



ناحیه بندی خشکسالی های ایران

دکتر پیمان محمودی (نویسنده مسئول)^۱، دکتر تقی طاوسی^۲، راضیه کیخا حلیم^۳

^۱ گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان p_mahmoudi@gep.usb.ac.ir

^۲ گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان t.tavousi@gep.usb.ac.ir

^۳ گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان r.keikha92@gmail.com

چکیده

هدف اصلی این مطالعه ناحیه بندی خشکسالی های ایران در دو مقیاس زمانی ماهانه و فصلی با استفاده از روش های آماری چند متغیره است. لذا در راستای رسیدن به این هدف اصلی، داده های بارش ماهانه ۴۳ ایستگاه همدید کشور برای یک دوره آماری ۳۴ ساله (۲۰۰۹-۱۹۷۶) از سازمان هواشناسی ایران دریافت شد. از روی داده های بارش ماهانه، بارش های فصلی ایستگاه ها به دست آمدند. برای شناسایی فراوانی درجات مختلف خشکسالی ها نیز از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) استفاده شد. با تنظیم بارش استاندارد شده (SPI) ایستگاه ها در ماتریسی با حالت S، تحلیل مؤلفه های مبنا با چرخش واریماکس در دو مقیاس زمانی ماهانه و فصلی اجرا شدند. در ادامه خروجی تحلیل مؤلفه های مبنا به عنوان ورودی تحلیل خوشه ای مورد استفاده قرار گرفتند. در نهایت نتایج مربوط به تحلیل خوشه ای در محیط نرم افزای سیستم اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از روش درونیابی نزدیک ترین همسایه به نقشه های ناحیه بندی خشکسالی های ایران تبدیل شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که با اجرای روش مؤلفه های مبنای چرخش یافته با روش واریماکس می توان به ترتیب نزدیک به ۶۸/۸۹ و ۷۵/۴۲ درصد تفاوت خشکسالی های ایران در دو مقیاس زمانی ماهانه و فصلی را با ۷ و ۹ مؤلفه تبیین کرد. با اجرای تحلیل خوشه ای بر روی مؤلفه های به دست آمده از تحلیل مؤلفه های مبنا مشاهده شد که می توان خشکسالی های ایران را به ترتیب برای دو مقیاس زمانی ماهانه و فصلی به ۴ و ۵ ناحیه تقسیم بندی نمود.

واژه های کلیدی:

ناحیه بندی، ایران، تحلیل مؤلفه های اصلی، تحلیل خوشه ای، شاخص بارش استاندارد شده (SPI)



۱. مقدمه

خشکسالی یکی از مخاطرات اقلیمی مهم مورد مطالعه در اقلیم شناسی است که از تغییرات بارش در طول زمان ناشی می‌شود. از دیدگاه کاربردی این مخاطره اقلیمی به سرگیری از فعالیت‌های انسانی از جمله کشاورزی، صنعت، انرژی و مدیته منابع آب ارتباط پیدا می‌کند. علی‌رغم اهمیت همه جانبه آن، مطالعه این پدیده در کشاورزی و مدیته منابع آب بخش از سای فعالیت‌ها مورد توجه بوده است. لذا اولین قدم در جهت مدیته صحیح این پدیده و کاهش اثرات آن در ایران، شناسایی و ناحیه بندی آن به عنوان یک مخاطره اقلیمی با استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های نوین آماری و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی می‌باشد.

مطالعات بسیاری در خصوص خشکسالی‌ها، چه در داخل و چه در خارج از کشور انجام شده است که طیف بسیار گسترده ای از موضوعات را در بر می‌گیرند که می‌توان آنها را در چهار دسته کلی تقسیم بندی نمود. دسته اول مطالعاتی هستند که به علل وقوع خشکسالی‌ها پرداخته‌اند و در صدد شناخت بهتر گردش‌های جوی مرتبط با وقوع خشکسالی‌ها بوده‌اند [۱، ۹، ۱۰، ۱۵، ۴۰، ۴۲، ۴۴، ۴۷، ۴۹، ۵۵]. دسته دوم مطالعاتی هستند که به شناخت فراوانی و شدت خشکسالی‌ها به منظور مشخص نمودن احتمال وقوع خشکسالی‌ها با شدت‌های مختلف توجه دارند [۴، ۸، ۱۳، ۱۹، ۲۶، ۳۶، ۵۰، ۵۴، ۵۸]. دسته سوم به دنبال بررسی و شناخت اثرات خشکسالی‌ها می‌باشند. این دسته از مطالعات بر روی هزینه‌ها و زیان‌های مرتبط با خشکسالی‌ها تمرکز دارند. این زیان‌ها ممکن است به عنوان زیان‌های اقتصادی، اجتماعی یا زیست محیطی و یا به زیان‌های مستقیم یا غیر مستقیم طبقه بندی شوند [۳، ۵، ۶، ۱۱، ۱۶، ۲۱، ۲۴، ۲۵، ۳۴، ۳۵]. دسته آخر به مطالعه واکنش‌ها، تعدیل‌های مناسب و استراتژی‌های آمادگی می‌پردازند و تمرکز آنها بر روی کاهش اثرات مرتبط با خشکسالی‌ها است [۲، ۷، ۱۷، ۲۰، ۲۲، ۲۳، ۳۰].

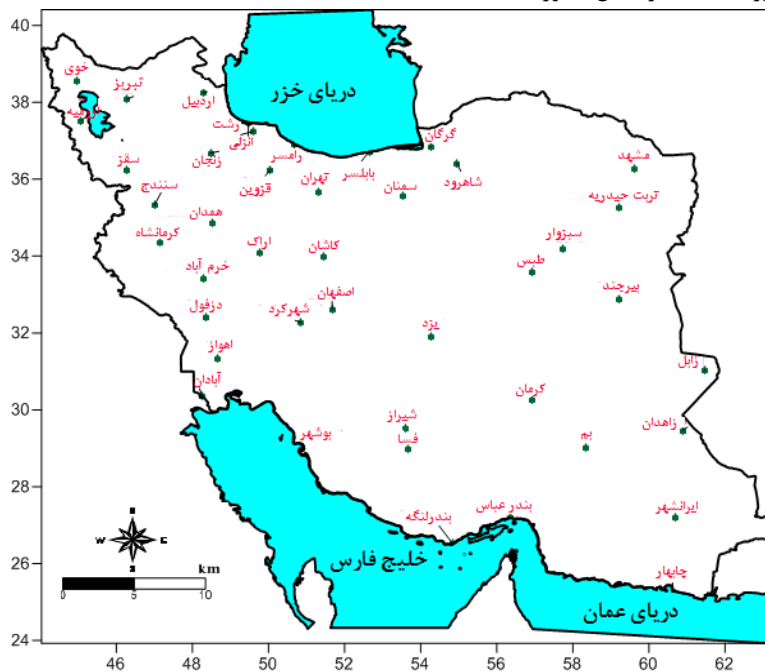
در سال‌های اخیر بنا به عللی که غالباً مربوط به تغییرات جهانی اقلیم هستند، ناهنجاری‌های بارش در نواحی مختلف ایران فزونی یافته است و نوسان‌های شدید مکانی و زمانی خشکسالی‌ها، خسارات هنگفتی را بر اقتصاد کشور به ویژه در طی دهه‌های اخیر تحمیل کرده است. کاهش عملکرد مراتع، کاهش تولید محصولات زراعی به ویژه دیم، کاهش منابع آب کشاورزی و شرب، کاهش منابع آب سطحی و زیرزمینی، طغیان آفات و بیماری‌های گیاهی و دامی، افزایش مهاجرت و در نهایت اثرات سوء زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی از جمله آثار منفی خشکسالی‌ها بوده و هستند که توسعه پایدار کشور را مورد تهدید قرار داده است [۱۴]. لذا لازمه طراحی و مدیریت هرگونه برنامه‌ریزی‌های کلان در خصوص کاهش اثرات خشکسالی و بهره‌برداری‌های اندیشمندانه از منابع آب در زمان وقوع خشکسالی‌ها، توجه جدی به مطالعه دقیق همه سطح زمین در آن منطقه است و این امر مستلزم هزینه‌های گزاف و صرف وقت طولانی خواهد بود. لذا جهت پرهیز از این دو مورد و در عین حال در راستای رسیدن به اهداف طرح، نیازمند پهنه بندی و شناخت دقیق تجانس و عدم تجانس بین نواحی مختلف در یک منطقه بزرگ هست و این می‌تواند راهگشای طراحی و دادن برنامه‌های یکسان برای نواحی متجانس بوده و از دوباره کاری‌ها بکاهد.

تاکنون تلاش‌های زیادی توسط پژوهشگران مختلف جهت ارائه روش‌های آماری مناسب جهت پهنه بندی متغیرهای هواشناسی صورت گرفته است که یکی از مناسب‌ترین آنها استفاده از روش‌های آماری چند متغیره همچون تحلیل عاملی، تحلیل مولفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای بوده است. استفاده از این روش‌های آماری عملاً از دهه ۱۹۶۰ به بعد و با ورود رایانه‌ها به عرصه جهانی محاسبات عملی شده است [۲۸]. محققین بسیاری با استفاده از این روش‌ها به مطالعه بارش و پهنه بندی آن در گوشه و کنار جهان پرداخته‌اند [۲۷، ۳۸، ۳۹، ۴۳، ۴۵، ۴۶، ۴۸، ۵۱]. در این مطالعات نه تنها به جای استفاده صرف از میانگین بارش چند ساله یک ایستگاه بلکه از ویژگی‌های مختلف این متغیر آب و هوایی همچون ضریب تغییرات، نسبت بارش فصلی و ... نیز استفاده شده است. در ایران نیز نواحی بارشی [۳۲]، فصول بارشی [۳۳]، توابع توزیع منطقه‌ای بارش [۲۹] و اقلیم بارش [۱۲] با استفاده از روش‌های مختلف تحلیل عاملی، تحلیل مولفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای بررسی شده است. اما استفاده از این روش‌های پیشرفته آماری در ناحیه بندی خشکسالی‌ها بسیار کمتر بوده است. رودریگوئز و مونرال [۵۶] خشکسالی‌های قاره اروپا، سانتوز و همکاران [۵۷] خشکسالی‌های پرتغال و کاپرا و سیکلولون [۴۱] نیز خشکسالی‌های ناحیه کالابریا در جنوب ایتالیا را با استفاده از این روش‌ها ناحیه بندی کرده‌اند. اما در ایران هنوز مطالعه جامعی که خشکسالی‌های ایران را در مقیاس‌های زمانی مختلف ناحیه بندی کرده باشد انجام نشده است. لذا هدفی که این مطالعه در پی دست یافتن به آن است ناحیه بندی خشکسالی‌های ایران در دو مقیاس زمانی ماهانه و فصلی با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره است.

۲. مواد و روش‌ها



به علت اینکه رخداد خشکسالی جزء پدیده های نادر طبیعی به شمار می آید همانند دیگر مطالعات آب و هوایی، مستلزم وجود آمار دراز مدت جهت تحلیل است. گزارش سازمان جهانی هواشناسی حداقل سال های آماری مورد نیاز برای اینگونه بررسی ها را ۳۰ سال عنوان می نماید. لذا در این پژوهش از آمار بارش ماهانه ۴۳ ایستگاه همدید کشور در یک دوره ۳۴ ساله (۲۰۰۹-۱۹۷۶) که از قسمت خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور دریافت شد استفاده گردید. از روی داده های بارش ماهانه، بارش های فصلی به دست آمد. توزیع و پراکنش ایستگاه های مورد مطالعه در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۱. نقشه موقعیت و پراکنش ایستگاه های مورد مطالعه

بعد از تشکیل بانک اطلاعاتی مورد نیاز برای شناسایی فراوانی درجات مختلف خشکسالی ها در ایران از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) در مقیاس های زمانی ماهانه و فصلی استفاده شد. این نمایه توسط مک کی و همکاران [۵۲، ۵۳] عرضه و بطور گسترده ای در سطح جهان مورد استفاده قرار گرفته است. این شاخص فقط براساس متغیر بارش استوار بوده و ابزاری مناسب برای شناسایی پدیده خشکسالی در مناطق گوناگون است. مراحل محاسباتی این شاخص به طور کامل در منبع نگارش و همکاران [۳۶] آورده شده است. لازم به اشاره است که محاسبه این شاخص در سه مقیاس زمانی ماهانه، فصلی و سالانه برای کل ایستگاه های مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار DrinC که توسط تیگکاس و همکاران [۵۹] در دانشگاه صنعتی آتن توسعه داده شده، بهره گرفته شده است. در ادامه بعد از محاسبه شاخص بارش استاندارد شده (SPI) برای تمامی ایستگاه های مورد مطالعه در سه مقیاس زمانی ماهانه، فصلی و سالانه، از تحلیل مؤلفه های اصلی و تحلیل خوشه ای برای ناحیه بندی خشکسالی های ایران در سه مقیاس زمانی ماهانه، فصلی و سالانه استفاده شد. در زیر به صورت اختصار تمام مراحل تحقیق تا رسیدن به هدف نهایی که همانا ناحیه بندی خشکسالی های ایران می باشد توضیح داده شده است.

در گام نخست مقادیر شاخص بارش استاندارد شده (SPI) ایستگاه ها در سه مقیاس زمانی ماهانه، فصلی و سالانه به تفکیک در ماتریسی با حالت S تنظیم شدند (جهت اطلاع از حالت های مختلف تنظیم داده ها به منبع [۱۸] مراجعه شود). در این ماتریس مقادیر شاخص بارش استاندارد شده (SPI) در ردیف های ماتریس و ایستگاه های هواشناسی در ستون های ماتریس قرار می گیرند. در گام بعدی، همبستگی بین مقادیر شاخص بارش استاندارد شده (SPI) ایستگاه ها محاسبه و نتیجه این محاسبات در ماتریسی به نام ماتریس همبستگی (R) درج می شود. در ادامه بعد از محاسبه ماتریس همبستگی، تحلیل مؤلفه های مینا بر روی ماتریس همبستگی اعمال و ماتریس بارگویه ها محاسبه می شود. بارگویه ها در واقع ارتباط بین مؤلفه ها و متغیرهای اولیه را نشان می دهد. در ماتریس بارگویه ها ستون ها معرف مؤلفه ها و ردیف ها معرف ایستگاه ها هستند. در مرحله بعد مؤلفه های مبنای بدست آمده از مرحله قبل چرخش داده می شوند. چرخشی که در این



مرحله از آن استفاده می شود چرخش واریماکس است. در نهایت نتیجه چرخش مؤلفه های مبنا در ماتریسی به نام ماتریس بارگوبه های چرخش یافته ذخیره می شوند.

در ادامه نتایج حاصل از ماتریس بارگوبه های چرخش یافته به عنوان ورودی تحلیل خوشه ای مورد استفاده قرار می گیرند. تحلیل خوشه ای در واقع یکی از روش های آماری است که در زمینه کاهش داده ها و پیدا کردن گروه های واقعی مورد استفاده قرار می گیرند. هدف اصلی این روش، ایجاد گروه ها و طبقاتی است که تنوع و تفرق درون گروهی آنها کمتر از تفرق و پراکنش بین گروهی باشد [۱۸]. برای انجام این کار، دو گام اساس بایستی پیموده شود: گام اول محاسبه درجه همانندی ایستگاه ها با یکدیگر و گام دوم چگونگی ادغام ایستگاه ها برحسب درجه همانندی آنها با یکدیگر است.

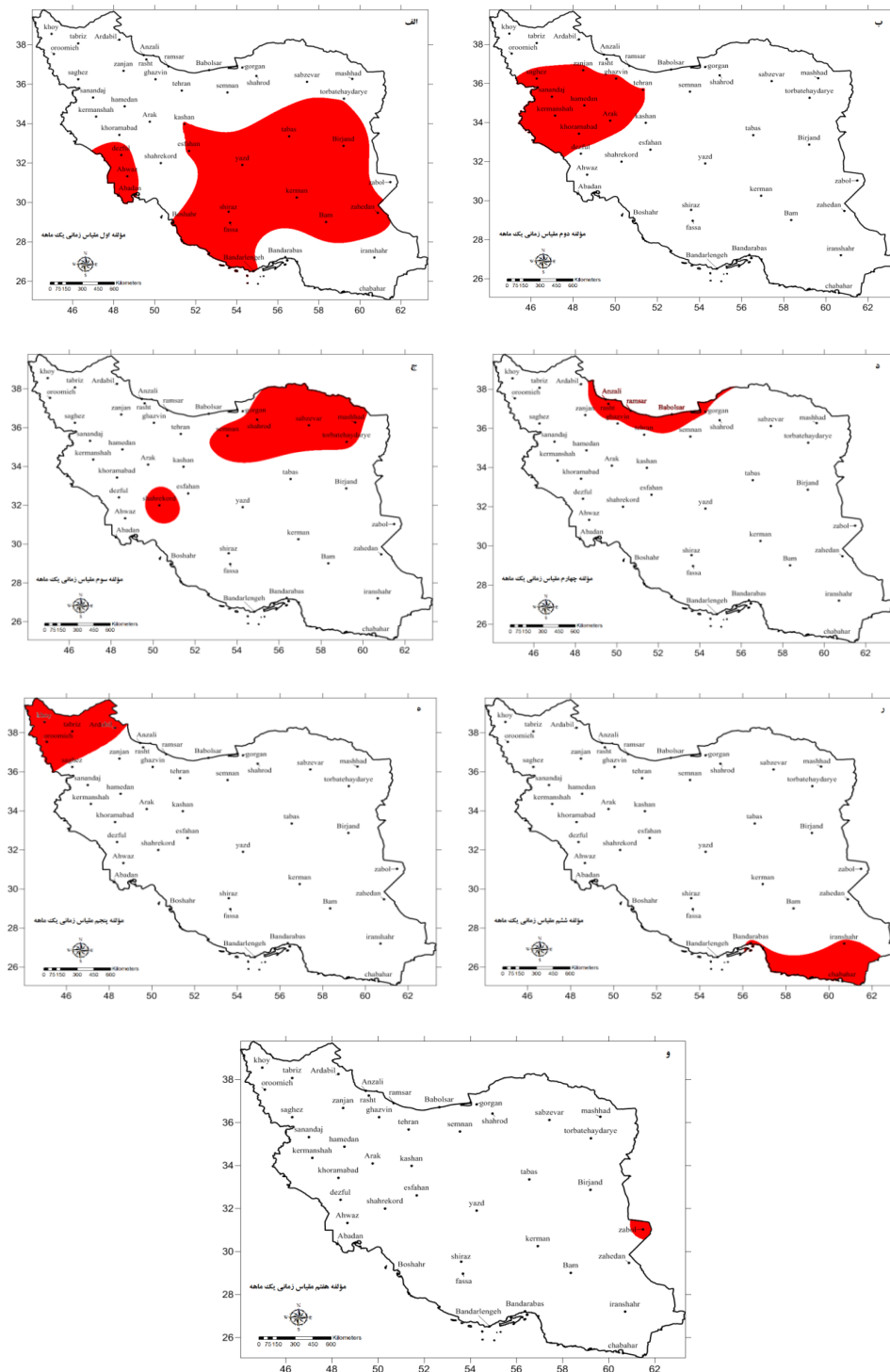
روش های گوناگونی برای اندازه گیری درجه همانندی پیشنهاد شده است که هر یک متناسب با ماهیت موضوع مورد بررسی کارائی پیدا می کنند. در مطالعات اقلیمی غالباً برای محاسبه درجه همانندی از فاصله اقلیدسی استفاده می شود. اما در این مطالعه از مجذور فاصله اقلیدسی استفاده گردیده است. زیرا در این شاخص به مشاهده هائی که فاصله زیادتری از همدیگر دارند وزن بیشتری داده می شود. پس از اندازه گیری درجه همانندی ایستگاه ها باید شیوه اتی برای ادغام ایستگاه هائی که بالاترین درجه همانندی را نشان داده اند به کار برد. روش تحلیل خوشه ای سلسله مراتبی وارد روشی است که در این مرحله از آن استفاده گردید. روش مزبور این مزیت را دارد که هر ایستگاه را در گروهی جای می دهد که مجموع مربعات انحرافات درون گروهی به حداقل برسد. ایستگاه هائی که به این روش در یک خوشه جای می گیرند از نظر مکانی بر روی نقشه در همسایگی یکدیگر واقع می شوند [۳۱]. اصطلاحات، تعاریف و فرایند روش های فوق الذکر نیز به طور کامل در منابع [۱۸، ۳۷] قابل دسترس است.

۳. یافته های تحقیق

۳.۱. ناحیه بندی خشکسالی های ایران در مقیاس ماهانه

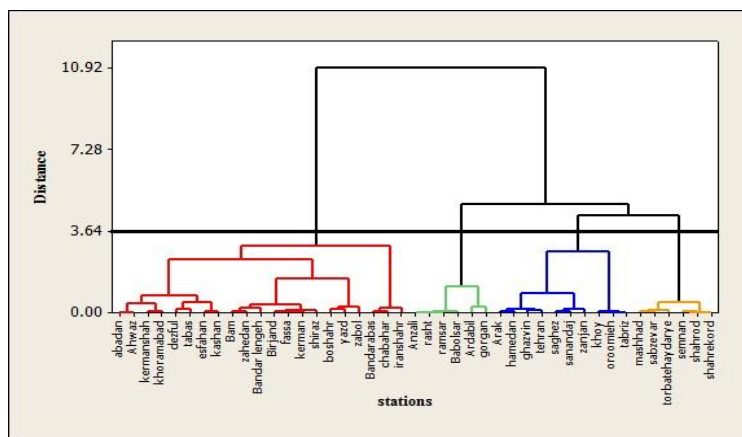
برای ناحیه بندی خشکسالی های ایران در مقیاس زمانی ماهانه، ابتدا مقادیر شاخص استاندارد شده بارش (SPI) مربوط به ۴۳ ایستگاه مورد مطالعه در ماتریسی با حالت S که مقادیر شاخص استاندارد شده بارش (SPI) در ردیف و ایستگاه ها در ستون ماتریس قرار داشتند تنظیم گردیدند. ماتریس همبستگی مقادیر شاخص استاندارد شده بارش (SPI) ایستگاه ها با ابعاد ۴۳×۴۳ از روی داده های خام بدست آمد. اجرای روش مؤلفه های مبنای چرخش یافته با روش واریماکس نشان داد که نزدیک ۶۸/۸۹ درصد تفاوت خشکسالی های ایران در مقیاس زمانی ماهانه را می توان با هفت مؤلفه تبیین کرد. اهمیت نسبی مؤلفه ها در جدول شماره ۱ به ترتیب آورده شده است. بر اساس این جدول مشاهده می شود که مؤلفه اول با ۱۹/۷۲ درصد پراش، اولین و مهمترین مؤلفه تبیین خشکسالی های ایران در مقیاس زمانی ماهانه می باشد. مؤلفه دوم و سوم نیز به ترتیب با ۱۴/۷۳ و ۹/۹۱ درصد پراش بعد از مؤلفه اول بیشترین بار را داشته اند. نقشه توزیع فضایی هفت مؤلفه انتخاب شده در شکل ۲ نشان می دهد که حاکمیت توزیع فضایی مؤلفه اول مربوط به بخش های مرکزی ایران، مؤلفه دوم مربوط به غرب ایران، مؤلفه سوم مربوط به شمال غرب ایران، مؤلفه چهارم مربوط به نواحی ساحلی دریای خزر، مؤلفه پنجم مربوط به شمال غرب ایران، مؤلفه ششم مربوط به جنوب شرق ایران و در نهایت مؤلفه هفتم مربوط به شرق ایران می باشد جدول ۱. نسبت پراش و نسبت پراش تجمعی مؤلفه ها به همراه تعداد ایستگاههای دارای بیشترین بار هر مؤلفه

مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم	مؤلفه پنجم	مؤلفه ششم	مؤلفه هفتم	
۱۹/۷۲	۱۴/۷۳	۹/۹۱	۸/۲۹	۶/۲۲	۵/۵۷	۴/۴۲	نسبت پراش
۱۹/۷۲	۳۴/۴۶	۴۴/۳۸	۵۲/۶۷	۵۸/۸۹	۶۴/۴۶	۶۸/۸۹	نسبت پراش تجمعی
۱۶	۹	۵	۵	۴	۳	۱	تعداد ایستگاهها
۱۶	۲۵	۳۰	۳۵	۳۹	۴۲	۴۳	تعداد تجمعی ایستگاهها

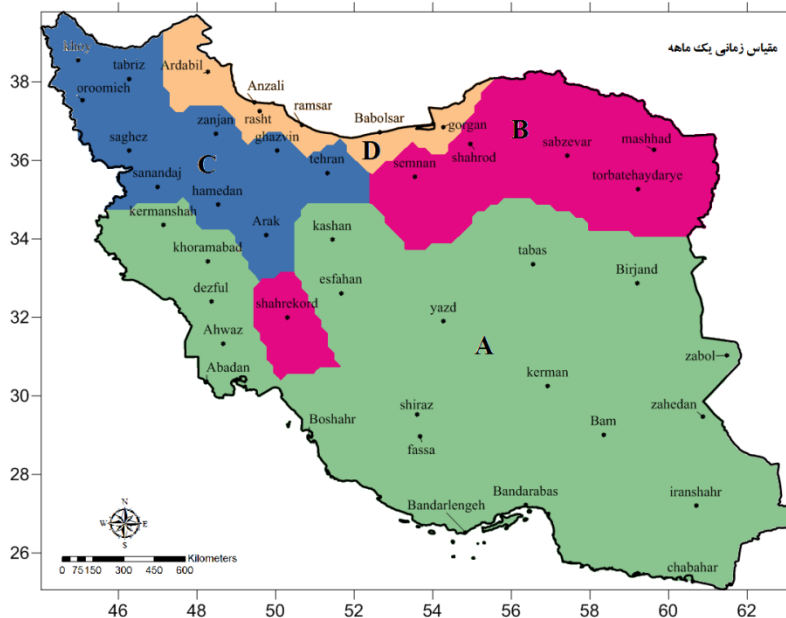


شکل ۲. توزیع فضایی بارهای مولفه‌ای خشکسالی های ایران در مقیاس ماهانه

با اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی ماتریس بارهای مولفه‌ای (۷×۴۳) مقادیر شاخص استاندارد شده بارش (SPI) ۴۳ ایستگاه مورد مطالعه نشان داد که می توان ایران را بر اساس رفتار زمانی- مکانی خشکسالی ها در مقیاس زمانی ماهانه به چهار ناحیه همگن طبقه بندی نمود (شکل ۳). ناحیه بندی این چهار ناحیه با استفاده از روش درون یابی نزدیکترین همسایه در شکل ۴ آورده شده است.



شکل ۳. نمودار درختی حاصل از تحلیل خوشه‌های بر روی مولفه‌های اصلی در مقیاس ماهانه



شکل ۴- ناحیه بندی خشکسالی‌های ایران در مقیاس ماهانه

ناحیه A تمامی نیمه جنوبی ایران را از عرض جغرافیایی ۳۴ درجه به پایین را شامل می‌شود. از مجموع ۴۳ ایستگاه مورد مطالعه، ۲۱ ایستگاه در این ناحیه قرار گرفته‌اند. فراوانی وقوع طبقات مختلف خشکسالی‌های این ناحیه نشان می‌دهد که در طول دوره آماری مورد مطالعه، این ناحیه دارای کمترین فراوانی وقوع خشکسالی‌ها (۳۳ مورد) در بین دیگر نواحی بوده است. به طوریکه در طول دوره مورد مطالعه، ۲۵ مورد خشکسالی خفیف، ۶ مورد خشکسالی متوسط و ۲ مورد خشکسالی شدید را شاهد بوده است (جدول ۲). ناحیه D نیز به عنوان کوچک‌ترین ناحیه در مقیاس زمانی ماهانه دارای بیشترین فراوانی وقوع خشکسالی‌ها در بین چهار ناحیه به دست آمده از تحلیل خوشه‌ای بوده است. این ناحیه که گستره فضایی آن شمال ایران و حومه جنوبی دریای خزر می‌باشد شامل ۶ ایستگاه گرگان، رشت، رامسر، اردبیل، بابل و انزلی می‌باشد. در این ناحیه مجموع فراوانی وقوع خشکسالی‌ها ۹۷ مورد بوده است که به ترتیب طبقات عبارت بودند از خشکسالی‌های خفیف ۵۵ مورد، خشکسالی‌های متوسط ۳۰ مورد، خشکسالی‌های شدید ۹ مورد و خشکسالی‌های حاد ۳ مورد بوده است (جدول ۲).



جدول ۲- فراوانی وقوع طبقات مختلف خشکسالی های نواحی چهارگانه خشکسالی های ایران در مقیاس ماهانه

ناحیه D	ناحیه C	ناحیه B	ناحیه A	طبقات خشکسالی
۳	۲	۳	۰	خشکسالی حاد
۹	۴	۱۱	۲	خشکسالی شدید
۳۰	۲۱	۱۶	۶	خشکسالی متوسط
۵۵	۳۷	۴۳	۲۵	خشکسالی خفیف
۹۷	۶۴	۷۳	۳۳	مجموع

۲.۳. ناحیه بندی خشکسالی های ایران در مقیاس فصلی

برای ناحیه بندی خشکسالی های ایران در مقیاس زمانی فصلی، همچون مقیاس زمانی ماهانه، مقادیر SPI بصورت ماتریسی با حالت S تنظیم شدند. اجرای روش تحلیل مؤلفه های مبنا با روش واریانس بر روی ماتریس فوق نشان داد که نزدیک ۷۵/۴۲ درصد تفاوت خشکسالی های ایران در این مقیاس زمانی را می توان با ۹ مؤلفه تبیین کرد. مؤلفه اول با ۱۲/۴۲ درصد پراش، اولین و مهمترین مؤلفه تبیین خشکسالی ها در مقیاس زمانی فصلی بودند؛ بطوریکه این مؤلفه روی ۶ ایستگاه از ۴۳ ایستگاه مورد مطالعه دارای بیشترین بار مؤلفه ای بوده است. مؤلفه های دوم و سوم نیز هر کدام با ۱۲/۲ و ۱۲/۱۲ درصد پراش در رتبه های بعدی قرار گرفته اند (جدول ۳). نقشه توزیع فضایی هر کدام از بارهای عاملی در شکل ۵ آورده شده است.

جدول ۳. نسبت پراش و نسبت پراش تجمعی مؤلفه ها به همراه تعداد ایستگاه ها در مقیاس زمانی فصلی

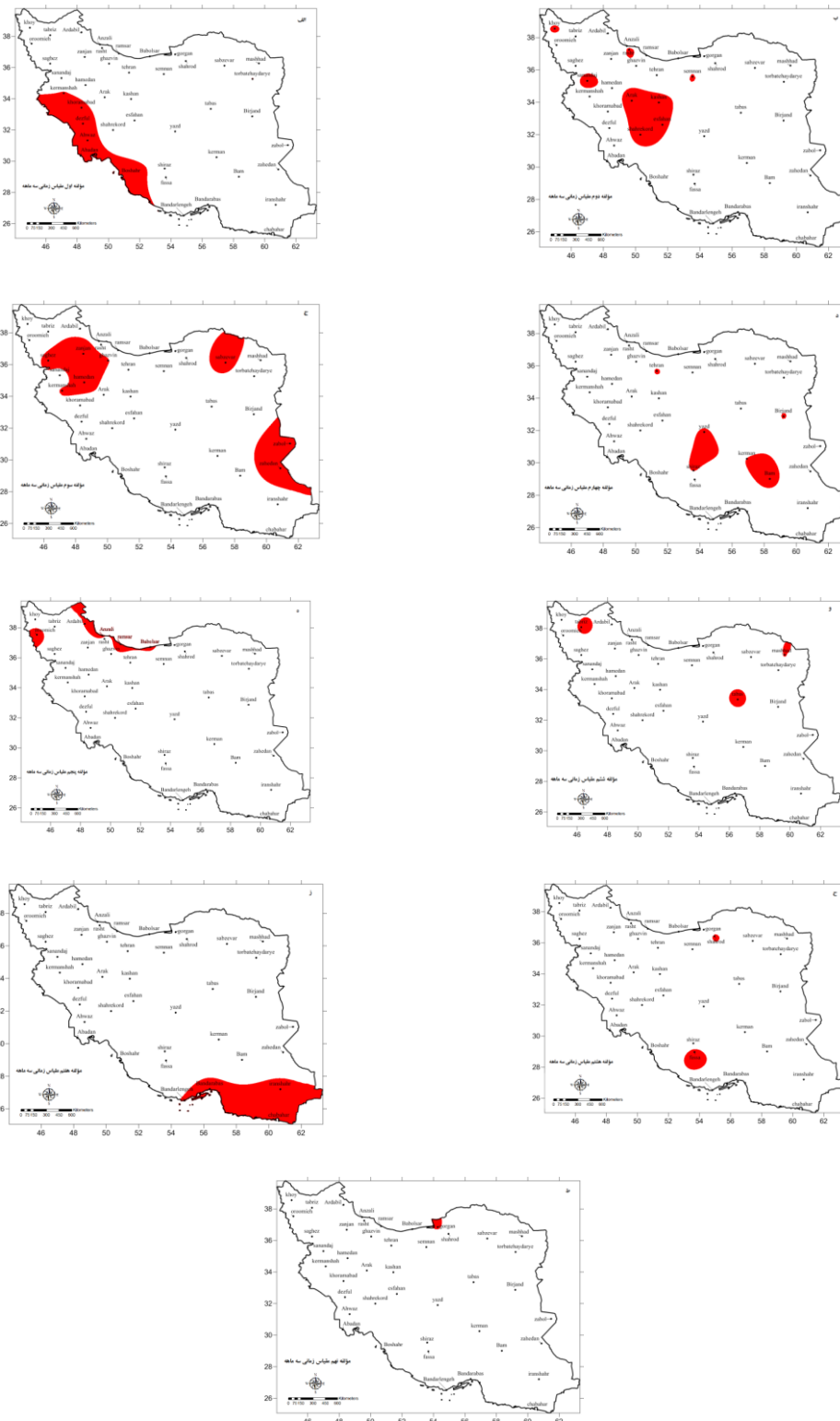
مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم	مؤلفه پنجم	مؤلفه ششم	مؤلفه هفتم	مؤلفه هشتم	مؤلفه نهم	
۱۲/۴۲	۱۲/۲۰	۱۲/۱۲	۸/۵۴	۷/۸۵	۷/۵۲	۷/۲۳	۴/۵۸	۳/۲۳	نسبت پراش
۱۲/۴۲	۲۴/۶۲	۳۶/۷۵	۴۵/۲۹	۵۳/۱۴	۶۰/۶۶	۶۷/۸۹	۷۲/۴۸	۷۵/۷۲	نسبت پراش تجمعی
۶	۸	۸	۶	۵	۳	۴	۲	۱	تعداد ایستگاه ها
۶	۱۴	۲۲	۲۸	۳۳	۳۶	۴۰	۴۲	۴۳	تعداد تجمعی ایستگاه ها

4th National Conference of Water Crisis in Iran and the Middle East

WATERCONF

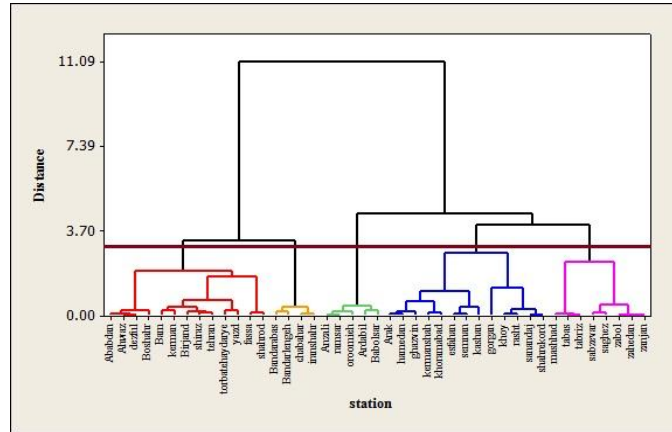
www.WaterConf.ir

چهارمین همایش ملی
راهکارهای پیش روی
بحران آب
در ایران و
خاورمیانه

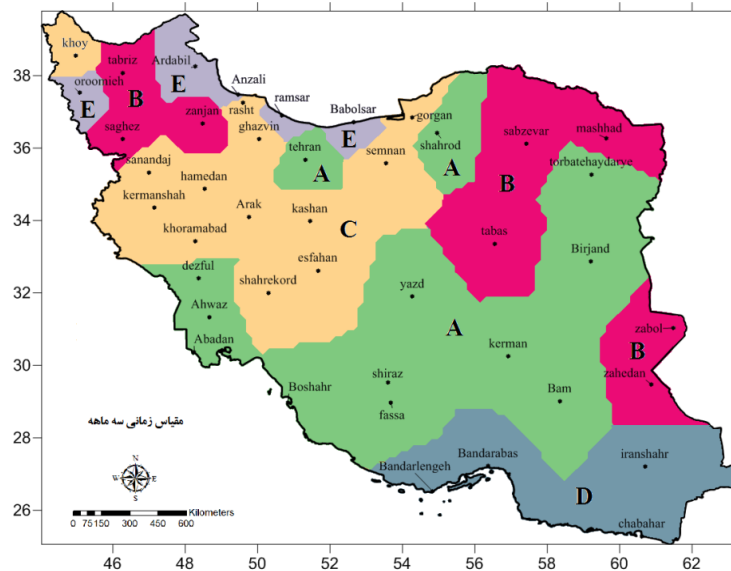


شکل ۵. توزیع فضایی بارهای مولفه‌ای خشکسالی های ایران در مقیاس زمانی فصلی

نتیجه اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی ماتریس بارهای مؤلفه ای ۴۳ ایستگاه مورد مطالعه (۹×۴۳) در مقیاس زمانی فصلی نشان داد که ایران را می‌توان به ۵ ناحیه همگن تقسیم بندی نمود. نمودار درختی حاصل از اعمال تحلیل خوشه‌ای در شکل ۶ و نحوه آرایش فضایی ۵ ناحیه مورد نظر نیز در شکل ۷ آورده شده است.



شکل ۶. نمودار درختی حاصل از تحلیلی خوشه‌ای بر روی مؤلفه‌های اصابی در مقیاس فصلی



شکل ۷. ناحیه بندی خشکسالی‌های ایران در مقیاس زمانی فصلی

تحلیل فراوانی وقوع طبقات مختلف خشکسالی‌ها در ۵ ناحیه به دست آمده در مقیاس فصلی نشان داد که دو ناحیه E و B به ترتیب با ۳۸ و ۳۳ مورد خشکسالی در طول دوره مورد مطالعه دارای فراوان ترین وقوع خشکسالی‌ها در این مقیاس زمانی بوده‌اند. ناحیه E که مشتمل بر ایستگاه‌های اردبیل، بندر انزلی، بابلسر، ارومیه و رامسر می‌باشد با ۲۴ مورد خشکسالی ضعیف، ۹ مورد خشکسالی متوسط، ۳ مورد خشکسالی شدید و ۳ مورد خشکسالی حاد، یکی از مستعدترین نواحی برای وقوع طبقات مختلف خشکسالی‌ها به خصوص خشکسالی‌های ضعیف بوده است. اما نقطه مقابل این ناحیه، ناحیه D می‌باشد که محدوده جغرافیایی آن جنوب شرق ایران و شامل ایستگاه‌های بندرلنگه، بندرعباس، ایرانشهر و چابهار می‌باشد (شکل ۷). در این ناحیه در طول دوره مورد مطالعه فقط ۱۸ مورد وقوع خشکسالی مشاهده شده است که از این ۱۸ مورد، ۱۲ مورد آن جزء خشکسالی‌های ضعیف، ۲ مورد جزء خشکسالی‌های متوسط و ۳



مورد نیز جزء خشکسالی های شدید بوده است. در این ناحیه در طول دوره ۳۳ سال مورد مطالعه، خشکسالی هایی با شدت حاد مشاهده نشد (جدول ۴).

جدول ۴. فراوانی وقوع طبقات مختلف خشکسالی های نواحی پنج گانه خشکسالی های ایران در مقیاس فصلی

ناحیه E	ناحیه D	ناحیه C	ناحیه B	ناحیه A	طبقات خشکسالی
۲	۰	۰	۳	۰	خشکسالی حاد
۳	۳	۵	۲	۲	خشکسالی شدید
۹	۲	۳	۷	۶	خشکسالی متوسط
۲۴	۱۳	۱۴	۲۱	۱۴	خشکسالی خفیف
۳۸	۱۸	۲۲	۳۳	۲۲	مجموع

۴. نتیجه گیری

کشور ایران در عین گستردگی، در یکی از مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته است و خشکسالی با شدت و ضعف های مختلف از ویژگی های اصلی آب و هوایی آن محسوب می شود، به طوری که هیچ نقطه ای از ایران از این پدیده در امان نبوده و نسبت به موقعیت طبیعی خود اثرهای زیان بار این پدیده را تجربه می کنند. لذا برای ناحیه بندی خشکسالی های ایران در دو مقیاس زمانی ماهانه و فصلی، شاخص بارش استاندارد شده (SPI) مربوط به تمامی ۴۳ ایستگاه مورد مطالعه در ماتریس هایی با حالت -S تنظیم گردیدند. اجرای تحلیل مؤلفه های مبغای چرخش یافته با روش واریماکس نشان دادند که نزدیک به ۶۸/۸۹، ۷۵/۴۲ و درصد تفاوت خشکسالی های ایران در دو مقیاس زمانی مورد مطالعه با ۷ و ۹ مؤلفه قابل تبیین هستند. در ادامه با اجرای تحلیل خوشه ای بر روی ماتریس بارهای مؤلفه ای به دست آمده از تحلیل مؤلفه ها ی مبنا مشخص شد که ایران را می توان در مقیاس ماهانه به ۴ ناحیه و در مقیاس فصلی به ۵ ناحیه مجزا تقسیم بندی نمود.

با بررسی فراوانی وقوع هر کدام از طبقات مختلف خشکسالی ها در نواحی به دست آمده در دو مقیاس زمانی ماهانه و فصلی مشاهده شد که در هر مقیاس زمانی ا لگوی فراوانی وقوع خشکسالی ها در نواحی مختلف ایران تفاوت دارند که این تفاوت ها قاعدتاً ناشی از گوناگونی اقلیم های مختلف در ایران و اثر گذاری آنها از سامانه های همدید مختلف می باشد. در مقیاس ماهانه بیشترین فراوانی وقوع خشکسالی ها مربوط به نواحی شمالی و سپس نواحی شمال شرق ایران می باشد. در مقیاس فصلی با تغییر ماهیت خشکسالی ها از بابت مقیاس زمانی، الگوی فضایی آنها نیز تغییر پیدا کرده و این تغییر را می توان در گوناگونی و تعدد نواحی آن به راحتی مشاهده کرد. در این مقیاس زمانی، خشکسالی های ایران به پنج ناحیه تقسیم بندی شدند که بیشترین فراوانی وقوع خشکسالی ها در شمال، شمال غرب، شمال شرق و شمال استان سیستان و بلوچستان مشاهده است.

در نهایت با توجه به تحلیل فراوانی وقوع خشکسالی ها در هر ناحیه در مقیاس های زمانی مختلف می توان نتیجه گرفت که آسیب پذیرترین نواحی به خشکسالی ها به ترتیب نواحی شمال غرب، شمال و شمال شرق ایران است که این آسیب پذیری از ماهیت ب سیار متغیر بارش در این نواحی سرچ شمه می گیرد. اما نایبستی از دیگر نواحی ایران به خصوص جنوب شرق ایران که ماهیت اقلیمی آن خشک می باشد و از کمبود آب رنج می برد غافل بود. لذا با توجه به نتایج این تحقیق مشخص می شود که تدوین سیاستگزاری یکسان برای کل کشور نمی تواند بسیار کارآمد و مؤثر باشد. بنابراین بایستی با توجه به ماهیت خشکسالی هر ناحیه، سیاستگزاری خاص آن ناحیه تدوین شود تا بتوان از اثرات منفی این پدیده را کاهش داد.

منابع

- [۱] احمدی گیوی، فرهنگ، پرویز ایران نژاد، علیرضا محمد نژاد (۱۳۸۹). اثر پرفشارهای جنب حاره و سیبری بر خشکسالی های غرب ایران. چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، ۲۱-۲۳ اردیبهشت، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.



- [۲] امیرخانی، ستاره، محمد چیذری و سید محمود حسینی (۱۳۹۲). عوامل مؤثر بر پذیرش و سرمایه گذاری گندم کاران در روش ها و فناوری های مدیریت خشکسالی: مطالعه موردی شهرستان ورامین. روستا و توسعه، ۱۶ (۳)، صص ۱۰۳-۸۳.
- [۳] انصاری، حسین (۱۳۸۷). پایش و ارزیابی پدیده ی خشک سالی و مقایسه نسبی شدت و خسارات ناشی از بروز این پدیده با توجه به مقیاس زمانی کمبود بارندگی «مطالعه موردی: استان خراسان». مجله فناوری زیستی در کشاورزی، ۸ (۱)، صص ۳۳-۱۹.
- [۴] بذرافشان، ام ابین، محسن محسنی ساروی، آرش ملکیان و ابوالفضل معینی (۱۳۹۰). بررسی وضعیت خشکسالی استان گلستان با استفاده از شاخص بارش استاندارد (SPI). فصلنامه تحقیقات و مرتع ایران، ۴۴، صص ۴۰۸-۳۹۵.
- [۵] بهنیافر، ابوالفضل و هادی قنبرزاده (۱۳۸۷). بررسی تغییرات نرخ آب بر اثر خشکسالی در دهستان شاندیز شهرستان مشهد طی دوره (۸۵-۱۳۷۵). فصلنامه فضای جغرافیایی، ۸ (۲۱)، صص ۶۷-۴۵.
- [۶] بیک محمدی، حسن، سیده دایت ا... نوری و جواد بذرافشان (۱۳۸۴). اثرات خشکسالی های ۸۳-۱۳۷۷ بر اقتصاد روستایی سیستان و راهکارهای مقابله با آن. فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۳ (۵)، صص ۷۳-۵۳.
- [۷] جعفری، فاطمه، حسین شعبانی فمی و ژیلادانشور عامری (۱۳۹۲). بررسی و تحلیل میزان تمایل کشاورزان به م شرکت در پروژه های مدیریت خشکسالی در شهرستان طارم علیا. پژوهش های جغرافیای انسانی، ۴۵ (۲)، صص ۱۹۴-۱۷۹.
- [۸] خسروی، محمود و محمد اکبری (۱۳۸۸). بررسی ویژگی های خشکسالی های استان خراسان جنوبی. جغرافیا و توسعه، شماره ۱۴، صص ۶۸-۵۱.
- [۹] خوش اخلاق، فرامرز (۱۳۷۶). بررسی الگوهای ماهانه خشکسالی و ترسالی در ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۵، صص ۱۵۴-۱۳۶.
- [۱۰] خوش اخلاق، فرامرز، قاسم عزیزی و مجتبی رحیمی (۱۳۹۱). الگوهای همدید خشکسالی و ترسالی زمستانه در جنوب غرب ایران. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۲۵، صص ۷۷-۵۷.
- [۱۱] دریجانی، علی، سید صفدر حسینی و محمد قربانی (۱۳۸۷). برآورد ارزش خسارت ناشی از خشکسالی بر تولید گندم در استان گلستان. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۶۴، صص ۹۷-۸۳.
- [۱۲] دین پژوه، یعقوب، احمد فاخری فرد، محمد مقدم واحد، سعید جهانبخش و میر کمال میرنیا (۱۳۸۲). انتخاب متغیرها به منظور پهنه بندی اقلیم بارش ایران با روش های چند متغیره. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۴ (۴)، صص ۸۲۳-۸۰۹.
- [۱۳] رضیعی، طیب، پیمان دانش کار آراسته و بهرام ثقیان (۱۳۸۶). بررسی الگوی زمانی و مکانی خشکسالی های هواشناسی در استان سیستان و بلوچستان. مجله علوم کشاورزی دانشگاه شهید چمران، شماره ۶۰، صص ۱۰۰-۸۵.
- [۱۴] ریگی، اله بخش (۱۳۹۳). پیش بینی احتمال انتقال طبقات مختلف خشکسالی های ماهانه ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، استاد راهنما: دکتر تقی طاوسی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- [۱۵] صادقی، سلیمان، بهلول علیجانی، محمد سلیقه، مجید حبیبی نوخندان و منیژه قهرودی تالی (۱۳۸۷). تحلیل همدیدی و اچرخندها بر خشکسالی های فراگیر خراسان. مجله ی جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره ۱۰، صص ۱۱۸-۱۰۵.
- [۱۶] ضیائی، سامان، محمود صبوخی و ناصر شاهنوشی (۱۳۹۲). شبیه سازی پیامدهای خشکسالی در زیربخش زراعت در سطح کشور و در استانهای مختلف: ساخت و کاربرد مدل Iran ORANI-G. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۲۱ (۸۱)، صص ۲۲۹-۲۰۳.
- [۱۷] طائی سمیرمی، مجید، احمد فاتحی مرج و سید خلاق م یرنیا (۱۳۹۱). بررسی اثرات تغذیه مصنوعی بر توزیع زمانی و مکانی خشکسالی های هیدروژئولوژیک با استفاده از شاخص حالت پیرومتریک (مطالعه موردی: دشت گربایگان، استان فارس). تحقیقات منابع آب ایران، ۸ (۱)، صص ۸۹-۸۶.
- [۱۸] علیجانی، بهلول (۱۳۸۱). اقلیم شناسی سینوپتیک. نهران: انتشارات سمت.
- [۱۹] عیوضی، معصومه و ابوالفضل مساعدی (۱۳۹۰). بررسی الگوی گسترش مکانی بارش در سطح استان گلستان با استفاده از مدل های قطعی و زمین آماری. نشریه آب و خاک، ۲۶ (۱)، صص ۶۵-۵۳.
- [۲۰] غلام زاده، مهدی، سعید مرید و مجید دلاور (۱۳۹۲). سیستم زودهنگم هشدار خشکسالی بر اساس ریسک و عدم قطعیت در بهره برداری از سد زاینده رود همراه با ارائه راهکارهای کاهش کمبود آب. تحقیقات منابع آب ایران، ۹ (۱)، صص ۸۹-۷۵.



- [۲۱] فاضل نیا، غریب، مسعود رجایی و سیدیا سر حکیم دوست (۱۳۹۱). خشکسالی اقلیمی و پیامدهای مکانی و فضایی آن در مناطق روستایی: مطالعه موردی دهستان قره پشتلوی بالا، شهرستان زنجان. فصلنامه روستا و توسعه، ۱۵ (۳)، صص ۷۲-۵۷.
- [۲۲] فال سلیمان، محمود و بهاره چکشی (۱۳۹۰). نقش مدیریت بهینه مصرف آب کشاورزی جهت افزایش بهره وری و پایداری منابع آب دشت های بحرانی در نواحی خشک و کم آب کشور (مطالعه موردی: غرب دشت بیرجند). جغرافیا و توسعه ناحیه ای، ۹ (۱۶)، صص ۱۹۹-۲۱۸.
- [۲۳] فرهی آشتیاتی، احسان، مهرداد قدس خواه دریایی، کیومرث محمدی سمانی و مسعود امین املشی (۱۳۹۱). بررسی مناطق حساس و بحرانی آتش سوزی با تاکید بر خشکسالی با استفاده از AHP، PDSI و GIS (مطالعه موردی: جنگل سراوان استان گیلان). فصلنامه تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران، ۱۰ (۲)، صص ۱۱۰-۸۳.
- [۲۴] قنبری، یوسف (۱۳۹۲). بررسی و شناسایی اثرات خشکسالی بر خانوارهای روستایی شهرستان سمیرم. فصلنامه روستا و توسعه، ۱۶ (۴) صص ۷۶-۵۵.
- [۲۵] کشاورز، مرضیه، عزت اله کرمی و عبدالعلی لهسایی زاده (۱۳۹۲). عوامل اثرگذار بر مهاجرت روستایی ناشی از خشکسالی، مطالعه موردی استان فارس. فصلنامه روستا و توسعه، ۱۶ (۱)، صص ۱۲۷-۱۱۳.
- [۲۶] گل محمدی، مریم و علیرضا مساح بوانی (۱۳۹۰). بررسی تغییرات شدت و دوره بازگشت خشکسالی حوضه قره سو در دوره های آبی تحت تاثیر تغییر اقلیم. نشریه آب و خاک، ۲۵ (۲)، صص ۳۲۷-۳۱۵.
- [۲۷] محمودی، پیمان و بهلول علیجانی (۱۳۹۲). ناحیه بندی بارشی استان کردستان با استفاده از روش های آماری چند متغیره. مجله پژوهش آب ایران، ۷ (۱۳)، صص ۲۱۳-۲۰۹.
- [۲۸] محمودی، پیمان و بهلول علیجانی (۱۳۹۳). شناسایی و پهنه بندی رژیم های بارش استان کردستان با استفاده از تحلیل خوشه ای. علوم و مهندسی آب خیزداری ایران، ۸ (۲۶)، صص ۶۴-۶۱.
- [۲۹] مدرس، رضا (۱۳۸۶). توابع توزیع منطقه ای بارش ایران. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۵، صص ۹۱-۸۶.
- [۳۰] مرید، سعید و مهنوش مقدسی (۱۳۸۹). مروری بر معرفیها و محرکها و نحوه تدوین آنها برای طراحی خشکسالی. تحقیقات منابع آب ایران، ۶ (۱)، صص ۷۶-۷۲.
- [۳۱] مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۴). شناسایی رژیم های بارش ایران به روش تحلیل خوشه ای. پژوهش های جغرافیائی، شماره ۵۲.
- [۳۲] مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۸). نواحی بارشی ایران. جغرافیا و توسعه، ۷ (۱۳)، صص ۹۱-۷۹.
- [۳۳] مسعودیان، سید ابوالفضل و هوشمند عطائی (۱۳۸۴). شناسایی فصول بارشی ایران به روش تحلیل خوشه ای. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی)، ۱۸ (۱)، صص ۱۲-۱.
- [۳۴] میرموسوی، سید حسین و حمیده کریمی (۱۳۹۲). مطالعه اثر خشکسالی بر روی پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر سنجنده ی MODIS (مورد: استان کردستان). جغرافیا و توسعه، ۱۱ (۳۱)، صص ۷۶-۵۷.
- [۳۵] ناصری، حمیدرضا، فرشاد علیجانی و محمد نخعی (۱۳۹۱). مقایسه اثرات خشکسالی بر هیدروژئولوژی کارست سازندهای آسماری و ایلام- سروک در جنوب غرب ایذه. پژوهش آب ایران، ۶ (۱۱)، صص ۴۵-۳۵.
- [۳۶] نگارش، حسین، محمود خسروی، منصوره شاه حسینی، پیمان محمودی (۱۳۸۹). مطالعه خشکسالی های کوتاه مدت شهرستان زاهدان. جغرافی و توسعه، شماره ۱۸، صص ۱۳۴-۱۰۹.
- [۳۷] هومن، حیدرعلی (۱۳۸۰). تحلیل داده های چند متغیری در پژوهش رفتاری. تهران: نشر پارسا.

[38] Atwoki, K (1975). A factor analytic approach for delimitation of rainfall regions of Uganda. East African Geographical Review, 13, 9-36.

[39] Basalirwa C. P. K (1995). Delineation of Uganda into climatological rainfall zones using the method of principle component analysis. International Journal of Climatology, 15 (10), 1161-1177.

- [40] Buntgen, U., V. Trouet, D. Frank, H. H. Leuschner, and D. Friedrichs (2010). Tree-ring indicators of German summer drought over the last millennium. *Quaternary Science Reviews*, 29, 1005-1016.
- [41] Capra, A., B. Scicolone (2012). Spatiotemporal variability of drought on a short–medium time scale in the Calabria Region (Southern Italy). *Theoretical and Applied Climatology*, 3, 471–488.
- [42] Castro, F. D., J. I. Santisteban, M. Barriendos, and R. Mediavilla (2008). Reconstruction of Drought Episodes for Central Spain from Rogation Ceremonies Recorded at the Toledo Cathedral from 1506 to 1900 A Methodological Approach. *Global and Planetary Change*, 63, 230-242.
- [43] Comrie A. C. and E. C. Glenn (1998). Principle components – based regionalization of precipitation regimes across the southwest United States and northern Mexico with an application to monsoon precipitation variability. *Climate Research*, 10, 201-215.
- [44] Croitoru. A. E., and F. M. Toma (2011). Meteorological Drought in Central Romanian Plain (Between OLT and Arges Rivers) Case Study: Year 2000. *Riscuri sicatastroe*, NR. X, 9, 113-120.
- [45] Domroes M. and E. Ranatunge (1993). A statistical approach towards a regionalization of daily rainfall in Sri Lanka. *International Journal of Climatology*, 13 (7), 741-754.
- [46] Eklundh, D., and P. Pilesjo (1990). Regionalization and spatial estimation of Ethiopian mean annual rainfall. *International Journal of Climatology*, 10 (5), 473-494.
- [47] Fink, A. H., T. Brucher, A. Kruger, G. C. Leckebusch, J. G. Pinto, W. Ulbr (2004). The 2003 European Summer Heatwaves and Drought-Synoptic Diagnosis and Impacts. *Royal Meteorological Society*, 8, 209-216.
- [48] Gadgil, S., and R. N. Iyenger (1980). Cluster analysis of rainfall stations of the Indian Peninsula. *Quarterly Journal Royal Meteorological Society*, 106 (450), 873-886.
- [49] Girardin. M. P., and J. C. Tardif (2006). Synoptic-Scale Atmospheric Circulation and Boreal Canada Summer Drought Variability of the Past Three Centuries. *Journal of climate*, 19, 1947-1922.
- [50] Hayes, M. J., M. D. Svoboda, D. A. Wilhite, and O. V. Vanyarkho (1999). Monitoring the 1996 Drought Using the Standardized Precipitation Index. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80 (3), 429-438.
- [51] Johansson, B. and Chen, D (2003). The influence of wind and topography on precipitation in Sweden: statistical analysis and modeling. *International Journal of Climatology*, 23, 1523-1535.
- [52] McKee, T. B., Doesken. N. J., and Kleist. J (1993). The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, USA.
- [53] McKee, T. B., Doesken, N. J., and Kleist, J (1995). Drought Monitoring with Multiple Time scales. In 9th AMS conference on Applied Climatology, 15-20 January, Dallas, USA.
- [54] Patel, N. R., P. Chopra, and V. K. Dadhwal (2007). Analyzing spatial patterns of meteorological drought using standardized precipitation index. *Meteorological Applications*, 14, 329-336.
- [55] Prezerakos, N. G., and H. A. Floos (2002). Regional and Global Large- Scale Dynamics Associated with a Prolonged Drought Event in Greece. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 64, 1841-1854.
- [56] Rodriguez, J. A., and T. E. Monreal (2000). Regionalization and Drought Characterization in Europe. ARIDE Technical Report no. 9. CEDEX, Madrid, Spain.
- [57] Santos, J. F., I. Pulido-Calvo, and M. M. Portela (2010). Spatial and temporal variability of droughts in Portugal. *Water Resources Research*, 46, 1-13.
- [58] Seftigen, K., H. W. Linderholm, I. Drobyshev, and M. Niklasson (2013). Reconstructed drought variability in east-central Sweden since the 1650s. *International Journal of Climatology*, 33, 2449–2458.

**4th National Conference of
Water Crisis in Iran and the Middle East**

WATERCONF www.WaterConf.ir



- [59] Tigkas D., H. Vangelis , G. Tsakiris (2015). DrinC: a software for drought analysis based on drought indices. Earth Science Informatics, 8(3), 697-709