

نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)، سال 16، شماره 39، بهار 1391، صفحات 129-150

تاریخ پذیرش نهایی: 1390/226

تاریخ دریافت: 1380/905

## بررسی روند تاریخ آغاز و خاتمه آستانه‌های بارش 0/1 و 5 میلیمتر در ایستگاه-های منتخب ایران

غلامعلی مظفری<sup>1</sup>

### چکیده

فرایند گرم شدن کره زمین در طی قرن گذشته علاوه بر اثراتی که بر میزان هریک از عناصر جوی داشته بر زمان رخداد هر یک از عناصر جوی در طول سال زراعی نیز میتواند تأثیرگذار باشد. به منظور بررسی تغییرات احتمالی در سریهای زمانی تاریخ گذر آغاز و خاتمه آستانه‌های بارش 0/1 و 5 میلیمتر در سطح کشور و تشخیص نوع و جهت روند آنها، از داده‌های بارش روزانه 29 ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کشور با دوره مشترک 45 ساله (1962-2006) استفاده به عمل آمد. تاریخ آغاز و خاتمه آستانه‌های بارش 0/1 و 5 میلیمتر بیشتر، بر اساس سال زراعی به صورت کدبندی ژولیوسی استخراج گردید. همگنی سریها به وسیله آزمون ران-تست تعیین و به روش خود همبستگی بازسازی داده‌های مفقود انجام پذیرفت. از آزمون رتبه‌های من-کندال تصادفی بودن داده‌ها آزمایش و سریهایی که در سطح اطمینان 95 درصد دارای تغییر یا روند بودند شناسایی گردید، از آزمون گرافیکی من-کندال و میانگین متحرک 5 ساله، نوع و زمان آغاز روند مشخص و میزان تغییرات بر حسب روز محاسبه گردید. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در تاریخ آغاز و خاتمه آستانه‌های بارش برخی از ایستگاهها روند وجود دارد، در برخی از ایستگاهها تاریخ آغاز بارش به سمت جلو و در برخی از ایستگاهها به طرف عقب جابجا گردیده است و طول دوره بارش نیز در برخی از ایستگاهها کاهش یافته است.

**واژگان کلیدی:** تغییر اقلیم، سری زمانی، آستانه‌های بارش، من-کندال، ایران.

## مقدمه

شاید تغییر آب و هوا یکی از مهمترین عوامل به بنیست رسیدن نظام جامعه صنعتی انسان باشد، زیرا احتمال بروز مشکلات فراوان منجمله عدم دسترسی به آب، غذا، محیط زیست سالم حتی افزایش بیکاری را در بین جوامع ممکن میسازد (فرجی، 1953:1386). مسأله تغییر اقلیم که امروزه به عنوان یکی از شایعترین مباحث علمی و حتی سیاسی - اجتماعی مطرح است، در واقع مسأله تازهای نیست. اصولاً تغییر و حرکت جزء وجودی سامانه‌های طبیعی است. انسان تلاش دارد با انواع ابزارها و دانستیهای خود قانونمندی این تغییرات را کشف کند. تغییرات مذکور غالباً چرخهای و دوره‌های هستند. این چرخهها بین آستانه‌های حداقل و حداکثر که در هر سامانه مقدار متفاوت دارد، نوسان میکنند. بنابر اهمیتی که تغییر اقلیم بر ساختار محیطی کره زمین و ساکنان آن داشته و خواهد داشت، تلاش جهت شناسایی هر چه بیشتر چگونگی رخدادهای تغییر اقلیم امری مسلم است. این ضرورت بویژه در زمان فعلی که بحث گرم شدن جهانی به یک مسئله جدی تبدیل گردیده آشکارتر میگردد (عزیزی، 1383:55). تحقیقات در زمینه روندیابی به طور عمده در زمینه مقادیر عناصر هواشناسی و یا مقادیر حدی این عناصر در سطح جهانی و ایران انجام پذیرفته و کمتر به بررسی روند تاریخ آغاز و خاتمه عناصر هواشناسی پرداخته شده و لذا در بررسی پیشینه تحقیق به اینگونه تحقیقات اشاره گردیده که بیشتر از جنبه روششناسی مورد نظر قرار گرفته است.

سابرامایا و نایدو<sup>1</sup> (1997، ص597) وردشپذیری زمانی و مکانی بارشهای موسمی هند را طی سالهای 1871-1988 مورد مطالعه قرار دادند، روند کاهشی در اواخر قرن 19 و مجدداً در دهه 1960 مشاهده شد به منظور بررسی روند بارش از رگرسیون خطی و آزمون تی - تست در این تحقیق استفاده گردید. کارل و همکاران<sup>2</sup> (1999، ص6) شرایط حدی اقلیم را در طول قرن بیستم را بررسی و تغییرات آن را در بسیاری از نقاط جهان مشخص نمودند و نتیجه گرفتند که بارشهای حدی در ایالات متحده، استرالیا، چین، کانادا، نروژ،

1- Subbaramayya and Naidu

2- Karl et.al

مکزیک، لهستان و روسیه افزایش پیدا کرده است. برونٹی<sup>۱</sup> و همکاران (2000، ص 165) وردشپذیری دما و بارش سالانه و فصلی را در ایتالیا طی دوره آماری 18661995 مورد مطالعه قرار دادند نتایج نشان داد که اقلیم ایتالیا به خصوص در جنوب این کشور از سال 1930 گرمتر و خشکتر گردیده است در این تحقیق برای بررسی روند از آزمون من - کندال استفاده به عمل آمده است. وتورا<sup>۲</sup> و همکاران (2004، ص 204) روندهای دما و بارش را در بلوگنای ایتالیا طی سالهای 19521999 با استفاده از آزمون من - کندال مورد مطالعه قرار دادند. رودریگوئز دا سیلوا<sup>۳</sup> (2004، ص 576) به منظور بررسی تغییرات اقلیمی، سریهای زمانی هشت متغیر اقلیمی را با استفاده از آزمون من - کندال مورد ارزیابی قرار داد. ساکرتیس<sup>۴</sup> (2006، ص 598) به بررسی و تحلیل روند تغییرپذیری طولانی مدت بارندگی در حوضه آبرگیر رودخانه مولان موزی پرداخته و نقاط تغییر بارندگی را در سالهای 196465 و 197980 تعیین کرد و یک روند کاهشی را برای ادامه سری زمانی تشخیص داد. زانگ<sup>۵</sup> و همکاران (2008، ص 20) تغییرپذیری مکانی و زمانی بارشهای حداکثر سالانه و فصلی و ارتباط آنها با چرخه های بزرگ مقیاس را طی دوره زمانی 2005-1960 در حوضه آبریز یانگ تسه چین با استفاده از آزمون من - کندال مشخص ساختند. جمر<sup>۶</sup> و همکاران (2008، ص 7) تغییرات بارش در فصل مرطوب و اثرات آن بر بروز رخداد سیلاب و خشکسالی در حوضه آبریز رودخانه یانگ تسه را مورد مطالعه قرار دادند. پال و ال تبا<sup>۷</sup> (2009، ص 65) به بررسی روند بارشهای حدی فصلی به عنوان شاخص تغییر اقلیمی در کرالا هند طی سالهای 19542003 با استفاده از آزمون من - کندال پرداختند. چن<sup>۸</sup> و همکاران (2010، ص 7) تغییرپذیری بارش در زیر حوضه دانگ جیانگ از حوضه آبریز زو جیانگ چین طی دوره 19562002 را با استفاده از آزمون من - کندال و

- 
- 1- Brunetti
  - 2- Ventura
  - 3- Rodrigues da Silva
  - ۴- Socrates
  - 5- Zhang
  - 6- Gemmer
  - 7- Pal and Al-tabbaa
  - 8- Chen

تکنیک رگرسیون ساده مورد مطالعه قرار دادند. فیشر (2010، ص 10) روندهای بارش و دما و الگوهای تر و خشک را در سطح حوضه آبریز رودخانه زوجیانگ واقع در جنوب چین طی دوره 1964-2007 را مورد مطالعه قرار دادند برای انجام این تحقیق از 9 شاخص برای تعیین چرخه‌های تر و خشک استفاده به عمل آمد و نتایج با شاخصهای بارش استاندارد و شاخص خشکسالی پالمر مورد مقایسه قرار گرفت در این تحقیق از آزمون من - کندال و رگرسیون خطی استفاده گردید.

کمالی و سرافراز (1379، 185) تغییرات بارندگی مشهد و تغییرات احتمالی در ده سال اخیر در مقایسه با چهل و سه سال قبل از آن را به عنوان علامتی از نوسانات غیرمنتظره آب و هوایی یا علامتی از تغییر اقلیم دانسته‌اند، در این تحقیق از آمار بارش سالهای 1329 تا 1373 استفاده گردیده است. خلیلی و بذرافشان (1382) در تحقیقی روند تغییرات بارندگیهای سالانه، فصلی و ماهانه را برای پنج ایستگاه قدیمی در یک دوره 116 ساله مورد بررسی قرار داده و حالات و فراوانی وجود روند را مورد بحث قرار دادند. رحیمزاده و خوشکام (1384) به بررسی تغییرات رطوبت در کشور با استفاده از سریهای رطوبت نسبی و نقطه شبنم در 29 ایستگاه مهم کشور پرداخته‌اند و با استفاده از روشهای آماری مطالعات تغییر اقلیم، نتایج مهمی درباره نحوه تغییرات و رطوبت نسبی هوا به دست آوردند. جهانبخش و ترابی (1383) به بررسی و پیشبینی تغییرات دما و بارش در ایران طی دوره آماری 1966 تا 1995 پرداخته‌اند در این پژوهش از روشهای آماری واریانس تغییرات و آزمون فیشر برای یافتن تغییرات اقلیمی ایستگاهها استفاده گردیده است.

رحیمزاده و همکاران (1384) تغییرات اقلیمی را در سطح کشور در دوره آماری 97-1951 مورد بررسی قرار دادند و روند تغییرات را برای سریهای دما و بارش تعیین کردند. عسگری و همکاران (1386) روند سریهای بارش حدی را در دوره 1954-2003 مورد بررسی قرار داده و روندهای مثبت، منفی و ایستا را در سریها تشخیص و در مناطقی همچون آذربایجان و فارس اکثر روندها منفی را تعیین کردند. عزیزی و روشنی (1387، ص 14) تغییرات اقلیمی را در یک دوره 40 ساله در سواحل دریای خزر با روش رتبه‌های

منکندال مورد بررسی قرار داده‌اند. مدرس و رودریگوئزدا سیلوا (2007، ص 350) روند بارش ماهانه، سالانه و تعداد روزهای بارانی طی دوره‌های 30 تا 50 سال گذشته را در سطح مناطق خشک و نیمه خشک ایران با استفاده از آزمون من - کندال مورد مطالعه قرار دادند. روندهای افزایشی و کاهش بارش در سطح اطمینان 95 و 99 درصد تنها برای ایستگاههای سبزوار و زاهدان به دست آمد. روندهای افزایشی و کاهش بارش ماهانه در سطح نواحی وسیع مشاهده گردید این روندها اکثراً در طول فصول زمستان و بهار از نظر آماری معنی‌دار بودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که هیچ تغییرپذیری اقلیمی معنی‌داری در سطح مناطق خشک و نیمه‌خشک وجود ندارد. تباری و حسینزاده طلائی (2011، ص 314) وردشپذیری بارش سالانه و فصلی در ایران را در سطح 41 ایستگاه هواشناسی طی دوره آماری 1966-2005 مورد مطالعه قرار دادند. روند کاهش بارش سالانه در حدود 60 درصد از ایستگاهها مورد تأیید قرار گرفت. بیشترین تعداد ایستگاهها با روند معنی‌دار در فصل زمستان مشاهده گردید، در حالی که هیچ روند مثبت یا منفی معنی‌داری در بارشهای پائیزه مشاهده نشد. تباری و همکاران (2011، ص 129) در تحقیق مشابه روند سالانه، فصلی و ماهانه تبخیر و تعرق به روش پنمن-مونتیث را در سطح 20 ایستگاه هواشناسی در نیمه غربی ایران طی سالهای 1966-2005 با استفاده از آزمون من - کندال و رگرسیون خطی مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. روند مثبتی در میزان تبخیر و تعرق سالانه ایستگاه تأیید گردید و روند افزایشی قوی در میزان تبخیر و تعرق فصول زمستان و تابستان در مقایسه با پائیز و بهار مورد تأیید قرار گرفت.

هدف اصلی این تحقیق شناخت تغییرات احتمالی موجود در سریهای زمانی آغاز و خاتمه آستانه‌های بارش 01 و 5 میلیمتر و بیشتر در سطح کشور و تشخیص زمان و جهت تغییرات این آستانه‌های بارش میباشد. تاریخ اولین و آخرین بارش 01 میلیمتر در سال زراعی (اول مهر تا شهریور) به عنوان آستانه آغاز و خاتمه بارش در کشور و تاریخ اولین و آخرین رخداد بارش 5 میلیمتر و بیشتر که در یک یا دو روز متوالی به وقوع پیوسته و در تعیین تاریخ کاشت دیمزارها کشور و اثرات آن در قلمروهای رویشی طبیعی دارای اهمیت میباشد مورد توجه قرار گرفته است.

## مواد و روشها

برای انجام این پژوهش از داده‌های روزانه دمای 29 ایستگاه سینوپتیک کشور با دوره آماری مشترک 45 ساله 1962-2006 استفاده گردید، مشخصات ایستگاههای مورد بررسی در جدول (1) آمده است. برای انجام این تحقیق، تاریخ آغاز و خاتمه آستانه‌های بارشی Q1 و 5 میلیمتر و بیشتر بر اساس سال زراعی و با استفاده از کدبندی ژولیوسی (اول مهر با کد یک و 31 شهریور با کد 365) استخراج گردید. همگنی سریها به وسیله آزمون Run-test تعیین و بازسازی داده‌های مفقود به روش خود همبستگی صورت گرفت. به منظور بررسی تغییرات زمانی داده‌ها و برای اینکه تصویر روشنتری از تغییرات ارائه گردد از آزمون من - کندال، روش میانگین متحرک پنج ساله و نمودارهای ترسیمی آن، در تجزیه و تحلیل و بررسی روند تغییرات این ایستگاهها استفاده به عمل آمد، زیرا این آزمون از قابلیت بالایی برای بررسی تغییرات و روندها برخوردار است. در بررسی سریهای زمانی به وسیله این آزمون، دو حالت وجود دارد، یا داده‌ها تصادفی هستند یا غیر تصادفی، در صورت تصادفی بودن داده‌ها هیچگونه روند و تغییر مشاهده نمیشود، در غیر این صورت داده‌ها غیر تصادفی بوده، تغییر یا روند وجود خواهد داشت. برای محاسبه آماره t کندال از رابطه (1) استفاده گردید (میشل<sup>1</sup> و همکاران 1966:79)، که در آن p مجموع تعداد رتبه‌های بزرگتر از ردیف xi که بعد از آن قرار دارد و n تعداد سالهای دوره مورد بررسی است. نتایج به دست آمده از رابطه (1) را با مقدار آماره بحرانی محاسبه شده از طریق رابطه (2) مورد مقایسه قرار گرفت.

$$t = ((4p/n(n-1)) - 1) \quad \text{رابطه (1)}$$

t: آماره کندال، و H برابر است با تعداد رتبه‌های بیشتر از ردیف ni که بعد از آن قرار دارند.

$$t = 0 \pm t_g \frac{\sqrt{4N+10}}{9N(N-1)} \quad P = \sum H \quad \text{رابطه (2)}$$

که در آن  $tg$  مقدار متغیر استاندارد ( $z$ ) متناظر با سطح احتمال آزمون است که در این تحقیق بر اساس احتمال 95 درصد مقدار  $tg=1/96$  می‌باشد و در نتیجه  $t=\pm 0/21$  شد. اگر  $t > 0/21$  باشد روندی وجود ندارد و اگر  $t < -0/21$  باشد روند مثبت و اگر  $t > 0/21$  باشد روند منفی وجود دارد. برای تشخیص نوع و زمان تغییر سریهای زمانی از ترسیم نمودارهای  $u$  و  $u'$  استفاده گردید.

روش گرافیکی: در این روش مقادیر متوالی از مقدار  $u'di$  و  $udi$  حاصله از آزمون من - کندال به صورت گرافیکی نمایش داده میشود که در این نمایش اگر مقادیر  $u$  و  $u'$  از منحنیها چندین بار روی همدیگر قرار بگیرند روند یا تغییری وجود نخواهد داشت ولی در نقاطی که منحنیها همدیگر را قطع میکنند، منحنیها محل شروع روند با تغییرات را به صورت تقریبی به نمایش میگذارند. برای تعیین شاخص  $u$  ابتدا  $di$  از مقایسه رتبه اولین داده از سری زمانی با دادههای بعد از آن محاسبه میگردد، از رابطه (3) برای این منظور استفاده میگردد (خشنو، 32:1378).

$$\sqrt{v} u = (di - E) / \quad \text{رابطه (3)}$$

در رابطه فوق  $E$  امید ریاضی و  $V$  واریانس شاخص  $T$  میباشد که از طریق روابط 4 و 5 محاسبه میگردد.

$$E = ni(ni-1)/4 \quad \text{رابطه (4)}$$

$$V = ni(ni-1)(2ni+5)/72 \quad \text{رابطه (5)}$$

برای محاسبه شاخص  $u'$  در تعیین  $di$  رتبه آخرین داده را با دادههای قبل از آن مقایسه میکنیم.

$$\sqrt{v'} U' = -(di' - E') / \quad \text{رابطه (6)}$$

$$E' = (N - (ni - 1))(N - ni) / 4 \quad \text{رابطه (7)}$$

$$V' = ((N - (ni - 1))(N - ni)(2(N - (ni - 1)) + 5) / 72 \quad \text{رابطه (8)}$$

جدول (4) مشخصات ایستگاههای هواشناسی مورد استفاده

ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	سال تأسیس	نام ایستگاه
66	30°-22'	48°-15'	1951	آبادان
22.5	31°-20'	48°-40'	1951	اهواز
1554	32°-37'	51°-40'	1951	اصفهان
1708	34°-6'	49°-46'	1955	اراک
-262	37°-28'	49°-28'	1951	انزلی
1319	37°-32'	45°-5'	1951	ارومیه
196	28°-59'	50°-50'	1951	بوشهر
98	27°-13'	56°-22'	1957	بندرعباس
-21	36°-43'	52°-39'	1951	بابلسر
1069	29°-6'	58°-21'	1956	بم
1998	35°-41'	51°-19'	1951	تهران
1361	38°-5'	46°-17'	1951	تبریز
9776	36°-12'	57°-43'	1954	سبزوار
1343	36°-25'	54°-57'	1951	شاهرود
2049	32°-17'	50°-51'	1955	شهرکرد
1481	29°-32'	52°-36'	1951	شیراز
-20	36°-54'	50°-40'	1955	رامسر
367	37°-12'	49°-39'	1956	رشت
1370	29°-28'	60°-53'	1951	زاهدان
1663	36°-41'	48°-29'	1955	زنجان
1272	36°-15'	50°-3'	1959	قزوین
992	36°-16'	59°-38'	1951	مشهد
1148	33°-26'	48°-17'	1951	خرم آباد
1103	38°-33'	44°-58'	1959	خوی
1316	34°-21'	47°-9'	1951	کرمانشاه
1753	30°-15'	56°-58'	1951	کرمان
133	36°-51'	54°-16'	1952	گرگان
1679	35°-12'	48°-43'	1961	همدان
1232	31°-54'	54°-17'	1951	یزد

بحث و نتایج



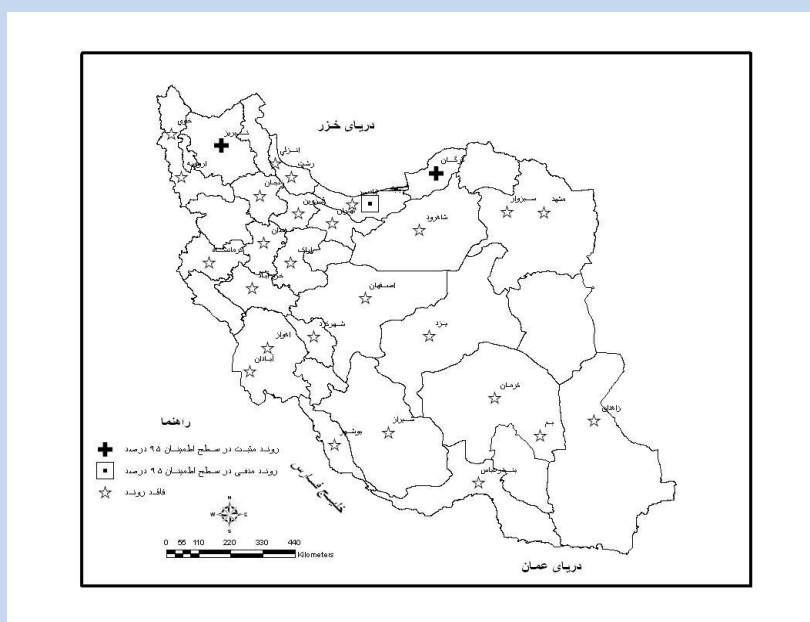
## الف: تحلیل آزمون من - کندال بر روی آستانه های بارش

مقایسه آماره کندال (t)، آستانه های آغاز و خاتمه بارش ایستگاه های منتخب مندرج در جدول شماره (2)، با آماره بحرانی  $t(T)$  نشان میدهد که تاریخ آغاز بارش 5 متر میلی و بیشتر به جز در ایستگاههای گرگان (روند مثبت)، بابلسر (روند منفی) و تبریز (تا حدی روند مثبت) دارای روند میباشند، در سایر ایستگاه های مورد مطالعه روندی مشاهده نگردید. روند مثبت نشاندهنده آن است که تاریخ آغاز بارش 5 میلی متر و بیشتر در ایستگاههای گرگان و تبریز نسبت به سالهای گذشته با تاخیر بیشتری در فصل پائیز آغاز میگردد، روند منفی در ایستگاه بابلسر نیز نشان از تعجیل در آغاز بارشهای 5 میلیمتر و بیشتر در این ایستگاه دارد. تاریخ خاتمه بارشهای 5 میلیمتر و بیشتر نیز در ایستگاههای اهواز، شیراز، یزد و گرگان دارای روند منفی بوده و در سایر ایستگاهها روندی مشاهده نگردید. روند منفی نشانه آن است که در این ایستگاهها تاریخ خاتمه بارش 5 میلی متر و بیشتر زودتر از سالهای قبل به وقوع پیوسته است. در مورد ایستگاه گرگان تاریخ آغاز بارش 5 میلیمتر و بیشتر دارای روند مثبت و تاریخ خاتمه بارش 5 میلیمتر و بیشتر دارای روند منفی است که نشانه کوتاه شدن طول مدت دوره بارش 5 میلیمتر و بیشتر در این ایستگاه دارد شکل (1).

تاریخ آغاز بارش 0/1 میلیمتر به جز در ایستگاه قزوین که دارای روند مثبت و ایستگاه کرمان دارای روند منفی است در سایر ایستگاهها روندی مشاهده نگردید که این موضوع نشان از عدم تغییر تاریخ آغاز بارش 0/1 میلیمتر در ایستگاههای مورد مطالعه دارد. تاریخ خاتمه بارش 0/1 میلیمتر نیز به جز در ایستگاه یزد که دارای روند مثبتی است. در سایر ایستگاههای کشور روندی مشاهده نشد، نکته قابل توجه در مورد ایستگاه یزد آن است که تاریخ خاتمه بارش 5 میلیمتر و بیشتر دارای روند منفی و تاریخ خاتمه بارش 0/1 میلیمتر دارای روند مثبت است شکل (1).

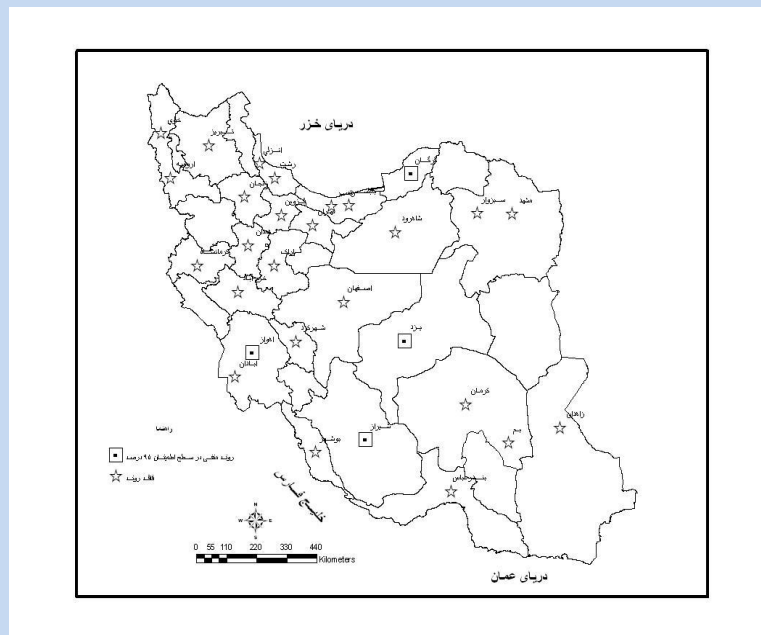
در مورد ایستگاههای رشت، انزلی، رامسر، بابلسر و گرگان به علت بالا بودن تعداد روزهای بارش که تقریباً کل دوره سال را در برمیگیرند تعیین آغاز و خاتمه بارش در آستانه‌های 0/1 و در برخی مواقع 5 میلی متر در یک سری زمانی مقدور نبوده، بنابراین امکان محاسبه روند تاریخ آغاز و خاتمه بارش با آستانه 0/1 و 5 میلیمتر در برخی از این

ایستگاهها امکانپذیر نمیباشد. برای ایستگاههای نواحی مرطوب سواحل دریای خزر باید آستانههای بارش بالاتری در نظر گرفت تا نسبت به تعیین روند آن اقدام گردد.



(الف)





(د)

شکل (1) پراکندگی روند تاریخ آغاز بارش 5 میلیمتر و بیشتر (الف)، خاتمه بارش 5 میلی متر و بیشتر (ب)، آغاز بارش 0.1 میلی متر (ج)، خاتمه بارش 0.1 میلی متر (د) ایستگاه‌های منتخب ایران

ب: تحلیل نتایج آزمون گرافیکی کندال بر روی سربهای بارش

با بررسی نتایج آزمون نموداری کندال بر روی سربهای آغاز و خاتمه بارش (شکل‌های 2 تا 5 که برای نمونه ارائه گردیده است) و نتایج مندرج در جداول (2)، (3) و (4) چنین برآورد میشود که به طور کلی تغییرات محسوس و چشمگیری بر روی سری تاریخ آغاز و خاتمه آستانه‌های بارش مورد بررسی مشاهده نمیگردد. در مجموع نتایج سربهای دارای تغییر در سطح اطمینان 95 درصد و اندکی پایینتر به شرح زیر میباشد.

در بین سربهای آغاز آستانه بارش 5 میلی متر ایستگاه تبریز تغییر ناگهانی و افزایشی را در سال 1987 نشان میدهد و مقدار تغییر آن نیز 256 روز محاسبه شده است، این در حالی است که زاهدان تغییر ناگهانی در جهت کاهشی را در سال 1972 و با مقدار تغییر 324- روز، در طول دوره نشان میدهد. ایستگاه‌های گرگان و بابلسر تغییرات را به صورت

روند آرام که در گرگان افزایشی و در بابلسر کاهشی می‌باشد مشاهده می‌شود که مقدار آن به ترتیب 9/7 و 302- روز می‌باشد.

در میان سریه‌های خاتمه آستانه بارش 5 میلیمتر نیز ایستگاه‌های اهواز، شیراز، یزد و شاهرود گویای تغییر ناگهانی با جهت کاهشی به ترتیب در سالهای 1998، 1996، 1984 و 1994 می‌باشند و مقدار تغییر محاسبه شده برای آنها به ترتیب 227-، 353-، 544- و 263- روز می‌باشد که مقادیر قابل توجه و مؤثری به نظر می‌رسد، گرگان نیز تغییر را به صورت روند آرام کاهشی و با مقدار تغییر 192- روز در طول دوره نشان می‌دهد. در این ایستگاهها دوره بارش سالانه، با بارش حداقل 5 میلیمتر به طور متوسط یک ماه زودتر از گذشته به پایان می‌رسد که در مورد یزد به اوج خود یعنی 54 روز می‌رسد و از آنجا که بارش 5 میلیمتر، حداقل بارش موثر برای رویش و رشد و نمو بسیاری از گیاهان بومی، در رستگاههای طبیعی این مناطق می‌باشد که این تغییرات چشمگیر در تاریخ گذر خاتمه آن می‌تواند تأثیر زیادی روی پوشش گیاهی این مناطق گذاشته باشد.

از میان سریه‌های آغاز آستانه بارش 0/1 میلیمتر، ایستگاه کرمان تغییر ناگهانی با جهت کاهشی را در سال 1986 نشان می‌دهد که مقدار آن 211- روز برای طول دوره محاسبه شده است. ولی در همین مجموعه قزوین تغییر ناگهانی با جهت افزایشی را در سال 1993 تجربه کرده است و مقدار 4/9 روز در طول دوره می‌باشد که مقدار قابل توجهی نمی‌باشد.

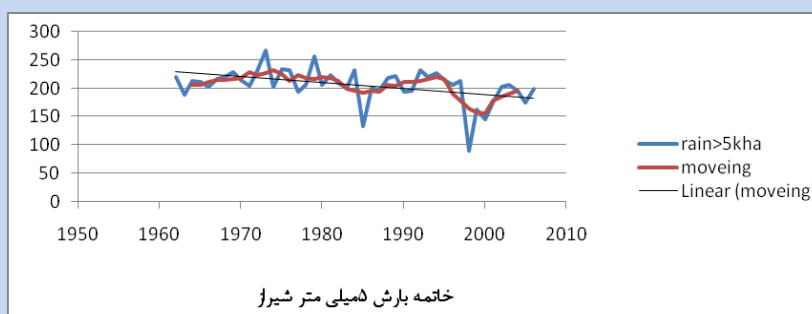
از سریه‌های خاتمه آستانه بارش 0/1 میلیمتر ایستگاههای یزد، تبریز، اراک، اصفهان و بندرعباس تغییر ناگهانی با جهت افزایشی را در سالهای 1992، 1986، 1985، 2005 و 1992 نشان می‌دهند که مقدار تغییر محاسبه شده برای آنها به ترتیب 188، 9/2، 246، 203 و 207 روز برای طول دوره مورد بررسی می‌باشد.

آنچه مسلم است تغییرات سریه‌های بارش از نظر نوع و فراوانی از نظم خاصی بر خوردار نمی‌باشند، به طور مثال در سریه‌های بارش می‌بینیم که در حالی که همه تغییرات خاتمه آستانه بارش 5 میلیمتر جهت کاهشی دارد، تغییرات در مورد خاتمه بارش 0/1 میلیمتر جهت افزایشی را نشان می‌دهد. در توجیه مطلب می‌توان گفت که در این مناطق فراوانی روزهای دارای بارش حفظ شده، اما مقادیر بارشهای روزانه در طول دوره کاهش یافته است.

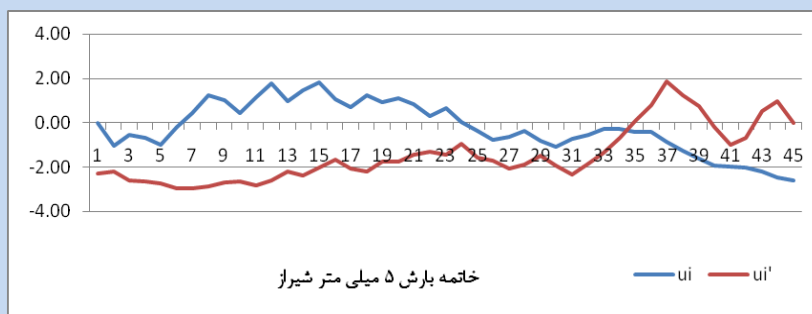
جدول 2) نتایج آزمون تصادفی و غیرتصادفی بودن داده‌های بارش با آماره من کندال (تعیین روند یا عدم وجود روند در استان‌های مورد بررسی)

نام ایستگاه	آغاز 5 میلیمتر	خاتمه 5 میلیمتر	آغاز 1 میلیمتر	خاتمه 1 میلیمتر
آبادان	-0081	-0166	-0121	-0067
اهواز	0018	-0214	-0051	-0012
بوشهر	0089	-0166	-0053	-0178
بندرعباس	-0131	-0113	-0160	0178
شیراز	-0097	-0267	-0075	0020
کرمان	-0139	-0111	-0251	-0172
بم	-0075	-0168	0004	0002
زاهدان	-0178	-0176	0057	-0081
یزد	-0145	-0398	-0042	0234
اصفهان	-0079	0079	-0111	0180
قزوین	-0087	-0006	0299	0042
تهران	0079	0113	0030	0089
اراک	-0127	0160	-0103	0131
شاهرود	0117	-0204	-0093	0168
انزلی	-	-	-	-
گرگان	0230	-0280	-	-
رامسر	-0056	-0163	-	-
رشت	-	-	-	-
بابلسر	-0280	-0117	-	-
مشهد	0030	-0065	-0172	0036
سبزوار	0065	-0075	-0042	0079
شهرکرد	0002	-0089	-0139	0115
زنجان	0038	-0093	-0014	-0020
خوی	-0073	-0081	0149	-0077
کرمانشاه	0002	-0129	0010	0059
خرم آباد	0034	-0143	-0036	-0048
ارومیه	0051	-0081	0040	-0010
همدان	-0016	0083	-0089	0067
تبریز	0224	0022	0091	0194

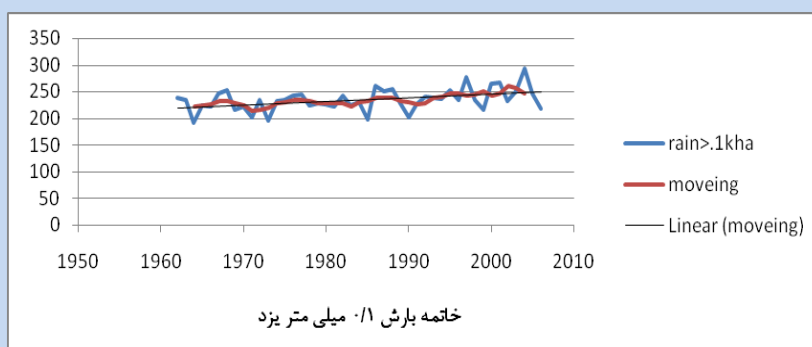
\* سری‌هایی که با سطح اطمینان  $\alpha=0.05$  دارای تغییر هستند



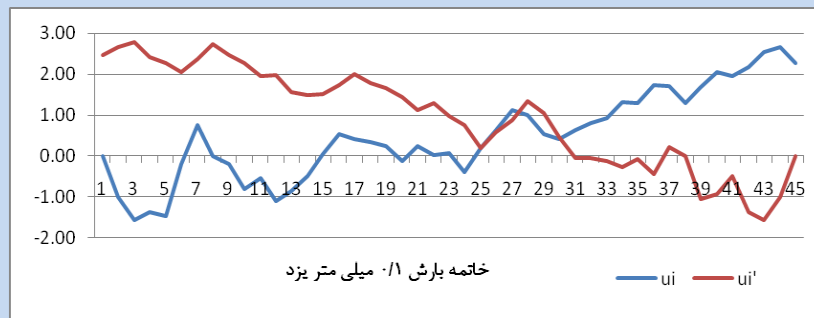
شکل (۲) تغییرات میانگین خاتمه بارش ۵ میلی‌متر و بیشتر در شیراز



شکل (۳) نمودار  $u$  و  $u'$  خاتمه بارش ۵ میلی‌متر و بیشتر در شیراز



شکل (۴) تغییرات میانگین خاتمه بارش ۰/۱ میلی‌متر در شیراز



شکل (5) نمودار  $u$  و  $u'$  خاتمه بارش  $Q1$  میلیمتر در یزد

جدول (3) نتایج آزمون گرافیکی من - کندال از آستانه‌های بارش (میلیمتر)

نام ایستگاه	آغاز بارش 5	خاتمه بارش 5	آغاز بارش $Q1$	خاتمه بارش $Q1$
آبادان	-	-	-	-
اهواز	-	CD 1984	-	-
بوشهر	-	-	-	-
بندرعباس	-	-	CI 1984	-
شیراز	-	CD 1996	-	-
کرمان	-	-	CD 1986	-
بم	-	-	-	-
زاهدان	CD 1972	-	-	-
یزد	-	CD 1998	CI 1992	-
اصفهان	-	-	CI 1986	-
قزوین	-	-	CI 1993	-
تهران	-	-	-	-
اراک	-	-	CI 1985	-
شاهرود	-	CD 1994	-	-
انزلی	-	-	-	-
گرگان	TI	TD	-	-
رامسر	-	-	-	-
رشت	-	-	-	-
بابلسر	TD	-	-	-
مشهد	-	-	-	-
سبزوار	-	-	-	-
شهرکرد	-	-	-	-
زنجان	--	-	-	-



-	-	-	-	خوی
-	-	-	-	کرمانشاه
-	-	-	-	خرم آباد
-	-	-	-	ارومیه
-	-	-	-	همدان
CI 2005	-	-	CI 1987	تبریز

در جدول، T (روند آرام)، C (تغییر ناگهانی)، I (افزایشی) و D (کاهشی) را نشان میدهد و اعداد ذکر شده زمان تقریبی تغییر را نشان میدهد.

**جدول (4) نتایج میزان تغییر در زمان رخداد آستانه‌های بارش بر حسب روز**

نام ایستگاه	آغاز بارش 5	خاتمه بارش 5	آغاز بارش Q1	خاتمه بارش Q1
آبادان	-	-	-	-
اهواز	-	$\Delta d = -227$	-	-
بوشهر	-	-	-	-
بندرعباس	-	-	$\Delta d = 203$	-
شیراز	-	$\Delta d = -353$	-	-
کرمان	-	-	$\Delta d = -211$	-
بم	-	-	-	-
زاهدان	$\Delta d = -324$	-	-	-
یزد	-	$\Delta d = -544$	$\Delta d = 246$	-
اصفهان	-	-	$\Delta d = 207$	-
قزوین	-	-	$\Delta d = 49$	-
تهران	-	-	-	-
اراک	-	-	$\Delta d = 188$	-
شاهرود	-	$\Delta d = -263$	-	-
انزلی	-	-	-	-
گرگان	$\Delta d = 97$	$\Delta d = -192$	-	-
رامسر	-	-	-	-
رشت	-	-	-	-
بابلسر	$\Delta d = -302$	-	-	-
مشهد	-	-	-	-
سبزوار	-	-	-	-
شهرکرد	-	-	-	-
زنجان	-	-	-	-
خوی	-	-	-	-
کرمانشاه	-	-	-	-

-	-	-	-	خرم آباد
-	-	-	-	ارومیه
-	-	-	-	همدان
$\Delta d = 92$	-	-	$\Delta d = 256$	تبریز

$\Delta d$  مقدار اختلاف میانگینهای تاریخ آغاز و خاتمه آستانه‌های بارش طی ده ساله اول و آخر سری زمانی .

### نتیجه‌گیری

نظر به اینکه تحقیق مشابهی از نظر موضوعی در سطح ایران انجام نشده و تحقیقات در زمینه روند در کشور به طور عمده در زمینه مقادیر هر یک از عناصر هواشناسی و یا مقادیر حدی آنها بوده است بنابراین امکان مقایسه تطبیقی یافته‌های این تحقیق با یافته‌های سایر محققان وجود نداشت. در مجموع از نتایج به دست آمده این نکته مشهود است که در هیچ‌کدام از ایستگاه‌های مورد مطالعه در ایران تحولات وسیعی که نشانگر تغییرات کلی در آغاز و خاتمه آستانه‌های بارش باشد صورت نگرفته است. نتایج حاصل از این پژوهش عبارتند از:

- تاریخ آغاز بارش 5 میلیمتر و بیشتر تنها در 2 ایستگاه گرگان (روند مثبت) و بابلسر (روند منفی) مشاهده گردید و در سایر ایستگاهها روندی مشاهده نشد.

- تاریخ خاتمه بارش 5 میلیمتر و بیشتر در ایستگاههای اهواز، شیراز، یزد و گرگان دارای روند منفی بودند و در سایر ایستگاهها روندی مشاهده نشد.

- روند مثبت تاریخ آغاز بارش 5 میلیمتر و بیشتر و روند منفی تاریخ خاتمه بارش 5 میلی متر و بیشتر در ایستگاه گرگان نشان از کوتاه شدن طول مدت دوره بارش 5 میلی متر در این ایستگاه دارد.

- تاریخ آغاز بارش 0/1 میلیمتر در ایستگاه قزوین روند مثبت و در ایستگاه کرمان روند منفی نشان داد و در سایر ایستگاهها روندی مشاهده نشد.

- تاریخ خاتمه بارش 0/1 میلیمتر تنها در ایستگاه یزد دارای روند مثبت بوده و در سایر ایستگاهها روندی مشاهده نشد.

- در ایستگاه یزد تاریخ خاتمه بارش 5 میلیمتر و بیشتر دارای روند منفی و تاریخ خاتمه بارش 0/1 میلیمتر دارای روند مثبت میباشد.

## منابع

- 1- جهانبخش، سعید؛ ترابی، سیما (1383)، «بررسی و پیشبینی تغییرات دما و بارش در ایران»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی* ش 74.
- 2- خشنود، احمد (1378)، «بررسی تغییرات اقلیمی جنوب ایران»، پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، دانشکده علوم انسانی.
- 3- خلیلی، علی؛ بذرافشان، جواد (1383)، «تحلیل روند تغییرات بارندگیهای سالانه»، فصلی و ماهانه پنج ایستگاه قدیمی ایران در یکصد و شانزده سال گذشته، *مجله بیابان*، جلد 9، ش 1.
- 4- رحیمزاده، فاطمه (1384)، «بررسی تغییر پذیری اقلیمی در ایران با بهره‌گیری از مدل‌های آماری»، *تحقیقات منابع آب ایران*.
- 5- رحیمزاده، فاطمه؛ خوشکام، محبوبه (1382)، «محبوبه، تغییرات سری‌های رطوبت در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور»، *اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم دانشگاه اصفهان*.
- 6- عزیزی، قاسم (1383)، «تغییر اقلیم»، انتشارات قومس.
- 7- عزیزی، قاسم؛ روشنی، محمود (1387)، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال، *پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره 64، صص 13-28.
- 8- عسگری، احمد؛ رحیمزاده، فاطمه، محمدیان؛ نوشین، فتاحی، ابراهیم (1386)، «تحلیل روند نمایه‌های بارش‌های حدی در ایران»، *تحقیقات منابع آب ایران* سال سوم، شماره 3.
- 9- فرجی، اسماعیل (1386)، «هوا و اقلیم‌شناسی»، انتشارات کارنو.
- 10- کمالی، غلامعلی؛ سرافزار، علیاکبر (1379)، «مطالعات تغییرات بارندگی مشهد»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی* ش 58-59، صص 185-199.
- 11- Brunetti, M. et.al., (2000), "Variations of Temperature and Precipitation in Italy from 1866 to 1995", *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 65, pp 165-174.
- 12- Chen, Y., D. et.al., (2010), "Precipitation Variability (1956-2002) in the Dongjiang River (Zhujiang River Basin China) and Associated Large-Scale Circulation", *Quaternary International*, Vol xxx, pp 1-8.

- 13- Fischer, T. et.al. (2010), "Temperature and Precipitation Trends and Dryness/Wetness Pattern in the Zhujiang River Basin South China 1961-2007", *Quaternary Journal*, Vol xxx, pp 1-11.
- 14- Gemmer, M et.al. (2008), "Seasonal Precipitation Changes in the Wet Season and their Influence on Flood / Drought Hazards River Basin, China", *Quaternary International*, Vol. 186, pp 12-21.
- 15- Karl, T.R., et.al. (1999), "Workshop on Indices and Indicators for Climate Extremes", Clivar/Gcos/WMO, Climate Change 42, PP 3-7.
- 16- Mitchell, J et.al. (1966), "*Climatic Change*", WMO Technical Note No. 79, World Meteorological Organization, P 79.
- 17- Modarres, R, V.d.P, Rodrigues Da Silva, (2007). "*Rainfall Trends in Arid and Semi-Arid Regions of Iran*", Vol 70, pp 344-355.
- 18- Pal, I, A., Al-tabbaa, (2009), "Trends in Seasonal Precipitation Extremes - An Indicator of Climate Change in Kerala India", *Journal of Hydrology*, Vol. 367, pp 62-69.
- 19- Rodrigues da Silva, Vecente, (2004), "On Climate Variability in Northeast of Brazil", *Journal of Environments*, Vol. 58, pp 575-596.
- 20- Socrates, C. (2006), "*An Analysis of Long-term Rainfall Variability, Trends and Ground Water Availability in the Mulunguzi River Catchment Area, Zomba Mountain, Southern Malawi*", University of Malawi, Chancellor College, P.O. Box 280, Zomba, Malawi, pp45-50.
- 21- Subbaramayya, I.C.V, Naidu, (1992), "Spatial Variation and Trends in the Indian Monsoon Rainfall", *International Journal of Climatology*, Vol 12, pp597-609.
- 22- Tabari, H. et.al. (2011), "Trend Analysis Reference Evapotranspiration in the Western Half of Iran", *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol 151, pp 128-136.
- 23- Tabari, H, P. Hosseinzadeh Talaei, (2011), "Temporal Variability of Precipitation over Iran 1966-2005", *Journal of Hydrology*, Vol 396, pp 313-320.

- 24- Ventura, F. et.al. (2002), "Temperature and Precipitation Trends in Bologna (Italy) from 1952 to 1999", *Atmospheric Research*, Vol. 61, pp 203-214.
- 25- Zhang, Q. et.al. (2008), "Spatial and Temporal Variability of Precipitation Maxima during 1960-2005 in the Yangtze River Basin and Possible Association with Large-Scale Circulation", *Journal of Hydrology*, Vol 353, pp 215-227.