

سطح و درجه آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی در مناطق روستایی (از دیدگاه کشاورزان)

مهدی پورطاهری* - دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت‌مدرس و عضو قطب برنامه‌ریزی روستایی
عبدالرضا رکن‌الدین افتخاری - استاد گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت‌مدرس و عضو قطب برنامه‌ریزی روستایی
نسرین کاظمی - دانشجوی دکتری جغرافیا، دانشگاه تهران

تأیید نهایی: ۱۳۹۳/۰۵/۲۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۸/۱۲

چکیده

خشکسالی، بر طیف گسترده‌ای از اقلیم‌ها و اکوسیستم‌ها تأثیر می‌گذارد. شعاع تأثیر این پدیده، در مناطق روستایی بیش از سایر نقاط است؛ زیرا اقتصاد روستایی، اتکای شایان توجهی به فعالیت‌های کشاورزی دارد. شرایط اقلیمی، تا حد زیادی بر تولید محصول اثر گذاشته است، اما همزمان کیفیت و کمیت آب، نهادها، شرایط اقتصادی و اجتماعی در ایجاد فرصت یا برعکس، استرس برای مردم محلی و امرارمعاش عمل می‌کنند. از نظر مردم محلی، خشکسالی هر فصل، بارش اندک نسبت به تقاضای آب است که سبب برداشت محصول ضعیف یا در کل، ناکامی کشت و ایجاد مشکل در دامداری به دلیل کمبود تغذیه و بارندگی اندک می‌شود. پژوهش حاضر با هدف پهنه‌بندی دهستان مورد مطالعه، برای نشان‌دادن سطح و درجه آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی از دیدگاه کشاورزان صورت گرفته است؛ بنابراین، ده روستا به‌عنوان نمونه انتخاب شدند و با تکمیل ۳۰۰ پرسشنامه، سطح و درجه آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی، با استفاده از متغیرهای مربوط سنجیده شد. روستاهای نمونه، براساس داده‌های برداشت‌شده و با استفاده از تحلیل واریانس، در محیط نرم‌افزار SPSS رتبه‌بندی و درنهایت، با استفاده از روش میان‌یابی در نرم‌افزار GIS، دهستان مورد مطالعه از نظر سطح و درجه آسیب‌پذیری پهنه‌بندی شد. نتایج نشان می‌دهد روستاهای مورد مطالعه، از نظر سطح و درجه آسیب‌پذیری، تفاوت شایان ملاحظه‌ای با یکدیگر دارند. درنهایت، تمامی روستاهای این دهستان، در پنج طیف، از بسیار کم تا بسیار زیاد طبقه‌بندی شدند تا روستاهای دارای ریسک بالاتر، از نظر آسیب‌پذیری شناسایی شوند.

کلیدواژه‌ها: آسیب‌پذیری، پهنه‌بندی، خشکسالی، دهستان سولدوز، کشاورزان.

مقدمه

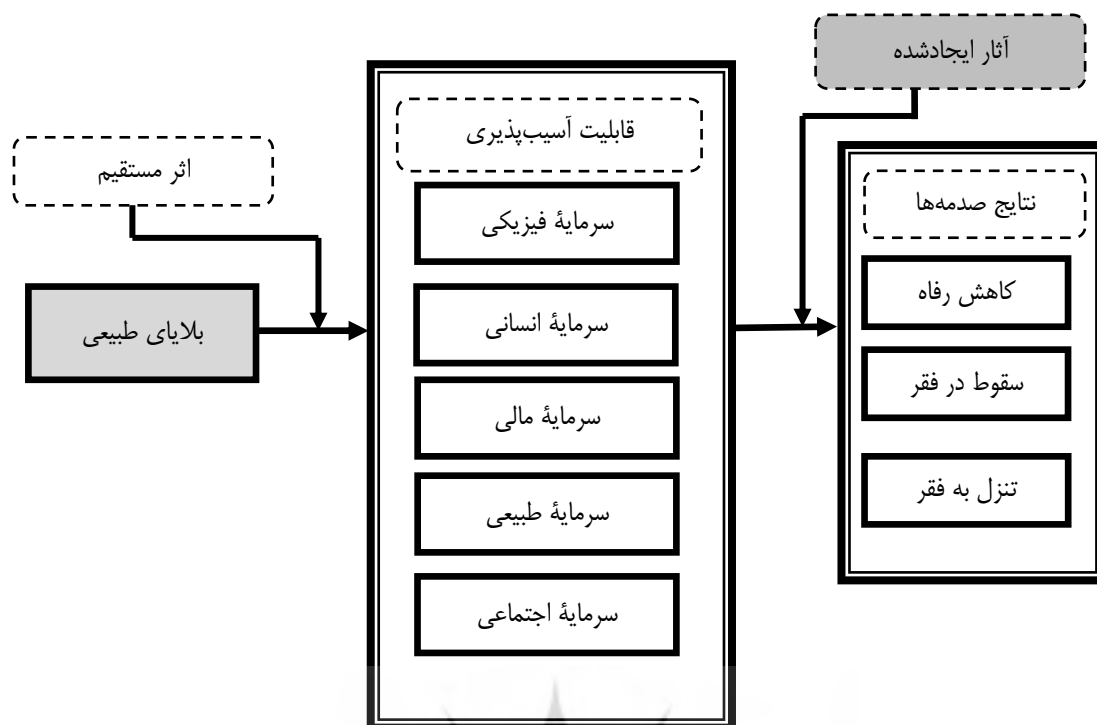
حیات روی زمین، وابسته به آب است و وقوع خشکسالی، تهدیدی جدی برای ادامه این حیات به‌شمار می‌رود. خشکسالی، بر طیف گسترده‌ای از اقلیم‌ها و اکوسیستم‌ها اثر می‌گذارد؛ به‌طوری‌که تعداد مناطق جغرافیایی تحت تأثیر، در چهار دهه گذشته به‌شدت افزایش یافته است (مولن، ۲۰۱۱: ۷۶۶). پژوهش‌های متعدد در جهان نشان می‌دهد که خشکسالی از نظر فراوانی وقوع و همچنین ویژگی‌هایش، نسبت به سایر بلایای طبیعی اولویت دارد و مخاطره‌آمیزتر است؛ بنابراین، در تصمیم‌گیری‌های سیاسی، نیازمند توجه بیشتری است. سازمان ملل متحد هشدار داده است که اگر جهان به میزان فعلی به مصرف آب ادامه دهد، تا سال ۲۰۲۵ بیش از دو میلیارد و ۷۰۰ میلیون نفر در جهان با کمبود آب مواجه خواهند شد. گزارشی که به مناسبت «روز جهانی آب» در ۲۲ مارس سال گذشته منتشر شد، همچنین هشدار می‌دهد که ۲ میلیارد و ۵۰۰ میلیون نفر دیگر نیز در نقاطی زندگی خواهند کرد که یافتن آب شیرین برای برطرف کردن نیازهای روزمره‌شان دشوار خواهد بود. براساس گزارش سازمان ملل، در آینده‌ای نزدیک، ۳۱ کشور جهان با کمبود آب مواجه خواهند شد و در آینده، نام ایران به‌عنوان یکی از بحرانی‌ترین کشورهای درگیر کمبود آب ثبت می‌شود (چنار، ۱۳۸۸: ۳۷).

بررسی سیر زمانی خشکسالی‌های ایران و پراکندگی مکانی آن‌ها نشان می‌دهد اولاً خشکسالی حتی با شدت بالا، کاملاً از دیدگاه سطح گسترش آن همه‌گیر نیست و ثانیاً پهنه‌های متعدد خطرپذیری وجود دارد؛ بنابراین، شناخت این واقعیت‌ها در زمان مناسب، مدیریت خشکسالی را تسهیل می‌کند (همان: ۳۸). در این میان، شعاع تأثیر پدیده خشکسالی، در مناطق روستایی بیش از سایر نقاط است؛ زیرا اقتصاد روستایی، اتکای شایان‌توجهی به فعالیت‌های کشاورزی دارد. همین امر موجب به‌صدادرآمدن زنگ خطر برای جامعه کشاورزی است که بیشترین تبعات خشکسالی را تجربه می‌کنند و به قشری آسیب‌پذیر تبدیل می‌شوند (شرفی و زرافشانی، ۱۳۹۰: ۴۴).

پژوهش حاضر در پی ارزیابی تفاوت روستاهای دهستان سولدوز (آذربایجان غربی) از نظر سطح و درجه آسیب‌پذیری، بر اثر پیامدهای خشکسالی از دیدگاه کشاورزان است. در این راستا، هدف اصلی پژوهش، بررسی تفاوت در آسیب‌پذیری روستاهای دهستان سولدوز (آذربایجان غربی) از دیدگاه کشاورزان است. براین‌مبنا، این مطالعه در پی یافتن تفاوت روستاهای مورد مطالعه از نظر آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی است. به‌عبارت دیگر، سؤال اصلی پژوهش آن است که آیا سطح و درجه آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی، در روستاهای مورد مطالعه متفاوت است.

مبانی نظری

هر سال، بلایای طبیعی با شدت بالایی رخ می‌دهند و به نابودی بعضی از جوامع و فقر آن‌ها منجر می‌شوند (دیک و دیگران، ۲۰۱۱: ۳۰۱). ارزیابی ریسک بلایای طبیعی، یکی از مهم‌ترین ابزارهای مدیریت آن است که احتمال وقوع بلایای طبیعی و نیز درجه آسیب‌پذیری از این حوادث را دربرمی‌گیرد. در سال‌های اخیر، تأکید روبه‌رشدی بر مطالعه تحلیل ریسک سوانح طبیعی و ارزیابی آن‌ها، از جمله سیلاب، زلزله و خشکسالی مشاهده می‌شود (لی و دیگران، ۲۰۱۰: ۵۳). در جوامع روستایی، وقوع مکرر بلایای طبیعی، آسیبی بزرگ به اقتصاد کشاورزی محلی است و به فقر روستایی منجر می‌شود. شکل ۱، آثار سوانح طبیعی بر اقتصاد کشاورزی و فقر حاصل از آن را نشان می‌دهد.



ارتباط بین بلایای طبیعی و فقر روستایی
 شکل ۱. تأثیرهای سوانح طبیعی بر فقر روستایی
 منبع: سان و دیگران، ۲۰۱۰: ۵۳

اما تفاوت در متغیرهای هیدرولوژیکی، عوامل اقتصادی- اجتماعی و همچنین نیاز متفاوت به آب در مناطق مختلف جهان، مانع از تعریف دقیق خشکسالی شده است. یوجویچ معتقد است که گستردگی عقاید متفاوت در تعریف خشکسالی، یکی از موانع اصلی در پژوهش‌های مربوط به خشکسالی است. به‌طور کلی، تعریف عملیاتی خشکسالی را می‌توان تجزیه و تحلیل فراوانی، شدت و مدت بازگشت یک دوره خشک در نظر گرفت. بعضی از تعاریف معمول و مورد استفاده در این زمینه عبارت‌اند از: ۱. تعریف سازمان جهانی هواشناسی: خشکسالی یعنی کمبود گسترده و پایدار در بارش، ۲. سازمان بین‌المللی مبارزه با خشکسالی و بیابان‌زایی: خشکسالی پدیده‌ای طبیعی است، هنگامی که بارش به‌طور شایان ملاحظه‌ای پایین‌تر از سطح طبیعی باشد که به نبود تعادل جدی هیدرولوژیکی منجر شود و به‌شدت، بر منبع سیستم‌های تولید زمین تأثیر بگذارد (میشرا و سینگ، ۲۰۱۰: ۲۰۴). از نظر مردم محلی، خشکسالی، بارش کم نسبت به تقاضای آب برای محصول است که به برداشت محصول ضعیف، ناکامی کلی کشت یا ایجاد مشکل در دامداری و مرگ احشام به‌دلیل کمبود تغذیه منجر می‌شود (آریا و استروسنیچدر، ۲۰۱۱: ۴۲۶). روستاها از جمله سکونتگاه‌هایی هستند که بروز خشکسالی در آن‌ها، اقتصاد و معیشت آن‌ها را تهدید می‌کند. این پدیده در مقیاس‌های زمانی چندساله، بر اقتصاد روستایی و کشاورزی تأثیر منفی دارد و تداوم آن، موجب تغییر کارکرد و مهاجرت‌های روستایی می‌شود (محمدی و حکیم‌دوست، ۱۳۸۸). آسیب‌پذیری بر اثر خشکسالی، تابعی از ماهیت، اندازه و میزان خشکسالی برای سیستمی که در معرض آن قرار می‌گیرد و حساسیت و ظرفیت انطباق با آن است (تاتلی و تورکس، ۲۰۱۱: ۲). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که در زمینه سوانح، مفهوم آسیب‌پذیری برای اولین بار از سوی اوکیف و دیگران (۱۹۷۶) استفاده شد. از جمله تعاریف آسیب‌پذیری که به‌طور گسترده‌ای به کار رفته، تعریف زیر است:

رتبه‌ای برای اقل‌شمار مختلف جامعه که احتمال ریسک متفاوتی دارند. تمرکز این تعریف، بر نظریه‌های اقتصادی است.

در اوایل دهه ۹۰، دو مدل مفهومی مهم از مدیریت سوانح، برای توضیح آسیب‌پذیری ارائه شد: ۱. ظرفیت و تجزیه و تحلیل آسیب‌پذیری، ۲. فشار و آزادی. مفهوم آسیب‌پذیری، رتبه‌ای است که مقاومت نواحی مختلف با مشخصات اقتصادی متفاوت را در برابر سوانح توصیف می‌کند (نوری و دیگران، ۲۰۰۱: ۱).

به‌طور کلی، آسیب‌پذیری، سطحی است که در آن، جامعه به آثار منفی حساسیت دارد و برای مقابله و بهبود آثار سوانح ناتوان است. نزدیک‌ترین مفهوم به آسیب‌پذیری، انعطاف‌پذیری است. انعطاف‌پذیری، تحلیل حدی است که جامعه می‌تواند تغییر اساسی در محیط زیست و مقابله با تغییرها را تحمل کند. توان جمعیت برای مقابله با تغییرها (ظرفیت مقابله)، کشف مسیری برای عبور از آسیب‌پذیری و انعطاف‌پذیری است (لزاروس، ۲۰۱۱: ۲۱). با این حال، خشکسالی و سایر حوادث شدید، چیز جدیدی برای کشاورزان نیست و کشاورزان خرده‌پا (دارای منابع فقیر) در نواحی روستایی، اغلب از مشکل‌های مرتبط به هم و پیچیده‌ای رنج می‌برند (کمپیل و دیگران، ۲۰۱۱: ۱۴۸)؛ زیرا معیشت در جوامع وابسته به بخش کشاورزی؛ به‌شدت متأثر از آب‌وهواست. البته سایر عوامل اقتصادی-اجتماعی و شرایط سیاسی-فرهنگی نیز در عملکرد کشاورز و توانایی‌اش در تولید محصول و کسب سود مؤثرند. به‌طور کلی، تنوع آب‌وهوایی و شرایط اقلیمی، بر تولید محصول اثرگذارند، اما کیفیت و کمیت آب، نهادها، شرایط اقتصادی و اجتماعی، در ایجاد فرصت یا بالعکس، ایجاد تنش و استرس برای مردم محلی و امرارمعاش خانواده عمل می‌کنند. شکل ۲ عملکرد عوامل یادشده در بخش کشاورزی را نشان می‌دهد.



شکل ۲. نقشه ذهنی آسیب‌پذیری از کشاورزی

منبع: پیتمن و دیگران، ۲۰۱۱: ۸۷

پیشینه پژوهش

روش‌های ارزیابی آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی، هنوز در مراحل اولیه قرار دارند و ایجاد رویکردهای رسمی‌تر و جدی‌تر ضروری است. پژوهشگران مختلف، از زوایای متفاوت آسیب‌پذیری را ارزیابی کرده‌اند. بعضی براساس دیدگاه‌های

میکرو، یعنی از دیدگاه کشاورزان و گروهی دیگر، از دیدگاه کلان ملی و اجتماعی و از طریق ساخت شاخص‌های آسیب‌پذیری اقدام به ارزیابی کرده‌اند (چنگ و تاو، ۲۰۱۰)؛ برای نمونه، آکامو و دیگران (۲۰۰۸) در پژوهشی با عنوان «رویکردی جدید برای کمی‌سازی و مقایسه آسیب‌پذیری از خشکسالی»، رویکردی استنتاجی را برای مقایسه و تحلیل در برآورد آسیب‌پذیری خشکسالی از دیدگاه‌های متفاوت ایجاد کرده‌اند. این رویکرد، شامل مدل‌های استنتاجی درحال توسعه‌ای است که ۱. با توجه به دانش کیفی درمورد آسیب‌پذیری، متغیرها را ترکیب کرده است؛ ۲. با استفاده از نظریه فازی، متغیرهای کیفی را به متغیرهای کمی تبدیل کرده است؛ ۳. داده‌ها با توجه به شاخص‌ها، از منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری شده‌اند و ۴. داده‌های منطقه‌ای جمع‌آوری شده برای مدل و محاسبه ارزش کمی آن وارد می‌شوند. روش این مقاله، پایه‌ای منسجم را برای مقایسه تفاوت بین جنبه‌های مختلف و برای شناسایی اهمیت تفاوت‌ها ارائه کرده است. چنگ و تاو (۲۰۱۰)، در پژوهشی با عنوان «ارزیابی جامع فازی آسیب‌پذیری خشکسالی براساس فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی»، براساس روش AHP آسیب‌پذیری خشکسالی را از بعد اقتصادی و اجتماعی بررسی کرد و سپس از روش ارزیابی جامع فازی برای ارزیابی آسیب‌پذیری استفاده کرد. وی در نهایت مناطق با درجات آسیب‌پذیری بالاتر را مشخص ساخت. شرفی و زرافشانی (۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان سنجش آسیب‌پذیری، راهکاری برای مدیریت خشکسالی، آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی را در میان کشاورزان گندم‌کار مطالعه کردند. هدف این مطالعه، سنجش آسیب‌پذیری فنی و کشاورزان گندم‌کار شهرستان‌های سرپل ذهاب، اسلام‌آباد غرب و جوانرود استان کرمانشاه، در زمان خشکسالی بود. در این مطالعه، به‌روش پیمایشی، داده‌ها از ۳۷۰ کشاورز گندم‌کار، با استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی چندمرحله‌ای جمع‌آوری شد. به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها، با کشاورزانی که خشکسالی را در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۸ تجربه کرده بودند، مصاحبه شد. براساس نتایج، کشاورزان شهرستان جوانرود به‌لحاظ فنی و کشاورزان شهرستان سرپل ذهاب به‌لحاظ روان‌شناختی، بالاترین ضریب آسیب‌پذیری را دارند. این درحالی است که کمترین ضریب آسیب‌پذیری فنی و روان‌شناختی مربوط به کشاورزان شهرستان اسلام‌آباد غرب است.

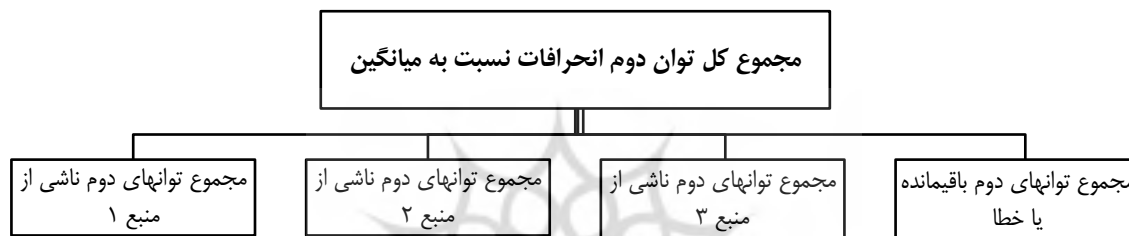
روش پژوهش

پژوهش حاضر، پهنه‌بندی را به‌تفکیک روستاها انجام می‌دهد و تأکید اصلی آن بر آسیب‌پذیری است؛ بنابراین، از آنجاکه داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی به‌تفکیک روستاها نیست، برای جمع‌آوری داده‌های سطح خشکسالی همسو با داده‌های آسیب‌پذیری، از روش‌های آماری و دیدگاه‌های کشاورزان استفاده شد تا آسیب‌های خشکسالی در سال‌هایی که روستاییان مخصوصاً کشاورزان، آن سال را سم‌آبی برآورد می‌کنند، سنجیده شود. خشکسالی در این تحقیق از نظر کشاورزان مورد مطالعه، بارش کم نسبت به تقاضای محصول است و کشاورزان مورد مطالعه، سال‌هایی که برداشت محصول در روستا به‌علت بارش کم کاهش یافته است را سال‌های خشکسالی تعریف می‌کنند. از این‌رو، این مقاله توصیفی-تحلیلی و از نظر هدف، کاربردی است. برای جمع‌آوری داده‌ها از تکنیک پرسشنامه استفاده شده است. ۳۰۰ پرسشنامه به‌صورت تصادفی در ده روستای نمونه تکمیل شدند، داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس، در محیط نرم‌افزار SPSS تحلیل شدند و روستاها از نظر سطح و درجه آسیب‌پذیری اولویت‌بندی شدند. پهنه‌بندی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شد. بدین‌منظور، آمار و اطلاعات وارد پایگاه اطلاعاتی سیستم اطلاعات جغرافیایی شد و با استفاده از روش درون‌یابی اسپیلاین، نقشه نهایی تولید شد.

تحلیل واریانس

تحلیل واریانس، روشی است که در آن می‌توان میزان انحرافهای کل در مجموعه داده‌ها را به مؤلفه‌هایی افراز کرد. هر مؤلفه، به‌دلیلی قابل تشخیص است و می‌توان آن را به یک منبع انحراف نسبت داد؛ علاوه‌براین، یک مؤلفه، انحراف حاصل از عامل‌های کنترل نشده و خطاهای تصادفی مربوط به اندازه‌های پاسخ‌ها را نشان می‌دهد. اگر داده‌های X_{ij} برای $i=1,2,\dots,k$ و $j=1,2,\dots,n$ باشند و میانگین کل آن‌ها \bar{X} باشد، کل تغییر نسبت به میانگین، به‌صورت رابطه ۱ مجموعه توان‌های دوم انحرافات درمی‌آید که مجموع کل توان دوم انحرافات نامیده می‌شود. روش تحلیل واریانس، این مقدار را به قسمت‌هایی تجزیه می‌کند. در شکل ۳، سه منبع تغییر قابل شناسایی، به‌علاوه مؤلفه خطا مشخص شده است.

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k (x_{ij} - \bar{\bar{X}})^2 \quad (1)$$



شکل ۳. افراز تغییرات به چند منبع تغییر

منبع: آذر، ۱۳۸۵: ۱۴۶

روش درون‌یابی اسپیلاین

به فرایند برآورد ارزش‌های کمی برای نقاط بدون داده به‌کمک نقاط مجاور و معلوم (که به نقاط پیمونگاه، نمونه یا مشاهده موسوم‌اند)، میان‌یابی می‌گویند. این فرایند، به‌دلیل محدودیت داده‌های نقطه‌ای و ضرورت تدوین نقشه از کل یک پهنه، به‌منظور تهیه نقشه‌های هم‌ارزش انجام می‌گیرد. در تعیین ارزش یک نقطه، تمامی نقاط مجاور و معلوم به‌طور یکسان و همسان مؤثر نیستند. به‌همین سبب، هریک از نقاط مزبور، به‌تناسب تأثیرشان بر ارزش نقطه مجهول، حامل وزنی خواهند بود؛ برای مثال، اگر مجموع نقاط ایستگاهی، از یک گستره به شکل $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ باشد، برای نقطه‌ای مثل q ، ارزش عنصری مانند بارش، براساس ارزش نقاط اطراف و به‌صورت رابطه ۲ تعریف می‌شود. در اینجا w_i وزن‌های S_i است. این رویه تعیین ارزش کمی برای نقاط نامعلوم، به میانگین وزنی (موزون) موسوم است. روش تعیین وزن، موجب تکوین روش‌های مختلفی در میان‌یابی شده است. میان‌یابی را به چند روش می‌توان انجام داد. می‌توان روش‌های میان‌یابی را- از هر نوع که باشند- به‌صورت معادله‌ای خطی یا غیرخطی نوشت (عساکره، ۱۳۸۷: ۲۶). جدول ۱، عمده‌ترین روش‌های میان‌یابی را نشان می‌دهد.

$$f(q) = \sum_{i=1}^n w_i f(s_j) \quad (2)$$

جدول ۱. طبقه‌بندی روش‌های عمده میان‌یابی

محل		همگانی	
احتمالی	قطعی	احتمالی	قطعی
تی سن (رسا)	کریچینگ (رسا)	رگرسیون (نارسا)	سطح روند (رسا)
برآورد چگالی (نارسا)			
عکس مربع فاصله (رسا)			
اسپیلاین (رسا)			

منبع: عساکره، ۱۳۸۷: ۲۶

برای درون‌یابی براساس مدل اسپیلاین، از چندجمله‌ای‌ها استفاده می‌شود و از برازش یک تابع چندجمله‌ای براساس داده‌های نمونه، مقادیر نامعلوم برآورد می‌شوند. ویژگی اساسی اسپیلاین این است که در سطح تغییرهای ناگهانی وجود ندارد. در معادله‌های درجه دوم و سوم، این انحناها به حداقل خود می‌رسند. در نتیجه، سطحی نسبتاً همواری به دست می‌آید. با توجه به تأثیر درجه بر دقت داده‌ها در درون‌یابی، هرچه درجه بالاتری انتخاب شود، شکل حاصل هموارتر است، اما به میزان شایان توجهی، از دقت مدل کاسته می‌شود.

روش درون‌یابی اسپیلاین، با استفاده از رابطه ۳ محاسبه می‌شود که در آن، N تعداد نمونه نقاط، λ ضریب راه‌حل معادله‌های خطی، I_j فاصله از نقطه نمونه J ام، $T_{(x,y)}$ و $R_{(r_j)}$ با توجه به نوع گزینه از سوی کاربر تعیین می‌شود (علی اکبری و دیگران، ۱۳۸۹: ۵۲).

$$Z_{(x,y)} = T_{(x,y)} + \sum_{j=1}^N \lambda_j R(r_j) \quad (3)$$

بحث و یافته‌ها

اساس این مطالعه، بعد سطح و درجه آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی، از دید کشاورزان دهستان سولدوز است. به همین سبب، متغیرهای مورد استفاده (ابتدا سطح خشکسالی و سپس آسیب‌پذیری ناشی از این سطح) بررسی شده‌اند.

سطح خشکسالی

برای سنجش سطح خشکسالی در روستاهای مورد مطالعه، از متغیرهای زیر استفاده شده است:

- تجربه خشکسالی
- دفعات تجربه خشکسالی طی ده سال اخیر
- تناوب تجربه وقوع خشکسالی
- سطح آب‌های زیرزمینی

جدول ۲ نتایج را برای متغیرهای مذکور به تفکیک روستاهای نمونه نشان می‌دهد. به منظور رتبه‌بندی روستاها از نظر سطح خشکسالی در هریک از متغیرهای مورد بررسی، از تحلیل واریانس و میانگین استفاده شده است. جدول ۳، اولویت‌بندی روستاها را از نظر شدت خشکسالی نشان می‌دهد. رتبه ۱ به معنای بالاترین شدت و رتبه ۱۰ پایین‌ترین شدت است. شایان توضیح است که در گروه‌بندی توکی، گروه ۱ پایین‌ترین شدت را دارد و هرچه عدد مربوط به گروه افزایش یابد، شدت نیز بیشتر می‌شود. همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد، روستاهای نمونه به لحاظ تجربه خشکسالی تفاوتی با هم ندارند، اما از نظر فراوانی و تناوب وقوع خشکسالی، تفاوت معناداری بین روستاها وجود دارد.

آسیب‌پذیری روستاییان از خشکسالی

به‌منظور سنجش درجهٔ آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی در روستاهای مورد مطالعه، متغیرهای زیر با طرح پرسش‌های مرتبط در قالب طیف لیکرت مقیاس اسمی (دوجمله‌ای) بررسی شدند:

- اطلاع (آگاهی) از علل وقوع خشکسالی
- آموزش به‌منظور مقابله با خشکسالی و کاهش آثار آن
- برخورداری از بیمهٔ سوانح طبیعی
- اطلاع درمورد احتمال وقوع خشکسالی
- ارائهٔ تسهیلات و امکانات
- تعمیر و بازسازی
- اثربخشی روش بومی در سه بخش طبیعی، اقتصادی و اجتماعی

جدول ۲. نتایج مربوط به روستاها به تفکیک متغیرها

آب‌های زیرزمینی	تناوب تجربهٔ خشکسالی						دفعات تجربه در ده سال اخیر					تجربهٔ خشکسالی		روستا		
	میانگین	میانگین	هر پنج سال	هر چهار سال	هر سه سال	هر دو سال	میانگین	هر چهار بار	سه بار	دو بار	یک بار	درصد	بسیار		کم	
۲/۷۱	۲	۰	۱	۵	۱۷	۷	۲/۹	۰	۹	۱۱	۸	۲	۱۰۰	۰	۳۰	چپانه
۲	۳/۱۳	۲	۸	۱۳	۶	۱	۴/۴	۱۶	۱۰	۴	۰	۰	۱۰۰	۰	۳۰	حلبی
۲/۷۳	۲/۳	۰	۰	۷	۱۲	۱۱	۳/۳۳	۶	۸	۷	۸	۱	۱۰۰	۰	۳۰	آلاگوز علیا
۲/۷۳	۲/۷	۲	۴	۱۰	۱۱	۳	۳/۹۳	۱۰	۱۱	۶	۳	۰	۱۰۰	۰	۳۰	خنخانه
۲	۳/۲	۴	۹	۹	۵	۳	۴/۵۷	۲۰	۷	۳	۰	۰	۱۰۰	۰	۳۰	کوئیک
۲/۷۲	۲/۷۷	۲	۴	۱۲	۹	۳	۳/۵۷	۵	۱۲	۸	۵	۰	۱۰۰	۰	۳۰	علی‌آباد
۲/۹۴	۱/۳	۰	۰	۱	۷	۲۲	۲/۰۷	۰	۱	۸	۱۳	۸	۱۰۰	۰	۳۰	آرخی سفلی
۲/۹	۲/۳	۰	۱	۱۲	۱۲	۵	۲/۷۷	۱	۶	۱۱	۹	۳	۱۰۰	۰	۳۰	آرخی علیا
۲/۷۳	۳/۸۳	۱	۳	۱۷	۸	۱	۳/۷۷	۷	۱۳	۷	۲	۱	۱۰۰	۰	۳۰	قلعه‌لر
۲/۷۵	۲/۳۳	۰	۲	۱۰	۱۴	۴	۳/۱۳	۲	۱۱	۸	۷	۲	۱۰۰	۰	۳۰	میرآباد

جدول ۳. اولویت‌بندی روستاها براساس تحلیل واریانس و میانگین

متغیر	روستا	اولویت‌بندی	متغیر	گروه‌بندی توکی	اولویت‌بندی	متغیر	گروه‌بندی توکی	اولویت‌بندی	متغیر	میانگین	اولویت‌بندی
سطح معناداری = ۰	تمام روستاهای دارای تجربهٔ وقوع خشکسالی می‌باشند.	۸	۲	۲	۸	۲	۲	۲	۲/۷۱	۲	۲
سطح معناداری = ۰/۰۰	فرآوری در ده سال اخیر	۶	۶	۵	۲	۶	۶	۱	۲	۱	۱
سطح معناداری = ۰/۰۰	تفاوت بین روستاها	۳	۳	۱	۶	۳	۳	۴	۲/۷۳	۴	۴
سطح معناداری = ۰/۰۰	تفاوت بین روستاها	۵	۵	۳	۳	۵	۵	۱	۲/۷۳	۴	۴
سطح معناداری = ۰/۰۰	تفاوت بین روستاها	۷	۷	۵	۱	۱	۵	۲	۲	۱	۱
سطح معناداری = ۰/۰۰	تفاوت بین روستاها	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۲	۲/۷۲	۳	۳
سطح معناداری = ۰/۰۰	تفاوت بین روستاها	۱	۱	۲	۱۰	۱	۱۰	۷	۲/۹۴	۷	۷
سطح معناداری = ۰/۰۰	تفاوت بین روستاها	۱	۱	۲	۹	۱	۹	۲	۲/۹۰	۶	۶
سطح معناداری = ۰/۰۰	تفاوت بین روستاها	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۲	۲/۷۳	۴	۴
سطح معناداری = ۰/۰۰	تفاوت بین روستاها	۲	۲	۳	۷	۳	۷	۲	۲/۷۵	۵	۵

جدول ۴. نتایج را برای متغیرهای مذکور به‌تفکیک روستاهای نمونه نشان می‌دهد. در جدول ۵، روستاهای مورد مطالعه براساس تحلیل واریانس و میانگین، با توجه به سطوح آسیب‌پذیری اولویت‌بندی شده‌اند. رتبه ۱ به‌معنای بیشترین و رتبه ۱۰ به‌معنای کمترین آسیب‌پذیری است. همان‌طور که جدول ۵ نشان می‌دهد، روستاها از نظر آسیب‌پذیری، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند و فقط در اثربخشی روش بومی روستاهای نمونه، با یکدیگر متفاوت‌اند.

جدول ۴. اولویت‌بندی روستاهای نمونه در سطوح آسیب‌پذیری براساس واریانس و میانگین

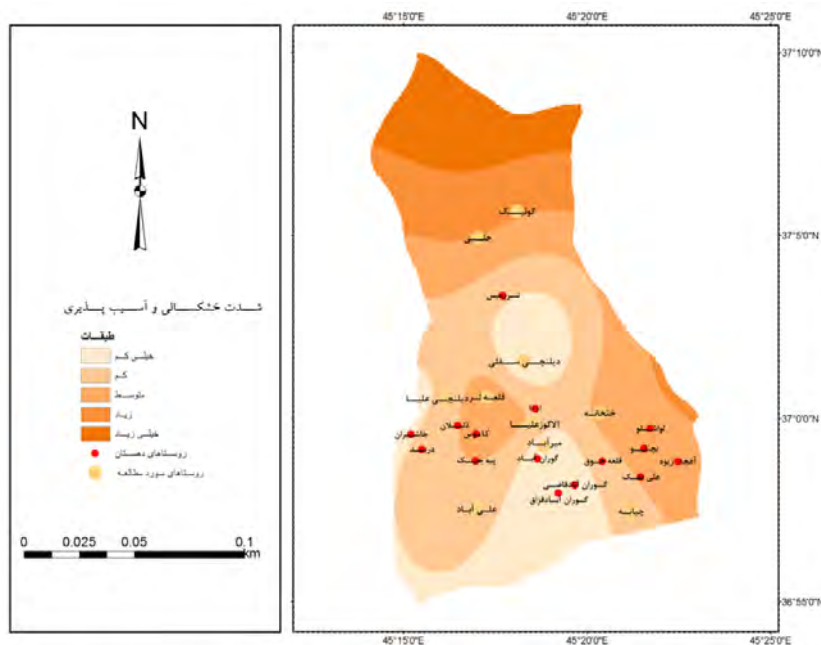
اولویت‌بندی	متغیر	اولویت‌بندی	متغیر	اولویت‌بندی	متغیر	اولویت‌بندی	متغیر	اولویت‌بندی	متغیر	اولویت‌بندی	متغیر	روستا
۵	بهره‌برداری از روش بومی	پس از وقوع خشکسالی در هیچ‌یک از روستاها بازسازی صورت نمی‌گیرد.	تعمیر و بازسازی	اولویت برابر، این روستاها آسیب‌پذیرترین روستاها در این بخش می‌باشند.	ارتقاء تسهیلات و امکانات	هیچ‌یک از نمونه‌های مورد مطالعه اطلاعی در مورد احتمال وقوع خشکسالی ندارند بنابراین در این بخش آسیب‌پذیری یکسانی دارند.	اطلاع در مورد احتمال وقوع خشکسالی	برخورداری از بیمه سوانح طبیعی	اولویت برابر، این روستاها آسیب‌پذیرترین روستاها در این بخش می‌باشند.	آموزش به‌منظور مقابله با خشکسالی	آگاهی از علل وقوع خشکسالی	چپانه
۲												حلی
۸												علی‌آباد
۳												خنخانه
۱												کوئیک
۵												الاکوز
۷												سغلی
۶												علیا
۴												قله‌مار
۸												میرآباد
سطح معناداری = ۰/۰۰ (وجود تفاوت بین روستاها)												
سطح معناداری = ۰ (نبود تفاوت بین روستاها)												
سطح معناداری = ۰/۳۲ (نبود تفاوت بین روستاها)												
سطح معناداری = ۰ (نبود تفاوت بین روستاها)												
سطح معناداری = ۰/۲۶۸ (نبود تفاوت بین روستاها)												
سطح معناداری = ۰/۱۲۹ (نبود تفاوت بین روستاها)												
سطح معناداری = ۰/۰۰۸ (نبود تفاوت بین روستاها)												

جدول ۵. نتایج متغیرهای سنجش درجه آسیب‌پذیری به تفکیک روستاها

میانگین	روش بومی			درصد	بازسازی		درصد	تسهیلات		درصد	احتمال وقوع		درصد	بیمه		درصد	آموزش		میانگین	آگاهی از علل وقوع خشکسالی					تیم				
	زیاد	متوسط	کم		بهر	بلی		بهر	بلی		بهر	بلی		بهر	بلی		بهر	بلی		بهر	بلی	بهر	بلی	خیلی زیاد		زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
۲/۱۵	۷	۲۰	۳	۰	۳۰	۰	۶/۶۶	۲۸	۲	۰	۳۰	۰	۱۰۰	۰	۳۰	۳/۳۳	۲۹	۱	۲/۱	۰	۱	۹	۱۲	۸	چپانه				
۱/۵۷	۰	۳۴	۱۳	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۱۰۰	۰	۳۰	۰	۳۰	۰	۱/۶۷	۰	۰	۴	۱۲	۱۴	حلی				
۲/۳۸	۱۳	۱۶	۱	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۱۰۰	۰	۳۰	۰	۳۰	۰	۲	۰	۰	۱	۱۹	۱۰	علی‌آباد				
۱/۹۹	۴	۲۲	۴	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۱۰۰	۰	۳۰	۰	۳۰	۰	۲/۱۳	۰	۰	۶	۲۲	۲	خنخانه				
۱/۳۸	۱	۹	۲۰	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۹۳/۳۳	۲	۲۸	۰	۳۰	۰	۱/۶۷	۰	۰	۴	۱۲	۱۴	کوئیک				
۲/۲۹	۹	۲۰	۱	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۱۰۰	۰	۳۰	۰	۳۰	۰	۱/۷	۰	۰	۹	۱۲	۹	آلاگوز				
۲/۳۷	۱۱	۱۹	۰	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۱۰۰	۰	۳۰	۰	۳۰	۰	۲/۱۷	۰	۰	۱۰	۱۵	۵	سقلی				
۲/۲۴	۱۲	۱۴	۴	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۱۰۰	۰	۳۰	۰	۳۰	۰	۱/۹	۰	۰	۹	۹	۱۲	علیا				
۲/۰۸	۱۰	۱۳	۷	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۰	۳۰	۰	۹۶/۶۶	۱	۲۹	۰	۳۰	۰	۲/۰۷	۰	۰	۱۲	۸	۱۰	قلعه‌لر				
۲/۴۶	۱۴	۱۵	۱	۰	۳۰	۰	۳/۳۳	۲۹	۱	۰	۳۰	۰	۹۶/۶۶	۱	۲۹	۶/۶۶	۲۸	۲	۲/۲۳	۰	۰	۱۱	۱۵	۴	میرآباد				

پهنه‌بندی دهستان مورد مطالعه از نظر سطح و درجه آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی

هدف اصلی پژوهش، پهنه‌بندی دهستان مورد مطالعه از نظر سطح و درجه آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی است. بدین منظور، پس از اولویت‌بندی روستاها از نظر سطح و درجه آسیب‌پذیری، از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. یکی از مهم‌ترین روش‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی، فنون میان‌یابی است که به شیوه‌های متعددی، عملیات میان‌یابی را برای تهیه منحنی‌های هم‌ارزش گسترش می‌دهد. در روش‌های مبتنی بر میان‌یابی، ارزش‌های عددی مکان‌هایی که دارای ارزش‌های ناشناخته هستند، به وسیله داده‌های شناخته شده مکان‌های مجاور برآورد می‌شوند (ادب و دیگران، ۱۳۸۷: ۲). به عبارت دیگر، درون‌یابی مکانی، همان شیوه محاسبه ارزش‌های مشخصه‌ها در مکان‌های نمونه‌برداری نشده یا خالی از اطلاعات موجود در ناحیه زیر پوشش مشاهده‌هاست؛ بنابراین، نقش آن پرکردن فضاهای خالی بین مشاهده‌هاست. به‌طور غالب، در محیط طبیعی، میانگین ارزش‌های موقعیت‌های نزدیک، شباهت بیشتری با مقادیر موقعیت‌های دورتر دارد. این موضوع، به‌عنوان قانون اول جغرافیایی شناخته می‌شود. شیوه انتخاب همسایه‌ها و نحوه اثرگذاری آن‌ها، مدل‌های مختلف درون‌یابی را می‌سازد (قلمبر و قهقائی، ۱۳۸۹: ۱۲۲). همان‌طور که در روش پژوهش گفته شد، به‌منظور پهنه‌بندی در مطالعه حاضر، از روش اسپیلاین استفاده شده است. بدین منظور، با توجه به داده‌ها و اولویت‌بندی صورت‌گرفته در محیط نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌های مربوط تهیه شد. درنهایت، پهنه‌بندی دهستان مورد مطالعه، با استفاده از تلفیق دو نقشه مذکور صورت گرفت. شکل ۴، سطح و درجه آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی در دهستان سولدوز به‌روش اسپیلاین را نشان می‌دهد.



شکل ۴. پهنه بندی سطح و درجه آسیب پذیری ناشی از خشکسالی در دهستان سولدوز

نتیجه گیری

انزوای روستاها و کم توجهی به این مناطق در فرایندهای توسعه و مدیریت و نبود برنامه ریزی مناسب و دقیق مطابق با شرایط و امکانات این جوامع، به آسیب پذیری آن‌ها از ابعاد مختلف منجر شده است. از آنجاکه فعالیت غالب در روستاها کشاورزی است و روستاییان عمدتاً از طریق فعالیت‌های اولیه و وابسته به طبیعت امرارمعاش می‌کنند، بروز مخاطرات طبیعی، اقتصاد و معیشت این جوامع را تهدید می‌کند. نمونه این مخاطرات خشکسالی است. در این میان، نبود واکنش واقع بینانه و علمی در برابر این پدیده، مزید بر علت شده و دامنه آسیب‌ها و خسارت‌ها را گسترده‌تر ساخته است؛ بنابراین، مدیریت خشکسالی در مناطق روستایی، اجتناب ناپذیر است. در این مدیریت، اولویت بندی روستاها از نظر شدت و آسیب پذیری ضرورت دارد تا روستاهای دارای ریسک بالاتر در برابر خشکسالی شناسایی شوند. شناخت شدت خشکسالی و آسیب پذیری ناشی از آن از منظر خود روستاییان، نیازها و اولویت‌های آن‌ها را در برابر خشکسالی آشکارتر می‌سازد؛ زیرا امروزه روند برنامه ریزی روستایی، تأکید عمده‌ای بر برنامه ریزی از پایین به بالا دارد. در پژوهش حاضر، با محور قرار دادن این امر، خشکسالی از دید کشاورزان روستایی و سطح و درجه آسیب پذیری ناشی از خشکسالی، در مناطق روستایی دهستان سولدوز مطالعه شد. در نهایت، روستاهای مورد مطالعه رتبه بندی شدند تا براساس آن‌ها دهستان مورد مطالعه پهنه بندی شود. نتایج، نشان دهنده تفاوت در سطوح آسیب پذیری در روستاهای این دهستان است؛ بنابراین، توجه به این سطوح در شدت و آسیب پذیری ناشی از خشکسالی، در فرایند برنامه ریزی، به کاهش آثار خشکسالی در روستاهای آسیب پذیرتر منجر می‌شود. جدول ۶ شدت و درجه آسیب پذیری را به تفکیک روستاهای دهستان نشان می‌دهد.

جدول ۶. شدت و درجه آسیب پذیری ناشی از خشکسالی در روستاهای دهستان سولدوز

روستا	شدت و درجه آسیب پذیری
دیلچی آرخی سفلی، میرآباد، گوران آباد قاضی، گوران آباد، گوران آباد قزاق	بسیار کم
جاشیران، دلینچی آرخی علیا، دربند، آرنه، قلعه جوق، آلاگوز علیا، نرزمیس، پیه جیک، چپانه، علی آباد، لواشلو، بچنلو، آغچه زیوه، علی ملک، خنخانه، کاموس، قلعه لر، ذلیلان	کم
	متوسط
کوئیک، حلبی	زیاد
-	بسیار زیاد

منابع

۱. ادب، حامد، قاهره، غلامحسین و رضا بیاتی، ۱۳۸۷، **ارزیابی روش‌های میان‌یابی کریجینگ و رگرسیون خطی بر پایه DEM در تهیه نقشه هم‌بارش سالانه در استان خراسان رضوی**، همایش ژئوماتیک، سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران.
۲. آذر، عادل و منصور مؤمنی، ۱۳۸۵، **آمار و کاربرد آن در مدیریت**، جلد دوم، انتشارات سمت، تهران.
۳. چنار، علیرضا، ۱۳۸۸، **ارزیابی و نظارت بر خشکسالی در استان‌های آذربایجان شرقی، غربی و اردبیل با استفاده از تصاویر AVHRR**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
۴. شرفی، لیدا و کیومرث زرافشانی، ۱۳۸۹، **سنجش آسیب‌پذیری، راهکاری برای مدیریت خشکسالی کشاورزان گندم‌کار، مطالعات جغرافیای مناطق خشک**، سال اول، شماره اول، صص ۱۰۶-۱۲۰.
۵. شرفی، لیدا و کیومرث زرافشانی، ۱۳۹۰، **سنجش آسیب‌پذیری، نقطه مدیریت ریسک خشکسالی، مطالعه موردی: سرپل ذهاب، اسلام‌آباد غرب**، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال اول، شماره ۱، صص ۴۳-۵۶.
۶. عساکره، حسین، ۱۳۸۷، **کاربرد روش کریجینگ در میان‌یابی بارش**، جغرافیا و توسعه، سال ششم، شماره ۱۲، صص ۲۵-۴۲.
۷. علی‌اکبری، محسن، سعادت‌فر، امیر و حسین شجاعی، ۱۳۸۹، **بررسی روش‌های مختلف میان‌یابی برای تولید نقشه منیزیم خاک در منطقه دشت خاک بردسیر**، کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال اول، شماره ۱، صص ۴۹-۵۱.
۸. قلمبر دزفولی، راما و آرمین قهقائی، ۱۳۸۹، **استفاده از توابع رس‌تری محیط GIS در طراحی شهری هماهنگ**، نشریه هویت شهری، سال چهارم، شماره ۶، صص ۱۱۹-۱۳۰.
۹. محمدی یگانه، بهروز و یاسر حکیم‌دوست، ۱۳۸۸، **اثرات اقتصادی خشکسالی و تأثیر آن بر ناپایداری روستاها، مطالعه موردی: قره پشتلوی بالا**، همایش منطقه‌ای بحران آب و خشکسالی، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت.
10. Adab, H., Ghalheri, Gh. and Bayati, R., 2008, **Assessment of Kriging Interpolation Methods and Linear Regression Based on DEM in Mapping of Annual in Khorasan Razavi**, Geometrics Conference, Tehran. (In Persian)
11. Alcamo, J., et al., 2008, **A New Approach to Quantifying and Comparing Vulnerability to Drought**, Reg ENVIRON Change, Vol. 8, PP. 137- 149.
12. Aliakbari. M., Sadatfar, A. and Shojai, H., 2010, **Survey of Interpolation Different Methods to Generate of the Map of Soil Magnesium in Bardsir Soil Plain**, Application of Remote Sensing and GIS in Natural Sciences, Vol. 1, No. 1, PP. 49- 59. (In Persian)
13. Araya. A. and Stroosnijder, L., 2011, **Assessing Drought Risk and Irrigation Need in Northern Ethiopia**, Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 151, No. 4, PP. 425-436.
14. Asakereh, H., 2008, **Application of Kiriging Method in Rain Interpolation**, Geography and Development, Vol. 6, No. 12, PP. 25- 42. (In Persian)
15. Azar, A. and Momeni, M., 2006, **Statistics and its Application in Management**, Vol. 2, Publication of Samt, Tehran. (In Persian)
16. Campbell, D., Barker, D. and McGregor, D., 2011, **Dealing with Drought: Small Farmers and Environmental Hazards in Southern St. Elizabeth, Jamaica**, Applied Geography, Vol. 31, Vol. 1, PP. 146- 158.
17. Chenar, A., 2009, **Assessment and Monitoring of the Drought in East Azerbaijan, West Azarbaijan and Ardebil by using of Images AVHRR**, MA Thesis in Remote Sensing and GIS, Tarbiat Modares University, Tehran. (In Persian)
18. Cheng, J. and Tao, J., 2010, **Fuzzy Comprehensive Evaluation of Drought Vulnerability Based on the Analytic Hierarchy Process**, Agriculture and Agricultural Science Procedia, Vol. 1, PP. 126- 135.

19. Dyke, G., et al., 2011, **Dream Project: Applications of Earth Observations to Disaster Risk Management**, Acta Astronautica, No. 68, PP. 301-315.
20. Ghalambar Dezfouli. R. and Ghahghai, A., 2010, **Using of GIS Raster Functions in Coordinated Urban Design**, Urban Identity, Vol. 4, No. 6, PP. 119- 130. *(In Persian)*
21. Lazarus, N., 2011, **Coping Capacities and Rural Livelihoods: Challenges to Community Risk Management in Southern Sri Lanka**, Applied Geography, Vol. 31, No. 1, PP. 20-34.
22. Liu, X., Zhang, J., Cai, W. and Tong, Z., 2010. **Information Diffusion-Based Spatio-Temporal Risk Analysis of Grassland Fire Disaster in Northern China**, Knowledge-Based Systems, Vol. 23, No. 1, PP. 53° 60.
23. Mishra, A. and Singh, V., 2010, **A Review of Drought Concepts**, Journal of Hydrology, Vol. 391, No. 1 and 2, PP. 202-216.
24. Van der Molen, M. K., et al., 2011, **Drought and Ecosystem Carbon Cycling**, Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 151, No. 7, 765- 773.
25. Nouri, J., et al., 2011, **Designing a Developed Model for Assessing the Disaster Induced Vulnerability Value in Educational Centers**, Safety Science, Vol. 49, No. 5, PP. 679-685. *(In Persian)*
26. Pittman, J., Wittrock, V., Kulshreshtha, S. and Wheaton, E., 2011, **Vulnerability to Climate Change in Rural Saskatchewan: Case Study of the Rural Municipality of Rudy No. 284**, Journal of Rural Studies, Vol. 27, No. 1, PP. 83- 94.
27. Sharafi, L. and Zarafshani, K., 2010, **Vulnerability Assessment, Drought Management Strategy for Wheat Farmers**, Journal of Arid Regional Geographic Studies, Vol. 1, No 1, PP. 106- 120. *(In Persian)*
28. Sharafi, Lida. and Zarafshani, K., 2011, **Vulnerability Assessment, The Drought Risk Management, Case Study: SarPole Zahab, EslamAbad**, Journal of Regional Planning, Vol. 1, No. 1, PP. 43- 56. *(In Persian)*
29. Sun, M., Chen, B., Ren, J. and Chang, T., 2010, **Natural Disaster's Impact Evaluation of Rural Households' Vulnerability: The Case of Wenchuan Earthquake**, Agriculture and Agricultural Science Procedia, Vol. 1, PP. 52- 61.
30. Tatli, H. and Turkes, M., 2011, **Empirical Orthogonal Function Analysis of the Palmer Drought Indices**, Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 151, No. 7, PP. 981- 991.