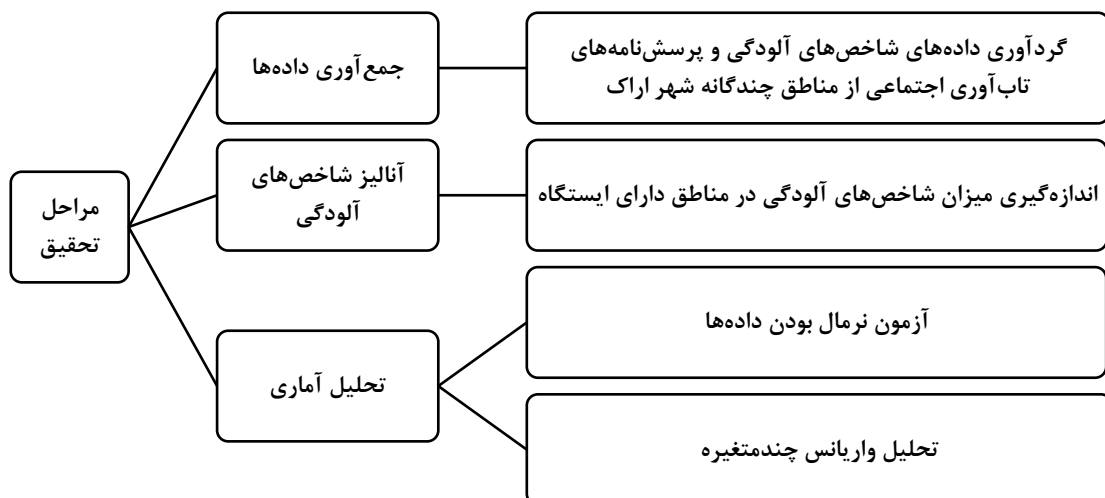


شکل ۱- موقعیت شهر اراک  
Figure 1- Location of Arak city

### روش پژوهش

روش این تحقیق از نوع پس‌رویدادی (علی - مقایسه‌ای) است. از آنجا که در این پژوهش نقش و تأثیر کیفیت هوا در طول سال ۱۳۹۷-۱۳۹۸ بر وضعیت تاب‌آوری اجتماعی شهروندان مناطق مختلف شهر اراک بررسی

شده است؛ بنابراین روش پژوهش علی- مقایسه‌ای مناسب به نظر می‌رسد. تحلیل داده‌ها و آنالیز شاخص‌ها نیز پس از جمع‌آوری اطلاعات، پرسش‌نامه‌ها و داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS مطابق مدل مفهومی زیر صورت پذیرفت.



شکل ۲- مدل مفهومی گردش کار مورد استفاده در این مطالعه  
Figure 2- Conceptual workflow model used in this study

**جامعه، نمونه و روش نمونه‌گیری**

جامعه در این پژوهش شامل همه شهروندان شهر اراک بود و نمونه شامل تعداد ۲۸۳ نفر (۱۵۳ زن و ۱۲۵ مرد و ۵ نفر بدون اعلام جنسیت در پرسشنامه) بود که به دلیل محدودیت‌هایی که معمولاً برای تکمیل پرسش‌نامه‌ها از سوی مردم به‌ویژه هنگام مراجعه به آن‌ها وجود داشت به روش نمونه‌گیری داوطلبانه انجام شد (لازم به ذکر است در ابتدا تعداد ۳۰۰ نفر با روش نمونه‌گیری داوطلبانه در مناطق مختلف شهری و روستایی مدنظر بود که به دلیل افت آزمودنی‌ها و

همچنین رعایت اصول اخلاقی در آزادی پاسخ‌گویی شرکت‌کنندگان تعداد برانزده نهایی به ۲۸۳ نفر رسید).

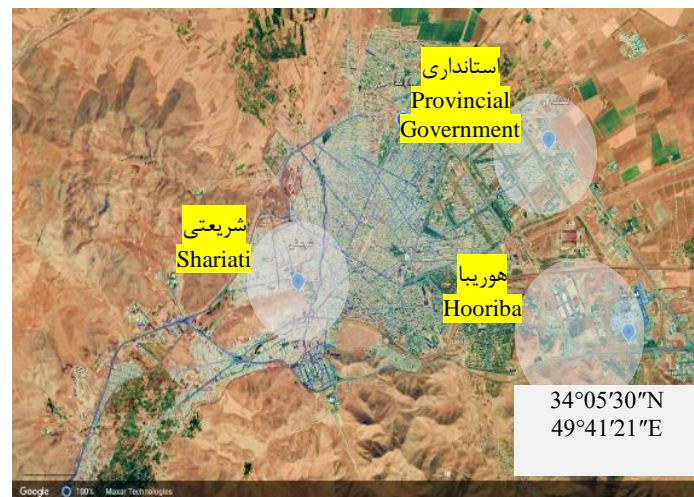
**داده‌های مورد استفاده**

به‌منظور جمع‌آوری داده‌های مربوط به شاخص‌های کیفیت هوا از اطلاعات ثبت شده در ایستگاه‌های فعال مستقر در منطقه استانداری، هوریبیا و شریعتی با مشخصات مندرج در جدول ۱ و موقعیت مکانی نشان داده شده در شکل ۳ استفاده شده است.

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

Table 1- Geographical location of the studied stations

نام ایستگاه Station name	موقعیت جغرافیایی (UTM) Geographical Location (UTM)	
	X	Y
استانداری Provincial Government	382829.2	3774216.0
هوریبیا Hooriba	385824.7	3770291.6
شریعتی Shariati	377898.9	3771567.0



شکل ۳- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

Figure 3- Location of studied stations

**سطوح مختلف مرتبط با سلامت انسان**

به‌منظور درک آسان، کیفیت هوا به شش دسته طبقه‌بندی شده است که هر دسته را به سطوح مختلف

سلامت انسان مربوط می‌سازد (Nadafi et al., 2015). مطابق جدول ۲ شاخص‌های کیفیت هوا مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۲- ملاک‌های ارزیابی شاخص‌های آلودگی هوا

Table 2- Criteria for evaluating air pollution indicators

سطوح مرتبط با سلامتی Levels related to health	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppb)	PM <sub>2.5</sub> (µg.m <sup>-3</sup> )
خوب Good	0 – 4.4	0 – 53	0 – 53
متوسط Medium	4.5 – 9.4	54 – 100	54 – 100
ناسالم برای گروه‌های حساس Unhealthy for sensitive groups	9.5 – 12.4	101 – 360	101 – 360
ناسالم Unhealthy	12.5 – 15.4	361 – 640	361 – 0 64
خیلی ناسالم Very unhealthy	15.5 – 30.4	641 – 1240	641 – 1240
خطرناک Dangerous	30.5 – 50.4	1241 – 2040	1241 – 2040

جدول ۳- جمع‌بندی معیارهای تاب‌آوری اجتماعی

Table 3- Summary of social resilience criteria

(Adger, 2000)	تنوع منابع - مهاجرت - همبستگی اجتماعی - همکاری و مشارکت شهروندان - هویت واحد - حس تعلق - وجود امنیت - وجود تاب‌آوری کالبدی - فراگیری اجتماعی
(Marshal, 2007)	درک خطر - توانایی برنامه‌ریزی، یادگیری و دوباره سازماندهی - درک توانایی تطبیق - میزان علاقه به تغییر
(Mayunga, 2007)	سرمایه اجتماعی، هنجارهای مشترک، شبکه‌ها و ارتباطات اجتماعی سودمند، جامعه‌پذیری، اعتماد و مشارکت در جامعه
(Norris et al., 2008)	سرمایه اجتماعی (حمایت اجتماعی، انسجام اجتماعی، ارتباط و همکاری با سازمان‌ها، مشارکت مردمی، حس جامعه محلی، دل‌بستگی مکانی) بُعد توسعه اقتصادی (درک خطر، تنوع منابع اقتصادی، عدالت در پخش منابع) بُعد قابلیت جامعه محلی (حل مسئله، خلاقیت، توانایی و کارایی جامعه، مشارکت سیاسی) بُعد اطلاعات و ارتباطات (روایت‌ها، منابع قابل اعتماد از داده‌ها و غیره)
(Cinner et al., 2009)	دارایی، انعطاف‌پذیری، ظرفیت برای خود سازماندهی و ظرفیت یادگیری
(Twigg, 2009)	پیش‌بینی خطر، تطبیق‌پذیری، مقاومت، مدیریت بحران و بازیابی
(Ross et al., 2010)	اجتماعی، انسانی، طبیعی، مالی، کالبدی، فرهنگی و دولتی
(Kuhlicke et al., 2010)	آگاهی، انگیزه برای عمل، شبکه اجتماعی و کارایی جامعه محلی
(Obrist, 2010)	استفاده از سرمایه‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی در سطوح مختلف (در مقیاس مختلف)
(Shaw et al., 2014)	پذیرش خطر - درک از خود - پذیرش تغییر - خود سازماندهی

## تاب‌آوری اجتماعی (پرسش‌نامه)

سؤالات به‌منظور بررسی روایی صوری و محتوایی

مجدداً در اختیار کارشناسان متخصص در این زمینه قرار گرفت و پس از بررسی و اصلاحات پیشنهادی به لحاظ روایی صوری و محتوایی مورد تأیید قرار گرفت. پایایی پرسش‌نامه پس از ارزیابی سؤالات با روش آلفای کرونباخ با ضریب ۰/۷۸ مورد تأیید قرار گرفت؛ بنابراین پرسش‌نامه تاب‌آوری اجتماعی به‌منظور انجام پژوهش

پرسش‌نامه تاب‌آوری اجتماعی با در نظر معیارهای اصلی تاب‌آوری اجتماعی مطابق جدول ۳، در ۵۰ سؤال و ۱۱ مؤلفه در زمینه‌های همبستگی اجتماعی، آگاهی، تنوع منابع، انعطاف‌پذیری، امنیت، اعتماد، ارتباطات، مشارکت، حمایت اجتماعی، همبستگی اجتماعی و آلودگی هوا تنظیم شد.

قابلیت اجرا در جامعه و نمونه موردنظر را دارد. همچنین با توجه به ویژگی‌های جمعیت‌شناختی برخی خصوصیات در ابتدای پرسش‌نامه مشخص شده است (سن، جنس، سابقه سکونت، میزان تحصیلات، وضعیت مالکیت و شغل). ملاک‌های ارزیابی پرسش‌نامه تاب‌آوری اجتماعی در جدول ۴ مشخص شده است.

جدول ۴- ملاک‌های ارزیابی تاب‌آوری اجتماعی  
Table 4- Criteria for assessing social resilience

ارزیابی	Assessment	میزان Level
بسیار پایین	Very Low	42-66
پایین	Low	67-91
متوسط	Medium	92-115
بالا	High	116-140
بسیار بالا	Very High	بیشتر از 140

**یافته‌های پژوهش**  
فرضیه اول: بین میزان شاخص‌های آلودگی هوا (CO، NO<sub>2</sub> و PM<sub>2.5</sub>) در مناطق شهر اراک تفاوت معنی‌داری وجود دارد. مطابق داده‌های جداول ۵، ۶ و ۷ و سطح معنی‌داری مشخص شده (p > 0.05) فرضیه اول پژوهش تأیید نمی‌شود؛ یعنی بین میزان شاخص‌های آلودگی هوا (CO، NO<sub>2</sub> و PM<sub>2.5</sub>) در مناطق شهر اراک تفاوت معنی‌داری وجود نداشته است.

جدول ۵- خلاصه مدل رگرسیون  
Table 5- Regression model summary

Area	منطقه	R	r <sup>2</sup>	r تنظیم شده Adjusted r	انحراف معیار برآورد شده Estimated standard deviation
Shariati	شریعتی	0.843	0.710	0.493	14.558
Hooriba	هوربیا	0.344	0.118	0.042	23.670
Provincial Government	استانداری	0.321	0.103	-0.065	21.523

p ≤ 0.05

جدول ۶- جدول تجزیه واریانس برای بررسی معنی‌داری مدل رگرسیون  
Table 6- ANOVA table to evaluate the significance of the regression model

منطقه Area	مجموع مجذورات Sum of Squares (SS)	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares (MS)	آزمون F F test	سطح معنی‌داری P Value
شریعتی Shariati	2077.758	3	692.586	3.268	0.141
	827.742	4	211.936	---	---
	2925.500	7	---	---	---
هوربیا Hooriba	2624.215	3	874.738	1.561	0.216
	19609.530	35	560.272	---	---
	22233.740	38	---	---	---
استانداری Provincial Government	849.646	3	283.215	0.611	0.617
	7412.104	16	463.256	---	---
	8261.750	19	---	---	---

p ≤ 0.05

جدول ۷- جدول ضرایب  
Table 7- Table of coefficients

منطقه Area	ضرایب استاندارد نشده Not standardized coefficients		ضرایب استاندارد شده Standardized coefficients		آزمون t t Test	سطح معنی‌داری P value
	$\beta$	خطای انحراف معیار Criterion deviation error	بتا $\beta$			
شریعتی Shariati	ثابت Constant	164.854	32.222	---	5.116	0.007
	CO	5.575	3.161	0.488	1.764	0.152
	NO <sub>2</sub>	-2.822	1.384	-0.686	-2.039	0.111
	PM <sub>2.5</sub>	-1.153	2.250	-0.173	-0.512	0.635
هوریبا Hooriba	ثابت Constant	82.249	27.985	---	2.939	0.006
	CO	2.714	2.558	0.169	1.061	0.296
	NO <sub>2</sub>	0.009	0.825	0.002	0.011	0.991
	PM <sub>2.5</sub>	0.142	0.079	0.285	1.792	0.082
استانداری Provincial Government	ثابت Constant	95.320	18.717	---	5.093	0.001
	CO	-4.524	3.056	-0.286	-1.480	0.151
	NO <sub>2</sub>	0.337	1.095	0.077	0.308	0.762
	PM <sub>2.5</sub>	0.215	0.260	0.213	0.826	0.421

$P \leq 0.05$

معنی‌داری وجود ندارد؛ بنابراین فرضیه دوم پژوهش تأیید نمی‌شود و بر اساس میانگین تاب‌آوری ( $\bar{x}=103.45$ ) در تمام مناطق مورد پژوهش، میزان این تاب‌آوری در سطح متوسط می‌باشد.

فرضیه دوم: بین تاب‌آوری اجتماعی شهروندان در مناطق چندگانه شهر اراک تفاوت معنی‌داری وجود دارد. مطابق داده‌های جداول ۸، ۹ و ۱۰ بین میانگین‌های تاب‌آوری شهروندان در مناطق شهر اراک تفاوت

جدول ۸- توصیف داده‌ها بر اساس میزان تاب‌آوری مناطق چندگانه شهر اراک

Table 8- Description of data based on the resilience of multiple areas of Arak city

منطقه Area	میانگین Average	انحراف معیار Criterion deviation	میانگین Average
شریعتی Shariati	104.03	22.087	104.03
هوریبا Hooriba	104.41	23.462	104.41
استانداری Provincial Government	100.14	20.100	100.14
هپکو Hepco	107.10	20.225	107.10
مخابرات Mokhaberat	101.42	16.524	101.42
عقیل‌آباد Aqil Abad	104.75	21.284	104.75
کل Total	103.45	21.242	103.45

جدول ۹- اثرات بین آزمودنی‌ها در متغیر تاب‌آوری

Table 9- Effects between subjects on the variable of resilience

منبع Source	مجموع مجذورات Sum of Squares (SS)	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean of Squares (MS)	آزمون F F test	سطح معنی‌داری P value	اثر اتا Eta effect
مدل اصلاح شده Modified model	1340.15	5	265.032	0.590	0.705	0.011
ضریب Intercept	2659853	1	2659853	5851.982	0.001	0.955
منطقه Aria	1340.150	5	268.032	0.590	0.708	0.011
خطا Error	125902.5	277	454.522	---	---	---
کل Total	3157878	283	---	---	---	---
کل اصلاح شده Modified total	127242.7	282	---	---	---	---

$p \leq 0.05$

جدول ۱۰- مقایسه چندگانه تاب‌آوری در مناطق شهر اراک

Table 10- Multiple comparison of resilience in Arak city areas

منطقه (I) Area	منطقه (J) Area	میانگین تفاوت The average difference	خطای انحراف معیار Criterion deviation error	سطح معنی‌داری P value
شریعتی Shariati	هوریبا Hooriba	-0.38	4.297	1.000
	استانداری Provincial Government	3.89	4.549	0.956
	هپکو Hepco	-3.07	5.304	0.992
	مخابرات Mokhaberat	0.61	5.258	0.996
	عقیل‌آباد Aqil Abad	-0.73	4.805	1.000
هوریبا Hooriba	شریعتی Shariati	0.38	4.297	1.000
	استانداری Provincial Government	4.27	3.630	0.847
	هپکو Hepco	-2.69	4.542	0.991
	مخابرات Mokhaberat	2.99	4.466	0.985
	عقیل‌آباد Aqil Abad	-0.35	3.947	1.000
استانداری Provincial Government	شریعتی Shariati	-3.89	4.549	0.956
	هوریبا Hooriba	-4.27	3.630	0.847

## ادامه جدول ۱۰-

Table 10- Continued

	هپکو Hepco	-6.96	4.781	0.692
	مخابرات Mokhaberat	-1.28	4.729	1.000
	عقيل آباد Aqil Abad	-4.62	4.220	0.883
	شريعتي Shariati	3.07	5.304	0.992
	هوريبا Hooriba	2.69	4.548	0.991
هپکو Hepco	استانداري Provincial Government	6.95	4.781	0.692
	مخابرات Mokhaberat	5.68	5.460	0.904
	عقيل آباد Aqil Abad	2.34	5.025	0.997
	شريعتي Shariati	-2.61	5.258	0.996
	هوريبا Hooriba	-2.99	4.488	0.985
مخابرات Mokhaberat	استانداري Provincial Government	1.25	4.729	1.000
	هپکو Hepco	-5.68	5.460	0.904
	عقيل آباد Aqil Abad	-3.34	4.976	0.985
	شريعتي Shariati	0.73	4.805	1.000
	هوريبا Hooriba	0.35	3.947	1.000
عقيل آباد Aqil Abad	استانداري Provincial Government	4.62	4.220	0.883
	هپکو Hepco	-2.34	5.025	0.997
	مخابرات Mokhaberat	3.34	4.975	0.985

p ≤ 0.05

PM<sub>2.5</sub>) بر تاب‌آوری اجتماعی شهروندان مناطق شهر اراک تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به عبارتی تأثیر شاخص‌های فوق بر تاب‌آوری اجتماعی متفاوت بوده است و شاخص آلاینده‌ها به عنوان برخی از عوامل هستند که می‌توانند میزان تاب‌آوری اجتماعی را تغییر داده و تحت تأثیر قرار دهند.

فرضیه سوم: بین تأثیر شاخص‌های آلودگی هوا (CO، NO<sub>2</sub> و PM<sub>2.5</sub>) بر تاب‌آوری اجتماعی شهروندان مناطق چندگانه شهر اراک تفاوت معنی‌داری وجود دارد. مطابق داده‌های جداول ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ و بر اساس تحلیل واریانس چند متغیری فرضیه سوم تأیید می‌شود؛ یعنی بین تأثیر شاخص‌های آلودگی هوا (CO، NO<sub>2</sub> و

جدول ۱۱- شاخص‌های توصیفی بر حسب آلودگی هوا در سه ایستگاه  
**Table 11- Descriptive indicators in terms of air pollution in three stations**

	ایستگاه Station	میانگین Mean	انحراف معیار Criterion deviation	تعداد Number
CO	استانداری Provincial Government	3.9600	2.37733	249
	شریعتی Shariati	1.9413	0.75119	191
	هوریبا Hooriba	1.1581	0.50072	281
	کل (total)	2.3401	1.92631	721
NO <sub>2</sub>	استانداری Provincial Government	26.8543	13.15706	249
	شریعتی Shariati	16.2917	8.19105	191
	هوریبا Hooriba	21.7461	6.54285	281
	کل	22.5951	10.26874	721
PM <sub>2.5</sub>	استانداری Provincial Government	39.2010	66.90079	249
	شریعتی Shariati	25.8806	14.35030	191
	هوریبا Hooriba	17.9523	15.00932	281
	کل	27.6558	42.03083	721

جدول ۱۲- نتایج آماره چند متغیری برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها  
**Table 12- Results of multivariate statistics to examine the differences between groups**

اثر Effect	مقدار Level	درجه آزادی خطا df	درجه آزادی فرض شده Assumed df	آزمون F F test	سطح معنی‌داری P Value	اثر اتا Etta Effect	
ضریب Coefficient	اثر پیلایی Pilay effect	0.875	716	3	1676.30	0.001	0.875
	لامبدای ویلکس Lambda Wilkes	0.125	716	3	1676.30	0.001	0.875
	اثر هتلینگ Hotelling's Trace	7.024	716	3	1676.30	0.001	0.875
	بزرگ‌ترین ریشه روی Roy's Largest Root	7.024	716	3	1676.30	0.001	0.875
ایستگاه Station	اثر پیلایی Pilay effect	0.466	1434	6	72.522	0.001	0.233
	لامبدای ویلکس Lambda Wilkes	0.554	1432	6	82.107	0.001	0.256
	اثر هتلینگ Hotelling's Trace	1.772	1430	6	91.965	0.001	0.278
	بزرگ‌ترین ریشه روی Roy's Largest Root	0.724	717	3	172.999	0.001	0.420

جدول ۱۳- نتایج آماره تک متغیری برای بررسی تفاوت‌ها در متغیر وابسته

Table 13- Results of univariate statistics to examine the differences in the dependent variable

منبع Source	متغیر وابسته The dependent variable	مجموع مربعات (III) SS	df	میانگین مربعات MS	آزمون F F test	سطح معنی‌داری P Value	اثر اتا Etta Effect
مدل اصلاح شده Modified model	CO	1092.65	2	546.326	248.419	0.001	0.409
	NO <sub>2</sub>	8256.82	2	4128.409	43.807	0.001	0.109
	PM <sub>2.5</sub>	59762.9	2	29881.46	17.699	0.001	0.047
ضریب Coefficient	CO	3912.259	1	3912.259	1778.937	0.001	0.712
	NO <sub>2</sub>	349290.6	1	349290.6	3706.354	0.001	0.838
	PM <sub>2.5</sub>	551247.2	1	551247.2	326.515	0.001	0.313
ایستگاه Station	CO	1092.651	2	546.326	248.419	0.001	0.409
	NO <sub>2</sub>	8256.819	2	4128.409	43.807	0.001	0.109
	PM <sub>2.5</sub>	59762.92	2	29881.46	17.699	0.001	0.047
خطا Error	CO	1579.034	718	2.199	---	---	---
	NO <sub>2</sub>	67665.06	718	94.241	---	---	---
	PM <sub>2.5</sub>	1212183	718	1688.277	---	---	---
کل Total	CO	6620.014	721	---	---	---	---
	NO <sub>2</sub>	444020.8	721	---	---	---	---
	PM <sub>2.5</sub>	1823397	721	---	---	---	---
کل اصلاح شده Total modified	CO	2671.685	720	---	---	---	---
	NO <sub>2</sub>	75921.88	720	---	---	---	---
	PM <sub>2.5</sub>	1271946	720	---	---	---	---

جدول ۱۴- نتایج آزمون تعقیبی توکی

Table 14- Results of Tukey post hoc test

متغیر وابسته The dependent variable	ایستگاه (I) Station (I)	ایستگاه (J) Station (J)	میانگین تفاوت‌ها Mean differences	خطای انحراف معیار Criterion deviation error	سطح معنی‌داری P Value
CO	استاندارداری Provincial Government	شریعتی Shariati	2.0388	0.14264	0.001
		هوریبا Hooriba	2.8220	0.14264	0.001
	شریعتی Shariati	استاندارداری Provincial Government	-2.0388	0.12907	0.001
		هوریبا Hooriba	0.7832	0.13907	0.001
	هوریبا Hooriba	استاندارداری Provincial Government	-2.8220	0.12907	0.001
		شریعتی Shariati	-0.7832	0.13907	0.001
NO <sub>2</sub>	استاندارداری Provincial Government	شریعتی Shariati	8.5626	0.93375	0.001
		هوریبا Hooriba	5.1082	0.84490	0.001

ادامه جدول ۱۴-

Table 14- Continued

PM <sub>2.5</sub>	شریعتی Shariati	استانداری Provincial Government	-8.5626	0.93375	0.001
		هوریبا Hooriba	-3.4544	0.91038	0.001
	هوریبا Hooriba	استانداری Provincial Government	3.4544	0.84490	0.001
		شریعتی Shariati	-3.4544	0.91038	0.001
	استانداری Provincial Government	شریعتی Shariati	12.3204	3.95214	0.005
		هوریبا Hooriba	21.2487	3.57608	0.001
	شریعتی Shariati	استانداری Provincial Government	-12.3204	3.95214	0.005
		هوریبا Hooriba	8.9283	3.85321	0.054
	هوریبا Hooriba	استانداری Provincial Government	-21.2487	3.57608	0.001
		شریعتی Shariati	-8.9283	3.85321	0.054

جدول ۱۵- اطلاعات جمعیت‌شناسی پژوهش

Table 15- Demographic information of the research

	گروه group	فراوانی Abundance	درصد فراوانی Frequency	فراوانی تجمعی The cumulative frequency
سن Age	16-19	25	8.90	8.90
	20-39	171	60.86	69.80
	40-59	73	25.94	95.70
	60-80	12	4.30	100.0
	کل Total	281	100.0	---
جنس Sex	زن Female	153	55.0	55
	مرد Male	125	45.0	100
	کل Total	278	100.0	---
مدت سکونت Duration of residence	تا ۱۰ سال Up to 10 years	92	33.70	33.70
	۱۰ تا ۲۰ سال to 20 years 10	100	36.63	70.30
	۲۰ تا ۴۰ سال to 40 years 20	65	23.81	94.10
	بیشتر از ۴۰ سال More than 40 years	16	5.86	100.0
	کل Total	273	100.0	---
تحصیلات Education	بی‌سواد Illiterate	4	1.44	1.4

## ادامه جدول ۱۵-

Table 15- Continued

	زیردیپلم	68	24.37	25.8
	<b>High school</b>			
	دیپلم	108	38.76	64.5
	<b>Diploma</b>			
	لیسانس و بالاتر	99	35.48	100.0
	<b>Bachelor's degree and higher</b>			
	کل	279	100.0	---
	<b>Total</b>			
نوع مالکیت Type of ownership	مالک	198	71.22	71.2
	<b>The owner</b>			
	رهن یا اجاره	74	26.62	97.8
	<b>Mortgage or rent</b>			
	در برابر خدمت	1	0.35	98.2
	<b>Against service</b>			
	رایگان	5	1.81	100.0
	<b>Free</b>			
	کل	278	100.0	---
	<b>Total</b>			
نوع شغل Job Type	دولتی	44	16.00	16.0
	<b>Governmental</b>			
	خصوصی	15	5.45	21.5
	<b>Personal</b>			
	آزاد	114	41.45	62.9
	<b>Freelance</b>			
	بیکار	86	31.27	94.2
	<b>Unemployed</b>			
	بدون درآمد	16	5.82	100.0
	<b>No income</b>			
	کل	275	100.0	---
	<b>Total</b>			
منطقه سکونت Residence area	شریعتی	35	12.40	12.4
	<b>Shariati</b>			
	هوریبا	83	29.32	41.7
	<b>Hooriba</b>			
	استانداری	59	20.84	62.5
	<b>Provincial Government</b>			
	هپکو	30	10.60	73.1
	<b>Hepco</b>			
	مخابرات	31	10.95	84.1
	<b>Mokhaberat</b>			
	عقيل آباد	45	15.90	100.0
	<b>Aqil Abad</b>			
	کل	283	100.0	---
	<b>Total</b>			

## بحث

شهر اراک پرداخته شد که در این رابطه سه فرضیه مطرح شد و مطابق با یافته‌ها و نتایج، فرضیه اول مبنی بر این که بین میزان شاخص‌های آلودگی هوا (CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>)

همان‌طور که مشاهده شد، در این پژوهش به مقایسه تأثیر آلودگی هوا بر میزان تاب‌آوری اجتماعی شهروندان

Shokri (۲۰۰۷) مطابقت ندارد که در تبیین این نتیجه و عدم تفاوت در میزان تاب‌آوری اجتماعی شهروندان در مناطق مختلف شهر اراک ابتدا می‌توان به عدم گستردگی شهری و قابل مقایسه نبودن وسعت شهر اراک با کلان‌شهرهای دیگر در سایر پژوهش‌ها و سپس علاوه بر این عوامل تعیین‌کننده و اثرگذار بر تاب‌آوری اجتماعی در شهروندان پژوهش حاضر اشاره نمود.

همچنین به نظر ارتباط مشخصی بین تاب‌آوری اجتماعی و شرایط محیط‌زیستی به‌ویژه برای گروه‌های اجتماعی و یا جوامعی که برای امرارمعاش وابسته به منابع محیطی و محیط‌زیستی هستند وجود دارد تا جایی که میزان تاب‌آوری اجتماعی در تمام مناطق مورد پژوهش نزدیک به هم و در سطح متوسط گزارش شده است.

اما فرضیه سوم مبنی بر این که بین تأثیر شاخص‌های آلودگی هوا (CO، NO<sub>2</sub> و PM<sub>2.5</sub>) بر تاب‌آوری اجتماعی شهروندان مناطق چندگانه شهر اراک تفاوت معنی‌داری وجود دارد تأیید شد که این نتیجه با نتایج تحقیقات Suarez و همکاران (۲۰۱۶)، Pluhar و همکاران (۲۰۰۹)، Ghorbani و همکاران (۲۰۱۷) و Mehranpour و Ebrahimi Ghavamabadi (2016) مطابقت داشت. در تبیین نتیجه فرضیه سوم می‌توان به شرایط زندگی شهروندان اشاره داشت. شهر اراک به‌عنوان قطب صنعتی کشور با تعداد زیاد کارخانه‌ها و وجود ترافیک شهری به‌ویژه ماشین‌های از رده خارج که موجب افزایش آلاینده‌ها شده‌اند، علاوه بر ایجاد شرایط هشدار به دلیل افزایش میزان آلاینده‌ها، اثرات جسمی مانند بیماری‌های تنفسی را هم به دنبال داشته است و همچنین عاملی در جهت تشدید نوسانات اقلیمی و تأثیرات محیط‌زیستی شده است.

اما حد بهینه آلاینده‌گی همیشه زیر سؤال بوده است؛ زیرا برخی معتقد به توسعه صنعتی و اقتصادی در شهرها و افزایش رشد میزان اشتغال بوده‌اند و برخی معتقدند قدرت و تاب‌آوری اکوسیستم هر شهر در جذب آلاینده‌ها یک عامل محدودکننده می‌باشد؛ اما اگر حجم آلاینده‌ها بیش از توان جذب و تصفیه اکوسیستم باشد موجب

و PM<sub>2.5</sub>) در مناطق شهر اراک تفاوت معنی‌داری وجود دارد، تأیید نشد که در تبیین نتیجه این فرضیه می‌توان به دو عامل گستردگی شهری و چه‌بسا وجود ایستگاه‌های بیشتر در شهرهای بزرگتر اشاره داشت.

همچنین فرضیه دوم مبنی بر وجود تفاوت معنی‌دار بین تاب‌آوری اجتماعی شهروندان در مناطق چندگانه شهر اراک، نیز تأیید نشد که در تبیین این نتیجه و عدم تفاوت در میزان تاب‌آوری اجتماعی شهروندان در مناطق شهر اراک در ابتدا می‌توان به عدم گستردگی شهری و قابل مقایسه نبودن وسعت شهر اراک با کلان‌شهرهای دیگر در سایر پژوهش‌ها توجه نمود؛ اما علاوه بر این، عوامل اثرگذار بر تاب‌آوری اجتماعی در شهروندان این پژوهش مانند اقامت طولانی و بومی بودن، متأثر بودن از شرایط یکسان آموزشی، تربیتی، فرهنگی و غیره نیز حائز اهمیت است.

اما فرضیه سوم تأیید شد؛ یعنی می‌توان پذیرفت شاخص آلاینده‌ها بر اساس نتایج این پژوهش می‌تواند میزان تاب‌آوری اجتماعی را تغییر داده و تحت تأثیر قرار دهد؛ که در تبیین این نتیجه هم می‌توان به شرایط زندگی شهروندان اشاره داشت.

در تحلیل نتایج می‌توان گفت فرضیه اول مبنی بر این که بین میزان شاخص‌های آلودگی هوا در اراک تفاوت معنی‌داری وجود دارد تأیید نشد که این نتیجه با تحقیقات Seidaei و همکاران (۲۰۱۸) و Ghorbani و همکاران (۲۰۱۷) ناهمسو بود و در تبیین این ناهمسوئی می‌توان استدلال کرد که تمام شاخص‌های آلاینده‌گی مورد بررسی قرار نگرفته است. از سوی دیگر ارزیابی از ایستگاه‌ها در طول سال و به‌طور دقیق در این پژوهش گزارش نشده است؛ بنابراین شاید علت ناهمسوئی با سایر پژوهش‌ها بیشتر مربوط به محدود بودن ایستگاه‌های شهری و کوچک بودن شهر اراک است.

همچنین فرضیه دوم نیز مبنی بر این که بین تاب‌آوری اجتماعی شهروندان در مناطق چندگانه شهر اراک تفاوت معنی‌داری وجود دارد هم تأیید نشد که این نتیجه با نتایج تحقیق Akbari (۲۰۱۸)، Rosta و همکاران (۲۰۱۸)، Delake و همکاران (۲۰۱۷) و

با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که محدود بودن ایستگاه‌های شهری و کوچک بودن شهر اراک باعث می‌شود تفاوت معناداری بین شاخص‌های آلودگی هوا و تاب‌آوری اجتماعی شهروندان در مناطق مختلف وجود نداشته باشد. اما تاب‌آوری اجتماعی شهروندان مناطق چندگانه شهر اراک به دلیل وجود تعداد زیاد کارخانه‌ها و ترافیک شهری، از شاخص‌های آلودگی هوا تأثیر پذیرفته است.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مسئولین محترم دانشگاه اراک و کارکنان و مدیران سازمان محیط‌زیست استان مرکزی جهت فراهم آوردن امکانات پژوهشی برای انجام این تحقیق ابراز می‌دارند.

آلودگی قطعی هوا و اثرات مخرب و مضر آن بر انسان و محیط‌زیست خواهد بود.

این پژوهش همانند سایر پژوهش‌ها با مشکلات و موانعی روبه‌رو بود که از آن میان می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- عدم برآورد ارزیابی از وضعیت شاخص‌های کیفیت و آلودگی هوا در بسیاری از روزهای سال که داده‌ها و نتایج پژوهش را محدود نموده است.

۲- ارائه پرسش‌نامه به صورت تصادفی، در انجام این پژوهش به دلیل عدم پذیرش بسیاری از شهروندان در مناطق مختلف، پژوهشگر را وادار به استفاده از روش داوطلبانه نمود که می‌تواند از محدودیت‌های این پژوهش باشد.

### نتیجه‌گیری

### References

- Abadollah Zadeh Maleki, S., Khanloo, N., Ziyari, K. & Shali Amini, V. (2017). Measuring and evaluating social resilience to deal with natural crises; Case study: Earthquake in historical neighborhoods of Ardabil. *International Journal of Urban and Rural Management*, 48, 280-263. (In Persian)
- Adger, N. (2000). Social and ecological resilience: are they Related? *Progress in human geography*, 24(3), 347-364. Doi: 10.1191/030913200701540465.
- Akbari, T. (2018). Investigating the urban social resilience (Case study: Ilam City). *Journal of Urban Development Studies*, 5, 62-51. (In Persian)
- Cinner, J., Fuentes, M. M. & Randriamahazo, H. (2009). Exploring social resilience in Madagascar's marine protected areas. *Ecology and Society*, 14(1).
- Delake, H., Samare Mohsen Beigi, H. & Shahivandi, A. (2017). Evaluation of social resilience in urban areas of Isfahan. *Journal of Sociology of Social Institutions*, 4(9), 227-252. Doi: 10.22080/ssi.2017.1565. (In Persian)
- Dutta, V. (2012). *War on the dream, how land use dynamics and peri-urban growth characteristics of a sprawling city devour the master plan and urban suitability, a fuzzy multi-criteria decision-making approach*. In 13th Annual Global Development Conference Urbanisation and Development. Budapest, Hungary.
- Ghodsi Ma'ab, M. (2016). *Investigation of turbulence and air pollution in Tehran*. Master Thesis in Environmental Economics, Allameh Tabatabai University, Faculty of Economics. (In Persian)
- Ghorbani, M., Salari, F., Hamidian, A. & Nasri Ghorbani, M. (2016). Analysis of local stakeholder network to strengthen resilience and sustainable management of natural ecosystems (Gargo area, Boyer-Ahmad City). *Journal of Natural Environment*, 69(2), 486-469. Doi: 10.22059/jne.2016.59759. (In Persian)
- Ghorbani, N., Yazdani Charati, J. & Etemadinejad, S. (2017). Relationship between air pollution and mortality due to cardiovascular diseases in Mashhad. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 26(146), 55-47. (In Persian)
- Kuhlicke, C., Steinfuhrer, A., Begg, C., Bianchizza, C., Brundl, M., Buchecker, M., De Marchi, B., Di Masso Tarditti, M., Hoppner, C., Komac, B., Lemkow, L., Luther, J., McCarthy, S., Pellizzoni, L., Renn,

- O., Scolobig, A., Supramaniam, M., Tapsell, S., Wachinger, G., Walker, G., Whittle, R., Zorn, M. & Faulkner, H. (2011). Perspectives on social capacity building for natural hazards: outlining an emerging field of research and practice in Europe. *Environmental Science & Policy*, 14(7), 804-814. Doi: 10.1016/j.envsci.2011.05.001.
- Leon, J. & March, A. (2014). Urban morphology as a tool for supporting tsunami Rapid resilience: A case study of Talcahuano Chile. *Habitat International*, 43, 250-262. Doi: 10.1016/j.habitatint.2014.04.006.
  - Marom, W. A. (2014). *Mapping and measuring social vulnerabilities of coastal areas of bangkok and periphery*. Proceedings of the Resilient Cities 2014 congress. Bonn. Germany, pp. 29-31.
  - Mayunga, J. S. (2007). Understanding and applying the concept of community disaster resilience: a capital-based approach. *Summer Academy for Social Vulnerability and Resilience Building*, 1(1), 1-16.
  - Mehranpour, H. & Ebrahimi Ghavamabadi, L. (2016). *Assessing the effects of environmental indicators on urban resilience according to the Hugo executive framework (Case study: Ahvaz metropolis)*. 1st International Conference on Natural Hazards and Environmental Crises in Iran, solutions, and challenges. (In Persian)
  - Nadafi, K., Yunesian, M., Nabizadeh, R., Jabari, H., Rastkari, N., Hassanvand M. S., gholami, S. R., Malek Afzali, S., Ghanbarian, M., Elahi, T., KatayoonModiri, F., Yaghoubi, L. & Izadpanah, F. (2015). *Guide for calculating and announcing air quality index*. Environmental Research Institute of Tehran University of Medical Sciences and Health Services. (In Persian)
  - Najafzadeh, S. (2015). *An analysis of urban management resilience to climate change (Case Study: Bonab City)*. Master Thesis in the Meteorology. Tabriz, University of Tabriz. (In Persian)
  - Norris, F. H., Stevens, S. P., Pfefferbaum, B., Wyche, K. F. & Pfefferbaum, R. L. (2008). Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community Psychology*, 41(1), 127-150. Doi: 10.1007/s10464-007-9156-6.
  - Obrist, B., Pfeiffer, C. & Henley, R. (2010). Multilayered social resilience: A new approach in mitigation research. *Progress in Development Studies*, 10(4), 283-293. Doi: 10.1177/146499340901000402.
  - Pluhar, Z. F., Piko, B. F., Kovacs, S. & Uzzoli, A. (2009). Air pollution is bad for my health: Hungarian children's knowledge of the role of environment in health and disease. *Health & Place*, 15(1), 239-246.
  - Rezaee Vandchali, N., Fathi, M., Koolivand, A., Malekafzali, S. & Jalali Mashayekhi, F. (2017). The effect of air pollution on the activity of gamma-glutamyl transferase enzyme. *Journal of Arak University of Medical Sciences*, 19(10), 24-17. (In Persian)
  - Johnson Jr, R. L. (2004). Relative effects of air pollution on lungs and heart. *Circulation*, 109(1), 5-7.
  - Ross, H., Cuthill, M., Maclean, K., Jansen, D. & Witt, B. (2010). *Understanding, enhancing and managing for social resilience at the regional scale: opportunities in North Queensland report to the marine and tropical sciences research facility*. Reef and Rainforest Research Centre Limited, Cairns (186pp).
  - Rouhi, H. & Khezri, K. (2014). *Air pollution in metropolitan areas and its impact on public health and the environment*. 1st National Conference on Architecture, Civil Engineering, and Urban Environment. (In Persian)
  - Rousta, M., Ebrahimzadeh, I. & Istgaldi, M. (2018). Assessment of urban social resilience (Case study: city of Zahedan). *Journal of Urban Research and Planning*, 9(32), 14-11. (In Persian)
  - Sasanpour, F., Ahangari, N. & Hajinejad, S. (2017). Evaluation of resilience of Tehran metropolitan, District 21 towards natural hazards. *Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards*, 4(3), 98-85. (In Persian)
  - Seydaei, S. S., Hosseini, S. S. & Yazdanbaks, B. A. (2018). Evaluation of the environmental sustainability of Isfahan with an emphasis on air pollution. *Geography and Environmental Planning*, 29(1), 113-126. Doi: 10.22108/gep.2018.97857.0. (In Persian)
  - Sharifi, S., Karami, M., Esmailnasab, N., Rooshanaei, G. & Farsan, H. (2016). Determining the relationship between air pollution and death due to cardiovascular

- and respiratory diseases in Tehran metropolis: using GLARMA Model. *Iranian Journal of Epidemiology*, 12(4), 43-36. (In Persian)
- Shaw, D., Scully, J. & Hart, T. (2014). The paradox of social resilience: How cognitive strategies and coping mechanisms attenuate and accentuate resilience. *Global Environmental Change*, 25, 194-203. Doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.01.006.
  - Shokri Firoozjah, P. (2017). Spatial analysis of the resilience of the regions of the city of Babol towards environmental hazards. *Journal of Physical Development Planning*, 2(2), 44-27. (In Persian)
  - Suarez, M., Gomez-Baggethun, E., Benayas, J. & Tilbury, D. (2016). Towards an urban resilience Index: a case study in 50 Spanish cities. *Sustainability*, 8(8), 774. Doi: 10.3390/su8080774.
  - Twigg, J. (2009). *Characteristics of a disaster-resilient community: a guidance note* (version 2). UCL Discovery
  - Wikstrom, A. (2013). *The challenge of change: planning for social urban resilience, an analysis of contemporary planning aims and practices*. Masters Thesis in Urban and Regional Planning 30 credits, Supervisor. Andrew Byerley Department of Human Geography, Stockholm Stockholm University.



# Content

**Evaluation of the efficiency of REMO regional climate model and CanESM2 general circulation model in predicting climatic parameters (Case study: Isfahan province)**

Ali Salimi, Tayyebeh Mesbahzadeh, Arash Malekian and Maryam Mirakbari  
1-15

**Determining the effective factors on the participation of watershed residents in watershed management plans and analyzing their relationship**

**(Case study: great Naein River basin, Isfahan Province)**

Hadiseh Jeyhoni Naeini, Ali Najafinejad, Amir Sadoddin and Ebrahim Omidvar  
16-30

**Quantitative evaluation and analysis of combating desertification strategies with multiple decision-making approaches in fuzzy environment**

Mohammad Hassan Sadeghi Ravesh and Hassan Khosravi  
31-47

**Performance comparison of two activation functions namely sigmoid and hyperbolic tangent in artificial neural networks for regional analysis of flow duration Salt Lake curve in the watershed, Iran**

Amir Moradinejad and Seid khosrobeghi  
48-61

**Evaluation of land use change using object-oriented classification method and its effects on the discharge trend of Kiar watershed**

Mojtaba Rezaei, Reza Omidipour, Ashkan Rezaei and Mohabat Nadaf  
62-74

**The role of pollutants on health and the environment with emphasis on social resilience (A Study Based on Pollutants in Arak)**

Fatemeh Mousavipour, Azadeh Kazemi, Mehrdad Hadipour and Amir Hedayati Aghmashhadi<sup>2</sup>  
75-93





# Journal of Integrated Watershed Management

Vol: 2, No: 2. Summer 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)

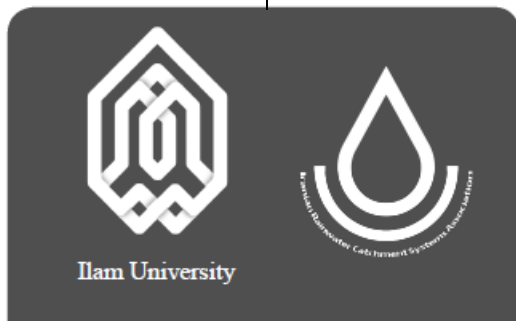
**Dr. Pedro J.M. Costa** (Assistant Professor, Departamento de Ciencias da Terra, Universidade de Coimbra, Portugal)

Manager: **Dr. Mehdi Heydari**

Editor (English Version): **Mohammad Najafi Shoa**

Editor (English Version): **Dr. Mehdi Heydari; Noredin Rostami; Dr. Negar Sadeghi Nejad**

Cover and Page Designer: **Farshad Rahmani**



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

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

Telefax: **0843222703**

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

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

Journal of



# Integrated Watershed Management



Ilam University

Vol: 2, No: 2. Summer 2022

Online ISSN: 2783-4581

**Evaluation of the efficiency of REMO regional climate model and CanESM2 general circulation model in predicting climatic parameters (Case study: Isfahan province)**

Ali Salimi, Tayyebeh Mesbahzadeh, Arash Malekian and Maryam Mirakbari

1-15

**Determining the effective factors on the participation of watershed residents in watershed management plans and analyzing their relationship**

**(Case study: great Naein River basin, Isfahan province)**

Hadiseh Jeyhoni Naeini, Ali Najafinejad, Amir Sadoddin and Ebrahim Omidvar

16-30

**Quantitative evaluation and analysis of combating desertification strategies with multiple decision-making approaches in fuzzy environment**

Mohammad Hassan Sadeghi Ravesh and Hassan Khosravi

31-47

**Performance comparison of two activation functions namely sigmoid and hyperbolic tangent in artificial neural networks for regional analysis of flow duration Salt lake curve in the watershed, Iran**

Amir Moradinejad and Seid Khosrobeghi

48-61

**Comparison the effects of land use change and precipitation on annual discharge  
(Case study: Kiar watershed)**

Mojtaba Rezaei, Reza Omidipour, Ashkan Rezaei and Mohabat Nadaf

62-74

**The role of pollutants on health and the environment with emphasis on social resilience (A study based on pollutants in Arak)**

Fatemeh Mousavipour, Azadeh Kazemi, Mehrdad Hadipour and Amir Hedayati Aghmashhadi

75-93