فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال سوم، شماره ۹، بهار ۱۳۹۲
دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۳- پذیرش: ۲۰/ ۱۳۹۲/۳
صص ۱۰۱- ۸۹

بررسی کارایی روش‌های پهنه‌بندی شدت خشکسالی در استان کرمان

مسعود بهشتی راد[۱]: استادیار آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، سیرجان، ایران
محبوبه بهشتی راد: کارشناس ارشد آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، سیرجان، ایران

چکیده

لزوم آمادگی برای تعدیل پدیده خشکسالی جز با تدوین طرح‌های پهنه‌بندی خشکسالی محقق نخواهد شد. پدیده خشکسالی یکی از مهم‌ترین بلایای طبیعی است که بسیاری از کشورها را تحت تأثیر قرار داده و باعث بروز بسیاری مشکلات از جمله اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی شده است. آگاهی از وضعیت خشکسالی، با پیش‌بینی و پهنه‌بندی شدت خشکسالی می‌تواند خطر زیان‌های ناشی از این پدیده را تا حد قابل توجهی کاهش دهد. در این تحقیق استان کرمان به‌عنوان منطقه مطالعاتی انتخاب شد. هدف از این پژوهش ارزیابی دقت روش‌های کریجینگ، کوکریجینگ و معکوس فاصله در تهیه‌ی نقشه‌های شدت خشکسالی رخ داده در استان کرمان با استفاده از شاخص درصد بارش نرمال می‌باشد. بدین منظور ۴۴ ایستگاه هواشناسی که دارای آمار بلند مدت و پایه زمانی مشترک۲۰ ساله بودند، انتخاب گردیدند. سپس شاخص‌خشکسالی درصد بارش نرمال برای دوره آماری محاسبه گردید. نقشه‌های پهنه‌بندی خشکسالی برای سال-های ۱۳۶۷، ۱۳۷۲، ۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۴ با استفاده از سه روش کریجینگ، کوکریجینگ و معکوس فاصله تولید شد. از بین سه روش پهنه‌بندی، روش کریجینگ به دلیل داشتن خطای RMSE پایین‌تر به عنوان مناسب‌ترین روش انتخاب گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که: شدیدترین خشکسالی‌ها در سالهای ۱۳۶۷، ۱۳۷۲، ۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۱، ۱۳۸۴ اتفاق افتاده است.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی، پهنه بندی، کریجینگ، کوکریجینگ، معکوس فاصله، استان کرمان.

[۱]. نویسنده مسئول: masood_kn@yahoo.com، ۰۹۱۳۱۴۵۵۸۷۴

Archive of SID
www.SID.ir

بیان مسأله:

خشکسالی پدیده‌ای است که هرچند سال یکبار و در نتیجه کاهش میزان بارندگی در نقاط مختلف جهان به وقوع می-پیوند و چنانچه کشاورزی پایدار نتواند در برابر این پدیده مقاومت کند قحطی بوجود خواهدآمد (کارن آریا،۱۹۹۰) .کاهش میزان بارندگی وافزایش دما هریک به تنهایی ویا به کمک هم می توانند موجب خشکسالی شوند (میلر،۱۹۹۱). خشکسالی یکی از مزمن ترین وزیان بار ترین بلاهای طبیعی است که جمعیت های انسانی را تحت تأثیر قرار داده وباعث بروز بسیاری از مشکلات می گردد(محسن ساروی و همکاران، ۱۳۸۳: ۴۸۵).

از ۴۰ نوع حادثه غیر مترقبه به ثبت رسیده در جهان، ۳۱ نوع آن در کشور ایران به وقوع پیوسته به طوری که ایران دهمین کشور بلاخیز جهان به شمار می رود. پدیده خشکسالی یکی از مهمترین بلایای طبیعی است که در میان حوادث طبیعی که جمعیت‌های انسانی را تحت تاثیر قرار داده‌اند، تعداد فراوانی این پدیده از نظر درجه شدت، طول مدت، مجموع فضای تحت پوشش، تلفات جانی، خسارات اقتصادی و اثرات اجتماعی دراز مدت در جامعه، بیشتر از سایر بلایای طبیعی بوده است. هم‌چنین تمایز این پدیده با سایر بلایای طبیعی در این است که برخلاف سایر بلایا این پدیده بتدریج و در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی عمل کرده و اثرات آن ممکن است پس از چند سال و با تأخیر بیشتری نسبت به سایر حوادث طبیعی ظاهر شود. بنابراین چون تعیین دقیق زمان شروع آن کار مشکلی است تا حدودی آن را یک پدیده و بلیه خزنده می‌دانند، از سویی چون خشکسالی برخلاف سایر بلایای طبیعی کمتر منجر به خسارات ساختاری می‌شود، کمک رسانی در هنگام وقوع این پدیده در مقایسه با سایر پدیده‌ها مثل سیل پیچیده‌تر و مشکل‌تر می‌باشد(کریمی احمدآباد و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۳).

خشکسالی با دیگر بلایای طبیعی فرق می‌کند و اثر و پیامدهای آن فقط در توپوگرافی نمایان نیست بلکه می‌تواند در مقیاسی برابر چندین هزار کیلومتر مربع گسترش یابد و با تخریب زیست محیطی طولانی مدت همراه باشد. یکی از پیامدهای خشکسالی گرسنگی و قحطی است و در بسیاری از پهنه‌بندی‌های فقیر کره زمین تقریبا تشخیص آثار اولیه خشکسالی از گرسنگی فصلی و بومی و سوء تغذیه ناممکن است. قحطی و گرسنگی ناشی از خشکسالی باعث تلف شدن جان انسان‌های ساکن در مناطقی که خشکسالی رخ داده است می‌شود (محمدنیا قرایی و همکاران، ۱۳۸۹: ۴۴).

بدلیل متغیر های گوناگون که به صورت مستقیم و غیر مستقیم در پدیده خشکسالی دخالت دارند تعریف این واژه دشوار بوده وبه همین جهت تا کنون تعریف جامع وقابل قبول برای همه ی پژوهشگران عنوان نشده است. هواشناسان خشکسالی را بارش کمتراز حد معمول که منجر به تغییرالگوی آب وهوایی می شود، تعریف کرده اند. هیدرولوژیست ها بر این باورند که خشکسالی زمانی رخ می دهد که سطح تراز آب های سطحی وزیرزمینی از حد معمول خود پایین تر رود(فرج زاده،۱۳۷۵). سیستم های پایش در تدوین طرح های مقابله با خشکسالی و مدیریت آنها از اهمیت زیادی برخوردارند. به این منظوراز شاخص های خشکسالی برای بیان کمی این پدیده استفاده می شود. شاخص درصد بارش نرمال[1](PNI) یکی از ساده ترین شاخص ها برای ارزیابی خشکسالی ها است. با در دست داشتن میانگین دراز مدت به عنوان مبنا، می توان تغییرات را نسبت به آن سنجید و محاسبات را برای دوره ماهانه، فصلی و سالانه انجام داد(شعبانی، ۱۳۸۸). شاخص بارش استاندارد[2](SPI) جهت کمی کردن کمبود بارش در مقیاس های زمانی مختلف طراحی شده است. هدف از انجام این تحقیق آن است که قابلیت های سه روش درون یابی کریجینگ، کوکریجینگ وIDW در تهیه نقشه شدت خشکسالی بااستفاده از شاخص خشکسالی درصد از بارش نرمال در استان کرمان سنجیده شود. کشور ایران در کمربند خشک و نیمه خشک واقع شده که میانگین بارندگی آن در حدود ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد که تقریباً یک چهارم میانگین متوسط جهانی است و۸۰ درصد آن تحت تأثیر اقلیم خشک و نیمه خشک است منطقه کرمان در حاشیه بیابان‌های ایران واقع شده و با وجود وابستگی شدید حیات زیست محیطی، کشاورزی، اقتصادی و اجتماعی آن به منابع آب، خشکسالی تأثیرات شدیدی می‌تواند بر این منطقه بگذارد. استان کرمان در تولید محصولات کشاورزی نظیر خرما و پسته در کشور رتبه اول و تولید مرکبات رتبه سوم و محصولات باغی رتبه چهارم را دارا

[1] Percent of Normal Precipitation Index
[2] Standarized Precipitation Index

Archive of SID

www.SID.ir

است. بنابراین با توجه به اینکه استان کرمان جزء مناطق خشک و کویری کشور به حساب می‌آید و کشاورزی به عنوان شغل اصلی ساکنان این منطقه، مخصوصاً بخش‌های جنوبی آن می‌باشد، خشکسالی می‌تواند تأثیرات زیادی بر روی کشاورزی و اقتصاد و معیشت ساکنان این منطقه بگذارد به همین جهت مطالعه خشکسالی در این منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

پیشینه تحقیق:

(مک کی و همکاران، ۱۹۲۵) اثرات خشکسالی را بر روی میزان توانایی منابع آب نشان می‌دهند. انصاری و داوری (۲۰۰۷) در پهنه بندی دوره خشک در استان خراسان با استفاده از شاخص SPI در محیط GIS نشان دادند که در سال‌های اخیر، تکرار و تداوم این پدیده در کلیه نقاط استان افزایش داشته است، ولی از شدت آن کاسته شده است. قطره سامانی (۱۳۷۹) با ترسیم نقشه توزیع خشکسالی استان چهارمحال بختیاری نشان داد میزان خشکسالی از شرق به غرب واز شمال به جنوب استان کاهش می‌یابد. یزدانی و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از شاخص‌های درصد از بارش میانگین، شاخص پراکندگی بارش و شاخص بارش معیارشده خشکسالی های محدوده حوضه ی آبخیز زاینده رود را بررسی نمودند. آنها با روش کریجینگ نقشه‌های پهنه‌بندی شدت خشکسالی را تهیه نمودند و دریافتند که شاخص بارش معیارشده کارایی بهتری دارد. لوکاس و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از داده‌های ۲۸ ایستگاه با طول آماری ۴۰ سال اقدام به محاسبه و مقایسه سه شاخص SPI، درصد از بارش نرمال و شاخص بارندگی نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که هر سه شاخص مورد استفاده کارایی یکسانی را در تعیین شدت وتداوم خشکسالی دارند. مرید و همکاران(۲۰۰۶) کارایی هفت شاخص خشکسالی را در استان تهران با استفاده از ۳۲ سال آماری آن شهر مقایسه کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص‌های مورد مطالعه عملکرد یکسانی در تشخیص خشکسالی داشته و شاخص دهک‌های بارش دارای حساسیت زیادی نسبت به رخدادهای بارش در یک سال بوده است.

محمدیان و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از شاخص درصد از بارش نرمال شدت و مدت خشکسالی رادر استان خراسان پایش نمودند و نقشه پهنه بندی شدت خشکسالی را در این استان فقط باروش معکوس فاصله تهیه نمودند. آنها بر کارایی شاخص درصد از بارش نرمال دراین استان تاکید کردند. بداق جمال وهمکاران (۲۰۰۳)در پایش ووضعیت خشکسالی استان خراسان بااستفاده از SPI نشان دادند که از بین روش های درون یابی، روش کریجینگ و معکوس فاصله[1](IDW) روشهای مناسبی برای درون یابی شدت دوره های خشک می باشد.

شعبانی (۱۳۸۸) با استفاده از شاخص درصد از بارش نرمال (PNI) شدت ومدت خشکسالی را دراستان فارس سنجیده وی با روش‌های مختلف زمین آماری نقشه‌های پهنه بندی شدت خشکسالی رابرای این استان تهیه نمود و دریافت که روش کریجینگ بهترین روش برای تهیه نقشه شدت خشکسالی در استان فارس می باشد. محمدی مطلق و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از سری‌های زمانی حاصل از شاخص بارش استاندارد شده و زنجیره مارکوف، پایش و گسترش خشکسالی در سطح استان کرمان را بررسی نمودند. آنها دریافتند بر اساس این شاخص در تمامی ایستگاه‌ها وضعیت خشکسالی تقریباً نرمال است.

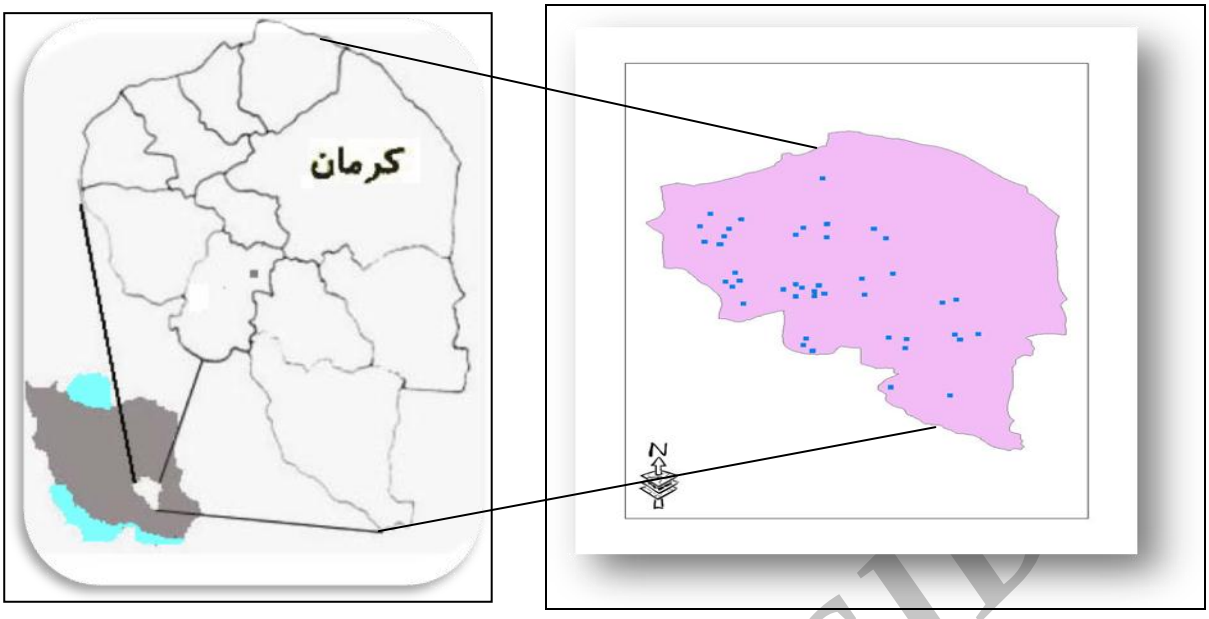
محدوده مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه، استان کرمان یکی از استان‌های جنوبی کشور است که در موقعیت جغرافیایی بین ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۲۳ درجه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. استان کرمان با مساحت ۱۸۱۷۱۴ کیلومتر مربع حدود ۱۱ درصد از مساحت کل کشور را دارا می‌باشد. استان‌های همجوار کرمان شامل سیستان و بلوچستان، هرمزگان، خراسان، یزد و فارس می‌باشند. این استان در محدوده تلاقی رشته کوه-های مرتفع زاگرس و رشته کوه‌های مرکزی واقع شده است. (شکل شماره۱). در حال حاظر این استان دارای۲۰ شهرستان، ۴۸ بخش،۶۱ شهر، ۱۴۴ دهستان و ۵۹۳۷ آبادی می‌باشد. استان کرمان دارای ۱۶ ایستگاه سینوپتیک است که ۴ ایستگاه سینوپتیک آن فرودگاهی می‌باشند،۹۰ ایستگاه باران سنجی، ۸ ایستگاه اقلیم شناسی و ۱۰ ایستگاه خودکار می‌باشد.

[1] .Inverse Distance Weighted

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت منطقه و ایستگاه های مورد مطالعه

روش تحقیق:

در این پژوهش آمار ۴۴ ایستگاه باران سنجی در کل استان با پراکنش مناسب استفاده شد و پس از حذف داده‌های پرت و بازسازی داده‌ها یک دوره آماری ۲۰ ساله (۱۳۶۶-۱۳۸۶) به عنوان دوره‌ی آماری مشترک برای تمام ایستگاه‌ها در نظر گرفته شد. نرمال بودن داده‌ها بوسیله آزمون کلموگراف و اسمیرنوف در محیط SPSS بررسی گردید. به منظور پایش خشکسالی از شاخص درصد از بارش نرمال استفاده گردید. جهت پهنه‌بندی توزیع خشکسالی در سطح استان از سه روش درون یابی کریجینگ، کوکریجینگ و معکوس فاصله (IDW) در محیط نرم‌افزار ARCGIS استفاده شد. برای انتخاب روش مناسب درون یابی جهت تهیه نقشه‌ی پهنه بندی توزیع خشکسالی از روش ارزیابی متقابل استفاده گردید. در این روش یک نقطه به طور موقتی حذف شده و با اعمال روش مورد نظر برای آن نقطه، مقداری برآورد می‌گردد. سپس مقدار حذف شده به جای خود برگردانده و این برآورد برای سایر نقاط به گونه ای مجزا صورت می‌گیرد. این کار برای هر یک از نقاط مشاهده‌ای تکرار می‌شود به گونه‌ای که در آخر به تعداد نقاط مشاهده‌ای نقاط برآورد وجود خواهد داشت. به منظور ارزیابی و دقت روش‌های درون‌یابی از معیار ریشه دوم میانگین، مربع خطا (RMSE)[۳] مورد استفاده قرار گرفت و در انتها روش مناسب درون‌یابی جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی شدت خشکسالی استان کرمان بر اساس کمترین RMSE انتخاب شد که معادله آن بشرح زیر است.

رابطه (۱):

$$R.M.S.E = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(Z_i - Z^*_i)^2}$$

که در آن n تعداد نقاط مشاهده‌ای، Z^*_i مقدار برآوردی برای نقطه ی iام، Z_i مقدار مشاهده‌ای برای نقطه iام.

شاخص درصد بارش نرمال(PNI)

شاخص درصد بارش نرمال یکی از ساده‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی خشکسالی‌ها است. با در دست داشتن میانگین دراز مدت به عنوان مبنا، می‌توان تغییرات را نسبت به آن سنجید و محاسبات را برای دوره ماهانه، فصلی و سالانه انجام داد. این شاخص از تقسیم بارندگی بر میانگین بارندگی و ضرب آن در عدد ۱۰۰ بدست می‌آید (سبزی پور و همکاران، ۱۳۸۹). این شاخص از رابطه (۲) بدست می‌آید.

$$PNI = P_i/\overline{P} \times 100$$

رابطه (۲)

Archive of SID

www.SID.ir

که در رابطه فوق :

PNI : شاخص درصدی از بارش نرمال

P_i : بارندگی سال i ام

$\overline{P}$: متوسط بارندگی سالانه منطقه در ایستگاه مورد نظر

به منظور آنالیز خشکسالی با استفاده از این شاخص ابتدا محاسبات آن برای ایستگاه‌های تحت مطالعه انجام می‌شود. سپس با استفاده از جدول شماره ۱ وضعیت خشکسالی هر منطقه تعین می‌گردد.

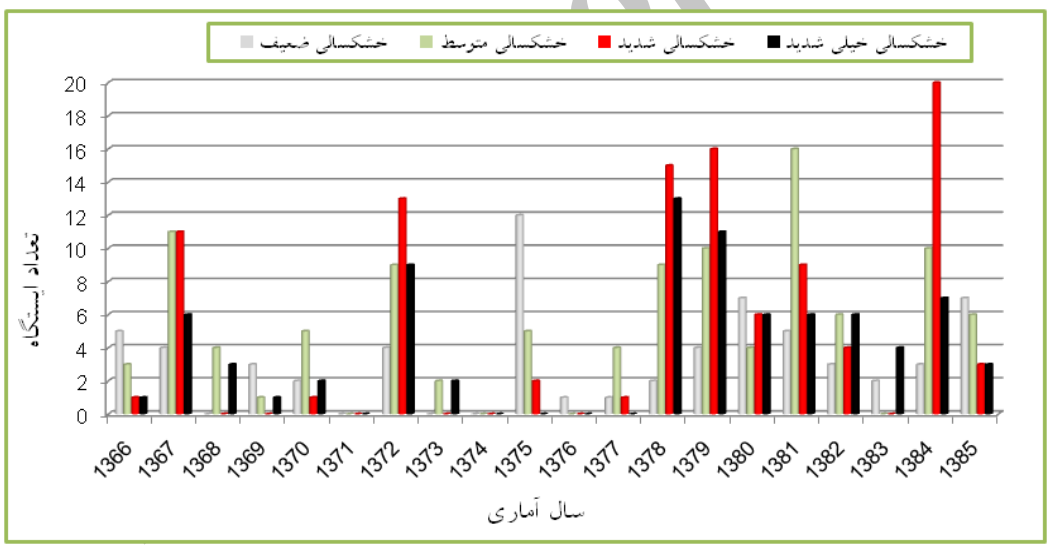
جدول ۱- طبقات مختلف خشکسالی با استفاده از شاخص درصدی از نرمال بارندگی

وضعیت خشکسالی	آستانه درصد از نرمال
خشکسالی ضعیف	۷۰ تا ۸۰ درصد
خشکسالی متوسط	۵۵ تا ۷۰ درصد
خشکسیالی شدید	۴۰ تا ۵۵ درصد
خشکسالی بسیار شدید	کمتر از ۴۰ درصد

یافته های تحقیق و ارائه نتایج:

پایش خشکسالی:

شکل شماره ۲ نشان دهنده وضعیت خشکسالی در استان کرمان براساس شاخص PNI در طول دوره آماری می باشد. نتایج این نمودار نشان می دهد که بیشترین خشکسالی ها در سال های ۱۳۶۷، ۱۳۷۲، ۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۱، ۱۳۸۴ اتفاق افتاده است. از سال ۱۳۷۸تا ۱۳۸۵ (به جز سال ۱۳۸۳) در استان کرمان خشکسالی تداوم داشته است.

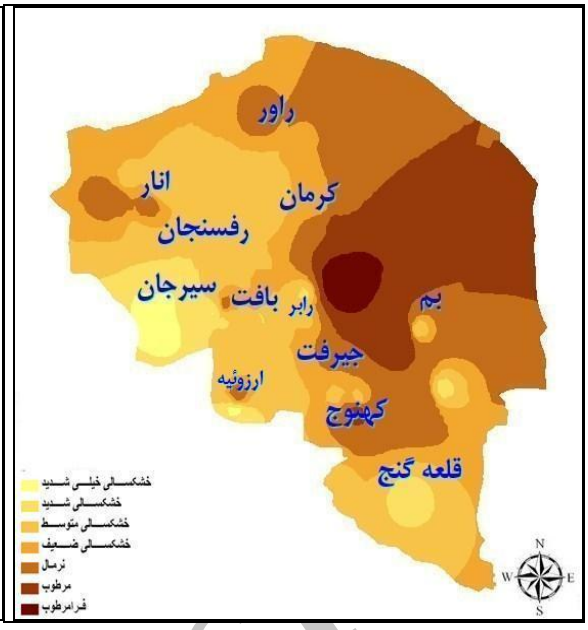


شکل ۲- فراوانی خشکسالی‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه بر اساس شاخص PNI

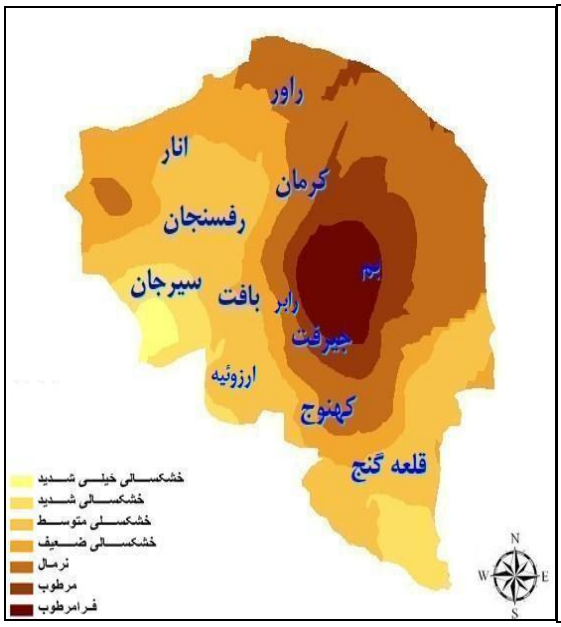
پهنه بندی خشکسالی:

شاخص PNI به صورت نقطه‌ای محاسبه می‌شود ولازم است بمنظور بررسی و صحت خشکسالی، بصورت مکانی نیز پردازش گردد ونقشه پهنه بندی شدت خشکسالی ارائه گردد. نقشه های پهنه بندی خشکسالی با سه روش میان‌یابی کریجینگ، کوکریجینگ و معکوس فاصله برای سال‌های ۱۳۶۷، ۱۳۷۲، ۱۳۷۸، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۴ تهیه شد و در شکل‌های شماره ۳ تا ۷ ارائه شده است.

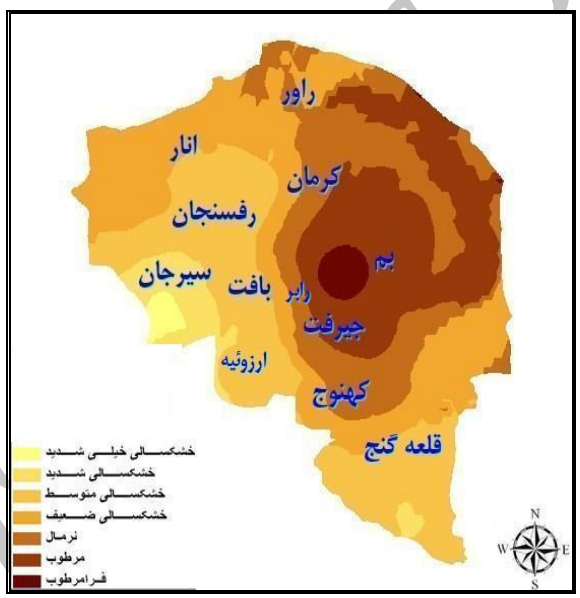
www.SID.ir



الف)کریجینگ



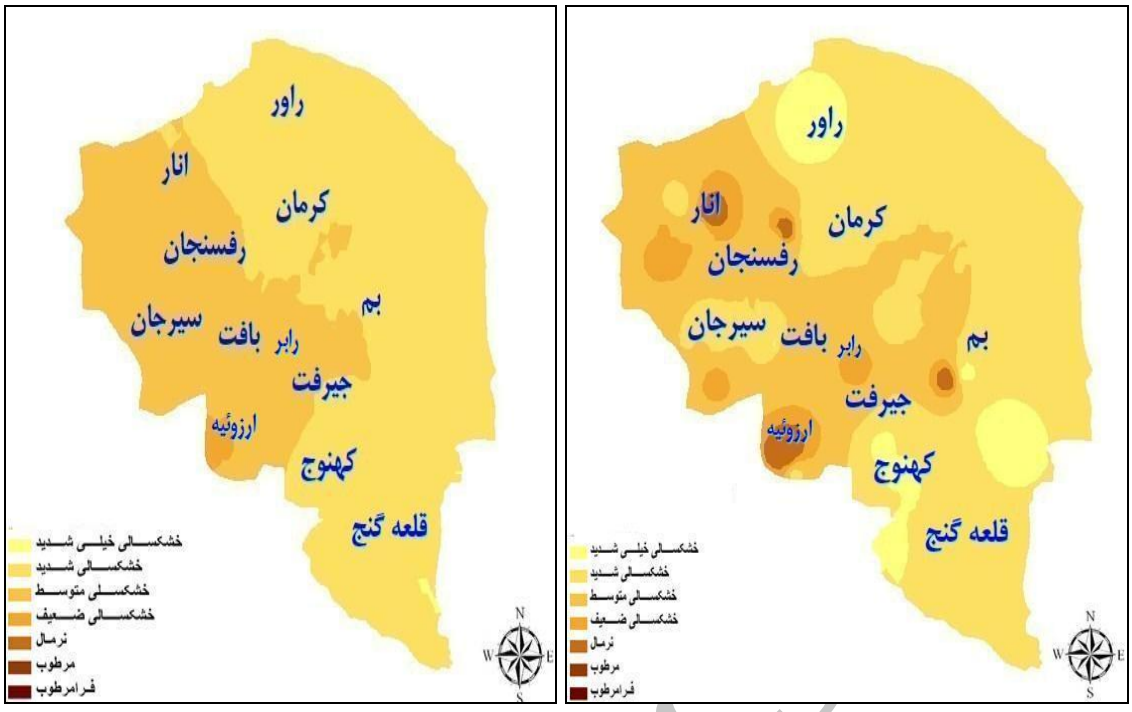
ب)معکوس فاصله



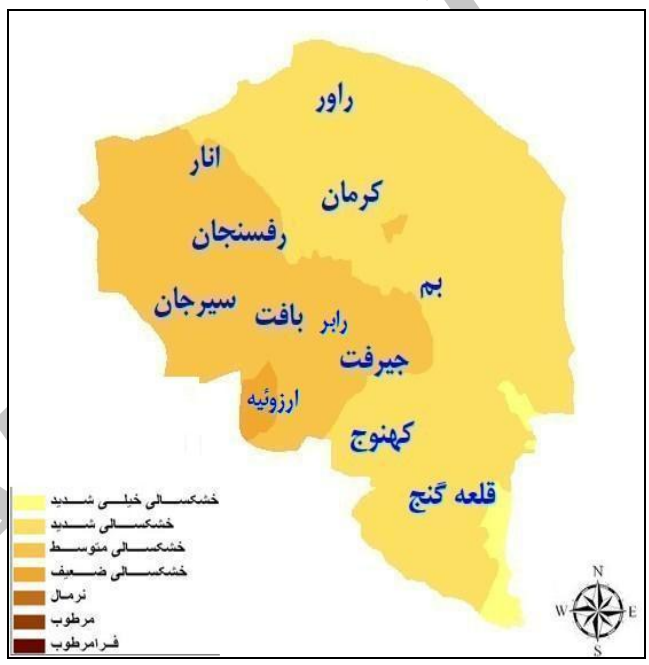
ج)کوکریجینگ

شکل ۳- نقشه‌های پهنه‌بندی خشکسالی کرمان در سال ۱۳۶۷ بر اساس شاخص خشکسالی PNI

www.SID.ir



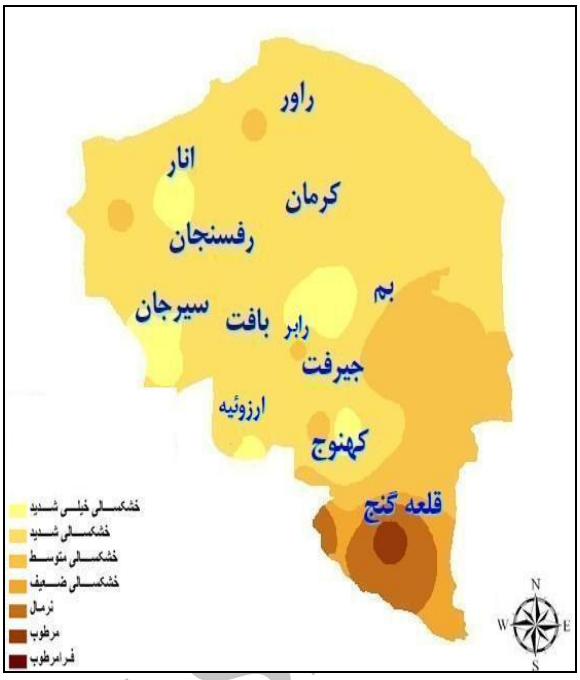
الف)کریجینگ ب)معکوس فاصله



ج)کوگریجینگ

شکل۴- نقشه‌های پهنه‌بندی خشکسالی کرمان در سال ۱۳۷۲ بر اساس شاخص خشکسالی PNI

www.SID.ir



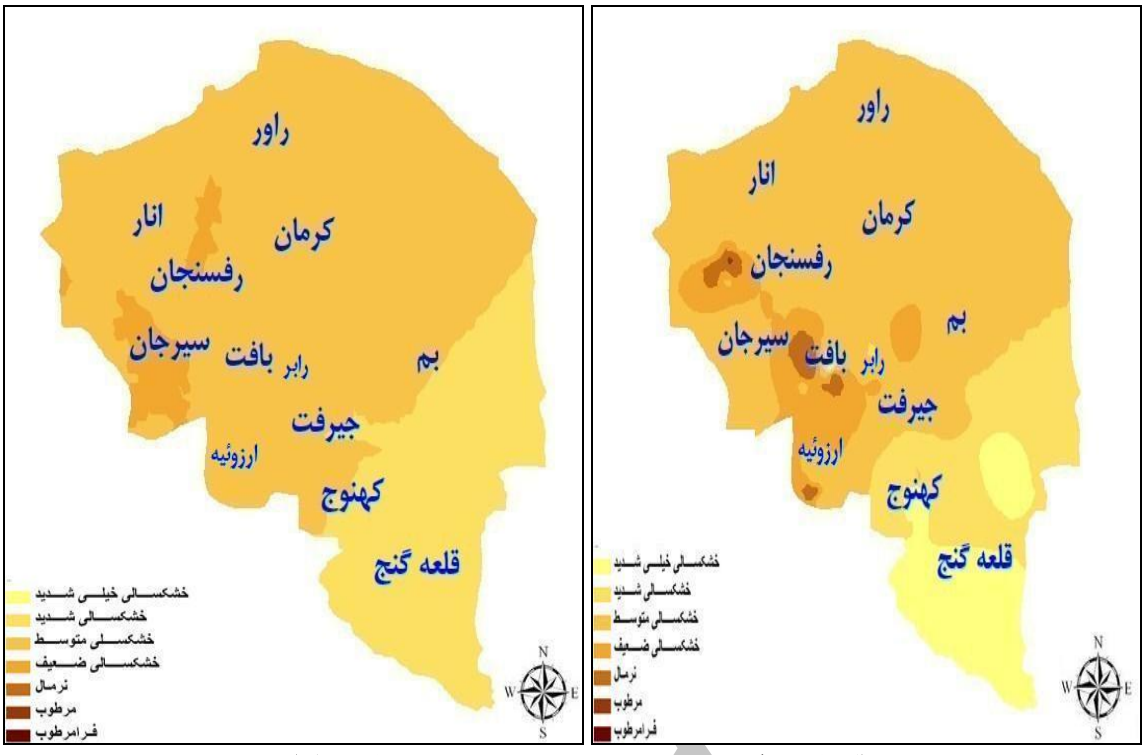
الف) کریجینگ

ب) معکوس فاصله

ج)کوکریجینگ

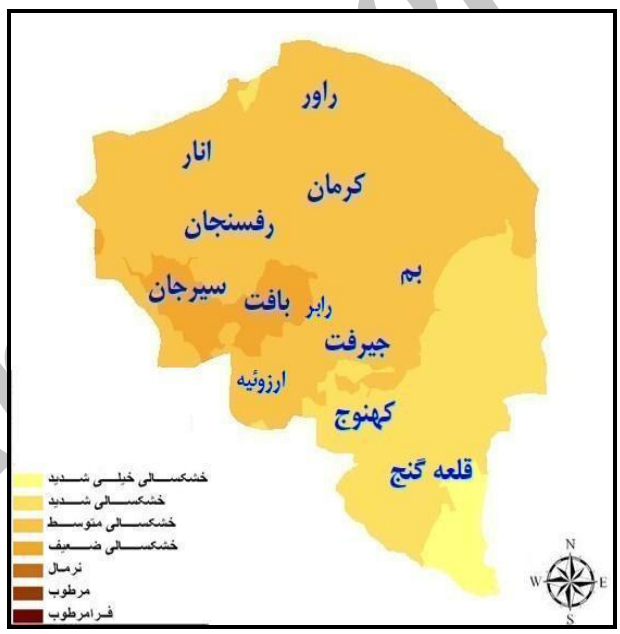
شکل ۵- نقشه‌های پهنه‌بندی خشکسالی کرمان در سال ۱۳۷۸ بر اساس شاخص خشکسالی PNI

www.SID.ir



ب) معکوس فاصله

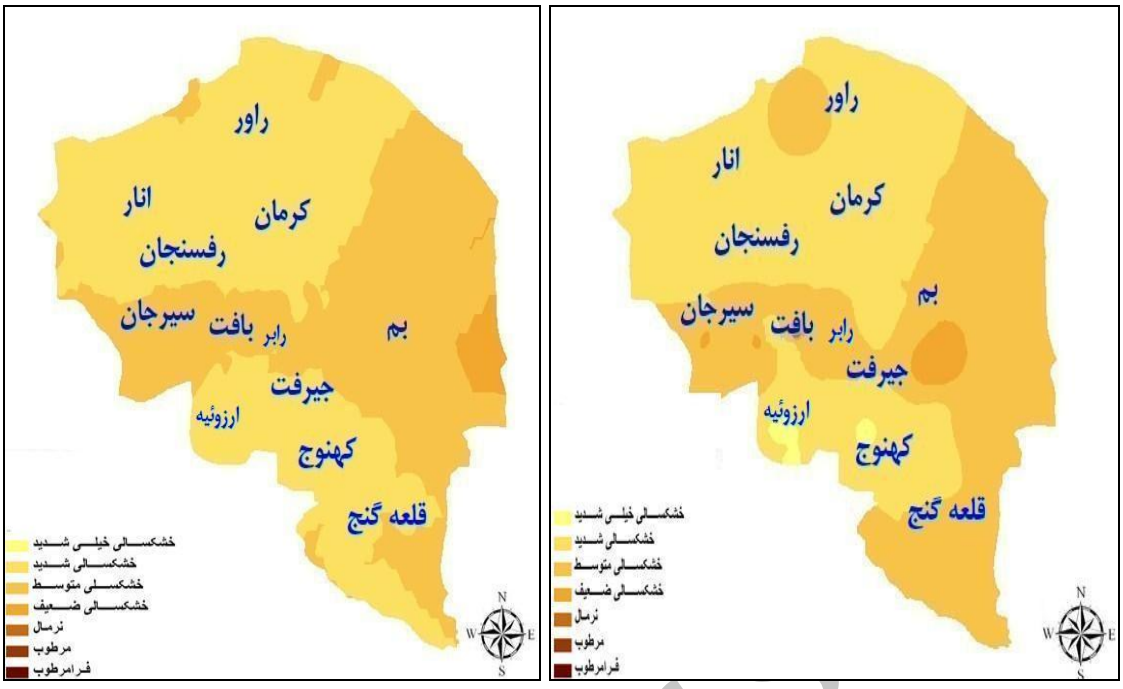
الف) کریجینگ



ج)کوکریجینگ

شکل۶- نقشه‌های پهنه‌بندی خشکسالی کرمان در سال ۱۳۸۱ بر اساس شاخص خشکسالی PNI

www.SID.ir



الف) کریجینگ ب) معکوس فاصله

ج)کوکریجینگ

شکل۷- نقشه‌های پهنه‌بندی خشکسالی کرمان در سال ۱۳۸۴ بر اساس شاخص خشکسالی PNI

ارزیابی روش‌های درون‌یابی:

در جدول شماره ۲ مقادیر ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE) در سال های مختلف و براساس روش‌های کریجینگ، کوکریجینگ و معکوس فاصله رانشان می‌دهد. هرچه مقدار ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE) کمتر باشد، روش میان یابی از دقت بیشتری برخورداراست. در این جدول روش کریجینگ بدلیل داشتن کمترین RMSE بهترین روش برای تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر خشکسالی می‌باشد.

www.SID.ir

جدول۲- نتایج ارزیابی کارایی روش‌های میان یابی بر اساس ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE)

شاخص خشکسالی	روش میان یابی	سال آماری					
		۱۳۶۷	۱۳۷۲	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۱	۱۳۸۴
PNI	IDW	۴۶/۰۹	۳۲/۸۲	۱۹/۴۲	۲۲/۲۳	۲۴/۳۸	۱۵
	Kriging	۴۳/۷۱	۲۲/۵۷	۱۸/۲۸	۱۹/۲۲	۲۳/۱	۱۵/۵۳
	Co-Kriging	۴۴/۲۸	۲۲	۱۸/۱	۱۹/۱	۲۱/۷۹	۱۶/۲۷

منبع: یافته‌های تحلیلی تحقیق، ۱۳۹۱.

نتیجه‌گیری:

در این تحقیق با استفاده از شاخص درصد بارش نرمال (PNI) اقدام به تحلیل و طبقه‌بندی شدت و مدت خشکسالی‌ها کرده و بعد از طبقه‌بندی خشکسالی براساس شاخص PNI با استفاده از سه روش درون‌یابی کریجینگ، کوکریجینگ و معکوس فاصله اقدام به پهنه‌بندی خشکسالی در منطقه مورد مطالعه گردید. با پهنه‌بندی توزیع خشکسالی استان مشخص شد که در سال ۱۳۶۷ در بخش غربی استان وضعیت خشکسالی‌ها کم بوده است. در سال ۱۳۷۲خشکسالی در کل سطح استان فراگیر بوده است و این تفاوت در بخش های شرقی وجنوبی خشکسالی شدیدتر می‌باشد. در سال ۱۳۷۹ در کل استان کرمان خشکسالی اتفاق افتاده است، در سال ۱۳۸۱ در بخش های جنوبی خشکسالی شدید رخ داده است. در سال ۱۳۸۴ در نواحی شرقی استان حوالی شهرستان بم خشکسالی باشدت کمتری رخ داد و در سایر نواحی خشکسالی شدید بوده است. نقشه‌های پهنه‌بندی خشکسالی نشان داده‌اند که شدیدترین خشکسالی‌ها در سال‌های ۱۳۷۹،۳۷۸ رخ داده است. در این تحقیق مشخص شد که شاخص درصد بارش نرمال کارایی مناسبی دارد که این یافته با نتایج تحقیق قمرنیا و روشندل (۱۳۹۱) همراه است، آنها نشان دادند که شاخص درصد بارش نرمال کارایی قابل قبولی در استان کرمانشاه دارد.

از آنجا که معیار انتخاب روش مناسب ارزیابی ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE) پایین‌تر است، لذا بر اساس جدول شماره ۲ روش کریجینگ با دارا بودن کمترین مقدار MRSE بر سایر روش‌های تهیه نقشه‌ی شدت خشکسالی استان کرمان برتری دارد و بعنوان مناسب‌ترین روش تهیه نقشه شدت خشکسالی استان کرمان انتخاب می‌گردد. این یافته با نتایج تحقیق شعبانی (۱۳۸۸) که نقشه‌های پهنه‌بندی شدت خشکسالی را برای استان فارس تهیه نمودند مطابقت دارد. آنها دریافتند که روش کریجینگ مناسب‌ترین روش برای استان فارس می‌باشد. همچنین نتایج این تحقیق با نتایج قهرودی(۱۳۸۱) وقنبرپور(۱۳۸۴) که تاکید به کارایی روش پهنه بندی کریجینگ دارند، همراستاست.

پهنه‌بندی خشکسالی استان کرمان باشاخص PNI و میان یابی آن با روش‌های کریجینگ، کوکریجینگ و معکوس فاصله در محیط ARCGIS و استفاده از روش بارش سالانه نشان داد که صرف نظر از چند سال شرایط نرمال برای بعضی از ایستگاه‌ها، خشکسالی بویژه در مناطق جنوبی و شرقی استان با تداوم و شدت همراه بوده است و نقشه پهنه بندی خشکسالی در سال های مختلف دوره در این تحقیق نشان داد که استان از پتانسیل حساسیت زیادی نسبت به خشکسالی برخوردار است. برنامه ریزی صحیح و بهینه منابع آب موجود در استان و تلاش برای تدوین روش‌های تهیه نقشه‌های بحرانی خشکسالی کشور از پیشنهادهای این پژوهش می‌باشد.

تشکر و قدردانی:

از حمایت‌های دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات سیرجان در انجام این تحقیق قدردانی می‌گردد.

منابع:

۱. انصافی مقدم، طاهر (۱۳۸۵): «بررسی و ارزیابی شاخص های اقلیمی وتعیین شاخص مناسب پیش بینی خشکسالی در حوضه دریاچه نمک»، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

۲. سبزی‌پور، ع.، آ. کاظمی، ص. معروفی، جواد. بذرافشان، و م. غفوری (۱۳۸۹): «ارزیابی تطبیقی هفت نمایه خشکسالی هواشناسی با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای»، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره دوازدهم، شماره ۱، تهران، صص ۹۷-۱۱۱.
۳. فرج زاده، مهدی (۱۳۷۵): «خشکسالی و روش‌های مطالعه‌ی آن»، نشریه جنگل و مرتع، شماره ۳۲، تهران.
۴. قطره سامانی، سامان (۱۳۷۹): بررسی روند خشکسالی در استان چهارمحال بختیاریف مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مقابله با کم آبی و خشکسالی، کرمان.
۵. قمرنیا، ه. و ف. روشندل (۱۳۹۱): «بررسی مقایسه ای وضعیت خشکسالی سی ساله استان کرمانشاه با استفاده از شاخص-های مختلف خشکسالی هواشناسی»، سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ساری.
۶. قنبرپور، محمدرضا (۱۳۸۴): «مقایسه روش‌های تحلیل مکانی در تعین بارندگی و دما در مقیاس حوزه آبخیز (مطالعه موردی: حوزه آبخیز تالش)»، پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر، سال سوم، شماره اول، رشت، صص ۲۹-۴۳.
۷. قهرودی تالی، منیژه (۱۳۸۱): «ارزیابی درون‌یابی به روش کریجینگ»، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۳، تهران، صص۹۵-۱۰۳.
۸. کریمی‌احمدآباد، م.، و س. قره‌چلو (۱۳۸۸): بررسی نتایج روش‌های پهنه‌بندی خشکسالی با دو رویکرد مختلف در سامانه-های اطلاعات جغرافیایی، همایش و نمایشگاه ژئوفیزیک، تهران.
۹. محسنی ساروی مهدی، صفدری ع. ا، ثقفیان ب (۱۳۸۳): «تحلیل شدت، مدت، فراوانی وگستره خشکسالی های‌حوضه ی کارون به کمک شاخص بارش استاندارد»، مجله منابع طبیعی ایران، جلد۵۷، شماره ۴، تهران، صص ۴۷-۳۱.
۱۰. محمدی مطلق، م. معتضدی، ا. امیری مهدی پور، ن (۱۳۹۰): «پایش و پیش بینی خشکسالی استان فارس با استفاده از شاخص خشکسالی SPI و زنجیره مارکوف. پنجمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک»، تهران.
۱۱. محمدنیا قرایی، س.، و م. عسکریزاده (۱۳۸۹): «بررسی راه‌کارهای لازم و همکاری‌های متقابل در جهت پیشگیری و کاهش خسارات مخاطرات محیطی در کشورهای اسلامی»، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان.
۱۲. محمدیان، آ.، کوهی م. و آ. آدینه بیگی (۱۳۸۹): «مقایسه پایش خشکسالی با استفاده از شاخص‌های SPI، DI و PNI و پهنه بندی آنها (مطالعه موردی: استان خراسان شمالی)»، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد هفدهم، شماره اول، تهران، صص ۱۲۷-۱۱۹.
۱۳. نصرتی، ک.، و ح. آذرنیوند (۱۳۸۱): «تحلیل منطقه‌ای شدت-مدت-دوره بازگشت خشکسالی با استفاده از داده‌های بارندگی (مطالعه موردی:حوضه آبخیز اترک)»، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان، جلد ۷، شماره۱، تهران، صص ۴۸-۲۶.
۱۴. یزدانی، م.، چاوشی، س.، شیرانی، ک. و خداقلی م (۱۳۸۶): بررسی وضعیت خشکسالی در زیر حوضه‌ی آبخیز زاینده رود، اولین همایش منطقه‌ای بهرهبرداری بهینه از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده رود، شهرکرد.
15. Akhtari, R.,Mahdian, M.H., and Morid, S. (2007): Assesment of spatial analysis of SPI and EDI drought indices in Tehran province. Tehran, J. Iran-Water Resource. Res.2:3.27-38.
16. Bodagh Jamali ,J., Javanmard ,s.,and Shirmohammady, R. (2003): Monitoring and zoning drought condition in Khorasan province using standardized precipitation index. Mashhad , J. Geographi .Res.17:4.11389-11406.
17. . Hayes , M.J. (2001): Drought Indices, National Drought Mitigation Center ,Noaa, Press, 11p.
18. .Karen arms,. (1990): Environmental Sciences. Staunders Collage Pub Florida.
19. Loukas A., Vasiliades L.N.R:Dalezios N.R. (2003): Intercomparison of meteorological drought indices for drought assessment and monitoring in Greece. proceeding of the 8

Archive of SID

www.SID.ir

international conference on environmental science and Technology. Lemons Island and Greece 8-10 September 2003.
20. Morid s., Smakhtin, v., Moghaddasi, M. (2006): Comparison of seven meteorological Indices for drought monitoring in Iran. International Journal of Climatology 26:971-985.
21. McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. (1933): The Relationship of Drought Frequency and Duration to time Scale. In Proc, 8th Conf. on Applied Climatology, January 17-22, American Meteorological Society, Massachusetts , P_P:179-184.
22. McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J.(1995): Drought Monitoring with Multiple Time Scales .In Proc, 9th Conf. on Applied Climatology January 15-20, American Meteorological Society, Massachusetts, P_P:233-236.
23. Miller, G.T. (1997): Environmental Sciences, Word Worth Pob, Belment, California.

Archive of SID

www.SID.ir