

دکتر سعید جهانبخش اصل^۱

یوسف قویدل رحیمی^۲

تحلیل فضایی توزیع ماه‌های مرطوب و خشک در ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی

Spatial Analysis of Wet and Dry Months in East Azerbaijan Province

Dr. Saeed Jahanbakhsh Asl³

Yosef Gavidel Rahimy⁴

Abstract:

In this study, using mean precipitation in different months and

۱- عضو هیات علمی گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

۲- کارشناس ارشد اقلیم در برنامه ریزی محیطی - دانشگاه تبریز.

3- Associate Professor, Academic Member in Physical Geography Department, Tabriz University

4- M. A. in Physical Geography (Climatology), Tabriz University.

their transformation to SPI numbers, we have determined dry and wet periods in some meteorological stations in East Azerbaijan. After determining the situation of monthly precipitation, we calculated the occurrence frequency of dry and wet months successively. According to the results received in determining the type of distribution probability of dry and wet months, the best monthly distribution was the log-normal distribution. After drawing the log-normal, dry and wet months histograms and the arranging the regression lines of dry and wet periods for each station under study, it was established that in most stations the dry periods had higher frequencies and only in few stations the regression line of wet periods was raising while matching the regression lines of the wet periods.

Generally, both in terms of the frequency and the scope of the occurrence, the number of dry periods has been more than wet periods and the peak of this augmentation has been in Jolfa and Aji Chai stations. The least dry months frequency (the maximum wet months) have been observed in Harzandat and Mianeh stations. However, yet in these stations the number of wet months is half the number of dry periods. Accordingly, the increment of dry months has been obvious in all stations of East Azerbaijan, and this pattern can be accounted for the climatic characteristics of the region.

Key words : Dry and wet periods, SPI, East Azerbaijan

چکیده:

در این مطالعه با استفاده از داده‌های متوسط بارش ماه‌های مختلف سال و تبدیل آنها به ارقام «SPI» اقدام به تعیین دوره‌های مرطوب و خشک تعدادی از ایستگاه‌های هواشناسی استان آذربایجان شرقی گردیده است. بعد از معین شدن وضعیت بارش‌های ماهانه، فراوانی وقوع ماه‌های خشک و مرطوب بصورت متوالی و متناوب، مورد محاسبه قرار گرفته است. در مرحله تعیین نوع توزیع احتمال وقوع ماه‌های مرطوب و خشک، با توجه به نتایج به دست آمده، بهترین توزیع ماه‌های مذکور، توزیع «لگاریتم نرمال»؛ تشخیص داده شده است. بعد از ترسیم نمودارهای توزیع لگاریتمی ماه‌های مرطوب و خشک و ترسیم خطوط «رگرسیون» دوره‌های مرطوب و خشک برای هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه، معلوم گردید که در اکثر ایستگاه‌ها، دوره‌های خشک از فراوانی بیشتری برخوردار بوده، فقط در تعداد کمی از ایستگاه‌ها در بعضی موارد، خط رگرسیون دوره‌های مرطوب با قطع خط رگرسیون دوره‌های خشک، وضعیت صعودی پیدا می‌کند.

بطور کلی هم از نظر فراوانی و هم از نظر تداوم و وسعت وقوع، تعداد دوره‌های خشک نسبت به دوره‌های مرطوب، بیشتر بوده، اوج این افزایش در ایستگاه‌های «جلفا» و «آجی چای» دیده می‌شود. کمترین فراوانی ماه‌های خشک (بیشترین ماه‌های مرطوب) نیز در ایستگاه‌های «هرزندات» و «میان» قابل مشاهده هستند، اما حتی در این ایستگاه‌ها نیز، تعداد ماه‌های مرطوب به نصف ماه‌های دوره آماری مورد مطالعه نمی‌رسند. بر این اساس، فزونی ماه‌های خشک، نسبت

به ماه‌های مرطوب در سراسر ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی؛ قابل تشخیص بوده، این ویژگی را می‌توان جزو ماهیت اقلیمی آن محسوب کرد.

کلید واژه‌ها: دوره خشک، دوره مرطوب، نمایه استاندارد شده بارش SPI، آذربایجان شرقی.

مقدمه :

بارندگی در اشکال مختلف، منبع تأمین آب و تداوم بخش حیات در کره زمین محسوب می‌شود. هرگونه کاهش در مقدار آب، بشر را با مشکلات جدی مواجه می‌سازد. آغاز این مشکلات غالباً با وقوع پدیده خشکسالی، نمود پیدا می‌کند. در بین بلایای طبیعی تهدید کننده انسان و محیط زندگی او، پدیده خشکسالی، هم از نظر فراوانی وقوع و هم از نظر میزان خسارهای مالی و حتی جانی در مرتبه اول قرار دارد (اسمیت ۱۹۹۸).

عمده تلاش‌های بین‌المللی کشورها و سازمان‌های تحت مدیریت سازمان ملل متحد، برای رفع نیاز غذایی کشورهای مصیبت زده؛ عموماً به کشورهای مواجه با خشکسالی تعلق می‌گیرد (برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد، ۱۳۸۱). این امر نیز حاکی از اهمیت و جنبه مادی و معنوی مشکل محیطی خشکسالی دارد.

تعاریف متفاوتی برای پدیده اقلیمی خشکسالی ارائه شده است که از جمله آنها می‌توان به تعریف «پالمر» و تعریف «الیور» اشاره کرد. به عقیده پالمر، خشکسالی عبارت است از: کمبود رطوبت مستمر و غیر طبیعی در یک دوره

زمانی معین که معمولاً یکسان می‌باشد. در این تعریف واژه مستمر به تداوم حالت کمبود و واژه غیر طبیعی به انحراف شاخص مورد نظر از شرایط طبیعی یا میانگین اطلاق می‌شود. پالمر چهار ویژگی عمده خشکسالی را فراوانی، شدت، وسعت و تداوم برمی‌شمارد (پالمر، ۱۹۷۸).

اولیور (۱۹۸۷) در دایره المعارف اقلیم شناسی خود، خشکسالی را چنین تعریف کرده است: دوره ممتد خشکی هوا که فاقد بارندگی بوده، یا با کاهش قابل توجهی از نزولات جوی همراه است. به عقیده الیور، خشکسالی می‌تواند در تمام مناطق و تمام رژیم‌های اقلیمی رخ دهد ولی در مناطقی که غالباً بارندگیها اتفاقی بوده، وقوع نامنظمی دارند؛ بیشتر از دیگر رژیم‌های اقلیمی به وقوع می‌پیوندد. مناطق عمده‌ای از جهان که با پدیده خشکسالی مواجه هستند، عبارتند از: «هند و چین»، نواحی داخلی «استرالیا»، شمال و جنوب صحرای «آفریقا» و «خاورمیانه». بخش اعظمی از نواحی کشور ایران نیز بعلت موقعیت خاص جغرافیایی خود، در معرض پدیده خشکسالی قرار دارند.

«علیجانی» و «کاویانی» (۱۳۷۸) نیز خشکسالی را عبارت از کاهش غیر منتظره بارش در مدتی معین در منطقه‌ای که لزوماً خشک نیست، می‌دانند. به عقیده نامبردگان، میزان کاهش بارش به حدی است که روند عادی رشد را در منطقه، مختل کند. بنابراین خشکسالی ویژگی دائمی منطقه نبوده، در هر رژیم آب و هوایی؛ می‌تواند اتفاق بیفتد.

در فرهنگ هواشناسی نیز، خشکسالی چنین تعریف شده است: «یک دوره با شرایط جوی خشک غیر عادی که در صورت استمرار موجب کمبود آب و بالمآل عدم تعادل چرخه آبشناسی می‌گردد».

در عصر حاضر، افزایش جمعیت و عوامل وابسته به آن از یک طرف و وقوع پدیده خشکسالی از طرف دیگر، همواره موجب تلاش و تحرک بشر برای پیدا کردن راه حل‌های مناسب جهت تأمین و مصرف بهینه آب شده است. اما با تمام سعی و تلاشهایی که صورت گرفته است و می‌گیرد و با همه پیشرفتهای علمی و فناوری‌های جدید بصراحت می‌توان اذعان نمود که هنوز هم بشر در مقابل نوسانهای بارش که بر حسب مورد، موجب ظهور پدیده سیل یا خشکسالی می‌شود، شدیداً آسیب‌پذیر است. بر همین اساس، دانشمندان بویژه اقلیم‌شناسان در پی یافتن راه حل‌ها و روشهایی هستند که بتوانند از طریق آنها، وقوع این پدیده‌ها را پیش‌بینی کرده، با اعلام خطر و هشدار به موقع، حتی المقدور از دامنه اثرات منفی آنها کاسته، در صورت امکان از وضعیت مورد انتظار به نفع جامعه انسانی استفاده نمایند (گاهی می‌توان با پیش‌بینی سیل، محیط را طوری تنظیم کرد که آب سیلاب، موجب تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی شده، یا با شستشوی اراضی شور موجب کاهش غلظت املاح آن شود).

در این تحقیق با استفاده از روش SPI (شاخص بارش استاندارد^۱ شده) اقدام به تعیین و تفکیک دوره‌های خشک و مرطوب ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی شده است.

پیشینه تحقیق

خشکسالی یکی از مهمترین و متداولترین پدیده‌های طبیعی تهدیدکننده زندگی بشر بوده، از زمان‌های دور، موضوع بسیاری از کتب و نوشته‌ها را تشکیل

داده است (رائوفولر، ۱۹۹۹). از میان منابع تاریخی و مذهبی کهن می‌توان کتاب «تورات» را نام برد که در آن به خشکسالی و وقوع قحطی‌های مهم در سرزمین «فلسطین» اشاره شده است. در کتاب مذکور از یازده مورد خشکسالی بسیار شدید و مستمر که با قحطی توأم بوده، بحث به میان آمده است. علاوه بر آن داستان حضرت یوسف در مصر باستان در ۳۵۰۰ سال پیش به احتمال زیاد، اولین و تنها مدرک مستند از وقوع خشکسالی‌های شدید و پیش‌بینی آن و نیز ارائه مدلی جهت تعدیل اثرات آن است که در قرآن کریم در سوره «یوسف» نیز بدان اشاره شده است.

خشکسالی در ایران باستان نیز حادث گردیده است. از مدارک باقی مانده از آن دوران، می‌توان به کتیبه بیستون که در زمان هخامنشیان به دستور داریوش اول نوشته شده است اشاره کرد. متن این نوشته چنین است:

«اهورامزدا این کشور را از سه چیز دورنگه دارد: از دروغ، از خشکسالی و از دشمن».

دایره المعارف «بریتانیکا» در بخشی تحت عنوان آب و هوای تاریخی ایران باستان به افزایش مهاجرت‌ها از این منطقه به دیگر نواحی به هنگام وقوع خشکسالی‌ها اشاره کرده است. در منبع مذکور اظهار عقیده شده است که می‌توان وقوع خشکسالی‌ها را از روی تناوب مهاجرت‌ها یا برعکس وقوع مهاجرت‌های جمعیت از فراوانی وقوع خشکسالی‌ها؛ حدس زده، محاسبه نمود.

نظر به اهمیت زیاد خشکسالی، این پدیده اقلیم شناختی توسط محققین علوم مختلف و با استفاده از روشهای گوناگونی که هر محقق آنرا با توجه به اهداف و نیازهای تخصصی خودبکار برده است، مورد مطالعه واقع شده است که

از این میان می‌توان به تحقیقاتی که توسط اکولوژیستها، متخصصین اقلیم‌شناسی کشاورزی، هیدرولوژیستها و جغرافیدانان (آب و هواشناسان) انجام گرفته است، اشاره نمود.

در روشهای مطالعه خشکسالی به منظور تفکیک دوره‌های مرطوب از خشک، عموماً از عناصر اقلیمی متعددی از جمله بارش، دما، تبخیر، رطوبت خاک، رطوبت مطلق، رطوبت نسبی و غیره استفاده می‌شود که هر یک از روشها و شاخصهای مورد استفاده دارای مزایا و محدودیتهایی در مقاطع زمانی یا نواحی جغرافیایی هستند (گرین، ۲۰۰۲).

«اسکات گرین» اقلیم‌شناس معروف آمریکایی؛ عقیده دارد که هر چه عنصر دما، نقش مهمی در میزان تبخیر یک مکان جغرافیایی ایفا می‌کند، اما باید توجه داشت که عنصر اصلی و عمده در وقوع خشکسالی، بارش و کاهش آن از حد میانگین بلند مدت ایستگاه یا حوضه است.

بر همین اساس وی معتقد است که با تکیه بر عنصر بارش، می‌توان اقدام به تعیین و تفکیک دوره‌های مرطوب و خشک در مقاطع زمانی مختلف نمود. لذا در تمام مطالعات و تحقیقاتی که گرین از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۰۱ در مناطق مختلف آمریکا انجام داده است، برای تعیین دوره‌های خشک و مرطوب فقط از عنصر بارش استفاده کرده است. گرین علت تأکید بیش از حد خود را در اهمیت دادن به عنصر بارش در دو مورد اساسی خلاصه می‌کند:

۱- عدم نوسان یا تغییر بسیار کم دیگر عناصر اقلیمی مؤثر در خشکسالی در طی زمان، بویژه در مناطقی که تأثیر دما بر تبخیر به حداقل می‌رسد (مناطق

سرد) و وابستگی اثر دما بر خشکسالی، زیرا اگر باران نبارد آبی نیز موجود نخواهد بود که با دخالت دما (تشنه) تبخیر شود.

۲- زمانی می‌توان صحبت از ماه، فصل یا سال خشک نمود که میزان بارندگی در مقاطع زمانی مذکور، کمتر از میانگین دراز مدت باشد و در واقع این نوسان قابل توجه مثبت یا منفی در میزان بارندگی است که دوره‌های مرطوب یا خشک را بوجود می‌آورد (گرین، ۲۰۰۱).

«چودری» و «دندکر» را می‌توان از طرفداران نظر اسکات گرین دانست که مطالعات آنها بر روی بارشهای موسمی «هند» با تکیه بر عنصر بارش و از طریق شاخص استاندارد بارش انجام گرفته و منجر به طبقه‌بندی شدت دوره‌های خشک و مرطوب شده است. روش مذکور توسط محققین دیگر نیز در نواحی اقلیمی مختلف، مورد استفاده قرار گرفته است و همانگونه که «مک‌کی» و «آگینو» نیز بدان اعتراف دارند، اساس روش SPI بر مبنای تحقیقات انجام یافته توسط «چودری» و «دندکر» در سال ۱۹۸۳ استوار است که فقط در آستانه‌ها و طبقه‌بندی شدت دوره‌های خشک و مرطوب تغییراتی توسط «مک‌کی» و «آگینو» داده شده است.

مروری در مطالعات مربوط به خشکسالیها، نشان می‌دهد که در تحقیقات مختلف از شاخصهای متعددی برای تعیین و طبقه‌بندی خشکسالی، استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به شاخص‌های شدت خشکسالی «پالمر»^۱، شاخص احیاء خشکسالی^۲، شاخص بارش قابل اعتماد^۳، شاخص تأمین آب

1- Palmer Drought Severity Index (PDSI).

2- Drought Reclamation Index (DRJ).

3- Dependable Rainfall (DR).

سطحی^۱، شاخص «پالفی»^۲، شاخص استاندارد بارش «مک‌کال»^۳ و شاخص SPI اشاره کرد.

در مطالعات اخیر که در مورد خشکسالی انجام می‌گیرد به شاخص SPI اهمیت زیادی داده می‌شود، بطوری که در کنار طرح شاخص پالفی تاکید بر این است که برای رسیدن به نتایج بهتر و حتی سنجش صحت نتایج به دست آمده، این نتایج باید با نتایج حاصل از کاربرد روش SPI مورد مقایسه قرار گیرند. (بوردی و همکاران، ۲۰۰۲).

روش SPI را می‌توان با استفاده از دو روش در مطالعه اقلیمی، بویژه به منظور تعیین خشکسالیها و ترسالیها، بکار گرفت. روش اول که عموماً توسط متخصصین ژئوفیزیک و اکولوژیستها بکار برده می‌شود، استفاده از روش توزیع «گاما» و معادلات مربوط به آن است. در روش دوم که بسیار عمومی‌تر از روش اول است، با استفاده از معادله استاندارد SPI که در آن بارش سال مفروض از بارش بلند مدت ایستگاه، کسر و بر انحراف معیار ایستگاه تقسیم می‌گردد، مقدار SPI محاسبه می‌شود. در مطالعات جدید بویژه در مطالعه‌ای که بوردی و همکاران (۲۰۰۲) در ناحیه مدیترانه‌ای ایتالیا انجام داده‌اند، از هر دو روش مذکور بطور توأم استفاده شده است. در مطالعه مذکور با استفاده از شاخص SPI اقدام به تعیین خشکسالی‌ها و ترسالیها و ویژگیهای آنها گردیده، نتایج به دست آمده با منابع آبهای سطحی و زیرزمینی، تولید و نیروی برق آبی در ارتباط گذاشته شده

4- Surface Water Supply Index (SWSI).

5- Palfai Index.

6- Mc call Standardized Precipitation Index (MCSPI)

است. نامبردگان اشاره کرده‌اند که در انجام مطالعات مشابه، استفاده از روش SPI بعنوان بهترین روش، قابل توصیه است.

«شیان» و «دوناری» (۱۹۹۷) در تحقیقی که بمنظور بررسی دوره‌های مرطوب و خشک ناحیه «پامپاس» آرژانتین انجام داده‌اند، از روشی که متناسب با اهداف مورد نظر در اقلیم شناسی کشاورزی است؛ استفاده کرده‌اند. آنها با استفاده از شاخص شدت خشکسالی پالمِر (PDSI) اقدام به تعیین و تفکیک ماه‌های خشک و مرطوب کرده‌اند. این مطالعه با تکیه بر داده‌های ۷۸ ساله عنصر بارش، انجام گرفته است که در آن خشکی‌های شدید با دوره بازگشت ۲۰ ساله و دوره‌های شدیداً مرطوب با دوره بازگشت ۵۰ ساله محاسبه شده‌اند.

«بازوهر» و «الجوهانی» (۱۹۹۷) نیز عنصر بارش را ملاک تفکیک ماه مرطوب از ماه خشک قرار داده، معتقدند که هرگونه بارش ولو بمیزان بسیار ناچیز، نشانگر ماه مرطوب است و ماه بدون بارندگی را ماه خشک محسوب می‌کنند. آنها پس از تعیین ماه‌های خشک و مرطوب و محاسبه فراوانی و توالی وقوع این ماه‌ها، با استفاده از نمودار نیمه لگاریتمی و رگرسیون خطی همبستگی موجود بین دوره‌های مرطوب و خشک را با توالی آنها مورد بررسی قرار داده و سپس اقدام به پیش‌بینی دوره‌های آبی خشک و مرطوب در کشور عربستان نموده‌اند.

نظر به اینکه کشور ایران نیز یکی از کشورهای مواجه با خطر خشکسالی است، لذا مطالعات متعددی در خصوص آن انجام شده و در هر یک از آنها خشکسالی از جنبه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.

«فرج زاده» و همکاران (۱۳۷۴) با استفاده از روشهای متعددی که تماماً متکی به استفاده از عنصر بارش می باشد، اقدام به بررسی پدیده خشکسالی و تعیین ویژگیهای آماری آن از جمله، وسعت، شدت، فراوانی و تداوم زمانی آن در ایران کرده اند. روشهای مور استفاده در مطالعه مذکور برای طبقه بندی ویژگیهای خشکسالی و ترسالی عبارتند از: روش درصد از بارش میانگین، روش انحراف معیار بارش، روش (شاخص) دهکهای بارش و روش توزیع استاندارد بارش که این روشها یا جزو پارامترهای پراکندگی و یا جزو پارامترهای گرایش به مرکز عنصر بارندگی محسوب می شوند.

«خوش اخلاق» (۱۳۷۷) با استفاده از روش تجزیه و تحلیل «سینوپتیک» و دیگر روشهای مورد اشاره در مطالعه فرج زاده و همکاران، با تأکید بر عنصر بارش اقدام به بررسی دوره های خشک و مرطوب در مقاطع زمانی مختلف در ایران نموده و پس از تعیین خشکسالیهای فراگیر ایران آنها را بر روی نقشه؛ ترسیم و از نقطه نظر سینوپتیک مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است.

از جمله مطالعاتی که به منظور تعیین فصول مرطوب و خشک در ایران انجام گرفته است می توان به تحقیق «نیشابوری» (۱۳۶۵) اشاره کرد. نامبرده با استفاده از روشهای تجربی «آمبرژه»، «بانیول» و «گوسن» و انجام پاره ای تغییرات در آنها به منظور سازگار کردن معادلات روشهای فوق با ویژگیهای جغرافیایی ایران، اقدام به شناسایی و تفکیک فصول مرطوب و خشک نموده است. وی در تحقیق خود بیشتر اهداف اکولوژیکی را مد نظر قرار داده و از عناصر اقلیمی دیگری نیز در کنار عنصر بارش استفاده کرده است.

بنا به اهمیت مطالعات حوضه‌ای در جغرافیای طبیعی و به تبع آن در اقلیم‌شناسی، اکثر مطالعات انجام گرفته در این زمینه کاملاً در محدوده مطالعه حاضر قرار نمی‌گیرند، زیرا بخشی از استان آذربایجان شرقی در حوضه آبریز رود «ارس»، بخشی در حوضه آبریز «فزل‌اوزن» و قسمت اعظم آن در محدوده حوضه آبریز دریاچه «ارومیه» قرار گرفته است. لذا مطالعات انجام گرفته دقیقاً منطبق بر محدوده مورد مطالعه این پژوهش نبوده اما بخش بزرگی از آن را شامل می‌گردد.

«بیاتی خطیسی» (۱۳۷۴) در تحقیق خود ویژگی‌های ژنتیک بارش در شمال غرب ایران را که کل محدوده این مطالعه را در بر می‌گیرد، مورد بررسی قرار داده است. وی در تحقیق خود عوامل مؤثر بر بارش، عوامل کاهش بارش، سیستم‌های باران‌آور و همچنین مکانیسم‌های بارش را مورد مطالعه قرار داده و قطب‌های پرباران و کم باران شمال‌غرب ایران را شناسایی کرده است. همچنین در مطالعه مذکور بارش فصول سال با استفاده از روش سینوپتیک، مورد بررسی قرار گرفته و سپس با استفاده از روش شاخص‌های تعیین خشکی «دمارتن»، «گوسن» و «گاتمن» اقدام به تعیین و تفکیک ماه‌های خشک و مرطوب برخی از ایستگاه‌های شمال غرب ایران شده است. نامبرده در یک جمع‌بندی کلی در خصوص بارش شمال غرب ایران بر اساس تحلیل سینوپتیکی به این نتیجه می‌رسد که خشک یا مرطوب بودن ایستگاه‌ها را عواملی نظیر رسیدن یا نرسیدن توده‌های مرطوب و شرایط محلی بویژه ناهواریه‌ها تعیین می‌کنند. شادروان «موحد دانش» و همکاران (۱۳۷۷) با استفاده از عنصر بارش و تعیین آستانه ۱۰ میلیمتر بارندگی بعنوان حدفاصل ماه خشک و مرطوب، اقدام به مطالعه ماه‌های خشک و مرطوب

منطقه شمال غرب ایران نموده‌اند. انتخاب شاخص قرار دادی ۱۰ میلیمتر برای تفکیک ماه‌های خشک و مرطوب که رطوبت مؤثر خاک برای رشد نباتات می‌باشد، حاکی از توجه به هدف اگروکلیمایی در انتخاب این شاخص است. در مطالعه مذکور پس از تعیین ماه‌های مرطوب و خشک، فراوانی و توالی آنها نیز تعیین شده و همبستگی بین دوره‌های خشک و مرطوب با توالی و فراوانی وقوع آنها از طریق نمودارهای لگاریتمی مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت نوعی طبقه بندی از ایستگاه‌ها بر اساس فراوانی ماه‌های خشک و مرطوب انجام شده است.

«ساری صراف» و «قوبدل رحیمی» (۱۳۸۰) در مطالعه‌ای اقدام به بررسی ماه‌های خشک و مرطوب ایستگاه‌هایی از حوضه آبریز دریاچه ارومیه نموده‌اند. روش مورد استفاده در مطالعه مذکور، روش بازوهر و الجوهانی با اندکی تغییرات و افزودن بعضی جداول بوده است که مهمترین تغییر را می‌توان در شاخص تفکیک ماه خشک از ماه مرطوب دانست. برخلاف بازوهر و الجوهانی که وجود هر مقدار بارندگی را ماه مرطوب و فقدان آن را ماه خشک محسوب نموده‌اند، در مطالعه مذکور از تقسیم مقدار بارش کل ماه‌های ایستگاه بر تعداد ماه‌های موجود در دوره آماری، عددی به دست آمده که ملاک تفکیک ماه مرطوب و خشک قرار داده شده است. (این شاخص برای کل ماه‌های سال یک ایستگاه یکسان بوده است). نامبردگان پس از تعیین آستانه ماه‌های مرطوب و خشک، اقدام به تعیین فراوانی و توالی با محاسبه درجه همبستگی آنها نموده و همبستگی قوی منفی (معکوس) بین فراوانی و توالی وقوع ماه‌های مذکور را

یافته‌اند. در مطالعه فوق که با استفاده از آمار ۳۸ ساله عنصر بارش، انجام گرفته است، خشکترین و مرطوبترین ماه‌ها و فصول و مقادیر حداقل و حداکثر بارش برای هر ایستگاه و کل حوضه مورد محاسبه قرار گرفته و نهایتاً بر اساس وضعیت ایستگاه‌ها از نظر داشتن ماه‌های خشک و مرطوب اقدام به تقسیم بندی ایستگاه‌ها شده است.

ساری صراف و قویدل رحیمی (۱۳۸۰) در مطالعه دیگری ویژگیهای فضایی و زمانی خشکسالی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه را با استفاده از چندین روش آماری و گرافیکی مورد بررسی قرار داده‌اند. در تحقیق ذکر شده تنها با بهره‌گیری از عنصر بارش و با استفاده از نمودارهای نوسانی بارش و میانگین متحرک در دوره‌های ۵ و ۷ ساله اقدام به مطالعه روند بارش در حوضه آبریز دریاچه ارومیه شده است. نتیجه این مطالعه منجر به تشخیص ویژگیهای زمانی و مکانی خشکسالی و تعیین روند بارش ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه ارومیه بوده است.

قویدل رحیمی (۱۳۸۱) با استفاده از فراوانی (مد) بارش ماه‌های مختلف سال و مبنا قرار دادن آن به عنوان شاخص تفکیک ماه‌های مرطوب و خشک، اقدام به بررسی دوره‌های مرطوب و خشک در استان آذربایجان شرقی نموده است. در مطالعه مذکور، دوره‌های مرطوب و خشک؛ علاوه بر مقطع ماهانه در مقاطع فصلی و سالانه نیز مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از نمایه SPI و ویژگیهای زمانی و مکانی، همچنین خصوصیات اصلی دوره‌های مرطوب و خشک مانند: شدت، تداوم، فراوانی و وسعت (فراگیری) بررسی و محاسبه شده

است. نتایج حاصل از مطالعه فوق منجر به نوعی طبقه‌بندی از ایستگاه‌ها گردیده است.

۳- معرفی محدوده مورد مطالعه

استان آذربایجان شرقی با وسعتی معادل $4/45261$ کیلومتر مربع، بین مدار 36° و 47° تا 39° و 25° عرض جغرافیایی شمالی و 45° و 15° تا 48° و 18° طول جغرافیایی شرقی در شمالغرب ایران واقع شده است. در انتخاب ایستگاه‌های هواشناسی برای انجام این مطالعه، دو نکته مهم مورد توجه بوده است:

اولاً: ایستگاه‌های انتخابی، کل محدوده استان را شامل گردیده، توزیع آنها تمامی جوانب استان را تا حد امکان، تحت پوشش قرار دهد. ثانیاً: ایستگاه‌هایی که آمار بارش بلند مدت (از سال ۱۹۶۰) داشته‌اند، انتخاب شوند.

با توجه به دو شرط فوق، دوازده ایستگاه به اسامی تبریز، سراب، آجی‌چای، اهر، تسوج، جلفا، قره‌آغاج، کلیبر، لیقوان، مراغه، میانه و هرزندات برای مطالعه انتخاب گردیدند که از بین آنها ایستگاه‌های تبریز، اهر، جلفا، سراب، کلیبر، مراغه و میانه از نوع سینوپتیک، ایستگاه‌های تسوج، لیقوان و هرزندات از نوع بارانسنجی و ایستگاه‌های آجی‌چای و قره‌آغاج از نوع کلیماتولوژی می‌باشند.

در نقشه شماره ۱ توزیع ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطح استان و در جدول شماره ۱ ویژگیها و مشخصات آنها نشان داده شده است.



نقشه ۱- توزیع فضایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطح حوضه‌های آبریز استان آذربایجان شرقی

جدول (۱) : مشخصات ایستگاههای مورد مطالعه استان آذربایجان شرقی (۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰ میلادی).

مقدار آمار	نام حوضه	ارتفاع به متر	عرض جغرافیایی (درجه)	طول جغرافیایی (درجه)	نوع ایستگاه	نام ایستگاه	ردیف
۴۱ سال	آبریز اصلی	۱۴۰۰	۳۸,۰۷	۴۶,۲۴	کلیماتولوژی	آبی جای	۱
۴۱ سال	رود ارس	۱۳۹۰	۳۸,۲۶	۴۷,۰۳	سینوپتیک	اهر	۲
۵۱ سال	دریاچه ارومیه	۱۳۶۱	۳۸,۰۵	۴۶,۸۳	سینوپتیک	تبریز	۳
۴۱ سال	دریاچه ارومیه	۱۳۷۰	۳۸,۱۶	۴۵,۲۵	بارانسنجی	نسوج	۴
۴۱ سال	رود ارس	۱۳۳۶	۳۸,۴۵	۴۵,۴۰	سینوپتیک	جلفا	۵
۴۱ سال	دریاچه ارومیه	۱۶۸۲	۳۷,۵۶	۴۷,۳۲	سینوپتیک	سراب	۶
۴۱ سال	رود ارس	۷۰۰	۳۹,۰۲	۴۷,۴۶	کلیماتولوژی	قره آغاج	۷
۴۱ سال	رود ارس	۲۱۰	۳۸,۵۲	۴۷,۰۴	سینوپتیک	کلبر	۸
۴۱ سال	دریاچه ارومیه	۲۱۰۰	۳۷,۵۰	۴۶,۲۶	بارانسنجی	لیقوان	۹
۴۱ سال	دریاچه ارومیه	۱۴۷۱	۳۷,۲۴	۴۶,۱۶	سینوپتیک	مراهه	۱۰
۴۱ سال	رود قزل‌اوزن	۱۱۱۰	۳۷,۲۰	۴۷,۴۲	سینوپتیک	میانه	۱۱
۴۱ سال	رود ارس	۱۶۰۰	۳۸,۳۹	۴۵,۴۵	بارانسنجی	هرزندات	۱۲

از اطلاعات مندرج در جدول ۱ موارد ذیل قابل استخراج است :

۱- ایستگاه‌های قره‌آغاج ، سراب، کلیبر، میانه و اهر دارای بیشترین و ایستگاه‌های تسوج، جلفا و هرزندات دارای کمترین مقدار طول جغرافیایی بوده و ایستگاه‌های تبریز، آجی‌چای، مراغه و لیقوان در حالت بینابین قرار دارند.

۲- ایستگاه‌های قره‌آغاج، کلیبر، جلفا و هرزندات دارای بیشترین و ایستگاه میانه دارای کمترین مقدار عرض جغرافیایی هستند که خود از عوامل مهم و تأثیرگذار در اقلیم و دریافت بارش محسوب می‌شود.

۳- با توجه به ارتفاع متوسط ایستگاه‌های استان (۱۳۴۵ متر) و از بررسی نقشه شماره ۲ (نقشه شماتیک سه بعدی ارتفاع ایستگاه‌های استان و حوضه‌های آبریز)، می‌توان سه گروه از ایستگاه‌ها را به قرار ذیل شناسایی کرد :

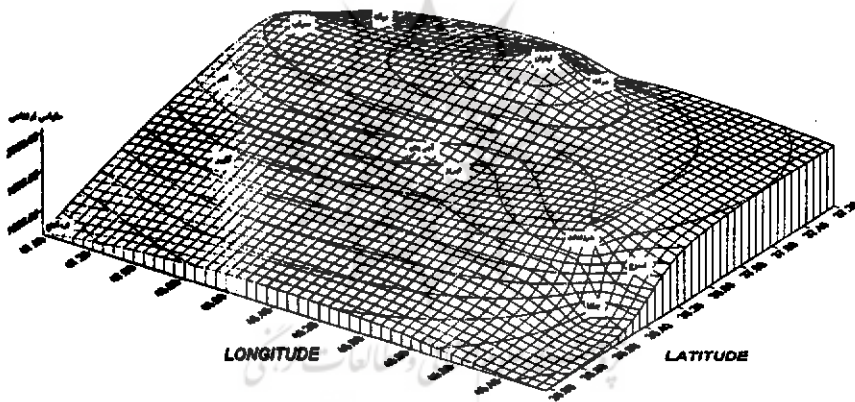
الف : ایستگاه‌های کم ارتفاع واقع تا ۱۰۰۰ متر که شامل ایستگاه‌های قره‌آغاج و جلفا می‌باشند.

ب : ایستگاه‌های واقع در ارتفاع بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر که دارای ارتفاع متوسط بوده ، شامل ایستگاه‌های آجی‌چای، اهر، تبریز، تسوج، کلیبر، مراغه و میانه می‌باشند.

ج : ایستگاه‌های مرتفع با بیش از ۱۵۰۰ متر ارتفاع که شامل ایستگاه‌های لیقوان، سراب و هرزندات می‌باشند.

مرتفع‌ترین ایستگاه استان، لیقوان در دامنه سهند با ۲۱۰۰ متر و کم ارتفاع‌ترین آن، قره‌آغاج با ارتفاع ۷۰۰ متر در حوضه آبریز رود ارس

قرار دارند. ارتفاع متوسط ایستگاه‌های حوضه، نمایانگر رقم ۱۳۴۵ متر است که بیانگر شرایط کوهستانی ناحیه است.



نقشه ۲- شماتیک سه بعدی ارتفاع ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی

به منظور روشن شدن ارتباط و همبستگی عوامل ارتفاع و طول و عرض جغرافیایی با بارش، ضریب همبستگی عوامل فوق، محاسبه شده است. میزان

همبستگی بارش با ارتفاع ۰/۲۹، بارش با طول جغرافیایی ۰/۲۶ و بارش با عرض جغرافیایی ۰/۵۳ است. آزمون همبستگی به دست آمده نشان می‌دهد که در کل استان، همبستگی بارش و ارتفاع در سطح ۰/۰۵ بی‌معنی، اما همبستگی بارش با طول و عرض جغرافیایی معنی دار است.

۴- مواد و روشها

داده‌های میانگین بارشهای ماهانه ۴۱ ساله ایستگاه‌هایی که آمار آنها بین سالهای ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰ در اداره کل هواشناسی استان موجود بود، برای این تحقیق انتخاب گردید که شامل ایستگاه‌های آجی‌چای، اهر، تبریز، تسوج، جلفا، سراب، قره‌آغاج، کلیبر، لیقوان، مراغه، میانه و هرزندات است (نقشه ۱). بعد از تکمیل نواقص آماری ایستگاه‌ها که با استفاده از آمار ایستگاه‌های مجاور و از طریق معادلات آماری مربوطه انجام گرفت، داده‌ها به منظور سنجش همگنی و صحت آنها، مورد آزمون قرار گرفتند. بدین منظور یکی از روشهای آزمون ناپارامتری، موسوم به آزمون توالی که در نرم‌افزار MiniTab موجود است، مورد استفاده قرار گرفت که صحت همگن بودن داده‌ها و تصادفی بودن آنها در سطح ۰/۰۵ (با ۹۵٪ فاصله اطمینان) تأیید گردید. مراحل استاندارد کردن و تعیین دوره‌های خشک و مرطوب نیز با استفاده از نرم‌افزار MiniTab انجام گرفته است.

پایگاه اصلی داده‌های بارش در محیط نرم‌افزار Excel تشکیل شده که بر حسب نیاز براحتی قابل انتقال به محیط‌های نرم‌افزاری SPSS و MiniTab است.

در این تحقیق برای تفکیک دوره‌های خشک و مرطوب ماهانه از روش SPI استفاده شده است که معادله آن به شرح ذیل است.

$$SPI = \frac{pi - \bar{P}}{Sd}$$

در معادله فوق :

SPI : شاخص بارش استاندارد شده،

Pi : بارش سال مفروض به میلیمتر،

P : میانگین بارش بلند مدت ایستگاه به میلیمتر،

Sd : انحراف معیار بارش ایستگاه مورد نظر .

پس از تبدیل داده‌های اصلی به داده‌های SPI، اقدام به شمارش ماه‌های متوالی مرطوب و خشک هر ایستگاه گردیده و بعد از تعیین فراوانی این ماه‌ها و میزان همبستگی آنها، با استفاده از نمودار نیمه لگاریتمی نرم افزار Excel اقدام به ترسیم خط رگرسیون دوره‌های مرطوب و خشک ماهانه گردیده و ارتباط خط رگرسیون ماه‌های مرطوب و خشک نسبت به همدیگر؛ مورد بررسی قرار گرفته است.

۵- توزیع ماه‌های مرطوب و خشک

برای محاسبه ماه‌های متوالی مرطوب و خشک هر ایستگاه، ابتدا داده‌های بارش هر ماه در کنار هم (بصورت افقی) قرار داده شده و سپس با توجه به بارش SPI ماه‌های مرطوب و خشک مورد شمارش قرار گرفته است (اعداد منفی بعنوان ماه‌های خشک و اعداد مثبت بعنوان ماه‌های مرطوب). در شمارش این

ماه‌ها، توالی آنها (دوره‌ها) نیز مد نظر بوده است. نتایج حاصل از شمارش تعداد ماه‌ها مرطوب و خشک هر ایستگاه در جدول ۲ درج گردیده است.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

با توجه به جدول ۲، بررسی افقی ماه‌های مرطوب و خشک هر یک از ایستگاه‌ها در مدت ۴۱ سال (۴۹۲ ماه) دوره آماری موارد ذیل را روشن می‌سازد:

۱- ایستگاه‌های هرزندات و میانه به ترتیب با ۲۳۴ و ۲۲۹ ماه مرطوب؛ دارای بیشترین تعداد ماه مرطوب بوده، ایستگاه‌های آجی‌چای با ۲۹۴ ماه و جلغا با ۲۸۸ ماه خشک، دارای بیشترین تعداد ماه‌های خشک در طول دوره آماری می‌باشند.

۲- متوالی‌ترین دوره مرطوب با یک دوره ۱۳ ماهه در ایستگاه سراب و مستمرترین دوره خشک با توالی ۱۸ ماه در ایستگاه جلغا اتفاق افتاده است.

۳- تعداد ماه‌های مرطوب ایستگاه‌ها حتی در ماه‌های مرطوب فرد، نسبت به ماه‌های خشک؛ بسیار کم بوده، در هیچ یک از ایستگاه‌ها به ۵۰ درصد هم نمی‌رسد. این امر بیانگر تقدم و برتری کمی (فراوانی) ماه‌های خشک، نسبت به ماه‌های مرطوب در ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی است.

۶- بررسی همبستگی بین فراوانی و دوره‌های متوالی ماه‌های مرطوب و خشک

به منظور بررسی و اطلاع از وجود یا عدم وجود همبستگی، بین دوره‌های متوالی مرطوب و خشک (در دوره ۴۱ ساله) ابتدا توزیع درصد احتمال وقوع دوره‌ها، تعیین گردیده و سپس با توجه به نتایج به دست آمده، توزیع نرمال لگاریتمی (لوگ نرمال) بعنوان بهترین توزیع احتمال وقوع دوره‌های مرطوب و خشک ایستگاه‌های انتخاب شده است. ماه‌های مرطوب و خشک کل ایستگاه‌ها با ۹۵ درصد فاصله اطمینان با مدل توزیع لگاریتمی مطابقت پیدا می‌کنند. بعنوان نمونه توزیع دوره خشک ایستگاه تبریز با روشهای مختلف در شکل ۱ (الف)

نشان داده شده است که در بین آنها بهترین مطابقت با توزیع نرمال لگاریتمی (قسمت ب در شکل ۱) قابل مشاهده است.

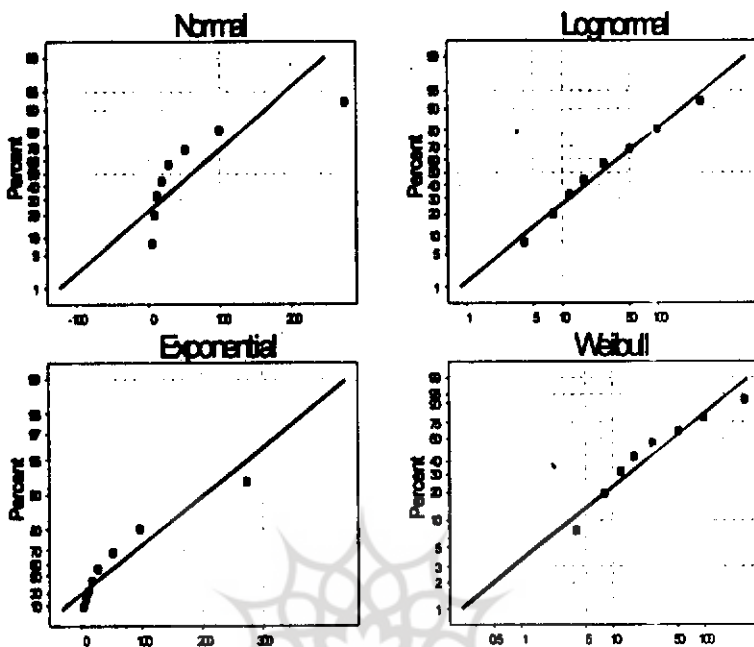
بعد از تعیین نوع توزیع، احتمال وقوع دوره‌های مرطوب و خشک، ضرایب همبستگی ماه‌های مرطوب و خشک هر ایستگاه (همبستگی بین دوره‌های متوالی و فراوانی وقوع آنها) محاسبه گردیده است.

مقادیر ضرایب همبستگی برای ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است.

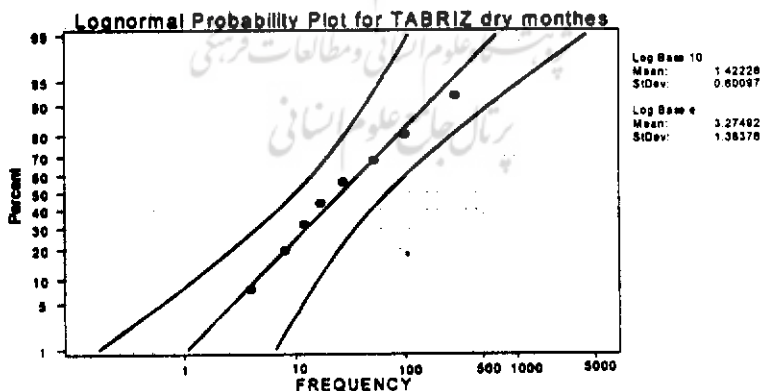
جدول ۳ - ضرایب همبستگی ماه‌های مرطوب و خشک ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	آجی‌چای	اهر	تبریز	تسوج	جلفا	سراب
مرطوب	-۰/۶۹	-۰/۷۱	-۰/۷۲	-۰/۶۹	-۰/۷۶	-۰/۷۵
خشک	-۰/۸۵	-۰/۸۱	-۰/۸۶	-۰/۸۴	-۰/۸۸	-۰/۸۳

ایستگاه	قره‌آغاج	کلپیر	لیقوان	مراغه	میانه	هرزندات
مرطوب	-۰/۶۸	-۰/۷۲	-۰/۸۱	-۰/۷۹	-۰/۷۶	-۰/۷۷
خشک	-۰/۸۶	-۰/۸۴	-۰/۷۹	-۰/۸۸	-۰/۸۶	-۰/۸۳



شکل ۱ (الف): توزیع احتمال وقوع ماه‌های خشک در ایستگاه سینوپتیک تبریز.

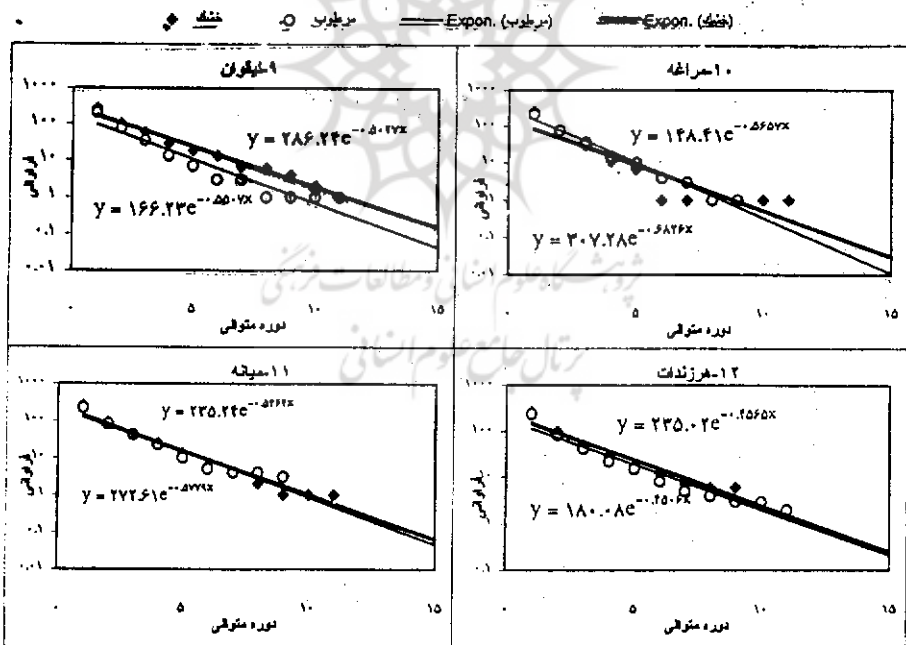


شکل ۱ (ب): توزیع احتمال وقوع ماه‌های خشک با فاصله اطمینان ۹۵٪ در ایستگاه

سینوپتیک تبریز.

با آزمون‌هایی که جهت حصول اطمینان از ضرایب همبستگی محاسبه شده؛ صورت گرفته است، معلوم می‌شود که در تمام موارد، فرضیه صفر برای ضرایب به دست آمده مردود بوده، کل ضرایب مورد محاسبه با ۹۵ درصد فاصله اطمینان معنی دار می‌باشند.

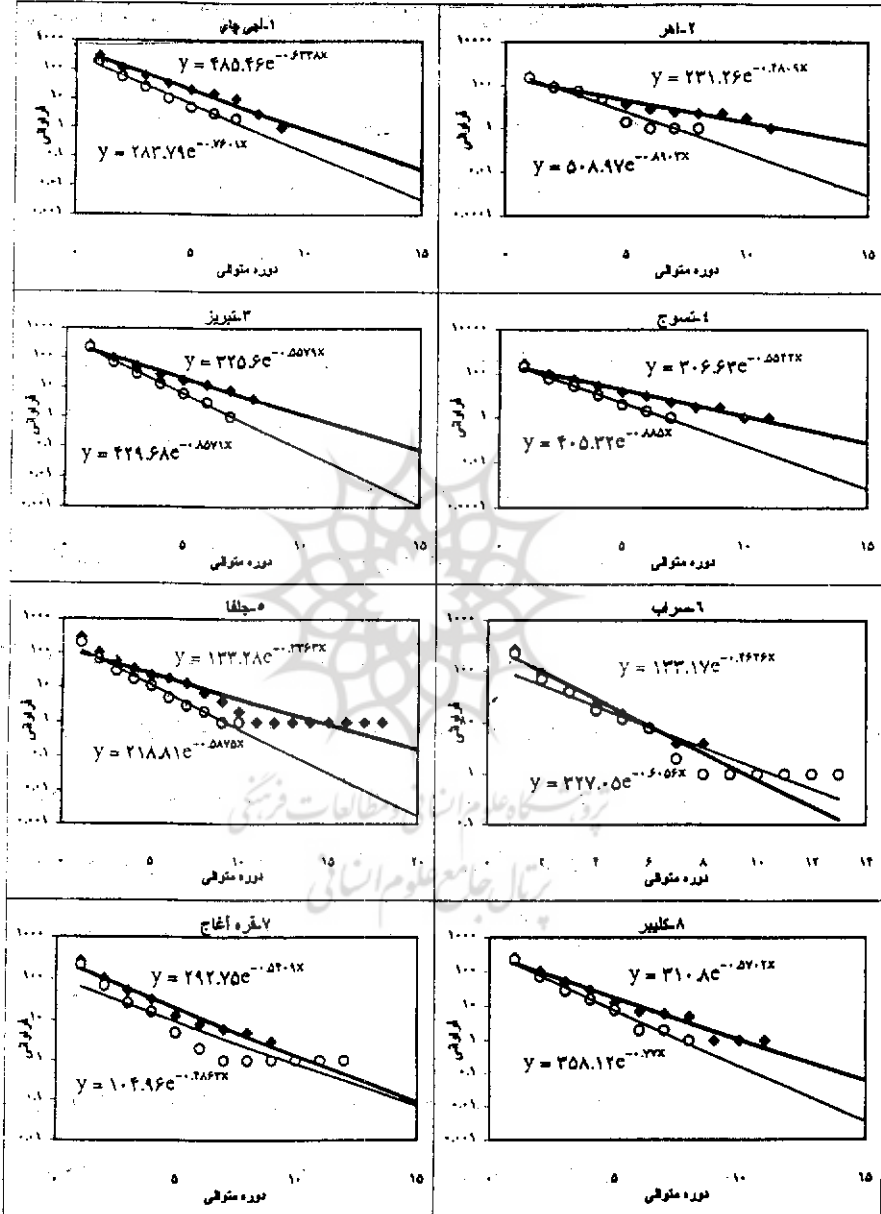
با توجه به ضرایب همبستگی به دست آمده که بیانگر ارتباط معکوس (منفی) بین دوره‌های متوالی ماهانه و فراوانی وقوع آنها هستند، ارتباط نسبتاً قوی بین توالی دوره‌ها با فراوانی وقوع آنها مشاهده می‌شود. با توجه به فراوانی وقوع هر یک از ماه‌ها متوالی، اقدام به محاسبه معادلات نمایی و رسم توزیع خطی آنها در کاغذهای مدرج لگاریتمی گردیده که در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲ - توزیع نمایی ماه‌های مرطوب و خشک ایستگاه‌های آذربایجان شرقی به همراه معادلات آنها.

ادامه شکل (۲):

Expon. (مرطوب) Expon. (خشک)



با توجه به شکل ۲ می توان نتیجه گیری کرد که :

۱- به علت وجود فاصله زیاد در خطوط رگرسیون دوره‌های مرطوب و خشک اکثر ایستگاه‌ها، معلوم می‌شود که دوره‌های مرطوب و خشک آنها از همدیگر بسیار متمایز می‌باشند.

۲- در ایستگاه‌های سراب، مراغه و میانه خطوط رگرسیون دوره‌های مرطوب و خشک همدیگر را قطع کرده‌اند. علت این امر فزونی یافتن فراوانی دوره‌های مرطوب، نسبت به دوره‌های خشک در ایستگاه مراغه و سراب و افزایش ماه‌های خشک نسبت به ماه‌های مرطوب در ایستگاه میانه است.

۳- به علت زیاد بودن تعداد ماه‌های خشک متوالی، نسبت به ماه‌های مرطوب (در کلیه ایستگاه‌ها) خط رگرسیون دوره‌های خشک، بالاتر از خط رگرسیون دوره‌های مرطوب؛ قرار گرفته است. این امر، نشانگر خشکی اکثر ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی است (به استثنای ایستگاه‌های سراب و مراغه که دارای شرایط نیمه مرطوب و ایستگاه میانه که حالت نیمه خشک دارد).

۴- با توجه به نمودارهای لگاریتمی و حالت و شیب خطوط رگرسیون ماه‌های مرطوب و خشک؛ می‌توان سه گروه از ایستگاه‌ها را شناسایی کرد:

الف - ایستگاه‌هایی که خط رگرسیون ماه‌های خشک آنها از خط رگرسیون ماه‌های مرطوب بالاتر قرار گرفته، دارای شیب نیز می‌باشند. مانند ایستگاه‌های آجی‌چای، اهر، تبریز، تسوج، کلپیر و بویژه جلفا که نشان دهنده وضعیت خشک این ایستگاه‌ها است.

ب- ایستگاه‌هایی که خط رگرسیون دوره‌های مرطوب آنها بالاتر از خط رگرسیون دوره‌های خشک قرار گرفته و شرایط رطوبی را نشان می‌دهند (ایستگاه‌های مراغه و سراب).

ج- ایستگاه‌هایی که خط رگرسیون دوره‌های مرطوب و خشک آنها نزدیک به هم بوده، وضعیت نیمه خشک دارند (ایستگاه‌های قره‌آغاج، میانه، لیسوان و هرزندات).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی

۷- نتیجه گیری

با توجه به مقادیر مشاهدات اصلی بارش ماهانه ایستگاه‌ها در هر یک از ماه‌های متوالی در طول ۴۱ سال دوره آماری، نوسانهای زیاد و گاه‌ا بسیار شدید بارش در کل ایستگاه‌های استان دیده می‌شود. با در نظر گرفتن فراوانی نسبتاً زیاد ماه‌های خشک، نسبت به ماه‌های مرطوب؛ می‌توان نتیجه گرفت که وجود خشکی ماهانه، ویژگی عمده ایستگاه‌های مورد مطالعه می‌باشد. این امر خصوصاً از ماه ژوئن تا آخر ماه سپتامبر (حدود دهه دوم خرداد تا دهه اول مهر) که روند

بارش نامنظم‌تر و تغییرات آن بسیار شدید است، مشهودتر می‌باشد. لذا درصد وقوع بارشها در فاصله ماه‌های مذکور بسیار پایین ارزیابی می‌شود. همبستگی قوی که بین دوره‌های خشک و مرطوب با توالی آنها وجود دارد، بیانگر این واقعیت است که با افزایش دوره‌های متوالی از فراوانی وقوع آنها کاسته می‌شود که البته عکس این قضیه نیز صادق است. بطور کلی می‌توان چنین استنباط کرد که تمرکز اصلی و عمده بارش کلیه ایستگاه‌ها در ماه آوریل بوده، ماه‌های مه و مارس در رده‌های بعدی قرار دارند. با فرا رسیدن ماه ژوئن از بارش ایستگاه‌ها تا حد بسیار زیادی کاسته می‌شود. این وضع تا آخر ماه سپتامبر تداوم می‌یابد و با فرا رسیدن ماه اکتبر، بارش ایستگاه‌های دوباره رو به افزایش می‌گذارد. بر این اساس بارش ماه آوریل و دو ماه مکمل آن یعنی ماه‌های مارس و مه از نظر تأمین آب و بویژه مصارف کشاورزی بسیار حائز اهمیت است. اثرات کمبود بارش ماه‌های مارس و مه خصوصاً ماه آوریل می‌تواند در پیدایش فصول خشک و حتی سال‌های خشک نیز بسیار مؤثر باشد.

بررسی نمودارهای لگاریتمی و نتایج محاسبات آماری بارش ایستگاه‌ها نیز وجود ماه‌های خشک را در اغلب آنها به اثبات می‌رساند. در این میان فقط دو ایستگاه مراغه و سراب حالت نیمه مرطوب داشته، شیب زیاد خطوط رگرسیون آنها (بویژه حرکت صعودی خط رگرسیون دوره‌های خشک به طرف بالای خط رگرسیون دوره‌های مرطوب) نشانگر وجود تغییرات زیاد دوره‌های مرطوب و خشک در آنها است. این امر بیانگر افزایش تعداد ماه‌های خشک نسبت به ماه‌های مرطوب در اکثر ایستگاه‌ها می‌باشد.

نتایج حاصل از مطالعه دوره‌های مرطوب و خشک با استفاده از شاخص سنجش خشکی SPI در مقایسه با نتایج مطالعات به دست آمده از سایر روشها؛ تفاوت‌های اساسی نشان می‌دهد. مثلاً ایستگاهی نظیر مراغه که در مطالعات قبلی جزو ایستگاه‌های مرطوب طبقه‌بندی شده است (قویدل رحیمی ۱۳۸۱)، بر اساس نتایج این مطالعه به صورت نیمه مرطوب ظاهر می‌شود، ضمن آنکه نتایج حاصل از روش SPI به مراتب از روشهای قبلی دقیق‌تر و قابل اعتمادتر می‌باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بدینوسیله از آقای دکتر اسکات گرین استاد اقلیم‌شناسی آماری دانشگاه اوکلاهامای آمریکا) و خانم دکتر ایزابل بوردی (استاد فیزیک و ژئوفیزیک دانشگاه ساینزای ایتالیا) به خاطر ارایه نظرات سودمند و ارسال مقالات ارزنده‌شان سپاسگزاری و تقدیر می‌نمایند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

- ۱- برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد (۱۳۸۱) «قحطی و کمکهای خارجی از دیدگاه اقتصادی و اجتماعی»، دفتر اسناد و مدارک فنی، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، تهران
- ۲- بیاتی خطیبی، م (۱۳۷۴) «مطالعه اقلیم شمالغرب ایران بر اساس تحلیلهای سینوپتیک»، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
- ۳- خوش اخلاق، ف (۱۳۷۷) «تحقیق در خشکسالیهای فراگیر ایران با استفاده از تحلیلهای سینوپتیکی»، پایان نامه دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
- ۴- ساری صراف، ب، و ی، قویدل رحیمی (۱۳۸۰) «مطالعه توزیع و روند ماههای مرطوب و خشک حوضه آبریز دریاچه ارومیه»، بولتن علمی مرکز ملی اقلیم شناسی، جلد اول شماره ۸، ص ۳۲-۲۳، مشهد
- ۵- ساری صراف، ب و ی، قویدل رحیمی (۱۳۸۱) «تجزیه و تحلیل فضایی - زمانی خشکسالی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه»، فضای جغرافیایی، شماره ۴، ص ۴۸-۲۵ - اهر.

۶- علیجانی، ب و م، کاویانی (۱۳۷۸) «مبانی آب و هواشناسی»، انتشارات سمت، چاپ چهارم، تهران.

۷- فرج‌زاده، م، ع، موحد دانش و ه، قائمی (۱۳۷۴) «خشکسالی در ایران»، دانش کشاورزی، نشریه دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، جلد ۵، شماره ۲۰۱ - ص ۵۲-۳۱.

۸- فرشی فروغ، ج (۱۳۵۸) «کلیما تولوژی سینوپتیک آذربایجان»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.

۹- قویدل رحیمی، ی (۱۳۸۱) «تجزیه و تحلیل نوسانات بارش و محاسبه دوره‌های مرطوب و خشک در آذربایجان شرقی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.

۱۰- موحد دانش، ع، ح، ذوالفقاری و ب، ساری صراف (۱۳۷۷) «بررسی دوره‌های مرطوب و خشک در شمال غرب ایران»، دانش کشاورزی، نشریه دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، جلد ۸، شماره ۲۰۱، ص ۱۳۹ - ۱۱۷.

۱۱- نیشابوری، ا (۱۳۶۵) «روشنی جدید برای تشخیص و تعیین حدود فصل خشک»، مجموعه مقالات سمینار بین‌المللی جغرافیا، دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

- 12- Agnew, C. T. (1999) "Using the SPI to identify drought" *Drought Net work News*. Vol: 12, No:2 :1-15.
- 13- Bazhair, A. S; A. Algohani (1997) "Determination of monthly wet and dry periods in Saudi Arabia", *International Journal of Climatology*, Vol:17. No:3 :311-303.
- 14- Bordi. I; F. Rigio. S. Alfonso (2002) "The Analysis of the standardized Precipitation index in the Mediterranean area," *Drought Network news*, Vol: 18, No: 4: 23-39.
- 15- Chowdhury, A; M. Dandeker (1989) "Varibility in drought incidence over India," *A Statistical Approach*. Vol: 40. No:2 :207-214.
- 16- Fuller. W. A (1999) "Introduction to statistical time series Analysis", McCrawHill Books. New York.
- 17- Green, S(2002) "Uncertainty analysis of satellite rainfall algorithms over the tropical pacific," *Journal of Geophysical Research*, Vol:103. No:16 :19569-19576.
- 18- Green. S(1996) "A Synoptic climatological analysis of summer time precipitation intensity in the Eastern United States", *Physical Geography*. Vol:17. No: 5 :401-418.
- 19- Oliver. J. E; R. W. Fairbridge (1987) "the Encyclopeda of climatology", Van Norstrand Reinhold. New York.
- 20- Rao. A; T. Voller (1999) "Development and testing of drought indicators," *Water Resource Management*. No: 11 :119-139.

- 21- Scian. B; M. Donnari (1997) "Retrospective analysis of the palmer drought severity index in the Semi Arid: Pampas Region of Argantina," *International Journal of Climatollogy*. Vol: 17. No: 3 :315-325.





شروہ شگاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی
پرتال جامع علوم انسانی