

شناسایی نواحی و رژیم‌های بارشی کشور جمهوری آذربایجان با استفاده از تحلیل خوشه‌ای

علی حنفی

استادیار اقلیم‌شناسی گروه جغرافیا دانشگاه امام علی (ع)

چکیده

به منظور ارزیابی بارش و شناسایی نواحی و رژیم‌ها بارشی کشور جمهوری آذربایجان از داده‌های بارش روزانه پایگاه داده آفرودایت^۲ با تفکیک مکانی ۰/۲۵ در ۰/۲۵ درجه قوسی، برای یک دوره ۶۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۵۱) استفاده شده است. ابتدا داده‌های بارش مربوط به ۲۶۳ مکان (پیکسل) که در محدوده کشور آذربایجان و مناطق مجاور قرار داشتند از پایگاه آفرودیت تهیه گردید و سپس میانگین بارش روزانه مربوط به این نقاط محاسبه گردیده و یک ماتریس ۲۶۳*۳۶۵ تشکیل گردید. در ادامه به منظور شناسایی نواحی بارشی و نیز رژیم‌های بارشی کشور آذربایجان از تحلیل خوشه‌ای پایگانی به روش ادغام وارد در نرم افزار متلب^۳ استفاده گردید. نتایج حاصل نشان داد که میانگین بارش کشور آذربایجان در حدود ۳۹۷ میلی متر می باشد که در مرتبه اول به دو ناحیه پربارش و کم بارش تقسیم می گردد. در مقیاس پایین تر هر یک از نواحی پربارش و کم بارش به نواحی کوچک‌تری تقسیم گردیده و در نهایت شش ناحیه بارشی در کشور آذربایجان شناسایی گردید. منطقه پربارش شامل قفقاز بزرگ (ارتفاعات شاه داغ و بازاردوزو)، قفقاز کوچک (منطقه قره باغ) و منطقه جنوب شرقی لنکران می باشد و منطقه کم بارش شامل بخش مرکزی جلگه کورا و آران و منطقه ساحلی آبخوران می باشد. میانگین بارش سالانه در ناحیه کم بارش (بخش مرکزی و آبخوران) در حدود ۲۹۰ میلی متر و میانگین بارش در نواحی پربارش (ناحیه لنکران و ارتفاعات قفقاز بزرگ و کوچک) در حدود ۵۶۵ میلی متر می باشد. از لحاظ رژیم بارشی نیز در حالت کلی کشور آذربایجان به دو رژیم بارشی تقسیم می‌گردد که عبارتند از: رژیم بارش بهاره که شامل سه رژیم بارش فرعی (رژیم نخجوانی، رژیم شمال غرب و رژیم مرکزی) است و بیشترین بارش سالانه در این مناطق در فصل بهار اتفاق می‌افتد و رژیم پاییزه - بهاره با دو رژیم بارش فرعی (رژیم لنکرانی و رژیم شرق آذربایجان و باکو) است که در آن سهم بارش‌های پاییزه از بارش سالانه در رتبه اول و بارش‌های بهاره در رتبه دوم قرار دارد.

کلید واژه‌ها: رژیم بارش، تحلیل خوشه‌ای، روش وارد، جمهوری آذربایجان

مقدمه

یکی از زمینه‌های تحقیقاتی جالب توجه محافل علمی طی سال‌های اخیر، مطالعه رفتار و رژیم‌های بارش در سطح محلی، منطقه‌ای و جهانی می‌باشد. بنا به پیشنهاد هیئت بین الدول تغییر اقلیم، تغییرات بارش باید به طور جامع در تمامی نواحی مورد بررسی قرار گیرد (IPCC, 2007). منطقه بندی و شناخت مناطق همگن اقلیمی، یکی از نیازهای اولیه در برنامه ریزی‌ها است. منطقه بندی اقلیمی اغلب بر مبنای استفاده از متغیرهای مختلف اقلیمی صورت می‌گیرد تا بدین وسیله نقش تمامی متغیرها در تعیین اقلیم مناطق در نظر گرفته شود. ویژگی عمده بارندگی در ایران این است که بارش سالانه در سطح کشور هم از نظر مکانی و هم از نظر زمانی اختلاف فاحشی نشان می‌دهد. این توزیع زمانی و مکانی بارش در ایران متأثر از توزیع سیستم‌های گردش جهانی می‌باشد که کمترین تغییر در الگوی آن، ناهنجاری‌های شدید آب و هوایی را به دنبال می‌آورد. بنابراین ناهنجاری مکانی و زمانی بارش و تغییرات شدید در شدت بارندگی و تفاوت در نوع بارش از عمده‌ترین ویژگی‌های بارش ایران می‌باشد (بابائی و فرج زاده، ۱۳۸۱: ۵۲). توزیع زمانی و مکانی بارش در کشور آذربایجان نیز به علت تأثیر آن بر منابع آب ایران از اهمیت بالایی برخوردار است که در این پژوهش سعی شده است با استفاده از تحلیل‌های آماری خوشه‌ای و عاملی به شناسایی رژیم بارشی و پهنه بندی آن در کشور آذربایجان پرداخته شود. تحلیل خوشه‌ای روشی آماری است که مجموعه‌ای از افراد را بر حسب اندازه همانندی میان آن‌ها خوشه می‌کند. بنابراین هر خوشه گروهی است که افراد تشکیل دهنده آن بیشترین همانندی را با یکدیگر دارند. در ارتباط با پارمتر بارش مطالعات زیادی صورت گرفته است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

مسعودیان (۱۳۸۴) به شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای پرداخت و نتیجه گرفته که ایران دارای سه رژیم اصلی بارش است: نخست رژیم بارش زمستانی، دوم رژیم بارش زمستانی-بهاری و سوم رژیم بارشی زمستانی می‌باشد. زاهدی و همکاران (۱۳۸۷) در

پژوهشی به شناسایی تغییرات بارش سالانه شمال غرب کشور در بازه زمانی و مکانی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که شمال غرب ایران در سطح خطای ۰/۰۵ درصد ناحیه‌ای با تغییرات بارز بلند مدت بارشی محسوب نمی‌شود؛ لذا فرض صفر مبنی بر عدم روند بارشی در شمال غرب ایران با ۰/۹۵ درصد اطمینان رد نمی‌شود. محمدی (۱۳۹۰) روند بارش ایران را با استفاده از داده‌های ۱۴۳۷ ایستگاه سینوپتیک، اقلیمی و بارن سنجی طی یک دوره ۴۰ ساله بررسی کرد و به این نتیجه رسید که در سری‌های زمانی میانگین ایستگاهی و پیکسلی بارش ایران، روند افزایشی یا کاهشی معنی داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد و ۹۵ درصد وجود ندارد. با وجود این میانگین ایستگاهی بارش ایران به طور متوسط در هر سال در حدود ۰/۶۴ میلی متر کاهش یافته است (محمدی، ۱۳۹۰). رضیی و عزیزی (۱۳۸۶) منطقه کوهستانی غرب ایران را با استفاده از چندین پارامتر اقلیمی در ۱۷۰ ایستگاه هواشناسی به کمک روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و خوشه بندی منطقه‌ای کردند. نتایج حاصل نشان داد که غرب کشور از لحاظ وضعیت اقلیمی به ۵ منطقه قابل تقسیم است. یونسی (۱۳۹۳) در پژوهشی به بررسی اقلیم بارشی جمهوری آذربایجان پرداخته است و به این نتیجه رسیده است که بیشینه بارش آذربایجان در قسمت‌های شمالی (ارتفاعات شاه داغ و بازاردوزو)، جنوب شرقی (منطقه لنکران) و غربی (منطقه خان کندی) اتفاق می‌افتد. مسترشد (۱۳۹۳) در پژوهشی مشابه به مطالعه اقلیم بارشی سرزمین افغانستان براساس داده‌های بارش روزانه پایگاه داده آفرودایت پرداخته است. نتایج این پژوهش نیز نشان داده است که میانگین بارش در افغانستان ۲۵۶ میلی متر بوده و جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان می‌باشد. این ناحیه از نظر میزان بارش دریافتی دارای دو بخش بیشینه یکی در ناحیه شرقی با ۸۰۰ میلی متر و دیگری در ناحیه شمال شرقی با ۴۵۰ میلی متر می‌باشد. رضیئی (۱۳۹۶) به شناسایی رژیم‌های بارشی ایران با استفاده از روش‌های چند متغیره پرداخته و براساس داده‌های بارش ماهانه ۱۵۵ ایستگاه همدید، ده رژیم بارشی را در ایران شناسایی کردند. مفاخری و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به شناسایی و ناحیه بندی تغییرات زمانی و

یکنواختی بارش ایران پرداختند. در این پژوهشی از روش تحلیل خوشه‌ای برای ناحیه بندی اقلیمی و به منظور بررسی پراکندگی مکانی و زمانی بارش از آماره ضریب تغییرات و یکنواختی در سه بازه زمانی دهه ای، سالانه و فصلی استفاده شده است.

تورگی و ارکن^۱ (۲۰۰۵) میانگین روند سالانه و ماهانه بارش را با آزمون‌های ناپارامتری من - کندال و آزمون سن در ترکیه بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان که در روندهای در خور توجهی؛ به ویژه در ماههای ژانویه و فوریه و سپتامبر و میانگین سالانه در این منطقه وجود دارد. از طرفی، کاهش قابل توجهی نیز در میانگین سالانه مشاهده شده که بیشتر در بخش‌های غربی و جنوبی ترکیه است. وان و همکاران^۲ (۲۰۱۱) پژوهشی با عنوان روندهای فضایی مکانی بارش در فلات لس چسن انجام دادند. نتایج حاصل نشان داد که براساس آزمون ناپارامتری من - کندال، تغییرات معنی داری در روند بارش این منطقه وجود ندارد. کیم و جین^۳ (۲۰۱۱) اندازه روند و فراوانی بارش را در پنج حوضه اصلی شبه جزیره کره با شناسایی منابع رطوبتی بررسی کردند. مطالعه آن‌ها نشان داد که در دوره ۱۹۶۶ تا ۲۰۰۷ گردها عامل اصلی بیشتر بارش‌های فصلی بوده است. تئودورو و همکاران^۴ (۲۰۱۶) در پژوهشی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به بررسی تغییرات زمانی و مکانی بارش ماهانه در منطقه ماتو گروسو برزیل پرداختند. نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای بارش ماهانه منجر به شناسایی پنج ناحیه بارشی همگن و نیز سه فصل بارانی، نیمه بارانی و خشک گردید. رائو و همکاران^۵ (۲۰۱۷) در پژوهشی به ارزیابی روند بارش (مجموع بارش و شدت بارش) در مناطق مرکزی و جنوبی پرو در طی دوره آماری ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۰ پرداختند. آنها با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و مولفه‌ای چهار ناحیه بارشی شناسایی کرده و روند تغییرات بارش در این نواحی را مورد بررسی قرار دادند.

فاضل و همکاران^۶ (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به منطقه بندی ویژگی‌های بارش در حوضه دریاچه ارومیه پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که مهمترین ویژگی‌های بارش حوضه دریاچه ارومیه، تنوع فصلی، اثر توپوگرافی، بادهای غربی و نوسانات اقیانوس اطلس شمالی می باشد. رضیعی^۷ (۲۰۱۸) در پژوهشی به شناسایی و پهنه بندی رژیم‌های بارشی ایران براساس تحلیل‌های چند متغیره و دو روش PCA و CA پرداختند که در روش اول بارش ایران به پنج رژیم بارشی و در روش دوم به هشت رژیم بارشی متفاوت تقسیم گردید.

رحمان و همکاران^۸ (۲۰۱۸) در تحقیقی به تجزیه و تحلیل داده‌های بارش در بنگلادش از طریق روش خوشه بندی سلسله مراتبی پرداخته و نواحی مختلف بارشی را در این کشور شناسایی کردند. سانتوس و همکاران^۹ (۲۰۱۹) در پژوهشی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به ارزیابی تغییرات ماهانه بارش در منطقه پارایبا با استفاده از داده‌های پایگاه سنجش بارندگی استوایی پرداختند. زانگ و همکاران^{۱۰} (۲۰۱۹) در پژوهشی به بررسی تغییرات فضایی و زمانی خشکسالی و بارش در منطقه سین کیانگ چین با استفاده از تحلیل خوشه‌ای پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که منطقه سین کیانگ از لحاظ وضعیت بارش و خشکسالی به سه خوشه خشک، نیمه خشک و مرطوب قابل تقسیم است. کشور جمهوری آذربایجان به علت همجواری با کشورمان و نیز به علت دارا بودن پیوندهای تاریخی، فرهنگی، قومی و طبیعی با ایران دارای اهمیت می‌باشد. شناسایی ویژگی‌های آب و هوایی این کشور نیز از زمینه‌های است که می‌تواند مورد توجه پژوهشگران ایرانی باشد. این پژوهش به همین دلیل صورت گرفته است.

موقعیت جغرافیایی

به منطقه‌ای که بین دریای خزر و دریای سیاه قرار گرفته است منطقه قفقاز گفته می‌شود که این منطقه خود شامل قفقاز شمالی و قفقاز جنوبی می‌باشد. منطقه قفقاز جنوبی

6. Fazel and et al.

7. Raziei

8. Rahman and et al.

9. Santos and et al.

10. Zhang and et al.

1. Turgay and Ercan

2. wan and et al

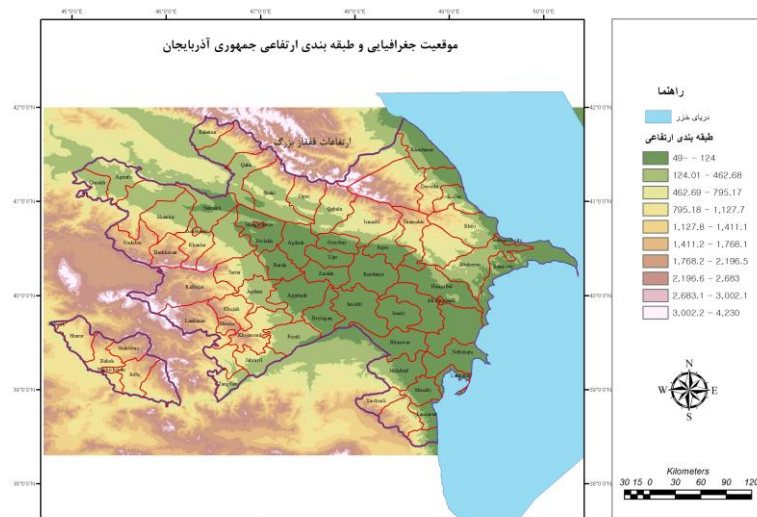
3. Kim and Jain

4. Teodoro and et al.

5. Rau and et al.

برگرفته است. قله کوه بازاردوزو با ارتفاع ۴۴۶۶ متر بلندترین نقطه آن است. نواحی میانی شامل جلگه‌های آران مرکزی، مغان و میل و سواحل دریای خزر کم ارتفاع و پست بوده و ارتفاع در پست‌ترین قسمت ۲۸ متر پایین‌تر از سطح دریاهای آزاد است.

شامل کشورهای آذربایجان، ارمنستان و گرجستان می‌باشد. جمهوری آذربایجان در جنوب رشته کوه‌های قفقاز و شمال رودخانه ارس و در کنار دریای خزر واقع شده است. سه رشته کوه قفقاز بزرگ در شمال، قفقاز کوچک در غرب، و کوه‌های تالش در جنوب این کشور را احاطه کرده است. این کوه‌ها ۴۰ درصد از مساحت جمهوری آذربایجان را در



شکل ۱- طبقه بندی ارتفاعی کشور جمهوری آذربایجان

مناطق غربی و شمالی و جنوبی شامل قره باغ و شمال شرقی جمهوری خودمختار نخجوان، دامنه کوه‌های قفقاز و ناحیه لنکران-آستارا و کوه‌های تالش بسیار مرطوب هستند. تنوع زیستی و گیاهی آذربایجان به دلیل تنوع آب و هوا بسیار زیاد است به گونه‌ای که تنها بیش از ۴۵۰۰ گونه گیاه در کوهستان‌های آذربایجان دیده می‌شود. طبقه بندی ارتفاعی و موقعیت جغرافیایی کشور آذربایجان در شکل (۱) آمده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش برای شناسایی نواحی بارشی کشور آذربایجان از داده‌های بارش روزانه پایگاه داده آفرودایت که دارای تفکیک مکانی ۰/۲۵ در ۰/۲۵ درجه است، در یک دوره آماری ۶۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۵۱) استفاده گردیده است. ابتدا داده‌های بارش مربوط به ۲۶۳ مکان (پیکسل) که در محدوده کشور آذربایجان و مناطق مجاور قرار داشتند از پایگاه آفرودایت تهیه گردید و سپس میانگین بارش روزانه مربوط به این نقاط محاسبه گردیده و یک ماتریس

جمهوری آذربایجان یک کشور محاط در خشکی است. این کشور در پیرامون دریای خزر، که یک دریای بسته است، واقع شده و طول خط ساحلی آن ۸۰۰ کیلومتر است. از لحاظ آب و هوایی، جمهوری آذربایجان دارای چندین نوع آب و هوای مختلف است. متوسط دمای هوا در مناطق جلگه‌ای شمال و شرق کشور تا ۶ درجه سانتیگراد در زمستان و ۳۶ درجه سانتیگراد در تابستان متغیر است، در حالیکه در مناطق کوهستانی غربی متوسط دمای هوا در زمستان‌ها در حدود ۹- درجه سانتیگراد و در تابستان‌ها در حدود ۱۲ درجه سانتیگراد می‌باشد. پایین‌ترین دمای مطلق ثبت شده در کشور آذربایجان مربوط به ایستگاه اردوباد به میزان ۳۳- درجه سانتیگراد و بالاترین دمای مطلق ثبت شده مربوط به ایستگاه جلفا به میزان ۴۶ درجه سانتیگراد است. به طور کلی شمال و شرق کشور دارای آب و هوای نسبتاً خشک و کوهستانی است در حالیکه منطقه جنوب شرقی آب و هوای مرطوب و ملایم تری دارد.

ماتریس استاندارد که همان جذر واریانس می باشد مبنای محاسبه فاصله اقلیدسی قرار می گیرد. به منظور محاسبه درجه همانندی از فاصله اقلیدسی و برای ادغام اقلیمی که بالاترین همانندی را نشان می‌دهند از شیوه پیوند وارد بهره گرفته شد.

روشن است که برای n مشاهده $n(n-1)/2$ فاصله قابل محاسبه است. فرض کنید X_r بردار مشاهدات بر روی r و X_s بردار مشاهدات بر روی s باشد در این صورت فاصله اقلیدسی در بالا به صورت زیر محاسبه می شود:

$$d(r, s) = \frac{n_r n_s d_{rs}^2}{(n_r + n_s)} \quad (۳)$$

در مطالعات اقلیمی غالباً برای محاسبه درجه ناهمانندی از فاصله اقلیدسی استفاده می شود. در روش وارد گروههای r و s در صورتی ادغام می شوند که افزایش پراش ناشی از ادغام آنها نسبت به ادغام هر یک از آنها با دیگر گروهها کمینه باشد. در مطالعات اقلیم شناختی عمدتاً از روش وارد استفاده می شوند زیرا در این صورت میزان پرش درون گروهی به حداقل و همگنی گروههای حاصله به حداکثر می رسد (مسعودیان، ۱۳۸۴: ۷). فاصله اقلیدسی بارش همه نقاط مکانی ماتریس ۲۶۳×۳۶۵ به ازای همه روزها به منظور سنجش درجه ناهمانندی مکان ها اندازه گیری گردید و ۲۶۳ مکان براساس درجه همانندی با یکدیگر خوشه بندی شدند.

بحث

میانگین بارش سالانه آذربایجان براساس داده‌های ۱۴۵ نقطه واقع در داخل محدوده جغرافیایی کشور آذربایجان، ۳۹۷ میلیمتر است. همانطوری که در شکل (۲) مشاهده می‌گردد، بیشینه بارش آذربایجان در ارتفاعات شمالی شاه داغ و بازاردوزو و منطقه کم ارتفاع و ساحلی واقع در لنکران با حدود ۶۰۰ میلی متر و کمینه بارش در مناطق مرکزی شیروان و باکو با مقادیر نزدیک ۳۰۰ میلی متر مشاهده می‌شود. هرچه از سمت شمال و غرب منطقه به سمت بخشهای مرکزی و جنوبی پیش می‌رویم، از میزان بارش سالانه نیز کاسته می‌شود. در نخجوان نیز بیشینه بارش با حدود ۴۵۰ میلی متر منطبق با بخشهای کوهستانی شمال

۲۶۳×۳۶۵ تشکیل گردید. این ماتریس اساس داوری درباره نواحی بارشی و رژیم‌های بارشی کشور آذربایجان قرار گرفت. به علت جدایی نخجوان از آذربایجان و شباهتی که به عنوان مثال بارش مناطق شمالی کشور آذربایجان با داغستان روسیه (امتداد کوههای قفقاز بزرگ) و غرب آذربایجان با ارمنستان و گرجستان (امتداد قفقاز کوچک) دارد برای شناخت بهتر نواحی و رژیم‌های بارش، محدوده مورد مطالعه چارچوب حداقل و حداکثر طول و عرض جغرافیایی کشور آذربایجان می‌باشد و بخش‌هایی از کشورهای همجوار این کشور نیز در این مطالعه بررسی شده است. بنابراین همان ۲۶۳ مکان برای مطالعه انتخاب گردید و یکسکله‌ها به داخل مرز آذربایجان محدود نگردید. تحلیل خوشه ای یکی از روش های آماری پرکاربرد در بسیاری از شاخه های علمی است که در زمینه کاهش داده ها و پیدا کردن گروههای واقعی مورد استفاده قرار می گیرد و هدف از آن ایجاد گروه همگن از افراد مختلف در یک سری از داده ها است. تقسیم بندی موارد و موضوعات مختلف براساس همگنی درون گروهی آنها از مهم ترین اهداف تکنیک تحلیل خوشه ای است (کلانتری، ۱۳۸۷: ۳۳۲). در انجام تحلیل خوشه ای دو گام اساسی وجود دارد.

گام اول محاسبه درجه همانندی افراد با یکدیگر و گام دوم چگونگی ادغام افراد بر حسب درجه همانندی آنها با یکدیگر است. چون داده ها دارای یکاهای متفاوتی هستند، پیش از انجام تحلیل استانداردسازی ضروری است تا وزن همه متغیرها در تفکیک تیپ های بارشی یکسان باشد. بنابراین از رابطه زیر برای استانداردسازی استفاده شد:

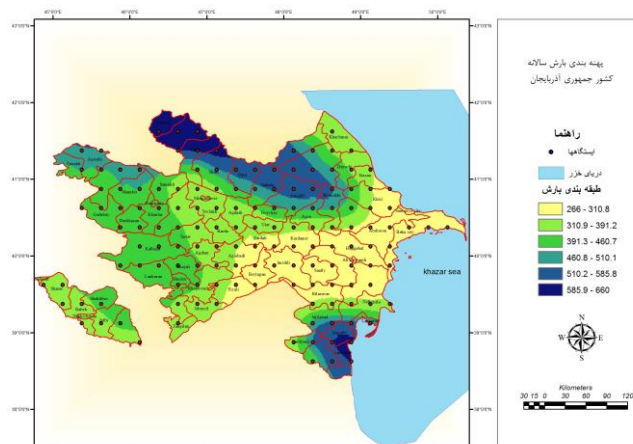
$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \quad (۱)$$

در این رابطه S انحراف معیار،

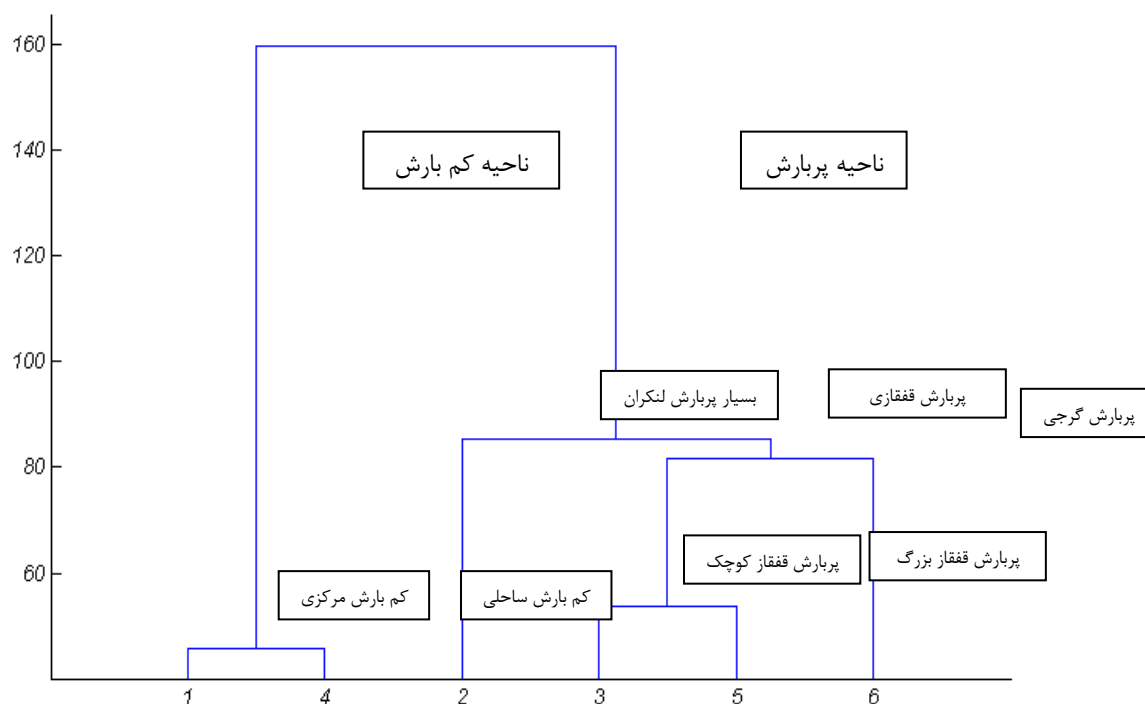
$\bar{X}$ میانگین و X_i مقدار هر متغیر می باشد. انحراف معیار شاخص اصلی پراکندگی مقادیر صفات نسبت به میانگین محسوب می شود و با جذر واریانس برابری می کند. فرمول اصلی واریانس نیز به صورت زیر می باشد:

$$V_{(x)} = \frac{\sum N_i (X_i - \bar{X})^2}{N} \quad (۲)$$

شرقی است و هر چه به سمت جنوب و غرب منطقه نخجوان پیشروی کنیم، از میزان بارش سالانه کاسته می‌شود.



شکل ۲- پهنه بندی میانگین بارش سالانه کشور جمهوری آذربایجان



شکل ۳- درخت خوش بندی میانگین بارش جمهوری آذربایجان

بارش و توزیع سالانه آن با یکدیگر متفاوت می‌باشند. در حالت کلی کشور آذربایجان به دو ناحیه پر بارش (پر بارش لنکرانی و پر بارش قفقازی) و کم بارش (کم بارش ساحلی و کم بارش مرکزی) تقسیم می‌گردد. اما هر یک از نواحی

بارش پدیده ای است اقلیمی که مقدار آن در مکان پیوسته تغییر می‌کند. با انجام تحلیل خوشه ای بر روی میانگین بارش سالانه کشور آذربایجان، این کشور به شش ناحیه بارشی تقسیم می‌گردد. این نواحی بارشی از لحاظ میزان

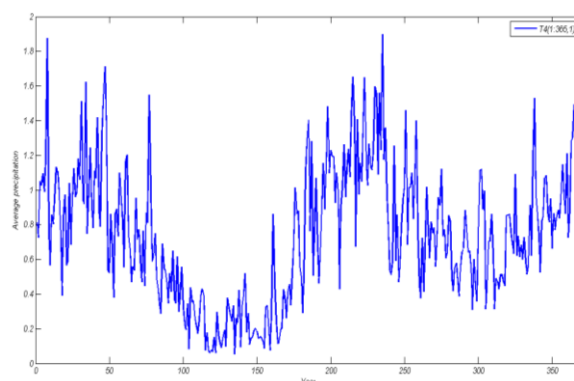
۱- ناحیه کم بارش ساحلی (ناحیه ۴)

این بخش سواحل شرقی کشور آذربایجان و دشت مغان آذربایجان را شامل می‌شود. شهر باکو پایتخت این کشور هم در این ناحیه قرار دارد. این ناحیه نسبت به ناحیه کم بارش مرکزی و نخجوان بارش کمتری دریافت می‌کند میانگین بارش سالانه در این ناحیه حدود ۲۶۶ میلی متر می‌باشد و به عنوان کم بارش ترین و خشک‌ترین ناحیه این کشور به حساب می‌آید. بارش‌های این ناحیه عمدتاً در فصل پاییز و بهار صورت می‌گیرد و تنها ناحیه ای است که در آن سهم بارش‌های پاییزه نسبت به بارش‌های بهاره تا حدودی بیشتر است. خشک‌ترین فصل تابستان می‌باشد که میزان بارش در این فصل بسیار اندک است. آبان پر باران‌ترین و مرداد کم باران‌ترین فصل این ناحیه می‌باشد (شکل ۵).

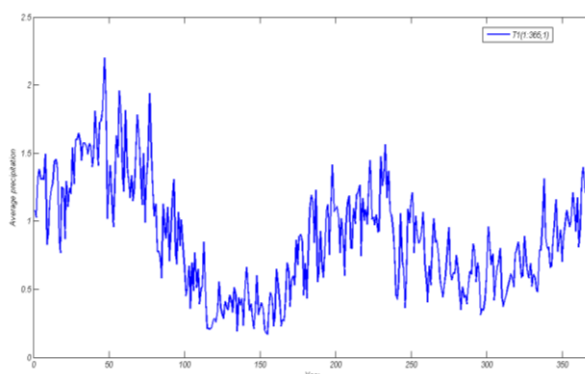
پربارش و کم بارش به نواحی کوچک‌تری تقسیم گردیده و در نهایت شش ناحیه بارشی در کشور آذربایجان شناسایی گردید که در شکل (۳) نشان داده شده است.

۱- ناحیه کم بارش مرکزی و جنوب غرب نخجوان (ناحیه ۱)

این بخش نواحی مرکزی و کم ارتفاع آذربایجان و جمهوری خودمختار نخجوان را شامل می‌شود. شمال آذربایجان ایران نیز در این ناحیه قرار می‌گیرد. میانگین بارش سالانه در این ناحیه حدود ۳۱۶ میلی متر می‌باشد. بارش‌های این ناحیه عمدتاً در فصل بهار و پاییز صورت می‌گیرد و فصل تابستان و زمستان بارندگی کمتری در این ناحیه اتفاق می‌افتد. پرباران‌ترین فصل در این ناحیه بهار و کم بارش ترین فصل تابستان می‌باشد. اردیبهشت پر باران‌ترین و مرداد کم باران‌ترین فصل این ناحیه می‌باشد (شکل ۴).



شکل ۴- سری زمانی بارش در ناحیه کم بارش مرکزی و نخجوان

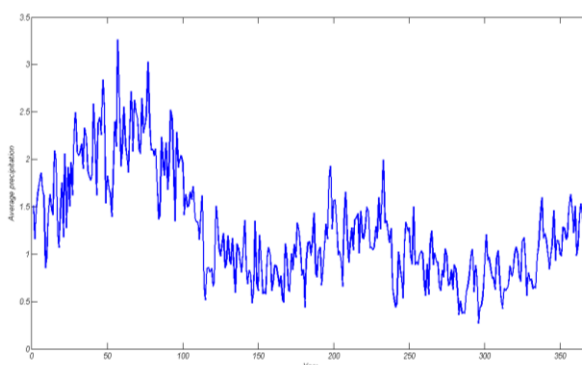


شکل ۵- سری زمانی بارش در ناحیه کم بارش ساحلی

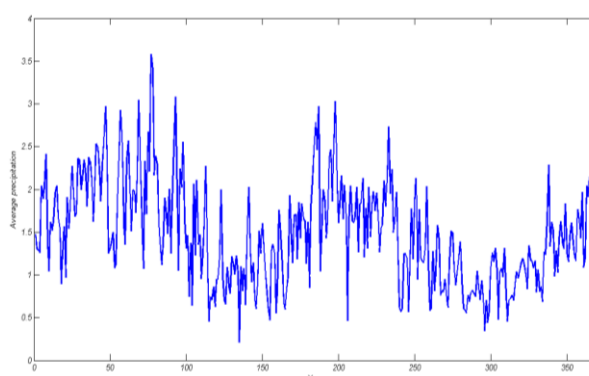
۲- ناحیه پربارش کوهستانی قفقاز بزرگ (ناحیه

(۵)

این ناحیه شامل مناطق کوهستانی واقع در شمال و شمال شرق این کشور (کوههای قفقاز بزرگ) می‌باشد که در این مرحله از ارتفاعات قفقاز کوچک جدا شده است. میانگین بارش سالانه در این ناحیه در حدود ۵۳۴ میلی متر می‌باشد. بارش‌های این ناحیه نیز عمدتاً در فصل بهار و پاییز اتفاق می‌افتد. بارش‌های فصل پاییز در این ناحیه نسبت به بقیه مناطق کوهستانی بیشتر است به گونه ای که اندکی کمتر از بارش‌های بهاره می‌باشد. در بین ماههای سال هم خرداد و مهر پرباران‌ترین ماه و دی ماه کم باران‌ترین ماه می‌باشد (شکل ۶).



شکل ۶- سری زمانی بارش در ناحیه پر بارش قفقاز بزرگ



شکل ۷- سری زمانی بارش در ناحیه پر بارش قفقاز کوچک

۳- ناحیه پربارش کوهستانی قفقاز کوچک

(ناحیه ۳)

این ناحیه شامل مناطق کوهستانی واقع در جنوب غرب و غرب این کشور (کوههای قفقاز کوچک) می‌باشد که در این مرحله از ارتفاعات قفقاز بزرگ جدا شده است. میانگین بارش سالانه در این ناحیه نسبت به ارتفاعات قفقاز شمالی کمتر و در حدود ۴۵۹ میلی متر می‌باشد. عمده بارش‌های این ناحیه عمدتاً در فصل بهار اتفاق می‌افتد. در بین ماههای سال هم اردیبهشت پرباران‌ترین ماه و دی ماه کم باران‌ترین ماه می‌باشد (شکل ۷).

۴- ناحیه پربارش کوهستانی گرجی (ناحیه ۶)

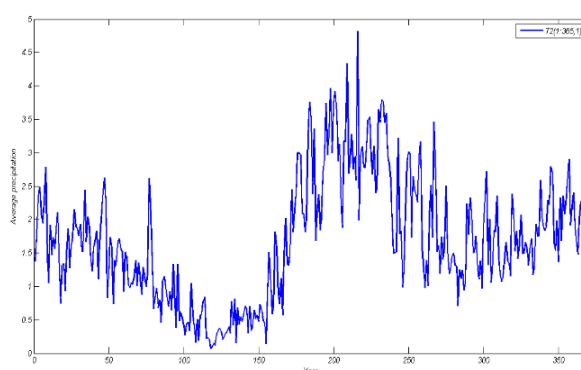
این ناحیه شامل مناطق کوهستانی واقع در شمال غرب آذربایجان و شرق کشور گرجستان می‌باشد و به خاطر اینکه

وسعت زیاد این ناحیه در کشور گرجستان قرار دارد به این اسم نامگذاری گردید. مقدار بارش در این قسمت بیشتر از ناحیه کوهستانی اطراف است. میانگین بارش سالانه در این ناحیه در حدود ۶۶۰ میلی متر می‌باشد. بارش‌های این ناحیه

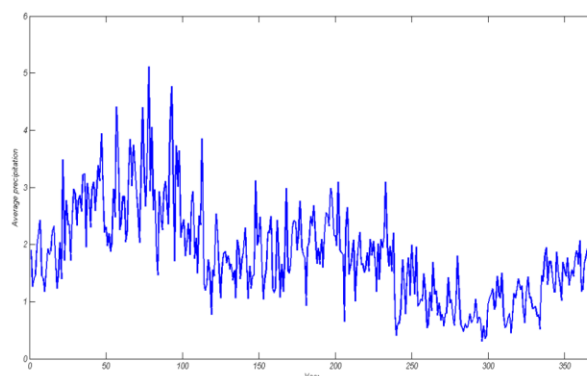
نیز عمدتاً در فصل بهار و ماههای اردیبهشت و خرداد اتفاق می‌افتد. در حالی که کم بارش ترین ماهها مربوط به ماههای سرد سال از آذر تا اسفند می‌باشد. بارش در تابستان نیز بیشتر از زمستان است. در حالت کلی بهار پر بارش ترین فصل و زمستان کم بارش ترین فصل در این ناحیه می‌باشد. این ناحیه وسعت بسیار کمی از کشور آذربایجان را دربرمی گیرد (شکل ۸).

۵- ناحیه پر بارش لنکرانی (ناحیه ۲):

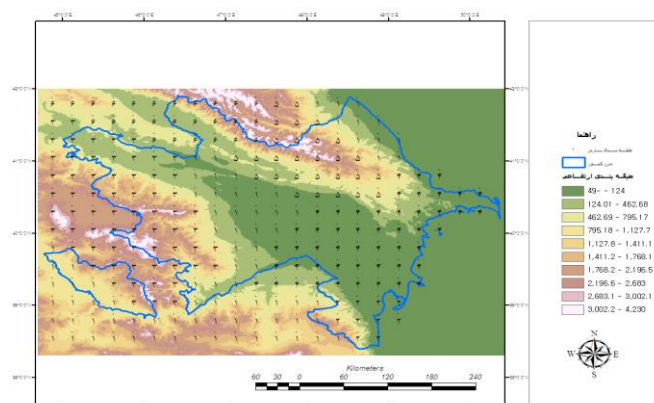
این ناحیه شامل جلگه لنکران واقع در سواحل دریای خزر و جنوب شرق کشور آذربایجان می‌باشد که وسعت زیادی هم ندارد. میانگین بارش سالانه در این ناحیه حدود ۶۰۸ میلی متر می‌باشد و با رژیم کلی بارش کشور آذربایجان تطابق زیادی ندارد. روند بارش در این ناحیه از اول فروردین تا اوایل شهریور نزولی بوده و از شهریور تا آبان ماه بارش روند افزایشی دارد. تیر و مرداد کم باران‌ترین ماهها و شهریور و مهر پر باران‌ترین ماهها در این منطقه می‌باشد (شکل ۹).



شکل ۸- سری زمانی بارش در ناحیه پر بارش کوهستانی گرجی



شکل ۹- سری زمانی بارش در ناحیه پر بارش لنکرانی

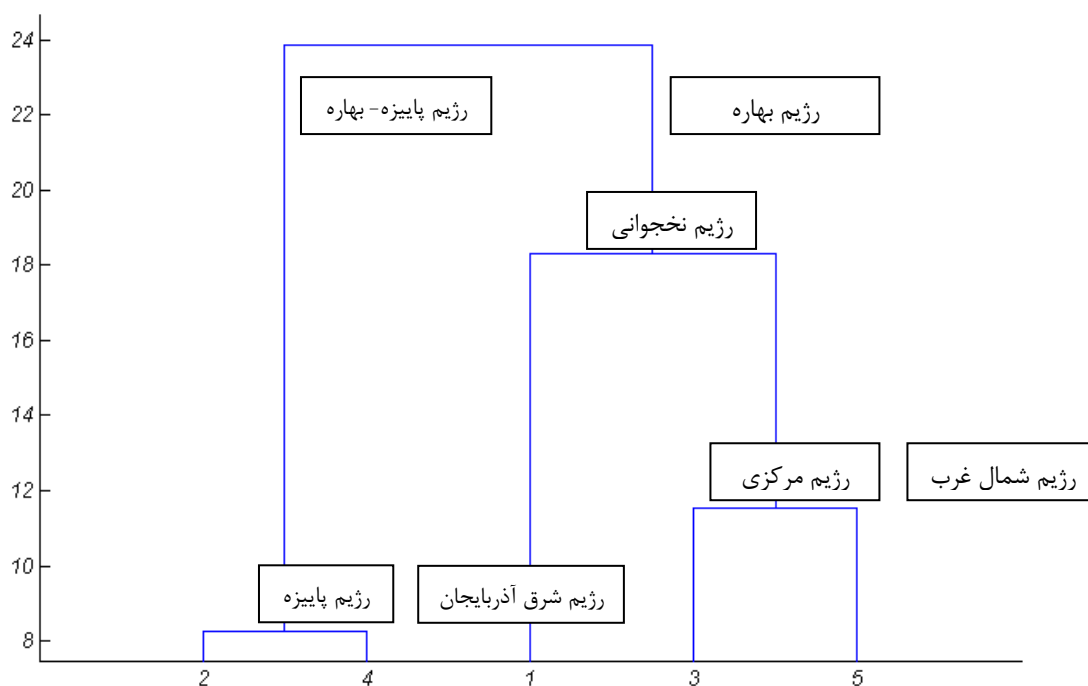


شکل ۱۰- نواحی شش گانه بارش کشور آذربایجان

رژیم بارشی آذربایجان

بارش پدیده ای اقلیمی است که مقدار آن در زمان و مکان پیوسته تغییر می‌کند. در عین حال رژیم بارش نماینده توزیع نسبی بارش در بین ماه‌ها یا فصول مختلف سال است و نسبت به مقدار بارش از ثبات زمانی و مکانی بالاتری برخوردار است. به بیان دیگر سرشت این دو خصوصیت اقلیمی (مقدار بارش و رژیم بارش) با یکدیگر متفاوت است و رژیم بارش نسبت به مقدار بارش از پایداری زمانی و مکانی بالاتری برخوردار است زیرا رژیم بارش هر ناحیه را الگوهای هم‌دید نسبتاً ثابتی که تأمین کننده بارش آن ناحیه است ایجاد می‌کنند (مسعودیان، ۱۳۹۰، ص ۱۴۴). برای شناسایی رژیم بارشی کشور آذربایجان ابتدا یک ماتریس به ابعاد ۲۶۳×۳۶۵ تشکیل گردید که بارش روزانه ۲۶۳ مکان را بر حسب درصد نشان می‌داد. این ماتریس اساس داوری

درباره رژیم بارشی کشور آذربایجان قرار گرفت. بر این اساس نخست فاصله اقلیدسی بارش همه نقاط مکانی در همه روزها اندازه گیری می‌شود. پس از اندازه گیری فاصله اقلیدسی یک تحلیل خوشه ای به روش ادغام وارد بر روی ماتریس فواصل انجام گرفت و ۲۶۳ نقطه بر حسب درجه همانندی با یکدیگر خوشه شدند. در حالت کلی رژیم بارشی کشور آذربایجان به دو رژیم بارشی تقسیم می‌گردد که عبارت‌اند از: رژیم بارش بهاره که شامل سه رژیم بارش فرعی (رژیم نخجوانی، رژیم شمال غرب و رژیم مرکزی) است و بیشترین بارش سالانه در فصل بهار اتفاق می‌افتد و رژیم پاییزه - بهاره با دو رژیم بارش فرعی (رژیم لنکرانی و رژیم شرق آذربایجان و باکو) است که در آن سهم بارش‌های پاییزه از بارش سالانه در رتبه اول و بارش‌های بهاره در رتبه دوم قرار دارد (شکل ۱۱).



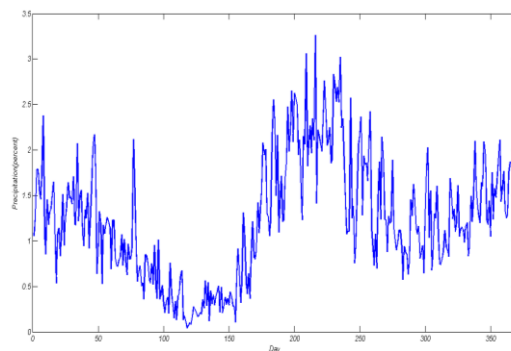
شکل ۱۱- تقسیم بندی نهایی رژیم بارشی آذربایجان

۲- رژیم بارشی شرق آذربایجان و باکو(ناحیه ۴)

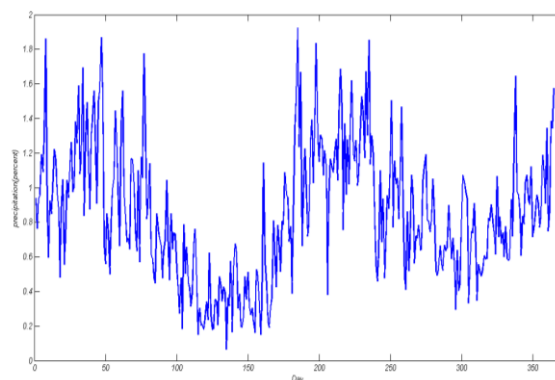
این ناحیه همان نیمه شرقی آذربایجان می‌باشد که منطقه لنکران از آن جدا شده است. پایتخت این کشور یعنی باکو هم در این ناحیه قرار دارد. رژیم بارش این ناحیه به گونه ای است که ۳۰ تا ۴۲ درصد بارش سالانه در فصل پاییز و ۲۰ تا ۳۸ درصد بارش‌ها در فصل بهار ریزش می‌کند. ۲۰ تا ۲۹ درصد بارش سالانه در فصل تابستان و ۱۰ تا ۱۶ درصد بارش سالانه در فصل تابستان اتفاق می‌افتد. در بین ماههای سال هم مهر و آبان بیشترین درصد بارش را به خود اختصاص می‌دهند (شکل ۱۳).

۱- رژیم بارشی لنکرانی (رژیم پاییزه- ناحیه ۲)

این ناحیه منطقه لنکران آذربایجان را در حاشیه دریای خزر دربر می‌گیرد. رژیم بارشی این منطقه همانند سواحل جنوب غربی دریای خزر (استان گیلان) می‌باشد. رژیم بارشی این منطقه را می‌توان رژیم پاییزه هم نامید چون حدود ۴۰ درصد بارش سالانه در فصل پاییز ریزش می‌کند. بعد از فصل پاییز، فصل بهار و زمستان تقریباً به یک اندازه بارش در این منطقه ریزش می‌کند. کمترین درصد بارش سالانه مربوط به فصل تابستان می‌باشد که این مقدار کمتر از ۱۲ درصد بارش سالانه را شامل می‌شود. در بین ماههای سال مهر و آبان بیشترین درصد بارش را به خود اختصاص می‌دهند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- توزیع سالانه درصد بارش در رژیم بارشی لنکران



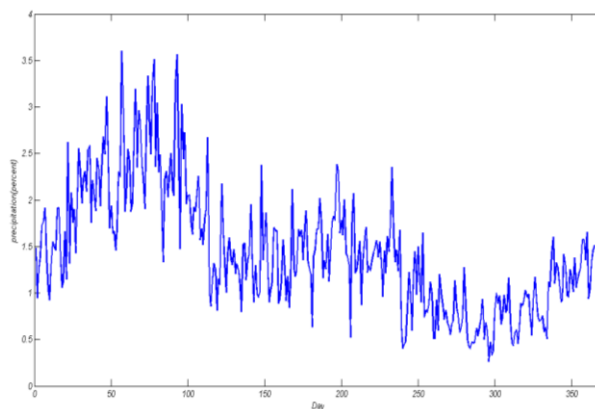
شکل ۱۳- توزیع سالانه درصد بارش در رژیم بارشی شرقی و باکو

۳- رژیم بارشی شمال غربی (ناحیه ۴)

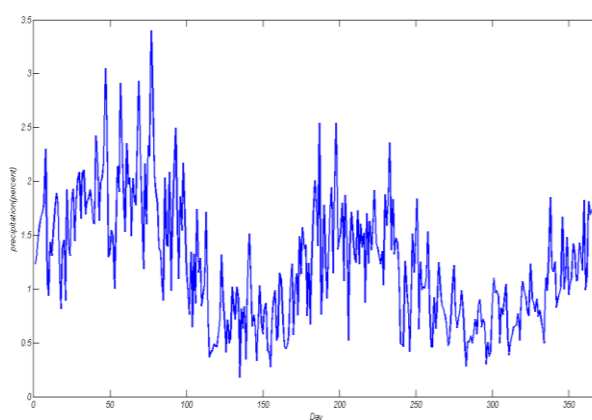
این ناحیه بیشتر مناطق کوهستانی واقع در شمال و غرب کشور جمهوری آذربایجان را در بر می‌گیرد. با توجه به کوهستانی بودن و سرمای هوا کمترین بارش این ناحیه در فصل زمستان اتفاق می‌افتد و کمتر از ۱۷ درصد بارش سالانه در زمستان اتفاق می‌افتد. بیشترین بارش در این رژیم بارشی مربوط به فصل بهار می‌باشد. نکته جالب این است که درصد بارش تابستان در این ناحیه تقریباً با درصد بارش پاییزه برابر است. در بین ماههای سال اردیبهشت و خرداد بیشترین درصد بارش را به خود اختصاص می‌دهند (شکل ۱۴).

۴- رژیم بارشی مرکز آذربایجان (ناحیه ۳)

این ناحیه مناطق مرکزی کشور آذربایجان از جمله ناحیه قره باغ را شامل می‌شود. بیشترین بارش در این رژیم بارشی مربوط به فصل بهار می‌باشد. بعد از فصل بهار بیشترین درصد بارش سالانه در فصل پاییز اتفاق می‌افتد. درصد بارش تابستان در این ناحیه تقریباً با درصد بارش زمستان برابر است. در بین ماههای سال هم اردیبهشت و خرداد بیشترین درصد بارش را به خود اختصاص می‌دهند (شکل ۱۵).



شکل ۱۴- توزیع سالانه درصد بارش در رژیم بارشی شمال غربی

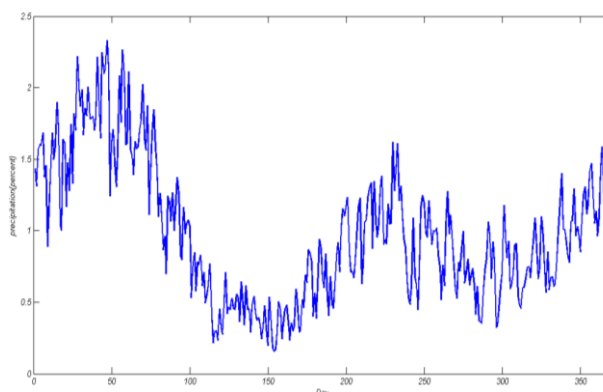


شکل ۱۵- توزیع سالانه درصد بارش در رژیم بارشی مرکز آذربایجان

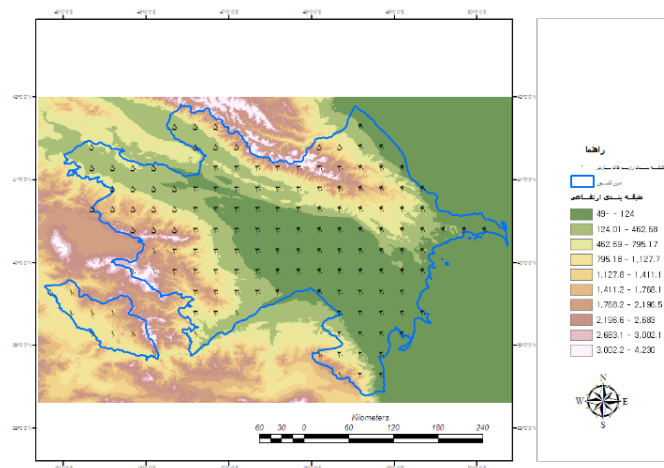
۵- رژیم بارشی نخجوانی (ناحیه ۱)

این ناحیه شامل جمهوری نخجوان، شمال آذربایجان ایران و بخش‌هایی از ارمنستان می‌باشد. رژیم بارش این ناحیه به گونه ای است که تمرکز عمده بارش‌ها در فصل بهار می‌باشد به گونه ای که بیش از ۴۰ درصد بارش‌ها در فصل

بهار ریزش می‌کند. بعد از بهار فصل پاییز در رتبه بعدی بارشی قرار دارد. در فصل تابستان این ناحیه بارش چندانی دریافت نمی‌کند و کمتر از ۱۴ درصد بارش سالانه را شامل می‌شود. در بین ماههای سال اردیبهشت و خرداد بیشترین درصد بارش را به خود اختصاص داده است (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- نحوه توزیع درصد بارش در طول سال در رژیم بارشی نخجوانی

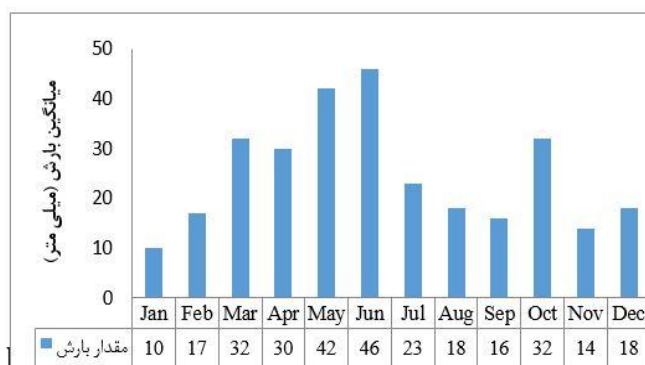


شکل ۱۷- رژیم‌های بارشی کشور جمهوری آذربایجان

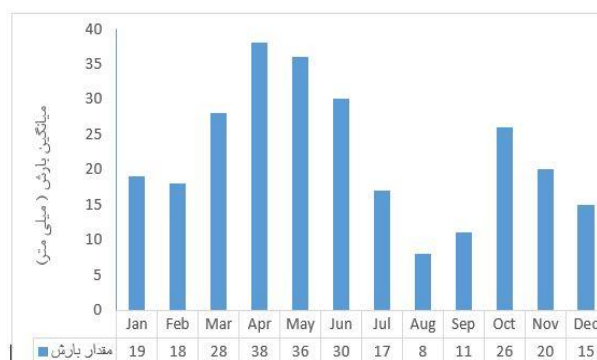
لنکران کمتر از ۲۶ درصد بارش سالانه خود را در فصل بهار دریافت می‌کنند. میانگین بارش سالانه شهر گنجه ۲۹۸ میلی متر می‌باشد که ۱۱۸ میلی متر آن در فصل بهار صورت می‌گیرد که نزدیک ۴۰ درصد بارش سالانه را شامل می‌شود (شکل ۱۸). میانگین بارش سالانه در ایستگاه نخجوان نیز حدود ۲۶۶ میلی متر می‌باشد که ۱۰۴ میلی متر آن در فصل بهار ریزش می‌کند که در حدود ۳۹ درصد بارش سالانه می‌باشد (شکل ۱۹).

توزیع فصلی بارش آذربایجان

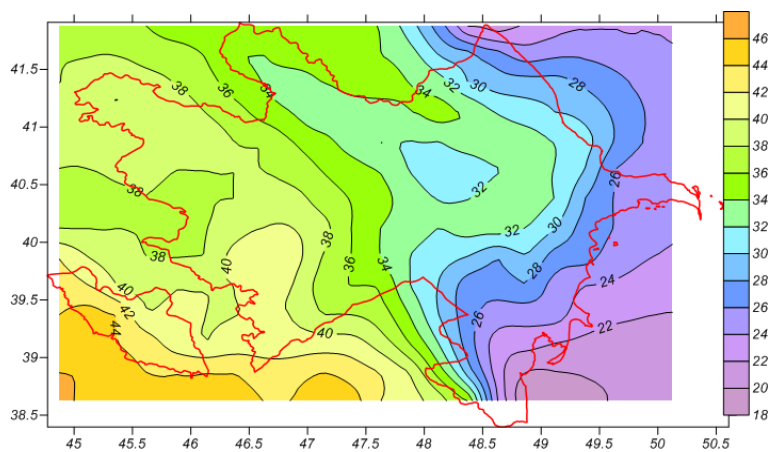
مناطق واقع در غرب کشور آذربایجان و نخجوان بیشترین درصد از بارش سالانه خود را در فصل بهار دریافت می‌کنند به گونه ای که بیش از ۳۸ درصد از بارش سالانه در این فصل ریزش می‌کند (شکل ۲۰). به عنوان مثال می‌توان به شهرهای نخجوان و گنجه اشاره کرد که دارای رژیم بارشی بهاره می‌باشند. کمترین درصد بارش بهاره مربوط به سواحل دریای خزر می‌باشد به گونه ای که شهرهایی مثل باکو و



شکل ۱۸- میزان بارش در ماههای مختلف در ایستگاه گنجه



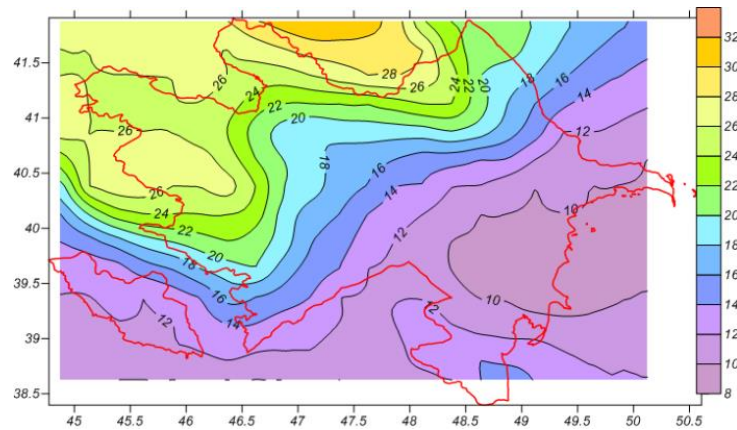
شکل ۱۹- میزان بارش در ماههای مختلف سال در ایستگاه نخجوان



شکل ۲۰- نحوه توزیع درصد بارش بهار در کشور جمهوری آذربایجان

درصد بارش تابستانه این کشور مربوط به ارتفاعات قفقاز می‌باشد که به طور متوسط ۲۵ درصد بارش سالیانه در فصل تابستان ریزش می‌کند (شکل ۲۱).

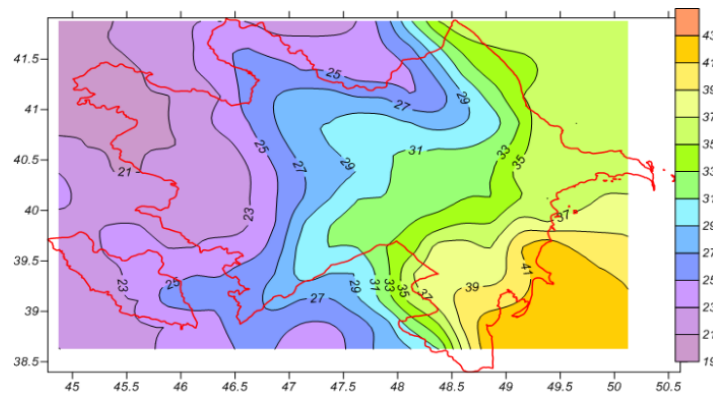
فصل تابستان در بیشتر مناطق کشور آذربایجان به جز مناطق کوهستانی قفقاز بزرگ و کوچک فصل کم بارشی به حساب می‌آید به گونه ای که در بیشتر مناطق این کشور کمتر از ۱۶ درصد بارش سالانه در این فصل اتفاق می‌افتد. بیشترین



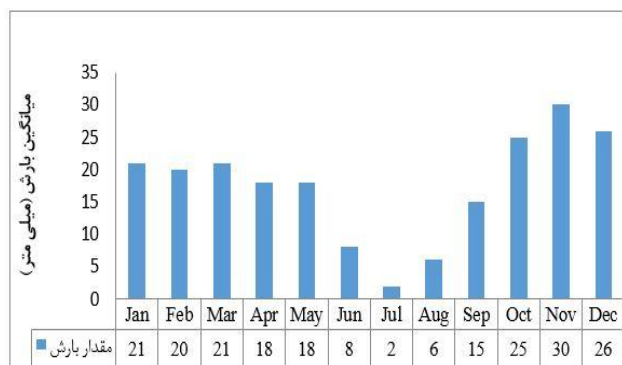
شکل ۲۱- نحوه توزیع درصد بارش تابستانه در کشور جمهوری آذربایجان

می‌باشد که ۵۱۵ میلی متر آن در فصل پاییز صورت می‌گیرد که نزدیک ۴۵ درصد بارش سالانه می‌باشد که نشان دهنده این است که این شهر دارای رژیم بارشی پاییزه می‌باشد (شکل ۲۳). میانگین بارش سالانه شهر باکو علارغم قرار گرفتن در سواحل دریای خزر ۲۱۰ میلی متر می‌باشد که ۸۱ میلی متر آن در فصل پاییز صورت می‌گیرد که نزدیک ۳۸/۵ درصد بارش سالانه می‌باشد و نشان دهنده این است که این شهر هم دارای رژیم بارشی پاییزه می‌باشد (شکل ۲۴).

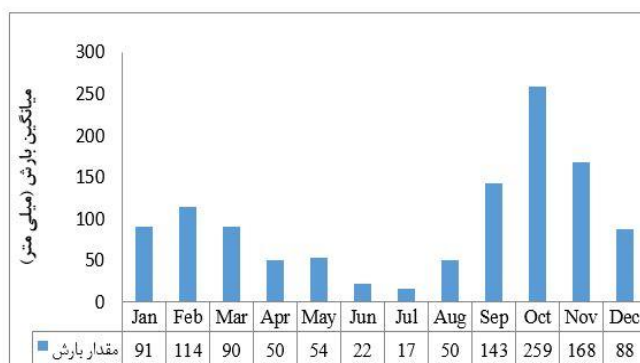
مناطق واقع در شرق کشور آذربایجان مانند شهرهای باکو و لنکران بیشترین بارش سالانه خود را در فصل پاییز دریافت می‌کنند به گونه ای که بیش از ۳۵ درصد از بارش سالانه در این فصل ریزش می‌کند (شکل ۲۲). به عنوان مثال می‌توان به شهر لنکران اشاره کرد که دارای رژیم بارشی پاییزه می‌باشد. کمترین درصد بارش پاییزه مربوط به ارتفاعات قفقاز و نواحی غربی کشور و نخجوان می‌باشد که کمتر از ۲۴ درصد بارش سالانه خود را در فصل پاییز دریافت می‌کنند. میانگین بارش سالانه شهر لنکران ۱۱۴۶ میلی متر



شکل ۲۲- نحوه توزیع درصد بارش پاییزه در کشور جمهوری آذربایجان



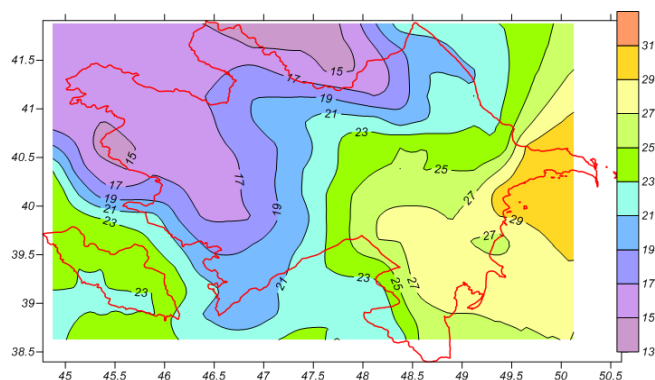
شکل ۲۳- میزان بارش در ماههای مختلف سال در ایستگاه باکو



شکل ۲۴- میزان بارش در ماههای مختلف سال در ایستگاه لنکران

بارشی که به طور متوسط سالانه در باکو ریزش می‌کند ۶۲ میلی متر آن در فصل زمستان صورت می‌گیرد که نزدیک ۲۹/۵ درصد بارش سالانه می‌باشد و نشان دهنده این است که دومین فصل بارشی این شهر بعد از پاییز، زمستان می‌باشد (شکل ۲۵).

به علت سرمای شدید هوا در فصل زمستان در منطقه آذربایجان و قفقاز بارش زیادی ریزش نمی‌کند به طوری که به طور متوسط ۲۰ درصد بارش سالانه منطقه در این فصل اتفاق می‌افتد. بیشترین درصد بارش زمستانه این کشور در شرق آن و منطقه شبه جزیره آبشوران که باکو هم در آنجا قرار دارد صورت می‌گیرد. به عنوان مثال از ۲۱۰ میلی متر



شکل ۲۵- نحوه توزیع درصد بارش زمستانه در کشور جمهوری آذربایجان

نتیجه گیری

بارش یکی از متغیرهای اساسی برای ارزیابی بالقوه منابع آب است، اما توزیع زمانی و مکانی آن نایکناخت است. توزیع زمانی و مکانی بارش در جمهوری آذربایجان نیز به علت تاثیر آن بر منابع آب ایران از اهمیت بالایی برخوردار است. در این پژوهش سعی شده است که با استفاده از تحلیل خوشه ای نواحی و رژیم های بارشی کشور آذربایجان بررسی گردد. برای بررسی نواحی و رژیم های بارشی جمهوری آذربایجان از اده های بارش روزانه پایگاه داده آفرودایت که دارای تفکیک مکانی $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ درجه است در یک دوره زمانی ۶۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۵۱) استفاده شده است. در ادامه به منظور شناسایی نواحی بارشی و نیز رژیم‌های بارشی کشور آذربایجان از تحلیل خوشه ای پایگانی به روش ادغام وارد در نرم افزار متلب استفاده گردید. میانگین بارش کشور آذربایجان در حدود ۳۹۷ میلی متر می باشد و از لحاظ وضعیت بارش به دو ناحیه پربارش و کم بارش تقسیم می گردد. ناحیه پربارش در دو قسمت دیده می‌شود یکی در ناحیه لنکران و دیگری در مناطق کوهستانی قفقاز بزرگ و قفقاز کوچک در شمال شرق و جنوب غرب این کشور. میانگین بارش سالانه در ناحیه کم بارش (بخش مرکزی و آبشوران) در حدود ۲۹۰ میلی متر و میانگین بارش در نواحی پربارش (ناحیه لنکران و ارتفاعات قفقاز بزرگ و کوچک) در حدود ۵۶۵ میلی متر می باشد. نکته جالب توجه این است که در ناحیه لنکران که پربارش ترین بخش این کشور است با افزایش ارتفاع و دور شدن از سواحل بارش کاهش می‌یابد در حالی که در مناطق کوهستانی قفقاز با افزایش ارتفاع بارش زیاد می‌شود. ناحیه کم بارش هم بیشتر شامل نواحی پست مرکزی و نخجوان می‌باشد. کشور آذربایجان از لحاظ رژیم بارشی نیز به دو رژیم بارشی تقسیم می‌گردد که عبارت‌اند از: رژیم بارش بهاره که شامل سه رژیم بارش فرعی (رژیم نخجوانی، رژیم شمال غرب و رژیم مرکزی) است و بیشترین بارش سالانه در این مناطق در فصل بهار اتفاق می‌افتد و رژیم پاییزه - بهاره با دو رژیم بارش فرعی (رژیم لنکرانی و رژیم شرق آذربایجان و باکو) است که در آن سهم بارش‌های پاییزه از

بارش سالانه در رتبه اول و بارش‌های بهاره در رتبه دوم قرار دارد.

به طور کلی پژوهش های صورت گرفته در زمینه ویژگی های بارش کشور جمهوری آذربایجان محدود بوده و نتایج این تحقیق می تواند به لحاظ همجواری و اشتراکات جغرافیایی و فرهنگی کشور آذربایجان با کشور ما نیز حائز اهمیت باشد. براساس مطالعات صورت گرفته توسط یونسی (۱۳۹۳) بارش سالانه کشور آذربایجان دارای روند کاهشی و معنادار می باشد و در بین فصول سال نیز روند بارش ها در فصل های تابستان و زمستان معنادار و کاهشی می باشد. در بین سری های زمانی ماهانه نیز تنها در ماههای اسفند و خرداد روند بارش در آذربایجان کاهشی و معنادار می باشد. همچنین تحلیل خوشه ای بارش کشور آذربایجان نشان داد که بارش در این کشور بسیار پراکنده بوده و بین فصل های سال و حتی در مناطق مختلف دارای تفاوت های معناداری است که می توان در برنامه ریزی جهت منابع آب، کشاورزی و حتی صنعت توریسم در این کشور حائز اهمیت باشد.

منابع

- 1- Ashrafi, S. (2010). Rainfall zoning in northwest of Iran using cluster analysis and factor analysis, climate research, vol. 1, No. 3&4.
- 2- Babaei Feini, U. Farajzadeh, M. (2002). Patterns of spatial and temporal variations of precipitation in Iran, Modares Journal, No. 4, pp. 51-70.
- 3- Fazel, N., Berndtsson, R., Uvo, C. B., Madani, K., & Kløve, B. (2018). Regionalization of precipitation characteristics in Iran's Lake Urmia basin. Theoretical and applied climatology, 132(1-2), 363-373.
- 4- Frankenhauser, D. (2014). Cənubi Qafqazda İqlim Dəyişikliyi və Meşə Transformasiyası. PanForestal, Berlin.
- 5- IPCC (2007), "Climate Change Scientific Basis", Cambridge University Press, Cambridge, Newyork.
- 6- Jong-Suk Kim and Shaleen Jain, (2011), Precipitation trends over the Korean peninsula: typhooninduced changes and a

- risk, Environ. Res. Lett.6, 034033:1-6.
- 7- Kalantari, Kh. (2008). Data processing and analysis in socio-economic research, Saba Publication, Third edition.
 - 8- Khosravi, M. Naziripoor, H. (2010). Application of Cluster Analysis in Identifying Rainy Days, Journal of Geographic Space, No. 31.
 - 9- Mohammadi, B. (2011). Estimation of annual rainfall in Iran, Journal of Geography and Environmental Planning, vol. 22, No. 3, pp. 95-106.
 - 10- Manhattan, O. Tilheh, M. Alijani, B. Akbari, M. (2017). Identification and zoning of temporal variations and uniformity of rainfall in Iran. Journal of Natural Geography Research, Vol. 49, No. 2, pp. 191-205.
 - 11- Masoudian, S. A. (2010). Iran's climate, Sharia tous publishing, first edition.
 - 12- Masoudian, S. A. Ataei, H. (2005). Identification of Iranian rainfall season by cluster analysis, Isfahan University Journal, No. 1.
 - 13- Masoudian, S. A. (2003). Iranian climate zones, Geography and Development Magazine, No. 2. PP. 171- 184.
 - 14- Majrshad, M. (2013). Precipitation climate of Afghanistan, Journal of Geographic Research, Vol.29, No. 3, pp. 191-202.
 - 15- Razi, T. Azizi, Gh. (2007). The zoning of the West Coastal regime using the principal component analysis and clustering method, Iranian Journal of Water Resources Research, No. 2, pp. 62-65.
 - 16- Razi, T. (2017). Identification of Iranian rainfall regime using multivariate methods. Journal of Physics of Earth and Space, Vol. 43, No. 3, pp. 673-695.
 - 17- Rau, P., Bourrel, L., Labat, D., Melo, P., Dewitte, B., Frappart, F., & Felipe, O. (2017). Regionalization of rainfall over the Peruvian Pacific slope and coast. International Journal of Climatology, 37(1), 143-158.
 - 18- Rahman, M. H., Matin, M. A., & Salma, U. (2018). Analysis of precipitation data in Bangladesh through hierarchical clustering and multidimensional scaling. Theoretical and applied climatology, 134(1-2), 689-705.
 - typology for characterizing climate-related
 - 19- Santos, C. A. G., Moura, R., da Silva, R. M., & Costa, S. G. F. (2019). Cluster Analysis Applied to Spatiotemporal Variability of Monthly Precipitation over Paraíba State Using Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Data. Remote Sensing, 11(6), 637.
 - 20- Turgay, P. and Ercan K. (2005). Trend Analysis in Turkish Precipitation data, Hydrological Processes, vol. 20, Issue 9, pp.2011-2026.
 - 21- Teodoro, P. E., de Oliveira-Júnior, J. F., Da Cunha, E. R., Correa, C. C. G., Torres, F. E., Bacani, V. M., ... & Ribeiro, L. P. (2016). Cluster analysis applied to the spatial and temporal variability of monthly rainfall in Mato Grosso do Sul State, Brazil. Meteorology and Atmospheric Physics, 128(2), 197-209.
 - 22- Younesi, M. (2013). Investigating the precipitation climate of the Republic of Azerbaijan, Journal of Geographical Research, Vol.29, No. 4, pp. 1-14.
 - 23- Wan, L, Zhang, X.P, Ma, Q, Sun, Y.P, Ma, T.Y, Zhang, J.J. (2011), spatiotemporal trends of precipitation on the loess Plateau of china, 19th International Congress on Modelling and Simulation, Perth, Australia, 12-16.
 - 24- Wu, Y., Huang, A., Huang, D., Chen, F., Yang, B., Zhou, Y., & Wen, L. (2018). Diurnal variations of summer precipitation over the regions east to Tibetan Plateau. Climate Dynamics, 51(11-12), 4287-4307.
 - 25- Zhang, Y., Xie, P., Pu, X., Xia, F., an, J., Wang, P., & Mei, Q. (2019). Spatial and Temporal Variability of Drought and Precipitation Using Cluster Analysis in Xinjiang, Northwest China. Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences, 1-10.
 - 26- Zahedi, M. Sari Sarraf, B. Rezawandi, Sh. (2008). Analysis of the trend of seasonal and annual seasonal precipitation variations of selected stations in the central region of Iran using non-parametric methods, Journal of Geographical Research, No. 64, pp. 157 -168.