

بررسی تغییرات مقادیر حدی بارش در ایران

فاطمه رحیم‌زاده^۱

(تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۸۴/۱/۱)

تغییر در بارش‌های حدی و سنگین و افزایش فراوانی رویدادهای حدی مرتبط با آن مانند سیل و خشکسالی از جمله نتایج گرمایش جهانی است. بر طبق گزارش اخیر برنامه محیطی سازمان ملل، فراوانی وقوع سیل و دیگر وقایع حدی اقلیمی هر ساله دو برابر می‌شود و خسارات ناشی از آن در سطح جهان سالانه ۱۵۰ میلیون دلار افزایش می‌یابد. این اثرات باعث بروز تغییرات اساسی اجتماعی و زیست محیطی می‌گردد. از این رو در دهه‌های اخیر، مطالعات نوسانات بارش و تأثیرات مقادیر حدی از جمله تأثیرات برف، تگرگ و بارش‌های سنگین در برنامه‌ریزیها و سیاست‌گذاریهای بخش کشاورزی و مدیریت منابع آب کشور نقش مهمی پیدا کرده است و کشورها تحقیقات وسیعی را در رابطه با مطالعه نوسانات ماهانه و سالانه و بررسی تغییرات مقادیر حدی آغاز نموده‌اند. بررسی نوسانات ماهانه و سالانه کم و بیش در کشور ایران نیز انجام شده است. بررسی‌های ملی و منطقه‌ای مقادیر حدی بارش و دما با استفاده از مشاهدات روزانه با استناد به تعاریف جدید آن نیز آغاز گردیده است. در این مقاله سعی شده است تا ضمن معرفی برخی شاخص‌های حدی مناسب برای بارش و دما و همچنین بررسی تغییرات آن در چند ایستگاه موردی گامی دیگر برداشته شود. شاخص‌های حدی بارش از جمله تعداد روزهای خشک متوالی، روزهایی با بارش بیش از ۱۰ میلی‌متر، شاخص شدت روزانه، بیشترین بارش پنج روزه و روزهایی با جمع بارش بزرگتر از ۹۵ امین صدک

چکیده

*

*

*

روزانه به همراه تعداد روزهای یخبندان و فراوانی روزهایی با دمای حداقل بزرگتر از صدک ۹۰ ام (شبهای گرم) در دوره آماری ۲۰۰۳-۱۹۵۱ میلادی برای تعدادی ایستگاه بطور نمونه ارایه شده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که کاهش معنی‌دار تعداد روزهای یخبندان و افزایش شبهای گرم بطور واضح اتفاق افتاده است، اما روند شاخصهای بارش مانند دیگر نقاط دنیا از الگوی یکسانی پیروی نمی‌کنند، لیکن توجه به روند افزایشی و کاهشی آنها در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی و مدیریت منابع آب کشور ضروری است.

کلمات کلیدی: گرمایش جهانی، رویدادهای حدی، شاخص‌های حدی.



مقدمه

هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم^۱ در گزارشات منتشره در سالهای ۱۹۹۵ و ۲۰۰۱ میلادی [۷] و [۸] بر تغییرات جهانی اقلیمی حاکی از افزایش دمای کره زمین حدود ۰/۷ درجه سانتیگراد از نیمه دوم قرن نوزدهم [۹ و ۱۰] اشاره نموده است. بنظر می‌رسد این گرمایش جهانی سبب افزایش مقادیر حدی و شرایط بد آب و هوایی در دوره‌های نه چندان دور می‌شود. کلی‌ترین نتایج بدست آمده از این گرمایش عبارتند از: (الف) تغییرات موسمی کم، (ب) نوسانات زیاد در دمای روزانه و بارش و (ج) افزایش آنتروپی سیستم که باعث افزایش فراوانی و مقادیر رویدادهای حدی می‌شود [۱۲].

تغییر در مقادیر حدی که در اینجا سومین نتیجه از گرمایش جهانی بشمار آمده است باعث بروز تغییرات اساسی اجتماعی و زیست محیطی می‌گردد. طبق گزارش اخیر برنامه محیطی سازمان ملل^۲، فراوانی وقوع سیل و دیگر شرایط حدی اقلیمی هر ساله دو برابر می‌شود و خسارات ناشی از آن در سطح جهان سالیانه ۱۵۰ میلیون دلار افزایش می‌یابد. آب و کشاورزی از مهمترین قسمت‌هایی هستند که متأثر از حوادث حدی بوده و تغییرات آنها بر تعداد بسیار زیادی از نیازهای بشر از جمله کمیت و کیفیت محصولات تولید شده تأثیر بسزایی دارد. مطالعه تأثیرات مقادیر حدی از جمله برف، تگرگ، توفان، شبنم شبانه، سیل، بارش سنگین، خشکسالی، گرما و سرمای حدی در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاریهای بخش کشاورزی و مدیریت منابع آب اهمیت بسیار دارد. به دلیل اهمیت موضوع، کشورها در ابعاد ملی، منطقه‌ای، قاره‌ای و بین‌المللی گروه‌های

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
2. United Nations Environment Programme (UNEP)

ویژه‌ای جهت تجزیه و تحلیل چنین مقادیری تشکیل داده‌اند. یکی از این گروه‌ها، گروه شناسایی تغییرپذیری اقلیمی کمیسیون اقلیم^۱ می‌باشد که به بررسی مشکلات و راه‌های محاسبه این شاخص‌ها در کشورهای دنیا پرداخته است [۱۱]. تعدادی پروژه منطقه‌ای نیز در این ارتباط تعریف شده‌اند. یکی از این پروژه‌های تحقیقاتی استاردکس^۲ است که توسط کمیسیون اروپا تحت چارچوب برنامه پنجم و شرکت در فعالیت‌های کلیدی تغییرات اقلیم، اقلیم و دگرگونی بوسیله محیط^۳ و بالاخره انرژی و توسعه پایدار تحقیق می‌نماید. اهداف استاردکس مبنی بر سناریوی تأثیرات تغییرات فراوانی و شدت مقادیر حدی مورد انتظار نظیر بارش‌های سنگین، سیل و دما است که احتمال دارد بر زندگی انسان، فعالیتها و محیط اطرافش تأثیر بگذارند، اما سناریو تغییرات اقلیم روی مقادیر حدی، در آینده نزدیک به برنامه‌ریزی دقیقتری برای منابع آب، کشاورزی، آبیاری، توفان، زهکشی زمین، جاده، راه آهن، طراحی ساختمان و غیره نیازمند است. در این مقاله با توجه به محدودیت ارائه مطالب، سعی خواهد شد تعداد محدودی شاخص حدی در مورد دما و بارش ارائه شود. در آینده بسیار نزدیک با اتمام پروژه در دست و همچنین دیگر فعالیت‌های انجام شده [۵] و [۱۳]، نتایج کلیه شاخص‌های حدی که در پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو و سازمان هواشناسی بررسی گردیده در اختیار متخصصین و برنامه‌ریزان کشور قرار خواهد گرفت.

تعیین شاخص‌ها

انتخاب شاخص‌های حدی جهت بررسی پدیده‌های حدی در رابطه با تغییرات اقلیمی از نکات بسیار مهمی است که باید مورد توجه محققان قرار گیرد. این شاخصها باید مشخص و شفاف بوده و از داده‌های بلند مدت و همگن بدست آیند [۶]. شبکه پشتیبانی اقلیم اروپا^۴، پشتیبان بزرگترین پروژه در ارزیابی اقلیمی اروپا در سال ۲۰۰۰ بوده که اغلب این شاخصها را معرفی نموده است. برای مثال ۱۵ شاخص تعریف شده برای مقادیر حدی در مورد بارش که از این منبع استخراج شده در جدول ۱ ارائه شده است. اخیراً ۲۷ شاخص توسط گروه شناسایی تغییرپذیری اقلیمی کمیسیون اقلیم تعریف شده و در سطح جهانی [۵] و منطقه‌ای [۱۳] محاسبه گردیده‌اند. تعدادی از این شاخص‌ها نظیر RR در سالنامه‌های هواشناسی کشور به چشم می‌خورد. بیشترین تعداد روزهای خشک متوالی (CDD) که می‌تواند شاخص مناسبی برای خشکسالی در زمانهای خشک سال

1. Commission for Climatology (CCI)/CLimate VARiability (CLIVAR)
2. STARDEX
3. Biodiversity
4. European Climate Support Network (ECSN)

باشد، روزهایی با بارش بیشتر از ۱۰ میلیمتر (R10mm) و شاخص شدت روزانه بارش (SDII) به عنوان شاخص‌های حدی ساده‌ای در زمانهای مرطوب سال بشمار می‌روند. بیشترین بارش پنج روزه (RX5day) و روزهایی با جمع بارش بزرگتر از ۹۵ امین صدک روزانه (R95p) می‌توانند جزء شاخصهای مناسب برای بررسی بارش محسوب شوند. البته شاخص‌های زیاد دیگری نیز برای دما می‌توان نام برد که هدف آنها بررسی رویدادهای حدی این عنصر اقلیمی است که در اینجا فقط به ذکر دو مورد، یکی تعداد روزهای یخبندان (FD) و دیگری فراوانی روزهایی با دمای حداقل بزرگتر از صدک ۹۰ ام یعنی شبهای نسبتاً گرم (Tn90) بسنده می‌نماییم و بررسی و معرفی آنها را به جای دیگر واگذار می‌کنیم.

جدول ۱- فهرست شاخصهای بارش بر اساس ارزیابی اقلیمی اروپا برای داده‌های بارش (دسامبر ۲۰۰۲)

دسته بندی	علامت	توضیح
بارش	RR	مجموع بارش
بارش (سایر موارد)	RR1	روزهای مرطوب (جمع بارش بزرگتر یا مساوی ۱ میلیمتر)
	SDII	شاخص ساده شدت روزانه
حدهای بارش (آستانه‌های دقیق)	CDD	حداکثر تعداد روزهای خشک متوالی (جمع بارش کمتر از ۱ میلیمتر)
	CWD	حداکثر تعداد روزهای مرطوب متوالی (جمع بارش بزرگتر یا مساوی ۱ میلیمتر)
	R10mm	روزهای با بارش سنگین (بارش بزرگتر یا مساوی ۱۰ میلیمتر)
	R20mm	روزهای با بارش خیلی سنگین (بارش بزرگتر یا مساوی ۲۰ میلیمتر)
	RX1day	بیشترین بارش ۱ روزه
	RX5day	بیشترین بارش ۵ روزه
حدهای بارش (درصدی)	R75p	روزهایی با جمع بارش بزرگتر از ۷۵ امین صدک بارش روزانه (روزهای نسبتاً مرطوب)
	R75pTOT	نسبت جمع بارش روزهای نسبتاً مرطوب به مجموع بارش
	R95p	روزهایی با جمع بارش بزرگتر از ۹۵ امین صدک بارش روزانه (روزهای خیلی مرطوب)
	R95pTOT	نسبت جمع بارش روزهای خیلی مرطوب به مجموع بارش
	R99p	روزهایی با جمع بارش بزرگتر از ۹۹ امین صدک بارش روزانه (روزهای بسیار مرطوب)
	R99pTOT	نسبت جمع بارش روزهای بسیار مرطوب به مجموع بارش

در جدول ۲، تعداد ۵ شاخص حدی بارش با ویژگیهای خاصشان در رابطه با مقادیر حدی جهانی و با توجه به نقش تغییرات هر یک از این پارامترها در افزایش گازهای گلخانه‌ای که توسط فریش^۱ و همکارانش [۶] انتخاب شده ارایه گردیده است.

جدول ۲- مشخصه‌های شاخص‌های حدی

شاخص (واحد)	تعریف	تأثیر گازهای گلخانه‌ای بر روی شاخص
CDD (days)	این شاخص بر زندگی گیاهی و اکوسیستم‌ها تأثیر می‌گذارد و بعنوان شاخص پتانسیل خشکسالی معرفی می‌شود.	تحت افزایش گازهای گلخانه‌ای انتظار می‌رود جهان بدلیل افزایش دما و به تبع آن افزایش تبخیر، خشک‌تر شود، البته در این رابطه باید فرآیندهای برگشتی رطوبت و بارندگی هم در نظر گرفته شود.
R10mm (days)	این شاخص به طور مستقیم تعداد روزهای خیلی مرطوب را اندازه گیری می‌کند و در واقع در اغلب اقلیم‌ها ارتباط زیادی با جمع بارش فصلی و سالیانه دارد.	قدرت گازهای گلخانه‌ای سبب افزایش چرخه آب‌شناسی شده و آشفته‌گیهای اقلیمی را به همراه دارد. منابع آبی قابل دسترس در جو تعداد روزهایی با بارندگی‌های سنگین را افزایش می‌دهند.
SDII (0.1mm ^{d⁻¹})	این شاخص که شدت بارش را اندازه گیری می‌کند، از نسبت بارش سالیانه به تعداد روزهای بارانی (بارش روزانه بزرگتر از ۱ میلی‌متر) بدست می‌آید.	افزایش قدرت گازهای گلخانه‌ای سبب شدت بارندگی در اغلب اقلیم‌ها خواهند شد.
RX1day (mm)	این شاخص که شدت بارندگی‌های کوتاه مدت را اندازه گیری می‌کند شاخص مناسبی برای پتانسیل سیل به شمار می‌رود.	قدرت گازهای گلخانه‌ای با افزایش چرخه آب شناسی باعث آشفته‌گی اقلیمی می‌شود. بخار آب زیادی که برای انقباض فراهم می‌شود، تعداد روزهایی با بارندگی شدید و همچنین مقدار بیشینه بارندگی را برای زمان‌های معین افزایش می‌دهد.
R95p (%)	این شاخص معیار مناسبی برای بارندگی‌های حدی می‌باشد.	قدرت گازهای گلخانه‌ای در اکثر مدل‌های اقلیمی شدت بارش زیاد و انتقال توزیع بالا را ارایه می‌دهد.

داده‌ها و روش‌ها

تعداد زیادی از کشورها تحقیقات وسیعی را در رابطه با مقادیر حدی آغاز نموده‌اند و نتایج آن کم و بیش در بسیاری از مقالات و وب سایتها دیده می‌شود که اشاره به تک تک آنها امکان پذیر نیست، اما آنچه که در این رابطه باید بیان نمود آن است که تغییرات مقادیر حدی نسبت به مقادیر میانگین کار بیشتری را می‌طلبد، زیرا در چنین موردی باید مشاهدات روزانه مناسبی در اختیار داشت. دسترسی به یک سری از داده‌های روزانه با کیفیت مناسب به سهولت امکان پذیر نیست و این در صورتی است که داده‌های روزانه بلند مدت هستند که می‌توانند تحلیل گسترده‌ای را از مقادیر حدی نظیر موج‌های گرمایی، سیل و خشکسالی در اختیار ما قرار دهند. به دلیل اهمیت کیفیت داده‌های روزانه در بررسی مطالعات مقادیر حدی سعی شده است که از داده‌های ایستگاههای سینوپتیک کشور که در «پروژه آشکارسازی تغییر اقلیم در ایران» [۱، ۲، ۳ و ۴] مورد تأیید قرار گرفته است، استفاده شود. داده‌های مذکور مربوط به ۱۱۶ ایستگاه سینوپتیک در سطح کشور می‌باشد، اما به دلیل اهمیت تداوم در داده‌ها و دوره آماری آنها تعداد محدودتری از آنها مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. در پروژه مذکور کیفیت داده‌ها از طریق چند آزمون همگنی بررسی گردیده و سعی شده است نتایج آن با استفاده از تاریخچه ایستگاههای سینوپتیک به طور کامل مورد بحث قرار گیرد. در بررسی فوق که در سطح ایستگاههای سینوپتیک انجام گردید، سعی شده است مسائل مرتبط با «شناسه داده‌ها» مدنظر قرار گیرد. منظور از شناسه، اطلاعات اضافی مربوط به نحوه بدست آوردن اطلاعات از جمله نوع ایستگاه، سالهای تغییر مکان آن، سالهای تغییر ادوات و ... است.

در این بررسی مشخص شده که آمار تعدادی از ایستگاههای سینوپتیک کشور به دلیل تغییرات مکانی و یا سایر عوامل برای مطالعاتی که نیاز به اطلاعات همگن طولانی مدت دارند، فاقد شرایط مطلوب می‌باشد. زیرا داده‌های ماهانه، سالانه و روزانه باید از مسائل غیر طبیعی از جمله تغییر ایستگاه، تغییر دیدبان که باعث ناهمگنی اطلاعات می‌شوند برحذر باشند. همین امر سبب گردیده که ایستگاههایی مورد تحلیل قرار گیرند که دارای کیفیت نسبی مناسب باشند. پس از محاسبه شاخص‌های حدی، روند خطی به همراه میزان معنی‌داری آنها محاسبه شده است و معنی‌داری روند با استفاده از سه آزمون تشخیص معنی‌داری روند، یعنی آزمون t -استیودنت، آزمون‌های ناپارامتریک من‌کندال و اسپیرمن انجام شده است. در این بررسی، تحلیل ۷ شاخص حدی آماره روزانه ایستگاههای موردی به ترتیب بندر انزلی (با دوره ۲۰۰۳-۱۹۶۱ میلادی)، مشهد، شیراز،

1. Metadata

تبریز و زاهدان (با دوره ۲۰۰۳-۱۹۵۱ میلادی) ارایه خواهد شد. البته در پروژه بررسی مقادیر حدی در ایران که مراحل پایانی خود را طی می‌کند ۲۷ شاخص حدی برای اغلب ایستگاههای سینوپتیک با دوره آماری مناسب و کیفیت مطلوب داده در نظر گرفته شده که در این مقاله فقط به شاخص‌های FD، Tn90، R10mm، CDD، RX5day، SDII و R95p اشاره خواهد شد.

نتایج

دما

روند افزایشی شب‌های گرم و کاهش تعداد روزهای یخبندان در اکثر نقاط دنیا به دلایل مختلف توسعه شهری، گرمایش جهانی و غیره بوقوع پیوسته است. این تغییرات به هر دلیل که باشد بوقوع پیوسته و آثار زیانباری و در موارد اندکی آثار مثبتی به دنبال داشته و یا خواهد داشت. متأسفانه از مهمترین نتایجی که از بررسی روند خطی دو شاخص حدی دما بدست آمده است می‌توان موارد زیر را نام برد:

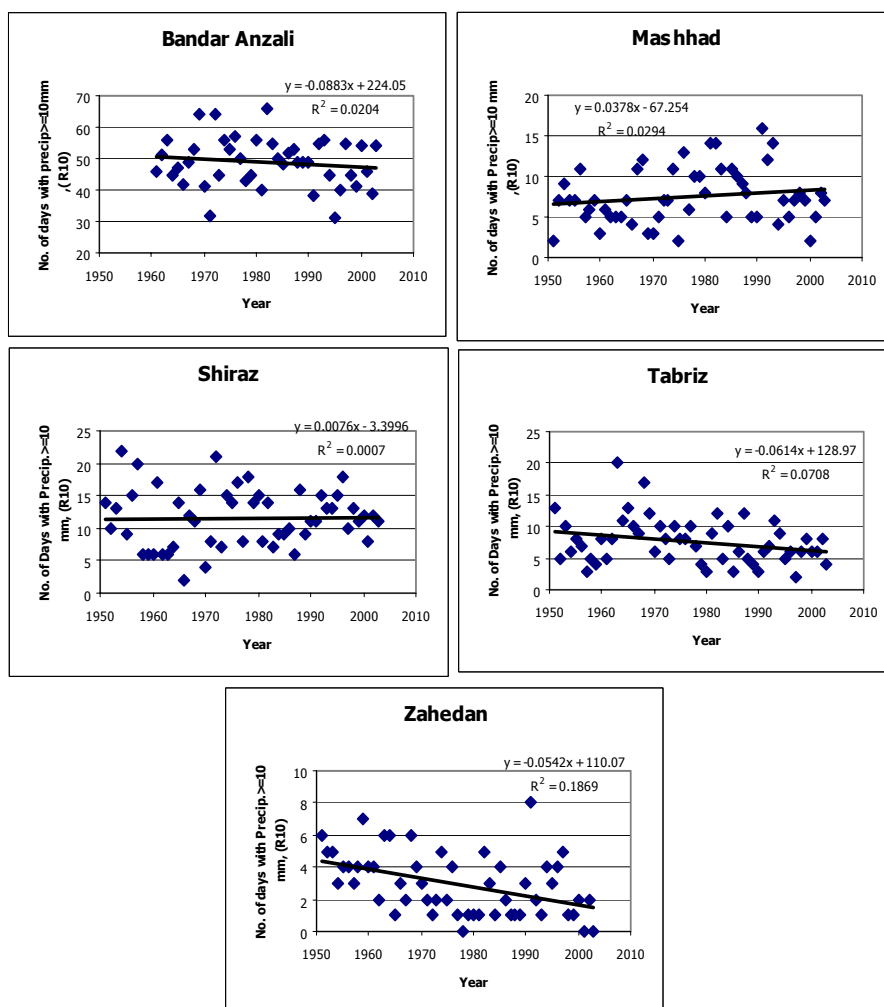
الف) تعداد روزهای یخبندان در اغلب ایستگاههای کشور و همچنین ایستگاههای منتخب که در نواحی اقلیمی متفاوت کشور واقع شده‌اند روند کاهشی دارد. هر سه آزمون وجود روند تعداد روزهای یخبندان را در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ در این ایستگاهها می‌پذیرند.

ب) در اغلب ایستگاههای کشور فراوانی نسبی شب‌های گرم یعنی تعداد روزهایی که دمای حداقل از صدک ۹۰ ام بیشتر می‌باشد دارای روند افزایشی است. این روندها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ با استفاده از هر یک از سه آزمون بکار گرفته شده برای اغلب ایستگاههای کشور قابل قبول هستند. نتایج افزایشی این دو شاخص در کشور مطابق با نتایجی است که در مقیاس جهانی در مورد روند افزایشی فراوانی شب‌های گرم و معنی‌داری آنها بدست آمده است [۶]. به هر حال از بررسی اجمالی بند الف) و ب) این نتیجه حاصل می‌شود که دماهای حدی نیز در این ایستگاهها در حال افزایش بوده و این نتیجه اجمالی با نتیجه کلی حاصل از بررسی دمای سالانه مطابقت دارد [۳].

بارش

بطور عمومی تغییرات در الگوهای بارش در همه مقیاس‌ها نظیر سالانه، ماهانه و غیره دارای رفتار متفاوت می‌باشد. این امر در مورد شاخص‌های حدی نیز صادق است و در اکثر نقاط دنیا شاخص‌های حدی بارش رفتار متفاوتی از خود نشان داده‌اند و الگوی یکنواختی برای این تغییرات وجود ندارد. در هر حال برخی از مهمترین نتایج بدست آمده از بررسی این چند شاخص در ایستگاههای منتخب عبارت است از:

الف) تغییرات تعداد روزهایی با بارش بیشتر از ۱۰ میلیمتر در کشور همانگونه که در دنیا اتفاق افتاده است از الگوی یکسانی پیروی نمی‌کند، در مواردی دارای روند کاهشی (ایستگاههای انزلی، تبریز و زاهدان) و در مواردی دیگر دارای روند افزایشی (ایستگاههای مشهد، شیراز) است (شکل ۱). معنی‌داری این خطوط گاه در سطح ۰/۰۵ قابل قبول و معنی دار نبوده است و فقط حاکی از گرایش دراز مدت آنها می‌باشد.



شکل ۱- تعداد روزهایی با بارش بیش از ۱۰ میلی‌متر در ایستگاههای بندر انزلی، مشهد، شیراز، تبریز و زاهدان (۱۹۵۱-۲۰۰۳)

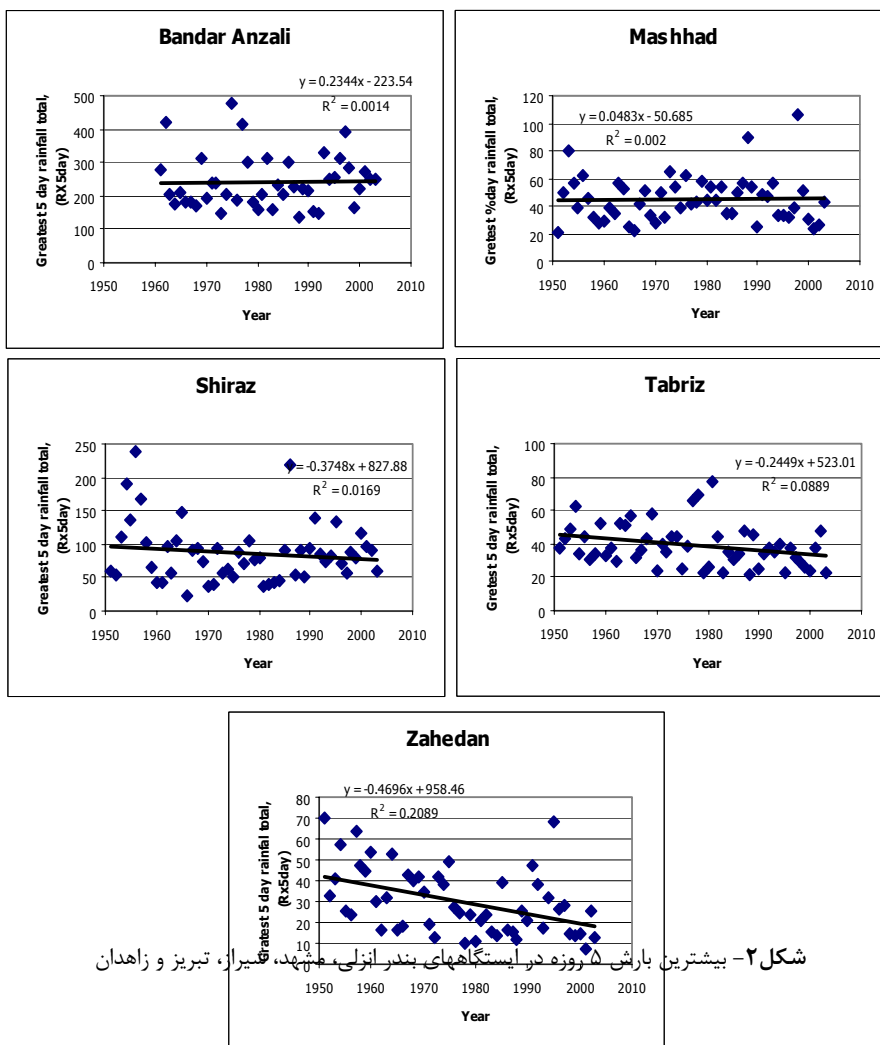
ب) بیشترین تعداد روزهای خشک متوالی که معرف فراوانی خشکی می‌باشد، در تعدادی از ایستگاههای فوق، دارای روند کاهشی خیلی ملایم (ایستگاههای مشهد و زاهدان) و در تعدادی دیگر دارای روند تقریباً ایستا (ایستگاههای شیراز و تبریز) می‌باشد. در تعدادی هم روند افزایشی خیلی ملایم (ایستگاه انزلی) دیده می‌شود که البته این روند با کاهش بارندگی در ایستگاه انزلی همراه است [۴]. شایان ذکر است با توجه به تعریف این پارامتر، حساسیت آن بدلیل قرار گرفتن کشورمان در ناحیه خشک و نیمه خشک خیلی زیاد نیست.

ج) بیشترین بارش ۵ روزه که شاخصی برای سیل محسوب می‌شود در اکثر ایستگاهها روند کاهشی دارد (ایستگاههای زاهدان، تبریز، شیراز) و در تعدادی دیگر از آنها روند افزایشی خیلی ملایم دارد (ایستگاههای انزلی و مشهد) (شکل ۲).

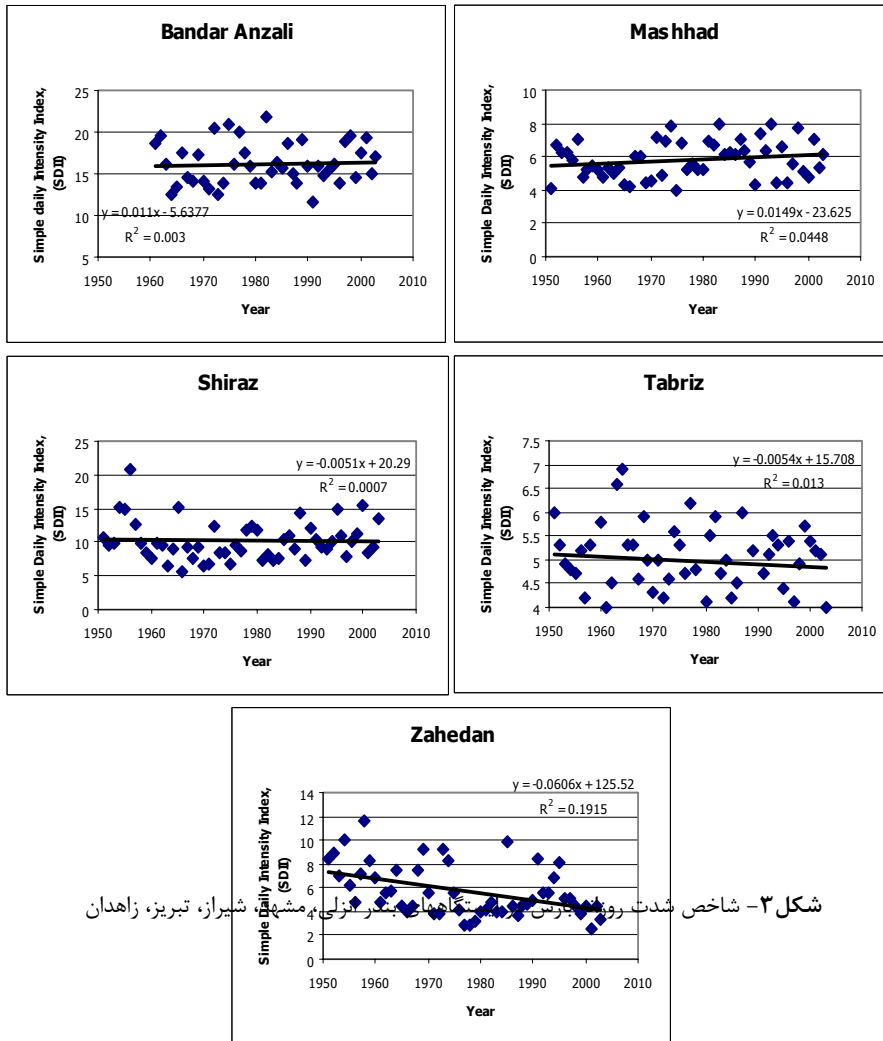
د) شاخص شدت روزانه بارش در بعضی موارد دارای روند افزایشی (ایستگاه مشهد) و در بعضی موارد دارای روند کاهشی (ایستگاه زاهدان) و در بعضی موارد دیگر دارای روند تقریباً ایستا (ایستگاههای انزلی، شیراز، تبریز) می‌باشد (شکل ۳).

و) روزهایی با جمع بارش بزرگتر از ۹۵ امین صدک روزانه در اکثر ایستگاههای موجود دارای روند کاهشی است (ایستگاههای انزلی، مشهد، شیراز، تبریز، زاهدان) (شکل ۴).

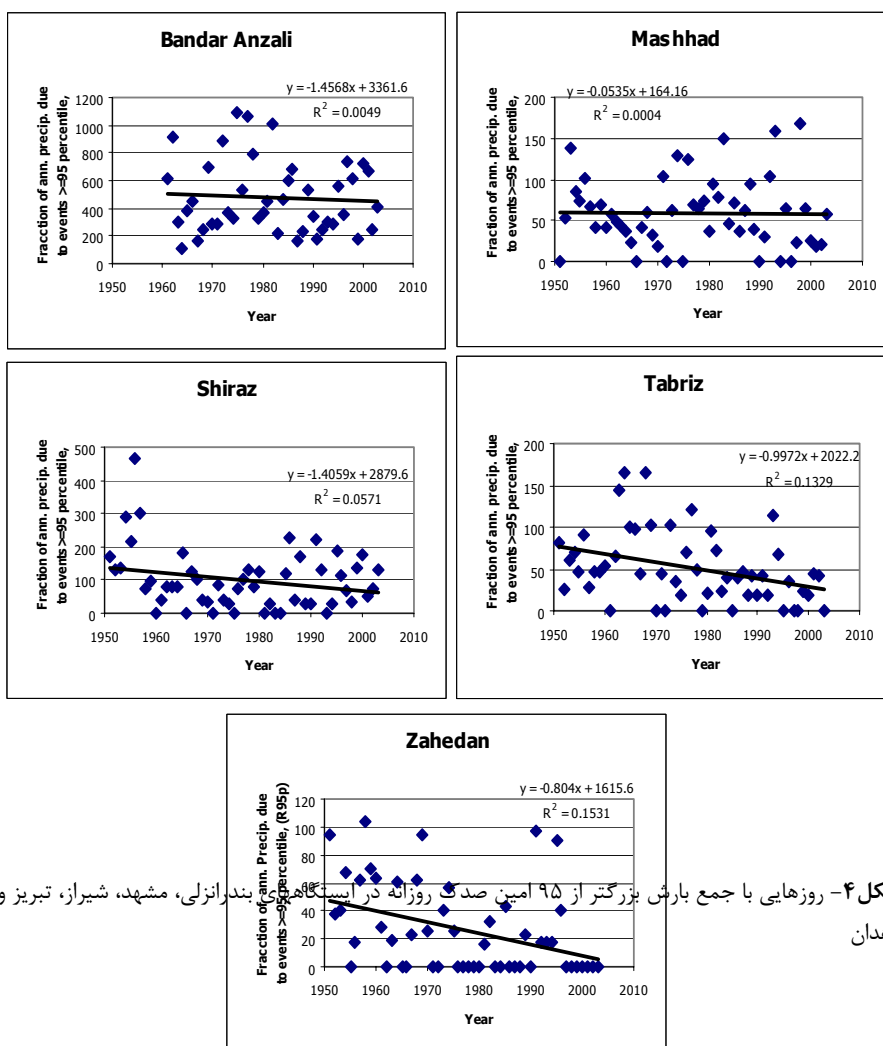
در مقیاس جهانی در نتیجه چنین آنالیزی و با بررسی شاخص‌های حدی بیشتر نشان داده شده است که در طول نیمه دوم قرن بیستم، جهان گرمتر و مرطوبتر شده است. بررسی جزئیات رطوبت، سطح معنی‌داری بالایی را نسبت به دهه گذشته نشان می‌دهد. در این دوره فراوانی تعداد روزهایی که در آن شاهد بارندگی‌های سنگین بوده‌ایم افزایش یافته و فراوانی مقادیر حدی دمای سرد کاهش یافته است. این تغییرات مشاهده شده در مقادیر حدی اقلیم نسبت به شرایط گازهای گلخانه‌ای که انتظار داشتیم بالاتر است. هر چند فعالیت‌هایی در سطح ملی صورت پذیرفته و با تکمیل پروژه بررسی مقادیر حدی ایران که در پژوهشگاه هواشناسی در حال اتمام است نتایج این بررسی‌ها به صورت کامل‌تر در اختیار علاقمندان بخصوص برنامه‌ریزان کشور قرار خواهد گرفت، اما توجه به لزوم یک بانک اطلاعات مناسب و همگن از داده‌های روزانه به همراه شناسه داده با استانداردهای قابل قبول که نتایج آن به خوبی گویای تغییرات این شاخص‌ها باشد، ضروری به نظر می‌رسد. از آنجا که کشور ایران در ناحیه خشک و نیمه خشک قرار دارد و کشاورزی و منابع آب آن به تغییرات الگوهای دما و بارش وابسته است و تغییرات نابهنجار آن نظیر خشکسالیهای سال‌های گذشته (۲۰۰۳-۱۹۹۹) در کوتاه مدت تاثیر بسزایی دارد، آگاهی و دانش از چنین تغییراتی ضروری می‌باشد.



شکل ۲- بیشترین بارش ۵ روزه در ایستگاه‌های بندر انزلی، مشهد، شیراز، تبریز و زاهدان



شکل ۳- شاخص شدت روزانه بارش در مشهد، اهواز، بندر انزلی، شیراز، تبریز، زاهدان



شکل ۴- روزهایی با جمع بارش بزرگتر از ۹۵ امین صدک روزانه در ایستگاههای بندرانزلی، مشهد، شیراز، تبریز و زاهدان

تشکر و قدردانی

این مقاله قسمتی از نتایج اولیه پروژه «بررسی مقادیر حدی در ایران» است که در پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو در حال اتمام می‌باشد. در اینجا از حمایت‌های مسئولین و دست اندرکاران سازمان هواشناسی کشور و همچنین این پژوهشگاه که امکانات لازم جهت انجام این پروژه را فراهم نمودند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- ۱- پروژه آشکارسازی تغییر اقلیم در ایران، ۱۳۸۱، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، ایران، تهران.
- ۲- جهانگیری، زهره، فاطمه، رحیم زاده، ۱۳۸۲، نقش قابلیت داده‌ها در مطالعات تغییرات اقلیمی، سومین کنفرانس تغییر اقلیم، اصفهان.
- ۳- رحیم‌زاده، فاطمه، احمد، عسگری، کیوان، نوحی، ۱۳۸۲، نگرشی بر تفاوت نرخ افزایش دمای حداقل و حداکثر و کاهش دامنه شبانه‌روزی دما در کشور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۳، ص ۱۷۲-۱۵۳.
- ۴- عسگری، احمد و فاطمه، رحیم‌زاده، ۱۳۸۲، برجستگی نوسان بارش در کشور نسبت به روند و جهش آن، سومین کنفرانس تغییر اقلیم، اصفهان.
5. Alexander, L., X, Zhang, T.C. Peterson, J. Caesar, B. Gleason, A. Klein Tank, M. Haylock, D. Collins, B. Trewin, F. Rahimzadeh, A. Tagipour, P. Ambenje, K. Rupa Kumar, J. Revadekar, G. Griffiths, L. Vincent, D. Stephenson, J. Burn, E. Aguilar, M. Brunet, M. Taylor, M. New, P. Zhai, M. Rusticucci and J.L. Vazquez-Aguirre, 2005a: Global Observed Changes in Daily Climate Extremes of Temperature and Precipitation, Submitted to J. Geophys. Res.
6. Frich, L. V. Alexander, P. Della-Marta, B. Gleason, M. Haylock, A. M. G. Klein Tank, T. Peterson. 2001. CLIMATE RESEARCH Clim Res. Observed Coherent Changes the Second Half of the Twentieth Century.
7. IPCC, 1995, Climate Change 1995, The Science of Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
8. IPCC, 2001, Climate Change 2001, Scientific Basis, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
9. Nicholls N, Gruza GV, Jouzel J, Karl TR, Ogallo LA, Parker DE, 1996, Chap. 3, Observed Climate Variability and Change. In: Houghton JT, Meira Filho LG, Callander BA, Harris N, Kattenberg A, Maskell K (eds) Climate Change, 1995: The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Second

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, P 137-192.

10. Parker DE, Horton EB, Alexander LV, 2000, Global and Regional Climate in 1999, *Weather* 55:188-199.
11. Peterson, T.C., C. Folland, G. Gruza, W.Hogg, A. Moskssit, and N. Plummer, 2001, Report on The Activities of The Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs, Document No. 1071, World Meteorological Organization, Geneva, 146pp.
12. Shen, S., 2003, Global Warming Science & Policy: Progress 2002-2003. Proceeding of 14th Global Warming International Conference & expo (27-30 May Boston. USA).
13. Zhang, X., E. Aguilar, S., Sensoy, H., Melkonyan, U., Tagiyeva, N., Ahmed, N., Kutaladze, F., Rahimzadeh, A., Taghipour, T.H., Hantosh, P., Albert, M., Semawi, M., Kareem Ali, A., Halal Said Al-Shabibi, Z., Al-Oulan, Taha Zatari, I., Al Dean Khelet, S., Hammond, M., Demircan, M.Eken, M., Adiguzel, L., Alexander, T., C., Peterson and T., Wallis, 2005, Trends in Middle East Climate Extremes Indices during 1930-2003, *J. Geophysical Research*, Vol, 110.