

واکاوی مکانی و زمانی روند بارش سالانه ایران طی سال‌های ۱۳۲۹ تا ۱۳۸۶

عباسعلی داداشی رودباری، رضا ابراهیمی و محمد کیخسروی کیانی

دوره ۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، صفحات: ۱۲۱ - ۱۱۱

Vol. 2(2), Summer 2016, 111-121

Analysis of the Spatial and
Temporal Trend of Annual
Rainfall in Iran during
1950-2007

Dadashi Roudbari A., Ebrahimi R. and
Keykhosravi Kiani M.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

نحوه ارجاع به این مقاله: داداشی رودباری ع. ع.، ابراهیمی ر. و کیخسروی کیانی م. (۱۳۹۵). واکاوی مکانی و زمانی روند بارش سالانه ایران طی سال‌های ۱۳۲۹ تا ۱۳۸۶. محیط زیست و مهندسی آب، جلد ۲، شماره ۲، صفحات: ۱۲۱-۱۱۱

How to cite this paper: Dadashi Roudbari A., Ebrahimi R. and Keykhosravi Kiani M. (2016). Analysis of the spatial and temporal trend of annual rainfall in Iran during 1950-2007. J. Environ. Water Eng., 2(2), 111-121.

واکاوی مکانی و زمانی روند بارش سالانه ایران طی سال‌های ۱۳۲۹ تا ۱۳۸۶

عباسعلی داداشی رودباری^{۱*}، رضا ابراهیمی^۲، محمد کیخسروی کیانی^۳

۱- گروه جغرافیا، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۳- گروه جغرافیا، دانشکده جغرافیا، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

*نویسنده مسئول: ebrahimireza7679@yahoo.com

تاریخ دریافت: [۱۳۹۴/۱۱/۰۱]

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۵/۰۳/۲۴]

چکیده

یکی از روش‌هایی که می‌توان به کمک آن سیر تحولات بارندگی را در گذشته و حال بررسی نمود، آنالیز روند سری‌های زمانی بارش در مقیاس‌های مختلف زمانی است. هدف این پژوهش واکاوی مکانی و زمانی روند بارش سالانه ایران با استفاده از پایگاه داده‌های آفرودیت می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از بروندهای به‌دست‌آمده کنترل کیفی شده پایگاه داده - بارش یاخته‌ای آفرودیت به ارزیابی روند بارش سالانه کشور پرداخته شد. داده‌های این پایگاه در بازه زمانی ۱۳۲۹ تا ۱۳۸۶ هجری خورشیدی و تفکیک مکانی $0/25 \times 0/25$ و $0/5 \times 0/5$ درجه می‌باشند. جهت محاسبه روند بارش سالانه ایران از روش نا پارامتری من-کندال و جهت برآورد میزان شیب روند از روش شیب خط سن استفاده شد. نتایج حاصل از واکاوی این داده‌ها نشان داد که در سری‌های زمانی میانگین ایستگاهی و یاخته‌ای بارش ایران، روند افزایشی یا کاهشی معنی‌داری در سطوح اطمینان ۹۹٪ و ۹۵٪ وجود ندارد. آماره‌های آزمون سن در سطوح اطمینان مورد بررسی نشان دادند که به‌طور متوسط بارش ایران در هر سال حدود $0/439$ میلی‌متر افزایش داشته است. ضمن اینکه کمینه و بیشینه کاهش بارش در سطح ۹۹٪ به ترتیب برابر $-0/476$ و $1/321$ میلی‌متر بوده است. در حالی که کمینه و بیشینه بارش یاخته‌ای ایران در سطح ۹۵٪ به ترتیب $-0/221$ و $1/088$ میلی‌متر برآورد شده است.

واژه‌های کلیدی: ایران، آزمون من‌کندان، بارش، پایگاه آفرودیت.

-۱ مقدمه

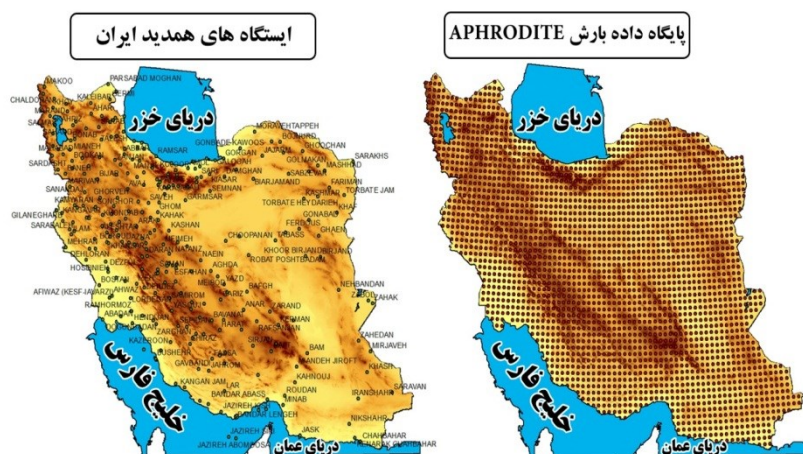
آگاهی از مقدار، توزیع مکانی و زمانی تغییرات بارش برای برنامه‌ریزی‌ها امری ضروری است (Chappell et al. 2013). از جمله مواردی که بررسی فرا سنج اقلیمی بارش را شاخص نموده است می‌توان به مدل‌سازی و پیش‌بینی سیلاب، پایش و اعتبارسنجی مدل‌های هواشناسی و مدل‌سازی عملکرد محصولات کشاورزی اشاره نمود. لذا مطالعه فرا سنج اقلیمی بارش باید به‌عنوان محور راهبردی برای برنامه‌ریزی‌های آبی موردتوجه قرار گیرد. بارش از متغیرترین عناصر اقلیمی است. این تغییرات هم در بعد مکان و هم در بعد زمان در قالب اقلیم منطقه رخ می‌دهد. این عنصر یکی از داده‌های مهم ورودی به دستگاه‌های هیدرولوژیکی به لحاظ ایجاد جریان‌ات سطحی، تأثیر بر سفره‌های آب زیرزمینی و به‌عنوان منبع مهم در تغذیه رودها و چشمه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و از عناصر مهم اقلیمی است که در تعیین نقش و پراکندگی دیگر عناصر اقلیمی می‌تواند مؤثر باشد (Aligani et al. 2013; Gholizadeh et al. 2009). یکی از روش‌های پرکاربرد در واکاوی تغییرات زمانی مکانی بارش آنالیز این فرا سنج از طریق الگوهای سری‌های زمانی و همبستگی‌های فضایی است. از جمله مطالعات خارجی می‌توان به چند مورد اشاره داشت. (Becker et al. 2006) به تحلیل فضایی زمانی روند بارش در حوضه رودخانه یانگ تسه پرداختند. آن‌ها روند بارش ماهانه ۳۶ ایستگاه واقع در این حوضه را طی ۵۰ سال گذشته با روش من‌کندال محاسبه کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که روند مثبت معنی‌داری در بارش تابستانی اغلب ایستگاه‌ها وجود داشته و همچنین در ادامه با میان‌یابی حوضه یانگ تسه با تفکیک مکانی ۵/۰ درجه جغرافیایی روندهای فضایی مکانی متفاوتی را برای بخش‌های مختلف به‌کاربردند. (Feidas et al. 2007) تحلیل روند سری زمانی بارش ۵۰ ساله اخیر یونان را در ارتباط با شاخص‌های گردشی جو بررسی کردند. آن‌ها با انجام دو روش حداقل مربعات و من‌کندال بر روی داده‌های بارش یونان دریافتند که روند بارش سالانه و زمستانه یونان از سال ۱۹۸۴ به بعد کاهش یافته است. همچنین در ادامه این تحقیق، تغییرپذیری بارش در ارتباط با سه شاخص گردش جوی نوسان اطلس شمالی، نوسان مدیترانه‌ای و شاخص جدید نوسان مدیترانه‌ای به کمک تحلیل همبستگی انجام گرفت. (Crochet 2007) تغییرپذیری اقلیم و روند منطقه‌ای بارش را در ایسلند طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۰ مطالعه نمود. وی معتقد است تغییرات درون سالانه در ویژگی‌های بارش می‌تواند با تغییراتی در اندازه، مکان و رخداد سامانه‌های بارشی بزرگ‌مقیاس که از روی ایسلند عبور می‌کنند در ارتباط باشد و این سامانه‌ها می‌توانند به‌نوبه خود توسط شدت نوسانات اطلس شمالی به‌ویژه در زمستان تحت تأثیر قرار بگیرند. (Lenderink et al. 2009) با استفاده از روش‌های آماری و مدل‌های اقلیمی، نقش دمای سطح دریا روی سنگی‌ترین بارش‌های ساحلی هلند را طی سال‌های ۱۹۵۸ تا ۲۰۰۶ مطالعه کردند. نتایج نشان داد که با افزایش هر درجه سانتی‌گراد دمای سطح دریا ۱۵ درصد به مقدار بارش افزوده می‌شود. (Brissette et al. 2007) در حوضه چات در استان کبک کانادا، برای بهینه‌سازی داده‌سازی اقلیمی به‌منظور تعیین پهنه‌های همگن معنادار، از لحاظ بارشی، از شاخص خودهمبستگی فضایی Moran استفاده کردند. از مطالعات داخلی نیز می‌توان به (Askari et al. 2007) اشاره کرد که روند نمایه‌های بارش‌های حدی در ایران را بر اساس داده‌های بارش روزانه ۲۰ ایستگاه هم‌دید طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ تحلیل کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که در دوسوم از ایران مقدار سالانه بارش در روزهای تر کاهش چشمگیری یافته است و البته نمایه بارش سنگین بیش از ۱۰ میلی‌متر افزایش یافته است. (Hajjam et al. 2008) روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه ایران مرکزی را با استفاده از روش‌های پارامتری من‌کندال و برآورد کننده شیب سن، مطالعه کردند. آن‌ها معتقدند که با توجه به ناکافی بودن تعداد سری‌های دارای روند معنی‌دار نسبت به سری‌های فاقد روند، نمی‌توان روند خاصی را بر بارندگی‌های فصلی و سالانه منطقه مورد مطالعه نسبت داد. (Asakereh 2005) به‌منظور شناخت نظام تغییرات زمانی بارش استان اصفهان به تحلیل روند بارش سالانه این استان پرداخت. وی بر پایه روش میانگین‌انگراها و با حل معادلات نرمال رگرسیون برای یاخته‌های ایجاد در استان، متوسط تغییر بارش سالانه را برای کل استان محاسبه کرد و معتقد است که بارش سالانه استان اصفهان طی سه دهه گذشته حاوی روند سهمی (درجه ۲) بوده است. (Brtaev et al. 2013) برای تبیین الگوهای فضایی سرقت مسکونی در شهر زاهدان، از آماره‌های خودهمبستگی فضایی Moran و LISA استفاده کردند. شاخص کلی Moran نشان داد بین توزیع الگوهای سرقت مسکونی و مهاجرت با مقدار ۰/۵۷۶۷ درصد و همچنین، برای شاخص محلی LISA نیز مهاجرت با همان مقدار، ولی شاخص استاندارد شده

بیش‌تری نسبت به دیگر شاخص‌ها دارد و این امر نشان می‌دهد که توزیع خودهمبستگی بیش‌تر در فضای جغرافیایی الگوها غیر تصادفی است. (Alijani et al. 2015). به واکاوی همبستگی درون دهه‌های بارش‌های دهه‌های اخیر ایران پرداختند. جهت این کار از پایگاه داده بارش اسفزاری طی دوره آماری ۵۰ ساله (۱۳۹۰-۱۳۴۰) بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که الگوهای دهه‌های بارش‌های ایران از یک الگوی خوشه‌ای بالا برخوردار است. نوار جنوب غرب از خودهمبستگی فضایی مثبت و نوار مرکز از خودهمبستگی فضایی منفی برخوردار می‌باشند. هم‌اکنون نزدیک به ۳۸۰ ایستگاه همدید در کشور وجود دارد که کم‌تر از یک‌سوم ایستگاه آمار بلندمدت (۳۰ ساله و یا بیش‌تر) متغیرهای هواشناسی را در اختیار دارند. با توجه به گستره وسیع کشور، این تعداد ایستگاه برای بررسی تغییرات بارش که خود متغیرترین عنصر اقلیمی به شمار می‌رود و همچنین دارای نوسان مکانی و زمانی زیاد است؛ کافی نیست (Asakereh, 2005). لذا مطالعه‌ای برای بررسی داده‌های بارش مناسب خواهد بود که داده‌های بلندمدت بارش در دسترس پژوهشگران قرار داشته باشد. در ایران تاکنون پژوهشی مرتبط با قابلیت‌های آمار فضایی انجام نشده است. از آنجایی که تغییرات زمانی مکانی بارش از مهم‌ترین موضوعات اقلیم کاربردی است لذا هدف اصلی پژوهش پیش رو پایش تغییرات زمانی مکانی بارش ایران با استفاده از پایگاه داده‌های آفرودیت است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- محدوده مورد مطالعه

این پژوهش با استفاده از برودادهای به‌دست آمده و کنترل کیفی شده، پایگاه داده بارش یاخته‌ای آفرودیت^۱ به ارزیابی روند بارش سالانه کشور می‌پردازد، داده‌های این پایگاه با بازه مکانی خاورمیانه و جنوب شرق آسیا و بازه زمانی ۱۳۲۹/۱۰/۱۱ تا ۱۳۸۶/۱۰/۱۰ هجری خورشیدی و تفکیک مکانی 0.25×0.25 و 0.5×0.5 درجه در تارنمای اینترنتی (<http://www.chikyu.ac.jp/precip/index.html>) موجود می‌باشند (Yatagai et al. 2012). در مطالعه حاضر داده‌های منطقه خاورمیانه (APHROME) از آخرین محصول پایگاه داده APHRODITE تحت عنوان v1101، با قدرت تفکیک 0.25×0.25 و فرمت ".nc" از سایت مربوطه اخذ گردید. شکل (۱) سینوپتیک کشور و پایگاه داده بارش APHRODITE با تفکیک مکانی 0.25×0.25 درجه در یک نما ارائه شده‌اند.



شکل ۱- مقایسه ایستگاه‌های همدید ایران با پایگاه APHRODITE با تفکیک مکانی 0.25×0.25 درجه

۲-۲- ارزیابی روند داده‌ها

جهت برآورد نمودن شیب واقعی روند در یک سری زمانی، استفاده از روش نا پارامتریک سن^۱ می‌تواند یکی از روش‌های مناسب باشد. این روش ابتدا توسط Thiel (1950) ارائه و سپس توسط Sen (1968) بسط و گسترش داده شد. این روش زمانی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که روند موجود در سری زمانی از نوع روند خطی باشد. این بدین معنی است که $f(t)$ در رابطه (۱) برابر است با:

$$f(t) = Qt + B \quad (1)$$

که Q شیب خط روند و B مقدار ثابت است. جهت محاسبه شیب خط روند یعنی Q ، ابتدا بایستی شیب بین هر جفت داده مشاهده‌ای با استفاده از رابطه (۲) محاسبه گردد:

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k} \quad (2)$$

که $j > k$ است. در این معادله x_i و x_k به ترتیب داده‌های مشاهده‌ای در زمان‌های j و k است. با اعمال این رابطه، برای هر جفت داده مشاهده‌ای، یک شیب به دست می‌آید؛ یعنی اگر n تعداد x_i در سری زمانی وجود داشته باشد (در این تحقیق $n = 57$) به اندازه $N = n(n-1)/2$ برآورد شیب Q_i خواهیم داشت. در مرحله بعد سری زمانی مورد مطالعه به دست می‌آید. برای این کار N تعداد از Q_i از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند و سپس با استفاده از یکی از معادلات زیر اقدام به تعیین میانه سری زمانی می‌گردد. اگر تعداد مشاهدات سری زمانی مورد مطالعه فرد باشد از رابطه (۳) و اگر زوج باشد از رابطه (۴) استفاده می‌گردد.

$$Q = Q_{[(N+1)/2]} \quad (3)$$

$$Q = \frac{1}{2} [Q_{[N/2]} + Q_{[(N+2)/2]}] \quad (4)$$

نتیجه حاصل از این روابط، به دست آمدن شیب خط روند (Q_{med}) است. اگر شیب خط روند مثبت باشد بیانگر صعودی بودن روند و اگر منفی باشد دال بر نزولی بودن روند است. گام بعدی، آزمون نمودن شیب به دست آمده در فاصله اطمینان ۹۵ درصد است. جهت انجام این آزمون از رابطه (۵) استفاده می‌گردد:

$$C_a = Z_{1-\alpha/2} \sqrt{VAR(s)} \quad (5)$$

که Z عبارت است از آماره توزیع نرمال استاندارد در یک آزمون دوطرفه که برای سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با $Z = 1.96$ است و $VAR(S)$ نیز واریانس پارامتر S است. جهت به دست آوردن مقدار پارامتر S و همچنین $VAR(S)$ مراحل زیر بایستی پیموده شود: محاسبه اختلاف بین تک تک جملات سری با همدیگر و اعمال تابع sgn و استخراج پارامتر S :

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n sgn(x_j - x_k) \quad (6)$$

که n تعداد مشاهدات سری (در این تحقیق برابر با ۵۷ سال)، x_j و x_k نیز به ترتیب داده‌های j ام و k ام سری می‌باشند. سپس محاسبه تابع علامت^۲ به شرح رابطه (۷) قابل محاسبه است.

$$sgn(x) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (7)$$

و نهایتاً محاسبه واریانس S به وسیله یکی از روابط (۸) و یا (۹) که در زیر ارائه شده‌اند اگر تعداد داده‌های سری زمانی بزرگ‌تر از ۱۰ مورد باشد از معادله (۸) و اگر کوچک‌تر از ۱۰ مورد باشد از رابطه (۹) بهره گرفته می‌شود.

$$VAR(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t(t-1)(2t+5)}{18} \quad (۸)$$

$$VAR(s) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (۹)$$

که n تعداد داده‌های مشاهداتی، m تعداد سری‌هایی است که در آن‌ها حداقل یک داده تکراری وجود دارد و t نیز بیانگر فراوانی داده‌های بارزش یکسان است؛ و در نهایت حدود اعتماد بالا و پایین به کمک رابطه (۱۰) محاسبه می‌گردد:

$$\begin{cases} M_1 = \frac{n' + C_a}{2} \\ M_2 = \frac{n' - C_a}{2} \end{cases} \quad (۱۰)$$

که n' تعداد شیب‌هایی است که از طریق رابطه (۲) به دست آمده است. حال M_1 امین و M_{2+1} امین شیب‌ها را از بین شیب‌های محاسبه شده استخراج می‌نماییم. در صورتی که عدد صفر در دامنه بین دو شیب استخراج شده فوق قرار گیرد فرض صفر پذیرفته شده و عدم وجود روند در سری داده‌ها تأیید می‌گردد. در غیر این صورت فرض صفر رد شده و وجود روند در سطح اطمینان مورد آزمون پذیرفته می‌گردد. در نهایت جهت به دست آوردن مقدار B در رابطه (۱) تعداد تفاضل $x_i - Q_{t_i}$ محاسبه می‌شود. سپس میانه این مقادیر، برآورد B را اختیار می‌گذارد.

۳- یافته‌ها و بحث

۳-۱- تحلیل روند میانگین

در این پژوهش سری زمانی میانگین بارشی یاخته‌ای سالانه ایران مبتنی بر برونداد پایگاه داده بارش آفرودیت با دقت مکانی ۰/۲۵× درجه قوسی توسط آماره‌های آزمون من-کندال و سن محاسبه گردید و معنی آماره‌ها در سطح اطمینان ۹۹٪ و ۹۵٪ بررسی شد. تحلیل‌های انجام شده نشان دادند که در طول دوره مورد مطالعه (۱۳۲۹-۱۳۸۶) برای مجموع بارش سالانه ایران در سطوح روند معنی‌داری دیده نشد؛ چراکه $|U|$ در هیچ زمانی بالاتر یا پایین‌تر از محدوده معنی‌داری $\pm 1/96$ و $\pm 2/75$ نبوده است. لازم به ذکر است که مقدار نمره Z محاسبه شده برای مجموع بارش سالانه کشور ۱/۲۹ محاسبه گردید. علیرغم عدم وجود روند در میانگین بارش یاخته‌ای ایران، آماره‌های آزمون سن در سطوح اطمینان مورد بررسی نشان دادند که به‌طور متوسط بارش ایران در هر سال چیزی در حدود ۰/۴۳۹ میلی‌متر افزایش داشته است. ضمن اینکه کمینه و بیشینه کاهش بارش در سطح ۹۹٪ به ترتیب برابر ۱/۰۴۷۶- و ۱/۳۲۱ میلی‌متر بوده است. در حالی که کمینه و بیشینه بارش یاخته‌ای ایران در سطح ۹۵٪ به ترتیب ۰/۲۲۱- و ۱/۰۸۸ میلی‌متر برآورد شده است (جدول ۱).

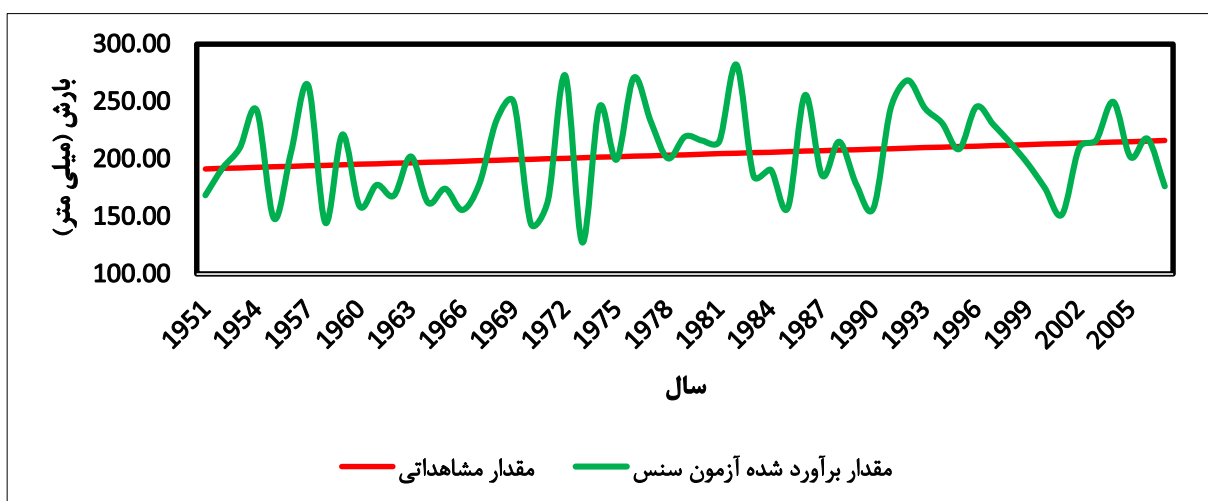
جدول ۱- مقادیر آماره‌های آزمون من-کندال و سنس در تحلیل روند میانگین بارش ایستگاهی ایران در سطوح اطمینان ۹۹٪ و ۹۵٪

دوره آماری	$B_{min 95\%}$	$B_{max 99\%}$	$B_{min 99\%}$	$Q_{max 95\%}$	$Q_{min 95\%}$	$Q_{max 99\%}$	$Q_{min 99\%}$	Q_{med}
	(میلی متر)	(میلی متر)	(میلی متر)	(میلی متر)	(میلی متر)	(میلی متر)	(میلی متر)	(میلی متر)
۲۰۰۷-۱۹۵۷	۰/۴۳۹	-۰/۴۷۶	۱/۳۲۱	۱/۰۸۸	۱۹۱/۴۶	۲۱۸/۷۵	۱۶۴/۸۵	۲۰۹/۷۶

رابطه روند بارش سالانه کشور را می‌توان به صورت رابطه (۱۱) نوشت:

$$f(57) = 0.439 * (2007 - 1951) + 191.46 = 216.47 \quad (11)$$

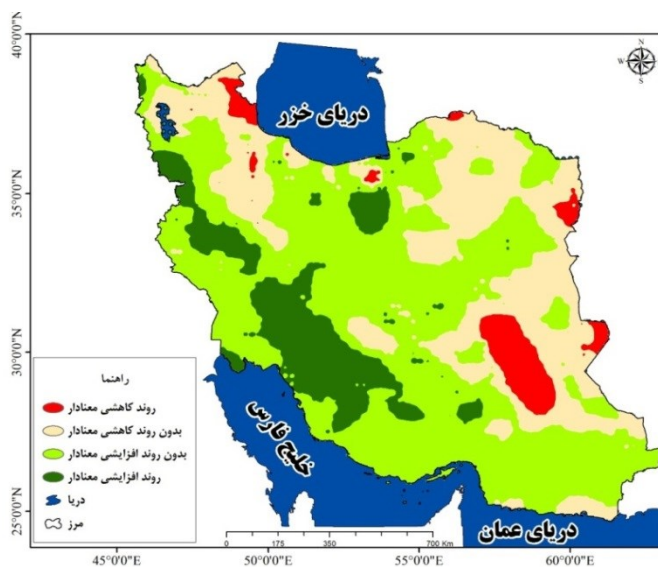
رابطه (۱۱) نشان‌دهنده افزایش بارش در سطح کشور است. گزارش‌های سازمان‌های مختلف حاکی از تغییرات جدی در اقلیم است به طوری که بر اساس گزارش‌های هیئت بین دول تغییرات آب و هوایی (IPCC, 2013) از نیمه دوم قرن ۲۰ روند بارش سنگین (بارش‌های رگباری) در نقاط مختلف جهان رو به افزایش است به طوری که برآورد کلی برآزش نمودار خط سن بر داده‌های میانگین بارش یاخته‌ای ایران نیز حاکی از افزایش ناچیز بارش در طول دوره آماری مورد مطالعه بوده است (شکل ۱). این مقدار افزایش بارش به دست آمده به معنای افزایش دوره‌های تر نخواهد بود بلکه ناشی از مقدار تجمعی بارش‌های رگباری و یک‌روزه است و موجب افزایش رخدادهای فرین‌های اقلیمی همچون سیل است. افزایش مقدار بارش در فصول سرد سال سیل آسا و شدید خواهد بود که بر این اساس امکان نفوذ در زمین کاهش یافته و وقوع سیل افزایش می‌یابد. همچنین در فصول گرم سال نیز با توجه به خشک و نیمه‌خشک بودن اکثر مناطق کشور و مقدار بالای تبخیر و تعرق نمی‌تواند معرف یک شرایط مناسب برای وضعیت آبی کشور باشد.



شکل ۱- برآزش نمودار خط سن بر سری زمانی داده‌های میانگین بارش یاخته‌ای ایران

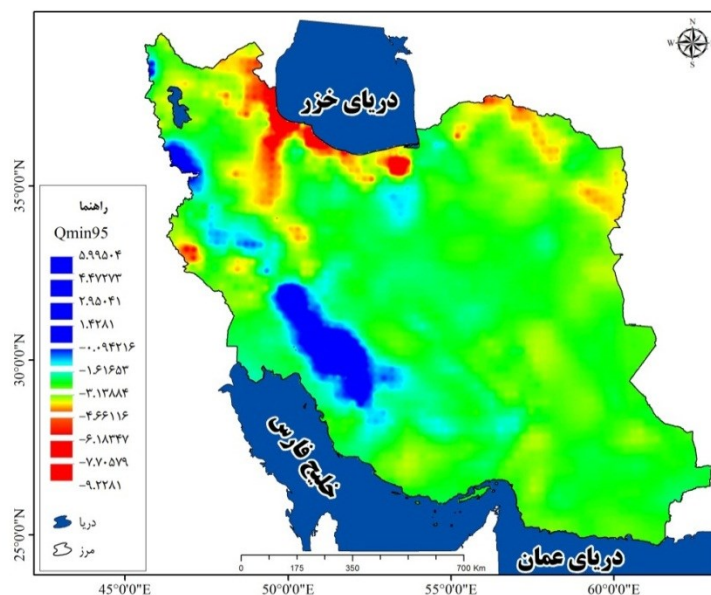
۳-۲- واکاوی نقشه‌های هم‌روند

داده‌های بارش ۲۴۹۱ یاخته پایگاه داده بارش آفرودیت، در یک بازه زمانی ۵۷ ساله (۱۳۸۶-۱۳۲۹ هجری خورشیدی) توسط آزمون سنس و من‌کنندال مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از این دو روش نشان داد که هر چند نشانه‌هایی از روندهای کاهش (۸۴۵ یاخته) و افزایش (۱۶۳۷ یاخته) در بارش‌های سالانه ایران مشاهده می‌شود، اما از این روندها تنها ۱۸۳ یاخته روند کاهش و ۴۸۳ یاخته روند افزایشی معنی‌دار در بارش‌های سالانه ایران داشته‌اند. نقشه هم‌روند بارش سالانه کشور در شکل (۲) نشان داده شده است. شکل (۲) نشان می‌دهد که دشت لوت، دشت زابل، دشت مغان، بخش‌هایی از شرق خراسان و قوچان با روند کاهش معنی‌دار بارش مواجه می‌باشند. در واقع روند منفی بارش، نواری که دارای اقلیمی خشک و نیمه‌خشک می‌باشند را فراگرفته است. بخش‌های شرقی، شمال شرق و شمال غرب کشور نیز روند کاهش معنی‌داری در میزان بارش سالانه ندارند. روند مثبت معنی‌دار بارشی نیز در امتداد رشته‌کوه زاگرس از استان کردستان تا زاگرس فارس و بخش‌های میانی البرز روند افزایشی داشته است. به طوری که می‌توان بیان کرد که میزان بارش نیمه غربی کشور روندی افزایشی و نیمه شرقی به اضافه شمال غرب روندی کاهش رادار است.



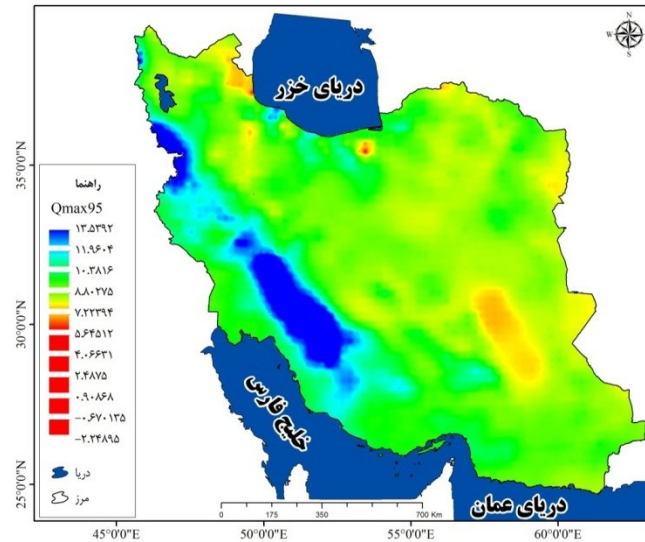
شکل ۲- نقشه هم‌روند بارش سالانه ایران (۱۳۲۹-۱۳۸۶ هجری خورشیدی)

شکل (۳) کمینه شیب روند معنی‌داری بارش سالانه را در سطح ۹۵ درصد نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود شیب روند مثبت بارش در نوار زاگرس مرکزی و جنوبی و بخش‌هایی از نوار شمالی کردستان مشاهده می‌شود. این درحالی‌که است که بقیه نقاط کشور شیب روند منفی در میزان بارش سالانه دارا می‌باشند. بیش‌ترین شیب روند منفی در نوار ساحلی شمال به‌ویژه نیمه غربی سواحل، بخش‌های شرقی زاگرس شمالی و پاره‌ای از نقاط شمال شرق نمایان است. این درحالی‌که است که بخش‌های مرکزی و شرق کشور شیب روند منفی ملایم‌تری را در میزان بارش دارا می‌باشند.



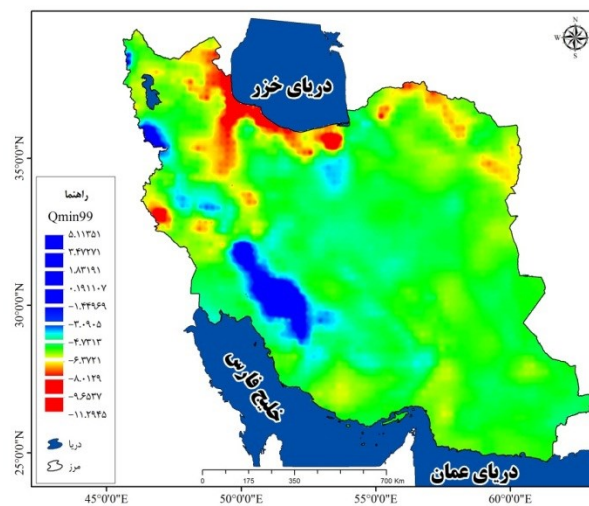
شکل ۳- نقشه کمینه شیب روند بارش سالانه ایران (۱۳۲۹-۱۳۸۶ هجری خورشیدی) در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد

در نقشه بیشینه شیب روند بارش سالانه (شکل ۴) در سطح معنی داری ۹۵ درصد اکثر مناطق کشور با شیب مثبت نشان داده شده است. بیشینه روند مثبت در نوار کوهستانی زاگرس، کرمان و باریکه مرکزی البرز است. کمینه آن نیز در نوار شرقی و شمال غربی کشور به ویژه در بلوک لوت و دشت‌های داخلی نمایان است...

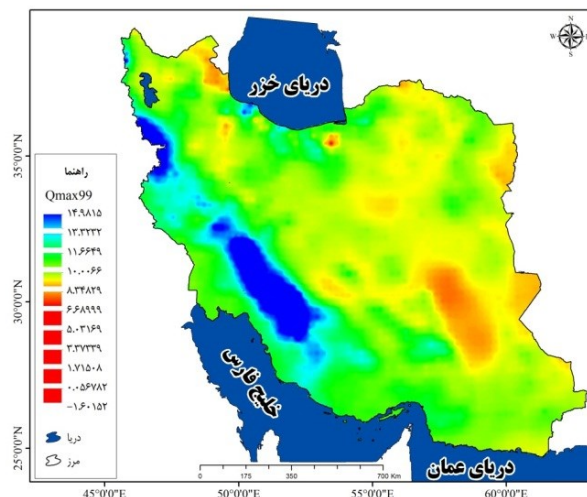


شکل ۴- نقشه بیشینه شیب روند بارش سالانه ایران (۱۳۸۶-۱۳۲۹ هجری خورشیدی) سطح معنی داری ۹۵ درصد

نقشه‌های شیب روند بارش سالانه در سطح ۹۹ درصد نیز از لحاظ کمینه تفاوت چندانی با سطح ۹۵ درصد دارا نیست (شکل ۵)، بنابراین در سطح معنی داری ۹۹ درصد، بارش‌های زاگرس به ویژه زاگرس مرکزی و جنوبی دارای روند افزایشی است و بارش‌های زاگرس مرکزی، شمال و شمال شرق کشور روندی کاهشی داراست. در سطح معنی داری ۹۹ درصد بارش‌های مرکزی و شرقی کشور از کاهش نسبتاً بیش تری نسبت به سطح معنی داری ۹۵ درصد برخوردار است؛ اما در هر دو سطح زاگرس مرکزی و جنوبی و جلگه‌ها و سواحل جنوبی و شمالی بیشینه شیب بارش را دارند (شکل ۶).



شکل ۵- نقشه کمینه شیب روند بارش سالانه ایران (۱۳۸۶-۱۳۲۹ هجری خورشیدی) سطح معنی داری ۹۹ درصد



شکل ۶- نقشه بیشینه شیب روند بارش سالانه ایران (۱۳۸۶-۱۳۲۹ هجری خورشیدی) سطح معنی داری ۹۹ درصد

۴- نتیجه گیری

علی‌رغم وجود عدم روند در میانگین بارش یاخته‌ای ایران، آماره‌های آزمون سنس در سطوح اطمینان موردبررسی نشان دادند که به‌طور متوسط بارش ایران در هر سال چیزی در حدود $0/439$ میلی‌متر افزایش داشته است. ضمن اینکه کمینه و بیشینه کاهش بارش در سطح ۹۹٪ به ترتیب برابر $-0/476$ و $1/321$ میلی‌متر به دست آمد. درحالی‌که کمینه و بیشینه بارش یاخته‌ای ایران در سطح ۹۵٪ به ترتیب $-0/221$ و $1/088$ میلی‌متر برآورد شد. کمینه شیب روند معنی‌داری بارش سالانه در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد در نوار زاگرس مرکزی و جنوبی و بخش‌هایی از نوار شمالی کردستان و بیش‌ترین شیب روند منفی در نوار ساحلی شمال، بخش‌های شرقی زاگرس شمالی و پاره‌ای از نقاط شمال شرق نمایان است؛ بنابراین در هر دو سطح معنی‌داری (۹۵،۹۹) درصد، بارش‌های زاگرس دارای روند افزایشی است و نوار شمال و شمال شرق کشور شیب روند بارش کاهش‌ی است. در نگاه اول به نظر می‌رسد که کاهش بارش در برخی نقاط ناچیز باشد اما می‌توان دریافت که در بلندمدت این کاهش بارش تهدیدی جدی برای منابع آب کشور است. اگرچه مقدار آب‌های حاصل از نزولات جوی در ایران به‌طور متوسط در هر سال حدود ۴۰۰ میلیارد مترمکعب است، باین‌وجود کاهش تقریباً یک میلیارد مترمکعب آب در هر سال، برای کشوری همچون ایران که به‌شدت به آب‌های حاصل از نزولات جوی نیازمند است می‌تواند هشداردهنده باشد و ایران را با بحران کمبود آب مواجه سازد.

References

- Asgari A., Rahimzadeh F., Mohammadian N. and Fattahi E. (2008). Trend analysis of extreme precipitation indices over Iran. *Iran-Water Resour. Res.* 3(3), 42-55
- Alijani B., Doostkamian M., Shakeri F., Ashrafi S. (2005). Review the changes of spatial autocorrelation patterns within a decade of precipitation over the last half-century in Iran. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 5(14), 71-88.
- Alijani B. (2013). Rainfall spatial distribution in Iran. The 1st International Conference on Natural Risks, Kharazmi University, Tehran, November, 2013.

- Bartaw I., Hajinezhad A., Asgary A. and Goli A. (2013). Pattern analysis on residential burglary by exploratory spatial data analysis (ESDA). Case study: Zahedan City. *SSOSS*, 2(2), 1-23.
- Brissette, F., Khalili, M. and Leone, R. (2011). Effectiveness of multi-site weather generator for hydrological modeling. *J. Am. Water Resour. Assoc.*, 47(2), 303-314.
- Becker, S., Gemmer, M. and Jiang, T. (2006). Spatiotemporal analysis of precipitation trends in the Yangtze River Catchment. *Stoch. Environ. Res. Risk Assess.*, 20, 435-444.
- Chappell, A., Renzullo, L. J., Raupach, T. H. and Haylock, M. (2013). Evaluating geostatistical methods of blending satellite and gauge data to estimate near real-time daily rainfall for Australia. *J. Hydrol.*, 493, 105-114.
- Crochet, P. (2007). A Study of regional precipitation trends in Iceland using a high-quality gauge network and ERA-40. *J. Clim.*, 20, 4659-4677.
- Feidas, H., Nouloupoulou, C., Makrogiannis, T. and Bora-Senta, E. (2007). Trend analysis of precipitation time series in Greece and their relationship with circulation using surface and satellite data: 1955-2001. *Theor. Appl. Climatol.*, 87, 155-177.
- Gholizadeh M. H. and Darand M. (2010). Forecasting Monthly Precipitation by Using Artificial Neural Networks, A Case Study: Tehran. *Phyis. Geograph. Res. Quart.*, 42(71), 51-63.
- Hejam S., Khoshkhoo Y. and Shamsaldinavandi R. (2008). Annual and seasonal precipitation trend analysis of some selective meteorological stations in central region of Iran using non-parametric methods. *Phyis. Geograph. Res. Quart.*, 40(64), 157-168.
- Sen P. K. (1968). Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. *J. Am. Stat. Assoc.*, 63, 1379-1389.
- Thiel H. (1950). A rank-invariant method of linear and polynomial regression analysis: part 3. *Proceeding of Koninklijke Nederland's Academies van Wetenschappen A.* 53, 1397-1412.

Analysis of the Spatial and Temporal Trend of Annual Rainfall in Iran during 1950-2007

¹AbbasAli Dadashi Roudbar, Reza Ebrahimi ² and Mohammad Kiani ³

¹ Department of Geography, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

² Department of Geography, Faculty of Humanities, University of Yazd, Iran

³ Department of Geography, Faculty of Geography, University of Isfahan, Isfahan, Iran

*Corresponding Author: ebrahimireza7679@yahoo.com

Received: January 21, 2016

Accepted: June 13, 2016

Abstract:

One of the ways to assess the rainfall trends in the past and present is through trend analysis of time series of rainfall at different scales of time. The aim of this study was to analyze the spatial and temporal trend of annual rainfall in Iran using Aphrodite's database. In this study, using the quality- controlled resulting outputs of Aphrodite cell precipitation database in order to assess the trend of the country's Iran's annual rainfall. The base data for the period of 1950 to 2007, and with the spatial resolution is of 0.25×0.25 and 0.5×0.5 degrees were used. Iran's annual precipitation trend was calculated using non-parametric Mann-Kendall method and in order to estimate the slope of trend the age line slope method was conducted. The results of the analysis of these data showed that in the time series of mean cell and Iran precipitation stations of Iran precipitation, there is was no significant increasing or decreasing trend at confidence levels of 99 and 95%. Age test statistics at the assessed confidence levels showed that the average rainfall of Iran has increased by about 0.439 mm/yr per year. In addition, the minimum and maximum decrease in rainfall at 99% level was -0.476 and 1.321 mm respectively. While the minimum and maximum Iran cellular precipitation at 95% level was estimated to be -0.221 and 1.088 mm respectively.

Keywords: Iran, Mann Kendall, Precipitation, Aphrodite Base