



دانشگاه گیلان

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک  
جلد شانزدهم، شماره سوم، ۱۳۸۸  
www.gau.ac.ir/journals

گزارش کوتاه علمی

## بررسی وجود روند در بارش سالانه استان همدان با استفاده از روش من کندال

محمد مهدی سهرابی<sup>۱</sup>، \* صفر معروفی<sup>۲</sup>، علی اکبر سبزی پرور<sup>۳</sup> و زهره مریانجی<sup>۳</sup>  
<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، دانشیار گروه آبیاری و زهکشی،  
دانشگاه بوعلی سینا همدان، <sup>۳</sup> دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان  
تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۲۶

### چکیده

این پژوهش به منظور بررسی روند تغییر بارش در سطح استان همدان با در نظر گرفتن تغییرات زمانی و مکانی آن و تعیین مناطقی که این تغییرات حداکثر بوده، جهت مدیریت بلندمدت منابع آب منطقه می‌باشد. در این بررسی بارش سالانه ۲۳ ایستگاه که به طور تقریباً یکسانی در سطح استان همدان قرار داشتند، از سال ۱۳۸۵-۱۳۶۱ توسط روش من کندال مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان دادند که در ۳ ایستگاه آغاجان بلاغی، تویسرکان و قهاوند روند معنی‌دار افزایشی (در سطح ۵ درصد) وجود داشته و در بقیه موارد اغلب حالت ایستا بوده و در مواردی نیز در ایستگاه‌ها با وجود مشاهده نشدن روند معنی‌دار، روندهای افزایشی و کاهش‌محسوسی وجود داشته است. هم‌چنین در تمام ایستگاه‌ها چندین تغییر ناگهانی در متوسط بارش سالانه مشاهده شده که بیانگر نوسان اقلیم منطقه است. این نتایج متفاوت، تغییر نامنظم مکانی بارش را نشان می‌دهند. بنابراین بررسی‌های جامع بیشتری لازم می‌باشد. استفاده از ایستگاه‌های بیشتر، داده‌های بارش درازمدت‌تر و کاربرد روش‌های مورد نظر براساس خصوصیات دمای منطقه می‌تواند در جهت تعیین تغییر اقلیم منطقه مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: من کندال، روند، بارش، تغییر اقلیم، همدان

\* مسئول مکاتبه: marofi@basu.ac.ir

## مقدمه

امروزه زمین گرمتر از ۲۰۰ سال قبل است به طوری که دهه ۱۹۹۰ گرم‌ترین دهه و سال ۲۰۰۵ گرم‌ترین سال بوده و از سال ۱۹۶۰ تاکنون پوشش‌های برفی بالغ بر ۱۰ درصد کاهش داشته است (دفتر هواشناسی استرالیا، ۲۰۰۶). متخصصان سازمان هواشناسی استرالیا تغییر در الگوهای بارش این کشور را اعلام کردند. به طوری که شمال استرالیا افزایش و قسمت‌های شرقی و جنوب‌غربی کاهش بارش را تجربه کرده‌اند (لاوری و همکاران، ۱۹۹۷؛ پترسون و استرلینگ، ۱۹۹۴؛ پترسون و وس، ۱۹۹۷؛ ایسترلینگ و پترسون، ۱۹۹۵؛ ایسترلینگ و همکاران، ۱۹۹۶؛ جونز و ویموس، ۱۹۹۷). کارباجال و همکاران (۱۹۹۳) در حوضه رودخانه اکونکاگوا<sup>۱</sup> در شیلی بارش و دما را توسط آزمون من‌کندال بررسی کردند. این پژوهش روند معنی‌داری در بارش نشان نداد، در صورتی که دما، روند معنی‌دار افزایشی داشت (کارباجال و همکاران، ۱۹۹۳). متخصصان داخلی هم توسط آزمون من‌کندال بررسی‌هایی در نقاط مختلف کشور انجام داده‌اند. طباطبایی و حسینی (۲۰۰۱) در سمنان افزایش بارش در زمستان (۵ درصد) و تبخیر در تابستان را تشخیص دادند (طباطبایی و حسینی، ۲۰۰۱). کاویانی و عساکره یک رفتار پایدار در بارش سالانه اصفهان را نشان دادند (کاویانی و عساکره، ۲۰۰۰). رستمیان روند معنی‌داری را در بارش سواحل دریای خزر مشاهده نکرد (رستمیان، ۱۹۹۹). مریانجی دما و بارش را در ۵ ایستگاه در استان همدان بررسی کرد و در برخی ایستگاه‌ها روند معنی‌دار مشاهده کرد (مریانجی، ۲۰۰۷).

با توجه به جایگاه استان همدان از نظر کشاورزی در سطح کشور، بررسی پدیده تغییر اقلیم می‌تواند گام مؤثری در جهت توسعه اقتصادی این استان داشته باشد. هدف این پژوهش بررسی روند تغییر بارش در استان همدان با در نظر گرفتن تغییرات زمانی و مکانی آن و تعیین مناطقی که این تغییرات حداکثر بوده، به منظور مدیریت بلندمدت منابع آب منطقه می‌باشند.

## مواد و روش‌ها

**محدوده مطالعاتی:** استان همدان با وسعتی در حدود ۱۹۵۴۶ کیلومتر مربع، از مناطق مهم کشاورزی کشور می‌باشد. به دلیل قرار گرفتن این استان در رشته کوه‌های زاگرس، ویژگی‌های هیدرولوژیکی آن

---

1. Aconcagua

دارای تغییرات به نسبت وسیعی می‌باشند. تازه تأسیس بودن و قابل اطمینان نبودن داده‌های درازمدت بیشتر ایستگاه‌ها، سبب انتخاب ۲۳ ایستگاه با دوره آماری ۲۴ ساله (۱۳۶۱ تا ۱۳۸۵) شد. ۱۶ ایستگاه از سازمان هواشناسی و ۷ ایستگاه از شرکت سهامی آب منطقه‌ای این استان تهیه شد (جدول ۱).

روش بررسی: برای بررسی همگنی داده‌های هر ایستگاه با سایر ایستگاه‌ها آزمون جرم مضاعف در محیط Excel، و برای بررسی همگنی داده‌های موجود آزمون توالی در محیط SPSS به کار برده شد. تغییرات میانگین بارش از عواملی مهم اقلیمی هر منطقه است، به طوری که مشخصه‌های دیگر اقلیمی را هم تحت تأثیر قرار می‌دهد. به همین جهت از آزمون من‌کندال که یکی از مزایای مهم آن، تشخیص تغییرات ناگهانی روند نسبت به میانگین می‌باشد، استفاده شد. در این آزمون آماره  $u(t)$  مقداری است که معنی‌داری در سطح اطمینان (در این مطالعه ۵ درصد) مورد نظر، جهت و بزرگی (کاهشی  $u(t) < 0$  و افزایشی  $u(t) > 0$ ) روند را مشخص می‌نماید. روندهای کوتاه‌مدت و نقطه شروع آن‌ها در سری به وسیله نمودارهای سری‌های مقادیر  $u(t)$  و  $u'(t)$  مورد بررسی قرار می‌گیرد. جهت انجام آزمون من‌کندال این مراحل باید صورت گیرد (سینیرس، ۱۹۹۰): ابتدا داده‌ها براساس سال با رتبه  $y_i$  که دارای روند افزایشی است، مرتب می‌شوند. سپس برای هر مرتبه از  $y_i$  تعداد  $n_k$  مواردی که قبل از آن ( $i > j$  و  $y_j$ ) می‌باشند، محاسبه می‌گردد ( $y_j > y_i$ ). در مرحله آخر، آماره آزمون به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$t_i = \sum_{k=1}^i n_k \quad (1)$$

$$E(t_i) = i(i-1)/4 \quad (2)$$

$$Var.(t_i) = [i(i-1)(2i+5)]/72 \quad (3)$$

$$u(t_i) = [t_i - E(t_i)] / \sqrt{Var.(t_i)} \quad (4)$$

در معادله‌های بالا،  $E$  متوسط و  $Var.$  واریانس تابع توزیع آماره  $t_i$  می‌باشند. مقدار آماره  $u'(t_i)$  نیز از طریق روش مشابهی<sup>۱</sup> که از انتها شروع می‌شود، محاسبه می‌گردد. تقاطع دو منحنی، شروع روند و تغییرات ناگهانی را مشخص می‌کند.

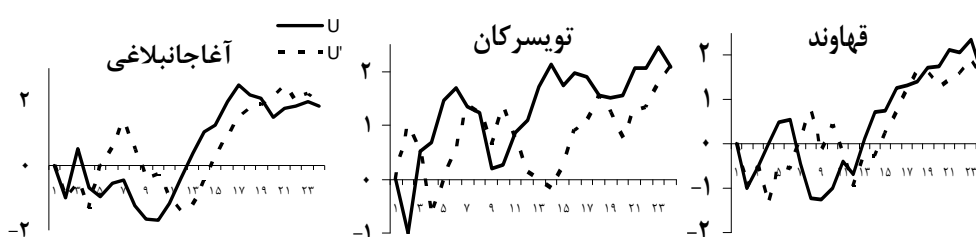
جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان همدان.

ایستگاه	مشخصات جغرافیایی		ارتفاع از سطح دریا (متر)	میانگین بارش سالانه (میلی‌متر)	انحراف معیار (میلی‌متر)	ضریب تغییرات (درصد)
	عرض	طول				
آغاجانبلاغی	۳۴°۵۰'	۴۸°۰۳'	۱۸۰۳	۳۰۸/۲۵	۱۲۷/۰۳	۴۱
آق‌تپه	۳۴°۴۴'	۴۸°۴۱'	۱۶۷۰	۲۸۶/۸۹	۷۳/۰۲	۲۵
آق‌کهریز	۳۵°۰۰'	۴۸°۲۰'	۱۸۳۰	۳۱۸/۱۴	۸۶/۸۹	۲۷
اکباتان	۳۴°۵۲'	۴۸°۳۲'	۱۷۳۰	۳۱۱/۰۳	۷۱/۸۱	۲۳
آران	۳۴°۲۵'	۴۷°۵۵'	۱۴۴۰	۴۴۲/۹۷	۹۹/۵۳	۲۲
تویسرکان	۳۴°۳۳'	۴۸°۲۷'	۱۹۷۰	۳۷۰/۳	۷۶/۱	۲۷
جوکار	۳۴°۲۵'	۴۸°۴۱'	۱۷۰۰	۳۲۳/۴	۱۲۲/۱۷	۳۷
خسروآباد	۲۴°۳۷'	۴۸°۰۳'	۱۵۲۶	۳۳۸/۵	۸۳/۵۹	۲۴
خمیگان	۳۵°۲۲'	۴۹°۰۱'	۱۸۶۸	۲۷۷/۹۲	۷۳/۸۲	۲۶
خیرآباد	۳۴°۲۷'	۴۸°۳۴'	۱۷۳۶	۳۵۷/۳	۸۶/۸۴	۲۴
درگزین	۳۵°۲۱'	۴۹°۰۴'	۱۸۷۰	۳۵۹/۷۷	۹۱/۷۲	۲۵
سد اکباتان	۳۴°۴۵'	۴۸°۳۶'	۱۹۵۷	۳۴۰/۶۱	۸۰/۲۳	۲۴
سولان	۳۴°۴۹'	۴۸°۲۶'	۱۹۸۰	۴۷۳/۶۱	۱۱۸/۶۶	۲۵
صالح‌آباد	۳۴°۵۷'	۴۸°۲۰'	۱۷۰۰	۳۸۹/۲۸	۱۰۱/۳۱	۲۶
عمرآباد	۳۵°۰۵'	۴۹°۱۴'	۱۶۲۰	۲۵۱/۳۴	۵۹/۵۹	۲۳
قهاوند	۳۴°۵۱'	۴۹°۰۱'	۱۴۸۰	۲۳۴/۷	۶۰/۳۲	۲۵
کوريجان	۳۵°۰۳'	۴۸°۳۸'	۱۸۰۲	۳۰۴/۰۸	۷۹/۵۸	۲۶
کیتو	۳۵°۱۹'	۴۸°۰۹'	۲۱۰۰	۳۶۴/۸۳	۸۶/۷۶	۲۳
ملایر	۳۴°۱۸'	۴۸°۴۹'	۱۷۳۰	۳۰۸/۴۸	۷۴/۵۹	۲۴
نشر	۳۴°۴۱'	۴۸°۵۲'	۱۶۸۰	۳۲۹/۳۸	۶۹/۵۵	۲۱
نوژه	۳۵°۱۲'	۴۸°۴۱'	۱۶۷۹	۳۲۷/۷۸	۷۵/۲۳	۲۲
نهادند	۳۴°۰۹'	۴۸°۲۴'	۱۶۵۸	۴۰۱/۲۳	۷۰/۱۷	۱۷
وراینه	۳۴°۰۷'	۴۸°۲۴'	۱۷۶۰	۵۳۶/۳۸	۱۲۷/۶۸	۲۳

### نتایج و بحث

آزمون من‌کندال، روشی است معتبر در سطح دنیا که در بسیاری از مطالعه‌های به‌کار گرفته شده در کلیه نواحی نتایج قابل اطمینانی ارائه نموده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این بررسی، وقوع نوسانات و تغییرات ناگهانی نسبت به میانگین در بارش سالانه زیاد بوده است. این نوسانات و تغییرات ناگهانی را می‌توان مربوط به پدیده نوسان اقلیمی دانست که در منطقه کوهستانی مانند استان همدان کاملاً قابل پیش‌بینی می‌باشد. آزمون من‌کندال در ۳ ایستگاه آغاجانبلاغی، تویسرکان و قهاوند روند معنی‌دار افزایشی را نشان داد (شکل ۱) که هماهنگی کاملی با پژوهش مریانجی در همدان دارد، به‌طوری‌که هر دو بررسی ایستگاه‌های معنی‌دار مشترکی را نشان دادند (مریانجی، ۲۰۰۷). این شکل

هم چنین تفسیر تغییرات ناگهانی نسبت به میانگین و روندهای کوتاه مدت را امکان پذیر می سازد. بارش سالانه سایر ایستگاهها مانند مطالعات کاویانی و عساکره در اصفهان و رستمیان در سواحل خزر حالتی ایستا نشان دادند (کاویانی و عساکره، ۲۰۰۰ و رستمیان، ۱۹۹۹). حالت پایدار بارش به مفهوم ایستا بودن سایر پارامترهای اقلیمی از جمله دما نمی باشد. مطالعه کارباجال و همکاران به وضوح این موضوع را نشان می دهد (کارباجال و همکاران، ۱۹۹۳).



شکل ۱- نمودارهای U و U' ایستگاههای آجاجانیلاغی، تویسرکان و قهاوند.

#### منابع

1. Australian Bureau of Meteorology, 2006. Annual Australian Climate Statement 2005, [http://www.bom.gov.au/announcements/media\\_releases/climate/change](http://www.bom.gov.au/announcements/media_releases/climate/change).
2. Carbajal, L.R., Pellicciotti, F., and Molnar P. 1993. Analysis of Hydro-climatic Trends in the Aconcagua river basin, central Chile. Institute of Environmental Engineering, Ethz Zurich, CH-8093, Switzerland.
3. Easterling, D.R., and Peterson, Th.C. 1995. A new method for detecting and adjusting for undocumented discontinuities in climatological time series. Inter. J. Climato., 15: 369-377.
4. Easterling, D.R., Peterson, Th.C., and Thomas R.K. 1996. On the development and use of homogenized climate data sets. J. Climate, 9: 1429-1434.
5. Jones, D.A., and Weymouth, G.T. 1997. An Australian monthly rainfall dataset. Technical Report No. 70, Australian Bureau of Meteorology.
6. Kaviani. M., and Asakereh. H. 2000. Long-term investigation of annual precipitation of Isfahan. Department of Geography, Third Regional and National Conference of Climate Change in Isfahan. (In Persian)
7. Lavery, B., Joung, G., and Nicholls, N. 1997. An extended high-quality historical rainfall dataset for Australia. Australian Meteorological Magazine, 46: 27-38.
8. Maryanaji. Z. 2007. Investigation of temperature and precipitation time series to detect climate change in Hamedan province. Researches of Meteorology Centre of Hamedan Province. (In Persian)

9. Peterson, Th.C., and Easterling, D.R. 1994. Creation of homogeneous composite climatological reference series. *Interna. J. Climato.*, 14: 671-679.
10. Peterson, Th.C., and Vose, R.S. 1997. An overview of the Global Historical Climatology Network temperature data base. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78: 2837-2849.
11. Rostamian, H. 1999. Investigation of climate change in south coast of Khazar Sea. M.Sc. Thesis. (In Persian)
12. Sneyers, R. 1990. On the statistical analysis of series of observation. World Meteorological Organization (WMO). Technical Note. No. 143, Geneva: 192p.
13. Tabatabayi. A., and Hoseini. M. 2001. Investigation of climate change in Semnan city by using monthly precipitation and averaged monthly temperature. Bureau of meteorology of Semnan province. Third Regional and National Conference of Climate Change in Isfahan. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 16(3), 2009*  
[www.gau.ac.ir/journals](http://www.gau.ac.ir/journals)

## **Investigation of existence of trend in annual precipitation of Hamedan Province using Mann-Kendall method**

**M.M. Sohrabi<sup>1</sup>, \*S. Marofi<sup>2</sup>, A.A. Sabziparvar<sup>2</sup> and Z. Maryanaji<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Dept. of Irrigation and Drainage, Bu-Ali Sina University, Hamedan,

<sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Irrigation and Drainage, Bu-Ali Sina University, Hamedan,

<sup>3</sup>Ph.D. Student, Dept. of Meteorology, Isfahan Industrial University

### **Abstract**

The purpose of this study was to, investigate the changing trend of precipitation in Hamedan province by considering its temporal and spatial variability, and determining regions where these changes were at their maximum for long-term water resource management. In this research, the annual rainfall was collected at 23 different meteorological stations situated throughout Hamedan Province. The collected data were analyzed to determine the probable climate change during period from 1982 to 2006 (24 years), based on the Mann-Kendall method. The results showed that Aghajanboulaghi, Touserkan and Ghahavand had a significant increasing trend and the others did not show any trend. The sudden variations of annual rainfall presented at the stations illustrated fluctuations of climate of the region. These different results indicate the spatial irregular rainfall variability of the region. Therefore, more complementary investigation is necessary. Using more stations and longer rainfall data and application of the method based on the temperature characteristics of region could be effective for climate change identification of the region.

**Keywords:** Mann-Kendall, Rainfall, Trend, Climate change, Hamedan

---

\* Corresponding Author; Email: [marofi@basu.ac.ir](mailto:marofi@basu.ac.ir)