

کنفرانس ملی "چالش های سازگاری با تغییر اقلیم و راحتکار های کاهش آثار سوء آن"

۱۰ و ۱۱ مهر ماه ۱۳۹۲

Challenges of
Mitigation and Adaptation
to Climate Change
National Conference



2-3 Oct. 2013
Shomal University
Amol, Iran



دانشگاه شمال

بسم الله الرحمن الرحيم
کواهی ارائه مقاله

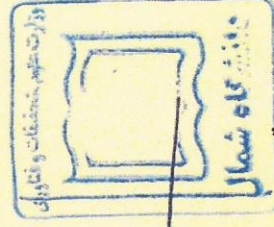


نویسندگان محترم: محترم محمد یاریان و عباس مفیدی و لیلیا حکرم
"چالش های سازگاری با تغییر اقلیم و راحتکار های کاهش آثار سوء آن"

و ارائه مقاله با عنوان:

استفاده از شاخص SPI در پهنه بندی خشکسالی ها و ترسالی های شمال شرق ایران
با روش AHP در محیط GIS

پاسنژاری میثاق توفیق روز افزون شما را در عرصه های مختلف علمی و پژوهشی از خداوند متعال منت ملت می یابیم.



مدیرین دانشگاه شمال
دکتر علی محمد نوریان

مدیرین کنفرانس
دکتر علی محمد نوریان



دانشگاه شمال

Co. No : 932759

وزارت علم، تحقیقات و فناوری

سازمان همایون شمال

دانشگاه شمال

دانشگاه شمال

دانشگاه شمال

دانشگاه شمال



استفاده از شاخص SPI در پهنه بندی خشکسالی ها و ترسالی های شمال شرق ایران با روش AHP در محیط GIS

محترم محمدیاریان^{۱*}، عباس مفیدی^۲، لیلا مکرّم^۳

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه فردوسی مشهد

^۲ استادیار آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه فردوسی مشهد

^۳ دانش آموخته کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

چکیده:

خشکسالی پدیده‌های اقلیمی است و در واقع بخشی از اقلیم یک منطقه محسوب می‌شود. خشکسالی به کندی شروع می‌شود و دارای طبیعت پنهانی است نیز مدت زمان وقوع آن طولانی بوده و اثرات ناشی از آن به صورت غیر ساختاری و در نتیجه خسارت‌های ناشی از آن در بخش‌های مختلفی مانند کشاورزی، اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و... به صورت تدریجی ظاهر می‌شود. نکته حایز اهمیت این است که خسارات و اثرات ناشی از خشکسالی بیشتر از سایر بلایای طبیعی مانند سیل و زمین لرزه می‌باشد. خسارت بسیار گسترده و وسیع این پدیده بخش‌های زیادی از جامعه را تحت تأثیر خود قرار داده و همه ساله زیان‌های بسیار زیادی را به بار می‌آورد. لذا پایش و پهنه بندی آن بعنوان یک اصل مهم در برنامه ریزی‌های کلان باید مد نظر قرار بگیرد. بطور مشخص در این تحقیق، شاخص بارندگی استاندارد شده برای پایش دوره‌های خشک برای پهنه بندی این دوره‌ها استفاده شده است. بررسی دوره‌های خشک در یک دوره ۴۰ ساله (۱۹۷۱-۲۰۰۷) برای ۱۷ ایستگاه شمال شرق ایران نشان داد که وقوع این پدیده یک ویژگی اقلیمی است که در دوره‌های خاصی بوقوع می‌پیوندد. این بررسی نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر تکرار و تداوم این پدیده در هر ۳ استان خراسان شمالی، رضوی و جنوبی افزایش داشته است. با توجه به نتایج تحقیق بیشترین خشکسالی شدید را در ایستگاه‌های گل‌مکان، قوچان و سبزواری و بیشترین خشکسالی متوسط نیز در ایستگاه‌های گل‌مکان، تربت جام و بجنورد رخ داده است.

کلید واژه: شاخص SPI، خشکسالی و ترسالی، شمال شرق ایران، AHP، GIS

۱- مقدمه

خشکی یک صفت اقلیمی و نوعی ویژگی دایمی آب و هوایی مناطق خشک محسوب می‌شود، خشکسالی عارضه‌ای است که از کاهش غیر منتظره‌ی بارش در مدت معین در منطقه‌ای که لزوماً خشک نیست، سرچشمه می‌گیرد. میزان این کاهش آنقدر است که روند عادی رشد را در منطقه مختل می‌سازد و اثرات بی‌درنگ و مضر بر کشاورزی و اثرات دراز مدت بر عرضه‌ی منابع آب به جا می‌گذارد. بنابراین خشکسالی ویژگی دائمی یک منطقه نیست و در هر رژیم آب و هوایی می‌تواند اتفاق افتد (علیچانی و کاویانی، ۱۳۷۱). و اما خشکسالی پدیده‌ای است که از دیدگاه‌های مختلف معانی گوناگونی می‌یابد. تاکنون تعاریف بسیار زیادی از





خشکسالی شده است اما هر کدام از این تعاریف دیدگاه خاصی را مد نظر داشته اند به هر حال عدم وجود یک تعریف جامع و دقیق از خشکسالی و متفاوت بودن معنی آن از دیدگاه های مختلف مانع از درک مفهوم خشکسالی شده است. حال از آنجائیکه خشکسالی بر کلیه جنبه های زندگی و بخشهای مختلف جامعه خصوصاً تغییر محیط طبیعی تأثیر مستقیم و غیر مستقیمی دارد عدم درک مفهوم آن موجب تردید و رکود در بخشهای مختلف اقتصادی، مدیریتی و سیاستگزاری می شود. در کل از نظر اقلیم شناسی چنانچه در مدت زمانی بیش از دو سال در ۵۰ درصد منطقه ای میزان بارندگی ها به کمتر از ۶۰ درصد نرمال سالیانه آن نزول نماید، در آنجا خشکسالی روی داده و اثرات اقتصادی - اجتماعی، در ابعاد وسیعی ببار خواهد آمد. همه مناطق دنیا ممکن است هر از گاهی اسیر پدیده خشکسالی شوند، اما این وضعیت در مناطق که از نظر اقلیمی بطور نامنظم و تصادفی توسط سامانه های آب و هوایی تحت تأثیر قرار می گیرند، بیشتر مشاهده می شود (رضیئی و همکاران، ۱۳۸۲). تحقیقات بسیاری در راستای پهنه بندی خشکسالی ها و استفاده از شاخص SPI در ایران و سایر نقاط دنیا صورت گرفته است که به بیان منتخبی از آنها می پردازیم. پژوهش های پالمر^۲ (۱۹۶۵) در خصوص خشکسالی از جمله نخستین پژوهش هایی است که خشکسالی را کمبود رطوبت مستمر و غیر طبیعی (منظور انحراف از شرایط طبیعی یا میانگین درازمدت پارامترهای هواشناسی) دانسته اند. گش^۳ (۱۹۹۷) نقشه های خشکسالی را به کمک داده های ماهواره ای و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه و مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. در سال ۱۹۹۸ در پرتقال به منظور تحلیل خشکسالی ها یک مدل توزیع منطقه ای به کار گرفته شد و نقشه های پهنه بندی خشکسالی و منحنی های شدت، مساحت و فراوانی خشکسالی ترسیم گردید (هنریکوزو^۴ ۱۹۹۸). در سال ۱۹۹۷ در نبراسکا مک کی و ادواردز با استفاده از SPI به بررسی دوره های خشک پرداختند. مقادیر SPI برای ۴۰ ایستگاه در ۷ بخش اقلیمی متفاوت در ترکیه نیز برای دوره آماری ۱۹۹۷-۱۹۴۰ و برای مقیاس های زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ ماهه به وسیله ی کومسکو^۵ (۱۹۹۹) محاسبه شد. یزدانپناه و طباطبایی (۲۰۰۵) در ارزیابی خشکسالی با استفاده از شاخص SPI و GIS در آذربایجان طی دوره ی آماری ۱۵ ساله عنوان نمودند که دوره و شدت خشکسالی در مناطق غربی بیشتر از مناطق شرقی و مرکزی استان است. در این مقاله، افزون بر شاخص SPI دوازده ماهه ی خشکسالی و ترسالی در تمامی سال های زراعی دارای خشکسالی و پهنه بندی فراوانی و شدت وقوع آن، آستانه ی بحران بارش طی فصل های گوناگون در استان فارس نیز محاسبه گردیده است. مقدم و همکاران (۱۳۸۰) به پایش خشکسالی بر اساس نمایه SPI پرداختند. رضیئی و همکاران (۱۳۸۲) به پایش پدیده خشکسالی در ایران مرکزی با استفاده از نمایه SPI پرداختند. در مطالعه ای دیگر، لشنی زند و تلوری (۱۳۸۳) به بررسی شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی های اقلیمی با استفاده از شاخص SPI در ۶ حوزه واقع در غرب و شمال غرب کشور پرداختند. ایشان در نهایت نقشه های پهنه بندی ماهانه خشکسالی برای یک دوره ۳۰ ساله را تهیه نمودند. همچنین محسنی ساروی و همکارانش (۱۳۸۳) خشکسالی های حوضه کارون را با بهره گیری از داده های بارش ۲۹ ایستگاه با طول دوره آماری ۲۸ ساله (۱۳۷۸-۱۳۵۰) و با استفاده از شاخص SPI مورد بررسی قرار دادند. بررسی های ایشان نشان داد که شدیدترین خشکسالی ها مربوط به ایستگاه "منج" و طولانی ترین تداوم و بیشترین فراوانی

- 2 - palmer
- 3 - Ghosh
- 4 - Henriques
- 5 - Komuscu





خشکسالی‌ها متعلق به ایستگاه "دارشاهی" بوده است. سلطانی و سعادت (۱۳۸۶) نیز به پهنه بندی خشکسالی در استان اصفهان با استفاده از شاخص SPI پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که به طور عمده خشکسالی‌های متوسط و شدید در محدوده ایستگاه داران، فریدون شهر واقع در غرب استان اصفهان بوقوع می‌پیوندند. این در حالی است که خشکسالی‌های بسیار شدید عمدتاً در بخش‌های شرق-شمال شرق اصفهان و غرب شهرستان اصفهان قابل مشاهده است. ایشان همچنین مناطق دارای خطر بالای وقوع خشکسالی را به منظور برنامه ریزی‌های آبی و اتخاذ سیاست مدیریتی مشخص نموده‌اند. شاهیان و همکاران (۱۳۸۸) به پهنه بندی آستانه‌ی بحران خشکسالی استان فارس با کاربرد شاخص معیار بارش SPI و GIS پرداختند. نتایج بررسی آنها نشان داد که از نظر شدت خشکسالی سالانه، بیشترین فراوانی مربوط به خشکسالی‌های ملایم بوده و در مرحله‌ی بعدی خشکسالی‌های متوسط تا بسیار شدید قرار دارند. از لحاظ دوره‌ی تداوم خشکسالی‌های یک ساله بیشترین تداوم و دوره‌ی تداوم ۴ و ۵ ساله کمترین فراوانی را در کل ایستگاه‌ها شامل می‌شوند. آستانه بحران خشکسالی زمستان در مناطق پر بارش استان بین ۲۶۷ تا ۴۷۸ میلی‌متر و در نواحی کم بارش ۵۶ تا ۱۶۲ میلی‌متر می‌باشد. در کل شهرهای پر بارش استان مانند کازرون، نورآباد، سپیدان کمترین ترسالی شدید و بسیار شدید و بیشترین خشکسالی حاد را شاهد بودند. انصافی مقدم و رفیعی (۱۳۸۸) نیز به پهنه بندی خشکسالی اقلیمی حوضه دریاچه نمک پرداختند. و نتایج حاصل از ارزیابی‌های نشان دهنده تأثیر حساسیت خشکسالی‌های اقلیمی بر عرصه‌ی مورد مطالعه می‌باشد.

۲- مواد و روش کار

برای محاسبه‌ی مخاطره‌ای همچون خشکسالی که یکی از بلاهای خطرناکی است که تقریباً تمام دنیا از آن در امان نخواهند بود، از نمره استاندارد شده بارش (SPI) استفاده شد. بنابراین برای محاسبه خشکسالی‌های خراسان ارائه شاخصی که در آن مقیاس زمانی مدنظر قرار گرفته باشد، از اهمیت خاصی برخوردار است و برای تحلیل و بررسی این پدیده و آثار آن بر محیط کاربرد های فراوانی وجود دارد. به این جهت از شاخص استاندارد شده مک کی و همکارانش برای پایش دوره خشک استفاده شد (مک کی، ۱۹۹۳). بعضی از مزایای SPI عبارتند از: سادگی SPI در محاسبات، استفاده از داده‌های قابل دسترس بارندگی، قابلیت محاسبه برای هر مقیاس زمانی و هر نوع شرایط اقلیمی، چند کاره بودن SPI، جهت پایش شرایط خشکسالی از نظر هواشناسی و کشاورزی و هیدرولوژیکی، توزیع نرمال SPI، عدم وابستگی به رطوبت خاک و امکان استفاده در تمامی ماه‌های سال، امکان استفاده از آن در تمامی سال، انعطاف پذیری SPI نسبت به مقیاس‌های زمانی (کوموس، ۱۹۹۸). نمایه SPI که بستگی به احتمال بارش برای هر زمان و مقیاس دارد و برای مقیاس زمانی مختلف قابل محاسبه است. با توجه به اینکه شدت خشکسالی و تکرار آن همگی توابعی اند که بطور صریح و غیر صریح به مقیاس زمانی وابسته‌اند و میتواند هشدار اولیه جهت خشکسالی و کمک به ارزیابی شدت آن باشد. این روش به وسیله‌ی مک کی و همکارانش (۱۹۹۳) با توجه به بررسی تأثیرات متفاوت کمبود بارش بر روی آب‌های زیرزمینی، ذخائر و منابع آب سطحی، رطوبت خاک و جریان آبراهه‌ها ارائه شده است.

به منظور تفسیر و بررسی نتایج حاصل از محاسبه جدول ۱ ارائه شده و شدت‌های خشکسالی را به روش SPI نشان می‌دهد. در این جدول مقادیر مثبت بیانگر بارندگی بالاتر از میانه و مقادیر منفی بیانگر بارندگی پایینتر از میانه است. بنابراین چون SPI نرمالیزه شده است طبقه بندی خشکسالی و ترسالی از نظر بازه تقسیم بندی متقارن خواهد بود. با تحلیل سری‌های زمانی





داده های بارش ماهانه یک مکان می توان شاخص SPI را برای هر ماه محاسبه کرد. بنابراین این شاخص می تواند برای مشاهدات کلی بارش ۳ ماهه تا ۴۸ ماهه محاسبه شود. طبق این روش خشکسالی زمانی رخ می دهد که شاخص بطور مستمر منفی و به مقدار ۱- و یا کمتر برسد و زمانی پایان می یابد که این شاخص مثبت شود. مقادیر تجمعی SPI بزرگی و شدت دوره خشکسالی را نشان می دهد. (گامر، ۲۰۰۸). میانگین SPI در مقیاس زمانی در یک مؤقعییت صفر خواهد بود و انحراف معیار آن برابر ۱ است، این یک مزیت است زیرا SPI نرمال شده است. بنابراین اقلیم های خشک تر و مرطوب تر می توانند به همان روش نشان داده شوند. علاوه بر دوره های خشکسالی، دوره های ترسالی هم به وسیله ی شاخص SPI بررسی می شود. یک حادثه خشکسالی هر زمانی SPI بطور مداوم منفی باشد و شدت آن به ارقام ۱- و یا کمتر برسد، اتفاق می افتد. این حادثه زمانی که SPI به مقادیر مثبت برگردد، تمام می شود. بنابراین هر حادثه خشکسالی دارای یک دوره زمانی است که بوسیله شروع و خاتمه آن تعریف میشود و شدت آن برای هر ماه تا زمانی که حادثه تداوم دارد، محاسبه می شود (نوربان و همکاران، ۱۳۸۱).

جدول (۱) طبقه بندی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI (کمالی و همکاران، ۱۳۸۸)

مقدار شاخص	SPI
ترسالی بسیار شدید	۲ و بالاتر
ترسالی شدید	۱٫۵۰ تا ۱٫۹۹
ترسالی متوسط	۱ تا ۱٫۴۹
نزدیک به نرمال	-۰٫۹۹ تا ۰٫۹۹
خشکسالی متوسط	-۱ تا -۱٫۴۹
خشکسالی شدید	-۱٫۵ تا -۱٫۹۹
خشکسالی بسیار شدید	-۲ و کمتر

برای به دست آوردن شاخص SPI ابتدا داده ای بارش ماهانه را از سایت سازمان هواشناسی کشور (www.irimo.net.ir) اخذ گردید. سپس از داده های مذکور میانگین ماهانه گرفته شد. و طبق معادله ی (۲-۳)، SPI انحراف معیار و سپس از آن نمره Z گرفته شد و براساس جدول شاخص بارش استاندارد (SPI) از مقادیر ۲ و بالاتر را بعنوان ترسالی بسیار شدید و مقادیر ۲- و کمتر را به عنوان خشکسالی بسیار شدید لحاظ گردید. البته در این میان خشکسالی متوسط و شدید، ترسالی متوسط و شدید نیز طبق جدول ۱ محاسبه گردید. لازم به ذکر است که در این پژوهش SPI ۱۲ ماهه لحاظ گردیده است.

$$Spi = \frac{\bar{x}_{ik} \bar{x}_i}{\delta_i} \quad \text{معادله (۲-۳)}$$

δ = انحراف از معیار داده های i امین ایستگاه، X_{ik} = مقادیر بارندگی برای i امین ایستگاه و k امین مشاهده، \bar{X}_i = متوسط بارندگی ایستگاه i ام و سپس با استفاده از نرم افزار GIS به پهنه بندی خشکسالی ها و ترسالی های خراسان بزرگ پرداختیم.

۳- نتایج

الف- ترسالی ها

۱- ترسالی بسیار شدید

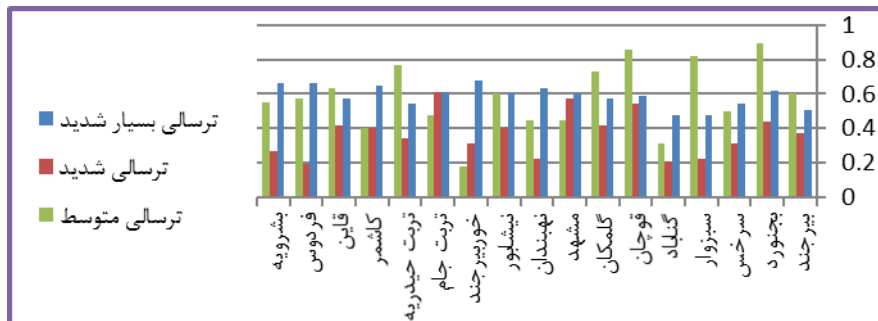
روی هم رفته ترسالی بسیار شدید در دوره آماری مطالعه شده به پنج گروه کم، متوسط، زیاد، بسیار شدید تقسیم بندی شده



است. بیشترین فراوانی ترسالی بسیار شدید مربوط به ایستگاه‌های بجنورد (۰,۶۲)، خوربیرجند (۰,۶۸)، بشرویه، کاشمر، بجنورد، تربت جام و نهبندان می‌باشد. ایستگاه‌های مذکور در دوره‌های ۵ و ۶ که زیاد و بسیار زیاد هستند قرار می‌گیرند. ایستگاه‌های قاین، گل‌مکان، نیشابور، مشهد و قوچان دارای ترسالی بسیار شدید متوسط هستند. ایستگاه‌های سرخس و تربت حیدریه در گروه ۲ یا کم هستند. ایستگاه‌های گناباد و سبزوار با متوسط دراز مدت ۰,۴۸ ترسالی بسیار شدید کمتری را در بین کل ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان دارا می‌باشند. اما در این میان ایستگاه قاین نیز دارای ترسالی بسیار شدید کمی است. ترسالی بسیار شدید در خراسان بیشتر از نوع متوسط بوده که اکثر نقاط خراسان را در بر می‌گیرد. بیشترین ترسالی‌های بسیار شدید در فصل پاییز اتفاق افتاده است و مربوط به ایستگاه مشهد است. کمترین میزان ترسالی بسیار شدید مربوط به فصل بهار است. بطور کلی فراوانی وقوع ترسالی بسیار شدید در این بخش از کشور کم است (شکل‌های ۱ تا ۳).

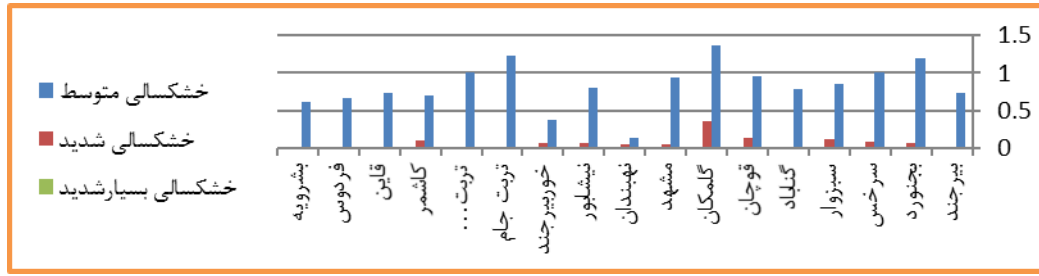
جدول (۲) نمره استاندارد ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها در خراسان بزرگ

ایستگاه	ترسالی بسیار شدید	ترسالی شدید	ترسالی متوسط	خشکسالی متوسط	خشکسالی شدید	خشکسالی بسیار شدید
بجنورد	۰,۶۲	۰,۴۴	۰,۱۹	۱,۲۰	۰,۰۶	۰
بیرجند	۰,۵۱	۰,۳۷	۰,۰۶	۰,۷۴	۰,۰۲	۰
گناباد	۰,۴۸	۰,۲۱	۰,۳۱	۰,۷۸	۰	۰
گل‌مکان	۰,۵۷	۰,۴۲	۰,۷۳	۱,۳۶	۰,۳۵	۰
قاین	۰,۵۷	۰,۴۲	۰,۶۳	۰,۷۳	۰	۰
فردوس	۰,۶۶	۰,۱۹	۰,۵۷	۰,۶۷	۰	۰
نهبندان	۰,۶۳	۰,۲۲	۰,۴۵	۰,۱۳	۰,۰۴	۰
مشهد	۰,۰۶	۰,۵۷	۰,۴۵	۰,۹۴	۰,۰۵	۰
تربت حیدریه	۰,۵۴	۰,۳۴	۰,۷۷	۱	۰	۰
تربت جام	۰,۶۱	۰,۶۱	۰,۴۸	۱,۲۳	۰	۰
قوچان	۰,۵۹	۰,۵۴	۰,۱۶	۰,۹۵	۰,۱۳	۰
نیشابور	۰,۰۶	۰,۰۴	۰,۰۶	۰,۰۸	۰,۰۶	۰
بشرویه	۰,۶۶	۰,۲۷	۰,۵۵	۰,۶۱	۰	۰
سرخس	۰,۵۴	۰,۳۱	۰,۰۵	۱	۰,۰۹	۰
سبزوار	۰,۴۸	۰,۲۲	۰,۸۲	۰,۸۵	۰,۱۱	۰
کاشمر	۰,۶۵	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۷	۰,۰۱	۰
خوربیرجند	۰,۶۸	۰,۳۱	۰,۱۸	۰,۳۷	۰,۰۶	۰



شکل (۱) فراوانی وقوع ترسالی‌های خراسان بزرگ

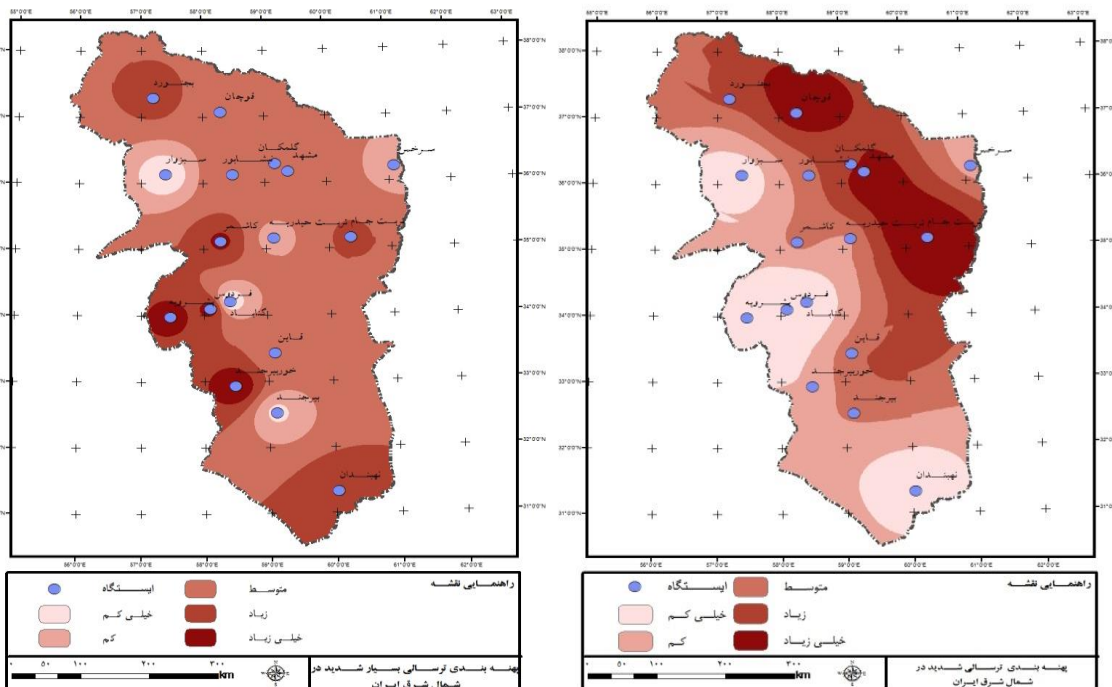




شکل (۲) فراوانی وقوع خشکسالی های خراسان بزرگ

۲- ترسالی شدید

- در دوره مطالعه بیشترین ترسالی های شدید در نواحی شمالشرقی استان رخ داده است. کمترین ترسالی های شدید در جنوب غرب و غرب استان رخ داده است. ایستگاه های تربت جام (۰،۶۱)، مشهد (۰،۵۷)، قوچان (۰،۵۴) و گلستان (۰،۴۲) دارای بالاترین فراوانی وقوع ترسالی های شدید بوده اند. ایستگاه های فردوس (۰،۱۹)، گناباد (۰،۳۱) و نهبندان (۰،۲۲) کمترین میزان ترسالی شدید را تجربه نموده اند. ترسالی شدید با میزان فراوانی کم تا متوسط نواحی شمالی و مرکزی خراسان بزرگ را در برمی گیرد. بیشترین ترسالی های شدید در فصول زمستان و بهار بوقوع پیوسته است. کمترین ترسالی شدید در فصول پاییز می باشد. ایستگاه نهبندان فقط در ماه آوریل دارای ترسالی شدید می باشد و سایر ماه های سال ترسالی ندارد. ایستگاه مشهد در تمام ماه های سال دارای ترسالی شدید می باشد. ایستگاه گناباد نیز فقط ۳ ماه از سال (آوریل، می و جون) دارای ترسالی شدید است. و در بقیه ماه های سال دارای ترسالی نمی باشد. ایستگاه بیرجند در ماه های آگوست و سپتامبر دارای ترسالی شدید نیست (شکل ۴).



شکل (۴) - فراوانی وقوع ترسالی های شدید در خراسان بزرگ

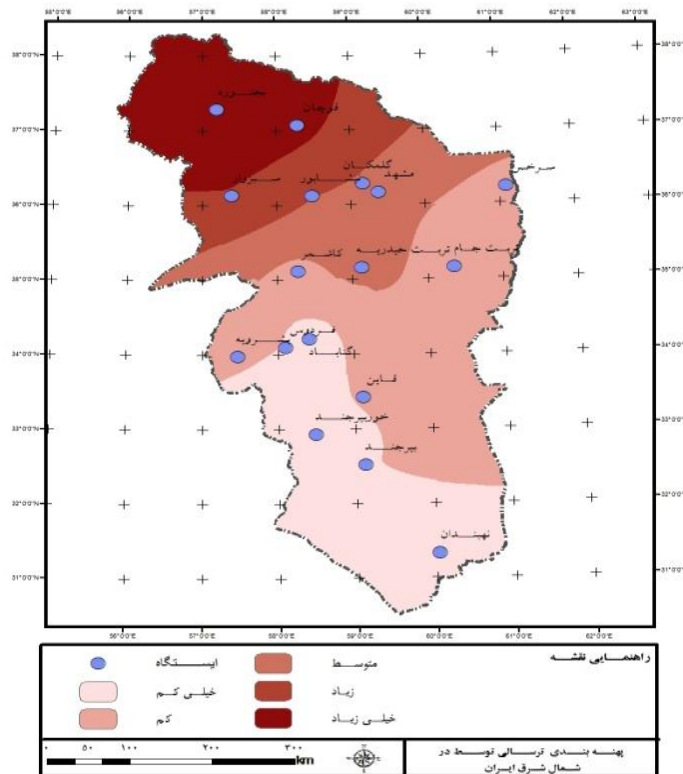
شکل (۳) - فراوانی وقوع ترسالی های بسیار شدید در خراسان بزرگ



۳- ترسالی متوسط

- ترسالی متوسط در شمال استان نمو بیشتری می‌کند. از مرکز استان به سمت جنوب میزان ترسالی متوسط کمتری رخ داده است. بیشترین میزان ترسالی متوسط را ایستگاههای بجنورد (۰,۸۹)، قوچان (۰,۸۶) و سبزوار (۰,۸۲) دارا می‌باشند. کمترین میزان ترسالی متوسط را ایستگاه‌های خوریبیرجند (۰,۱۸)، گناباد (۰,۳۱) و کاشمر (۰,۴) دارا می‌باشند. بیشترین فراوانی وقوع ترسالی متوسط به ترتیب مربوط به فصل‌های بهار و زمستان می‌باشد. و کمترین فراوانی وقوع ترسالی متوسط مربوط به فصل پاییز است. ایستگاه بشرویه فقط ۵ ماه ژانویه تا می را ترسالی متوسط دارد و سایر ماه‌های سال ترسالی آن صفر است. ایستگاه خوریبیرجند و گناباد در ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه ترسالی متوسط دارند و سایر ماهها فراوانی ترسالی ندارند.

- ایستگاه سبزوار و تربت حیدریه نیز از جمله ایستگاه‌هایی هستند که ترسالی بسیار شدید بالایی را در تمام ماه‌های سال دارند و در هیچ ماهی از سال میزان آن صفر نیست (شکل ۵).



شکل (۵) - فراوانی وقوع ترسالی متوسط در خراسان بزرگ

ب- خشکسالی‌ها

۱- خشکسالی بسیار شدید

- این نوع خشکسالی که با آستانه ۲- و کمتر مشخص گردیده است، در بزرگ خراسان مشاهده نگردید.



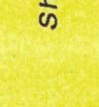
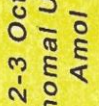
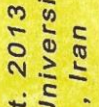
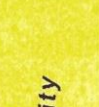


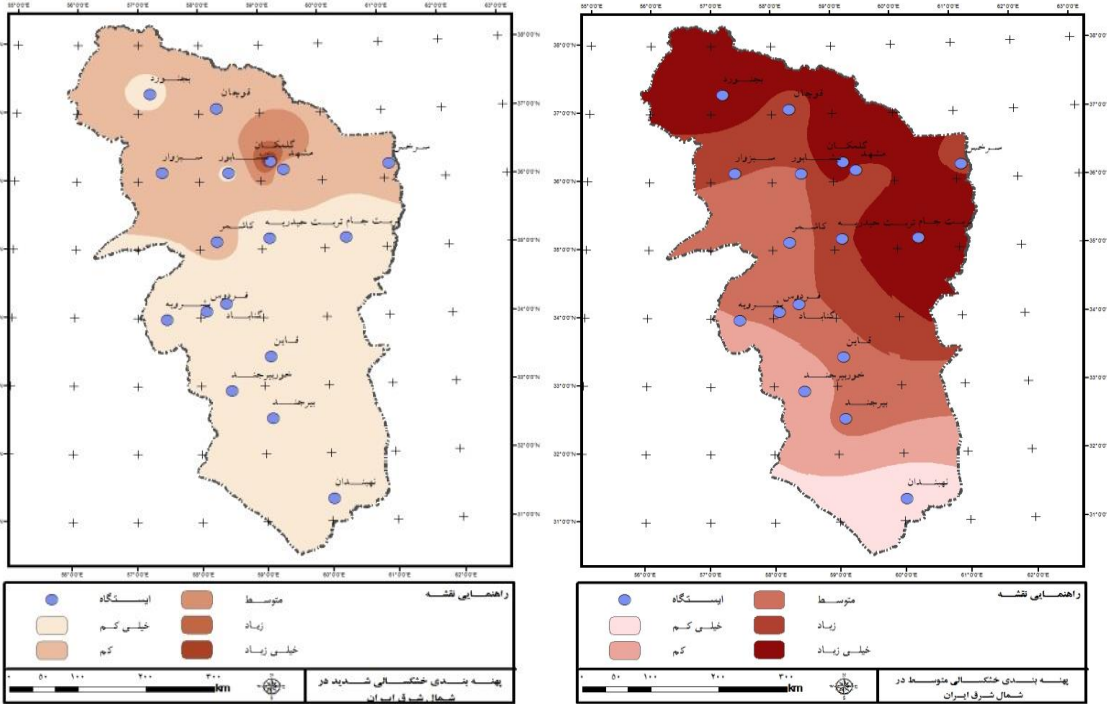
۲- خشکسالی شدید

- بالاترین فراوانی وقوع خشکسالی‌های شدید در بخش شمالی و در مقابل کمترین میزان وقوع آن در نیمه جنوبی منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود. بیشترین خشکسالی شدید در ایستگاه گلمکان (۰,۳۵) مشاهده می‌گردد. ایستگاه‌های بشرویه، فردوس، قاین، گناباد، تربت حیدریه و تربت جام خشکسالی شدید نداشته‌اند. بخش جنوبی استان فقط ایستگاه خور بیرجند است که میزان خشکسالی شدید آن در حد متوسط است. خشکسالی‌های شدید از گروه متوسط و کم را در مرکز و جنوب استان مشاهده می‌کنیم. بیشترین خشکسالی‌های شدید را در ماه‌های ژانویه و مارس مشاهده می‌گردد. سایر ایام سال فاقد خشکسالی‌های شدید بودند. ایستگاه گلمکان از جمله ایستگاه‌هایی است که دارای بیشترین تعداد ماه دارای خشکسالی شدید (ماه نوامبر تا مارس) می‌باشد. ایستگاه قوچان نیز ۳ ماه دسامبر، ژانویه و آوریل را دارای خشکسالی شدید می‌باشد (شکل ۶).

۳- خشکسالی متوسط

- بیشترین خشکسالی متوسط در نواحی شمالی و شمال شرقی منطقه مورد مطالعه وجود دارد. کمترین میزان خشکسالی را در نواحی مرکزی به سمت جنوب مشاهده می‌کنیم. کمترین میزان خشکسالی متوسط در نهبندان و خور بیرجند رخ داده است. بیشترین خشکسالی متوسط به ترتیب در فصول زمستان و بهار کمترین میزان آن نیز در فصول تابستان و پاییز می‌باشد. بیشترین خشکسالی متوسط در ایستگاه‌های گلمکان (۱,۳۶)، تربت جام (۱,۲۳) و بجنورد (۱,۲۰) مشاهده می‌گردد. این در حالی است که کمترین خشکسالی‌های متوسط در ایستگاه‌های تربت جام (۱۳۰) و خور بیرجند (۰,۳۷) مشاهده می‌شود. ایستگاه نهبندان فقط در ماه ژانویه خشکسالی متوسط را تجربه نموده است و در بقیه ایام سال میزان آن صفر است. ایستگاه تربت حیدریه فراوانی بالایی از خشکسالی‌های متوسط را با تجربه نموده است. ایستگاه‌های بجنورد، گلمکان و تربت جام با فراوانی بسیار بالای وقوع خشکسالی متوسط در گروه پنجم قرار دارند. از سویی ایستگاه‌های سرخس، قوچان و تربت حیدریه در گروه ۴ که بیانگر فراوانی زیاد می‌باشد، قرار گرفته‌اند (شکل ۷).





شکل (۶) - فراوانی وقوع خشکسالی شدید در خراسان بزرگ شکل (۷) - فراوانی وقوع خشکسالی های با شدت متوسط در خراسان بزرگ

منابع

- ۱- انصافی مقدم، طاهره، رفیعی امام، عمار، (۱۳۸۸)، «پهنه بندی خشکسالی های اقلیمی با استفاده از روش میان یابی معکوس فاصله و IDW (مطالعه موردی: حوزه دریاچه نمک)»، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد، ۱۶، شماره ۲، صص ۲۹۲-۲۷۴.
- ۲- علیچانی، بهلول، کاویانی، محمد رضا، (۱۳۷۱)، «مبانی اقلیم شناسی»، انتشارات سمت
- ۳- سلطانی، سعید، سعادت، سیده سارا، (۱۳۸۶)، «پهنه بندی خشکسالی در استان اصفهان با استفاده از نمایه استاندارد بارش (SPI)»، مجله علمی پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال اول، شماره ۲، صص ۶۶۴.
- ۴- شاهیان، رامین، جامع، عبدالکریم، آریانفر، رامین، حقیقت، مسعود، دهقان، حیدر، (۱۳۸۸)، «پهنه بندی آستانه ی بحران خشکسالی استان فارس با کاربرد شاخص معیار بارش SPI و GIS»، مجله مهندسی آب، سال دوم، صص ۳۳-۴۲.
- ۵- رضیئی، ط، شکوهی، ع، ثقفیان، ب و دانش کار، پ (۱۳۸۲)، «پیش بینی شدت - تداوم - فراوانی خشکسالی با استفاده از روشهای احتمالاتی و سری های زمانی (مطالعه موردی استان سیستان و بلوچستان)»، مجله ی بیابان، ۸(۲): ۲۹۲-۳۱۰.
- ۶- رضیئی، ط، شکوهی، ع، ثقفیان، ب و دانش کار، پ (۱۳۸۲)، «پیش بینی شدت - تداوم - فراوانی خشکسالی با استفاده از روش های احتمالاتی و سری های زمانی (مطالعه موردی استان سیستان و بلوچستان)»، مجله ی بیابان، ۸(۲): ۲۹۲-۳۱۰.
- ۷- لشنی زند، م، تلوری، ع، (۱۳۸۳)، «بررسی خشکسالی اقلیمی وامکان پیش بینی آن درشش حوزه واقع در غرب و شمال غرب ایران»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۲، صص ۷۵-۸۶.



کنفرانس ملی چالش های سازگاری با تغییر اقلیم و راهکارهای کاهش آثار سوء آن، دانشگاه شمال، ۱۰ و ۱۱ مرداد ۱۳۹۲

۸- محسنی ساروی، محسن، صفدری، علی اکبر، ثقفیان، بهرام، مهدوی، محمد، (۱۳۸۳)، «تحلیل شدت، مدت، فراوانی و گستره خشکسالی حوزه کارون به کمک شاخص بارش استاندارد (SPI)»، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۷، شماره ۴، صص ۶۲۰-۶۰۷

۹- مقدم، ح، بذاق جمالی، ج، جوانمرد، س، مهدویان، ع، خزانه داری، ل، خسروی م و ابراهیم پور، م، (۱۳۸۰)، «پایش خشکسالی براساس نمایه SPI دهکها و نرمال در استان سیستان و بلوچستان»، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب ایران، دانشگاه زابل، صص ۸۰-۶۹.

- 10- Palmer, W,C,(1965), *Meteorological drought*,USWB, Res, Paper No, 45.
- 11- Ghosh, T, K, (1997), *Investigation of drought through digital analysis of satellite data and geographical information systems*, Theoretical and Applied Climatology 58, pp 105-112.
- 12- Henriques, A, G, and M, j, santas, (1998), *Regional drought distribution model*, Phy,Chem, Earth (B), 24, pp 19-22.
- 13- Komuscu, A, U, (1999), *Using the SPI to Analyze Spatial and Temporal Patterns of Drought in Turkey*, Issue of Drought Network News (On-line), Available on the WWW.url.http://enso.unl.edu/ndmc.
- 14- Yazdanpanah, H, tabatabaei, (2005), *assessment of meteorological drought using SPI model and GIS in azarbaijan*, in proc, 1st, conf, on climate modeling, in proc, 1st



2-3 Oct. 2013
Shomal University
Amol, Iran