کاربرد نمایه‌های مبتنی بربارش درمطالعه خشکسالی‌ها وترسالی‌ها (مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی)

• یوسف قویدل رحیمی، کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی اداره کل محیط زیست استان اردبیل

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۸۲ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۸۳

چکیده

در این تحقیق داده‌های مربوط به بارش سالانه در یک دورهٔ آماری ۴۳ساله برای ایستگاه‌هایی ازآذربایجان شرقی جهت تحلیل ومدلسازی بارش و محاسبه سالهای مرطوب و خشک مورد استفاده قرارگرفته است.به منظورتعیین کمی وتفکیک سالهای مرطوب.نرمال و خشک،ازشاخص‌های مختلف مبتنی بر بارش استفاده شده است.دربین مدلهای بارش قابل اعتماد[1]،بارش استاندارد شده[2] و روش نیچه[3] که در این تحقیق مورد استفاده قرارگرفته‌اند،مدل بارش استاندارد شده به علت داشتن قابلیت‌های بیشتر و محدودیت‌های کمتر بهتر از دیگر مدل‌ها تشخیص داده شده است. نتایج حاصل ازاین مطالعه حاکی از وقوع پدیدهٔ خشکسالی درهمه ایستگاه‌ها است که با شدت و ضعف‌هایی،توأم است. از نظر طبقه‌بندی شدت سالهای مرطوب و خشک غالباً درایستگاه‌های مورد مطالعه حالت بارش نرمال ،هرازگاهی سال خشک و نیزدورهٔ مرطوب قابل مشاهده می‌باشند که سال‌های با بارش نرمال ازتوالی وتداوم بیشتری نسبت به سال‌های مرطوب وخشک برخوردارند.

کلمات کلیدی: مدلسازی بارش، بارش سالانه، شاخص‌های خشکسالی ،خشکسالی ،ترسالی ،آذربایجان شرقی.

Pajouhesh & Sazandegi No:65 pp: 47-56

The application of rainfall based criteria in studying of drought and wet years (Case study :East Azarbaijan province)

By: Yousef Ghavidel Rahimi, M.Sc. InPhysical Geography, Department Environmental of Ardabil Province

In this research the data relating to the annual precipitation have been studied for Eastern Azerbaijan province in a time period of 43 years and with the purpose of analysis and modeling of precipitation and calculation of droughts and wet years.With quantitative patterns, and also the differentiation of wet, normal and dry years the different rainfall based indices has been applied. Also the Standardised Precipitation Index is recognised as a better quality model compared to the other models applied in this research, i.e., Nitzche model, and Dependable Rainfall (DR). The results of this study prove the occurrence of drought phenomenon in all stations generally showing a degree of weakness or effectiveness. In terms of the classification of the annual wet and dry seasons, usually normal precipitation in various dry years and wet years can be seen and the normal years have more stability and continuity compared to wet years and droughts.

Keywords: Rainfall modeling, Annual precipitation, Drought criteria, Drought, Wet year, Eastern Azerbaijan.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بخش وسیعی از کشو رما به علت قرارگرفتن درکمربند بیابانی دنیا دارای اقلیمی خشک و نیمه خشک است و به این علت بارش کمی (یک سوم بارش متوسط جهان) دریافت می‌کند که این میزان بارش کم نیز در سالهای مختلف دارای نوسانات شدیدی است. در سالهای اخیر بنا به عللی که غالباً مربوط به تغییرات جهانی اقلیم هستند، ناهنجاری‌های بارش در نواحی مختلف مملکت ما نیز فزونی یافته است. افزایش وقوع خشکسالی و سیلاب در نواحی مختلف کشور را می‌توان از اثرات نوسانات بارش محسوب نمود.قرارگرفتن بیش از ۹۰درصد مساحت کشور در منطقه خشک وکم آب جهان،کافی است تا دوره‌های خشکسالی و تکانه‌های ناشی از آن راکه بردوره‌های ترسالی غلبه دارد، به عنوان یکی از دغدغه‌های اصلی سیاست مداران و برنامه‌ریزان کشور قرار دهد. در دوره‌های ترسالی نیزمردم گرفتارسیلاب وآب بردگی (نمونه بارز سیل استان گلستان) هستند، اما خسارات اقتصادی، اجتماعی و حتی جانی ناشی از خشکسالی از شدت و دامنه به مراتب وسیع‌تری برخوردارست(۹). خشکسالی معضلی جهانی است و همان‌گونه که در منابع مختلف آمده است، در بین بلایای تهدید کننده انسان و محیط زندگی او، خشکسالی هم ازنظر فراوانی وقوع و هم از نظر میزان خسارتهای وارده به محیط طبیعی و انسانی در صدر بلایای طبیعی قرار دارد.

برای پدیدهٔ خشکسالی تعاریف متفاوتی ارائه شده است.به عقیدهٔ Palmer(۱۱)خشکسالی عبارت است از:کمبود مستمر و غیرطبیعی رطوبت دریک دوره زمانی معین که معمولاً یکسال می‌باشد. در این تعریف واژه مستمر به تداوم حالت کمبود و واژه غیر طبیعی به انحراف شاخص مورد نظر از شرایط طبیعی یامیانگین اطلاق می‌شود.Palmer ویژگی اصلی خشکسالی را فراوانی، شدت، وسعت و تداوم می داند.خشکسالی پدیده ای خزنده است که ابتدا وانتهای آن دقیقاً معلوم نمی شود.به همین علت توصیف آن در زمان و مکانهای مختلف با دشواری همراه است. مثلاً ممکن است هفته ها یا ماه‌ها طول بکشد تا خشکسالی خود را در یک مکان ظاهر سازد و یا اینکه مدت مدیدی طول بکشد که اثرات خشکسالی ازبین برود. ازپی‌آمدهای مهم خشکسالی می توان به پیشروی آبهای شور بسوی مخازن آب شیرین،مرگ آبزیان،کاهش توان خود پالایی رودها ، انهدام پوشش گیاهی بویژه مراتع نواحی خشک، افزایش امراض و بیماریها،کاهش تولیدات کشاورزی و قحطی اشاره نمود.

خشکسالی بنا به ماهیت اثرات مختلفی که برمنابع و بخشهای مختلف ازجمله برکشاورزی و منابع طبیعی خصوصاً منابع آب می‌گذارد، توسط متخصصین رشته‌های مختلف مورد بررسی قرارگرفته است و به انواع خشکسالی اقلیم شناختی،خشکسالی آبشناختی،خشکسالی کشاورزی وخشکسالی اقتصادی- اجتماعی طبقه‌بندی شده است.

درسالهای اخیرمسایل ناشی از ناهنجاری‌های بارش بویژه سیلابها ومشکلات ناشی ازخشکسالی(خصوصاً ازنظرتأمین آب برای مصارف خانگی،کشاورزی وصنایع) و اثرات ومسایل زیست محیطی کاهش بارش موجب اهمیت‌یابی و افزایش توجه به مطالعات بارش درمقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف در ایران شده است.

فرجزاده وهمکاران(۶)با استفاده ازروشهای متعددکه تماماً متکی براستفاده از عنصر بارش بوده،پدیدهٔ خشکسالی را با عنایت به تعیین ویژگی‌های آماری آن ازجمله،وسعت،شدت، فراوانی وتداوم زمانی آن درایران مطالعه نموده اند.

خوش‌اخلاق (۵) در رسالهٔ خود با تأکید بر عنصر بارش و استفاده ازروش تحلیل سینوپتیک اقدام به مطالعه دوره‌های خشک و مرطوب درمقاطع زمانی مختلف برای ایران نموده و پس ازتعیین، خشکسالی‌های فراگیرایران را برروی نقشه ترسیم و از نقطه نظر سینوپتیک مورد تجزیه و تحلیل قرارداده است.جوانمرد (۳) با استفاده ازنمایه پالمر مفاهیم اساسی پایش خشکسالی را شرح داده و مراحل محاسباتی نمایه مذکور و دیده‌بانی عوامل موثر در محاسبه آن را برای استان خراسان تشریح کرده است.

قویدل رحیمی(۷) درتحقیق خودبا استفاده از روش نمرات استاندارد شده(Z) بارش و مبنا قراردادن آن به عنوان شاخص تفکیک ماه‌های مرطوب و خشک، اقدام به بررسی دوره های مرطوب وخشک درآذربایجان شرقی نموده است . درمطالعه مذکوردوره های مرطوب و خشک علاوه بر مقطع فصلی درمقاطع ماهانه وسالانه نیزبررسی شده و با استفاده ازروشSPI ویژگی‌های زمانی و مکانی،همچنین خصوصیات اصلی دوره‌های مرطوب و خشک مانند: شدت، تداوم، فراوانی و وسعت مورد بررسی و محاسبه قرار گرفته و درنهایت براساس نتایج حاصله یک تقسیم‌بندی از ایستگاه‌ها به عمل آمده است .

جهانبخش اصل و قویدل رحیمی در مطالعه‌ای ویژگی‌های زمانی-مکانی دوره‌های مرطوب و خشک ایستگاه‌های آذربایجان شرقی را با استفاده ازروش SPI در مقیاس زمانی یک ماهه و سه ماهه موردتجزیه و تحلیل قرارداده‌اند. نامبردگان براساس نتایج حاصل از روشSPI با استفاده از کریکینگ اقدام به پهنه‌بندی ماهانه و فصلی خطرخشکسالی در استان آذربایجان شرقی نموده‌اند(۱).

زاهدی و قویدل رحیمی(۴) در مطالعه ای ضمن تعیین وضعیت روند بارش وتبیین نوسانات آن با استفاده ازنمایهٔ بارش استاندارد شده مک کال[۴] اقدام به طبقه‌بندی شدت وقوع خشکسالی‌ها و ترسالی‌های ایستگاه‌هایی از حوضه آبریز دریاچه ارومیه نموده و با استفاده از نمایهٔ بارش مک کال و مدل سری زمانی هالت-وینتر اقدام به پیش بینی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه درسالهای آتی (تا سال ۲۰۰۸) نموده و به این نتیجه رسیده‌اند که در سالهای موردپیش‌بینی غالباً بارش ایستگاه‌ها در وضعیت نرمال خواهد بود و دورهٔ خشکسالی یا ترسالی شدیدی را برای ایستگاه‌ها پیش‌بینی نکرده‌اند. جهانبخش اصل و قویدل رحیمی با استفاده ازمدلهای سری زمانی روند و ناهنجاری‌های بارش ایستگاه‌های حوضهٔ آبریز دریاچهٔ ارومیه را مدلسازی نموده و با استفاده ازسری زمانی تجزیه خشکسالی‌های آتی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ ارومیه را پیش‌بینی کرده‌اند. نامبردگان نیز خشکسالی شدیدی برای سالهای آتی پیش‌بینی نکرده‌اند(۲).

هدف این پژوهش تعیین و طبقه‌بندی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های آذربایجان شرقی و خصوصیات آماری آنها با استفاده از روش SPI و دو شاخص جدید نیچه و بارش قابل اعتماد(هردو شاخص در سال۲۰۰۲ ارایه گردیده‌اند) است.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

داده‌های۴۳ ســالهٔ بارش سالانهٔ ۶ ایستگاه استان آذربایجان شرقی شامل ایســتگاه‌های تبریــز، اهر، مراغه، میانه، ســراب و جلفا در طــول یک دورهٔ آماری ازسال۱۹۶۰ تاســال ۲۰۰۲میلادی برای مطالعه انتخاب گردید.پس از مرحلهٔ ایجاد پایگاه داده‌ها در صفحه گســترده نرم افــزار EXCELI، به منظور آماده‌سازی و جورکردن داده‌ها (تکمیل داده‌های مفقود، آزمون تی، اف تست و آزمون جرم مضاعف برای سنجش صحت و همگنی داده‌های بارش) از نرم‌افزار DATA TESTER و برای داده‌پردازی و ترسیم نمودارهای تعیین و طبقه‌بندی خشکسالی‌ها و ترســالی‌ها از نرم افزارهای MATRIXER، TIME SERIES و INSTAT PLUS استفاده شده است.

بــه منظورتعیین و طبقه‌بندی و بازســاخت زمانی و مکانی ترســالی‌ها و خشکســالی‌های ایســتگاه‌های مــورد مطالعــه ازروشــهای: بــارش قابل اعتماد،روش نیچه و روش SPI استفاده شده است.

مشاهدات

خصوصیات آماری بارش

داده‌های بارش ســالانهٔ ایســتگاه‌های آذربایجان شــرقی مــورد تجزیه وتحلیــل آماری قــرار داده شــده که نتایــج حاصله به همراه مشــخصات جغرافیایی ایستگاه ها درجدول ۱ درج گردیده است.

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

الف: مراغه بالاترین و جلفا کمترین متوســط بارش بلند مدت را دربین ایستگاه‌های مورد مطالعه دارا می‌باشند.

ب: ایستگاه تبریز دارای کمترین و ایستگاه جلفا دارای بیشترین مقدار انحراف معیار بارش دربین ایستگاه‌ها می‌باشند.

ج: مقادیرانحــراف معیار و ضریب تغییرات بارش حاکی ازثبات بارندگی ســالانه درایســتگاه مراغه و بی‌ثباتی بارش درایســتگاه‌های دیگــر به‌ویژه ایستگاه‌های جلفاوسراب دارد.

د: چولگی بارش ایســتگاه‌های ســراب و جلفا بیشترین و چولگی بارش ایســتگاه مراغه کمترین مقدار دربین ایســتگاه‌های مورد مطالعه محاســبه گردیدکه این امرنشان از تقارن بارشهای سالانهٔ ایستگاه مراغه و عدم تقارن شدید بارش سالانهٔ ایستگاه‌های دیگر به‌ویژه سراب و جلفا دارد.

مشاهدات مبتنی بر نمایهٔ DR

با استفاده از نمایهٔ بارش قابل اعتماد، اقدام به بازساخت زمانی- مکانی خشکسالی‌ها وترسالی‌های ایســتگاه‌های مورد مطالعه گردید.معادلهٔ بارش قابل اعتماد به این شرح می باشد:

$$DR = \sqrt[N]{p_1 \times p_2 \times p_3 \ldots p_N} * (\frac{8}{10}) \quad (۱)$$

درمعادله فوق:

DR: بارش قابل اعتماد(به میلیمتر)،

$\frac{8}{10}$: ضریب ثابت معادله،

P: بارش سال مفروض(به میلیمتر)،

N: تعداد مشاهدات بارش سالانه (۴۳سال) می باشند.

Popov(۱۲) نمایــهٔ DR را به عنوان ۸۰٪ از بارش میانگین(هندســی)

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی وآماری ایستگاه‌های سینوپتیک استان آذربایجان شرقی

ایستگاه	طول جغرافیایی(درجه)	عرض جغرافیایی(درجه)	میانگین	دامنه	چولگی	انحراف معیار	ضریب تغییرات
تبریز	۴۷/۰۳	۳۸/۲۶	۲۹۱/۸	۲۷۸	۰/۸	۸۶/۵	۲۹/۶
اهر	۴۶/۱۷	۳۸/۰۵	۳۱۰/۳	۲۹۳	۰/۷	۹۰/۲	۲۹
مراغه	۴۵/۴۰	۳۸/۴۵	۳۳۶/۳	۳۲۰	۰/۱	۸۸/۳	۲۶/۳
میانه	۴۷/۳۲	۳۷/۵۶	۲۷۳/۵	۲۶۷	۰/۳	۸۹/۸	۳۲/۸
سراب	۴۶/۱۶	۳۷/۲۴	۲۵۴/۵	۲۴۱	۱/۹	۹۱/۶	۳۶
جلفا	۴۷/۴۲	۳۷/۲۰	۲۵۱/۶	۲۴۲	۱/۲	۱۰۰/۴	۴۰

جدول ۲- مقادیر نمایهٔ DR مورد محاسبه برای ایستگاه‌های آذربایجان شرقی(به میلیمتر)

ایستگاه	تبریز	اهر	مراغه	میانه	سراب	جلفا
نمایهٔ بارش قابل اعتماد	۲۲۴	۲۳۷/۹	۲۵۹/۲	۲۰۵/۶	۱۹۳/۲	۲/۱۸۷

Archive of SID
www.SID.ir

معرفی کرده و مزیت استفاده از میانگین هندسی به جای دیگر میانگین‌های رایج را در این می‌داند که در این نوع میانگین به مقادیر انتهایی (حداکثرها و حداقل‌های) که میانگین‌های دیگر را شدیداً متأثرکرده و موجب گمراهی در نتایج به دست آمده می‌شوند، اهمیت چندانی داده نمی شود . علت این امر در اغراق‌آمیزبودن میانگین حسابی، گمراه‌کننده‌بودن مقادیر میانگین همساز (هارمونیک) و مزیت میانگین هندسی است. مزیت بهره‌گیری از این روش را می توان در فلسفه و هدف خاص شاخص که محاسبه مقدار بارش قابل اطمینان برای تأمین آب برای کشاورزی و دیگر نیازهای آبی است، جستجو کرد.

نمایهٔ DR دارای۳ محدوده یا طبقه برای سالهای نرمال،ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها(شکل۱)می‌باشد. مقادیر عددی DR هریک از ایستگاه‌های مورد مطالعه، محاسبه و در جدول ۲ درج گردیده است.

بعداز تعیین مقادیرمربوط به نمایهٔ DR سالهای مرطوب وخشکسالی‌های هر ایستگاه تعیین و در جدول ۳ درج گردید.

۴ - متوالی ترین دورهٔ ترسالی ایستگاه‌ها با ۱۳ بارترسالی مستمردرایستگاه‌های تبریز و اهر قرائت گردید.

۵ - فراگیرترین خشکسالی ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی نیز در سال۱۹۶۱و۱۹۹۰مورد محاسبه قرار گرفت.

۶ -در مقایسه با میانگین بلندمدت بارش میزان بارش قابل اعتماد ایستگاه‌ها حدوداً۷۰میلیمتر کمتراست. این امر می تواند و باید در زمینهٔ برنامه‌ریزی دراز مدت استفاده از آب، آبرسانی شهری وکشاورزی(به‌ویژه کشت دیم که دراستان آذربایجان‌شرقی کاملاً متداول است) وجنگلداری بسیار کاربردی و پراهمیت تلقی شود.

برای تعیین وضعیت سال‌های نرمال، خشک و مرطوب ازمدل‌های توزیع فراوانی استفاده گردیده است که نمودار ایستگاه تبریز به عنوان نمونه در شکل ۱ قابل مشاهده است.

مشاهدات مبتنی برروش نیچه

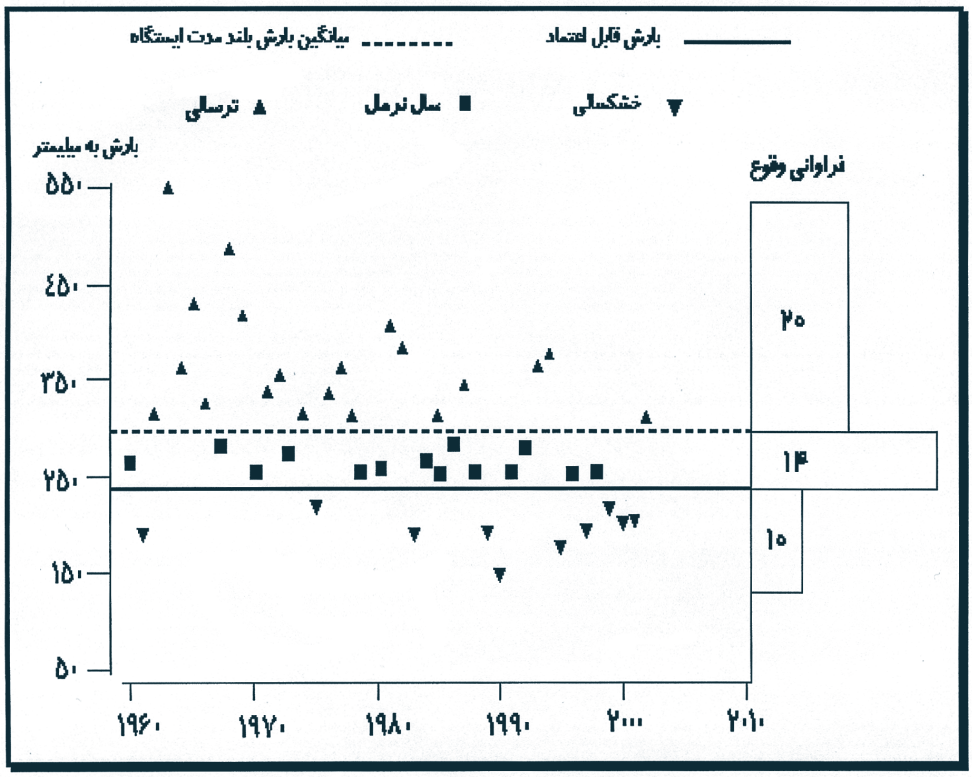
با استفاده از داده‌های بارش سالانه ایستگاه‌ها و با بهره‌گیری از معادلاتی که توسط نیچه(۱۰) به منظور تعیین و تفکیک سالهای نرمال، ترسالی‌ها وخشکسالی‌های چندین حوضهٔ آبریز در برزیل مورد استفاده قرار گرفته است،اقدام به تعیین وضعیت بارش و بازساخت زمانی و مکانی ترسالی‌ها وخشکسالی‌های ایستگاه‌های آذربایجان شرقی شده است.

معادلات بکار گرفته شده درروش نیچه عبارتند از:

(۲) سال نرمال..... $(\bar{p} - sd) \leq pi \leq (\bar{p} + sd)$

(۳) سال مرطوب..... $pi \geq (\bar{p} + sd)$

(۴) سال خشک..... $pi < (\bar{p} - sd)$



شکل۱-نمودارتعیین خشکسالی‌ها وترسالی‌های ایستگاه تبریز با استفاده از نمایهٔ DR

www.SID.ir

جدول۳- جدول تعیین وضعیت بارش ایستگاه های استان آذربایجان شرقی با استفاده از نمایهٔ DR (بارش به میلی‌متر

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

www.SID.ir

درمعادلات فوق:

pi: بارش سال مفروض،

sd: انحراف معیاربارش در طول دورهٔ آماری

$\bar{p}$: میانگین بارش بلند مدت ایستگاه،می‌باشند.

روش نیچه با توجه به معادلات فوق دارای یک محدوده برای بارش نرمال(معادله ۲) و دو عدد آستانه یکی برای شروع ترسالی (معادله ۳) و دیگری برای شروع خشکسالی(معادله ۴)می‌باشد. مقدارعددی هریک از محدوده‌های مذکور برای هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۴ درج گردیده است.

با استفاده از مقادیرآستانه مندرج درجدول ۴ اقدام به تعیین و طبقه‌بندی ترسالی‌ها وخشکسالی‌های ایستگاه‌های استان آذربایجان‌شرقی گردیده است.درجدول ۵ وضعیت طبقه‌بندی شدهٔ بارش سالانهٔ ایستگاه‌ها قابل مشاهده است.

مهمترین نتایج حاصل ازجدول ۵ را می توان به شرح ذیل خلاصه نمود:

۱ -ایستگاه مراغه با ۹سال مرطوب دارای بیشترین تعداد ترسالی و ایستگاه‌های سراب و جلفا هریک با ۵ سال مرطوب دارای کمترین تعداد ترسالی دربین ایستگاه های استان آذربایجان شرقی هستند.

۲ -طولانی‌ترین خشکسالی‌ها را می توان با دو دورهٔ متوالی ۳ ساله دردو ایستگاه میانه و جلفا مشاهده نمود.همچنین فراگیرترین ترسالی‌های ایستگاه‌های استان درسال‌های۱۹۸۲،۱۹۸۱،۱۹۶۹،۱۹۶۳ و فراگیرترین سال‌های خشک درسالهای۱۹۶۱ و ۱۹۹۰ قرائت گردید.

۳ - ازنظر توزیع فراوانی خشکسالی دربین ایستگاه‌های آذربایجان شرقی وضعیت ایستگاه‌ها بسیار شبیه به هم می‌باشد(غیر از اهر که دارای ۶ سال خشک است سایر ایستگاه ها هریک دارای ۷ بار خشکسالی در ۴۳ سال دورهٔ آماری هستند).

۴ -دراغلب سال‌های دورهٔ آماری وضعیت بارش از نظرکیفی در حالت نرمال قرار دارد(در همه ایستگاه‌ها).

مهمترین نکات جدول ۵ به‌صورت سیاه پررنگ قابل مشاهده می‌باشند.

با استفاده از مدل‌های توزیع فراوانی نیز می‌توان به طرز واضح‌تری اقدام به طبقه‌بندی بارش براساس نمایه های نیچه نمودکه به‌عنوان نمونه در شکل ۲ نمودارتوزیع فراوانی ایستگاه مراغه ترسیم گردیده است.

مهمترین نتایج حاصل از کاربرد روش نیچه درتحلیل بارش ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی به شرح ذیل می‌باشند:

۱ - غالباً درسالهای ۱۹۶۰تا۲۰۰۲ بارش درمحدوده نرمال و هر از گاهی خشکسالی وترسالی سیر نموده است.

۲ - اغلب ترسالی ها حالت فراگیرداشته اند.

۳ - ازخشکسالی‌های فراگیر می‌توان دو خشکسالی سالهای ۱۹۶۱ و۱۹۹۰را نام برد،که کل ایستگاه‌ها را در برگرفته است.

مشاهدات حاصل ازروش SPI

بدین منظور ابتدا داده‌های بارش حقیقی تبدیل به داده‌هایSPI گردیده که برای این کاراز معادلهٔ ذیل استفاده شده است:

$$SPI = \frac{P_{ik} - \bar{P}_i}{\sigma_i} \qquad (۵)$$

در معادله فوق(نمایهٔ SPIتوسط مک کی درسال۱۹۹۳ ارایه گردیده است) :

SPI : نمایهٔ بارش استاندارد شده،

P_{ik} :مقادیربارشiامین ایستگاه درkامین مشاهده به میلیمتر،

$\bar{P}_i$:میانگین بارش i امین ایستگاه به میلیمتر،

σ_i :انحراف معیار داده‌های بارش i امین ایستگاه ، می باشند.

برای طبقه‌بندی شدت بارشها از مقیاس طبقه بندی SPI به شرح جدول ذیل استفاده گردیده است.

با استفاده از مدل‌های توزیع فراوانی اقدام به طبقه‌بندی بارش براساس نمایهٔ SPI برای هریک از ایستگاه‌ها گردیدکه به‌عنوان نمونه در شکل ۳ نمودارتوزیع فراوانی ایستگاه میانه نشان داده شده است.

پس از تعیین فراوانی سال‌های خشک،نرمال و مرطوب درصد وقوع سالهای مذکور برای هر ایستگاه درطول دورهٔ آماری محاسبه و در جدول ۷ درج گردیده است.

افزون برموارد فوق.متوالی‌ترین خشکسالی ایستگاه‌ها با ۲دوره ۳ ساله درایستگاه‌های میانه(۱۹۷۴تا۱۹۷۲) و جلفا (۱۹۹۸تا۱۹۹۶) به وقوع پیوسته است. خشکسالی بی نهایت شدید فقط در سال ۱۹۷۳ و درایستگاه میانه رخ داده است.شدیدترین ترسالی ایستگاه‌ها نیز با عدد SPI معادل ۴/۱ درسال۱۹۸۲و درسراب و به وقوع پیوسته است. فراگیرترین ترسالی‌ها نیز در سال‌های۱۹۶۳، ۱۹۶۴،۱۹۶۹،۱۹۸۲و۱۹۹۴ قرائت گردیدکه ترسالی سال۱۹۸۲ ازشدت بیشتری برخوردار بوده است . فراگیرترین خشکسالی ایستگاه‌ها نیز در سال‌های۱۹۶۱و ۱۹۹۰قرائت گردید.درسال‌های مذکورتمام

جدول۴- مقادیرآستانه مورد محاسبه ازروش نیچه برای تعیین دوره‌های نرمال،ترسالی و خشکسالی هر ایستگاه

ایستگاه محدوده	تبریز	اهر	مراغه	میانه	سراب	جلفا
خشکسالی	کمتراز۲۰۵	کمتراز ۲۲۰	کمتراز۲۴۸	کمتراز۱۸۳	کمتراز۱۶۳	کمتراز۱۵۱
سال نرمال	بین۲۰۵تا۳۷۸	بین ۲۲۰تا۴۰۰	بین۲۴۸تا۴۲۴	بین۱۸۳تا۳۶۳	بین۱۶۳تا۳۴۶	بین۱۵۱تا۳۵۲
ترسالی	بیشتراز۳۷۸	بیشتراز۴۰۰	بیشتراز۴۲۴	بیشتراز۳۶۳	بیشتراز۳۴۶	بیشتراز۳۵۲

مقادیربارش محاسبه شده برای هریک از شاخص های جدول فوق برحسب میلیمترمی باشد.

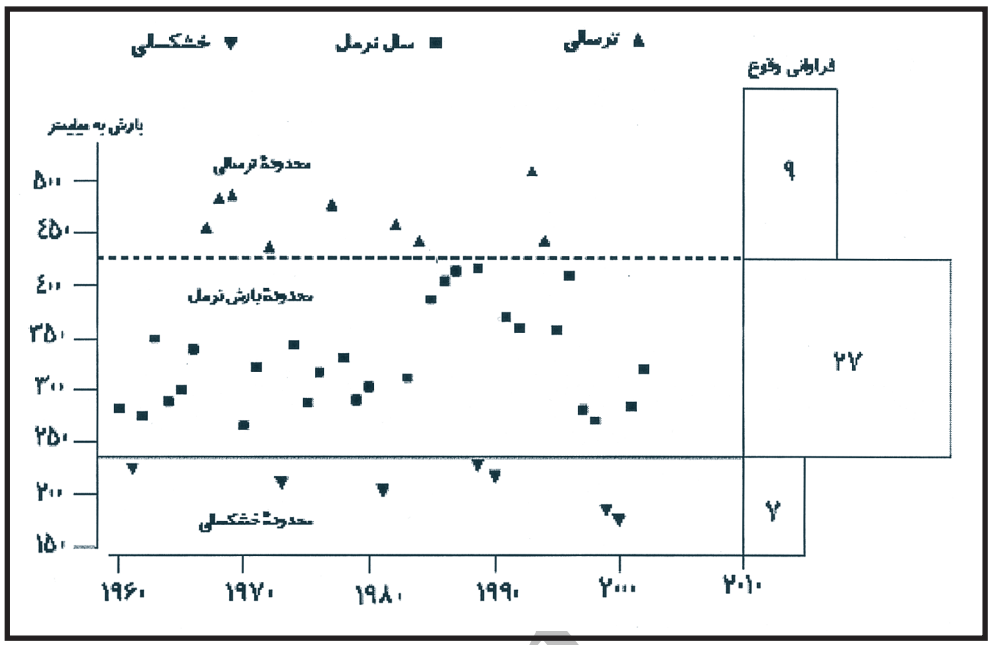
Archive of SID

www.SID.ir

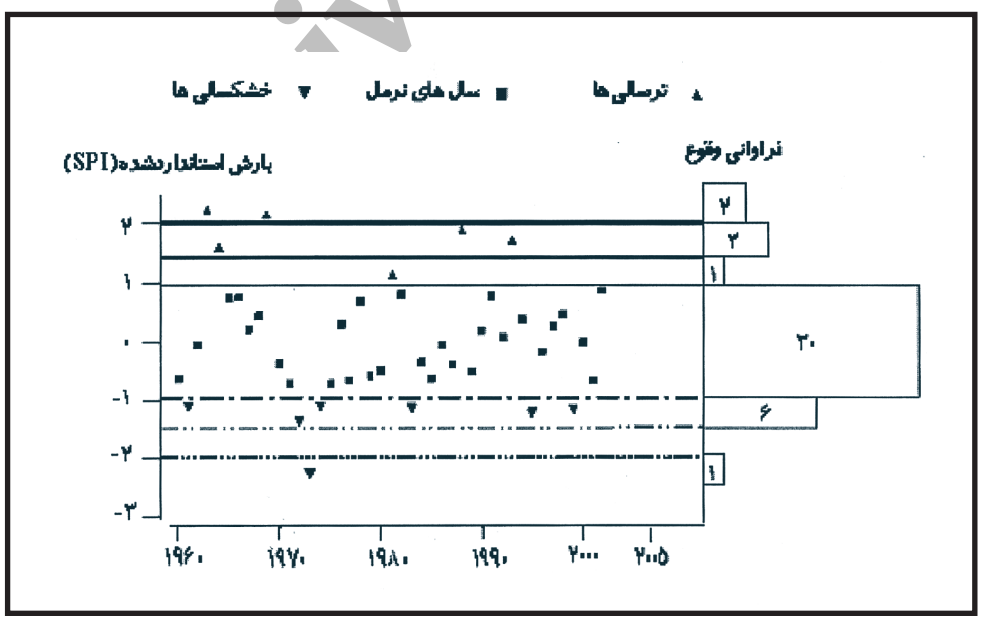
جدول ۵- تعیین و طبقه بندی وضعیت بارش سالانهٔ ایستگاه های استان آذربایجان شرقی بر اساس روش نیچه(بارش به میلی‌متر)

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

www.SID.ir



شکل۲- نمودارطبقه‌بندی وتوزیع فراوانی ترسالی ها وخشکسالی های ایستگاه مراغه به روش نیچه



شکل ۳-نمودار توزیع فراوانی وطبقه بندی شدت ترسالی‌ها، سال‌های نرمال وخشکسالی‌های ایستگاه میانه به روش SPI

www.SID.ir

جدول ۶- مقیاس طبقه‌بندی شدت دوره های مرطوب وخشک به روش SPI(۸)

وضعیت	بی نهایت مرطوب	مرطوب شدید	مرطوب متوسط	بارش نرمال	خشکی ملایم	خشکی شدید	خشکی حاد
مقدارSPI	۲و بیشتر	۱/۵تا۹/۱	۱تا۴۹/۱	۹۹/-تا۹۹	۱ -تا۱/۴۹-	۱/۵تا۱/۹۹ -	۲ - وکمتر

جدول۷- درصد وقوع سال‌های خشک، نرمال و مرطوب در ایستگاه‌های آذربایجان شرقی بر اساس روش SPI

تعداد	تبریز	اهر	مراغه	میانه	سراب	جلفا
ترسالی	۱۸/۶	۱۴	۱۶/۳	۱۶/۳	۷	۱۱/۶
خشکسالی	۷	۱۱/۶	۱۶/۳	۱۱/۶	۹/۳	۷
سال عادی	۷۰/۴	۷۰/۴	۶۷/۴	۷۲/۱	۸۳/۷	۸۱/۴

ایستگاه‌های مورد مطالعه دچارخشکسالی شده‌اند.خشکسالی سال ۱۹۹۰ شدیدترین خشکسالی ایستگاه‌های آذربایجان شرقی بوده است.

بحث ونتیجه‌گیری

کاربرد نمایه‌های مبتنی برپارش بیانگر اندک بودن میزان بارش قابل اعتماد(که عاملی بسیار تعیین کننده درعمران پذیری نواحی مختلف جغرافیایی خصوصاً درزمینهٔ کشاورزی وجنگلداری است وکارآیی بسیاربالاتری نسبت به دیگر شاخص‌های مورد استفاده در برنامه‌ریزی‌ها به‌ویژه متوسط بارش بلند مدت‌که درایران بکاربرده می شود،دارد) وکثرت سالهای نرمال و خشک برترسالی‌ها درایستگاه‌های مورد مطالعه است.با وجود اینکه وقوع خشکسالی شدید وحاد در استان آذربایجان‌شرقی بسیار نادر است ،اما ظهورخشکسالی‌های متوسط یاحتی ضعیف متوالی می‌تواند در بلند مدت به همان اندازهٔ خشکسالی‌های حاد دردسرساز باشد. چنین خشکسالی‌هایی اثرات منفی زیادی برکم وکیف منابع آب و مراتع استان می گذارند.چون خشکسالی‌ها نیز مانند دیگرسری‌های اقلیمی دارای ویژگی دورهٔ بازگشت هستند، وقوع خشکسالی‌ها در سالهای آتی اجتناب‌ناپذیر است. پیش‌بینی خشکسالی‌های آتی استان یا هر یک از ایستگاه‌ها می‌تواند تا حد زیادی ما را در مواجهه و فایق‌آمدن بر بحرانهای ناشی ازکاهش بارش یاری دهد، اما متأسفانه کمبودهای آماری مربوط به اقلیم به‌ویژه بارش مانع استفاده از روشهای پیش بینی کارآمدی چون زنجیرهٔ مارکف (برای پیش بینی بارش از طریق روش مارکف حداقل رکورد مورد نیاز۷۵سال است درحالی که آمار قدیمی ترین ایستگاه‌های ما بیشتراز۵۳ سال نیست)شده است.حتی اگر بتوان با داده‌سازی دورهٔ آماری را افزایش داد باز هم امکان پیش‌بینی دقیق خشکسالی بسیارکم است،زیرا در سال‌های اخیرعواملی چون گرمایش کرهٔ زمین و افزایش گازهای گلخانه‌ای موجب تغییراتی غیر طبیعی در اقلیم شده‌اندکه هیچ یک ازمدلهای اقلیمی موجود برای پیش‌بینی(حتی مدل‌های سه بعدی مبتنی برگردش عمومی جو) نمی‌توانند نقش اجتناب ناپذیر آنها را در نوسانات بارش و وقوع خشکسالی‌ها برآورد سازند. با توجه به این امر درحال حاضر پیش‌بینی خشکسالی‌های آتی ایستگاه‌ها تقریباً غیرممکن است.

مطالعات انجام گرفته درآذربایجان‌شرقی ناهنجاری‌های بارش را عامل وقوع خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها معرفی کرده‌اند.نوسانات مذکور نیز معلول اثر پدیده‌های جوی-اقیانوسی کلان مقیاس کره زمین هستندکه در ماه‌ها و فصول مختلف موجب تغییرات بارش می‌شوند. بسیاری ازاین پدیده‌ها هنوز مورد مطالعه قرارنگرفته اندااما اثرپدیدهٔ انسو (النینو-شاخص نوسان جنوبی) بر بارش‌های پائیزی و اثر نوسانات اطلس شمالی بر بارش سالانه و زمستانی ایستگاه‌های مورد مطالعه، محرز گردیده است.

باتوجه به ماهیت اقلیم ایران و استان آذربایجان‌شرقی که خشکسالی جزئی از واقعیات آن است و باعنایت به کمبود آمار بارش و محدودیت روشهایی چون آریما،ساریما (آریمای فصلی) برای پیش‌بینی خشکسالی، تنها راه مقابله با اثرات نوسانات بارش به ویژه خشکسالی استفاده از روش‌های پایش خشکسالی مثل SPI است که می‌تواند با پایش ماه به ماه بارش درصورت منفی شدن SPI درچند ماه متوالی وقوع پدیدهٔ خزندهٔ خشکسالی را اعلام نماید. برای عبور از بحران خشکسالی ایجاد فرهنگ مصرف بهینه آب، استقرار سیستم‌های پیش آگاهی‌دهنده مدیریت صحیح خطر و برنامه‌ریزی دقیق منابع آب به ویژه ذخیرهٔ آب در سال‌های پر بارش (خصوصاًتغذیهٔ مصنوعی آبخوان‌ها) بسیار مثمر ثمرخواهند بود.

تشکر وقدردانی

از استاد و رئیس محترم اداره کل محیط زیست استان اردبیل دکتر علی خورشید دوست به خاطرتوصیه‌های سودمندشان و از آقایان عبدی واصلاحی کارشناسان محترم اداره هواشناسی استان آذربایجان شرقی به خاطرمساعدت و همکاری‌هایشان در دسترسی به آمار بارش مورد استفاده در این مطالعه سپاسگزار و ممنونم.

Archive of SID
www.SID.ir

پاورقی ها

1-Dependable Rainfall (DR

2- Standardized Precipitation Index (SPI)

3- Nitzche

4 -Mc Call Standardized Precipitation Index (MCSPI)

منابع مورد استفاده

۱-جهانبخش اصل،سعید و یوسف قویدل رحیمی .۱۳۸۱ . تحلیل توزیع فضایی دوره های مرطوب وخشک ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه ارومیه، فضای جغرافیایی ،شماره۵: ص ۲۷-۱۷.

۲- جهانبخش اصل،سعید و یوسف قویدل رحیمی .۱۳۸۲ . مدلسازی بارش وپیش بینی خشکسالی‌های حوضه آبریزدریاچه ارومیه، نشریه دانشکده علوم انسانی واجتماعی دانشگاه تبریز شماره۱۷. ص ۱۳-۲.

۳-جوانمرد، سهیلا .۱۳۸۰. ،سیستم پایش از شدت و وسعت خشکسالی بر اساس پهنه بندی نمایه پالمر، بولتن علمی مرکز ملی اقلیم شناسی، شماره ۴: ص ۱۲-۵ .

۴-زاهدی. مجید و یوسف قویدل رحیمی.۱۳۸۱.،شناخت،طبقه‌بندی و پیش‌بینی خشکسالی با استفاده از روش سری‌های زمانی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه، فضای جغرافیایی ، شمارۀ۶ : ص۴۸-۱۹.

۵-خوش اخلاق ، فرامرز . ۱۳۷۷.، تحقیق در خشکسالی‌های فراگیر ایران با استفاده از تحلیلهای سینوپتیکی ، پایان‌نامه دکتری جغرافیای طبیعی ، دانشگاه تبریز.۳۰۸ صفحه.

۶-فرجزاده ، منوچهر ، علی اصغر موحد دانش و هوشنگ قائمی. ۱۳۷۴. خشکسالی در ایران ، دانش کشاورزی، نشریه دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، جلد ۵، شماره ۱و۲: ص ۵۲ - ۳۱

۷-قویدل رحیمی ، یوسف.۱۳۸۱.تجزیه وتحلیل نوسانات بارش ومحاسبه دوره های مرطوب وخشک در آذربایجان شرقی، پایان نامه کارشناسی ارشد،گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.۲۸۵صفحه

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; grobioclimatic classification of Africa using dependable rainfall index. Agrometeorology series working paper. No6. FAO.Rom.Italy.

Archive of SID

www.SID.ir