

بررسی شدت و دامنه‌ی خشک‌سالی‌ها در غرب ایران

چکیده

داده‌های بارش سالانه‌ی ۲۵ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی از بخش‌های غربی ایران را طی یک دوره‌ی آماری ۳۴ ساله از سال ۱۹۶۶ تا سال ۱۹۹۹ انتخاب و جهت تحلیل شدت، تداوم و گستره‌ی خشک‌سالی‌ها در غرب ایران مورد استفاده قرار دادیم. این بررسی که با استفاده از روش شاخص بارش سالانه انجام گرفت، نشان داد که طی دوره‌ی آماری مورد نظر، در مجموع ۱۶ مورد خشک‌سالی و ۱۸ مورد ترسالی و یک سال در حد میانگین رخ داده است. از بین تمام سال‌های خشک، ۱۲ مورد ملایم و ۴ مورد متوسط بوده است. از نظر گسترش نیز سال ۱۹۹۴ با ۸ درصد پوشش، کمترین پوشش خشک‌سالی و سال ۱۹۹۵ با بیشترین پوشش خشک‌سالی یعنی ۱۰۰ درصد مشاهده شده است. سال‌های ۱۹۹۷، ۱۹۸۵، ۱۹۹۰، ۱۹۹۹، ۱۹۷۳ و ۱۹۷۰ نیز هر کدام با پوشش‌های سراسری بالای ۹۰ درصد بیشترین گسترش را در منطقه داشته‌اند. همه‌ی این سال‌ها خشک‌سالی‌های مصیبت‌باری را تجربه کرده‌اند.

کلیدواژه‌ها: سینوپتیک، کلماتولوژی، دوره‌ی آماری، خشک‌سالی، شدت، تداوم

مقدمه

خشک‌سالی یک رویداد اقلیمی است که ویژگی‌های آن را مدت، استمرار، شدت و وسعت منطقه‌ی تحت پوشش تشکیل می‌دهند. این رویداد اقلیمی که معمولاً بر اساس کاهش بارش سالانه نسبت به میانگین بارش درازمدت محل تعیین می‌شود، ممکن است کوتاه مدت یا درازمدت باشد. همچنین ممکن است اثرات آن ملایم یا بسیار شدید باشد. درجه‌ی آسیب‌ها و خسارت ناشی از خشک‌سالی‌ها نیز بر همین اساس کم و یا بسیار زیاد خواهد بود (کردوانی، ۱۳۸۰).

مطالعه‌ی خشک‌سالی‌ها در ایران اهمیت زیادی دارد زیرا این سرزمین اساساً در کمربند خشک و نیمه خشک جهان واقع شده و کم‌باران است به طوری که نوسان بارندگی سالیانه در آن بسیار زیاد است. حتی در نواحی نسبتاً مرطوب سواحل جنوبی دریای خزر نیز توزیع بارش بسیار نامنظم است. در دوره‌ی گرم سال که نیازهای آبی بسیار زیاد است، در اکثر نقاط این سرزمین اساساً بارش مهمی اتفاق نمی‌افتد. ساکنان این سرزمین پدیده‌ی خشک‌سالی و توزیع نامتوازن بارش را به عنوان یک واقعیت طبیعی سرزمین خود پذیرفته‌اند ولی آنچه همیشه موجبات نگرانی و دغدغه‌ی خاطر ساکنان آن را فراهم نموده، عدم اطلاع کافی از دوره‌های برگشت، شدت، استمرار، گستره و دامنه‌ی پیامدهای اقتصادی و اجتماعی این پدیده بوده و هست (ذوالفقاری، ۱۳۷۹).

پیشینه‌ی موضوع

پدیده‌ی خشک‌سالی در ایران به لحاظ آثار و پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی متعددی که دارد، مورد توجه بسیاری از محققان و پژوهشگران واقع شده است. علیجانی (۱۳۷۸) با استفاده از داده‌های ۱۰۳ ساله‌ی تعدادی از ایستگاه‌های کشور، روند تغییرات بارش را مطالعه کرده است. نتایج حاصل نشان می‌دهند که روند مشخصی در تغییرات بارش

سالیانه‌ی ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده نمی‌شود. خشک‌سالی در ایران را با استفاده از روش‌های پیش‌بینی احتمالاتی مطالعه و بر همین اساس تمام کشور را با استفاده از آستانه‌های معینی پهنه‌بندی کرده‌اند. تغییرات زمانی و مکانی خشک‌سالی‌ها در استان اصفهان (غیور و مسعودیان، ۱۳۷۸)، بزرگی، گستره و فراوانی خشک‌سالی‌ها در ایران (غیور و مسعودیان، ۱۳۷۶)، بررسی تغییرات زمانی و مکانی خشک‌سالی‌ها در غرب ایران (آزغ، ۱۳۸۱)، دوره‌های خشک‌سالی در اصفهان (غیور، ۱۳۸۱)، از جمله‌ی مواردی هستند که با روش‌های آماری، خشک‌سالی‌های این سرزمین را مورد بررسی قرار داده‌اند. روش‌های سینوپتیک مطالعه‌ی خشک‌سالی‌ها نیز از سوی برخی محققان مورد توجه قرار گرفته است. بررسی خشک‌سالی‌های فراگیر ایران با روش سینوپتیک (خوش اخلاق، ۱۳۷۶)، بررسی الگوهای ماهانه‌ی خشک‌سالی و ترسالی در ایران (خوش اخلاق، ۱۳۷۷) و پدیده‌ی انسو و تاثیر آن بر رژیم بارش ایران (خوش اخلاق، ۱۳۷۶) تعدادی از همین نوع مطالعات می‌باشند. تصور عمومی بر این است که شدت و تداوم خشک‌سالی‌ها در ایران طی سال‌های اخیر افزایش یافته است. در این مطالعه سعی می‌کنیم با استفاده از روش آماری شاخص بارش سالانه به این سوالات پاسخ دهیم: آیا روند معنی‌داری در تغییرات بارش‌های سالیانه‌ی غرب کشور مشاهده می‌شود؟ آیا شدت و مدت خشک‌سالی‌های این منطقه طی دوره‌ی آماری مورد مطالعه، تغییراتی را نشان می‌دهند؟

داده‌ها و روش‌ها

بارش سالانه‌ی ۲۵ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی از غرب ایران (جدول شماره‌ی ۱). برای یک دوره‌ی آماری ۳۴ ساله از سال ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۹ انتخاب و پس از انجام آزمون‌های تصادفی بودن، همگنی و کفایت آماری مورد استفاده قرار گرفت.

جدول شماره ۱: مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

انحراف معیار بارش (میلی‌متر)	میانگین بارش سالانه (میلی‌متر)	ارتفاع (متر)	طول جغرافیا (درجه-دقیقه)	عرض جغرافیا (درجه-دقیقه)	
۶۴/۵	۱۷۲	۳	۴۸-۱۷	۳۰-۲۰	آبادان
۱۲۰/۲	۳۵۳/۴	۱۸۹۴	۴۹-۱۳	۳۵-۳۸	اوج
۱۰۱/۹	۳۴۲	۱۷۵۵	۴۹-۴۲	۳۴-۰۵	اراک
۱۰۲/۱	۴۱۵/۹	۱۹۴۰	۴۷-۳۶	۳۵-۵۲	بیجار
۱۰۴/۳	۳۵۷/۵	۱۳۲۲	۴۵-۰۲	۳۷-۳۲	ارومیه
۱۴۶/۸	۴۹۰/۷	۱۴۰۰	۴۶-۳۲	۳۴-۰۷	اسلام‌آباد
۸۶/۰	۲۴۶/۷	۲۰	۴۸-۴۱	۳۱-۱۹	اهواز
۱۸۱/۹	۶۳۰/۱	۱۱۷۴	۴۶-۲۶	۳۳-۳۷	ایلام
۹۷/۵	۳۸۰/۶	۱۱۳۹	۴۸-۵۸	۳۸-۳۳	خوی
۹۶/۹	۳۲۷/۷	۱۶۴۴	۴۸-۳۱	۳۴-۴۸	همدان
۱۳۹/۸	۴۹۰/۱	۱۷۵۰	۴۸-۰۵	۳۸-۱۰	سرعین
۸۲/۶	۲۸۴/۹	۱۳۶۲	۴۷/۱۷	۳۸/۰۵	تبریز
۱۳۴/۵	۵۲۱/۱	۱۱۷۱	۴۸-۲۱	۳۳-۳۲	خرم‌آباد
۱۳۹/۹	۴۱۲/۸	۱۴۳	۴۸-۲۴	۳۲-۲۴	دزفول
۷۴/۲	۳۱۲/۴	۱۶۶۳	۴۸-۲۹	۳۶-۴۰	زنجان
۸۸/۹	۲۲۴/۲	۱۶۴۴	۵۰-۲۰	۳۵-۰۱	ساوه
۱۷۷/۶	۴۸۷/۳	۵۵۰	۴۵-۵۲	۳۴-۲۸	سرپل ذهاب
۱۲۸/۹	۴۸۱/۳	۱۴۷۶	۴۶-۱۷	۳۶-۱۴	سقز

ادامه جدول شماره ۱: مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

انحراف معیار بارش (میلی‌متر)	میانگین بارش سالانه (میلی‌متر)	ارتفاع (متر)	طول جغرافیا (درجه-دقیقه)	عرض جغرافیا (درجه-دقیقه)	
۱۱۵/۵	۴۹۴/۸	۱۳۷۲	۴۷-۰۰	۳۵-۱۹	سنندج
۹۲/۲	۳۲۳/۹	۲۰۶۰	۵۰-۵۱	۳۲-۱۹	شهرکرد
۹۲/۹	۳۲۶/۲	۱۲۹۰	۵۰-۰۰	۳۶-۱۶	قزوین
۱۲۱/۹	۵۰۰/۷	۱۳۲۲	۴۷-۰۷	۳۴-۱۹	کرمانشاه
۱۰۶/۸	۴۱۸/۹	۱۵۰۰	۴۷-۵۷	۳۴-۳۰	کنگاور
۱۳۴/۶	۴۹۸/۱	۱۳۳۸	۴۷-۴۱	۳۴-۲۹	صحنه
۱۴۵/۶	۴۳۱/۹	۱۱۵۳	۴۸-۴۰	۳۳-۵۴	بروجرد

روش آماری برای تحلیل خشک‌سالی‌های منطقه، شاخص بارش سالیانه را انتخاب و

این شاخص به صورت مقادیر استاندارد شده از طریق رابطه‌ی زیر محاسبه شد:

در فرمول فوق

$$S_{sy} = (R_{sy} - \bar{R}_s) / \delta_s$$

S_{sy} = شاخص استاندارد در یک سال معین؛

R_{sy} = بارش سالانه در یک سال معین؛

\bar{R}_s = بارش میانگین درازمدت یک دستگاه؛

δ_s = انحراف معیار سری زمانی در یک ایستگاه است.

پس از محاسبه‌ی ضریب استاندارد هر کدام از ایستگاه‌ها در هر کدام از سال‌های

آماري در مرحله‌ی بعدی شاخص کل هر سال بر مبنای ضرایب استاندارد شده‌ی تمامی

ایستگاه‌ها در همان سال از طریق فرمول زیر محاسبه شده است:

$$RI_y = 1/n \sum_{n=1}^n S_{sy}$$

در این فرمول :

RI_y = شاخص استاندارد شده در یک سال معین

مجموع تمام شاخص‌های استاندارد شده در یک سال معین برای تمام ایستگاه‌های

$$= \sum_{n=1}^n S_{sy}$$

مورد مطالعه (شاخص منطقه‌ای) است که پس از محاسبه بر تعداد ایستگاه‌ها تقسیم می‌شود و در نهایت شاخص توزیع استاندارد منطقه‌ای برای یک سال معین به دست می‌آید.

برای محاسبه‌ی شاخص استاندارد هر ایستگاه در هر سال آماری، ابتدا ماتریسی مرکب از سری‌های زمانی بارش‌های سالانه‌ی تمامی ایستگاه‌ها مرتب و شاخص‌های استاندارد را برای هر سال محاسبه و در یک جدول درج شده است. در مرحله‌ی بعدی شاخص استاندارد شده‌ی سالانه‌ی کلی (شاخص منطقه‌ای) برای هر کدام از سال‌های آماری را محاسبه شده است. در نهایت، خشک‌سالی‌های غرب کشور را بر اساس جدول شماره‌ی ۲ طبقه‌بندی شده است. از روش سابرامانیا (فرج‌زاده، ۱۳۷۵) نیز برای بررسی گستره‌ی خشک‌سالی‌های منطقه استفاده شده است. (جدول شماره‌ی ۳).

جدول شماره‌ی ۲: طبقه‌بندی خشک‌سالی‌ها بر اساس ضرایب استاندارد

نوع خشک‌سالی	ضریب خشک‌سالی
خشک‌سالی ملایم	۰ تا ۰/۹۹
خشک‌سالی متوسط	۱/۴۹ - تا ۱-
خشک‌سالی شدید	۱/۹۹ - تا ۱/۵-
خشک‌سالی خیلی شدید	کمتر از ۲-

جدول شماره‌ی ۳: طبقه‌بندی گستره‌ی خشک‌سالی‌ها بر اساس روش سابرامانیام (فرج‌زاده، ۱۳۷۵)

نوع خشک‌سالی	میزان پوشش
خشک‌سالی محلی	کمتر از ۱۰ درصد
خشک‌سالی گسترده	۱۱ تا ۲۰ درصد
خشک‌سالی بسیار گسترده	۲۱ تا ۳۰ درصد
خشک‌سالی فوق‌العاده	۳۱ تا ۵۰ درصد
خشک‌سالی مصیبت‌بار	بیش از ۵۰ درصد

برای بررسی روند تغییرات بارش سالانه در ایستگاه‌های منطقه از روش کم‌ترین مربع انحرافات که یکی از روش‌های معتبر محاسبه‌ی گرایش درازمدت سری‌های زمانی است استفاده شده است. در این روش به کمک یک معادله‌ی خطی، درجه‌ی گرایش در سری زمانی تعیین می‌شود. تعیین خط روند سری‌های زمانی به روش کم‌ترین مربع انحرافات، همان تعیین خط رگرسیون با همبستگی خطی به صورت زیر می‌باشد:

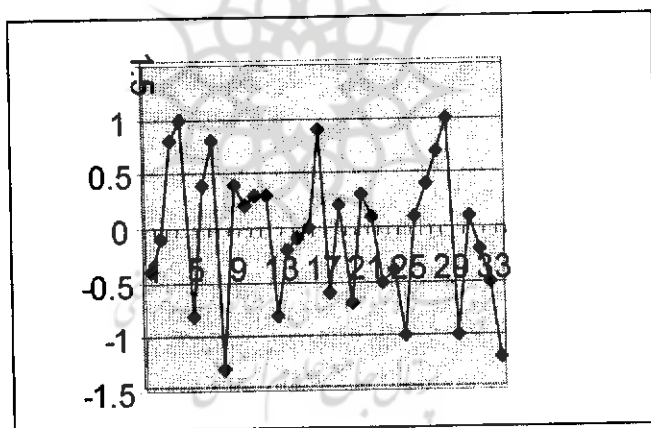
$$Y_c = ax + b$$

که در آن ضرایب a و b از دو معادله $b = \sum y_i / n$ و $a = \sum x_i y_i / \sum x_i^2$ به دست می‌آید.

نتایج و بحث

جدول شماره‌ی ۴، ضرایب استاندارد شده‌ی هر کدام از سال‌های آماری را نشان می‌دهد. بر اساس همین جدول در طول ۳۴ سال از سال ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۹ در مجموع ۱۶ سال خشک (خشک‌سالی) و ۱۸ سال مرطوب (ترسالی) ملاحظه می‌گردد. از بین ۱۶ مورد خشک‌سالی، ۱۲ مورد آن ملایم و ۴ مورد از نوع متوسط بوده است. خشک‌سالی‌های ۱۹۹۵، ۱۹۹۰، ۱۹۷۳ و ۱۹۹۹ به ترتیب با ضرایب استاندارد شده $-1/3$ ، -1 ، $-1/2$ و -1 مهم‌تر از بقیه بوده‌اند. شکل شماره‌ی ۱، وضعیت سال‌های آماری را بر اساس ضرایب استاندارد نشان

می‌دهد. نکات قابل تاملی در نمودار مشهود است. مثلاً بعد از یک دوره ۵ ساله مرطوب از سال ۱۹۹۰ به بعد در سال ۱۹۹۵ یک دوره خشک‌سالی قرار گرفته‌اند. در سال ۱۹۹۶ افزایش بارندگی ناچیزی در بعضی از ایستگاه‌ها اتفاق افتاده است طوری که از مجموع ۲۵ ایستگاه، ۱۷ ایستگاه با کاهش بارندگی و ۸ ایستگاه با افزایش بارندگی مواجه شده‌اند. به جز سال ۱۹۹۶ که ضریب استاندارد مثبت ناچیزی (۰/۱) را نشان می‌دهد، تا پایان دوره آماری، یک دوره خشک فراگیر در منطقه حاکم بوده است.



شکل شماره ۱: نمودار تغییرات ضرایب استاندارد طی ۳۴ سال آماری

با استفاده از روش سابرامانیام گستره یا تعداد ایستگاه‌های در معرض خشک‌سالی را در هر سال نیز بررسی شده است. به همین ترتیب کمترین پوشش خشک‌سالی‌ها در سال ۱۹۹۴ با ۸ درصد رخ داده است که نشان‌گر یک خشک‌سالی محلی است. بیشترین گسترش

خشک‌سالی‌ها نیز در سال ۱۹۹۵ اتفاق افتاده است که پوشش ۱۰۰ درصدی داشته است. سال‌های ۱۹۹۷ با ۹۸ درصد، ۱۹۹۹، ۱۹۸۵ و ۱۹۷۰ هر کدام با ۹۲ درصد و سال‌های ۱۹۹۰ و ۱۹۷۳ هر کدام با ۸۸ درصد گسترش، از مهم‌ترین خشک‌سالی‌ها می‌باشند.

همان طوری که در قسمت داده‌ها و روش‌ها توضیح داده‌ایم، روند تغییرات بارش سالانه‌ی ایستگاه‌های غرب ایران را با استفاده از روش کمترین مربع انحرافات تعیین شده است. در همین رابطه ضریب a و b معادله را به صورت $a=-1/79$, $b=394.2$ محاسبه شده است. در نهایت معادله‌ی خط رگرسیونی را به صورت $Yc=-1/79x+394.2$ تعیین شده است که نشانگر یک مقدار منفی کوچکی در روند تغییرات بارش سالانه در منطقه‌ی غرب کشور در سطوح اطمینان ۹۰ درصد و بالاتر، معنی‌دار نیست.



جدول شماره ۴: ضرایب استاندارد و طبقه بندی خشک سالی ها

شدت خشک سالی	ضریب استاندارد	سال	ردیف	شدت خشک سالی	ضریب استاندارد	سال	ردیف
ملائیم	-۶	۱۹۸۳	۱۸	ملائیم	-۴	۱۹۶۶	۱
	۰/۲	۱۹۸۴	۱۹	ملائیم	-۱	۱۹۶۷	۲
ملائیم	-۷	۱۹۸۵	۲۰		۰/۸	۱۹۶۸	۳
	۰/۳	۱۹۸۶	۲۱		۱	۱۹۶۹	۴
	۰/۱	۱۹۸۷	۲۲	ملائیم	-۸	۱۹۷۰	۵
ملائیم	-۵	۱۹۸۸	۲۳		۰/۴	۱۹۷۱	۶
ملائیم	-۴	۱۹۸۹	۲۴		۰/۸	۱۹۷۲	۷
متوسط	-۱	۱۹۹۰	۲۵	متوسط	-۱/۳	۱۹۷۳	۸
	۰/۱	۱۹۹۱	۲۶		۰/۴	۱۹۷۴	۹
	۰/۳	۱۹۹۲	۲۷		۰/۲	۱۹۷۵	۱۰
	۰/۷	۱۹۹۳	۲۸		۰/۳	۱۹۷۶	۱۱
	۱	۱۹۹۴	۲۹		۰/۳	۱۹۷۷	۱۲
متوسط	-۱	۱۹۹۵	۳۰	ملائیم	-۸	۱۹۷۸	۱۳
	۰/۱	۱۹۹۶	۳۱	ملائیم	-۲	۱۹۷۹	۱۴
ملائیم	-۲	۱۹۹۷	۳۲	ملائیم	-۱	۱۹۸۰	۱۵
ملائیم	-۵	۱۹۹۸	۳۳		۰	۱۹۸۱	۱۶
متوسط	-۱/۲	۱۹۹۹	۳۴		۰/۹	۱۹۸۲	۱۷

نتیجه‌گیری

مطالعه‌ی روند تغییرات بارش‌های میانگین سالانه در بین ایستگاه‌های منطقه با استفاده از روش کمترین مربع انحرافات نیز نشان داد که تغییرات بارندگی در سطح منطقه روند منفی ناچیزی را نشان می‌دهد که در سطح اطمینان قابل توجهی معنی‌دار نیست. بنابراین با عنایت به آنچه از نتایج این مطالعه بر می‌آید، می‌توان اظهارداشت که تصور عمومی درباره‌ی افزایش روند خشک‌سالی‌ها افزایش شدت آن‌ها و گسترش دامنه‌ی آن‌ها طی سال‌های اخیر، صحیح نیست. در شدت، دوام و گسترده‌ی خشک‌سالی‌ها در سال‌های اخیر تغییرات معنی‌داری مشاهده نمی‌شود و وقوع تغییرات در میانگین‌های بارش سالانه در این منطقه تصادفی است.



شپوشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

- ۱- آژغ، م. (۱۳۸۱)، بررسی تغییرات زمانی و مکانی خشک‌سالی در غرب ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای دانشگاه رازی.
- ۲- جهانبخش، س. و ذوالفقاری، ح. (۱۳۷۹)، بررسی حداکثر بارش‌های روزانه از شمال غرب تا جنوب غرب ایران، نشریه‌ی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تبریز، شماره‌ی ۴۳.
- ۳- خوش‌اخلاق، ف. (۱۳۷۶)، بررسی الگوهای ماهانه‌ی خشک‌سالی و ترسالی در ایران، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی شماره‌ی ۴۵.
- ۴- خوش‌اخلاق، ف. (۱۳۷۶)، بررسی خشک‌سالی‌های فراگیر ایران با روش‌های سینوپتیک پایان‌نامه‌ی دکتری گروه جغرافیا، دانشگاه تبریز.
- ۵- خوش‌اخلاق، ف. (۱۳۷۷)، پدیده‌ی انسو و تاثیر آن بر رژیم بارش ایران، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۵۱.
- ۶- ذوالفقاری، ح. (۱۳۷۹)، خشک‌سالی و پیامدهای اقتصادی آن در ایران، اولین همایش دوسالانه‌ی اقتصاد ایران، تهران.
- ۷- علیجانی، ب. (۱۳۷۸)، بررسی تغییرات بارش در ایران، دهمین کنگره‌ی جغرافیدانان ایران، تهران.
- ۸- غیور، ح. (۱۳۸۱)، دوره‌های خشک‌سالی در اصفهان، مجله‌ی دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان، شماره‌ی ۳۰ و ۳۱.
- ۹- غیور، ح. و مسعودیان، الف. (۱۳۷۸)، بررسی تغییرات زمانی و مکانی خشک‌سالی‌ها در استان اصفهان، دومین کنفرانس تغییرات اقلیمی ایران، تهران.

- ۱۰- غیور، ح.، و مسعودیان، الف. (۱۳۷۶)، بزرگی، گستره و فراوانی خشک‌سالی‌ها در ایران، *فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی*، شماره‌ی ۴۵.
- ۱۱- فرج‌زاده، م. و همکاران، (۱۳۷۴)، خشک‌سالی در ایران، *دانش کشاورزی*، دانشگاه تبریز، شماره‌ی ۱ و ۲.
- ۱۲- فرج‌زاده، م. (۱۳۷۶)، پیش‌بینی احتمالاتی خشک‌سالی در ایران، *نشریه‌ی مدرس*، دانشگاه تربیت مدرس، شماره‌ی ۴.
- ۱۳- کاویانی، م. ر. (۱۳۸۰)، بررسی اقلیمی شاخص‌های خشکی و خشک‌سالی، *فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی*، شماره‌ی ۶۰.
- ۱۴- کردوانی، پ. (۱۳۸۰)، *خشک‌سالی و راه‌های مقابله با آن در ایران*، انتشارات دانشگاه تهران.
- 15- Hote, Y., Mahe, G., Some, B. (2002), Analysis of a Sahelian annual rainfall index from 1890 to 2000: The drought continues. *Hydrological sciences*: 47 (4).



شروہ شگاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی
پرتال جامع علوم انسانی