پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ٤٥، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲
صص. ۱۲-۱

تحلیل فضایی خشکسالی‌های بلندمدت ایران

ام‌السلمه بابایی فینی * ـ استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور
بهلول علیجانی ـ استاد اقلیم‌شناسی، دانشگاه خوارزمی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۱/۰۸ تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۰۴/۱۷

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، پایش و پهنه‌بندی خشکسالی‌های بلندمدت ایران زمین است. از آنجاکه شاخص بارش استانداردشده (SPI) به تحلیل‌گر امکان می‌دهد تا تعداد وقوع خشکسالی را در مقیاس‌های زمانی مختلف تعیین کند و با برازش خشکسالی‌ها بر تابع چگالی احتمال، تحلیل فراوانی را روی آن انجام دهد، مزیت بهتری برای انتخاب و اجرا دارد. در این پژوهش از داده‌های آماری هفتاد ایستگاهی استفاده شد که دورهٔ آماری سی سال به بالا داشتند و با به‌کارگیری نمایهٔ SPI در بازه‌های زمانی دوازده و بیست‌وچهارماهه، داده‌ها مورد بررسی و تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. برای تحلیل فضایی با استفاده از روش‌های زمین‌آمار، نقشه‌های پهنه‌بندی خشکسالی‌ها در محیط ArcGis ترسیم شدند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که در بازه دوازده‌ماهه قسمت‌های شرق، جنوب غرب، غرب و مرکز کشور، خشکسالی‌ها بسیار شدید و شدید است، اما در مناطق شمال شرق، شمال غرب و شمال کشور خشکسالی‌ها متوسط و ملایم است. در بازه بیست‌وچهارماهه غرب، شرق، جنوب شرق، جنوب و مرکز کشور خشکسالی‌ها بسیار شدید و شدید است.

کلیدواژه‌ها: ایران، بازه‌های دوازده و بیست‌وچهارماهه، تحلیل فضایی، خشکسالی، شاخص بارش استاندارد (SPI).

مقدمه

کشور ایران با قرار گرفتن در منطقهٔ خشک و بیابانی جهان با بارشی حدود یک‌سوم بارش جهانی و نوسان‌های شدید مکانی و زمانی بارش، از دسته کشورهایی است که خسارات هنگفتی را از این تهدید طبیعی در گستره‌های مختلف، به‌ویژه طی دهه‌های اخیر دریافت کرده است. خشکسالی یک شکل طبیعی از اوضاع آب‌وهوایی است که تکرار آن در طول زمان امری گریزناپذیر است، از قدیم‌الایام یکی از بلایای طبیعی شناخته شده و در مقایسه با بلاهای طبیعی دیگر از نظر شدت، طول مدت واقعه، گسترش منطقه‌ای و خسارت مالی و جانی، بسیار قوی‌تر است. در دهه‌های اخیر از میان

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۱۸۰۵۷۶ E-mail: f_babaee@pnu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

حوادث طبیعی، فراوانی خشکسالی بیش از حوادث دیگر بوده است. این پدیده می‌تواند در همه نوع آب‌وهـوایی رخ دهـد؛ زیرا خصیصهٔ موقت تمام اقالیم است (قنبری و معصـوم‌پـور، ۱۳۸۶: ۶۸). از دیربـاز کشـور مـا هـم شـاهد مـوارد متعـدد خشکسالی بوده است، تا آنجا که داریوش در کتیبهٔ به‌جا مانده از عهد هخامنشیان، دسـت بـه درگـاه الهـی بلنـد کـرده و می‌گوید: خداوندا کشور مرا از دروغ و خشکسالی در امان دار. در یک تعریف جامع، خشکسالی به‌منزلهٔ یکی از مخـاطرات طبیعی، عبارت است از کاهش غیرمنتظرهٔ بارش در مدتی معین، نسبت به میانگین درازمدت (علیجانی و کاویـانی، ۱۳۷۱: ۲۵۸). خشکسالی بر کاهش تولیدات کشاورزی دامی منابع آبی و گسترش آفات و امـراض، آتـش‌سـوزی، قحطـی، فقـر، مشکلات اجتماعی، اخلاقی و سرانجام بر عقب‌ماندگی کشورها تأثیر می‌گذارد. بنابراین کشورها همواره تلاش کرده‌اند تـا با ارائهٔ راه‌کارهایی مناسب از سوی دست‌اندرکاران و مردم با آن مقابلـه کننـد و آثـار آن را بـه حـداقل ممکـن برسـانند. خشکسالی در مقایسه با سایر بلاها (زلزله، آتشفشان، توفان، سیل، صـاعقه و سـونامی)، یکـی از عمـده‌تـرین مخـاطرات طبیعی از دید شدت، مدت و خسارات جانی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌شناسی به‌شـمار مـی‌رود کـه امکـان دارد سـبب بسیاری از تحولات اجتماعی ـ اقتصادی مثل جنگ‌ها، قحطی‌ها و مهاجرت‌ها شود. (یزدانی، ۱۳۸۷: ۲). این پدیده یکی از محدودیت‌های خاص طبیعت است که برای هر اقلیمی تکرارشدنی و قابل پیشامد است.

برخی شاخص‌های سنجش خشکسالی مانند پالمر، چارچوب به‌نسبت پیچیده‌ای دارند که نبود آمار درازمدت، کـاربرد آن را در کشور ما محدود کرده است. از آنجاکه بارندگی بی‌ثبات‌ترین متغیر اقلیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌رود، از اهمیت زیادی برخوردار است. تغییرات بارش به‌طور مستقیم در رطوبت خاک، جریان‌های سطحی و زیرزمینـی انعکاس می‌یابد. به‌همین دلیل، بارش نخستین بُرداری است که می‌تواند در بررسی هر حالتی از خشکسـالی، مـورد توجـه قرار گیرد.

ادبیات مربوط به خشکسالی گوناگون است، برخی به خشکسالی آب‌وهوایی، برخی به هیدرولوژیکی و برخی نیـز بـه کشاورزی تأکید کرده‌اند. مک‌کی و همکاران (۱۹۹۳) از سال ۱۹۹۴ به‌طور عملی شاخص بارش استاندارد (SPI)[1] را برای پایش خشکسالی در ایالت کلرادو به‌کار بردند. بردی و همکاران (۲۰۰۱) از سـال ۱۹۵۰ تـا ۲۰۰۰ در ایتالیـا، بـه مطالعـهٔ خشکسالی با استفاده از شاخص بارش استاندارد در مقیاس‌های زمانی متفاوت پرداخته‌اند و تأکید کردند که ایـن شـاخص ابزار مناسبی برای تجزیه‌وتحلیل خشکسالی‌های بلندمدت است. داپیگنی (۲۰۰۱) به بررسی آثار خشکسالی ایالت ورمونت آمریکا پرداخته و نشان داده است که SPI در مقایسه با PDSI[2] در مقیاس یک‌ماهه، آغاز شرایط خشـکی و شـدت آن را بهتر نشان می‌دهد. هونگ ویو و همکاران (۲۰۰۱)، در چهار ناحیهٔ ایالات متحده که آب‌وهوای خشک تا مرطـوب دارنـد، شاخص خشکسالی بارندگی استاندارد شدهٔ CZI[3] را با استفاده از چهل‌وهشـت سـال آمـار بارنـدگی (۱۹۹۸ تـا ۱۹۵۱) در دوره‌های یک‌ماهه، سه‌ماهه، شش‌ماهه، نُه‌ماهه و دوازده‌ماهه ارزیابی کردند. آنها در این پژوهش شاخص SPI را مبنا قرار دادند و شاخص‌های دیگر و واکنش آنها را در سال‌های خشک و تَر نسبت به این شاخص ارزیابی کردند.

1. Standard Precipitation Index
2. Palmer Drought Severity Index
3. China Z Index

Archive of SID

www.SID.ir

رولت و ریچارد (۲۰۰۳) با استفاده از شاخص بارش استاندارد، گسترش مکانی و شدت خشکسالی جنوب آفریقا را در مقیاس‌های سه‌ماهه، شش‌ماهه و دوازده‌ماهه بررسی کردند و دریافتند که این شاخص ابزار مناسبی برای پایش گسترش مکانی و شدت خشکسالی در منطقهٔ مورد مطالعه است. لوکاس و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از داده‌های بیست‌وهشت ایستگاه با طول دورهٔ آماری چهل سال، اقدام به محاسبه و مقایسهٔ سه شاخص خشکسالی، شامل استانداردسازی (Z)، شاخص بارش استاندارد و ناهنجاری بارش کردند. میشرا و همکاران (۲۰۰۵) برای بررسی‌های مکانی و زمانی خشکسالی دشت رودخانهٔ کانساباتی در هند، از شاخص بارش استاندارد استفاده کردند و برای درون‌یابی روش وزن‌دهی معکوس فاصله (IDW) را به‌کار بردند. وی‌سنت و همکاران (۲۰۰۵) واکنش‌های هیدرولوژیک در مقیاس‌های زمانی مختلف خشکسالی اقلیمی را با استفاده از شاخص بارش استاندارد (SPI) در دشت رودخانه آراگون بررسی کردند.

علیجانی و همکاران (۱۳۸۴)، خشکسالی‌های دورهٔ سرد سواحل جنوبی دریای خزر را تحلیل کرده‌اند. در این پژوهش با استفاده از دو شاخص دهک و نمرهٔ استاندارد شدت، تداوم و وسعت خشکسالی‌ها شناسایی و با استفاده از نرم‌افزار آرک ویو[1] وسعت فراگیری خشکسالی‌ها ترسیم شده است.

باروتی و همکاران (۱۳۸۷) به تحلیل و پایش خشکسالی در دشت قزوین با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده پرداخته‌اند. منطقهٔ مورد مطالعهٔ آنها در شدیدترین خشکسالی ۶۰ درصد استان در خشکسالی بسیار شدید، ۲۰ درصد در خشکسالی شدید، ۱۸ درصد در خشکسالی ملایم و تنها ۲ درصد از کل منطقه در شرایط معمولی قرار داشته است.

رضایی و همکاران (۱۳۸۷) شاخص بارش استانداردشده را در کشاورزی دشت تبریز به‌کار بردند. آنها در پژوهش خود با به‌کارگیری روش SPI، شدت و مدت خشکسالی در منطقه را تعیین کردند. نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی‌های رضایی و همکاران، تأثیرپذیری محصولات کشاورزی و حساسیت آنها در برابر کمبود بارندگی، رطوبت خاک و تغییرات دمایی را نشان می‌دهد. صداقت‌کردار و فتاحی (۱۳۸۷)، شاخص‌های پیش‌آگاهی خشکسالی در ایران را مطالعه کردند. در این پژوهش از داده‌های سیگنال‌های بزرگ‌مقیاس اقلیمی و داده‌های ماهانهٔ شاخص نوسان جنوبی، شاخص نوسان شمالی و پدیدهٔ انسو استفاده شده است.

خزانه‌داری و همکاران (۱۳۸۹) روند خشکسالی در ایران را طی سی سال آینده (۲۰۳۹–۲۰۱۰) با استفاده از مدل‌های (GCM & LARS-WG) انجام داده‌اند که نتایج آن تأیید هم‌خوانی دو شاخص DI و SPI برای بررسی روند خشکسالی است و نشان‌دهندهٔ افزایش خشکسالی در سی سال آینده و وقوع تغییر اقلیم در منطقهٔ ایران است.

خوشحال و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی تأثیر خشکسالی بر آبهای زیرزمینی در حوضهٔ آبی دهگلان ـ کردستان پرداختند و نتیجه گرفتند که بین فراسنج‌های اقلیمی در ارتباط با سطح ایستابی، رابطه‌ای وجود ندارد؛ اما تغییرات دبی با سطح ایستابی دارای ضریب تعیین ۷۱درصد است. موارد بیان‌شده نشان می‌دهد که در زمینهٔ خشکسالی ایران در مقیاس کشوری، کار جامع و کاملی انجام نشده است، به‌همین دلیل در این پژوهش تلاش شده است که به این امر با استفاده از روش SPI پرداخته شود.

1. Arc view

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

شاخص بارش استاندارد شده، شاخصی است که بر اساس احتمال وقوع بارش برای هر دورهٔ زمانی، SPI را می‌توان برای دوره‌های زمانی مختلف محاسبه کرد. این شاخص می‌تواند وقوع خشکسالی را پیش‌بینی کند و در ارزیابی شدت خشکسالی کمک کند. برای درک اینکه کمبود بارش تأثیرات متفاوتی بر آبخوان‌ها، مخازن ذخیره، رطوبت خاک، ذخایر برف و جریان‌های سطحی دارد، مکی و همکاران (١٩٩٣) شاخص بارش استاندارد شده (SPI) را ابداع کردند. این شاخص با هر نوع مقیاس زمانی هم‌خوانی دارد و کاربردی‌ترین و مناسب‌ترین شاخص برای شناخت خشکسالی‌ها در اکثر زمینه‌ها مانند هواشناسی، کشاورزی، هیدرولوژی و رطوبت خاک است. در این شاخص باید داده‌ها فقط ماهانه و دست‌کم سی‌ساله باشند که به‌کمک برازش توزیع گاما نرمال می‌شوند (سهرابی و همکاران، ١٣٨٧: ٥). پایه‌های زمانی متداول در شاخص بارش استاندارد عبارتند از سه، شش، دوازده، بیست‌وچهار و چهل‌وهشت ماه که به‌طور معمول، به‌صورت میانگین متحرک و بر اساس رابطه (١) محاسبه می‌شوند. برای نمونه در مورد شاخص بازه سه‌ماهه، شاخص استاندارد به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

رابطهٔ ١) $SPI = \frac{X_I - \bar{X}}{S}$

که در آن: X_i: مجموع بارش سه ماه مورد نظر؛ $\bar{X}$: میانگین مجموع بارش همان سه ماه در درازمدت و S: انحراف معیار همان داده‌ها است. معمولاً شاخص بارش استاندارد با توزیع گاما محاسبه می‌شود. از آنجا که در توزیع گاما مقادیر منفی وجود ندارد، بسیار مناسب است (برای آشنایی بیشتر با توزیع گاما به علیجانی و بابایی، ١٣٨٨ مراجعه شود).

درجه‌بندی خشکسالی‌ها بر اساس شاخص بارش استاندارد در جدول ١ نوشته شده است (لیود و همکاران، ٢٠٠٢).

جدول ١. طبقه‌های مختلف خشکسالی بر اساس مقادیر مختلف SPI

طبقهٔ خشکسالی	مقادیر SPI	طبقهٔ خشکسالی	مقادیر SPI
خشکسالی ملایم	٠ تا ٠/٩٩-	خشکسالی شدید	١/٥- تا ١/٩٩-
خشکسالی متوسط	١- تا ١/٤٩-	خشکسالی بسیار شدید	٢- و کمتر

چون خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی، رطوبت خاک و جریان رودخانه‌ها مؤثر است، از SPI استفاده می‌شود تا بتوان تأثیر کمبود بارندگی را در دوره‌های زمانی سه‌ماهه، شش‌ماهه، دوازده‌ماهه، بیست‌وچهارماهه و... کمّی کرد. با توجه به اینکه هدف این پژوهش بررسی اثر خشکسالی بر آبهای زیرزمینی و جریان رودخانه است، از بازه‌های دوازده‌ماهه و بیست‌وچهارماهه استفاده شده است. برای محاسبهٔ این شاخص، یک برنامه رایانه‌ای تنظیم شد.[1]

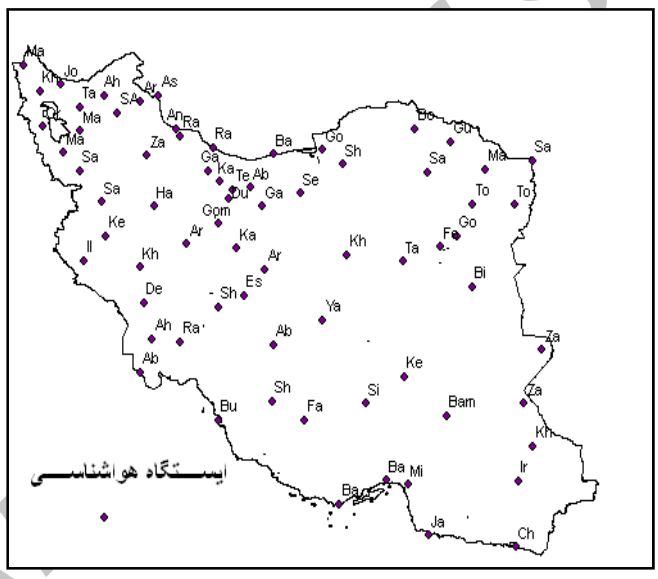
با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده از جدول (١)، خشکسالی‌ها به چهار طبقهٔ خشکسالی بسیار شدید، خشکسالی شدید، خشکسالی متوسط و خشکسالی ملایم تقسیم شدند. یعنی خشکسالی‌های هر ایستگاه در هر مورد به یکی از این طبقه‌ها اختصاص داده شد. سپس پراکندگی فضایی هر یک از طبقه‌ها با استفاده از روش زمین‌آمار برای کل کشور ترسیم شد.

1. http://www.drought.nul.edu/monitor/spi/program/spi_program.htm.

Archive of SID

www.SID.ir

روش‌های زمین‌آمار برای منظور کردن ساختار مکانی داده‌ها و ویژگی‌های جغرافیایی، مانند عرض و طول جغرافیایی از دقت و اهمیت بالایی برخوردارند (مدنی، ۱۳۷۳: ۹۷). این روش‌ها با استفاده از واریانس، وضعیت تغییرات منطقه‌ای و محلی را با هم در نظر می‌گیرند. برای مثال، آمار کلاسیک تغییرات بارش را از جنوب به شمال، فقط با یک مدل رگرسیون نشان می‌دهد و تغییرات محلی را نادیده می‌گیرد. در بین روش‌های زمین‌آمار، روش کریجینگ معمولی به‌دلیل سادگی و انطباق بهتر با شرایط ایران، انتخاب شد. در خشکسالی‌ها باید مقدار طبیعی بارندگی یا دبی رودخانه ملاک قرار گیرید که برای محاسبهٔ آن، دست‌کم به اطلاعات آماری سی سال نیاز خواهد بود، بنابراین با داشتن آمار ده یا پانزده سال نمی‌توان وجود خشکسالی را تحلیل کرد. به‌همین دلیل از بین دویست‌وسی‌وچهار ایستگاه سینوپتیک سازمان هواشناسی کشور، فقط هفتاد ایستگاه انتخاب شدند که از دورهٔ آماری سی سال (۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵) به بالا برخوردار بودند (علیزاده، ۱۳۸۹: ۲۸۱). پراکندگی ایستگاه‌ها در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

یافته‌های پژوهش

در کل دوره با محاسبه SPI دوازده‌ماهه ۳۴۸ نمره استاندارد و با محاسبه SPI بیست‌وچهارماهه، ۳۳۶ نمره استاندارد برای هر ایستگاه به‌دست آمده است. جداول (۲) و (۳) حداقل و حداکثر این نمره‌های استاندارد را نشان می‌دهند.

جدول ۲. فراوانی ایستگاه‌های دارای نمرات خشکسالی‌های بازه دوازده‌ماهه در طول دوره مطالعه

طبقه‌های SPI	فراوانی مطلق		فراوانی نسبی		جمع
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	
خشکسالی بسیار شدید	۰	۲۷	۰	۷/۸	۳۴۸
خشکسالی شدید	۳	۳۸	۰/۹	۱۰/۹	۳۴۸
خشکسالی متوسط	۵	۵۷	۱/۴	۱۶/۴	۳۴۸
خشکسالی ضعیف	۷۲	۱۴۵	۲۰/۷	۴۱/۷	۳۴۸

www.SID.ir

جدول ۳. فراوانی ایستگاه‌های دارای نمرات خشکسالی‌های بازه بیست‌وچهارماهه در طول دورهٔ مطالعه

طبقه‌های SPI	فراوانی مطلق		فراوانی نسبی		جمع
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	
خشکسالی بسیار شدید	۰	۲۳	۰	۶/۸	۳۳۶
خشکسالی شدید	۳	۳۷	/۹	۱۱	۳۳۶
خشکسالی متوسط	۹	۵۴	۲/۷	۱۶/۱	۳۳۶
خشکسالی ضعیف	۵۹	۱۳۹	۱۷/۶	۴۱/۴	۳۳۶

براساس جدول (۲) در بازه دوازده‌ماهه، تنها سه ایستگاه خشکسالی بسیار شدید نداشته و دو ایستگاه بیش از ۲۰ مرتبه خشکسالی بسیار شدید را تجربه کرده است. در این بازه دامنهٔ خشکسالی‌های بسیار شدید بین صفر تا ۲۷ است. تمام ایستگاه‌ها خشکسالی‌های شدید داشته‌اند که دامنه آن بین ۳ تا ۳۸ است. براساس جدول (۳) در بازه بیست‌وچهارماهه، ایستگاه قم بیش از ۲۰ مرتبه خشکسالی بسیار شدید داشته و هفت ایستگاه خشکسالی بسیار شدید را تجربه نکرده‌اند. دامنهٔ خشکسالی‌های بسیار شدید بین صفر تا ۲۳ است. تمام ایستگاه‌ها خشکسالی‌های شدید را تجربه کرده‌اند که دامنهٔ آن بین ۳ تا ۳۷ است. حداکثر فراوانی خشکسالی‌های متوسط تا ۵۵ مورد مشاهده شده است. خشکسالی‌های ضعیف فراوان‌تر هستند و تا ۱۴۰ مورد رخ داده است، البته این خشکسالی‌ها را می‌توان جزء شرایط طبیعی فرض کرد؛ چون از شدت کمتری برخوردارند.

در بازه دوازده‌ماهه، ایستگاه بیرجند و رامهرمز در کل دوره بالای ۶ درصد خشکسالی بسیار شدید داشته‌اند. ایستگاه ایلام، سیرجان، خرم‌آباد، قزوین و گرمسار بیش از ۴/۶ درصد کل دوره دچار خشکسالی‌های بسیار شدید بوده‌اند. در این بازه ۲۱ ایستگاه بیشتر از ۳/۲ درصد خشکسالی بسیار شدید داشته‌اند و بقیهٔ ایستگاه‌ها کمتر از ۳ درصد کل دوره، خشکسالی‌های بسیار شدید را تجربه کرده‌اند. میزان خشکسالی شدید بیش از ۹ درصد به ایستگاه اردستان، میناب، بم و شیراز اختصاص دارد. خشکسالی شدید بیش از ۶ درصد را ۱۸ ایستگاه تجربه کرده‌اند و بقیهٔ ایستگاه‌ها تجربهٔ خشکسالی‌های شدید کمتر از ۶ درصد را داشته‌اند. در همین بازه ۱۴ ایستگاه در شمال غرب و شمال شرق بالای ۱۲ درصد خشکسالی متوسط داشته‌اند و ۳۰ ایستگاه در شمال غرب، غرب، جنوب غرب، شمال و جنوب شرق در بیش از ۳۲ درصد خشکسالی ملایم داشته‌اند. در کل دوره با بازه بیست‌وچهارماهه، تنها ایستگاه قم بالای ۶ درصد خشکسالی‌های بسیار شدید داشته است. ایستگاه شهرکرد، طبس، ایرانشهر، سقز، مراغه، سبزوار، تربت جام، تربت حیدریه و مهاباد بیش از ۴/۲ درصد خشکسالی‌های بسیار شدید داشته‌اند و بقیه ایستگاه‌ها کمتر از ۳ درصد دچار خشکسالی‌های بسیار شدید شده‌اند. در همین بازه خشکسالی‌های شدید بالای ۹ درصد مربوط به ایستگاه خاش، میناب، جاسک، تهران، سمنان، بم، چابهار، خوربیابانک و یزد است. تعداد ۲۳ ایستگاه خشکسالی‌های شدید بیش از ۶ درصد تجربه کرده‌اند و بقیهٔ ایستگاه‌ها کمتر از ۶ درصد دچار خشکسالی‌های شدید شده‌اند. در همین بازه ۱۴ ایستگاه در سواحل دریای خزر و جنوب کشور بالای ۱۲ درصد خشکسالی متوسط داشته و ۳۵ ایستگاه در بیش از ۳۲ درصد در حالت معمولی قرار داشته‌اند.

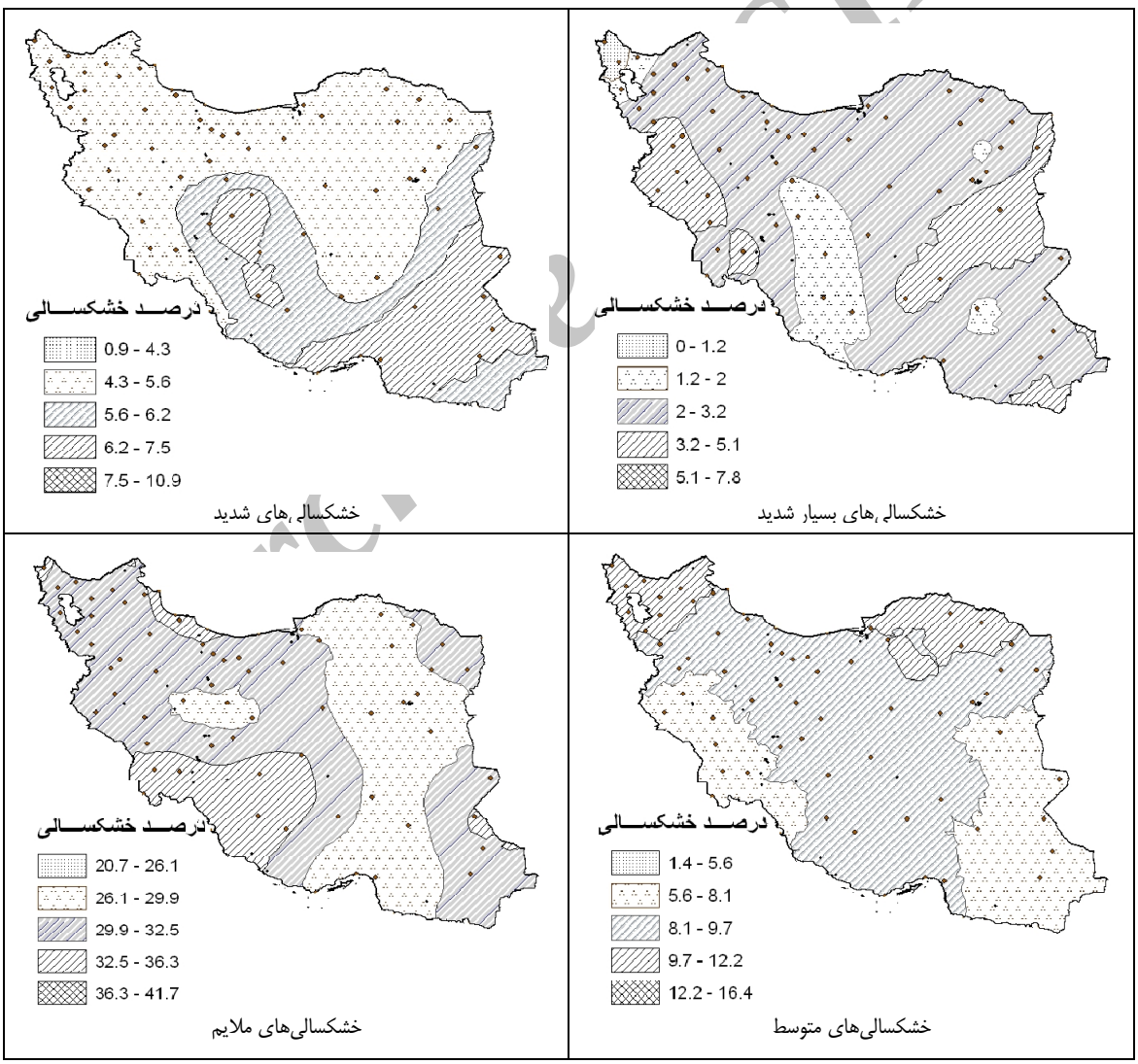
Archive of SID

www.SID.ir

تحلیل فضایی خشکسالی‌های بلندمدت

الف. بازه دوازده‌ماهه

پراکندگی فراوانی نسبی طبقه‌های خشکسالی‌های بازه دوازده‌ماهه در شکل (۲) نشان داده شده است. پراکندگی خشکسالی‌های بسیار شدید از یک الگوی نصف‌النهاری پیروی می‌کند. بیشترین فراوانی‌ها در محدودهٔ شرق و جنوب غرب کشور مشاهده می‌شود که بیش از ۶ درصد در دورهٔ مورد مطالعه دچار خشکسالی بسیار شدید شده‌اند. نوار بعدی خشکسالی‌های بسیار شدید با حداکثر ۴ درصد به‌صورت هالهٔ بازشده‌ای در جنوب غرب، غرب، شرق و مرکز کشور قرار گرفته‌اند. بقیهٔ مناطق کشور خشکسالی‌های بسیار شدید کمتر از ۳ درصد را تجربه کرده‌اند.



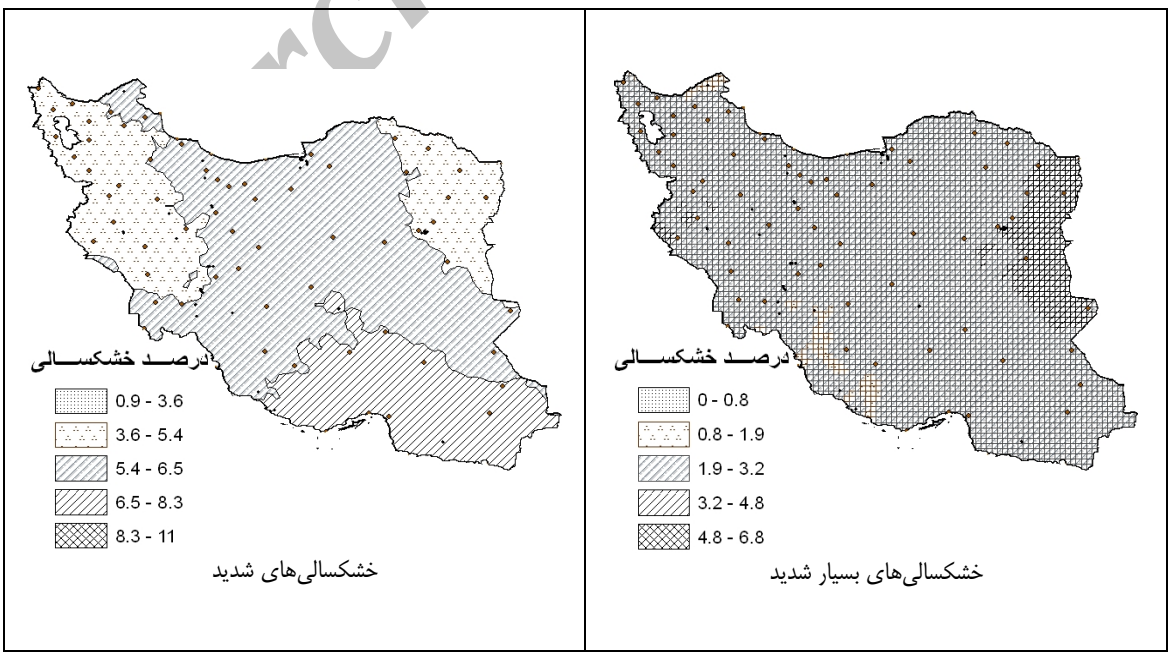
شکل ۲. پراکندگی مکانی خشکسالی‌ها در بازه دوازده‌ماهه

www.SID.ir

روند تغییرات خشکسالی‌های شدید از یک الگوی مداری پیروی می‌کند. سواحل جنوب، مرکز و شرق کشور خشکسالی‌های بیشتری تجربه کرده‌اند و بیش از ۷/۵ درصد خشکسالی شدید داشته‌اند. خشکسالی شدید بیش از ۶/۲ درصد مربوط به جنوب و جنوب شرق کشور است. در واقع فقط خشکسالی‌های شدید در بازه دوازده‌ماهه از یک الگوی مداری پیروی می‌کند و بقیهٔ دوره‌ها دارای الگوی نصف‌النهاری هستند. بیشترین خشکسالی‌های متوسط مربوط به شمال غرب و شمال شرق کشور است و خشکسالی‌های ملایم بیش از ۳۰ درصد به شمال غرب، غرب، جنوب غرب، شمال و جنوب شرق اختصاص دارد.

ب. بازه بیست‌وچهارماهه

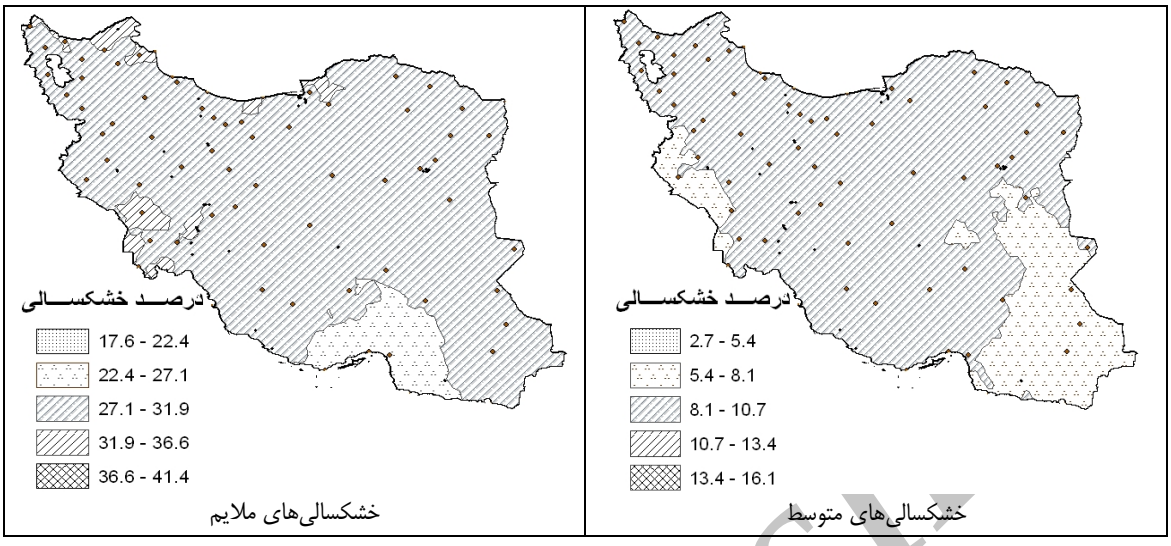
پراکندگی مکانی خشکسالی‌های بازه بیست‌وچهارماهه در شکل (۳) نشان شده است. بیشترین فراوانی خشکسالی‌های بسیار شدید در غرب، شرق و جنوب شرق مشاهده می‌شود و مقدار آن حداکثر به ۵ درصد می‌رسد. نواحی جنوب، شمال غرب، سواحل دریای خزر و مرکز کشور، کمتر از ۳ درصد دوره دارای خشکسالی‌های بسیار شدید شده‌اند. درواقع این طبقه از شدت خشکسالی، خشکسالی‌های بسیار شدید یک الگوی مداری را دنبال می‌کنند. خشکسالی‌های شدید بیش از ۹ درصد به جنوب شرق، جنوب و مرکز کشور اختصاص دارد و مناطق جنوب، جنوب غرب و سواحل دریای خزر بالای ۶ درصد خشکسالی شدید داشته‌اند. بقیهٔ مناطق کشور خشکسالی کمتر از ۶ درصد را تجربه کرده‌اند و از لحاظ پهنه‌بندی فضایی پهنهٔ یکنواختی را تشکیل می‌دهند. خشکسالی‌های شدید دارای الگوی مداری است. فراوانی بیشتر خشکسالی‌های متوسط به آذربایجان محدود شده که حداکثر ۱۵ درصد دورهٔ مطالعه است. بقیهٔ مناطق کشور از نواحی فراوان خشکسالی‌های متوسط خارج هستند.



شکل ۳. پراکندگی مکانی خشکسالی‌ها در بازه بیست‌وچهارماهه

Archive of SID

www.SID.ir



ادامه شکل ۳. پراکندگی مکانی خشکسالی‌ها در بازه بیست‌وچهارماهه

بحث و نتیجه‌گیری

در بازه دوازده‌ماهه شرق و جنوب غرب کشور بالای ۶ درصد کل دوره، خشکسالی بسیار شدید داشته‌اند. خشکسالی بسیار شدید بالای ۴/۶ درصد به غرب، مرکز و شرق کشور اختصاص داشته و بقیهٔ مناطق کشور کمتر از ۴ درصد کل دوره خشکسالی بسیار شدید داشته‌اند. در این بازه حداکثر خشکسالی بسیار شدید ۲۷ مورد و حداقل صفر است. در بازه بیست‌وچهارماهه خشکسالی‌های بسیار شدید بالای ۵ درصد به غرب، شرق و جنوب شرق کشور مربوط می‌شود و بقیهٔ مناطق کشور خشکسالی‌های بسیار شدید کمتر از ۵ درصد را تجربه کرده‌اند. درصد خشکسالی‌های بسیار شدید بازه بیست‌وچهارماهه یک درصد کاهش یافته، ولی دامنهٔ پراکندگی آن نسبت به بازه دوازده‌ماهه افزایش یافته است. در این بازه حداکثر خشکسالی بسیار شدید ۲۳ مورد و حداقل صفر است. از نظر خشکسالی شدید در بازه دوازده‌ماهه جنوب، غرب، جنوب شرق و جنوب غرب دریای خزر (ایستگاه رشت) بیش از ۶ درصد کل دوره خشکسالی شدید داشته‌اند (۲۲ ایستگاه) و بقیهٔ مناطق کشور کمتر از ۶ درصد کل دوره، خشکسالی شدید داشته‌اند. حداکثر خشکسالی شدید بازه دوازده‌ماهه ۳۸ مورد و حداقل آن ۳ مورد است. در بازه بیست‌وچهارماهه درصد خشکسالی شدید همانند بازه دوازده‌ماهه یک درصد کاهش یافته، ولی دامنهٔ پراکندگی آن در درصدهای بالای ۶ درصد افزایش یافته است. در این بازه حداکثر خشکسالی شدید ۳۷ مورد و حداقل آن ۳ مورد است. پراکندگی فضایی خشکسالی‌های بسیار شدید در بازه دوازده‌ماهه الگوی نصف‌النهاری دارد. بیشترین فراوانی این دسته از خشکسالی‌ها در مرکز و جنوب کشور مشاهده می‌شود. در رتبه بعدی غرب، شرق، مرکز و جنوب شرق کشور قرار دارد که حداکثر خشکسالی‌های بسیار شدید در کل دوره ۳ درصد است. باقی مناطق کشور خشکسالی شدید کمتر از ۳ درصد کل دوره را تجربه کرده‌اند. در همین بازه روند تغییرات خشکسالی‌های شدید از یک الگوی مداری پیروی می‌کند. درواقع فقط خشکسالی‌های شدید در بازه دوازده‌ماهه یک الگوی مداری را دنبال می‌کنند و بقیه دوره‌ها دارای الگوی نصف‌النهاری هستند. در بازه بیست‌وچهارماهه بیشترین فراوانی نسبی خشکسالی‌های بسیار شدید در غرب، شرق و جنوب شرق مشاهده شده که مقدار آن به ۵ درصد می‌رسد.

Archive of SID
www.SID.ir

نواحی جنوب، شمال غرب، سواحل دریای خزر و مرکز کشور کمتر از ۳ درصد دوره دارای خشکسالی‌های بسیار شدید شده‌اند. درحقیقت این طبقه از خشکسالی‌های بسیار شدید یک الگوی مداری را دنبال می‌کنند. خشکسالی‌های شدید بیش از ۹ درصد به جنوب شرق، جنوب و مرکز کشور اختصاص دارند و مناطق جنوب، جنوب غرب و سواحل دریای خزر بالای ۶ درصد خشکسالی شدید داشته‌اند و بقیهٔ مناطق کشور، خشکسالی کمتر از ۶ درصد را تجربه کرده‌اند و از لحاظ پهنه‌بندی فضایی پهنهٔ یکنواختی را تشکیل می‌دهند. خشکسالی‌های شدید دارای الگوی مداری هستند. فراوانی بیشتر خشکسالی‌های متوسط به آذربایجان محدود شده که حداکثر ۱۵ درصد دورهٔ مطالعه است و بقیهٔ مناطق کشور از نواحی فراوان خشکسالی‌های متوسط خارج هستند. خشکسالی‌های ملایم به‌طور عمده در نواحی جنوب شرق مشاهده می‌شوند. نتیجهٔ پژوهش نشان می‌دهد شمال غرب و سواحل دریای خزر به‌استثنای ایستگاه رشت، در بازه دوازده‌ماهه کمترین خشکسالی بسیار شدید را داشته و در بازه بیست‌وچهارماهه، همچنان شمال غرب و سواحل دریای خزر کمترین خشکسالی بسیار شدید را داشته‌اند. ضریب همبستگی بین طبقه‌های خشکسالی در هر دو بازه نشان می‌دهد که تنها طبقهٔ خشکسالی بسیار شدید در هر دو بازه، دارای ضریب همبستگی معنادار در سطح یک درصد هستند و بیانگر آن است که مناطقی که در بازه دوازده‌ماهه دچار خشکسالی بسیار شدید بوده‌اند، در بازه بیست‌وچهارماهه نیز دارای خشکسالی بسیار شدید هستند. بنابراین با توجه به پهنه‌بندی مکانی بازه‌ها، نتیجه می‌شود که غرب، شرق و جنوب شرق بیشترین خشکسالی‌های بسیار شدید را داشته‌اند که به‌طور مستقیم می‌توانند بر آبهای زیرزمینی و جریان رودخانه اثرگذار باشند.

منابع

باروتی، ح.، یوسف گورکچی، الف و فضل اولی، ر. (۱۳۸۷). **تحلیل و پایش خشکسالی در دشت قزوین با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده**، تبریز: سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران. ۲۵-۲۳ مهر ۱۳۸۷.

خزانه‌داری، ل.، کوهی، م. زابل عباسی، ف. و قندهاری، ش. (۱۳۸۹). **بررسی روند خشکسالی در ایران طی ۳۰ سال آینده (۲۰۳۹-۲۰۱۰)**، تهران: چهارمین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، ۲۹ آذر الی ۱ دی ۱۳۸۹.

خوشحال، ج غیور، ح. و مرادی، م. (۱۳۹۱). **بررسی تأثیر خشکسالی بر آبهای زیرزمینی در حوضه ی آبی دهگلان ـ کردستان**، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، سال چهل‌وچهارم، شماره ۱، صص. ۳۶-۱۹.

رضایی بنفشه، م. و نوری اوغورآباد، ح. (۱۳۸۷). **بررسی شاخص استاندارد شده بارش در کشاورزی دشت تبریز**؛ تبریز: سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، ۲۵-۲۳ مهر ۱۳۸۷.

سهرابی، ر.، سهرابی، ح. و رضا عرب، د. (۱۳۸۷). **بررسی شاخص‌های پایش خشکسالی از مناظر تحول، ماهیت و عملکرد پیشنهاد فرآیند انتخاب شاخص متناسب با شرایط مناطق**؛ تبریز: سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، ۲۵-۲۳ مهر ۱۳۸۷.

صداقت‌کردار، ع. و فتاحی، الف. (۱۳۸۷). شاخص‌های پیش‌آگاهی خشکسالی در ایران، مجلهٔ جغرافیا و توسعه، سال ششم، شماره ۱۱، صص. ۷۶-۵۹.

Archive of SID

www.SID.ir

علیجانی، ب.، جعفرپور، ز. و جانباز قبادی، غ. (۱۳۸۴). **تحلیل خشکسالی‌های دوره سرد سواحل جنوبی دریای خزر**، فصلنامهٔ جغرافیایی سرزمین، سال دوم، شماره ۷، صص. ۲۳-۱۱.

علیجانی، ب.، و بابایی، ا. (۱۹۸۸). **تحلیل فضایی خشکسالی‌های کوتاه مدت ایران**، مجلهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال اول، پیش‌شماره ۱، صص. ۱۲۱-۱۰۹.

علیجانی، ب.، و کاویانی، م. ح. (۱۳۷۱). **مبانی آب‌وهواشناسی**، چاپ اول، تهران: انتشارات سمت.

علیزاده، الف. (۱۳۸۹). **اصول هیدرولوژی کاربردی**، مشهد: دانشگاه امام رضا.

قنبری، ن. و معصومپور سماکوش، ج. (۱۳۸۶). **مطالعهٔ سینوپتیکی ـ آماری خشکسالی‌ها و ترسالی‌های فراگیر در سواحل جنوبی دریای خزر**، فصلنامهٔ جغرافیایی آمایش، سال یکم، شماره ۴، صص. ۸۱- ۶۷.

مدنی، ح. (۱۳۷۳). **مبانی زمین‌آمار**، چاپ اول، تفرش: انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

یزدانی، و.، مجتبی شادمانی، ح. (۱۳۸۷). **پهنه‌بندی خشکسالی هوا با استفاده از GIS در استان همدان**، اولین کنفرانس بین‌المللی بحران آب، دانشگاه زابل، ۲۲-۲۰ اسفند ۱۳۸۷.

Alijani, B, and Kaveyani, M., 1991, **The Foundation of Climatology**, First Printing, Samt Publishing, Tehran.

Alijani, B. and Babaee, O., 2009, **Spatial Analysis of the Short Drought in Iran**, Geography and Regional Planning, Vol. 1, No. 1, PP. 109-121.

Alijani, B., Jafarpour, Z. and Janbazghobadi, G., 2005, **Analysis of the Drought in the Southern Coastal Areas of the Caspian Sea**, Quarterly Geographical Journal of Territory, Vol. 2, No. 7, PP. 11-23.

Alizadeh, A., 2001, **Principles of Applied Hydrology**, 13th Edition, Emam Reza Univercity Publishing, Mashhad.

Barote, H, Gorekche-yousef, A. and Fazlavale, R., 2008, **Analysis and Drought Monitoring Using SPI Index in the Tabriz Basin**, 3rd Iran Water Resources Management Conference, Tabriz University.

Bredi, I., Frigio, S., Parenti, P., Speranza, A. and Sutera, A., 2001, **The Analysis of the Standardized Precipitation Index in the Mediterranean Area,** Annals of Geophysics, Vol. 44, No. 5-6, PP. 965-977.

Dupigny-Giroux, L., 2001, Towards Characterizing and Planning for Drought in

Ghanbari, N, Masoumpour Samakoush, J., 2007,**The study of Synoptical- Statistical on Widespread Drought and Rainy- year in Southern Coasts of Caspian Sea,** Quarterly Geographical Journal of Amayesh, No. 2, PP. 67-81.

Hong WU., Hayes, M. J., Welss, A. and Hu, Q., 2001,**An evaluation the standardized precipitation index, the china-z index and the statistical z-score**, International Journal of Climatology, 21: 745-758.

Khazanedari, L., Kooghi, M., Zabol-abbasi, F., Ghandeharei, Sh, 2010, **Drought Conditions in the Next Thirty Years in Iran (2010-2039),** 4rd Regional Conference on Climate Change, Dec. 20-22, Tehran.

Archive of SID

www.SID.ir

Khoshal, J., Ghayoor, H.A., Moradi, M., 2012, **A Survey on the Impact of Groundwater Drought in Dehgolan Basin, Kurdistan Province,** Physical Geography Research, Vol. 44, No. 1, PP. 19-36.

Lioyd, B.H. and Saunders, M. A., 2002, **A Drought Climatology for Europe**, International Journal of Climatology, Vol. 22, No. 13, PP.1571-1592.

Loukas, A., Vasiliades, L., Dalezios, N.R., 2003**, Intercomparison of Meteorological Drought Indices for Drought Assessment and Monitoring in Greece,** Proceeding of the 8 International Conference on Environmental Science and Technology, Lemons Island, Greece, 8-10 September.

Madani, H., 1992, **The Foundation of Geostatistical**, First Printing, Amirkabir Univercity Publishing, Tafresh.

McKee, T. B., Doesken N. J. and Kleist, J., 1995, **The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales**, 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, PP. 176-184.

Mckee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J., 1993, **Drought Monitoring with Multiple Time Scales**, Preprints, 9th AMS Conference on Applied Climatology, On Applied Climatology, Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc., PP. 179-184.

Mishra, A.K. and Desai, V.R., 2005, **Spatial and Temporal Drought Analysis in the Kansabati River Basin**, International Journal of River Basin Management, Vol. 3, No. 1, PP.31-42.

Rezai, B. and Nooreoghorabad, H., 2008, **The Survey of the Standardized Precipitation Index on Agriculture Tabriz Basin**, 3rd Iran Water Resources Management Conference, Tabriz University.

Rouault, M. and Richard, Y., 2003, **Intensity and Spatial Extension of Drought in South Africa at Different Time Scales**, Water SA, Vol. 29, No. 4, PP. 489-500.

Sedaghat Kerdar, A., Fatahi, E., 2008, **Drought Early Warning Methods Over Iran**, Geography and Development Iranian Journal, Vol. 6, No. 11, PP. 59-76.

Sohrabi, R., Sohrabi, H. and Arab, D., 2008, **Investigation Drought Indexes of Mutation Aspect, Nature and Offer work Proce Choice Proportionate with Areas Qualification**, 3rd Iran Water Resources Management Conference, Tabriz University .

Vermont - Part I: A Climatologically Perspective, J. of the Am. Water Res. Assoc., 37, 505-525.

Vicente-Serrano, S.M. and Lopez-Moreno, J.I., 2005, **Hydrological Response to Different Time Scales of Climatological Drought: An Evaluation of the Standardized Precipitation Index in a Mountainous Mediterranean Basin**, Hydrology and Earth System Sciences, Vol. 9, No. 2, PP. 523-533.

Yazdani, V., Mojtabashadmani, H., 2008, **Zonation of Meteorological Drought using GIS in Hamadan Province**, The First International Conference on Water Crisis, Zabol University.

Archive of SID

www.SID.ir