

بررسی تغییرپذیری بارش و روند شاخص بی‌نظمی آن در سواحل جنوب دریای خزر

سید شفیق موسوی^۱

(تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۵/۲/۸۶)

باند جنوبی دریای خزر مرهوب‌ترین ناحیه سرزمین ایران است که همه ساله بالاترین میزان بارشهای ۲۴ ساعته کشور را نیز به خود اختصاص داده است. از اینرو موقعیت ممتاز ناحیه در سطح کشور و تغییرات اقلیمی سالهای اخیر در سیاره زمین، سبب شد تا برای آشکار سازی روند خطی تغییرات فصلی بارشها و ضریب بی‌نظمی آن در نیمه دوم قرن بیستم از داده‌های بارندگی ۶ ایستگاه حوضه جنوبی دریای خزر استفاده شود. نخستین نتایج این تحقیق نشان داد برغم اینکه بیشترین ناهنجاریهای منفی بارش در فصل زمستان و بهار به ترتیب در محدوده جنوب شرقی و جنوب غربی متمرکز شده است، تنها بخش میانی منطقه با افزایش در بارشهای پاییزی رو به رو می‌باشد. علاوه بر این با توجه به افت بالاترین بارشهای روزانه فصل پاییز در انزلی و خیزش آن در رامسر و بابلسر، احتمال می‌رود این نزولات جوی از جنوب غرب ناحیه در امتداد خط ساحلی به طرف شرق انحراف یافته باشد. اما درخصوص تغییرات بارندگی در نیمه گرم سال تنها می‌توان به روند کاهشی آن در سراسر منطقه اشاره کرد. در ادامه دیده شد که ضریب بی‌نظمی سالانه در بعضی نواحی با افزایش همراه بوده، اما فرایند رو به رشد بارندگیهای سنگین روزانه برای فصول بهار و تابستان جنوب شرقی حوضه خزر و فصل پاییز ناحیه غرب جلگه مازندران از موقعیت ویژه‌ای در سطح منطقه برخوردار شده است.

کلمات کلیدی: سواحل جنوبی دریای خزر، روند خطی، تغییرات بارندگی، بالاترین بارشهای ۲۴ ساعته، ضریب بی‌نظمی.

چکیده

*

*

*

مقدمه

محافل علمی از گوشه و کنار جهان، اخباری مبنی بر تغییر در رژیم بارندگی و تکرار بیشتر ریزش تیپ های شدید را گزارش می کنند. به عنوان نمونه نتایج تحقیق ننگ و لون^۱ (۲۰۰۴) نشان داد که در سه دهه انتهای قرن بیستم (۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ میلادی) خشکسالی ها و بارش های سیلابی در سراسر زمین بیشتر تکرار شدند [۲۱]. در همین رابطه گفته می شود حوضه آبی کارون شمالی در دهه های اخیر (۸۰-۱۳۷۰) بارش بارانهای سیلابی بزرگ، خسارت زیادی به بخشهای آبخیزداری حوضه وارد کرده است [۴]. همچنین گسترش طول دوره خشکی استان اصفهان با متمرکز شدن بیشتر نزولات از فصول پاییز و بهار به فصل زمستان و افزایش تعداد روزهای بارندگی با بیش از ۱۰ میلیمتر [۶] و نیز کاهش نزولات آسمانی طی سالهای ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰ در منطقه شمال غرب ایران [۲] و مشابه همین گزارش در رابطه با کاهش بارندگی در شرق و مرکز مازندران [۱۳] و تکرار بارشهای سیلابی در منتهی الیه جنوب شرق نوار ساحلی خزر و نمونه های دیگری در دشت قزوین [۱۱] و تهران [۷] شواهدی از شکل گیری بی نظمی های نزولات جوی در کشور هستند.

به موازات این دسته از مطالعات، ارزیابی های دیگری نیز با استفاده از روش «پیوند از راه دور»^۲ در مورد بارشهای ایران صورت گرفته است. خشکسالی جنوب غرب سواحل دریای خزر در فازهای منفی SOI^۳ [۲۰] یا ارتباط معنی دار منفی بارش سالانه آذربایجان شرقی با نوسانات اطلس شمالی^۴ [۳] از جمله چنین پیوندهایی در ایران محسوب می شود. دستجردی (۱۳۷۶) نشان داد که غالب سیستم ها و توده های موثر روی بارشهای سنگین سواحل جنوبی خزر، از سرزمین هایی نظیر حوضه شرقی دریای مدیترانه، شرق آفریقا، جنوب و شرق اروپا نقل مکان می کنند [۵]. اما با این وجود، سرزمین های مذکور از جمله قلمروهایی هستند که جدیدترین نتایج تحقیقات، به آسانی تغییرات اقلیمی را در آنجا ثابت می کنند [۱۸، ۱۶ و ۱۷]. مثلاً علیرغم کاهش ۱۰ تا ۲۶٪ بارندگی در کمربند حوضه مدیترانه، در محدوده جنوب شرق آن، افزایش به سمت بارندگیهای سنگین روزانه دیده شده است. بررسی های بعدی نشان داد که این رویداد بی ارتباط با تغییر گردش عمومی جو نیست (دوبل شدن فراوانی تراف دریای سرخ که موجب تزریق بیش از معمول رطوبت به این ناحیه

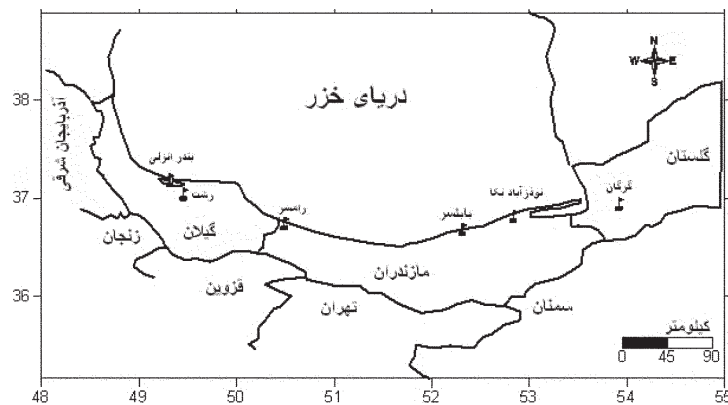
-
1. Neng & Luwen
 2. Teleconnection
 3. Southern Oscillation Index
 4. North Atlantic Oscillation

شده و کاهش کم فشار سوریه [۱۵]. گردش عمومی جو با همراه داشتن سیستم‌های صعود و رطوبت نقش به‌سزایی در کم و کیف بارندگی‌ها بازی می‌کند [۹]. به‌عنوان مثال ترفی که روی دریای سرخ تشکیل می‌شود ۳۸٪ (در فصول بهار و پاییز) و کم فشارهای سوریه ۳۴٪ (فصل زمستان) بارشهای طوفانی و سیلابی نواحی شرق مدیترانه را پوشش می‌دهند [۱۹]. با وجود چنین ناهنجاریهای جوی، علیجانی و زاهدی (۱۳۸۱) در بخشی از تحقیق خود با اشاره به روند فراوانی سالانه تیپ‌های باران‌آور روی شمال غرب ایران، معتقد به تغییر معنی‌دار آنها نیستند [۸]. دستجردی (۱۳۷۶) عوارض عمده گردش عمومی جو را که بارشهای شدید (بیش از ۱۰۰ میلیمتر) سواحل جنوب دریای خزر را شامل می‌شدند، مطرح و با ذکر خسارات ناشی از آنها، سیستم‌های جوی تشکیل‌دهنده این بارشها را به دو الگوی چرخندی و واچرخندی متمایز می‌کند که در میان آنها ترف دریای سرخ و کم فشارهای مدیترانه‌ای نیز به چشم می‌خورد [۵]. به دلیل گسترش طولی ناحیه خزری سهم تاثیرپذیری هر بخش از ساحل را نمی‌توان از این تیپ‌های هوا مساوی دانست، به همین ترتیب مقدار تغییرپذیری نزولات جوی را هم نمی‌توان در همه ناحیه یکسان فرض نمود. یوسفی (۱۳۸۲) به نقش مجزای عوامل بارش‌زا بین نواحی غرب و شرق جلگه خزر اشاره کرده و نتیجه می‌گیرد که با حرکت به سوی شرق ساحل سیستم‌های واچرخندی پاییزی به تدریج جای خود را به چرخندی می‌دهند. شدیدترین بارشهای قطعه شرقی نیز از جابجایی یک روزه غرب به شرق ترف میانی جو عنوان شده است [۱۴]. با توجه به اینکه مرطوب‌ترین بخش کشورمان، باند جنوبی سواحل دریای خزر محسوب شده و بیشترین آمار روزهای بارش بیش از ۳۰ میلیمتر را داراست [۱۰] لذا آگاهی از تغییرات زمانی-مکانی الگوی این نوع ریزشها در سالهای اخیر به موازات افزایش میزان ناهنجاریهای جوی در سیاره زمین حائز اهمیت است. بنابراین در این تحقیق سعی بر آن بوده است که الگوی پراکنندگی و اندازه تغییرات احتمالی متوسط بارندگی، بالاترین بارشهای ۲۴ ساعته که از لحاظ فرسایش، عمران و کشاورزی با اهمیت تلقی می‌شود [۱۰]، به همراه شاخص بی‌نظمی آن روی نوار ساحلی در مقیاس‌های جداگانه فصل، مشخص شوند.

داده‌ها و روش

در این مطالعه داده‌های بارش ۳۸ ساله پنج ایستگاه سینوپتیک و یک ایستگاه بارانسنجی استانه‌ای گیلان (دو ایستگاه)، مازندران (سه ایستگاه) و گرگان (یک ایستگاه) که توزیع جغرافیایی آنها در

شکل ۱ و مشخصات آنها در جدول ۱ درج گردیده است، انتخاب شدند. از بین این ایستگاهها تنها برای نودزآباد به عنوان یک نمونه بارانسنجی عمل تبدیل ماه های شمسی به میلادی انجام گرفته است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و نحوه پراکنش ایستگاههای مورد استفاده

جدول ۱- مشخصات مکانی ایستگاههای مورد مطالعه

طول دوره آماری (میلادی)	نوع ایستگاه	ارتفاع (متر)	طول جغرافیایی دقیقه-درجه	عرض جغرافیایی دقیقه-درجه	مشخصات نام ایستگاه
۱۹۶۶ - ۲۰۰۳	سینوپتیک	۱۳/۳	۵۴° ۱۶'	۳۶° ۵۱'	گرگان
۱۹۶۶ - ۲۰۰۳	بارانسنجی	-۱۹	۵۳° ۱۴'	۳۶° ۴۹'	نودز آباد نکا
۱۹۶۶ - ۲۰۰۳	سینوپتیک	-۲۱	۵۳° ۳۹'	۳۶° ۴۳'	بابل
۱۹۶۶ - ۲۰۰۳	سینوپتیک	-۲۰	۵۰° ۴۰'	۳۶° ۵۴'	رامسر
۱۹۶۶ - ۲۰۰۳	سینوپتیک	۳۶/۷	۴۹° ۳۹'	۳۷° ۱۳'	رشت
۱۹۶۶ - ۲۰۰۳	سینوپتیک	-۲۶/۲	۴۹° ۲۸'	۳۷° ۲۸'	بندر انزلی

داده های بارش به دو صورت میانگین ماهانه و بالاترین مقدار روزانه از سازمان هواشناسی دریافت و در ادامه به مقادیر فصلی (سه ماهه) و سالانه تنظیم شده است. صحت همگنی داده ها نیز به روش «ران تست» مورد ارزیابی و تایید قرار گرفت. لازم به ذکر است که استفاده از فرض بالاترین بارشهای ۲۴ ساعته تنها به دلیل در دسترس بودن و لزوماً به معنی دوام بارش در ۲۴ ساعت نیست چون این بارشها در پایه های زمانی کوتاه تر از ۱۲، ۶، ۲ و حتی ۱ ساعت نیز اتفاق می افتد.

پس از بررسی های مقدماتی روی تغییرات بارندگی، نسبت بالاترین بارش ۲۴ ساعته فصلی و سالانه (برحسب درصد) از رابطه (۱) برای هر سال مورد محاسبه قرار گرفت.

$$(1) \quad \text{ضریب بی‌نظمی} = \frac{r_i}{R_i} \times 100$$

در رابطه فوق r_i مقدار بالاترین بارش ۲۴ ساعته فصل یا سال n ، R_i مقدار کل بارش که در همان سال یا فصل باریده است. این ضریب می‌تواند بی‌نظمی های احتمالی را که در شدت بارندگی هر منطقه بوقوع پیوسته است به ما نشان دهد. بنابراین هر اندازه رقم بی‌نظمی بارش یک سال یا یک دوره اقلیمی بیشتر یا کمتر باشد، به همین ترتیب آب و هوای آن با شرایط رژیم رگباری یعنی بارندگیهای سنگین روزانه نزدیکتر یا دورتر می‌شود [۱ و ۱۰]. به منظور آشکارسازی میزان تغییر احتمالی هر یک از پارامترهای بارندگی از برآورد شیب خط رگرسیون در طول دوره آماری استفاده شده است.

تحلیل تغییرات فصلی روند بارش ها

الف- متوسط سالانه

نتایج بررسی تغییرات بلندمدت بارندگی روی باند ساحلی خزر در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج بررسی گویای آن است که در سه دهه پایانی قرن بیستم مقادیر روند تغییرات بارندگی سالانه به ویژه برای فصل پاییز در بخش مرکزی جلگه (بابلسر و رامسر) رشد محسوسی داشته است. در همین دوره ناهنجاریهای منفی بارش سالانه در دو سوی انتهای حوضه در ایستگاه گرگان و انزلی نمود بیشتری یافته و بیشترین سهم سالانه آن در این دو ایستگاه به ترتیب به فصول زمستان و تابستان برای ایستگاه گرگان و بهار و زمستان برای ایستگاه انزلی مربوط شده است. بارزترین ناهنجاری نزولات جوی در خلال فصل زمستان، تغییرات کاهشی آن است که ناحیه جنوب شرق این کمربند (گرگان و نوذرآباد نکا) نسبت به نواحی مجاور خود در رتبه بالاتری قرار گرفته است. از آنجاکه ناحیه فوق سهم قابل توجه ای از بارشهای دوره سرد خود را در مقایسه با بخش جنوب غرب این محدوده، از کم فشارهای مهاجر دریافت می‌کند [۱۴] و چون تعداد همین کم فشارهای طی سالهای اخیر حتی در سرزمین های منشأ نیز کاهش نسبی را نشان داده اند [۱۵]، گمان می‌رود به تدریج در ادامه همین فرایند منجر به افت شدید نزولات ناحیه جنوب شرقی شده باشد.

جدول ۲- مقادیر تغییر روند خطی بارندگی در طول دوره آماری (اعداد بالای خطوط) (بر حسب میلیمتر)، میانگین و انحراف معیار (اعداد پایین خطوط) (ارقام درون پرانتز انحراف معیار هستند)

سال	پاییز	تابستان	بهار	زمستان	نام فصل ایستگاه
-۱۹۹**	-۴۲/۵	-۳۷*	-۴۵	-۷۵/۳**	گرگان
۵۹۴(۱۰۸)	۱۷۶(۵۷)	۷۹ (۳۸)	۱۶۷(۵۱)	۱۷۲(۵۶)	
-۷۰	۲۶	-۲۳	۳	-۷۴/۸۴**	نودرآباد نکا
۶۹۱(۱۳۶)	۲۶۶ (۱۰۰/۶)	۷۳ (۶۷/۲)	۱۲۴ (۵۳)	۲۲۹(۶۴)	
۱۰۷/۵	۱۴۰*	-۸	-۲۵	۱	بابلسر
۹۲۲(۱۵۸)	۴۰۴ (۱۳۱)	۱۰۰/۵(۵۶/۶)	۱۱۵/۴(۴۷)	۳۰۳ (۷۸)	
۱۵	۱۳۹	-۶۶	-۲۰	-۳۹	رامسر
۱۲۱۱(۲۸۵)	۶۰۷(۲۷۱)	۱۵۴(۸۲)	۱۷۸/۵(۵۷)	۲۷۳/۵(۱۰۶)	
-۹۷	-۵۳	-۲۰	-۵۲	-۸۵	رشت
۱۳۶۸(۲۵۸)	۵۵۷(۱۷۹)	۱۵۵/(۶۸)	۲۲۷(۷۱)	۴۲۸/۵(۱۵۰)	
-۱۲۹	۶۳	-۳۱	-۷۰**	-۹۰	بندرانزلی
۱۷۷۴(۳۴۸)	۸۵۸(۲۷۲)	۱۹۱/۵(۱۰۵)	۱۹۹(۶۲/۵)	۵۲۶(۱۸۵)	

* معنی داری آماری در فاصله اطمینان ۹۰٪

** معنی داری آماری در فاصله اطمینان ۹۵٪

علاوه بر این، روند عمومی بارش فصول بهار و تابستان نیز به طور گسترده ای در سراسر ناحیه مورد مطالعه سیر نزولی را در پیش گرفته است. در همین رابطه ننگ و لون (۲۰۰۴) در مقیاس سیاره ای ارتباط بسیار نزدیکی بین کاهش بارندگی های تابستانه (ژوئن، ژوئیه و اوت) با تغییرات SST گزارش کرده اند که انتظار می رود خشکسالیهای تابستانه در منطقه جلگه خزر هم بی تناسب با آن نباشد. آنها نشان دادند در مواقع خشکسالی تابستانه روی اغلب سرزمین های نیمکره شمالی، دمای سطح اقیانوس آتلانتیک شمالی در فصل زمستان پیشین (دسامبر، ژانویه و فوریه) یعنی قبل از وقوع خشکسالی، پایین تر از نرمال است و در تابستانهای درگیر با خشکسالی (JJA) در بخش شرق اقیانوس آرام، SST گرمتر از بخش غرب آن است [۲۱].

در نقطه مقابل مهمترین تغییرات افزایشی که مشاهده شد در فصل پاییز روی مرکز نوار ساحلی واقع است و گفته می شود چنین موقعیتی این امکان را فراهم می سازد که هر وقت سیستم های غربی و شرقی موجب ریزشهای پاییزه در قسمتهای غرب و شرق خزر می شوند، بخشهای مرکزی را نیز

1. Sea Surface Temperature

متاثر می‌سازد. از طرفی بالاترین اختلافات دمایی هوا و سطح آب شمال و جنوب حوضه خزر (هنگامی که بالای صفر درجه است) در ماه‌های فصل پاییز روی می‌دهند [۱۴]. براین اساس هرگونه تغییری که در گرادیان شیب فشار و دما بین شمال و جنوب خزر به وجود آید، قادر خواهد بود موقعیت مراکز بارندگی را نیز در باند ساحلی تغییر دهد. ناظم السادات و قاسمی (۲۰۰۴) با اشاره به این مسئله تاکید دارند که در فازهای النینو به دلیل ضعف پرفشار سیبری و به دنبال آن افت گرادیان فشار بین شمال و جنوب حوضه خزر، اثر نیروی کوریولیس^۱ نیز تضعیف شده و جهت وزش بادهای به سمت بخش‌های شرقی تر هدایت می‌شود و نهایتاً منجر به ناهنجاریهای مثبت بارش برای نواحی شرق و منفی برای غرب سواحل جنوبی خزر می‌شود [۲۰]. از سوی دیگر قبلاً محققان ثابت کردند که شاخص نوسانات جنوبی (SOI) در یک سده گذشته با کاهش (۰/۹-) مواجه شده و پدیده النینو در چند دهه گذشته به فراوانی اتفاق افتاده است [۱۲]. به نظر می‌آید این وضع در ادامه موجب افزایش باران در نوار مرکزی ناحیه شده است.

ب- بالاترین بارشهای ۲۴ ساعته

جدول ۳ مقادیر تغییر بالاترین بارشهای ۲۴ ساعته را نشان می‌دهد. نتایج گویای آن است که ایستگاههای میانی منطقه مورد مطالعه برخلاف اطراف آن دارای آنومالیهای مثبتی هستند. دامنه تغییر میانگین بالاترین بارشهای ۲۴ ساعته ناحیه نیز از ۴۸/۶ میلیمتر (گرگان) تا ۱۳۸ میلیمتر (رامسر) در نوسان می‌باشد. شایان ذکر است در حالی میانگین ایستگاه رامسر از انزلی برتر بوده که اولی با ۳۱ میلیمتر افزایش در برابر ۲۶ میلیمتر کاهش انزلی قرار گرفته است. مدل‌های نوسانی شکل ۲ تغییرات بلندمدت بالاترین بارشهای سنگین را در ۶ ایستگاه ساحلی مشخص کرده است. در ایستگاه انزلی هنگامی که انتظار می‌رفت شدیدترین بارندگی‌های روزانه دیده شود، ارقام پایینتر از سطح میانگین (۱۲۲/۶ میلیمتر) را در انتهای دوره نشان داده است. این مسئله نیز تا حدی روی میانگین متحرک ۵ ساله مشهود است. اما در عوض ایستگاه‌های غرب و مرکز استان مازندران (به ویژه رامسر) در دوره‌های پایانی، ارقام به مراتب بالاتری را به خود اختصاص دادند. بنابراین می‌توان اذعان داشت که هسته بارندگی پاییزه، موقعیت مکانی خود را در اواخر دوره از استان گیلان جدا و به سمت کرانه‌های ساحلی غرب مازندران متمایل کرده است. البته ایستگاه انزلی فقط در فصل پاییز با

جدول ۳- مقادیر تغییر روند خطی بالاترین بارشهای ۲۴ ساعته در طول دوره آماری (اعداد بالای خطوط) (برحسب میلیمتر)، میانگین و انحراف معیار (اعداد پایین خطوط) (ارقام درون پرانتز انحراف معیار هستند)

سال	پاییز	تابستان	بهار	زمستان	فصل نام ایستگاه
-۷/۶	-۱۳	-۱۶	۵/۲	-۱۰	گرگان
۴۸/۶(۱۷/۵)	۴۰/۹(۱۶/۸)	۲۹(۲۰/۵)	۲۸/۲(۱۰/۹)	۲۶/۸(۱۰/۸)	
-۷/۶	-۲/۳۸	-۲۶/۳	۱	-۱۴/۸	نودرآباد نکا
۶۸/۶(۳۱/۵)	۶۲/۲(۳۲/۳)	۲۹/۶(۲۶/۳)	۲۶/۹(۱۱)	۳۸(۱۳/۸)	
۱۳/۶	۱۶	-۱۰/۶	-۲	۱/۳	بایلسر
۹۰/۷(۴۳/۸)	۸۸/۶(۴۵/۳)	۳۲(۱۶/۲)	۲۵/۴(۱۰/۳)	۴۴/۳(۱۶/۲)	
۳۱	۴۵/۶	-۴۱/۶**	-۵	-۱۴/۵	رامسر
۱۳۸/۲(۶۲/۲)	۱۳۳/۵(۶۶/۶)	۴۹/۶(۲۹/۴)	۳۲/۲(۱۴/۵)	۵۳/۸(۲۶/۲)	
-۷	۶/۴	-۲۲	-۴/۴	-۱۱/۷	رشت
۹۲/۷(۲۸/۴)	۸۵/۶(۳۱/۳۲)	۴۷/۷(۲۵/۴)	۳۸/۶(۱۵/۶)	۵۳/۸(۲۲)	
-۲۶	-۲۸	-۳۴**	-۱۴/۸**	۱۱/۸	بندرانزلی
۱۲۲/۶(۴۱/۴)	۱۱۸(۴۵/۷)	۵۷(۳۰)	۳۵/۶(۱۳/۴)	۶۶/۹(۲۵)	

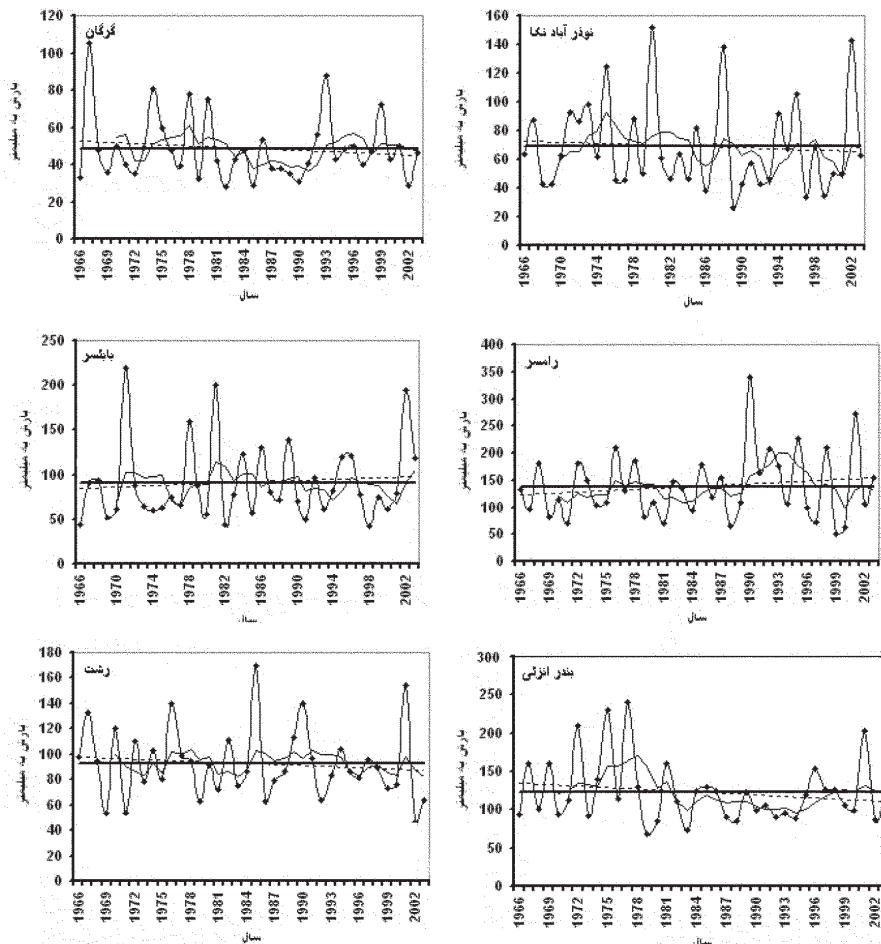
* معنی داری آماری در فاصله اطمینان ۹۰٪

** معنی داری آماری در فاصله اطمینان ۹۵٪

روند نزولی بارشهای سنگین مواجه نبوده بلکه روند کاهش شدیدتری در فصل تابستان انزلی و حتی رامسر نیز تجربه شده است.

اگرچه نتایج این بررسی به نوار ساحلی محدود شده و روند بارندگی از خط ساحلی به طرف خشکی کمتر می شود، ولی براساس نتایج یک بررسی در گذشته، معلوم شد به دنبال تضعیف تدریجی جبهه نسیم دریا و کاهش بارشهای بیش از ۱۰۰ میلیمتر روزانه روی عرض جلگه، دوباره یک مرکز پرباران دیگری با تقویت بادهای آناباتیکی و انتقال رطوبت از سطح دریا به سمت خشکی، روی دامنه های شمالی البرز تشکیل می شود [۵].

در اغلب ایستگاهها با توجه به مقادیر متوسط بالاترین بارشهای ۲۴ ساعته فصل پاییز و مقایسه آن با مقادیر سالانه دیده می شود که فصل پاییز بیشترین سهم و فراوانی را از شدیدترین بارشهای سالانه داراست. اما پس از آن، دومین فصل با اهمیت در سطح حوضه یکسان نیست و فقط برای استان گلستان به تابستان و بهار اختصاص دارد، در صورتی که برای سایر استانهای غرب حوضه، دومین فصل پرباران مربوط به زمستان است.



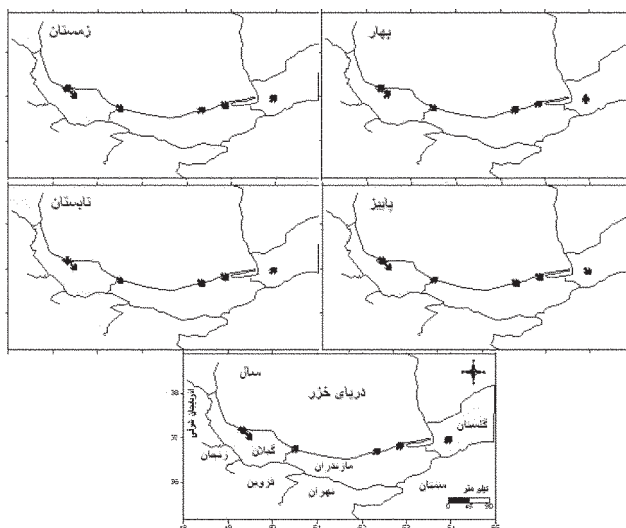
شکل ۲- مدل‌های نوسانی بالاترین بارشهای ۲۴ ساعته سالیانه به میلی‌متر در سواحل جنوبی دریای خزر (منحنی مربع دار)، روند بلندمدت (امتداد نقطه چین)، میانگین بلندمدت (امتداد افقی ضخیم) و میانگین متحرک ۵ ساله (منحنی باریک)

شاخص بی‌نظمی

شکل ۳ الگوی نهایی از چگونگی شکل‌گیری روند رژیم بارندگی‌ها در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، شاخص بی‌نظمی سالانه به استثنای استان گیلان، در استانهای گلستان و مازندران در حال افزایش است. در فصل پاییز نیز ناهنجاری، در غرب مازندران روند

صعودی یافته است، ولی بیشترین افزایش معنی دار مربوط به فصل بهار در گرگان روی داده که این شرایط کماکان به صورت محسوسی در فصل تابستان نیز ادامه داشته است (برغم انحراف مخالف در سایر ایستگاههای غربی به خصوص انزلی).

رشد ضریب بی‌نظمی نشانگر شکل‌گیری افزایش به سمت بارشهای سنگین روزانه فصول گرم در استان گلستان و پاییز در غرب مازندران است. مسلماً چون ارتفاع حاصل از آب بارش کاملاً محصول ۲۴ ساعت بارندگی نمی‌باشد و حتی احتمال کوتاه‌تر شدن پایه‌های زمانی این نوع بارندگیها نسبت به نرمال نیز وجود دارد، بنابراین تکرار بارشهای شدید و وقوع سیلابها در این نواحی چندان دور از انتظار نیست.



شکل ۳- پراکندگی فضایی روند شاخص بی‌نظمی بارش در سواحل جنوبی دریای خزر مربوط به فصول زمستان، بهار، تابستان، پاییز و سال، ↑ روند افزایش با معنی داری ۹۵٪، ↓ روند کاهش با معنی داری ۹۵٪، ↗ روند افزایشی بدون معنی داری آماریف ↘ روند کاهشی بدون معنی داری آماری

نتیجه‌گیری

در این مطالعه شرایط بارندگی نوار جنوبی دریای خزر به ویژه تغییرات سه دهه انتهایی قرن بیستم روی ۶ ایستگاه نمونه مورد بحث و بررسی واقع شده است. مهمترین یافته‌های این تحقیق حکایت از

آن دارد که شرایط رطوبتی جدیدی در سطح این حوضه در حال شکل‌گیری بوده و به نظر می‌رسد مرزهای اقلیمی که تا گذشته با آن رو به رو بوده ایم، اکنون به تدریج در حال تغییر دادن قلمرو خود هستند. عنصر بارندگی در ساحل جنوب شرقی به ویژه در فصل زمستان در حال کاهش است. این در حالی است که با حرکت در امتداد خط ساحلی به سمت غرب، ابتدا در بابلسر بارندگی در فصل پاییز افزایش نشان داده، سپس به تدریج بعد از رامسر تغییرات کاهشی آن تا انزلی برتری می‌یابد. بنابراین اگر چنین تغییراتی در ارتفاعات شمالی مجاور جلگه مازندران روی مرکز پرباران دوم علیرغم خط ساحلی هم روی داده باشد، فرایندهای دامنه‌ای وابسته، نظیر فرسایش، سیلاب و رانش زمین هم در اراضی شییدار غرب استان مازندران تشدید خواهد شد. چنین امری تا اندازه‌ای می‌تواند اولویت اجرای طرح‌های آبخیزداری در نواحی فوق را بازگو کند. تغییرات بارندگی در دوره گرم سال در مجموع ایستگاه‌های هواسنجی افت نشان داده است که تمرکز بیشتر مربوط به ایستگاه انزلی و سپس متوجه شرق و مرکز ناحیه است. این مسئله در سالهای اخیر دسترسی مستقیم کشاورزان به منابع آب حاصل از بارندگیهای فصول بهار و تابستان را کاهش داده و به دلیل نیاز به مصرف زیاد آب کشاورزی در این موقع از سال، به ناچار با صرف هزینه زیاد فشار روی آبهای زیرزمینی متمرکز شده است که در صورت ادامه این روند منجر به کاهش سطح آبهای زیرزمینی یا تخلیه کامل آنها خواهد شد. بالاترین بارشهای ۲۴ ساعته روی نوار ساحلی، گرچه در اغلب موارد مربوط به فصل پاییز بوده و در ناحیه غرب مازندران هم بیشترین تغییرات افزایشی را تجربه کرده است، اما از رگبارهای قابل توجه استان گلستان هم در نیمه گرم سال نمی‌توان به آسانی گذشت. در خصوص ضربیب بی‌نظمی مشخص شد که بخش جنوب شرقی منطقه از روند رو به رشد بارندگی‌های سنگین چشمگیر بهاره و تابستانه برخوردار است و همین امر تا اندازه زیادی می‌تواند وقوع سیلابهای این ناحیه در سالهای اخیر را توجیه نماید. بخش غربی استان مازندران هم در فصل پاییز به سمت الگوی رگباری پیش می‌رود. بنابراین حوضه‌ها و شهرهای واقع در محدوده تغییرات افزایش بی‌نظمی، در کنار دخالت‌ها و دستکاری‌های تشدیدکننده بشر در این عرصه، در آینده تکرار طغیان آب رودخانه‌ها و آب‌گرفتگی معابر را به همراه خواهد داشت.

منابع

- ۱- انصافی مقدم، طاهره، ۱۳۸۴، تعیین شاخص خشکی در حوضه دریاچه نمک به روش دمارتن، نیوار، شماره ۵۷، ۳۳-۵۶.
- ۲- براتی، غلامرضا و سید شفیع، موسوی، ۱۳۸۴، جابجایی مکانی موجهای زمستانی گرما در ایران، جغرافیا و توسعه، شماره ۵، ۴۱-۵۲.
- ۳- خورشید دوست، علیمحمد و یوسف، قویدل، ۱۳۸۲، مطالعه نوسانات بارش، پیش بینی و تعیین فصول مرطوب و خشک زمستانه استان آذربایجان شرقی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۲، ۲۵-۳۶.
- ۴- خوشحال، جواد، حسینعلی، غیور و داریوش، رحیمی، ۱۳۸۴، کاربرد مدل ترکیبی گامبل در تجزیه و تحلیل فراوانی بارشهای حداکثر حوضه کارون شمالی، جغرافیا و توسعه، شماره ۵، ۷۳-۸۳.
- ۵- خوشحال دستجردی، جواد، ۱۳۷۶، تحلیل و ارایه مدل‌های سینوپتیکی، کلیماتولوژی برای بارشهای بیش از ۱۰۰ میلی‌متر در سواحل جنوبی دریای خزر، رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس.
- ۶- طاووسی، تقی و حسینعلی، غیور، ۱۳۸۲، شناخت فرایندهای بیابانزایی در اکوسیستم خشک چاله گاو خونی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۸، ۶۳-۸۲.
- ۷- هدایتی دزفولی، اکرم، ۱۳۸۱، برخی مشخصه‌های آماری بارندگی تهران، نیوار، شماره ۴۷، ۷۰-۵۵.
- ۸- علیجانی، بهلول و مجید زاهدی، ۱۳۸۱، تحلیل آماری و سینوپتیکی بارندگی آذربایجان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۶، ۲۰۲-۲۱۷.
- ۹- علیجانی، بهلول، ۱۳۸۱، شناسایی تیپ‌های هوایی باران آور تهران بر اساس محاسبه چرخندگی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۴، ۱۱۴-۱۳۲.
- ۱۰- علیجانی، بهلول، ۱۳۷۴، آب و هوای ایران، چاپ سوم، ۱۳۷۶، دانشگاه پیام نور.
- ۱۱- عزیزی، قاسم، ۱۳۸۲، ارتباط خشکسالی‌های اخیر و منابع آب زیرزمینی در دشت قزوین، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۶، ۱۳۱-۱۴۳.
- ۱۲- غیور، حسنعلی و حسین، عساکره، ۱۳۸۱، مطالعه اثر پیوند از راه دور بر اقلیم ایران، مطالعه موردی: اثر نوسانات اطلس شمالی و نوسانات جنوبی بر تغییرات میانگین ماهانه دمای جاسک، ۹۳-۱۱۳.
- ۱۳- مرادی، حمیدرضا، ۱۳۸۲، بررسی روند خشکسالی در استان مازندران، خشکی و خشکسالی

کشاورزی، ۱۰، ۸۳-۹۴.

۱۴- یوسفی، حسن، زمانبندی ورود پرفشار سیبری به سواحل جنوبی دریای خزر و تاثیر سینوپتیکی آن بر بارشهای پاییزی منطقه، ۱۳۸۲، عزیزی، قاسم، پایان نامه کارشناسی دانشگاه تهران.

15. Albert P., Osentinsky I., Ziv B., Shafir H., 2004, A New Season Definition based on Classified Daily Synoptic Systems, An Example for the Eastern Mediterranean, *International Journal of Climatology* 24, 1013-1021.
16. Doemroes M., Tantwi AE., 2004, Recent Temporal and Spatial Temperature Changes in Egypt, *International Journal of Climatology* 25, 51-63.
17. Feidas H., Makrogiannis T., Bora SE., 2004, Trend Analysis of Air Temperature Time Series in Greece and their Relationship with Circulation Using Surface and Satellite Data, 955-2001, *Theoretical and Applied Climatology* 79, 185-208.
18. Hasnean HM., 2004, Wintertime Surface Temperature in Egypt in Relation to the Associated Atmospheric Circulation, *International Journal of Climatology* 24, 985-999.
19. Kahana, R., Baruch Z., Yehouda E. and Uri D., 2002, Synoptic Climatology of Major Floods in the NEGEV Desert, ISRAEL, *Int. J. Climatol* 22, 867-882.
20. Nazemosadat MJ., AR., Ghasemi, 2004, Quantifying the ENSO?Related Shifts in the Intensity and Probability of Drought and Wet Periods in Iran, *Journal of Climate* 17, 4005-4018.
21. Neng SH. and Luwen CH., 2004, Evolution and Features of Global Land June-August Dry/Wet Periods during 1920-2000, *Int. J. Climatol* 24, 1483-1493.