نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۳، مهر - آبان ۱۳۹۸، ص. ۱۱۵۲-۱۱۴۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 13, Oct.-Nov. 2019, p. 1141-1152

ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری بخش کشاورزی نسبت به خشکسالی (مطالعه موردی: استان چهارمحال و بختیاری)

وحید یگانگی دستگردی[۱*]، محمد حسین شریف زادگان[۲]، نغمه مبرقعی دینان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۶

چکیده

اغلب روش‌های مورد استفاده برای سنجش آسیب‌پذیری بخش کشاورزی نسبت به خشکسالی، یا از نظرات کارشناسان مختلف استفاده ننموده‌اند و به تفاوت‌های محیطی و اقلیمی مناطق توجه نکرده‌اند و یا به تمامی شاخص‌های به‌کار رفته در مدل‌ها وزن یکسان داده‌اند. پرسش آن است چگونه می‌توان با بهره‌گیری از نظر کارشناسان حوزه‌های مختلف، میزان آسیب‌پذیری را ارزیابی نمود؟ در این مقاله از مدل بهاتاچاریا و داس برای ارزیابی استفاده شد و از ۱۶ نفر از نخبگان خواسته شد تا 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. یافته‌ها همچنین تفاوتی ۱۷/۶ برابری را در پهنه‌هایی که بیشترین آسیب‌پذیری را دارند نسبت به پهنه‌هایی که کمترین آسیب‌پذیری را دارند، نشان می دهد. ارتباط مستقیمی نیز بین میزان بارندگی و میزان آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی آسیب‌پذیری، تحلیل سلسله مراتبی، خشکسالی، کشاورزی، مدل بهتاچاریا و داس

مقدمه

خشکسالی 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, 2008). خشکسالی موجب وارد آمدن خسارات به بخش کشاورزی جوامع شده و میزان آسیب پذیری بخش کشاورزی در هر منطقه به سه عامل شامل میزان در معرض خشکسالی بودن[۴]، میزان حساسیت نسبت به خشکسالی[۵] و ظرفیت سازگاری با خشکسالی[۶] بستگی دارد. (Prutsch et al, 2010). میزان در معرض بودن و حساسیت، آسیب‌پذیری ناخالص[۷] یک منطقه در برابر خشکسالی را به نمایش می‌گذارد و ظرفیت سازگاری برآمدی از شرایط اقتصادی و اجتماعی جامعه محلی و توانایی نهادهای مسئول برنامه‌ریزی برای مدیریت و کاهش آسیب‌پذیری ناخالص از طریق تدوین راهبردها و سیاست‌های مناسب جهت مواجهه با اثرات زیانبار خشکسالی است (Hulme et al., 2007).

گام اولیه برای هر گونه اقدام در راستای سازگاری با خشکسالی در بخش کشاورزی ارزیابی آسیب پذیری پهنه های نسبت به خشکسالی است. مطالعات نشان داده‌است که عدم شناخت برنامه ریزان در خصوص چگونگی ارزیابی آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی، موجب در نظر نگرفتن اثرات خشکسالی و ارائه سیاست‌ها و

۱- دانشجوی دکتری برنامه ریزی شهری و منطقه ای، دانشگاه شهید بهشتی
۲- استاد گروه برنامه ریزی شهری و منطقه ای دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- دانشیار پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
(* - نویسنده مسئول: Email: wyeganegi@gmail.com)

۴- در معرض بودن(exposure) به درجه ای که یک سیستم در برابر تغییرات اقلیمی قرار می گیرد اشاره دارد.(Nelson et al., 2007)

۵- حساسیت(sensitivity) به میزان واکنش یک سیستم نسبت به مخاطرات اقلیمی اشاره دارد. به این شکل که هرچه یک سیستم حساستر باشد شدت واکنش نامناسب آن به یک مخاطره بزرگتر می‌شود.

۶ - به معنای تمام قابلیت ها، منابع و نهادهای یک کشور یا منطقه برای پیاده سازی اقدامات سازگاری و توان نهادهای مسئول برنامه ریزی کاربری زمین در مدیریت مخاطرات ناشی از تغییرات اقلیمی از طریق ارائهی راهبردها و سیاست‌های مناسب در این حوزه است (Gurrran et al., 2008)

7 - Gross vulnerability

راهبردهایی می‌شود که به تشدید مشکلات ناشی از خشکسالی می‌انجامد (UNDP, 2008) . نهادهای مسئول مدیریت کشاورزی و آبخیزداری نیز تنها زمانی می‌توانند فرآیند سازگاری با خشکسالی را به شکلی صحیح مدیریت نمایند که اولاً به جای تمرکز صرف بر فعالیت کشاورزی به جنبه های سه‌گانه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آسیب های ناشی از خشکسالی در بخش کشاورزی توجه داشته باشند و ثانیاً ابزاری مناسب برای سنجش آسیب‌پذیری بخش کشاورزی نسبت به خشکسالی در اختیار داشته باشند. لذا سوال اساسی این پژوهش به شرح زیر است:

چگونه می توان با بهره‌گیری از نظر کارشناسان حوزه‌های مختلف، میزان آسیب‌پذیری بخش کشاورزی نسبت به خشکسالی را در پهنه‌های یک منطقه ارزیابی نمود؟

در سال‌های اخیر پژوهش‌های فراوانی در خصوص سنجش آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی انجام شده‌است و مدل های مختلفی برای سنجش آسیب پذیری بخش کشاورزی نسبت به خشکسالی ارائه شده است. در این زمینه، پالمر و همکاران مدلی را با استفاده از شاخص‌های مرتبط با حساسیت، تنش آبی و بحران‌های اجتماعی مرتبط با خشکسالی برای ارزیابی آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی ارائه دادند(Palmer et al. , 2008). ایگلسیاس و همکاران از چهار شاخص شامل شاخص وضعیت محیط زیست، شاخص ظرفیت اقتصادی، شاخص منابع انسانی و شاخص نوآوری در بخش کشاورزی برای ارزیابی آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی استفاده نمودند(Iglesias et al., 2009). بهاتاچاریا و داس از ۲۳ شاخص برای سنجش آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی استفاده‌نموده و برای وزن‌دهی به شاخص‌ها از وزن‌های یکسان استفاده نمودند(Bhattacharya and Das, 2007). پندی و همکاران آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی را بر مبنای شاخص‌های آب شناسی–هواشناسی و فیزیوگرافیک مورد بررسی قراردادند (Pandey et al., 2010). سالواتی و همکاران از شاخص‌های بخش کشاورزی و تولید برای ارزیابی آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی استفاده نمودند(Salvati et al., 2009). کشاورز و همکاران(۱۳۸۹)، از شاخص‌های اقلیمی، هواشناسی، هیدرولوژیک و کشاورزی برای ارزیابی آسیب‌پذیری خانواده‌های کشاورزان نسبت به خشکسالی بهره‌گرفتند. اکرامی و همکاران(۱۳۹۳) از شاخص‌های شیب، جهت شیب، تبخیر، میزان آبدهی قنوات، نوع سازند زمین شناسی، نوع بافت خاک و میزان بارش برای ارزیابی آسیب‌پذیری خشکسالی استفاده کردند. عراقی نژاد و همکاران(۱۳۹۱) از چهار دسته از شاخص‌ها و ذیل چهار عنوان آسیب‌پذیری زراعی، هیدرولوژیک، اقتصادی و اقلیمی برای اولویت بندی مناطق آسیب پذیر نسبت به خشکسالی استفاده‌نمودند. قاسمی‌نژاد و همکاران(۱۳۹۲) از شاخص‌های کاربری اراضی و ظرفیت آب قابل استفاده در خاک، تراکم جمعیت و درصد شاغلین بخش کشاورزی استفاده کردند. نصرنیا و زیبایی (۱۳۹۴) با بهره‌گیری از ۱۴ شاخص و ذیل سه دسته‌بندی آسیب‌پذیری اقتصادی، آسیب‌پذیری اجتماعی و آسیب‌پذیری فیزیکی، سطح آسیب‌پذیری استان‌های ایران را نسبت به خشکسالی ارزیابی نمودند.

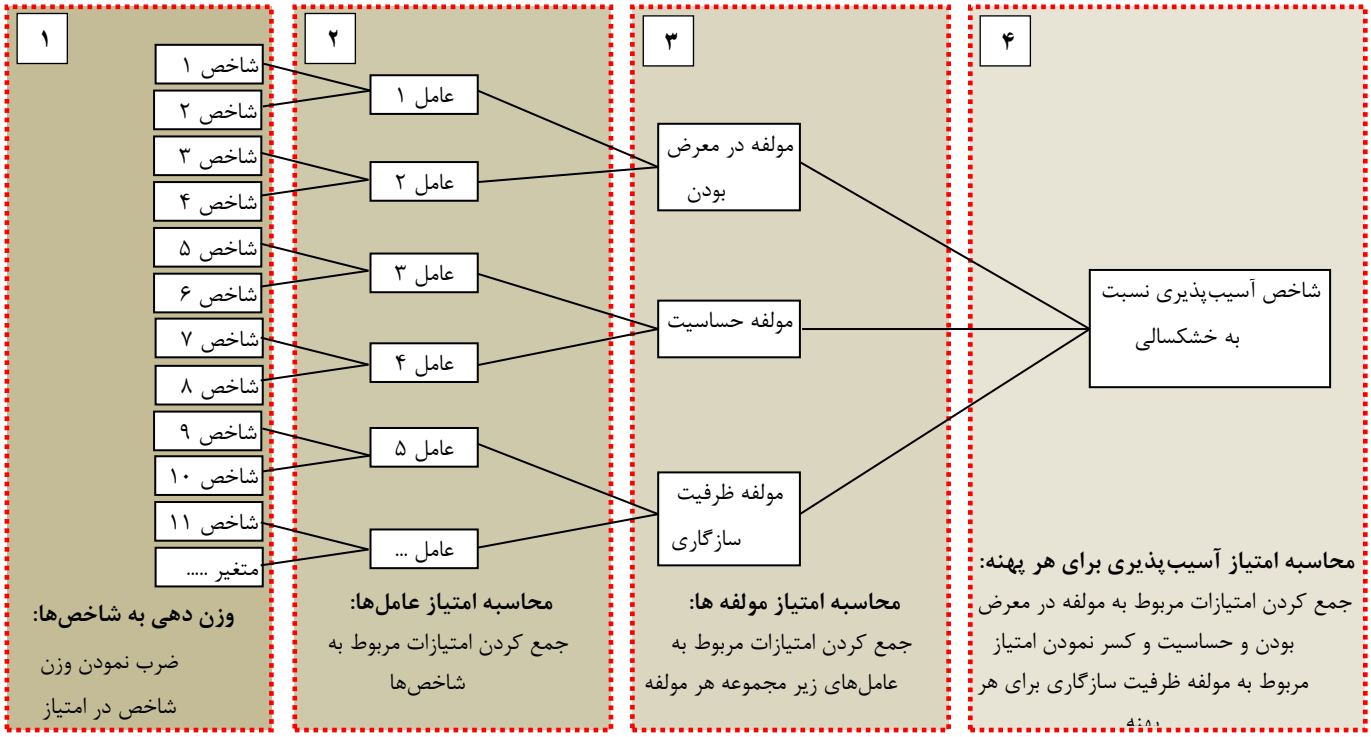
روش به کار رفته برای ارزیابی آسیب‌پذیری بخش کشاورزی نسبت به خشکسالی در اغلب این مدل‌ها شامل گام‌های زیر است: تعریف شاخص برای مولفه‌های سه گانه آسیب‌پذیری، جمع آوری داده‌ها، نرمال کردن داده‌های مربوط به شاخص‌ها، وزن‌دهی به شاخص‌ها، محاسبه امتیازات مولفه‌های سه‌گانه آسیب‌پذیری، محاسبه‌ی شاخص آسیب‌پذیری برای یک پهنه و تهیه‌ی نقشه‌ی آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی (یگانگی، ۱۳۹۷). مراحل محاسبه‌ی شاخص آسیب‌پذیری در جدول (۱) نشان داده شده‌است.

اغلب روش‌های مورد استفاده برای سنجش آسیب‌پذیری بخش کشاورزی، یا از نظر کارشناسان مختلف استفاده ننموده و یا به تمامی شاخص‌های به‌کار رفته در مدل وزن یکسان داده‌اند. به نظر می‌رسد که با توجه به تفاوت‌های محیطی و اقلیمی در مناطق مختلف، یکسان فرض کردن وزن تمامی شاخص‌ها می‌تواند خروجی‌های مدل را تحت تاثیر قرار دهد. در این پژوهش از مدل بهاتاچاریا و داس به عنوان مدل پایه برای ارزیابی آسیب‌پذیری استفاده می‌شود(شکل ۱). مدل بهاتاچاریا و داس از ۲۳ شاخص در غالب ده عامل بهره می‌گیرد و امتیازات محاسبه شده برای این شاخص‌ها، امتیاز سه مولفه اصلی آسیب‌پذیری را مشخص می‌کند(Bhattacharya and Das, 2007). بهاتاچاریا و داس وزن تمامی شاخص‌های به کار رفته در مدل خود را یکسان فرض نمودند. لذا هدف از این پژوهش، سنجش آسیب پذیری بخش کشاورزی نسبت به خشکسالی در سطح منطقه‌ای، با بهره‌گیری از نظرات کارشناسان رشته‌های مختلف، برای تعیین وزن شاخص‌های به کار رفته در این مدل و بهبود خروجی‌های این مدل ارزیابی با در نظر گرفتن ویژگی‌های اقلیمی و محیطی منطقه مورد مطالعه است.

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

استان چهار محال و بختیاری با مساحت ۱۶۵۳۲ کیلومتر مربع دارای ۹ شهرستان است. این شهرستان‌ها عبارتند از شهرکرد، بروجن، سامان، بن، چلگرد، فارسان، کیار، اردل، لردگان(شکل ۲). میانگین بارش سالانه در این استان در حدود ۷۰۰ میلی متر است لیکن پراکنش مکانی منابع آب استان بسیار نامناسب است و میزان بارندگی سالانه آن (شکل ۳) از کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر در مناطق شرقی(شهرستان بروجن) تا بیشتر از ۱۴۰۰ میلی متر در مناطق غربی(شهرستان کوهرنگ) تغییر می کند (آمارنامه استان چهارمحال و بختیاری، ۱۳۹۵).



جدول ۱- مراحل محاسبه شاخص آسیب‌پذیری- ماخذ : (یگانگی، ۱۳۹۷)

چنانچه آستانه تعیین شده به عنوان شروع خشکسالی را ۷۵ درصد بارش متوسط سی ساله در نظر بگیریم، در این استان در سی سال منتهی به سال ۱۳۹۶ مجموعاً نه سال خشکسالی وجود داشته که سه مورد از خشکسالی‌ها در ۱۰ سال اخیر رخ داده است(شرکت آب منطقه‌ای چهارمحال و بختیاری، ۱۳۹۶).

روش پژوهش

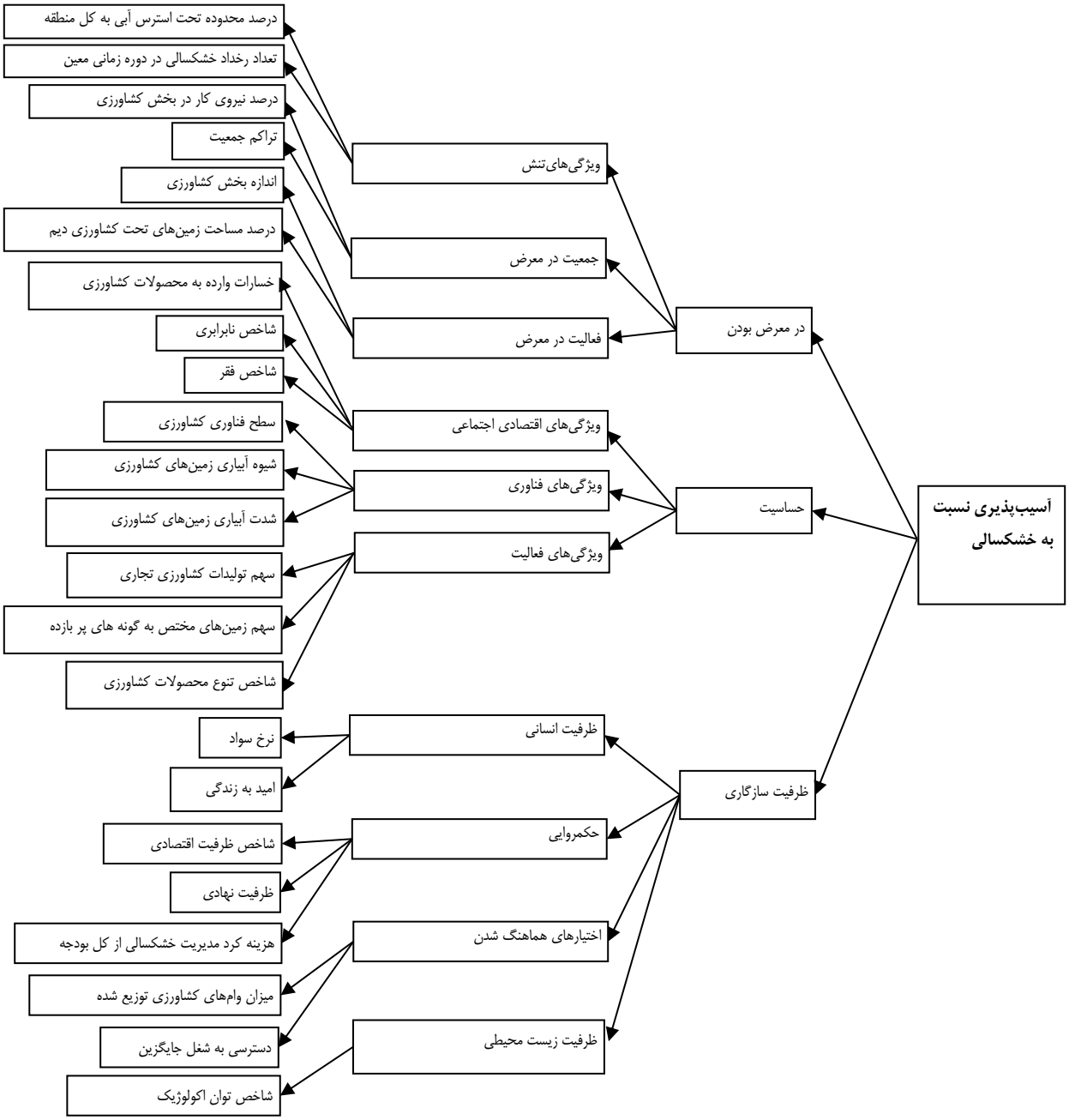
پس از انتخاب مدل ارزیابی، داده‌های مورد نیاز مدل جمع‌آوری شد. برای شاخص نابرابری منطقه‌ای از روش شاخص ترکیبی پیشنهادی توکلی‌نیا و شالی (۱۳۹۱) استفاده شد. برای شاخص فقر از ضریب جینی در سطح شهرستان‌ها (رئیس دانا، ۱۳۸۴) استفاده شد، برای سنجش ظرفیت اقتصادی از روش پیشنهادی عشقی زاده و همکاران (۱۳۹۲)، برای سنجش ظرفیت نهادی از روش پیشنهادی گوپتا و همکاران (۲۰۱۰) و برای سنجش توان اکولوژیک از روش ارزیابی چند معیاره در محیط GIS (رجایی و همکاران، ۱۳۹۶) استفاده شد. در مرحله بعد ارقام مربوط به شاخص‌های به کار رفته در مدل، نرمال‌سازی شدند. برای نرمال نمودن شاخص‌هایی که افزایش آنها موجب افزایش شاخص آسیب‌پذیری شود، از معادله (۱) استفاده شد:

$$x_{ij}=\frac{X_{ij}-Min_i\{X_{ij}\}}{Max_i\{X_{ij}\}-Min_i\{X_{ij}\}} \quad (۱)$$

در این فرمول، Xij عبارت است از ارزش شاخص j در منطقه i . به این شکل عدد ۱ نشان‌دهنده‌ی منطقه با حداکثر ارزش و عدد صفر نشان‌دهنده منطقه با حداقل ارزش است. برای متغیرهایی که افزایش آنها موجب کاهش شاخص آسیب‌پذیری شود، از معادله(۲) استفاده‌شد:

$$y_{ij}=\frac{Max_i\{X_{ij}\}-X_{ij}}{Max_i\{X_{ij}\}-Min_i\{X_{ij}\}} \quad (۲)$$

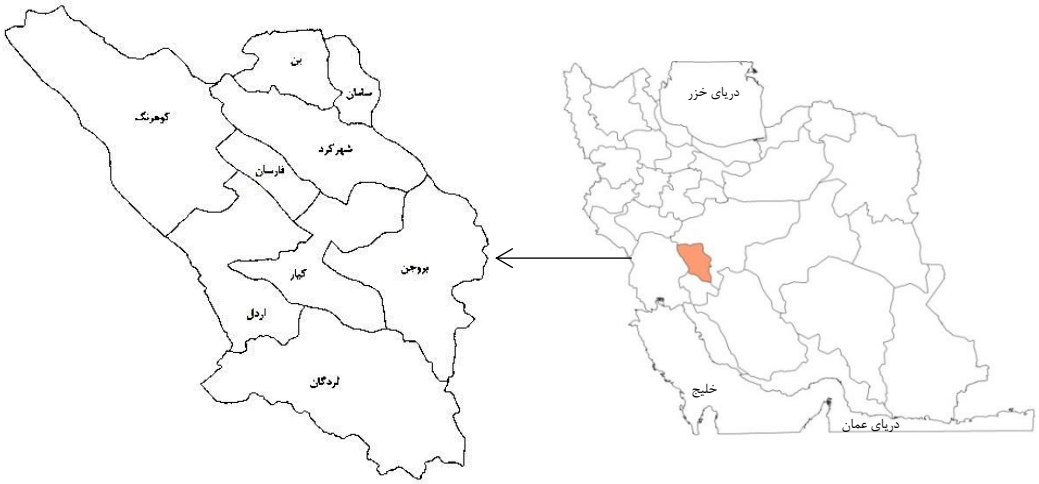
پس از فرآیند نرمال نمودن، ارقام حاصله با توجه به جهت تاثیرگذاری آن‌ها (افزاینده یا کاهنده)، در محاسبات مورد استفاده قرار گرفت. برای وزن‌دهی به شاخص‌ها از روش AHP استفاده شد. از آنجا که آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی تحت تاثیر عوامل اقتصادی، اجتماعی، اقلیمی و محیطی هر منطقه است، ابتدا مدل و شاخص های به کار رفته در آن برای هشت نفر از اساتید رشته های مدیریت کشاورزی و آبخیزداری و هشت نفر از اساتید رشته برنامه ریزی منطقه‌ای تشریح شد و سپس از آنها خواسته شد تا به صورت مستقل نسبت به تعیین درجه اهمیت شاخص‌های بیست و سه گانه مورد استفاده در روش بهاتاچاریا و داس، نظر خود را به شیوه مقایسه زوجی ارائه‌دهند. با توجه به اهمیت توجه به ویژگی‌های منطقه‌ای، نیمی از خبرگان رشته‌های کشاورزی و آبخیزداری از دانشگاه شهرکرد انتخاب شدند. مقایسه‌ی دو به دو با استفاده از مقیاسی که از ترجیح یکسان تا کاملاً مرجح طراحی شده است انجام گرفت.



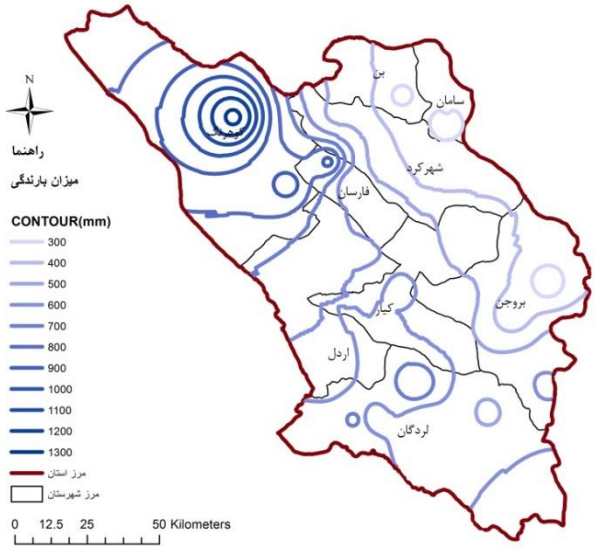
شکل ۱- مدل بهاتاچاریا و داس برای ارزیابی آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی- ماخذ(Bhattacharya and Das, 2007)

جدول۱- نحوه ارزش گذاری ارجحیت در ماتریس مقایسه زوجی- ماخذ: قدسی پور(۱۳۷۹)

مقدار ارزش	۱	۳	۵	۷	۹
درجه اهمیت در مقایسه زوجی	با اهمیت و ارجحیت یکسان	کمی مهمتر	ارجحیت زیاد	ارجحیت خیلی زیاد	کاملاً ارجح



شکل۲- محدوده مورد مطالعه و تقسیمات سیاسی آن



شکل۳- نقشه میزان بارندگی در محدوده مورد مطالعه- ماخذ: شرکت آب منطقه ای چهارمحال و بختیاری (۱۳۹۶)

پس از مقایسه‌های زوجی شاخص ها، برای ترکیب جداول مقایسه‌ای اعضای گروه تصمیم‌گیری، از روش میانگین هندسی (معادله ۳) استفاده‌شد. به در این معادله $a_{ij}^{(k)}$ مؤلفه‌ی مربوط به شخص kام برای مقایسه‌ی عامل i نسبت به j است.

$$a_{ij} = \left[\prod_{k=1}^{n} a_{ij}^{(k)}\right]^{\frac{1}{n}} \qquad (۳)$$

برای استخراج اولویت‌ها از جداول مقایسه‌ی گروهی از روش نرمال‌سازی و میانگین موزون استفاده شد. برای نرمال کردن اعداد جدول‌های مقایسه‌ای از معادله (۴) استفاده شد. در این روش ابتدا عناصر هر ستون با هم جمع و سپس هر یک از عناصر بر این مجموع تقسیم می‌شوند:

$$r_{ij} = \frac{\overline{a}_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} \overline{a}_{ij}} \qquad (۴)$$

لذا پس از بی بعدسازی عناصر جدول مقایسه‌ی گروهی، از مقادیر هر سطر میانگین موزون با ضریب ۱/۱۶(یک شانزدهم) گرفته شد تا وزن هر متغیر مشخص گردد. امتیاز نهایی هر شاخص از ضرب نمودن وزن هر شاخص در امتیاز آن که در مرحله پیش به دست آمده بود، محاسبه شد. مدل بهاتاچاریا و داس از سه نوع اطلاعات شامل داده‌های اقلیمی بر اساس ایستگاه‌های هواشناسی که مرز آن‌ها توسط چند ضلعی‌های ثیسن[1] از یکدیگر جدا می‌شود، داده های آماری مبتنی بر سرشماری که مرز آن‌ها بر اساس محدوده سیاسی شهرستان‌ها از

1 - Thiessen polygon

یکدیگر جدا می شود و داده‌های محیطی که فازی هستند، بهره می گیرد. این داده‌ها سپس در محیط GIS به نقشه متصل شده و سه نوع نقشه مرتبط با داده‌های مختلف بر اساس وزنی که توسط خبرگان در مرحله پیشین برای هر شاخص مشخص شده بود، بر هم نهی شد تا اطلاعات مربوط به هر زیر پهنه بر روی نقشه قابل مشاهده گردد.

نتایج

معادله(۵) نتایج محاسبات مربوط به وزن متغیرهای ۲۳ گانه بر اساس نظر خبرگان را نشان می‌دهد.

معادله(۵)

$$Excellence = 0.0985(C_1)+ 0.0638(C_2)+0.0310(C_3)+ 0.0306(C_4)+ 0.0194(C_5)+ 0.0199(C_6)+ 0.0341(C_7)+ 0.0286(C_8)+0.0340(C_9)+ 0.0159(C_{10})+0.0510(C_{11})+ 0.0507(C_{12})+ 0.0416(C_{13})+ 0.0170(C_{14})+ 0.0134(C_{15})+ 0.0152(C_{16})+0.0224(C_{17})+ 0.0472(C_{18})+0.0529(C_{19})+ 0.0563(C_{20})+ 0.0661(C_{21})+ 0.0912(C_{22})+ 0.0993(C_{23})$$

بر این مبنا وزن نهایی هر یک از متغیرهای بیست و سه گانه به شرح جدول (۲) محاسبه شد.

جدول ۲- اوزان نهایی شاخص ها بر مبنای روش تحلیل سلسله مراتبی

شاخص	وزن	وزن(درصد)
نسبت محدوده تحت تنش آبی به کل منطقه	0.0985	9.8
تعداد رخداد خشکسالی در دوره زمانی معین	0.0638	6.4
درصد نیروی کار در بخش کشاورزی	0.0310	3.1
شاخص تراکم جمعیت	0.0306	3
اندازه بخش کشاورزی	0.0194	1.9
درصد مساحت زمین‌های تحت کشاورزی دیم	0.0199	2
شاخص فقر	0.0341	3.4
شاخص نابرابری	0.0286	2.7
سهم زمین‌های مختص به گونه‌های پر بازده	0.0340	3.4
نرخ سواد	0.0159	1.6
شاخص ظرفیت اقتصادی	0.0510	5.1
هزینه کرد مدیریت خشکسالی شده از کل بودجه	0.0507	5
میزان وام‌های کشاورزی توزیع	0.0416	4
سهم تولیدات کشاورزی تجاری	0.0170	1.7
شیوه آبیاری زمین‌های کشاورزی	0.0134	1.3
شدت آبیاری زمین‌های کشاورزی	0.0152	1.5
امید به زندگی	0.0224	2.2
خسارات وارده به محصولات کشاورزی	0.0472	4.7
ظرفیت نهادی	0.0529	5.3
توان اکولوژیک	0.0563	5.6
دسترسی به سعن جایخزین	0.0661	6.6
شاخص تنوع محصولات کشاورزی	0.0912	9.1
سطح فناوری کشاورزی	0.0993	10

چنانکه مشاهده می شود بیشترین وزن به ترتیب به شاخص سطح فناوری کشاورزی، با درصد وزنی ۱۰ از ۱۰۰ درصد، شاخص نسبت محدوده تحت تنش آبی به کل منطقه با درصد وزنی ۹/۸ از ۱۰۰ درصد و شاخص تنوع محصولات کشاورزی با درصد وزنی ۹/۱ از ۱۰۰ درصد اختصاص یافته است. به عبارت دیگر از نظر کارشناسان، در این منطقه شاخص های اقلیمی و کشاورزی نسبت به شاخص های اقتصادی و اجتماعی نقش موثرتری در آسیب پذیری نسبت به کشاورزی دارند. همچنین شاخص های دسترسی به شغل جایگزین، تعداد رخداد خشکسالی در دوره زمانی معین، توان اکولوژیک، ظرفیت نهادی و ظرفیت اقتصادی در مرحله بعدی اهمیت تعیین شدند. جداول (۳) الی (۶) نشان دهنده امتیازات نهایی شاخص‌های غیر فازی تشکیل دهنده‌ی نمایه‌ی آسیب‌پذیری در محدوده‌ی مورد مطالعه هستند. نقشه ارزیابی توان اکولوژیک به صورت فازی تهیه شد.

سپس پهنه ها بر اساس امتیاز رتبه بندی شدند تا نقشه مولفه‌های سه‌گانه آسیب‌پذیری مشخص گردد. شکل (۴) پهنه‌بندی در معرض بودن و حساسیت نسبت به خشکسالی و شکل (۵) پهنه‌بندی ظرفیت سازگاری و آسیب پذیری نسبت به خشکسالی را نشان می‌دهد.

چنانکه در شکل (۴) دیده می شود، مناطق جنوبی، شمال شرق و شمال غرب محدوده مورد مطالعه شامل شهرستان‌های کوهرنگ، شهرکرد، سامان و لردگان بیش از دیگر مناطق در معرض خشکسالی هستند و پهنه‌های مرکزی و شمالی و جنوب شرقی و جنوب غربی کمتر در معرض خشکسالی بوده است. نکته قابل توجه آن است که پهنه‌های شمال غربی که در معرض خشکسالی بیشتری هستند، هم‌زمان پر بارش‌ترین پهنه‌های این منطقه نیز محسوب می‌شوند. همچنین بر اساس یافته‌های تحقیق، میزان در معرض بودن تفاوتی ۳/۵ برابری را در پهنه‌هایی که بیشترین میزان در معرض بودن را دارند نسبت به پهنه‌هایی که کمترین میزان در معرض بودن را دارند نشان می‌دهند (بازه حداقلی ۴/۴۹-۵/۹۶ در مقابل بازه حداکثری ۱۷/۷۲-۱۹/۱۹).

جدول ۳- محاسبه امتیاز شاخص‌های اقلیمی در معرض بودن

وزن	٦,٤	۹,۸	–	٦,٤	۹,۸	–
نام ایستگاه هواشناسی	تعداد خشکسالی در ۳۰ سال اخیر	درصد محدوده تحت تنش آبی به کل منطقه	جمع	نام ایستگاه هواشناسی	تعداد خشکسالی در ۳۰ سال اخیر	درصد محدوده تحت استرس آبی به کل منطقه	جمع
آلونی	۰	۹,۲۱	۹,۲۱	کوشکی	۴,۲۹	۳,۰۴	۷,۳۳
اردل	۲,۱۱	۰	۲,۱۱	لیرابی	۳,۵۸	۰	۳,۵۸
ارمند علیا	۲,۸۲	۳,۲۳	۶,۰۵	مرغملک	۳,۵۸	۰	۳,۵۸
عزیزآباد	۳,۵۸	۰	۳,۵۸	محمدآباد	۴,۹۹	۰	۴,۹۹
بردبر	۲,۸۲	۰,۵۹	۳,۴	منج	۰,۷	۰,۶۹	۱,۳۹
بارده	۴,۲۹	۰	۴,۲۹	ناغان	۱,۴۱	۰	۱,۴۱
بن	۶,۴	۰	۶,۴	رستم آباد	۲,۸۲	۰	۲,۸۲
بیژگرد	۴,۲۹	۶,۸۶	۱۱,۱۵	صالح اباد	۲,۸۲	۰	۲,۸۲
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
چمن گلی	۲,۱۱	۰	۲,۱۱	سردشت	۰,۷	۱,۴۷	۲,۱۷
چهراز	۲,۸۲	۰	۲,۸۲	سرخون	۰,۷	۰	۰,۷

جدول ٤- امتیاز شاخص‌های غیر اقلیمی در معرض بودن

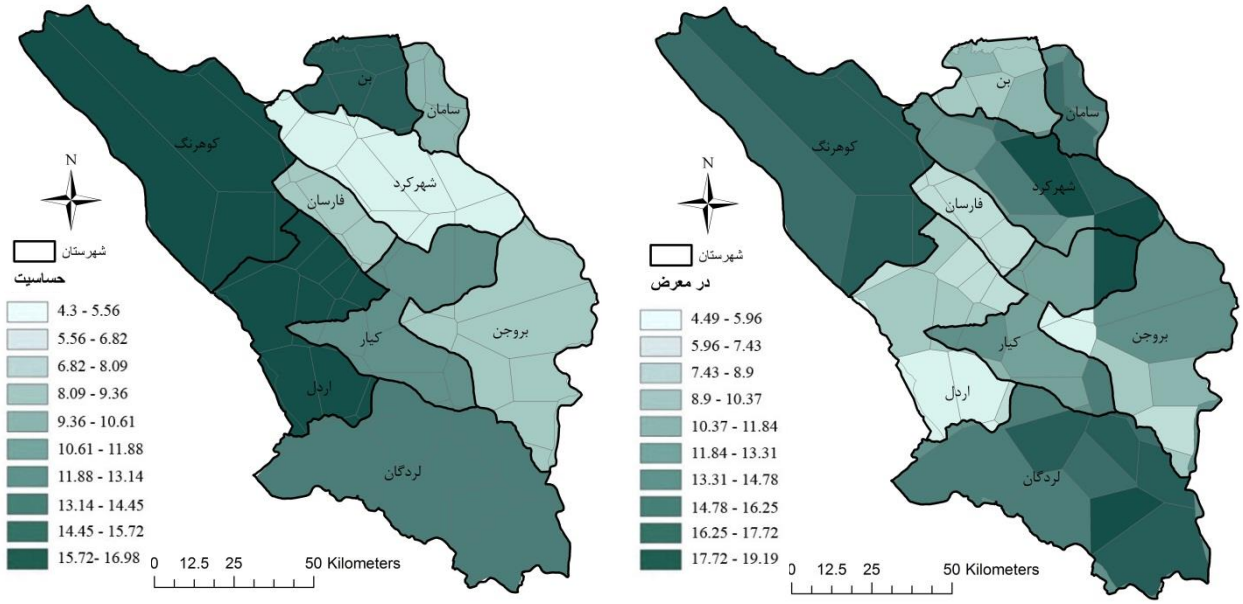
وزن	۳,۱	۳	۱,۹	۲	–
منطقه	درصد نیروی کار در بخش کشاورزی	تراکم جمعیت روستایی	اندازه بخش کشاورزی	درصد مساحت اراضی تحت کشاورزی دیم	جمع
اردل	۱,۶۴	۰,۹۶	۱,۴۸	۲,۰۰	۶,۰۹
بن	۲,۶۰	۰,۴۸	۰,۸۹	۱,۳۰	۵,۲۸
بروجن	۱,۶۴	۰,۰۳	۰,۶۷	۱,۱۴	۳,۴۸
فارسان	۲,۲۰	۳,۰۰	۰,۶۱	۰,۶۸	۶,۴۹
کیار	۱,۶۴	۰,۵۴	۰,۷۰	۰,۹۰	۳,۷۹
کوهرنگ	۲,۶۰	۰,۰۰	۱,۹۰	۱,۳۲	۵,۸۲
لردگان	۰,۳۷	۲,۲۲	۱,۲۲	۱,۳۸	۵,۱۹
سامان	۰,۰۰	۲,۱۰	۱,۸۱	۰,۰۰	۳,۹۱
شهرکرد	۳,۱۰	۰,۹۳	۰,۰۰	۰,۷۶	۴,۷۹

جدول ۵- محاسبه امتیاز شاخص‌های حساسیت

وزن	۳,٤	۱,۷	۱,۵	۱,۳	۱۰	۲,۷	۳,٤	–
منطقه	سهم زمین‌های مختص به گونه های پر بازده	سهم تولیدات کشاورزی تجاری	شدت آبیاری زمین های کشاورزی	شیوه آبیاری زمین های کشاورزی	سطح فناورزی کشاورزی	شاخص نابرابری	شاخص فقر	حساسیت
اردل	۰	۰	۱,۲۶	۱۲۵	۸,۵	۱,۷۶	۳,۴	۱۶,۱۶
بن	۰,۲۷	۰,۱۴	۰	۰,۶	۳,۳	۱,۵۷	۳,۰۳	۸,۹۰
بروجن	۲,۱۴	۰,۶۸	۱,۲۹	۰,۹۵	۱۰	۱,۱۳	۰,۷۸	۱۶,۹۸
فارسان	۰,۷۸	۰,۳۱	۱,۰۲	۰,۷	۲,۳	۱,۸۶	۱,۰۹	۸,۰۶
کیار	۳,۴	۱,۷	۰,۷۸	۰,۳	۳,۱	۲,۱۳	۲,۴۵	۱۳,۸۶
کوهرنگ	۰,۵۸	۰,۲۹	۱,۲۸	۱,۳	۸,۲	۲,۱۹	۲,۳۱	۱۶,۱۴
لردگان	۰,۰۷	۰,۰۳	۱,۵	۰,۷۵	۹,۵	۲,۷	۱,۲۶	۱۵,۸۱
سامان	۰,۶۵	۰,۳۲	۰,۹۸	۰	۷,۲	۱,۲۴	۰,۹۵	۱۱,۳۴
شهرکرد	۱,۰۵	۰,۳۹	۰,۳۶	۱,۰۵	۳,۲	۰	۰	۶,۰۶

جدول ٦- محاسبه امتیاز شاخص‌های غیر فازی ظرفیت سازگاری

وزن	٦,٦	٤	٥	٥,٣	٥,١	٢,٢	١,٦	-
منطقه	دسترسی به شغل جایگزین	میزان وام‌های کشاورزی توزیع شده	هزینه کرد مدیریت خشکسالی از کل بودجه	ظرفیت نهادی	ظرفیت اقتصادی	امید به زندگی	نرخ سواد	ظرفیت سازگاری
اردل	۱,۵۲	۱,۳۶	۱,۰۵	۰,۵۸	۱,۲۲	۰,۲۴	.	۷,۳۲
بن	۰,۹۹	۱,۱۶	۰,۸۵	۱,۲۲	۲,۷۵	۰,۶۴	۰,۶۴	۹,۵۴
بروجن	۲,۲۴	۰,۴۴	۱,۶	۴,۵۶	۳,۱۶	۱,۶۷	۰,۶۹	۱۶,۳۸
فارسان	۶,۶	۰,۳۶	۳,۶۵	۱,۴۳	۰,۹۷	۰,۴۸	۰,۵۳	۱۹,۶۲
کیار	۳,۰۴	۱,۶	۵	۰,۴۸	۳,۷۷	۲,۲	۰,۱۱	۱۸,۲۷
کوهرنگ	۰,۵۳	۱,۶	۱,۹	۱,۳۸	۰	۰,۶۸	۰,۶۷	۶,۷۶
لردگان	۰	۰	۱,۱	۰	۵,۱	.	۱,۶	۸,۷
سامان	۲,۳۸	۴	۵	۰,۹۵	۳,۸۸	۰,۵۵	۰,۵۹	۱۹,۹۸
شهرکرد	۱,۲۵	۰,۹۲	۱,۴۵	۵,۳	۱,۹۴	۰,۳۵	۱,۲۲	۱۴,۳۳



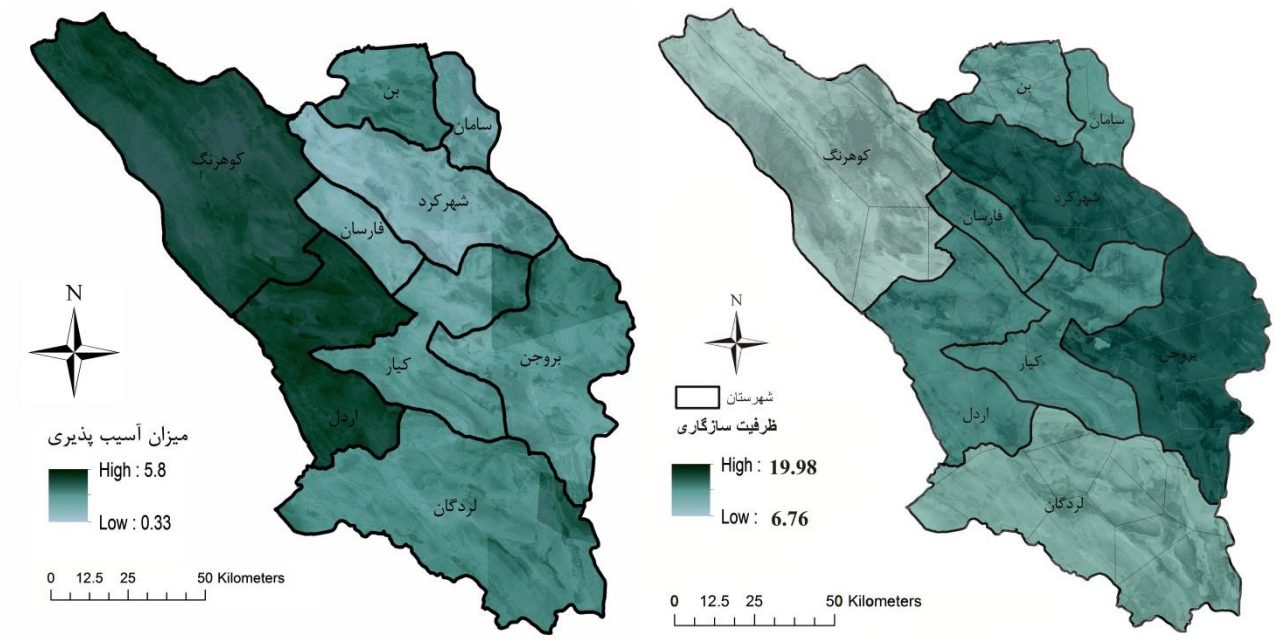
شکل ٤- پهنه بندی درمعرض بودن و حساسیت

حساسیت نسبت به خشکسالی در مناطق غربی و شمالی محدوده مورد مطالعه بیش از سایر مناطق است. شهرستان شهرکرد کمترین میزان حساسیت نسبت به خشکسالی را نشان می‌دهد و شهرستان‌های بن، کوهرنگ و اردل بیشترین حساسیت را نسبت به خشکسالی نشان می‌دهد. همچنین بر اساس یافته‌های تحقیق، میزان حساسیت نسبت به خشکسالی تفاوتی ۳/۷ برابری را در پهنه‌هایی که بیشترین حساسیت را دارند نسبت به پهنه‌هایی که کمترین حساسیت را دارند نشان می‌دهد (بازه حداقلی ۴/۳-۵/۵۶ در مقابل بازه حداکثری ۱۵/۷۲-۱۶/۹۸).

ظرفیت سازگاری در بخش‌های شرقی محدوده مورد مطالعه که کم بارش‌ترین مناطق محسوب می شود و در عین حال نسبت شهرنشینی بالاتری دارد(شامل شهرستان‌های بروجن و شهرکرد) بیش از سایر مناطق است. در این حالی است که در مناطق غربی محدوده مورد مطالعه که عمدتاً جمعیت روستایی و عشایری را در بر می گیرد(شامل شهرستان‌های کوهرنگ و لردگان)، کمترین میزان ظرفیت سازگاری مشاهده می شود. بر اساس یافته‌های تحقیق، میزان

ظرفیت سازگاری تفاوتی ۲/۶ برابری را در پهنه‌هایی که بیشترین ظرفیت سازگاری را دارند نسبت به پهنه‌هایی که کمترین ظرفیت سازگاری را دارند نشان می‌دهد (حداقل ۶/۷۶ و حداکثر ۱۹/۹۸).

چنان که در شکل (۵) نیز مشاهده می‌شود حداقل میزان آسیب‌پذیری معادل عدد صفر نیست و کل محدوده مورد مطالعه، نسبت به خشکسالی تا حدی آسیب‌پذیر است(حداقل آسیب پذیری معادل ۰/۳۳). همچنین مناطق غرب و شمال غربی محدوده مورد مطالعه شامل شهرستان‌های کوهرنگ و اردل با وجود دریافت بیشترین میزان بارندگی سالانه، آسیب‌پذیرترین مناطق نسبت به خشکسالی محسوب می‌شوند. لذا مناطق پربارش لزوماً آسیب‌پذیری کمتری نسبت به خشکسالی نداشته و ارتباط مستقیمی بین میزان بارندگی و میزان آسیب پذیری نسبت به خشکسالی مشاهده نمی‌شود. یافته‌ها همچنین تفاوتی ۱۷/۶ برابری را در پهنه‌هایی که بیشترین آسیب‌پذیری را دارند نسبت به پهنه‌هایی که کمترین آسیب‌پذیری را دارند، نشان می دهد(حداقل ۰/۳۳ در مقابل حداکثر ۵/۸).



شکل ۵- پهنه بندی ظرفیت سازگاری و آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی

بحث و نتیجه‌گیری

نقشه‌های پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی، یکی از بهترین ابزارهای راهنما در حوزه مدیریت کشاورزی، آبخیزداری و برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای برای سازگاری با خشکسالی و کاهش آسیب‌های ناشی از این پدیده محسوب می شوند. نتایج 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 یافته های سایر پژوهش‌ها نظیر پژوهش کرامکر و همکاران و اوبرین و همکاران را در این خصوص تایید می کند (Krömker et al., 2008; O'BRIEN et al., 2007).

همچنین یافته های پژوهش نشان داد که با وجود آنکه مناطقی که نسبت شهرنشینی بالاتری دارند بارش کمتری دریافت می کنند، لیکن سطح ظرفیت سازگاری با خشکسالی در این مناطق بالاتر است. این موضوع نیز یافته های سیملتون و همکاران و پراچ و همکاران را در خصوص اثرگذاری نسبت جمعیت شهرنشین یک منطقه بر ظرفیت سازگاری آن را تایید می کند (Simelton et al., 2009; Prutsch et al., 2010). از سوی دیگر یافته‌های این پژوهش نشان داد که ارتباط مستقیمی بین میزان بارش و میزان آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی وجود ندارد و پربارش ترین محدوده‌های یک منطقه همزمان می‌تواند آسیب‌پذیرترین مناطق نسبت به خشکسالی باشد. این موضوع نیز در راستای تایید یافته های تانزلر و همکاران و سالواتی و همکاران در زمینه رابطه بین میزان بارش و میزان آسیب‌پذیری نسبت به خشکسالی است (Tanzler et al., 2008; Salvati et al., 2009).

پیشنهادهای کاربردی

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 می گردد:

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 داده اند و بیش از سایر نقاط نسبت به خشکسالی آسیب‌پذیر هستند، پیشنهاد می شود تمهیداتی در راستای کاهش حساسیت و افزایش ظرفیت سازگاری کشاورزان این مناطق در نظر گرفته شود.

تمهیدات پیشنهادی بر اساس دستاوردهای پژوهش عبارتند از: کاهش نیروی کار در بخش کشاورزی این مناطق و ایجاد اشتغال جایگزین، کاهش درصد زمین های تحت کشاورزی دیم، پوشش هرچه بهتر ابزارهای حمایتی نظیر بیمه خسارات محصولات کشاورزی و ارائه حمایت های مالی به کشاورزان آسیب دیده، در نظر گرفتن برنامه های اجتماعی–اقتصادی برای کاهش نابرابری و فقر اقتصادی، برگزاری دوره‌های آموزشی برای کشاورزان در راستای چگونگی سازگاری با خشکسالی و بهره‌گیری از فناورزی های نوین کشاورزی، معرفی گونه‌های پربازده، کشت محصولات متنوع به جای تک محصول، ممنوعیت کشت در مناطقی که توان اکولوژیکی اندکی برای فعالیت کشاورزی دارند و نهایتاً ارتقای ظرفیت نهادهای مسئول مدیریت کشاورزی و آبخیزداری در این مناطق.

منابع

اکرامی، م.، فاتحی، ا.، برخورداری، ج. ۱۳۹۴. ارزیابی آسیب‌پذیری خشکسالی کشاورزی، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال پنجم، شماره بیستم.

توکلی نیا، ج.، شالی، م. ۱۳۹۱. نابرابری های منطقه ای در ایران، آمایش محیط پاییز ۱۳۹۱ دوره ۵ شماره ۱۸ صص ۱-۱۵.

رجایی، ف.، اسماعیلی ساری، ع.، سلمان ماهینی، ع.، دلاور، م.، قلی پور، م.، مساح بوانی، ع. ۱۳۹۶. پیش بینی مستعدترین پهنه های کشاورزی حوزه آبخیز تجن با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره. آمایش سرزمین دوره نهم بهار و تابستان ۱۳۹۶ شماره ۱، صص ۱۱۱- ۱۲۷

رئیس دانا، ف. ۱۳۸۴. اندازه گیری شاخص و پویش فقر در ایران، فصلنامه رفاه اجتماعی، دوره ۴ شماره ۱۷، صص ۵۴- ۸۶

شرکت آب منطقه ای چهارمحال و بختیاری. ۱۳۹۶. گزارش پایش خشکسالی استان، شهرکرد.

عشقی زاده، م.، فاضل پور عقدا، م.، ملکی نژاد، ح.، نورا، ن. ۱۳۹۲. معرفی شاخص ظرفیت اقتصادی جهت اولویت بندی نقاط مناسب احداث سازه های آبخیزداری و منابع آب، نهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، یزد، دانشگاه یزد.

قدسی پور، ح. ۱۳۷۹. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مرکز نشر دانشگاه امیر کبیر، تهران.

کشاورز، م.، کرمی، ع.، زمانی، غ. ۱۳۸۹. آسیب‌پذیری خانوارهای کشاورز نسبت به خشکسالی، علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، جلد ۶ شماره ۲.

نصرنیا، ف.، زیبایی، م.۱۳۹۴. سنجش ابعاد آسیب پذیری استان‌ها نسبت به خشکسالی، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد ۲۹ شماره ۴.

یگانگی دستگردی، و.، شریف زادگان، م.، صرافی، م. ۱۳۹۷. مقدمه ای بر هستی شناسی رهیافت های ارزیابی آسیب پذیری نسبت به خشکسالی .فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، سال هشتم، ۸ (۳)

Bhattacharya, S., & Das, A. 2007. Vulnerability to drought, cyclones and floods in India. BASIC Paper, 9.

CEF Consultans.2005. A Guide for incorporating Adaptation to climate change into land use planning, CBCL, Halifax.

Gupta, J., Termeer, K., Klostermann, J., Meijerink, S., van den Brink, M., Jong, P., Noote boom, S., and Bergsmaa, E. 2010. The Adaptive Capacity Wheel: a method to assess the inherent characteristics of institutions to enable the adaptive capacity of society, Environ. Sci. Policy, 13, 459–471.

Gurran, N., Hamin, E. and Norman B. 2008. Planning for climate change: Leading Practice Principles and Models for Sea Change Communities in Coastal Australia., Report no 3 for the National Sea Change Taskforce July 2008.

Hulme, M., Adger, W. N., Dessai, S., Goulden, M., Lorenzoni, I., Nelson, D., ... & Wreford, A. 2007. Limits and barriers to adaptation: four propositions. Tyndall Center for Climate Change Research.Iglesias, A., Moneo, M., & Quiroga, S. 2009. Methods for evaluating social vulnerability to drought. Coping with Drought Risk in Agriculture and Water Supply Systems.

Knutson, C. L. 2008. The role of water conservation in drought planning. Journal of soil and water conservation, 63(5), 154A-160A.

Krömker, D., Eierdanz, F., & Stolberg, A. 2008. Who is susceptible and why? An agent-based approach to assessing vulnerability to drought. Regional Environmental Change, 8(4).

Nelson, Adger and Brown. 2007. Adaptation to Environmental Change: Contributions of a Resilience Framework.

O'BRIEN, K., Eriksen, S., Nygaard, L. P., & Schjolden, A. 2007. Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. Climate Policy, 7(1).

drought and desertification. Geographical research, 47(3).

Simelton, E., Fraser, E. D., Termansen, M., Forster, P. M., & Dougill, A. J. 2009. Typologies of crop-drought vulnerability: an empirical analysis of the socio-economic factors that influence the sensitivity and resilience to drought of three major food crops in China (1961–2001). Environmental Science & Policy, 12(4).

Tanzler, D., Carius, A., & Maas, A. 2008. Assessing the susceptibility of societies to droughts: a political science perspective. Regional Environmental Change, 8(4).

UNDP. 2008. Supporting Capacity Development: The UNDP Approach, Capacity Development Group, Bureau for Development Policy, UNDP, New York.

Palmer, M. A., Reidy Liermann, C. A., Nilsson, C., Flörke, M., Alcamo, J., Lake, P. S., & Bond, N. 2008. Climate change and the world's river basins: anticipating management options. Frontiers in Ecology and the Environment, 6(2).

Pandey, R. P., Pandey, A., Galkate, R. V., Byun, H. R., & Mal, B. C. 2010. Integrating hydro-meteorological and physiographic factors for assessment of vulnerability to drought. Water resources management, 24(15).

Prutsch, A., Grothmann,T., Schauser, I., Otto, S., McCallum, S. 2010. The Guiding principles for adaptation to climate change in Europe ETC/ACC Technical Paper 2010/6 November 2010.

Salvati, L., Zitti, M., Ceccarelli, T., & Perini, L. 2009. Developing a synthetic index of land vulnerability to

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 13, Oct.-Nov. 2019, p. 1141-1152

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۳، مهر - آبان ۱۳۹۸، ص. ۱۱۵۲-۱۱۴۱

Spatial Assessment of Vulnerability to Drought in Agricultural Sector Case study: Chaharmahal and Bakhtiari Province

V. Yeganegi Dastgerdi[1*], M. H. Sharifzadegan[2], N. Mobarghei Dinan[3]

Recived: Oct.20, 2018 Accepted: Jan.06, 2019

Abstract

Most of the methods used to measure the vulnerability of agricultural sector to drought, did not use the opinions of different experts or did not pay attention to the environmental and climatic differences of the regions, or gave the same weight to all the indicators used in the models. The question is how can assess the vulnerability by using the experts' opinion from different domains? In this paper, the Bhattacharya and Das model were used to assess the drought vulnerability, and 16 experts were asked to determine the weight of the indicators using hierarchical analysis method. Then, according to the specified weights, a vulnerability map was prepared. The findings show that there is a difference of 3.5 times between the exposures of different zones. Also, a difference of 3.7 times was observed between the most sensitive areas and least sensitive areas. The adaptive capacity also shows a difference of 2.6 times in zones with maximum and minimum adaptive capacity. The findings also show a difference of 17.6 times in areas with the highest vulnerability to areas with the least vulnerability. No direct correlation between rainfall and degree of vulnerability to drought was also observed.

Keywords: Agriculture, AHP, Bhattacharya and Das Model, Drought, Vulnerability Assessment

1 - PhD Student of Urban and Regional Planning, Shahid Beheshti University
2 - Professor, Department of Urban and Regional Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
3 - Associate Professor of Environmental Sciences Research Institute , Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
(* - Corresponding Author Email: wyeganegi@gmail.com)