دکتر بهروز ساری صراف[۱]
یوسف قویدل رحیمی[۲]

تجزیه و تحلیل زمانی و فضایی خشکسالی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

The spatio-temporal analysis of droughts in Urmia Lake drainage basin

Dr. Behrooz Sari Saraf[۳]
Yousef Ghavidel Rahimi[۴]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Abstract:

The rainfall fluctuation in various years is one of the characteristics of stations located in Urmia Lake basin. Different variables cause

---

۱- استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی با گرایش اقلیم در برنامه ریزی محیطی

3 - Assistant Professor in Physical Geography, Tabriz University.

4 - M. A. Student in Physical Geography, Tabriz University.

precipitation reduction and drought formation in these stations, in which lack of rainfall bearing fronts and air masses to pass, or their reduced approaching to these stations are more significant. In this article, we have applied a 38-year period rainfall data and have concluded that considering topographic condition of the whole drainage basin and each station's elevation, that can determine the amount of precipitation in each station, as well as the exposition of stations alongside the moist fronts and air masses, the western stations receive more precipitation compared to eastern ones. However, the long lasting precipitation fluctuation is another characteristic of stations located in Urmia Lake basin. Also the moving mean of precipitation in stations under study elucidated that some stations shift toward aridity and some others toward humidity.

Keywords: *Precipitation, drought, statistical analysis, Urmia Lake drainage basin.*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

چکیده :

نوسان بارش در سال‌های مختلف از خصوصیات ایستگاه‌های مختلف واقع در حوضه آبریز دریاچه ارومیه است. عوامل مختلفی در کاهش بارش و ایجاد پدیده خشکسالی در ایستگاه‌های مورد مطالعه مؤثر هستند. عمده‌ترین آن‌ها عدم ورود توده‌های هوای باران آوریا کاهش عبورشان از مسیر استقرار ایستگاه‌های مورد مطالعه است. در این تحقیق با استفاده از آمار بارش شش ایستگاه منتخب، در یک دوره آماری ۳۸ ساله و اعمال روش‌های آماری، به

این نتیجه رسیدیم که با در نظر گرفتن وضع توپوگرافیک کل حوضه و ارتفاع هر ایستگاه -که تا حدودی می‌تواند میزان بارانگیری ایستگاه را تعیین کند - همچنین قرار گرفتن ایستگاه‌ها در مسیر توده‌های هوای مرطوب و باران آور، ایستگاه‌های غربی بارش بیشتری نسبت به ایستگاه‌های شرقی دریافت می‌کنند. لیکن نوسان بارش در سالیان متمادی نیز از ویژگی‌های اصلی ایستگاه‌های حوضه آبریز دریاچه ارومیه محسوب می‌گردد. همچنین میانگین متحرک بارندگی ایستگاه‌های مورد مطالعه معلوم کرد که بعضی از ایستگاه‌ها به سوی مرطوب شدن و برخی دیگر به سوی خشکی حرکت می‌باشند.

واژگان کلیدی: بارش، خشکسالی، تحلیل آماری بارش، حوضه‌ی آبریز دریاچه ارومیه.

۱) مقدمه

آب حاصل از فرایندهای جوی الفبای عمران و بشر برای بقای خود شدیداً به آن وابسته است. اهمیت روز افزون آب با افزایش شدید جمعیت محسوس‌تر و با اهمیت‌تر می‌شود از این رو هر گونه کاهش در میزان آب می‌تواند حیات بشر را با بحرانی جدی مواجه سازد. علی رغم سابقه‌ی طولانی و تاریخی مشکل خشک سالی در حیات بشر و با وجود پیش رفت علم و صنعت، هنوز بشر نتوانسته راه حل جدی و چشم‌گیری برای مقابله با خشک‌سالی و آثار سوء آن پیدا کند. انسان فقط توانسته با ابداع فنونی چون سدسازی یا اقداماتی چون آبخیز داری و آبخوان داری به ذخیره‌ی آب پرداخته، از این طریق از دامنه‌ی اثرات خشک سالی بکاهد. تکنیک باروری ابرها نیز هنوز در مراحل ابتدایی خود است و در محدوده هایی کم وسعت قابل اجرا می‌باشد و تنها بعضی ممالک پیش رفته قادر به استفاده از این فن می‌باشند.

مروری بر تاریخ جغرافیای اقلیمی ایران مبین آن است که خست آسمان که در قالب خشکی و خشک‌سالی نمود پیدا می‌کند، از واقعیت‌ها و ویژگی‌های آب و هوایی ایران زمین در طول تاریخ بوده است و این سرزمین در ادوار مختلف تاریخی از این پدیده‌ی اقلیمی

ضررهای بی شماری دیده است. کم بارانی سرزمین ایران همراه با آفتاب تابان که می‌بایست پیوسته چشم به آسمان دوخت، بینش خاصی به مردم آن بخشیده است. اشرقی اندیش، طبیعت دوست و نگران از قهر طبیعت، خصوصاً خست آسمان، در بارش باران که خشک سالی و گاهی در پی خشک سالی قحطی به دنبال می‌آورد. با توجه به این پیشینه‌ی تاریخی از خشک‌سالی است که هنوز هم اگر کسی بخواهد دعایی در حق ایران و ایرانی بکند، سخنی بهتر از حرف داریوش که بر کتیبه‌ی بیستون نگاشته شده، نمی‌یابد. اهورا مزدا این کشور را از سه چیز دور نگاه دارد: از دشمن؛ از خشک‌سالی و از دروغ.

نظر به اهمیتی که پدیده خشک‌سالی در غالب کشورهای جهان دارد تا امروز تحقیقات فراوانی را به خود اختصاص داده است و این پدیده‌ی اقلیمی موضوع پژوهش علوم مختلف مثل کشاورزی، اکولوژی و غیره قرار گرفته است و بر این اساس تعریف هایی که از خشک‌سالی شده ست متأثر از تخصص رشته‌ی مورد مطالعه‌ی دانشمندان مختلف بوده است. می‌توان گفت تعریف «پالمر» در این میان کامل‌تر از تعریف‌های دیگران است. به عقیده‌ی پالمر کمبود مستمر و غیر طبیعی رطوبت در طول یک سال یا زمان اصلی و تمرکز بارش، خشک‌سالی است. در تعریف پالمر واژه‌ی مستمر دلالت بر تداوم کمبود و واژه‌ی غیر طبیعی به انحراف شاخص مورد نظر از شرایط طبیعی یا میانگین دارد[۱].

در این تحقیق تلاش شده با استفاده از دانش آمار و نرم افزارهای آماری و روش‌های مختلف، پدیده خشک‌سالی در محدوده‌ی حوضه‌ی آبریز دریاچه ارومیه مورد بررسی قرار گیرد. نتایج حاصل از این تحقیق که مشخص کننده‌ی ویژگی‌ها و به تبع آن قابلیت‌های بخش‌های مختلف حوضه از نظر دست رسی به آب است، می‌تواند برنامه ریزان و آمایشگران را در برنامه ریزی بهتر یاری کند.

---

۱ - فرج‌زاده و همکاران، ۱۳۷۴، ص ۳۸.

۲- پیشینه‌ی تحقیق

نظر به اهمیتی که مسأله‌ی خشک‌سالی دارد، تحقیقات فراوانی برای مطالعه آن صورت گرفته که هر یک جنبه‌ای خاص از آن را مد نظر داشته است و در مناطق جغرافیایی روش‌های متفاوتی به کار گرفته شده و به تبع آن نتایج مختلفی بدست آمده است. مثلاً «پستی» و همکارانش روش ویژه‌ای با استفاده از الگوهای فشار ناحیه‌ای ارائه نموده‌اند و از طریق آن روش اقدام به ارزیابی خشک سالی ناحیه‌ای کرده و تحقیقات خود را در مقاله‌ای تحت عنوان «ارزیابی خشک سالی بر اساس منطق فازی» انتشار داده‌اند. پستی عقیده دارد خصوصیات خشک سالی عمدتاً به الگوهای چرخش عمومی جو مربوط است. ویژگی‌های چرخش جو از داده‌های روزانه فشار ناشی می‌شود و بر این اساس ارتباط بین ویژگی‌های الگوی چرخشی جو در مقیاس قاره‌ای و ظهور خشک سالی‌ها در مقیاس ناحیه‌ای با استفاده از بررسی فازی مورد مطالعه قرار گرفته است.

«پیچوتا» و «دراکوپ» (۱۹۹۶) نیز با استفاده از شاخص شدت خشک سالی پالمر PDSI و با استفاده از آمار ۱۰۴ ساله‌ی ۳۴۴ ایستگاه شرایط هیدرو اقلیمی آمریکا را، به هنگام وقوع نوسانات جنوبی ال نینو، مورد مطالعه قرار داده‌اند. در یافته‌های ایشان بیش‌ترین روابط بین ال‌نینو و خشک‌سالی‌های شدید در شمال غربی اقیانوس آرام مشاهده شده است. در روش فوق نتایج حاصل از به کارگیری شاخص شدت خشک‌سالی پالمر با تحلیل بر روی داده‌های ۴۱ ساله ی جریان رودخانه‌ای، بارندگی و دمای ایستگاه‌های مورد مطالعه، مقایسه شده است.

در مطالعه‌ای دیگر «شیان» و «دوناری» (۱۹۹۷) اقدام به مطالعه‌ی دوره‌های خشک و مرطوب ناحیه‌ی نیمه خشک «پامپاس» آرژانتین کرده‌اند. در این مطالعه که هدفی آگروکلیمایی داشته است، با استفاده از آمار ۷۸ ساله و شاخص پالمر دوره‌ی بازگشت بیست ساله برای خشک‌سالی افراطی محاسبه شده است. دوره‌های شدیداً مرطوب این ناحیه دارای دوره‌ی بازگشت پنجاه ساله می‌باشند.

جدیدترین روش مطالعه‌ی خشک‌سالی (دوره‌های خشک و مرطوب) روش «بازوهر» و «جوهانی» است. در این روش -که توسط دکتر موحد دانش و همکاران(۱۳۷۷) برای شمال غرب ایران نیز به کار گرفته شده است - برای تعیین دوره‌های خشک و مرطوب ایستگاه‌های مختلف یک محل (یا حوضه‌ی آبریز) از معادله خط رگرسیون که دارای محور مختصات مدرج تمام لگاریتمی است، استفاده می‌شود. از طریق این روش می‌توان دوره‌های خشک و مرطوب هر ایستگاه را پیش بینی نمود.

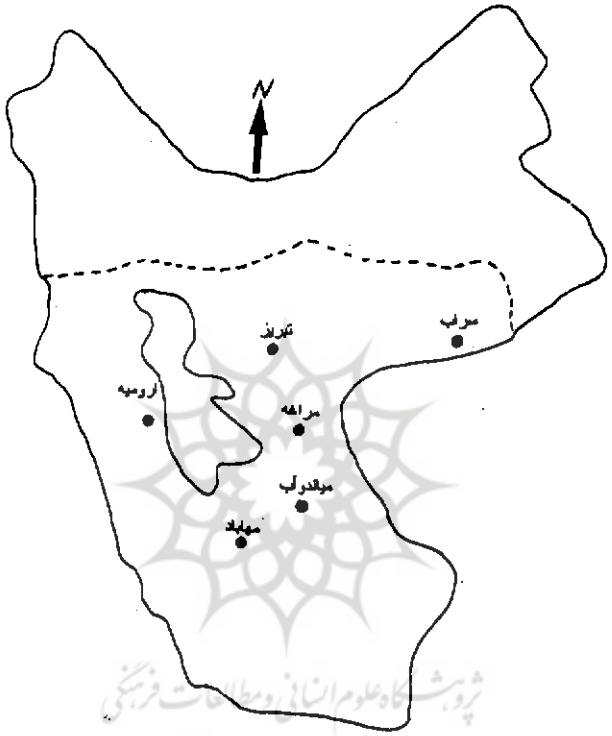
مطالعه‌ی خشک‌سالی در ایران دارای سوابق زیادی است که غالباً جنبه‌ی توصیفی داشته است. اما در سال‌های اخیر پیش رفت علوم زمین و دانش آب و هواشناسی، خصوصاً بهره‌گیری از نرم افزارها و روش‌های مطالعاتی نوین از یک سو و دست رسی به آمار و بهره‌گیری از جدیدترین مطالعات و روش‌های دنیا توسط اقلیم شناسان ایرانی از سوی دیگر، باعث شده است که تحقیقات مربوط به خشک‌سالی از حالت توصیفی خارج شود و جنبه‌ی عملی و کاربردی بیابد. از جمله‌ی مطالعات موردی انجام گرفته درمورد ایران عبارتند از: کار استاد «گنجی» (۱۳۶۶) تحت عنوان «خشک‌سالی در قائنات»، کار «کمالی» (۱۳۶۸) تحت عنوان «بررسی عوامل مختلف آب و هوایی در رابطه با خشک‌سالی بهار ۱۳۶۸ در خراسان»، مطالعات خانم «مقدسی» (۱۳۷۵) تحت عنوان «بررسی روند خشک‌سالی از دیدگاه هواشناسی کشاورزی»، مطالعات «نیشابوری» (۱۳۶۵) تحت عنوان «روش جدید برای تشخیص و تعیین حدود فصل خشک» که با اعمال پاره‌ای اصلاحات در فرمول‌های «بانیول» «گوسن» و «آمبرژه» و تطبیق آن با شرایط جغرافیایی ایران انجام گرفته است؛ و در سال‌های اخیر کارهای «فرج زاده» (۱۳۷۴) تحت عنوان «تحلیل و پیش بینی خشک‌سالی در ایران» فرج زاده و هم کاران (۱۳۷۷) «خشک سالی در ایران» و «بررسی فضایی و مکانی خشک‌سالی در ایران» و مقاله‌ی موحد دانش و همکاران (۱۳۷۷) تحت عنوان «بررسی دوره‌های خشک و مرطوب شمال غرب ایران» جدیدترین کار انجام گرفته درباره‌ی خشک‌سالی در ایران، پایان نامه‌ی دکتری «فرامرز خوش اخلاق» و مقاله‌ی او تحت عنوان «بررسی الگوهای ماهانه‌ی خشک‌سالی و ترسالی در ایران» می‌باشد که روند الگوهای مختلف خشک‌سالی را در پهنه‌ی ایران زمین موضوع بررسی قرار داده است.

۳- مواد و روش‌ها

میانگین‌های ۳۸ ساله بارندگی شش ایستگاه تبریز، ارومیه، مهاباد، میاندوآب، سراب و مراغه بین سال‌های ۱۹۶۰ - ۱۹۹۷ برای مطالعه انتخاب شدند. علت انتخاب این شش ایستگاه که موقعیت آن‌ها در حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه در نقشه نشان داده شده است، این بود که اولاً آمار آن‌ها در سالنامه‌ی معتبر هواشناسی موجود بود و ثانیاً به آمار دیگر ایستگاه‌های موجود در حوضه که در اختیار وزارتین نیرو و جهاد کشاورزی بود، دست رسی نداشتیم. پس از ایجاد پایگاه داده‌ها در نرم‌افزار SPSS[1] اقدام به بررسی شاخص‌های آماری و رسم نمودارهای مربوط گردید. پس از انجام عملیات پردازش آماری برای هر یک از ایستگاه‌ها، مجموع ایستگاه‌ها نیز به عنوان حوضه‌ی آبریز دریاچه ارومیه تحت مطالعه‌ی آماری قرار گرفت. تبدیل میانگین‌ها به میانگین‌های استاندارد شده نیز از طریق نرم‌افزار EXCEL انجام گرفت. همچنین میانگین سالانه هر ایستگاه به میانگین‌های متحرک پنج و هفت ساله تبدیل و با میانگین دراز مدت ایستگاه (با رسم نمودار) به وسیله نرم‌افزار EXCEL مقایسه شد. در این مطالعه از طریق بعضی شاخص‌های آماری مانند میانگین و انحراف معیار، اقدام به بررسی و طبقه بندی خشک‌سالی‌ها شده است. صحت داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از طریق روش آزمون توالی (Run test) به اثبات رسیده است و داده‌ها همگن می‌باشند.

پرتال جامع علوم انسانی

۱ - Statistical Package for Social Sciences.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نقشه موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

۴- بررسی آماری داده‌های بارندگی

پس از تشکیل پایگاه داده‌ها در محیط SPSS، اقدام به بررسی آماری هر یک از ایستگاه‌ها نمودیم و در وحله‌ی اول پارامترهای مربوط به آمار توصیفی هر یک از ایستگاه‌ها و

سپس مجموع شش ایستگاه را به عنوان شاخصی برای تعیین وضعیت حوضه آبریز دریاچه ارومیه، استخراج کردیم. پارامترهای مذکور به همراه مقادیر عددی آن‌ها در جدول شماره‌ی یک قابل مشاهده می‌باشند. با توجه به جدول معلوم می‌گردد که مهاباد با میانگین ۳۹۸ میلی متر بارش پرباران‌ترین و سراب با ۲۶۶ میلی متر بارش کم باران‌ترین ایستگاه‌های ما را تشکیل می‌دهند. بالاترین مقدار شاخص میانه در ایستگاه مهاباد و کمترین آن در دو ایستگاه سراب و میاندوآب قرائت گردید. ایستگاه سراب با مد ۲۱۰/۵ و تبریز با ۱۷۵/۴ کمترین مقدار عددی مد را دارا می‌باشند. انحراف معیار مهاباد بیش‌تر از دیگر ایستگاه‌ها بود و کمترین مقدار انحراف معیار در ایستگاه سراب کلاحظه گردید که این مقادیر در خصوص واریانس نیز صادق است. از نظر ضریب تغییرات، میزان تغییر پذیری مهاباد با ۳۹ درصد بیش‌تر از همه و مراغه با ۲۴/۴ درصد کمتر از دیگر ایستگاه‌ها قرائت شد. دامنه‌ی اختلاف بین حداقل و حداکثر بارش را در ایستگاه مهاباد با داشتن بالاترین میانگین بارش سالانه به مقدار ۸۳۴/۸ میلی متر و سراب با داشتن کمترین میانگین بارش سالانه در ۳۸ سال مورد مطالعه به مقدار ۱۱۵/۸ میلیمتر می‌بینیم که دامنه‌ی اختلاف بین حداکثر و حداقل بارش ۳۸ ساله مجموع ۶ ایستگاه را به رقم ۷۱۹ میلی متر می‌رساند. با توجه به جمع کل بارش هر یک از ایستگاه‌ها معلوم می‌گردد که مهاباد، ارومیه و مراغه به ترتیب پرباران‌ترین ایستگاه‌ها و سراب، میاندوآب و تبریز به ترتیب کم باران‌ترین ایستگاه‌ها هستند. مقادیر چولگی نیز حاکی از عدم تقارن در بارش ایستگاه‌ها و حوضه آبریز دریاچه‌ی ارومیه است. نکته‌ی جالب توجه در جدول را در ستون ارتفاع ایستگاه‌ها می‌یابیم که مرتفع‌ترین ایستگاه‌ها یعنی سراب و مهاباد کمترین و بیش‌ترین مقدار بارش را در بین ایستگاه‌ها دارا می‌باشند، این امر بیانگر دخالت منفی عامل ارتفاع در سراب (ممانعت از ورود توده‌های هوای مرطوب و باران زا) و دخالت مثبت عامل ارتفاع در ایستگاه مهاباد (دوشیدن باران توده‌های هوای مرطوب) است. کلاً همبستگی معنی داری بین عامل ارتفاع و میزان بارش ایستگاه‌ها موجود نمی‌باشد.

حال می‌پردازیم به روش‌ها و شاخص‌های آماری که در این تحقیق برای مطالعه‌ی پدیده‌ی خشک‌سالی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

جدول یک: مشخصات بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه (۱۹۶۰ - ۱۹۹۷)

ایستگاه / عامل	ارومیه	تبریز	سراب	میاندوآب	مراغه	مهاباد	مجموع ایستگاه‌ها (حوضه آبریز)
طول‌جغرافیایی(درجه)	´۰۵-۴۵	´۱۵-۴۶	´۳۲-۴۷	´۰۶-۴۶	´۱۴-۴۶	´۴۳-۴۵	ـــــ
عرض جغرافیایی (درجه)	´۳۲-۳۷	´۰۸-۳۸	´۵۶-۳۷	´۵۸-۳۶	´۲۴-۳۷	´۴۶-۳۶	ـــــ
ارتفاع ایستگاه به‌متر	۱۳۱۲	۱۳۴۹	۱۶۱۵	۱۳۱۴	۱۴۱۹	۱۵۰۰	متوسط۱۴۲۴متر
میانگین بلند مدت ایستگاه	۳۵۰	۲۹۵	۲۶۶	۲۸۰	۳۴۱	۳۹۸	۳۲۱/۶۶
میانه	۳۲۵	۲۸۶	۲۶۲	۲۶۲	۳۲۶	۳۶۰	۳۰۶/۹
مد	۱۹۰/۴	۱۷۵/۴	۳۱۰/۵	۲۹۲	۲۰۳/۵	۱۷۹/۷	۳۱۰/۵
انحراف معیار	۱۰۲	۹۲/۷	۷۸/۶	۱۰۲	۸۳/۲	۱۵۱/۳	۱۱۳
ضریب تغییر پذیری (CV)	۲۹/۱۴	۳۱/۳۷	۲۹/۵۲	۳۶/۴۱	۲۴/۴	۳۹	۳۵/۱۰
واریانس	۱۰۴۲۷/۹	۸۵۸۹/۸	۶۱۷۷/۳	۱۰۳۹۹/۲	۶۹۲۱/۸	۲۲۹۰۰/۳	۱۲۷۶۲/۳
چولگی	/۷۲۶	/۴۰۰	/۰۵۳	۱/۳۱۰	/۳۳۱	/۹۵۷	۱/۰۷۵
دامنه بارش	۳۸۹	۳۸۲	۳۲۲	۴۵۹	۳۰۴	۶۵۵	۷۱۹
کمینه بارش	۱۹۰/۴	۱۳۱/۶	۱۱۵/۸	۱۳۵	۲۰۳/۵	۱۷۹/۷	۱۱۵/۸
بیشینه بارش	۵۷۹/۵	۵۱۳/۴	۴۳۷/۶	۵۹۴/۴	۵۰۷/۶	۸۳۴/۸	۸۳۴/۸
جمع کل بارش ۳۸ ساله ایستگاه (به میلیمتر)	۱۳۳۱۵/۳	۱۱۲۲۴/۹	۱۰۱۱۴/۲	۱۰۶۴۱/۱	۱۲۹۵۸/۱	۱۵۱۲۷/۱	۷۳۳۸۰/۷

۱-۴- شاخص‌های تمایل به مرکز

در این روش برای بیان و تشریح خشک‌سالی از شاخص میانگین‌های ۳۸ ساله ایستگاه‌ها و تحلیل آن‌ها در نرم‌افزار SPSS و رسم نمودارها در محیط Excel و برای تعیین خشک‌سالی و طبقه بندی آن از عامل بارش میانگین [۱] استفاده گردید. در مرحله‌ی اول میانگین بلند مدت ایستگاه‌ها مد نظر بود و با ترسیم نمودار نوسانی، تغییرات بارندگی هر سال نسبت به خط میانگین بررسی شد. (شکل شماره یک).

با توجه به شکل، سال هایی را که پایین‌تر از خط میانگین قرار گرفته‌اند به عنوان سال‌های دارای پدیده‌ی خشک‌سالی و سال‌های بالاتر از میانگین را به عنوان سال‌های مرطوب می‌شناسیم. نکته‌ی جالب توجه در نمودار نوسانی ایستگاه‌ها، نوسانات بسیار زیاد سالانه‌ی بارندگی است. سه ایستگاه مهاباد، میاندوآب و سراب از نوسانات شدیدتری برخوردارند که این امر با توجه به پارامترهای انحراف معیار، چولگی و بیش‌تر از همه ضریب تغییرات (CV) بالاتر این ایستگاه‌ها، نسبت به سایر ایستگاه‌ها، قابل توجیه است. با استفاده از میانگین‌های بلند مدت ایستگاه‌ها، میانگین بلند مدت حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه (مجموع شش ایستگاه) به دست آمد و به عنوان خط میانگین بلند مدت حوضه برای مقایسه‌ی شش ایستگاه مورد مطالعه، مورد استفاده قرار گرفت. (شکل شماره دو).

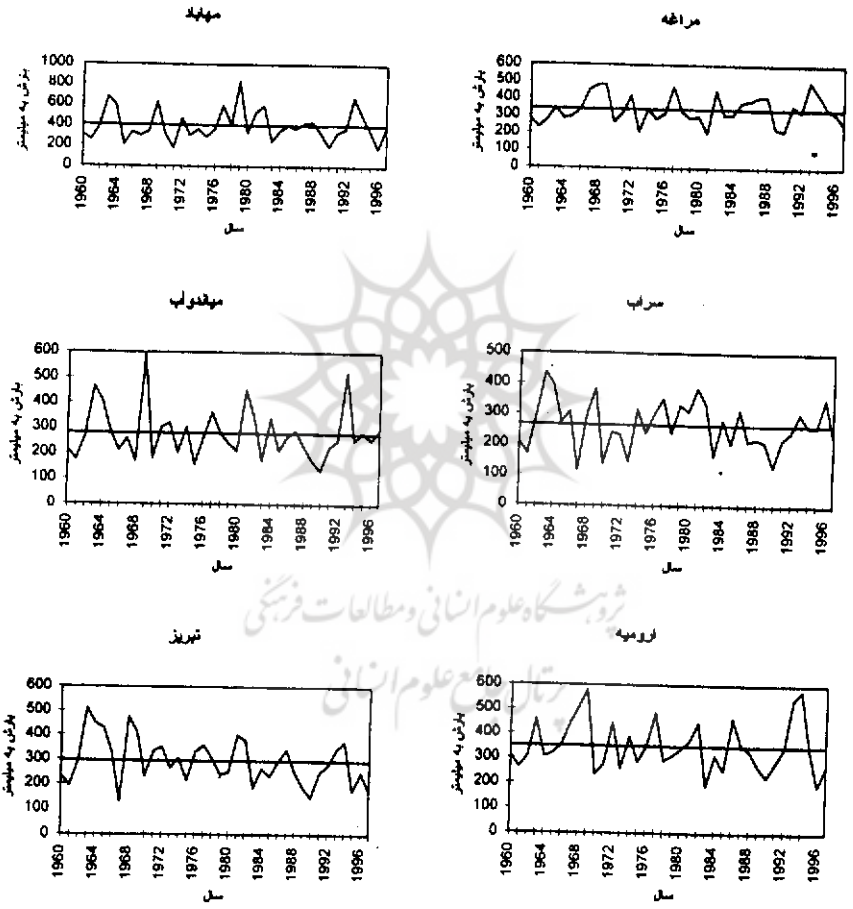
با توجه به شکل دو معلوم می‌گردد که سه ایستگاه ارومیه، مهاباد و مراغه میانگینی بالاتر از میانگین حوضه و سه ایستگاه تبریز، سراب و میاندوآب، میانگین ۳۸ ساله پایین‌تر از میانگین حوضه دارند.

در کل شاخص میانگین بارش‌ها، شاخص مهمی در ارزیابی قابلیت دست رسی به آب برای مصارف کشاورزی و غیره در یک منطقه است[۲]، و با داشتن میانگین دراز مدت می‌توان تغییرات را نسبت به آن سنجید.

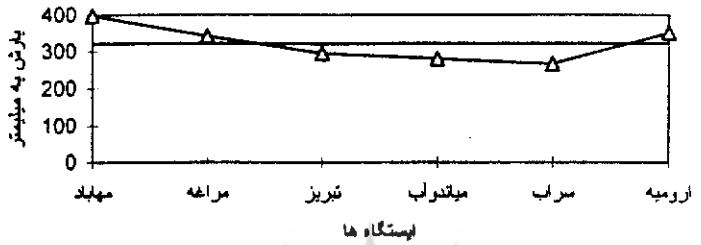
---

۱ - بدیهی است در تجزیه و تحلیل خشک‌سالی‌ها از دیگر عناصر مثل دما، تبخیر، تعرق و غیره نیز باید استفاده شود. لیکن در این مطالعه به عنصر بارش تاکید شده است.

۲ - فرج‌زاده و همکاران، ص ۴۱



شکل ۱ - نمودارهای نوسانی بارش هر ایستگاه (۱۹۶۰ - ۱۹۹۷).



نمودار مقایسه بارش ایستگاه‌ها با بارش متوسط حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه (۱۹۶۰-۱۹۹۷).

شکل ۲ - مقایسه بارش ایستگاه‌ها با میانگین بارش حوضه.

در این مطالعه از شاخص بارش متوسط (میانگین) به منظور سنجش گرایش به مرکز که به عنوان آستانه خشک‌سالی محسوب می‌گردد، استفاده گردید.

جدول شماره ۲ - مقیاس طبقه بندی شدت خشک‌سالی (فرج زاده و همکاران، ۱۳۷۴).

شدت / شاخص	خشک‌سالی ضعیف	خشک‌سالی متوسط	خشک‌سالی شدید	خشک‌سالی خیلی‌شدید
درصد از میانگین بارش	۸۰-۷۰	۷۰-۵۵	۵۵-۴۰	کمتراز ۴۰
تبدیل بارش متوسط به بارش استاندارد	۱- تا صفر	۲- ۱/۱-	۳- ۲/۱-	کمتر از ۳-

در مرحله‌ی دوم از تبدیل مقادیر بارش به درصد برای تعیین و طبقه بندی خشک‌سالی استفاده کرده‌ایم. این شاخص از طریق رابطه : $P(\%)\frac{P}{\overline{P}} \times ۱۰۰$ محاسبه می‌گردد.[۱] در این فرمول : $P(\%)$ درصد بارش میانگین، P بارش سال مفروض و $\overline{P}$ بارش بلند مدت ایستگاه مذکور می‌باشد. با استفاده از این رابطه درصد بارش میانگین هر ایستگاه محاسبه و در جدول شماره سه درج گردیده است و با توجه به ارقام به دست آمده خشک‌سالی‌ها از نظر شدت و با توجه به جدول دو طبقه بندی شده‌اند. (جدول شماره سه).

با توجه به جدول ۳ معلوم می‌گردد که ایستگاه میاندوآب دوازده سال، ایستگاه‌های تبریز و مهاباد با یازده سال و سراب با ده سال خشک‌سالی دارای بیش‌ترین تعداد خشک‌سالی در دوره‌ی آماری هستند و ایستگاه‌های مراغه با شش سال و ارومیه با هشت سال کمترین خشک‌سالی‌ها را دارند، ایستگاه مراغه در طول دوره آماری فاقد خشک‌سالی شدید یا خیلی شدید است و بعد از آن ایستگاه‌های ارومیه و میاندوآب با یک سال و تبریز با دوسال خشک‌سالی شدید مواجهند دو ایستگاه سراب و مهاباد نیز هر یک با داشتن چهار سال خشک‌سالی شدید دارای شدیدترین خشک‌سالی در بین ایستگاه‌ها هستند. در سال ۱۹۶۷ ایستگاه سراب با داشتن ۴۳ درصد از بارش میانگین (۱۱۵/۸ میلی متر بارش سالانه) شدیدترین خشک‌سالی ایستگاه‌ها را متحمل شده است. بیش‌ترین مقدار درصد از بارش میانگین نیز عدد ۲۱۷ درصد و مربوط به ایستگاه میاندوآب در سال ۱۹۶۹ می‌باشد. به طور کلی با توجه به جدول شماره سه می‌توان چندین دوره‌ی خشک‌سالی عمومی را که در سال‌های ۱۹۶۰، ۱۹۶۱، ۱۹۷۰، ۱۹۷۳، ۱۹۸۹، ۱۹۸۳، ۱۹۹۰ و ۱۹۹۷ به وقوع پیوسته‌اند، مشاهده کرد که در این بین خشک‌سالی ۱۹۹۰ از نظر شدت وقوع و وسعت قوی‌تر از دیگر سال‌ها بوده و تمام ایستگاه‌ها را در بر گرفته است و این امر بیانگر تابعیت خشک‌سالی مذکور از گردش عمومی جو بوده است. طبقه بندی شدت خشک‌سالی‌ها با توجه به مقادیر ارائه شده، توسط فرج زاده و دیگران انجام گرفته است (جدول شماره دو) شاخص دیگر تعیین حالات و

---

۱ - این رابطه ابتدا توسط چودری و سپس توسط فرج زاده و همکاران (۱۳۷۴) برای طبقه بندی شدت خشک‌سالی‌ها در ایران مورد استفاده قرار گرفته است.

شناسایی خشک‌سالی با استفاده از روش میانگین متحرک یا لغزش است. در این روش با استفاده از میانگین‌های متحرک ۵ و ۷ ساله اقدام به ترسیم نمودارهای میانگین متحرک برای هر ایستگاه گردید و تغییرات آنها نسبت به خط میانگین بلند مدت ایستگاه مورد قیاس قرار گرفت. اگر این نمودار را با نمودارهای شکل شماره یک مقایسه نماییم، به نرم شدن وگویاتر شدن نوسانات بهتر و بیش‌تر پی خواهیم برد. این نمودارها می‌توانند علاوه بر تعیین تغییرات مقادیر بارش در سال‌های گذشته، روند آن را نیز معلوم نمایند. به این نحوکه اگر منحنی‌ها از پایین به طرف بالا در حرکت باشند، نمایانگر حرکت ایستگاه به سمت‌تر سالی و افزایش بارش می‌باشند و در صورت نزولی بودن منحنی به طرف خط میانگین یا پایین‌تر از خط میانگین، ایستگاه به سوی خشک‌سالی وکاهش بارندگی پیش می‌رود. با توجه به نمودارهای شکل سه می‌توان گفت، ایستگاه‌های مهاباد و میاندوآب رو به‌تر سالی و ایستگاه تبریز با داشتن حالت منحنی نزولی رو به خشک‌سالی است (شکل شماره سه).

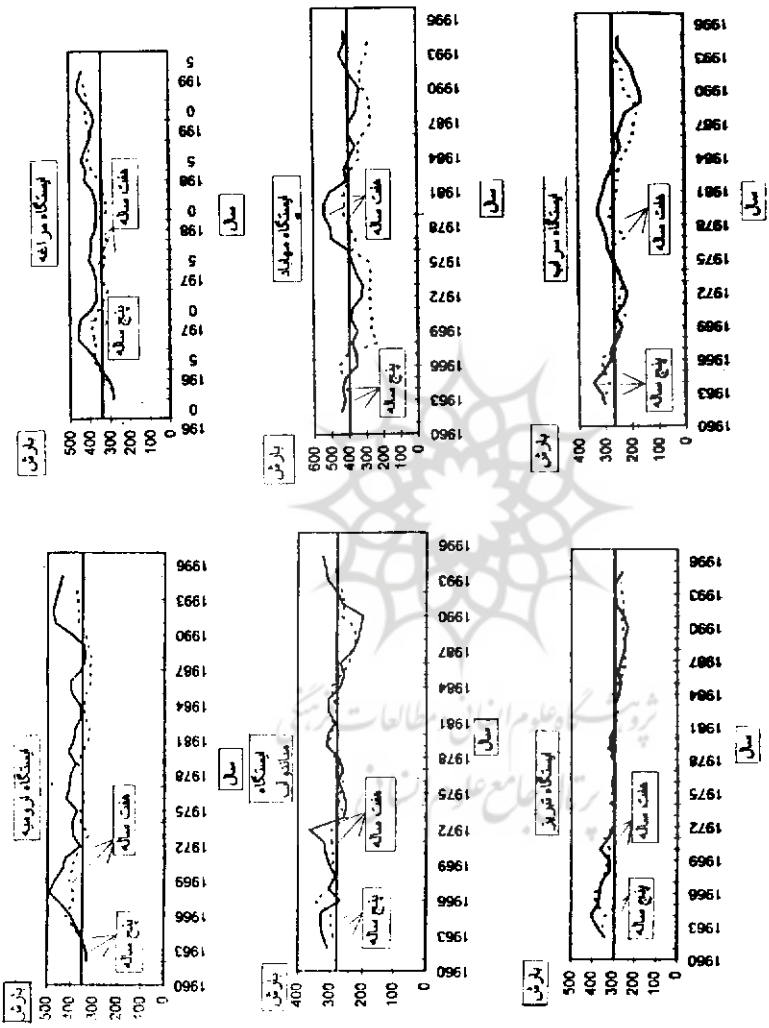
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره ۳ - بررسی کم و طیف خشک‌سالی در ایستگاه‌های مورد مطالعه از طریق شاخص درصد از بارش میانگین

ایستگاه	ارومیه		تبریز		سراب		میاندوآب		مراغه		مهاباد	
سال	درصد	وضعیت	درصد	وضعیت	درصد	وضعیت	درصد	وضعیت	درصد	وضعیت	درصد	وضعیت
۱۹۶۰	۸۹	–	۷۹	خ‌ضعیف	۷۸	خ‌ضعیف	۷۸	خ‌ضعیف	۸۶	–	۷۷	خ‌ضعیف
۱۹۶۱	۷۵	خ‌ضعیف	۶۵	خ‌متوسط	۶۴	خ‌متوسط	۶۴	خ‌متوسط	۷۰	خ‌ضعیف	۶۴	خ‌متوسط
۱۹۶۲	۸۸	–	۹۹	–	۱۱۳	–	۹۸	–	۸۳	–	۹۷	–
۱۹۶۳	۱۳۲	–	۱۷۴	–	۱۶۴	–	۱۷۱	–	۱۰۶	–	۱۶۹	–
۱۹۶۴	۸۷	–	۱۵۳	–	۱۴۹	–	۱۵۰	–	۸۷	–	۱۴۸	–
۱۹۶۵	۹۱	–	۱۴۶	-	۱۰۳	–	۱۰۷	–	۹۰	–	۵۲	خ‌شدید
۱۹۶۶	۱۰۰	–	۱۱۲	–	۱۱۷	–	۷۸	خ‌ضعیف	۱۰۳	–	۸۳	–
۱۹۶۷	۱۲۶	–	۴۵	خ‌شدید	۴۳	خ‌شدید	۹۵	–	۱۳۷	–	۷۴	خ‌ضعیف
۱۹۶۸	۱۴۵	–	۱۶۲	–	۱۱۲	–	۶۲	خ‌متوسط	۱۴۶	–	۸۴	–
۱۹۶۹	۱۶۵	–	۱۴۰	–	۱۴۵	–	۲۱۷	–	۱۴۸	–	۱۵۸	–
۱۹۷۰	۶۸	خ‌متوسط	۸۰	خ‌ضعیف	۵۲	خ‌شدید	۶۶	خ‌متوسط	۸۱	–	۷۸	خ‌ضعیف
۱۹۷۱	۷۹	خ‌ضعیف	۱۱۴	–	۹۱	–	۱۱۱	–	۹۷	–	۴۵	خ‌شدید
۱۹۷۲	۱۲۸	–	۱۲۰	–	۸۷	–	۱۱۷	–	۱۲۹	–	۱۱۸	–
۱۹۷۳	۷۴	خ‌ضعیف	۹۰	-	۵۵	خ‌شدید	۷۵	خ‌ضعیف	۶۴	خ‌متوسط	۷۵	خ‌ضعیف
۱۹۷۴	۱۱۱	–	۱۰۴	–	۱۲۰	–	۱۱۲	–	۱۰۴	–	۹۰	–
۱۹۷۵	۸۱	–	۷۴	خ‌ضعیف	۸۹	–	۵۸	خ‌متوسط	۸۷	–	۷۲	خ‌ضعیف
۱۹۷۶	۱۰۰	–	۱۱۳	-	۱۱۴	–	۹۶	-	۹۶	–	۹۰	–
۱۹۷۷	۱۴۰	–	۱۲۲	–	۱۳۲	–	۱۳۳	–	۱۴۵	–	۱۴۹	–
۱۹۷۸	۸۳	–	۱۰۳	–	۹۰	–	۱۰۳	–	۱۰۰	–	۱۰۱	–

ادامه جدول شماره ۳)

ایستگاه	ارومیه		تبریز		سراب		میاندوآب		مراغه		مهاباد	
سال	درصد	وضعیت	درصد	وضعیت	درصد	وضعیت	درصد	وضعیت	درصد	وضعیت	درصد	وضعیت
۱۹۷۹	۸۹	-	۸۲	-	۱۲۴	-	۸۸	-	۸۸	-	۲۱۰	-
۱۹۸۰	۹۷	-	۸۵	-	۱۱۶	-	۷۸	خ‌ضعیف	۹۱	-	۸۳	-
۱۹۸۱	۱۰۷	-	۱۳۶	-	۱۲۷	-	۱۶۶	-	۶۲	خ‌متوسط	۱۳۳	-
۱۹۸۲	۱۲۸	-	۱۲۹	-	۱۲۵	-	۱۲۶	-	۱۴۰	-	۱۴۹	-
۱۹۸۳	۵۴	خ‌شدید	۶۴	خ‌متوسط	۶۲	خ‌متوسط	۶۴	خ‌متوسط	۶۴	-	۶۹	خ‌متوسط
۱۹۸۴	۹۰	-	۹۰	-	۱۰۶	-	۱۲۵	-	۹۴	-	۸۷	-
۱۹۸۵	۷۲	خ‌ضعیف	۸۰	خ‌ضعیف	۷۷	خ‌ضعیف	۷۸	خ‌ضعیف	۱۱۷	-	۱۰۰	-
۱۹۸۶	۱۳۴	-	۹۹	-	۱۱۹	-	۹۸	-	۱۲۰	-	۹۳	-
۱۹۸۷	۱۰۲	-	۱۱۶	-	۸۰	خ‌ضعیف	۱۰۶	-	۱۲۶	-	۱۰۶	-
۱۹۸۸	۹۴	-	۸۵	-	۸۳	-	۸۷	-	۱۲۷	-	۱۰۹	-
۱۹۸۹	۸۵	-	۶۵	خ‌متوسط	۷۹	خ‌ضعیف	۶۴	خ‌متوسط	۷۰	خ‌ضعیف	۸۳	-
۱۹۹۰	۶۵	خ‌متوسط	۵۰	خ‌شدید	۴۹	خ‌شدید	۴۹	خ‌شدید	۶۶	خ‌متوسط	۴۸	خ‌شدید
۱۹۹۱	۸۱	-	۸۴	-	۸۲	-	۸۳	-	۱۱۲	-	۸۲	-
۱۹۹۲	۹۷	-	۹۴	-	۹۲	-	۹۲	-	۱۰۲	-	۹۱	-
۱۹۹۳	۱۵۵	-	۱۱۶	-	۱۱۵	-	۱۹۲	-	۱۵۴	-	۱۷۰	-
۱۹۹۴	۱۶۵	-	۱۲۷	-	۹۹	-	۹۳	-	۱۳۲	-	۱۲۷	-
۱۹۹۵	۹۶	-	۵۹	خ‌متوسط	۹۷	-	۱۰۵	-	۱۰۹	-	۸۸	-
۱۹۹۶	۸۲	-	۸۵	-	۱۳۳	-	۹۴	-	۹۸	-	۴۵	خ‌شدید
۱۹۹۷	۷۷	خ‌ضعیف	۵۹	خ‌متوسط	۸۵	-	۱۰۹	-	۷۹	خ‌ضعیف	۹۹	-



شکل ۳ - نمودارهای میانگین متحرک ۵ و ۷ ساله/ایستگاه‌ها (۱۹۶۰ - ۱۹۹۷).

بطور کلی در اقلیم‌شناسی از میانگین متحرک هم برای شناخت خشک‌سالی و روند آن و هم برای تعدیل نوسان‌های شدید در سری‌های کرنولویک استفاده می‌کنند.

۲-۴- شاخص‌های پراکندگی

این روش شامل معیارهایی مانند واریانس، انحراف معیار و انحراف از میانگین است که از این میان برای تعیین ویژگی‌های آماری ایستگاه‌ها در ابتدای کار از واریانس و انحراف معیار برای توصیف وضعیت هر یک از ایستگاه‌ها و سپس کل حوضه استفاده شده است (جدول یک). از میان معیارهای پراکندگی بهترین شاخص تبیین خشک‌سالی و کم و کیف آن شاخص نمره استاندارد یا Z است. معادله Z عبارتست از : $z = \frac{x - \bar{x}}{s}$ که در آن x بارش سال مفروض، $\bar{x}$ میانگین بارش بلند مدت ایستگاه مورد نظر و S انحراف معیار جامعه می‌باشد. با استفاده از شاخص توزیع استاندارد، مقادیر بارشهای ۳۸ ساله هر ایستگاه محاسبه و در جدول چهار درج گردید. سپس با استفاده از مقیاس طبقه بندی شدت و کیفیت خشک‌سالی که توسط فرج‌زاده و همکاران مورد استفاده قرار گرفته است، به طبقه بندی کیفی شدت خشک‌سالی‌ها در ایستگاه‌ها اقدام شد. شایان ذکر این که این شاخص از ابداعات محققان هندی برای تحلیل بارشهای سالانه و موسمی هند بوده است. طبقه بندی کیفیت و شدت خشک‌سالی نیز بر اساس کارهای «چودری» و همکارانش (۱۹۸۹) استوار است. با توجه به جدول چهار معلوم می‌شود که ایستگاه‌های ارومیه و مهاباد به ترتیب با ۲۴ و ۲۳ سال دارای بیش‌ترین فراوانی وقوع هستند و پس از آنها، ایستگاه‌های تبریز، میاندوآب و سراب و به ترتیب با فراوانی ۲۱، ۲۲ و ۲۳ سال خشک‌سالی به سر برده‌اند. در این میان ایستگاه مراغه با فراوانی وقوع بیست بار خشک‌سالی کم‌ترین فراوانی را دارد. در طی این دوره‌ی آماری در ایستگاه‌های مورد مطالعه، بیش‌ترین خشک‌سالی متوسط با فراوانی سه بار در ایستگاه‌های مهاباد و ارومیه مشاهده گردید. خشک‌سالی شدید نیز فقط در سال ۱۹۶۵ و در ایستگاه مهاباد قرائت گردید. کل ایستگاه‌ها فاقد خشک‌سالی خیلی شدید در دوره‌ی آماری بودند. توالی شش ساله خشک‌سالی از سال ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۱ در ایستگاه سراب و یک توالی پنج ساله در میاندوآب، ارومیه و تبریز و دوبار توالی چهار ساله در ایستگاه مهاباد، از نکات مهم جدول

چهار است. با توجه به این که در روش استاندارد کردن بارش‌ها، میانگین و انحراف معیار برابر صفر یا یک خواهد بود؛ از آن می‌توان به عنوان معیاری برای مقایسه ایستگاه‌ها استفاده کرد. از مزیت‌های دیگر این شاخص امکان محاسبه احتمال رخداد مقادیر آتی آن می‌باشد[1]. همچنین با استفاده از این شاخص و استاندارد نمودن مقادیر بارش میانگین بلند مدت هر ایستگاه می‌توان اقدام به ترسیم نقشه بارش نمود که در آن می‌توان خطوط هم خشک‌سالی را نیز مشاهده نمود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱ - فرج‌زاده و همکاران، ص ۵۳.

جدول شماره ۴) بررسی وضع ایستگاه‌ها از نظر کم و کیف خشک سالی از طریق تبدیل میانگین‌های سالانه به نمرات استاندارد (Z).

ایستگاه	ارومیه		تبریز		سراب		میاندوآب		مراغه		مهاباد	
سال	Z	وضعیت	Z	وضعیت	Z	وضعیت	Z	وضعیت	Z	وضعیت	Z	وضعیت
۱۹۶۰	-/۳۸	خ‌ضعیف	-/۶۵	خ‌ضعیف	-/۷۵	خ‌ضعیف	-/۶۴	خ‌ضعیف	/۷۱	خ‌ضعیف	-/۵۹	خ‌ضعیف
۱۹۶۱	/۸۵	خ‌ضعیف	-۱/۱	خ‌متوسط	-۱/۲۲	خ‌متوسط	-۱/۱۲	خ‌متوسط	-۱/۳۲	خ‌متوسط	-/۹۵	خ‌ضعیف
۱۹۶۲	-/۴۱	خ‌ضعیف	-۰/۴	خ‌ضعیف	/۴۵	-	-۱/۱	خ‌متوسط	/۸	خ‌ضعیف	-/۰۷	خ‌ضعیف
۱۹۶۳	۱/۰۸	-	۲/۳۵	-	۲/۱	-	۱/۸۴	-	/۰۸	-	۲/۴۵	
۱۹۶۴	-/۴۳	خ‌ضعیف	۱/۶۸	-	۱/۶۶	-	۱/۲۸	-	-/۶۴	خ‌ضعیف	۱/۲۸	
۱۹۶۵	-/۲۸	خ‌ضعیف	۱/۴۶	-	/۱۱	-	۱/۲۸	-	-/۵۱	خ‌ضعیف	-۲/۴۴	خ‌شدید
۱۹۶۶	/۰۲	-	/۳۸	-	۵۷	-	/۱۲	-	/۰۴	-	-/۴۴	خ‌ضعیف
۱۹۶۷	-/۸۸	-	-۱/۷۶	خ‌متوسط	-۱/۹۱	خ‌متوسط	-۱/۵۳	خ‌متوسط	۱/۳۴	-	-/۶۷	خ‌ضعیف
۱۹۶۸	۱/۵۵	-	۱/۹۶	-	۴۳	-	-/۱۹	خ‌ضعیف	۱/۷	-	-/۴۰	خ‌ضعیف
۱۹۶۹	۲/۲۵		۱/۲۷	-	۱/۵۳	-	-۱/۰۷	خ‌ضعیف	۱/۷۳	-	۱/۵۳	-
۱۹۷۰	-۱/۱	خ‌متوسط	-/۶۳	خ‌ضعیف	-۱/۶۱	خ‌متوسط	۳/۰۸	-	-/۹	خ‌ضعیف	-/۵۸	خ‌ضعیف
۱۹۷۱	-/۷۲	خ‌ضعیف	/۴۴	-	-/۲۹	خ‌ضعیف	-/۹۷	خ‌ضعیف	/۲۵	خ‌ضعیف	-۱/۴۴	خ‌متوسط
۱۹۷۲	/۹۷	-	-۶۲	-	۴۱	خ‌ضعیف	/۲۳	-	/۹۸	-	/۴۷	-
۱۹۷۳	-/۸۷	خ‌ضعیف	-/۲۹	خ‌ضعیف	-۱/۵۲	خ‌متوسط	/۴	-	-۱/۵۷	خ‌متوسط	-۶۴	خ‌ضعیف
۱۹۷۴	-/۳۹	خ‌ضعیف	/۱۳	-	۶۸	-	-/۷۳	خ‌ضعیف	/۰۱	-	-/۲۵	خ‌ضعیف
۱۹۷۵	-/۶۲	خ‌ضعیف	-/۸۳	خ‌ضعیف	-۳۴	خ‌ضعیف	/۲۶	-	-/۶۷	خ‌ضعیف	-/۷۳	خ‌ضعیف
۱۹۷۶	/۰۲	-	/۴۱	-	۴۸	-	-۱/۲	خ‌متوسط	-/۳	خ‌ضعیف	-/۲۴	خ‌ضعیف
۱۹۷۷	۱/۳۶	-	/۶۹	-	۱/۱۱	-	-/۱۵	خ‌ضعیف	۱/۶۲	-	۱/۳۱	-
۱۹۷۸	-/۵۷	خ‌ضعیف	/۱۲	-	-۳۳	خ‌ضعیف	/۸۳	-	/۱۴	-	/۰۳	-

ادامه جدول شماره ۴)

ایستگاه	ارومیه		تبریز		سراب		میاندوآب		مراغه		مهاباد	
سال	Z	وضعیت	Z	وضعیت	Z	وضعیت	Z	وضعیت	Z	وضعیت	Z	وضعیت
۱۹۷۹	-/۳۶	خ‌ضعیف	-/۵۸	خ‌ضعیف	۸۵	-	/۰۲	-	-/۶۱	خ‌ضعیف	۲/۸۸	-
۱۹۸۰	-/۱	خ‌ضعیف	-/۴۷	خ‌ضعیف	۵۷	-	-/۳۸	خ‌ضعیف	-/۴۸	خ‌ضعیف	-/۴۵	خ‌ضعیف
۱۹۸۱	/۲۴	-	۱/۱۶	-	۱/۵۷	-	-/۶۵	خ‌ضعیف	-۱/۶۵	خ‌متوسط	/۸۷	-
۱۹۸۲	/۹۸	-	/۹۲	-	۸۷	-	۱/۷۲	-	۱/۳۸	-	۱/۲۹	-
۱۹۸۳	۱/۵۶	خ‌متوسط	-۱/۱۵	خ‌متوسط	-۱/۲۷	خ‌متوسط	-۶۵	-	-/۳۶	خ‌ضعیف	-/۹۹	خ‌ضعیف
۱۹۸۴	-/۳۳	خ‌ضعیف	-/۳۲	خ‌ضعیف	۲۳	-	-۱/۰۲	خ‌متوسط	-/۳۹	خ‌ضعیف	-/۳۲	خ‌ضعیف
۱۹۸۵	-/۹۶	خ‌ضعیف	-/۶۵	خ‌ضعیف	-/۷۵	خ‌ضعیف	/۶		/۵۲	-	/۰۲	-
۱۹۸۶	۱/۵۵		-/۰۲	خ‌ضعیف	۶۷	-	-/۶۵	خ‌ضعیف	/۶۲	-	-/۱۶	خ‌ضعیف
۱۹۸۷	/۰۷	-	/۵۹	-	-/۶۶	خ‌ضعیف	-/۱۱	خ‌ضعیف	/۹	-	/۱۶	-
۱۹۸۸	-/۲	خ‌ضعیف	-/۴۶	خ‌ضعیف	-/۵۶	خ‌ضعیف	-/۴۹	خ‌ضعیف	/۹۳	خ‌متوسط	/۲۵	-
۱۹۸۹	/۸	خ‌ضعیف	-۱/۱۲	خ‌متوسط	-/۷	خ‌ضعیف	-۱/۰۳	خ‌متوسط	-۱/۳۱	خ‌متوسط	-/۴۴	خ‌ضعیف
۱۹۹۰	-۱/۲	خ‌متوسط	-۱/۵۸	خ‌متوسط	-۱/۷۲	خ‌متوسط	-۱/۴۲	خ‌متوسط	-۱/۵	خ‌متوسط	-۱/۳۵	خ‌متوسط
۱۹۹۱	/۶۴	خ‌ضعیف	-/۵	خ‌ضعیف	-/۶	خ‌ضعیف	-/۵۲	خ‌ضعیف	/۳۳	-	-/۴۶	خ‌ضعیف
۱۹۹۲	-/۰۹	خ‌ضعیف	-/۱۸	خ‌ضعیف	-/۲۷	خ‌ضعیف	-/۲۶	خ‌ضعیف	/۰۹	-	/۲۱	-
۱۹۹۳	۱/۸۸	-	/۵۱	-	/۵۱	-	۲۱۴	-	۲	-	۱/۸۵	-
۱۹۹۴	۲/۲۴	-	/۸۵	-	-/۰۳	خ‌ضعیف	-/۲۶	خ‌ضعیف	۱/۱۱	-	/۷۰	-
۱۹۹۵	-/۱۲	خ‌ضعیف	-۱/۲۹	خ‌متوسط	-/۰۶	خ‌ضعیف	/۰۶	-	/۲	-	-/۳۱	خ‌ضعیف
۱۹۹۶	-/۶۱	خ‌ضعیف	-/۴۷	خ‌ضعیف	۱/۱۲	-	-/۲۳	خ‌ضعیف	-/۲	خ‌ضعیف	-۱/۴۴	خ‌متوسط
۱۹۹۷	-/۷۷	خ‌ضعیف	-۱/۱	خ‌متوسط	-/۵	خ‌ضعیف	/۱۸	-	-/۹۷	خ‌ضعیف	-/۰۲	خ‌ضعیف

۵- نتیجه گیری

مروری بر روند رشد و توسعه دانش اقلیم‌شناسی مبین این واقعیت است که استفاده از روش‌های آماری در روند فعلی مطالعات اجتناب‌ناپذیر است، خصوصاً در اقلیم‌شناسی بعضی پدیده‌های مخرب مانند خشک‌سالی و پیش بینی‌های مربوط به آن اجباراً باید از آمار و احتمالات استفاده کرد. بر اساس مطالب فوق امروزه آمار و استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های آماری بخشی از دانش اقلیم‌شناسی را تشکیل می‌دهد. لازم به ذکر است که لزوم استفاده وسیع از آمار در اقلیم‌شناسی اولاً به علت اجبار در استفاده از آمار و احتمال برای پیش بینی‌ها (خصوصاً خشک‌سالی)، ثانیاً به سبب نتایج بسیار مفید و ثمر بخش آن بوده است. به علل فوق تکنیک‌ها خصوصاً روش‌های پیش بینی آماری و استفاده از آن‌ها در اقلیم‌شناسی در حال توسعه است و روش‌های جدیدی نیز مثل روش پیش بینی ARIMA، روش زنجیره‌های «مارکف» و سایر روش‌ها ابداع و مورد استفاده اقلیم شناسان قرار می‌گیرد. در این تحقیق ما با استفاده از چندین شاخص آماری ساده اما دقیق اقدام به بررسی مسأله‌ی خشک‌سالی در شش ایستگاه منتخب حوضه‌ی دریاچه‌ی ارومیه کردیم. نتیجه‌ی اصلی این تحقیق این است که خشک‌سالی از واقعیت‌های مهم اقلیمی ایستگاه‌های حوضه می‌باشد و میزان بارش‌های ایستگاه‌های مختلف حوضه نیز تا حدود زیادی نوسان دارند. بر این اساس و با در نظر گرفتن اهمیت بارندگی‌ها در تأمین آب، کشاورزی و کلاً تمام امور زندگی لازم می‌آید که با انجام تمهیداتی از قبیل ذخیره‌ی آب، استفاده‌ی درست و بهتر از منابع آب موجود، حفاظت از آب و ممانعت از هرز و هدر رفتن آن و سایر اقدامات، به مقابله با خشک‌سالی‌های محتمل دیگری که وقوع آنها اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد، اقدام کنیم.

سخن آخر این که با توجه به سیمای طبیعی حوضه و ایستگاه‌های آن چنین به نظر می‌رسد که وقوع خشک‌سالی‌ها می‌تواند از طریق دو عامل توجیه شود: عامل اول نوسانات دوره‌ای اقلیم، عامل دوم نرسیدن یا کامل نرسیدن توده‌ی هوای مرطوب و باران آور خصوصاً توده‌ی هوای باران آور مدیترانه‌ای، و در قسمت‌های شرقی‌تر حوضه، توده هوای مرطوب خزری که تاخیر یا نبود آن‌ها خشک‌سالی‌ها را به وجود می‌آورد.

فهرست منابع و ماخذ

۱- فرج‌زاده، م. موحد دانش، ع. قائمی، ه. (۱۳۷۴)، "خشک‌سالی در ایران" دانش کشاورزی، نشریه دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۵۲ - ۵:۳۱.

۲- کمالی، غ. (۱۳۶۸)، "بررسی عوامل مختلف آب و هوایی در ارتباط با خشک‌سالی ۱۳۶۸ در خراسان" نیوار، ۲۲-۱۵:۹.

۳- مقدسی، ف. (۱۳۷۵)، "بررسی روند خشکسالی از دیدگاه کشاورزی" نیوار، ۵۱-۳۷:۲۹.

۴- موحد دانش، ع. ساری صراف، ب. ذوالفقاری، ح. (۱۳۷۷)، "بررسی دوره‌های خشک و مرطوب شمال غرب ایران" دانش کشاورزی جلد ۸، ۱۳۹-۱۱۷:۲و۱.

5- Bazuhair. A. s; A. Algohani (1997) "Determination of monthly wet dry; periods in Saudi, Arabia" International Journal of Climatology Vol.:17:3:303-311

6- Peseti G; B. Pichotha. L. Duckstein (1996) "A fuzzy rule based approach to drought assessment" Water Resource Research. Vol.32.No:E:1741-1747.

7- Piechota. T. V; J. A. Dracup (1996) "Drought and regional hydrology irrigation in the U.S.A.C" Water Resource Research. Vol.32.No:E:1359-13.

8- Scian B; M. Donnari (1997) "Retrospective analysis of the Palmer drought Severity Index in the semi arid PAMPAS region." International Journal of Climatology. Vol.17.No:3:313-323.