

آزمون مدل‌های ارزیابی خشکسالی و ترسالی برای ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی^۱

یوسف قویدل رحیمی^۲

چکیده

در این تحقیق داده‌های مربوط به بارش سالانه در یک دوره آماری ۴۳ ساله برای ایستگاه‌هایی از آذربایجان شرقی برای تحلیل و مدل‌سازی بارش و محاسبه سال‌های مرطوب و خشک مورد استفاده قرار گرفته است. به منظور تعیین کمی و تفکیک سال‌های مرطوب، نرمال و خشک، از نمایه‌های آب و هوایی مختلف استفاده شده است. نتایج حاصل از این مطالعه حاکی از وقوع پدیده خشکسالی با درجات مختلف در همه ایستگاه‌ها است. از نظر طبقه‌بندی سال‌های مرطوب و خشک غالباً در ایستگاه‌های مورد مطالعه بارش نرمال و به صورت دوره‌ای سال خشک و نیز دوره مرطوب قابل مشاهده می‌باشند که سال‌های با بارش نرمال از توالی و تداوم بیشتری نسبت به سال‌های مرطوب و خشک برخوردارند. در بین مدل‌های «بارش قابل اعتماد»، «بارش استاندارد شده» و روش «نیچه» که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته‌اند، مدل بارش استاندارد شده با داشتن قابلیت‌های بیشتر و محدودیت‌های کمتر بهتر از دیگر مدل‌ها تشخیص داده شده است.

واژه‌های کلیدی: مدل نیچه، بارش استاندارد شده *SPI*، بارش قابل اعتماد *DR*، خشکسالی، ترسالی، آذربایجان شرقی.

۱- تاریخ دریافت: ۸۲/۶/۴ تاریخ پذیرش: ۸۳/۶/۳۰

۲- کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه ریزی محیطی، اداره کل محیط زیست استان اردبیل (E-mail: CyberClimate@Yahoo.Co.Uk)

مقدمه

در خصوص آن انجام گرفته که هر یک از آنها با روش‌ها و اهدافی خاص خشکسالی‌ها را مورد بررسی قرار داده‌اند. قویدل رحیمی با استفاده از روش نمرات استاندارد شده^۲ بارش و مبنا قراردادن آن به عنوان شاخص تفکیک، اقدام به مدل سازی دوره‌های مرطوب و خشک در آذربایجان شرقی نموده است (۴). جهانبخش و قویدل رحیمی در مطالعه‌ای ویژگی‌های ماه‌های مرطوب و خشک ایستگاه‌های آذربایجان شرقی را با استفاده از نمایه^۳ SPI و روش تحلیل واریانس مورد مطالعه قرارداد و همبستگی موجود بین فراوانی وقوع و طول دوره‌های مرطوب و خشک را با استفاده از روش تحلیل رگرسیون نشان داده‌اند (۱). زاهدی و قویدل رحیمی ضمن تبیین روند بارش و نوسانات آن، با استفاده از مدل سری زمانی «هالت-وینتر» خشکسالی‌ها و ترسالی‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه را تا سال ۲۰۰۸ پیش‌بینی نموده‌اند (۳). محمد خورشید دوست و قویدل رحیمی فصول خشک و مرطوب بهاره استان آذربایجان شرقی را با استفاده از مدل SPI در مقطع زمانی سه ماهه (فصلی) و سری زمانی «تجزیه» مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند (۶). جهانبخش و قویدل رحیمی روند نوسانی بارش سالانه ایستگاه‌هایی از حوزه آبخیز دریاچه ارومیه را با استفاده از روش رگرسیون گام به گام مدل سازی نموده و ناهنجاری‌های سال به سال بارش را در یک دوره آماری ۴۱ ساله مورد بررسی قرار داده‌اند (۲). قویدل رحیمی وجود ارتباط پیوند از دور^۴ بین نوسانات اطللس شمالی و تغییرات بارش سالانه را به عنوان اصلی‌ترین عامل وقوع ترسالی‌ها و خشکسالی‌های حوزه آبخیز دریاچه ارومیه مورد تأیید قرار داده است. در مطالعه یاد شده ارتباط معنی‌دار منفی بین بارش سالانه ایستگاه‌ها و نوسانات اطللس شمالی مورد محاسبه قرار گرفته و با استفاده از مدل‌های سری زمانی، وقوع خشکسالی (کاهش بارش) در فاز مثبت و ترسالی (افزایش بارش) در فاز منفی نوسانات اطللس شمالی به اثبات رسیده است (۵).

بخش‌های وسیعی از ایران به علت واقع شدن در قلمرو اقلیمی خشک و نیمه خشک همواره بارش کمی دریافت می‌کنند و از این رو دائماً با کمبود آب مواجهند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های اقلیمی نواحی خشک و نیمه خشک ایران تغییرات شدید در رژیم بارش آن است. نوسانات بارش نواحی یاد شده نقش بسیار مهمی در محدودیت دسترسی به منابع آب دارد. این نوسانات از دو بعد بسیار حائز اهمیت‌اند: ۱- ناهنجاری منفی که در سال‌های وقوع شرایط کمبود آب نواحی مختلف اقلیمی ایران را تحت تأثیر خود قرار داده و با به وجود آوردن خشکسالی خسارات فراوان اقتصادی، اجتماعی و محیطی را بر کل یا برخی نواحی ایران تحمیل می‌نماید. ۲- ناهنجاری مثبت که موجب ترسالی و در صورت نزول سریع و ناگهانی بارش موجب ایجاد سیل می‌گردد.

در بین بلایای طبیعی تهدیدکننده انسان و محیط زندگی او، خشکسالی هم از نظر فراوانی وقوع و هم از نظر مقدار خسارت‌های مالی و حتی جانی (عمدتاً مرگ و میر بر اثر قحطی در آفریقا) در رده اول قرار دارد (۹).

از بین تعاریف متفاوتی که برای خشکسالی ارایه شده است می‌توان به تعریف، پالمر^۱ (۱۹۶۵) که از جامع‌ترین آنها است، اشاره کرد. وی خشکسالی را عبارت از: کمبود مستمر و غیر طبیعی رطوبت در یک دوره زمانی (معمولاً یکسال) می‌داند. در این تعریف واژه مستمر به تداوم حالت کمبود و واژه غیرطبیعی به انحراف شاخص مورد نظر از شرایط طبیعی یا میانگین اطلاق می‌شود. نامبرده خشکسالی را به انواع اقلیمی، هیدرولوژیک، کشاورزی و اقتصادی- اجتماعی (قحطی) تقسیم کرده و چهار ویژگی اصلی خشکسالی‌ها را فراوانی، شدت، وسعت (فراگیری) و دوره تداوم (استمرار زمانی) می‌داند (۱۱).

نظر بر پیشینه تاریخی خشکسالی در ایران و مسایل ناشی از آن در استان آذربایجان شرقی، مطالعات متعددی

۲-Zscore

۳-Standardized Precipitation Index (SPI)

۴-Teleconnection Relation

۱-Palmer

شروع ترسالی (معادله ۲) و دیگری برای شروع خشکسالی (معادله ۳) می‌باشد (۱۰).

مدل DR

روش DR که توسط «پوپوف» و همکارانش وضع گردیده به صورت معادله (۴) می‌باشد:

$$DR = \sqrt[N]{P_1 \times P_2 \times P_3 \dots P_N} \times (1/8) \quad (4)$$

در معادله فوق:

DR: بارش قابل اعتماد (میلیمتر)، ۰/۸: ضریب ثابت معادله، P: بارش هر سال از دوره آماری (میلیمتر) و N: تعداد مشاهدات بارش سالانه (۴۳ سال) می‌باشند (۱۲).

باتوجه به معادله (۴) می‌توان نمایه DR را به عنوان درصدی از میانگین بارش دراز مدت استانی معرفی کرد. مزیت بهره‌گیری از این روش را می‌توان در فلسفه و هدف خاص شاخص که محاسبه مقدار بارش قابل اطمینان برای تامین آب برای کشاورزی و دیگر نیازهای آبی است، جستجو کرد. نمایه DR دارای سه محدوده برای سال‌های نرمال، ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها می‌باشد (شکل ۳).

مدل SPI

با اینکه مدل SPI از دو مدل پیشین قدیمی‌تر است و یک دهه از عمر آن می‌گذرد اما هنوز هم یکی از بهترین و جامع‌ترین و در عین حال ساده‌ترین روش‌های مطالعه خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها و خصوصیات آنها محسوب می‌گردد. مدل آماری SPI به صورت ذیل بیان شده است:

$$SPI = \frac{P_{ik} - \bar{P}_i}{\sigma_i} \quad (5)$$

در معادله فوق:

SPI: بارش استاندارد شده، P_{ik} : مقدار بارش i امین ایستگاه در k امین مشاهده به میلیمتر، \bar{P}_i : میانگین بارش i امین ایستگاه به میلیمتر، σ_i : انحراف معیار داده‌های بارش i امین ایستگاه، هستند (۷).

به منظور طبقه‌بندی بارش و تعیین سال‌های نرمال و انواع ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها از جدول (۲) استفاده گردیده است.

این پژوهش با هدف آزمون مدل‌های مختلف مبتنی بر بارش استانی (مدل نیچه^۱ و مدل DR^۲) و ایستگاهی (مدل SPI) برای شناخت و طبقه‌بندی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های استان آذربایجان شرقی و تعیین ویژگی‌های آماری آنها انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

داده‌های بارش سالانه ایستگاه‌های میانه، تبریز، اهر، مراغه، جلفا و سراب در یک دوره آماری ۴۳ ساله برای این مطالعه انتخاب گردید. توزیع مکانی ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل (۱) و مشخصات آنها در جدول (۱) ارائه شده است. به منظور ماده سازی و جور کردن داده‌ها به کمک آزمون تی، اف تست و آزمون جرم مضاعف، داده‌ها تکمیل و سنجش صحت و همگنی آنها صورت گرفت و خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها بررسی گردید. برای تعیین و طبقه‌بندی ترسالی‌ها و خشکسالی‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه از سه مدل آماری روش نیچه، مدل DR و روش SPI استفاده شده است.

مدل نیچه

نیچه از سه معادله آماری برای کمی کردن بارش و تعیین و طبقه‌بندی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها و سال‌های توأم با بارش عادی استفاده نموده است که معادلات مذکور عبارتند از:

$$(1) \quad (\bar{P} - Sd) \leq P_i \leq (\bar{P} + Sd) \quad \text{سال نرمال}$$

$$(2) \quad P_i \geq (\bar{P} + Sd) \quad \text{سال مرطوب}$$

$$(3) \quad P_i \leq (\bar{P} - Sd) \quad \text{سال خشک}$$

در معادلات فوق:

P_i : بارش سال مفروض (میلیمتر)، Sd: انحراف معیار بارش در طول دوره آماری، \bar{P} : میانگین بارش بلندمدت ایستگاه (میلیمتر)، هستند.

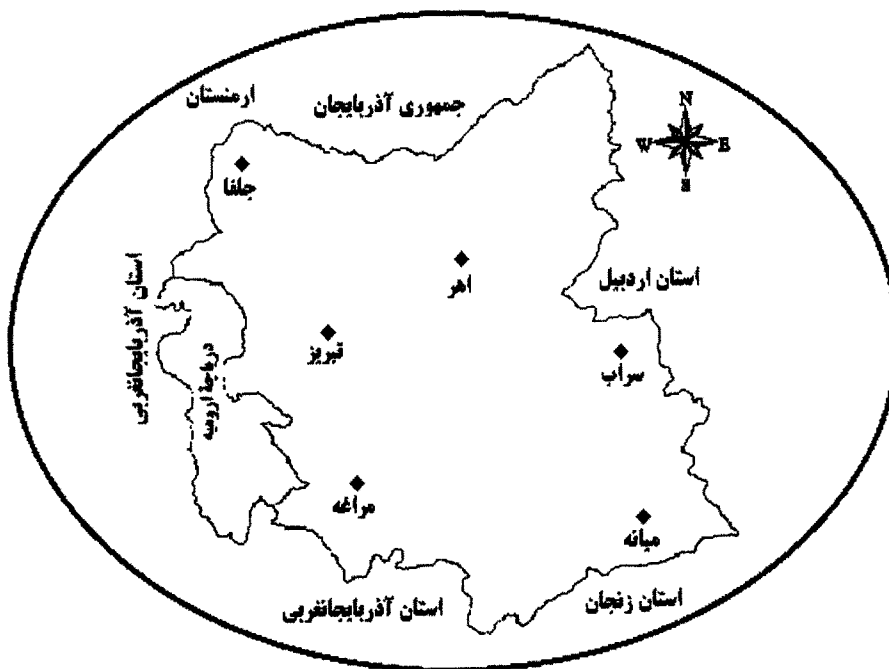
روش نیچه با توجه به معادلات فوق دارای یک محدوده برای بارش نرمال (معادله ۱) و دو عدد آستانه یکی برای

۱- Nitzche

۲- Dependable Rainfall (DR)

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی (درجه)	عرض جغرافیایی (درجه)	نام حوضه آبریز اصلی	ارتفاع (متر)
اهر	سینوپتیک	۴۷/۰۳	۳۸/۲۶	رودارس	۱۳۹۰
تبریز	سینوپتیک	۴۶/۱۷	۳۸/۰۵	دریاچه ارومیه	۱۳۶۱
جلفا	سینوپتیک	۴۵/۴۰	۳۸/۴۵	رودارس	۷۳۶
سراب	سینوپتیک	۴۷/۳۲	۳۷/۵۶	دریاچه ارومیه	۱۶۸۲
مراغه	سینوپتیک	۴۶/۱۶	۳۷/۲۴	دریاچه ارومیه	۱۴۷۶
میانه	سینوپتیک	۴۷/۴۲	۳۷/۲۰	رود قزل اوزن	۱۱۱۰



شکل ۱- توزیع فضایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در محدوده جغرافیایی استان آذربایجان شرقی

جدول ۲- مقیاس طبقه‌بندی شدت دوره‌های مرطوب، نرمال و خشک به روش SPI (۸)

طبقه	بی نهایت مرطوب	مرطوب شدید	مرطوب متوسط	بارش نرمال	خشکی ملایم	خشکی شدید	خشکی حاد
مقدار SPI	۲ و بیشتر	۱/۵ تا ۱/۹	۱ تا ۱/۴	۰/۹۹ تا ۰/۹۹	-۱/۴۹ تا -۱	-۱/۹۹ تا -۱/۵	-۲ و کمتر
کد طبقه	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱

نتایج

تحلیل آماری داده‌های بارش سالانه

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری داده‌های بارش سالانه ایستگاه‌های آذربایجان شرقی در جدول (۳) ارائه گردیده است.

جدول ۳- ویژگی‌های آماری بارش ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی (۲۰۰۲-۱۹۶۰)

ایستگاه	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	دامنه	چولگی	انحراف معیار	ضریب تغییرات
تبریز	۲۹۱/۸	۲۷۸	۵۴۸	۱۴۸	۴۰۰	/۸	۸۶/۵	۲۹/۶
اهر	۳۱۰/۳	۲۹۳	۵۵۴	۱۳۹	۴۱۶	/۷	۹۰/۲	۲۹
مراغه	۳۳۶/۳	۳۲۰	۵۰۸	۱۷۵	۳۳۲	/۱	۸۸/۳	۲۶/۳
میانه	۲۷۳/۵	۲۶۷	۴۶۶	۷۰/۳	۳۹۵	/۳	۸۹/۸	۳۲/۸
سراب	۲۵۴/۵	۲۴۱	۶۳۰	۱۲۶	۵۰۴	/۹	۹۱/۶	۳۶
جلفا	۲۵۱/۶	۲۴۲	۵۹۴	۹۳/۸	۵۰۱	/۲	۱۰۰/۴	۴۰
آذربایجان شرقی	۲۸۶	۲۷۲	۶۳۰	۷۰/۳	۵۵۹/۷	/۳	۹۵/۳	۳۳

بالاترین و جلفا کمترین متوسط بارش بلند مدت را بین ایستگاه‌های مورد مطالعه دارند).

روش نیچه

ابتدا با استفاده از معادلات مدل نیچه اعداد آستانه خشکسالی، ترسالی و بارش نرمال برای هر یک از ایستگاه‌ها و استان آذربایجان شرقی محاسبه گردید که در جدول (۴) قابل مشاهده است. پس از تعیین اعداد آستانه با استفاده از شاخص‌های استانی اقدام به تعیین سال‌های مرطوب و خشک جدول (۵) و ویژگی‌های آماری آنها گردید.

مهم‌ترین نتایج حاصل از تحلیل آماری بارش جدول (۳) ایستگاه‌های مورد مطالعه را می‌توان به شرح ذیل خلاصه کرد:

- ۱- مقادیر انحراف معیار، چولگی و ضریب تغییرات بارش حاکی از ثبات بارندگی در ایستگاه مراغه و بی ثباتی بارش در دیگر ایستگاه‌ها به ویژه جلفا و سراب دارند.
- ۲- ایستگاه‌های جلفا، سراب و میانه میانگین بارش کمتر از متوسط استان (میانگین مجموع ایستگاه‌ها) و ایستگاه‌های تبریز، مراغه و اهر دارای میانگین بارش بیشتر از متوسط بارش بلند مدت استان آذربایجان شرقی هستند (مراغه

جدول ۴- مقادیر آستانه بارش محاسبه شده از مدل نیچه برای هر یک از ایستگاه‌ها و استان آذربایجان شرقی (به میلیمتر)

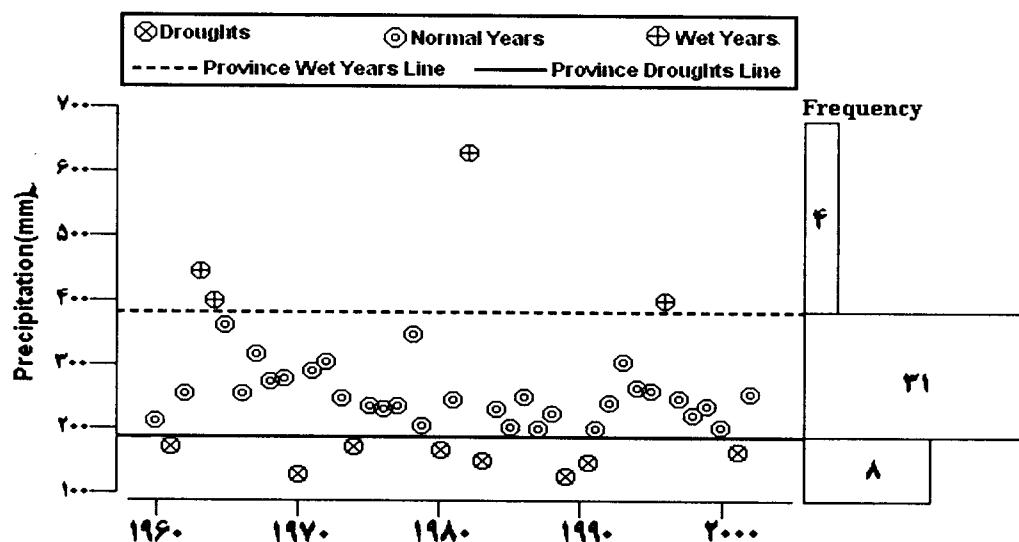
ایستگاه	عدد آستانه	خشکسالی	سال نرمال	ترسالی
تبریز	کمتر از ۲۰۵	بین ۲۰۵ تا ۳۷۸	بیشتر از ۳۷۸	
اهر	کمتر از ۲۲۰	بین ۲۲۰ تا ۴۰۰	بیشتر از ۴۰۰	
مراغه	کمتر از ۲۴۸	بین ۲۴۸ تا ۴۲۴	بیشتر از ۴۲۴	
میانه	کمتر از ۱۸۳	بین ۱۸۳ تا ۳۶۳	بیشتر از ۳۶۳	
سراب	کمتر از ۱۶۳	بین ۱۶۳ تا ۳۴۶	بیشتر از ۳۴۶	
جلفا	کمتر از ۱۵۱	بین ۱۵۱ تا ۳۵۲	بیشتر از ۳۵۲	
آذربایجان شرقی	کمتر از ۱۹۱	بین ۱۹۱ تا ۳۸۱	بیشتر از ۳۸۱	

جدول ۵- تعیین و طبقه‌بندی بارش‌های سالانه ایستگاه‌های آذربایجان شرقی به روش نیچه استانی (بارش به میلیمتر)

سال	تبریز	وضعیت	اهر	وضعیت	مراغه	وضعیت	میانه	وضعیت	سراب	وضعیت	جلقا	وضعیت
۱۹۶۰	۲۴۹	نرمال	۲۵۳	نرمال	۲۸۲	نرمال	۲۱۳	نرمال	۲۰۳	نرمال	۲۱۴	نرمال
۱۹۶۱	۱۹۰	خشکسالی	۲۰۸	نرمال	۲۳۱	نرمال	۱۷۵	خشکسالی	۱۶۷	خشکسالی	۱۷۶	خشکسالی
۱۹۶۲	۳۰۰	نرمال	۳۱۸	نرمال	۲۷۴	نرمال	۲۶۷	نرمال	۲۵۵	نرمال	۲۶۸	نرمال
۱۹۶۳	۵۴۷	ترسالی	۵۵۴	ترسالی	۳۹۸	ترسالی	۴۶۵	ترسالی	۴۴۴	ترسالی	۴۶۸	ترسالی
۱۹۶۴	۳۶۰	نرمال	۲۸۵	نرمال	۲۸۷	نرمال	۴۰۸	ترسالی	۳۹۰	ترسالی	۴۱۰	ترسالی
۱۹۶۵	۴۲۸	ترسالی	۴۱۰	ترسالی	۲۹۸	نرمال	۳۳۷	نرمال	۳۷۳	نرمال	۲۹۲	نرمال
۱۹۶۶	۳۲۴	نرمال	۴۰۰	ترسالی	۳۳۸	نرمال	۳۴۰	نرمال	۲۵۴	نرمال	۲۱۳	نرمال
۱۹۶۷	۲۹۱	نرمال	۳۳۲	نرمال	۴۵۳	ترسالی	۲۹۱	نرمال	۳۱۷	نرمال	۲۶۱	نرمال
۱۹۶۸	۴۸۵	ترسالی	۳۹۶	ترسالی	۴۸۲	ترسالی	۳۱۱	نرمال	۲۷۳	نرمال	۱۷۰	خشکسالی
۱۹۶۹	۴۱۴	ترسالی	۵۱۰	ترسالی	۴۸۵	ترسالی	۴۶۵	ترسالی	۲۷۸	نرمال	۵۹۴	ترسالی
۱۹۷۰	۲۳۶	نرمال	۱۹۸	نرمال	۲۶۶	نرمال	۲۳۸	نرمال	۱۲۶	خشکسالی	۱۸۱	خشکسالی
۱۹۷۱	۳۳۵	نرمال	۲۴۳	نرمال	۳۲۰	نرمال	۲۰۸	نرمال	۲۹۱	نرمال	۳۰۴	نرمال
۱۹۷۲	۳۵۳	نرمال	۳۱۱	نرمال	۴۲۳	ترسالی	۱۴۶	خشکسالی	۳۰۵	نرمال	۳۲۱	نرمال
۱۹۷۳	۲۶۸	نرمال	۲۱۰	نرمال	۲۱۰	نرمال	۷۰	خشکسالی	۲۴۷	نرمال	۲۰۵	نرمال
۱۹۷۴	۳۰۷	نرمال	۲۵۴	نرمال	۳۴۲	نرمال	۱۷۴	خشکسالی	۱۷۴	خشکسالی	۳۰۶	نرمال
۱۹۷۵	۲۱۸	نرمال	۱۳۹	خشکسالی	۲۸۵	نرمال	۲۰۱	نرمال	۲۳۶	نرمال	۱۵۸	خشکسالی
۱۹۷۶	۳۳۳	نرمال	۴۲۰	ترسالی	۳۱۶	نرمال	۳۰۰	نرمال	۲۳۰	نرمال	۲۶۴	نرمال
۱۹۷۷	۳۶۰	نرمال	۳۶۷	نرمال	۴۷۶	ترسالی	۱۸۵	نرمال	۲۳۶	نرمال	۳۶۴	نرمال
۱۹۷۸	۳۰۶	نرمال	۲۹۴	نرمال	۳۳۰	نرمال	۳۳۳	نرمال	۳۴۸	نرمال	۲۸۲	نرمال
۱۹۷۹	۲۴۱	نرمال	۳۸۱	ترسالی	۲۹۰	نرمال	۲۲۰	نرمال	۱۹۸	نرمال	۲۴۲	نرمال
۱۹۸۰	۲۵۱	نرمال	۲۷۸	نرمال	۳۰۱	نرمال	۲۲۸	نرمال	۱۶۸	خشکسالی	۲۱۳	نرمال
۱۹۸۱	۴۰۳	ترسالی	۴۰۲	ترسالی	۲۰۳	نرمال	۳۶۵	نرمال	۲۴۵	نرمال	۴۵۵	ترسالی
۱۹۸۲	۳۸۳	ترسالی	۵۱۲	ترسالی	۴۵۶	ترسالی	۳۴۵	نرمال	۶۳۰	ترسالی	۳۴۶	نرمال
۱۹۸۳	۱۸۸	خشکسالی	۲۴۸	نرمال	۳۱۰	نرمال	۱۷۱	خشکسالی	۱۶۳	خشکسالی	۱۷۶	خشکسالی
۱۹۸۴	۲۵۷	نرمال	۲۷۱	نرمال	۴۴۰	ترسالی	۲۴۱	نرمال	۲۳۰	نرمال	۳۴۲	نرمال
۱۹۸۵	۲۳۴	نرمال	۲۵۴	نرمال	۳۸۵	نرمال	۲۱۳	نرمال	۲۰۳	نرمال	۲۱۴	نرمال
۱۹۸۶	۲۹۵	نرمال	۳۵۳	نرمال	۴۰۳	ترسالی	۲۷۶	نرمال	۲۵۱	نرمال	۲۶۸	نرمال
۱۹۸۷	۳۴۲	نرمال	۲۸۱	نرمال	۴۱۶	ترسالی	۲۳۷	نرمال	۱۹۷	نرمال	۲۹۲	نرمال
۱۹۸۸	۲۵۳	نرمال	۳۱۰	نرمال	۴۱۸	ترسالی	۴۴۱	ترسالی	۲۲۴	نرمال	۲۳۰	نرمال
۱۹۸۹	۱۹۱/۵	نرمال	۲۹۰	نرمال	۲۳۲	نرمال	۲۲۶	نرمال	۱۲۷	خشکسالی	۱۷۴	خشکسالی
۱۹۹۰	۱۴۸	خشکسالی	۱۷۲	خشکسالی	۲۱۶	نرمال	۲۹۰	نرمال	۱۵۲	خشکسالی	۱۳۵	خشکسالی
۱۹۹۱	۲۵۰	نرمال	۳۱۵	نرمال	۳۶۸	نرمال	۳۵۹	ترسالی	۱۹۶	نرمال	۲۲۷	نرمال
۱۹۹۲	۲۷۸	نرمال	۳۰۰	نرمال	۳۵۸	نرمال	۲۷۸	نرمال	۲۴۱	نرمال	۲۵۳	نرمال
۱۹۹۳	۳۶۲	نرمال	۴۱۱	ترسالی	۵۰۸	ترسالی	۴۲۶	ترسالی	۳۰۶	نرمال	۲۵۰	نرمال
۱۹۹۴	۳۷۴	نرمال	۳۴۰	نرمال	۴۳۳	ترسالی	۳۰۶	نرمال	۳۶۴	نرمال	۲۳۷	نرمال
۱۹۹۵	۱۷۶	خشکسالی	۲۵۱	نرمال	۳۵۷	نرمال	۱۶۲	خشکسالی	۲۶۱	نرمال	۱۵۷	خشکسالی
۱۹۹۶	۲۵۱	نرمال	۲۹۳	نرمال	۴۰۸	ترسالی	۲۵۷	نرمال	۴۰۱	ترسالی	۹۴	خشکسالی
۱۹۹۷	۱۹۳	نرمال	۲۸۵	نرمال	۲۸۱	نرمال	۲۹۵	نرمال	۲۴۸	نرمال	۱۴۰	خشکسالی
۱۹۹۸	۲۳۴	نرمال	۲۶۵	نرمال	۲۷۰	نرمال	۳۱۲	نرمال	۲۲۲	نرمال	۱۳۲	خشکسالی
۱۹۹۹	۲۲۰	نرمال	۳۳۶	نرمال	۱۸۵	خشکسالی	۱۶۸	خشکسالی	۲۳۶	نرمال	۲۲۱	نرمال
۲۰۰۰	۲۰۱	نرمال	۲۴۳	نرمال	۱۷۵	خشکسالی	۲۷۱	نرمال	۲۰۲	نرمال	۱۲۹	خشکسالی
۲۰۰۱	۲۰۳	نرمال	۱۸۶	خشکسالی	۲۸۲	نرمال	۲۱۱	نرمال	۱۸۰	خشکسالی	۱۵۳	خشکسالی
۲۰۰۲	۳۰۹	نرمال	۲۶۴	نرمال	۳۱۹	نرمال	۳۴۹	نرمال	۲۵۴	نرمال	۲۵۲	نرمال

نتایج حاصل از جدول (۵) را می‌توان به شرح ذیل عنوان نمود: ۱- ایستگاه مراغه با ۱۴ سال مرطوب دارای بیشترین تعداد ترسالی و ایستگاه‌های جلفا با ۱۳، سراب با ۸ و میانه با ۷ سال دارای بیشترین تعداد وقوع خشکسالی در بین ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی هستند. ۲- متوالی‌ترین وقوع خشکسالی‌ها را می‌توان با توالی ۴ ساله در ایستگاه جلفا و دو بارتوالی ۳ ساله در ایستگاه مراغه مشاهده نمود. فراگیرترین ترسالی‌های استان در سال‌های ۱۹۶۳، ۱۹۶۹ می‌باشند.

۳- از نظر طبقه‌بندی در اغلب سال‌های مورد مطالعه بارش ایستگاه‌ها در طبقه نرمال قرار گرفته است. با استفاده از مدل‌های طبقه‌بندی و توزیع فراوانی بهتر می‌توان اقدام به طبقه‌بندی بارش بر اساس نمایه‌های نیچه نمود که به عنوان نمونه در شکل (۲) مدل توزیع فراوانی ایستگاه سراب ترسیم گردیده است.



شکل ۲- مدل توزیع فراوانی و طبقه‌بندی ترسالی‌ها و خشکسالی‌های ایستگاه سراب براساس روش نیچه (استانی)

شاخص DR مورد محاسبه برای استان آذربایجان شرقی (۲۱۷ میلیمتر) استفاده شده است. نمایه DR دارای سه محدوده یا طبقه برای سال‌های نرمال، ترسالی‌ها و خشکسالی شکل (۳) می‌باشد.

نمایه DR

با استفاده از داده‌های بارش و معادله DR ارقام شاخص هریک از ایستگاه‌های مورد مطالعه و استان محاسبه و در جدول (۶) درج گردیده است. برای تعیین و تفکیک خشکسالی‌ها و ترسالی‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه از

جدول ۶- مقادیر نمایه DR ۲۳ ساله استانی و هریک از ایستگاه‌های مورد مطالعه آذربایجان شرقی (بارش به میلیمتر)

ایستگاه	تبریز	اهر	مراغه	میانه	سراب	جلفا	آذربایجان شرقی
نمایه DR ۴۳ ساله	۲۲۴	۲۳۷/۹	۲۵۹/۲	۲۰۵/۶	۱۹۳/۲	۱۸۷/۲	۲۱۷

بعد از تعیین مقادیر مربوط به نمایه DR ترسالی‌ها و خشکسالی‌های هر یک از ایستگاه‌ها در جدول (۷) آمده است.

جدول ۷- تعیین خشکسالی‌های ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی با استفاده از نمایه DR استانی (بارش به میلی‌متر)

سال	تبریز	وضعیت	اهر	وضعیت	مراغه	وضعیت	میانه	وضعیت	سراب	وضعیت	جلقا	وضعیت
۱۹۶۰	۲۴۹		۲۵۳		۲۸۲		۲۱۳	خشکسالی	۲۰۳	خشکسالی	۲۱۴	خشکسالی
۱۹۶۱	۱۹۰	خشکسالی	۲۰۸	خشکسالی	۲۳۱		۱۷۵	خشکسالی	۱۶۷	خشکسالی	۱۷۶	خشکسالی
۱۹۶۲	۳۰۰		۳۱۸		۲۷۴		۲۶۷		۲۵۵		۲۶۸	
۱۹۶۳	۵۴۷		۵۵۴		۳۴۸		۴۶۵		۴۴۴		۴۶۸	
۱۹۶۴	۳۶۰		۲۸۵		۲۸۷		۴۰۸		۳۹۰		۴۱۰	
۱۹۶۵	۴۲۸		۴۱۰		۲۹۸		۳۳۷		۳۷۳		۲۹۲	
۱۹۶۶	۳۲۴		۴۰۰		۳۳۸		۳۴۰		۲۵۴		۲۱۳	خشکسالی
۱۹۶۷	۲۹۱		۳۳۲		۴۵۳		۲۹۱		۳۱۷		۲۶۱	
۱۹۶۸	۴۸۵		۳۹۶		۴۸۲		۳۱۱		۲۷۳		۱۷۰	خشکسالی
۱۹۶۹	۴۱۴		۵۱۰		۴۸۵		۴۶۵		۲۷۸		۵۹۴	
۱۹۷۰	۲۳۶		۱۹۸	خشکسالی	۲۶۶		۲۳۸		۱۲۶	خشکسالی	۱۸۱	خشکسالی
۱۹۷۱	۳۳۵		۲۴۳		۳۲۰		۲۰۸	خشکسالی	۲۹۱		۳۰۴	
۱۹۷۲	۳۵۳		۳۱۱		۴۲۳		۱۴۶	خشکسالی	۳۰۵		۳۲۱	
۱۹۷۳	۲۶۸		۲۱۰	خشکسالی	۲۱۰	خشکسالی	۷۰	خشکسالی	۲۴۷		۲۰۵	خشکسالی
۱۹۷۴	۳۰۷		۲۵۴		۳۴۲		۱۷۴	خشکسالی	۱۷۴	خشکسالی	۳۰۶	
۱۹۷۵	۲۱۸		۱۳۹	خشکسالی	۲۸۵		۲۰۱	خشکسالی	۲۳۶		۱۵۸	خشکسالی
۱۹۷۶	۳۳۳		۴۲۰		۳۱۶		۳۰۰		۲۳۰		۲۶۴	
۱۹۷۷	۳۶۰		۳۶۷		۴۷۶		۱۸۵	خشکسالی	۲۳۶		۳۶۴	
۱۹۷۸	۳۰۶		۲۹۴		۳۳۰		۳۳۳		۳۴۸		۲۸۲	
۱۹۷۹	۲۴۱		۳۸۱		۲۹۰		۲۲۰		۱۹۸	خشکسالی	۲۴۲	
۱۹۸۰	۲۵۱		۲۷۸		۳۰۱		۲۲۸		۱۶۸	خشکسالی	۲۱۳	خشکسالی
۱۹۸۱	۴۰۳		۴۰۲		۲۰۳	خشکسالی	۳۶۵		۲۴۵		۴۵۵	
۱۹۸۲	۳۸۰		۵۱۲		۴۵۶		۳۴۵		۶۳۰		۳۴۶	
۱۹۸۳	۱۸۸	خشکسالی	۲۴۸		۳۱۰		۱۷۱	خشکسالی	۱۶۳	خشکسالی	۱۷۶	خشکسالی
۱۹۸۴	۲۵۷		۲۷۱		۴۴۰		۲۴۱		۲۳۰		۳۴۲	
۱۹۸۵	۲۳۴		۲۵۴		۳۸۵		۲۱۳	خشکسالی	۲۰۳	خشکسالی	۲۱۴	خشکسالی
۱۹۸۶	۲۹۵		۳۵۳		۴۰۳		۲۷۶		۲۵۱		۲۳۸	
۱۹۸۷	۳۴۲		۲۸۱		۴۱۶		۲۳۷		۱۹۷	خشکسالی	۲۹۲	
۱۹۸۸	۲۵۳		۳۱۰		۴۱۸		۴۴۱		۲۲۴		۲۳۰	
۱۹۸۹	۱۹۱	خشکسالی	۲۹۰		۲۳۲		۲۲۶		۱۲۷	خشکسالی	۱۷۴	خشکسالی
۱۹۹۰	۱۴۸	خشکسالی	۱۷۲	خشکسالی	۲۱۶	خشکسالی	۲۹۰		۱۵۲	خشکسالی	۱۳۵	خشکسالی
۱۹۹۱	۲۵۰		۳۱۵		۳۶۸		۳۵۹		۱۹۶	خشکسالی	۲۲۷	
۱۹۹۲	۲۷۸		۳۰۰		۳۵۸		۲۷۸		۲۴۱		۲۵۳	
۱۹۹۳	۳۶۲		۴۱۱		۵۰۸		۴۲۶		۳۰۶		۲۵۰	
۱۹۹۴	۳۷۴		۳۴۰		۴۳۳		۳۰۶		۲۶۴		۲۳۷	
۱۹۹۵	۱۷۶	خشکسالی	۲۵۱		۳۵۷		۱۶۲	خشکسالی	۲۶۱		۱۵۷	خشکسالی
۱۹۹۶	۲۵۱		۲۹۳		۴۰۸		۲۵۷		۴۰۱		۹۴	خشکسالی
۱۹۹۷	۱۹۳	خشکسالی	۲۸۵		۲۸۱		۲۹۵		۲۴۸		۱۴۰	خشکسالی
۱۹۹۸	۲۳۴		۲۶۵		۲۷۰		۳۱۲		۲۲۲		۱۳۲	خشکسالی
۱۹۹۹	۲۲۰		۳۳۶		۱۸۵	خشکسالی	۱۶۸	خشکسالی	۲۳۶		۲۲۱	
۲۰۰۰	۲۰۱	خشکسالی	۲۴۳		۱۷۵	خشکسالی	۲۷۱		۲۰۲	خشکسالی	۱۲۹	خشکسالی
۲۰۰۱	۲۰۳	خشکسالی	۱۸۶	خشکسالی	۲۸۲		۲۱۱	خشکسالی	۱۸۰	خشکسالی	۱۵۳	خشکسالی
۲۰۰۲	۳۰۹		۲۶۴		۳۱۹		۳۴۹		۲۵۴		۲۵۲	

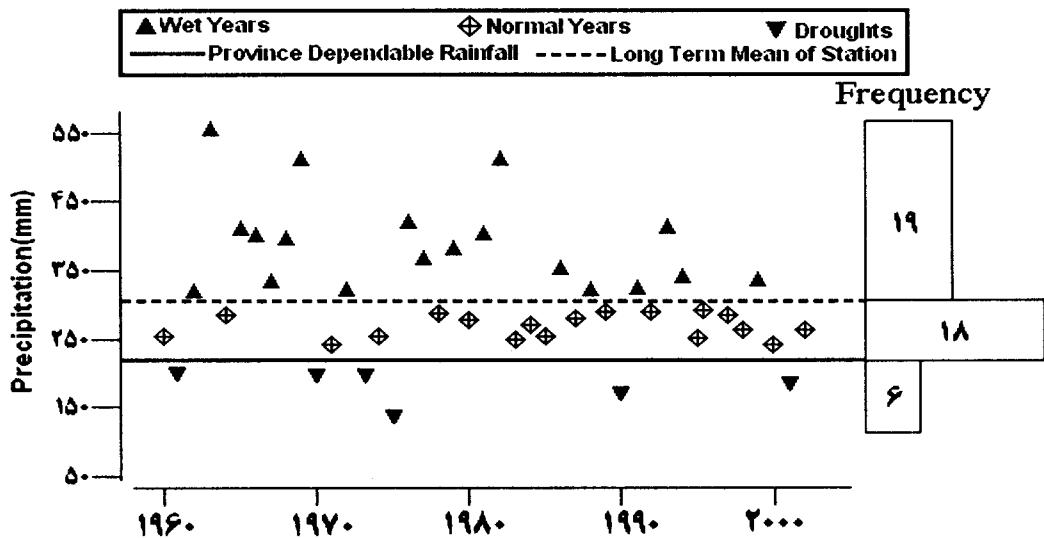
۲- متوالی‌ترین دوره خشکسالی نیز یک دوره مستمر ۵ ساله در ایستگاه میانه می‌باشد.

۳- خشکسالی‌های فراگیر آذربایجان شرقی در سال‌های ۲۰۰۰، ۱۹۹۰، ۱۹۸۳، ۱۹۷۳، ۱۹۶۱ و ۲۰۰۱ به وقوع پیوسته‌اند.

۴- فراگیرترین دوره ترسالی‌های متوالی ایستگاه‌های استان یک توالی ۲ ساله از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۱ ثبت گردیده است. برای تعیین وضعیت سال‌های نرمال، خشک و مرطوب از مدل‌های گرافیکی توزیع فراوانی استفاده گردیده است که مدل ایستگاه اهر به عنوان نمونه در شکل (۳) قابل مشاهده است.

با توجه به جدول (۷) ویژگی‌های اصلی طبقه‌بندی بارش‌های ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی را که با توجه به نمایه DR استانی مورد محاسبه قرار گرفته‌اند، می‌توان به شرح ذیل عنوان نمود:

۱- از نظر توزیع فراوانی سال‌های خشک و مرطوب ایستگاه‌های جلفا (۱۸ بار خشکسالی)، سراب و میانه (با ۱۳ بار) دارای بیشترین تعداد خشکسالی و ایستگاه‌های مراغه با ۳۸ اهر با ۳۷ و تبریز با ۳۵ سال بدون خشکسالی دارای بیشترین تعداد سال‌های مرطوب در استان آذربایجان شرقی هستند.



شکل ۳- مدل تعیین و طبقه‌بندی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های ایستگاه اهر با استفاده از نمایه DR استانی

۱- متوالی‌ترین خشکسالی‌ها با ۲ دوره ۳ ساله در ایستگاه‌های میانه (۱۹۷۲ تا ۱۹۷۴) و جلفا (۱۹۹۶ تا ۱۹۹۸) به وقوع پیوسته است.

۲- تنها خشکسالی بی‌نهایت شدید ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی در سال ۱۹۷۳ در ایستگاه میانه رخ داده است.

۳- شدیدترین ترسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه نیز با SPI معادل ۴/۱ در ایستگاه سراب و در سال ۱۹۸۲ به وقوع پیوسته است.

روش بارش استاندارد شده SPI

با استفاده از معادله ۵ ابتدا داده‌های حقیقی بارش به ارقام SPI تبدیل گردید و سپس با استفاده از مقیاس طبقه‌بندی شدت ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها جدول (۱) اقدام به طبقه‌بندی و تعیین خصوصیات آماری بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول (۸) گردید که عمده نتایج آن را می‌توان به این شرح عنوان نمود:

جدول ۸- تعیین و طبقه‌بندی ترسالی‌ها، خشکسالی‌ها و سال‌های نرمال ایستگاه‌های آذربایجان شرقی به روش SPI

سال	تبریز	وضعیت	اهر	وضعیت	مراغه	وضعیت	میانه	وضعیت	سراب	وضعیت	جلفا	وضعیت
۱۹۶۰	-/۵	۴	-/۶	۴	-/۶	۴	-/۷	۴	-/۶	۴	-/۴	۴
۱۹۶۱	-/۲	۳	-/۱	۳	-/۲	۳	-/۱	۳	-/۲	۳	-/۱	۳
۱۹۶۲	-/۱	۴	۰	۴	-/۷	۴	۰	۴	۰	۴	۰/۲	۴
۱۹۶۳	۲/۹۵	۷	۲/۷	۷	۰/۲	۴	۲/۱	۷	۲	۷	۲/۱	۷
۱۹۶۴	۰/۸	۴	-/۳	۴	-/۶	۴	۱/۵	۶	۱/۴۸	۵	۱/۶	۶
۱۹۶۵	۱/۶	۷	۱/۱	۳	۰/۴	۴	۰/۷	۴	۱/۳	۵	۰/۴	۴
۱۹۶۶	۰/۴	۴	۱	۵	۰	۴	۰/۸	۴	۰	۴	-/۳۸	۴
۱۹۶۷	۰	۴	۲/۴	۴	۱/۳	۵	۰/۲	۴	۰/۷	۴	۰	۴
۱۹۶۸	۲/۲	۷	۱/۹۵	۴	۱/۶	۶	۰/۴	۴	۰/۲	۴	-/۸	۴
۱۹۶۹	۱/۴	۵	۲/۲	۷	۱/۷	۶	۲/۱	۷	۲/۵	۴	۳/۴۱	۷
۱۹۷۰	-/۶۵	۴	-/۱۴	۳	-/۸	۴	-/۴	۴	-/۱/۴	۳	-/۷	۴
۱۹۷۱	۰/۵	۴	-/۷۵	۴	-/۲	۴	-/۷	۴	۳/۴	۴	۰/۵	۴
۱۹۷۲	۱/۷	۴	۰	۴	-/۹۸	۴	-/۱/۴	۳	۰/۶	۴	۰/۷	۴
۱۹۷۳	-/۲	۴	-/۱	۳	-/۱/۴	۳	-/۲/۲۶	۱	۰	۴	-/۵	۴
۱۹۷۴	۱/۸	۴	-/۶	۴	۰	۴	-/۱	۳	-/۹	۴	۱/۵۵	۴
۱۹۷۵	-/۸۵	۴	-/۹	۲	-/۶	۴	-/۸	۴	-/۲	۴	-/۹۴	۴
۱۹۷۶	۰/۵	۴	۱/۲	۵	-/۲	۴	۳	۴	-/۳	۴	۱/۲	۴
۱۹۷۷	۰/۸	۴	۰/۶	۴	۱/۶	۶	-/۹۸	۴	-/۲	۴	۱/۱	۵
۱۹۷۸	۰/۲	۴	-/۲	۴	۰	۴	۱/۶	۴	۱	۵	۳	۴
۱۹۷۹	-/۶	۴	۱/۸	۴	-/۵	۴	-/۶	۴	-/۶	۴	-/۱۳	۴
۱۹۸۰	-/۵	۴	-/۴	۴	-/۴	۴	-/۵	۴	-/۹۵	۴	-/۴	۴
۱۹۸۱	۱/۳	۵	۱	۵	-/۱/۵	۲	۱/۱	۵	-/۹۸	۴	۲	۷
۱۹۸۲	۱	۵	۲/۲۴	۷	۱/۴	۵	۱/۸	۴	۴/۱	۷	۰/۹۴	۴
۱۹۸۳	-/۲	۳	-/۷	۴	-/۳	۴	-/۱	۳	-/۱	۳	-/۷	۴
۱۹۸۴	-/۳	۴	-/۴	۴	۱/۲	۵	-/۴	۴	-/۳	۴	۰/۹	۴
۱۹۸۵	-/۶۶	۴	-/۶	۴	۱/۶	۴	-/۷	۴	-/۶	۴	-/۴	۴
۱۹۸۶	۰	۴	۵/۵	۴	۱/۷	۴	۰	۴	۰	۴	۰/۱۷	۴
۱۹۸۷	۰/۶	۴	-/۳	۴	۱/۹	۴	-/۴	۴	-/۶	۴	۰/۴	۴
۱۹۸۸	-/۵	۴	۰	۴	۳/۳	۴	۱/۸	۶	-/۴	۴	-/۲	۴
۱۹۸۹	-/۲	۳	-/۲	۴	-/۱/۲	۳	-/۵	۴	-/۱/۴	۳	-/۸	۴
۱۹۹۰	-/۱۷	۲	-/۵۳	۲	-/۱۳	۳	-/۱	۳	-/۱/۱	۳	-/۱/۱	۳
۱۹۹۱	-/۵	۴	۰	۴	۰/۳	۴	۱/۹۵	۴	-/۶۵	۴	-/۲۵	۴
۱۹۹۲	-/۲	۴	۱/۰	۴	۰/۲	۴	۵/۵	۴	-/۲	۴	۰	۴
۱۹۹۳	۰/۸	۴	۱/۱	۵	۱/۹	۶	۱/۷	۶	۰/۶	۴	۰	۴
۱۹۹۴	۱/۹۵	۴	۰/۳	۴	۱/۱	۵	۱/۴	۴	۰	۴	۰/۲	۴
۱۹۹۵	-/۴	۳	-/۶۵	۴	۰/۲	۴	-/۱/۲	۳	۰	۴	-/۹۵	۴
۱۹۹۶	-/۵	۴	-/۲	۴	۰/۸	۴	-/۲	۴	۱/۶	۶	-/۱/۶	۲
۱۹۹۷	-/۲	۳	-/۳	۴	۰/۶	۴	۰/۳	۴	۰	۴	-/۱/۱	۳
۱۹۹۸	-/۷	۴	-/۵	۴	۰/۷	۴	۰/۴	۴	-/۳۵	۴	-/۱/۲	۳
۱۹۹۹	-/۸	۴	۰/۳	۴	۰/۹	۲	-/۱/۲	۳	-/۲	۴	-/۳	۴
۲۰۰۰	-/۱/۱	۳	-/۸	۴	-/۱/۸	۲	۰	۴	۰/۶	۴	-/۱/۲	۳
۲۰۰۱	-/۱	۳	-/۱/۴	۳	-/۶	۴	-/۷	۴	۰/۸	۴	-/۹۸	۴
۲۰۰۲	۰/۲	۴	-/۵	۴	-/۲	۴	۰/۸	۴	۰	۴	۰	۴

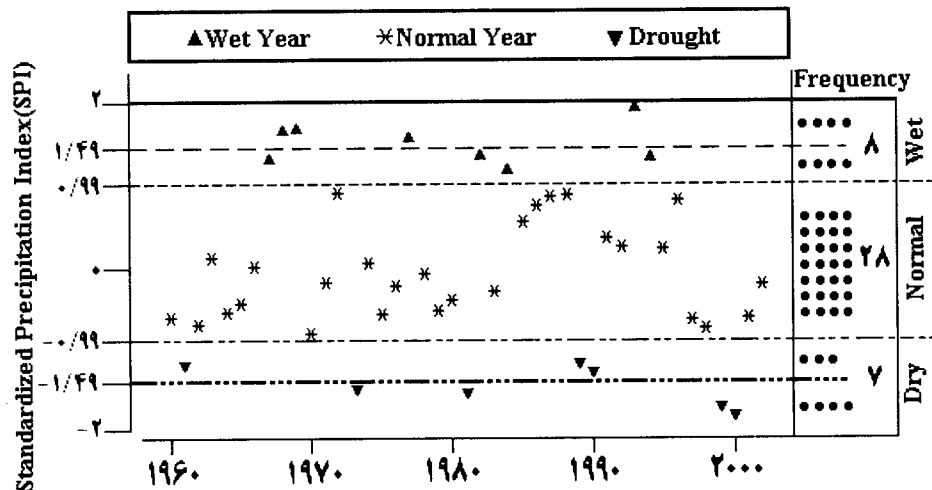
۶- ایستگاه مراغه با ۷ ترسالی و ۸ سال خشک بیشترین تعداد ترسالی‌ها و خشکسالی‌های استان آذربایجان شرقی را دارد.

۷- بارش ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی در اکثر سال‌ها در محدوده نرمال پایین (محدوده ۰ تا ۰/۹۹-) قرار دارد.

مدل‌های طبقه‌بندی و توزیع فراوانی شدت سال‌های مرطوب و خشک بهتر از جداول شدت و فراوانی ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها را نشان می‌دهند. در شکل (۴) مدل توزیع فراوانی ایستگاه مراغه برای نمونه ترسیم گردیده است.

۴- فراگیرترین ترسالی‌ها در سال‌های ۱۹۶۳، ۱۹۶۹ و ۱۹۸۲ قرائت گردید که ترسالی سال ۱۹۸۲ از شدت بیشتری برخوردار بوده است.

۵- فراگیرترین خشکسالی‌ها در سال‌های ۱۹۶۱ و ۱۹۹۰ قرائت گردید. در این دو سال کل ایستگاه‌ها دچار خشکسالی بوده‌اند. خشکسالی سال ۱۹۹۰ شدیدترین خشکسالی فراگیر آذربایجان شرقی است (در سال ۱۹۹۰ کل ایران و منطقه خاور میانه با خشکسالی مواجه بوده‌اند).



شکل ۴- مدل تعیین طبقه‌بندی شدت و فراوانی سال‌های نرمال، مرطوب و خشک ایستگاه مراغه به روش SPI

و مقدار بارش قابل اعتماد استان و در صورت لزوم هر ایستگاه را تعیین می‌کند. از بین سه روش یاد شده مدل SPI دارای معایب کمتر و مزایای بیشتری است. از مزایای مدل SPI می‌توان به حساسیت بیشتر آن نسبت به نوسانات بارش، امکان مراقبت و پایش خشکسالی، مقیاس طبقه‌بندی دقیق‌تر، قابلیت محاسباتی در مقاطع زمانی مختلف (یک ماهه، سه ماهه، شش ماهه، دوازده ماهه، بیست و چهار و چهل و هشت ماهه) اشاره نمود. اخیراً برای تطبیق همبستگی نوسانات بارش با نوسانات پدیده‌های بزرگ مقیاس اقلیمی چون انسو (ال نینو- شاخص نوسانات جنوبی) در مدل‌های سری زمانی از روش SPI استفاده می‌شود. چنین مدل‌هایی به صورت مستقیم ارتباط و اثر

بحث و نتیجه گیری

هر یک از مدل‌های مورد استفاده در این تحقیق بعدی از ابعاد بارش را در استان آذربایجان شرقی معلوم نموده‌اند. نمایه DR مقدار بارش قابل اطمینان استان را که در برنامه‌ریزی‌ها به ویژه کاربری اراضی حایز اهمیت فراوانی است، بیان می‌کند. معمولاً در کشور ما در برآورد مقدار بارش قابل حصول برای برنامه‌ریزی منابع آب و کاربری اراضی از میانگین ریاضی استفاده می‌شود. با توجه به ماهیت نوسانی بارش کشور و آذربایجان شرقی اغلب مقدار بارش مورد انتظار (میانگین) نمی‌بارد و مشکلات زیادی از این رهگذر متوجه طرح‌های عمران آب و کشاورزی و منابع طبیعی می‌گردد. نمایه DR این مشکل را برطرف می‌نماید

می‌تواند گام مؤثری در زمینه شناخت خشکسالی‌ها و عوامل به وجود آورنده آنها محسوب شود.

اخیراً با استفاده از یک سری روش‌های پیشرفته مثل منطق فازی، شبکه‌های عصبی مصنوعی و تحلیل طیفی و با دخالت دادن عوامل جوئی بزرگ مقیاس مؤثر بر نوسانات اقلیمی مانند ال نینو، لانینا، نوسان اطلس شمالی و سایر الگوهای تغییردهنده اقلیم در مدلی تحت عنوان «حافظه اقلیمی» توانسته‌اند پیش بینی‌های دقیقتری از اقلیم و پدیده‌هایی چون خشکسالی و سیل بنمایند. در این زمینه مطالعات پیوند از دور نیز بسیار کارآمد خواهند بود، زیرا مطالعات مذکور ضمن تبیین ارتباط نوسانات و ناهنجاری‌های بارش کشور با پدیده‌های جوئی-اقیانوسی کره زمین، می‌توانند ما را در پیش بینی دقیق پدیده‌هایی مانند خشکسالی، سیل و توفان‌های تندری نیز یاری کنند.

تقدیر و تشکر

در این پژوهش از نظرات سودمند اساتید محترم دانشگاه تبریز آقایان دکتر خورشید دوست و دکتر زاهدی برخوردار بوده‌ام. آقای دکتر «سکات گرین» استاد اقلیم‌شناسی دانشگاه اوکلاهما و سرکارخانم دکتر «یزابل بوردی» استاد فیزیک و ژئوفیزیک دانشگاه ساینزای رم با ارسال مقالات و آرایه نظرات سودمندشان این پژوهش را مورد حمایت علمی خویش قرار دادند. بهبود و غنای مطالب نهایی این مقاله مرهون تذکرات ارزشمند داوران محترم مجله وزین منابع طبیعی ایران می‌باشد. در اینجا بر خود وظیفه می‌دانم مراتب قدردانی و تشکرات قلبی و صمیمانه خویش را از نامبردگان اعلام نمایم.

نوسانات پدیده‌های اقلیمی بزرگ مقیاس کره زمین (مثل پدیده جوئی - اقیانوسی انسو) را بر وقوع دوره‌های مرطوب و خشک منعکس می‌کنند.

نتایج حاصل از مدل‌های مورد استفاده در این مطالعه بیانگر وقوع گاه و بی‌گاه خشکسالی در کل ایستگاه‌های مورد مطالعه می‌باشد. این امر باتوجه به آب و هوای نیمه خشک محدوده مورد مطالعه و خصوصیات خشکسالی چون فراوانی و تداوم زمانی بسیار با اهمیت می‌باشد. خشکسالی از یک طرف و افزایش جمعیت از سوی دیگر کمبود و نیاز به آب را در آذربایجان شرقی تشدید می‌کنند، معمولاً در چنین ایامی کسری آب از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌گردد. برداشت بی‌رویه آب از منابع زیرزمینی برای تأمین آب مورد نیاز جمعیت روز افزون استان و وقوع خشکسالی‌های پی در پی در سال‌های اخیر فشار مضاعفی را بر منابع آب استان بویژه آب‌های زیرزمینی وارد کرده است. خشکی و خشکسالی در استان آذربایجان شرقی واقعیت‌های اقلیمی پراهمیتی هستند که از قدیم الایام وجود داشته و در آینده نیز وجود خواهند داشت. با عنایت به ویژگی دوره بازگشت پدیده‌هایی چون خشکسالی و با در نظر گرفتن افزایش جمعیت و تبعات آن از جمله افزایش مصرف آب در آینده، بایستی موضوع وقوع خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها را بسیار مهم و در خور توجه ویژه از نظر راهبردهای مدیریت بحران محسوب نمود. عبور از چنین بحران‌هایی مستلزم پایش دقیق و مدیریت کارآمد منابع آب خصوصاً در هنگام بروز خشکسالی (مدیریت خشکسالی) است. اهتمام در بکارگیری روش‌های جدیدتر و پیشرفته نیز

منابع

- ۱- جهانبخش، سعید و یوسف قویدل رحیمی، ۱۳۸۱. تحلیل توزیع فضایی دوره‌های مرطوب و خشک ایستگاه‌های آذربایجان شرقی، فضای جغرافیایی (۵): ص ۳۹-۴۰.
- ۲- جهانبخش، سعید و یوسف قویدل رحیمی، ۱۳۸۲. مدل سازی روند بارش و پیش بینی خشکسالی‌های حوضه آبریز دریاچه ارومیه، مقاله پذیرفته شده در نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.
- ۳- زاهدی. مجید و یوسف قویدل رحیمی، ۱۳۸۱. شناخت، طبقه‌بندی و پیش بینی خشکسالی با استفاده از روش سریهای زمانی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه، فضای جغرافیایی، (۶): ص ۴۸-۱۹.

- ۴- قویدل رحیمی، یوسف، ۱۳۸۱. تجزیه و تحلیل نوسانات بارش و محاسبه دوره‌های مرطوب و خشک در آذربایجان شرقی، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
- ۵- قویدل رحیمی، یوسف، ۱۳۸۴. اثر پیوندازدور نوسانات اطللس شمالی بر ناهنجاری‌های بارش سالانه حوضه آبریز دریاچه ارومیه، نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز، شماره ۱۰ (زیر چاپ).
- ۶- محمد خورشید دوست، علی و یوسف قویدل رحیمی، ۱۳۸۴. مطالعه نوسانات بارش و تعیین و پیش بینی فصول مرطوب و خشک بهاره در ایستگاه‌های آذربایجان شرقی، فضای جغرافیایی (۱۳): ص ۲۵-۴۸.

- 7-Agnew, C. T, 2000. Using the SPI to Identify Drought, Drought Network News, 12(1): 6-12.
- 8-Bordi, I & F.Rigio & S.Alfonso, 2002. The Analysis of the Standardized Precipitation Index in the Mediterranean Area, Drought Network News, Vol: 12(3): 13-18.
- 9-Keneth, H. F, 1999. Climate Variation, Drought and Desertification, W. M. O. Annual Report. Geneva.
- 10-Nitzche, M.H, 2002. Drought Quantification and Preparedness in BRAZIL- the Example of Sao Paulo State, Working Paper. No7. Londrina-PR, Brazil.
- 11-Palmer, W.C, 1965. Meteorological Drought, Research Paper, no.45. USMO.
- 12-Popov, G.F & L.Houerou & L.See, 2002. Agrobioclimatic Classification of Africa Using Dependable Rainfall (DR) index, Agrometeorology Series Working Paper. No6. FAO.Rom.Italy.

A Study of Drought and Wet Year Assessment Models for Stations in East Azerbaijan Province

Y. Ghavidel Rahimi ¹

Abstract

Annual rainfall data related to a 43-year period from a number of East Azarbaijan climatological stations were employed to analyze and model the precipitation toward a dtermination of drought as well as wet years. Results indicate the occurrence of different intensity drought phenomenon in all stations. As regards the classification of the annual wet and dry seasons, normal precipitation among various alternate dry and wet years can be observed with the normal years having more stability and continuity as compared to wet and dry years. The Standardised Precipitation Index was recognised as a better and more accurate model as compared to the other models i.e., Nitzche model, and Dependable Rainfall (DR) applied in this research.

Keywords: Nitzche model, Standardized Precipitation Index (SPI), Dependable Rainfall (DR), Drought, Wet year, East Azerbaijan.

¹ - Senior Expert in Physical Geography, Climatology in Environmental Planning, Ardebil Environment Department.
(E-mail : CyberClimate@Yahoo.Co.Uk)