

## پهنه‌بندی اجمالی استان‌های کشور بر اساس شاخص‌های تنش آبی، سیل، خشکسالی و فرساینده‌گی باران

میلاذ هاتفی<sup>۱</sup> و سید حمیدرضا صادقی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس و <sup>۲</sup> استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۲۲

### چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی اجمالی وضعیت استان‌های مختلف کشور از لحاظ سیل، تنش آبی، شاخص فرساینده‌گی باران و خشکسالی و با هدف پهنه‌بندی کشور با استفاده از یک شاخص ترکیبی در مقیاس استان‌ها انجام شده است. در این راستا، اطلاعات مربوط به معیارهای مطالعاتی از منابع و مراجع موجود استخراج و پس از استاندارد کردن در قالب یک شاخص حاصل از میانگین هندسی آن‌ها تحلیل شد. بر اساس نتایج، استان‌های خوزستان، البرز و کرمانشاه به ترتیب با ۰/۶۱، ۰/۵۹ و ۰/۵۸ دارای بالاترین حساسیت از لحاظ شاخص‌های ترکیبی مورد مطالعه هستند. در مجموع، با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان دریافت که استان‌های جنوب غربی کشور از لحاظ شاخص‌های مورد نظر دارای حساسیت بیشتری بوده، تهدیدات ناشی از فرسایش خاک و هدررفت منابع آبی با توجه به وقوع فرایندهای حدی در آن‌ها بیشتر بوده که این امر لزوم اجرای سیاست‌های مدیریت منابع خاک و آب نسبت به سایر مناطق کشور را آشکار می‌سازد.

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی خطر، شاخص پهنه‌بندی، فرسایش خاک، مدیریت آبخیز، مدیریت بحران

### مقدمه

جوامع بشری و مانعی برای توسعه پایدار<sup>۱</sup> محسوب می‌شود. به طوری که تخمین زده می‌شود که تا یک دهه آینده، آب به‌عنوان مهمترین منبع به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان باشد (Gohari و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین، دسترسی به آب شیرین به‌عنوان یکی از نیازهای اصلی روزمره انسان‌ها دارای اهمیتی روزافزون در سطح جهان است. این مسأله در کشورهای واقع در مناطق خشک از جمله ایران بیشتر حائز اهمیت است (Kalogirous, ۲۰۰۵؛ El-Ghonemy, ۲۰۱۲).

منابع آبی نقش اساسی در فعالیت‌های روزانه بشر ایفا می‌کنند و میزان مصرف آن به دلیل بالا رفتن استانداردهای زندگی بشر روز به روز افزایش می‌یابد. بدون توجه به حجم آب موجود در کره زمین، حدود ۹۶/۵ درصد از آن جزء آب‌های شور و ۲/۵ درصد به صورت یخ و یخچال‌ها در مناطق قطبی و بقیه در اعماق زمین بوده، از دسترس انسان خارج است. کمبود آب ناشی از شرایط اقتصادی و همچنین، رشد جمعیت به‌عنوان یکی از مهمترین تهدیدها برای

<sup>1</sup> Sustainable development

\* مسئول مکاتبات: shrsadeghi@yahoo.com

در حال حاضر، ایران با بحران جدی آب مواجه بوده، میانگین بارش سالیانه آن کمتر از یک سوم میانگین جهانی است. علاوه بر این، الگوی پراکنش بارندگی در کشور به صورت یکسان نیست که همین مسأله مشکل کم‌آبی موجود را بحرانی‌تر کرده، شرایط تنش آبی<sup>۱</sup> را به وجود آورده است (Faramarzi و همکاران، ۲۰۰۹). از طرفی، پژوهش‌های انجام‌شده، برآورد کرده‌اند که میزان سرانه آب تجدیدپذیر در کشور در سال ۲۰۲۱ به ۸۰۰ متر مکعب خواهد رسید که این میزان کمتر از حد آستانه جهانی، ۱۰۰۰ متر مکعب خواهد بود (Ghorjani و Ghobadian، ۲۰۱۵). بر اساس استانداردهای هیدرولوژیکی، کشورهایی که میزان آب شیرین قابل دسترس به ازای هر نفر کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب است، دارای کمبود منابع آبی بوده و کشورهایی که بین ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ متر مکعب منابع آب شیرین قابل دسترس دارند، با شرایط تنش آبی مواجه‌اند (Panahi، ۲۰۰۰). همچنین، بر اساس یافته‌های Balali و همکاران (۲۰۰۹)، ایران در بین کشورهایی است که در سال ۲۰۲۵ با بحران آب مواجه خواهد شد. بنابراین، اگر الگوی مصرف آب به همین شکل ادامه یابد، تقاضا برای آب از میزان توزیع آن در سال‌های آینده پیشی خواهد گرفت (Ardakanian، ۲۰۰۵). طبق گزارش سازمان ملل متحد (۲۰۰۰) تقریباً ۸۰ درصد چاه‌های آشامیدنی کشور با کمبود آب، نفوذ آب شور در چاه و افت سفره‌های آب زیرزمینی مواجه هستند. پژوهش Motiee (۲۰۰۲) نشان داد که مهاجرت و توزیع نامناسب جمعیت باعث بروز بحران آبی در کشور شده است. Foltz (۲۰۰۲) با اشاره به این‌که بیشتر محققین و کارشناسان، بحران آب موجود در کشور را به دلیل قرارگیری کشور در شرایط خاص جغرافیایی می‌دانند، عدم مدیریت صحیح و بهره‌برداری غیراصولی از منابع آبی را دلیل اصلی وقوع بحران‌های آبی معرفی کرده‌اند. پژوهش Larijani (۲۰۰۵) در رابطه با منابع آب‌های سطحی نشان داد که کمتر از ۱۰ دریاچه در کل کشور وجود دارد که بیشتر آن‌ها جزء آب‌های شور بوده، یا این‌که بسیار کوچک هستند. از جنبه مدیریتی، پژوهش Seyf

(۲۰۰۶) نشان داد که روش کشاورزی نادرست، از عوامل بروز بحران‌های آبی در کشور است. همچنین، پژوهش Seyf (۲۰۰۹) نشان داد که علاوه بر رشد ناگهانی جمعیت در کشور، توزیع نامناسب جمعیت در شهرها از عوامل اصلی بروز بحران‌های آبی هستند. پژوهش‌های Eimanifar و Mohebbi (۲۰۰۷) و Hassanzadeh و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که کوچک و محدود شدن دریاچه‌های موجود و باریک شدن آبراهه‌های منتهی به آن به دلایل محیط زیستی و انسانی باعث از بین رفتن منابع آبی و بوم‌سازگان ارزشمند این دریاچه‌ها شده است. در پژوهشی، Madani (۲۰۱۴) عوامل متعددی از جمله رشد و توزیع نادرست جمعیت، درآمد و فرصت‌های شغلی، مهاجرت به شهرهای بزرگ، کمبود ابزارآلات کشاورزی، مدیریت نادرست و توسعه‌طلبی را عامل ظهور بحران آب در ایران دانسته است. علاوه بر آن وجود نهادها و مؤسسات موازی باعث عدم اجرا یا کندی اجرای برنامه‌های مدیریتی در زمینه منابع آب شده است. Madani (۲۰۱۴) و Mohseni Saravi و همکاران (۲۰۱۵) ضمن تحلیل وضعیت کمبود آب در کشور و چگونگی مواجهه با آن، توسعه برنامه‌های کلان در حوزه منابع آب و اجرای آن‌ها، توسعه برنامه‌های پایش و ارزیابی، سامانه‌های هشدار اولیه و توسعه الگوهای توالی فصلی بین مراحل مختلف خشک‌سالی برای غلبه بر بحران آب تأکید کردند.

از طرفی، وقوع انواع مختلف خشک‌سالی باعث بروز بحران‌های جدی در بسیاری از مناطق کشور شده است. وقوع این خشک‌سالی‌ها خسارت‌های زیادی را به بخش‌های کشاورزی، خانگی و صنعت وارد می‌سازد (Khorasanizadeh، ۲۰۱۱). این پدیده به‌عنوان یکی از مخرب‌ترین بلایای طبیعی بوده (Celine و همکاران، ۲۰۱۳) از این رو مطالعات پهنه‌بندی خطر خشک‌سالی برای دستیابی به راه‌های بهینه مقابله با این پدیده طبیعی صورت پذیرفته است. در این راستا Matkan و همکاران (۲۰۱۲)، Salhvand و Montazeri (۲۰۱۳)، Rad Behesht و Deihimfard (۲۰۱۴) و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از روش‌های مختلف نسبت به پهنه‌بندی خطر خشک‌سالی به ترتیب در استان‌های یزد، خوزستان، کرمان و فارس پرداخته‌اند.

<sup>1</sup> Water stress

یکی دیگر از عوامل مورد بررسی در این پژوهش، شاخص فرساینده‌گی باران<sup>۱</sup> است که با توجه به عدم توزیع زمانی و مکانی مناسب بارش‌ها در کشور، لزوم مطالعه و بررسی عوامل مؤثر و تشدیدکننده فرسایش و تولید رسوب، اجتناب‌ناپذیر است. عامل فرساینده‌گی باران به‌عنوان عامل تغییرپذیر و بسیار مهم در بین عوامل تأثیرگذار در فرسایش خاک بوده که در معادله جهانی فرسایش خاک و نسخه‌های مختلف آن به خوبی تأیید شده است. عامل فرساینده‌گی باران می‌تواند به‌طور مؤثری برای نشان‌دادن توانایی بارندگی برای حمل ذرات خاک در مقادیر و شدت‌های مختلف بارش به‌کار رود (Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۷). از این‌رو، پژوهش Ghorbanipour و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که میزان شاخص فرساینده‌گی در مناطق پر باران بیش از ۱۰۰۰ مگاژول میلی‌متر بر هکتار بر ساعت بر سال است که میزان این شاخص در منطقه بابلسر ۱۲۴۵ مگاژول میلی‌متر بر هکتار بر ساعت بر سال است. Moradi و همکاران (۲۰۰۷) وضعیت خطر فرساینده‌گی باران در استان خوزستان را گزارش دادند. از طرفی، پژوهش Nikkami و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که شاخص فرساینده‌گی باران  $I^2$  (مربع شدت متوسط رگبار) به‌عنوان بهترین شاخص فرساینده‌گی باران در دیم‌زارهای استان زنجان بالاترین همبستگی معنی‌دار با مقادیر تلفات خاک را داشته است. پژوهش Sadeghi و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که ایستگاه‌های انزلی و بابلسر واقع در شمال ایران با مقادیر ۱۱/۵۱۸ و ۴/۲۶۰ و ایستگاه‌های بم و سمنان واقع در مرکز و شرق ایران با مقادیر ۰/۲۰۱ و ۰/۲۱۲ مگاژول بر میلی‌متر بر هکتار بر ساعت به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقادیر فرساینده‌گی باران هستند. Ahmadi (۲۰۱۴) نیز میزان قدرت فرساینده‌گی باران را گزارش کرد. پژوهش Zabihi و همکاران (۲۰۱۶) در خصوص تحلیل الگوهای مکانی شاخص فرساینده‌گی باران در مقیاس‌های زمانی مختلف در ایران نشان داد که ایستگاه‌های موجود در جنوب غرب و شمال کشور در اولویت نخست از نظر خطر شاخص فرساینده‌گی باران سالانه قرار دارند. پژوهش Nikkami و Mahdian

نیز نشان داد که شاخص فرساینده‌گی باران از مناطق غربی و شمالی به مناطق شرقی و جنوبی کشور مطابق با الگوی تغییرات اقلیمی از مناطق مرطوب به مناطق نیمه‌خشک کاهش می‌یابد. پژوهش Sadeghi و Hazbavi (۲۰۱۵) نشان داد که یک کاهش عمومی در میزان شاخص فرساینده‌گی باران در تمامی سری‌های زمانی وجود دارد. Kavian و همکاران (۲۰۱۶) Zare و همکاران (۲۰۱۷) تغییرپذیری مقدار شاخص فرساینده‌گی باران را به‌ترتیب در استان‌های کرمان و فارس گزارش دادند. حال نظر به تغییرات مکانی و زمانی شاخص فرساینده‌گی باران در کل کشور، مطالعه میزان فرسایش و هدررفت خاک برای تصمیم‌گیری‌های صحیح و اصولی استفاده از منابع آبخیز کشور ضروری است (Ghahraman و Abkhazr، ۲۰۰۴).

از دیگر عوامل تهدیدکننده حوزه‌های آبخیز که باعث ایجاد خسارات جانی و مالی شده، سیلاب‌ها<sup>۲</sup> هستند. سیلاب‌ها از جمله بلاهای طبیعی بوده که همراه با زلزله و خشکسالی، بالاترین رتبه را از لحاظ خسارات مالی و جانی به‌همراه دارد (Behesht Rad و همکاران، ۲۰۰۹). از این‌رو، مطالعه و بررسی و پهنه‌بندی خطر سیلاب برای جلوگیری و یا به کمینه رساندن خسارات، بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد. در این خصوص Ghafari و همکاران (۲۰۰۷)، Kheirizadeh و Arough و همکاران (۲۰۱۳)، Parisay و همکاران (۲۰۱۴)، Ghanavati (۲۰۱۴)، Sheikhalishahi و همکاران (۲۰۱۶) و نه‌ایتا Rezaei و همکاران (۲۰۱۸) مبادرت به تحلیل شدت پتانسیل تولید سیل در حوزه‌های آبخیز کشور کردند.

با توجه به مطالب ذکرشده، ایران به‌وسیله پدیده‌های طبیعی مثل کم‌آبی، خشکسالی و سیل، تهدید شده، سالانه خسارات مالی و جانی زیادی نیز به‌همراه دارد. پژوهش‌های صورت‌گرفته تا کنون، به پهنه‌بندی مخاطرات به‌صورت جداگانه برای سیل، خشکسالی، تنش آبی پرداخته‌اند، ولی هیچ‌کدام از این مطالعات به تلفیق مخاطرات طبیعی تهدیدکننده در واحد هر استان برای درک و تشخیص بحرانی‌ترین

<sup>2</sup> Floods

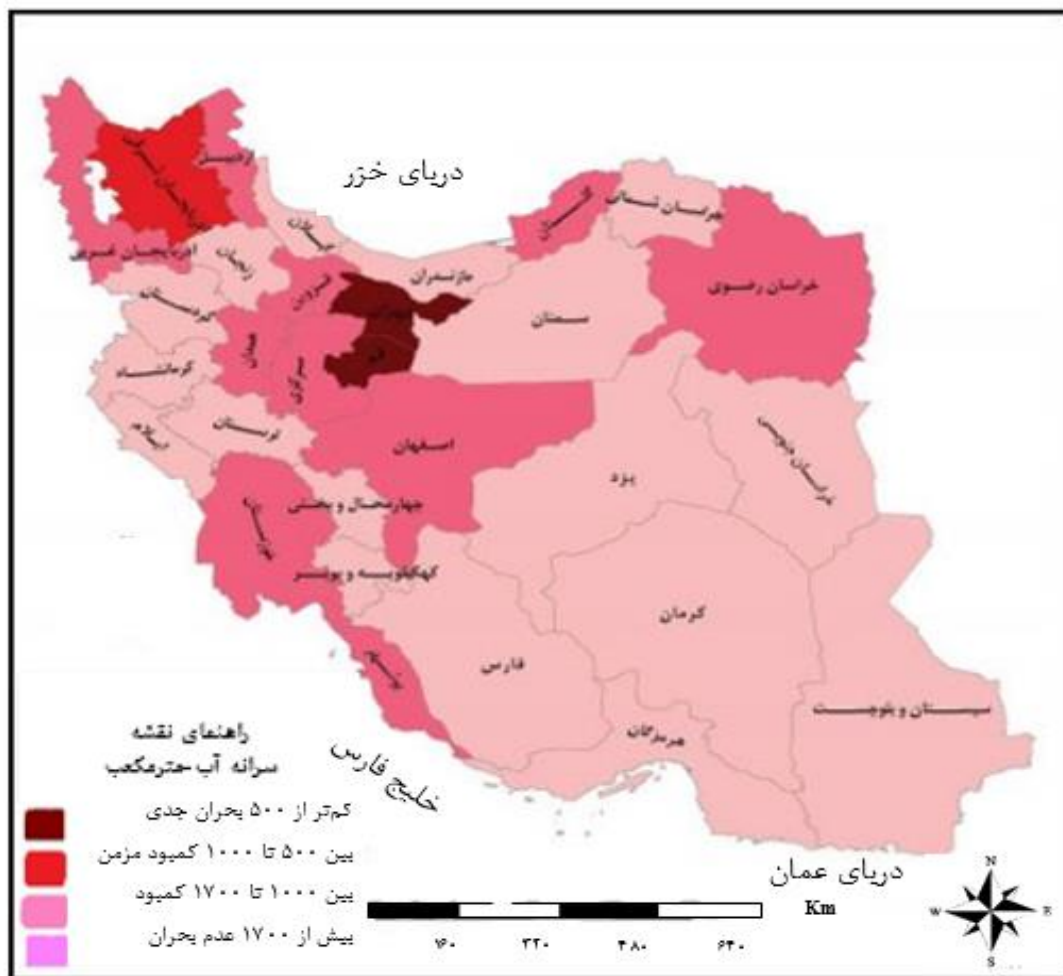
<sup>1</sup> Rainfall Erosivity Index

برای به دست آوردن مساحت هر کدام از نواحی مربوط به خشکسالی، سیل و تنش آبی از دو دستور Clip و Dissolve استفاده شد. در مرحله بعد، با توجه به راهنمای هر کدام از نقشه‌ها، شدت خطر به چهار طبقه (کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) به شرح مندرج در جدول ۱ تقسیم شد و از بین صفر تا یک و با فاصله ۰/۲۵ ارزش گذاری شدند. سپس، با توجه به پوشش نسبی هر استان در هر یک از طبقات کم، متوسط، زیاد و یا خیلی زیاد، یک عدد بین صفر تا یک و با فاصله ۰/۲۵ اختصاص داده شد. اگرچه مقادیر جزئی مربوط به هر شاخص و همچنین، شاخص جامع به صورت نقشه ارائه شده است و قابلیت استفاده‌های جزئی تر را دارد. در نهایت، با استانداردسازی و محاسبه میانگین هندسی از شاخص‌های مطالعاتی، مقدار شاخص جامع به صورت جدول ۲ ارزیابی شد.

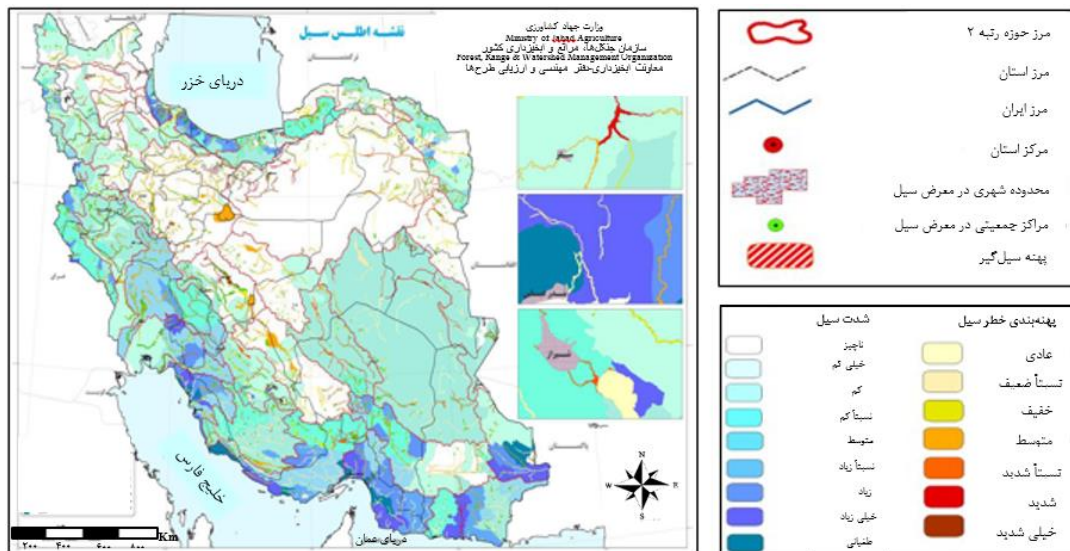
استان‌ها نپرداخته‌اند. بنابراین، انجام پژوهش حاضر با هدف اولویت بندی استان‌های کشور بر اساس شاخص ترکیبی تنش آبی، سیل، خشکسالی و فرساینده‌گی باران برای دستیابی به بوم‌سازگان پایدار و حفظ منابع خاک و آب ضروری به نظر می‌رسید.

### مواد و روش‌ها

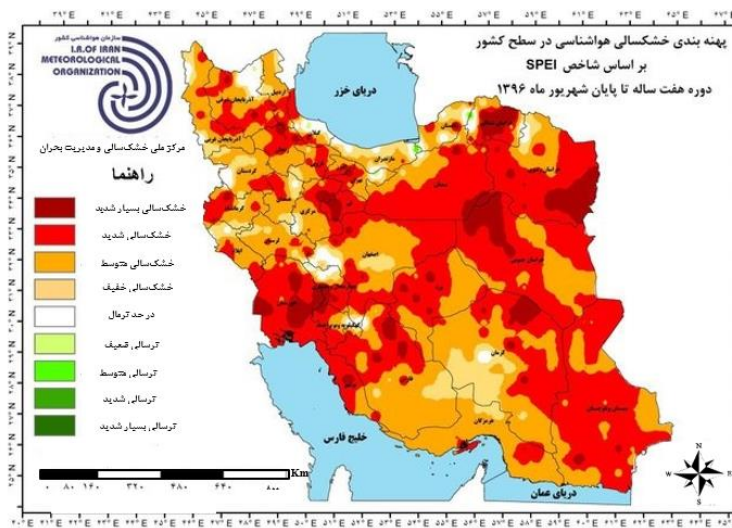
برای بررسی کلی وضعیت منابع آب موجود در کشور، سیل، خشکسالی و همچنین، ارتباط آن با شاخص فرساینده‌گی باران، اولویت بندی استان‌های کشور بر اساس شاخص ترکیبی در مقیاس ملی و در واحد کار استان مد نظر قرار گرفت. برای این منظور، ابتدا نقشه‌های سطوح بحران آب کشور، خشکسالی، سیل و شاخص فرساینده‌گی باران سالانه به صورت شکل‌های ۱ تا ۴ تهیه و سپس، هر کدام از این نقشه‌ها با استفاده از نرم‌افزار ARC GIS 10.3 رقومی شد.



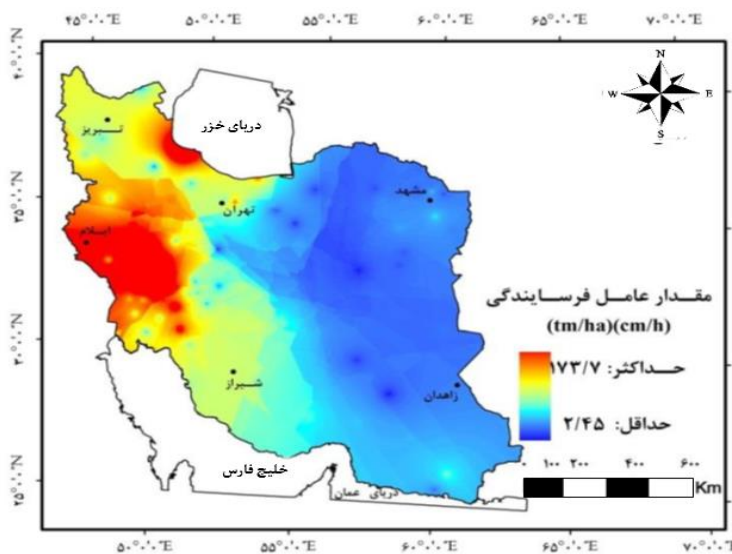
شکل ۱- سطوح بحران آب کشور بر اساس شاخص تنش آب (Mokhtari, ۲۰۱۳)



شکل ۲- اطلس سیل حوزه‌های آبخیز کشور (Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, ۲۰۱۵)



شکل ۳- نقشه پهنه‌بندی خشک‌سالی کشور بر اساس شاخص SPEI (IRIMO, ۲۰۱۷)



شکل ۴- نقشه عامل فرساینده متوسط سالانه باران کشور (Zabihi و همکاران, ۲۰۱۶)

جدول ۱- طبقه‌بندی اجمالی استان‌های کشور بر اساس شاخص‌های مطالعاتی و ترکیبی ارزیابی خطر

شاخص	طبقه‌بندی بر اساس راهنمای نقشه	طبقه‌بندی شدت خطر	دامنه امتیاز
سیل	ناچیز-خیلی کم	کم	۰-۰/۲۵
	کم-نسبتا کم	متوسط	۰/۲۵-۰/۵
	نسبتا زیاد-متوسط	زیاد	۰/۵-۰/۷۵
	طغیانی-خیلی زیاد-زیاد	خیلی زیاد	۰/۷۵-۱
سرانه آب در هر استان (متر مکعب)	> ۱۷۰۰	کم	۰-۰/۲۵
	۱۷۰۰ تا ۱۰۰۰	متوسط	۰/۲۵-۰/۵
	۱۰۰۰ تا ۵۰۰	زیاد	۰/۵-۰/۷۵
فرساینده‌گی باران (مگاژول میلی‌متر بر هکتار بر ساعت)	کمتر از ۵۰۰	خیلی زیاد	۰/۷۵-۱
	< ۲	کم	۰-۰/۲۵
	۳ تا ۶	متوسط	۰/۲۵-۰/۵
	۷ تا ۱۰	زیاد	۰/۵-۰/۷۵
خشک‌سالی	ترسالی بسیار شدید-شدید-متوسط	خیلی زیاد	۰/۷۵-۱
	ترسالی بسیار شدید-شدید-متوسط	کم	۰-۰/۲۵
	ترسالی ضعیف-ترسالی نرمال	متوسط	۰/۲۵-۰/۵
	خشک‌سالی خفیف-متوسط	زیاد	۰/۵-۰/۷۵
	خشک‌سالی شدید-بسیار شدید	خیلی زیاد	۰/۷۵-۱

جدول ۲- وضعیت کلی شاخص ترکیبی تنش آبی، سیل، خشک‌سالی و فرساینده‌گی باران در استان‌های کشور

استان	سیل	تنش آبی	فرساینده‌گی باران	خشک‌سالی	میانگین
آذربایجان شرقی	۰/۲	۰/۶۲۵	۰/۸۷۵	۰/۵۵	۰/۴۹
آذربایجان غربی	۰/۳۳	۰/۳۷۵	۰/۶۲۵	۰/۱۶	۰/۴۶
اردبیل	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۶۲۵	۰/۶۳	۰/۳۷
اصفهان	۰/۰۵	۰/۵	۰/۱۲۵	۰/۶۲	۰/۲۰
البرز	۰/۵۸	۰/۸۷۵	۰/۳۷۵	۰/۶۸	۰/۵۹
ایلام	۰/۴۴	۰/۳۷۵	۰/۱۲۵	۰/۶۸	۰/۳۴
بوشهر	۰/۴	۰/۸۷۵	۰/۱۲۵	۰/۸۷	۰/۴۴
تهران	۰/۰۷	۰/۹	۰/۱۵	۰/۷	۰/۲۸
چهارمحال و بختیاری	۰/۳۲	۰/۴	۰/۱	۰/۵۹	۰/۲۹
خراسان جنوبی	۰/۲۹	۰/۴۵	۰/۰۸	۰/۷۹	۰/۳۲
خراسان رضوی	۰/۱۲	۰/۶۲۵	۰/۱۲۵	۰/۷۷	۰/۲۹
خراسان شمالی	۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۱۲۵	۰/۷۸	۰/۲۳
خوزستان	۰/۵۴	۰/۸۷۵	۰/۳۷۵	۰/۸۲	۰/۶۱
زنجان	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۶۲۵	۰/۷	۰/۳۹
سمنان	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۱۲۵	۰/۷۶	۰/۱۸
سیستان و بلوچستان	۰/۴۱	۰/۵	۰/۰۵	۰/۷۷	۰/۲۹
فارس	۰/۳۱	۰/۳۷۵	۰/۱۲۵	۰/۶۸	۰/۳۱
قزوین	۰/۱	۰/۶۲۵	۰/۳۷۵	۰/۶۳	۰/۳۴
قم	۰/۰۵	۰/۹	۰/۲	۰/۸	۰/۲۹
کردستان	۰/۴۱	۰/۶۲۵	۰/۶۲۵	۰/۱۶	۰/۵۵
کرمان	۰/۲۵	۰/۵۵	۰/۰۵	۰/۷۹	۰/۲۷
کرمانشاه	۰/۵۳	۰/۶۲۵	۰/۶۲۵	۰/۵۸	۰/۵۸
کهگیلویه و بویراحمد	۰/۵۵	۰/۳۷۵	۰/۳۷۵	۰/۱۶	۰/۴۶
گلستان	۰/۵۵	۰/۳۷۵	۰/۳۷۵	۰/۱۶	۰/۴۶

ادامه جدول ۲- وضعیت کلی شاخص ترکیبی تنش آبی، سیل، خشکسالی و فرساینده‌گی باران در استان‌های کشور

استان	سیل	تنش آبی	فرساینده‌گی باران	خشکسالی	میانگین
گیلان	۰/۴	۰/۳۷۵	۰/۸۷۵	۰/۴۵	۰/۴۹
لرستان	۰/۵۱	۰/۶۲۵	۰/۳۷۵	۰/۶۱	۰/۵۱
مازندران	۰/۷۸	۰/۶۲۵	۰/۳۷۵	۰/۲۵	۰/۴۶
مرکزی	۰/۰۵	۰/۶۲۵	۰/۱۲۵	۰/۶۶	۰/۲۲
هرمزگان	۰/۸۴	۰/۳۷۵	۰/۱۲۵	۰/۵۵	۰/۳۸
همدان	۰/۱۹	۰/۶۲۵	۰/۱۲۵	۰/۵۱	۰/۲۹
یزد	۰/۱	۰/۳۷۵	۰/۱۲۵	۰/۸۲	۰/۲۴

### نتایج و بحث

تنش آبی، سیل، خشکسالی و فرساینده‌گی باران در استان‌های کشور را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به‌دست آمده از میانگین هندسی هر استان، می‌توان استنباط کرد که استان‌های خوزستان، البرز و کرمانشاه به‌ترتیب با ۰/۶۱، ۰/۵۹ و ۰/۵۸ دارای بالاترین میزان خطر از لحاظ شاخص‌های تنش آبی، سیل، خشکسالی و فرساینده‌گی باران هستند. همچنین، استان‌های کردستان و لرستان نیز در طبقه بیشتر از ۰/۵ و بعد از سه استان برشمرده بالا، از نظر شاخص‌های ترکیبی مزبور قرار می‌گیرند. در مجموع، با توجه به نتایج به‌دست آمده، مناطق جنوب غرب کشور به‌دلیل تطابق کمبود منابع آبی و همچنین، بالابودن شاخص فرساینده‌گی باران دارای حساسیت بیشتری نسبت به پدیده‌های طبیعی در حوزه‌های آبخیز هستند. بنابراین، از لحاظ مدیریت منابع خاک و آب نسبت به سایر مناطق کشور دارای اولویت بالاتری می‌باشند. لذا، شناخت بیشتر و بهتر در خصوص کمبود منابع آبی در این‌گونه مناطق حساس و همچنین، بهره‌گیری از روش‌های مدیریت خاک و آب برای کاهش اثرات فرساینده‌گی باران برای دستیابی به بوم‌سازگان پایدار بسیار حائز اهمیت است.

ایران با توجه به موقعیت خاص جغرافیایی دارای مشکلات فراوانی در زمینه دستیابی به منابع آب تجدیدپذیر است. همین مسأله، ضرورت مطالعات در خصوص منابع آب موجود و راه‌های مصرف آن را، بسیار مهم جلوه می‌دهد. از سوی دیگر، شرایط خاص اقلیمی کشور به‌نحوی است که در مناطقی که با بحران آب مواجه‌اند و جزء مناطق حساس از نظر دستیابی به منابع آبی هستند، نیز از لحاظ فرسایش ناشی از فرساینده‌گی باران نیز تحت تاثیر قرار دارند. با توجه به شکل ۱ که سرانه آب در هر استان را نشان می‌دهد، می‌توان دریافت که مناطقی که با بحران آب مواجه نیستند، بسیار محدود بوده در حالی که بیشتر مناطق کشور با کمبود مزمن منابع آب مواجه هستند. از طرفی، شکل ۲ اطلس سیل را نشان می‌دهد که با نگاه اجمالی به نقشه می‌توان دریافت که مناطق شمالی، جنوب و جنوب غربی، دارای پتانسیل تولید سیل بالاتری نسبت به سایر مناطق هستند. شکل ۳، پهنه‌بندی خشکسالی و شکل ۴ نقشه هم‌فرساینده‌گی ایران را نشان می‌دهد. با تلفیق این نقشه‌ها، نتایج جدول ۲ حاصل شد که وضعیت کلی شاخص ترکیبی

### منابع مورد استفاده

- Ahmadi, H., M. Javadi and A. Salavati. 2014. Zonation of rainfall erosivity strength; using Fournier method and some interpolation techniques, a case study of Ghazvin Province. *Journal of Natural Ecosystems of Iran*, 5(2): 1-14 (in Persian).
- Ardakanian, R. 2005. Overview of water management in Iran. In *Water conservation, reuse and recycling*, Proceeding of an Iranian American Workshop. Washington, DC: The National Academies Press, 153-177.
- Balali, M.R., J. Keulartz and M. Korthals. 2009. Reflexive water management in arid regions: the case of Iran. *Environmental Values*, 18(1): 91-112.
- Behesht Rad, M. 2014. Drought monitoring and forecasting in Kerman Province using DI index and zoning it is by geostatistical methods. *Journal of Zonal Planning*, 4(16): 149-158 (in Persian).

5. Behesht Rad, M., S. Feiznia, A. Salajegheh and H. Ahmadi. 2009. Evaluation of the efficiency of landslide risk zoning model of Confidence Factor (CF), case study of Moallem Kolayeh Watershed. *Journal of Physical Geography*, 2(5): 20-32 (in Persian).
6. Celine, H., R. Seager, R. Edward and J. Emile-Geay. 2013. North American droughts of the last millennium from a gridded network of tree-ring data. *Journal of Climate*, 31(15): 1353-1376.
7. Deihimfar, R., H. Eyni Nargeseh and M. Haghghat. 2016. Zoning of drought incident in Fars Province under climate change conditions using standardized precipitation index. *Agroecology Journal*, 7(4): 528-546 (in Persian).
8. Eimanifar, A. and F. Mohebbi. 2007. Urmia Lake (northwest Iran): a brief review. *Saline Systems*, 3(1): 1-5.
9. El-Ghonemy, A.M.K. 2012. Water desalination systems powered by renewable energy sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(3): 1537-1556.
10. Faramarzi, M., K.C. Abbaspour, R. Schulin and H. Yang. 2009. Modelling blue and green water resources availability in Iran. *Hydrological Processes*, 23(3): 486-501.
11. Foltz, R.C. 2002. Iran's water crisis: cultural, political and ethical dimensions. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 15(4): 357-380.
12. Ghafari, G., K. Soleymani and A. Mosaedi. 2007. Flood hazard zoning and damage assessment using HEC-GeoRAS, a case study: Babolrood River. *Iranian Journal of Natural Resources*, 60(2): 439-451 (in Persian).
13. Ghahraman, B. and H.R. Abkhazr. 2004. Improving the intensity-duration and frequency of rainfall in Iran. *Agricultural Science and Technology and Natural Resources*, 8(2): 1-14 (in Persian).
14. Ghanavati, E. 2014. Flood risk zonation for Karaj City using fuzzy logic. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 2(8): 113-131 (in Persian).
15. Ghorbanipour, D., M.K. Mirnia, S.H. Ahmadian and M. Dehghani. 2005. Investigation and estimation of rain erosion index using rainfall parameters, Babolsar Region. *National Conference on Erosion and Sedimentation*, 3(3): 46-53 (in Persian).
16. Gohari, A., S. Eslamian, A. Mirchi, J. Abedi-Koupaei, A.M. Bavani and K. Madani. 2013. Water transfer as a solution to water shortage: a fix that can backfire. *Journal of Hydrology*, 491: 23-39.
17. Gorjian, S. and B. Ghobadian. 2015. A sustainable solution to water crises in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48: 571-584.
18. Hassanzadeh, E., M. Zarghami, and Y. Hassanzadeh. 2012. Determining the main factors in declining the Urmia Lake level by using system dynamics modeling. *Water Resources Management*, 26(1): 129-145.
19. Kalogirou, S.A. 2005. Seawater desalination using renewable energy sources. *Progress in Energy and Combustion Science*, 31(3): 242-281.
20. Kaviani, A., Z. Jafarian, A. Jahanshahi and M. Golshan. 2016. Rainfall erosivity mapping in Kerman Province based on geostatistical methods. *Physical Geography Research Quarterly*, 48(95): 51-68 (in Persian).
21. Kheirizadeh Arough, M., J. Malaki and H. Amooniya. 2013. Flood hazard zonation using ANP model in the Mardugh Chay Drainage Basin. *Quantitative Geomorphological Researches*, 1(3): 39- 56 (in Persian).
22. Madani, K. 2014. Water management in Iran: what is causing the looming crisis. *Environment Study Sciences*, 4(4): 315-28.
23. Matkan, A.A., R. Darvishzadeh, A. Hosseiniasl, M. Ebrahimi Khusfid and Z. Ebrahimi Khusfie. 2012. Knowledge based drought risk zonation in arid regions using GIS, case study: Sheitoor, Yazd. *Journal of Climate Research*, 2(5): 103-116 (in Persian).
24. Mokhtari, H. 2013. Hydropolitics of Iran; geography of water crisis on the horizon of 1404. *Geopolitics*, 9(3): 49-83 (in Persian).
25. Moradi, H.R., M. Behzadfar and S.H.R. Sadeghi. 2007. An investigation of relationship between precipitation parameters and erosivity in Khuzestan, Iran. *The Scientific Journal of Agriculture (SJA)*, 4(29): 69-83 (in Persian).
26. Nikkami, D. and M.H. Mahdian. 2015. Rainfall erosivity mapping in Iran. *Journal of Watershed Engineering and Management*, 6(4): 364-376 (in Persian).
27. Nikkami, D., P. Razmjoo and F. Bayat Movahed. 2010. Investigating and introducing some new rainfall erosivity indexes. *Journal of Watershed Engineering and Management*, 2(2): 62-75 (in Persian).
28. Panahi, D. 2000. Water crises in Iran. *Entekhab (Morning Daily)*, 2: 333-335.
29. Parisay, Z., V. Sheikh, M. Ownegh and A. Bahremand. 2014. Flood hazard zonation by combining Mod-Clark and HEC-RAS models in Bustan Dam Basin, Golestan Province. *Journal of Water and Soil*, 28(4): 729-741 (in Persian).



30. Rezaei, M.M.H., M. Yasi, M.R. Nikjoo and M. Rahimi. 2018. Flood zonation and morphological analysis of Qaraso River using HEC-RAS hydrodynamic model (from Pirazmeyan Village to the confluence of Ahar-Chay River). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 7(25): 1-15 (in Persian).
31. Sadeghi, S.H.R. and Z. Hazbavi. 2015. Trend analysis of the rainfall erosivity index at different time scales in Iran. *Natural Hazards*, 77(1): 383-404.
32. Sadeghi, S.H.R., M. Moatamednia and M. Behzadfar. 2011. Spatial and temporal variations in the rainfall erosivity factor in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13: 451-464.
33. Sadeghi, S.H.R., M. Zabihi, M. Vafakhah and Z. Hazbavi. 2017. Spatiotemporal mapping of rainfall erosivity index for different return periods in Iran. *Natural Hazards*, 87(1): 35-56.
34. Salhvand, I. and M. Montazeri. 2013. Zoning drought index (SPI, PNI, DI, CZI, ZSI) and test sequences in Khuzestan Province in GIS environment. *Geographical Journal of Chashmandaz-e-Zagros*, 5(17): 35-52 (in Persian).
35. Seyf, A. 2006. On the importance of irrigation in Iranian agriculture. *Middle Eastern Studies*, 42(4): 659-673.
36. Seyf, A. 2009. Population and agricultural development in Iran, 1800–1906. *International Journal of Middle East Studies*. 47: 447–460.
37. Sheikhalishahi, N., A. Akbarjamali and M. Hasanzadeh Nafooti. 2016. Food mapping using hydraulic modeling of rivers, case study: Manshad Watershed, Yazd Province. *Geographic Space*, 16(53): 77-96 (in Persian).
38. Zabihi, M., S.H.R. Sadeghi and M. Vafakhah. 2016. Spatial analysis of rainfall erosivity index patterns at different time scales in Iran. *Journal of Watershed Engineering and Management*, 7(4): 442-457 (in Persian).
39. Zare, S., S. Soltani and M. Tazeh. 2017. Determining the best index of rain erosion in Fars Province and its zoning. *Geography and Development Iranian Journal*, 48: 231-244 (in Persian).