Archive of SID

مجله دانش آب و خاک/ جلد 21 شماره 2 / سال 1390

بررسی روند تغییرات شاخص خشکی در نیمه جنوبی ایران

حمید زارع ابیانه[1]* ، مریم بیات ورکشی[2] ویعقوب دین پژوه[3]

تاریخ دریافت: 88/6/8 تاریخ پذیرش: 89/6/27

1- دانشیار، گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا

2- دانشجوی کارشناسی ارشد، آبیاری رهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا

3- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

مسئول مکاتبه : Email: zareabyaneh@gmail.come

چکیده

هدف از انجام این مطالعه بررسی روند تغییرات هم‌زمان بارندگی و تبخیر و تعرق در قالب شاخص خشکی برای نیمه-جنوبی کشور است. دوره آماری مورد مطالعه در این تحقیق مربوط به سال‌های 1961 تا 2000 در نظر گرفته شد. نتایج اولیه مربوط به سری زمانی داده‌های ده ایستگاه سینوپتیک مشخص کرد که تبخیر و تعرق تغییرات کمتری نسبت به دو عامل بارش و شاخص خشکی داشت. در مرحله بعد با اعمال آزمون ناپارامتری من‌کندال روند تغییرات هر یک از عامل-های فوق مشخص گردید. نتایج نشان داد که در اکثر ایستگاه‌ها در طول 40 سال روند بارش افزایشی و روند تبخیر و تعرق کاهشی بود. روند بارش و شاخص خشکی و در حدود 70 درصد از ایستگاه‌ها و تبخیر و تعرق در حدود 90 درصد از ایستگاه‌ها معنی‌دار بود. تحلیل‌های روند مرتبط با شاخص خشکی ثابت نمود که اقلیم اکثر ایستگاه‌ها (80 درصد) تا حدودی به اقلیم مرطوب تمایل داشتند. نمودارهای روند من‌کندال در تمامی ایستگاه‌ها شروع تغییرات به صورت ناگهانی را از حدود سال 1963 نشان داد. حداکثر و حداقل مقادیر معنی‌دار روند هر سه عامل به ایستگاه‌های اصفهان و اهواز با دو اقلیم متفاوت استپی و بیابانی تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی: بارش، تبخیر و تعرق، روند، شاخص خشکی، من - کندال، نیمه‌جنوبی ایران

www.SID.ir

Archive of SID

Study of Aridity Index Trends in Southern Half of Iran

H Zare Abyaneh[1*], M Bayat Varkeshi[2], Y Dinpashoh[3]

Received: 30 August 2009 Accepted: 18 September 2010
[1] Assoc. Prof., Dept. of Irrigation, Faculty of Agric., Bu-Ali Sina Univ., Hamedan, Iran
[2]MSc Student, Irrigation and Drainage Engin., Faculty of Agric. Bu-Ali Sina Univ., Hamedan. Iran
[3] Assoc. Prof.., Dept. of Water Engin., Faculty of Agric.,Univ. of Tabriz, Iran
*Corresponding Author: zareabyaneh@gmail.com

Abstract

The objective of this research was to study simultaneous trends of precipitation and evapotranspiration in the frame of aridity index at southern half of Iran. The time period of this study was from 1961 to 2000. Preliminary results of the synoptic stations time series revealed that the variation of evapotranspiration was less than other two factors (precipitation and evapotranspiration). At the next stage non-parametric Mann-Kendall trend test was conducted for detecting the trends of each factor. Results showed that there was an upward trend for precipitation; however, there was a downward trend for evapotranspiration in almost all stations. Furthermore, trends were statistically significant for about 70% of sites in the cases of precipitation and aridity index and for about 90% of sites in the case of ET_0. Trend analysis of aridity index showed that the climate of nearly all sites (about 80%) had tendency to a humid climate to some degree. Mann-Kendall trend diagrams revealed that for all sites the year 1963 was the starting point of trend. Both the maximum and minimum values of significant trends of the three parameters belonged to Esfahan and Ahwaz, with steppe and desert climates.

Key Words: Aridity index, Evapotranspiration, Mann-Kendall, Precipitation, Southern half of Iran, Trend

مقدمه

بارش و تبخیر و تعرق دو عامل مهم هواشناسی هستند که کمیت و پراکنش زمانی و مکانی آن‌ها به نحو چشم‌گیری در عرض‌های مختلف جغرافیایی زمین تغییر می‌یابد. بررسی تغییرات عوامل فوق در کنار دیگر عوامل اقلیمی زمینه غالب مطالعات اقلیمی در دهه‌های اخیر بوده است (رحیم‌زاده و خوشکام 1382). تحلیل روند سری-های زمانی روشی است که امکان بررسی پدیده‌ای را در گذشته و حال ایجاد می‌نماید. شاخص خشکی از جمله شاخص‌هایی است که شناخت تحولات هم‌زمان بارندگی و تبخیر و تعرق و تاثیرات آن در بخش کشاورزی را فراهم می‌کند. از این شاخص زارع ابیانه و همکاران (1379) در تشخیص خشکسالی، رامسی (1985) در تخمین سطح اراضی خشک دنیا و دین‌پژوه (2006) در

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین مناطق خشک با تبخیر و تعرق یکسان استفاده کرده‌اند.

در شرایطی که آمار قابل دسترس به واسطه هزینه-های اندازه‌گیری محدود و کیفیت آن‌ها نامناسب است استفاده از روش‌های غیرپارامتریک نظیر من‌کندال برای تحلیل روند ترجیح داده می‌شود (کاهیا و کلاسی 2004، نصری و مدرس 1387). یکی از محدودیت‌های روش من‌کندل پیوستگی داده‌ها در طول دوره آماری است که معمولا در کشورهای در حال توسعه به دلیل جابجایی ایستگاه‌ها، مسائل اقتصادی و عوامل دیگر داده‌ها پیوسته نیستند (شیرغلامی و قهرمان 1384). اعتبار روش من‌کندال در مطالعات حجام و همکاران (1387) و عزیزی و روشنی (1387) آمده است. خلیلی و بذرافشان (1383) با هدف آشکارسازی تغییر اقلیم طی یک دوره 116 ساله پنج ایستگاه قدیمی ایران از روش من‌کندال استفاده کردند. آنان هیچ‌گونه مولفه تغییر اقلیم در روند زمانی مقدار بارندگی سالانه نیافتند. نصری و مدرس (1387) تعداد روزهای بدون بارش را به عنوان شاخصی در بررسی روند خشکی و خشکسالی به کمک آزمون من‌کندال مورد استفاده قرار دادند. ارزیابی روند دمای سالانه (ژاپن) طی یکصد سال منتهی به سال 1996 میلادی با آزمون من‌کندال نشان داد که دما در مدت فوق بین 0/51 تا 2/77 درجه سلسیوس افزایش داشته است (یو وهاشینو 2003). همچنین بررسی روند بارندگی ژاپن حاکی از تغییرات ناگهانی بدون روند در میانگین بارش‌ها است (زو و همکاران 2003). گزارش مطالعاتی راموس (2001) موید عدم معنی‌داری روند بارندگی سالانه‌ی ناحیه مدیترانه است. روند تغییرات سری‌های زمانی بارش در جنوب و جنوب‌غرب کشور طی سال‌های 1951 تا 1999 نشان داد بارش سالانه بعد از سال 1975 در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه افزایش داشته است (ناظم‌السادات و همکاران 1384). عسگری و رحیم‌زاده (1385) تغییرات بارش سالانه در سطح 34 ایستگاه کشور را از سال 1951 تا 1991 مطالعه و نشان دادند روند بارش ایستگاه‌های مشهد و تهران افزایشی و بندرانزلی کاهشی بوده است. روند بارش سالانه 38 ایستگاه (ایران) توسط کتیرائی و همکاران (1386) در دوره آماری 1960 تا 2001 مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد روند بارش در مناطق جنوب، جنوب غرب، مرکز، شرق و شمال شرق، افزایشی و در مناطق غرب، شمال غرب، جنوب شرق و شمال کاهشی بود. گل‌کارحمزه‌یی یزد و همکاران (1386) نقش طول دوره آماری در روند تغییرات زمانی تبخیر و تعرق گیاه مرجع برای 33 ایستگاه کشور را مطالعه و نتیجه گرفتند که روند در 38 درصد از ایستگاه‌ها طی 40 سال، مثبت و در 62 درصد منفی بود. در حالی که در دوره آماری 20 ساله 62/5 درصد ایستگاه‌ها دارای روند مثبت و 37/5 درصد با روند منفی بودند. به عبارت دیگر کاهش طول دوره آماری سبب کاستن تعداد ایستگاه‌های دارای روند منفی شد. کریم‌زاده مقدم و قهرمان (1380) تغییرات زمانی تبخیر و تعرق در ایستگاه هواشناسی مشهد طی دوره آماری 2000-1970 را بررسی و روند افزایشی تبخیر و تعرق از سال 1981 را گزارش کردند. توماس (2000) روند 39 ساله تبخیر را براساس رابطه پنمن برای 60 ایستگاه هواشناسی در چین محاسبه و نشان داد که کاهش 21 درصدی تبخیر به واسطه تغییر در تشعشعات خورشیدی (R_s) است.

با توجه به شرایط اقلیمی ایران و به طور خاص مناطق جنوبی کشور به دلیل وسعت زمین‌های زراعی، وجود بزرگ‌ترین رودخانه‌ی ایران (کارون) و تحقیقات اندک در زمینه تغییرات هم‌زمان تبخیر و تعرق و بارش، مطالعه تغییرات زمانی این دو متغیر ضروری و از اهداف اصلی این تحقیق است. در پژوهش حاضر از آزمون ناپارامتری من‌کندال به هدف بررسی روند تغییرات عوامل بارندگی و تبخیر و تعرق براساس شاخص خشکی در 10 ایستگاه نیمه جنوبی کشور طی 40 سال گذشته استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی روند شاخص خشکی در نیمه جنوبی کشور نخست از بین ایستگاه‌های موجود، ده ایستگاه با طول دوره آماری 40 سال (1961 تا 2000) انتخاب

www.SID.ir

Archive of SID

گردید. داده‌های مورد استفاده از روش آزمون دنباله[1] با توجه به محدوده مجاز تغییرات ($|Z|\leq 1.64$) در سطح 95 درصد همگن شدند. عملیات فوق بیان‌گر صحت فرض‌های تصادفی و همگنی داده‌ها است. در مواردی که به هر دلیل در سری داده‌های هر ایستگاه نقایص محدود آماری اعم از آمار گمشده و یا پرت وجود داشت از روش همبستگی بین ایستگاه‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS بازسازی شدند. آزمون نرمال بودن داده‌ها نیز با انجام آزمون کلموگروف- اسمیرنوف با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

موقعیت ایستگاه‌ها و نوع اقلیم حاکم بر آن‌ها در جدول 1 منعکس شده است (شیرغلامی و قهرمان 1384).

جدول1- مشخصات جغرافیایی و اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	مشخصات جغرافیایی		ارتفاع	اقلیم
	طول	عرض	(متر)	
اهواز	48/67°N	31/33°E	23	بیابانی
آبادان	48/25°N	30/42°E	7	بیابانی
بوشهر	50/83°N	28/98°E	20	بیابانی
بندرعباس	56/37°N	27/22°E	10	بیابانی
شیراز	52/5°N	29/5°E	1484	بیابانی
کرمان	56/97°N	30/25°E	1753/8	بیابانی
یزد	54/04°N	31/9°E	1230/2	بیابانی
زاهدان	60/88°N	29/47°E	1370	استپی
بیرجند	59/20°N	32/86°E	1491	استپی
اصفهان	51/67°N	32/62°E	1550/4	استپی

روش مورد استفاده برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع، روش پیشنهادی پنمن مانتیث در نشریه شماره 56 فائو می‌باشد. این روش نیازمند پارامترهای دمای حداقل و حداکثر، رطوبت نسبی حداقل و حداکثر، سرعت باد و ساعات آفتابی ماهانه است (گل کار حمزه‌یی یزد و همکاران 1386). از این نظر ایستگاه‌های انتخابی دارای آمار کاملی از پارامترهای مذکور بودند.

در این تحقیق با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده، تبخیر و تعرق گیاه مرجع در مقیاس ماهانه مطابق روش نشریه فائو شماره 56، محاسبه و برای هر سال آماری، میانگین‌گیری شد. در مرحله بعدی مقادیر بارش از اطلاعات هواشناسی و شاخص خشکی (T) از رابطه 1 به دست آمد (دین‌پژوه 2006).

$$T = \frac{P}{ET_0} \qquad [1]$$

در رابطه مذکور P مقدار بارندگی (میلی‌متر) و ET_0 تبخیر تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر) می‌باشند.

در تحلیل روند بارندگی، تبخیر و تعرق و شاخص خشکی با توجه به پیوستگی زمانی آن‌ها از آزمون من-کندال استفاده گردید. فرض صفر آزمون بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد و پذیرش فرض یک موید وجود روند در سری داده‌ها می‌باشد. در این آزمون هر مقدار در سری زمانی به صورت پیوسته و پشت سرهم با بقیه مقادیر سری مقایسه شدند. مراحل محاسبه آماره S به عنوان مجموع همه شمارش‌ها و واریانس آن به ترتیب زیر است (ردرگیوس داسیلوا 2004):

$$S=\sum_{i=1}^{n-1}\sum_{k=i+1}^{n}\mathrm{sgn}(X_k-X_i)\Rightarrow\begin{cases}\mathrm{sgn}(x_k-x_i)=1 & \text{if } (x_k-x_i)>0\\ \mathrm{sgn}(x_k-x_i)=0 & \text{if } (x_k-x_i)=0\\ \mathrm{sgn}(x_k-x_i)=-1 & \text{if } (x_k-x_i)<0\end{cases} \qquad [2]$$

$$Var(S)=\frac{1}{18}\left[n(n-1)(2n+5)-\sum_{p=1}^{q}t_p(t_p-1)(2t_p+5)\right] \qquad [3]$$

در روابط فوق، X_i و X_k داده‌های iام و kام سری داده‌ها، n اندازه نمونه، q معرف تعداد سری‌هایی است که در آن‌ها حداقل یک داده تکراری وجود دارد و t_p نشان‌دهنده فراوانی داده‌های با ارزش یکسان می‌باشد.

نمره استاندارد شده من‌کندال از رابطه زیر محاسبه شد:

[1] Run test

www.SID.ir

Archive of SID

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S+1}{\sqrt{Var\ (S)}} & S < 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S-1}{\sqrt{Var\ (S)}} & S > 0 \end{cases} \qquad [۴]$$

فرض صفر (عدم وجود روند) در مقابل فرض یک (وجود روند) زمانی رد می‌شود که شرط $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$ برقرار باشد. α سطح معنی‌داری آزمون من‌کندال برای سطوح اطمینان 95% و 99% و مقادیر مثبت و منفی Z به ترتیب موید روند صعودی و نزولی سری زمانی داده‌ها است. آماره Z برای سطوح اطمینان 95 درصد، 1/96 $\pm$ و 99 درصد، 2/58 $\pm$ در نظر گرفته شد.

برای تشخیص زمان آغاز روند، جهت و نوع آن از روش من‌کندال سکانسی(Sequential Mann-Kendall) استفاده شد (پارتال و کاهیا 2006). برای این کار مقادیر U(t) و U'(t) از روی سری داده ها بدست آمد در اینجا U(t) دارای میانگین صفر و انحراف معیار یک است. بنابراین رفتار توالی آن بصورت نوسان حول صفر خواهد بود. U(t) همانند مقادیر z از ابتدای سری زمانی به سمت انتهای آن محاسبه می‌شود. این آزمون مقادیر نسبی همه داده‌های سری زمانی ($x_1,x_2,\ldots,x_n$) را مد نظر قرار می‌دهد. گام‌های زیر برای محاسبه U(t) انجام شد.

1- مقادیر x_j بازای (j=1,,…,n) با مقادیر x_k بازای (k=1,…,j-1) مقایسه شدند. در هر مقایسه تعداد مواردی که $x_j > x_k$ می‌شد شمرده شد و با n_j نشان داده شد.

2- آماره t از رابطه زیر محاسبه شد.

$$t_j = \sum_{1}^{j} n_j$$

3- میانگین و واریانس آماره از روابط زیر بدست آمدند.

$$E(T) = \frac{n(n-1)}{4}$$

$$\mathrm{Var}(t_j) = \frac{[j(j-1)(2j+5)]}{72}$$

4- مقادیر متوالی آماره $U(t)$ از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$U(t) = [t_i - E(t)] / \sqrt{Var(t_j)} \qquad [۵]$$

بطور مشابه مقادیر$U'(t)$ بصورت پس رو یعنی شروع محاسبات از انتهای سری زمانی انجام شد. این روش می تواند بطور موثر برای تعیین سال (های) آغاز روند بکار برود.

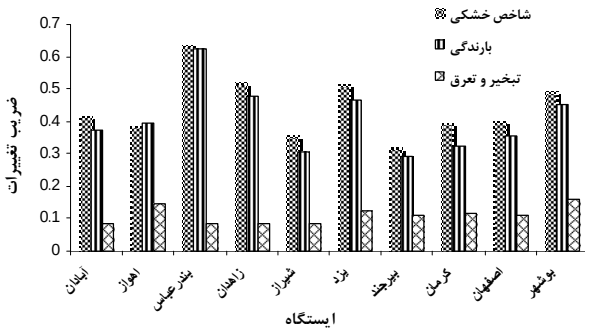
محل تقاطع دو خط U و 'U زمان آغاز روند است. اگر خطوط مذکور در داخل محدوده بحرانی 1/96± همدیگر را قطع کنند نشانه زمان آغاز تغییر ناگهانی و در صورتی‌که که خارج از محدوده بحرانی همدیگر را قطع نمایند بیانگر وجود روند در سری‌های زمانی است.

نتایج

بارش و تبخیر و تعرق اثرات تاثیرگذاری روی خصوصیات اقلیمی دارند که نتیجه آن خشکی یا مرطوبی اقلیم می‌باشد. بکارگیری عوامل فوق به‌واسطه درجه تاثیر آن‌ها در مدیریت منابع آب، خشکسالی و مدیریت اراضی توصیه شده است (نصری و مدرس 1386). در سطح ایستگاه‌های مطالعاتی کمترین مقدار بارندگی به یزد با 60 میلی‌متر و بیشترین آن در شیراز برابر 324 میلی‌متر مشاهده شد و در مجموع روند بارندگی از سواحل جنوبی به سمت مرکز کاهش دارد. بیشترین مقدار بارندگی طی دوره آماری معادل 671 میلی‌متر در سال 1997 در بوشهر و کمترین آن برابر 19 میلی‌متر در سال 1973 در یزد مشاهده شد. شکل 1، ضریب تغییرات اطلاعات بارندگی، تبخیر و تعرق و شاخص خشکی را برای چهل سال دوره آماری نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 1- نمودار ضریب تغییرات بارندگی، تبخیر و تعرق و شاخص خشکی در طول دوره آماری

بیشترین ضریب تغییرات بارندگی و شاخص خشکی و کمترین ضریب تغییرات تبخیر و تعرق به ایستگاه بندرعباس با کمترین عرض جغرافیایی تعلق دارد. مطالعات نصری و مدرس (1386) عامل عرض جغرافیایی و رضیئی و همکاران (1384) تغییرات سامانه‌های سینوپتیکی و تغییرات تعداد سامانه‌های ورودی به کشور را موثر در ضریب تغییرات بارش گزارش کردند.

جدول 2 نتایج خلاصه شده اعمال آماره آزمون من-کندال (Z) بر سری‌های زمانی بارندگی، تبخیر و تعرق و شاخص خشکی سالانه ده ایستگاه منتخب برای سطوح اطمینان 95 و 99 درصد را نشان می‌دهد.

براساس جدول 2 روند بارندگی در همه ایستگاه‌ها به غیر از ایستگاه‌های بیرجند، کرمان و زاهدان معنی‌دار بود. از مجموع 7 ایستگاه دارای روند معنی‌دار، ایستگاه اصفهان در سطح 99 درصد و مابقی ایستگاه‌ها در سطح 95 درصد معنی‌دار هستند. نوع روند در کلیه ایستگاه‌ها، به جز دو ایستگاه اهواز و زاهدان، افزایشی می‌باشد. در این راستا کتیرائی و همکاران (1386) و ناظم‌السادات و همکاران (1384) افزایش بارندگی در مناطق جنوبی و مرکز کشور را گزارش نمودند که با روند افزایشی بارندگی در مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. تحلیل‌های مرتبط با مقدار آماره Z برای مولفه بارندگی در تمام ایستگاه‌ها (به جز ایستگاه زاهدان و اهواز) مثبت است (جدول 2). همچنین آماره Z برای مولفه شاخص خشکی در تمام ایستگاه‌ها بجز اهواز مثبت می‌باشد. این نتیجه حاکی از تمایل ایستگاه‌های منطقه نیمه جنوبی ایران به اقلیم مرطوب دارد.

جدول 2- نتایج آزمون من‌کندال پارامترهای مورد مطالعه (2000-1961)

آماره Z							
ایستگاه	بارندگی	تبخیر و تعرق	شاخص خشکی	ایستگاه	بارندگی	تبخیر و تعرق	شاخص خشکی
اهواز	-2/07*	1/19	-2/07*	بیرجند	1/89	2/99**	1/36
آبادان	2/47*	-2/05*	2/53*	شیراز	1/96*	-3/21**	2/48*
اصفهان	3/17**	-5/61**	3/05**	کرمان	1/57	-4/83**	2/68**
بوشهر	2/09*	4/99**	1/04	زاهدان	-1/65	-3/59**	1/34
بندرعباس	2/48*	2/54*	2/78**	یزد	2/49*	-4/53**	2/98**

* معنی‌داری در سطح اطمینان 95 درصد، ** معنی‌داری در سطح اطمینان 99 درصد

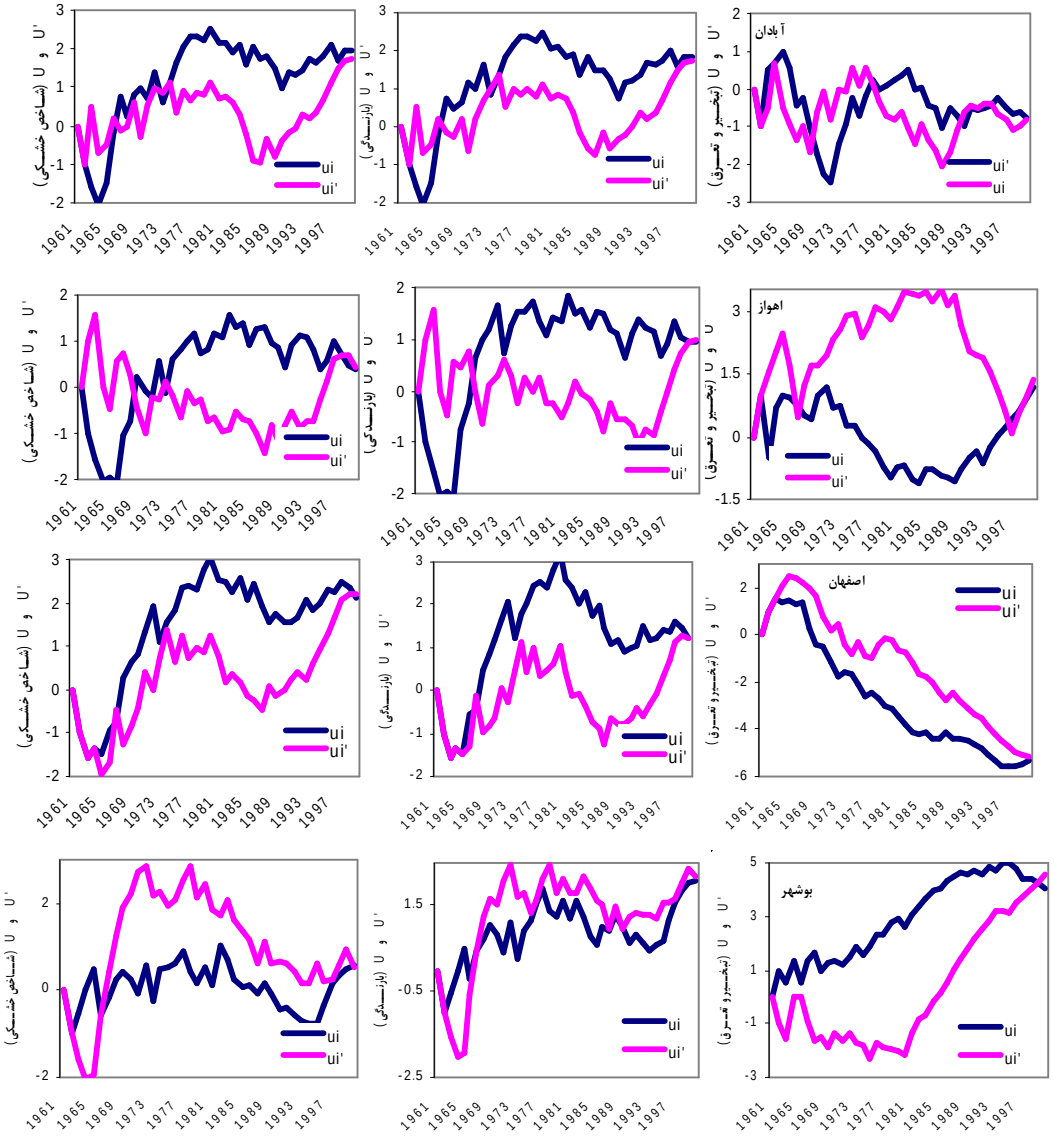
رضیئی و ثقفیان (1383) نیز در بررسی روند خشکسالی در طی سال‌های 1961 تا 2000 در دشت سیستان، گرایش ایستگاه‌های منطقه را به سوی مرطوب شدن گزارش کردند. روند کاهش بارندگی اهواز می‌تواند در راستای گزارش موحدی و همکاران (1384) باشد که به نظر آنان شرایط خشک‌تری برای آینده حوضه مارون واقع در شمال شرق اهواز به دلیل افزایش دما قابل پیش‌بینی است و منطقه به سوی اقلیمی گرم‌تر وخشک‌تر در حرکت است.

www.SID.ir

Archive of SID

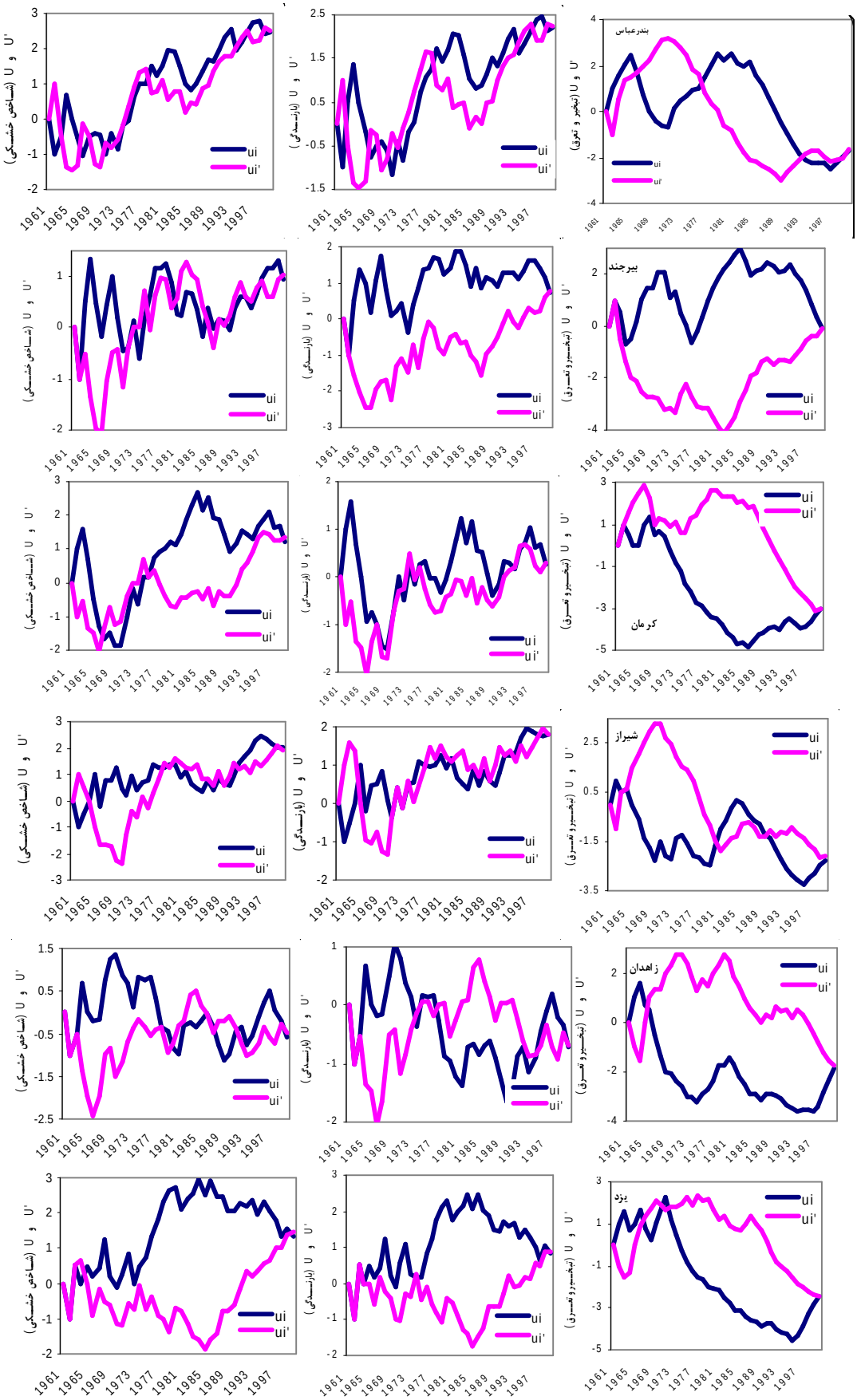
در خصوص تبخیر تعرق روند معنی‌داری در 9 ایستگاه قابل مشاهده است که در سه ایستگاه بیرجند، بوشهر و بندرعباس روند مثبت و در بقیه ایستگاه‌ها روند منفی حاکم است که حکایت از کاهش تبخیر و تعرق در این ایستگاه‌ها را دارد. کاهش تبخیر و تعرق را می‌توان به افزایش رطوبت جو در طی نیم سده گذشته (رحیم‌زاده و خوشکام 1382) و روند منفی دما در برخی ایستگاه‌های مورد مطالعه نسبت داد (شیرغلامی و قهرمان1384). هرچند در برخی مطالعات افزایش دما گزارش شده است لیکن گزارش‌هایی نیز مبنی بر کاهش دما در مطالعات آنجل (2004)، چاتوپادهیای و هولم (1997)، العجیب و مانسل (2000) و گرینلند و کیتل (2002) آمده است.

برای تعیین زمان آغاز روند، از آزمون گرافیکی من-کندال استفاده شد که با محاسبه دو آماره U و U' از رابطه 5 و ترسیم نمودار من‌کندال برای هر سه مولفه اقلیمی در کلیه ایستگاه‌ها در شکل 2 آورده شده است.



www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2- نمودار من‌کندال برای بارندگی، تبخیر و تعرق و شاخص خشکی در دوره آماری مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

براساس شکل 2 در ایستگاه اصفهان هر سه پارامتر مورد نظر (تبخیر و تعرق، بارش و شاخص خشکی) دارای روند معنی‌دار در سطح 5 درصد می‌باشند. به طوری که تبخیر و تعرق با روند کاهشی از سال 1963 تا سال 2000 و دو مولفه دیگر دارای روند افزایشی از سال1967 تا 2000 هستند. به عبارت دیگر مقدار تبخیر و تعرق در ایستگاه فوق کاهش یافته و بطور همزمان مقدار بارندگی و شاخص خشکی افزایش داشته است. این برخلاف برخی گزارشات در این خصوص مبنی بر کاهش بارندگی بوده است (کتیرائی و همکاران 1386). در حالی که روند کاهش تبخیر و تعرق ایستگاه اصفهان با مطالعات گل‌کار حمزه‌یی یزد و همکاران (1386) هم-خوانی دارد. ضمن آنکه نصری و مدرس (1386) روند بارش در 9 ایستگاه کویری واقع در شمال‌شرق استان اصفهان را افزایشی گزارش نمودند.

در ایستگاه اهواز بجز مولفه تبخیر و تعرق، هر دو پارامتر بارش و شاخص خشکی دارای یک روند معنی-دار می‌باشند. روند تبخیر و تعرق رو به بالا ولیکن روند پارامترهای بارش و شاخص خشکی از نوع کاهشی بوده که به ترتیب طی سال‌های 1967 تا 1997، 1963 تا 1969 و 1963 تا 1968 رخ داده است. کاهش تبخیر و تعرق ایستگاه اهواز در 8 ماه از سال در گزارش گل‌کار حمزه‌یی یزد و همکاران (1386) تایید شده است. به نظر می‌رسد علت کاهش تبخیر و تعرق می‌تواند ناشی از افزایش رطوبت نسبی جو در نیمکره شمالی، نزدیکی ایستگاه اهواز به سواحل خلیج فارس و دریای عمان (رحیم‌زاده و خوشکام 1382) و ایجاد تاسیساتی مانند سدهای کوچک و بزرگ (لاپین 1995) باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه مطالب فوق اینگونه به نظر می‌رسد که در اکثر ایستگاه‌ها روند بارش در طی سال‌های مورد مطالعه افزایشی و روند تبخیر و تعرق کاهشی است. هرچند گزارش‌هایی مبنی بر کاهش بارش وجود دارد ولی به نظر می‌رسد طول دوره مطالعاتی نقش اساسی در این خصوص داشته باشد. به طوری که گل‌کار حمزه‌یی یزد و همکاران (1386) روند تبخیر تعرق ایران در دوره 40 ساله را در 60 درصد ایستگاه‌ها کاهشی گزارش نمود در حالی که با کاهش دوره آماری به 20 سال 30 درصد ایستگاه‌ها را دارای روند کاهشی بودند. همچنین نصری و مدرس (1386) هم شدت خشکسالی را به رغم روند افزایشی بارش در 9 ایستگاه شرق منطقه اصفهان واقع در حاشیه کویر افزایشی گزارش نمودند. آن‌ها نتیجه گرفتند که علت خشکسالی به عوامل تاثیرگذار دیگری به غیر از بارش وابسته است. به نظر می‌رسد وجود سطوح تبخیری بزرگ خلیج فارس و دریای عمان و سطوح دیگر نظیر مخازن چاه‌نیمه در منطقه زاهدان، دریاچه پریشان در استان فارس و دریاچه سدهای مخزنی بزرگ در ناحیه جنوبی و مرکزی کشور نقش مهمی در افزایش رطوبت جو (رحیم‌زاده و خوشکام 1382) و به تبع افزایش بارش‌ها و کاهش تبخیر و تعرق دارد. از جمله دلایل احتمالی کاهش دما خصوصیات خرد اقلیمی، ریزش ذرات ریز ناشی از سوخت‌های فسیلی و تغییر کاربری اراضی مرتعی به کشاورزی ذکر شده است (آنجل 2004).

پیشنهادات

پیشنهاد می‌گردد در مطالعات تکمیلی مقیاس زمانی کوتاه‌تر نظیر فصلی و یا ماهیانه انتخاب گردد تا بتوان از دیدگاه کشاورزی در دوره‌های مختلف رشد محصولات زراعی، روند عوامل اقلیمی را تحلیل نمود. همچنین می‌توان تاثیر دیگر عوامل اقلیمی نظیر رطوبت و دمای هوا را نیز در مطالعات لحاظ نمود. در این مطالعه سعی گردید تا روند دو عامل مهم اقلیمی بارش و تبخیر و تعرق به طور همزمان در یک دوره 40 ساله بررسی و مطالعه گردد لذا مناسب خواهد بود اگر از طریق تصاویر ماهواره‌ای نقش سامانه‌های سینوپتیکی در روند عوامل اقلیمی فوق و دیگر عوامل اقلیمی بررسی گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

حجام س، خوشخو ی و شمس‌الدین وندی ر، 1387. تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری، پژوهش‌های جغرافیایی، جلد 40، شماره 64، صفحه‌های 168-157.

خلیلی ع و بذرافشان ج، 1383. تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های سالانه، فصلی و ماهانه پنج ایستگاه قدیمی ایران در یکصد و شانزده سال گذشته. نشریه بیابان، جلد 9، شماره 1. صفحه‌های 25-33.

رحیم‌زاده ف و خوشکام م، 1382. تغییرات سری‌های رطوبت در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور. صفحه‌های 53-62. سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. 29 مهر الی اول آبان. دانشگاه صنعتی اصفهان.

رضیئی ط و ثقفیان ف، 1383. بررسی روند خشکسالی در دشت سیستان. صفحه‌های 1-10. اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب. بهمن ماه. تهران.

رضیئی ط، دانش‌کارآراسته، پ. و ثقفیان، ب. 1384. بررسی روند بارندگی سالانه در مناطق خشک و نیمه خشک مرکزی و شرقی ایران. نشریه آب و فاضلاب. شماره 54. صفحه‌های 81-73.

زارع ابیانه ح، محبوبی ع ا و احسانی م ر، 1379. برآورد نیاز آبی گیاهان و مقایسه با بارش و تبخیر در ارتباط با وضعیت خشکسالی در منطقه همدان. صفحه‌های 1-8.. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم‌آبی و خشکسالی. اسفند ماه. دانشگاه شهید باهنر کرمان.

شیرغلامی ه و قهرمان ب، 1384. بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال نهم، شماره 1. صفحه‌های 23-9.

عسگری ا و رحیم‌زاده ف، 1385. مطالعه تغییرپذیری بارش دهه‌های اخیر ایران. نشریه‌های پژوهش‌های جغرافیایی. جلد 38، شماره 58. صفحه‌های 80-68.

عزیزی ق و روشنی م، 1387. مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من‌کندال. نشریه پژوهش‌های جغرافیایی. جلد 40، شماره 64. صفحه‌های 28-13.

کاویانی م ر و عساکره ح، 1384. بررسی آماری روند بلند مدت بارش سالانه اصفهان. نشریه علوم انسانی دانشگاه اصفهان. جلد 18، شماره 1. صفحه‌های 162-143.

کتیرایی پ، حجام س و ایران‌نژاد پ، 1386. سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش در ایران طی دوره 1960 تا 2001. نشریه فیزیک زمین و فضا. جلد 33، شماره 1. صفحه‌های 83-67.

کریم‌زاده مقدم م و قهرمان ب، 1380. نگرشی آماری بر افزایش تبخیر تعرق گیاه مرجع در مشهد و پیامدهای احتمالی آن. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب. دانشگاه زابل. جلد دوم. صفحه‌های 108-95.

www.SID.ir

Archive of SID

گل‌کار حمزیی یزد ح ر، کاوه ف, قهرمان ب و صدقی ح، 1386. بررسی روند تغییرات سری زمانی تبخیر- تعرق ماهیانه گیاه مرجع با استفاده از روش پیشنهادی فائو پنمن- مانتیث. ویژه‌نامه علوم کشاورزی، جلد 13، شماره 2، صفحه‌های 417-433.

مدرس م، 1386. توابع توزیع منطقه‌ای بارش ایران. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. جلد 75. صفحه‌های 91-86.

موحدی س، کاویانی م ر و مسعودیان ا، 1384. تغییرات زمانی و مکانی دمای مارون. نشریه علوم انسانی دانشگاه اصفهان. جلد 18، شماره 1. صفحه‌های 28-13.

ناظم‌السادات س م ج، سامانی ن و مولایی‌نیکو م، 1384. تغییر اقلیم در جنوب و جنوب‌غرب ایران از دیدگاه مشاهدات بارش. برهم‌کنش با پدیده النینو نوسانات جنوبی. نشریه علمی کشاورزی. جلد 28 ، شماره 2، صفحه‌های 97-81.

نصری م و مدرس ر، 1387. ارزیابی و تحلیل روند تعداد روزهای بدون بارش در استان اصفهان. نشریه دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران. دوره 61، شماره 3. صفحه‌های 589-601.

نصری م و مدرس ر، 1386. تحلیل ناحیه‌ای خشکسالی منطقه اردستان براساس دو شاخص خشکسالی. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. جلد 76. صفحه‌های 167-176.

Angel J, 2004. Climate Change and variability in Illinois. Illinois State Water Survey, Illinois University, USA.

Chattopadhyay N and Hulme M, 1997. Evaporation and potential evapotranspiration in India under conditions of recent and future climate change. Agric Forest Meteorol 87:55-73.

Dinpashoh Y, 2006. Study of reference crop evapotranspiration in I.R. of Iran. J Agric Water Management 84: 123-129.

Elagib NA and Mansell MG, 2000. Climate impacts of environmental degredation in Sudan. Geol J 50:311-327.

Greenland D and Kittel TGF, 2002. Temporal variability of climate at the US long-term ecological research (LTER) sites. Clim Res 19:213-231.

Kahaya E and Kalayci S, 2004. Trend analysis of stream flow in Turkey. J Hydrol 289: 128-144.

Lapin M, 1995. Climatological Monitoring of Territory Affected by Construction of the Danube Hydroelectric Power Project and Evaluation of Initial Impact. Gabcyvo Part of the Hydroelectric Power Project – Environmental Impact Review. Faculty of Natural Sciences, Comenius University. Bratislava, Slovakia.

Partal T, and Kahaya E, 2006. Trends in Turkish precipitation data. Hydrol Process 20: 2011-2026.

Ramos MC, 2001. Rainfall distribution pattern and their change over time in a Mediterranean area. J Theor Appl Climatol 69: 163-170.

Ramsay DMCC, 1985. The forest ecology of center Darfur – Sudan Forests Department, Forest Bulletin No. 1.

www.SID.ir

Archive of SID

Rodrigues da silva VP, 2004. On climate variability in northeast of Brazil. J Arid Environments 58: 575-596.

Xu ZX, Tkeuchi K and Ishidaria H, 2003. Monotonic trend and step changes in Japanese precipitation. Hydrol 279: 144-150.

Yeue S and Hashino M, 2003. Temperature trends in Japan: 1900-1996. Theor Appl Climatol 75: 15-27.

www.SID.ir