Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 8, Winter. 2015, p. 817-825

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد۸، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۸۲۵-۸۱۷

بررسی تغییرات شاخص‌های حدی هواشناسی در استان خراسان رضوی

مریم عرفانیان[1*]، حسین انصاری[2]، امین علیزاده[3]، محمد بنایان اول[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۲۱

چکیده

در سال‌های اخیر بررسی پارامترهای حدی هواشناسی که دارای خسارت‌های زیاد اقتصادی، اجتماعی و مالی زیادی می‌باشند، در دنیا اهمیت زیـادی پیدا کرده است. در اکثر مطالعات قبلی صورت گرفته، توجه محققان به بررسی متوسط پارامترهای هواشناسی در طول دوره آماری معطوف بوده است، لذا تحقیق چندانی در خصوص وقوع پارامترهای حدی، که دارای تأثیر بیش‌تر و خسارت بارتری بر بخش‌های مختلف از جملـه کشـاورزی هسـتند، صـورت نگرفته است. این تحقیق با هدف بررسی روند وقوع شرایط حدی هواشناسی(پارامترهای حدی مربوط به بارش و دما) در استان خراسان رضوی و در سـه ایستگاه مشهد، سبزوار و تربت حیدریه در دوره آماری ۲۰۱۰- ۱۹۶۱ به روش من- کندال صورت گرفته است. بر اساس نتایج حاصله مشخص مـی‌شـود که به‌طورکلی در منطقه مورد مطالعه تعداد روزهای یخبندان، روزهای یخی و وقوع دوره‌های سرد کاهش یافته و بالعکس تعداد روزهای آفتابی، شب‌های حاره‌ای و نیز طول دوره گرم افزایش یافته است. این امر حاکی از آن است که به‌طورکلی در منطقـه، دمـا دارای رونـد افزایشـی بـوده اسـت. هـم‌چنـین شاخص‌های حدی بارش با نوسان بیش‌تر و عمدتاً با شیب کاهشی بسیار کم در منطقه دیده می‌شود. علاوه بر این با اسـتفاده از آزمـون نمـوداری مـن- کندال سال تغییر در روند هر کدام از پارامترها نیز مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق می‌تواند در خصوص کاهش ریسک تولیدات کشاورزی و نیز محصول‌گزینی بهتر با توجه به چگونگی وقوع شرایط حدی در مناطق مختلف، مورد استفاده مسئولان قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: شرایط حدی هواشناسی، روند، من-کندال، استان خراسان رضوی

مقدمه

میزان غلظت گازهـای گلخانـه‌ای در جـو از زمـان قبـل از دهـه صنعتی تاکنون افزایش چشم‌گیری داشته است، به‌طوری‌که میزان این تغییرات از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۴ میلادی در حدود ۷۰٪ رشد نشان داده است. به‌طور قطع میـزان فعالیـت‌هـای انسـانی یکـی از علـل اصـلی گرمایش جهـانی و تغییـرات اقلیمـی از سـال ۱۹۷۰ تـا کنـون بـوده است(Yang et al, 2012). در گزارشات هیئت بین‌الدول تغییر اقلـیم بیان شده است که اقلیم جهانی با نرخ ۰/۲ درجه سـانتی‌گـراد در هـر دهه گرم‌تر خواهد شد. حتی اگر میزان گازهای گلخانه‌ای در حد سال ۲۰۰۰ میلادی ثابت باقی بماند، باز هم دمای کلی زمین در حدود ۰/۱ درجه سانتی‌گراد در هر دهه افزایش خواهد یافت(IPCC, 2007). این مطالب نشان‌دهنده این است که تغییر اقلیم کنونی و آینده بـه‌عنـوان موضوعی بسیار مهم در علم اقلیم‌شناسی محسوب می‌شود (Yang et al, 2012).

بر اساس گزارش سال ۲۰۱۳ سازمان هواشناسی جهانی مشـخص شده است که دهه ۲۰۱۰-۲۰۰۱ بـه‌عنـوان گـرم‌تـرین دهـه از سـال ۱۸۵۰، که اندازه‌گیری‌های دقیق هواشناسی آغـاز شـده اسـت، بـوده است. دمای متوسط جهانی در این دهه در حدود ۰/۱± ۱۴/۴۷ درجـه سانتی‌گراد بوده که بـه میـزان ۰/۱± ۰/۴۷ بـیش‌تـر از دوره ۱۹۹۰-۱۹۶۱ با متوسط ۱۴ درجه سانتی‌گراد و به‌میزان ۰/۱± ۰/۲۱ بالاتر از دهه ۲۰۰۰-۱۹۹۱ بوده است. علاوه بر این مشخص شده است که در طی دوره ۲۰۱۰-۱۹۷۱ دما با نرخ ۰/۱۷ درجه سانتی‌گراد در هر دهـه افزایش داشته، در حالی‌که میـزان افـزایش دمـا در کـل دوره ۲۰۱۰-۱۸۸۰ در حـدود ۰/۰۶۲ درجـه سـانتی‌گـراد در هـر دهـه بـوده است(WMO., 2013).

یکی از مباحث مهم در مطالعه تغییر اقلیم، بررسی رفتار وقایع حدی می‌باشد. امروزه ثابت شده است که تغییر در شدت و فراوانی وقایع حدی به مراتب اثر مخرب‌تری نسبت به تغییر در متوسط حالت اقلیمی بر روی سلامت انسان‌ها، واحدهای اجتماعی و سیستم‌های طبیعی خواهد داشت (Mearns., et al,2001, Katz and Brown.,2004). بنابراین می‌بایست در یک نگاه منطقی به اقلیم و تغییرات آن علاوه بر مقادیر میانگین، مقادیر حدی و تغییرپذیری

۱- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: m_erfanian82@yahoo.com)

عناصر مهم آن مثل بارش و دما مورد توجه قرار گیرد. این امر خصوصاً در بخش‌های منابع آب و کشاورزی که به طور مستقیم متأثر از این پدیده‌ها هستند بسیار لازم و ضروری می‌نماید.

به‌طورکلی یک حادثه حدی عبارت است از یک پدیده نادر کـه از دیدگاه آماری احتمال وقوع آن حادثه خیلی کم است. به عبارت دیگر، رویدادهای آب و هوایی حدی پدیده‌هایی هستند که از نظر فراوانـی، کمیاب و درجه شدت بالایی دارند و در هنگـام وقـوع، روال معمـول اکوسیستم و ساکنان منطقه را با تغییرات جدی روبه‌رو می‌کند و البته احتمال وقوع این رویدادها نیز به طور متوسط کم‌تر از ۵٪ تعریف شده است(Zhu and Toth.,2001). از جمله رویدادهای حدی می‌توان به موج‌های گرمایی و سرمایی، سیل، خشکسالی، یخبندان، توفـان‌هـای شدید، گردبادها و ... اشاره کرد.

این تعریف دربرگیرنده معانی مختلفی است. برای مثال مـی‌توانـد مقادیر بالا و پائین صدک‌هـای(۵ و ۹۵) یـا(۱۰ و ۹۰) یـا بـه صـورت مقادیر بالاتر از یـک آسـتانه و یـا تـداوم یـک شـرایط ویـژه تعریـف شود(عسگری و همکاران، ۱۳۸۶). انتخاب نمایـه‌هـای حـدی جهـت بررسی پدیده‌های حدی در رابطه بـا تغییـرات اقلیمـی و اثـرات آن از نکات بسیار مهمی است که باید مورد توجه پژوهشـگران قـرار گیـرد. پترسون و همکاران در سال ۲۰۰۱ به تعریف یک سری شاخص‌هـای حدی پرداختند که بتواند نمایه‌هایی از تغییر اقلیم با جنبه‌هایی از بـروز و یا ادامـه برخـی از پدیـده‌هـای مهـم در کشـاورزی مثـل سـیل یـا خشکسالی را به سادگی نشان دهد.

در خصوص بررسی تغییرات شاخص‌های حدی مطالعات مختلفـی صورت گرفته است. یکی از این مطالعات مربوط به هیئت بـین‌الـدول تغییر اقلیم IPCC است که در سومین گزارش خود احتمـال بـیش‌تـر وقوع بارش‌های حدی را به‌ویژه در عرض‌هـای جغرافیـایی متوسـط و بالا در اثر پدیده گرمایش جهانی ذکر می‌کند(IPCC., 2001).

در ایران رویکرد بررسی وقایع حدی هواشناسی بسیار محدود بوده که به چند نمونه در زیر اشاره می‌گردد.

محمدی و تقوی(۱۳۸۴) شاخص‌های حدی دما و بارش ایستگاه تهران را در دوره آماری ۲۰۰۳-۱۹۵۱ مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها حکایت از افزایش روند دمای حداکثر، حداقل و متوسط روزانه و نیز کاهش روند شاخص‌های حدی بارش(با شیب بسیار کم) بوده است.

عسگری و همکاران(۱۳۸۶) به بررسی و تحلیل روند نمایـه‌هـای حدی بـارش بـا اسـتفاده از داده‌هـای روزانـه بـارش در ۲۷ ایسـتگاه سینوپتیک کشور پرداختند. رحیم‌زاده و همکاران(۱۳۹۰) با اسـتفاده از داده‌های ایستگاه سینوپتیک استان هرمزگان، میانگین‌هـای فصـلی و سالانه دما و بارش به همراه مقادیر حدی آن‌ها را مـورد بررسـی قـرار دادند. ایشان نتیجه گرفتند که در این منطقه افـزایش دمـا و کـاهش بارش به همراه افزایش نوسانات شدید بارش و مقادیر حـدی دمـا رخ داده است.

تقوی و همکاران(۱۳۹۰) با استفاده از تحلیل طیفی و خوشه‌بندی، منطقه‌بندی اقلیمی برای ۶۵ ایستگاه سینوپتیک کشور را ارائه کردنـد. نشانک‌های اقلیمی مورد استفاده، شـامل حـداکثر بـارش ۲۴ سـاعته ماهانه، دمای بیشینه و کمینه ماهانه و هم‌چنین سری زمانی داده‌های اقلیمی مربوط به دوره‌ی زمانی سـال‌هـای ۱۹۸۶ تـا ۲۰۰۵ مـیلادی هستند. بر اساس نتایج ایشان ایسـتگاه‌هـای تربـت حیدریـه در یـک منطقه اقلیمی و ایستگاه‌های سبزوار، سـرخس و مشـهد در یـک رده اقلیمی دیگر قرار گرفته‌اند.

شیرمحمدی‌علی‌اکبرخانی و همکاران(۱۳۹۱) بـه بررسـی عوامـل تأثیرگذار بزرگ مقیاس بـر روی بـارش‌هـای حـدی فصـلی در چهـار ایستگاه استان‌های خراسان رضوی و خراسان جنوبی پرداختند. نتـایج همبستگی شاخص نوسان جنوبی(انسو) با وقایع حدی نشـان داد کـه شاخص‌های بارش فصل بهار و پائیز بیش‌ترین همبستگی با وقفه یک ماهه و بارش فصل زمستان با وقفه یک سال دیده می‌شود.

از مطالب بالا قابل مشاهده است که در ایران و خصوصاً در استان خراسـان رضـوی، تعـداد تحقیقـات صـورت گرفتـه جهـت شـناخت پارامترهای حدی هواشناسی بسیار ناچیز و انگشت شمار بـوده اسـت. لذا با توجه به تـأثیر زیـاد پارامترهـای حـدی هواشناسـی بـر بخـش کشاورزی، این تحقیق به منظور بررسی وقوع این پارامترها در اسـتان خراسان رضوی، که یکی از قطب‌های مهم کشاورزی ایران می‌باشـد، صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

هدف از این تحقیق بررسی شـاخص‌هـای حـدی هواشناسـی در استان خراسان رضوی می‌باشد. بدین منظور بـا توجـه بـه جدیـدترین پهنه‌بندی اقلیمی انجام شده توسط اسـماعیلی و همکـاران(۱۳۹۰) بـا استفاده از ۲۰ عنصر اقلیمی ۱۴ ایستگاه داخل و خارج استان به روش کریجینگ و انجام تحلیل عاملی، مشخص شده است که کـل اسـتان به پنج ناحیه اقلیمی قابل تفکیک است. این نواحی در شـکل ۱ آورده شده است.

با توجه به این پهنه‌بندی از هر ناحیه اقلیمـی یـک ایسـتگاه کـه دارای طول دوره آماری مناسبی باشد، انتخـاب شـد و مـورد تجزیـه و تحلیل شاخص‌های حدی قرار گرفت. مشخصات ایستگاه‌هـای مـورد استفاده به شرح جدول(۱) می‌باشد.

با توجه به اینکه تنها ایستگاه‌های مشهد، سبزوار و تربـت‌حیدریـه دارای دوره آماری طولانی می‌باشند، جهت انجام این تحقیـق از ایـن ایستگاه‌ها استفاده شد.

شکل ۱- پهنه‌بندی اقلیمی استان خراسان رضوی بر اساس روش‌های آماری(اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۰)

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک مورد استفاده در تحقیق

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	معرف ناحیه اقلیمی
۱	مشهد	۵۹° ۳۸'	۳۶° ۱۶'	۹۹۹/۲	دشت رضوی
۲	سبزوار	۵۷° ۴۳'	۳۶° ۱۲'	۹۷۷/۶	نیمه خشک گرم
۳	تربت حیدریه	۵۹° ۱۳'	۳۵° ۱۶'	۱۴۵۰/۸	معتدل کوهستانی
۴	نیشابور	۵۸° ۴۸'	۳۶° ۱۶'	۱۲۱۳	نیمه خشک سرد
۵	کاشمر	۵۸° ۲۸'	۳۵° ۱۲'	۱۱۰۹/۷	گرم و خشک

قبل از هرگونه تحلیلی، می‌بایست همگنی و یکنواختی ایستگاه‌های منتخب مورد مطالعه قرار گیرد. این امر با استفاده از روش تفاضل‌ها و نسبت‌ها(علیزاده، ۱۳۸۰) صورت گرفت. پس از آن شاخص‌های حدی برای هر ایستگاه مطابق با جدول(۲) محاسبه شد. این شاخص‌ها برای کلیه اقلیم‌ها تعریف شده و مورد پذیرش جهانی می‌باشند.

جهت محاسبه این شاخص‌ها از آمار روزانه دما(دمای حداقل و حداکثر) و بارش ایستگاه‌های منتخب در دوره آماری ۲۰۱۰- ۱۹۶۱ استفاده شده است.

بررسی روند

آزمون من-کندال برای بررسی تصادفی بودن و تعیین روند در سری‌ها استفاده می‌شود(Sneyers,1990). یکی از مزایای این آزمون، اثرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی سری‌های زمانی مشاهده می‌شود می‌باشد. در ابتدا این آزمون برای مشخص کردن غیرپارامتریک بودن سری‌ها به‌کار می‌رود. بدین ترتیب که سری‌های آماری به‌ترتیب صعودی مرتب و رتبه‌بندی می‌شوند. در این آزمون تصادفی بودن داده‌ها با عدم وجود روند مشخص می‌شود. در صورت وجود روند، داده‌ها غیر تصادفی بوده و برای تعیین تصادفی بودن داده‌ها مراحل ذیل بر اساس معادلات داده شده(معادلات ۱ تا ۵) طی می شود(عزیزی و روشنی، ۱۳۸۷ و Ezber et al,2007):

$$t = \sum_i n_i \qquad (۱)$$

در فرض صفر توزیع t در حد نرمال بوده که مقدار قابل‌انتظار و واریانس مرتبط طبق معادلات(۲) و (۳) قابل برآورد می‌باشد.

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \qquad (۲)$$

$$Var(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \qquad (۳)$$

در صورت وجود روند، فرضیه صفر با مقادیر بالای قدرمطلق u(t) طبق معادله(۴) رد خواهد شد(عزیزی و روشنی، ۱۳۸۷).

$$u(t) = \frac{[t - E(t)]}{\sqrt{\mathrm{var}(t)}} \qquad (۴)$$

بنابراین، طبق رابطه u(t) >0 مقادیر روند مثبت و در حالت عکس طبق رابطه u(t) <0 روند در سری مشاهدات منفی خواهد بود. در تحقیق جاری، سطح اطمینان در حد ۹۵ و ۹۹ درصد در نظر گرفته شد و اصل فوق برای سری‌های زمانی معکوس نیز بر اساس معادله ۵

محاسبه گردید.

$$u_i' = -u(t_{i'}) \tag{5}$$

ضمناً، در مدل‌های گرافیکی تولید شده محل تلاقی منحنی‌های u_i و u_i' نقطه شروع تغییرات، شناسایی روندهای جزیی و کوتاه مدت، نقاط جهش و نقاط شروع روند سری زمانی را در هر روند مشاهدات نشان می‌دهد. اگر منحنی‌ها چندین بار روی همدیگر قرار بگیرند، روند یا تغییری وجود نخواهد داشت، ولی در جایی که منحنی‌ها همدیگر را قطع می‌کنند، منحنی‌ها محل شروع روند یا تغییرات را به‌صورت تقریبی به نمایش می‌گذارند. در حالتی که سری ایستا باشد، دو دنباله به صورت موازی عمل کرده و یا چند بار برخورد به‌طوری‌که به تغییر جهش آن‌ها منجر نشود، در خواهد آمد. اگر منحنی U از خطوط بالا و پایین معنی‌دار خارج شود، روند وجود دارد. چنانچه دو منحنی در محدوده معنی‌دار تلاقی بکنند ولی خارج نشوند، به معنی تغییر ناگهانی در میانگین و نه وجود روند است(Sneyers,1990).

در این حالت کافی است مقدار آن با مقدار $Z_{\alpha/2}$ که از جدول نرمال مربوط به سطح معنی‌داری α استخراج می‌شود، مبنای مقایسه برای سطح ۰/۰۵ برابر با ۱/۹۶± و برای سطح ۰/۰۱ برابر با ۲/۵۸± است.

نتایج و بحث

شاخص‌های مربوط به بارش

بر اساس شاخص‌های معرفی شده در جدول(۲)، ابتدا به بررسی شاخص‌های حدی مربوط به بارش پرداخته شده است. با توجه به استفاده از روش تحلیل روند من-کندال، مقادیر سالانه شاخص‌های حدی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج در جدول(۳) ارائه شده است. هم‌چنین مقدار شیب خط روند و معنی‌داری آن بر اساس معادله رگرسیون خطی نیز محاسبه شده و در جدول(۳) ارائه شده است.

همان‌طورکه در جدول(۳) مشخص است در نمایه‌های مربوط به بارش، در سه ایستگاه مورد مطالعه تغییر روندی مشاهده نشده است. تنها تغییر در تعداد روزهای بارانی و خشک در ایستگاه مشهد قابل توجه است که نشان از کاهش تعداد روزهای بارانی و افزایش روزهای خشک می‌باشد(گرچه این تغییر به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد). لذا بدیهی است که نمایه شدت بارش(SDII) با توجه به کم‌تر شدن تعداد روزهای بارانی، روندی افزایشی(و نه معنی‌دار) از خود نشان دهد.

جدول ۲- مشخصات شاخص‌های حدی هواشناسی(Zhang et al., 2005)

ردیف	نام شاخص	نماد	تعریف	واحد
۱	روزهای یخبندان	FD0	تعداد روزهای با دمای حداقل کوچکتر از صفر	روز
۲	روزهای تابستانی	SU25	تعداد روزهای با دمای حداکثر بزرگتر از ۲۵ درجه	روز
۳	روزهای یخی	ID0	تعداد روزهای با دمای حداکثر کمتر از صفر	روز
۴	شب‌های حاره‌ای	TR20	تعداد روزهای با دمای حداقل بزرگتر از ۲۰ درجه	روز
۵	شب‌های سرد	TN10p	درصد روزهای با دمای حداقل کمتر از صدک دهم دوره‌ی پایه استاندارد (۱۹۹۰-۱۹۶۱)	درصد
۶	شب‌های گرم	TN90p	درصد روزهای با دمای حداقل بزرگتر از صدک نودم دوره‌ی پایه استاندارد (۱۹۹۰-۱۹۶۱)	درصد
۷	روزهای سرد	TX10p	درصد روزهای با دمای حداکثر کمتر از صدک دهم دوره‌ی پایه استاندارد (۱۹۹۰-۱۹۶۱)	درصد
۸	روزهای گرم	TX90p	درصد روزهای با دمای حداکثر بزرگتر از صدک نودم دوره‌ی پایه استاندارد (۱۹۹۰-۱۹۶۱)	درصد
۹	شاخص طول دوره گرما	WSDI	تعداد روز در سال با حداقل ۶ روز متوالی با دمای حداکثر بزرگ‌تر از صدک نودم	روز
۱۰	شاخص طول دوره سرما	CSDI	تعداد روز در سال با حداقل ۶ روز متوالی با دمای حداقل کوچک‌تر از صدک دهم	روز
۱۱	شاخص شدت بارش	SDII	بارش سالانه تقسیم بر تعداد روزهای مرطوب (با بارش بیش‌تر یا مساوی ۱ میلی‌متر)	میلیمتر در روز
۱۲	تعداد روز با بارش سنگین	R10	تعداد روز با بارش بزرگ‌تر یا مساوی ۱۰ میلی‌متر	روز
۱۳	روز تر	WD	تعداد روز با بارش بزرگ‌تر مساوی ۱ میلی‌متر	روز
۱۴	روز خشک	DD	تعداد روز با بارش کوچک‌تر از ۱ میلی‌متر	روز
۱۵	تعداد روز با بارش سنگین	R20	تعداد روز با بارش بزرگ‌تر یا مساوی ۲۰ میلی‌متر	روز
۱۶	تعداد روز با بارش سنگین	R30	تعداد روز با بارش بزرگ‌تر یا مساوی ۳۰ میلی‌متر	روز
۱۷	تعداد روز با بارش سنگین	R5-30	تعداد روز با بارش بین ۵ تا ۳۰ میلیمتر	روز
۱۸	تعداد روز با بارش سنگین	R30-50	تعداد روز با بارش بین ۳۰ تا ۵۰ میلی‌متر	روز
۱۹	روز خیلی مرطوب	R95p	مجموع بارش روزهایی با میزان بارش بیش از صدک ۹۵ ام	میلی‌متر
۲۰	روزهای فوق‌العاده مرطوب	R99p	مجموع بارش روزهایی با میزان بارش بیش از صدک ۹۹ ام	میلی‌متر
۲۱	مجموع بارش سالانه	PRCPTOT	مجموع بارش سالانه (با بارش بزرگ‌تر یا مساوی ۱ میلی‌متر)	میلی‌متر

علاوه بر این مشاهده می‌شود که در ایستگاه‌های تربت‌حیدریه و مشهد، میزان بارش‌های سالانه و نیز تعداد روزهای بارانی کاهش یافته اما در سبزوار به رغم کاهش تعداد روزهای بارانی، میزان بارش‌های سالانه افزایش یافته است. این امر حاکی از وقوع بارش‌های حدی بیش‌تر در این ایستگاه می‌باشد.

شاخص‌های مربوط به دما

در جدول(۴) نتایج تحلیل روند و شیب خط روند برای شاخص‌های حدی دما در سه ایستگاه مورد مطالعه آورده شده است. همان‌طورکه مشهود است در خصوص پارامتر FD(تعداد روزهای یخبندان) در هر سه ایستگاه، روند کاهشی دیده می‌شود. این روند در خصوص ایستگاه‌های سبزوار و مشهد به‌طور قابل ملاحظه‌ای معنی‌دار بوده و در ایستگاه تربت حیدریه در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نمی‌باشد. علاوه بر این روند شاخص SU(روزهای آفتابی) در ایستگاه‌های سبزوار و مشهد افزایشی و معنی دار بوده که با در نظر گرفتن تغییرات منفی شاخص روزهای یخبندان(و نیز روزهای یخی) در این ایستگاه‌ها می‌توان نتیجه گرفت که به طور کلی دما در آن‌ها افزایش یافته و باعث چنین تغییراتی شده است.

در بررسی تغییرات پارامتر شب‌های حاره‌ای(TR20) مشخص می‌شود که این پارامتر در هر سه ایستگاه افزایش داشته و تغییرات آن به لحاظ آماری نیز بسیار معنی‌دار می‌باشد. این امر حاکی از آن است که به طورکلی در منطقه، دمای حداقل از ۲۰ درجه سانتی‌گراد افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته است.

با بررسی پارامترهای حدی نسبی(TN10p، TN90p، TX10p و TX90p)، که نشان‌دهنده میزان تغییرات نسبت به یک دوره پایه(۹۰-۱۹۶۱) می‌باشند، مشخص می‌شود که به طورکلی تعداد روزهای با دمای حداقل و حداکثر کوچک‌تر از صدک دهم کاهش و تعداد روزهای با دمای حداقل و حداکثر بالاتر از صدک نودم افزایش یافته است. این امر بدین معنی است که به‌طورکلی روند تغییرات دمایی به سمت افزایش پیش رفته و لذا تعداد روزهای با دمای کم‌تر از یک میزان مشخص(صدک دهم هر ایستگاه) کاهش یافته است. تنها استثناء در گفته فوق در ایستگاه تربت حیدریه مشاهده می‌شود، به نحوی که در این ایستگاه بر عکس دو ایستگاه دیگر، تعداد روز با دمای کم‌تر از صدک دهم دمای حداکثر افزایش و تعداد روزهای با دمای بیش‌تر از صدک نودم دمای حداکثر کاهش یافته است.

در بررسی پارامتر طول دوره گرما(WSDI) در ایستگاه‌های مشهد و سبزوار مشخص می‌شود که این پارامتر دارای روند افزایشی(خصوصاً معنی‌دار در مشهد) بوده است. این بدان معنی است که در این ایستگاه‌ها تعداد روزهای متوالی با دمای حداکثر بزرگ‌تر از صدک نودم آن‌ها افزایش یافته و لذا شرایط بحرانی‌تری از لحاظ وقوع دوره‌های گرمایی متوالی در آن‌ها دیده می‌شود. بالعکس در ایستگاه تربت‌حیدریه مشابه با روند پارامتر TX90p، روند منفی قابل ملاحظه‌ای دیده می‌شود که با توجه به پارامتر فوق‌الذکر امری بدیهی می‌نماید. علاوه بر این طول دوره سرما(CSDI) در کلیه ایستگاه‌ها افزایش(قابل ملاحظه‌ای در ایستگاه‌های مشهد و سبزوار) دیده می‌شود و حاکی از کم‌تر شدن دوره‌های با روزهای متوالی با دمای حداقل کم‌تر از صدک دهم آن ایستگاه می‌باشد.

جدول ۳- نتایج تحلیل روند و شیب خط روند برای شاخص‌های حدی بارش

ایستگاه	شاخص	PRCPTOT	WD	DD	R5mm	R10mm	R20mm	R30mm	R5-30	R30-50	R95p	R99p	SDII
سبزوار	Z	۰/۷۵۲	–۰/۹۳۰	۰/۹۱۳	۰/۴۶۲	۱/۰۲	۰/۸۰۸	–۰/۲۰۹	۰/۳۵۲	–۰/۲۰۹	۰/۷۴۷	–۰/۳۴۷	۲/۷۲۴**
	شیب خط روند	۰/۳۲	–۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰	۰/۰۲	۰/۰	۰/۱۷	–۰/۰۵	۰/۰۳**
تربت حیدریه	Z	–۰/۰۶۶	–۰/۹۲۹	۰/۹۲۱	–۰/۷۳۰	۰/۲۹۴	–۰/۰۷۷	۰/۱۶۱	–۰/۸۴۸	–۰/۳۸۴	۰/۶۷۹	۱/۲۶۲	۱/۶۷۹
	شیب خط روند	–۰/۱۸	–۰/۰۹	۰/۰۹	–۰/۰۶	–۰/۰۰۳	–۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	–۰/۰۶	–۰/۰۰۲	۰/۱۴	۰/۳۰	۰/۰۱
مشهد	Z	–۰/۰۸۳	–۱/۷۶۶	۱/۶۹۱	–۰/۳۱	–۰/۰۱۶	–۰/۲۳۴	–۱/۵۶۷	–۰/۱۶۸	–۱/۶۱۷	۰/۲۴۲	–۱/۶۴۵	۱/۶۶۵
	شیب خط روند	–۰/۰۲	–۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	–۰/۰۰۲	–۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	–۰/۰۰۴	۰/۰۳	–۰/۱۴	۰/۰۲ *

* = معنی دار در سطح ۰/۰۵

**= معنی دار در سطح ۰/۰۱

(Z= مقدار آماره روش من-کندال)

جدول ٤- نتایج تحلیل روند و شیب خط روند برای شاخص‌های حدی دما

ایستگاه	شاخص	FD	SU	ID	TR20	TN10p	TN90p	TX10p	TX90p	WSDI	CSDI
سبزوار	Z	**-۴/۷۲	**۴/۳۷	*-۲/۴۹	**۴/۷۲	**-۴/۵۳	**۳/۵۶	-۱/۸۵	۱/۷۴	۱/۵۵	**-۳/۱۴
	شیب خط روند	**-۰/۷۹	**۰/۴۶	-۰/۰۸	**۱/۰۰۷	**-۰/۶۳	**۰/۵۷	-۰/۲۷	۰/۱۹	۰/۱۷	**-۰/۴۱
تربت حیدریه	Z	-۰/۲۳	-۰/۷۲	۰/۵۴	**۶/۰۹	-۰/۴۴	**۵/۸۸	۱/۴۶	*-۲/۱۷	*-۲/۰۴	-۰/۲۷
	شیب خط روند	-۰/۰۳	-۰/۱۴	۰/۰۲	**۰/۵۸	-۰/۰۷	**۰/۶۷	۰/۲۱	*-۰/۳۸	*-۰/۲۶	-۰/۰۸
مشهد	Z	**-۴/۹۰	**۳/۶۰	-۱/۵۱	**۶/۰۸	** -۳/۷۴	** ۵/۶۷	-۱/۶۸	** ۴/۷۷	** ۳/۵۳	** -۳/۰۲
	شیب خط روند	** -۰/۷۹	** ۰/۴۲	-۰/۰۷	**۰/۷۸	** -۰/۴۹	** ۱/۴۱	-۰/۰۹	** ۰/۵۹	** ۰/۴۷	** -۰/۳۰

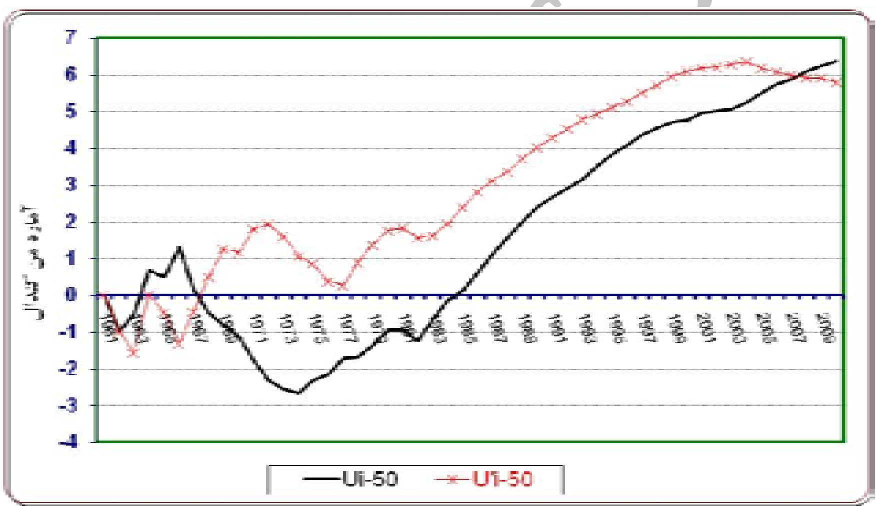
* = معنی دار در سطح ۰/۰۵

**= معنی دار در سطح ۰/۰۱

(Z= مقدار آماره روش من-کندال)

جدول ٥- سال شروع تغییر در شاخص‌های با روند معنی‌دار در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	SDII	FD	SU	ID	TR20	TN10p	TN90p	TX10p	TX90p	WSDI	CSDI
سبزوار	۱۹۷۳	۱۹۶۹	۱۹۹۸	۱۹۶۳	۱۹۶۹	۲۰۰۷	۱۹۶۹	۲۰۰۴	۱۹۹۹	---	۲۰۰۵
مشهد	---	۱۹۶۸	۱۹۹۹	---	۲۰۰۶	۱۹۷۱	۲۰۰۸	۱۹۷۰	۱۹۹۵	۲۰۰۸	۱۹۷۰
تربت حیدریه	---	---	---	---	۱۹۶۳	---	۲۰۰۶	---	۱۹۶۵	۱۹۶۷	---



شکل ۲- نمودار آماره U و 'U برای بررسی وجود روند و نقطه شروع تغییر در سری زمانی TR20 مشهد

تحلیل آزمون نموداری من -کندال جهت تعیین نوع و زمان تغییر

برای بررسی وجود روند، نقطه شروع تغییر ناگهانی و معنی‌دار بودن ضرایب روند در سری زمانی پارامترهای مورد بررسی از آزمون رتبه‌ای من-کندال استفاده شد. در شکل(۲) نمونه‌ای از نمودارهای آماره‌های u و 'u برای یک شاخص حدی مورد بررسی ترسیم شده است. در جدول ۵ نیز سال شروع تغییر در روند شاخص‌ها در هر ایستگاه آورده شده است.

نتیجه‌گیری

با بررسی و مطالعاتی که بر روی شاخص‌های حدی دما و بارش سه ایستگاه در استان خراسان رضوی انجام شده است مشخص می‌شود که این مقادیر در طی دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۶۱ تغییر کرده است. این تغییر از نوع نوسانات کوتاه‌مدت آب و هوایی و روند می‌باشد که در بعضی از شاخص‌ها مشاهده می‌شود.

در بررسی سری‌های مربوط به شاخص‌های حدی بارش مشخص شد که به‌طورکلی مقدار بارش سالانه و نیز تعداد روزهای بارانی کاهش یافته است، اما در ایستگاه سبزوار با وجود کاهش تعداد روزهای بارانی، مقدار بارش سالانه افزایش یافته است. این امر نشان

دهنده وقوع بارش‌های حدی بیش‌تر در سبزوار می‌باشد.

هم‌چنین در بررسی شاخص‌های مربوط به دما، مشخص شد که به‌طورکلی در منطقه مورد مطالعه تعداد روزهای یخبندان، روزهای یخی و وقوع دوره‌های سرد کاهش یافته و بالعکس تعداد روزهای آفتابی، شب‌های حاره‌ای و نیز طول دوره گرم افزایش یافته است. این امر حاکی از آن است که به‌طور کلی در منطقه، دما دارای روند افزایشی بوده است.

با توجه به تأثیر مستقیم وقوع شرایط حدی بر کشاورزی و ریسک تولید محصولات کشاورزی، شناخت صحیح این پارامترها از میزان وقوع و چگونگی آن‌ها می‌تواند کمک شایانی به این بخش نماید. لذا پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی، شاخص‌های ماهانه حدی به‌منظور شناخت تغییرات آن‌ها در طی ماه‌های سال، به‌ویژه در زمان کاشت محصولات استان نیز مد نظر قرار گیرد. علاوه بر این، تحقیق بر روی فراوانی- شدت- مدت وقوع این پارامترها در نقاط مختلف استان بسیار مفید بوده و می‌تواند به‌عنوان راهنمایی جهت کاشت محصولات کشاورزی در مناطق مختلف با کم کردن ریسک تولید محصول ارائه نماید.

منابع

اسماعیلی،ر.، منتظری،م.، اسمعیل نژاد،م و صابر حقیقت،ا. ۱۳۹۰. پهنه‌بندی اقلیمی خراسان رضوی با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی. جلد ۲: شماره ۷-۸. صفحات ۵۶-۴۳.

تقوی،ف.، ناصری،م.، بیات،ب.، متولیان،س و آزادی فرد،د. ۱۳۹۰. تعیین الگوهای رفتار اقلیم در مناطق مختلف ایران بر اساس تحلیل طیفی و خوشه‌بندی مقادیر حدی بارش و دما. مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. جلد ۷۷: صفحات ۱۲۴-۱۰۹.

رحیم زاده،ف.، هدایت دزفولی،ا و پوراصغریان،آ. ۱۳۹۰. ارزیابی روند و جهش نمایه‌های حدی دما و بارش در استان هرمزگان. مجله جغرافیا و توسعه. جلد ۲۱ : صفحات ۱۱۶ -۹۷.

شیرمحمدی علی اکبرخانی،ز.، انصاری،ح.، علیزاده،ا و محمدیان،ا. ۱۳۹۱. بررسی ارتباط پدیده انسو(ENSO) با مقادیر حدی بارش-های فصلی در استان‌های خراسان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد ۱۹: شماره ۱. صفحات ۷۹-۶۱

عزیزی،ق و روشنی،م. ۱۳۸۷. مطالعه تغییر اقلیم در سواحل دریای خزر به روش من-کندال، پژوهش های جغرافیایی. شماره ۶۴.

عسگری،الف.، رحیم زاده،ف.، محمدیان،ن و فتاحی،ا. ۱۳۸۶. تحلیل روند نمایه‌های بارش‌های حدی در ایران. مجله تحقیقات منابع آب ایران. جلد ۳: شماره ۳. صفحات ۵۵-۴۲.

علیزاده،ا. ۱۳۸۰. اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ سیزدهم. انتشارات آستان قدس رضوی، دانشگاه امام رضا(ع). ۷۳۵ صفحه.

محمدی،ح و تقوی،ف. ۱۳۸۴. روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران. پژوهش‌های جغرافیایی. جلد ۵۳: صفحات ۱۷۲-۱۵۱.

Ezber,Y., Lutfi Sen,O., Kindap,T and Karaca,M. 2007. Climate effects of urbanization in Istanbul: a statistical and modeling analysis, International Journal of Climatology. 27: 667-679.

IPCC. 2001. Climate Change (2001), Synthesis report, a contribution of working groups. I, II and III to the third assessment report of the Intergovernmental panel on Climate Change, Watson and the Core writing team (editors.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.

IPCC. 2007. In: Solomon,S., Qin,D., Manning,M., Chen,Z., Marquis,M., Averyt,K.B., Tignor,M., Miller,H.L. (Eds.) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to The Fourth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom/ New York, USA. 996.

Katz,R.W., Brown,B.G. 2004. Extreme events in a changing climate: variability is more important than averages. Journal of Climatic change. 21: 289-302.

Mearns,L.O., Hulme,M., Carter,T.R., Leemans,R., Lal,M., Whetton,P. 2001. Climate scenario development. In: Houghton,J.T., Ding,Y., Griggs, D.J., Noguer,M., Van der Linden,P.J., Dai,X., Maskell, K., Johnson,C.A. (editors) Climate change 2001: The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge. 583-638.

Peterson,T.C., Folland,C., Gruza,G., Hogg,W., Mokssit, A and Plummer, N. 2001. Report of the activities of the working group on climate change detection and related rapporteurs, World Meteorological Organization, Technical Document, No.1071, World Meteorological Organization, Geneva. 146.

Sneyers,R. 1990. On the statistical analysis of series of observations. WMO publ. 415. Geneva.

World Meteorological Organization, 2013. The global climate 2001-2010, a decade of climate extremes, summary report. - No. 1119, 16.

Yang,T., Hao,X., Shao,Q., Xu,C., Zhao,C., Chen,X. and Wang,W. 2012. Multi-model ensemble projection in temperature and precipitation extremes of the Tibetan Plateau in the 21st century. Global and Planetary Change. 80-81. 1-13.

Zhang,X., Aguilar,E., Sensoy,S., Melkonyan,H., Tagiyeva,U., Ahmed,N., Kutaladze,N., Rahimzadeh,F., Taghipour,A., Hantosh,T.H., Albert,P., Semawi,M., Karam Ali,M., Said Al-Shabibi,M.H., Al-Oulan,Z., Zatari,T., Khelet,I., Hamoud,S., Sagir,R., Demircan,M., Eken,M., Adiguzel,M., Alexander,L., Peterson,T.C and Wallis,T. 2005. Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. Journal of

Geophysical Research, 110, Article ID: D22104.

Zhu,Y and Toth,Z. 2001. Extreme Weather Events and Their Probabilistic Prediction by the NCEP Ensemble Forecast System, Proceedings of the Symposium on Precipitation Extremes: Prediction, Impact, and Responses, Albuquerque, USA.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 8, Winter. 2015, p. 817-825

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد۸، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۸۲۵-۸۱۷

Assessment of Climatic Extreme Events Variations in Khorasan Razavi province

M. Erfanian[1]*, H. Ansari[2], A. Alizadeh[3], M. Banayan Aval[4]

Recived: May. 7, 2014 Accepted: Nov. 12, 2014

Abstract

In recent years, there is much more attentions to the extreme climatic events, which have many economic, social and financial damages. Lots of studies had been done on climate change using average climatic parameters, so there are not enough works on extreme events, which have more severe damages on various countries' sections such as agriculture. Objective of this study is to assess temperature and rain extreme events at 3 stations of Mashhad, Sabzevar and Torbat-e-Heidarieh, in khorasan Razavi province in 1961-2010 with the Mann-Kendall method. Results showed in this region there is generally decreasing trend of frost days, icy days and cool periods and increasing trend of summer days, tropical nights and warm periods. This indicates there is increasing trend of temperature. Rain extreme events had more fluctuations than temperature and generally show very slow decreasing trend. The year of change in every parameter had been determined with Mann-Kendall method. These results could help to decrease crop production risks and to choose more proper regions for planting with attention to the extreme events.

Keywords: Climatic extreme events, trend, Mann-Kendall, Khorasan Razavi province

1 - Ph.D. Student of Irrigation and Drainage, Ferdowsi University of Mashhad
2 - Associate Professor of Irrigation and Drainage, Water Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad
3 - Professor of Irrigation and Drainage, Water Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad
4 - Associate Professor of Agriculture Department, Ferdowsi University of Mashhad
(*-Corresponding Author Email: m_erfanian82@yahoo.com)