

بررسی اقلیم بارشی جمهوری آذربایجان

چکیده

در این پژوهش، برای بررسی روند تغییرات بارش جمهوری آذربایجان، از داده‌های بارش روزانه پایگاه داده آفرودایت که دارای تفکیک مکانی $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ درجه است، در یک دوره ۵۷ ساله (۱۹۵۱-۲۰۰۷) استفاده شده است. نخست برای واکاوی مکانی داده‌ها، با روش نزدیک‌ترین همسایگی در نرم افزار سورفر نقشه‌های همبارش سالانه، فصلی و ماهانه تهیه شد. پس از بررسی نقشه سالانه، میانگین یاخته‌ای بارش سالانه آذربایجان ۴۱۰ میلی‌متر تعیین شد. بیشینه بارش در قسمت‌های شمالی (ارتفاعات شاه‌داغ و بازاردوزو)، جنوب خاوری (منطقه لنکران) و باختری (منطقه خان کندی) آذربایجان بوده است. بیشینه و کمینه فصلی بارش به ترتیب در بهار و زمستان بوده که تقریباً تمامی مناطق را تحت پوشش قرار داده است. در الگوی پراکندگی بارش ماهانه، بیشینه بارش در برج خرداد بوده که قسمت‌های شمالی (ارتفاعات شاه‌داغ و بازاردوزو) و باختری (منطقه خان کندی) آذربایجان بیشترین بارش را دریافت کرده و کمینه بارش در برج مرداد بوده که ارتفاعات شمالی (ارتفاعات شاه‌داغ و بازاردوزو) و باختری (منطقه خان کندی) و جنوب خاوری (منطقه لنکران) بیشترین بارش را دریافت کرده است. برای تحلیل روند زمانی بارش، سری‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه محاسبه و سپس با آزمون ناپارامتری من-کندال روند افزایشی یا کاهش‌ی با سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ آزمون شد. در سری زمانی سالانه آذربایجان در هر دو سطح اطمینان بارش دارای روندی معنادار کاهش‌ی است. در سری‌های زمانی فصلی، فصول تابستان و زمستان روندی معنادار کاهش‌ی دارند؛ ولی در فصول بهار و پاییز فرض وجود روند تأیید نشد. در بین سری‌های زمانی ماهانه، فقط برج‌های خرداد و اسفند دارای روند معنادار کاهش‌ی هستند و بقیه برج‌ها فاقد روند هستند.

واژه‌های کلیدی: بارش، جمهوری آذربایجان، روند، من-کندال

مقدمه

بارش یکی از متغیرهای اساسی برای ارزیابی مهبایی بالقوه منابع آب است؛ اما توزیع زمانی و مکانی آن بسیار نایکخواخت است و به همین علت، توزیع منابع آب کشور نیز یکخواخت نیست (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۲۱). توزیع زمانی

مکانی بارش در جمهوری آذربایجان نیز به علت تأثیر آن بر منابع آب ایران از اهمیت بالایی برخوردار است. در این پژوهش، سعی شده است با استفاده از روش ناپارامتری من-کندال وضعیت روند تغییرات بارش جمهوری آذربایجان بررسی گردد. در ارتباط با پارامتر بارش مطالعات بسیاری صورت گرفته؛ از جمله: زاهدی و همکاران (۱۳۸۷)، به شناسایی تغییرات بارش سالانه شمال غرب ایران در مقیاس زمانی و مکانی پرداختند. به منظور این تحلیل، داده‌های بارش ۱۹ ایستگاه سینوپتیک را استفاده کردند. سپس به منظور توصیف ویژگی‌های عمومی بارش منطقه به بررسی پراکنش مکانی متوسط بارش سالانه پرداخته و نقشه همبارش شمال غرب ایران را در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱ و با استفاده از روش‌های زمین آمار و نوعی از روش میانپایی اسپیلاین^۲ ترسیم کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که شمال غرب ایران در سطح خطای ۰/۰۵ ناحیه‌ای با تغییرات بارز بلندمدت بارشی محسوب نمی‌شود؛ لذا فرض صفر مبنی بر عدم روند بارشی در شمال غرب ایران با ۹۵٪ اطمینان رد نمی‌شود. همچنین، مشخص شد که رابطه کاهش بارش و ضریب تغییرات مستقیم بوده‌است و نواحی دارای نظام بارشی غیریکنواخت کاهش بیشتری را تجربه کرده‌اند. محمدی (۱۳۹۰)، روند بارش ایران را با استفاده از داده‌های ۱۴۳۷ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی، طی یک دوره ۴۰ ساله (۱۴۳۴ تا ۱۳۸۲) بررسی کرد و با استفاده از روش آماری ناپارامتری من-کندال معنی‌داری روند میانگین بارش و با استفاده از روش برآوردکننده شیب خط سن، میزان شیب خط روند را آزمون کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که در سری‌های زمانی میانگین ایستگاهی و پیکسلی بارش ایران، روند افزایشی یا کاهش معنی‌داری در سطوح اطمینان ۹۹٪ و ۹۵٪ وجود ندارد. با این حال، میانگین ایستگاهی بارش ایران به طور متوسط در هر سال در حدود ۰/۶۴ میلیمتر و میانگین پیکسلی بارش ایران نیز در حدود ۰/۵ میلیمتر کاهش یافته است (محمدی، ۱۳۹۰). تورگی و ارکن (۲۰۰۵) میانگین روند سالانه و ماهیانه بارش را با آزمون‌های ناپارامتری من-کندال و آزمون سن در ترکیه بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که روندهای درخور توجهی؛ به‌ویژه در ماه‌های ژانویه و فوریه و سپتامبر و میانگین سالیانه در این منطقه وجود دارد. از طرفی، کاهش قابل توجهی نیز در میانگین بارش سالانه مشاهده شد که بیشتر در بخش‌های غربی و جنوبی ترکیه است. جایان واردن و همکاران (۲۰۰۵) روند بارش سالانه را در سریلانکا طی قرن اخیر با استفاده از داده‌های ثبت شده در ۱۵ ایستگاه هواشناسی بررسی کردند. در این مطالعه یک روند افزایشی قابل توجه با نرخ ۳,۱۵ میلیمتر در سال در کلمبو و یک روند کاهشی با نرخ ۴,۸۷ و ۲,۸۸ میلیمتر در سال به ترتیب در نوآرا الیا و کندی دیده شد. امپیتاواتا و سنگلیان (۲۰۰۹) روند بارش سالانه و ماهیانه را با آزمون آماری من-کندال در حوضه کالوگنگا در سریلانکا بررسی کردند. روند منفی بارش سالانه در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی شناسایی شد. در این منطقه ماه‌های آوریل و آگوست شدیدترین روند کاهشی را داشتند؛ ولی ماه‌های جولای و نوامبر شدیدترین روند افزایشی را نشان می‌دهند. ایندرا نی و تابا (۲۰۰۹) روند بارش‌های حداکثری را در فصول زمستان و بهار و پائیز در هند بررسی کردند. به منظور بررسی روندها در داده‌های دوره ۱۹۵۴-۲۰۰۳ از آزمون من-کندال استفاده کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که روندهای فرامنطقه‌ای متفاوتی در فصول مختلف وجود دارد. بارش‌های حداکثری فصل بهار روند کاهشی را نشان داد که بیانگر تغییرات اقلیم محلی در

1-GIS:Geographical Information system
2-Thin plate smoothing spline

پنج دهه اخیر است که نیاز به پیش‌بینی‌های فصلی و مدیریت بحران را در این منطقه می‌طلبد. دولوئیس و همکاران^۱ (۲۰۱۰) از داده‌های ۱۱۱۳ ایستگاه بارش ماهانه دوره ۱۹۵۱-۲۰۰۰ برای تعیین روند سالانه بارش استفاده کرده، برای نمایش توزیع فضایی نتایج حاصل از روندهای شناسایی شده از روش میانجی به روش وزندهی بر اساس فاصله معکوس^۲ استفاده شد. پس از بررسی‌ها مشخص شد که تغییرات مکانی این روندها بسیار زیاد است و شدت فرسایشی بارش یک الگوی فضایی پیچیده را نشان می‌دهد. وان و همکاران^۳ (۲۰۱۱) پژوهشی با عنوان روندهای فضایی مکانی بارش در فلات لس^۴ چین انجام دادند. آنها داده‌های روزانه ۱۰۰ ایستگاه هواشناسی این منطقه را از ۱۹۵۷ تا ۲۰۰۹ برای بررسی روند فضایی و مکانی بارش و دوره‌های بازگشت را در انواع مختلف طبقات بارشی استفاده کردند. سپس با روش‌های ناپارامتری^۵ من-کندال و سن^۶ میزان روند در بارش تعیین شد. بررسی‌ها نشان داد که تغییرات معنی‌داری با آزمون من-کندال در بارش این منطقه وجود ندارد. کیم و جین^۷ (۲۰۱۱) اندازه روند و فراوانی بارش را در پنج حوضه اصلی شبه جزیره کره با شناسایی منابع رطوبتی (گردبادی و غیر گردبادی) بررسی کردند. مطالعه آنان نشان داد که در دوره ۱۹۶۶ تا ۲۰۰۷ گردبادها عامل ۲۱ تا ۲۶ بارش‌های فصلی هستند. این پدیده با اهمیت بیشتری در حوضه رودخانه ناکدونگ مشاهده شد. گردبادهای مرتبط با رخداد بارش افزایش درخورتوجهی در بخش‌هایی از حوضه رودهای هان، ناکدونگ و ژنوم داشت.

آذربایجان و شرایط آب و هوایی آن به علت همسایگی و پیوندهای تاریخی، فرهنگی، قومی و طبیعی که با ایران دارد، همواره می‌تواند و باید در دیدگاه پژوهشگران ایرانی باشد. شناسایی ویژگی‌های آب و هوایی آذربایجان نیز یکی از زمینه‌هایی است که نزدیکی و پیوندها را استوارتر می‌سازد. این پژوهش به همین دلیل برگزیده شده و به انجام رسیده است.

داده‌ها و روش پژوهش

موقعیت منطقه مورد مطالعه

جمهوری آذربایجان با ۸۶۶۰۰ کیلومتر مربع مساحت در قاره آسیا، در جنوب رشته کوه‌های قفقاز و شمال رودخانه ارس در مجاورت دریای خزر واقع شده است. پایتخت آن باکو است. منطقه نخجوان که ۵۵۰۰ کیلومتر مربع از خاک این کشور را تشکیل می‌دهد، توسط جمهوری ارمنستان از سرزمین اصلی جدا افتاده است. پست‌ترین نقطه جمهوری آذربایجان در کناره دریای خزر ۲۸ متر بلندتر از سطح آبهای آزاد جهان است. همچنین، بلندترین نقطه این سرزمین در مرز داغستان و در قله (بازار دوزو) ۴۴۸۵ متر ارتفاع دارد (شکل ۱).

1- De Luis, M, Gonzalez-Hidalgo, J.C, Longares, L.A

2 -Inverse Distance Weighted

3- L. Wan, X.P. Zhang, Q. Ma, Y.P. Sun, T.Y. Ma, J.J. Zhang

4- Loess

5- Non-Parametric

6- Sen



شکل ۱) موقعیت منطقه

در این پژوهش از داده‌های بارش روزانه پایگاه داده آفرودایت که دارای تفکیک مکانی 0.25×0.25 درجه است، در یک دوره ۵۷ ساله (۱۹۵۱-۲۰۰۷) استفاده شده است. در ابتدا برای بررسی مکانی بارش با استفاده از داده‌های میانگین سالانه، فصلی و ماهانه که از پایگاه داده آفرودایت استخراج شد، در نرم‌افزار سورفر با روش نزدیکترین همسایگی^۱ نقشه میانگین تهیه و سپس برای بررسی زمانی بارش با استفاده از میانگین وزنی داده‌های بارش ۱۷ نمودار سری زمانی تهیه شد و معناداری روند سری‌های زمانی نیز از طریق آزمون ناپارامتری من-کندال در دو سطح ۹۵٪ و ۹۹٪ آزمون شد. الف) برای محاسبه میانگین وزنی بارش از فرمول زیر استفاده شد:

$$Pw_i = \frac{1}{\sum w_j} \sum_{j=1}^n P_{ij} w_j$$

P_{ij} : بارش روز i ام بر روی یاخته j ام

w_j : مساحت یاخته j ام

Pw_i : میانگین وزنی بارش روز i ام

ب: آزمون ناپارامتری من-کندال

مراحل محاسبه آماره این آزمون به شرح زیر است:

۱. محاسبه اختلاف بین تک تک جملات سری با همدیگر و اعمال تابع علامت^۲ و استخراج پارامتر^۳ به شرح زیر:

1- Nearest Neighbor
۲- sign function

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \operatorname{sgn}(X_j - X_k)$$

که n تعداد جملات سری، و X_j و X_k به ترتیب داده های زام k و k ام سری هستند. تابع علامت نیز به شرح زیر قابل محاسبه است:

$$\operatorname{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases}$$

۲. محاسبه پراش توسط یکی از روابط زیر:

اگر $n > 10$

$$\operatorname{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{t=1}^m t(t-1)(2t+5)}{18}$$

اگر $n \leq 10$

$$\operatorname{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$$

که n تعداد داده ها و m معرف تعداد سری هایی است که در آن ها حداقل یک داده تکراری وجود دارد و t نیز بیانگر فراوانی داده های با ارزش یکسان است.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\operatorname{Var}(s)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\operatorname{Var}(s)}} & \text{if } S < 0 \end{cases}$$

۳. استخراج آماره ی Z به کمک یکی از روابط زیر:

در یک آزمون دو دامنه برای روندیابی سری داده ها، فرض صفر در صورتی پذیرفته می شود که رابطه زیر برقرار باشد.

$$|Z| \leq Z_{\alpha/2}$$

که α سطح معنی داری است که برای آزمون در نظر گرفته می شود و Z_{α} آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی دار α است که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، از $\alpha/2$ استفاده شده است. در بررسی حاضر این آزمون برای سطوح اعتماد ۹۵٪ و ۹۹٪ به کار گرفته شد. در صورتی که آماره Z مثبت باشد، روند سری داده ها صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می شود (حجام و همکاران، ۱۳۸۷، ۱۵۹).

یافته های پژوهش

پس از بررسی نقشه سالانه، میانگین یاخته ای بارش سالانه آذربایجان ۴۱۰ میلیمتر است. با توجه به نقشه، بیشینه بارش در ارتفاعات شمالی شاه داغ و بازار دوزو و منطقه کم ارتفاع و ساحلی واقع در لنکران و کمینه بارش در مناطق مرکزی

شیروان و باکو مشاهده می‌شود. خطوط همبارش بیشینه (۷۰۰ میلیمتر) را می‌توان در بخشهای شمالی آذربایجان واقع در ارتفاعات شاه داغ و بازاردوزو مشاهده نمود. در منطقه باختری؛ یعنی خان کندی خطوط همبارش ۵۰۰ و ۵۵۰ میلیمتر واقع شده است. هر چه از سمت شمال و باختر منطقه به سمت بخش‌های مرکزی و جنوبی پیش می‌رویم، از میزان بارش سالانه نیز کاسته می‌شود. در نخجوان نیز بیشینه بارش منطبق با بخش‌های کوهستانی شمال خاوری است، که خطوط همبارش ۵۰۰ میلیمتر نیز قرار دارد. هر چه به سمت جنوب و باختر منطقه نخجوان پیشروی کنیم، از میزان بارش سالانه کاسته می‌شود (شکل ۲).

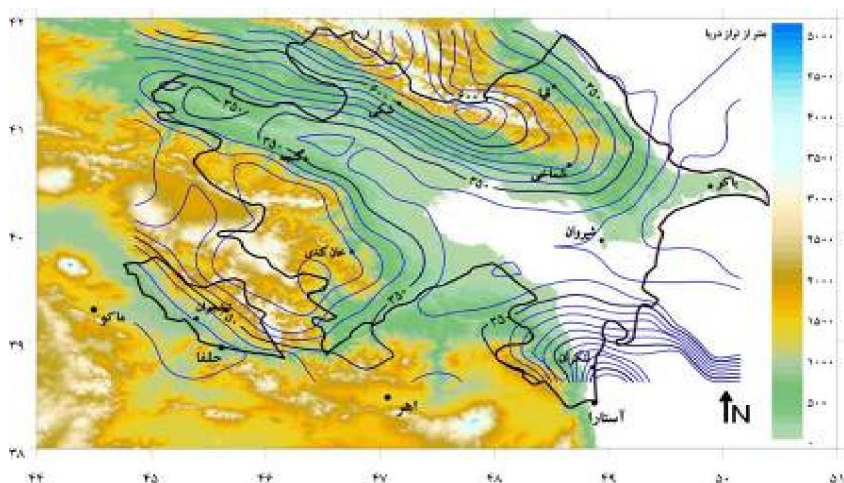
فصل بهار با میانگین بارش ۱۴۸ میلیمتر و فصل زمستان با میانگین ۴۴ میلیمتر به ترتیب پربارش‌ترین و کم بارش‌ترین فصل‌های جمهوری آذربایجان هستند. بیشینه بارش فصل بهار در بخش‌های خان کندی و ارتفاعات شاه داغ و بازاردوزوی آذربایجان و شمال خاوری نخجوان است. در فصل تابستان تمرکز بیشینه بارش بیشتر در ارتفاعات شاه داغ و بازاردوزو جمهوری آذربایجان به چشم می‌خورد و کمینه بارش در شهرهای باکو و شیروان مشاهده می‌شود. در فصل پاییز به عنوان دومین فصل پربارش جمهوری آذربایجان، بیشینه بارش در حاشیه جنوب خاوری که شهر لنکران قرار دارد و در مرز با دریای خزر مشاهده می‌شود. فصل زمستان به عنوان کم بارش‌ترین فصل، بیشینه و کمینه بارش به ترتیب در قسمت‌های شمالی ارتفاعات بازاردوزو و شاه داغ و خان کندی جمهوری آذربایجان است (شکل‌های ۳ تا ۶). از نظر پراکندگی مکانی ماهانه بارش در این منطقه باید برج‌ها به دو گروه تقسیم شوند، که برج‌های اردیبهشت، خرداد، فروردین، مهر و آبان با میانگین بارش بیش از ۳۵ میلیمتر پربارش‌ترین برج‌های سال هستند و برج‌های اسفند، آذر، شهریور، تیر، بهمن، دی و مرداد کم بارش‌ترین برج‌ها هستند. در خرداد که مرطوب‌ترین برج سال است، خط همبارش ۸۵ میلیمتر در ارتفاعات شاه داغ و بازاردوزو و باختری (منطقه خان کندی) جمهوری آذربایجان است و خط همبارش ۷۵ میلیمتر در قسمت شمال خاوری نخجوان قرار دارد. برج مرداد با میانگین بارش ۲۰ میلیمتر که کم بارش‌ترین برج جمهوری آذربایجان است، خط همبارش ۵۰ میلیمتر در ارتفاعات شاه داغ؛ یعنی نزدیک شهر شکی قرار دارد. در این برج بخش‌های مرکزی و خاوری بارش کمی را دریافت می‌کند (شکل ۷ تا ۱۸).

برای واکاوی روند زمانی بارش، سری‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه محاسبه و سپس با آزمون ناپارامتری من-کندال روند افزایشی یا کاهش‌ی با سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ آزمون شد. در سری زمانی سالانه آذربایجان در هر دو سطح اطمینان بارش دارای روندی معنادار و کاهش‌ی است. روند سالانه آذربایجان از ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۵ کاملاً کاهش‌ی استولی در نخجوان از ۱۳۳۰ تا ۱۳۴۰ روند کاهش‌ی است. بیشینه بارش سالانه آذربایجان و نخجوان در دوره مورد مطالعه با مقادیر ۶۳۲/۴۷۲۴ و ۴۲۰/۹۱۶۲ هر دو در سال ۱۳۴۲ است، کمینه بارش دو منطقه با مقادیر ۲۳۷/۶۷۴۳ و ۱۶۳/۹۱۶۲ به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۵ بوده است. در سری‌های زمانی فصلی، فصول تابستان و زمستان روندی معنادار و کاهش‌ی دارند؛ ولی در فصول بهار و پاییز فرض وجود روند تأیید نشد. در بین سری‌های زمانی ماهانه، فقط برج‌های خرداد و اسفند دارای روند معنادار و کاهش‌ی هستند و بقیه برج‌ها فاقد روند هستند (جدول ۱ و شکل‌های ۱۹ تا ۲۳).

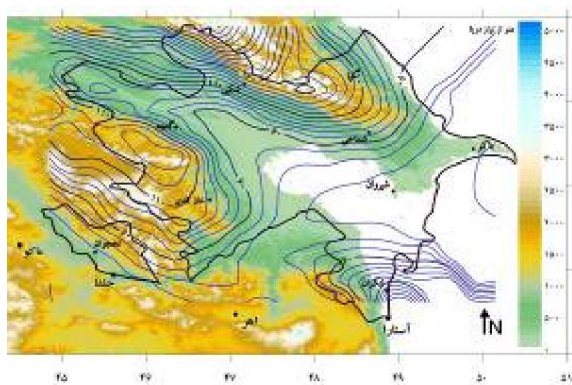
(توضیح: فرض صفر: تصادفی بودن و عدم روند در سری داده‌ها؛ فرض یک: (رد فرض صفر) یعنی وجود روند در سری داده‌هاست، اگر رابطه 2.58 یا $|Z| \leq 1.96$ برقرار باشد، فرض صفر قبول می‌شود).

جدول ۱) سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪

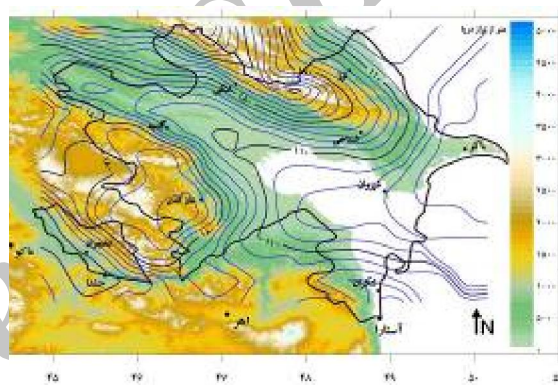
سری زمانی	آذربایجان		نخجوان	
	۹۵٪	۹۹٪	۹۵٪	۹۹٪
سالانه	$ -3.03 \leq 1.96$	$ -3.03 \leq 2.58$	$ -0.79 \leq 1.96$	$ -0.79 \leq 2.58$
فروردین	$ -0.70 \leq 1.96$	$ -0.70 \leq 2.58$	$ 0.392 \leq 1.96$	$ 0.392 \leq 2.58$
اردیبهشت	$ 0.26 \leq 1.96$	$ 0.26 \leq 2.58$	$ 0.681 \leq 1.96$	$ 0.681 \leq 2.58$
خرداد	$ -2.6 \leq 1.96$	$ -2.6 \leq 2.58$	$ -1.35 \leq 1.96$	$ -1.35 \leq 2.58$
تیر	$ -1.9 \leq 1.96$	$ -1.9 \leq 2.58$	$ -0.77 \leq 1.96$	$ -0.77 \leq 2.58$
مرداد	$ -2.49 \leq 1.96$	$ -2.49 \leq 2.58$	$ -1.42 \leq 1.96$	$ -1.42 \leq 2.58$
شهریور	$ -1.49 \leq 1.96$	$ -1.49 \leq 2.58$	$ -2.11 \leq 1.96$	$ -2.11 \leq 2.58$
مهر	$ -1.12 \leq 1.96$	$ -1.12 \leq 2.58$	$ -0.21 \leq 1.96$	$ -0.21 \leq 2.58$
آبان	$ 0.075 \leq 1.96$	$ 0.075 \leq 2.58$	$ 1.135 \leq 1.96$	$ 1.135 \leq 2.58$
آذر	$ -1.42 \leq 1.96$	$ -1.42 \leq 2.58$	$ -0.75 \leq 1.96$	$ -0.75 \leq 2.58$
دی	$ -1.83 \leq 1.96$	$ -1.83 \leq 2.58$	$ -1.34 \leq 1.96$	$ -1.34 \leq 2.58$
بهمن	$ 0.13 \leq 1.96$	$ 0.13 \leq 2.58$	$ -0.87 \leq 1.96$	$ -0.87 \leq 2.58$
اسفند	$ -3.15 \leq 1.96$	$ -3.15 \leq 2.58$	$ -2.73 \leq 1.96$	$ -2.73 \leq 2.58$
بهار	$ -1.70 \leq 1.96$	$ -1.70 \leq 2.58$	$ -0.64 \leq 1.96$	$ -0.64 \leq 2.58$
تابستان	$ -3.03 \leq 1.96$	$ -3.03 \leq 2.58$	$ -2.41 \leq 1.96$	$ -2.41 \leq 2.58$
پاییز	$ -1.61 \leq 1.96$	$ -1.61 \leq 2.58$	$ -0.55 \leq 1.96$	$ -0.55 \leq 2.58$
زمستان	$ -2.19 \leq 1.96$	$ -2.19 \leq 2.58$	$ -2.71 \leq 1.96$	$ -2.71 \leq 2.58$



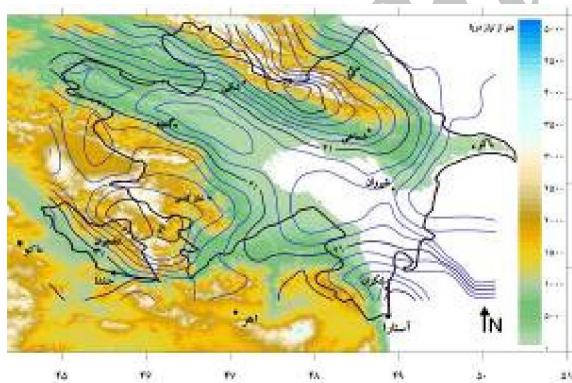
شکل (۱) میانگین بارش سالانه جمهوری آذربایجان



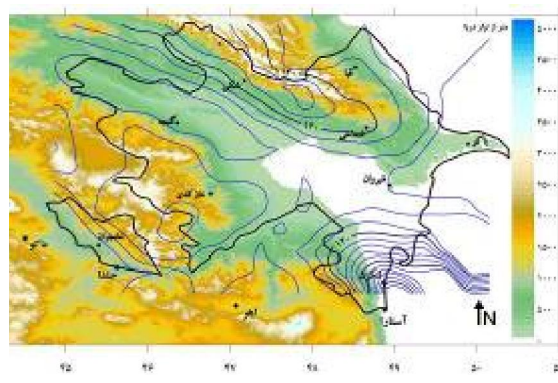
شکل (۳) بارش فصل تابستان



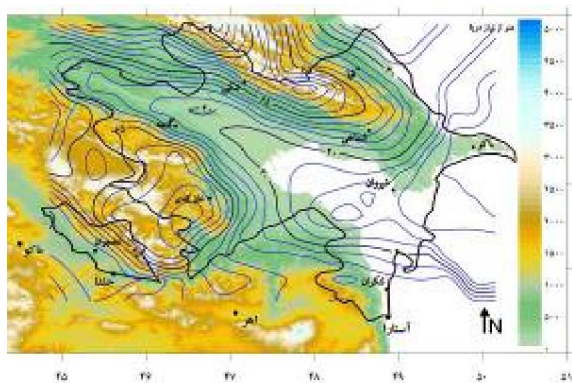
شکل (۲) بارش فصل بهار



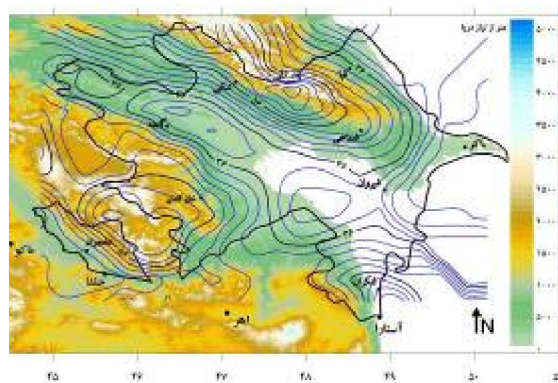
شکل (۵) بارش فصل زمستان



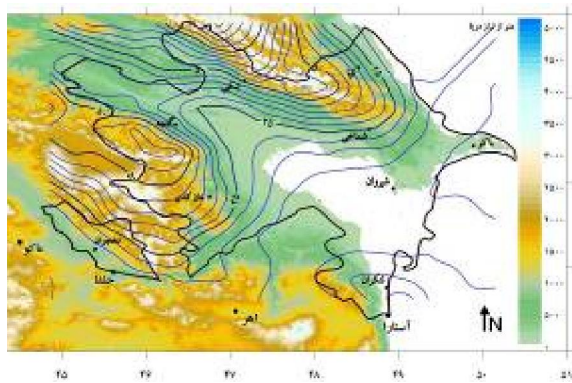
شکل (۴) بارش فصل پائیز



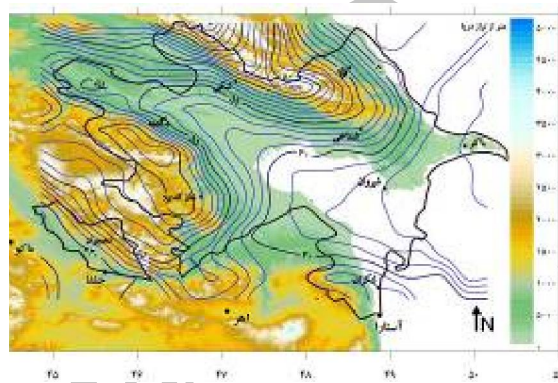
شکل ۷) بارش برج اردی بهشت



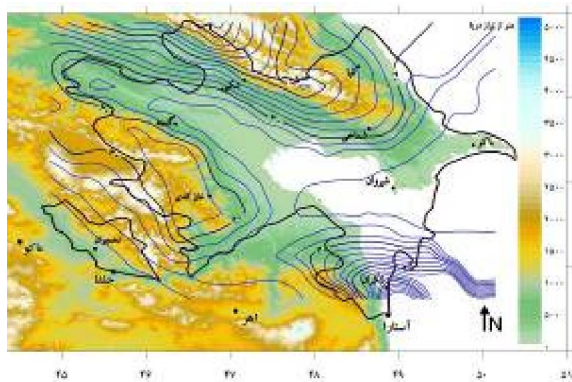
شکل ۶) بارش برج فروردین



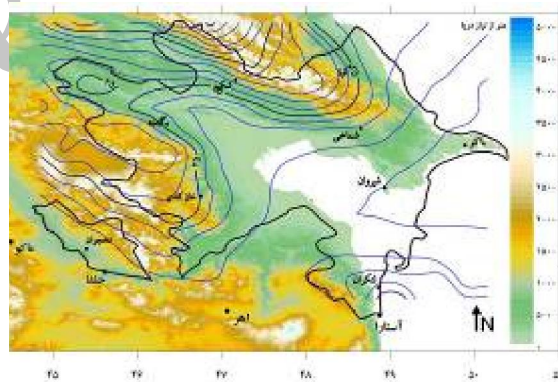
شکل ۹) بارش برج تیر



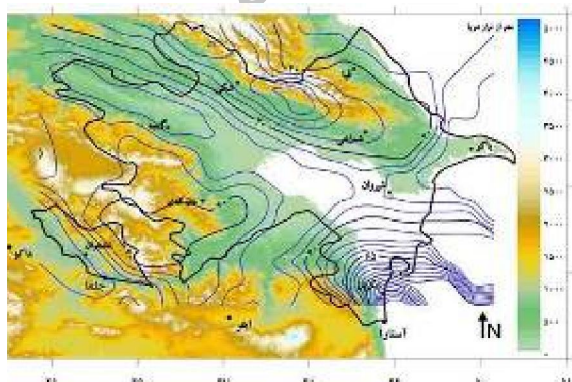
شکل ۸) بارش برج خرداد



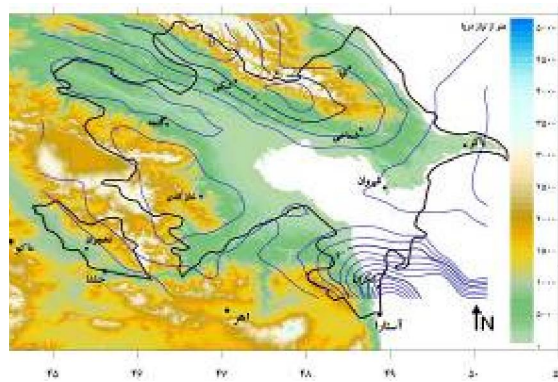
شکل ۱۱) بارش برج شهریور



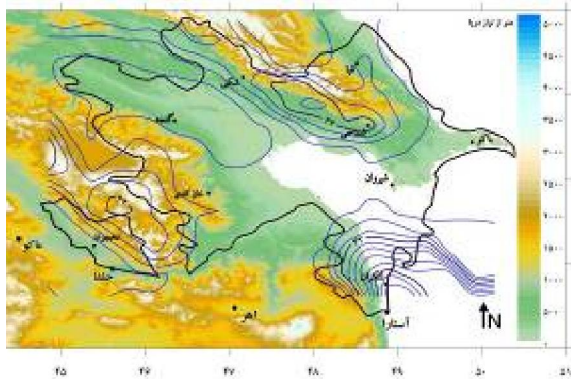
شکل ۱۰) بارش برج آرمرداد



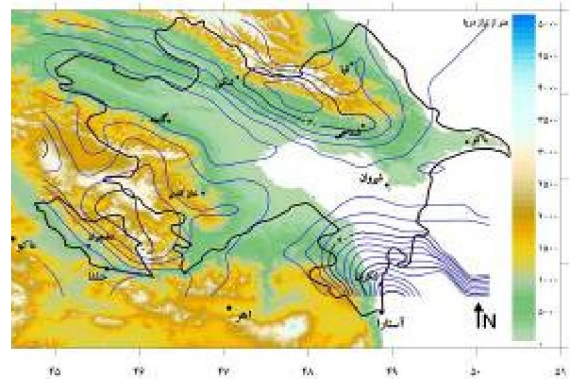
شکل ۱۳) بارش برج آبان



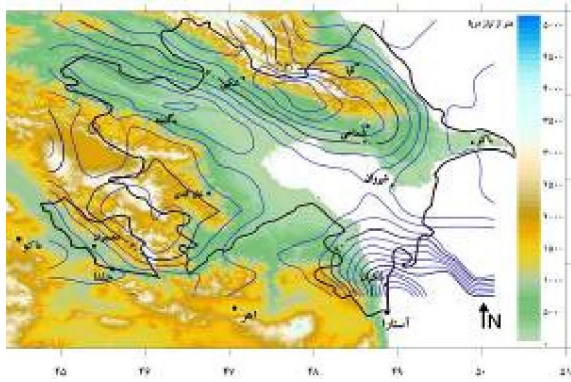
شکل ۱۲) بارش برج مهر



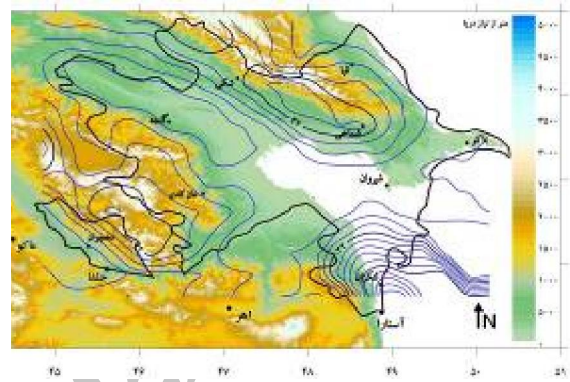
شکل ۱۵) بارش برج دی



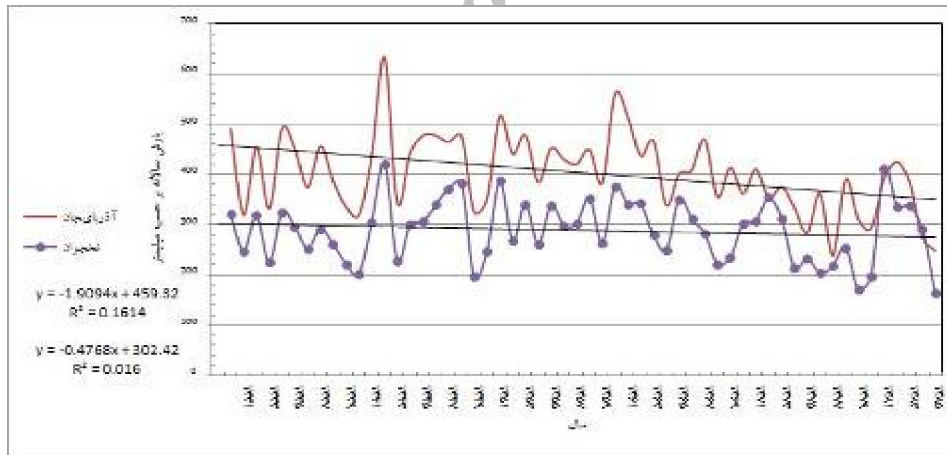
شکل ۱۴) بارش برج آذر



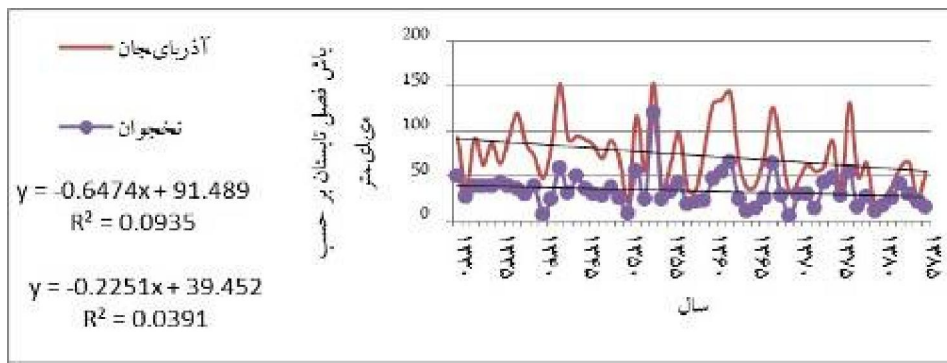
شکل ۱۷) بارش برج اسفند



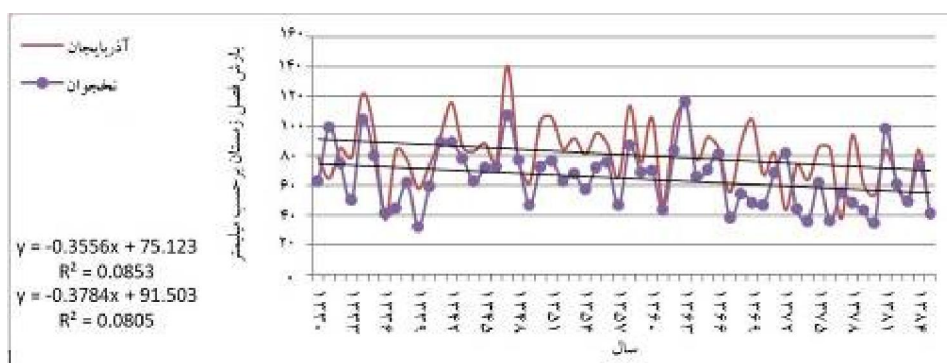
شکل ۱۶) بارش برج بهمن



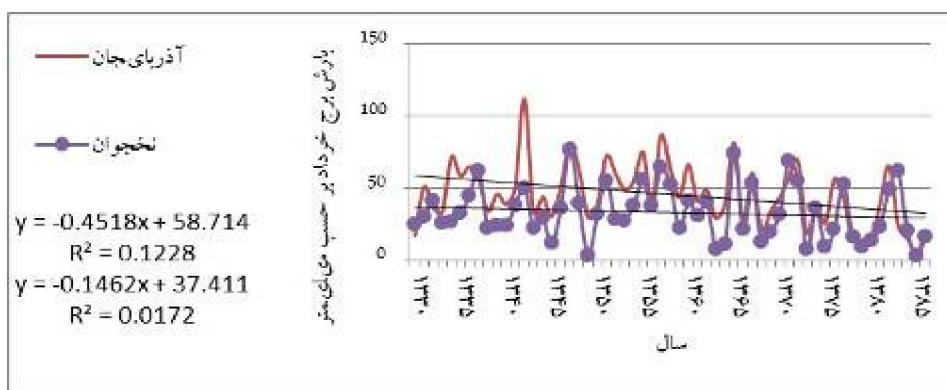
شکل ۱۸) سری زمانی سالانه‌ی جمهوری آذربایجان



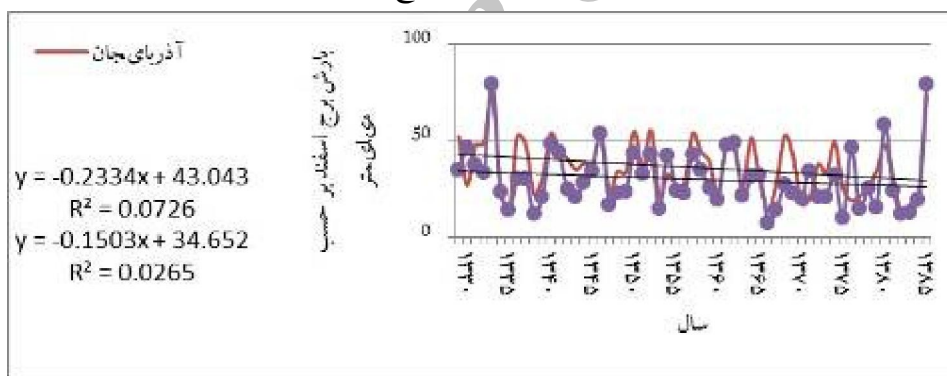
شکل ۲۰) سری زمانی فصل تابستان



شکل ۱۹) سری زمانی فصل زمستان



شکل ۲۰) سری زمانی برج خرداد



شکل ۲۱) سری زمانی برج اسفند

نتیجه گیری

بارش یکی از متغیرهای اساسی برای ارزیابی مهبایی بالقوه منابع آب است؛ اما توزیع زمانی و مکانی آن بسیار نایکناخت است و به همین علت، توزیع منابع آب کشور نیز یکنواخت نیست (مسعودیان، ۱۳۹۰، ۱۲۱). توزیع زمانی مکانی بارش در جمهوری آذربایجان نیز به علت تأثیر آن بر منابع آب ایران از اهمیت بالایی برخوردار است. در این پژوهش سعی شده است که با استفاده از روش ناپارامتری من-کندال وضعیت روند تغییرات بارش جمهوری آذربایجان بررسی گردد. برای بررسی روند تغییرات بارش جمهوری آذربایجان از داده‌های بارش روزانه پایگاه داده آفرودایت^۱ که

دارای تفکیک مکانی $0/25 * 0/25$ درجه است، در یک دوره ۵۷ ساله (۱۹۵۱-۲۰۰۷) استفاده شده است. نخست برای واکاوی مکانی داده‌ها، با روش نزدیک‌ترین همسایگی در نرم‌افزار سورفر نقشه‌های همبارش سالانه، فصلی و ماهانه تهیه گردید. پس از بررسی نقشه سالانه، میانگین یاخته‌ای بارش سالانه آذربایجان ۴۱۰ میلیمتر است. با توجه به نقشه، بیشینه بارش در ارتفاعات شمالی شاه‌داغ و بازار دوزو و منطقه کم‌ارتفاع و ساحلی واقع در لنکران و کمینه بارش در مناطق مرکزی شیروان و باکو مشاهده می‌شود. در منطقه باختری؛ یعنی خان‌کندی خطوط همبارش ۵۰۰ و ۵۵۰ میلیمتر واقع شده است. هرچه از سمت شمال و باختر منطقه به سمت بخش‌های مرکزی و جنوبی پیش می‌رویم، از میزان بارش سالانه نیز کاسته می‌شود. در نخجوان نیز بیشینه بارش منطبق با بخش‌های کوهستانی شمال خاوری است، که خطوط همبارش ۵۰۰ میلیمتر نیز قرار دارد. هرچه به سمت جنوب و باختر منطقه نخجوان پیشروی کنیم، از میزان بارش سالانه کاسته می‌شود.

فصل بهار با میانگین بارش ۱۴۸ میلیمتر و فصل زمستان با میانگین ۴۴ میلیمتر به ترتیب پربارش‌ترین و کم‌بارش‌ترین فصل‌های جمهوری آذربایجان هستند. بیشینه بارش فصل بهار در بخش‌های خان‌کندی و ارتفاعات شاه‌داغ و بازاردوزوی آذربایجان و شمال خاوری نخجوان است. در فصل تابستان تمرکز بیشینه بارش بیشتر در ارتفاعات شاه‌داغ و بازاردوزوی جمهوری آذربایجان به چشم می‌خورد و کمینه بارش در شهرهای باکو و شیروان مشاهده می‌شود. فصل زمستان به عنوان کم‌بارش‌ترین فصل، بیشینه و کمینه بارش به ترتیب در قسمت‌های شمالی ارتفاعات بازاردوزو و شاه‌داغ و خان‌کندی جمهوری آذربایجان است. از نظر پراکندگی مکانی ماهانه بارش در این منطقه باید برج‌ها به دو گروه تقسیم شوند، که برج‌های اردیبهشت، خرداد، فروردین، مهر و آبان با میانگین بارش بیش از ۳۵ میلیمتر پربارش‌ترین برج‌های سال هستند و برج‌های اسفند، آذر، شهریور، تیر، بهمن، دی و مرداد کم‌بارش‌ترین برج‌ها هستند.

برای واکاوی روند زمانی بارش، سری‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه محاسبه و سپس با آزمون ناپارامتری من-کندال روند افزایشی یا کاهش‌ی با سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ آزمون شد. در سری زمانی سالانه آذربایجان در هر دو سطح اطمینان بارش دارای روندی معنادار و کاهش‌ی است. روند سالانه آذربایجان از ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۵ کاملاً کاهش‌ی استولی در نخجوان از ۱۳۳۰ تا ۱۳۴۰ روند کاهش‌ی است. در سری‌های زمانی فصلی، فصل‌های تابستان و زمستان روندی معنادار و کاهش‌ی دارند؛ ولی در فصول بهار و پاییز فرض وجود روند تأیید نشد. در بین سری‌های زمانی ماهانه، فقط برج‌های خرداد و اسفند دارای روند معنادار و کاهش‌ی و بقیه برج‌ها فاقد روند هستند.

منابع

- ۱- حجاج، سهراب، یونس خوشخو و شمس‌الدین رضاوندی. (۱۳۸۷). تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۶۴، ۱۵۷-۱۶۸.
- ۲- زاهدی، مجید، بهروز ساری صراف و جاوید جمعی. (۱۳۸۷). تحلیل تغییرات زمانی مکانی بارش در شمال غرب ایران، مجله جغرافیا و برنامه ریزی، سال ۱۳، ش ۲۵، ۹۳-۱۰۶.

- ۳- محمدی، بختیار. (۱۳۹۰). تحلیل روند بارش سالانه ایران، *جغرافیا و برنامه ریزی محیطی ایران*، سال ۲۲، ش پایبی ۴۳، ش ۳، ۹۵-۱۰۶.
- ۴- مسعودیان، سیدابوالفضل. (۱۳۹۰). آب و هوای ایران، انتشارات شریعه توس.
- 5- A.D.Ampitiyawatta, ShenglianGuo, (2009), precipitation trends in the kalu Ganga basin in srilanka, *The Journal of Agricultural Science*, vol.4, no.1: 10-18.
- 6- DE LUIS. M, Raventos. J.C, Hidalgo. Gonzalez and Longares. L.A, (2010), Is rainfall erosivity increasing in the Mediterranean Iberian Peninsula? *Land degradation & development*, 21: 139-144.
- 7- H.K.W.I. Jayawardene, D.U.J. Sonnadara, and D.R. Jayewardene, (2005), Trends of Rainfall in Sri Lanka over the Last Century, *Sri Lankan Journal of Physics*, Vol. 6: 7-17.
- 8- IndraniPal ,Abir Al-Tabbaa,(2009), Trends in seasonal precipitation extremes – An indicator of ‘climate change’ in Kerala, India, *Journal of Hydrology* 367:62–69.
- 9- Jong-Suk Kim and Shaleen Jain, (2011), Precipitation trends over the Korean peninsula: typhoon-induced changes and a typology for characterizing climate-related risk, *Environ. Res. Lett.* 6,034033:1-6.
- 10- Turgay, P. and Ercan K. (2005).Trend Analysis in Turkish Precipitation data,*Hydrological Processes*, vol. 20, Issue 9, pp.2011-2026.
- 11- 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.
- 12- <http://www.chikyu.ac.jp/precip/>.

Archive of SID