ارزيابی و تحليل روند تعداد روزهاي بدون بارش در استان اصفهان

مسعود نصري*[١] و رضا مدرس[٢]

[١] عضو هيات علمي‌دانشگاه آزاد واحد اردستان، ايران

[٢] كارشناس ارشد دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه صنعتي اصفهان، ايران

(تاريخ دريافت: ٨٥/٣/٣١، تاريخ تصويب: ٨٦/١٢/٢٥)

چكيده

در اين بررسی دوره زماني بيشينه روزهاي بدون بارش و شمار سالانه دوره‌هاي بدون بارندگي در استان اصفهان به منظور تعيين روند تغييرهای آنها با بهره‌گيری از آزمون من-كندال گزينش شد. ابتدا دوره‌هاي زماني مورد بررسی‌مورد آزمون همگني قرار گرفتند. نتايج اين آزمون نمايانگر معني‌دار بودن همگني در سطح ٩٥% بود. نتايج آزمون روند نشان داد تنها ٢ ايستگاه داراي روند معني‌دار كاهشي شمار بيشينه سالانه روزهاي بدون بارش درسطح معني‌داري ٥% هستند. نتايج اين بررسی همچنين نشان داد ٣ ايستگاه داراي روند افزايشي در شمار دوره‌هاي بدون بارش و يک ايستگاه داراي روند كاهشي در شمار دوره‌هاي بدون بارندگي هستند كه در سطح ٥ و ١ درصد معني‌دار هستند.

كلمات كليدي: شمار روزهاي بدون بارندگي، روند، من-كندال، خشكسالي، استان اصفهان

* نويسنده مسئول: تلفن: ٠٣٦٢-٥٢٤٢٠٤٨ فاكس: ٠٣٦٢-٥٢٤٢٠٤٧ E-mail: ps_sepahan@yahoo.com

مقدمه

ایران در عرض‌هاي مياني كره زمين و در كمربند منطقه‌های خشک قرار دارد. منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک قسمت‌های گسترده‌ای از ایران را فرا گرفته اند. در این ناحیه میزان و مدت بارش به طور قابل ملاحظه‌اي در زمان و مکان تغییر مي‌کند و آب یک عامل محدود کننده به شمار می آید. بنابراین تغییر میزان و الگوي بارندگي اثرگذاری شديدي بر چرخه آب و فرايندهاي محيطي دارد (دليتاليا و همكاران، ۲۰۰۰) و بر پوشش گياهي و بوم‌نظام نيز اثر مي‌گذارد (لازارو و همكاران، ۲۰۰۱; مي‌و ژانگ، ۲۰۰۰). از سوي ديگر تغيير كاربري در اين منطقه در چند دهه گذشته مانند گسترش شهري، رها كردن اراضي كشاورزي، استخراج شديد آبهاي زيرزميني و شور شدن اراضي و چراي بيرويه باعث گسترش زياد بياباني‌زايي در اين منطقه شده است. تحليل بارندگي و بررسي تغييرهای آن به ما كمک مي‌كند اثرهای اين تغيير را در گسترش بياباني‌زايي يافته و در تعديل علت‌های واقعي آن گام برداريم. با اين وجود بررسی تغييرهای اقليمي‌و اثرگذاری آن به طور سازمان يافته و منسجم صورت نگرفته است.

هدف اصلي اين ارزيابی بررسي روند شمار بيشينه سالانه روزهاي بدون بارندگي[1] و شمار اين دوره‌ها در ۱۸ ايستگاه استان اصفهان است كه حداقل داراي ۳۰ سال آمار روزانه باشند. پس از بررسي آمار روزانه، شمار بيشينه روزهاي بدون بارش سالانه و شمار دفعات رخداد دوره‌هاي بدون بارندگي محاسبه شد. شمار روزهاي بدون بارندگي شاخص مناسبي در جهت بررسي خشكسالي است و شاخص مهم خشكسالي بشمار مي‌آيد. تحليل روزهاي متوالي بدون بارش، در تحليل خطر ناشي از خشكسالي اهميت زيادي دارد. شدت و مدت خشكي به طور مستقيم به نسبت روزهاي بدون بارش وابسته است (دراكوپ و همكاران، ۱۹۸۰). روش‌هاي آماري مختلفي به منظور تحليل خطر ناشي از روزهاي بدون بارش مورد بهره گیری قرار گرفته اند.

متاسفانه كيفيت نه چندان مطلوب آمار موجود امكان تحليل شمار بيشتر ايستگاه ها را از ما ميگيرد. آمار نامناسب پژوهشگر را از كاربرد روشهاي مشخصه ای محروم مي‌كند (كاهيا و كلاچي، ۲۰۰۴). بنابراين بهره گیری از روشهاي نامشخصه ای راه حل مناسبي است. اغلب بررسی‌های در زمينه تحليل روند دو روش من-كندال و اسپيرمن را ترجيح مي‌دهند. به عنوان مثال مي‌توان به بررسی‌های هرش و سلاک (۱۹۸۴)، چيو و ومک ماهون (۱۹۹۳)، برن (۱۹۹۴) و داگلاس و همكاران (۲۰۰۰) اشاره كرد. از بررسی‌های روند بارش در منطقه های خشک نيز مي‌توان به گرمر و همكاران (۲۰۰۴) كه در منطقه خشک و نيمه خشک چين روندهاي افزايشي و كاهشي در ايستگاه‌هاي مختلف تشخيص داده و نقشه روند توليدكردند. مدرس و داسيلوا (۲۰۰۷) در منطقه های خشک ايران روند بارندگي سالانه و شمار روزهاي همراه با بارندگي را بررسي كردند. آنان نشان دادند بيشتر روندهاي ديده شده به صورت محلي بوده و روند منطقه‌اي ويژه‌ای در بارندگي درمنطقه خشک ايران ديده نمي‌شود.

ژيانگ پنگ و همكاران (۲۰۰۲) عامل های مختلف اقليمي مانند دما و تبخير را در چين مورد بررسی قرار دادند. روند بارش در منطقه مديترانه توسط لازارو و همكاران (۲۰۰۱) و گونزالزهيدالگو و همكاران (۲۰۰۳) و در آمريكاي شمالي توسط بولاک (۲۰۰۳) مورد بررسی قرار گرفته است. در اين بررسی كوشش خواهيم كرد با بهره گیری از روشهاي نامشخصه ای روند تغيير دوره‌هاي بدون بارندگي در استان اصفهان را مورد بررسي قرار دهيم.

بررسی‌های زيادي در زمينه خشكسالي در كشور با بهره گیری از شاخص‌ها و روش‌هاي مختلف صورت گرفته است. مقدسي و همكاران (۱۳۸۴) با بهره گیری از شاخص خشكسالي موثر (EDI) در مقياس روزانه، تغييرهای مكاني و زماني خشكسالي در استان تهران را بررسي كردند. نصرتي و

۱- Dry Spells

آذرنیوند (۱۳۸۱) با بهره گیری از شاخص درصد عادی بودن نقشه پراکنش شدت خشکسالي در حوزه اترک را تهیه کردند. رمضاني (۱۳۸۴) نیز با بهره‌گیری از همین شاخص در استان گیلان دوره برگشت خشکسالي با شدت‌هاي مختلف را بدست آورد. اختري و همکاران (۱۳۸۵) با بهره‌گیری از دو شاخص EDI و SPI تغییرهای مکاني خشکسالي در استان تهران را مورد بررسي قرار داده و شاخص EDI را بهتر از شاخص SPI معرفي مي‌کنند. بري ابرقويي وهمکاران (۱۳۸۰) نیز ضمن معرفي شاخص‌هاي مختلف خشکسالي وضعیت این شاخص‌ها و زیان های ناشي از خشکسالي در استان‌هاي مختلف را بررسي کردند. همچنین در بررسی‌های محمد نیا قرایي و همکاران در سال ۱۳۷۹ بررسي شاخص‌هاي ارزیابي شدت خشکسالي و امکان سنجي کاربرد شاخص شدت خشکسالي پالمر را در ایران موردتوجه قرار دادند. در بررسی‌های پرهمت و همکاران (۱۳۷۹) روند خشکسالي‌ها و ترسالي هااز راه بررسي آمار ۵۰ ساله آبدهي در حوزه آبخیز کارون مورد ارزیابي قرار گرفت . نصري و همکاران (۲۰۰۶) در تحلیل منطقه‌اي خشکسالي در منطقه اردستان از شاخص‌هاي دهکها و شاخص استاندارد بهره‌گیری نمودند. با این حال، بهره‌گیری از دوره‌هاي بدون بارندگي در کشور به عنوان یک شاخص خشکي یا خشکسالي مورد توجه قرار نگرفته است. در این بررسی تغییرهای این شاخص به منظور بررسي روند تغییرهای آن در استان اصفهان مورد ارزیابي قرا مي‌گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمون همگني

بارندگي به‌طورمعمول داراي نوسان‌هایی در طول زمان است. اگر این نوسان ها تنها ناشي از نوسان های اقلیمي باشد، بارندگي "همگن" فرض مي‌شود (لازارو و همکاران، ۲۰۰۱). مهم ترین عامل نبود همگني تغییر در وسایل اندازه‌گیري، تغییر در محل ایستگاه و تغییرهای محیطي مانند گسترش شهري هستند (جونز، ۱۹۹۵). سازمان هواشناسي جهاني روش " آزمون تام (آزمون توالي)" را به‌این منظور پیشنهاد مي‌کند (لازارو، ۲۰۰۱). دوره زمانيix را در نظر بگیرید که در آن i=1,2,…,n و میانه x_{med} باشد. با تبدیل کردن این دوره به دو دوره a و b به طوري‌که دوره اول میزان $x_i > x_{med}$ و دوره دوم میزان $x_i < x_{med}$ را در خود داشته باشند، هر دسته که بدون تغییر باقي مانده است را یک توالي (run) مي‌نامیم. دوره مورد بررسی همگن است اگر شمار توالي‌ها (R) داراي توزیع عادی بودن با میانگین و انحراف معیار زیراست:

$$E(R) = \frac{N+2}{2} \qquad (۱)$$

$$Var(R) = \frac{N(N-2)}{4(N-1)} \qquad (۲)$$

آماره Z نیز به صورت زیر تعریف مي‌شود:

$$Z = \frac{R - E(R)}{\sqrt{Var(R)}} \qquad (۳)$$

در این حالت آزمون صفر مبني بر همگني دوره در سطح ۱% و ۵% تایید مي‌شود اگر میزان Z به ترتیب $|Z| \le 2.58$ و $|Z| \le 1.64$ باشند.

آزمون روند من-کندال

آزمون من-کندال با تعریف آماره S به شکل زیر تعریف مي‌شود(یو و همکاران،۲۰۰۲):

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \mathrm{sgn}(x_j - x_i) \qquad (٤)$$

که در آن x_j و x_i میزان مرتب شده و n اندازه نمونه است و

$$\mathrm{sgn}(\kappa) = \begin{cases} 1 & \kappa > 0 \text{ if} \\ 0 & \kappa = 0 \text{ if} \\ -1 & \kappa < 0 \text{ if} \end{cases} \qquad (۵)$$

میانگین و انحراف معیار S به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$E(S)=0 \qquad (٦)$$

$$V(S)=\frac{n(n-1)(2n+5)-\sum_{i=1}^{n} t_i i(i-1)(2i+5)}{18} \qquad (٧)$$

میزان نمره استاندار شده Z از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Z_{MK}=\begin{cases}\dfrac{s-1}{\sqrt{Var(S)}} & S.>0\\ 0 & S=0\\ \dfrac{s+1}{\sqrt{Var(S)}} & S<0\end{cases} \qquad (٨)$$

میزان نمره استاندارد من-کندال از توزیع عادی بودن با میانگین صفر و واریانس یک پیروی می‌کند. در هر سطح معني‌داري α، اگر $p \le \alpha$ باشد، روند در سطح معني‌داري α وجود دارد. در اینجا p احتمال محاسبه شده براي z است.

نتایج

شمار روزهاي بدون بارش

اولین گام در تحلیل آماري، برآورد آماره‌هاي توصیفي است. جدول ۱، میزان آماره‌هاي توصیفي ایستگاه‌هاي برگزیده را نشان می‌دهد. بالاترین دوره بدون بارش سالانه در ایستگاه جندق و به شمار ۳۲۲ روز و ایستگاه جرقویه به شمار ۳۱۴ روز (نزدیک به ۹۰ درصد سال) است. این دو ایستگاه در منطقه شرق استان اصفهان و در کناره منطقه خشک مرکزي ایران قرار دارند. کمترین میزان دیده شده نیز در ایستگاه کوهپایه به شمار ۱۶ روز ثبت شده است. از سوي دیگر ضریب همبستگي بین ویژگی آماري دوره‌هاي بدون بارش و مختصات فیزیکي ایستگاه‌ها (جدول ۲) نیز موید این است که میانگین شمار روزهاي بدون بارش با ارتفاع ایستگاه رابطه معکوس و با طول جغرافیایي رابطه مستقیم دارد. به عبارت دیگر هرچه به سمت شرق استان اصفهان حرکت مي‌کنیم، بر شمار روزهاي بدون بارش اضافه مي‌شود. شکل ۱ میانگین سالانه و شکل ۲ ضریب تغییر شمار روزهاي بدون بارش را در استان اصفهان نشان مي‌دهد. میانگین و ضریب تغییر شمار روزهاي بدون بارش در استان اصفهان به ترتیب برابر ۱۵۸ و ۴۸ روز است که برابر ۴۳ درصد از شمار روزهاي سال است. گرچه این شمار در منطقه های شرقي و جنوبي که داراي اقلیم خشک و نیمه خشک است بالاتر و در منطقه های مرطوب تر غربي کمتر است.

جدول ۲ نتایج ازمون همگني و آزمون روند بیشینه شمار روزهاي بدون بارندگي در ایستگاه‌هاي فوق را نشان مي‌دهد. همان‌طور که‌این جدول نشان مي‌دهد دوره‌هاي مورد بررسی در سطح ۵ و ۱ درصد همگن هستند. این موضوع نشان دهنده نبود پرش[1] اقلیمي‌است. به عبارت دیگر واریانس دوره‌هاي مشاهداتي بدون روند است. از سوي دیگر تنها ۲ ایستگاه کرد علیا و جرقویه داراي روند معني‌دار کاهشي در سطح ۵ درصد هستند. این موضوع نیز نشان مي‌دهد روند تغییرهای ویژه‌ای را نمي‌توان در شمار بیشینه روزهاي بدون بارندگي در استان اصفهان تشخیص داد. شکل ۱ ایستگاه‌هاي داراي روند و خط روند را بر پایه رابطه خطي بین زمان و بارندگي نشان مي‌دهد.

۱- Jump

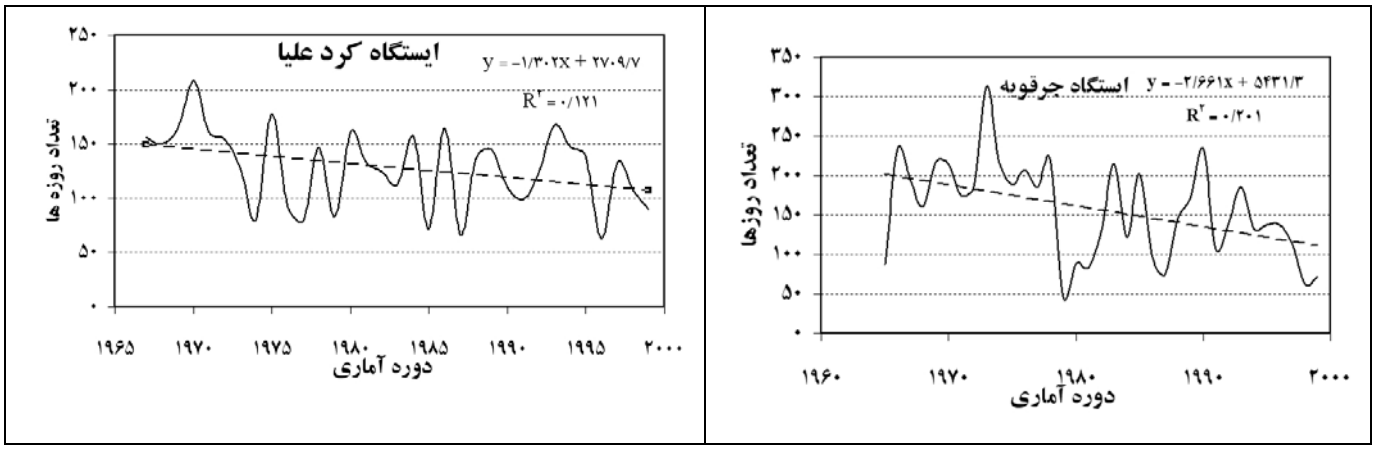
جدول ١- ميزان آماره‌هاي توصيفي بيشينه سالانه روزه‌اي بدون بارندگي در ايستگاه‌هاي گزينش شده

ايستگاه	بيشينه (روز)	حداقل (روز)	ميانگين (روز)	انحراف معيار (روز)	ضريب تغييرها	ضريب چولگي	ضريب كشيدگي
ازناوله	٢٠۶	٣۴	١٢٣	٣٩	٣٢/٠٢	-٠/١٣	-٠/۴۵
چاه ملک	٢۵٨	۵۶	١٧۵	۴٧	٢۶/٩۶	-٠/۵۵	٠/۴١
چوپانان	٣١٧	٨۵	١٨٣	۴۶	٢۵/٢۴	٠/٧١	١/۴۶
فلاورجان	٢٣٧	٢۶	١٧٣	۴۴	٣٢/٠٢	-٠/٢٩	٠/٢۴
گرمه	٢٨٠	۴٧	١٨١	۴٨	٢۶/۵۶	-٠/۶١	١/٢٩
جندق	٣٢٢	٢١	١۶۵	۵٨	٣۵/١٨	-٠/١۵	١/٣۴
كليشاد	٢۶٠	۴٣	١۶۶	۴٣	٢۶/٣٩	-٠/٧۴	١/١۴
خميني شهر	٢٣۴	٧٨	١۵۵	۴٢	٢٧/۵	-٠/٢٢	-٠/٨١
كرد عليا	٢٠٨	۶٣	١٢٨	٣۶	٢٨/٢١	-٠/١۶	-٠/۶۴
كوهپايه	٣٠٩	١۶	١٨٨	۵٩	٣١/٧۴	-٠/۴٩	١/٠٧
مهاباد	٢٩٢	٣٨	١٧۴	۵۶	٣٢/٢۵	-٠/٠٩	٠/٠٢
مهيار	٢٣١	٣٠	١۵٧	۴۵	٢٨/۶۵	-٠/٨۵	٠/٨٢
كروند	٢۵۴	١٧	١٢٣	۵٠	۴١/٠٨	٠/٣٧	٠/٣۶
مباركه	٢۶٠	۴٩	١۶٩	۵٣	٣١/٢٩	-٠/۵٢	-٠/١۵
جرقويه	٣١۴	۴٧	١۵٧	۶٠	٣٨/٧۵	٠/١٨	-٠/٢۶
تاد	٢١٧	٧٠	١۵٨	٣٨	٢۴	-٠/۶٨	-٠/٣١
يزد آباد	٢٣٨	۴٠	١٣١	۴٩	٣٧	٠/٢	-٠/٧١

جدول ۲- نتايج آزمون همگني و روند شمار روزهاي بدون بارندگي در ايستگاه‌هاي گزينش شده

ايستگاه	ميزان p آزمون من-كندال	ميزان آماره آزمون من-كندال	نمره استاندارد آزمون توالي
ازناوله	۰/۷۸	-۰/۰۳	-۰/۳۴
چاه ملک	۰/۱۵	۰/۱۷	-۰/۵۲
چوپانان	۰/۵۶	۰/۰۷	۱/۲۲
فلاورجان	۰/۰۷***	-۰/۲۳	۰/۱۸
گرمه	۰/۳۱	۰/۱۳	۰/۰
جندق	۰/۸۶	۰/۰۲	-۰/۱۷
كليشاد	۰/۶۰	-۰/۰۶	-۰/۸۹
خميني شهر	۰/۱۵	-۰/۱۷	-۰/۳۵
كرد عليا	۰/۰۴**	-۰/۲۶	-۰/۳۵
كوهپايه	۰/۳۱	-۰/۱۲	-۰/۸۵
مهاباد	۰/۲۳	-۰/۱۵	-۱/۰۶
مهيار	۰/۶۱	-۰/۰۶	۱/۴۲
كروند	۰/۹۹	۰/۰۱	۰/۷۴
مباركه	۰/۴۱	-۰/۱۱	-۰/۱۹
جرقويه	۰/۰۱**	-۰/۳۱	-۲/۴۰
تاد	۰/۱۷	۰/۱۶	-۰/۵۸
يزد آباد	۰/۱۴	-۰/۱۸	-۰/۳۴

** سطح معني‌داري ۵%، *** سطح معني‌داري ۱۰%



شكل ۱- نوسان بيشينه سالانه روزهاي بدون بارندگي و خط روند(خط نقطه چين) در ايستگاه‌هاي داراي روند

شمار دوره‌هاي بدون بارندگي

در اين بخش شمار دوره‌هاي بدون بارندگي در هر سال مورد بررسي قرار مي‌گيرد. منظور از دوره بدون بارندگي، روزهاي پی درپی بدون بارندگي است كه با يک رخداد بارندگي قطع مي‌شود. شمار اين دوره‌ها در هر سال محاسبه شده است.

نتايج تحليل توصيفي شمار سالانه دوره‌هاي بدون بارندگي در جدول ٣ نشان داده شده است. بيشترين شمار دوره‌هاي بدون بارندگي در ايستگاه ازناوله با ۴۹ دوره و كمترين شمار در ايستگاه مهاباد در طول يک سال ديده شده است. پس از ايستگاه ازناوله، ايستگاه‌هاي يزد آباد و كرد عليا قرار دارند كه در جنوب و غرب استان واقع شده اند. به‌اين ترتيب و بر پايه اين جدول تفاوت زياد و قابل ملاحظه‌اي در شمار دوره‌هاي بدون بارندگي در منطقه های مختلف استان و در اقليم‌هاي متفاوت آن وجود ندارد. جدول ۴ نتايج ازمون همگني و آزمون روند شمار دوره‌هاي بدون بارندگي را در ايستگاه‌هاي يادشده نشان مي‌دهد. همان‌طور كه‌اين جدول نشان مي‌دهد دوره‌هاي مورد بررسی، به جز ايستگاه جرقويه، در سطح ۵ و ١ درصد همگن هستند. اين موضوع نشان دهنده نبود پرش[1] اقليمي، به جز ايستگاه جرقويه، است. به عبارت ديگر واريانس دوره‌هاي ديده شده بدون روند است. از سوي ديگر تنها ۴ ايستگاه چاه ملک، يزد آباد، كوهپايه و جرقويه داراي روند معني‌دار در سطح ١ و۵ درصد هستند. همگی اين ايستگاه‌ها در منطقه خشک و نيمه خشک شرق و جنوب شرقي استان اصفهان قرار دارند.

در اين بين، شمار دوره‌هاي بدون بارندگي در دو ايستگاه جرقويه و چاه ملک روند كاهشي و دو ايستگاه يزد آباد و كوهپايه روند افزايشي نشان مي‌دهند. به‌اين ترتيب مي‌توان گفت گرچه دو ايستگاه منطقه شرق و جنوب شرق داراي روند افزايش شمار دوره‌ها هستند، تغييرهای و روند ديده شده به صرف محلي است. اين موضوع مي‌تواند نشانه‌اي مبني بر شروع تغييرهای درشمار دوره‌هاي بدون بارندگي در سال و نشانه‌اي از شروع تغيير اقليم در منطقه است كه مي‌تواند به افزايش خشكي و خشكسالي منجر شود. شكل ٢ ايستگاه‌هاي داراي روند و خط روند را بر پايه رابطه خطي بين زمان وشمار دوره‌هاي بدون بارندگي را نشان مي‌دهد.

[1] Jump

جدول ۳- میزان آماره‌هاي توصيفي شمار سالانه دوره‌هاي بدون بارندگي در ايستگاه‌هاي گزينش شده

ايستگاه	بيشينه	كمينه	ميانگين	انحراف معيار	ضريب تغييرها	ضريب چولگي	ضريب‌كشيدگي
ازناوله	۴۹	۱۱	۲۶	۸	۳۱/۹	۰/۷	۰/۵۳
چاه ملک	۳۳	۷	۱۶	۶	۳۶/۶	۱/۷۲	۳/۵۲
چوپانان	۲۱	۴	۱۳	۴	۲۹/۶	-۰/۳	-۰/۱۱
فلاورجان	۳۲	۸	۲۱	۵	۲۶/۱۱	۰/۰۵	-۰/۰۸
گرمه	۲۵	۴	۱۳	۵	۳۹/۷۲	۰/۶	-۰/۱۵
جندق	۲۳	۵	۱۳	۴	۲۸/۰۱	۰/۴۱	۰/۶۱
كليشاد	۲۷	۱۰	۱۸	۴	۲۱/۲۹	۰/۰۹	۰/۰۹
خميني شهر	۳۰	۳	۱۹	۵	۲۸/۸	-۰/۶	۱/۱۸
كرد عليا	۳۷	۱۸	۲۷	۵	۱۷/۵۸	-۰/۲۱	-۰/۵۱
كوهپايه	۲۹	۳	۱۲	۶	۴۷/۸۹	۰/۸۷	۱/۵۵
مهاباد	۲۱	۱	۱۲	۶	۴۵/۲۲	-۰/۱۳	-۱/۰۷
مهيار	۲۸	۸	۱۹	۵	۲۴/۸۱	۰/۲۴	-/۱۷
كروند	۳۴	۱۱	۲۲	۵	۲۰/۷۸	۰/۲۸	۱/۴۹
مباركه	۲۰	۶	۱۵	۴	۲۶/۵۳	-۰/۴۱	-۰/۶۲
جرقويه	۳۰	۴	۱۶	۸	۵۲/۲۹	۰/۱۸	-۱/۳۲
تاد	۳۳	۶	۱۹	۵	۲۷/۲۹	۰/۱۶	۱/۰۱
يزد آباد	۳۹	۸	۲۳	۷	۲۸/۳۳	-۰/۱	۰/۴۵

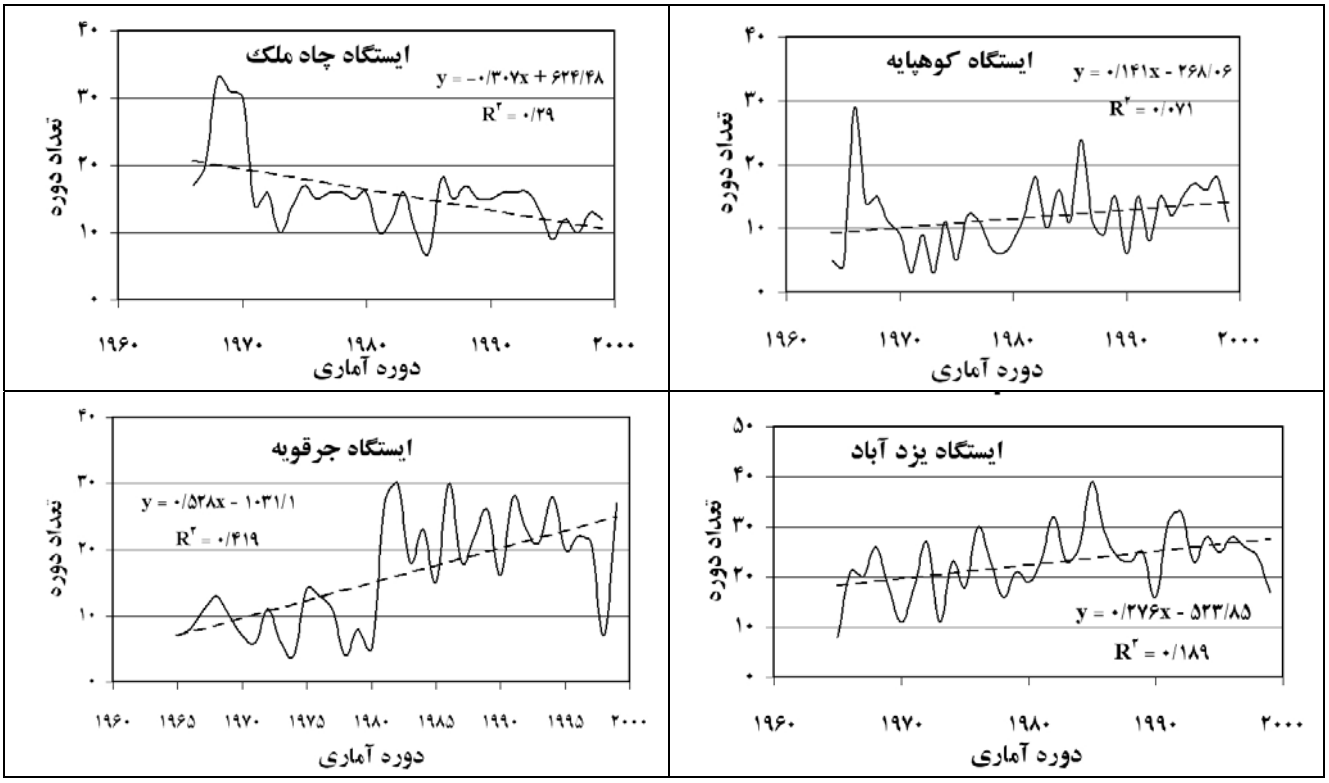
جدول ۴- نتايج آزمون همگني و روند شمار دوره‌هاي بدون بارندگي در ايستگاه‌هاي گزينش شده

ايستگاه	ميزان **p** آزمون من-كندال	ميزان آماره آزمون من-كندال	نمره استاندارد آزمون توالي
ازناوله	۰/۲۵	-۰/۱۴	-۱/۰۳
چاه ملک	۰/۰۳**	-۰/۳۷	-۲/۴۲
چوپانان	۰/۲۶	-۰/۱۴	۰/۱۷
فلاورجان	۰/۹۴	۰/۰۱	-۱/۹۶
گرمه	۰/۳۹	-۰/۱۱	-۰/۵۲
جندق	۰/۴۸	۰/۰۹	-۰/۴۱
كليشاد	۰/۱۴	۰/۱۸	۱/۲۴
خميني شهر	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۸۶
كرد عليا	۰/۳۲	-۰/۱۲	۱/۰۷
كوهپايه	۰/۰۱**	۰/۳۱	-۰/۵۷
مهاباد	۰/۱۲	۰/۲۰	-۱/۰۶

جدول ۴- نتايج آزمون همگني و روند شمار دوره‌هاي بدون بارندگي در ايستگاه‌هاي گزينش شده

ايستگاه	ميزان p آزمون من-كندال	ميزان آماره آزمون من-كندال	نمره استاندارد آزمون توالي
مهيار	۰/۴۶	۰/۰۹	۰/۴۱
كروند	۰/۸۱	۰/۰۳	۱/۴۶
مباركه	۰/۵۵	-۰/۰۸	۲/۰۸
جرقويه	۰/۰**	-۰/۴۲	-۴/۰۸
تاد	۰/۸۶	۰/۰۲	-۰/۵۸
يزد آباد	۰/۰۱**	۰/۳۱	-۱/۴۲

** سطح معني‌داري ۵%



شكل ۲- نوسان شمار سالانه دوره‌هاي بدون بارندگي و خط روند (خط نقطه چين) در ايستگاه‌هاي داراي روند

ضمن اينكه ايستگاه جرقويه نشانه‌اي از نبود همگني نشان مي‌دهد. همان طور كه در شكل ۲ ديده مي‌شود، دو دوره متفاوت را مي‌توان در دوره سالانه شمار دوره‌هاي بدون بارندگي ديد. دوره اول از سال ۱۹۶۵ تا ۱۹۸۰ و دوره دوم از ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۹ است. ميانگين و واريانس اين دو دوره به ترتيب برابر ۸ و ۱۰ براي دوره اول و ۲۲ و ۳۴ براي دوره دوم است. به‌اين ترتيب ديده مي‌شود كه ميانگين و واريانس دوره ديده شده نزديک به ۳ برابر افزايش يافته است. اين موضوع را مي‌توان نشانه‌اي از آغاز تغييرهای شديد اقليمي‌در منطقه مورد بررسی دانست كه به نوبه خود و با توجه به محلي بودن

تغییرها در منطقه، نشانه‌اي از تغییرها شدید کاربري، افزایش آلبیدو در اثر کاهش پوشش گیاهي و گسترش بیابان‌زایي در منطقه است. با اینحال بررسی‌اي که نشان دهنده این ارتباط باشد در کشور انجام نشده و لازم اثرگذاری تغییرهای کاربري و آلبیدو در بررسی‌های آینده مورد ارزیابی دقیق تر قرار گیرد.

بحث

اثرگذاری انساني بر محیط زیست یکي از مهم ترین فرایندهاي تغییر اقلیم در منطقه های خشک بشمار مي‌آید (دي پائولو و همکاران،۲۰۰۴). این بررسی تغییرهای بیشینه سالانه دوره‌هاي بدون بارندگي و شمار سالانه‌این دوره‌ها را در استان اصفهان بررسي کرد(نصری و همکاران ۱۳۸۵). نتایج مهم این پژوهش به شرح زیر است:

- تنها ۲ ایستگاه داراي روند بیشینه سالانه دوره‌هاي بدون بارندگي هستند که هردو ایستگاه روند کاهشي نشان مي‌دهند. این ایستگاه‌ها به طور منفرد در سطح منطقه پراکنده شده اند. این موضوع نشاندهنده نبود روند منطقه‌اي در ناحیه مورد بررسی است. رضیئي و همکاران (۲۰۰۵) و مدرس و داسیلوا (۲۰۰۷) نیز در بررسی خود در مورد بارندگي منطقه های خشک ایران به همین نتیجه رسیدند. بنابراین مي‌توان گفت دوره‌هاي بدون بارندگي که در صورت تداوم، شاخص خشکسالي بشمار مي‌آیند ، به طور یکپارچه داراي روند مشخصي نیستند.
- تنها ۴ ایستگاه روند معني‌داري در شمار سالانه دوره‌هاي بدون بارندگي را نشان مي‌دهند و دیگر ایستگاه‌ها روند معني‌داري را نشان نمي‌دهند. شمار ایستگاه‌هاي داراي روند شمار روزهاي همراه با بارش نیز در منطقه به طور برابر پراکنده شده اند. این ایستگاه‌ها نیز وجود یک منطقه همراه با روند را نشان نمي‌دهند. از بین این ایستگاه‌ها ۳ ایستگاه داراي روند افزایشي و یک ایستگاه داراي روند کاهشي هستند. این موضوع به منزله افزایش دوره‌هاي خشک است اما بناچار به مفهوم کاهش بارندگي نیست. بااین حال افزایش شمار دوره‌هاي خشک اثرگذاری زیان‌باری بر وضعیت رطوبت خاک در منطقه خواهد گذاشت.
- به طور کلي مي‌توان گفت گرچه شمار زیادي از دوره‌هاي دیده شده داراي روند نیست اما شواهد تغییر اقلیم در منطقه دیده مي‌شود به طوري‌که در ایستگاه جرقویه، دو دوره به کلی مشخص دیده مي‌شود. دوره اول از سال ۱۹۶۵ تا ۱۹۸۰ و دوره دوم از سال ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۹ که داراي میانگین و واریانس به کلی متفاوتي هستند.

گرچه وجود روند در چند ایستگاه را نمي‌توان با قطعیت به عنوان تغییر اقلیم در منطقه در نظر گرفت اما وجود روند در شمار روزهاي بدون بارندگي مي‌تواند نشانه‌هایي از تغییر شرایط اقلیمي‌به ویژه در منطقه‌های خشک باشد. در نهایت با توجه به‌این که استان اصفهان منطقه خشک و نیمه خشک ایران در معرض خطر بیابانزایي است، پیشنهاد مي‌شود در بررسی‌های آینده اثر متقابل تغییر کاربري بر تغییر اقلیم و اثرگذاری نوسان‌ها جوي مانند پدیده انسو بر روند تغییر اقلیم در این منطقه بررسي شود

سپاسگزاري

بدینوسیله از حوزه معاونت پژوهشي دانشگاه آزاد اسلامي‌واحد اردستان، در اجراي طرح پژوهشي مصوب دانشگاه تحت عنوان" تحلیل فراواني منطقه‌اي بیشینه روزهای بدون بارش سالانه با بهره گیری از گشتاورهاي خطي در استان اصفهان " سپاسگزاری می‌شود.

منابع

١- اختري، ر. مهديان، م.ح، و مريد، س. ١٣٨٥، تحليل مكاني شاخص‌هاي خشكسالي SPI و EDI در استان تهران، مجله منابع طبيعي آب ايران ٢، ٣٨-٢٧.

٢- بري ابرقويي، ح. بداق جمالي، ج. توكلي، م. ١٣٨٠، كاربرد برخي شاخص‌هاي آماري هواشناسي جهت ارزيابي شدت خشكسالي در مقياس كشوري (بين استان‌ها)، فصلنامه تحقيقاتي جغرافيايي، ۴، ١٠۶-٨۶.

٣- پرهمت، ج. ثقفيان، ب و صدقي، حسين. ١٣٧٩، بررسي روند خشكساليها و ترساليها در حوزه كارون با بهره گيری از آمار درازمدت. مجموعه مقالات اولين كنفرانس ملي بررسي راهكارهاي مقابله با كم‌آبي و خشكسالي، دانشگاه شهيد باهنر كرمان. جلد اول ،٨٩-٨١

۴- رمضاني گورابي، ب. ١٣٨۴، بررسي پديده خشكسالي با بهره گيری از شاخص درصد عادی بودن بارندگي در نواحي مركزي گيلان، مجله بيابان، ١٠، ٢۵۶-٢۴٩.

۵- محمدنيا قرايي، س.، جاوداني، ن. جوانمرد، س. خزانه‌داري، ل و خسروي، م. ١٣٧٩، بررسي شاخص‌هاي ارزيابي شدت خشكسالي و امكان‌سنجي كاربرد شاخص شدت خشكسالي پالمر در ايران. مجموعه مقالات اولين كنفرانس ملي بررسي راهكارهاي مقابله با كم‌آبي و خشكسالي، دانشگاه شهيد باهنر كرمان. جلد اول ،۵٢-۴۴

۶- مقدسي، م.، مريد، س. قائمي، هـ، محمدولي ساماني، ج. ١٣٨۴، پايش روزانه خشكسالي در استان تهران، مجله علوم كشاورزي ايران. ٣۶ و ۶٢-۵١.

٧- نصرتي، ک. آذرنيوند، ح. ١٣٨١، تحليل منطقه‌اي شدت- مدت- دوره بازگشت خشكسالي با بهره گيری از داده‌هاي بارندگي (بررسی موردي حوزه آبخيز اترک). مجله بيابان، ٧، ۶١-۴٩.

٨- نصری ، م . مدرس، ر. مرادی شاهقریه ، ی .١٣٨۵ ، تحليل فراواني منطقه‌اي بيشينه روزهای بدون بارش سالانه با بهره گيری از گشتاورهاي خطي در استان اصفهان . گزارش طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردستان

9- Bullock, S. H., 2003. Seasonality, spatial coherence and history of precipitation in a desert region of the Baja California peninsula. Journal of Arid Environments, 53:169-183.

10- Burn, D. H., 1994. Hydrologic effects of climate changes in West Central Canada. Journal of Hydrology, 160, 53-70.

11- Delitala, A., Cesari, D., Chesa, P., Ward, M., 2000. Precipitation over Sardinia (Italy) during the 1946-1993 rainy season and associated large scale climate variation. International Journal of Climatology. 20, 519-541.

12- De Paulo, V., Da Silva, R., 2004. On climate variability in Northeast of Brazil. Journal of Arid Environment, 58: 575-596.

13- Douglas, E. M., Vogel, R. M., Kroll, C. N., 2000. Trends in flood and low flows in the United States: impacts of spatial correlation. Journal of Hydrology, 240, 90-105.

14- Dracup, J. A., Lee, K. S., Paulson, E.G., 1980. On the definition of droughts. Water Resources Research, 16, 297-302.

15- Chiew, F. H. S., McMahon, T. A., 1993. Detection of trend or change in annual flow of Australian rivers. International Journal of Climatology. 13, 643-653.

16- Germmer, M., Becker, S., Jiang. T., 2004. Observed monthly precipitation trends in China 1951-2002. Theoretical and Applied Climatology, 77: 39-45.

17- Gonzalez Hidalgo, J. C., De Luis, M., Raventos, J., Sanchez, J. R., 2003. Daily rainfall trend in the Valencia Region of Spain. Theoretical and Applied Climatology, 75: 117-130.
18- Jones, P., 1995. The instrumental record: its accuracy and use in attemots to identify the CO_2 signals. In: Von Storch, H., &Navarra, A. (Eds), Analysis of Climate Variability. Applications of Statistical Techniques, pp. 54-75. Berlin: Springer. 334p.
19- Hirsch, R. M., Slack, J. R. 1984. Non-parametric trend test for seasonal data with serial dependence. Water Resource Research, 20, 727-732.
20- Jianping, Z., Zhong, Y., Daojie, W., Xinbao., Z., 2002. Climate change and causes in the Yuanmou dry-hot valley of Yunnan, China. Journal of Arid Environments, 51:153-162.
21- Kahya, E., Kalayci, S., 2004. Trend analysis of streamflow in Turkey. Journal of Hydrology, 289, 128-144.
22- Lazaro, R., Rodrigo, F. S., Gutierrez, L., Domingo, F., Puigdefabregas, J., 2001. Analysis of a 30-year rainfall record 1967-1997 in semi-arid SE Spain for implications on vegetation. Journal of Arid Environments, 48:373-395.
23- Modarres, R., and De Paulo, V., Da Silva, R., 2007. Rainfall trends in Arid and semi Ariid regions of Iran. J. Arid Environment, 70, 344-355
24- Nasri, M., Modarres, R., and Moradi, Y. 2006. The regional analysis of drought and its impact in Ardestan Region, Iran. Proceedings of the Agricultural Constraints in the Soil-Plant-Atmospherie Continuum, Ghent, Belgium. 373-379.
25- Raziei, T., Arasteh, P. D., Saghafian, B., 2005. Annual Rainfall Trend in Arid and Semi-arid region of Iran. ICID 21st European Regional Conference, 1-8.
26- Yue, S., Pilon, P., Cavadias, G., 2002. Power of the Mann-Kendall and Spearman’s rho test for detecting monotonic trends in hydrologic series. Journal of Hydrology, 259, 254-271.

Dry spells trend analysis of Isfahan province

M. Nasri[*1] and R. Modarres[2]
[1] Faculty Member, Islamic Azad University, Ardestan Branch, I. R. Iran
[2] M. Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, I. R. Iran
(Received: 21 June 2006, Accepted: 15 March 2008)

Abstract

In this study the time series of annual maximum dry spells and the number annual dry spells of Isfahan province were analyzed in order to establish the existence of rainfall variability using Mann-Kendall test. The selected time series were first tested for homogeneity. Results indicated statistically homogeneity at 95% significant level. The results of trend analysis showed that only 2 stations have significant decreasing trend of the maximum annual dry spells at the significant level of 5%. The results also showed 3 stations with increasing trend in the number of dry spells and 1 station with decreasing trend in the number of dry spells which are significant at 5% and 1% significant levels respectively.

Keywords: Dry spells, Trend, Mann-Kendall, Drought, Isfahan province

* Corresponding author: Tel: +98 362 5242048 , Fax: +98 362 5242047 E-mail: ps_sepahan@yahoo.com