

صص ۲۴-۱۵

تحلیل اثرگذاری سیگنال‌های اقلیمی پیوند از دور بر رخداد سیل مطالعه موردی: استان سیستان و بلوچستان

مهدی محمودآبادی*

دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه یزد، ایران

کمال امیدوار

استاد اقلیم‌شناسی دانشگاه یزد، ایران

غلامعلی مظفری

دانشیار اقلیم‌شناسی دانشگاه یزد، ایران

احمد مزیدی

دانشیار اقلیم‌شناسی دانشگاه یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۳۰

چکیده

یکی از ویژگی‌های خاص مناطق خشک عدم وجود نظم و روندی مشخص در ریزش‌های جوی است. همین امر سبب به وجود آمدن اقلیمی خاص شده است به نحوی که هر ساله شاهد سیلاب‌های عظیم و یا خشک‌سالی‌های شدیدی در این مناطق هستیم. در این پژوهش به منظور بررسی اثرگذاری هم‌زمان سیگنال‌های اقلیمی پیوند از دور بر سیلاب‌های استان سیستان و بلوچستان از داده‌های بارش روزانه (۱۹۸۷-۲۰۱۳) ۶ ایستگاه سینوپتیک، داده‌های دبی پیک و سیگنال‌های اقلیمی پیوند از دور استفاده شد. بدین منظور ابتدا ضرایب همبستگی میان سیگنال‌های اقلیمی با دبی‌های پیک و سپس ارتباط شاخص‌های حدی بارش با دبی‌های پیک محاسبه شد. در گام بعد رفتار سیگنال‌های اقلیمی مؤثر بر رخداد سیل با یکدیگر مورد آزمون قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سیگنال‌های اقلیمی EPO, TNA, PNA, NAO و بیشترین میزان همبستگی را با سیلاب‌ها از خود به نمایش گذاشتند. در بیشتر ایستگاه‌ها ارتباط معنی‌داری میان شاخص‌های R20, R30 و R50 و TNA, PNA, NAO و EPO با دبی‌ها وجود دارد. سیگنال‌های اقلیمی NAO و EPO دارای همبستگی معکوس و سیگنال‌های اقلیمی PNA و TNA دارای همبستگی مستقیم با سیلاب‌ها می‌باشند. نتایج حاصل از رگرسیون نیز نشان داد که ۳۵ درصد از تغییرات سیل را می‌توان با سیگنال‌های اقلیمی تبیین کرد.

واژگان کلیدی: دبی، سیگنال اقلیمی، سیل، استان سیستان و بلوچستان.

مقدمه

سیل از جمله ویرانگرترین بلایای طبیعی شناخته شده است که تنها در سال ۲۰۱۰ بیش از ۱۷۸ میلیون نفر را در سراسر جهان به‌نوعی تحت تأثیر قرار داده است (ژائو و همکاران، ۲۰۱۲). در ایران نیز با توجه به اقلیم خشک حاکم، بسیاری از

شهرها و آبادی‌ها در مجاورت رودخانه‌های دائمی و فصلی قرار دارند این امر سبب به وجود آمدن تغییر کاربری‌های گسترده در حاشیه رودخانه‌ها شده است. همچنین بر اثر فعالیت‌های انسانی و خشک‌سالی‌های طبیعی فقر پوشش گیاهی سیمای غالب مناطق خشک کشور است. مجموع عوامل فوق به همراه یکسری عوامل ژئومورفولوژیکی و خاکشناسی این اقلیم را مستعد وقوع سیلاب‌های عظیم و بار آمدن خسارات جانی و مالی فراوان می‌کند. از جمله سیل‌های اخیر می‌توان به سیل ایلام در سال ۱۳۹۴ اشاره نمود که ۸ کشته و مفقود و بالغ بر ۱۰۰۰ میلیارد خسارت در پی داشت. همچنین سیل تهران و مازندران در سال ۱۳۹۴ بالغ بر ۲۸ کشته و مفقود به‌جای گذاشت. حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان با مساحت ۴۳۷۱۵۰ کیلومتر مربع یکی از پهناورترین حوضه‌های آبریز ایران محسوب می‌شود. این حوضه دارای رژیم بارشی متفاوتی است به نحوی که در غرب آن رودهای پرآب و دائمی جریان داشته و هرچه به سمت شرق پیشروی کنیم رودها حالت سیلابی بیشتری از خود بروز می‌دهند. با توجه به قرارگیری استان سیستان و بلوچستان در شرق حوضه آبریز مذکور، رژیم بارشی نامنظم و بالطبع آن وقوع سیلاب و خشک‌سالی‌های شدید از خصوصیات بارز آن است. در اسفند ۹۳ بر اثر وقوع سیل در این استان ۲ نفر جان باختند و تنها در شهرستان نصرت‌آباد ۲۰ خانه بین ۵۰ تا ۱۰۰ درصد تخریب گردید. همچنین سیلاب تابستان ۱۳۹۲ بیش از ۲۳۰ میلیارد خسارت بر جای گذاشت. لذا می‌بایست به‌منظور کاهش خسارات وارده از وقوع این مخاطرات و همچنین بهره‌وری بیشتر از حجم رواناب تولید شده آمادگی‌های لازم را کسب نمود. یکی از این آمادگی‌ها پیش‌بینی وقوع بارش می‌باشد. به همین منظور محققان بسیاری برای پیش و ارزیابی سیلاب‌ها پژوهش‌های وسیعی را انجام داده‌اند که البته بیشتر این پژوهش‌ها به بررسی همدیدی رخداد سیل پرداخته است. از جمله این پژوهش‌ها را می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

چین سنگ و همکاران (۲۰۰۲: ۱۲۹) بارش‌های بیش از ۱۰۰ میلی‌متر تایوان را به دو گروه تقسیم کردند. موهاپترا (۲۰۰۵: ۱۷) ویژگی‌های بارش سنگین ۲۴ ساعته اوریسای هند را بررسی نمود. کومار (۲۰۰۸) بارش سنگین ژوئیه ۲۰۰۵ بمبی را تحلیل کرد. در ایران نیز پژوهش‌های زیادی در این خصوص انجام شده است که می‌توان به پژوهش انجام شده زیر اشاره نمود. علیجانی و همکاران (۱۳۸۹: ۱) بارش سنگین ششم ژانویه ۲۰۰۸ جنوب شرق ایران را تحلیل همدیدی کردند. امیدوار و همکار (۱۳۹۱: ۱۲) الگوهای بارش‌های سنگین استان چهارمحال و بختیاری را بررسی کردند. معصوم‌پور و همکاران (۱۳۹۲: ۷۱) الگوهای بارش حدی بهاره در سواحل جنوب غربی دریای خزر را تحلیل همدیدی-دینامیکی کردند و ۴ الگوی دینامیکی را در این خصوص مشخص کردند. کریمپور و همکاران (۱۳۹۲: ۹۹) الگوهای همدید بارش‌های سیل‌آسا در استان لرستان را بررسی و ۴ الگوی بارشی را در این خصوص استخراج نمودند. پیوند از دور ارتباط هم‌زمان بین نوسانات عناصر اقلیمی یک مکان با تغییرات الگوهای فشار و درجه حرارت سطح دریا در نقاط جغرافیایی دیگر تعریف شده است (والاس و همکاران، ۱۹۸۱: ۷۸۴). تاکنون پژوهشگران علم هواشناسی توانسته‌اند با استفاده از تغییرات میدان‌های فشار در مناطق مختلف کره زمین سیگنال‌های متعددی را بیابند که هرکدام می‌تواند باعث اثرگذاری بر اقلیم مناطقی از کره زمین شوند که از آن جمله می‌توان به سیگنال‌های نوسانات اطلس شمالی، انسو، نوسان قطبی

اشاره کرد. با توجه به کارایی مطالعات پیوند از دور در شناخت پدیده‌های اقلیمی دما و بارش غالباً تلاش‌هایی در جهت شناخت الگوهای پیوند از دور مؤثر بر این پدیده‌ها صورت گرفته است. از جمله فعالیت‌های انجام شده در این خصوص می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

فاتحی مرج و همکاران (۱۳۸۶: ۴۵) تأثیر سیگنال‌های اقلیمی SOI, NAO و NINO3.4 را در حوزه دریاچه ارومیه بررسی و شاهد تأثیر SOI و NAO بر بارش بودند. معتمدی و همکاران (۱۳۸۶: ۷۵) ارتباط انسو با نوسانات بارندگی و دما در استان خراسان بررسی کردند. حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۲: ۷۹) ارتباط بارش با سیگنال‌های اقلیمی (ENSO, SOI, NAO) در ناحیه ایران مرکزی را بررسی و شاهد تأثیر معنی‌دار انسو بر بارش منطقه بودند. از دیگر فعالیت‌های انجام شده در خصوص پایش بارندگی و رخداد سیل می‌توان به فعالیت سبیرت (۲۰۰۶: ۱۳۹)، مولر و همکاران (۲۰۰۹: ۳۰۸) و گالوچی و همکاران (۲۰۱۱: ۳۱)، مرادی (۱۳۸۳: ۱۷)، لشکری (۱۳۸۴: ۱۶۹)، مسعودیان (۱۳۸۴: ۷۳)، امیدوار (۱۳۸۶: ۸۱)، خسروی و همکاران (۱۳۸۶: ۱۲۵)، صلاحی و همکاران (۱۳۸۶: ۱۴۷)، موسوی بایگی و همکاران (۱۳۸۷: ۲۱۷)، فاتحی و رحیم زاده (۱۳۸۸: ۲۱)، قاهره‌ری و همکاران (۱۳۸۸: ۱۱۵)، کرمی و همکاران (۱۳۸۹: ۹۹)، قنوتی و همکاران (۱۳۹۰: ۲۵۶)، براتی و همکار (۱۳۹۱: ۱۰۵)، ثروتی و همکاران (۱۳۹۲: ۵۵) اشاره کرد.

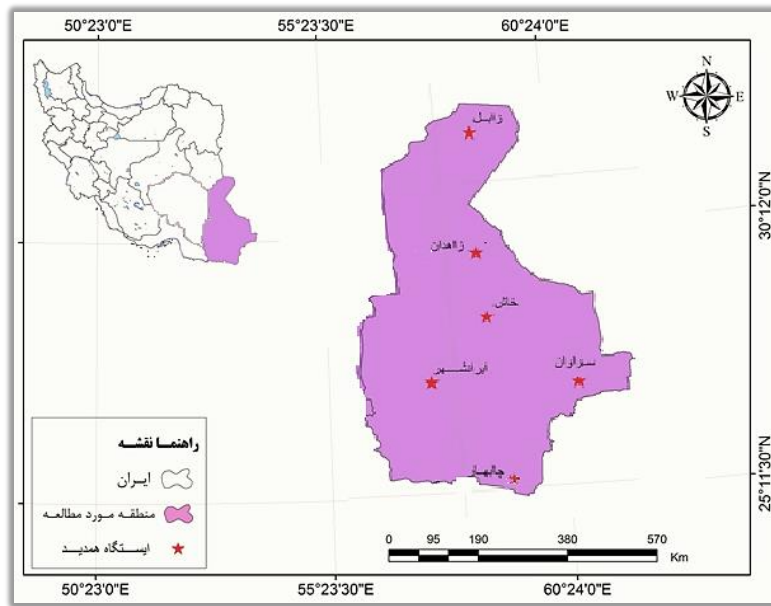
همان‌گونه که مشاهده می‌شود در بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده به‌خصوص در ایران، رخداد بارش‌های سنگین و سیل بیشتر به‌صورت تحلیل هم‌دیدگی مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین در خصوص استفاده از شاخص‌های پیوند از دور، سیگنال‌های اقلیمی محدودی از جمله انسو و نوسان اطلس شمالی مورد توجه محققان بوده است. فعالیت‌هایی که در خصوص شاخص‌های حدی نیز انجام شده است بیشتر در ارتباط با تحلیل روند و یا ارتباط آن‌ها با شاخص‌های پیوند از دور می‌باشد. در این خصوص منیر و همکاران (۲۰۱۲: ۱) روند شاخص‌های حدی دما و بارش را در جنوب آسیا بررسی کردند. ژائی و همکاران روند شاخص‌های حدی را در حوزه رودخانه‌های چین بررسی نمودند. شیرمحمدی و همکاران (۱۳۹۱: ۶۱) ارتباط شاخص‌های پیوند از دور و نمایه‌های حدی را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که شاخص انسو ارتباط معنی‌داری با شاخص‌های حدی دارد. از دیگر پژوهش‌های انجام شده در این خصوص می‌توان به پژوهش‌های ترامبولی و همکاران (۲۰۱۳)، والورد و همکاران (۲۰۱۴: ۱۰) اشاره کرد. با توجه به اینکه در پژوهش‌های گذشته توجه چندانی به شاخص‌های حدی بارش و الگوهای پیوند از دور در ارتباط با رخداد سیل نشده است لذا هدف اصلی این پژوهش تحلیل ارتباط سیلاب با الگوهای پیوند از دور و شاخص‌های حدی بارش می‌باشد. نکته‌ای که این پژوهش را نسبت به سایر پژوهش‌های قبلی متمایز می‌کند استفاده از سیگنال‌های اقلیمی متعدد نسبت به مطالعات گذشته و همچنین توجه خاص به شاخص‌های حدی بارش در خصوص اثرگذاری بر سیلاب‌ها است که به‌یقین می‌توان آن را اولین پژوهش در این زمینه تلقی گردد، حائز اهمیت است.

داده‌ها و روش‌ها

جهت انجام این پژوهش استان سیستان و بلوچستان در محدوده ۲۵ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۶۳ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی به‌عنوان بخشی از حوزه آبریز خلیج فارس و دریای عمان انتخاب شد. در این استان داده‌های بارندگی روزانه ۶ ایستگاه سینوپتیک که دارای دوره آماری طولانی‌تری بوده مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۱). با توجه به وجود رودخانه‌های متعدد فصلی و اتفاقی در این استان دبی‌های پیک رودخانه‌هایی که دارای دوره آماری طولانی و اهمیت و نقش مهمی که در تولید رواناب در سطح محدوده مورد مطالعه دارند انتخاب شد (جدول ۲). انتخاب شاخص‌های حدی بارش برای بررسی وقایع حدی در رابطه با تغییرات اقلیمی از موارد بسیار مهمی است که باید مورد توجه پژوهشگران قرار گیرد. شبکه حمایتی اقلیم اروپا ۲۷ شاخص حدی دما و بارش را معرفی کرده است که از این تعداد ۱۱ نمایه مربوط به بارش می‌باشد. در این مقاله ۷ شاخص حدی بارش که از اهمیت بیشتری برخوردار بودند و با توجه به اقلیم منطقه مورد مطالعه دارای اثرات مشهودی می‌باشند، مورد استفاده قرار گرفته است (جدول ۳). برای محاسبه مقادیر سالانه شاخص‌ها از نرم‌افزار Rclimdex که نرم‌افزار پیشنهادی سازمان جهانی هواشناسی است مورد استفاده قرار گرفت. در مجموع حدود ۹۰ شاخص پیوند از دور معرفی شده است که در این پژوهش ۱۹ شاخص کلاسیک بر اساس اهمیت آن‌ها در تأثیرگذاری در اقلیم مناطق مختلف و نیز دوره آماری کافی آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. مقادیر متوسط سالانه سیگنال‌های اقلیمی از سایت نوا از شبکه‌هایی با قدرت تفکیک ۲/۵ در ۲/۵ مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۴). در ادامه ضریب همبستگی و معنی‌دار بودن آن میان شاخص‌های حدی و سیگنال‌های اقلیمی با دبی‌های پیک با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه گردید. در ادامه جهت استخراج و تعیین میزان اثرگذاری شاخص‌های اقلیمی بر رخداد سیل از مدل‌های رگرسیونی چند متغیره استفاده شد. در مرسوم‌ترین حالت آن، مدل‌های رگرسیونی به بررسی رابطه بین یک متغیر وابسته (سیل) و چند متغیر مستقل (شاخص‌های پیوند از دور) می‌پردازد که معادله کلی آن به شکل زیر است:

$$y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

در معادله فوق پارامترهای β ضرایب رگرسیونی و α مقدار ثابت رگرسیون می‌باشند. بخش مهم دیگری که در تحلیل رگرسیونی بایستی بدان توجه کرد انتخاب نحوه ورود متغیرهای مستقل به مدل است که در این پژوهش از روش گام‌به‌گام استفاده شد. بدین ترتیب که متغیرها تک‌به‌تک وارد معادله می‌شوند و به دنبال آن اگر نقش معنی‌داری نداشته باشند حذف می‌گردند.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱: مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه طی دوره آماری ۲۰۱۴-۱۹۸۷

	چابهار	خاش	ایرانشهر	زاهدان	زابل	سراوان
طول جغرافیایی (درجه)	۶۰	۶۱	۶۰	۶۰	۶۱	۶۱
عرض جغرافیایی (درجه)	۲۵	۲۸	۲۷	۲۹	۳۱	۲۷
ارتفاع (متر)	۱۱	۱۴۱۰	۵۹۱	۱۳۸۵	۴۸۰	۱۱۶۵

مأخذ: نگارندگان

جدول ۲: لیست رودخانه‌های مورد بررسی

نام رود	رایج	کهبر	باهو	سرباز	کاجو	بمپور	کارواندر	سیانچاه
وضعیت	دائمی	دائمی	دائمی	دائمی	دائمی	دائمی	دائمی	دائمی

مأخذ: سایت استانداری سیستان و بلوچستان

جدول ۳: لیست شاخص‌های حدی مورد استفاده در این پژوهش

ردیف	شاخص	تعریف
۱	R5	تعداد روزها در ماه با بارندگی بیشتر از ۵ میلی‌متر
۲	R10	تعداد روزها در ماه با بارندگی بیشتر از ۱۰ میلی‌متر
۳	R20	تعداد روزها در ماه با بارندگی بیشتر از ۲۰ میلی‌متر
۴	R30	تعداد روزها در ماه با بارندگی بیشتر از ۳۰ میلی‌متر
۵	R50	تعداد روزها در ماه با بارندگی بیشتر از ۵۰ میلی‌متر
۶	R5-30	تعداد روزها در ماه با بارندگی بین ۳۰-۵ میلی‌متر
۷	R30-50	تعداد روزها در ماه با بارندگی بین ۳۰-۵۰ میلی‌متر

مأخذ: کمیسیون اقلیم سازمان جهانی هواشناسی

جدول ۴: لیست شاخص‌های مورد استفاده

ردیف	نام خلاصه شده	نام کامل	معادل فارسی
۱	NAO	North Atlantic Oscillation	نوسانات اقیانوس اطلس شمالی
۲	NINO3	Estern Tropical Pacific SST(5N-5S,150W-90W)	دمای سطح آب در ناحیه نینو ۳
۳	NINO3.4	East central Tropical Pacific SST(5N-5S)(170-120W)	دمای سطح آب در ناحیه نینو ۳,۴
۴	ONI	Oceanic Nino Index	شاخص نینوی اقیانوسی
۵	PNA	Pacific North American Index	شاخص اقیانوس آرام امریکای شمالی
۶	SOI	Southern Oscillation Index	شاخص نوسانات جنوبی
۷	TNA	Tropical Northern Atlantic Index	شاخص حاره‌ای اقیانوس اطلس شمالی
۸	WHWP	Western Hemisphere Warm Pool	استخر گرم نیمکره غربی
۹	AO	Antarctic Oscillation	نوسان قطب جنوب
۱۰	EA	East Atlantic	الگوی اطلس شرقی
۱۱	MEI	Multivariable Enso Index	شاخص چند متغیره انسو
۱۲	NINO1	Extreme Eastern Tropical Pacific SST(0-10S,90W-80W)	دمای سطح آب در ناحیه نینو ۱,۲
۱۳	NINO4	central Tropical Pacific SST(5N-5S)(160E-150W)	دمای سطح آب در ناحیه نینو ۴
۱۴	NP	North Pacific Pattern	الگوی آرام شمالی
۱۵	PDO	Pacific Decadal Oscillation	نوسان دهه‌ای اقیانوس آرام
۱۶	QBO	Quasi-Biennial Oscillation	نوسانات شبه دوسالانه
۱۷	TNI	Trans-Nino Index	شاخص انتقالی نینو
۱۸	TSA	Tropical Southern Atlantic Index	شاخص حاره‌ای اقیانوس اطلس جنوبی
۱۹	WP	Western Pacific Index	شاخص اقیانوس آرام غربی

مأخذ: احمدی، ۱۳۹۲

یافته‌ها

تحلیل همبستگی سیگنال‌های هواشناسی با دبی پیک

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که سیگنال‌های هواشناسی TNA, PNA, NAO و EPO ارتباط معنی‌دار بیشتری نسبت به سایر شاخص‌ها از خود به نمایش گذاشته‌اند. ضریب همبستگی شاخص NAO برای کلیه رودخانه‌ها منفی بوده که این نشان‌دهنده ارتباط معکوس این شاخص با دبی و بالطبع آن با بارش است و رودخانه سرباز با ۰.۶۱ بالاترین میزان همبستگی را در سطح معنی‌داری ۹۹ درصد از خود به نمایش گذاشته است. شاخص PNA دارای ارتباط معنی‌دار مستقیمی در ۵۰ درصد موارد می‌باشد که بالاترین ضریب مربوط به رودخانه رابج با ۰.۴۴۳ است. برای شاخص TNA بالاترین میزان ضریب همبستگی با ۰.۴۸۷ متعلق به رودخانه سرباز می‌باشد و در کلیه ایستگاه‌ها مقادیر مثبتی را شامل می‌گردد. شاخص EPO نیز با دارا بودن مقادیر منفی نشان‌دهنده ارتباطی معکوس بوده و بیشترین ارتباط معنی‌دار متعلق به رودخانه باهو با ۰.۴- می‌باشد (جدول ۵). همچنین با بررسی هم‌زمان ارتباط بین شاخص‌های دارای ارتباط مذکور با یکدیگر مشخص شد که شاخص‌های دارای ارتباط مستقیم (TNA, PNA) دارای ضریب همبستگی مستقیم و معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد با یکدیگر هستند همچنین شاخص‌های دارای ارتباط معکوس (NAO, EPO) نیز ارتباطی معنی‌دار و معکوس در سطح ۹۵ درصد با یکدیگر می‌باشند. در ادامه به منظور بررسی میزان اثرگذاری شاخص‌های پیوند

از دور بر رخدادهای سیلاب از روش گام به گام مدل‌های رگرسیونی چند متغیره استفاده شد. در این روش چون متغیرهای مستقل تک به تک به معادله اضافه می‌شوند و اگر نقش معنی‌داری در رگرسیون نداشته باشند از آن حذف می‌شوند به عنوان بهترین روش مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از اجرای مدل رگرسیونی نشان داد که بیشترین میزان اثرگذاری با حدود ۳۵ درصد متعلق به رودخانه سرباز است بدین معنی که حدود ۳۵ درصد تغییرات سیلاب را می‌توان با استفاده از شاخص‌های پیوند از دور تبیین کرد.

جدول ۵: همبستگی دبی‌های پیک با سیگنال‌های اقلیمی

شاخص ایستگاه	NAO	PNA	TNA	EPO
رایج	.۲۳۳	./۴۴۳*	.۱۷۳	./۳۲۵*
باهو	.۲	./۴۸۳*	.۱۳	./۴۴۳*
کپیر	./۳۹۳*	./۴*	./۳۵*	.۳
کاجو	.۱۸	.۱۴	.۳	.۱۹
سرباز	./۶۱۰**	./۴*	./۴۸۴*	.۲۹۵
کارواندر	.۲۲	.۲۸	.۰۸۸	.۱۴
بمپور	.۰۸۷	.۰۲۴	.۱۳	.۰۵۷
سیانجه	.۰۳	.۰۴	.۰۱۱	.۲

* معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد ** معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد

مأخذ: نگارندگان

تحلیل همبستگی شاخص‌های حدی بارش با دبی‌های پیک

نتایج حاصل از همبستگی میان شاخص‌های حدی با دبی نشان داد که شاخص‌های حدی R20, R30 و R50 ارتباط معنی‌دار بیشتری نسبت به سایر شاخص‌ها دارند که این ارتباط برای شاخص R20 در ۲۵ درصد از ایستگاه‌ها، برای R30 در ۵۰ درصد ایستگاه‌ها و برای R50 در ۶۲٫۵ درصد ایستگاه‌ها دارای ارتباط معنی‌دار می‌باشد و ضریب همبستگی مثبت نشان‌دهنده ارتباط مستقیم میان آن‌هاست (جدول ۶). نتایج حاصل از اجرای مدل رگرسیون نشان داد که در بهترین حالت در حدود ۵۰ درصد تغییرات سیلاب توسط شاخص‌های حدی قابل تبیین است. در ادامه معادلات رگرسیونی حاصله به اختصار آورده شده است.

$$Y=3/403-1/641(PNA)$$

$$Y=2/25+./512(TNI)$$

$$Y=./654-./451(NAO)$$

جدول ۶: همبستگی دبی‌های پیک با شاخص‌های حدی بارش

	R5	R10	R20	R30	R50	R5-30	R30-50
رایج	.۳۹۸	.۴۳۴*	.۵۲۵*	.۶۹۷**	.۷۴۰**	.۳۱۱	.۴۵۱*
کهنیر	.۳۲۵	.۳۵۸	.۲۸۲	.۱۴	.۲۵۶	.۳۴۳	.۳۴
کاجو	.۱۴۵	.۲۰۵	.۳۷۵	.۴۸۳*	.۴۲۶*	.۰۹۷	.۱۸۱
سرباز	.۱۱۸	.۱۳۵	.۳۱۲	.۵۹۶**	.۶۴۴**	.۰۶۲	.۱۵۵
باهو	.۲۴۹	.۲۵۸	.۳۰۵	.۲۶۷	.۴۷۱*	.۲۳۶	.۲۷۴
بمپور	.۲۲۷	.۱۹۷	.۳۸۳	.۳۹۶*	.۵۴۷**	.۱۸۹	.۲۵
کارواندر	.۲۹۵	.۳۷۲	.۴۸۸*	.۳۵۱	.۲۷	.۲۷۱	.۳۳۹
سیانجاه	.۳۰۸	.۲۹	.۱۲۳	.۱۷۲	.۱۲۴	.۳۹۶	.۲۹۷

* معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد ** معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد

مأخذ: نگارندگان

نتیجه‌گیری

در مطالعات قبلی رابطه سیلاب با بارش و همچنین ارتباط بارش با سیگنال‌های هواشناسی بررسی و اثبات شده است لذا می‌توان نتیجه گرفت که وقوع سیلاب‌ها با سیگنال‌های هواشناسی نیز دارای رابطه باشند. بر پایه نتایج حاصل از این پژوهش مشخص شد که بعضی از سیگنال‌های هواشناسی دارای تأثیرات معنی‌داری بر سیلاب‌ها می‌باشند که به صورت تأثیرات مثبت و یا منفی نمود پیدا می‌کند. نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر وجود ارتباط شاخص‌های پیوند از دور NAO، PNA، TNA و EPO با سیلاب‌ها می‌باشد. در این میان ضریب همبستگی منفی شاخص‌های پیوند از دور NAO و EPO با سیلاب‌ها در تمامی ایستگاه‌ها بیانگر ارتباطی معکوس می‌باشد که در رودخانه سرباز به بالاترین میزان خود می‌رسد. شاخص‌های پیوند از دور PNA، TNA نیز دارای ضریب همبستگی مثبت می‌باشند که این امر از برقراری ارتباط مستقیم این شاخص‌ها با رخداد سیلاب حکایت دارد. در این بین بیشترین مقدار ضریب همبستگی محاسبه شده ۰/۴۸۷ و متعلق به شاخص TNA می‌باشد. همچنین عامل دیگری که بر اساس آن می‌توان سیلاب‌ها را پیش‌بینی نمود شاخص‌های حدی می‌باشند که در مطالعات اندکی مورد توجه قرار گرفته‌اند. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش مشاهده شد که شاخص R30 و R50 در بیش از ۵۰ درصد موارد دارای ارتباط معنی‌داری بوده است که این امر نمایانگر اهمیت بررسی بیشتر این شاخص‌ها می‌باشد. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیونی نیز تأیید دیگری بر اهمیت بررسی شاخص‌های پیوند از دور و حدی در ارتباط با سیلاب‌ها است. نتایج حاصله نشان داد در حدود ۳۵ درصد تغییرات با شاخص‌ها پیوند از دور و در حدود ۵۰ درصد تغییرات با شاخص‌های حدی قابل تبیین است. همچنین نتایج حاصل از این پژوهش مهر تأییدی بر نتایج پژوهش‌های پژوهشگرانی نظیر حجازی زاده و همکاران، معتمدی و همکاران و فاتحی و همکاران است که در همه موارد شاهد تأثیرگذاری الگوهای پیوند از دور بر تغییرات بارش است. با این حال در بررسی سیلاب‌ها می‌بایست شرایط طبیعی منطقه، فصل وقوع رویداد سیل، تغییر کاربری‌های ایجاد شده در مسیر رودخانه‌ها نیز مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- ۱- امیدوار، کمال، ترکی، مسلم (۱۳۹۱): تحلیل الگوهای بارش سنگین در چهارمحال و بختیاری، مدرس، دوره شانزدهم، شماره چهار، تهران.
- ۲- امیدوار، کمال (۱۳۸۶): بررسی و تحلیل شرایط همدیدی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه شیرکوه، پژوهش‌های جغرافیایی، دوره سی و نه، شماره شصت، تهران.
- ۳- براتی، رضا، اکبری، غلامحسین (۱۳۹۱): مدل‌های روند یابی سیل در رودخانه، تحقیقات آب ایران، دوره هشتم، شماره دوم، تهران.
- ۴- ثروتی، محمدرضا، احمدی، محمود، نصرتی، کاظم، مزبانی، مهدی (۱۳۹۲): پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی در حوزه سراب دره شهر، جغرافیا، دوره یازدهم، شماره سی و نه، تهران.
- ۵- حجازی زاده، زهرا، فتاحی، ابراهیم، سلیقه، محمد، ارسلانی، فاطمه (۱۳۹۲): مطالعه اثرات سیگنال‌های اقلیمی بر بارش مرکز ایران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، علوم جغرافیایی، دوره سیزدهم، شماره بیست و نهم، تهران.
- ۶- خسروی، محمود، کریمی، صادق، سلیقه، محمد (۱۳۸۶): ارتباط بین شاخص نوسان قطبی با متغیرهای دمایی ایستگاه شهرکرد، جغرافیا و توسعه، دوره پنجم، شماره دهم، زاهدان.
- ۷- شیرمحمدی، زهرا، خانی، علی‌اکبر، انصاری، حسین، علیزاده، امین، محمدیان، آزاده (۱۳۹۱): بررسی ارتباط پدیده انسو با مقادیر حدی بارش‌های فصلی در استان خراسان، پژوهش‌های حفاظت آب‌و خاک، دوره نوزدهم، شماره سوم، گرگان.
- ۸- صلاحی، برومند، خورشید دوست، علی‌محمد، قویدل، یوسف (۱۳۸۶): ارتباط نوسان‌های گردش جوی - اقیانوسی اطلس شمالی با خشک‌سالی‌های آذربایجان شرقی، پژوهش‌های جغرافیایی، دوره سی و نه، شماره شصت‌ویک، تهران.
- ۹- علیجانی، بهلول، خسروی، محمود، اسماعیلی، مرتضی (۱۳۸۹): تحلیل سینوپتیکی بارش سنگین ششم ژانویه ۲۰۰۸ در جنوب شرق ایران، پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، دوره اول، شماره دوم، مشهد.
- ۱۰- علیزاده، امین، عرفانیان، مریم، انصاری، حسین (۱۳۹۰): ارزیابی الگوهای پیوند از دور مؤثر بر بارش و دما (مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک مشهد)، آبیاری و زهکشی، دوره پنجم، شماره دوم، تهران.
- ۱۱- فاتحی، احمد، برهانی، علیرضا، محمدحسین، مهدیان (۱۳۸۵): پیش‌بینی بارش فصلی با استفاده از پیوند از دور (مطالعه موردی: حوزه دریاچه ارومیه)، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره دهم، شماره دوم، اصفهان.
- ۱۲- فتاحی، ابراهیم، رحیم زاده، فاطمه (۱۳۸۸): ارتباط انسو با الگوهای چرخشی اتمسفری زمستانه در ایران، جغرافیا و توسعه، دوره هفتم، شماره پانزدهم، زاهدان.
- ۱۳- فلاح قالهری، غلامعباس، خوشحال، جواد (۱۳۸۸): پیش‌بینی بارش بهاره استان خراسان رضوی بر اساس سیگنال‌های بزرگ‌مقیاس اقلیمی با استفاده از شبکه عصب مصنوعی، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره سی و یکم، شماره سوم، تهران.
- ۱۴- قنوتی، عزت‌ا... کرم، امیر، اقالیخانی، مرضیه (۱۳۹۱): پهنه‌بندی خطر سیلاب در حوزه فرحزاد با استفاده از مدل فازی، جغرافیا، دوره دهم، شماره سی و دوم، تهران.
- ۱۵- کرمی، فریبا، شیراوند، هنگامه، درگاهیان، فاطمه (۱۳۸۹): بررسی الگوی سینوپتیک سیل بهمن ۱۳۸۴ شهرستان پلدختر، جغرافیا و مطالعات محیطی، دوره دوم، شماره اول، نجف‌آباد.
- ۱۶- کرم پور، مصطفی، معصوم پور سماکوش، جعفر، میری، مرتضی، یوسفی، یدالله (۱۳۹۲): بررسی الگوهای همدیدی بارش‌های سیل آسا در استان لرستان، فضای جغرافیایی، دوره سیزدهم، شماره سوم، اهر.
- ۱۷- لشکری، حسن (۱۳۸۴): تحلیل همدید دو نمونه از الگوهای بارش‌های زمستانه جنوب شرق ایران، مدرس، دوره نهم، شماره دوم، تهران.
- ۱۸- مرادی، حمیدرضا (۱۳۸۳): شاخص نوسانات اطلس شمالی و تأثیر آن بر اقلیم ایران، پژوهش‌های جغرافیایی، دوره سی‌وشش، شماره پنجاه، تهران.
- ۱۹- مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۴): تأثیر انسو بر بارش ایران، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، دوره دوم، شماره اول، مشهد.

- ۲۰- معصوم پور، جعفر، میری، مرتضی، دوستان، رضا، صحرايي، جلیل (۱۳۹۲): آنالیز دینامیکی-سینوپتیکی الگوهای بارش‌های حدی بهاره در جنوب دریای خزر، جغرافیا و مخاطرات محیطی، دوره دوم، شماره دوم، مشهد.
- ۲۱- معتمدی، محمد، احترامیان، کوروش، شهاب فر، علیرضا (۱۳۸۶): بررسی ارتباط از دور سیگنال هواشناسی انسو با نوسانات بارندگی و دما در استان خراسان، علوم محیطی، دوره چهارم، شماره سوم، تهران.
- ۲۲- موسوی بایگی، محمد، فلاح قاله‌ری، غلامعباس، حبیبی نوخندان، مجید (۱۳۸۷): بررسی ارتباط نشانه‌های پهن مقیاس اقلیمی با بارش خراسان، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دوره پانزدهم، شماره دوم، گرگان.

- 23- Ching-Sen, C. Chuan-Yao, L. Yin-Jin, C. His-Chysi, Y. (2002): A Study Of Afternoon Heavy Rainfall In Taiwan During The Mei-Yu Season, Atmospheric Research, 65, Pp 129-149.
- 24- Gallucci, J. Tryhom, L. Lynch, A. Parkyn, K. (2011): On The Meteorological And Hydrological Mechanism Resulting In The 2003 Post Fire Flood Event In Alpine Shire Victoria, Australian Meteorological And Oceanographic, 61, Pp 31-42.
- 25- Kumar, A. Dudhia, J. Rotunno, R. Niyogi, D. Mohanty, U.C. (2008): Analysis Of The 26 July 2005 Heavy Rain Event Over Mumbai, Q.J.R. Meteorol, 134, Pp 1897-1910.
- 26- Mohapatra, M. Mohanty, U.C. (2005): Some Characteristic Of Very Heavy Rainfall Over Orissa During Summer Monsoon Season, J, Earth Syst, 1, Pp 17-36.
- ۲۷- Muller, M. Kaspar, M. Rezacova, D. Sokol, Z. (2009): Extremeness Of Meteorological Variables As An Indicator Of Extreme Precipitation Events, Atmospheric Research, 92, Pp 308-317.
- 28- Munir Sheikh, M. N. Manzoor, J. Ashraf, Shrestha, M.L. (2014): Trends In Extreme Daily Rainfall And Temperature Indices Over South Asia, International Journal Of Climatology, 7, Pp 1-16.
- 29- Seibert, P. Frank, A. Formayer, H. (2006): Synoptic And Regional Patterns Of Heavy Precipitation In Austria, Theoretical And Applied Climatology, 87, Pp 139-153.
- 30- Tramblay, Y. S. El Adlouni, Servat, E. (2013): Trends And Variability In Extreme Precipitation Indices Over Maghreb Countries, Hazards Earth Syst, 13, Pp 3235-3248.
- ۳۱- Valverde, M. Marengo, J (2014): Extreme Rainfall Indices In The Hydrographic Basins Of Brazil, Modern Hydrology, 4, Pp 10-26.
- ۳۲- Wallace, J.M. Gutzler, D.S. (1981): Teleconnections In The Geo Potential Height Field During The Northern Hemisphere Winter, Monthly Weather Review, 109, Pp 784-812.
- 33- Zhao, C. W. Wang, Xing, W. (2012): Regional Analysis Of Extreme Temperature Indices For The Haihe River Basin From 1960 To 2009, International Conference On Modern Hydraulic Engineering, 28, Pp 604-607.