

## مقایسه روش‌های CVI و AHP در ارزیابی خشک‌سالی و سنجش آسیب‌پذیری اقلیمی استان گیلان

### پژواک راستگو

دانشجوی دکتری گروه جغرافیا، آب و هواشناسی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

### بهمن رضانی\*

استاد گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

### پرویز رضایی

دانشیار گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۲

### چکیده

خشک‌سالی یکی از پرهزینه‌ترین بلایای طبیعی در ایران است و گام ضروری برای مقابله با خشک‌سالی و تعدیل تبعات آن، شناخت و درک دقیق ابعاد آسیب‌پذیری هر منطقه است. در این پژوهش هدف، مقایسه روش‌های CVI و AHP در ارزیابی خشک‌سالی و سنجش آسیب‌پذیری اقلیمی استان گیلان به منظور شناسایی ابعاد آن بود. روش پژوهش توصیفی تحلیلی مکانی و از نظر هدف کاربردی است. مؤلفه‌های شاخص آسیب‌پذیری اقلیمی، در هر دو مدل AHP و CVI، شامل منابع (R)، هواشناختی (W)، دسترسی (A)، ظرفیت (C)، استفاده و بهره‌وری اقتصادی (U)، حفظ یکپارچگی زیست‌محیطی (E)، ویژگی‌های جغرافیایی (G) تعیین گردید. متغیرها با توابع عضویت فازی همسان و در مدل AHP وزن دهی شدند و نقشه پهنه‌بندی نهایی دو مدل AHP و CVI به دست آمد. در مدل AHP از نقطه‌نظر کارشناسان وزن مؤلفه منابع (R)  $+۰,۲۹۳$ ، بیشترین و مؤلفه ویژگی‌های جغرافیایی (G)  $+۰,۰۴۵$ ، کمترین مقدار به دست آمد. در بررسی متغیرها نیز در مدل AHP، متغیر مجموع بارندگی با وزن  $+۰,۷۵$  مؤثرترین و تنوع و کیفیت محصولات کشاورزی با وزن  $+۰,۰۸۸$  کم اثرترین متغیر بود. در بررسی مؤلفه‌های CVI، شاخص CVI کل استان  $۴۴,۵\%$  به دست آمد. شاخص CVI در مؤلفه منابع (R)  $۵۶,۱۲\%$  بالاترین و در ظرفیت (C)  $۳۶,۹۴\%$  کمترین رتبه را به دست آورد. پهنه‌بندی مدل AHP نشان داد بخش میانی استان شامل رشت، سراوان، کسما، انزلی، بیشترین آسیب‌پذیری با مساحت  $۴۲,۱۱\%$  را دارد و لاهیجان با مساحت  $۳۴,۲\%$  در رتبه بعدی قرار داشته و در نهایت قسمت‌هایی از شمال آستارا، جنوب شهرستان سیاهکل و جنوب رودبار ارتفاعات درفک با مساحت  $۲۳,۶۹\%$  کم‌ترین خشک‌سالی را تجربه کرده‌اند. در مدل CVI، بیشترین آسیب‌پذیری در کل شهرستان تالش با مساحت  $۱۵,۵۷\%$  است. درصد آسیب‌پذیری زیاد  $۲۶,۸۴$  در شهرستان‌های رشت، صومعه‌سرا، رودسر و شفت مشاهده شد و شهرستان‌های آستارا و رضوانشهر با مساحت  $۲۰,۸۸\%$  در کلاس آسیب‌پذیری خیلی کم مشاهده گردید.

واژگان کلیدی: آسیب‌پذیری، خشک‌سالی، CVI، AHP، گیلان

## مقدمه

خشک‌سالی نتیجه کاهش میزان بارندگی در یک دوره زمانی وسیع است که بسته به نوع اقلیم آن منطقه ممکن است در مقیاس سال و یا حتی چندین سال حادث شود. خشک‌سالی را می‌توان به‌عنوان پدیده‌ای اجتناب‌ناپذیر و ازجمله بلایایی که امکان پیشگیری ندارد اما قابل مدیریت و ساماندهی می‌باشد نام برد (اسماکتین و هوگوس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴: ۸۷) و یکی از بلایای فاجعه‌بار جهانی محسوب می‌شود که هر ساله بر زندگی بسیاری از مردم جهان اثرگذار است (ژوچن و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۳: ۸۸۱). خشک‌سالی طیف گسترده‌ای از اقلیم‌ها و اکوسیستم‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌طوری‌که مناطق جغرافیایی تحت تأثیر خشک‌سالی در چهار دهه گذشته به‌شدت افزایش یافته‌اند (واندرمولن و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱: ۷۶۶). آسیب‌های ناشی از خشک‌سالی در بسیاری از کشورها خصوصاً در بخش کشاورزی تا حدی بوده که موجب شده این پدیده به‌عنوان مهم‌ترین مخاطره طبیعی به شمار آید (سانگ و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۳: ۲۲؛ فضل<sup>۵</sup>، ۲۰۰۷: ۱۵۸). خشک‌سالی یکی از پرهزینه‌ترین بلایای طبیعی در ایران نیز می‌باشد. (خشنودی فر و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۰: ۴۵۹۵). به‌طوری‌که طی ۴۰ سال گذشته، ایران ۲۷ خشک‌سالی را تجربه کرده است. از دهه ۸۰ به بعد اغلب وضعیت خشک‌سالی در کشور حاکم بوده است. ویژگی‌های اصلی خشک‌سالی اخیر تنها محدود به طبیعت گسترده و شدید آن نیست، بلکه اثرات آن به‌واسطه نزدیکی با خشک‌سالی قبلی (۱۳۷۷-۱۳۸۰) تشدید شده است (کشاورز و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۳: ۱۲۲). خشک‌سالی جزو بلایای طبیعی نامحسوس است که بر اثر کمبود بارش طی یک دوره زمانی، معمولاً یک فصل و یا بیشتر به وجود می‌آید. هدف از ارزیابی ریسک خشک‌سالی، شناسایی اقدامات مناسب به‌منظور کاهش آسیب‌های بالقوه است. در نتیجه ارزیابی ریسک خشک‌سالی، تصمیم‌سازان می‌توانند خطر را درک کرده و آسیب‌های وارده به بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی و منابع طبیعی را پیش‌بینی نمایند. ارزیابی ریسک خشک‌سالی، بررسی اثرات این پدیده بر روی فعالیت‌های انسانی، سیستم‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی است (زانگ و همکاران<sup>۸</sup>، ۱۹۹۷: ۷۹). گیلان به‌خصوص در منطقه جلگه‌ای تقریباً هم‌تراز با استان‌های گلستان و مازندران توانسته از اقلیم خشک و نیمه‌خشک رهایی یافته، کمبود دائمی آب را هموار نماید، ولی خشک‌سالی، پدیده تکرارشونده تمامی اقلیم با اقلیم گیلان نیز همراه می‌باشد. این پژوهش باهدف ارزیابی خشک‌سالی و سنجش آسیب‌پذیری اقلیمی استان گیلان برای شناخت و طبقه‌بندی خشک‌سالی در نوار شمالی ایران و تعیین ویژگی‌های آماری آن‌ها و بررسی تغییرات اقلیم و روند بارندگی در منطقه انجام گرفته است. در زمینه خشک‌سالی و تبعات آن پژوهش‌های در ایران و جهان با روش‌های مختلف انجام پذیرفته است (رمضانی گورابی و کاظم نژاد، ۱۳۹۰: ۱)، تأثیر نوسانات بارش بر میزان تولید محصولات کشاورزی در شهرستان رودبار و محصول

- 
- 1 - Smakhtin & Hughes
  - 2 - Xiao-Chen et al
  - 3 - Vander Molen et al
  - 4 - Song et al
  - 5 - Füssel
  - 6 - Khoshnodifar et al
  - 7 - Keshavarz et al
  - 8 - Zhang et al

زیتون را مورد پژوهش قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد که این شهرستان از نظر فراوانی وقوع طی دوره آماری، در سال‌های ۸۷-۸۶ و ۷۳-۷۲ به ترتیب با خشک‌سالی و ترسالی مواجه بوده است (قاسمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۱۳)، در پژوهش خود به ارزیابی ریسک خشک‌سالی استان اصفهان پرداختند. نتایج نشان داد که مناطق مرکزی استان نسبت به وقوع خشک‌سالی بسیار شدید مستعدتر است و استعداد مناطق شمال و شمال شرق به خشک‌سالی شدید، زیاد است (امین و ملکی نژاد، ۱۳۹۶: ۲۷۱)، در پژوهش خود بررسی و مقایسه دوره‌های خشک‌سالی را با استفاده از نمایه‌های مبتنی بر بارش در برخی مناطق مرکزی و غرب کشور انجام دادند. داده‌های بارش سالانه یک دوره آماری ۶۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۵۱) را برای استان‌های کرمانشاه، کردستان، کرمان و یزد مورد استفاده قرار دادند. نتایج نشان داد از نظر تعداد رخداد‌های خشک‌سالی و ترسالی استان‌های یزد، کرمانشاه، کرمان و کردستان به ترتیب دارای بیشترین فراوانی بودند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۵۹)، پیش‌بینی خشک‌سالی‌های استان خراسان شمالی را با مدل HADCM3 و شاخص‌های SPI و RDI بررسی کردند. نتایج نشان داد که درصد فراوانی خشک‌سالی‌های دوره پیش‌بینی‌شده نسبت به دوره پایه تحت هر سه سناریو در مقیاس یک‌ماهه و سالانه با استفاده از دو شاخص SPI و RDI کاهش داشته است و از طرف دیگر درصد فراوانی ترسالی افزایش داشته است (کاظم نژاد و همکاران، ۱۳۹۷: ۸۹)، مطالعه باهدف بررسی و برآورد آسیب‌پذیری کشاورزی در برابر تغییرات آب و هوایی، شاخص آسیب‌پذیری CVI برای ۱۶ شهرستان استان گیلان را مورد محاسبه قرار دادند. نتایج نشان داد برحسب شاخص CVI شهرستان‌های رشت (۶۱-۵۸) و تالش (۵۵، ۲۱) بیشترین میزان آسیب‌پذیری و به تبعیت از آن کمترین قدرت سازگاری با تغییرات آب‌وهوایی را نسبت به سایر شهرستان‌ها دارا بودند. (فیروزی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۶۳)، هدف از مطالعه خود را واکنش دو شاخص پوشش گیاهی NDVI و EVI به خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌ها در یکی از دشت‌های خشک ایران یعنی دشت سیستان در شمال استان سیستان و بلوچستان بیان کردند. نتایج نشان داد شاخص NDVI شاخص بسیار مناسب‌تری برای پویایی پوشش گیاهی در دشت‌هایی مانند دشت سیستان بود که حیات آن‌ها نه به بارش بلکه به آب جاری در رودخانه متکی بود (معدنچی و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۰۳)، مطالعه‌ای در کرمان با عنوان پهنه‌بندی خشک‌سالی‌های اقلیمی و بزرگی خشک‌سالی با استفاده از شاخص SPI و زمین‌آمار کریجینگ انجام دادند. نتایج حاصل از پژوهش مشخص کرد که قسمت‌هایی از جنوب غربی و غرب استان در محدوده شهرستان‌های بافت، رابر و سیرجان از نظر احتمال وقوع خشک‌سالی از حساسیت بیشتری برخوردار بودند و هرچه مقیاس زمانی بالاتر رفت قدر مطلق مجموع دوره‌های خشک بیشتر شد (زارعی و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۱۷)، پژوهش خود را باهدف ارزیابی آسیب‌پذیری اقلیمی آبخیز سامیان در استان اردبیل انجام دادند. نتایج حاصل نشان داد که زیر حوضه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ واقع در غرب دارای آسیب‌پذیری خیلی زیاد و زیر حوضه‌های ۲۰، ۲۱ و ۲۴ واقع در بخش‌هایی از شمال و مرکز دارای کمترین آسیب‌پذیری‌اند (مرتضایی فریزه‌ندی و همکاران، ۱۳۹۹: ۴۴۱)، فاصله زمانی بین وقوع خشک‌سالی هواشناسی و خشک‌سالی هیدرولوژیکی، در جهت تمهیدات لازم برای مقابله با خشک‌سالی ناشی از کمبود

منابع آبی سطحی و زیرزمینی را تعیین کردند (راجیشکار و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵: ۶۳۴۶)، تأثیرات احتمالی تغییر در تنوع آب‌وهوا را بر خصوصیات انواع مختلف خشک‌سالی مرور کردند. از نظر آن‌ها به‌طور کلی، انتظار می‌رفت این یافته‌ها به دستیابی به یک استراتژی مؤثر در کاهش خشک‌سالی برای ایالت تگزاس کمک کند (یوان و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۷: ۱۷). در مطالعه خود یک شاخص خشک‌سالی جدید، شاخص عرضه و تقاضای استاندارد آب (SSDI) را ارائه کردند. نتایج نشان داد میانگین سطح خشک‌سالی طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ به  $9/9 \times 103$  کیلومتر مربع رسید که ۳۵٫۴٪ از کل سطح زمین‌های کشاورزی در MLJRB را تشکیل می‌داد، که تقریباً دو برابر منطقه خشک‌سالی طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۰ بود (آیاند و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۸: ۲۹)، در مقاله خود ویژگی‌های خشک‌سالی را به‌عنوان شواهدی از تغییرات آب و هوایی در دو منطقه کشاورزی، آب و هوایی نیجریه بررسی کردند. نتایج نشان داد که میزان بارندگی مکانی و زمانی برای ایستگاه‌ها زیاد بود (چن و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۹: ۱)، در پژوهشی با استفاده از نظریه سیستم فاجعه و با اشاره به مکانیسم‌های زمینه‌ساز خطر خشک‌سالی کشاورزی، سطح از دست دادن عملکرد محصول بر اساس خطرات و نهادهای زیست‌محیطی و آسیب‌پذیر (محصولات) را تعیین کردند. نتایج مطالعه زمینه علمی را برای پیشگیری و کاهش خشک‌سالی‌های کشاورزی در آینده و همچنین منطقی سازی بیمه‌های مرتبط فراهم کرد (عدنان و اولاد<sup>۵</sup>، ۲۰۲۰: ۲۹۸۹)، مطالعه خود را با استفاده از داده‌های مشبک مشاهداتی ۶۰ ساله ( $0.5 \times 0.5$  درجه) از بارش جهانی از مرکز آب‌وهوای جهانی بارش و رطوبت خاک از مرکز پیش‌بینی آب‌وهوا، اقلیم‌شناسی خشک‌سالی فضایی و زمانی پاکستان به انجام رساندند. یافته‌های آن‌ها ۱۹ منطقه را نشان داد که به‌شدت در معرض خشک‌سالی بودند، با مناطق شمالی در معرض خشک‌سالی خفیف، در حالی که مناطق مرکزی و جنوبی در معرض حوادث خشک‌سالی زیاد بودند (قاسمی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۵۶)، به تهیه نقشه لندفرم‌ها و بررسی ارتباط آن با میزان خشک‌سالی به کمک روش ژئومورفون و مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در شرق و جنوب استان فارس پرداختند. نتایج حاصل از روش فازی و ۸۱۷۷۳ نشان داد که بخش‌های شرقی مورد مطالعه شامل ۱۰ نوع لندفرم است که لندفرم نوع ۵۱۰۰۲ و ۹۰۶۷ به ترتیب بیشترین و کمترین مساحت منطقه را شامل می‌شود (۲۵ و ۸). همچنین نتایج حاصل از ارتباط بین نوع لندفرم و خشک‌سالی نشان داد که در بخش‌هایی از منطقه که شامل لندفرم ۱۱۲۱ است میزان خشک‌سالی در کلاس متوسط تا زیاد قرار دارد. در حالی که لندفرم‌های ۵۱۰۰۳ دارای حداقل میزان خشک‌سالی هستند (عطایی و فتوحی، ۱۴۰۰: ۱۷۳)، تأثیر خشک‌سالی اقلیمی دو دهه (۱۳۷۰-۱۳۹۰) بر ناپایداری توسعه در دهستان هشیوار شهرستان داراب را بررسی کردند. نتایج به‌دست‌آمده بر اساس شاخص Spi نشان داد طی سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۷ منطقه مورد مطالعه با خشک‌سالی متوسط و در سال ۱۳۷۴ با ترسالی بسیار شدید مواجه بوده است. همچنین بر اساس شاخص PNPI در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۲ منطقه با خشک‌سالی ضعیف و در

1 - Rajsekhar et al

2 - Yuan et al

3 - Ayanlade et al

4 - Chen et al

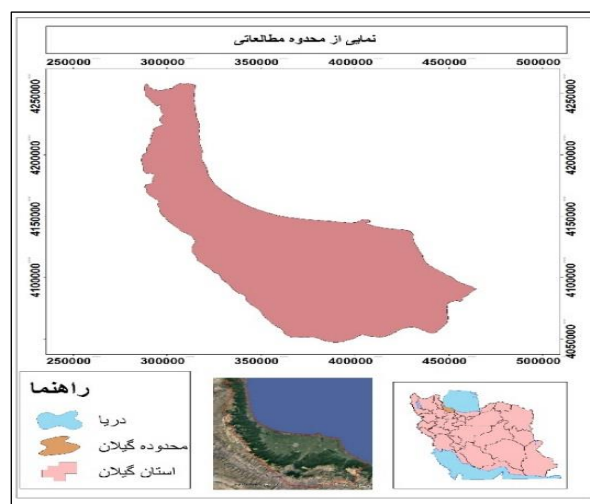
5 - Adnan &amp; Ullah

سال‌های ۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۶ با خشک‌سالی شدید و در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۷ با خشک‌سالی بسیار شدید مواجه بوده است (افتخاری و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۷)، تحلیل و پایش زمانی و مکانی خشک‌سالی را با استفاده از محصولات سنجنده MODIS در استان اصفهان انجام دادند. نتایج، ضریب همبستگی بین ۰/۶۴ تا ۰/۸۱ در سال‌های مدنظر را نشان داد که بیشترین آن مربوط به ایستگاه نجف‌آباد و کمترین آن مربوط به ایستگاه مبارکه است (حجازی زاده و همکاران، ۱۴۰۰: ۵)، به واکاوی و مقایسه چند شاخص خشک‌سالی اقلیمی و تعیین بهترین شاخص در جنوب شرق ایران پرداختند. نتایج نشان داد که در مقیاس ماهانه جهت بررسی خشک‌سالی جنوب شرق کشور شاخص دینامیک بارش استاندارد (SPI) در بازه زمانی ۶ و ۱۲ ماهه بهترین عملکرد را داشته است. با بررسی نتایج پژوهش‌های پیشین می‌توان مشاهده کرد پژوهش‌های اندکی با روش CVI و AHP در محدوده مطالعاتی انجام پذیرفته است و این امر را می‌توان از قابلیت‌های پژوهش حاضر نسبت به روش‌های پیشین دانست.

## داده‌ها و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

استان گیلان، یکی از استان‌های شمالی کشور بالغ بر ۱۴ هزار کیلومتر مربع مساحت دارد. در میان رشته‌کوه‌های البرز و تالش در شمال ایران جای گرفته و حدود ۰/۹٪ از مساحت کل کشور را در بر گرفته است. این استان در ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار قرار گرفته است. بر اساس آخرین تقسیمات کشوری، در زمان اجرای سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۹۵ استان گیلان دارای ۱۶ شهرستان، ۵۲ شهر، ۴۳ بخش و ۱۰۹ دهستان است و ۲۹۴۲ آبادی بوده است (سالنامه آماری گیلان، ۱۳۹۵). در شکل (۱) نمایی از استان گیلان مشاهده می‌شود.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱: نمایی از استان گیلان در ایران

## روش پژوهش

## اجرای روش CVI

شاخص CVI برای مدیریت یکپارچه منابع آبی به کار می‌رود. این شاخص توسعه‌یافته‌ی شاخص WPI است و از شش محور اصلی برای نشان دادن تأثیر تغییرات آب و هوایی بر منابع آب تشکیل شده است. این مؤلفه‌ها عبارت‌اند از منابع (R)، هواشناختی (W)، دسترسی (A)، ظرفیت (C)، استفاده و بهره‌وری اقتصادی (U)، حفظ یکپارچگی زیست‌محیطی (E)، ویژگی‌های جغرافیایی (G) برای محاسبه CVI در نظر گرفته شده‌اند. در این راستا مطالعات متعدد کشوری در مقیاس منطقه‌ای انجام شده است. انتخاب زیر شاخص‌ها باید با در نظر داشتن رابطه آسیب‌پذیری و تغییرات اقلیمی صورت گیرد. بهترین راه برای انتخاب این زیر شاخص‌ها مشورت با متخصصین مربوطه است. پس از انتخاب داده‌های مربوطه، شاخص نهایی برای مناطق مختلف از میانگین‌گیری مؤلفه‌ها به دست خواهد آمد.

$$CVI = \frac{r_r R + r_w W + r_a A + r_c C + r_u U + r_e E + r_g G}{r_r + r_w + r_a + r_u + r_e + r_g} \quad (1)$$

در رابطه فوق،  $r$  وزن مؤلفه هر فاکتور است که در اینجا برای هماهنگ بودن با پژوهش‌های جهانی انجام‌شده، یکسان در نظر گرفته شده است (سولویان و میگ، ۲۰۰۵: ۱۸). بدیهی است که شاخص‌ها در واحدها و مقیاس‌های مختلفی هستند. بنابراین، هر کدام از این متغیرها باید در ابتدا نرمال شده تا قابل مقایسه شوند. جهت نرمال‌سازی از رابطه ۲، استفاده شد. در جدول ۱، مؤلفه‌ها و متغیرهای آن، مقدار و واحد و منبع دریافت نشان داده شده است.

$$(2) \text{ ارزش شاخص} = \frac{\text{مقدار حداقل} - \text{مقدار واقعی}}{\text{مقدار حداقل} - \text{مقدار حداکثر}} * 100$$

جدول ۱: شاخص‌های CVI و مقدار آن‌ها

مؤلفه‌های CVI	متغیر	مقدار	واحد	منبع
منابع (R)	میزان آب‌های سطحی	۱۰۶۶۷۲	میلیون مترمکعب در سال	طرح جامع آب کشور
	میزان تخلیه آب زیرزمینی	۷۹۸	میلیون مترمکعب در سال	طرح جامع آب کشور
هواشناختی (W)	مجموع بارندگی	۱۰۴۴,۲۴۵	میلی‌متر در سال	تصاویر ماهواره‌ای TRMM
	متوسط دمای سالانه	۱۵,۵۳۶	درجه سانتی‌گراد	سازمان هواشناسی
دسترسی (A)	دسترسی به آب سالم و بهداشتی	۵۰۴۳۵۶	نفر	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
	جمعیت تحت پوشش تأسیسات فاضلاب	۲۸۷۰۳۸	نفر	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
ظرفیت (C)	میزان اراضی کشاورزی	۳۱۱۵۹۲	هکتار	وزارت جهاد کشاورزی
	متوسط درآمد	۲۹۴۸۸۷	ریال	مرکز آمار ایران
	سطح آموزش	۲۰۵۶۰۸۷	نفر	وزارت آموزش و پرورش
استفاده و بهره‌وری اقتصادی (U)	میزان مرگ‌ومیر	۱۸۳۶۴	نفر	مرکز آمار ایران
	تولید محصولات بخش کشاورزی	۱۱۵۶۳۹۹	کیلوگرم در هکتار	وزارت جهاد کشاورزی
حفظ یکپارچگی زیست	تعداد شاغلان بخش کشاورزی	۶۰۷۵۲۳	نفر	مرکز آمار ایران
	تنوع و کیفیت محصولات کشاورزی	۱۱۵۶۳۹۹	کیلوگرم در هکتار	وزارت جهاد کشاورزی
	فراوانی شدت خشک‌سالی	۲۷,۹۱	درصد	سازمان هواشناسی

محیطی (E)	از دست دادن زیستگاه	۲۳۵۴	هکتار	سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور
	تراکم دام	۲۹۰۵۸۴	تعداد احشام بر مساحت	وزارت جهاد کشاورزی
ویژگی‌های جغرافیایی (G)	میزان فاصله از مراکز استان	۵۱,۸۱۴	کیلومتر	سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای
	تراکم جمعیت انسانی	۵۶۷۵۶	تعداد نفرات در بخش	مرکز آمار ایران
	میزان پوشش گیاهی	۱۰۱۹۴۶۳	هکتار	سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور

مأخذ: نگارندگان

## اجرای روش AHP

روش دوم، جهت وزن دهی شاخص‌ها و متغیرها مدل AHP است و نقشه پهنه‌بندی نهایی به دست آمد. این روش شامل سه گام اصلی در فرآیند اجرایی نرم‌افزار GIS است. الف) تولید ماتریس مقایسه زوجی (ب) محاسبه وزن‌های نهایی معیار (ج) تخمین نسبت توافق.

### الف) تولید ماتریس مقایسه زوجی:

به‌واسطه مقایسه زوجی در روش AHP از طریق قضاوت‌هایی که به‌صورت شفاهی، عددی یا حتی گرافیکی انجام می‌گیرد وزن‌ها یا اولویت‌ها برای معیارهای دخیل در تصمیم‌گیری استخراج می‌گردد که به شکل اعداد نسبی می‌باشند جدول ۲ (ساتی<sup>۱</sup>، ۱۹۸۰: ۵۱).

جدول ۲: مقیاس ۹ کمیته ساعتی برای مقایسه دودویی گزینه‌ها (ساتی، ۱۹۸۰: ۵۲).

میزان اهمیت	تعریف
۱	اهمیت برابر
۲	اهمیت برابر تا متوسط
۳	اهمیت متوسط
۴	اهمیت متوسط تا قوی
۵	اهمیت قوی
۶	اهمیت قوی تا بسیار قوی
۷	اهمیت بسیار قوی
۸	اهمیت بسیار قوی تا فوق‌العاده قوی
۹	اهمیت فوق‌العاده قوی

### ب) محاسبه وزن‌های معیار

این مرحله شامل گام‌های زیر است:

- ۱- جمع کردن مقادیر هر ستون ماتریس مقایسه دوتایی، ۲- تقسیم نمودن هر مؤلفه ماتریس بر مجموع ستون آن (ماتریس حاصل "مقایسه دوتایی نرمال شده" نام دارد)، ۳- محاسبه میانگین مؤلفه‌ها در هر ردیف از ماتریس نرمال شده.

### ج) تخمین نسبت توافق

۱- تعیین بردار مجموع وزنی به‌وسیله ضرب کردن وزن اولین معیار در اولین ستون مقایسه دوتایی اصلی، سپس ضرب کردن دومین معیار در دومین ستون، سومین معیار در سومین ستون ماتریس اصلی و به همین ترتیب تا ضرب نمودن آخرین معیار و سرانجام جمع نمودن این مقادیر در سطرها، ۲- تعیین بردار توافق به‌وسیله تقسیم بردار مجموع وزنی بر وزن‌های معیار که قبلاً تعیین گردید. سپس محاسبه، لاندا ( $\lambda$ ) که برابر میانگین مقادیر بردار توافق است و شاخص توافق CI که از رابطه ۲ و ۳، به دست می‌آید.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (2)$$

$$CI = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

که در آن RI شاخص تصادفی است که برای مقادیر مختلف تعداد معیار (n) از طرق زیر به دست می‌آید. نسبت توافق (CR) به‌صورتی طراحی می‌شود که اگر  $CR \leq 0.1$  باشد سطح قابل توافق را نشان می‌دهد (مالچفسکی، ۱۹۹۹: ۲۲۷).

### بحث و یافته‌ها

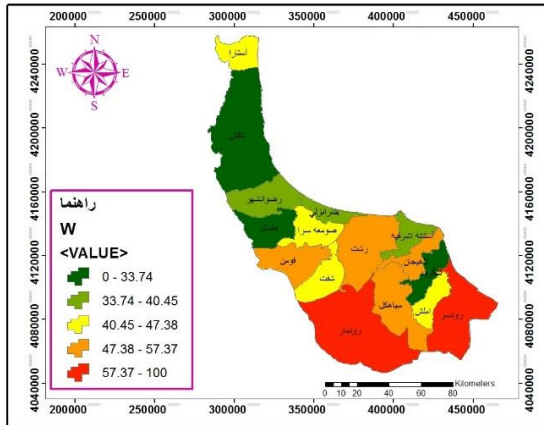
با نرمال‌سازی مؤلفه‌های، منابع (R)، هواشناختی (W)، دسترسی (A)، ظرفیت (C)، استفاده و بهره‌وری اقتصادی (U)، حفظ یکپارچگی زیست‌محیطی (E)، ویژگی‌های جغرافیایی (G)، نتایج به‌صورت جدول ۳ و شکل‌های ۲ تا ۸ نشان داده شده است.

جدول ۳: نرمال‌سازی مؤلفه‌های آسیب‌پذیری در شهرستان‌های استان گیلان (درصد)

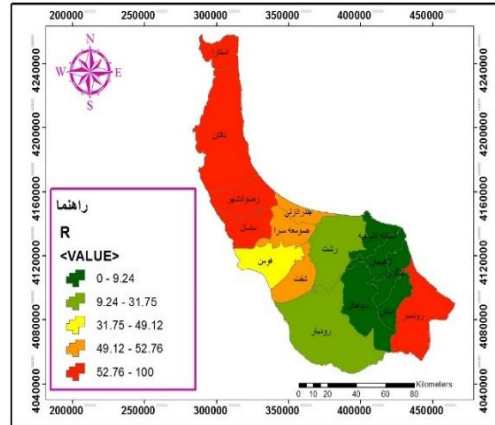
نام شهرستان	منابع (R)	هواشناختی (W)	دسترسی (A)	ظرفیت (C)	استفاده و بهره‌وری اقتصادی (U)	حفظ یکپارچگی زیست‌محیطی (E)	ویژگی‌های جغرافیایی (G)	مؤلفه CVI
کل استان	۵۶,۱۲	۴۸,۴۱	۳۶,۹۴	۳۸,۱۷	۴۱,۵۳	۴۸,۳۱	۴۲,۰۴	٪۴۴,۵
آستارا	۵۸,۵۳	۴۲,۱۶	۳۶,۸۲	۱۱,۰۲	۳۳,۹۱	۳۴,۶۲	۴۶,۲۲	٪۳۷,۶۱
آستانه اشرفیه	۶,۴۱	۳۶,۲۸	۸,۷۹	۴۹,۳۱	۶۱,۰۳	۳۹,۱۷	۴۹,۰۲	٪۳۵,۷۱
املش	۵,۹۳	۴۲,۹۰	۵۲,۶۷	۴۱,۷۴	۳۹,۵۷	۳۰,۷۱	۳۷,۲۵	٪۳۵,۸۲
بندرانزلی	۵۰,۷۴	۴۰,۴۵	۴,۹۱	۳,۴۹	۳۱,۹۷	۴۳,۵۳	۴۱,۱۲	٪۳۰,۸۸
تالش	۸۶,۵۲	۲۷,۶۳	۴۷,۲۰	۵۳,۱۹	۴۳,۱۰	۸۶,۱۷	۶۹,۶۲	٪۵۹,۰۶
رشت	۳۱,۷۴	۴۸,۸۲	۹۱,۸۰	۴۲,۸۴	۴۲,۰۴	۴۱,۰۳	۴۳,۵۸	٪۴۸,۸۳
رضوانشهر	۶۲,۵۹	۳۵,۱۶	۲۵,۰۳	۳۴,۱۹	۲۹,۱۵	۳۲,۱۸	۳۰,۲۱	٪۳۵,۵۰
رودبار	۱۹,۹۲	۹۱,۴۲	۵۲,۷۱	۴۴,۲۳	۳۹,۷۴	۲۷,۷۳	۴۰,۲۲	٪۴۵,۱۳
رودسر	۸۱,۴۹	۵۹,۳۶	۴۹,۳۹	۳۹,۱۷	۳۶,۸۰	۴۴,۱۹	۳۳,۰۱	٪۴۹,۰۵
سیاهکل	۹,۲۴	۵۴,۷۳	۴۱,۲۱	۵۱,۹۳	۳۲,۸۰	۸۵,۴۷	۲۵,۱۸	٪۴۲,۹۳
شفت	۵۲,۷۶	۴۱,۹۵	۵۹,۰۲	۵۹,۲۲	۳۸,۲۹	۶۳,۹۲	۴۳,۷۲	٪۵۱,۲۶



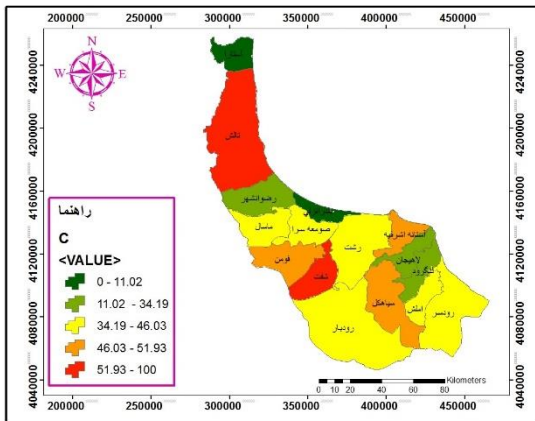
صومعه سرا	۵۰,۱۷	۴۷,۳۸	۵۶,۴۰	۳۹,۰۴	۵۱,۲۲	۵۸,۰۱	۳۰,۲۸	۴۷,۵
فومن	۴۹,۱۲	۵۰,۴۱	۱۹,۲۶	۴۸,۲۱	۴۱,۹۰	۴۹,۲۰	۴۰,۳۷	۴۲,۶۳
لاهیجان	۴,۸۶	۵۷,۳۷	۳۸,۵۴	۲۴,۸۱	۵۲,۷۴	۲۵,۸۱	۳۸,۴۵	۳۴,۶۵
لنگرود	۸,۹۵	۲۹,۴۰	۲۷,۶۸	۳۴,۰۹	۴۸,۰۱	۳۴,۱۹	۴۱,۹۰	۲۲,۰۳
ماسال	۶۵,۸۱	۳۳,۷۴	۱۵,۴۹	۴۶,۰۳	۳۹,۱۶	۴۸,۹۲	۲۸,۱۶	۳۹,۶۱



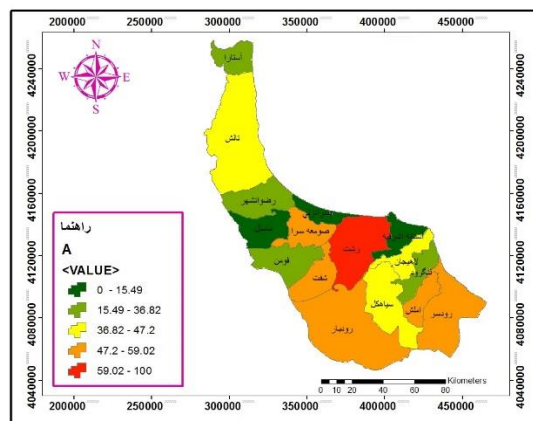
شکل ۳: نقشه مؤلفه‌های هوشناختی W (مأخذ: نگارندگان)



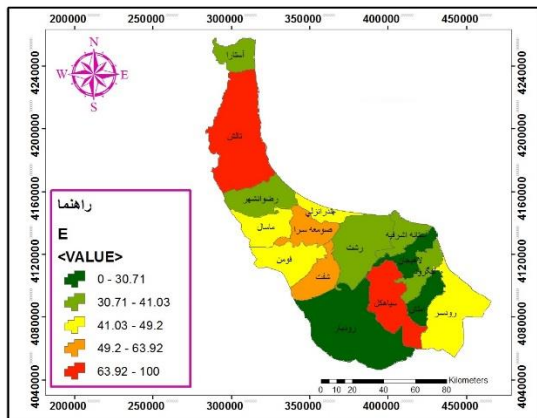
شکل ۲: نقشه مؤلفه‌های منابع R (مأخذ: نگارندگان)



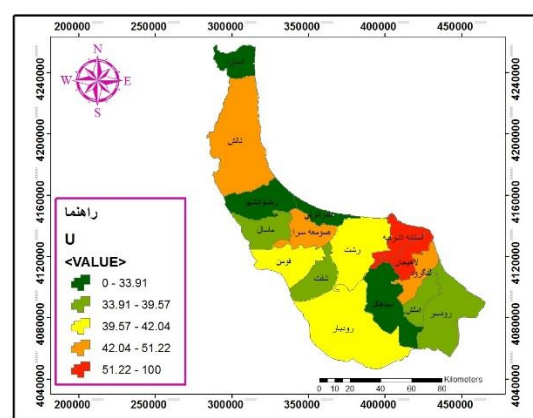
شکل ۵: نقشه مؤلفه‌های ظرفیت C (مأخذ: نگارندگان)



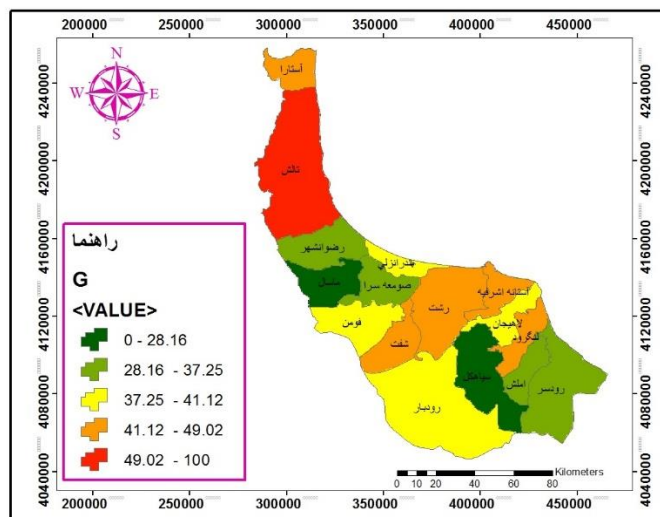
شکل ۴: نقشه مؤلفه‌های دسترسی A (مأخذ: نگارندگان)



شکل ۷: نقشه مؤلفه‌های حفظ یکپارچگی زیست‌محیطی E (مأخذ: نگارندگان)

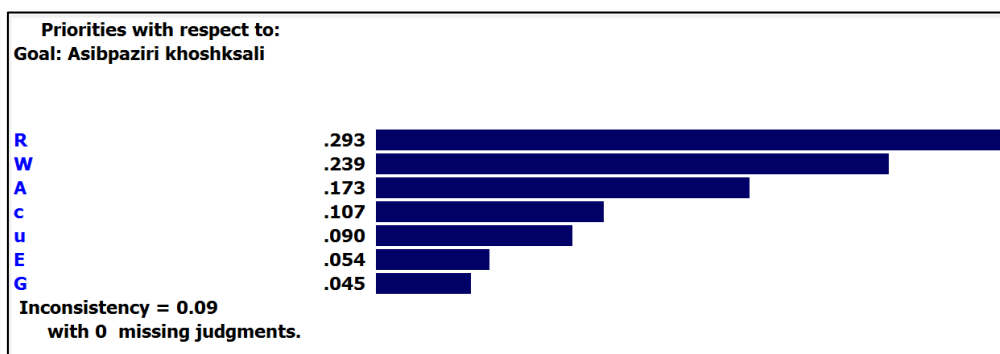


شکل ۶: نقشه مؤلفه‌های استفاده و بهره‌وری اقتصادی U (مأخذ: نگارندگان)



شکل ۸: نقشه مؤلفه‌های ویژگی‌های جغرافیایی G (مأخذ: نگارندگان)

در مدل AHP نیز، مؤلفه‌های، منابع (R)، هواشناختی (W)، دسترسی (A)، ظرفیت (C)، استفاده و بهره‌وری اقتصادی (U)، حفظ یکپارچگی زیست‌محیطی (E)، ویژگی‌های جغرافیایی (G)، و متغیرهای مؤلفه‌ها در نرم‌افزار Expert Choice وزن دهی شد و نتایج به صورت شکل ۹، به دست آمد.

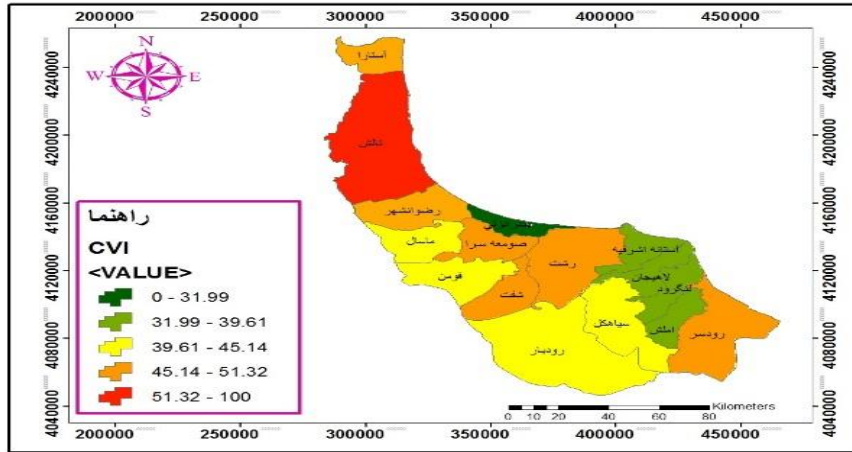


مأخذ: نگارندگان

شکل ۹: وزن مؤلفه‌های اصلی در AHP

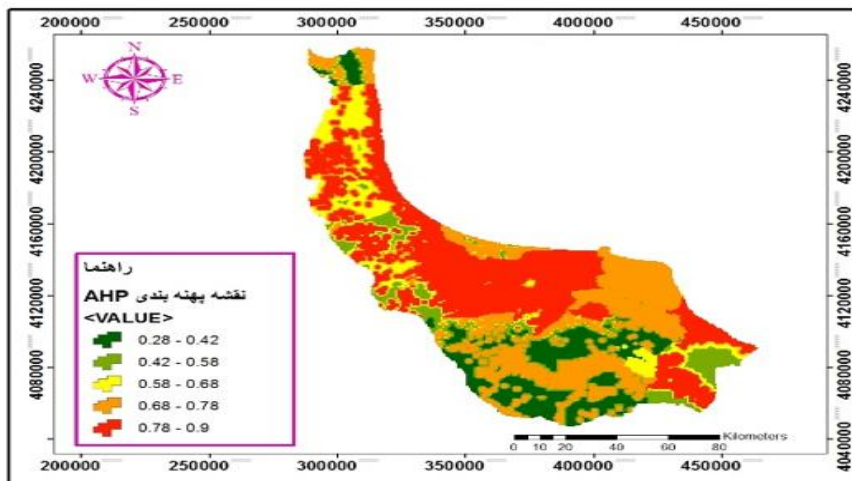
در مدل AHP وزن متغیرهای میزان آب‌های سطحی، میزان تخلیه آب زیرزمینی، مجموع بارندگی، متوسط دمای سالانه، دسترسی به آب سالم و بهداشتی، جمعیت تحت پوشش تأسیسات فاضلاب، میزان اراضی کشاورزی، متوسط درآمد، سطح آموزش، میزان مرگ‌ومیر، تولید محصولات بخش کشاورزی، تعداد شاغلان بخش کشاورزی، تنوع و کیفیت محصولات کشاورزی، فراوانی شدت خشک‌سالی، از دست دادن زیستگاه، تراکم دام، میزان فاصله از مراکز استان، تراکم جمعیت انسانی، میزان پوشش گیاهی به ترتیب ۰٫۶۶۷، ۰٫۳۳۳، ۰٫۷۵۰، ۰٫۲۵۰، ۰٫۵۹۴، ۰٫۲۴۹، ۰٫۱۵۷، ۰٫۶۶۱، ۰٫۲۰۸، ۰٫۱۳۱، ۰٫۷۱۷، ۰٫۱۹۵، ۰٫۰۸۸، ۰٫۰۷۵، ۰٫۲۵۰، ۰٫۷۲۹، ۰٫۱۶۳ و ۰٫۱۰۹ به دست آمد. در نهایت بر اساس مؤلفه‌های

CVI و مدل AHP نقشه پهنه‌بندی نهایی آسیب‌پذیری اقلیمی کشاورزی آماده شد که در شکل ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۰: نقشه نهایی شاخص CVI



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۱: نقشه پهنه‌بندی نهایی مدل AHP

جدول ۴: مساحت کلاس‌های آسیب‌پذیری در مدل‌های مورد استفاده در پژوهش برحسب هکتار و درصد

نام کلاس	مدل CVI (هکتار)	مدل CVI (درصد)	مدل AHP (هکتار)	مدل AHP (درصد)
آسیب‌پذیری خیلی کم	۲۸۸۳۱٫۸	۲۰٫۸۸	۱۵۵۸۱۳٫۲۵	۱۱٫۵۲
آسیب‌پذیری کم	۴۷۸۱۷۱٫۱۷	۳۴٫۵۷	۱۵۲۲۴۹٫۵۳	۱۱٫۲۶
آسیب‌پذیری متوسط	۳۷۱۲۱۸٫۱۴	۲۶٫۸۴	۱۴۷۷۷۳٫۱۷	۱۰٫۹۲
آسیب‌پذیری زیاد	۲۱۵۴۵۱٫۴۷	۱۵٫۵۷	۳۹۲۲۶۷٫۶۹	۲۹
آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۲۹۳۶۲٫۷۹	۲٫۱۲	۵۰۴۶۰۳٫۰۱	۳۷٫۳

مأخذ: نگارندگان

## نتیجه‌گیری

در مدل AHP از نقطه‌نظر کارشناسان اهمیت مؤلفه منابع (R) با وزن ۰,۲۹۳، بیشترین و وزن مؤلفه ویژگی‌های جغرافیایی (G) با وزن ۰,۰۴۵، کمترین مقدار است. در بررسی متغیرها نیز در مدل AHP، متغیر مجموع بارندگی با وزن ۰,۷۵۰ مؤثرترین متغیر و تنوع و کیفیت محصولات کشاورزی با وزن ۰,۰۸۸ کم‌اثرترین متغیر از نظر کارشناسان بود. در بررسی مؤلفه‌های CVI، شاخص CVI کل استان ۴۴,۵ درصد به دست آمد. شاخص CVI در مؤلفه منابع (R) ۵۶,۱۲ درصد بالاترین رتبه و در مؤلفه ۳۶,۹۴ درصد کمترین رتبه را به دست آورد. برابر اطلاعات مندرج در جدول ۴، پهنه‌بندی مدل AHP نشان داد بخش میانی استان شامل رشت، سراوان، کسما، انزلی و بیشترین را با مساحت ۴۲,۱۱ درصد دارد و لاهیجان با مساحت ۳۴,۲ درصد در رتبه بعدی قرار داشته و در نهایت قسمت‌هایی از شمال آستارا، جنوب شهرستان سیاهکل و جنوب رودبار ارتفاعات درفک با مساحت ۲۳,۶۹ درصد کم‌ترین خشک‌سالی را تجربه کرده‌اند. در مدل CVI، بیشترین آسیب‌پذیری در کل شهرستان تالش با مساحت ۱۵,۵۷ درصد می‌باشد. درصد آسیب‌پذیری زیاد ۲۶,۸۴ درصد در شهرستان‌های رشت، صومعه‌سرا، رودسر و شفت مشاهده شد و شهرستان‌های آستارا و رضوانشهر با مساحت ۲۰,۸۸ درصد در کلاس آسیب‌پذیری خیلی کم مشاهده گردید. نتایج پژوهش با نتایج پژوهش‌های (رمضانی گورابی و کاظم نژاد، ۱: ۱۳۹۰)، (معدنچی و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۰۳)، (کاظم نژاد و همکاران، ۱۳۹۷: ۹۰)، (افتخاری و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۷)، (Chen et al., ۲۰۱۹) مطابقت داشت.

## منابع

- ۱- افتخاری، مبین، اسماعیلی، علی، محمودی زاده، سعید، قزل سوفلو، عباسعلی، اکبری، محمد، (۱۴۰۰): تحلیل و پایش زمانی و مکانی خشک‌سالی با استفاده از محصولات سنجنده MODIS (مطالعه موردی استان اصفهان)، علوم جغرافیایی، شماره ۳۴، صص ۱۷ - ۲۷.
- ۲- امین، پیمان، ملکی نژاد، حسین، (۱۳۹۶): بررسی و مقایسه دوره‌های خشک‌سالی با استفاده از نمایه‌های مبتنی بر بارش در برخی مناطق مرکزی و غرب کشور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز سال هشتم، شماره ۱۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۶، صص ۲۷۱-۲۸۰.
- ۳- جعفری، قربان، شاهکویی، اسمعیل، فانقرمه، عبدالعظیم، (۱۳۹۷): پیش‌بینی خشک‌سالی‌های استان خراسان شمالی با مدل HADCM3 و شاخص‌های SPI و RDI، مجله آمایش جغرافیایی فضا، فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان، سال هشتم، شماره مسلسل سی‌ام، صص ۱۵۹-۱۷۴.
- ۴- حجازی زاده، زهرا، شکیبا، هانیه، پژوه، فرشاد، (۱۴۰۰): واکاوی و مقایسه چند شاخص خشک‌سالی اقلیمی و تعیین بهترین شاخص در جنوب شرق ایران، جغرافیا، شماره ۶۸، صص ۵ - ۲۱.
- ۵- رضانی گورابی، بهمن، کاظم نژاد، زهرا، (۱۳۹۰): بررسی تأثیر نوسانات بارش بر میزان تولید محصولات کشاورزی در شهرستان رودبار (مورد مطالعاتی: محصول زیتون)، کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

- ۶- زارعی، شیرین، حزباوی، زینب، مصطفی زاده، رئوف، اسمعیلی عوری، اباذر، (۱۳۹۹): مقایسه آسیب پذیری زیر حوضه های آبخیز سامیان بر اساس تغییرات مؤلفه های اقلیمی، پژوهش های جغرافیای طبیعی، دوره ۲۵، شماره ۵، تابستان ۱۳۹۹، صص ۲۱۷-۲۳۶.
- ۷- عطایی، یاسمین، فتوحی، صمد، قنبری، سیروس، (۱۴۰۰): تأثیر خشک سالی اقلیمی دو دهه (۱۳۹۰-۱۳۷۰) بر ناپایداری توسعه در دهستان هشیوار شهرستان داراب، برنامه ریزی منطقه ای، شماره ۴۲، صص ۱۷۳-۱۸۸.
- ۸- فیروزی، فاطمه، محمودی، پیمان، طاوسی، تقی، (۱۳۹۸): بررسی حساسیت دو شاخص پوشش گیاهی NDVI و EVI به خشک سالی ها و ترسالی ها در مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: دشت سیستان ایران)، فصل نامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۸، شماره ۱۱۰، صص ۱۶۳ - ۱۷۹.
- ۹- قاسمی نژاد، سعیده، سلطانی، سعید، سفیانیان، علیرضا، (۱۳۹۳). ارزیابی ریسک خشک سالی استان اصفهان، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال هجدهم، شماره شصت و هشتم، صص ۲۱۳-۲۲۵.
- ۱۰- قاسمی، محمد مهدی، پاک پرور، مجتبی، مکرم، مرضیه، (۱۴۰۰): تهیه نقشه لندفرم ها و بررسی ارتباط آن با میزان خشک سالی به کمک روش ژئومورفون و مدل های تصمیم گیری چندمعیاره (مورد: شرق و جنوب استان فارس)، مجله پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۳۸، صص ۱۵۶ - ۱۷۵.
- ۱۱- کاظم نژاد، زهرا، فرج زاده اصل، منوچهر، برنا، رضا، (۱۳۹۷): ارزیابی آسیب پذیری کشاورزی استان گیلان با استفاده از «شاخص آسیب پذیری اقلیمی»، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال پنجم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، صص ۸۹-۱۰۶.
- ۱۲- مرتضایی فریزهندی، قاسم، لطفی مغانجوقی، جعفر، خلیقی سیگارودی، شهرام، محسنی ساروی، محسن، نظری سامانی، علی اکبر، (۱۳۹۹): تحلیل و بررسی شاخص های خشک سالی هیدرولوژیکی استان کردستان، نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۱۲، شماره ۲، صص ۴۴۱-۴۵۳.
- ۱۳- معدنچی، پیمان، شاهدی، کاکا، حبیب نژاد، محمود، سلیمانی، کریم، فاتحی مرج، احمد، (۱۳۹۸): پهنه بندی خشک سالی های اقلیمی و بزرگی خشک سالی با استفاده از شاخص SPI و زمین آمار کریجینگ (مطالعه موردی: استان کرمان). نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، سال دهم، شماره سی و هشتم، صص ۲۰۳-۲۲۶.
- 14- Adnan, S., Ullah, K. Development Of Drought Hazard Index For Vulnerability Assessment In Pakistan. *Nat Hazards* 103, 2989–3010 (2020). <https://doi.org/10.1007/S11069-020-04116-3>.
- 15- Chen, Fang, Jia, Huicong, Pan, Donghua, (2019): Risk Assessment Of Maize Drought In China Based On Physical Vulnerability. *Journal Of Food Quality*, Vol. 2019, Article ID 9392769, 9 Pages, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/9392769>.
- 16- Füssel H. (2007): Vulnerability: A Generally Applicable Conceptual Framework For Climate Change Research. *Global Environmental Change*, 17(2): 155-167.
- 17- Keshavarz M., Karami E., And Vanclay F. (2013): The Social Experience Of Drought In Rural Iran. *Land Use Policy*, 30: 120–129.
- 18- Khoshnodifar Z., Sookhtanlo M. And Gholami H. (2012): Identification And Measurement Of Indicators Of Drought Vulnerability Among Wheat Farmers In Mashhad County, Iran. *Scholars Research Library. Annals Of Biological Research*, 3 (9):4593-4600 (Available: <http://scholarsresearchlibrary.com/Archive.html>).
- 19- Rajsekhar, D., Singh, V. P., And Mishra, A. K. (2015): Integrated Drought Causality, Hazard, And Vulnerability Assessment For Future Socioeconomic Scenarios: An Information Theory Perspective. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 120, 6346– 6378. [doi: 10.1002/2014JD022670](https://doi.org/10.1002/2014JD022670).
- 20- Saaty, T.L. (1980): *The Analytic Hierarchy Process*. Mcgraw. New York.
- 21- Smakhtin V.U. And Hughes D.A. 2004. Review, Automated Estimation And Analyses Of Drought Indices In South Asia. *International Water Management Institute*. Colombo, Sri Lanka.

- 22- Sullivan, C. A. And Huntingford, C. (2009). "Water Resources, Climate Change And Human Vulnerability." 18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, Australia 13-17 July 2009.
- 23- Song L.C., Deng Z.Y., And Dong A.X. 2003. Drought. China Meteorological Press, Beijing. 22.
- 24- Vander Molen, M. K., Dolman, A. J., Ciais, P., Eglin, T., Gobron, N., Law, B. E., & Wang, G. (2011). Drought And Ecosystem Carbon Cycling. *Agricultural And Forest Meteorology*, 151(7), 765-773. Doi:10.1016/J.Agrformet.2011.01.018
- 25- Xiao-Chen Y., Yu-Liang Z., Ju-Liang J., And Yi-Ming W. 2013. Risk Analysis For Drought Hazard In China: A Case Study In Huaibei Plain. *Nat Hazards*, 67:879-900.
- 26- Yuan, Zhe, Jijun Xu, Jin Chen, Junjun Huo, Yangyue Yu, Peter Locher, Bin Xu, "Drought Assessment And Projection Under Climate Change: A Case Study In The Middle And Lower Jinsha River Basin", *Advances In Meteorology*, Vol. 2017, Article ID 5757238, 16 Pages, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/5757238>.
- 27- Zhang F. Wang D. Qiu B. 1987. *China's Agricultural Phrenology Atlas*. Science Press, Beijing.