

فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۱۸، شماره ۳، صفحه ۴۰۷-۳۹۵ (۱۳۹۰)

بررسی وضعیت خشکسالی استان گلستان با استفاده از شاخص بارش استاندارد (SPI)

ام‌البین بذرافشان^{۱*}، محسن محسنی ساروی^۲، آرش ملکیان^۳ و ابوالفضل معینی^۴

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دوره دکترای تخصصی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

پست الکترونیک: Bazrafshan1361@yahoo.com

۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- استادیار، مرکز بین‌المللی تحقیقات بیابان، دانشگاه تهران

۴- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران

تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۸۷/۰۷/۱۴

چکیده

خشکسالی را در یک دوره زمانی با هوای نامعمول خشک که به حد کافی با فقدان آب به علت عدم تعادل هیدرولوژیک روبرو است تعریف می‌کنند. در خشکسالی چهار ویژگی عمده مورد مطالعه قرار می‌گیرد که عبارتند از: شدت، مدت، فراوانی و گستره خشکسالی. هدف از این تحقیق پهنه‌بندی شدت خشکسالی در استان گلستان می‌باشد. به این منظور، از شاخص بارش استاندارد (SPI) به عنوان شاخص منتخب جهت پایش خشکسالی در ایستگاه‌های واقع در داخل استان با طول دوره آماری مشترک ۲۵ ساله (۱۹۷۵-۲۰۰۰) در مقیاس زمانی ۶، ۹، ۱۲ و ۲۴ ماهه استفاده گردید. بیشترین شدت خشکسالی بدست آمده در دوره ۶ ماهه مربوط به ایستگاه سالیان تپه و در دوره ۹، ۱۲ و ۲۴ ماهه مربوط به ایستگاه پل جاده می‌باشد. مقادیر SPI در سالهای خشکسالی شدید در مقیاس‌های زمانی با استفاده از تکنیک زمین‌آمار بر پهنه استان تصویر و طبقه‌بندی گردید. بررسی نقشه‌ها نشان می‌دهد که وسعت خشکسالی با افزایش مقیاس زمانی کاهش یافته و وضعیت خشکسالیها در پهنه استان از سمت غرب به شرق کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی، شاخص بارش استاندارد، مقیاس زمانی، استان گلستان.

مقدمه

می‌شود (کردوانی، ۱۳۸۱). گرچه امروزه به علت پیشرفت‌های علمی و گسترش ارتباطات و حمل و نقل، بروز آثار خشکسالی به شکل قحطی و مرگ دسته جمعی کمتر بروز می‌کند، اما آثار و تبعات دیگر ناشی از خشکسالی همچنان پابرجاست (Heyes et al., 1999). قرارگرفتن ایران در نواحی خشک و بیابانی سبب شده که میزان بارندگی در برخی دوره‌ها کمتر از میانگین

از چهل بالای طبیعی که در کشورهای جهان وجود دارد، ۳۱ مورد آن در ایران اتفاق افتاده است که خشکسالی به دلیل گستردگی و تبعات کوتاه‌مدت و بلندمدت اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، از مهمترین آنها محسوب می‌شود. خشکسالی برخلاف سایر بلایا به آرامی آغاز شده، پیشروی نموده و موجب نابودی منابع

استاندارد^۱ (SPI) است که اولین بار توسط McKee *et al.*, (1993) استفاده شد. مرکز اقلیمی کلرادو و مرکز ملی کاهش خشکسالی ایالات متحده آمریکا از جمله مراکزی هستند که از SPI برای پایش وضعیت فعلی خشکسالی استفاده می‌کنند. آنها از مقیاس زمانی کوتاه‌مدت (۳ و ۶ ماهه) برای اهداف کشاورزی و مقیاس‌های بلندمدت (۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه) برای اهداف هیدرولوژی استفاده کردند. ویژگی SPI این امکان را به تحلیل‌گر می‌دهد تا پدیده خشکسالی و همچنین ترسالی را در یک مقیاس زمانی معین و برای هر نقطه‌ای از دنیا تعیین نماید.

Hayes *et al.*, (1999) به کمک شاخص بارش استاندارد به ارزیابی خشکسالی در ایالت‌های مختلف آمریکا پرداختند. آنها علاوه بر این شاخص از شاخص پالمر نیز استفاده نمودند. نتایج نشان داد که SPI، مناطق با پتانسیل خشکسالی را یک ماه زودتر از وقوع خشکسالی نشان می‌دهد. آنها این شاخص را به عنوان شاخص مناسب برای هشدار خشکسالی معرفی نمودند.

Smakhtin & Huges (2006) جهت تعیین خصوصیات خشکسالی هواشناسی در جنوب آسیا از شاخص SPI در محیط نرم‌افزار SPATSIM استفاده نمودند.

قطره‌سامانی (۱۳۷۹) به بررسی روند خشکسالی در استان چهارمحال و بختیاری پرداخت. وی پس از بازسازی نواقص آماری ایستگاه‌ها، تعداد ۱۱ ایستگاه هواشناسی را برای تجزیه و تحلیل خشکسالیها توسط شاخص دهکها و شاخص SPI انتخاب نمود. پس از بررسیهای آماری مشخص شد که در سال آماری ۶۰ - ۵۹

درازمدت سالانه باشد، به طوری که در ۱۳ سال از ۲۳ سال گذشته این حالت در کشور رخ داده است. استان گلستان با وجود این که در شمال ایران واقع شده و از رطوبت دریای خزر تأثیر می‌پذیرد، در طی سالهای اخیر ریزش‌های جوی نسبت به سالهای قبل از ۱۳۷۷ تا ۵۳٪ و نسبت به دوره شاخص ۳۱ ساله حدود ۳۷ تا ۴۳ درصد کاهش نشان می‌دهد (کردوانی، ۱۳۸۱).

Wilhite & Glantz (1985) بیان داشتند تا اوایل دهه ۱۹۸۰ بیش از ۱۵۰ تعریف از خشکسالی در جهان وجود دارد. یکی از جامع‌ترین و کامل‌ترین تعاریف در زمینه خشکسالی توسط Palmer (1965) ارائه شده است. به عقیده وی خشکسالی عبارت است از: کمبود رطوبت مستمر و غیرطبیعی. در تعریف وی، واژه‌ی مستمر، بیانگر زمان آغاز تا پایان خشکسالی یا زمان تداوم، و واژه‌ی غیرطبیعی به انحراف یا نوسان منفی نسبت به شرایط میانگین طبیعی دلالت دارد. وجود نیازها و زمینه‌های کاری محققان موجب شده است که هر یک از آنها از دیدگاه خاص خود مسئله‌ی خشکسالی را مورد بررسی قرار دهند. این مطالعات را می‌توان در چهار طبقه‌ی عمده‌ی خشکسالی هواشناختی، کشاورزی، هیدرولوژیکی و اقتصادی - اجتماعی تقسیم نمود. از مهمترین ویژگیهای خشکسالی می‌توان به زمان آغاز و پایان آن، شدت، وسعت و فراوانی خشکسالی اشاره نمود.

به منظور بررسی خشکسالی از ابعاد و دیدگاه‌های مختلف، شاخصهای متنوعی ابداع شده است که اساس این شاخصها اغلب بر مبنای سنجش انحراف مقادیر بارندگی از میانگین درازمدت طی یک دوره‌ی زمانی معین استوار است. یکی از کاراترین نمایه‌ها، شاخص بارش

خشکسالی‌ها در دهه‌های اخیر در این استان سبب خسارتهای زیادی در بخش‌های کشاورزی، منابع آب و اقتصادی-اجتماعی گردیده و وجود مناطق خشک مثل ترکمن صحرا در این استان ضرورت پایش خشکسالی را در این تحقیق قوت می‌بخشد. بنابراین بر مبنای مطالعات گسترده‌ای که در این زمینه در داخل و خارج کشور انجام شده است، از شاخص بارش استاندارد (SPI)، به‌عنوان یکی از مفیدترین شاخصهای خشکسالی هواشناسی ارائه شده در سالیان اخیر که قادر به برآورد وضعیت خشکسالی در استان گلستان می‌باشد، که مورد استفاده قرار گرفت. همچنین با کمک این روش، روش زمین‌آمار^۱ عکس فاصله و نرم‌افزار Arc GIS می‌توان دوره‌های خشکسالی، نمودارهای خشکسالی و نقشه‌های شدت خشکسالی را ترسیم و تجزیه و تحلیل نمود.

مواد و روشها

- خصوصیات منطقه‌ی مورد مطالعه

استان گلستان با وسعتی بالغ بر ۲۰۴۶۰ کیلومتر مربع در مجاورت دریای خزر بوده که ۱/۳۳ درصد از مساحت کل کشور را دارا می‌باشد. استان گلستان با استان‌های مازندران، سمنان، خراسان شمالی و کشور ترکمنستان مرز مشترک دارد. بنابراین آب و هوای این استان از یک طرف تحت تأثیر نوسانهای هوایی دریای خزر و از سوی دیگر تحت تأثیر بیابان ترکمنستان، ارتفاعات و امتداد رشته‌کوه‌های البرز و پوشش جنگلی این کوه‌ها می‌باشد. وضعیت اقلیمی از شهرستان بندرگز تا مراوه‌تپه بسیار متغیر است، به‌طوری‌که میزان بارندگی از ۶۰۰ میلی‌متر تا ۲۵۹ میلی‌متر کاهش می‌یابد.

خشکسالی شدید در این استان رخ داده و با ترسیم نقشه‌ی توزیع خشکسالی استان چهارمحال و بختیاری، مشخص گردید که شدت خشکسالی از شرق به غرب کاهش می‌یابد.

بذرافشان (۱۳۸۱) به مطالعه تطبیقی برخی شاخصهای خشکسالی هواشناسی از جمله SPI در چند نمونه‌ی اقلیمی در ایران پرداخت. وی در این مطالعه عنوان کرد که در مقیاس‌های ۶، ۱۲ و ۲۴ می‌توان ایستگاه‌های متفاوت از نظر اقلیمی و سال‌های آماری را از نظر شدت خشکسالی مقایسه نمود. همچنین مشخص گردید که شاخص بارش استاندارد در مقیاس زمانی کوتاه‌مدت، به‌دلیل وجود داده‌های صفر توان پایش صحیح خشکسالی را ندارد.

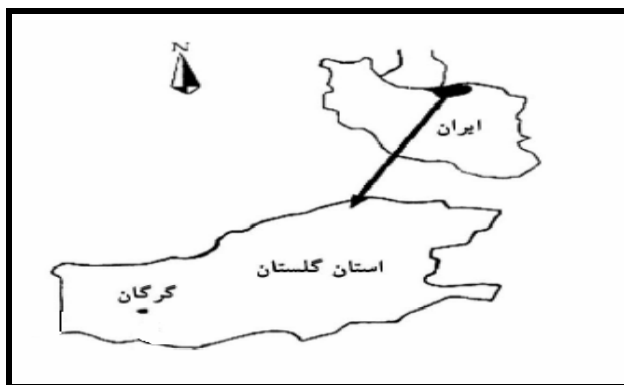
محسنی‌ساروی و همکاران (۱۳۸۲) با کمک شاخص بارش استاندارد (SPI) به تحلیل کمی شدت، تداوم، فراوانی و گستره‌ی خشکسالیها بر مبنای داده‌های بارندگی حوزه آبخیز کارون پرداختند. آنها جهت بررسی خشکسالیها از ۲۹ ایستگاه با دوره‌ی آماری مشترک ۲۸ ساله در سه مقیاس ۳، ۶ و ۱۲ ماهه استفاده نمودند و نقشه‌ی گستره‌ی خشکسالی‌ها را در دوره‌ی مورد مطالعه در حوزه تهیه نمودند.

نصرتی (۱۳۸۰) با استفاده از روش شاخص درصد از نرمال و شاخص SPI به آنالیز منطقه‌ای خطر خشکسالی در حوزه آبخیز اترک پرداخت. با استفاده از این شاخص مشخص شد که خشکسالی از جنوب‌شرقی حوزه آغاز و سپس کل حوزه را در برمی‌گیرد. همچنین با افزایش دوره‌ی بازگشت خشکسالی تعداد هسته‌هایی که منطقه را در برمی‌گیرد، بتدریج افزایش می‌یابد.

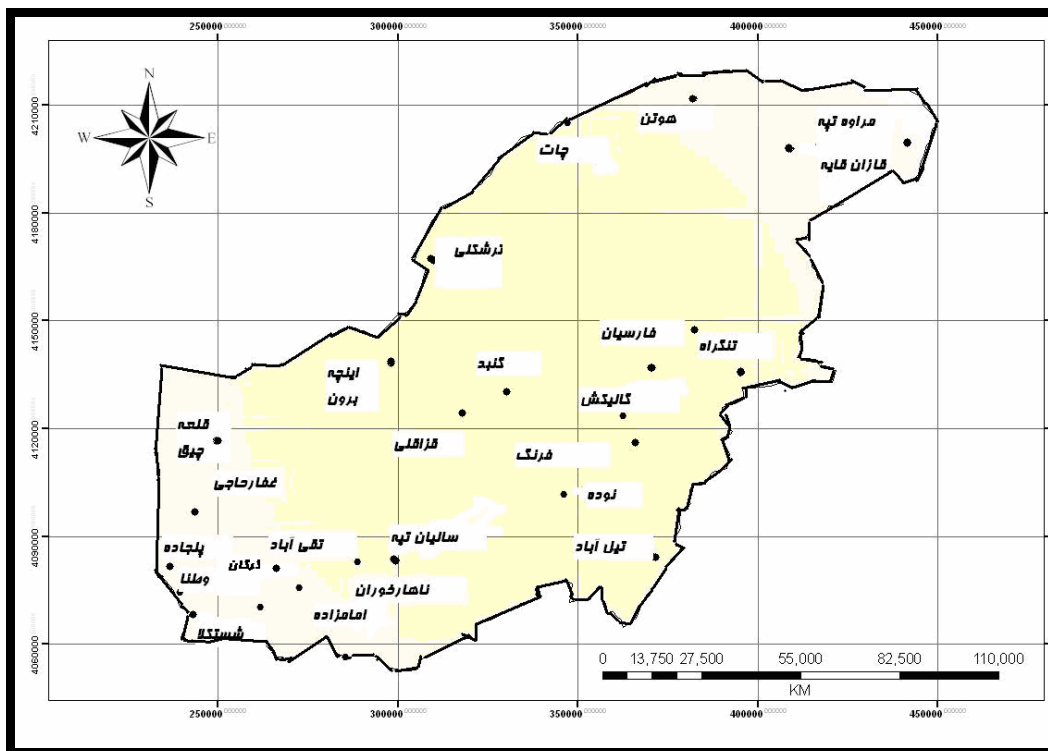
تاکنون تحقیقات زیادی در رابطه با پایش خشکسالی و مدیریت آن در استان گلستان انجام نشده است. وقوع

و تمام) حای ۲۵ سال آمار (۱۹۷۶-۲۰۰۰) انتخاب گردید که اسامی ایستگاه‌ها و موقعیت آنها در استان در جدول و شکل ۱ ارائه گردید (شکل ۱ موقعیت استان گلستان در کشور و شکل ۲ توزیع ایستگاه‌ها را در استان گلستان نشان می‌دهد).

در حال حاضر در استان گلستان بیش از ۳۰۰ ایستگاه هواشناسی و هیدرومتری وجود دارد که بیش از نیمی از این ایستگاه‌ها جدیدالتأسیس می‌باشند. ضمن آنکه بسیاری از ایستگاه‌های قدیمی نیز دارای نواقص آماری هستند. بنابراین در این تحقیق ۲۲ ایستگاه بارانسنجی (هواشناسی



شکل ۱- نقشه‌ی موقعیت استان گلستان در کشور ایران



شکل ۲- نقشه‌ی موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان گلستان

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های بارانسنجی منتخب در استان گلستان

شماره‌ی ایستگاه	نام ایستگاه	شماره‌ی ایستگاه	نام ایستگاه
۱	سالیان تپه	۱۲	گنبد
۲	تقی آباد	۱۳	قزاقلی
۳	شست کلاته	۱۴	تمر
۴	پل جاده	۱۵	تنگراه
۵	گرگان	۱۶	ترشکلی
۶	گالیکش	۱۷	تیل آباد
۷	قزن قایه	۱۸	اینچه برون
۸	امامزاده	۱۹	هوتن
۹	چات	۲۰	سدگرگان
۱۰	قلعه حسن	۲۱	نوده
۱۱	مراوه تپه	۲۲	سیاه آب

روش تحقیق

مراحل اجمالی تحقیق به صورت زیر می‌باشد:

- استخراج داده‌های بارندگی ماهانه و تصحیح نواقص آماری: در این تحقیق به منظور بررسی وضعیت خشکسالی در سطح استان گلستان از آمار بارندگی ۲۲ ایستگاه بارانسنجی که دارای دوره‌ی آماری مشترک بودند (از سال ۱۹۷۶-۲۰۰۰) استفاده گردید.

- تشکیل سری‌های زمانی در مقیاس i ماهه ($i = ۱, \dots, ۶, \dots, ۱۲, \dots, ۲۴$): سری‌های زمانی در مقیاس‌های مورد بررسی با استفاده از نرم‌افزار Excel استخراج گردید.

- برآزش توزیع آماری گاما بر سری‌های بارندگی حاصل از مرحله قبل و محاسبه احتمالات تجمعی توزیع گاما: سری‌های زمانی حاصل از مرحله قبل را با توزیع گاما برآزش می‌دهیم.

- تغییر شکل هم‌احتمال توزیع تجمعی گاما به نرمال: پس از محاسبه‌ی تابع تجمعی کل، تغییر شکل هم‌احتمالی

تابع تجمعی گاما به متغیر تصادفی نرمال استاندارد Z (یا

SPI) با میانگین صفر و واریانس یک انجام شد.

- استخراج متغیر تصادفی Z یا SPI مربوط به هر مقدار بارندگی در سطوح هم‌احتمال از منحنی احتمالات تجمعی نرمال با استفاده از رابطه‌ی زیر

$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{SD}$$

P_i : مقدار بارندگی در مقیاس i ام

\bar{P} : مقدار متوسط بارندگی در دوره‌ی آمار

SD : انحراف معیار

در این تحقیق با توجه به مقادیر بارندگی ماهانه، فصلی و سالانه هر یک از ایستگاه‌ها با استفاده از جدول (۲) مقادیر SPI استخراج گردید، آنگاه وضعیت خشکسالی هر دوره‌ی زمانی با استفاده از جدول مزبور تعیین گردید.

برای استخراج مقادیر خشکسالی از برنامه $SPI-SL-6$ و نرم‌افزار Excel استفاده شد و برای هر ایستگاه مقدار

است که با افزایش مقیاس زمانی مطالعه‌ی خشکسالی (یعنی ۶ ماهه تا ۲۴ ماهه)، دوره‌های با مقادیر مثبت و منفی، از نظر تعداد یا فراوانی کاهش ولی از نظر تداوم یا طول مدت خشکسالی افزایش می‌یابند. نمودار خشکسالی ۶ ماهه خشکسالیهای کوتاه‌مدت و با شدت زیادتری را نشان می‌دهد. زیرا در محل وقوع خشکسالی نمودار دفعتهاً نزول کرده و به مقادیر بسیار پایینی رسیده است. این منحنی، وقوع خشکسالیهایی را در سالهای ۱۹۷۵، ۱۹۸۴، ۱۹۸۲، ۱۹۷۸ و ... با شدت و ضعفها و تداوم‌های مختلف نشان می‌دهد. نمودار خشکسالی در مقیاس زمانی ۹ ماهه وقوع خشکسالی طولانی‌مدتی را نسبت به مقیاس ۶ ماهه نشان می‌دهد. به طوری که طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰ خشکسالی تقریباً دو سال به دو سال تکرار می‌گردد. در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه از شدت خشکسالی کاسته شده، اما بر تداوم خشکسالی افزوده شده است. شدیدترین خشکسالی در این مقیاس در سال ۲۰۰۰ رخ داده است. بنابراین بیشترین تداوم خشکسالی و کمترین شدت در مقیاس زمانی ۲۴ ماهه مشاهده گردید. این حالت در بیشتر ایستگاه‌ها مشاهده گردید. از این رو مقادیر ۴ مقیاس زمانی SPI در ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه گردید.

میانگین، میانه، حداکثر و حداقل بارندگی، انحراف معیار، ضریب تغییرات و ضریب چولگی و در نهایت مقادیر خشکسالی محاسبه شد. در پایان نقشه‌ی وسعت خشکسالی، نحوه‌ی گسترش خشکسالی، وضعیت خشکسالی در هر منطقه و شدت خشکسالی با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS در طی سالهای مختلف و مقیاس مورد مطالعه تهیه گردید.

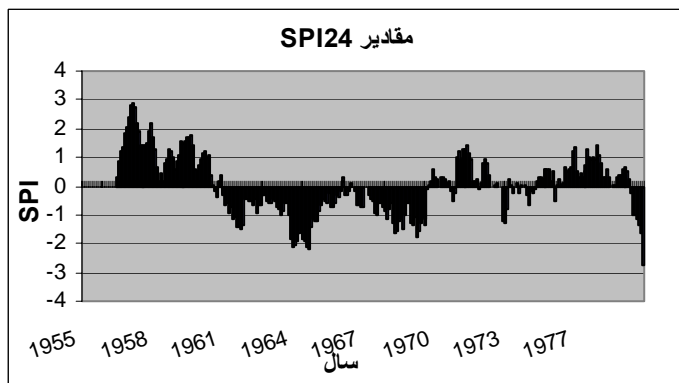
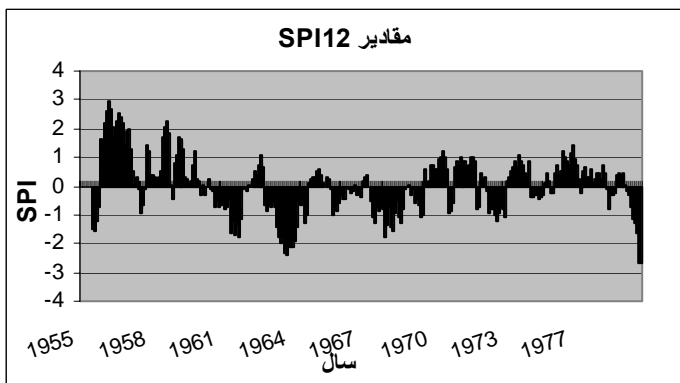
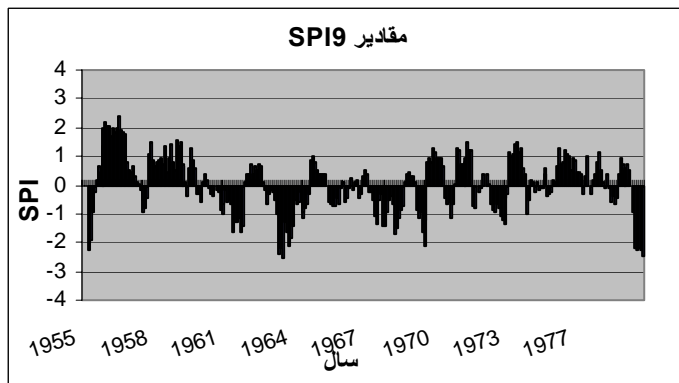
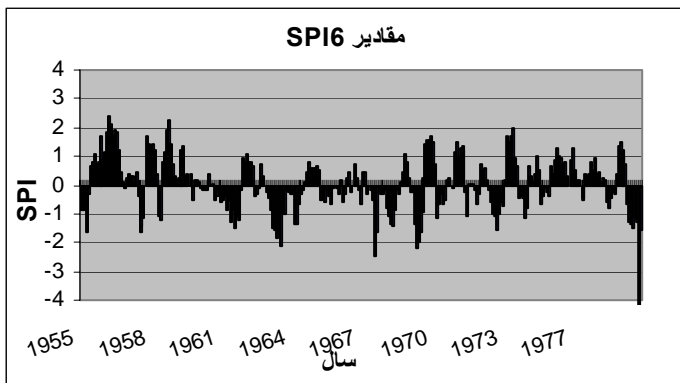
جدول ۲- طبقات شدت خشکسالی براساس

(McKee et al., 1993) SPI

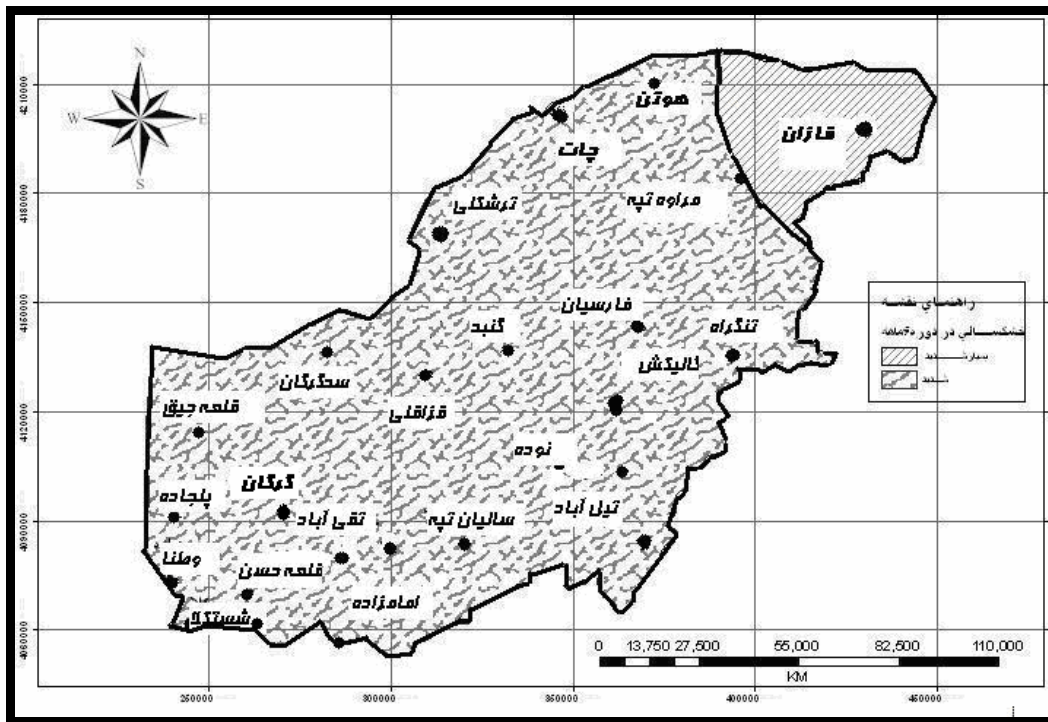
مقادیر SPI	طبقه‌ی خشکسالی
>۲	کاملاً مرطوب
۱/۵ - ۱/۹۹	خیلی مرطوب
۱ - ۱/۴۹	نسبتاً مرطوب
۰ - ۰/۹۹	مرطوب ملایم
۰ - ۰/۹۹	خشکسالی ملایم
۱ - ۱/۴۹	خشکسالی متوسط
۱/۵ - ۱/۹۹	خشکسالی شدید
<-۲	خشکسالی بسیار شدید

نتایج

شکل (۳) نوسانهای خشکسالی را در دوره‌های ۶، ۹، ۱۲ و ۲۴ ماهه نشان می‌دهد. شکل مذکور مبین این مطلب



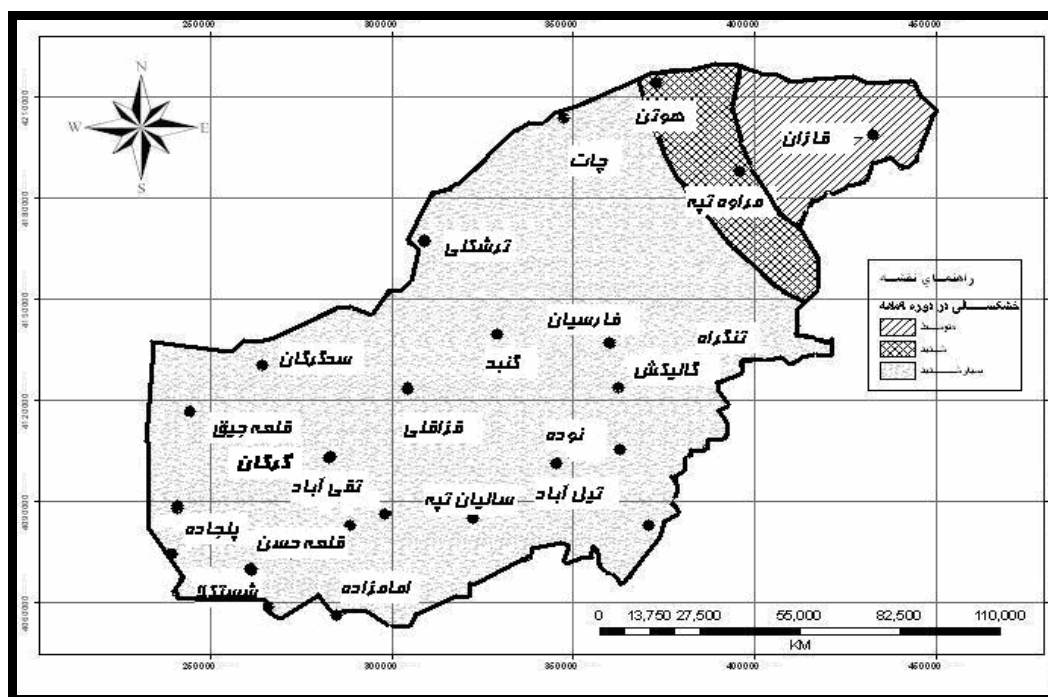
شکل ۳- نمودار خشکسالیها و ترسالیهای ایستگاه تقی آباد (نمونه) در مقیاس های زمانی مورد مطالعه (۶، ۹، ۱۲ و ۲۴ ماهه)



شکل ۴- نقشه ی وضعیت خشکسالی در مقیاس زمانی ۶ ماهه در استان گلستان

وضعیت خشکسالی بسیار شدید با شدت (۲-) می باشد، که شامل بخش شمال شرقی استان می گردد. با توجه به شکل (۵) در مقیاس زمانی ۹ ماهه (از سال آبی مورد مطالعه ۹ ماه به ۹ ماه)، خشکسالی بسیار شدید در غرب و مرکز استان بیشترین وسعت (۸۹٪) را به خود اختصاص داده است. در شمال شرق استان در ایستگاه قازان قایه خشکسالی از نوع متوسط و در ایستگاه هوتن و مراوه تپه خشکسالی از نوع شدید می باشد که رویهم رفته ۱۱ درصد از کل استان را در برمی گیرد.

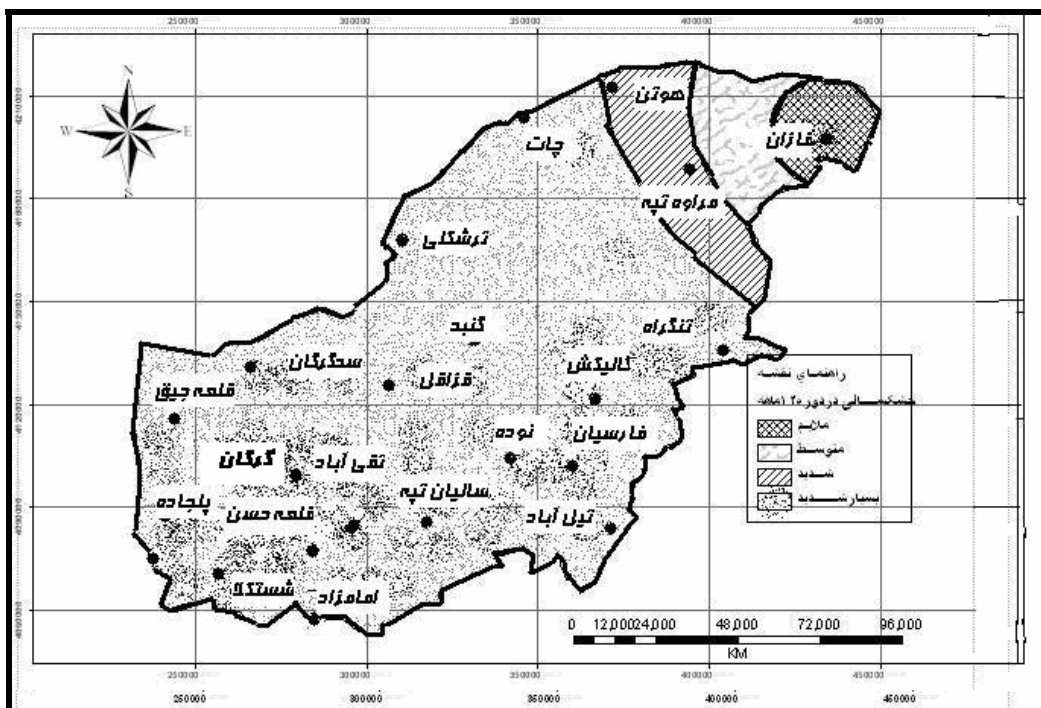
- بررسی نقشه های گستره ی خشکسالی در استان گلستان با بدست آوردن مقادیر SPI در هر ایستگاه و در هر مقیاس زمانی (۹، ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه)، نقشه مربوطه با استفاده از تکنیک نرم افزار Arc GIS رسم گردید. با توجه به شکل (۴) در مقیاس زمانی ۶ ماهه (از سال آبی ۱۹۷۵ به ترتیب ۶ ماه به ۶ ماه تا سال ۲۰۰۰) بیشترین وسعت خشکسالی (۶۷/۹۰٪) مربوط به خشکسالی شدید با شدت (۱/۴۹- تا ۲-) می باشد که در غرب و مرکز استان می باشد. تنها بخش کوچکی از استان (۹/۴٪) دارای



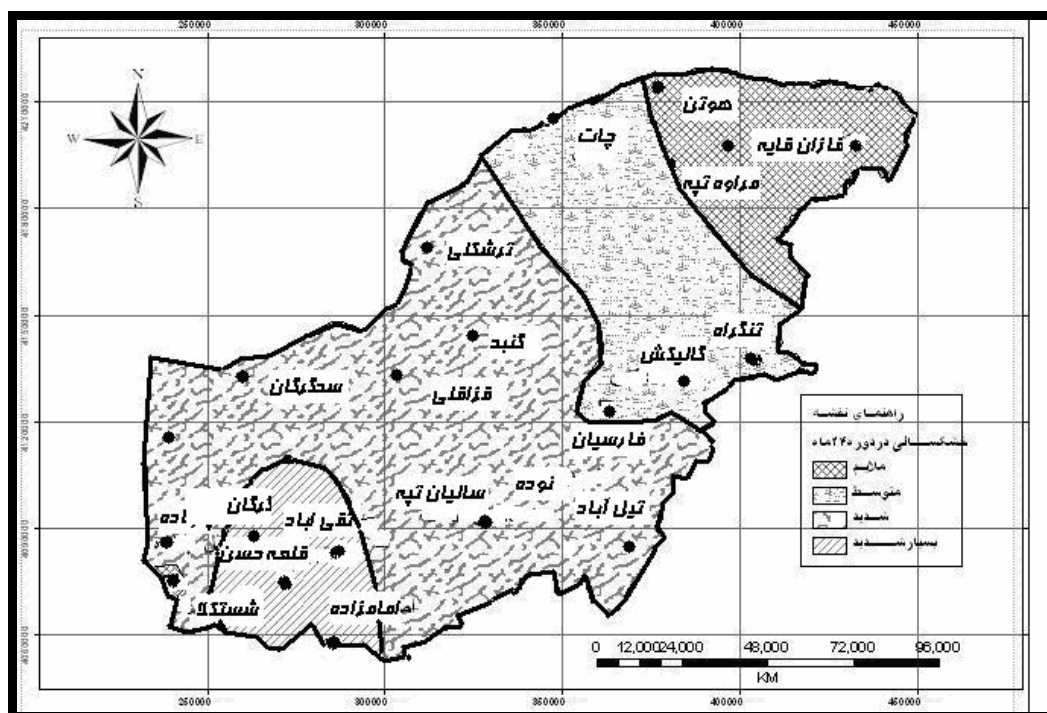
شکل ۵- نقشه ی وضعیت خشکسالی در مقیاس زمانی ۹ ماهه در استان گلستان

می باشد. به نحوی که شمال شرق استان در ایستگاه قازان قایه دارای وضعیت متعادل می باشد.

در نقشه خشکسالی ۱۲ ماهه (۱۲ ماه به ۱۲ ماه در سال آبی مورد مطالعه) شکل (۶) نیز بخش اعظمی از مساحت استان (۸۵٪) دارای خشکسالی بسیار شدید



شکل ۶- نقشه‌ی وضعیت خشکسالی در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه در استان گلستان



شکل ۷- نقشه‌ی وضعیت خشکسالی در مقیاس زمانی ۲۴ ماهه در استان گلستان

وسعت خشکسالی (۵۳/۹٪) از نوع شدید با شدت (۱/۹۹- تا ۱/۵-) می‌باشد که مرکز استان را شامل می‌گردد و مساحت باقیمانده (۲۶/۷٪) در بخش شرقی و شمال شرق را وضعیت تقریباً متعادل در برمی‌گیرد.

در شکل (۷) مربوط به مقیاس زمانی ۲۴ ماهه (از سال آبی ۱۹۷۵ به ترتیب ۲۴ ماه به ۲۴ سال تا سال ۲۰۰۰) خشکسالی بسیار شدید در حوالی غرب استان در حدود تنها (۹/۷٪) از مساحت کل را در برمی‌گیرد. بیشترین

جدول ۳- مقادیر استخراج شده SPI در مقیاسهای زمانی مورد مطالعه در استان گلستان

نام ایستگاه	مقیاس زمانی				نام ایستگاه	مقیاس زمانی			
	۶	۹	۱۲	۲۴		۶	۹	۱۲	۲۴
گنبد	-۱/۷۶	-۲/۱۵	-۲/۳۵	-۱/۵۶	سالیان تپه	-۱/۷۶	-۲/۵۴	-۳/۱۲	-۱/۵۵
قزاقلی	-۱/۷۶	-۲/۱۷	-۲/۱	-۱/۶	تقی آباد	-۱/۵۶	-۲/۴۹	-۲/۷۶	-۲/۶۶
تمر	-۱/۶۵	-۳/۱۷	-۲/۳۵	-۱/۴۱	شست کلاته	-۱/۷۶	-۲/۵۶	-۲/۳۴	-۱/۷۶
تنگراه	-۱/۶۶	-۳/۱۶	-۲/۱	-۱/۱۳	پل جاده	-۱/۵۶	-۲/۶۸	-۲/۳۳	-۱/۵۲
ترشکلی	-۱/۷۶	-۳/۱۲	-۲/۵۹	-۱/۶۵	گرگان	-۱/۵۳	-۲/۹۸	-۲/۱	-۲/۹۸
تیل آباد	-۱/۸۸	-۳/۱	-۲/۴۱	-۱/۸۹	گالیکش	-۱/۶۷	-۲/۳۸	-۲/۵۹	-۱/۱
اینچه برون	-۱/۸۷	-۳/۱	-۲/۱۲	-۱/۷۶	قازان قایه	-۳	-۱/۴۸	-۰/۸۹	-۰/۴۵
هوتن	-۱/۹	-۱/۸۷	-۱/۹۱	۰/۸۷	امامزاده	-۱/۵	-۲/۵۴	-۲/۴۹	-۲/۶۵
سدگرگان	-۱/۹۸	-۲/۷۶	-۲/۱۷	-۱/۶۳	چات	-۱/۵۵	-۲/۱	-۲/۵۶	-۱/۳۲
نوده	-۱/۸۷	-۲/۳۴	-۳/۱۷	-۱/۵۶	قلعه حسن	۱/۵۳	-۲/۵۹	-۲/۶۸	-۲/۴۵
سیاه آب	-۱/۵۶	-۲/۳۳	-۳/۱۶	-۱/۵۵	مراوه تپه	۱/۹۵	-۱/۸۸	-۱/۹۸	-۰/۶۷

بحث

بخش هاست. به طوری که این مناطق دارای پتانسیل حساسیت به خشکسالیست. حتی در مناطق مرطوب استان با میانگین بارندگی سالیانه بیش از ۸۰۰ میلی متر، به دفعات خشکسالی مشاهده شده است. این بخش با نتایج لشنی زنده (۱۳۸۳) که اعلام می‌نماید وقوع خشکسالی با تداوم‌های شش ماهه، حتی در ایستگاه‌های واقع در شمال کشور پدیده‌ای معمول و قابل بازگشت است، مطابقت دارد.

نتایج بدست آمده قابلیت شاخص SPI در برآورد خشکسالی در استان گلستان را نشان می‌دهد. روند گرافها و نمودارها برای هر ایستگاه و در هر سال در

از نظر جغرافیایی بطور دقیق نمی‌توان نقطه شروع یا پایان خشکسالی را در طول دوره مطالعاتی تعیین نمود. اما این نتایج با یافته‌های نصرتی (۱۳۸۰) مغایرت دارد. این مسئله را می‌توان به تأثیر نوسانهای دریای خزر و وجود رشته کوه‌های البرز و از طرفی همسایگی با استان سمنان و خراسان شمالی مرتبط دانست.

بطور کلی در کل آمار مورد مطالعه و در تمامی دوره‌های ۶، ۹، ۱۲ و ۲۴ ماهه هیچ یک از مناطق استان از بروز خشکسالی در امان نبوده است. دامنه‌ی نوسان خشکسالی در بخش مرکزی و غربی استان بیش از سایر

یکپارچه کردن اراضی زراعی به منظور جلوگیری از هدررفت آب و مدیریت منابع آب برای جلوگیری از پیشرفت بیابان‌زایی (به‌ویژه در دشت آق‌قلا که مستعد بیابان‌زایی است) مورد توجه ویژه قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- بذرافشان، ج، ۱۳۸۱. مطالعه بررسی شاخصهای خشکسالی هواشناسی در چند نمونه اقلیمی ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۴۲ صفحه.
- لشنی زند، م، ۱۳۸۳. پهنه‌بندی خشکسالی هواشناسی با استفاده از شاخصهای آماری در استان لرستان. چکیده مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی مقابله با کم‌آبی و خشکسالی، کرمان ۹-۱۰ اسفند: ۵.
- صفدری، ع، ۱۳۸۲. تحلیل شدت، تداوم، فراوانی و گستره‌ی خشکسالی به‌کمک داده‌های بارندگی (مطالعه‌ی موردی: حوزه آبخیز کارون). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۲۰ صفحه.
- کردوانی، پ، ۱۳۸۰. خشکسالی و راه‌های مقابله با آن در ایران. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۹۸ صفحه.
- قطره‌سامانی، س، ۱۳۷۹. بررسی روند خشکسالی در استان چهارمحال و بختیاری. چکیده مقالات اولین کنفرانس ملی مقابله با کم‌آبی و خشکسالی، کرمان، ۹-۱۰ اسفند: ۱۱.
- نصرتی، ک، ۱۳۸۰. آنالیز منطقه‌ای ریسک خشکسالی بارندگی در برنامه‌ریزیهای کوتاه‌مدت و درازمدت در حوزه آبخیز اترک. سمینار کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۷۰ صفحه.
- محسنی ساروی، م، صفدری، ع، ثقفیان، ب. و مهدوی، م، ۱۳۸۳. آنالیز شدت، مدت، فراوانی و گستره‌ی مکانی خشکسالی در حوزه کارون با استفاده از شاخص بارش استاندارد. مجله‌ی منابع طبیعی ایران، ۵۷(۴): ۶۲۰-۶۹۹.

- Hayes, M.J., Svoboda, M.D., Wilhite, D.A. and Vanyarkho, O., 1999. Monitoring the 1996 drought using the Standardized Precipitation Index. Bulletin of the American Meteorological Society, 80(3):429-438.

استان گلستان این مورد را تأیید می‌کند، زیرا این گراف‌ها کاملاً متقارن می‌باشند و داده‌ها کاملاً نرمال هستند. این مطلب در تحقیقات (McKee *et al.*, 1993) در ایالت کلرادو آمریکا به اثبات رسیده است. شاخص SPI بر مبنای توزیع گاما استوار است. بررسی‌ها چه در این تحقیق و چه در منابع نشان می‌دهد که بیشتر ایستگاه‌های کشور در مقادیر بارش سالیانه بر توزیع گاما برازش مناسب دارند. مطالعات بذرافشان (۱۳۸۰) و صفدری (۱۳۸۲) نیز این مطلب را تأیید می‌کند.

اصولاً در یک دوره‌ی بلندمدت هر قدر مقیاس زمانی مورد مطالعه کوتاه‌تر باشد شدت خشکسالی بیشتر و تداوم خشکسالی کمتر خواهد بود و هر اندازه مقیاس زمانی طولانی‌تر باشد تداوم خشکسالی بیشتر خواهد بود. این حالت به ترتیب در مقیاس‌های زمانی ۶، ۹، ۱۲ و ۲۴ ماهه قابل مشاهده است. این نتیجه‌گیری با نتایج تحقیقات صفدری (۱۳۸۲)، بذرافشان (۱۳۸۰) و محسنی ساروی و همکاران (۱۳۸۳) مطابقت می‌نماید.

نقشه‌های گستره خشکسالی در استان گلستان نشان می‌دهد که وسعت و روند تغییرات خشکسالی به ارتفاع از سطح دریا بستگی ندارد و در نوار ساحلی و مرزی به‌ویژه نیمه غربی و مرکزی استان خشکسالی از شدت بالاتری برخوردار است. به تدریج که از سمت غرب به شرق استان پیش می‌رویم از شدت و وسعت خشکسالی کاسته می‌شود. بدین ترتیب، به نظر می‌رسد بخش غربی و مرکزی استان از حساسیت بیشتری نسبت به شرق استان برخوردار می‌باشد. بنابراین به‌منظور مدیریت خشکسالی در استان گلستان، این مناطق باید از نظر تأمین آب آبیاری، انتخاب محل مناسب کشت دیم، مکان‌یابی درست جهت احداث چاه‌های جدید،

- Smakhtin, V.U. and Hughes, D.A., 2006. Automated estimation and analysis of meteorological drought characteristics from monthly rainfall data. *Journal of Environmental Modeling & Software*, 22(6):880-890.
- Wilhite, D.A. and Glantz, M., 1985. Understanding the drought phenomenon. The role of definition, *Water International*, 10(3):111-120.
- McKee, T.B., Does ken, N.J. and Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Abstract of the 8th Conference on Applied Climatology, American, 8-13 Sep. 2008: 165-168.
- Palmer, W.C., 1965. Meteorological drought. U. S the Weather Bureau Technical Paper, 45:1-58.

A study on drought characteristics of Golestan Province using Standardized Precipitation Index (SPI)

Bazrafshan , O.^{1*}, Mohseni Saravi , M.², Malekian, A.³ and Moeini, A.⁴

1*- Corresponding Author, PhD Student in Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
Email: Bazrafshan1361@yahoo.com

2- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

3-Assistant Professor, International Desert Research Center, Tehran, Iran.

4- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran.

Received:05.10.2008 Accepted:10.05.2010

Abstract

Drought is defined as the continuous and abnormal moisture deficit. The term of continuous means continuation of deficit and the term of abnormal means deviation of favorite index of natural condition from the mean. In every drought study four main characteristics are considered: severity, duration, frequency or return period and areal extent. The objective of this investigation is mapping drought severity in Golestan province. For this purpose, Standardized Precipitation Index (SPI) was used for drought monitoring in some meteorological stations located in Golestan province. This index was computed in a period of 25 years precipitation data (1975-2000) at four different time scales including 6,9,12, and 24 months. Consequently, the most sever drought in 6 month time scale was observed in Saliantapeh station while the highest severity in 9, 12, and 24 time scales was observed in Polejadeh station. The aerial extent SPI values for the most severe drought condition in different time scales were classified in Golestan province using geostatical techniques. The results showed that the area affected by drought decreased with increasing drought duration and the condition of drought in the province had west-east direction.

Key words: Drought, Standardized Precipitation Index, Time scale, Golestan Province.