فصلنامهٔ روستا و توسعه، سال ۱۸، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹٤، صفحات ۱۳۳-۱۵۰

تحلیل شاخص مخاطرهٔ خشکسالی و تأثیر آن بر مکان‌گزینی روستایی: مطالعهٔ موردی استان قزوین

*غریب فاضل‌نیا، سیدیاسر حکیم‌دوست، و سارا سالارپور**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۳

چکیده

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و همبستگی با رویکرد تحلیلی و هدف آن پایش و پهنه‌بندی خشکسالی در استان قزوین بود؛ بدین منظور، با استفاده از شاخص اقلیمی SPI، تحلیل نقشه‌های اقلیمی به شیوهٔ زمین‌آمار و محاسبهٔ ضریب همبستگی پیرسون بین خشکسالی و مکان‌گزینی روستاها صورت گرفت. جامعهٔ آماری پژوهش ۸۹۸ روستای دارای سکنهٔ استان قزوین با جمعیت ۳۶۵۲۲۵ نفر بود. نتایج نشان داد که ۹۲۳ روستای این استان در محدوده‌ای وسیع از مرکز و نیز شمال و شرق استان با حدود ۲۰۲۵۶۶ نفر جمعیت در خطر خشکسالی است؛ روستاهای استان تمایل به مکان‌گزینی در پهنه‌های مناسب‌تر را دارند؛ و همچنین، رابطهٔ خشکسالی با تعداد روستاهای منطقه و جمعیت آنها در سطح یک درصد معنی‌دار است. نتایج آزمون پیرسون نیز بیانگر وجود ارتباط قوی بین متغیرهای خشکسالی و تعداد روستاها و جمعیت آنها بود؛ از این‌رو، لازم است در روستاهای با مخاطرهٔ بالای خشکسالی تغییر الگوی کشت انجام پذیرد تا از ناپایداری روستاهای منطقه پیشگیری شود.

* به‌ترتیب، نویسندهٔ مسئول و دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، بخش جامعه‌شناسی و برنامه‌ریزی اجتماعی، دانشگاه شیراز (Gh.fazelniya@shirazu.ac.ir)؛ دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه پیام نور؛ و دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه زابل.

کلیدواژه‌ها: *خشکسالی، شاخص* SPI*، زمین آمار، مکان‌گزینی روستا، قزوین (استان).*

***

مقدمه

ایران در کمربند خشک دنیا واقع شده و مستعد وقوع پدیدهٔ خشکسالی است. با توجه به پیامدهای منفی و ناخواستهٔ این پدیدهٔ پیچیده و چندبعدی بر رشد و توسعهٔ جوامع روستایی، از یک سو، و بالا بودن امکان وقوع خشکسالی در ایران، از دیگر سو، تدبیر سازوکارهای برنامه‌مند برای مقابله، مهار و مدیریت بحران خشکسالی ضروری می‌نماید (کردوانی، ۱۳۸۰؛ مقدس فریمانی و حسینی، ۱۳۸۴؛ ثابت‌رفتار، ۱۳۷۹؛ نساجی زواره، ۱۳۸۰). بروز خشکسالی در مناطق مختلف جهان نشان از آسیب‌پذیری همهٔ ملت‌ها از رویدادهای آب و هوایی دارد. در این میان، معیشت در جوامع روستایی به‌شدت از شرایط آب و هوایی تأثیر می‌پذیرد و وقوع خشکسالی در این جوامع به خسارت‌های متعدد اقتصادی و اجتماعی به‌ویژه برای کشاورزان می‌انجامد (پورطاهری و همکاران، ۱۳۹۱: ۱). به‌دلیل ارتباط تنگاتنگ روستا و کشاورزی، پیامدهای منفی خشکسالی طی چند سال بر اقتصاد روستایی و کشاورزی نمایان می‌شود و تداوم آن به تغییر کارکرد و مهاجرت‌های روستایی می‌انجامد (محمدی یگانه و حکیم‌دوست، ۱۳۸۸: ۱). گستردگی کشت دیم در کشور و وابستگی به بارش‌های جوی آسیب‌پذیری در برابر خشکسالی را افزایش می‌دهد و این مسئله ضرورت برنامه‌ریزی برای آمادگی در برابر این پدیده را بیش از پیش آشکار می‌سازد. در این خصوص، شناسایی مکان‌هایی که احتمال افزایش مخاطرهٔ خشکسالی اقلیمی در آن بالاست، لازم و ضروری است. یکی از راه‌های مکان‌محور کردن خشکسالی عملیات پهنه‌بندی و تخمین خشکسالی در مناطق روستایی است تا بتوان با توجه به مکان‌گزینی روستاها، به ارزیابی میزان و شدت این بلای طبیعی پرداخت (غلامی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱). نظر به اینکه اکثر سکونتگاه‌های روستایی در کشور به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک در محدودهٔ منابع آب نقطه‌ای ایجاد شده‌اند، شناسایی روستاهای واقع در پهنه‌های دارای مخاطرهٔ خشکسالی در راستای مدیریت بحران خشکسالی به‌منظور کاهش اثرات آن اجتناب‌ناپذیر می نماید.

با توجه به اهمیت موضوع، بسیاری از محققان داخلی و خارجی مطالعاتی در این باره انجام داده اند. یزدانی و همکاران (۱۳۹۰)، در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل فراوانی و پهنه‌بندی خشکسالی‌های ایران با کاربرد نمایهٔ شاخص استانداردشدهٔ بارش»، بدین نتیجه دست یافتند که تعداد خشکسالی‌ها در فواصل زمانی کوتاه‌تر بیش از تعداد آنها در فواصل زمانی طولانی‌تر است در سال‌های اخیر، تکرار خشکسالی در ایران افزایش داشته ولی از شدت آن کاسته شده است؛ همچنین، با تکرار خشکسالی‌ها در مناطق مرکزی شاخص بارش استاندارد (SPI)[۱] به روش کریجینگ[۲] با واریوگرام‌های کروی، نمایی، گوسین و توانی، مشخص شد که در مقیاس دوازده‌ماهه، واریوگرام دایره‌ای و در مقیاس سه‌ماهه واریوگرام نمایی نتایج قابل قبول از خود نشان دادند. زمانی و همکاران (۱۳۹۱)، در پژوهشی با عنوان «کاربرد زمین‌آمار در پهنه‌بندی شدت‌های خشکسالی (مطالعهٔ موردی: استان فارس)»، بر اساس شاخص ناهنجاری بارندگی (RAI)[۳] و شاخص دهک بارش (DPI)[۴]، به ارزیابی دقت روش‌های زمین‌آماری کریجینگ معمولی، کریجینگ ساده و روش معین عکس فاصله در پهنه‌بندی و تهیهٔ نقشه‌های خشکسالی روی داده در استان فارس در سال ۱۳۸۹ پرداختند؛ بر اساس نتایج این تحقیق، در پهنه‌بندی خشکسالی بر اساس شاخص DPI و در مورد شاخص RAI، روش عکس فاصله دارای نتایج بهتری نسبت به سایر روش‌های درون‌یابی است؛ همچنین، با توجه به نقشه‌های ترسیم‌شده بر اساس دو شاخص RAI و DPI ، به‌ترتیب، ۶۰/۹۱ و ۵۱/۰۵ درصد از مساحت استان درگیر خشکسالی بوده است. نونز و همکاران (Nunez et al., 2011) در تجزیه و تحلیل فراوانی منطقه‌ای برای نقشه‌برداری حوادث خشکسالی در شمال مرکزی شیلی با استفاده از روش RFA-LM و نرم‌افزارهای L RAP و L MAP، نشان دادند که خشکسالی با بارش چهل درصد نرمال، دورهٔ بازگشتی دارد که دامنهٔ آن از چهار سال در مرز خشک شمال منطقهٔ مورد مطالعه تا ۲۲ سال در مرز جنوبی نیمه‌مرطوب متغیر است و برای اعلام خشکسالی در شمال شیلی، نیاز به آستانه‌های مختلف احساس می‌شود. محمدی یگانه و همکاران (۱۳۹۱)، در تحقیقی با عنوان «واکاوی تأثیرات خشکسالی بر اقتصاد نواحی روستایی شهرستان ابرکوه (طی

دورهٔ زمانی ۸۵-۱۳۷۵))، با بهره‌گیری از روش تحقیق توصیفی- تحلیلی و استفاده از شاخص SPI به‌منظور پایش خشکسالی، بدین نتیجه رسیدند که طی این دوره، شهرستان ابرکوه در وضعیت خشکسالی به‌سر برده، خشکسالی‌های پیاپی خسارت‌های اقتصادی جبران‌ناپذیر بر پیکرهٔ این شهرستان وارد کرده است.

فاضل‌نیا و همکاران (۱۳۹۱)، در مقاله‌ای با عنوان «خشکسالی اقلیمی و پیامدهای مکانی و فضایی آن در مناطق روستایی (مطالعهٔ موردی: دهستان قره‌پشتلوی بالا، شهرستان زنجان)»، برای محاسبهٔ خشکسالی، از شاخص‌های اقلیمی SPI، PNPI و DR بهره گرفته و با استفاده از نرم‌افزار SPSS، به تحلیل و محاسبهٔ ضریب همبستگی پیرسون بین مقدار بارش و عملکرد تولید گندم، کاهش درآمد و حرکات جمعیتی پرداختند و بدین نتیجه رسیدند که به ازای یک میلی‌متر کاهش در میزان بارندگی، سه کیلوگرم کاهش عملکرد گندم در هکتار پدید آمده که به کاهش درآمد کشاورزان انجامیده است؛ همچنین، به ازای هر سانتی‌متر کاهش بارندگی، چهار نفر به تعداد مهاجران افزوده می‌شود؛ افزون بر این، با توجه به سطح معنی‌داری کوچک‌تر از یک درصد، آزمون مورد نظر در سطح فراتر از ۰/۰۱ معنی‌دار بوده است، که از وجود رابطهٔ قوی بین دو متغیر مقدار بارش و تعداد مهاجرت حکایت می‌کند.

غلامی و همکاران (۱۳۹۲)، در تحقیقی با عنوان «بررسی ارتباط بین خشکسالی اقلیمی و مکان‌گزینی روستایی با استفاده از روش کریجینگ»، به پهنه‌بندی خشکسالی در استان زنجان پرداختند و نتایج تحقیق آنها نشان داد که مدل بهینه برای پهنه‌بندی خشکسالی در این استان مدل کریجینگ معمولی کروی با ضریب تعیین ۰/۸۹ است و ۶۱۵ روستای استان با حدود ۲۵۶۰۱۶ نفر جمعیت در مخاطرهٔ خشکسالی واقع شده‌اند؛ همچنین، روستاهای استان زنجان به مکان‌گزینی در پهنه‌های مناسب‌تر تمایل دارند، که این نتیجه از لحاظ کمی نشان‌دهندهٔ کاهش ۳۱ روستا و ۱۵۷۳۰ نفر به ازای هر طبقه بوده و ارتباط بین دو متغیر خشکسالی و تعداد و جمعیت روستاهای منطقه نیز در این تحقیق در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است.

بالینت و همکاران (Balint et al., 2013)، در تحقیقی با عنوان «پایش خشکسالی با بهره‌گیری از شاخص ترکیبی خشکسالی در کنیا»، به ارائهٔ روشی برای پایش تکامل و شدت خشکسالی با استفاده از یک شاخص ترکیبی جدید (CDI) پرداختند و با به‌کارگیری این روش در نقاط انتخاب‌شده از نواحی مختلف آب و هوایی و مقایسهٔ نتایج آن با سوابق رویدادهای خشکسالی در دسترس، نشان دادند که ارتباط بین این دو مثبت است؛ و تلاش آنها برای تشخیص روند طولانی‌مدت رویدادهای خشکسالی با استفاده از شاخص ترکیبی حاکی از روند افزایشی خشکسالی در کشور بود، در حالی که شدت خشکسالی لزوماً در تمام ایستگاه‌ها افزایش نیافته بود. علاوه بر این، مشخص شد که شاخص ترکیبی خشکسالی قادر به تحلیل تغییرات آب و هوایی مربوط به خشکسالی بوده، احتمال وقوع آن را هشدار می‌دهد.

در ارتباط با درون‌یابی و تحلیل مکانی متغیرها، تاکنون تحقیقات زیادی انجام گرفته است؛ از آن جمله، موهان پاکرل و همکاران (Mohan Pokhrel et al., 2013)، در پژوهشی با عنوان «یک روش کریجینگ درون‌یابی برای به تصویر کشیدن روان‌گرایی بیش از ظرفیت زمین‌های آبرفتی»، کاربرد و اهمیت روش کریجینگ را برای برآورد توان روان‌گرایی در نقاط نمونه‌برداری‌نشده نشان دادند، و مشخص شد که توان روان‌گرایی نشان‌دهندهٔ انطباق کامل با مقادیر اندازه‌گیری‌شده با روش درون‌یابی است. وو و لی (Wu and Li, 2013)، در مقالهٔ «درون‌یابی فضایی دما در ایالات متحده با استفاده از کریجینگ باقی‌مانده»، دریافتند که این مدل قادر به تشخیص تفاوت فضایی دماست اما نسبت به فصل سال حساس است.

با توجه به مطالب گفته شده، پژوهش حاضر به تحلیل شاخص مخاطرهٔ خشکسالی و بررسی تأثیر آن بر مکان‌گزینی نواحی روستایی استان قزوین می‌پردازد؛ اهداف اصلی پژوهش نیز به‌شرح زیر است:

۱- پهنه‌بندی و مکان‌محور کردن خشکسالی در مناطق روستایی؛ و

۲- تحلیل وضعیت روستاهای منطقه از لحاظ قرارگیری در پهنه‌های دارای مخاطرهٔ خشکسالی.

مبانی نظری

خشکسالی؛ تعاریف متعدد برای خشکسالی وجود دارد، نکته‌ای یادآور آنکه باید خشکسالی بر اساس ویژگی‌های هر رژیم آب و هوایی و یا یک بخش خاص تأثیرپذیر از این پدیده و در پاره‌ای از موارد، بر اساس کاربردی که در زمینه‌ای خاص دارد، تعریف شود. خشکسالی پدیده‌ای پنهان و خزنده است که شبکه‌ای پیچیده از اثرات را به‌ویژه بر بخش اقتصاد تحمیل می‌کند و این اثرات ممکن است به منطقه‌ای خارج از منطقهٔ دستخوش تأثیرات آن نیز برسد (Wilhite et al., 2007:1). در واقع، پراکنش متعدد و فراوانی مکانی و زمانی پدیدهٔ خشکسالی و همچنین، متفاوت بودن نیاز به آب بخش‌های مختلف مصرف و اثرات گوناگون آن بر زیربخش‌های مختلف جامعه ارائهٔ یک تعریف واحد برای این پدیدهٔ اقلیمی را مشکل ساخته است (جزایری و همکاران، ۱۳۹۱: ۲). تمایز این پدیده از دیگر مخاطرات طبیعی در این است که برخلاف سایر مخاطرات طبیعی، این پدیده به‌تدریج و در یک دورهٔ زمانی نسبتاً طولانی عمل می‌کند و اثرات آن ممکن است پس از چند سال و با تأخیر بیشتری ظاهر شود؛ بنابراین، چون تعیین دقیق زمان شروع آن دشوار است، تا حدودی آن را یک پدیده و بلیهٔ خزنده می‌دانند و از سویی، چون خشکسالی برخلاف سایر بلایای طبیعی کمتر منجر به خسارات ساختاری می‌شود، کمک‌رسانی در هنگام وقوع این پدیده در مقایسه با سایر پدیده‌ها مثل سیل پیچیده‌تر و مشکل‌تر است (ناصرزاده و احمدی، ۱۳۹۱: ۲). خشکسالی سه ویژگی عمده دارد، که عبارت‌اند از: شدت، مدت و گسترش فضایی. در مورد دوم، باید توجه داشت که خشکسالی هرگز به‌صورت یک اختلال کوتاه‌مدت در مقیاس کوچک اتفاق نمی‌افتد (Wilhite, 2000: 3). در این زمینه، آنچه اهمیت دارد تمایز بین دوره‌های خشک که خشکسالی فصلی نامیده شده و مکرر و قابل پیش‌بینی است و خشکسالی فوق فصلی که نابه‌جا و غیرقابل پیش‌بینی است (Lake, 2003: 3). به باور کاویانی (۱۳۸۰: ۷۱)، آنچه در زمینهٔ تعریف خشکسالی مهم است، تعریف یا موضوع مورد بررسی است؛ برای مثال، چنانچه هدف مورد مطالعه کشاورزی باشد، در واقع، به کاهش بارش توأم با کم شدن رطوبت و خاک و افت میزان تولید محصولات

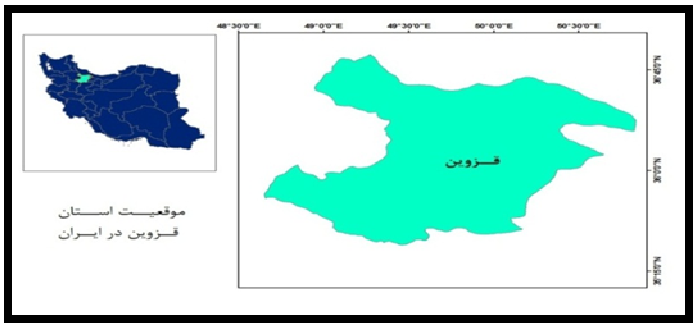
کشاورزی خشکسالی اطلاق می‌شود، و یا اگر موضوع مورد بررسی مربوط به مسائل مدیریت آب باشد، کاهش دبی در ایام سال نسبت به میانگین را خشکسالی می‌گویند و یا چنان‌چه مشخصات اقلیمی مد نظر باشد، کاهش غیرمنتظرهٔ بارش در مدتی معین در منطقه‌ای مشخص را خشکسالی اقلیمی می‌نامند. خشکسالی‌ها را می‌توان به چهار گروه عمدهٔ هواشناسی، هیدرولوژیکی، کشاورزی و اقتصادی- اجتماعی تقسیم کرد. در خشکسالی هواشناسی، کمبود میزان بارندگی نسبت به میانگین برای یک منطقه برآورد می‌شود، که کمبودهای بارندگی از یک مقدار مشخص مانند درصدهای کاهش از میانگین درازمدت نیز قابل بررسی خواهد بود. در خشکسالی هیدرولوژیکی، وضعیت درازمدت جریان‌های رودخانه‌ای، آب‌های زیرزمینی و یا دیگر منابع آب بررسی می‌شود، در حالی که در خشکسالی‌های کشاورزی، ذخیرهٔ رطوبتی خاک در طول فصل رشد بررسی می‌شود (کریمی و همکاران، ۱۳۸۰: ۲). در زمینهٔ مدیریت خشکسالی به‌طور کلی دو رویکرد وجود دارد: یکی، مدیریت بحران و دیگری، مدیریت مخاطره. در بحث مدیریت بحران خشکسالی، اقدامات دولت در راستای تشخیص نواحی بحران‌زده و امدادرسانی به آن نواحی است که بسیار پرهزینه و نابه‌هنگام به‌شمار می‌رود. اما در مدیریت مخاطرهٔ خشکسالی (مدیریت کم‌هزینه و به‌هنگام و اما دارای مشکل در اجرایی شدن)، آمادگی مقابله با آن قبل از وقوع و گسترش آن مد نظر قرار می‌گیرد، به‌گونه‌ای که با آگاهی از شرایط فعلی منطقه، تصمیمات لازم و «از قبل طراحی‌شده» برای مقابله با آن اعمال می‌شود (جزایری و همکاران، ۱۳۹۱: ۲).

مواد و روش ها

منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه استان قزوین است که در شمال غربی کشور واقع شده است. این استان از نظر موقعیت جغرافیایی بین ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقهٔ عرض شمالی قرار دارد. استان قزوین از شمال به استان‌های مازندران و گیلان، از غرب به استان‌های همدان و زنجان، از

جنوب به استان مرکزی و از شرق به استان تهران محدود می‌شود. بر اساس آخرین تقسیمات سیاسی، استان قزوین دارای پنج شهرستان، نوزده بخش، ۲۴ شهر، ۴۶ دهستان و ۸۹۸ روستاست. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی استان قزوین در کشور را نشان می‌دهد.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان قزوین

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع کاربردی و همبستگی و رویکرد حاکم بر آن تحلیلی بوده و تجزیه و تحلیل اطلاعات به‌صورت کمی و با بهره‌گیری از رایانه و روش‌های آمار استنباطی انجام گرفته است. جامعهٔ آماری پژوهش ۸۹۸ روستای دارای سکنهٔ استان قزوین با جمعیت ۳۶۵۲۲۵ نفر است. در انتخاب شاخص خشکسالی، از شاخص بارش استاندارد (SPI) مربوط به روش‌های مطالعهٔ پراکندگی میانگین بارش استفاده شده است. رابطه این شاخص به‌شرح زیر است (لشئی‌زند، ۱۳۸۳: ۸۷):

$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{SD} \qquad (۱)$$

که در آن، SPI شاخص استاندارد بارش، P_i معادل بارش سال مفروض به میلی‌متر، P میانگین بارش درازمدت ایستگاه، و SD انحراف معیار بارش است.

جدول ۱ نشان‌دهندهٔ مقیاس طبقه‌بندی شدت خشکسالی بر اساس نمایهٔ SPI است که بر همین اساس، سال‌های همراه با خشکسالی استخراج خواهد شد.

جدول ۱- مقیاس طبقه‌بندی شدت خشکسالی بر اساس نمایهٔ SPI

طبقه	فرامرطوب	خیلی مرطوب	مرطوب	کمی مرطوب	نرمال مرطوب	کمی خشک	خیلی خشک	فروخشک
حدود SPI	بیش از ۲	۱/۵ تا ۱/۹۹	۱ تا ۱/۴۹	۰ تا ۰/۹۹	۰ تا ۰/۹۹-	۱- تا ۱/۴۹-	۱/۵- تا ۱/۹۹-	کمتر از ۲-

مأخذ: McKee et al., 1993

برای انجام تحقیق، ابتدا داده‌های بارش ایستگاه‌های منطقه جمع‌آوری شد و بر اساس اطلاعات ایستگاه‌های مورد مطالعه، شامل مختصات جغرافیایی و میزان بارش، با بهره‌گیری از مدل‌های پهنه‌بندی از جمله کریجینگ (که در ادامه توضیح داده خواهد شد) و نرم‌افزار Arc GIS بر مبنای روش وزنی، به پهنه‌بندی پرداخته شده است. در این روش، به نقاط نزدیک‌تر به سلول در مقایسه با نقطهٔ دورتر وزن بیشتری داده می‌شود. برای برآورد پارامترهای موجود در روش کریجینگ، پس از محاسبهٔ میزان شاخص SPI برای هر ایستگاه و طی دورهٔ آماری محاسباتی، احتمال وقوع دوره‌های خشک، نرمال و مرطوب با استفاده از میزان فراوانی و درصد احتمال مشخص می‌شود و سپس، با وزن‌دهی آن، احتمال وقوع خشکسالی وارد نرم‌افزار یادشده می‌شود و در نهایت، نقشهٔ مخاطرهٔ خشکسالی در سطح استان ترسیم می‌شود.

در ادامه، با استفاده از دستور xtools، مساحت پهنه‌ها محاسبه و تعداد روستاها و جمعیت قرارگرفته در پهنه تجزیه و تحلیل می‌شود.

مدل کریجینگ

کریجینگ یک روش درون‌یابی پیشرفته است که برای داده‌های دارای روندهای موضعی تعریف‌شده مناسب است و با کمترین واریانس تخمین، درون‌یابی می‌کند، که میزان خطای آن تابع مشخصات واریوگرام (ساختار فضایی) است. اگر مطالعات مربوط

به واریوگرافی و تشخیص مدل واریوگرام با دقت کافی انجام شود، درون‌یابی بـه روش کریجینگ با دقت بالا همراه خواهد بود. در این شیوه، از یک روش میانگین وزنی برای توزیع متغیرها استفاده می‌شود، بدین صورت که هرچه متغیر به مبـدأ نزدیـک‌تـر باشـد، وزن آن بیشتر و هرچه فاصلهٔ نقاط دورتر باشد، وزن کمتـر خواهـد بـود. مطلـق بـودن تخمین در درون‌یابی از ویژگی‌های عمدهٔ روش کریجینگ است، بدین مفهوم که مقـدار تخمین کمیت در نقاط نمونه‌برداری با مقدار اندازه‌گیـری‌شـده برابـر اسـت و واریـانس تخمین صفر می‌شود. این ویژگی سبب می‌شود که تخمین‌گر کریجینگ در رسم خطوط هم‌ارزش از حداکثر نقاط نمونه‌برداری عبور کند و تمـایلی بـه بسـته شـدن و دور زدن نداشته باشد و از مرز محـدودهٔ مـورد مطالعـه فراتـر رود (امیـدوار و خسـروی، ۱۳۸۸: ۲۱۲). کریجینگ یک برآوردگر خطی به‌صورت زیر است:

$$Z^* = \sum_{i=1}^{n} W_i(X_i) \qquad (۲)$$

که در این رابطه، Z مقدار متغیر مکانی برآوردشده، Z(xi) مقدار متغیر مکانی مشاهده‌شـده در نقطهٔ xi، و Wi وزن آماری‌ای است کـه بـه نمونـهٔ Xi نسـبت داده مـی‌شـود و بیـانگر اهمیت نقطهٔ iاُم در برآورد است.

روش و معیار ارزیابی

روش‌های مختلف میان‌یابی بر اساس روش ارزیابی متقابل[۵] بررسی و ارزیابی می‌شـوند. در این روش، یک نقطه به‌صورت موقتی حذف می‌شود و با اعمال میان‌یابی مورد نظر بـرای آن نقطه، مقداری برآورد می‌شود. سپس، مقدار حذف‌شده به جای خود بازگردانده مـی‌شـود و برای بقیهٔ نقاط، این برآورد به‌صورت مجزا انجام می‌شود؛ به‌گونه‌ای که در پایـان، جـدولی با دو ستون که نشان‌دهندهٔ مقادیر واقعی و برآوردشده است، حاصل می‌شود. با داشـتن ایـن دو مقدار، می‌توان دقت (MAE)[۶] و انحراف (MBE)[۷] مدل را برآورد کرد. هرچـه دو مقدار یادشده به صفر نزدیک‌تر باشند، نشان‌دهندهٔ بالا بودن دقت مـدل اسـت. از دیگـر

روش‌های ارزیابی کارآیی روش‌های میان‌یابی می‌توان روش به ریشهٔ دوم میانگین مربع خطا (RMSE)[۸] و ضریب همبستگی بین مقادیر محاسبه‌شده و مشاهده‌ای (R^2) اشاره کرد، که هرچه مقدار RMSE کمتر باشد و میزان R^2 بیشتر باشد، مدل اعمال‌شده دارای دقت آماری بالاتر خواهد بود. روابط محاسبه آنها به قرار زیر است:

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|Z^*(x_i) - Z(x_i)| \quad (۳)$$

$$MBE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Z^*(x_i) - Z(x_i)) \quad (۴)$$

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i-1}^{n}(z^*(x_i) - z(x_i)^2} \quad (۵)$$

$$RMSS = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i-1}^{n}\frac{(z^*(x_i) - z(x_i)^2}{S^2}} = \frac{RMS}{S} \quad (۶)$$

که در این روابط، Z مقدار برآوردشدهٔ متغیر مورد نظر، X مقدار اندازه‌گیری‌شدهٔ متغیر مورد نظر، N تعداد داده‌ها، MAE میانگین مطلق خطا، MBE میانگین خطای انحراف، و S واریانس خطاست (کلانتری و همکاران، ۱۳۸۸: ۸۵).

به منظور بررسی رابطهٔ بین خشکسالی و مکان‌گزینی روستاها ازمدل رگرسیون و آزمون پیرسون استفاده شد. محاسبات تحقیق نیز با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Arc GIS10 صورت گرفت.

نتایج و بحث

با توجه به جدول ۱، سال‌های همراه با خشکسالی در ایستگاه‌های مورد مطالعه استخراج و سپس، نمرهٔ **SPI** هر ایستگاه به پایگاه دادهٔ آن به‌صورت یک فیلد اضافه شد؛ آنگاه با استفاده از روش کریجینگ، تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌بندی خشکسالی با روش کریجینگ صورت گرفت. بر اساس نقشهٔ پهنه‌بندی خشکسالی استان، محدوده‌ای وسیع از مرکز و قسمتی از شمال استان در پهنهٔ خشکسالی متوسط قرار دارد و محدودهٔ

خشکسالی شدید قسمتی از شرق استان را دربردارد. همچنین، با توجه به نقشهٔ یادشده، مساحت پهنه‌های مورد نظر استخراج شد. مطالعات نشان می‌دهد که خشکسالی شدید ۹۳۵/۰۲ کیلومتر مربع، خشکسالی متوسط ۷۹۱۹/۷۴ کیلومتر مربع، محدودهٔ نرمال ۴۵۸۷/۲۲ کیلومتر مربع، محدودهٔ ترسالی ۱۱۰۵/۴۳ کیلومتر مربع، ترسالی متوسط ۴۱۷/۷۷ کیلومتر مربع و ترسالی شدید ۵۷۲/۴۴ کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده است. جدول ۲ مساحت و درصد پهنه‌های مورد نظر را در سطح استان نشان می‌دهد.

جدول ۲- مساحت و درصد پهنه‌های خشکسالی در استان قزوین

طبقه‌بندی SPI	مساحت پهنه (کیلومتر مربع)	درصد
خشکسالی شدید	۹۳۵/۰۲	۶
خشکسالی متوسط	۷۹۱۹/۷۴	۵۰/۹
نرمال	۴۵۸۷/۲۲	۲۹/۵۲
ترسالی	۱۱۰۵/۴۳	۷/۱۱
ترسالی متوسط	۴۱۷/۷۷	۲/۶۸
ترسالی شدید	۵۷۲/۴۴	۳/۶۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در این مرحله، با توجه به پهنه‌بندی خشکسالی در استان، تحلیل مکان‌گزینی روستاهای استان صورت می‌گیرد. با توجه به مطالعات انجام‌شده، از بین ۱۶۶۱ روستای دارای سکنه در سطح استان، ۱۲۱ روستا با جمعیت ۷۸۰۹ نفر در پهنهٔ خشکسالی «کمی مرطوب»، ۸۵۹ روستا با جمعیت ۱۹۰۷۳۲ نفر در پهنهٔ خشکسالی «کمی خشک»، ۵۱۷ روستا با جمعیت ۷۴۳۳۸ نفر در پهنهٔ خشکسالی «نرمال خشک»، ۴۹ روستا با جمعیت ۲۹۸۰ نفر در پهنهٔ خشکسالی «نرمال مرطوب»، ۶۴ روستا با جمعیت ۱۱۸۳۴ نفر در پهنهٔ خشکسالی «خیلی خشک»، و ۵۱ روستا با جمعیت ۳۵۶۶ نفر در پهنهٔ خشکسالی «خیلی مرطوب» قرار دارند. جدول ۳ تعداد روستاهای قرارگرفته در پهنهٔ خشکسالی و جمعیت روستاها را نشان می‌دهد.

جدول ۳- تعداد روستاهای قرارگرفته در پهنه‌های خشکسالی استان قزوین و جمعیت آنها

پهنهٔ خشکسالی	تعداد روستاها	جمعیت روستاها
۱ تا ۱/۴۹	۱۲۱	۷۸۰۹
۱- تا ۱/۴۹-	۸۵۹	۱۹۰۷۳۲
۰ تا ۰/۹۹-	۵۱۷	۷۴۳۸۸
۰ تا ۰/۹۹	۴۹	۲۹۸۰
۱/۵- تا ۱/۹۹-	۶۴	۱۱۸۳۴
۱/۵ تا ۱/۹۹	۵۱	۳۵۶۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

تحلیل همبستگی بین خشکسالی و مکان‌گزینی روستاها

در این مرحله، رابطهٔ بین خشکسالی و مکان‌گزینی روستاها ارزیابی شد و بدین منظور، مقدار همبستگی بین تعداد روستاهای واقع در پهنهٔ خشکسالی در سطح استان و جمعیت آنها به کمک مدل رگرسیون محاسبه می شود. نتایج این برآورد نشان می‌دهد که رابطهٔ خشکسالی با تعداد روستاهای منطقه و جمعیت آنها در سطح یک درصد معنی‌دار است. نتایج آزمون پیرسون (جدول ۴) نیز حاکی از وجود ارتباط معنی‌دار قوی بین متغیرهای خشکسالی و تعداد روستاها و جمعیت آنهاست.

جدول ۴- همبستگی بین خشکسالی و تعداد روستاها و جمعیت آنها

متغیر وابسته	متغیر مستقل	میزان همبستگی پیرسون	سطح معنی‌داری
تعداد روستاها	خشکسالی	۰/۷۵-	۰/۰۱
جمعیت	خشکسالی	۰/۷۵-	۰/۰۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مکان‌گزینی و شکل‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی، عوامل و نیروهای گوناگون دخالت دارند، که بدیهی است باید در هرگونه مکان‌یابی سکونتگاه‌ها مد نظر قرار گیرند. اگرچه نحوهٔ اثرگذاری این عوامل و نیروها بیش از هر چیز به ویژگی‌های زیربنایی بستر محیطی و ساخت‌های بوم‌شناختی بستگی دارد، اما محرک اصلی در این فرایند، مجموعه

انگیزه‌هایی است که برای پاسخ‌گویی به نیازهای اساسی و صورت تقاضاهای بنیادی، به‌صورت‌های مختلف، در میان گروه‌های انسانی بروز می‌یابد. از این‌رو، شکل‌پذیری متفاوت و مکان‌گزینی متنوع و در نهایت، مکان‌یابی سکونتگاه‌های انسانی در نتیجهٔ اثربخشی نحوهٔ عینیت‌یابی این انگیزه‌ها به اشکال مختلف تحقق می‌پذیرد و در نتیجه، سکونتگاه‌ها از یک ناحیه به ناحیهٔ دیگر، هم از نظر ساختاری و هم از لحاظ کارکردی، به شیوه‌های متفاوت پدیدار می‌شوند. تحقیق حاضر با هدف پایش خشکسالی و پهنه‌بندی آن با روش کریجینگ در استان قزوین صورت گرفته است تا نشان دهد که بروز خشکسالی در کدام قسمت‌های استان می‌تواند آثار مخرب بیشتری داشته باشد. نتایج نشان می‌دهد که ۹۲۳ روستای استان قزوین با حدود ۲۰۲۵۶۶ نفر جمعیت در خطر خشکسالی است، که شامل محدوده‌ای وسیع از مرکز و نیز شمال و شرق استان است. بر اساس مطالعات انجام‌شده، مشخص شد که روستاهای استان قزوین به مکان‌گزینی در پهنه‌های مناسب‌تر تمایل دارند، که این نتیجه از لحاظ کمی کاهش ۵۰۶ روستا با جمعیت ۹۳۴۹۰ نفر به ازای هر طبقه را نشان می‌دهد؛ همچنین، خشکسالی با تعداد روستاهای منطقه و جمعیت آنها رابطهٔ معنی‌دار در سطح یک درصد دارد. نتایج آزمون پیرسون نیز بیانگر وجود ارتباط قوی بین متغیرهای خشکسالی و تعداد روستاها و جمعیت آنهاست.

آنچه مسلم است، از وقوع خشکسالی به هیچ وجه نمی‌توان جلوگیری کرد؛ ولی با تدوین و اجرای برنامه‌های منسجم و اتخاذ راهکارهایی سازگار و متناسب با شرایط و وضعیت محلی منطقهٔ دستخوش تأثیر خشکسالی، می‌توان تا حدود زیادی پیامدها و تأثیرات ناگوار آن را کاهش داد. در این راستا، راهکارهای مناسب برای انجام برنامه‌های تسکین و کاهش اثرات خشکسالی به‌شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

- پیش‌بینی کوتاه‌مدت و بلندمدت خشکسالی در منطقه با استفاده از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای و تهیهٔ نقشه‌های احتمال وقوع خشکسالی؛
- تغییر الگوی کشت در روستاهای واقع در پهنه‌های دارای مخاطرهٔ بالا و همچنین، انتخاب محصول مناسب در روستاهای واقع در پهنه‌های پرمخاطره؛

- آموزش و ترویج در تنوع کشت محصولات کشاورزی در مناطق پرمخاطره به‌منظور کاستن از آسیب‌های خشکسالی؛
- بررسی تغییرات زمانی و پیش‌بینی دبی رودخانه‌های واقع در منطقه؛
- بررسی تغییر الگو و روش کشت در منطقه در زمان‌های خشکسالی؛
- مکان‌یابی ایستگاه‌های مناسب پخش سیلاب و شبکه‌های سطوح آبگیر باران؛
- ارائهٔ نقشه‌های آسیب‌پذیری کشاورزی و در نهایت، هشدار به‌هنگام به کشاورزان، مدیران و برنامه‌ریزان کشاورزی؛
- اعمال سیاست‌های کاهش وابستگی روستاییان به درآمدهای کشاورزی به‌منظور جلوگیری از مهاجرت افراد ساکن در روستا؛ و
- بسترسازی از راه آموزش و ترویج برای گسترش و توسعهٔ سازمان‌های غیردولتی در زمینهٔ کنترل و مدیریت خشکسالی.

یادداشت‌ها

1. Standardized Percipitation Index
2. Kriging
3. Rainfall Anomaly Index
4. Deciles Precipitation Index
5. Cross-Validation
6. Mean Absolute Error
7. Mean Bias Error
8. Root Mean Squared Error

منابع

امیدوار، کمال و خسروی، یونس (۱۳۸۸)، «ارزیابی روش کریجینگ در تعیین مدلی بهینه جهت پایش شاخص بارندگی استاندارد در محیط GIS (مطالعهٔ موردی: استان یزد)». ***دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن***. اصفهان: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

پورطاهری، مهدی؛ رکن الدین افتخاری، عبدالرضا؛ و کاظمی، نسرین (۱۳۹۱)، «نقش رویکرد مدیریت ریسک خشکسالی در کاهش آسیب‌پذیری اقتصادی- اجتماعی کشاورزان روستایی (از دیدگاه مسئولان و کارشناسان)، مطالعهٔ موردی: دهستان سولدوز، آذربایجان غربی». ***پژوهش‌های روستایی***، سال ۴، شمارهٔ ۱، صص ۱-۲۲.

ثابت‌رفتار، عالیه (۱۳۷۹)، ***بررسی اثرات زیست محیطی خشکسالی با تأکید بر مدیریت خشکسالی در ایران***. تهران: سازمان مدیریت منابع آب ایران.

جزایری، سیدعباس؛ فلاحتی، فاطمه؛ و براتی، محمدجواد (۱۳۹۱)، «کاربرد سنجش از دور و GIS در ارزیابی خطر و مدیریت ریسک خشکسالی با توجه به شاخص‌های اقلیمی جهت مکان‌گزینی اراضی مستعد احداث و توسعهٔ باغات». ***دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران: نقش فناوری‌های نوین در کاهش آسیب‌پذیری ناشی از حوادث غیرمترقبه***.

زمانی، رضا؛ آخوندعلی، علی‌محمد؛ سلیمانی، کریم؛ انصاری، فریده؛ و الهبخشیان، پژمان (۱۳۹۱)، «کاربرد زمین آمار در پهنه‌بندی شدت‌های خشکسالی (مطالعهٔ موردی: استان فارس)». ***پژوهش‌نامهٔ مدیریت حوزهٔ آبخیز***، سال ۳، شمارهٔ ۶.

غلامی، محمد؛ حکیم‌دوست، سیدیاسر؛ و رستگار، موسی (۱۳۹۲)، «بررسی ارتباط بین خشکسالی اقلیمی و مکان‌گزینی روستاها (مطالعهٔ موردی: استان زنجان)». ***مجلهٔ پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی***، سال؟، شمارهٔ ۳.

فاضل‌نیا، غریب؛ رجایی، مسعود؛ و حکیم‌دوست، سیدیاسر (۱۳۹۱)، «خشکسالی اقلیمی و پیامدهای مکانی و فضایی آن در مناطق روستایی (مطالعهٔ موردی: دهستان قره‌پشتلوی بالا، شهرستان زنجان)». ***فصلنامهٔ روستا و توسعه***، سال ۱۵، شمارهٔ ۳، صص ۵۷-۷۲.

کاویانی، محمدرضا (۱۳۸۰)، «بررسی اقلیمی شاخص‌های خشکسالی و خشکی». ***فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی***، سال؟، شمارهٔ ۶، صص ۷۱-۸۹.

کردوانی، پرویز (۱۳۸۰)، ***خشکسالی و راهکارهای مقابله با آ***. تهران: دانشگاه تهران.

کریمی، ولی‌الله؛ کامکار حقیقی، علی‌اکبر؛ سپاسخواه، علیرضا؛ و خلیلی، داور (۱۳۸۰)، «بررسی خشکسالی‌های هواشناسی در استان فارس». ***مجلهٔ علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی***، سال ۵، شمارهٔ ۴.

کلانتری، محسن؛ قهرمانی، علی‌اکبر؛ خسروی، یونس؛ و جباری، کاظم (۱۳۸۸)، «مدیریت و تحلیل داده‌های بزهکاری بخش مرکزی شهر تهران با استفاده از تکنیک‌های درون‌یابی و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی». ***فصلنامهٔ مطالعات مدیریت انتظامی***، سال ۴، شمارهٔ ۴، صص ۵۰۴-۴۸۲.

لشئی‌زند، مهران (۱۳۸۳)، ***بررسی اقلیمی خشکسالی‌های ایران و راهکارهای مقابله با آن***. رسالهٔ دکتری. اصفهان: دانشگاه اصفهان.

محمدی یگانه، بهروز و حکیم‌دوست، سیدیاسر (۱۳۸۸)، «اثرات خشکسالی اقلیمی و تأثیر آن بر عملکرد گندم در اراضی دیم (مطالعهٔ موردی: دهستان قره‌پشتلوی بالا، شهرستان زنجان». ***دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن***.

محمدی یگانه، بهروز؛ رضایی، حجت؛ و چراغی، مهدی (۱۳۹۱)، «واکاوی تأثیرات خشکسالی بر اقتصاد نواحی روستایی شهرستان ابرکوه». ***فصلنامهٔ برنامه‌ریزی منطقه‌ای***، سال ۳، شمارهٔ ۶، صص ۵۷-۶۸.

مقدس فریمانی، شهرام و حسینی، سیدمحمود (۱۳۸۴)، «مدیریت اکوسیستم‌های مرتعی در شرایط خشکسالی». ***مجموعه چکیده مقالات همایش علمی منطقه‌ای کشاورزی در مناطق خشک و بیابانی***، حوزهٔ معاونت پژوهشی دانشگاه اسلامی واحد اردستان.

ناصرزاده، محمدحسین و احمدی، اسماعیل (۱۳۹۱)، «بررسی عملکرد شاخص‌های خشکسالی هواشناسی در ارزیابی خشکسالی و پهنه‌بندی آن در استان قزوین». ***نشریهٔ تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی***، سال ۱۲، شمارهٔ ۲۷، صص ۱۴۱-۱۶۲.

نساجی زواره، مجتبی (۱۳۸۰)، «بررسی اثرات اقتصادی- زیست‌محیطی و اجتماعی خشکسالی». ***مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب***، جلد ۱، دانشگاه زابل.

یزدانی، وحید؛ زارع ابیانه، حمید؛ و شادمانی، مجتبی (۱۳۹۰)، «تحلیل فراوانی و پهنه‌بندی خشکسالی‌های ایران با کاربرد نمایهٔ شاخص استانداردشدهٔ بارش». ***فصلنامهٔ مهندسی منابع آب***، سال ۴، شمارهٔ ۸.

Balint, Z.; Mutua, F.; Muchiri, P.; and Omuto, C. T. (2013), "Monitoring Drought with the Combined Drought Index in Kenya". ***Journal of Developments in Earth Surface Processes***, Vol. 16, pp. 341-356.

Lake, P. S. (2003), "Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters". ***Journal of Freshwater Biology***, Vol. 48, pp. 1161-1172.

McKee, T. B.; Doesken, N. J.; and Kleist, J. (1993), "Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales". ***Eighth Conference on Applied Climatology***, 17-22 January, Anaheim, California.

Mohan Pokhrel, R.; Kuwano, J.; and Tachibana, S. (2013), "A Kriging method of onterpolation used to map liquefaction potential over alluvial ground". ***Journal of Engineering Geology***, Vol. 152, pp. 26-37.

Nunez, J. H.; Verbist, K.; Wallis, J. R.; Schaefer, M. G.; Morales, L.; and Cornelis, W. M. (2011), "Regional frequency analysis for mapping drought events in north-central Chile". ***Journal of Hydrology***, Vol. 405, pp. 352-366.

Wilhite, D. A. (2000), "Drought as a natural hazard: concepts and definitions". In: Whlhite, D. A. (ed.) ***Drought: A Global Assessment,*** Vol. 1. Routledge, London: 3-18.

Wilhite, D. A.; Svoboda, M. D.; and Hayes, M. J. (2007), "Understanding the complex impacts of drought: a key to enhancing drought migration and preparedness". ***Journal of Water Resources Management***, Vol. 21, pp. 763-774.

Wu, T. and Li, Y. (2013), "Spatial interpolation of temperature in the United States using residual Kriging". ***Journal of Applied Geography***, Vol. 44, pp. 112-120.