نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هشتم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰

صفحات ۱۵ – ۳۲

سطح‌بندی منطقه‌ای آسیب‌پذیری به خشکسالی در استان گلستان

نرگس کفایتی[1]؛ دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

خلیل قربانی؛ دانشیار،گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

غلامحسین عبدالله‌زاده؛ دانشیار، گروه ترویج و آموزش کشاورزی ، دانشکده مدیریت کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

دریافت مقاله : ۱۳۹۹/۱۰/۲۱ پذیرش نهایی:۱۴۰۰/۰۲/۲۶

چکیده

استان گلستان به عنوان یکی از قطب‌های مهم کشاورزی وابستگی زیادی به میزان بارش‌های سالانه دارد. در اثر نوسانات بارندگی و بروز خشک‌سالی در برخی مناطق استان، کاهش رطوبت خاک و هوا و در نتیجه کاهش تولیـد و عملکـرد محصولات کشاورزی اتفاق افتاده که موجب آسیب شدید به معیشت خانوارهای کشاورز شده است. بنابراین هدف تحقیق حاضر مقایسه آسیب‌پذیری به خشک‌سالی در بین شهرستان‌های استان گلستان به تفکیک سه مؤلفه (در معرض قرار گرفتن، حساسیت و سازگاری) است. نخست شاخص‌های مناسب برای سنجش آسیب‌پذیری به خشک‌سالی به تفکیک سه مؤلفه موردنظر شناسایی و داده‌های مربوط به شاخص‌ها جمع‌آوری شد. وزن شاخص‌ها از طریق مدل آنتروپی شانون استخراج و با روش تاپسیس شاخص ترکیبی به تفکیک سه مؤلفه آسیب‌پذیری تدوین شد. نتیجه نهایی شاخص ترکیبی با لایه‌های GIS شهرستان‌های استان گلستان تلفیق شد، و سطح آسیب‌پذیری شهرستان‌های به تفکیک مؤلفه‌های مورد نظر مشخص شد. نتایج نشان داد که در بعد در معرض قرار گرفتن بندرگز، بندرترکمن و آق‌قلا به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند و در معرض خشک‌سالی هستند. شهرستان‌های آزادشهر، گالیکش و بندرترکمن به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم بیش‌ترین میزان حساسیت به خشک‌سالی قرار دارند. شهرستان‌های گمیشان، گالیکش و مراوه‌تپه به ترتیب بیش‌ترین سازگاری را به خشک‌سالی دارند. در نهایت نتایج محاسبه شاخص آسیب‌پذیری کل نشان داد که شهرستان‌های مرواه‌تپه و بندرترکمن آسیب‌پذیرترین مناطق نسبت به خشک-سالی در استان گلستان محسوب می‌شوند.

واژه های کلیدی: خشکسالی، آسیب‌پذیری، در معرض بودن، حساسیت، سازگاری، سطح‌بندی منطقه‌ای.

۱ .نویسنده مسئول

Email: narges.kefayati@gmail.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

مقدمه

خشکسالی یکی از پدیده‌های طبیعی است که خسارت‌های زیادی را به زندگی انسان و اکوسیستم‌های طبیعی وارد می سازد (Piri et al, ۲۰۱۳). به طور کلی خشک سالی عبارت است از کمبود بارش باران نسبت به میزان نرمال یا آنچه انتظار می‌رود، زمانی که از یک فصل یا یک دوره‌ی زمانی طولانی‌تر بوده و برای رفع نیازها ناکافی باشد (Knutson, ۲۰۰۸). خشک‌سالی موجب وارد آمدن خسارات به بخش کشاورزی می‌شود. میزان آسیب‌پذیری بخش کشاورزی در هر منطقه به سه عامل میزان در معرض خشکسالی بودن، میزان حساسیت نسبت به خشکسالی و ظرفیت سازگاری با خشکسالی بستگی دارد (Prutsch et al, ۲۰۰۷). این آسیب‌ها اثرات منفی زیادی بر زندگی و معیشت کشاورزان می‌گذارد (پودینه و همکاران، ۱۳۹۶). لذا شناسایی مناطق آسیب‌پذیر و سنجش میزان آن با اهمیت تلقی می‌شود (Tatli and Turkes, ۲۰۱۱). مفهوم آسیب‌پذیری برای اولین بار از سوی اوکیف[۱] و همکاران وی (۱۹۷۶)، به کار گرفته شد. از جمله تعاریف آسیب‌پذیری که به‌طور گسترده‌ای به‌کار رفته، تعریف زیر است: آسیب‌پذیری به طور معمول نشان‌دهنده درجه‌ای از آسیب است که یک سیستم به دلیل مواجه‌شدن با خطر تجربه می‌کند (Adger, ۲۰۰٦). مدل شناخته شده و تائید شده برای ارزیابی آسیب‌پذیری توسط هیئت بین دولتی (IPCC) ارائه شده که این مدل، نتیجه عملکرد سه مؤلفه است. این سه مؤلفه عبارت‌اند از: در معرض خطر قرار گرفتن، حساسیت و ظرفیت سازگاری سیستم برای مقابله با خطر و یا کاهش خطر (Adger, ۲۰۰٦). در معرض قرار گرفتن، به مفهوم درجه، مدت، اندازه، بزرگی و وسعتی است که یک سیستم در تماس با خطر است (Kazmi rad and Handley, ۲۰۱۱). حساسیت عبارت از درجه‌ای که یک سیستم در معرض محرک‌های یک پدیده یا رویداد قرار می‌گیرد و به‌طور منفی یا مثبت، تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Aymone and Ringler, ۲۰۰۹). در این راستا در معرض قرار گرفتن و حساسیت، به خودی‌خود به هم مرتبط هستند و با یکدیگر از طریق تأثیرات بالقوه بر میزان و شدت آسیب‌پذیری تأثیر می‌گذارند (Aymone and Ringler, ۲۰۰۹). حساسیت یک سیستم با آسیب‌پذیری رابطه مستقیم دارد. ظرفیت سازگاری، ظرفیت سیستم برای کاهش اثرات ناشی از تنش و آشفتگی حاصل از آسیب‌پذیری است. ظرفیت سازگاری با آسیب‌پذیری رابطه معکوس دارد (Fussel , ۲۰۰۷). اندیشمندان زیادی بر اهمیت سنجش آسیب‌پذیری تاکید دارند و در این زمینه براساس اهداف خود، روش‌های زیادی را ارائه کرده‌اند (Brant , ۲۰۰۷). بسیاری از روش‌های مورد استفاده جهت ارزیابی آسیب‌پذیری از شاخص‌های متعدد برای توصیف و تحلیل آسیب‌پذیری بهره گرفته‌اند و اغلب با ترکیب شاخص‌های گوناگون، به ارائه یک شاخص واحد برای سنجش آسیب‌پذیری دست یافتند، که در این تحقیق نیز این رویکرد پیگیری می‌شود. با مرور مطالعات صورت گرفته، می‌توان استنباط نمود که توجه به کاهش آسیب‌پذیری در بخش کشاورزی یکی از بهترین شیوه‌های مدیریتی برای کاهش صدمات وارده بر کشاورزان است. تاثیرات مستقیم خشک‌سالی شامل کاهش سطح آب زیرزمینی، کاهش منابع آبی، کاهش تولید کشاورزی و بهره‌وری است (آشتاب و شریف زاده، ۱۳۹۵). بنابراین، ارزیابی آسیب پذیری به خشک‌سالی در ابعاد منطقه‌ای در استان گلستان مهم است. در ادامه به نتایج برخی تحقیقات انجام شده در زمینه آسیب‌پذیری خشک‌سالی اشاره می‌شود.

خلیلی و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهشی به مدیریت خشک‌سالی کشاورزی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی در شهرستان فردوس پرداختند. در این پژوهش از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی برای تعیین وزن

[۱] . Okeefe

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

شاخص‌ها و از روش تاپسیس فازی برای اولویت‌بندی اقدامات پاسخ‌گویی به مدیریت خشک‌سالی کشاورزی استفاده شده است. نتایج نشان داد که مهم‌ترین شاخص تبیین‌کننده برای مدیریت خشک‌سالی کشاورزی کاهش آب‌های سطحی و زیرزمینی برای استفاده در بخش کشاورزی و استفاده از آبیاری زیرسطحی بوده است. پارسامهر و خسروانی (۱۳۹۶)، در تحقیقی با استفاده از روش TOPSIS، خشک‌سالی مناطق خشک و نیمه‌خشک استان اصفهان تعیین و طبقه‌بندی شد. برای این منظور از چهار عنصر اقلیمی شامل دما، تعداد روز بارانی، بارندگی سالانه و درصد رطوبت نسبی مربوط به دوره آماری۲۰ ساله (۲۰۱۳-۱۹۹۴) پنج ایستگاه هواشناسی استفاده شد. نتایج نشان داد که در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه همبستگی بسیار قوی بین رتبه تعیین شده شدت خشکسالی الگوریتم TOPSIS با بارندگی سالیانه در مقایسه با دیگر شاخص‌ها وجود دارد، بنابراین اعتبار مدل مورد تایید است. به طور کلی نوسان‌های رطوبتی در سطح منطقه مورد مطالعه زیاد است. به بیان دیگر شدت خشکسالی از ایستگاهی به ایستگاه دیگر و از سالی به سال دیگر متغیر است. به طوری که نایین با ۱۳ سال بیش‌ترین و اصفهان با ۷ سال کم‌ترین تعداد سال همراه با خشک‌سالی را داشتند. در پایان بیان کردند که االگوریتم تاپسیس یکی از روش‌های توانمند در تعیین و رتبه‌بندی خشک‌سالی است. اکرامی و همکاران (۱۳۹۴)، در پژوهشی به ارزیابی آسیب‌پذیری خشک‌سالی در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک به کمک GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در شهرستان تفت در استان یزد پرداختند. ابتدا پارامترها و فاکتورهای موثر بر آسیب‌پذیری خشک‌سالی کشاورزی شناسایی و انتخاب گردید. پس از شناسایی و انتخاب این فاکتورها، داده‌های اولیه تهیه شده، در محیط GIS تبدیل به لایه‌های اطلاعاتی شده و در نهایت نقشه‌های آسیب‌پذیری ایجاد شده، به لحاظ اهمیت آن‌ها در آسیب‌پذیری خشک‌سالی، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) وزن-دهی شد و در نهایت نقشه نهایی آسیب‌پذیری ناشی از خشک‌سالی کشاورزی شهرستان تفت تهیه شد. نتایج نشان داد که برخی از مناطق زراعی و باغی نسبت به دیگر مناطق، دارای آسیب‌پذیری بیش‌تری می‌باشد و برخی دیگر از مناطق، دارای آسیب‌پذیری متوسط و به نسبت کم‌تری می‌باشد.

محمدخانی و جمالی (۱۳۹۴)، در پژوهشی به ارزیابی میزان آسیب‌پذیری ایران در مواجه با تغییر اقلیم در مقیاس استانی پرداختند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استان‌های همدان و البرز بیش‌ترین میزان آسیب‌پذیری و به‌تبع آن کم‌ترین قدرت سازگاری با تغییرات اقلیمی را نسبت به سایر استان‌ها دارا هستند. از سوی دیگر، استان‌های خوزستان و تهران به دلیل منابع آب غنی، نرخ باسوادی و صنعت پیشرفته‌تر از تولید ناخالص داخلی، کم‌ترین میزان آسیب‌پذیری نسبی را دارند. یگانگی دستگردی و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهشی به ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری بخش کشاورزی نسبت به خشک‌سالی در چهارمحال و بختیاری پرداختند. در این مطالعه، از مدل بهاتاچاریا و داس برای ارزیابی استفاده شد و از ۱۶ نفر از نخبگان خواسته شد که به کمک روش تحلیل سلسله مراتبی، وزن شاخص‌های مورد استفاده در مدل را تعیین کنند. سپس با توجه به وزن‌های تعیین شده، نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری تهیه شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که تفاوتی ۳/۵ برابری بین در معرض بودن پهنه‌های مختلف وجود دارد. هم‌چنین تفاوتی ۳/۷ برابری در پهنه‌هایی که بیش‌ترین حساسیت را دارند نسبت به پهنه‌هایی که کم‌ترین حساسیت را دارند، مشاهده شد. میزان ظرفیت سازگاری نیز تفاوتی ۲/۶ برابری را در پهنه‌های با حداکثر و حداقل ظرفیت سازگاری نشان می‌دهد. دنگی و همکاران (۲۰۱۸) ، در پژوهشی به ارزیابی خشک‌سالی کشاورزی بر اساس یک شاخص جامع بهینه در چین پرداختند. چهار شاخص مهم در تبیین خشک‌سالی کشاورزی، ظرفیت ذخیره‌سازی آب در خاک، انحراف بارش از روند استاندارد،

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

رطوبت خاک و درآمد سالانه کشاورزان شناسایی شده‌اند. با اندازه‌گیری این شاخص‌ها، مناطق مختلفی در کشور چین از لحاظ خشک‌سالی کشاورزی بررسی و سیاست‌های مناسب به منظور بهبود شرایط پیشنهاد شدند (Deng et al, ۲۰۱۸). آلناید و همکاران (۲۰۱۸)، در مطالعه‌ای به بررسی آسیب‌پذیری خشک‌سالی در جوامع کشاورزی در شرق سودان پرداختند. در این مطالعه از طریق پرسشنامه‌ها در بین کشاورزان و گزارشی که از وزارت زراعت و جنگل‌ها تهیه‌شده شاخص‌های سه مؤلفه (در معرض قرار گرفتن، حساسیت و سازگاری) آسیب‌پذیری تهیه شده و با ترکیب این سه مؤلفه آسیب‌پذیری کل به دست آمد. نتایج نشان داد که نواحی آلفا، آلفوشقا و آلجادوف بیش‌ترین حساسیت به خشک‌سالی دارند. این ناشی از داشتن جمعیت بالای بدون زمین، تنوع پایین محصولات، وابستگی زیاد به کشاورزی به‌عنوان منبع درآمد اولیه و پایین بودن بیمه کشاورزی است (Alneied et al, ۲۰۱۸).

جیانشنگ و همکاران (۲۰۱۷)، در تحقیقی به ارزیابی آسیب‌پذیری خشک‌سالی کشاورزی با استفاده از مدل VSD در استان یونان چین پرداختند. جهت ارزیابی آسیب‌پذیری ۱۲ شاخص در سه بعد در معرض قرار گرفتن، حساسیت و ظرفیت سازگاری استفاده شد. جهت ایجاد وزن و محاسبه شاخص ترکیبی از روش آنتروپی و روش سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. نتایج نشان داد که، میزان آسیب‌پذیری در نواحی شرقی و غربی زیاد بوده و در وسط استان کم است و بیش‌تر مناطق آسیب‌پذیر در نقاط دور افتاده متمرکز شده است. شاخص‌هایی مانند تراکم جمعیت، سطح آبیاری، میانگین بارندگی سالانه، نسبت سطح زیر کشت و مشکل تأمین آب مهم‌ترین عامل موثر بود. این بدان معنی است که بین آسیب‌پذیری خشک‌سالی کشاورزی و شهرنشینی ارتباط عمیقی وجود دارد (Jiannsheng et al, ۲۰۱۷). وی و همکاران (۲۰۱۶) ، در پژوهشی به ارزیابی آسیب‌پذیری خشک‌سالی با استفاده از بهبود مدل فریدمن در دشت سانجیانگ پرداختند. مدل بهبود یافته برای ارزیابی آسیب‌پذیری خشک‌سالی کشاورزی ۱۸ شهرستان واقع در دشت سانجیانگ به مدت ۴ سال (۲۰۰۴ ، ۲۰۰۷ ، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۳) استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری کلی خشک‌سالی کشاورزی در دشت سانجیانگ یک روند نزولی دارد. دلیل اصلی این نتیجه کاهش حساسیت منطقه‌ای و افزایش مقاومت به خشکی در هر سال است. توسعه اقتصادی روند شهرنشینی را سرعت می‌بخشد، هر ساله جمعیت کشاورزی کاهش یافته و نسبت تولید ناخالص داخلی کشاورزی و افزایش شاخص آبیاری، سرانه تولید ناخالص داخلی، درآمد خالص سرانه روستایی افزایش یافته است. این تحولات حساسیت سیستم کشاورزی را کاهش می‌دهد، ظرفیت سازگاری را بهبود می‌بخشد و آسیب‌پذیری را کاهش می‌دهد(Wei et al, ۲۰۱٦).

مورتی و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی به تجزیه و تحلیل آسیب‌پذیری خشک‌سالی کشاورزی در سه سطح در معرض قرار گرفتن، حساسیت و ظرفیت سازگاری در ایالت آندرا پرادرش هند پرداختند. شاخص‌های استفاده شده شامل داده‌های مربوط به آب و هوا، خاک، محصول و زمین کشاورزی می‌باشد. داده‌ها نرمال‌سازی و وزن‌دهی شده و شاخص ترکیبی ایجاد شد. ایالت به ۵ طبقه آسیب‌پذیری تقسیم‌بندی شد، که شامل کم‌تر آسیب‌پذیر، نسبتا آسیب-پذیر، آسیب‌پذیر، بسیار آسیب‌پذیر و آسیب‌پذیری خیلی زیاد است. نتایج نشان داد که ۵۵٪ زمین کشاورزی آبی و ۶۵٪ زمین زراعی دیم در طبقه بسیار آسیب‌پذیر قرار دارند (Murthy et al, ۲۰۱۵). شیائوکان و همکاران (۲۰۱۳)، در پژوهشی با عنوان ارزیابی آسیب‌پذیری خشک‌سالی بر اساس سه مؤلفه در معرض قرار گرفتن، حساسیت و ظرفیت سازگاری در چین، چارچوب اثرات مثبت در سیستم‌های طبیعی را به‌عنوان یک معیار ارزیابی بررسی کردند. نتایج

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

نشان داد که ظرفیت سازگاری تأثیر منفی و حساسیت و در معرض قرار گرفتن تأثیر مثبت بر آسیب‌پذیری منطقه‌ای دارد(Xiaoqian et al, ۲۰۱۳).

گویکین و همکاران (۲۰۱۲)، در تحقیقی به تجزیه و تحلیل آسیب‌پذیری خشک‌سالی کشاورزی با استفاده از روش GRA در چین پرداختند. فاکتورهای موثر بر آسیب‌پذیری خشک‌سالی کشاورزی شناسایی شده و به شاخص کمی تبدیل شدند. سپس داده‌های جمع‌آوری شده استاندارد شده و وزن نسبی آن‌ها تعیین شد. در نهایت شاخص آسیب-پذیری خشک‌سالی کشاورزی در ۳۱ استان و در شهر چین در سال ۲۰۰۹ با استفاده از روش GRA محاسبه شد. نتایج نشان داد که آسیب‌پذیری در برابر خشک‌سالی کشاورزی در سواحل جنوب شرقی چین با بارش و آبیاری بیش‌تر، کم‌تر از نواحی مرکزی است. بیش‌تر نواحی آسیب‌پذیر در نواحی غربی با بارش و آبیاری کم‌تری قرار دارند (Guiqin et al, ۲۰۱۲). روشن و همکاران (۲۰۱۲)، در پژوهشی به تعیین و رتبه‌بندی خشک‌سالی با استفاده از روش تاپسیس در شیراز پرداختند. بدین منظور با استفاده از ۵ شاخص از جمله دما، باد، روزهای بارش، بارندگی سالانه و شاخص غلظت بارش خشک‌سالی را در ایستگاه شیراز با دوره آماری ۲۰ سال (۱۹۸۳-۲۰۰۳) تعیین و رتبه‌بندی شده است. نتایج نشان داد که الگوریتم تاپسیس نسبت به شاخص‌های ساده خشک‌سالی که فقط از یک یا دو متغیر استفاده می‌کنند، برتری دارد(Roshan et al, ۲۰۱۲).

بررسی مطالعات پیشین بیانگر تنوع شاخص‌های و روش‌های استفاده شده برای سنجش آسیب‌پذیری است که بیانگر اهمیت موضوع است. نهادهای مسئول مدیریت کشاورزی تنها زمانی می‌توانند خشک‌سالی را به شکلی صحیح مدیریت نمایند که ابزاری مناسب برای سنجش آسیب‌پذیری بخش کشاورزی نسبت به خشک‌سالی در اختیار داشته باشند (یگانگی دستگردی و همکاران، ۱۳۹۷). لذا، اولین گام در مطالعات خشک‌سالی شناسایی مناطق آسیب‌پذیر و سنجش آسیب‌پذیری مناطق می‌باشد (آشتاب و شریف زاده، ۱۳۹۵). سنجش آسیب‌پذیری در ابعاد جغرافیایی و سنجش شاخص‌ها به تفکیک مولفه‌های آسیب‌پذیری اصلی کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. بر این مبنا، پژوهش حاضر با روش علمی و با ترکیب سه مؤلفه ذکرشده آسیب‌پذیری به خشک‌سالی در گلستان را بررسی کرده است و وضعیت در معرض قرار گرفتن، سطح حساسیت و سطح ظرفیت سازگاری به خشک‌سالی در بین شهرستان‌های استان گلستان را با هم مقایسه کرده است.

داده‌ها و روش کار

الف)منطقه مورد مطالعه

استان گلستان حدود ۲۰۴۳۸ کیلومترمربع مساحت دارد که حدود ۱/۳ درصد از مساحت کشور و ۱۱/۷ درصد از مساحت حوضه دریای خزر را به خود اختصاص می‌دهد. این استان در مختصات بین ۵۴ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و ۳۶ درجه ۴۵ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. از شمال به ترکمنستان، از جنوب به استان سمنان، از شرق به استان خراسان شمالی و از غرب به دریای خزر و استان مازندران محدود می‌شود. استان گلستان دارای اقلیم مدیترانه‌ای و بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه دارای اقلیم نیمه‌مرطوب معتدل است. میزان بارندگی سالاته در نقاط مختلف استان بین ۱۹۲ تا ۹۶۲ میلی‌متر در نوسان می‌باشد و میانگین آن در سطح استان ۵۳۰ میلی‌متر است. میانگین رطوبت نسبی سالانه در گرگان ۷۱ درصد برآورد شده است. مجموع ساعات آفتابی گرگان ۲۲۱۸ ساعت است که نشان دهندهٔ ابرناکی زیاد آسمان است (عالیشاه، ۱۳۹۴). آب و هوای استان را می‌توان با توجه به

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

خصوصیات دما و بارش به سه نوع معتدل خزری مرطوب، کوهستانی (معتدل و سرد) و نیمه‌خشک (نیمه بیابانی) تقسیم کرد. به خاطر موقعیت جغرافیایی و همجواری با دریای خزر و ارتفاعات شمالی سسله جبال البرز، این استان یکی از مناطق حاصلخیز و قطب مهم کشاورزی محسوب می‌شود(روشنی و قرنجیکی، ۱۳۹۳).

ب) روش کار

در مطالعه حاضر، نخست با مرور منابع، شاخص‌های مؤثر بر آسیب‌پذیری خشک‌سالی به تفکیک سه مؤلفه مورد نظر شناسایی و با قضاوت کارشناسان (اعضای هیات علمی گروه‌های مهندسی آب، زراعت و اصلاح نباتات، ترویج و آموزش کشاورزی و اقتصاد کشاورزی و کارشناسان شرکت مهندسین فعال در زمینه آب) ۵۵ شاخص مناسب در سه بعد اصلی آسیب‌پذیری یعنی الف) در معرض قرار گرفتن (۱۴ شاخص)، ب) حساسیت (۲۶ شاخص) و ج) سازگاری (۱۷ شاخص) تدوین و انتخاب گردید. سپس داده‌های مربوط به شاخص‌ها جمع‌آوری شد (مطابق جداول ۱، ۲ و ۳). منبع داده‌های جمع‌آوری شده ایستگاه هواشناسی، شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان، پایگاه اطلاعاتی مرکز آمار ایران، سالنامه آمارهای جمعیتی، آمارنامه جهاد کشاورزی، برای سال ۱۳۹۷ است. سپس از مدل آنتروپی شانون در جهت وزن‌دهی شاخص‌ها استفاده شده است و با به کارگیری مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه TOPSIS به رتبه‌بندی شهرستان‌های استان، به تفکیک سه مؤلفه پرداخته شده است. نتیجه نهایی رتبه‌بندی شهرستان‌ها به تفکیک سه مؤلفه آسیب‌پذیری، با لایه‌های GIS شهرستان‌های استان گلستان تلفیق شده؛ و سطح آسیب‌پذیری شهرستان‌ها به تفکیک سه مولفه به سه طبقه، کلاس‌بندی شد. جهت کلاس‌بندی مولفه‌های سه‌گانه آسیب‌پذیری، در نرم افزار Arc GIS، می‌بایست در سربرگ Symbology از ابزار Quantities، استفاده شده و در کادر Value، نقشه بر اساس مقدار رتبه‌بندی تغییر رنگ داده و کلاس‌بندی شده است. در نهایت شاخص ترکیبی آسیب‌پذیری به خشک‌سالی شهرستان‌های استان برحسب شاخص آسیب‌پذیری کل تدوین شد .آسیب‌پذیری طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود (Panda, ۲۰۱٦).

$$\text{آسیب پذیری} = \left(\text{سازگاری} - \text{معرض در بودن}\right) * \text{حساسیت}$$

جدول ۱. شاخص های مربوط به بعد معرض قرار گرفتن

شاخص	واحد اندازه گیری	منبع دریافتی آمار	تعریف شاخص	وزن آنتروپی شانون
اختلاف دمای حداقل و حداکثر	درجه سانتی گراد	اداره هواشناسی استان گلستان	میانگین اختلاف دمای حداقل و حداکثر	۰/۰۲۴۵
میزان بارش	میلی متر	اداره هواشناسی استان گلستان	میانگین بارش در منطقه	۰/۰۲۵۹
سرعت باد	متر بر ثانیه	اداره هواشناسی استان گلستان	میانگین سرعت باد در منطقه	۰/۰۴۶۶
ساعت آفتابی	ساعت	اداره هواشناسی استان گلستان	میانگین ساعت آفتابی در منطقه	۰/۰۰۱۶
درصد رطوبت نسبی در منطقه	درصد	اداره هواشناسی استان گلستان	میانگین رطوبت نسبی در منطقه	۰/۰۰۳۴
درصد شیب زمین کشاورزی	درصد	اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان	تعیین از روی dem منطقه	۰/۱۸۰۷
شاخص خشکی گندم	-	اداره هواشناسی و شرکت آب منطقه ای استان گلستان	نسبت مجموع آب تخصیص داده شده و بارندگی به نیاز آبیاری گندم	۰/۱۵۳۹
شاخص خشکی ذرت	-	اداره هواشناسی و شرکت آب منطقه ای استان گلستان	نسبت مجموع آب تخصیص داده شده و بارندگی به نیاز آبیاری ذرت	۰/۱۳۴۶
شاخص خشکی برنج	-	اداره هواشناسی و شرکت آب منطقه ای استان گلستان	نسبت مجموع آب تخصیص داده شده و بارندگی به نیاز آبیاری برنج	۰/۰۸۵۱
شاخص خشکی پنبه	-	اداره هواشناسی و شرکت آب منطقه ای استان گلستان	نسبت مجموع آب تخصیص داده شده و بارندگی به نیاز آبیاری پنبه	۰/۰۹۹۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

درصد سطح کشت کل محصولات	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت سطح کشت شده به کل سطح	۰/۰۰۱۰
درصد سطح پوشش گیاهی	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت سطح جنگل و مراتع به کل سطح منطقه	۰/۱۱۸۶
درصد ظرفیت آب قابل استفاده	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	از روی نوع خاک منطقه	۰/۰۰۰۴
درصد میزان آب ذخیره در منطقه	درصد	شرکت آب منطقه ای استان گلستان	نسبت مجموع آب تخصیص داده شده و بارندگی در هر منطقه به کل میزان آب در استان	۰/۱۲۳۸

جدول ۲. شاخص های مربوط به بعد حساسیت

شاخص	واحد اندازه گیری	منبع آمار	تعریف شاخص	وزن آنتروپی شانون
وسعت اراضی	کیلومترمربع	مرکز آمار ایران	میانگین وسعت اراضی در هر منطقه	۰/۰۵۵۷۵
درصد سطح زمین کشت نشده ناشی از کمبود آب	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت سطح زمین کشت نشده به کل سطح	۰/۱۶۵۵۶
تنوع محصولات	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت سطح زیر کشت محصولات غالب منقه به کل سطح کشت شده	۰/۰۱۲۷۹
درصد کود مصرفی	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت مصرف کود شیمیایی در منطقه به کل مصرف کود شیمیایی در استان	۰/۰۵۸۷۶
درصد محصولات با مقدار آب کمتر	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت سطح زیرکشت گیاهان مقاوم به کل سطح کشت شده	۰/۰۵۱۴۰
درصد سطح زیر کشت دیم	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت سطح زیر کشت دیم به کل سطح کشت شده	۰/۰۱۵۳۰
درصد سطح زیرکشت آبی	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت سطح زیر کشت آبی به کل سطح کشت شده	۰/۰۴۶۹۱
درصد دسترسی به منابع آب	درصد	شرکت آب منطقه ای استان گلستان	نسبت تعداد منابع آب سطحی و زیرزمینی به کل منابع آبی	۰/۰۸۷۹۹
درصد اراضی آبیاری غرقابی	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت اراضی آبیاری غرقابی به کل اراضی	۰/۰۰۲۰۸
درصد اراضی آبیاری تحت فشار	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت اراضی آبیاری تحت فشار به کل اراضی	۰/۱۴۳۶۱
درصد کشت مکانیزه	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت سطح کشت مکانیزه به سطح کل کشت	۰/۰۳۳۲۱
درصد کشت سنتی	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت سطح کشت سنتی به سطح کل کشت	۰/۰۳۱۰۸
درصد کشت محصول بهاره به جای پاییزه	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت سطح زیر کشت برنج به سطح کل کشت	۰/۰۵۷۸۷
دور آبیاری گندم	روز	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	فاصله بین دو آبیاری	۰/۰۰۰۶۰
دور آبیاری پنبه	روز	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	فاصله بین دو آبیاری	۰/۰۰۱۵۱
دور آبیاری برنج	روز	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	فاصله بین دو آبیاری	۰/۰۱۰۰۰
دور آبیاری ذرت	روز	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	فاصله بین دو آبیاری	۰/۰۰۲۶۰
عملکرد گندم	کیلوگرم در هکتار	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت میزان وزن تولید شده گندم به سطح زیرکشت گندم	۰/۰۰۳۲۳
عملکرد ذرت	کیلوگرم در هکتار	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت میزان وزن تولید شده ذرت به سطح زیرکشت ذرت	۰/۰۰۱۰۹
عملکرد پنبه	کیلوگرم در هکتار	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت میزان وزن تولید شده پنبه به سطح زیرکشت پنبه	۰/۰۰۲۸۹
عملکرد برنج	کیلوگرم در هکتار	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت میزان وزن تولید شده برنج به سطح زیرکشت برنج	۰/۰۰۰۹۱
کارایی مصرف آب گندم	کیلوگرم	سازمان جهاد کشاورزی و	نسبت عملکرد گندم به نیاز آبیاری گندم	۰/۰۱۲۸۳

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

	درمترمکعب	اداره هواشناسی استان گلستان		
کارایی مصرف آب پنبه	کیلوگرم درمترمکعب	سازمان جهاد کشاورزی و اداره هواشناسی استان گلستان	نسبت عملکرد پنبه به نیاز آبیاری پنبه	۰/۰۰۳۷۱
کارایی مصرف آب ذرت	کیلوگرم درمترمکعب	سازمان جهاد کشاورزی و اداره هواشناسی استان گلستان	نسبت عملکرد ذرت به نیاز آبیاری ذرت	۰/۰۰۴۱۸
کارایی مصرف آب برنج	کیلوگرم درمترمکعب	سازمان جهاد کشاورزی و اداره هواشناسی استان گلستان	نسبت عملکرد برنج به نیاز آبیاری برنج	۰/۰۰۱۳۱
شاخص آبیاری	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت سطح آبیاری شده به سطح زیرکشت	۰/۱۹۲۹۲

جدول ۳. شاخص های مربوط به بعد سازگاری

شاخص	واحد اندازه گیری	منبع آمار	تعریف شاخص	وزن آنتروپی شانون
درآمد حاصل از کشاورزی	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت درآمد حاصل از کشاورزی به کل درآمد	۰/۰۴۰۸۲
درآمد حاصل از غیرکشاورزی	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت درآمد حاصل از غیرکشاورزی به کل درآمد	۰/۰۲۸۴۷
درصد افراد زمین دار	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت تعداد افراد زمین دار به کل افراد	۰/۰۴۲۴۶
درصد افراد بدون زمین	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت تعداد افراد بدون زمین به کل افراد	۰/۰۲۳۶۵
درصد پس انداز	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت متوسط تفاوت درآمد از هزینه به کل درآمد * جمعیت هر منطقه	۰/۲۰۲۴۵
درصد افراد زیر ۲ هکتار	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت مساحت زمین های زیر ۲هکتار در هر منطقه به مساحت کل	۰/۱۴۹۴۹
تراکم جمعیت	نفر بر کیلومترمربع	مرکز آمار ایران	نسبت جمعیت هر منطقه به مساحت کل منطقه	۰/۱۳۴۷۴
نرخ باسوادی	درصد	مرکز آمار ایران	میانگین نرخ باسوادی	۰/۰۰۰۱۹
جمعیت بالای ۶۵ سال	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت جمعیت بالای ۶۰ سال به کل جمعیت	۰/۰۷۹۱۶
درصد سطح تحصیلات سرپرست	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت جمعیت باسواد سرپرست به جمعیت کل سرپرستان	۰/۰۰۰۵۷
درصد سواد جمعیت بالای ۶ سال	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت جمعیت با سواد بالای ۶ سال به کل جمعیت بالای ۶ سال	۰/۰۰۰۳۶
درصد سواد زنان	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت جمعیت زنان باسواد به جمعیت کل زنان	۰/۰۰۰۱۹۳
درصد منابع در آمدی	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت تعداد منابع درآمدی در هر منطقه به کل منابع درآمدی در استان	۰/۰۶۷۶۶
درصد دسترسی به تسهیلات بیمه محصولات کشاورزی	درصد	صندوق توسعه بیمه کشاورزی	نسبت محصولات بیمه شده در هر منطقه به کل محصولات کشت شده در منطقه	۰/۰۵۲۱۴
دسترسی به خدمات ترویج کشاورزی	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت تعداد خدمات ترویجی ارائه شده در منطقه به کل خدمات ارائه شده در استان	۰/۰۳۷۱۶
درصد دسترسی به ادوات کشاورزی	درصد	سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان	نسبت تعداد ادوات کشاورزی در منطقه به تعداد کل ادوات در استان	۰/۱۰۸۹۶
درصد جمعیت روستایی	درصد	مرکز آمار ایران	نسبت جمعیت روستا به کل جمعیت	۰/۰۲۹۷۹

جهت تعیین نیاز آبیاری گیاهان از نرم‌افزار کراپ‌وات استفاده شده است. نرم افزار کراپ‌وات برای به دست آوردن نیاز آبی گیاه به روش پنمن مانتیس طراحی شده است. ضریب گیاهی (kc) ضریبی است که تبخیر-تعرق سطح مرجع را برای محاسبه تبخیر- تعرق زراعی یا باغی اصلاح می‌کند. در تمام روش‌هایی که در آن‌ها ET. یا تبخیر- تعرق گیاه مرجع محاسبه می‌شود، برای این‌که بتوان نتایج حاصله را به سطوح پوشش گیاهی مورد نظر تعمیم داد، باید مقادیر به دست آمده را در ضریب گیاهی ضرب کرد. این ضریب بستگی به عواملی مانند نوع گیاه، مرحله رشد و شرایط آب و هوایی دارد (علیزاده و کمالی، ۱۳۸۶). در این تحقیق اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک استان گلستان برای

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۷ از سازمان هواشناسی استان گلستان دریافت شد. تبخیر-تعرق گیاه مرجع بر اساس روش پنمن-مانتیث و مقدار بارندگی مؤثر بر اساس روش Percentage Fixed (در این روش درصد ثابتی از کل بارش را بارش موثر در نظر می‌گیرد که ما در این‌جا از ۸۰ ٪ استفاده کردیم) با مدل کراپ‌وات برآورد شد. اطلاعات مربوط به تاریخ شروع و خاتمه و زمان فصل رشد، طول مراحل چهارگانه فصل رشد و ضرایب گیاهی برای گیاهان مختلف که در اینجا از ضرایب پیش فرض و استاندارد FAO استخراج شد و سپس با وارد نمودن ضرایب گیاهی پیش فرض و استاندارد FAO، نیاز آبی و نیاز آبیاری آن برآورد شد. اغلب روش‌های مورد استفاده برای سنجش آسیب‌پذیری بخش کشاورزی، به تمامی شاخص‌های به کار رفته وزن یکسان داده‌اند. به نظر می‌رسد که با توجه به تفاوت‌های محیطی و اقلیمی در مناطق مختلف، یکسان فرض کردن وزن تمامی شاخص‌ها می‌تواند خروجی مدل را تحت تاثیر قرار دهد.

شرح و تفسیر نتایج

- **محاسبه وزن‌ها**

نتایج مربوط به وزن نهایی شاخص‌های ۱۴ گانه بعد در معرض قرار گرفتن که بر اساس روش آنتروپی شانون به دست آمده در جدول (۱) ارائه شده است. چنان‌که مشاهده می‌شود بیش‌ترین وزن به ترتیب به شاخص شیب زمین کشاورزی با وزن ۰/۱۸۰۷، شاخص خشکی گندم با وزن ۰/۱۵۳۹، شاخص خشکی ذرت با وزن ۰/۱۳۴۶ و شاخص میزان آب ذخیره در منطقه با وزن ۰/۱۲۳۸ اختصاص یافته است. هم‌چنین شاخص درصد پوشش گیاهی با وزن ۰/۱۱۸۶در مرحله بعدی اهمیت قرار دارند. نتایج مربوط به وزن نهایی شاخص‌های ۲۶ گانه در بعد حساسیت که بر اساس روش آنتروپی شانون به دست آمده در جدول (۲) ارائه شده است. چنان‌که مشاهده می‌شود بیش‌ترین وزن به ترتیب به شاخص آبیاری، با وزن ۰/۱۹۲۹، شاخص درصد سطح زمین کشت نشده ناشی از کمبود آب با وزن ۰/۱۶۵۵ و شاخص درصد اراضی آبیاری تحت فشار با وزن ۰/۱۴۳۶ اختصاص یافته است. نتایج مربوط به وزن نهایی شاخص‌های ۱۷ گانه در بعد سازگاری که بر اساس روش آنتروپی به دست آمده در جدول (۳) ارائه شده است. چنان‌که مشاهده می‌شود بیش‌ترین وزن به ترتیب به شاخص درصد پس انداز با وزن ۰/۲۰۲۴، شاخص درصد افراد زیر ۲ هکتار با وزن ۰/۱۴۹۴، شاخص تراکم جمعیت با وزن ۰/۱۳۴۷ و شاخص میزان دسترسی به ادوات کشاورزی با وزن ۰/۱۰۸۹اختصاص یافته است.

- **رتبه‌بندی مولفه‌های آسیب‌پذیری**

جدول (۴) نتایج رتبه‌بندی شهرستان‌ها در سه بعد بیان شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود، در بعد اول آسیب‌پذیری شهرستان‌های بندرگز، بندرترکمن و گمیشان به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند و در معرض خشک‌سالی هستند. از منظر حساسیت، شهرستان‌های آزادشهر، گالیکش و بندرترکمن به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند و بیش‌ترین میزان حساسیت را به خشک‌سالی دارند. از نظر سازگاری نیز شهرستان‌های گمیشان، گالیکش و مراوه‌تپه به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند و بیش‌ترین سازگاری را به خشک‌سالی دارند. از طرفی شهرستان‌های مراوه‌تپه، بندرترکمن، به ترتیب در رتبه‌های اول و دوم قرار دارند و آسیب پذیری بیش‌تری نسبت به خشک‌سالی دارند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

جدول ۴. رتبه‌بندی شهرستان‌ها در سه بعد (در معرض قرار گرفتن، حساسیت و سازگاری) و آسیب پذیری نسبت به خشک‌سالی

	بعد در معرض قرار گرفتن		بعد حساسیت		بعد سازگاری		آسیب‌پذیری کل	
نام شهرستان	ضریب نهایی تاپسیس	رتبه	ضریب نهایی تاپسیس	رتبه	ضریب نهایی تاپسیس	رتبه	ضریب نهایی تاپسیس	رتبه
آزادشهر	۰/۵۳۱	۱۰	۰/۸۷۴	۱	۰/۷۷۶	۹	۰/۲۱۳	۸
آق قلا	۰/۶۹۸	۴	۰/۵۴۲	۱۳	۰/۸۶۲	۶	۰/۰۸۹	۱۲
بندرگز	۰/۸۰۸	۱	۰/۷۶۳	۸	۰/۴۷۳	۱۲	۰/۲۵۵	۶
ترکمن	۰/۷۷۲	۲	۰/۸۴۵	۳	۰/۱۰۲	۱۳	۰/۵۶۶	۲
رامیان	۰/۶۶۹	۶	۰/۸۱۵	۶	۰/۷۷۷	۸	۰/۰۸۸	۱۳
علی آباد	۰/۴	۱۲	۰/۷۶۷	۷	۰/۷۴۴	۱۱	۰/۲۶۴	۵
کردکوی	۰/۴۳۶	۱۱	۰/۸۳۵	۵	۰/۸۵۵	۷	۰/۳۴۹	۴
کلاله	۰/۵۶۴	۹	۰/۷۱۷	۱۰	۰/۸۷۷	۵	۰/۲۲۵	۷
گالیکش	۰/۶۷۶	۵	۰/۸۶۰	۲	۰/۸۹۴	۲	۰/۱۸۷	۹
گرگان	۰/۵۸۲	۸	۰/۶۷۳	۱۱	۰/۰۳۷	۱۴	۰/۳۶۷	۳
گمیشان	۰/۷۲۳	۳	۰/۵۸۰	۱۲	۰/۹۰۸	۱	۰/۱۰۷	۱۱
گنبد	۰/۳۴۹	۱۳	۰/۱۴۵	۱۴	۰/۸۸۰	۴	۰/۰۷۷	۱۴
مراوه تپه	۰/۰۹۵	۱۴	۰/۷۲۸	۹	۰/۸۸۷	۳	۰/۵۷۶	۱
مینودشت	۰/۶۲۳	۷	۰/۸۳۹	۴	۰/۷۷۱	۱۰	۰/۱۲۴	۱۰

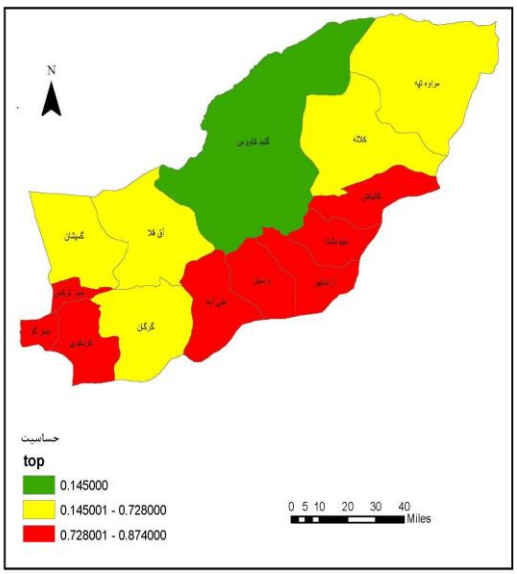
- **سطح‌بندی مولفه‌های آسیب‌پذیری**

شکل (۱) سطح‌بندی جغرافیایی را در سه بعد در معرض بودن، حساسیت و سازگاری و آسیب‌پذیری نسبت به خشک-سالی را نشان می‌دهد. چنان‌که در شکل (۱- الف) دیده می‌شود مناطق غرب، جنوب‌غربی، شمال‌غربی و جنوب شرقی و محدوده مورد مطالعه شامل شهرستان‌های بندرگز، بندرترکمن،گمیشان، آق‌قلا، گالیکش، رامیان و مینودشت بیش از دیگر مناطق در معرض خشک‌سالی هستند و مناطق شمال، شمال‌شرقی محدوده مورد مطالعه شامل شهرستان‌های مراوه‌تپه و گنبد کم‌تر در معرض خشک‌سالی بوده است. نکته قابل توجه آن است که مناطق شمالی و شمال‌شرقی که در معرض کم‌تر خشک‌سالی هستند، کم بارش‌ترین این منطقه محسوب می‌شوند. در شکل (۱- ب) دیده می‌شود که، حساسیت نسبت به خشک‌سالی در منطقه شمال محدوده مورد مطالعه کم‌تر از سایر مناطق است. شهرستان گنبدکاووس حساسیت کم‌تری نسبت به خشک‌سالی دارد. قسمت‌های شمال‌شرقی، جنوب، جنوب‌شرقی و جنوب‌غربی حساسیت بیش‌تری به خشک‌سالی دارند. از طرفی در شکل (۱- ج) دیده می‌شود که، قسمت‌های جنوب و جنوب‌غربی محدوده مورد مطالعه از ظرفیت سازگاری پایینی برخوردار هستند. شهرستان‌های گرگان و بندرترکمن به ترتیب دارای کم‌ترین سازگاری به خشک‌سالی هستند.

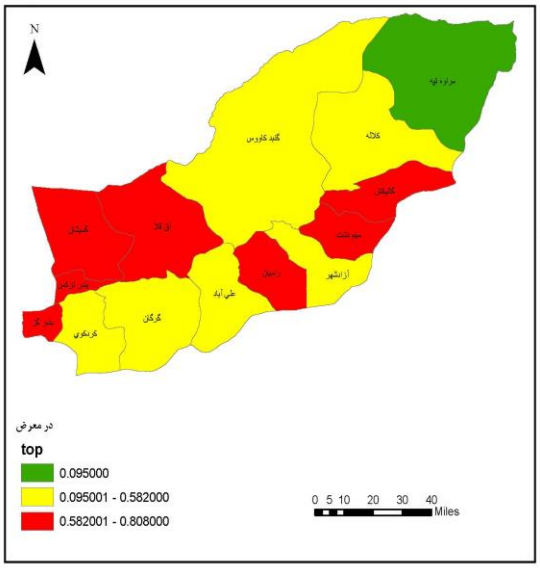
چنان‌که در شکل (۱- د) مشاهده می‌شود، مناطق شمال‌شرقی و جنوب‌غربی محدوده مورد مطالعه شامل شهرستان‌های مراوه‌تپه و بندرترکمن آسیب‌پذیرترین مناطق نسبت به خشک‌سالی محسوب می‌شوند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

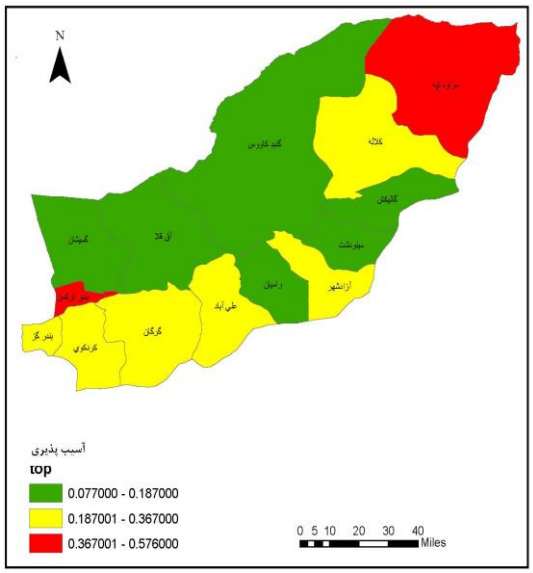
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]



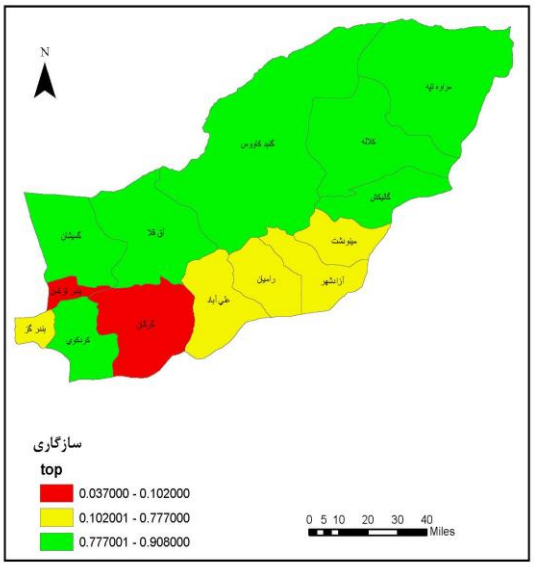
ب)حساسیت



الف) در معرض بودن



د) آسیب پذیری



ج) سازگاری

شکل ۱. سطح‌بندی منطقه‌ای (الف) بعد در معرض بودن، ب) بعد حساسیت، ج) بعد سازگاری و د) آسیب پذیری نسبت به خشک‌سالی)

مبتنی بر یافته ها، شهرستان‌های بندرگز، بندرترکمن، گمیشان و آق‌قلا به علت پایین بودن میزان آب قابل ذخیره در منطقه، پایین بودن شاخص خشکی بیش‌تر در معرض خطر خشک‌سالی قرار دارند. پایین بودن شاخص خشکی به معنای مقاومت کمتر به خشک‌سالی است و در معرض خطر خشک‌سالی قرار دارد. شهرستان‌های گالیکش، رامیان و مینودشت به علت بالا بودن سطح پوشش گیاهی و بالا بودن درصد شیب زمین کشاورزی در معرض خطر خشک‌سالی قرار دارند. در همین راستا، مطالعه متکان و همکاران (۱۳۹۰)، نشان داد که هر چه تراکم پوشش گیاهی در منطقه بیشتر باشد نیاز آبی منطقه بیشتر است و در معرض بیشتر خشک‌سالی قرار دارد. پژوهش نسب‌پور و همکاران (۱۳۹۵)، مؤید این یافته است که، افزایش شیب باعث می‌شود تا آب سریع از دسترس گیاهان خارج شود و خاک رطوبت کمتری دارد، در نتیجه بیش‌تر در معرض خشک‌سالی است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

شهرستان‌های آزادشهر، گالیکش، بندرترکمن، مینودشت، کردکوی، رامیان، علی‌آباد و بندرگز حساسیت بیش‌تری نسبت به خشک‌سالی دارند. شهرستان آزادشهر به علت بالا بودن درصد سطح زمین کشت نشده ناشی از کمبود آب، پایین بودن شاخص آبیاری و پایین بودن عملکرد گیاهان پرآب، پایین بودن مصرف کود مصرفی بیش‌ترین میزان حساسیت را به خشک‌سالی دارند. در پژوهش وی و همکاران (Wei et a, ۲۰۱٦) ، شاخص آبیاری، در زمره شاخص‌هایی است که تأثیر مثبتی بر مقاومت به خشکی دارد و پایین بودن شاخص آبیاری منجر به افزایش حساسیت به خشک-سالی می‌گردد. پایین بودن مصرف کود باعث کاهش باروری خاک شده و عملکرد دانه را کاهش داده و حساسیت به خشک‌سالی را افزایش می‌دهد. در شهرستان آزادشهر مصرف کود پایین بوده و حساسیت به خشک‌سالی افزایش می-یابد. این یافته با نتیجه وی و همکاران (Wei et a, ۲۰۱٦) همخوانی دارد. در شهرستان آزادشهر عملکرد محصولات ذرت و پنبه و برنج به نسبت عملکرد گندم پایین آمده است. از آنجایی که این محصولات از پرآبخواه هستند و آب عنصر حیاتی جهت فعالیت‌های گیاه می‌باشد، کمبود آن باعث می‌شود که گیاه نتواند فعالیت‌های اساسی خود از جمله فتوسنتز را به خوبی انجام دهد و این خود منجر به کاهش تولید کربوهیدرات‌ها و عملکرد محصول می‌شود. در همین راستا تحقیق زرافشانی و همکاران (Zarafshani et al, ۲۰۱۲) ، رمضانی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که استفاده از محصولات با مقدار نیاز آب کم‌تر در کاهش آسیب‌پذیری کشاورزان نسبت به خشک‌سالی موثر بوده است. شهرستان-های بندرترکمن و گالیکش به علت پایین بودن میزان دسترسی به منابع آب، کوچک بودن وسعت اراضی زراعی، پایین بودن درصد کشت مکانیزه حساسیت بیش‌تری نسبت به خشک‌سالی دارند. دسترسی به منابع آبی به عنوان مهم‌ترین پارامتری مطرح گردید که تاثیر بسزایی در آسیب‌پذیری کشاورزان داشته است و باعث تجدید نظر و بهبود در روش آبیاری می‌شود. کمبود و یا عدم دسترسی به منابع آبی موجب می‌شود که کشاورزان به منظور تعدیل شرایط نامطلوب، ناچار به رها ساختن و محدود کردن دامنه فعالیت‌های کشاورزان مورد مطالعه آبی کار هستند، وقوع خشک‌سالی‌های متمادی منجر به کاهش افت سطح چاه‌های آنان و در نتیجه مشکل کم‌آبی شده است. بنابراین همان‌طور که از نتایج برمی‌آید، این پارامتر، باعث افزایش آسیب‌پذیری آنان شده است. مطالعه برانت (Brant, ۲۰۰۷) مؤید این نظر است که عدم دسترسی به منابع آبی می‌تواند حساسیت کشاورزان را به متغیر بارش، افزایش دهد و باعث آسیب‌پذیری بیش‌تر گردد. کوچک بودن میزان اراضی زراعی نقش مهمی در افزایش آسیب‌پذیری کشاورزان داشته است. در مطالعات سیملتون و همکاران (Simelton et al, ۲۰۰۹) ، وسکوئز و همکاران (Vasquez et al, ۲۰۰۳) ، شرفی و همکاران (۱۳۹۰) اندازه کوچک زمین در زمره عواملی برشمرده شده که باعث افزایش آسیب‌پذیری کشاورزان شده است. این نتیجه با یافته به دست آمده از این تحقیق هم‌خوانی دارد. شهرستان‌های مینودشت، کردکوی، رامیان، علی‌آباد و بندرگز به علت پایین بودن درصد محصولات مقاوم به خشکی حساسیت بیش‌تری نسبت به خشک‌سالی برخوردار هستند. از جمله شاخص‌هایی خشک‌سالی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، استفاده از ارقام مقاوم به خشکی است. با توجه به خشک‌سالی های پی‌درپی و کمبود آب، استفاده از ارقامی است که نسبت به خشکی مقاوم باشد و نیاز آبی کم‌تری داشته باشد، موجب کاهش آسیب‌پذیری می‌شود. این در حالی است که کشاورزان به دلایل مختلفی مانند عدم دسترسی به بذرها، عدم اطلاع در مورد این نوع ارقام، هزینه بالای آن‌ها و غیره از این ارقام استفاده نمی‌کنند. در همین راستا تحقیق زرافشانی و همکاران (Zarafshani et al, ۲۰۱۲) نشان داد که، استفاده از ارقام مقاوم به خشکی در کاهش حساسیت کشاورزان به خشک‌سالی و کاهش آسیب‌پذیری موثر است. شهرستان گنبدکاووس به علت بالا بودن

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

شاخص‌های تنوع محصولات، کشت مکانیزه و درصد اراضی آبیاری تحت فشار از حساسیت کم‌تری به خشک‌سالی برخوردار است. سطح بالای کشت مکانیزه به معنای توانایی تنظیم منابع آب و بالا بردن راندمان بهره‌وری و کاهش آسیب‌پذیری است. این موضوع یافته‌های سایر پژوهش‌ها نظیر پژوهش وی و همکاران (Wei et a, ۲۰۱٦) ، را در این خصوص تایید می‌کند. استفاده از آبیاری تحت فشار به دلیل این‌که هم مدت زمان آبیاری و هم اتلاف آب را کاهش می‌دهد، باعث افزایش راندمان آبیاری می‌شود و از این طریق باعث کاهش آسیب‌پذیری به خشک‌سالی می‌گردد. این یافته با نتیجه پژوهش ایرجی و همکاران، (۱۳۹۴) هم‌خوانی دارد.

شهرستان‌های گمیشان، گالیکش، مراوه‌تپه، گنبد، کلاله، آق‌قلا وکردکوی بیش‌ترین سازگاری را نسبت به خشک-سالی دارند. شهرستان گالیکش به علت بالاترین میزان محصولات بیمه شده و از سازگاری بیش‌تری برخوردار است. زیرا، بیمه محصولات کشاورزی به عنوان یک استراتژی است که برای سازگاری کشاورزان نسبت به خشک‌سالی شناخته شده است. این یافته بدین معنا است که اکثر کشاورزان شهر گالیکش محصولات خود را بیمه نموده تا بدین وسیله آسیب‌پذیری خود را نسبت به خشک‌سالی کاهش داده و منجر به افزایش سازگاری آن‌ها در برابر خشک‌سالی شده است. مطالعات توماس(Thomas, ۲۰۰۸) ، کاپور و اوجها (Kapoor and Ojha, ۲۰۰٦) موئد این نتیجه است که بیمه محصولات کشاورزی می‌تواند به عنوان اهرمی اساسی، نوسان‌های درآمدی کشاورزان را به کم‌ترین میزان ممکن برساند و در نتیجه باعث کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها شود.

شهرستان‌های گمیشان و گالیکش به علت بالا بودن درآمدهای غیرکشاورزی نسبت به خشک‌سالی سازگارتر می-باشد. این پارامتر می‌تواند مکمل و جایگزین مناسبی برای کاهش درآمد کشاورزی به شمار آید. مطالعات برانت (Brant, ۲۰۰۷) ، بروکز و همکاران (Brooks et al, ۲۰۰۵) نشان می‌دهد که درآمد غیرکشاورزی می‌تواند مکمل و جایگزین مناسبی برای کاهش درآمد کشاورزی باشد که در نهایت به کاهش آسیب‌پذیری می‌انجامد. کشاورزانی که این گونه درآمدها را ندارند با آسیب‌پذیری بیش‌تری و تشدید شده‌ای مواجه می‌گردند. خانوارهایی که در زمان خشک‌سالی دارای تنوع درآمدی هستند با آسیب‌پذیری کم‌تری روبه‌رو خواهند بود. شهرستان مراوه‌تپه به علت بالا بودن منابع درآمدی، این منطقه نسبت به خشک‌سالی سازگارتر می‌باشد. متغیر منابع درآمدی یکی از عامل‌های موثر در آسیب-پذیری کشاورزان است. نتیجه مزبور در تایید مطالعات گاتر و همکاران (Gautier et al, ۲۰۱٦) ، مکوکا (Makoka, ۲۰۰۸) ، حسینی و همکاران(۱۳۹۲)، رمضانی و همکاران (۱۳۹۶) می‌باشد که همگی بر نقش منبع درآمدی در میزان آسیب‌پذیری تاکید دارند. به نظر می‌رسد کشاورزانی که از لحاظ مالی در وضعیت مناسبی قرار دارند، نه تنها با تغییرات منفی آب و هوا سازگار می‌شوند بلکه این تغییرات می‌تواند نتایج مثبتی را نیز برای آنان به دنبال داشته باشد. به عبارت دیگر، افرادی که منابع بیش‌تری در اختیار دارند، توانایی بیش‌تری در به دست آوردن منابع دارند. لذا منابع بالقوه آنان به طور مستمر تبدیل به منافع بالفعل می‌باشد. این بدان علت است که افرادی که از سرمایه بالاتری برخوردارند، به دلیل اعتبار بالا، قادرند از موقعیت‌های بهتری در اجتماع بهره بگیرند. بر اساس نظر سنگستم (Sengestam, ۲۰۰۹) این پارامتر جزو زیرساخت فیزیکی به شمار می‌رود، به گونه‌ای که کشاورزان با در اختیار داشتن منابع درآمد بالا در هنگام رویارویی با خشک‌سالی میزان آسیب‌پذیری خود را کاهش دهند. در شهرستان‌های گنبد و آق‌قلا دسترسی به ادوات کشاورزی، میزان پس‌انداز، دسترسی به خدمات آموزشی و ترویجی و نرخ باسوادی به نسبت بقیه شهرستان‌ها بالا بوده و این مناطق از سازگاری بالاتری برخوردار هستند. دسترسی به ادوات کشاورزی، باعث کاهش هزینه‌های کشاورزی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

شده و سود کشاورزی را افزایش می‌دهد و از این طریق از آسیب‌پذیری خانوار در برابر خشک‌سالی می‌کاهد (ایرجی و همکاران، ۱۳۹۴). شاخص پس‌انداز، یکی از عامل های موثر در آسیب‌پذیری کشاورزان است. نتیجه مزبور در تائید مطالعات گاتر و همکاران (Gautier et al, ۲۰۱٦)، حسینی و همکاران (۱۳۸۸) می‌باشد که همگی بر نقش میزان پس-انداز در میزان آسیب‌پذیری تأکید دارند. به نظر می‌رسد کشاورزانی که از لحاظ منابع مالی در وضعیت مناسبی قرار دارند، در برابر خشک‌سالی سازگاری بیش‌تری دارند. دسترسی به خدمات آموزشی و ترویجی منجر به کاهش آسیب-پذیری به خشک‌سالی می‌گردد. کشاورزانی که در کلاس‌های ترویجی بیشتری شرکت می‌کنند با راهکارهای مختلفی جهت کنترل و کاهش اثرات خشک‌سالی آشنا می‌شود که این امر منجر به کاهش آسیب‌پذیری به خشک‌سالی می‌شود (ایرجی و همکاران، ۱۳۹۴). نرخ باسوادی نشان‌دهنده سطح سواد و ظرفیت انسانی در یک جامعه است. از طرف دیگر، در جامعه‌ای که نرخ باسوادی بالا است، آگاهی عمومی نسبت به حوادث و بلایای طبیعی در جامعه بالاتر و ظرفیت سازگاری بیش‌تر است که به دنبال آن آسیب‌پذیری نسبت به خشک‌سالی کاهش می‌یابد (Chen, ۲۰۱۱). سطح تحصیلات جزو پارامترهای موثر بر آسیب‌پذیری است، سطح تحصیلات کشاورزان در حد بالا است و از این‌رو می‌توانند همه اطلاعات را از طریق منابع نوشتاری به دست آورند. وسکوئز و همکاران (Vasquez et al, ۲۰۰۳) ، شرفی و همکاران (۱۳۹۶) معتقدند که تحصیلات بالا، تاثیر مثبتی بر کاهش آسیب‌پذیری دارد. به بیانی دیگر، سطح تحصیلات بالا با کسب موقعیت‌های بیش‌تری نیز همراه است. شهرستان‌های کردکوی وکلاله به علت بالا بودن شاخص درصد افراد زمین‌دار نسبت به خشک‌سالی سازگار می‌باشند. این طور تصور می‌شود که بالا بودن درصد افراد زمین‌دار، آسیب پذیری در برابر خشک‌سالی را افزایش می‌دهد. اما در مطالعه انجام شده، خانوارهایی با تعداد زمین بیش‌تر، دارای توان مالی بیش‌تر و به دنبال آن ابزار مقابله با خشک‌سالی بیشتر است که همین باعث کاهش آسیب‌پذیری در برابر خشک-سالی می‌شود.

شهرستان‌های گرگان و بندرترکمن به علت دارا بودن تراکم جمعیت بالا و بالا بودن جمعیت بالای ۶۵ سال، میزان سازگاری به خشک‌سالی پایین آمده و توان مقابله با خشک‌سالی را نداشته باشند. تراکم جمعیت نشان‌دهنده میزان افراد ساکن در یک کیلومترمربع است. تراکم جمعیت بالا عرضه نیروی کار را افزایش داده که خود موجب افزایش فشار بر منابع طبیعی می‌گردد و در نتیجه افزایش آسیب‌پذیری به خشک‌سالی را به دنبال خواهد داشت (Sun et al, ۲۰۱٤).

نتیجه‌گیری

سطح‌بندی منطقه‌ای آسیب‌پذیری به خشک‌سالی، یکی از بهترین ابزارهای راهنما در حوزه مدیریت کشاورزی و برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای برای سازگاری با خشک‌سالی و کاهش آسیب‌های ناشی از این پدیده محسوب می‌شود. نتایج نشان داد، در بعد در معرض قرار گرفتن شهرستان‌های بندرگز، بندرترکمن و آق‌قلا به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند و در معرض خشک‌سالی هستند. شهرستان‌های آزادشهر، گالیکش و بندرترکمن به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم بیش‌ترین میزان حساسیت به خشک‌سالی قرار دارند. شهرستان‌های گمیشان، گالیکش و مراوه‌تپه به ترتیب بیش‌ترین سازگاری را به خشک‌سالی دارند. در نهایت نتایج محاسبه شاخص آسیب‌پذیری کل نشان داد که شهرستان-های مراوه‌تپه و بندرترکمن آسیب‌پذیرترین مناطق نسبت به خشک‌سالی در استان گلستان محسوب می‌شوند.

یافته‌های این پژوهش نشان داد که مناطق پربارش، هم‌زمان می‌تواند بیش از سایر مناطق در معرض خشک‌سالی باشد و بین میزان بارش و میزان در معرض خشک‌سالی بودن رابطه مستقیمی وجود ندارد. این موضوع یافته‌های سایر

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

پژوهش‌ها نظیر پژوهش کرامکر و همکاران و اوبرین و همکاران را در این خصوص تایید می‌کند (Kromker et al, ۲۰۰۸; Obrien et al, ۲۰۰۷). از سوی دیگر یافته‌های این پژوهش نشان داد که ارتباط مستقیمی بین میزان بارش و میزان آسیب‌پذیری نسبت به خشک‌سالی وجود ندارد و پربارش‌ترین محدوده‌های یک منطقه همزمان می‌تواند آسیب-پذیرترین مناطق نسبت به خشک‌سالی باشد. این موضوع نیز در راستای تایید یافته‌های تانزلر و همکاران و سالواتی و همکاران در زمینه رابطه بین میزان بارش و میزان آسیب‌پذیری نسبت به خشک‌سالی است (Tanzler et al, ۲۰۰۸; Salvati et al, ۲۰۰۹).

با توجه به یافته‌های پژوهش و مقایسه با سایر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، پیشنهادات زیر برای کاهش آسیب‌پذیری نسبت به خشک‌سالی در منطقه مورد مطالعه ارائه می‌گردد:

با توجه به آنکه مناطق پربارش این استان، بیش از سایر مناطق در معرض خشک‌سالی بوده و کشاورزان این مناطق درجه بالاتری از حساسیت نسبت به خشک‌سالی را نسبت به خشک‌سالی نشان داده‌اند و بیش از سایر نقاط نسبت به خشک‌سالی آسیب‌پذیر هستند، پیشنهاد می‌شود تمهیداتی در راستای کاهش حساسیت و افزایش ظرفیت سازگاری کشاورزان این مناطق در نظر گرفته شود.

تمهیدات پیشنهادی بر اساس دستاوردهای پژوهش عبارتند از: حمایت‌های جهاد کشاورزی و بانک کشاورزی از کشاورزان از طریق دادن وام‌های بدون بهره یا کم‌بهره در زمینه روش درست و مناسب آبیاری، تغییر شیوه آبیاری، آموزش کشاورزان در زمینه کاهش آب مورد استفاده در هر دور آبیاری، انتخاب زمان مناسب برای آبیاری و بهبود سیستم انتقال آب، تولید ارقام مقاوم به خشکی و ارقام زودرس با توجه به اقلیم منطقه توسط مراکز تحقیقات کشاورزی و در اختیار قرار دادن آن‌ها به کشاورزان توسط جهادکشاورزی، احداث استخرهایی برای جمع‌آوری آب جهت دسترسی به منابع آبی، تغییر الگوی کشت و انتخاب محصولاتی با نیاز آبی کم‌تر، کشت محصولات متنوع به جای کشت تک محصولی، برگزاری دوره‌های آموزشی برای کشاورزان در راستای چگونگی سازگاری با خشک‌سالی و بهره-گیری از فناوری‌های نوین کشاورزی، ایجاد درآمدهای غیرکشاورزی برای کشاورزان، پوشش هر چه بهتر ابزارهای حمایتی نظیر بیمه خسارات محصولات کشاورزی و ارائه حمایت‌های مالی به کشاورزان آسیب‌دیده.

منابع

اکرامی، محمد؛ احمد فاتحی مرج و جلال برخورداری. ۱۳۹۴. ارزیابی آسیب‌پذیری خشک‌سالی کشاورزی در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک به کمک GIS و فرایند تحلیل سلسله مراتبی مطالعه موردی شهرستان تفت یزد. *فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب*، **۲۰**(۵):۱۰۷-۱۱۷.

ایرجی، حسام؛ منصور زیبایی و فاطمه نصرنیا. ۱۳۹۴. سنجش آسیب پذیری گندم کاران شمال استان فارس نسبت به خشکسالی. *نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی*، **۲۹**(۲): ۱۶۹-۱۸۰.

پارسامهر، محمدحسین؛ زهرا خسروانی. ۱۳۹۶. تعیین شدت خشکسالی با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره بر مبنای TOPSIS(مطالعه موردی: ایستگاه‌های منتخب استان اصفهان). *فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، **۱**(۶۶) : ۱۶-۲۹.

حسینی، محمود؛ حامد شفیعی، محمدرضا اختصاصی و سعید محتشم نیا. ۱۳۹۲. تأثیر خشکسالی‌ها بر تخریب پوشش گیاهی منطقه سیستان. *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، **۲**(۲۰): ۲۲۷-۲۳۹.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

حسینی، محمود؛ ابوالقاسم شریف‌زاده، و سعید غلامرضایی. ۱۳۸۸. روایتی از آسیب‌پذیری جوامع روستایی و عشایری در نتیجه بحران خشکسالی در استان کرمان *اولین همایش ملی توسعه پایدار*، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران، ۱۲-۱.

خلیلی، محمد؛ زهرا ناجی عظیمی و سمیرا حرثی. ۱۳۹۸. مدیریت ریسک خشکسالی کشاورزی با استفاده از روش‌های تصمیم-گیری چندشاخصه فازی در شهرستان فردوس. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، **۱۰۵**(۲۷) : ۲۳۷-۲۷۴.

رمضانی، محمود؛ لیدا شرفی و کیومرث زرافشانی. ۱۳۹۶. سنجش آسیب‌پذیری خشک‌سالی کشاورزان گندم‌کار در شهرستان اصفهان. فصلنامه *پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی*، **۱**(۱۰): ۱-۱۶.

روشنی، قربانعلی؛ عبدالرضا قرنجیکی. ۱۳۹۳. تهیه نقشه‌های رقومی حاصلخیزی خاک برای مراکز خدمات کشاورزی استان گلستان با استفاده از روش کریجینگ. *مجله علمی کشاورزی*. **۲** (۳۷): ۹۹-۸۷.

عالیشاه، عمران؛ ۱۳۹۴. کشت و تولید پنبه رقم لطیف در استان گلستان. *انتشارت موسسه تحقیقات پنبه کشور*، ۱۴ص.

علیزاده، امین. غلامعلی کمالی. ۱۳۸۶. *نیاز آبی گیاهان در ایران*. انتشارات دانشگاه امام رضا، مشهد.

متکان، علی‌اکبر؛ روشنک درویش‌زاده، امین حسینی اصل، محسن ابراهیمی خوسفی و زهره ابراهیمی خوسفی. ۱۳۹۰. *نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی*، **۵-۶**: ۱۰۳-۱۱۶.

محمدخانی، مهسا؛ سعید جمالی. ۱۳۹۴. ارزیابی میزان آسیب‌پذیری ایران در مواجه با تغییر اقلیم. *فصلنامه سد و نیروگاه برقابی ایران*، **۴**(۲): ۵۴-۶۵.

نسب‌پور، سحر؛ اسماعیل حیدری علمدارلو، حسن خسروی و علی وصالی. ۱۳۹۷. پهنه‌بندی آسیب‌پذیری از خشک‌سالی در ایران با استفاده از مدل AHP و منطق فازی، *نشریه هواشناسی کشاورزی*. **۲**(۶): ۳-۱۲.

یگانگی دستگردی، وحید؛ محمدحسین شریف‌زادگان و نغمه مبرقعی دینان. ۱۳۹۸. ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری بخش کشاورزی نسبت به خشکسالی. (مطالعه موردی: استان چهارمحال و بختیاری). *نشریه آبیاری و زهکشی ایران*،**۴**(۱۳): ۱۱۴۱-۱۱۵۲.

یگانگی دستگردی، وحید؛ محمدحسین شریف‌زادگان و مظفر صرافی. ۱۳۹۷ . مقدمه‌ای بر هستی‌شناسی رهیافت‌های ارزیابی آسیب‌پذیری نسبت به خشک‌سالی. *فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران*، **۳** (۸) : ۲۶۹-۲۷۸.

Adger, W. N. ۲۰۰٦. Vulnerability. *Global Environmental Change*, ۱٦: ۲٦۸-۲۸۱. **DOI**: ۱۰,۱۰۱٦/j.gloenvcha.۲۰۰٦,۰۲,۰۰٦

Alnail, M.; L. Jianhua, E. Joshua, M. Elbashier, S. Keesstra, C. Artemi, K. Martin, M. Reuben, and Z. Teffera. ۲۰۱۸. Assessing drought vulnerability and adaptation among farmers in Gadaref region, Eastern Sudan. *Land Use Policy*, ۷۰: ٤۰۲-٤۱۳. **DOI**: ۱۰,۱۰۱٦/j.landusepol.۲۰۱۷,۱۱,۰۲۷

Aymone Gbetibouo, G.; and C. Ringler. ۲۰۰۹. Mapping South African farming sector vulnerability to climate change and variability. *International Food Policy Research Institute*. IFPRI Discussion Paper ۰۰۸۸۵.

Brant, S. ۲۰۰۷. *Assessing the vulnerability to drought in Ceara, Northeast Brazil*. Lemos, M. C. University of Michigan.

Brooks, N.; W. N. Adger and P.M. Kelly. ۲۰۰۵. The determinations of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental changes*, **۱۵**:۱۵۱-۱٦۳. **DOI** :۱۰,۱۰۱٦/j.gloenvcha.۲۰۰٤,۱۲,۰۰٦

Chen, J.; Y. Yang. ۲۰۱۱. A fuzzy ANP-based approach to evaluate region agricultural drought risk. *Procedia Engineering*, **۲۳**: ۸۲۲-۸۲۷. **DOI:** ۱۰,۱۰۱٦/j.proeng.۲۰۱۱,۱۱,۲۵۸۸

Deng, M.; J. Chen, J. Huang, and W. Niu. ۲۰۱۸. Agricultural drought risk evaluation based on an optimized comprehensive index system. *Sustainability*, ۱۰(۱۰): ۳٤-٦٥. **DOI**: ۱۰,۳۳۹۰/su۱۰۱۰۳٤٦٥

Fussel, H. M. ۲۰۰۷. Vulnerability A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change*, ۱۷(۲): ۱٥٥-۱٦۷. **DOI**: ۱۰,۱۰۱٦/j.gloenvcha.۲۰۰٦,۰٥,۰۰۲

Gautier, D.; D. Denis, and B. Locatelli. ۲۰۱٦. Impacts of drought and responses of rural populations in West Africa: a systematic review. *WIREs Climate Change*. **DOI**: ۱۰,۱۰۰۲/wcc.٤۱۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

Guiqin, J.; Y. Fuliang, and Zh.Yong. ۲۰۱۲. An Analysis of Vulnerability to Agricultural Drought in China Using the Expand Grey Relation Analysis Method. *International Conference on Modern Hydraulic Engineering*, ۲۸: ٦٧٠-٦٧٦. **DOI** :١٠,١٠١٦/j.proeng.٢٠١٢,٠١,٧٨٩

IPCC (International Pannel on Climate Change). Climate change ۲۰۰۱. Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Integovernmental Panel on Climate Change (R.T. Watson and the Core Writing Team, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, USA.

Jiansheng, Wu.; L. Xin, W. Meijuan, P. Jian, and Tu.Yuanjie. ۲۰۱۷. Assessing Agricultural Drought Vulnerability by a VSD Model: A Case Study in Yunnan Province, China. *Sustainability*, ۹(٦): ١-١٦. **DOI** : ١٠,٣٣٩٠/su٩٠٦٠٩١٨.

Kapoor, S.; R. K. Ojha. ۲۰۰٦. Vulnerability in Rural Areas: Potential Demand for Microinsurance. *International Journal of Rural Management*, ۲(١): ٦٤-٨٣. . **DOI** : ١٠,١١٧٧/٠٩٧٣٠٠٥٢٠٥٠٠٢٠٠١٠٤

Kazemi Rad, L.; M. Ghamgosar, and M. Haghyghy. ۲۰۱۲. Multicriteria decision making based on TOPSIS method in drought zoning: A case study of Gilan province. *World Applied Programming*, ۲(۲): ۸۱-۸۷.

Knutson, C. L. ۲۰۰۸. The role of water conservation in drought planning. *Journal of soil and water conservation*, ٦٣(٥):١٥٤-١٦٠. **DOI** : ١٠,٢٤٨٩/jswc.٦٣,٥,١٥٤A

Kromker, D.; F. Eierdanz, and A. Stolberg. ۲۰۰۸. Who is susceptible and why? An agent-based approach to assessing vulnerability to drought. *Regional Environmental Change*, ۸ :١٧٣-١٨٥.

Makoka, D. ۲۰۰۸. The impact of drought on household vulnerability: The case of rural Malawi. *University of Bonn, Centre for Development Research:*١-٢٤.

Murthy, C.S.; B. Laxman, and M.V.R.S. Sai. ۲۰۱۵. Geospatial analysis of agricultural drought vulnerability using a composite index based on exposure, sensitivity and adaptive capacity. *International Journal Disaster Risk Reduct*, ۱۲:١٦٣–١٧١. **DOI**: ١٠,١٠١٦/j.ijdrr.٢٠١٥,٠١,٠٠٤

Obrien, K.; S. Eriksen, L. P. Nygaard, and A. Schjolden. ۲۰۰۷. Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, ۷(١):٧٣-٨٣.

Panda, A.; ۲۰۱٦. Vulnerability to climate variability and drought among small and marginal farmers: a case study in Odisha. India. *Climate and Development*, ۹: ٦٠٥-٦١٧. **DOI**: ١٠,١٠٨٠/١٧٥٦٥٥٢٩,٢٠١٦,١١٨٤٦٠٦

Piri, H.; V. Rahdari, and S. Maleki. ۲۰۱۳. Study and compare performance of four meteorological drought index in the risk management droughts in Sistan and Baluchestan Province. *Journal of Irrigation and water Engineering*, ۳(١١): ٩٦-١١٤.

Prutsch, A.; T. Grothmann, I. Schauser, S. Otto, and S. McCallum. ۲۰۱۰. Guiding principles for adaptation to climate change in Europe .ETC/ACC Technical Paper ۲۰۱۰/٦.

Roshan, Gh.; G. Mirkatouli, and A. Shakoor. ۲۰۱۲. A new approach to technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) method for determining and ranking drought: A case study of Shiraz station. *International Journal of the Physical Sciences*, ۷(٢٣): ٢٩٩٤-٣٠٠٨. **DOI**: ١٠,٥٨٩٧/IJPS١٢,٣٠٨

Salvati, L.; M. Zitti, T.Ceccarelli, and L. Perini. ۲۰۰۹. Developing a synthetic index of land vulnerability to drought and desertification. *Geographical research*, ٤٧(٣). **DOI:** ١٠,١١١١/j.١٧٤٥-٥٨٧١,٢٠٠٩,٠٠٥٩٠.x

Sengestam, L. ۲۰۰۹. Division of capitals What role does it play for gender-differentiated vulnerability to drought in Nicaragua. *Community Development*. ٤٠(٢): ١٥٤-١٧٦. **DOI:** ١٠,١٠٨٠/١٥٥٧٥٣٣٠٩٠٣٠٠١٥٦٢

Simelton, E.; E. D. G. Fraser, M. Termansen, P. M. Forster, and A. J. Dougill. ۲۰۰۹. Typologies of crop-drought vulnerability: an empirical analysis of the socioeconomic factors that influence the sensitivity and resilience to drought of three major food crops in China (١٩٦١-٢٠٠١). *Environmental Science and Policy*, ۱۲ (٤):٤٣٨-٤٥٢. **DOI:** ١٠,١٠١٦/j.envsci.٢٠٠٨,١١,٠٠٥

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]

Sun, Z.; J. Zhang, Q. Zhang, Y. Hu, D. Yan, and Ch.Wang. ۲۰۱٤. Integrated risk zoning of drought and water logging disasters based on fuzzy comprehensive evaluation in Anhui Province, China. *Natural Hazards*, ۷۱:۱٦۳۹–۱٦۵۷.

Taenzler, D.; Carius, A., and Maas, A. ۲۰۰۸. Assessing the susceptibility of societies to droughts: A political science perspective. *Regional Environmental Change*, ۸(٤):۱٦۱-۱۷۲. **DOI:** ۱۰,۱۰۰۷/s۱۰۱۱۳-۰۰۸-۰۰٦۷-۳

Tatli, H.; M. Turkes. ۲۰۱۱. Empirical Orthogonal Function Analysis of the Palmer Drought Indices. *Agricultural and Forest Meteology*, **۱۵۱** (۷): ۹۸۱-۹۹۱. **DOI:** ۱۰,۱۰۱٦/j.agrformet.۲۰۱۱,۰۳,۰۰٤

Thomas, R.J. ۲۰۰۸. Opportunities to Reduce the Vulnerability of Dryland Farmers in Central and West Asia and North Africa to Climate change. *Journal of Agricultural Ecosystems and Enviroment*, **۱۲٦**(۱-۲):۳٦-٤۵. **DOI:** ۱۰,۱۰۱٦/j.agee.۲۰۰۸,۰۱,۰۱۱

Vasquez-León, M.; C. Th. West, and T. J. Finan. ۲۰۰۳. A comparative assessment of climate vulnerability: agriculture and ranching on both sides of the US-Mexico border. *Global Environmental Change*, **۱۳**(۳): ۱۵۹-۱۷۳. **DOI:** ۱۰,۱۰۱٦/S۰۹۵۹-۳۷۸۰(۰۳)۰۰۰۳٤-۷

Wei, P.; F. Qiang, L. Dong, L. Tian-xiao, and Ch Kun. ۲۰۱٦. Assessing agricultural drought vulnerability in the Sanjiang Plain based on an improved projection pursuit model. *International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, **۸۲**(۱): ٦۸۳–۷۰۱. . **DOI:** ۱۰,۱۰۰۷/s۱۱۰٦۹-۰۱٦-۲۲۱۳-٤

Xiaoqian, L.; W. Yanglin, P. Jian, A. Kbraimoh, and Y. He. ۲۰۱۳. Assessing vulnerability to drought based on exposure, sensitivity and adaptive capacity: A case study in Middle Inner Mongolia of China. *Chinese Geographical Science*, **۲۳**(۱): ۱۳-۲۵. **DOI:** ۱۰,۱۰۰۷/s۱۱۷٦۹-۰۱۲-۰۵۸۳-٤

Zarafshani, K.; L. Sharafi, H. Azadi, G.h. Hosseininia, Ph. DeMaeyer, and F. Witlox. ۲۰۱۲. Drought vulnerability assessment: The case of wheat farmers in western Iran. *Global and Planetary Change*, **۹۸-۹۹**: ۱۲۲-۱۳۰. **DOI:** ۱۰,۱۰۱٦/j.gloplacha.۲۰۱۲,۰۸,۰۱۲

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.2.15]