

## بررسی خشکسالی در سال آبی ۱۳۸۶-۸۷ و اثرات آن بر منابع آب و کشاورزی (مطالعه موردی: شهرستان مرودشت)

فرامرزی خوش اخلاق،<sup>۱</sup> فیروز رنجبر،<sup>۲</sup> سجاد طولابی،<sup>۳</sup> معصومه مقبل،<sup>۴</sup> و  
جعفر معصوم پور سماکوش<sup>۵</sup>

### چکیده

خشکسالی از جمله بلایای طبیعی است که به صورت متناوب جوامع بشری را از طریق اثرات منفی بر روی منابع آب و کشاورزی و به تبع آن اقتصاد این جوامع را دچار مشکل می‌سازد. هدف از این مقاله بررسی شدت خشکسالی در سال آبی ۱۳۸۶-۸۷ و اثرات آن بر روی منابع آب و کشاورزی شهرستان مرودشت است. برای انجام تحقیق از داده‌های بارش شهرستان مرودشت در یک دوره آماری ۲۰ ساله و همچنین آمار میزان خروجی، ورودی و حجم مخزن سد درودزن و میزان برداشت محصولات کشاورزی از جمله گندم، جو و برنج در واحد سطح استفاده شده است. شدت خشکسالی در این تحقیق به وسیله شاخص استاندارد شده بارش SPI محاسبه شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که خشکسالی در سال آبی ۱۳۸۶-۸۷ از شدت بسیار بالایی برخوردار بوده و اثرات منفی شدیدی بر منابع آب و کشاورزی شهرستان مرودشت داشته است. تغییرات سطح آبهای زیر زمینی و ورودی سد درودزن دارای یک تأخیر زمانی نسبت به تغییرات شاخص SPI می‌باشد. در سال آبی مورد مطالعه به دلیل عدم تأمین نیاز آبی محصولات کشاورزی در دوره رشد، میزان برداشت این محصولات در واحد سطح کاهش زیادی نسبت به دوره‌های قبل دارد، برای مثال میزان برداشت محصول گندم در شهرستان مرودشت در سال آبی مورد مطالعه ۲۸/۳ درصد نسبت به سال قبل (۸۶ - ۱۳۸۵) کاهش داشته است.

کلیدواژه‌گان: خشکسالی، شاخص SPI، آبهای زیر زمینی، نیاز آبی، محصولات کشاورزی، سد درودزن.

۱. استادیار دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران.

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی دانشگاه تهران.

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه تهران.

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی دانشگاه تهران.

۵. دانشجوی دکترای اقلیم شناسی دانشگاه تهران.

## مقدمه

محافل علمی درگوشه و کنار دنیا، اخباری مبنی بر تغییر رژیم بارش و تکرار بیشتر بارشهای شدید را گزارش می‌کنند. به عنوان نمونه نتایج لنگ و لون (۲۰۰۴) نشان داد که در سه دهه انتهایی قرن بیستم (۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ میلادی) خشکسالی‌ها و بارش‌های شدید و سیلابی در سراسر زمین بیشتر تکرار شدند (موسوی، ۱۳۸۰، ۷). بی‌گمان خشکسالی از جمله اصلی‌ترین و قدیمی‌ترین بلیه‌های طبیعی است که انسانها از دیر باز با آن آشنا بوده‌اند (فرج زاده، ۱۳۸۴، ۵). بروز خشکسالی و کاهش بارش در هر منطقه‌ای می‌تواند بر منابع آب و کشاورزی آن منطقه اثر بگذارد، امروزه آب مهم‌ترین چالش بین الملل در اکثر کشورهای جهان می‌باشد. به طوری که در سال ۲۰۰۰ میلادی ۲۶ کشور جهان با ۳۰۰ میلیون نفر جمعیت با کمبود آب مواجه بوده و تا سال ۲۰۵۰ میلادی نیز بیشتر از ۲۶ کشور جهان با داشتن بیش از دو سوم جمعیت جهان با مشکل کم آبی روبه رو خواهند بود (محمدی و شمسی پور، ۱۳۸۲، ۱۱۵).

به دلیل وجود متغیرهایی که چه به صورت مستقیم و چه غیر مستقیم در خشکسالی دخالت دارند، تعریف این واژه مشکل است به همین دلیل هنوز تعریف جامع و قابل قبولی برای آن ارائه نشده است. برای مثال خشکسالی از نظر پالمر عبارت است از کمبود رطوبت مستقیم و غیر طبیعی (فرج زاده، ۱۳۸۴، ۶). از نظر علیجانی و کاویانی (۱۳۸۲، ۲۶۸) خشکسالی عبارت است از کاهش غیر منتظره بارش در مدتی معین در منطقه‌ای که لزوماً خشک نیست. میزان این کاهش آنقدر است که روند عادی رشد گیاهان را در منطقه مختل کند. بنابراین خشکسالی ویژگی دائمی منطقه نیست (کاویانی و علیجانی، ۱۳۸۲).

خشکسالی به عنوان پدیده‌ای خزنده شناخته شده است (اشگر طوسی، ۱۳۸۲، ۱). یعنی آغاز آن کاملاً مشخص نیست. پدیده مرموز و موذی خشکسالی بنا به ماهیت آثار مختلفی که دارد به انواع کشاورزی، هیدرولوژیک، اقلیم شناختی و خشکسالی اقتصادی اجتماعی تقسیم شده است (زاهدی قره آغاج و قویدل رحیمی، ۱۳۸۶، ۲۲). بر اثر خشکسالی آب رودها کم می‌شود و امکان دارد که رودهای دائمی، به رود فصلی یا موقتی تبدیل گردد و یا به کلی خشک شود که در نتیجه با حفر چاههای بیشتر و بهره برداری بیش از حد از آبهای زیر زمینی، سطح آنها بیشتر افت پیدا می‌کند (کردوانی، ۱۳۸۰، ۴۳). این روند به عنوان خشکسالی هیدرولوژیک شناخته می‌شود و به دوره‌ای گفته می‌شود که در آن مقدار جریان آب رودخانه و مخازن آب زیر زمینی و سطحی تا حد بحرانی کم شود (کاویانی، ۱۳۸۰، ۸۳). اگر در یک دوره معین سطح آب زیر زمینی به زیر سطح بحرانی کاهش یابد که منجر به نتایج مخرب شود، خشکسالی آب زیر زمینی رخ خواهد داد (هیسدال و تالاکسن، ۲۰۰۰). بروز خشکسالی می‌تواند اثرات منفی بر کشاورزی منطقه داشته

باشد. برای مثال در خشکسالی سال آبی ۱۳۷۷-۷۸، حدود ۷۰ درصد از محصولات دیم و ۱۰ درصد از محصولات آبی کشور آسیب دید؛ بطوری که تولید گندم حدود ۲/۴ میلیون تن و تولید برنج ۴۰۰ هزار تن کاهش داشته است (عزیزی، ۱۳۷۹، ۷۲).

عزیزی (۱۳۸۲) ارتباط خشکسالی‌های اخیر را با آب زیر زمینی دشت قزوین مطالعه کرد و به این نتیجه رسید که ناهنجاریهای منفی بارش بیشتر از ناهنجاریهای مثبت بوده و تأثیر فعالیتهای انسانی را نیز در ناهنجاریهای منفی آب زیر ز بسیار چشمگیر دانسته است.

بنابراین به دلیل همین اثرات خشکسالی، مطالعه و بررسی خشکسالی‌های مناطق اهمیت پیدا می‌کند. در بررسی خشکسالی هر منطقه‌ای راهکارهایی وجود دارد که یکی از راهکارهای مهم و اساسی در مطالعات خشکسالی هر منطقه، تعیین شاخصهایی است که بتوان بر اساس آنها میزان شدت و تداوم خشکسالی را در یک منطقه ارزیابی کرد (شنی زنده، ۱۳۸۳، ۷۳). شاخص خشکسالی در واقع تابعی از عوامل مختلف محیطی است که بر پدیده خشکسالی اثر می‌گذارند. در نهایت حاصل فرایند تابع یک عدد است که در ارزیابی خشکسالی‌ها و تصمیم‌گیریهای آینده، به مراتب مفیدتر از ردیفهای متعدد از داده‌های خام مرتبط با خشکسالی عمل می‌کند (هایس و همکاران، ۱۹۹۹، ۴۲۹-۴۳۸).

از جمله مهمترین شاخصهای به کار گرفته شده در بررسی خشکسالی، شاخص شدت خشکسالی پالم، استاندارد بارش، درصد تفاضل بارش، درصد از نرمال و روش دهکهاست (آرود، ۱۹۷۹، ۲۷۵-۲۷۶). البته به جز این شاخصها روشهای دیگری نیز برای پایش خشکسالی به کار برده می‌شوند که یکی از پرکاربردترین آنها شاخص استاندارد شده بارش (SPI) است. این روش در سال ۱۹۳۳ میلادی به وسیله محققان دانشگاه ایالت کلرادو پیشنهاد شد تا وضعیت عملیاتی پایش منابع تأمین آب در ایالت کلرادو را بهبود بخشند (آسیایی، ۱۳۸۵، ۴۹). افراد متعددی برای پایش خشکسالی از شاخص SPI استفاده کرده‌اند از جمله: هیز<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۹) برای بررسی خشکسالی در صحرای جنوبی و ایالات جنوبی ایالات متحده و همچنین کموسکو (۱۹۹۹)<sup>۲</sup> این روش را در ۴۰ ایستگاه مختلف ترکیه در مقیاسهای زمانی ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه به کار گرفت. آگنیو (۲۰۰۰)<sup>۳</sup> برای پایش دوره‌های خشک منطقه ساحل غربی آفریقا از روش SPI استفاده کرد (انصاری و داوری، ۱۳۸۶، ۹۹).

1. Hayes
2. Komuscu
3. Agnew

## داده‌ها و روش کار

برای انجام تحقیق، داده‌های بارش شهرستان مرودشت در یک دوره زمانی ۲۰ ساله از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. میزان سطح زیر کشت و میزان برداشت محصولات کشاورزی گندم، جو و برنج که از کشتهای مهم شهرستان هستند از اداره جهاد کشاورزی شهرستان مرودشت و همچنین داده‌های میزان خروجی، ورودی و حجم مخزن سد درودزن و سطح آبهای زیرزمینی شهرستان مرودشت از سازمان آب منطقه ای استان فارس اخذ شد.

این تحقیق برای برآورد شدت خشکسالی سال آبی ۸۶-۸۷ و همچنین بررسی چگونگی رخداد خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژی و کشاورزی در شهرستان مرودشت برای مقطع زمانی مورد مطالعه صورت گرفته است. برای بررسی شدت خشکسالی از شاخص استاندارد شده بارش (SPI) استفاده شده است. این شاخص نمایه‌ای است بر اساس احتمال بارش در هر بازه زمانی و اساساً برای بازه‌های زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه می‌شود. شاخص (SPI) برای هر منطقه بر اساس آمار بارش بلند مدت در یک دوره آماری معین محاسبه می‌شود. هرگاه مقادیر این شاخص به طور مداوم منفی شده و مقدار آن به ۱- و کمتر برسد، معرف وقوع خشکسالی بوده و مقادیر مثبت آن نشان دهنده پایان خشکسالی است.

## ویژگیهای جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شهرستان مرودشت بین ۵۱ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی در استان فارس قرار گرفته است. این شهرستان در ۴۵ کیلومتری شمال شرق شیراز، به روی دشت وسیع و حاصلخیز قرار گرفته است (بستانی‌پور: ۱۳۸۲، ۲۸). مساحت این منطقه ۴۰۴۰ کیلومتر مربع است که ۲۲۰۳ کیلومتر مربع آن را دشت و ۱۸۳۷ کیلومتر مربع بقیه را ارتفاعات تشکیل می‌دهد و متوسط ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۵۹۰ متر است. از نظر زمین‌شناسی شهرستان در کمربند چین خورده زاگرس قرار دارد و روند عمومی چین خوردگیها مطابق با چین خوردگی زاگرس، با امتداد شمال غرب- جنوب شرق می‌باشد. مهمترین جریانات سطحی موجود در این منطقه رودخانه‌های کر، سیوند و مائین است (اداره کل امور آب استان فارس گروه مطالعات پایه منابع آب). مرودشت در کنار بنای تاریخی تخت جمشید بر سر راه شیراز- اصفهان- تهران واقع شده است. این موقعیت جغرافیایی سبب شده است که شهر مرودشت از اثرات متروپل شیراز بی بهره نبوده و موقعیت ارتباطی واقع شدن آن بر سر راه ارتباطی شیراز- تهران یکی از دلایل رشد و توسعه شهر مرودشت می‌باشد. میانگین بارش سالانه در شهرستان مرودشت حدود ۵۰۰ میلی متر است، که بیشترین بارش در

فصل سرد و با ورود بادهای غربی در این منطقه ریزش می‌کند. شهرستان مرودشت دارای تابستانهای خشک می‌باشد. میانگین سالانه دمای منطقه مرودشت ۱۷/۷ درجه سلیسیوس، میانگین حداکثر دما ۲۳/۹ درجه سلیسیوس و میانگین حداقل دمای منطقه ۱۱/۵ درجه سلیسیوس است. طبق ضریب خشکی دمارتن که در منطقه مرودشت ۱۷/۸ به دست آمده، این منطقه جزو مناطق نیمه خشک ایران محسوب می‌شود.



شکل (۱): موقعیت شهرستان مرودشت.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

## نتایج و بحث

## خشکسالی هواشناسی

میزان بارش در شهرستان مرودشت و در سال آبی ۸۷-۱۳۸۶ حدود ۱۳۶/۸ میلی متر بوده است. میزان بارش در سال آبی مشابه سال گذشته یعنی ۸۶-۱۳۸۵ حدود ۵۰۰ میلی متر بوده و میانگین بارش ۲۰ ساله در این شهرستان حدود ۴۹۸ میلی متر است.

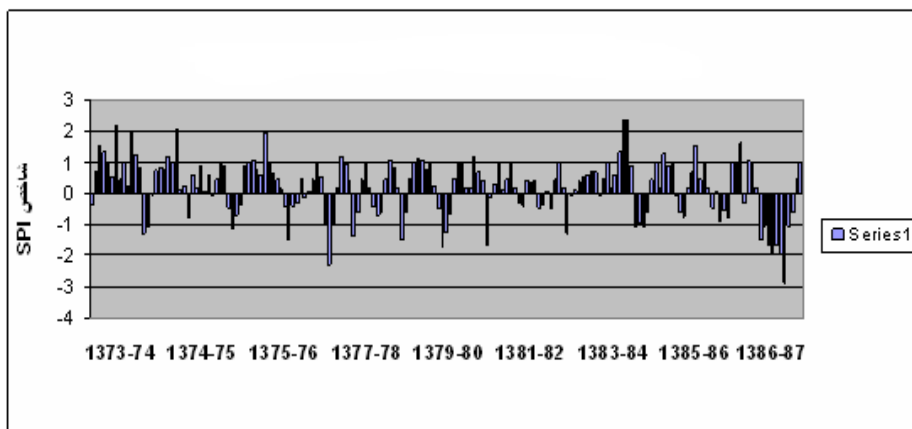
پایش خشکسالی در شهرستان مرودشت که به وسیله شاخص بارش استاندارد شده (SPI) انجام شده نشان می دهد خشکسالی ها و ترسالی ها در سالهای مختلف از نوسان زیادی برخوردارند. شاخص SPI نشان می دهد خشکسالی سال آبی ۸۷-۱۳۸۶ یک خشکسالی بسیار شدید است و تا قبل از سال ۸۷-۱۳۸۶ هیچ یک از خشکسالی های به وقوع پیوسته با این شدت نبوده اند. در این سال و در برخی از ماهها شاخص (SPI) که مقادیر منفی آن نشانگر وقوع خشکسالی می باشد، ارقام به دست آمده به حدود ۳- می رسند که این عدد بیانگر وقوع خشکسالی شدید در شهرستان مرودشت می باشد (جدول ۱).

جدول ۱: شدت خشکسالی در سال آبی ۸۷-۸۶ در شهرستان مرودشت بر اساس شاخص (SPI).

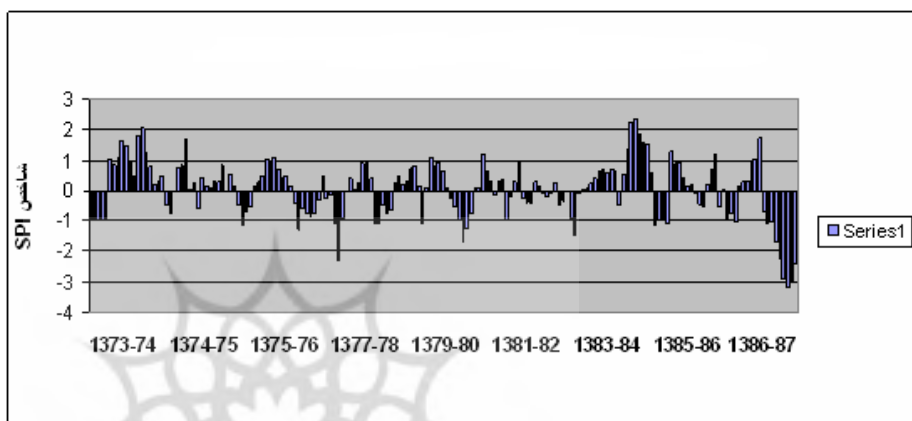
JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
-۲/۱۶	-۳/۱۶	-۲/۲۳	-/۲۶	-/۱۹	-/۵۴	-/۳۵	-/۱	-/۱۶۶	-۳/۱۵	-۳/۱۶	-۳/۱۶

با توجه به نمودارهای زیر که نشان دهنده شدت خشکسالی در شهرستان مرودشت هستند و با مراجعه به جدول (۱) می توان به شدت خشکسالی در سال آبی ۸۶-۸۷ پی برد. شکل های ۲ تا ۵ روند تغییرات شاخص SPI را در شهرستان مرودشت برای بازه های زمانی ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه نشان می دهد.

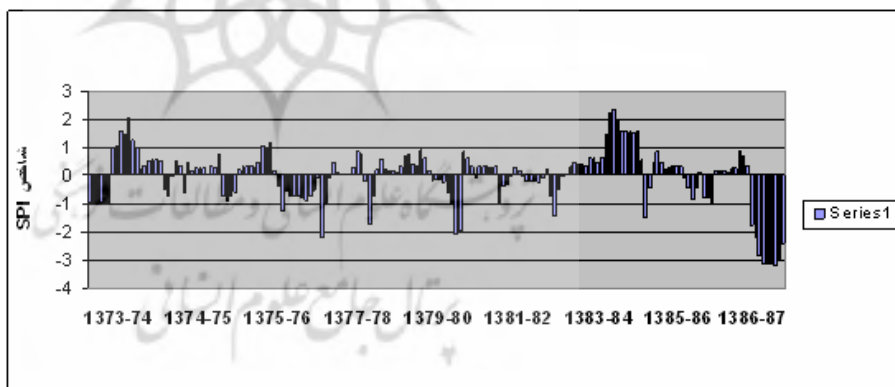
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی



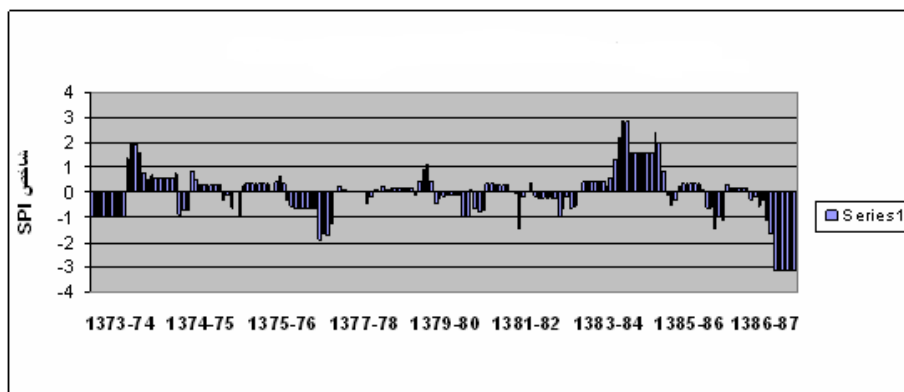
شکل (۱): روند تغییرات ۳ ماهه شاخص SPI در شهرستان مرودشت.



شکل (۲): روند تغییرات ۶ ماهه شاخص SPI در شهرستان مرودشت.



شکل (۳): روند تغییرات ۹ ماهه شاخص SPI در شهرستان مرودشت.



شکل (۴): روند تغییرات ۱۲ ماهه شاخص SPI در شهرستان مرودشت.

باید به این نکته نیز اشاره شود که در سال آبی مورد مطالعه، کاهش بارندگی تنها به شهرستان مرودشت مربوط نمی‌شود و در استان فارس به طور فراگیر پدیده خشکسالی اتفاق افتاده است. به طوری که در برخی از ایستگاههای استان میزان بارش در سال آبی مورد مطالعه بسیار کمتر از میانگین بارش این ایستگاهها بوده است (جدول ۲). این امر می‌تواند اثرات منفی زیادی بر روی منابع آب و اقتصاد منطقه داشته باشد.

جدول ۲: میزان بارش در سال آبی مورد مطالعه نسبت به میانگین در ایستگاههای استان فارس.

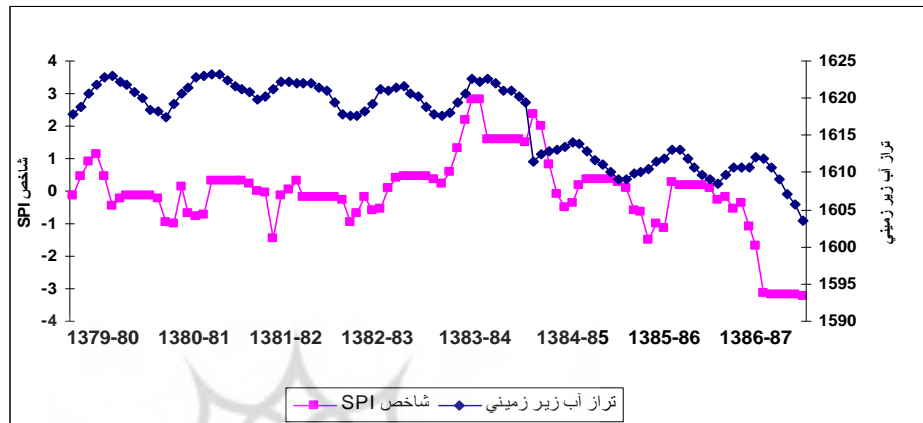
ایستگاهها	شیراز	لار	فسا	آباده	مرودشت	زرقان
بارش سال ۸۷-۱۳۸۶	۱۰۱	۷۶/۶	۹۲/۱	۱۷	۱۳۶/۸	۹۵/۲
میانگین بارش	۳۴۶	۲۲۲/۷	۳۰۱/۷	۱۴۳/۳	۴۹۸	۳۶۰/۶

### خشکسالی هیدرولوژی

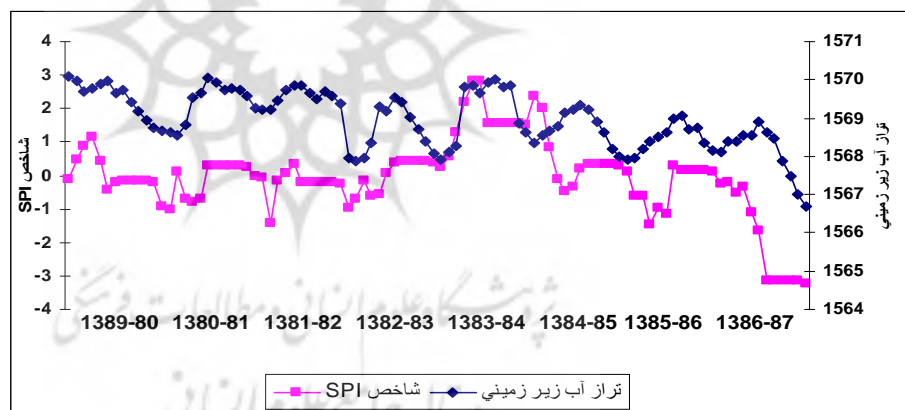
با توجه به شدت و دوام خشکسالی در سال آبی مورد مطالعه، و کاهش میزان نفوذ آبها سطحی به سفره‌های زیر زمینی، ارتفاع آبهای زیرزمینی در دشتهای شهرستان مرودشت دچار افت شدیدی شده‌اند. کاهش آب زیر زمینی در دشتهای شهرستان مرودشت با شاخص SPI ارتباط مستقیمی نشان می‌دهد. در واقع در ماههایی که شاخص SPI دارای روند افزایشی بوده است، ارتفاع آبهای زیرزمینی شهرستان نیز افزایش دارند و در ماههایی که مقدار شاخص SPI دچار کاهش می‌شود که نشان دهنده دوره‌های خشک می‌باشد، ارتفاع آبهای زیر زمینی نیز از روند کاهشی برخوردار می‌شود. این روند در طول دوره زمانی نیز صادق می‌باشد و ارتفاع سطح آبهای زیرزمینی با



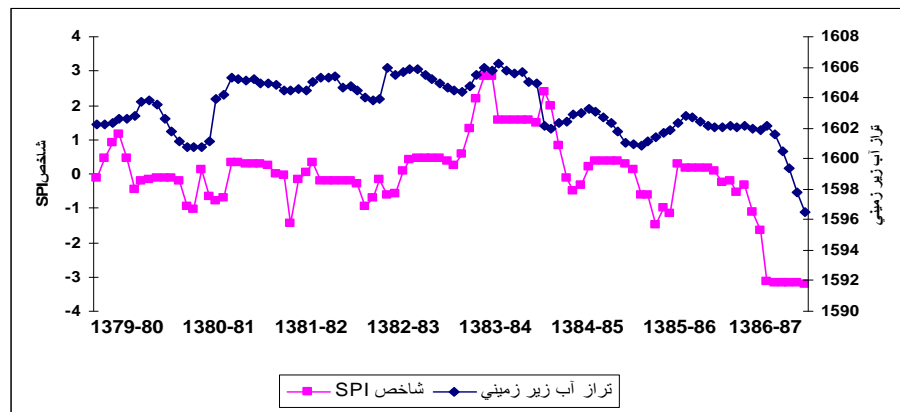
شاخص SPI دارای یک ارتباط می‌باشد اما این ارتباط با یک تأخیر زمانی همراه می‌باشد. این تأخیر زمانی به دلیل مدت زمان لازم برای نفوذ و رسیدن آبهای سطحی ناشی از بارندگی به سفره‌های آب زیرزمینی می‌باشد. این تأخیر را می‌توان اینگونه توجیه کرد که در ماههایی که شاخص SPI افزایش پیدا می‌کند (دوره‌های ترسالی) افزایش سطح آبهای زیر زمینی ممکن است در ماههای بعدی آشکار شود و همچنین در مورد ماههایی که شاخص SPI روند کاهشی دارد نیز کاهش آبهای زیرزمینی با یک فاصله زمانی رخ می‌دهد. شکل‌های ۶ تا ۸ ارتباط شاخص SPI و نوسان سطح آبهای زیرزمینی را به صورت ماهانه در شهرستان مرودشت نشان می‌دهد.



شکل (۵): ارتباط شاخص SPI و نوسان سطح آب زیر زمینی در دشت لانه طاووس.



شکل (۶): ارتباط شاخص SPI و نوسان سطح آب زیر زمینی در دشت رامجرد.



شکل (۷): ارتباط شاخص SPI با نوسان سطح آب زیر زمینی در دشت مروودشت - کربال.

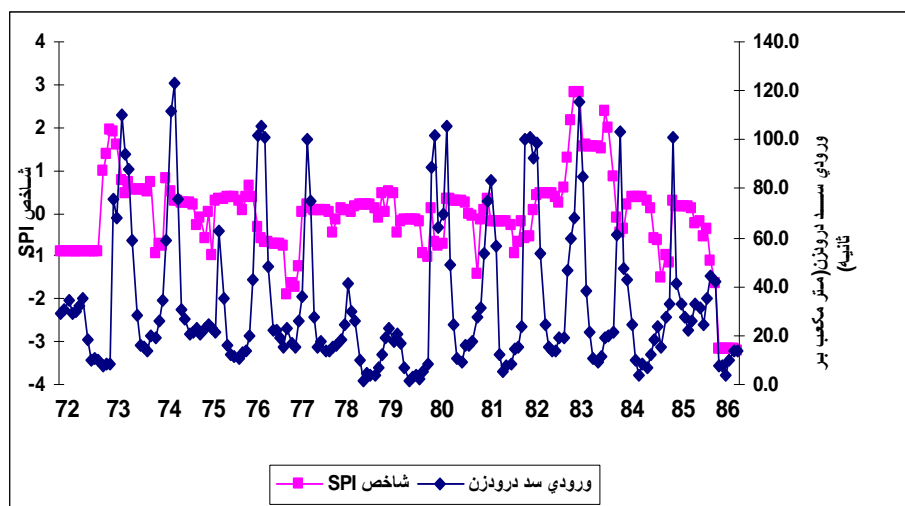
در سال مورد نظر سطح آب زیرزمینی در دشت رامجرد  $۱۶۰۰/۸$  متر از سطح دریا و در سال قبل  $۱۶۰۲$  متر از سطح دریا بوده است. میانگین آب زیرزمینی در دشت را مجرد حدود  $۱۶۰۳/۳$  متر از سطح دریا است. طبق این آمار سطح آب زیرزمینی در دشت را مجرد در سال  $۱۳۸۶-۸۷$  نسبت به سال قبل  $۱/۲$  متر و نسبت به میانگین حدود  $۲/۵$  متر افت داشته است. در دشت مروودشت - کربال سطح آب زیرزمینی در سال  $۱۳۸۶-۸۷$  حدود  $۱۵۶۸/۱$  متر از سطح دریا بوده و در سال  $۱۳۸۵-۸۶$  حدود  $۱۵۶۸/۵$  متر از سطح دریا بوده است. میانگین سطح آب زیرزمینی در این دشت  $۱۵۶۹$  متر از سطح دریا است. سطح آب زیرزمینی در دشت دشتبال - لانه طاووس در سال  $۱۳۸۶-۸۷$  حدود  $۱۶۰۸/۶$  متر از سطح دریا بوده و در سال  $۱۳۸۵-۸۶$  این مقدار حدود  $۱۶۱۱/۴$  متر از سطح دریا بوده است. میانگین سطح آب زیرزمینی در این دشت حدود  $۱۶۱۶/۹$  متر از سطح دریا است. افت سطح آب زیرزمینی در سال  $۱۳۸۶-۸۷$  نسبت به سال  $۱۳۸۵-۸۶$  حدود  $۲/۸$  متر و نسبت به میانگین  $۸/۳$  متر افت داشته است.

با توجه به اشکال ۶ تا ۸ می توان به روند نزولی آبهای زیرزمینی دشتهای شهرستان مروودشت در ارتباط با کاهش شاخص SPI (وقوع خشکسالیها) در سالهای اخیر پی برد. البته باید به این نکته اشاره کرد که افت سطح آب زیرزمینی شهرستان مروودشت در سالهای اخیر، تنها نمی تواند از کاهش بارشها ناشی شده باشد بلکه وجود چاههای عمیق و نیمه عمیق در سطح دشتهای که از آب آنها برای مصارف کشاورزی و دیگر مصارف استفاده می شود نیز می تواند دلیلی بر کاهش سطح آبهای زیر زمینی در این منطقه باشد.

برداشت بی‌رویه از آبهای زیرزمینی و افت سطح آب زیر زمینی می‌تواند هشدار برای بحران آب در آینده‌ای نه چندان دور در این منطقه باشد. با کاهش منابع آب دشتهای این شهرستان به دشتهای ممنوعه تبدیل خواهند شد و شهرستان مرودشت که یکی از مناطق گندم‌خیز ایران است با کاهش تولید مواجه شده و چه بسا خودکفایی ایران در زمینه تولید گندم نیز به فراموشی سپرده شود.

با توجه به جدول فوق بیشترین مصرف آب در بخش کشاورزی صورت می‌گیرد. بیشترین برداشت آب در شهرستان مرودشت مربوط به جریان‌ات سطحی و چشمه‌ها است، و بعد از چشمه‌ها و آبهای سطحی بیشترین برداشت مربوط به منابع آبهای زیر زمینی است که به وسیله چاههای عمیق و نیمه عمیق صورت می‌گیرد.

در سالهایی که میزان بارندگیها دچار کاهش می‌شود، آبهای سطحی مانند رودخانه‌ها و سدها نیز با کاهش دبی مواجه می‌شوند. کاهش بارندگیها در سالهای خشک بر روی ورودی سد درودزن اثر منفی داشته و باعث افت ورودی این سد در سالهای همراه با خشکسالی بوده است. شکل ۹ ارتباط بین شاخص SPI و ورودی سد درودزن را به صورت ماهانه در دوره آماری نشان می‌دهد. همانطور که از نمودار می‌توان دریافت، در هنگام بروز خشکسالی‌ها (کاهش شاخص SPI) میزان ورودی سد درودزن نیز کاهش پیدا می‌کند و در زمانی که شاخص SPI افزایش پیدا می‌کند میزان ورودی سد درودزن افزایش را نشان می‌دهد. تغییرات ورودی سد درودزن نسبت به تغییرات شاخص SPI دارای یک تأخیر زمانی است، در ماههایی که شاخص SPI افزایش پیدا می‌کند. افزایش ورودی سد با یک تأخیر زمانی همراه می‌باشد. این تأخیر زمانی می‌تواند ناشی از مدت زمان لازم برای ذوب برف و یخهای کوهستانها و پیوستن آب ناشی از آنها به ورودی سد درودزن باشد.



شکل (۸): ارتباط شاخص SPI و میزان ورودی سد درودزن.

باتوجه به بروز خشکسالی شدید، در سال ۸۷-۱۳۸۶ میزان ورودی سد درودزن ۶۴۸/۸۲ میلیون متر مکعب بوده، در حالی که در سال قبل از آن ۱۰۶۵/۷۲ میلیون متر مکعب و میانگین ورودی در دوره آماری ۱۰ ساله ۹۷۴/۱۸۹ میلیون متر مکعب بوده است. میزان خروجی سد در سال مورد مطالعه ۳۸۳/۸۵ میلیون متر مکعب بوده که در سال ۸۶-۱۳۸۵ این رقم ۱۰۲۶/۴ میلیون متر مکعب بوده است. البته باید ذکر نمود که میزان خروجی سدها، چندان در شناسایی خشکسالی اهمیتی ندارد اما در زمان بروز خشکسالی‌ها به دلیل پیش بینی آب برای مصارف آینده و همچنین صرفه‌جویی و کاهش هدر رفت آب میزان خروجی سدها نیز کاهش پیدا می‌کند. میزان حجم مخزن سد در سال ۸۷-۱۳۸۶ حدود ۳۱۲/۷۷ میلیون متر مکعب بوده که این رقم در سال قبل ۳۷۲/۱۵۴ میلیون متر مکعب بوده و میانگین حجم مخزن نیز ۳۶۱/۲۳ میلیون متر مکعب است. در شکل (۸) میزان ورودی، خروجی، حجم مخزن و درصد پر بودن سد درودزن در سالهای ۸۷-۱۳۸۶ و ۸۶-۱۳۸۵ نشان داده شده است. با توجه به این جدول و مقایسه آمار موجود اثرات منفی خشکسالی سال ۸۷-۱۳۸۶ قابل درک خواهد بود.

### خشکسالی کشاورزی

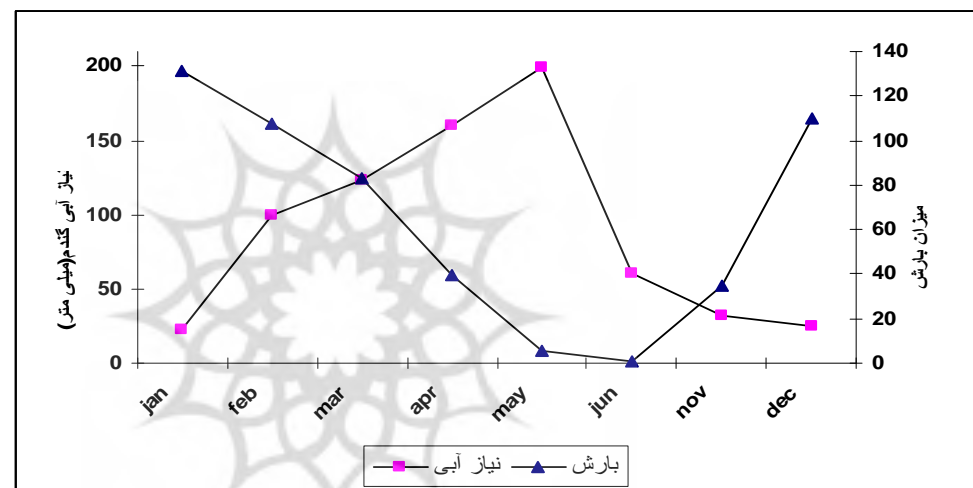
کاهش بارندگی در هر منطقه و کاهش آبهای سطحی و زیرزمینی می‌تواند بر روی فعالیتهای کشاورزی اثرات منفی به دنبال داشته باشد. در واقع بروز پدیده خشکسالی می‌تواند باعث تأمین نشدن نیاز آبی محصولات کشاورزی گردیده و میزان عملکرد آنها را در واحد سطح کاهش دهد.

در شهرستان مرودشت بخشی از نیاز آبی محصولات کشاورزی از طریق بارندگی تأمین می‌گردد که این بارشها بیشتر در فصل سرد انجام می‌گیرد و چون در فصل سرد تبخیر و تعرق گیاهان پایین است و گیاه نیز نیاز چندانی به آب ندارد، آب ناشی از باران می‌تواند به آبهای سطحی و زیرزمینی اضافه گردد. در فصول گرمتر مانند بهار که تبخیر و تعرق بالا می‌رود و گیاه نیز به دلیل افزایش میزان رشد و شروع به گلدهی و میوه‌دهی نیاز بیشتری به آب پیدا می‌کند، مقدار اندکی از نیاز آبی محصولات در این فصول از طریق بارش و مابقی از طریق آبیاری تأمین می‌گردد. در شهرستان مرودشت آبیاری محصولات کشاورزی از طریق آبهای زیرزمینی، آب سد درودزن و آبهای سطحی دیگر انجام می‌گیرد، بنا بر این در مواقع کاهش بارندگی و بروز خشکسالی در صورت آبیاری نشدن محصولات به علت کمبود منابع آب، میزان برداشت محصولات کشاورزی دچار افت می‌شود. گندم یکی از محصولات مهم شهرستان مرودشت می‌باشد که با توجه به دوره رشد، مقداری از نیاز آبی آن به وسیله آب باران و قسمتی از آن نیز به وسیله آبیاری تأمین می‌گردد. با توجه به دوره رشد محصول گندم که از آبان ماه تا خرداد ماه و حدود ۲۲۰ روز طول می‌کشد، میانگین نیاز آبی محصول گندم در ماههای مختلف در طول دوره آماری محاسبه شده است (جدول ۳). نیاز آبی محصول گندم از طریق محاسبه تعریق و تعرق پتانسیل در منطقه و با توجه به ضریب گیاهی محاسبه شده است. میزان تبخیر و تعرق پتانسیل از طریق روش بلانی کریدل به دست آمده است.

جدول ۳: میانگین نیاز آبی محصول گندم در شهرستان مرودشت در طول دوره رشد به میلی متر.

ماهها	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	NOV	DEC
نیاز آبی mm	۲۲/۵	۱۰۰/۵	۱۲۲/۸	۱۶۰/۴	۱۹۹/۶	۶۰/۹	۳۱/۵	۲۵/۲
میانگین بارش mm	۱۳۱/۲	۱۰۷/۲	۸۲/۸	۳۹/۴	۵/۸	۱/۴	۳۴/۸	۱۰۹/۸

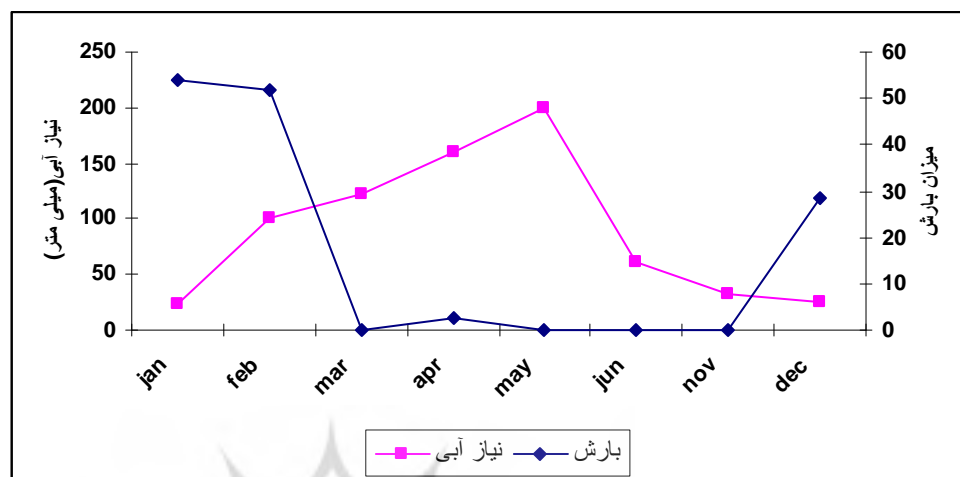
با توجه به جدول (۳) در ماههای فصل بهار به دلیل افزایش تبخیر و تعرق و همچنین افزایش رشد محصول میانگین نیاز آبی بیشتر از ماههای فصول سرد است، در همین ماهها میزان نزولات جوی نیز کاهش یافته است و بنابر این کمبود نیاز آبی محصول باید از طریق آبیاری به وسیله منابع مختلف صورت گیرد. شکل ۱۰ میانگین نیاز آبی گندم را در ماههای دوره رشد و میزان بارش همان ماهها را نشان می دهد.



شکل (۹): میزان نیاز آبی و میزان بارش در دوره رشد گندم.

کاهش بارندگی در سال آبی ۸۷-۱۳۸۶ و رخداد خشکسالی شدید در همین دوره منجر به افت منابع آب زیرزمینی در دشتهای شهرستان و همچنین کاهش ورودی آب به سد درودزن و دیگر منابع آب شهرستان مرودشت گردید. در شهرستان مرودشت میانگین نیاز آبی محصول گندم در طول دوره رشد حدود ۷۲۳ میلی متر محاسبه شده است و میزان بارش نازل شده در این شهرستان در سال آبی ۸۷-۱۳۸۶ حدود ۱۳۶/۸ میلی متر می باشد. بنا براین حدود ۵۸۷ میلی

متر از نیاز آبی محصول باید از طریق آبیاری از منابع دیگر تأمین می‌شد که افت سطح آب زیر زمینی و کاهش خروجیهای سد درودزن به منظور آبیاری محصولات کشاورزی امکان آبیاری مطلوب را در این منطقه فراهم نکرد و میزان برداشت محصول گندم در واحد سطح به مقدار قابل توجهی در سال آبی مورد مطالعه افت داشته است. شکل ۱۰ میزان بارش و نیاز آبی را در سال آبی مورد مطالعه در شهرستان مرودشت نشان می‌دهد.



شکل (۱۰): میزان نیاز آبی و میزان بارش در طول دوره رشد گندم به میلی متر.

با توجه به نمودار فوق در سال آبی مورد مطالعه به دلیل کاهش میزان بارش در طول دوره رشد گیاه گندم، در بیشتر ماهها میزان نیاز آبی بیشتر از میزان بارندگی می‌باشد. در واقع از اواسط ماه مارس تا فصل خوشه‌دهی و ثمردهی گیاه گندم، میزان نیاز آبی بیشتر از میزان بارش بوده است و این کمبود نیاز آبی باید به وسیله آبیاری تأمین شده باشد. بنابراین در سال آبی ۸۷-۱۳۸۶ میزان برداشت محصول گندم نسبت به میانگین دوره آماری و نسبت به سال ۸۶-۱۳۸۵ افت بسیار زیادی را نشان می‌دهد.

در سال آبی مورد مطالعه تنها محصول گندم دچار خسارت و کاهش محصول نشده است، در این سال برخی محصولات عمده این شهرستان مانند برنج و جو نیز با کاهش زیادی در میزان محصول مواجه شده است. در سال ۸۷-۱۳۸۶ سطح زیر کشت جو در شهرستان مرودشت ۹ هزار هکتار و میزان برداشت ۲۲/۵ هزار تن بوده است. در سال قبل یعنی سال ۸۶-۱۳۸۵ سطح زیر کشت جو در این منطقه ۱۳ هزار هکتار و میزان برداشت ۵۲ هزار تن بوده است. بنابر این

میزان برداشت جو در شهرستان مرودشت در سال ۸۷-۱۳۸۶ نسبت به سال ۸۶-۱۳۸۵ کاهش چشمگیری داشته و به حدود نصف کاهش یافته است. به دلیل اینکه برنج یک گیاه آبدوست است، خشکسالی سال ۸۷-۱۳۸۶ باعث کاهش شدید در سطح زیر کشت این محصول شده است. در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ سطح زیر کشت محصول برنج ۲۸ هزار هکتار و این رقم در سال ۸۷-۱۳۸۶ که همزمان با خشکسالی است، ۱۰ هزار هکتار بوده است. این در حالی است که میانگین ۱۰ ساله سطح زیر کشت برنج در این منطقه ۲۳ هزار هکتار است.

### نتیجه‌گیری

بررسی خشکسالی در شهرستان مرودشت نشان می‌دهد سالهای خشک و تر در این منطقه دارای نوسانات زیادی هستند. خشکسالی در سال آبی ۸۷-۱۳۸۶ با توجه به شاخص SPI بسیار شدید بوده و در سالهای قبل خشکسالی دیگری با این شدت به وقوع نپیوسته است. با توجه به بررسیها و آمار موجود این خشکسالی اثرات منفی زیادی بر منابع آب زیر زمینی و سطحی و میزان برداشت محصولات کشاورزی شهرستان مرودشت داشته است.

کاهش سطح آبهای زیرزمینی و شاخص SPI دارای یک ارتباط هستند به طوری که با افزایش شاخص میزان سطح آبهای زیرزمینی نیز افزایش پیدا می‌کند و با کاهش شاخص، سطح آبهای زیرزمینی نیز کاهش پیدا می‌کند. این ارتباط با یک تأخیر زمانی همراه می‌باشد که این تأخیر زمانی ناشی از فاصله زمانی برای نفوذ آبهای سطحی و پیوستن آنها به سفره‌های زیرزمینی می‌باشد. ارتباط شاخص SPI با ورودی سد درودزن و همچنین تأخیر تغییرات ورودی سد درودزن نسبت به تغییرات شاخص SPI نیز مشابه آبهای زیرزمینی می‌باشد.

در سال آبی مورد مطالعه به دلیل کاهش شدید بارش و عدم تأمین نیاز آبی محصولات کشاورزی از طریق بارش و همچنین افت منابع آب سطحی و زیرزمینی در شهرستان مرودشت، میزان تولید محصولات کشاورزی نسبت به میانگین دوره ای و نسبت به تولیدات سال آبی قبل دچار افت شدیدی شده است.

با توجه به اینکه شاخص استاندارد شده بارش SPI برای شناسایی شدت خشکسالی‌ها تنها از پارامتر بارش بهره می‌گیرد، می‌تواند دارای نواقصی نیز باشد زیرا عوامل دیگری همچون دما، تبخیر و تعرق و... نیز می‌تواند در شدت خشکسالی اثر گذار باشد. با اثردهی این پارامترها در شدت خشکسالی، می‌توان در تحقیقات آتی خشکسالی‌ها را به صورت عمیق‌تری بررسی کرد.



## منابع

۱. آسیایی، مهدی، ۱۳۸۵، شاخصهای خشکسالی، انتشارات سخن گستر.
۲. اشگر طوسی، شادی: ۱۳۸۲، پیش بینی وقوع خشکسالی در استان خراسان و بهینه سازی الگوی کشت جهت سازگاری با آن، پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری وزه کشی.
۳. انصاری، حسین و کامران داوری: ۱۳۸۶، پهنه بندی دوره خشک با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده در محیط GIS. مطالعه موردی: استان خراسان، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۶۰، صص ۹۷-۱۰۸.
۴. بداق جمالی، جواد، جوانمرد، سهیلا و رضا شیر محمدی: ۱۳۸۱، پایش و پهنه بندی خشکسالی استان خراسان، با استفاده از نمایه استاندارد شده بارش، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۷، صص ۴-۲۱.
۵. بستانی پور، لیلیا: ۱۳۸۲، ارزیابی و وضعیت فضایی و اسقرار فضاهای آموزشی شهر مرودشت با کمک GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد.
۶. جهاد کشاورزی شهرستان مرودشت، واحد زراعت و امور اجرایی (۱۳۸۷)، گزارش میزان سطح زیر کشت و برداشت محصولات در واحد سطح.
۷. رفیعی، پروین: ۸۴-۱۳۸۳، بررسی خشکسالی منطقه گرمسار و تأثیر آن بر آب و کشاورزی، پایان نامه کارشناسی ارشد، جغرافیای طبیعی.
۸. زاهدی قره آقاج و یوسف قویدل رحیمی: ۱۳۸۶، تعیین آستانه خشکسالی و محاسبه بارش قابل اعتماد ایستگاههای حوضه آبریز دریاچه ارومیه، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۵۹، صص ۳۴-۲۱.
۹. سازمان آب منطقه ای فارس، کهگیلویه و بویر احمد و بوشهر ۱۳۸۵، دفتر تلفیق و بیلان، گزارش بیلان آب منطقه مطالعاتی مرودشت.
۱۰. شنی زنده، مهران و عبدالرسول تلوری: ۱۳۸۳، بررسی خشکسالی اقلیمی و امکان پیش بینی آن در حوضه واقع در غرب و شمال غرب ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۲، صص ۸۶-۷۲.
۱۱. عزیزی، قاسم: ۱۳۸۲، ارتباط خشکسالی های اخیر و مکنایع آب زیرزمینی دشت قزوین، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۴۶، صص ۱۴۳-۱۳۱.
۱۲. عزیزی، قاسم: ۱۳۷۹، ال نینو و دوره های خشکسالی - ترسالی در ایران، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۳۸، صص ۸۴-۷۱.
۱۳. فرج زاده منوچهر: ۱۳۸۴، خشکسالی از مفهوم تا راهکار، انتشارات سازمان جغرافیایی و وزارت دفاع و پشتیبانی.
۱۴. کاویانی، محمد رضا: ۱۳۸۰، بررسی اقلیمی شاخصهای خشکسالی و خشکی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۰، صص ۸۹-۷۱.

۱۵. کاویانی، محمد رضا و بهلول علیجانی: ۱۳۸۲، مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت، چاپ نهم.
۱۶. کردوانی، پرویز: ۱۳۸۰، خشکسالی و راههای مقابله با آن در ایران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.
۱۷. محمدی، حسینمراد و علی اکبر شمسی پور: ۱۳۸۲، تأثیر خشکسالی‌های اخیر در افت منابع آب زیرزمینی دشتهای شمال همدان، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۴۵، صص ۱۱۵ - ۱۳۰.
۱۸. موسوی، سید شفیق: ۱۳۸۶، بررسی تغییر پذیری بارش و روند شاخص بی نظمی آن در سواحل جنوبی دریای خزر، مجله علمی و فنی سازمان هواشناسی کشور (نیوار)، شماره ۶۴ و ۶۵، صص ۷ - ۱۹.

19. Arved.J.R(1979), An advanced introduction to hydrological processec and modeling, pergamon press.
20. Hayes.M.J, Svobada.M.D, Wilhite,D.A,And vanyarkho,o.v(1999), monitoring the 1996 Drought using the standardized precipitation index. Balltin of the American Meteorological society, vol.80, pp 429- 438.
21. Hisdal.H and L.M.Tallaksen(2000), drought event difination.Technical report.NO.6.

