

عنوان مقاله:

بررسی و مقایسه الگوی زمانی و مکانی خشکسالی های استان کرمانشاه و ارائه راهکارهای مدیریتی برای مقابله با اثرات آن بر منابع آب شرب روستایی

نویسندگان:

مهندس میترا شریف پور¹ (ارائه دهنده مقاله)

، 2مهندس علی پژمان³، 3مهندس علی جمالوندی

چکیده:

خشکسالی از پدیده های خزنده محیطی است که خسارت های زیادی را بر منطقه تحت تاثیر تحمیل می کند و به عنوان بلای طبیعی و پدیده ای اجتناب ناپذیر، از دیرباز در پهنه وسیع کشورهای مختلف به خصوص کشورهای مستقر در مناطق گرم و خشک به کرات وقوع یافته و می یابد. با توجه به بروز مشکلات خشکسالی در چند سال اخیر در استان کرمانشاه و تاثیرات آن بخصوص در بخش خدمات آبرسانی در روستاها با توجه به کاهش تعداد منابع آبی بر آن شدیم که تحقیق حاضر را بر مبنای وضعیت بارش و خشکسالی در استان کرمانشاه در سال 1388-1389 با استفاده از نمایه درصد از نرمال PN و نمایه بارش استاندارد شده SPI مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرارداد و همچنین به شناخت مدیریت خشکسالی و در نتیجه ارائه راهکارها می بر ای مقابله با خشکسالی به گونه ای که میزان خسارات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی به خصوص کم آبی ناشی از خشکسالی کاهش یابد نیز ارائه گردید. براساس اطلاعات بدست آمده از سازمان هواشناسی استان و براساس داده های نمایه درصد از نرمال برای همه ایستگاهها کوچکتر از 1 (کمتر از 100%) و نمایه بارش استاندارد شده همه ایستگاههای آمفی می باشد و آب و هوای استان در سال گذشته در وضعیت خشکسالی ملایم قرار میگیرد. این شرکت در سال 1388 تعداد 430 روستا و با اعتباری معادل 1036307 دلار و در سال 1389 تعداد 304 روستا و با اعتبار معادل 1034230 دلار آبرسانی سیار نموده است. این مسئله میتواند چالشهای همچون صرف اعتبارات عمرانی در امورات روزمره به جای سرمایه گذاری در زیر ساختهای تامین آب مطمئن، مسائل مرتبط با ایجاد اختلال در کیفیت آب، ایجاد ناهماهنگی و چالش بین سازمانهای متولی آب را باعث میگردد.

کلید واژه: خشکسالی، کرمانشاه، روستایی، منابع آب

- 1- کارشناس ارشد، کارشناس اداره کنترل کیفی آب و فاضلاب روستایی استان کرمانشاه و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی کرمانشاه
- 2- کارشناس، معاونت نظارت بر بهره برداری آب و فاضلاب روستایی استان کرمانشاه
- 3- کارشناس ارشد، مدیر کنترل کیفی آب و فاضلاب روستایی استان کرمانشاه

Email : sharifmt@yahoo.com

Tel: ۰۹۱۸۸۳۲۴۰۲۴

آب به عنوان اولین و اساسی ترین مایه حیات بشری است و آگاهی از کم و کیف منابع آب کشور و چگونگی تحولات آبی در تقاضا برای آب و خدمات وابسته به آب جزء پیش شرطهای اصلی و اساسی برای برنامه ریزی و مدیریت معقول منابع آب محسوب می شود. افزایش و تشدید تقاضا برای آب و خدمات وابسته به آن باعث، تنزل کیفیت منابع آب سطحی و زیر زمینی و همچنین تخریب محیط زیست گردیده است و این امر نیز هر روز شتاب بیشتری میگیرد. چرخه هیدرولوژی با گردش آب در طبیعت، وجود آب در زمان و مکان مشخص می شود. این میزان آب تحت تأثیر چرخه هیدرولوژی است که در نتیجه تغییرات آن خشکسالی روی می دهد. خشکسالی نیز بر اساس میزان آب در گردش طبیعت از بعد زمانی و مکانی تعریف می گردد. و از آنجاییکه مبحث خشکسالی به طور مستقیم روی منابع آب شرب، میزان و کیفیت آن تأثیرگذار می باشد، لذا در ابتدا از این منظر به مسئله اثرات خشکسالی بر روی منابع آب شرب می پردازیم، چرا که عواملی همچون اجازه حفر چاههای بیشتر به روستاییان و کشاورزان، آبرسانی به وسیله تانکر های سیار، از جمله سیاستهایی است که میتوان در بخش روستایی و تأمین آب روستایی باید به آن توجه نمود. خشکسالی یکی از پدیده های خزنده محیطی است که به آرامی خود را بر یک منطقه جغرافیایی چیره کرده و ممکن است چندین ماه تا چندین سال به طول بیانجامد و خسارت های زیادی بر جای بگذارد. تغییر و انحراف در الگوهای آب و هوایی عامل اصلی ایجاد خشکسالی ها به شمار می روند. همه مناطق دنیا به طور موقت اما نامنظم از تکرار شرایط خشکسالی رنج می برند. اما این وضعیت در مناطقی که از نظر اقلیمی به طور نامنظم توسط سامانه های مختلف آب و هوایی تحت تأثیر قرار می گیرند بیشتر مشاهده می شود. نمود اصلی پیدایش خشکسالی، کاهش بارندگی به پایین تر از حد نرمال می باشد. کاهش رطوبت خاک و کاهش آبهای سطحی و زیرزمینی از پیامدهای بعدی کاهش بارندگی است. ویلهایت و گلانتز خشکسالی ها را به چهار دسته خشکسالی هواشناسی، کشاورزی، هیدرولوژی و اقتصادی - اجتماعی طبقه بندی نمودند. خشکسالی هواشناسی زمانی روی می دهد که بارندگی سالانه و یا هر بازه زمانی معین (مثلاً ماهانه یا فصلی) کمتر از میانگین دراز مدت آن می باشد. ادامه خشکسالی هواشناسی به مدت طولانی سبب بروز خشکسالی هیدرولوژی می شود که در این نوع خشکسالی سطح آب رودخانه ها، مخازن آب، دریاچه ها و آبهای زیرزمینی به پایین تر از میانگین دراز مدت افت می کند. خشکسالی کشاورزی نیز زمانی آغاز می شود که مقدار رطوبت موجود در محیط ریشه گیاه به حدی کاهش یابد که موجب پژمردگی و در نهایت کاهش محصولات کشاورزی گردد. از این رو بخش کشاورزی اولین بخش از فعالیتهای انسانی است که تحت تأثیر خشکسالی قرار می گیرد و معیار تعریف خشکسالی اقتصادی - اجتماعی بر مبنای عرضه و تقاضای آب استوار است. هر گاه میزان تقاضای آب برای تولید برخی کالاهای اقتصادی بیشتر از عرضه آب شود خشکسالی اقتصادی - اجتماعی روی می دهد. افزایش جمعیت و یافزایش مصرف سرانه آب در کنار کاهش بارندگی و وقوع خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژی از عوامل بروز خشکسالی اقتصادی - اجتماعی است. شدت تداوم، گستره و فراوانی از ویژگی های خشکسالی به شمار می روند که با استفاده از شاخص های خشکسالی تعیین می گردند. شاخص های خشکسالی بر مبنای یک یا چند متغیر اقلیمی محاسبه میشوند. شاخص های خشکسالی $SWSI^1$, CMI^2 , $PDSI^3$ بر مبنای متغیرهای مختلف اقلیمی و هیدرولوژی محاسبه می گردند و از معروفترین شاخص های خشکسالی به شمار می روند که بیشتر در آمریکا مورد استفاده قرار می گیرند. برای محاسبه این شاخص ها، متغیرهای مختلفی مورد نیاز است که در همه جا اندازه گیری نمی شود. به همین دلیل کاربرد این دسته از شاخص ها تنها به برخی کشورهای توسعه یافته محدود می شود که دارای شبکه های سازمان یافته و با سابقه اقلیم شناسی می باشند. بررسی های انجام شده نشان میدهد که وزن بارندگی در این

¹ -Surface Drought Severity Index

² -Crop Moisture Index

³ -Palmer Drought severity Index

گونه شاخص ها بیش از بقیه متغیرهاست . از این رو بارندگی به تنهایی بیش از 80 درصد تغییرات این گونه شاخص ها را توجیه می کند . به همین علت در بسیاری از کشورهای دنیا از شاخص هایی استفاده می شود که تنها از متغیر بارندگی (که در دسترس ترین متغیر اقلیمی است) بهره می برند. شاخص درصد از نرمال⁴ و BMDIS⁵ ، دهک ها⁶ و SPI⁷ شاخص هایی هستند که تنها بر مبنای استفاده از متغیر بارندگی استوارند . شاخص SPI به علت سادگی محاسبات ، استفاده از داده های قابل دسترس بارندگی، قابلیت محاسبه برای هر مقیاس زمانی دلخواه و قابلیت بسیار زیاد در مقایسه مکانی نتایج ، به عنوان مناسب ترین شاخص برای تحلیل خشکسالی به ویژه تحلیل های مکانی شناخته می شود. با استفاده از این شاخص می توان تغییرات زمانی و مکانی بارندگی ، دوره های خشک و تر و نیز ویژگی های خشکسالی ها و ترسالی ها را برای ایستگاههای مورد مطالعه تعیین نمود. محاسبه این شاخص نسبتاً ساده بوده و نتایج آن از قابلیت اعتماد بالایی به ویژه برای مطالعات منابع آب ، برخوردار است . ویژگی های SPI این امکان را می دهد تا وضعیت منابع آب را برای دوره ها و تداوم های کوتاه مدت که در کشاورزی و مطالعه رطوبت قابل دسترس گیاه مناسب است و نیز مقیاس های زمانی بلند مدت که در مطالعه جریان های رودخانه ای و مخازن آب زیر زمینی دارای اهمیت است ، مورد مطالعه قرار داد. از ویژگی های دیگر این شاخص آن است که همزمان می توان از آن در مطالعه ترسالی ها نیز استفاده بعمل آورد. بنابراین با توجه به این که خشکسالی پدیده ای است که در هر منطقه و کشوری ، چه دارای آب و هوای خشک باشد و چه مرطوب ، اتفاق می افتد و با خشکی و کم آبی متفاوت است لذا خشکسالی شرایط خشکی و مسئله کم آبی را حادتر خواهد کرد . امکان جلوگیری از وقوع خشکسالی در هیچ منطقه و شرایطی وجود ندارد ، ولی برای مقابله با آن و کاهش خسارت های احتمالی می توان اقداماتی را انجام داد به عبارت دیگر ، با یک برنامه ریزی صحیح و همه جانبه می توان از شدت آثار منفی آن کاست. اقدامات مدیریتی لازم برای مناطق و شرایطی که امکان تداوم خشکسالی و بروز شرایط سخت زندگی تا حدودی قابل پیش بینی است. از اهمیت بیشتری برخوردار است چرا که خشکسالی به طور مستقیم به آب ، میزان و کیفیت آب ارتباط دارد و باید این مسئله از دیدگاه و جنبه های متفاوتی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. با توجه به شرایط ویژه استان کرمانشاه (از دیدگاه اقلیم شناسی) منطقه و ضرورت پرداختن به مباحث توسعه اقتصادی - اجتماعی در منطقه و نقش حیاتی آب به عنوان مهم ترین زیرساخت توسعه و فعالیتهای عمرانی و آبادانی ، شناسایی ویژگی های خشکسالی در سطح منطقه و پیش بینی آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است . مقاله حاضر در پی آن است تا ویژگی ها و اثرات دوره های خشکسالی را در یک بازه زمانی و مکانی بر روی منابع آب شرب روستایی با استفاده از شاخص های SPI و ارائه راهکارهای مدیریتی برای مقابله با اثرات خشکسالی مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد .

موقعیت جغرافیایی و اقلیمی منطقه :

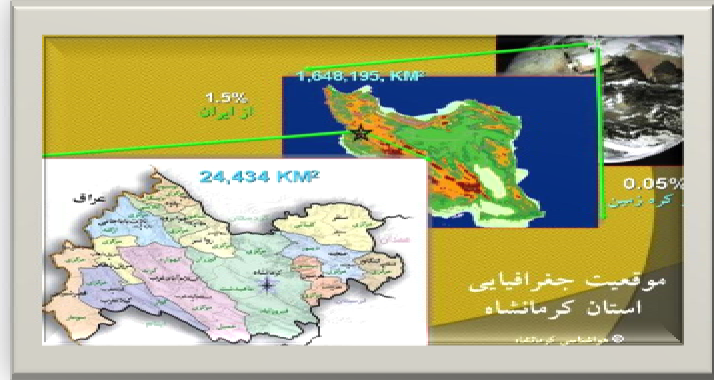
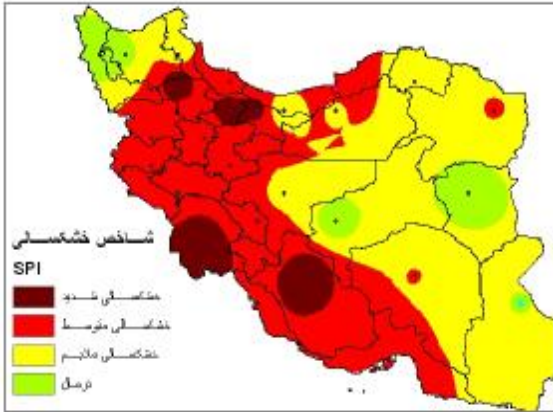
استان کرمانشاه در محدوده غربی ایران قرار دارد شکل (1) موقعیت جغرافیایی استان را نشان می دهد . این استان به علت قرار گرفتن در عرض جغرافیایی از آب هوایی نیمه خشک ، مدیترانه ای ، نیمه مرطوب ، مرطوب برخوردار است و در بیش از نیمی از سال هوا معتدل می باشد . در فصول گرم سال نیز امکان بارندگی در منطقه وجود دارد و این در حالی است که استان کرمانشاه از نظر شدت خشکسالی جایگاه نسبتاً بهتری نسبت به میانگین کل کشور را به خود اختصاص می دهد . (شکل 2)

⁴ - Percent Of Normal

⁵ -Bhalme and Mooley Drought Index

⁶ - Deciles

⁷ - standardized precipitation Index



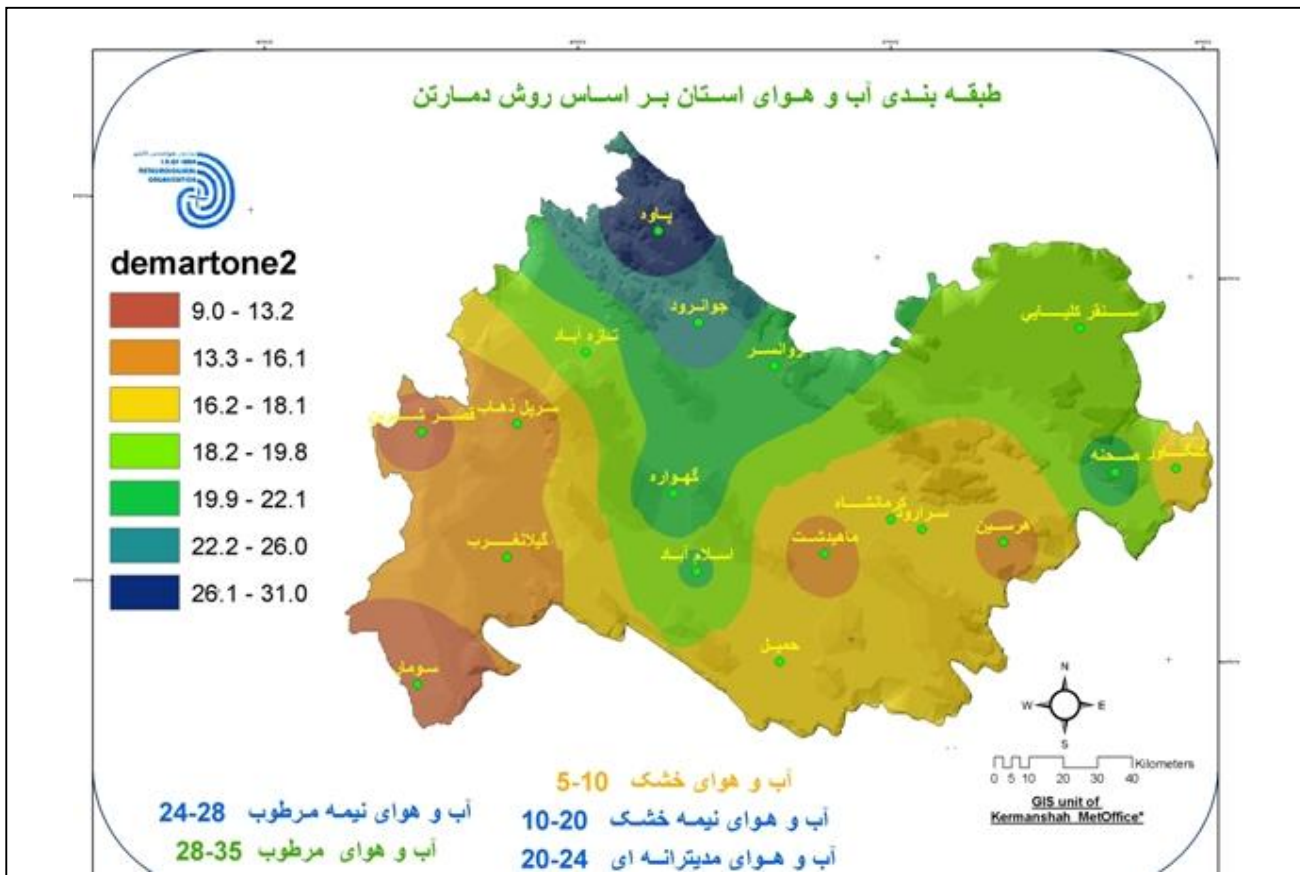
اساس طبقه بندی آب و هوای استان کرمانشاه :

منطقه ای از سطح زمین که اثرات ترکیب شده فاکتورهای اقلیمی بر آن ، موجب برقراری شرایط اقلیمی نسبتاً همگنی می گردند یعنی یک نوع اقلیم ، اصطلاحاً منطقه اقلیمی نامیده میشود. بطور کلی یک سیستم طبقه بندی اقلیمی مجموعه قواعدی است که به کار گرفتن آنها مناطقی را که از نقطه نظرهایی شباهت دارند و دارای ویژگی های مشترکی هستند را از دیگر مناطق مجزا می کند و در یک طبقه قرار می دهد. در طبقه بندی اقلیمی دو مسئله را باید مد نظر داشت :

1. تعیین معیارهای لازم جهت طبقه بندی 2- تعیین مرز بین دو گروه یا دو ناحیه آب و هوایی

فرمولهای اقلیمی توابعی هستند که در آنها دو یا چند عنصر اقلیمی به کار رفته و بر حسب مقادیر عددی که برای یک منطقه بدست می آید نوع آب و هوای آن منطقه مشخص می شود که در استان کرمانشاه بر اساس روش دمارتن تقسیم بندی برای اقلیم استان انجام شده در این روش برای طبقه بندی اقلیمی از دو پارامتر دما و بارش استفاده می شود.

شکل (3): طبقه بندی آب و هوای استان بر اساس روش دمارتن.



داده های مورد استفاده

در این پژوهش از داده های بارندگی ماهانه 8 ایستگاه سینتوپیک و کلیماتولوژی استان کرمانشاه با طول دوره آماری از سال 1388-1389 مورد بررسی قرار گرفت . داده های بارندگی ایستگاه های مورد مطالعه از نظر همگنی و استقلال و تصادفی بودن مورد ارزیابی قرار گرفت و سری های مشکوک با استفاده از داده های ایستگاه های مبنا اصلاح گردید. در این بررسی مشخص گردید که بیشتر ایستگاه ها با ایستگاه های مبنا همگن می باشند. استقلال و تصادفی بودن داده ها در همه ایستگاه ها نیز به تأیید رسید .

شکل (4) : موقعیت استان کرمانشاه از لحاظ پهنه بندی بارش



روش پژوهش

شاخص SPI در سال 1993 با هدف پایش و تعریف ویژگی های خشکسالی (تر سالی) به وسیله کلکی و همکاران⁸ ارائه گردید . محاسبه شاخص SPI برای یک دوره معین در یک ایستگاه نیازمند وجود داده های ماهانه بارندگی برای یک دوره آماری یکسال (1388-1389) می باشد. برای محاسبه شاخص SPI ابتدا تابع توزیع احتمال داده ها⁹ با برازش یک تابع احتمال مناسب بر کل داده ها تعیین می گردد. سپس تابع توزیع تجمعی¹⁰ داده ها با استفاده از احتمال معادل آن به توزیع نرمال که دارای میانگین صفر و انحراف از معیار یک می باشد تبدیل می گردد. از این رو مقدار SPI محاسبه شده به واحد انحراف از معیار بیان می گردد. تحقیقات بسیاری از دانشمندان و محققان نشان میدهد که مناسبترین توابع توزیع احتمال برای برازش داده های بارندگی ماهانه از توابع خانواده گاما استفاده گردد.

جدول (1) طبقه بندی مقادیر SPI

مقدار SPI	طبقه بندی	احتمال رخداد
1.99-~	خشکسالی حاد	~0.24
1.19-~	خشکسالی متوسط	0.79/0.1
1.01-~	خشکسالی شدید	0.4/0.4
~0	خشکسالی فرین	0.3/0.3
		~0.50

به منظور بررسی پدیده خشکسالی در استان و اثرات آن بر منابع آب شرب روستایی ابتدا سری زمانی شاخص SPI برای یک دوره زمانی یکسال برای ایستگاه های مورد مطالعه محاسبه گردید. با توجه به گسترش این استان در عرض جغرافیایی و تحت تأثیر بودن ایستگاه های مختلف از سامانه های مدیترانه ای، طبیعی است که روند تغییرات بارندگی و سری زمانی SPI در این

⁸ - Mckee

⁹ -probability Distribution Function

¹⁰ - cumulative Distribution Function

استان متفاوت باشد از این رو سری های زمانی SPI برای یک دوره یکساله ایستگاه های مورد مطالعه با استفاده از روش تحلیل خوشه ای به شیوه دمارتن دسته بندی گردیدند و مشخص گردید که بارندگی ها به صورت محلی روی می دهند. از این رو در یک منطقه ممکن است همه ایستگاه ها کمبود بارندگی و یا خشکسالی را تجربه کنند. خشکسالی های محلی اغلب تداوم کوتاهی داشته و تأثیرات منفی دراز مدت ندارند. لذا به منظور شناسایی الگوی مکانی و مناطق مستعد خشکسالی استان خشکسالی های مهم از نظر شدت و تداوم مورد بررسی قرار گرفت .

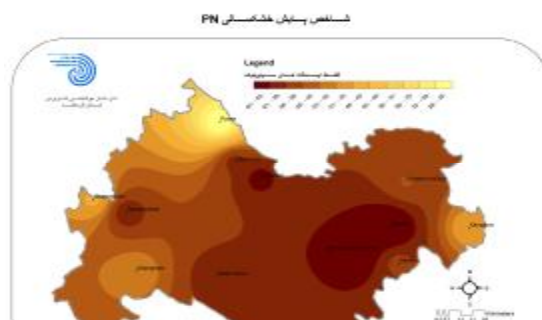
داده ها

در این تحقیق از داده های بارش ماههای خورشیدی برای ایستگاه های مختلف استان کرمانشاه استفاده شده است . برای بررسی خشکسالی در سال آبی 89-1388 یک دوره آماری در نظر گرفته شد . لازم به توضیح است با توجه به تعریف، سال آبی در نیمکره شمالی از اول اکتبر سال n تا 30 سپتامبر سال n+1 ام است، نزدیک ترین بازه زمانی در تقویم خورشیدی به تعریف سال آبی از اول مهر تا 31 شهریور می باشد . داده های بارش دوره آماری 1388-1389 تعدادی از ایستگاه های استان کرمانشاه جمع آوری گردید و با استفاده از نمایه های درصد از نرمال و بارش استاندارد شده وضعیت آب و هوایی این ایستگاه ها در سال آبی 89-1388 مورد بررسی قرار گرفت . ویژگی های مورد بررسی و همچنین نمایه های PN , PSI برای هر یک از ایستگاه ها در سال آبی 89-1388 در جدول (2) دیده میشود بر اساس داده های این جدول نمایه درصد از نرمال برای همه ایستگاه ها کوچکتر از 1 (کمتر از 100 %) و نمایه بارش استاندارد شده همه ایستگاه ها منفی می باشد و آب هوای استان در سال گذشته در وضعیت "خشکسالی ملایم" قرار می گیرد. و این تحلیل نشان می دهد که بیشتر مساحت استان در وضعیت خشکسالی ملایم قرار داشته و در حالیکه مناطقی از شمال و جنوب استان در وضعیت "خشکسالی متوسط" قرار داشته اند. و داده ها در مجموع نشان داده استان کرمانشاه از نظر شدت خشکسالی جایگاه نسبتاً بهتری نسبت به میانگین کل کشور را به خود اختصاص می دهد .

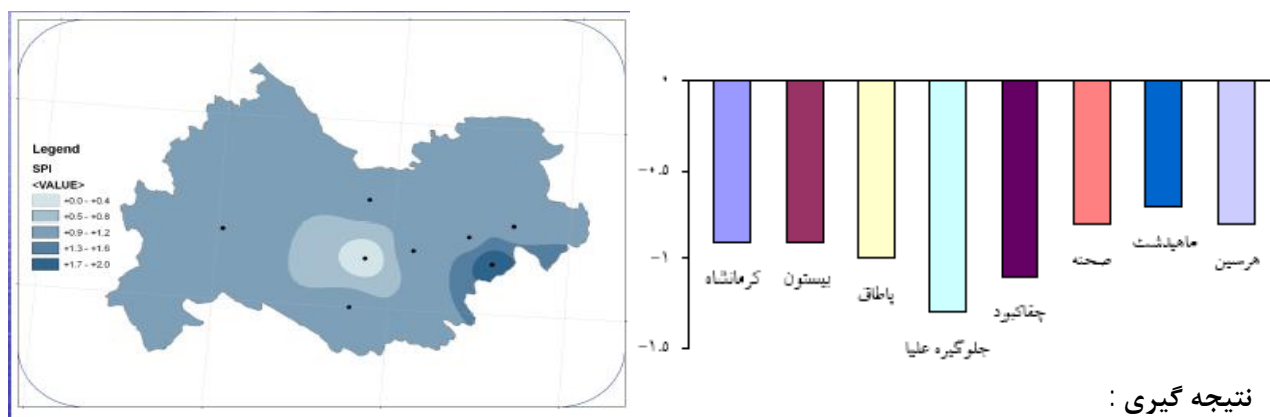
جدول (2): ویژگیها و وضعیت خشکسالی ایستگاهها بررسی شده در استان کرمانشاه

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	شهرستان	طول جغرافیایی (DD)	عرض جغرافیایی (DD)	ارتفاع	PN	SPI	وضع خشکسالی
کرمانشاه	صمدیهی	کرمانشاه	۴۷,۱۲	۳۴,۳۲	۱۳۱۸,۶	۰,۷۹	-۰,۹	خشکسالی ملایم
بیستون	بارانسنجی	خرمین	۴۷,۴۳	۳۴,۴۱	۱۰۰۰	۰,۷۸	-۰,۹	خشکسالی ملایم
باطاق	بارانسنجی	سرپل ذهاب	۴۶,۰۳	۳۴,۳۸	۹۲۰	۰,۷۳	-۱	خشکسالی متوسط
جلوگیره علیا	بارانسنجی	کرمانشاه	۴۶,۸۵	۳۴,۵۸	۱۱۸۰	-۰,۶۹	-۱,۳	خشکسالی متوسط
چنابکوب	بارانسنجی	اسلام آباد	۴۶,۷۸	۳۴,۰۰	۱۳۷۰	۰,۷۴	-۱,۱	خشکسالی متوسط
صحنه	بارانسنجی	صحنه	۴۷,۶۸	۳۴,۴۸	۱۴۵۰	۰,۸	-۰,۸	خشکسالی ملایم
مامیهدشت	بارانسنجی	کرمانشاه	۴۶,۸۵	۳۴,۲۷	۱۴۱۵	-۰,۶۴	-۰,۷	خشکسالی ملایم
خرمین	بارانسنجی	خرمین	۴۷,۵۷	۳۴,۲۷	۱۰۵۰	۰,۷۷	-۰,۸	خشکسالی ملایم
میانگین						۰,۷۷	-۰,۹	خشکسالی ملایم

اشکال (5): شاخص پایش و مقدار نمایه بارش استاندارد شده (SPI) برای ایستگاه های مختلف استان کرمانشاه در سال 88-89



اشکال (6) مقدار نمایه بارش استاندارد (SPI) برای ایستگاه های مختلف استان کرمانشاه



نتیجه گیری :

داده های بارش دوره آماری 89-1388 تعدادی از ایستگاههای استان جمع آوری گردید و با استفاده از نمایه ها نرمال و بارش استاندارد شده وضعیت آب و هوایی ایستگاهها مورد بررسی قرار گرفت براساس داده های بدست آمده نمایه درصد از نرمال برای همه ایستگاهها کوچکتر از 1 و نمایه بارش استاندارد شده همه ایستگاهها منفی می باشد و نشان دهنده آن است که آب و هوای استان در وضعیت خشکسالی ملایم قرار میگیرد. همچنین مقدار نمایه SPI بدست آمده برای ایستگاههای استان رسم شده که وضعیت خشکسالی همه ایستگاهها را بخوبی مقایسه، نتایج نشان داد که بیشترین شدت خشکسالی استان مربوط به ایستگاه باران سنجی جلوگیره علیا با نمایه 1.3- و کمترین شدت خشکسالی مربوط به ایستگاههای باران سنجی ماهیدشت با نمایه 0.7- که هر دو این ایستگاهها در شهرستان کرمانشاه قرار گرفته اند و این نتایج نشان میدهد که بیشترین مساحت استان در وضعیت خشکسالی ملایم قرار داشته در حالیکه مناطقی از شمال و جنوب استان در وضعیت خشکسالی متوسط قرار داشته اند. و همانطوریکه در جدول شماره (3) نیز دیده میشود بیشترین حجم عملیات آبرسانی سیار مربوط به مناطق شمالی و جنوبی استان می باشد. و از آنجا که استان کرمانشاه در سنوات قبل شاهد دوره خشکسالی بوده لذا احتمال ادامه خشکسالی در چند سال آینده نیز وجود دارد.

در این تحقیق نشان داده شده که می توان رفتار و روند تغییرات سری های زمانی SPI در یک روند یکسان از سطح استان با استفاده از روش فوق شدت خشکسالی را در یک دوره زمانی یکسال در کرمانشاه بدست آورد و مشخص گردید با توجه به اینکه دوره خشکسالی زمانی آغاز می شود که $SPI \leq -1$ شود و زمانی به پایان می رسد که $SPI > 0$ شود. که این خشکسالی باعث گردید دسترسی به منابع آب شرب در روستاها به شدت کاهش یافت در پی همین امر شرکت آب وفاضلاب روستایی استان کرمانشاه متحمل اقداماتی برای رفع این معضل گردید که یکی از این عوامل که هزینه بر نیز بوده است توزیع آب از طریق آبرسانی سیار در روستاها می باشد. برنامه ریزی موثر برای مدیریت منابع آب و مدیریت تقاضا آب قبل از ظهور خشکسالی باید انجام گیرد. یکی از دو موانع عمده در راه برنامه ریزی مقابله با بلایای طبیعی از جمله خشکسالی عدم امکان برآورد دقیق مالی از خسارات ناشی از خشکسالی است. لذا با داشتن یک برنامه مدون و دقیق می توان میزان خسارات را بشدت کاهش داد و همچنین با بالابردن آگاهیهای عمومی و جهت دادن به عموم در راستای دسترسی مناسب و بهینه به منابع آب شرب نیز از دیگر برنامه هایی است که می تواند در مقابله و کاهش اثرات خشکسالی و مدیریت در منابع شرب روستایی تأثیر بسزایی داشته باشد. چرا که در روستاها متأسفانه ممکن است از آب شرب استفاده های دیگر نیز از جمله: آبیاری، تغذیه حیوانات و ... نیز بعمل آید. این شرکت در سال 1388 تعداد 430 روستا و با اعتباری معادل 1036307 دلار و در سال 1389 تعداد 304 روستا و با اعتباری معادل 1034230 دلار

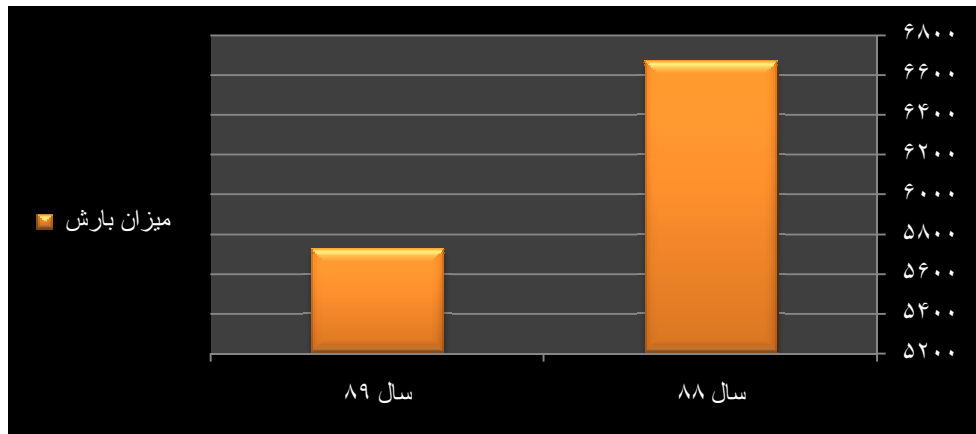
آبرسانی سیار نموده است که این مسئله توانسته چالش هایی همچون صرف اعتبارات عمرانی در امورات روزمره به جای سرمایه گذاری در زیر ساخت های تأمین آب مطمئنه ، مسائل مرتبط با ایجاد اختلال در کیفیت آب را به دنبال داشته است که برای چالش ها و مدیریت بهتر برای مقابله با اثرات خشکسالی برای منابع آب شرب روستایی می توان به راهکارهای زیر اشاره نمود :

- 1- تامین آب شرب در روستاها از طریق آبرسانی سیار(در اثر کاهش میزان بارندگی و کمبود آب)
- 2- وقتی هزینه های واقعی خشکسالی شناخته شود خسارتهای خشکسالی می توان مورد بررسی قرار دارد . همانطور که مشاهده میشود بیشترین خدمات آبرسانی سیار در محدوده خشکسالی **ملایم** و **متوسط** در استان هزینه گشته است .
- 3- با توجه به اینکه **تراکم جمعیت و روستاها در مرکز استان** (شهرستان کرمانشاه) بیشتر می باشد لذا بیشترین هزینه نیز در این منطقه صرف شده است .

جدول (3): آنالیز هزینه های آبرسانی سیار در استان در اثر خشکسالی

ردیف	شهرستان	سال 88		سال 89	
		تعداد روستا	هزینه (م.ر)	تعداد روستا	هزینه (م.ر)
1	صحنه	13	350	8	410
2	کرمانشاه	124	4565	105	4055
3	گیلانغرب	49	1665	36	1280
4	ثلاث باباجانی	40	998	25	850
5	سرپل ذهاب	16	420	18	780
6	دالاهو	36	993	26	680
7	اسلام اباد غرب	38	864	38	1380
8	پاوه	14	1482	13	800
9	روانسر	16	413	8	620
10	هرسین	13	450	6	530
11	سنقر	40	822	4	550
12	جوانرود	12	200	4	570
13	کنگاور	10	85	4	340
14	قصر شبرین	9	165	9	600
	جمع کل	430	13472	304	13445

شکل (6) : میزان بارش در کل استان طی سالهای 88-89



1. ارزیابی کیفیت و کمیت منابع جدید آب
2. ارزیابی استفاده از آب زیرزمینی
3. بررسی تمایل عمومی روستائیان برای پرداخت آب بهاء جهت دسترسی به منابع آب شرب سالم
4. نظارت بر منابع آب آسیب پذیر
5. دقت در برآورد رواناب فصلی و پیش بینی منابع جدید
6. حفاظت آب و کاهش تقاضا
7. کاهش تلفات سیستم آب در روستاها از طریق (کنترل مصرف آب حساب نشده – جایگزین کنتورهای قدیم با کنتور های جدید)
8. افزایش منابع تأمین آب شرب روستایی از طریق چاههای موجود در اراضی روستاها
9. برنامه های احتمالی وقوع خشکسالی و آموزش روستائیان (در غالب برنامه طرح هجرت)

مراجع :

۱. www.nws.noaa.gov/om/brochures/climate/drought.pdf
۲. <http://en.wikipedia.org/wiki/drought>
۳. www.irimo.ir/farsi/drought
۴. www.drought.nul.edu
- Dr.Michael Hayes, "Drought Indices", National Drought Mitigation Center
۵. Thomas B.McKee et al., "The relationship of drought frequency and duration of time scales", Eight Conference of Applied Climatology, ۱۷-۲۲ January ۱۹۹۳, Anaheim, California.
۶. C.T.Agnew, "Using the SPI to identify drought", Drought Network News, Vol.۱۲, No.۱, winter ۱۹۹۹-spring ۲۰۰۰.
۷. <http://amsglossary.allenpress.com>
۸. www.irimo.ir/farsi/publication/index.asp