

بررسی خشکسالی و روند وقوع آن در ارومیه

نبی خلیلی اقدم^۱، ابوالفضل مساعدی^۲ و ناصر لطیفی^۳

^۱ کارشناس ارشد زراعت، دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲ آستاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۴/۱۱/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۸/۲۳

چکیده

خشکسالی یکی از پدیده‌های طبیعی است که در همه شرایط آب و هوایی و در نقاط مختلف کره زمین حادث می‌شود. به‌رغم خساراتی که پدیده خشکسالی به کشاورزی، منابع طبیعی، منابع آب، محیط زیست و... وارد می‌نماید، ابعاد این پدیده هنوز به خوبی شناخته نشده‌است. تحقیق مورد نظر به منظور بررسی پدیده خشکسالی و روند وقوع آن در ارومیه انجام شده‌است. به این منظور از آمار بارندگی ماهیانه ایستگاه سینوپتیک ارومیه برای یک دوره آماری ۴۰ ساله استفاده گردیده‌است. پریودهای زمانی که وقوع خشکسالی در آنها مورد بررسی قرار گرفته‌است، شامل ۲۲ پریود می‌باشد که از آن جمله می‌توان به پریودهای ماهیانه، فصلی و سالیانه اشاره نمود. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در طول دوره آماری در همه پریودها، خشکسالی و ترسالی با شدت‌های متفاوت مشاهده شده‌است، ضمن اینکه در برخی از زمان‌ها شرایط در حد نرمال و یا نزدیک آن بوده‌است. هر چه پریود مورد بررسی طولانی‌تر باشد (به‌عنوان مثال، پریود سالانه)، ضریب تغییرات بارندگی، در آن کمتر می‌باشد. در عوض، هر چه پریود مورد بررسی کوتاه‌تر باشد (به‌عنوان مثال، پریود ماهانه) ضریب تغییرات بارندگی در آن بیشتر است. بیشترین دامنه تغییرات بارندگی مربوط به ماه‌های جولای و اگوست می‌باشد، ضمن آنکه ضریب تغییرات مقادیر بارندگی در پریود سالیانه از سایر پریودها کمتر است. در ضمن عموماً هر ۱۱ سال (به‌طور متوسط در هر ۱۰ تا ۱۲ سال)، یک خشکسالی و یا ترسالی شدید یا نسبتاً شدید در منطقه مورد نظر مشاهده شده‌است.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی، ضریب تغییرات بارندگی، نوسانات بارندگی، ارومیه

مقدمه

آتش‌فشان‌ها و غیره مربوط می‌شود، تحت عنوان بلاهای زمین‌شناسی خوانده می‌شوند. بخشی دیگر از بلاهای طبیعی که ناشی از تغییرات و نوسانات آب و هوایی مانند رخداد سیل، وقوع خشکسالی، طوفان، رعد و برق و غیره است، به‌عنوان بلاهای اقلیمی و اکولوژیکی قلمداد می‌گردند.

نگاهی به تاریخ زیست انسان در روی کره زمین نشان می‌دهد که بشر همواره در معرض انواع بلاهای طبیعی بوده‌است. بخشی از این بلاها که به ویژگی‌های زمین‌شناسی و تکتونیکی مناطق همچون زلزله‌ها،



تاکنون بیش از ده‌ها شاخص خشکسالی معرفی شده‌اند که بعضی از آنها عبارتند از: شاخص درصدی از نرمال، شاخص ذخیره آب سطحی، شاخص شدت خشکسالی پالمر، شاخص رطوبت محصول، شاخص دهک‌ها، شاخص بارندگی استاندارد، شاخص بارش سراسری برکلی و شاخص بارش موثر مرکز بین‌المللی تعدیل خشکسالی نیز شاخصی تحت عنوان شاخص بارش استاندارد را برای نشان دادن شرایط ذخیره رطوبت مورد استفاده قرار داده‌است. از جمله ویژگی‌های متمایزکننده این شاخص این است که شناسایی و ظاهر شدن ماه‌هایی که در آن‌ها خشکسالی اتفاق افتاده‌است، زودتر از شاخص پالمر مشاهده می‌شود. علاوه بر آن، این شاخص برای مقیاس‌های زمانی متفاوت می‌تواند بکار رود، هر چند که به این شاخص هم اشکالاتی وارد شده‌است.

در زمینه خشکسالی‌ها و عوارض آن مطالعات مختلفی انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مواردی چون توالی خشکسالی‌های بلندمدت دره هادسون نیویورک (کوک، ۱۹۸۲)، مطالعه خشکسالی در شمال نیجریه (اولادیپو، ۱۹۹۳)، بررسی خشکسالی جنوب صحرا (لمب، ۲۰۰۰)، تغییر پذیری فصلی و سالانه بارندگی در هند (کریشنا مورتی و شولکا، ۲۰۰۰)، تغییر ویژگی‌های بارندگی در شمال نیجریه (تاهول و مینگ، ۲۰۰۰) و رابطه بین النینو و خشکسالی در بوتسوانا (نیکولسون، ۲۰۰۰) اشاره کرد که به روش‌های مختلف به بررسی و تفسیر پدیده خشکسالی پرداختند.

بررسی‌های مربوط به احتمال تکرار خشکسالی‌ها و سایر پدیده‌های طبیعی به صورت رخدادهای منظم، بخش زیادی از تحقیقات محققان را به خود اختصاص داده است، به‌طوری که بیش از هزار مقاله در رابطه با ارتباط رخدادهای آب و هوایی با سیکل ۱۱ ساله گلف‌های خورشیدی گزارش شده‌است (بران و رادیر، ۱۹۸۵).

علاوه بر تحقیقات ذکرشده، در ایران نیز تحقیقات دیگری در رابطه با این پدیده صورت گرفته‌است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. فرج‌زاده و همکاران

دو مفهوم خشکی و خشکسالی کاملاً با یکدیگر متفاوتند. خشکی نوعی ویژگی دائم آب و هوایی در یک منطقه است که عبارت از عدم کفایت بارش در حد لازم برای ادامه فعالیت‌های حیاتی و عادی موجودات زنده در آن منطقه می‌باشد. در حالی که خشکسالی عبارت از خشکی در حد کمتر از معمول منطقه مورد نظر است. بنابراین خشکسالی ویژگی دائمی منطقه نبوده‌است و در هر رژیم آب و هوایی ممکن است مشاهده شود. حتی در مناطق مرطوب که مقدار بارندگی نسبت به مناطق خشک بسیار زیاد است، در برخی از سال‌ها، میزان بارش از حد طبیعی یا میانگین دراز مدت بسیار کمتر می‌باشد که در این صورت، در آن سال خشکسالی رخ داده است.

نگاهی به تعاریف این واژه از طرف محققان مختلف، مشخص می‌کند که آن‌ها براساس تخصص خود و یا میزان توجه خود به متغیرهای آب و هوایی مانند بارش، دما، رطوبت نسبی، تبخیر و...، یا متغیرهای کشاورزی مانند رطوبت خاک و شرایط تطبیق گونه‌های گیاهی، یا متغیرهای هیدرولوژیکی مانند جریان‌های سطحی و زیرزمینی، یا متغیرهای اقتصادی مانند میزان تولید محصولات کشاورزی و یا ترکیبی از این متغیرها مسئله را بررسی و تعریف کرده‌اند.

به نظر پالمر (۱۹۶۵) خشکسالی عبارت از کمبود رطوبت مستمر و غیرطبیعی است. در تعریف وی واژه مستمر بیانگر زمان آغاز تا پایان خشکسالی یا زمان تداوم آن بوده و واژه غیرطبیعی به انحراف یا نوسان منفی شاخص مورد نظر نسبت به شرایط میانگین طبیعی اطلاق می‌شود. در واقع، عموم محققانی که در این زمینه فعالیت می‌کنند در تعریف مذکور هم‌عقیده هستند. ولی با توجه به نیاز و زمینه‌های کاری خود تعریف‌های خاصی را ارائه داده‌اند و بدین لحاظ، انواع عمده خشکسالی تحت عناوین خشکسالی آب و هوایی یا هواشناسی، خشکسالی کشاورزی، خشکسالی هیدرولوژیکی و خشکسالی اجتماعی-اقتصادی بیان گردیده‌است.



(۱۹۹۵) در تحقیقی با عنوان خشکسالی در ایران با استفاده از شاخص‌های آماری با انتخاب ۳۱ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی در دوره آماری مشترک ۳۰ ساله با محاسبه و مقایسه شاخص‌های مختلف آماری، شاخص درصد بارش میانگین دراز مدت را به عنوان شاخص منتخب جهت بررسی ویژگی‌های رخداد خشکسالی به کار گرفته و در نهایت پراکندگی جغرافیایی آن در سطح کشور را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داده است که رویداد خشکسالی در بخش‌های جنوبی، شرقی و مرکزی از فراوانی بیشتر، دوره تداوم طولانی، شدت زیاد و گسترش وسیع برخوردار است.

کمالی و خزانهداری (۲۰۰۲) در تحقیقی به منظور بررسی وضعیت خشکسالی مشهد از سه روش تحلیل بارش، شاخص درصد نرمال و دهک‌ها استفاده نمودند. براساس گزارش نتایج آن‌ها آخرین خشکسالی در آن زمان از سال ۱۳۷۸ آغاز شده و تا سال ۱۳۸۰ ادامه داشته است. همچنین خشکسالی‌های شدید مشابهی در سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۴۹ در این شهر اتفاق افتاده است و شدت خشکسالی در ماه‌های آغازین سال زراعی ۱۳۸۱-۱۳۸۰ بسیار شدید بوده و در اسفندماه از شدت آن کاسته شده است.

نصرتی و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی با عنوان شناخت مناطق همگن در بررسی خشکسالی هیدرولوژیکی با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره در مناطق خشک و نیمه خشک، به منظور دستیابی به مناطق همگن، یک دسته ۱۷ متغیره اقلیمی، فیزیوگرافی، زمین شناسی و آب شناسی را در ۱۶ ایستگاه حوضه آبخیز رودخانه اترک، با تحلیل عاملی و تجزیه خوشه‌ای مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که کل منطقه بر اساس آزمون‌های آماری انجام شده در بررسی خشکسالی هیدرولوژیکی همگن نبوده، اما دو منطقه همگن حاصل از تجزیه خوشه‌ای را تایید نمود.

لشنی‌زند (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی‌های اقلیمی در شش حوضه

واقع در غرب و شمال غرب کشور، ابتدا نقشه‌های پهنه‌بندی ماهانه خشکسالی برای یک دوره سی ساله را تهیه نمود. سپس با استفاده از سری‌های زمانی شاخص SPI برای تمامی ایستگاه‌ها، متوسط شدت خشکسالی در هر حوضه را استخراج نمود. آن‌گاه اقدام به ترسیم منحنی‌های شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی نمود و نتیجه گرفت که وقوع خشکسالی با تداوم‌های یک تا سه ماهه، حتی در ایستگاه‌های واقع در مناطق نیمه مرطوب پدیده‌ای معمول و بازگشت کننده است.

این تحقیق به منظور بررسی وضعیت نوسانات بارندگی در پریودهای زمانی مختلف و با هدف بررسی پدیده خشکسالی و روند وقوع آن در منطقه ارومیه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

آمار بارندگی ماهیانه ایستگاه سینوپتیک ارومیه (با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۱۵/۹ متر از سطح دریا) از مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی استان آذربایجان غربی اخذ شد. داده‌های بارندگی ماهیانه طی سال‌های آبی ۳۱-۱۳۳۰ الی ۷۹-۱۳۷۸ به عنوان داده‌های دوره آماری در نظر گرفته شدند. به این منظور، مقادیر بارش و همچنین مقادیر انحراف از میانگین، ضریب تغییرات، دامنه تغییرات، حداکثر و حداقل بارندگی در هر یک از پریودهای زمانی ۲۲ گانه زیر تعیین شدند. علاوه بر آن، مقادیر شاخص بارش و همچنین مقادیر انحراف از میانگین، ضریب تغییرات، دامنه تغییرات، حداکثر و حداقل شاخص بارش (PI)، در هر یک از پریودهای زمانی ذکر شده نیز تعیین شدند.

به منظور محاسبه شاخص بارش از معادله (۱) استفاده شد:

$$PI_i = \frac{x_i - x_{ave}}{SD} \quad (1)$$

در این معادله:



که هرگاه این شاخص بیشتر از یک باشد شرایط در حد ترسالی است و هرگاه این شاخص به عدد منهای یک و یا کمتر برسد بیان کننده شرایط خشکسالی است. بنابراین، برای هر یک از پریودهای مورد بررسی هرگاه مقدار PI به ۱- یا کمتر از آن برسد، خشکسالی رخ داده است و هر چه مقدار PI کمتر باشد، نشان دهنده شدت بیشتر خشکسالی است. در ضمن، منظور از خشکسالی الزاماً یک سال خشک نمی باشد، بلکه خشکسالی در هر یک از پریودهای مورد بررسی ممکن است حادث شود. به عبارت دیگر، در مواقعی ممکن است خشکسالی فقط در یک پریود فصلی و یا حتی فقط در یک پریود ماهانه (به عنوان مثال، ماه اکتبر) حادث شده باشد.

نتایج

همان گونه که ذکر شد به منظور تعیین روند وقوع خشکسالی و تعیین سیکل دوره های پرباران (مرطوب)، نرمال و کم باران (خشک) و همچنین شدت خشکسالی و ترسالی در محدوده ایستگاه ارومیه، از شاخص (PI) استفاده شده است. زمان هایی که در طول دوره آماری مورد بررسی در هر یک از پریودهای ۲۲ گانه دارای خشکسالی شدید بوده اند، تعیین شدند، که به عنوان نمونه زمان وقوع شدیدترین خشکسالی ها در بعضی از پریودهای مورد بررسی ذکر می شوند:

- شش ماهه اول سال آبی: سال های ۴۵-۱۳۴۴، ۶۶-۱۳۶۵، ۶۸-۱۳۶۷، ۷۰-۱۳۶۹ و ۷۹-۱۳۷۸
- شش ماهه دوم سال آبی: سال های ۵۰-۱۳۴۹، ۵۴-۱۳۵۳، ۶۳-۱۳۶۲، ۷۸-۱۳۷۷ و ۷۹-۱۳۷۸
- نه ماه فصل زراعی: سال های ۴۴-۱۳۴۳، ۵۴-۱۳۵۳، ۶۸-۱۳۶۷، ۷۸-۱۳۷۷ و ۷۹-۱۳۷۸
- نه ماه ژانویه تا سپتامبر: سال های ۶۲-۱۳۶۱، ۶۶-۱۳۶۵، ۶۸-۱۳۶۷، ۷۸-۱۳۷۷ و ۷۹-۱۳۷۸

همچنین زمان هایی که در هر یک از پریودهای مورد بررسی دارای بارندگی زیاد و اصطلاحاً بیشترین بارندگی نسبت به مدت مشابه در سال های قبل و بعد از خود

PI: شاخص بارش در سال آلم (بدون بعد)، X_i : مقدار بارندگی در سال آلم (میلی متر)، X_{ave} : مقدار متوسط بارندگی (میلی متر)، SD: انحراف معیار (میلی متر) می باشند. در ضمن با توجه به معادله ۱ می توان ثابت نمود که

$$\sum_{i=1}^n PI_i = 0 \quad (2)$$

در معادله ۲: n : طول دوره آماری می باشد.

معادلات به کار گرفته شده برای سایر شاخص های آماری نیز همان معادلات شناخته شده آن ها است.

پریودهای زمانی ۲۲ گانه مورد بررسی عبارتند از:

الف) پریودهای ماهانه (۱۲ پریود، شامل هر یک از ماه های سال: "اکتبر، نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، می، ژوئن، جولای، آگوست، سپتامبر")

ب) پریود سالانه (۱ پریود، "اکتبر تا سپتامبر")

ج) پریودهای فصلی (۴ پریود، شامل هر یک از فصل های سال: "پائیز، زمستان، بهار، تابستان")

د) پریودهای شش ماهه (۳ پریود، شامل: شش ماهه اول سال آبی "اکتبر تا مارس" و شش ماهه دوم سال آبی "آوریل تا سپتامبر" و پریود "ژانویه تا ژوئن")

ه) پریود ۹ ماه (۲ پریود، شامل: فصل زراعی "اکتبر تا ژوئن" و پریود "ژانویه تا سپتامبر").

سپس نمودار تغییرات شاخص بارش و مقدار بارندگی در طول دوره آماری برای هر یک از پریودهای ۲۲ گانه ذکر شده رسم گردید. علاوه بر این، نمودار تغییرات مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین، ضریب تغییرات و دامنه تغییرات بارندگی و همچنین شاخص بارندگی در طول دوره آماری مورد نظر برای هر یک از پریودهای ذکر شده رسم شد. از طرف دیگر سال وقوع کمترین و بیشترین بارندگی در هر یک از پریودهای مورد نظر به طور جداگانه بررسی شد که نتایج آن ارائه خواهد شد. با توجه به معادله ۲، حاصل جمع مقادیر PI در طول دوره آماری برای هر پریود برابر صفر می باشد. به طور کلی در هر پریود زمانی و در هر سال هرچه شاخص PI به صفر نزدیک تر باشد، آن پریود زمانی در آن سال به شرایط متوسط بارندگی خود نزدیک تر بوده است. می توان گفت



بوده‌اند، تعیین شدند که به‌عنوان نمونه زمان وقوع پربران‌ترین دوره در بعضی از پرپیودهای مورد بررسی ذکر می‌شوند:

- شش ماهه اول سال آبی: سال‌های ۳۶-۱۳۳۵، ۴۷-۱۳۴۶، ۴۸-۱۳۴۷، ۷۲-۱۳۷۱ و ۷۳-۱۳۷۲
- شش ماهه دوم سال آبی: سال‌های ۳۵-۱۳۳۴، ۴۳-۱۳۴۲، ۴۸-۱۳۴۷، ۶۷-۱۳۶۶ و ۷۳-۱۳۷۲
- نه ماه فصل زراعی: سال‌های ۳۵-۱۳۳۴، ۴۷-۱۳۴۶، ۴۸-۱۳۴۷ و ۷۲-۱۳۷۱ و ۷۳-۱۳۷۲
- نه ماه ژانویه تا سپتامبر: سال‌های ۳۶-۱۳۳۵، ۴۷-۱۳۴۶، ۴۸-۱۳۴۷، ۷۲-۱۳۷۱ و ۷۳-۱۳۷۲

دامنه تغییرات بارندگی و ضریب PI در پرپیودهای زمانی مختلف در طی سال‌های آماری ۳۱-۱۳۳۰ الی ۷۹-۱۳۷۸ در جدول ۱ ارائه شده‌است. مقادیر متوسط بارندگی، انحراف معیار و ضریب تغییرات آن‌ها در دوره‌های ۶ ساله و ۱۱ ساله در پرپیودهای زمانی ذکر شده طی سال‌های آماری بیان شده، به ترتیب در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده‌است.

نمودار مقادیر بارندگی سالیانه در طول دوره آماری در شکل ۱ نشان داده شده‌است. هیستوگرام مقادیر متوسط بارندگی و ضریب تغییرات بارندگی در طول دوره آماری برای هر یک از پرپیودهای مورد بررسی شکل ۲ نشان داده شده‌است. شکل‌های ۳ و ۴ مقادیر ردیف شده بارندگی در ماه‌های آوریل و جولای را در طول دوره آماری نشان می‌دهند. هیستوگرام مقادیر ضریب تغییرات متوسط بارندگی در دوره‌های ۶ ساله و ۱۱ ساله در پرپیودهای زمانی ذکر شده و طی سال‌های آماری بیان شده، در شکل ۵ نشان داده شده‌است.

نتیجه‌گیری و بحث

با توجه به شکل ۱ و جدول ۱ مشاهده می‌شود که نوسانات بارندگی در منطقه مورد مطالعه زیاد است. بیشترین ضریب تغییرات بارندگی به ترتیب در ماه‌های جولای، آگوست و سپتامبر (ماه‌های فصل تابستان) و



همچنین کمترین ضریب تغییرات بارندگی در پرپیودهای سالانه و ۹ ماه فصل زراعی مشاهده شده‌است (جدول ۱ و شکل ۲). این امر نشان‌دهنده تغییرپذیری شدید بارندگی در ماه‌های فصل تابستان نسبت به سایر ماه‌های سال و سایر پرپیوها می‌باشد. از طرف دیگر، پایین بودن ضریب تغییرات بارندگی سالیانه و ۹ ماهه زراعی در مقایسه با سایر پرپیوها نشان‌دهنده تغییرات کمتر بارندگی در این پرپیوها در مقایسه با سایر پرپیوها می‌باشد. کمترین میزان متوسط بارندگی ماهیانه در ماه‌های جولای، آگوست و سپتامبر و بیشترین میزان متوسط بارندگی ماهیانه در ماه‌های آوریل، مارس و می (جدول ۱ و شکل ۲) مشاهده شده‌است. این امر نیز نشان می‌دهد که بارندگی تابستانه در این منطقه ناچیز است و بیشترین بارندگی در اواخر زمستان و اوائل بهار به وقوع می‌پیوندد. این موضوع با نتایج فرج‌زاده و همکاران، (۱۹۹۵) همخوانی دارد. بنا براین می‌بایست از کشت محصولات تابستانه که به آب زیادی احتیاج دارند، خودداری نمود.

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، کمترین دامنه تغییرات ضریب PI ماهیانه و همچنین کمترین ضریب تغییرات بارندگی ماهیانه در ماه آوریل به وقوع پیوسته‌است. این موضوع در شکل‌های ۲ و ۳ نیز قابل مشاهده‌است؛ به گونه‌ای که تغییر در مقادیر ردیف شده بارندگی در ماه آوریل به صورت خطی و نسبتاً یکنواخت مشاهده می‌شود (شکل ۳). در حالی که تغییر در مقادیر ردیف شده بارندگی در ماه جولای به صورت غیر خطی می‌باشد (شکل ۴). بر عکس، در ماه جولای ضریب تغییرات بارندگی بسیار زیاد می‌باشد و در حدود ۲۰۰ درصد است (جدول ۱ و شکل ۲). این بخش از نتایج با نتایج تحقیقات کریشنا مورتی و شولکا (۲۰۰۰)، در رابطه با تغییر پذیری فصلی و سالانه بارندگی در هند هم‌سو می‌باشد.

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، ضریب تغییرات بارندگی در ماه‌های جولای، آگوست و سپتامبر نسبت به سایر پرپیوهای مورد بررسی بسیار زیاد می‌باشد.

۱۳۴۶، ۱۳۵۷-۵۸ و ۱۳۶۸-۶۹ نسبت به متوسط بارندگی در فصل بهار و یا کاهش شدید بارندگی در فصل بهار سالهای آبی ۱۳۵۶-۵۷، ۱۳۶۷-۶۸ و ۱۳۷۸-۷۹ نسبت به متوسط بارندگی در فصل بهار اشاره نمود. در مواردی نیز به نظر می رسد که فواصل تکرار ترسالی و خشکسالی از ۱۱ سال یک سال کمتر و یا یک سال بیشتر شده است. در ضمن باید اشاره نمود که در فاصله بین دو خشکسالی ذکر شده ممکن است چند خشکسالی دیگر و یا حتی چند ترسالی نیز رخ داده باشد.

بنابراین، به نظر می رسد که دوره های ترسالی و خشکسالی از یک سیکل حدوداً ۱۱ ساله تبعیت کنند که در طی حدود ۱۱ سال (در مواردی ۱۰ و یا ۱۲ سال) علاوه بر ترسالی، سال های خشک و سال های نرمال نیز مشاهده می شوند. نتایج این بخش از تحقیق با گزارش های ارائه شده توسط بران و رادیر (۱۹۸۵) که اظهار می دارند بیش از هزار مقاله در رابطه با ارتباط رخداد های آب و هوایی با سیکل ۱۱ ساله گلف های خورشیدی گزارش شده است، همخوانی دارد.

در طول دوره آماری مورد مطالعه در هر یک از پریودهای ۲۲ گانه مورد بررسی، دوره های پرباران و مرطوب و همچنین دوره های کم باران و خشک مشاهده شده اند و ممکن است دو یا سه سال کم باران به صورت متوالی و پس از آن دو یا سه سال پرباران به صورت متوالی و یا بلافاصله پس از یک سال کم باران، یک سال پرباران، یا پس از یک سال پرباران، یک سال کم باران مشاهده شده باشد. این بخش از نتایج، با نتایج فرج زاده و همکاران (۱۹۹۵) و کمالی و خزانه داری (۲۰۰۲) همخوانی دارد. به طور کلی می توان اضافه کرد که در این منطقه مانند سایر مناطق خشکسالی یک پدیده طبیعی و قابل بازگشت می باشد و احتمالاً دوره گردش آن ۱۱ ساله و یا در همان حدود است، ضمن این که در هر سیکل بیش از یک خشکسالی و یا ترسالی مشاهده می شود.

علت این امر به تفاوت در منشا بارندگی های ماه های آوریل و جولای بر می گردد، زیرا ویژگی های بارندگی های تابستانه این منطقه، رگبار های شدید و بسیار نامنظم می باشد، در حالی که بارندگی های اوائل بهار عموماً ملایم و طولانی مدت هستند. همچنین با توجه به ضرایب تغییرات بارندگی در پریودهای مختلف می توان نتیجه گرفت که نوسانات بارندگی های تابستانه بسیار شدید بوده و برنامه ریزی برای استفاده از منابع آب، بر مبنای بارندگی های تابستانه دارای ریسک زیاد می باشد، در حالی که برنامه ریزی بر مبنای استفاده از بارندگی های زمستانه یا بهار ریسک کمتری را بدنبال دارد.

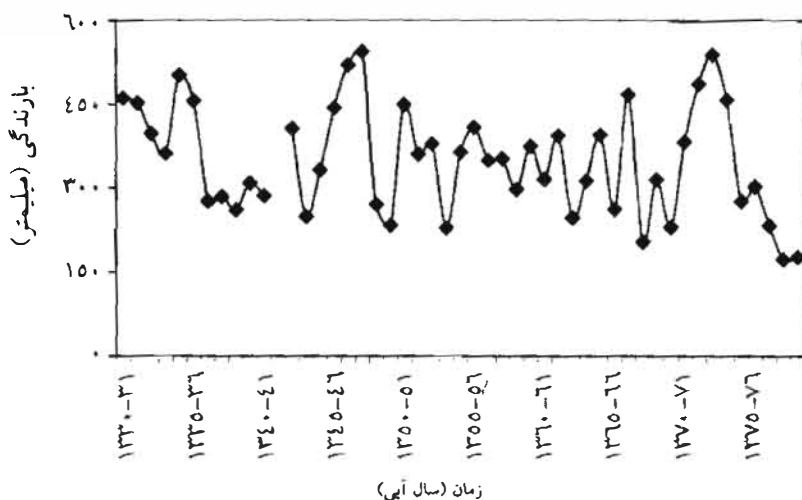
همان گونه که در جدول های ۲ و ۳ مشاهده می شود متوسط مقادیر بارندگی در دوره های ۶ ساله در پریودهای مختلف با یکدیگر نسبتاً زیاد تفاوت دارند. در حالی که همین پارامتر در دوره های ۱۱ ساله از تفاوت کمتری برخوردار است. به عبارت دیگر، نوسانات متوسط بارندگی در دوره های شش ساله به مراتب بیشتر از دوره های ۱۱ ساله است. با توجه به مقادیر ضریب تغییرات متوسط بارندگی در هر یک از پریودهای مورد بررسی و در هر یک از دوره های ۶ و ۱۱ ساله در شکل ۵ این موضوع می تواند بیشتر مورد توجه قرار گیرد. این مساله تا حدودی نیز می تواند بیان کننده وجود سیکل های حدوداً ۱۱ ساله در بروز ترسالی و یا خشکسالی باشد، ضمن آنکه سایر دوره ها چنین تفاوت زیادی را نشان نمی دهند.

به عنوان نمونه می توان به وقوع سال های پرباران در سال های آبی ۱۳۳۹-۴۰، ۱۳۵۰-۵۱، ۱۳۶۱-۶۲، ۱۳۶۱-۷۲، ۱۳۷۱ و یا وقوع خشکسالی در سال های آبی ۱۳۳۸-۳۹، ۱۳۴۹-۵۰ و ۱۳۶۰-۶۱ اشاره نمود که همگی با یکدیگر حدود ۱۱ سال فاصله دارند. در همین سال ها در نه ماهه فصل زراعی نیز ترسالی و خشکسالی به ترتیب مشاهده شده است. به عنوان مثالی دیگر می توان به افزایش شدید بارندگی در فصل بهار سال های آبی ۱۳۳۵-۳۶، ۱۳۳۵-۴۷-



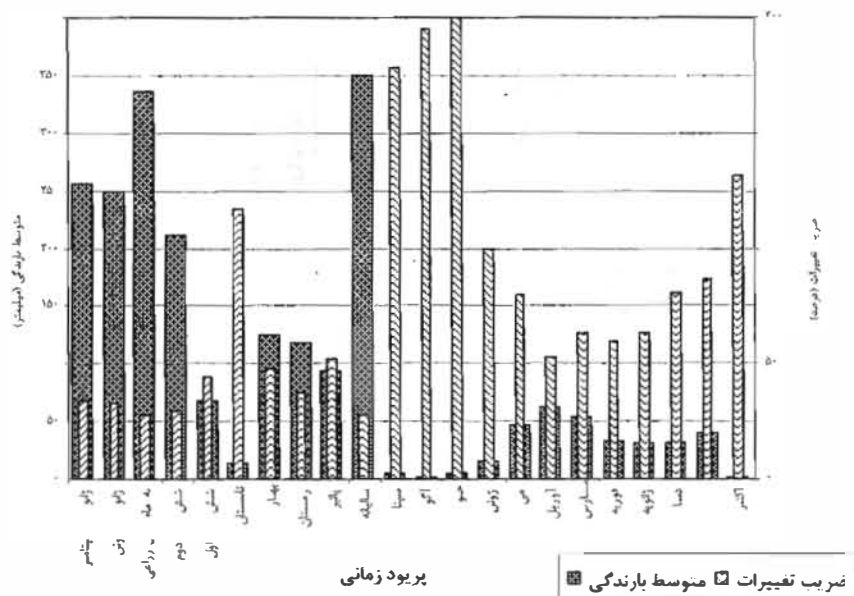
جدول ۱- مقادیر متوسط، ضریب تغییرات و دامنه تغییرات بارندگی و ضریب PI در پروندهای زمانی مختلف در طول دوره آماری.

پروید زمانی	متوسط	ضریب	حداکثر مطلق	حدائل مطلق	دامنه تغییرات
مقدار بارندگی (میلی متر)	تغییرات بارندگی (درصد)	بارندگی (میلی متر)	PI	بارندگی (میلی متر)	PI
اکبر	۲۲/۰۴	۱۳۱/۳۴	۱۱۳/۸	۳/۱۷	۰/۰
نوامبر	۴۰/۶۵	۸۶/۲۸	۱۱۳/۰	۲/۷۲	۰/۰
دسامبر	۳۰/۹۲	۸۰/۷۹	۱۱۷/۴	۳/۴۶	۰/۶
ژانویه	۳۰/۶۷	۶۲/۸۴	۹۱/۰	۳/۱۳	۰/۰
فوریه	۳۳/۷۳	۵۹/۲۸	۱۲۰/۸	۴/۳۵	۴/۴
مارس	۵۳/۹۰	۶۳/۵۰	۱۵۴/۶	۲/۹۴	۳/۹
آوریل	۶۲/۸۹	۵۲/۷۷	۱۲۹/۶	۲/۰۱	۱۰/۰
می	۴۶/۳۴	۷۹/۹۹	۱۳۸/۹	۲/۵۰	۰/۵
ژوئن	۱۵/۲۹	۹۹/۰۷	۷۱/۶	۳/۷۲	۰/۰
جولای	۵/۹۱	۱۹۹/۷۳	۵۱/۲	۳/۸۴	۰/۰
آگوست	۲/۲۱	۱۹۴/۹۴	۲۱/۶	۵/۰۵	۰/۰
سپتامبر	۵/۰۴	۱۷۸/۷۷	۴۶/۴	۴/۵۹	۰/۰
سالیکانه	۳۴۹/۵۹	۲۸/۰۸	۵۴۵/۱	۱/۹۹۱	۱۷۲/۸
پائیز	۹۳/۶۱	۵۱/۵۸	۲۳۴/۴	۲/۹۱	۱۸/۷
زمستان	۱۱۸/۳۶	۳۷/۳۶	۲۲۳/۲	۲/۴۰	۴۰/۳
بهار	۱۲۴/۵۲	۴۷/۲۵	۲۵۱/۴	۲/۲۰	۳۸/۰
تابستان	۱۳/۱۵	۱۱۶/۵۰	۶۳/۹	۳/۳۰	۰/۰
شش ماهه اول	۶۷/۱۳۷	۴۴/۱۱	۲۶۳/۷	۲/۱۰	۴۰/۴
شش ماهه دوم	۲۱۱/۹۲	۲۹/۴۸	۳۷۰/۶	۲/۵۰	۷۴/۸
نه ماه فصل زراعی	۲۳۷/۴۴	۲۸/۱۰	۵۱۷/۴	۱/۹۰	۱۶۳/۸
ژانویه تا ژوئن	۲۴۸/۷۳	۳۳/۰۴	۴۴۵/۴	۲/۴۰	۱۱۱/۷
ژانویه تا سپتامبر	۲۵۵/۸	۲۳/۳۵	۴۷۰/۰	۲/۵۱	۱۱۴/۱

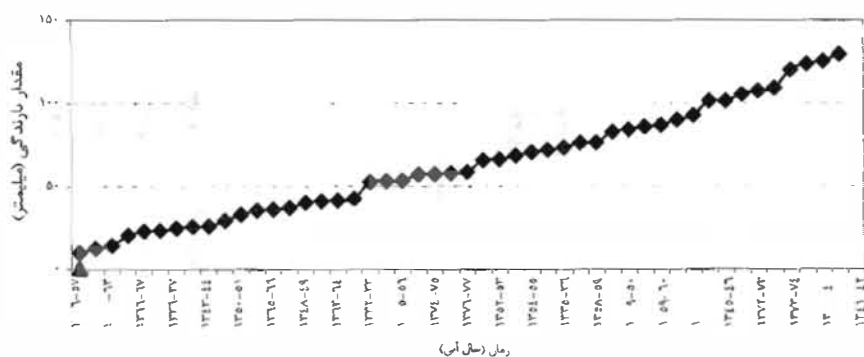


شکل ۱- نمودار تغییرات بارندگی سالیکانه در طول دوره آماری.

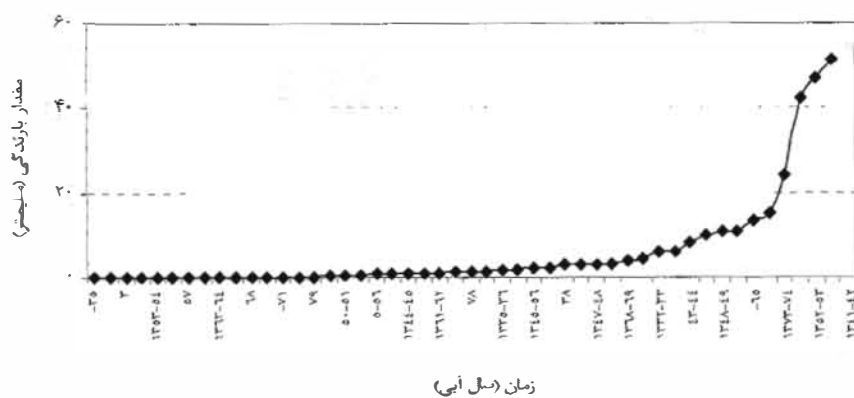




شکل ۲- هیستوگرام مقادیر متوسط بارندگی و ضریب تغییرات بارندگی در طول دوره آماری برای هر یک از پروندهای مورد بررسی.



شکل ۳- نمودار مقادیر ردیف شده بارندگی در ماه آوریل در طول دوره آماری.



شکل ۴- نمودار مقادیر ردیف شده بارندگی در ماه جولای در طول دوره آماری.



جدول ۷- مقادیر متوسط بارندگی، انحراف معیار و ضریب تغییرات آن در دوره‌های ۶ ساله در پرونده‌های زمانی مختلف طی سال‌های ۳۱-۱۳۳۰ الی ۷۸-۱۳۷۷ در ارومیه.

دوره‌های ۶ ساله	اکتبر	نوامبر	دسامبر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر
۱۳۳۰-۳۱	۱۰/۷۷	۴۵/۳۳	۳۸/۹۰	۲۴/۰۰	۵۰/۱۷	۸۱/۴۸	۹۱/۴۲	۴۹/۶۷	۲۴/۴۸	۱۰/۱۲	۱/۹۸	۱۰/۵۳
۱۳۳۶-۳۷	۸/۲۴	۴۸/۸۴	۱۰/۹۴	۳۷/۲۴	۳۵/۲۸	۳۴/۶۶	۵۵/۶۲	۳۲/۷۰	۱۲/۶۸	۴/۰۸	-/۴۰	۲/۲۰
۱۳۴۲-۴۳	۴۴/۴۳	۲۹/۱۸	۲۶/۹۵	۴۷/۱۷	۴۰/۲۷	۶۸/۵۲	۸۵/۱۲	۴۶/۸۳	۱۳/۳۷	۲/۳۵	۳/۵۲	۸/۴۸
۱۳۴۸-۴۹	۱۲/۷۳	۲۹/۲۰	۳۱/۶۰	۲۷/۷۲	۲۳/۵۸	۴۶/۰۰	۵۵/۶۳	۵۷/۴۸	۱۸/۴۲	۱/۰۵	۱/۳۰	۶/۰۷
۱۳۵۴-۵۵	۱۸/۳۸	۳۴/۰۷	۴۴/۴۷	۳۶/۱۳	۲۹/۹۵	۴۹/۴۲	۶۴/۴۰	۵۵/۶۲	۲۰/۱۷	-/۹۵	۲/۱۸	۲/۰۸
۱۳۶۰-۶۱	۲۸/۷۳	۶۸/۲۲	۱۹/۲۲	۱۶/۱۰	۳۱/۲۷	۵۰/۶۵	۳۶/۴۲	۵۱/۷۰	۱۲/۴۳	۲/۶۳	۱/۸۳	۱/۵۸
۱۳۶۶-۶۷	۴۱/۰۲	۲۷/۳۵	۵۴/۲۸	۲۱/۹۷	۲۹/۶۰	۵۲/۳۸	۵۱/۱۷	۵۰/۴۷	۹/۷۲	۳/۵۵	۵/۸۵	-/۰۷
متوسط (میلی‌متر)	۲۳/۴۷	۴۰/۳۱	۳۲/۳۴	۳۰/۰۵	۳۴/۳۰	۵۴/۷۳	۶۲/۸۳	۴۹/۲۱	۱۵/۹۰	۳/۵۳	۲/۴۴	۴/۴۳
انحراف معیار (میلی‌متر)	۱۴/۷۷	۱۴/۸۹	۱۴/۹۰	۱۰/۶۷	۸/۶۹	۱۵/۴۷	۱۹/۳۸	۸/۱۲	۵/۲۵	۳/۱۳	۱/۷۸	۳/۹۶
ضریب تغییرات (درصد)	۶۲/۹۴	۳۶/۹۵	۴۶/۰۶	۳۵/۵۳	۲۵/۳۵	۲۸/۲۶	۳۰/۸۵	۱۶/۵۰	۳۳/۰۱	۸۸/۵۹	۷۲/۸۴	۸۹/۳۱

ادامه جدول ۷-۲

دوره‌های ۶ ساله	سالانه	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	شش ماه اول	شش ماه دوم	نه ماه فصل زراعی	ژوئن الی ژانویه	ژانویه الی سپتامبر
۱۳۳۰-۳۱	۴۳۸/۸۵	۹۵/۰۰	۱۵۵/۶۵	۱۶۵/۵۷	۲۲/۶۳	۱۸۸/۲۰	۲۵۰/۶۵	۴۱۶/۲۲	۳۳۱/۳۳	۳۴۳/۸۵
۱۳۳۶-۳۷	۲۸۲/۸۸	۶۸/۰۲	۱۰۷/۱۸	۱۰۱/۰۰	۶/۶۸	۱۰۷/۶۸	۱۷۵/۲۰	۲۷۶/۲۰	۲۱۲/۲۶	۲۱۴/۸۶
۱۳۴۲-۴۳	۴۱۶/۸۸	۱۰/۵۷	۱۵۵/۹۵	۱۴۵/۳۲	۱۴/۳۵	۱۵۹/۶۷	۲۵۶/۵۲	۴۰۱/۸۳	۳۰۳/۶۲	۳۱۵/۶۲
۱۳۴۸-۴۹	۳۲۰/۲۰	۷۳/۵۳	۹۷/۳۰	۱۳۱/۵۳	۱۷/۸۳	۱۴۹/۳۷	۱۷۰/۸۳	۳۰۲/۳۷	۲۳۹/۳۰	۲۴۶/۶۷
۱۳۵۴-۵۵	۳۵۷/۸۲	۹۶/۹۲	۱۱۵/۵۰	۱۴۰/۱۸	۵/۲۲	۱۴۵/۴۰	۲۱۲/۴۲	۳۵۲/۶۰	۲۵۶/۶۳	۲۶۰/۹۰
۱۳۶۰-۶۱	۳۲۰/۷۸	۱۱۶/۱۷	۹۸/۰۲	۱۰۰/۵۵	۶/۰۵	۱۰۶/۶۰	۲۱۴/۱۸	۳۱۴/۷۳	۲۰۱/۲۰	۲۰۴/۶۲
۱۳۶۶-۶۷	۳۳۰/۲۵	۱۲۲/۶۵	۱۰۳/۹۵	۱۱۱/۳۵	۹/۴۷	۱۲۰/۸۲	۲۲۶/۶۰	۳۳۷/۹۵	۲۱۸/۸۵	۲۲۴/۷۷
متوسط (میلی‌متر)	۳۵۲/۵۲	۸۳/۲۷	۱۱۹/۰۸	۱۲۷/۹۳	۱۱/۷۵	۱۳۹/۶۸	۲۱۵/۲۰	۳۴۳/۱۳	۲۵۱/۸۸	۲۵۸/۷۶
انحراف معیار (میلی‌متر)	۵۶/۳۰	۳۷/۷۹	۲۵/۸۱	۲۴/۶۰	۶/۶۸	۲۹/۸۷	۲۳/۳۵	۵۱/۴۰	۴۸/۹۹	۵۲/۶۶
ات (درصد)	۱۵/۹۷	۴۵/۳۹	۲۱/۶۸	۱۹/۲۳	۵۶/۹۱	۲۱/۳۹	۱۵/۵۰	۱۴/۹۸	۱۹/۴۵	۲۰/۳۵

بی‌جایی اندم و همکاران



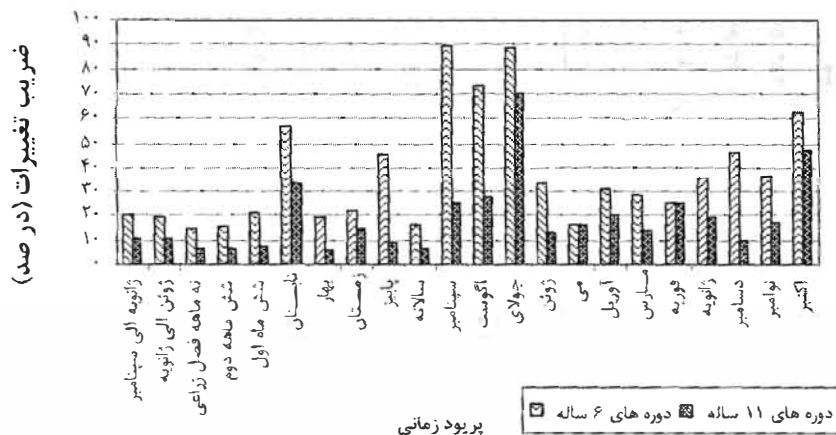


جدول ۳- مقادیر متوسط بارندگی، انحراف معیار و ضریب تغییرات آن در دوره‌های ۱۱ ساله در پیوندهای زمانی مختلف طی سال‌های ۳۱-۱۳۳۰ الی ۷۸-۱۳۷۷ در ارومیه.

دوره‌های ۱۱ ساله	اکتبر	نوامبر	دسامبر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر
۱۳۳۰-۳۱	۱۳۴۰-۴۱	۹/۶۲	۴۶/۹۳	۲۶/۱۹	۳۰/۰۲	۴۳/۴۰	۶۰/۲۰	۷۵/۱۵	۴۱/۹۵	۱۹/۱۲	۷/۳۷	۶/۷۵
۱۳۴۱-۴۲	۱۳۵۱-۵۲	۳۴/۰۲	۳۲/۵۷	۳۳/۰۱	۴۱/۲۹	۳۳/۸۱	۵۲/۸۶	۷۲/۵۳	۵۳/۷۹	۱۶/۳۹	۲/۴۹	۵/۳۹
۱۳۵۲-۵۳	۱۳۶۲-۶۳	۲۰/۵۵	۴۰/۵۶	۳۱/۲۵	۲۸/۴۲	۲۵/۳۵	۵۰/۸۰	۵۲/۸۲	۵۹/۶۸	۱۵/۶۰	۲/۳۷	۴/۷۷
۱۳۶۳-۶۴	۱۳۷۳-۷۴	۲۰/۹۰	۴۸/۶۹	۳۱/۹۹	۲۸/۴۰	۲۷/۰۳	۴۲/۴۷	۵۰/۵۷	۶۰/۷۱	۱۴/۰۰	۰/۷۵	۳/۶۱
متوسط (میلی‌متر)		۲۱/۲۷	۴۲/۱۹	۳۰/۶۱	۳۲/۰۳	۳۲/۴۰	۵۱/۵۸	۶۲/۷۷	۵۴/۰۳	۱۶/۲۸	۲/۰۳	۵/۱۳
انحراف معیار (میلی‌متر)		۹/۹۸	۷/۳۰	۳/۰۳	۶/۴۲	۸/۲۰	۷/۲۹	۱۲/۸۶	۸/۶۱	۲/۱۴	۲/۸۳	۰/۵۵
ضریب تغییرات (درصد)		۴۶/۹۳	۱۷/۳۱	۹/۹۱	۱۹/۴۱	۲۵/۳۰	۱۴/۱۴	۲۰/۴۹	۱۵/۹۴	۱۳/۱۵	۲۷/۲۵	۲۵/۵۰

ادامه جدول ۳-

دوره‌های ۱۱ ساله	سالانه	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	شش ماه اول	شش ماه دوم	نه ماه فصل زراعی	ژوئن الی ژانویه	ژانویه الی سپتامبر
۱۳۳۰-۳۱	۱۳۴۰-۴۱	۳۶۷/۹۵	۸۲/۷۴	۱۳۳/۶۲	۱۳۶/۲۲	۱۵/۳۸	۲۱۶/۳۵	۳۵۲/۵۷	۲۷۷/۲۱	۲۸۵/۲۲
۱۳۴۱-۴۲	۱۳۵۱-۵۲	۳۸۱/۱۲	۹۹/۶۰	۱۲۷/۹۶	۱۴۲/۷۱	۱۰/۸۶	۲۳۷/۵۶	۳۷۰/۳۷	۲۷۳/۶۵	۲۸۱/۵۳
۱۳۵۲-۵۳	۱۳۶۲-۶۳	۳۳۷/۲۰	۹۲/۳۵	۱۰۴/۵۶	۱۲۸/۱۰	۱۲/۱۸	۱۹۶/۹۲	۳۲۵/۰۲	۲۳۷/۷۰	۲۴۴/۸۵
۱۳۶۳-۶۴	۱۳۷۳-۷۴	۳۳۱/۱۷	۱۰۱/۵۸	۹۷/۹۴	۱۲۵/۲۸	۶/۳۷	۱۳۱/۶۵	۳۲۴/۸۰	۲۲۳/۹۷	۲۲۹/۵۹
متوسط (میلی‌متر)		۳۵۴/۳۶	۹۴/۰۷	۱۱۶/۰۲	۱۳۳/۰۸	۱۱/۲۰	۱۴۴/۲۸	۳۴۳/۱۹	۲۵۳/۱۳	۲۶۰/۳۰
انحراف معیار (میلی‌متر)		۲۴/۰۴	۸/۵۳	۱۷/۴۲	۷/۹۲	۳/۷۴	۱۴/۴۹	۲۲/۳۲	۲۶/۳۹	۲۷/۴۱
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۷۸	۹/۰۷	۱۵/۰۲	۵/۹۵	۳۳/۳۷	۷/۱۱	۶/۹۰	۱۰/۴۳	۱۰/۵۳



شکل ۵- هیستوگرام مقادیر ضریب تغییرات متوسط بارندگی در دوره های ۶ ساله و ۱۱ ساله در پریرودهای زمانی مختلف طی دوره آماری.

منابع

1. Beran, M.A., and Rodier, J.A. 1985. Hydrological aspect of drought. Studies and reports in Hydrokogy 39. UNESCO-WMO, Paris, 125pp
2. Cook, E.R. 1982. Long term drought sequence for Hudson valley New York, Climate from tree rings, Cambridge Eng.
3. Farajzaded, M., Mowahed Danesh, A., and Qaemi, H. 1995. Drought in Iran (Using some statistics methods). Journal of Agricultural knowledge, Vol.5, No.1-2:31-51.
4. Kamali, Gh., and Khazanedari, L. 2002. Analysis of recent drought in Mashhad by using some drought indices, Journal of Niwar.
5. Lamb, P.J.
- 6- Krishnamurthy, V., and shulka. L. 2000. Intrapersonal and internal variability of rainfall over India, Journal of Climate. 13.24:4366-4377.
7. Lashni Zand, M. 2003. Zonation of Climatocal drought in Lorestan province by using statistical indices. Proceedings of the first national conference on preventive strategies for water crisis. Vol.2: 115-120.
8. Nikolson, climate. 14.3:322-355.
9. Nosrati, homogenous regions in hydrological drought investigating by using the statistical techniques. Proceeding of the third regional conference and first national conference in climate change, Isfahan. Pp. 307-312.
10. Oladipo, E.O. 1993. Drought in northern Nigeria, Weather and Climate, Wellington, Newxealand. 134:34-39.
11. Palmer,
12. Tahule, A., and Ming, K. 2000. Change in rainfall characteristics in Northern Nigeria, Int. of Climatology. 18:1261-1271.



Assessment of drought and it's occurrence trend in Uremia

***N. Khalili aghdam¹, A. Mosaedi² and N. Latifi³**

¹M.Sc. of Agronomy, Gorgon University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ²Associate Prof. Dept. of Water Eng. Gorgon University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ³Professor, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Gorgon University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

Drought is one of the natural phenomena which occur in all regions. Despite its harmful effects on agriculture, natural resources, water resources, environment and..., its different aspects was not well known yet. A study was carried out to inspect the drought phenomenon and its trend in Uremia region. Monthly precipitation data of Uremia synoptic station for a 40 years period were obtained. 22 periods including monthly, seasonal and yearly periods have been considered for the occurrence of drought. The results showed that wet and dry condition, happened with different intensities and some normal conditions were taking place too. With the longer periods, lower occurrences of severe droughts were found. In contrast by using shorter study periods, higher ranges of coefficient of variations were obtained. The highest range of coefficient of variations was obtained in July and August. Moreover, the coefficient of variations of drought index was lower in annual period than that of others. There was also a sever drought or wet year observed in every 11 years (between 10-12 years) in the regions.

Keywords: Drought; Rainfall fluctuation; Rainfall coefficient variation; Uremi

۱۵۷
157



مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی

*- Corresponding Author; Email: nabi_khalili@yahoo.com