

بررسی ارتباط بین پدیده انسو بر خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌ها در استان‌های ساحلی جنوبی ایران

رضا ثمالی^{۱*}، ام‌البنین بذرافشان^۲، مهدی بی‌نیاز^۳، حمید مسلمی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۲۵

چکیده

بررسی فرآیندهای آب و هوایی، ابزار مناسبی در اختیار برنامه‌ریزان در بخش‌های مختلف قرار می‌دهد تا با در نظر گرفتن این بررسی‌ها، سیاست‌های آینده را در جهت بهینه نمودن صرف هزینه‌ها و امکانات بهره‌وری حداکثر طرح‌ریزی کنند. رخداد بارش با فرآیندهای پیچیده جوی از جمله پدیده‌ی النینو نوسان‌های جنوبی (ENSO) در پیوند می‌باشد که این پدیده در پیوند بنیادین با نوسان‌های دمای سطح آب در پهنه‌ی استوایی اقیانوس آرام می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی ارتباط بارش در فصول مرطوب سال (شش ماهه سرد سال) با پدیده‌ی النینو نوسانات جنوبی (ENSO) در حوضه‌ی خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد. پس از بررسی‌های لازم تعداد ۱۲ ایستگاه سینوپتیک با طول دوره‌ی آماری مناسب انتخاب و آزمون همگنی (آزمون ران تست) و کفایت داده‌ها (آزمون هارست) بر روی مقادیر بارش انجام پذیرفت. جهت بررسی اثر انسو از شاخص نوسانات جنوبی (SOI) بهره برد. فاز سرد و گرم با استفاده از شاخص SOI تعیین شد. هم‌چنین شدیدترین ترسالی‌ها و خشک‌سالی‌ها مشخص شد و دوره‌هایی که ترسالی‌ها و خشک‌سالی‌ها با فاز گرم (النینو) و فاز سرد (لانینا) به وقوع پیوسته مشخص گردید. نتایج نشان داد که ترسالی‌ها در فاز گرم و خشک‌سالی‌ها با فاز سرد به طوری که هم‌زمان با وقوع سال‌های خشک مقدار بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه پایین‌تر از نرمال بود و مقدار عددی شاخص SOI پایین‌تر از نرمال بود. مقدار عددی شاخص SOI در سال‌های وقوع خشک‌سالی در مقادیر منفی سیر کرده است. در حالی که هم‌زمان با وقوع سال‌های مرطوب مقدار بارش دریافتی ایستگاه‌های مورد مطالعه بیش‌تر از میانگین بارش سالانه دوره‌ی مورد مطالعه بوده و مقدار عددی شاخص SOI مقادیر مثبت را نشان می‌دهد و بیانگر مقادیر بالاتر از نرمال می‌باشد. جهت بررسی همبستگی بین بارش و شاخص SOI از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. همبستگی در مقیاس ماهانه، فصلی، سالانه و پنجره‌ی متحرک انجام شد. نتایج نشان داد که در مقیاس ماهانه بالاترین همبستگی را با ایستگاه کنارک و در مقیاس فصلی با ایستگاه‌های بندرعباس، بندرلنگه، جاسک، کیش، کنارک، بوشهر و بوشهر ساحلی و در مقیاس سالانه با ایستگاه‌های آبادان و بوشهر ساحلی در سطح معنی‌داری ۹۹ درصد دارد. هم‌چنین از همبستگی پنجره‌ی متحرک می‌توان نتیجه گرفت که سیگنال بیش‌ترین اثر خود را بر ایستگاه‌های بوشهر، بوشهر ساحلی، بندرعباس، کیش، کنارک در فصل پاییز و زمستان می‌گذارد.

واژه‌های کلیدی: انسو، ترسالی، خشک‌سالی، جنوب ایران، شاخص SOI

مقدمه ۳۲۱

سال‌های خشک مفرط و ترسالی‌های شدید از ویژگی‌های بارز اقلیم ایران به حساب می‌آید، مطالعه‌ی تاثیر پدیده‌ی انسو بر خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های کشور ضرورت پیدا می‌کند. این ضرورت هنگامی ملموس‌تر می‌شود که بدانیم در ایران تقریباً هر ساله با خسارات نسبتاً زیاد ناشی از نوسان بارش روبرو هستیم. تغییرات فصلی اقلیم کره‌ی زمین بر اثر تغییراتی است که الگوهای بزرگ مقیاس گردش جوی - اقیانوسی اعمال می‌کنند. پدیده انسو از مهم‌ترین عوامل تغییردهنده‌ی اقلیمی در مقیاس جهانی است که در فازهای النینو و لانینا تغییراتی را در اقلیم مخصوصاً توزیع زمانی - مکانی بارش به وجود می‌آورد. النینو نوسانات جنوبی پدیده جهانی مرکب اقیانوسی و جوی است. نمود اقیانوسی آن به نام النینو و نمود جوی آن به نام نوسانات جنوبی نامیده می‌شود که در ترکیب با هم النینو- نوسانات جنوبی (انسو) نامیده می‌شود. النینو و لانینا از پدیده‌های اقیانوس آرام هستند که نتیجه‌ی

از آن‌جایی که عنصر اقلیمی بارش در ایران از بیش‌ترین نوسان نسبت به عناصر اقلیمی دیگر هم‌چون دما برخوردار است و بروز

۱ - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی، گرایش آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان - پردیس خودگردان قشم، ایران.

۲- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۳- مربی آموزشی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۴- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، گرایش مدیریت حوزه‌های آبخیز، گروه منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

* - نویسنده مسئول: (Email: reza.4825s@gmail.com)

تولید کل بارش سالیانه در استان‌های مورد بررسی و نیز پاسخ متفاوت بارش ایستگاه‌های مورد بررسی به پدیده‌ی انسو، مشخص نیست که برای دوره‌ی شش ماهه سرد سال وقوع ال نینو یا لانینا چه اثری در بارش استان‌های سواحل جنوبی ایران دارد. برای مبنا هدف از این تحقیق واکاوی تاثیر انسو بر وقوع ترسالی و خشک‌سالی در استان‌های ساحلی جنوب ایران است.

مواد و روش‌ها

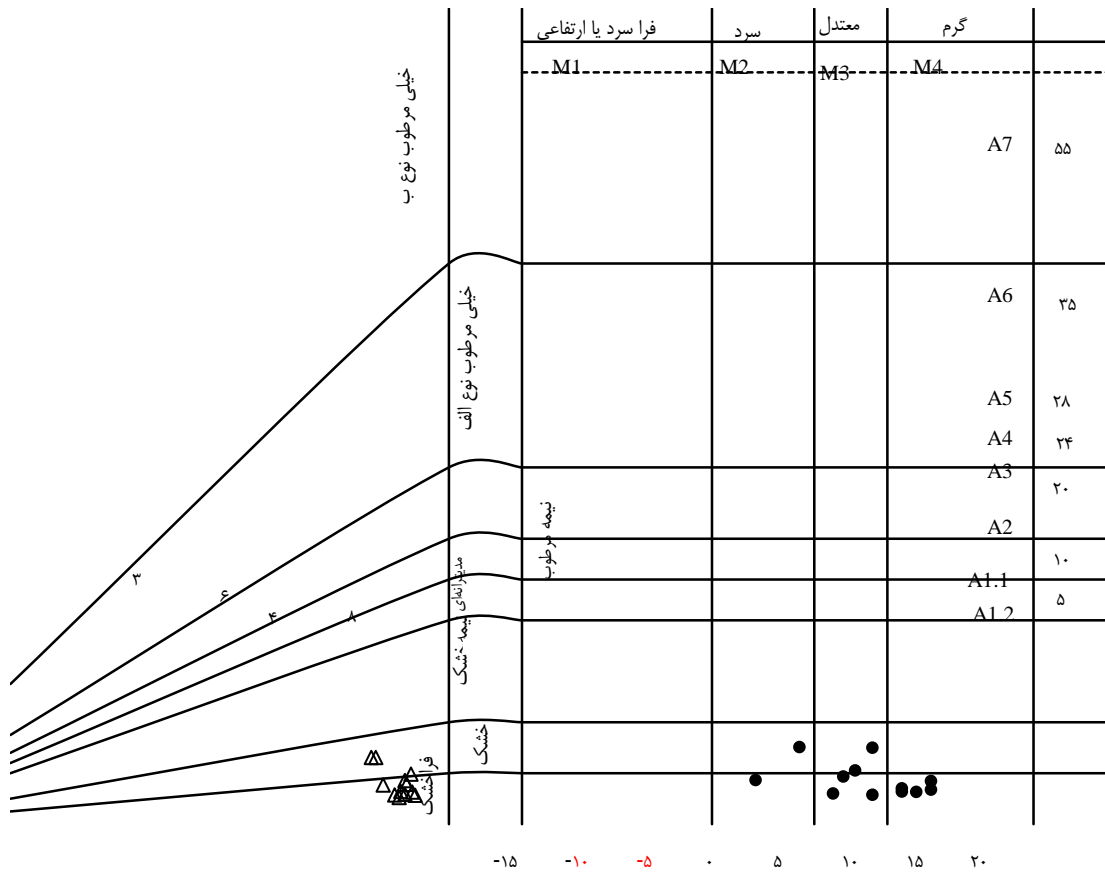
- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق استان‌های ساحلی جنوب ایران در حاشیه خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد که از لحاظ سرزمینی این حوضه نواحی جنوب‌غربی رشته کوه‌های زاگرس و هم‌چنین ارتفاعات واقع در جنوب استان فارس و کوه‌های بشاگرد و جنوب بلوچستان را شامل می‌گردد که استان‌های خوزستان، بوشهر، فارس، هرمزگان، سیستان و بلوچستان را در بر می‌گیرد (شکل ۱). در این پژوهش از داده‌های ۱۲ ایستگاه سینوپتیک (جدول ۱) در سواحل جنوبی استفاده شد که غربی‌ترین آن ایستگاه سینوپتیک آبادان در استان خوزستان و شرقی‌ترین آن ایستگاه سینوپتیک چابهار در استان سیستان و بلوچستان قرار دارد. آمار ایستگاه‌های سینوپتیک از سازمان هواشناسی ایران تهیه شد. در جدول ۱ ضمن ارایه‌ی طول و عرض جغرافیایی، میانگین درازمدت سالیانه، مقدار بارندگی فصل سرد، و نسبت این بارندگی به کل بارندگی سالیانه برای ایستگاه‌های مورد بررسی آورده شده است. چنان‌که این جدول نشان می‌دهد میانگین درازمدت بارندگی سالیانه بین ۹۷/۱ میلی‌متر در کنارک تا ۲۷۰/۵ میلی‌متر در بوشهر ساحلی متغیر است. هم‌چنین بین ۶۳/۵ میلی‌متر در بندرلنگه تا ۹۴/۷۵ میلی‌متر در میناب از کل بارش سالیانه در طول شش ماهه سرد نازل می‌گردد.

- اقلیم حوضه

آب و هوای سواحل خلیج فارس و دریای عمان بی‌تر از جریان‌ات هوایی و حرکت‌های گردش هوا بهره‌مند می‌شوند، که به سبب گستردگی و وسعت این سواحل از نظر سطح بارش و میزان دما دارای مناطق متفاوت از هم است و حدود ۵ نوع اقلیم براساس طبقه‌بندی اقلیمی روش دومارتن اصلاح شده برای نواحی آن مشخص شده است که از استانی به استان دیگر و از ناحیه‌ای به ناحیه دیگر متفاوت می‌باشد (شکل ۲ - جدول ۱). جریان‌های غالب اقلیمی این حوضه در بخش غربی و ارتفاعات زاگرس رژیم مدیترانه‌ای، در بخش جنوب‌غربی زاگرس و دشت خوزستان و قسمتی از فارس رژیم اقلیمی خشک عربستان و در قسمت‌های شرقی حوضه یعنی هرمزگان، سیستان و بلوچستان سیستم اقلیمی حاره‌ای و اقیانوسی می‌باشد.

تغییرات دمای آب‌های سطحی در اقیانوس آرام شرقی می‌باشند. در لحظه‌ی وقوع ال نینو دمای سطحی آب در اقیانوس آرام گرم‌تر از حالت نرمال می‌باشد. در هنگام وقوع ال نینو دمای سطحی آب در اقیانوس آرام سردتر از شرایط عادی می‌باشد. نمود اتمسفری پدیده انسو، نوسانات جنوبی به تغییرات ماهانه یا فصلی تفاوت فشار هوا بین تاهیتی (۱۷ درجه‌ی جنوبی و ۱۵۰ درجه‌ی غربی) و داروین (۷ درجه‌ی تا ۱۲ درجه‌ی جنوبی و ۱۳۰ درجه‌ی شرقی) در استرالیا بر می‌گردد. به دلیل ارتباط و هم‌زمانی ال نینو یا شاخص نوسان جنوبی، این دو پدیده با هم ادغام و انسو نامیده می‌شود، که مانند پاندولی بین ال نینو یا حالت گرم شدن آب (فاز گرم) و لانینا یا حالت سرد شدن آب (فاز سرد) نوسان می‌کند. پدیده‌ی انسو از مهم‌ترین عوامل تغییردهنده‌ی اقلیم، در مقیاس جهانی است که با بوجود آوردن پدیده‌های ال نینو و لانینا تغییراتی را در اقلیم مخصوصاً توزیع زمانی - مکانی بارش به وجود می‌آورد. این رویداد از شاخص‌ترین و مهم‌ترین رویدادهایی است که باعث ظهور ناهنجاری‌های بزرگ آب و هوایی در بسیاری از نقاط جهان می‌شود. اختلاف فشار بین تاهیتی در شرق و داروین استرالیا در غرب اقیانوس آرام به عنوان مبنای اندازه‌گیری شاخص نوسان جنوبی (SOI) مورد استفاده قرار می‌گیرد و مقادیر مثبت یا منفی این اختلاف بیانگر فازهای مختلف انسو می‌باشد. پدیده ال نینو - نوسانات جنوبی از مهم‌ترین شاخص‌هایی است که در توجیه دقیق‌تر علت تغییرات سالیانه‌ی بارش و دیگر پارامترهای مهم اقلیمی مورد توجه بسیاری از دانشمندان، از جمله (Cordery et al., 1999) و (Ropelewski and Halpert., 1996) قرار گرفته است. ویژگی‌های مهم پدیده‌ی ENSO و تاثیر آن بر بارندگی پاییزه و زمستانه بسیاری از نقاط ایران بررسی شده است (ناظم السادات، ۱۳۷۹؛ ناظم السادات، ۲۰۰۱؛ خورشید دوست و قویدل، ۱۳۸۵؛ احمدی گیوی و پرهیزکار، ۱۳۸۷؛ زارع‌ایبانه، ۱۳۹۳؛ قویدل رحیمی و همکاران، ۱۳۹۳؛ رحیمی و همکاران، ۱۳۹۵؛ نصیری و همکاران، ۱۳۹۵؛ کریمی و بذرافشان، ۱۳۹۵؛ ایلدرومی و همکاران، ۱۳۹۶). نتیجه کلی این بررسی‌ها گویای آن است که وقوع پدیده ال نینو (یا لانینا) موجب افزایش (یا کاهش) بارش پاییزه در بسیاری از نقاط کشور می‌شود. افزون بر این، مشخص شده است که تاثیر این پدیده در فصل زمستان عموماً ضعیف‌تر از پاییزه بوده، و در موارد زیادی بر خلاف پاییز، وقوع ال نینو (یا لانینا) موجب کاهش (یا افزایش) بارندگی می‌گردد. وجود چنین علایم متفاوتی، پیش‌بینی بارش را در کل شش ماهه سرد سال با مشکل زیادی رو به رو می‌سازد (ناظم السادات و قاسمی، ۱۳۸۲). مطالعه محققین بسیاری نشان دهنده‌ی تاثیر پدیده‌های بزرگ مقیاس جوی - اقیانوسی در مناطق جنوب، جنوب‌غربی و جنوب‌شرقی کشور است (ناظم السادات و قاسمی، ۱۳۸۲؛ کارآموز و همکاران، ۱۳۸۵؛ ناظم السادات و همکاران، ۱۳۸۶). بنابراین با توجه به تفاوت سهم بارش پاییزه و زمستانه هر ایستگاه در

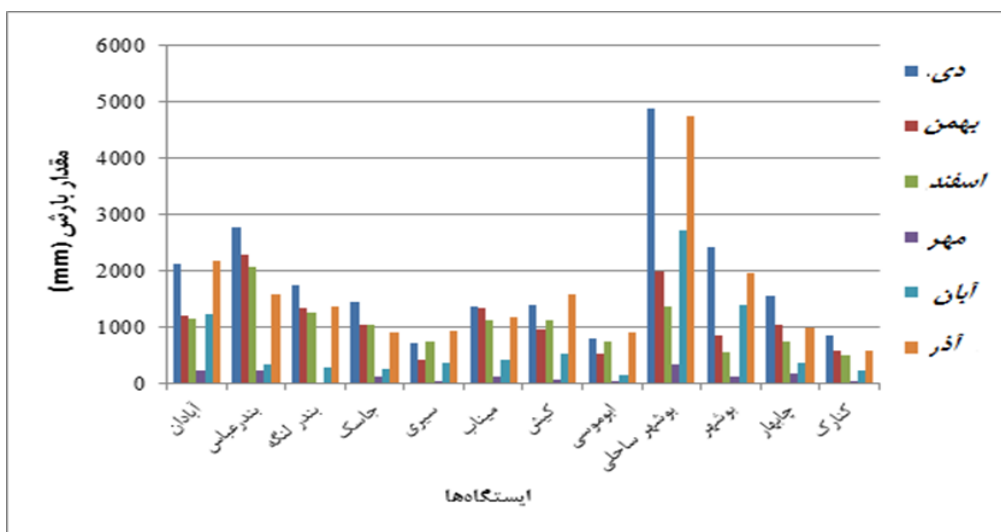


شکل ۱- اقلیم نمای دوما رتن اصلاح شده در حوزه خلیج فارس و دریای عمان

شکل بیش‌ترین مقدار بارش مربوط به ایستگاه ساحلی بوشهر در ماه‌های دی و بهمن است.

رژیم بارش در منطقه

شکل ۲ میزان بارش در ۶ ماه سرد سال را نشان می‌دهد، طبق



شکل ۲- میزان بارش در ۶ ماه سرد سال ایستگاه‌های مورد مطالعه در حوزه خلیج فارس و دریای عمان

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه در حوضه‌ی خلیج فارس و دریای عمان

مرز	نام ایستگاه‌ها	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	میانگین درازمدت بارش سالیانه (mm)	میانگین بارش دوره سرد سال (mm)	سهم بارندگی دوره سرد سال (%)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	نوع اقلیم
شرقی	چابهار	۶۰ ۳۷	۲۵ ۱۷	۱۱۸/۰	۹۷/۳۱	۸۲/۴۷	۸	فراخشک گرم
	کنارک	۶۰ ۲۲	۲۵ ۲۶	۹۷/۱	۹۱/۰۹	۹۳/۸۱	۱۲	فراخشک گرم
	جاسک	۵۷ ۴۶	۲۵ ۳۸	۱۳۹/۳	۱۱۵/۳۳۱	۸۲/۸	۵/۲	فراخشک گرم
	میناب	۵۷ ۵	۲۷ ۶	۱۹۶/۸	۱۸۶/۴۷	۹۴/۷۵	۲۹/۶	فراخشک معتدل
	بندرعباس	۵۶ ۲۲	۲۷ ۱۳	۱۷۶/۱	۱۶۰/۴۱	۹۱/۰۹	۹/۸	فراخشک معتدل
مرکزی	بندرلنگه	۵۴ ۵۰	۲۶ ۳۲	۱۳۶/۹	۸۶/۹۵	۶۳/۵	۲۲/۷	فراخشک گرم
	ابوموسی	۵۴ ۵۰	۲۵ ۵۰	۱۲۶/۳	۱۱۹/۲۴	۹۴/۴	۶/۶	فراخشک گرم
	سیری	۵۴ ۲۹	۲۵ ۵۳	۱۱۳/۲	۱۰۳/۸۸	۹۱/۷۷	۴/۴	فراخشک معتدل
	کیش	۵۳ ۵۹	۲۶ ۳۰	۱۶۹/۶	۱۴۵/۶۵	۸۵/۸۸	۳۰	فراخشک گرم
	آبادان	۴۸ ۱۵	۳۰ ۲۲	۱۵۳/۳	۱۳۵/۴۶	۸۸/۴۸	۶/۶	فراخشک گرم
غربی	بوشهر	۵۰ ۴۹	۲۸ ۵۸	۲۶۸/۰	۲۵۳/۶۴	۹۴/۶۴	۹	گرم و خشک
	بوشهر (ساحلی)	۵۰ ۴۹	۲۸ ۵۴	۲۷۰/۵	۲۵۰/۹۹	۹۲/۷۹	۸/۴	گرم و خشک

جدول ۲- آزمون هارست، ران تست و نقطه بازگشت در ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه‌ها	آزمون هارست K	آزمون ران تست Z	آزمون نقطه بازگشت R _{TP}
چابهار	۰/۵۸۹*	۰/۰۱۰	۲/۳۹*
کنارک	۰/۶۱۳*	۰/۲۷۵*	۲/۳۴*
جاسک	۰/۶۷۶*	۰/۰۴۲	۱/۳۷
میناب	۰/۷۲۶*	۰/۳۵۲*	۲/۵۳*
بندرعباس	۰/۷۴۸*	۰/۱۸۵*	۰/۷۴
بندرلنگه	۰/۸۵۳*	۰/۵۶۵*	۰/۸۱
سیری	۰/۷۵۳*	۰/۲۷۰*	۰/۵۹
کیش	۰/۷۶۳*	۱/۰*	۱/۶۹
ابوموسی	۰/۷۴۹*	۰/۰۵۰	۱/۲۶
آبادان	۰/۷۰۴*	۰/۲۹۸*	۰/۷۳
بوشهر	۰/۸۰۷*	۰/۱۳۲*	۱/۳۶
بوشهر ساحلی	۰/۶۳۳*	۰/۲۰۸*	۰/۷۰

* نشان دهنده معنی دار بودن آزمون

پذیرفت. جدول ۲ نتایج این آزمون‌ها را نشان می‌دهد.

قبل از آنالیز داده‌های باران در مرحله‌ی آماده‌سازی، آزمون کفایت دادها با استفاده از آزمون هارست و همگنی داده‌ها با استفاده از آزمون ران تست برای مقادیر میانگین و آزمون نقطه‌ی بازگشت انجام

داده‌های مورد استفاده و روش کار

داده‌های SOI، که بر اساس پژوهش تروپ محاسبه شده از طریق سازمان هواشناسی استرالیا تامین گردید. با توجه به آن که داده‌های SOI در مقیاس ماهانه ارائه می‌شود، میانگین حسابی این شاخص از ماه مهر سال I تا پایان اسفند سال I+1 به عنوان شاخص SOI برای دوره‌ی شش ماهه سرد سال در نظر گرفته شد. همین روش برای محاسبه بارندگی فصل سرد به کار رفت. پس از محاسبه مقادیر SOI برای شش ماهه‌ی سرد، داده‌ها از کوچک به بزرگ منظم شده و سال‌هایی که SOI در محدوده‌ی ۲۵٪ بالای ارقام (کم‌تر از چارک اول) منظم شده قرار داشتند به عنوان فاز گرم (ال‌نینو)، و سال‌هایی که SOI در محدوده‌ی ۲۵٪ پایین این ارقام (بیش‌تر از چارک سوم) واقع بودند به عنوان فاز سرد (لانینا) در نظر گرفته شد (ناظم‌السادات و قاسمی، ۱۳۸۲). سال‌هایی که SOI شش ماهه آن‌ها بین محدوده‌ی چارک اول و آخر قرار داشتند به عنوان فاز معمولی (پایه) شناخته شد. در تعیین شدیدترین ترسالی‌ها و خشک‌سالی‌ها پس از مرتب کردن ارقام بارندگی هر ایستگاه به صورت صعودی، سال‌هایی که بارندگی آن‌ها در محدوده‌ی ۱۰٪ بالای ارقام (کم‌تر از دهک اول) مرتب شده قرار داشتند به عنوان شدیدترین خشک‌سالی و ۱۰٪ پایینی این ارقام (بیش‌تر از دهک نهم) به عنوان شدیدترین ترسالی در نظر گرفته شد. در مرحله‌ی بعد برای هر ایستگاه، میانه بارندگی شش ماهه سرد سال در دوره‌های گرم و سرد این پدیده (به ترتیب R_{EL} و R_{LA}) محاسبه شد، و با میانه‌ی بارندگی در دوران پایه (R_b) مقایسه گردید. برای انجام این مقایسه، مقادیر نسبت‌های R_{EL}/R_b و R_{LA}/R_b محاسبه گردید. اگر برای هر ایستگاهی مقدار R_{EL}/R_b کم‌تر از واحد شود به مفهوم آن است که وقوع فاز گرم پدیده‌ی النینو نوسانات جنوبی موجب کاهش بارندگی در آن ایستگاه شده است. به همین ترتیب، مقادیر بیش‌تر از واحد نسبت R_{LA}/R_b نشانه‌ی آن است که فاز سرد این پدیده موجب افزایش بیش از معمول بارندگی در ایستگاه مورد بررسی شده است (ناظم‌السادات و قاسمی، ۱۳۸۲).

همبستگی پیرسون

ضریب همبستگی پیرسون، برای توصیف همبستگی بین دو متغیر که با استفاده از مقیاس فاصله‌ای یا نسبی اندازه‌گیری شده باشند، به کار برده می‌شوند. ضریب همبستگی پیرسون، روشی پارامتری است و برای داده‌هایی با توزیع نرمال یا تعداد داده‌های زیاد استفاده می‌شود. ضریب همبستگی پیرسون بین -۱ و ۱ تغییر می‌کند. اگر $r=1$ بیانگر رابطه‌ی مستقیم کامل بین دو متغیر است، رابطه‌ی مستقیم یا مثبت به این معناست که اگر یکی از متغیرها افزایش (کاهش) یابد، دیگری نیز افزایش (کاهش) می‌یابد.

از ضرایب مهم برای تعیین همبستگی بین دو متغیر با

مقیاس‌های فاصله‌ای و نسبتی است. این ضریب با علامت r نمایش داده می‌شود و بین +۱ و -۱ تغییر می‌کند و علامت آن بیانگر جهت این رابطه است. برای محاسبه‌ی ضریب همبستگی پیرسون از فرمول ۱ استفاده می‌شود.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (۱)$$

که در این رابطه، Y متغیر جوی، \bar{Y} میانگین متغیر جوی، X زمان، \bar{X} میانگین زمان و n تعداد سری‌های زمان می‌باشد. بامشخص شدن مقدار r با استفاده از جدول ضریب همبستگی پیرسون، معنی‌داری آن در سطح اطمینان مورد نظر بررسی شد.

ضریب همبستگی کندال - تاؤ بی

ضریب همبستگی رتبه‌ای کندال تاؤ بی یک آماره ناپارامتری (در سطح سنجش رتبه‌ای) است که برای سنجش میزان تناظر یا مطابقت بین دو مجموعه رتبه و ارزیابی معنی‌داری این تناظر به کار می‌رود و به ویژه زمانی کاربرد دارد که در داده‌های مربوط به متغیرها موارد هم رتبه زیاد باشد (نایت ۱۹۹۶). آماره آن به کل رابطه ۲ است.

$$r_s = \frac{n_c - n_d}{\sqrt{(T_0 - T_1)(T_0 - T_2)}} \quad (۲)$$

که به ترتیب T_0 ، T_1 و T_2 از روابط ۳ تا ۵ به دست می‌آید.

$$T_0 = \frac{n(n-1)}{2} \quad (۳)$$

$$T_1 = \sum_k \frac{t_k(t_k-1)}{2} \quad (۴)$$

$$T_2 = \sum_l \frac{u_l(u_l-1)}{2} \quad (۵)$$

t_k تعداد گره‌های مقادیر x در گروه k ام، u_l تعداد گره‌های مقادیر y در گروه l ام، n تعداد مشاهدات، n_c تعداد جفت‌های هم‌سان (موزون) و n_d تعداد جفت‌های ناموزون.

نتایج و بحث

در این پژوهش هدف بررسی ارتباط بین بارندگی در فصول مرطوب سال با پدیده‌ی النینو نوسانات جنوبی در استان‌های ساحلی خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد. بر این مبنا با استفاده از شاخص‌های مورد نظر به بررسی این موضوع پرداخته شده است که در ادامه به ارایه‌ی نتایج پرداخته می‌شود.

همبستگی بارش و شاخص سیگنال SOI

همبستگی بارش و شاخص سیگنال SOI در مقیاس‌های سالانه، ماهانه، فصلی و پنجره متحرک با استفاده از آزمون همبستگی انجام

ساحلی بیش‌تر از سایر ایستگاه‌ها است.

با توجه به جدول ۴ همبستگی معنی‌داری بین ایستگاه‌های بندرعباس، بندرلنگه، جاسک، کیش، کنارک، بوشهر و بوشهر ساحلی با سیگنال استفاده از روش همبستگی پیرسون وجود دارد. با روش همبستگی کندال نیز ایستگاه‌های آبادان، بندرلنگه، جاسک، کیش، کنارک، بوشهر و بوشهر ساحلی و با روش اسپیرمن ایستگاه‌های آبادان، بندرلنگه، جاسک، کیش، کنارک، بوشهر و بوشهر ساحلی همبستگی معنی‌داری با شاخص سیگنال دارند.

شد. با توجه به جدول ۳ در مقیاس سالانه همبستگی معنی‌داری بین شاخص SOI و دو ایستگاه سینوپتیک آبادان و بوشهر ساحلی در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد با استفاده از روش پیرسون وجود دارد. همچنین ایستگاه‌های بوشهر و کیش در آستانه معنی‌داری قرار دارند. با توجه به مقادیر مندرج در جدول ۳، بیش‌ترین اثر انسو بر مناطق غربی حوضه بوده و شرق حوزه تاثیر معنی‌داری با شاخص انسو ندارد و در بخش مرکزی حوزه اثر انسو کم‌تر است، و با روش کندال ایستگاه بوشهر ساحلی بهترین همبستگی را نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان گفت که در مقیاس سالانه تاثیر سیگنال بر آبادان و بوشهر

جدول ۳- همبستگی سالانه شاخص SOI و بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه‌ها	چابهار	کنارک	جاسک	بندرعباس	بندرلنگه	میناب	سیری	کیش	ابوموسی	آبادان	بوشهر	بوشهر ساحلی
همبستگی پیرسون	-۰/۲۱۶	-۰/۲۶۶	-۰/۲۶۱	-۰/۱۸۶	-۰/۲۰۰	-۰/۱۲۳	-۰/۲۰۵	-۰/۳۳۱	-۰/۰۷۵	-۰/۴۰۴*	-۰/۳۴۹	-۰/۳۶۷*
همبستگی کندال	۰/۰۳۰	۰/۰۶۲	-۰/۱۰۸	-۰/۱۲۲	-۰/۱۲۶	-۰/۰۵۳	-۰/۰۷۶	-۰/۱۰۳	-۰/۰۰۲	-۰/۲۳	-۰/۱۸۹	-۰/۲۶۰*

جدول ۴- همبستگی فصلی شاخص SOI و بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه‌ها (فصلی)	چابهار	کنارک	جاسک	بندرعباس	بندرلنگه	میناب	سیری	کیش	ابوموسی	آبادان	بوشهر	بوشهر ساحلی
همبستگی پیرسون	-۰/۲۱۹	-۰/۳۵۸**	-۰/۳۹۶**	-۰/۲۶۷*	-۰/۲۶۰*	-۰/۲۴۳	-۰/۱۸۵	-۰/۳۳۱**	-۰/۲۰۸	-۰/۲۴۳	-۰/۲۷۹*	-۰/۳۰۸*
همبستگی کندال	-۰/۱۱۹	-۰/۲۰۵*	-۰/۲۴۴**	-۰/۱۴۱	-۰/۱۸۴*	-۰/۱۱۸	-۰/۱۴۱	-۰/۲۰۶*	-۰/۱۶۶	-۰/۱۹۰*	-۰/۱۶۰	-۰/۱۷۱

جدول ۵- همبستگی ماهانه شاخص SOI و بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه‌ها (ماهانه)	چابهار	کنارک	جاسک	بندرعباس	بندرلنگه	میناب	سیری	کیش	ابوموسی	آبادان	بوشهر	بوشهر ساحلی
همبستگی پیرسون	-۰/۲۶۳**	-۰/۲۹۶**	-۰/۱۶۳*	-۰/۲۲۶**	-۰/۱۳۸	-۰/۱۶۰*	-۰/۰۴۵	-۰/۱۸۷*	-۰/۱۶۸*	-۰/۲۶۳**	-۰/۲۵۶**	-۰/۲۵۹**
همبستگی کندال	-۰/۱۳۹**	-۰/۱۶۲**	-۰/۱۰۹*	-۰/۱۳۶**	-۰/۱۰۳*	-۱۱۰*	-۰/۰۳۷	-۰/۱۰۵*	-۰/۱۷۲**	-۰/۱۸۱**	-۰/۱۹۸**	-۰/۱۸۳**

با پارامتر بارش به میزان زیاد در تغییرات بارش منطقه تاثیر دارد، که بیش‌ترین میزان اثرگذاری در مقیاس سالانه آبادان، در مقیاس ماهانه مربوط به کنارک و در مقیاس فصلی مربوط به ایستگاه جاسک با استفاده از روش همبستگی پیرسون بود. جدول ۶ همبستگی بین بارش و سیگنال را به صورت پنجره متحرک در ایستگاه‌های مورد بررسی را نشان داد.

با توجه به جدول ۶ در ایستگاه‌های سینوپتیک چابهار، میناب و

با توجه به جدول ۵ در مقیاس ماهانه هر سه آزمون نتایج تقریباً یکسانی را نشان دادند. بنابراین نتایج همبستگی قوی بین سیگنال و همه‌ی ایستگاه‌های مورد بررسی به جز ایستگاه سیری وجود دارد. سیگنال بالاترین همبستگی را با ایستگاه بوشهر در سطح معنی‌داری ۹۹ درصد با استفاده از همبستگی پیرسون نشان داد. ضریب همبستگی بین پارامتر بارش و SOI نشان دادند که شاخص ال‌نینو نوسانات جنوبی (SOI) با توجه به همبستگی قوی خود

بارش فصل پاییز و با تاخیر یک ماهه بر بارش ماه‌های آذر-دی-بهمن و بر بارش فصل زمستان اثرگذار است و سیگنال ماه‌های آبان-آذر-دی به‌صورت هم‌زمان بر بارش آبان-آذر-دی اثر می‌گذارد و بارش فصل زمستان به‌صورت هم‌زمان بر بارش فصل زمستان اثر می‌گذارد.

به‌طور کلی با توجه به جداول حاصله می‌توان نتیجه گرفت که سیگنال بیش‌ترین اثر خود را بر ایستگاه‌های بوشهر، بوشهر ساحلی، بندرعباس، کیش، کنارک و چابهار می‌گذارد. هم‌چنین می‌توان بیان نمود که سیگنال بیش‌ترین اثر خود را در قسمت غرب دارد و مقدار این همبستگی در مرکز و شرق کشور کاهش می‌یابد.

تعیین فاز سرد و گرم و پایه

جدول ۷ سال‌های فاز سرد و گرم شاخص SOI را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود ۱۷ سال در فاز سرد و ۱۶ سال در فاز گرم و بقیه سال‌ها در فاز پایه قرار دارند.

در تعیین شدیدترین ترسالی‌ها و خشک‌سالی‌ها پس از مرتب کردن ارقام بارندگی هر ایستگاه به‌صورت صعودی، سال‌هایی که بارندگی آن‌ها در محدوده ۱۰٪ بالای ارقام (کم‌تر از دهک اول) مرتب شده قرار داشتند به‌عنوان شدیدترین خشک‌سالی و ۱۰٪ پایینی این ارقام (بیش‌تر از دهک نهم) به‌عنوان شدیدترین ترسالی در نظر گرفته شد (جدول ۸).

جداول توافقی جهت تطابق دوره‌های تر و خشک با فازهای گرم و سرد ENSO:

بعد از تعیین دوره‌های خشک، تر و مشخص شدن سال‌هایی که تابستان آن هم‌زمان با وقوع ال‌نینو یا لانینا است، اقدام به تشکیل جداول توافقی گردید. همان‌طور که در جدول ۹ مشاهده شد، در فاز سرد ENSO، درصد وقوع ترسالی شدید برای عموم ایستگاه‌های مورد بررسی بسیار کم، و در بیش‌تر موارد بین صفر تا ۳۳ درصد متغیر است.

در همین حال، برای اکثر قریب به اتفاق ایستگاه‌های مورد بررسی، فاز گرم ENSO همراه با بارش‌های بیش از نرمال است که پیامی است برای مردم، مسئولین و تصمیم‌گیرندگان، که برنامه ریزی لازم برای وقوع بارش‌های بیش از نرمال را انجام دهند. درصد وقوع بارش‌های بیش از نرمال در این دوره در بیش‌تر ایستگاه‌ها بین ۵۰ تا ۷۵ درصد متغیر است، فقط در ایستگاه‌های چابهار، سیری و ابوموسی درصد وقوع بارندگی بسیار کم است که به‌ترتیب برابر با صفر و ۳۳/۳۳ درصد است.

سیری همبستگی معنی‌داری بین سیگنال و بارش وجود ندارد. در ایستگاه کنارک سیگنال فصل پاییز بر بارش فصل پاییز به‌صورت هم‌زمان و بر بارش ماه آخر فصل پاییز و دو ماه اول زمستان (ماه‌های آذر-دی-بهمن) اثر می‌گذارد. سیگنال آذر-دی-بهمن بر بارش آذر-دی-بهمن به‌صورت هم‌زمان و بر بارش فصل زمستان با یک ماه تاخیر اثر می‌گذارد.

در ایستگاه سینوپتیک جاسک سیگنال ماه‌های آبان-آذر-دی بر بارش ماه‌های آذر-دی-بهمن (بارش ماه آخر فصل پاییز و بارش دو ماه اول فصل زمستان) و بارش دی-بهمن-اسفند (فصل زمستان) اثر می‌گذارد، بنابراین سیگنال با تاخیر یک ماه بر بارش اثر می‌گذارد. در ایستگاه سینوپتیک بندرعباس، سیگنال با تاخیر دو ماه بر بارش اثر می‌گذارد یعنی سیگنال در ماه‌های مهر-آبان-آذر بر بارش آذر-دی-بهمن و دی-بهمن-اسفند اثر می‌گذارد. در واقع سیگنال فصل پاییز بر بارش یک ماه آخر پاییز و سه ماه زمستان اثر می‌گذارد. هم‌چنین سیگنال اثر خود را به‌صورت هم‌زمان در ماه‌های آذر-دی-بهمن نشان می‌دهد. هم‌چنین در فصل زمستان اثر خود را بر بارش ماه آخر پاییز و دو ماه اول زمستان (سیگنال دی-بهمن-اسفند بر بارش آذر-دی-بهمن) یعنی تاثیر خود را دو ماه بعد نشان می‌دهد.

در ایستگاه سینوپتیک بندرلنگه مشخص است که سیگنال با تاخیر دو ماهه بر بارش یک تا سه ماه بعد اثر می‌گذارد. یعنی بارش فصل پاییز بر بارش یک ماه آخر پاییز و دو ماه اول زمستان (آذر-دی-بهمن) اثر می‌گذارد.

در ایستگاه سینوپتیک کیش سیگنال فصل پاییز بر بارش فصل پاییز به‌صورت هم‌زمان و بر بارش آذر-دی-بهمن با تاخیر دو ماه و بر بارش فصل زمستان با تاخیر سه ماه (یک فصل) تاثیرگذار است.

در ایستگاه ابوموسی، سیگنال با دو ماه تاخیر بر روی بارش تاثیر می‌گذارد به طوری که سیگنال مهر-آبان-آذر بر روی بارش آذر-دی-اسفند و دی-بهمن-اسفند اثر می‌گذارد. یعنی سیگنال فصل پاییز بر روی بارش یک ماه فصل پاییز و سه ماه فصل زمستان اثر می‌گذارد. بنابراین فصل پاییز سیگنال موثرترین فصل است.

در آبادان سیگنال اثر خود را به‌صورت هم‌زمان بر بارش در فصل آذر-دی-بهمن می‌گذارد.

در ایستگاه بوشهر ساحلی سیگنال فصل پاییز به‌صورت هم‌زمان بر بارش فصل پاییز و با تاخیر یک ماه بر بارش ماه آخر پاییز و دو ماه اول زمستان (آذر-دی-بهمن) اثر می‌گذارد و سیگنال در ماه‌های آذر-دی-بهمن به‌صورت هم‌زمان بر بارش آذر-دی-بهمن اثر می‌گذارد. هم‌چنین سیگنال فصل زمستان بر بارش فصل زمستان به‌صورت هم‌زمان موثر می‌باشد.

در ایستگاه بوشهر سیگنال فصل پاییز به‌صورت هم‌زمان بر

جدول ۶- همبستگی پیرسون بین پنجره متحرک شاخص SOI و بارش در ایستگاه‌های سینوپتیک مورد بررسی

مرز	ایستگاه	بارش سیگنال	OND	NDJ	DJF	JFM
شرق	چابهار	OND	-/۰۱-	-/۰۱-	/۰۰۵۷	-/۰۲۷-
		NDJ	-/۰۰۶-	-/۰۰۳۹-	-/۰۰۳-	-/۰۰۸۶
		DJF	-/۰۰۲۳-	-/۰۰۲	-/۰۰۲-	-/۰۰۰۵
		JFM	-/۰۰۵-	-/۰۰۱۶-	-/۰۰۸-	-/۰۰۱-
	کنارک	OND	-/۰۲۵-	-/۰۲۹*	-/۰۱۲	-/۰۳۶**
		NDJ	-/۰۲۳-	-/۰۰۹-	-/۰۲۲-	-/۰۰۰۷
		DJF	-/۰۲۸*	-/۰۲۸*	-/۰۰۷-	-/۰۰۲
		JFM	-/۰۳۶**	-/۰۲۶-	-/۰۰۶-	-/۰۰۳-
	جاسک	OND	-/۰۱۳۶-	-/۰۱۹۵-	-/۰۲۱-	-/۰۹۵-
		NDJ	-/۰۲۸*	-/۰۲۶*	-/۰۱۹-	-/۰۱۷-
		DJF	-/۰۱۸-	-/۰۲۲-	-/۰۱۶-	-/۰۰۸-
		JFM	-/۰۱۲-	-/۰۱۶-	-/۰۱۵-	-/۰۰۹-
میناب	OND	-/۰۲۵	-/۰۱۵	-/۰۱۹-	-/۰۲۴-	
	NDJ	-/۰۰۵	-/۰۱۶-	-/۰۰۱۴	-/۰۰۱۸-	
	DJF	-/۰۰۲۵	-/۰۰۲۱	-/۰۱۴-	-/۰۱۳-	
	JFM	-/۰۰۲-	-/۰۰۵	-/۰۱۹۶-	-/۰۲۶-	
بندرعباس	OND	-/۰۱۹*	-/۰۲۹**	-/۰۰۳	-/۰۱۵-	
	NDJ	-/۰۱۲-	-/۰۰۴-	-/۰۱۵-	-/۰۰۹۳-	
	DJF	-/۰۱۶-	-/۰۲۰*	-/۰۱۰	-/۰۰۴	
	JFM	-/۰۱۷-	-/۰۱۹*	-/۰۱۳	-/۰۰۲-	
بندرلنگه	OND	-/۰۱۳	-/۰۲۵*	-/۰۱۱	-/۰۱۷	
	NDJ	-/۰۱۱-	-/۰۰۸	-/۰۱۶	-/۰۰۹۹	
	DJF	-/۰۱۴-	-/۰۱۸-	-/۰۰۲	-/۰۰۲	
	JFM	-/۰۱۸-	-/۰۱۹۸-	-/۰۰۸	-/۰۰۲-	
مرکز	OND	-/۰۲۹۵*	-/۰۳۴**	-/۰۲۱	-/۰۳۱**	
	NDJ	-/۰۲۰-	-/۰۰۷-	-/۰۲۲-	-/۰۰۴-	
	DJF	-/۰۱۸۷-	-/۰۲۱-	-/۰۰۲	-/۰۱۳-	
	JFM	-/۰۳۱**	-/۰۲۶*	-/۰۰۷	-/۰۱۴-	
سیری	OND	-/۰۰۰۲-	-/۰۰۱-	-/۰۱۲-	-/۰۱۱-	
	NDJ	-/۰۱۸-	-/۰۲۲-	-/۰۰۶-	-/۰۱۳-	
	DJF	-/۰۰۵-	-/۰۰۸-	-/۰۱۳-	-/۰۱۷-	
	JFM	-/۰۱۰-	-/۰۱۳-	-/۰۰۹-	-/۰۲۴-	
ابوموسی	OND	-/۰۲۱	-/۰۱۶	-/۰۳۵۲**	-/۰۲۹۵*	
	NDJ	-/۰۰۴	-/۰۱۴-	-/۰۰۳-	-/۰۰۹-	
	DJF	-/۰۰۸-	-/۰۰۳	-/۰۱۶-	-/۰۰۷-	
	JFM	-/۰۰۶-	-/۰۰۲-	-/۰۲۰-	-/۰۲۲-	
آبادان	OND	-/۰۱۲	-/۰۱۲	-/۰۱۶	-/۰۰۵	
	NDJ	-/۰۰۴	-/۰۱۶	-/۰۰۲	-/۰۱۳-	
	DJF	-/۰۰۲-	-/۰۰۹	-/۰۱۹*	-/۰۰۸	
	JFM	-/۰۰۱-	-/۰۱۲	-/۰۱۶-	-/۰۱۲-	
غرب	OND	-/۰۱۲-	-/۰۲۰*	-/۰۱۶	-/۰۱۹*	
	NDJ	-/۰۱۱-	-/۰۰۳	-/۰۱۶-	-/۰۰۵۶	
	DJF	-/۰۱۴-	-/۰۲۱*	-/۰۱۳	-/۰۱۱	
	JFM	-/۰۱۸*	-/۰۱۸-	-/۰۱۲	-/۰۰۹	
بوشهر	OND	-/۰۲۷*	-/۰۱۸	-/۰۲۸*	-/۰۲۸*	
	NDJ	-/۰۱۱	-/۰۲۹*	-/۰۰۱	-/۰۰۴-	
	DJF	-/۰۰۲-	-/۰۰۷	-/۰۲۲-	-/۰۱۸-	
	JFM	-/۰۰۲-	-/۰۰۳	-/۰۲۲-	-/۰۲۹*	

جدول ۷- فازهای سرد و گرم و پایه شاخص SOI

۱۳۴۸-۱۳۶۹-۱۳۷۷-۱۳۷۶-۱۳۴۵-۱۳۳۷-۱۳۷۲-۱۳۵۷-۱۳۹۵-۱۳۷۰-۱۳۵۶-۱۳۶۶-۱۳۷۳-۱۳۹۴-۱۳۶۱-۱۳۶۲-۱۳۷۱	فاز سرد
۱۳۹۰-۱۳۸۷-۱۳۷۹-۱۳۷۸-۱۳۵۳-۱۳۵۴-۱۳۵۰-۱۳۳۵-۱۳۳۵-۱۳۵۵-۱۳۵۲-۱۳۶۷-۱۳۴۹-۱۳۷۵-۱۳۸۹-۱۳۶۷	فاز گرم
-۱۳۴۰-۱۳۶۳-۱۳۸۸-۱۳۷۴-۱۳۸۲-۱۳۵۹-۱۳۸۴-۱۳۳۶-۱۳۵۱-۱۹۸۱-۱۳۵۸-۱۳۳۰-۱۳۸۱-۱۳۳۲-۱۳۴۲-۱۳۸۳-۱۳۳۱-۱۳۶۵-۱۳۴۴-۱۳۹۳	فاز پایه
۱۳۴۱-۱۳۴۶-۱۳۸۰-۱۳۸۶-۱۳۳۹-۱۳۳۳-۱۳۴۳-۱۳۹۲-۱۳۹۱-۱۳۳۸-۱۳۸۵-۱۳۴۷-۱۳۶۴	

جدول ۸- شدیدترین ترسالی‌ها و شدیدترین خشک‌سالی‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه‌ها	شدیدترین خشک‌سالی‌ها	شدیدترین ترسالی‌ها
چابهار	۱۳۷۸-۱۳۸۷-۱۳۴۶-۱۳۵۲-۱۳۴۲	۱۳۸۸-۱۳۵۱-۱۳۸۵-۱۳۶۰-۱۳۷۴
کنارک	۱۳۸۰-۱۳۷۲-۱۳۸۲	۱۳۸۷-۱۳۷۱-۱۳۷۶
جاسک	۱۳۷۷-۱۳۸۱-۱۳۷۴-۱۳۷۶	۱۳۴۷-۱۳۴۹-۱۳۷۱-۱۳۶۹
بندرعباس	۱۳۴۱-۱۳۸۹-۱۳۵۲-۱۳۷۳-۱۳۸۰	۱۳۷۱-۱۳۶۱-۱۳۵۸-۱۳۳۶-۱۳۷۶
میناب	۱۳۸۲-۱۳۸۰-۱۳۸۶	۱۳۸۶-۱۳۷۱-۱۳۷۶
بندرلنگه	۱۳۸۹-۱۳۶۴-۱۳۴۵-۱۳۸۰	۱۳۷۶-۱۳۶۱-۱۳۷۴-۱۳۵۵-۱۳۴۸
سیری	۱۳۷۲-۱۳۶۴-۱۳۸۵	۱۳۷۳-۱۳۷۴-۱۳۷۵
کیش	۱۳۶۴-۱۳۸۹-۱۳۸۶	۱۳۷۰-۱۳۷۴-۱۳۶۱-۱۳۷۶
ابوموسی	۱۳۷۳-۱۳۶۴-۱۳۸۲	۱۳۷۴-۱۳۷۵-۱۳۷۶
آبادان	۱۳۸۹-۱۳۴۲-۱۳۴۳-۱۳۳۷-۱۳۴۷-۱۳۴۸	۱۳۷۸-۱۳۷۳-۱۳۷۶-۱۳۵۱-۱۳۳۳-۱۳۷۰
بوشهر	۱۳۸۹-۱۳۹۲	۱۳۶۶-۱۳۷۵-۱۳۷۶
بوشهر ساحلی	۱۳۸۹-۱۳۴۲-۱۳۶۸-۱۳۶۳-۱۳۴۱-۱۳۵۲	۱۳۷۵-۱۳۷۶-۱۳۸۱-۱۳۳۰-۱۳۵۶-۱۳۳۶

مطالعه پایین‌تر از نرمال است و مقدار عددی شاخص SOI نیز پایین‌تر از نرمال است و در سال‌های وقوع خشک‌سالی در مقادیر منفی سیر کرده است. در حالی که هم‌زمان با وقوع سال‌های مرطوب مقدار بارش دریافتی ایستگاه‌های مورد مطالعه بیش‌تر از میانگین بارش سالانه دوره‌ی مورد مطالعه بوده و مقدار عددی شاخص SOI مقادیر مثبت را نشان می‌دهد و بیانگر مقادیر بالاتر از نرمال می‌باشد.

- تاثیر انسو بر بارندگی شش ماه سرد سال

برای بررسی انسو بر بارندگی شش ماهه سرد سال در هر ایستگاه، میانه بارندگی شش ماهه سرد سال در دوره‌های گرم و سرد این پدیده (به ترتیب R_{EL} و R_{LA}) محاسبه شد، و با میانه بارندگی در دوران پایه (R_b) مقایسه گردید.

اگر برای هر ایستگاهی مقدار R_{EL}/R_b کم‌تر از واحد شود به مفهوم آن است که وقوع فاز گرم پدیده ال‌نینو نوسانات جنوبی موجب کاهش بارندگی در آن ایستگاه شد. به همین ترتیب، مقادیر بیش‌تر از واحد نسبت R_{LA}/R_b نشانه آن است که فاز سرد این پدیده موجب افزایش بیش از معمول بارندگی در ایستگاه مورد بررسی شد. در جدول ۱۰ نسبت R_{EL}/R_b و R_{LA}/R_b برای ایستگاه‌های مورد بررسی نشان داده شده است.

۵ مورد ترسالی شدید چابهار در دوران پایه بوده و هیچ‌کدام از سال‌ها در دوران ال‌نینو یا لانینا رخ نداده است. و از سه مورد ترسالی شدید سیری و ابوموسی تنها یک مورد در دوره ال‌نینو رخ داده است و یک مورد در دوره‌ی لانینا و یک مورد در دوران پایه رخ داده است. درصد بروز خشک‌سالی شدید در شش ماهه سرد سال در شرایط ال‌نینو، در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی کم و بین صفر تا ۵۰ درصد (تنها در ایستگاه جاسک) متغیر است. برای مثال از ۵ مورد خشک‌سالی شدید در چابهار، بوشهر و کیش هیچ‌کدام در دوره ال‌نینو روی نداده است یا از ۶ مورد خشک‌سالی شدید در بوشهر ساحلی هیچ‌کدام در دوره ال‌نینو رخ نداده است و سه مورد در دوره لانینا رخ داده است و بقیه در دوران پایه است اما از شش مورد ترسالی دو سال در دوره ال‌نینو و یک سال در دوره لانینا و بقیه در دوران پایه بوقوع پیوسته است. بنابراین طبق نتایج حاصله خشک‌سالی‌های شدید شش ماهه سرد سال در مناطق مورد بررسی بیش‌تر در شرایط لانینا و پایه رخ داده است. و مقدار بارش در فاز گرم (ال‌نینو) بیش‌تر از فاز سرد (لانینا) است که با نتایج تحقیق ناظم‌السادات و قاسمی (۱۳۸۲) در مناطق مرکزی و جنوبی ایران و صداقت کردار (۱۳۸۷) هم‌خوانی دارد. نتایج به‌دست آمده از تحلیل خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از شاخص تعیین تطابق نتایج با شاخص ال‌نینو نوسانات جنوبی (SOI) نشان می‌دهد که هم‌زمان با وقوع سال‌های خشک (جدول ۳) مقدار بارش در ایستگاه‌های مورد

جدول ۹- درصد سال‌هایی که شدیدترین خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های شش ماه سرد با وقوع ال‌نینو و لانینا هم‌زمان بوده است.

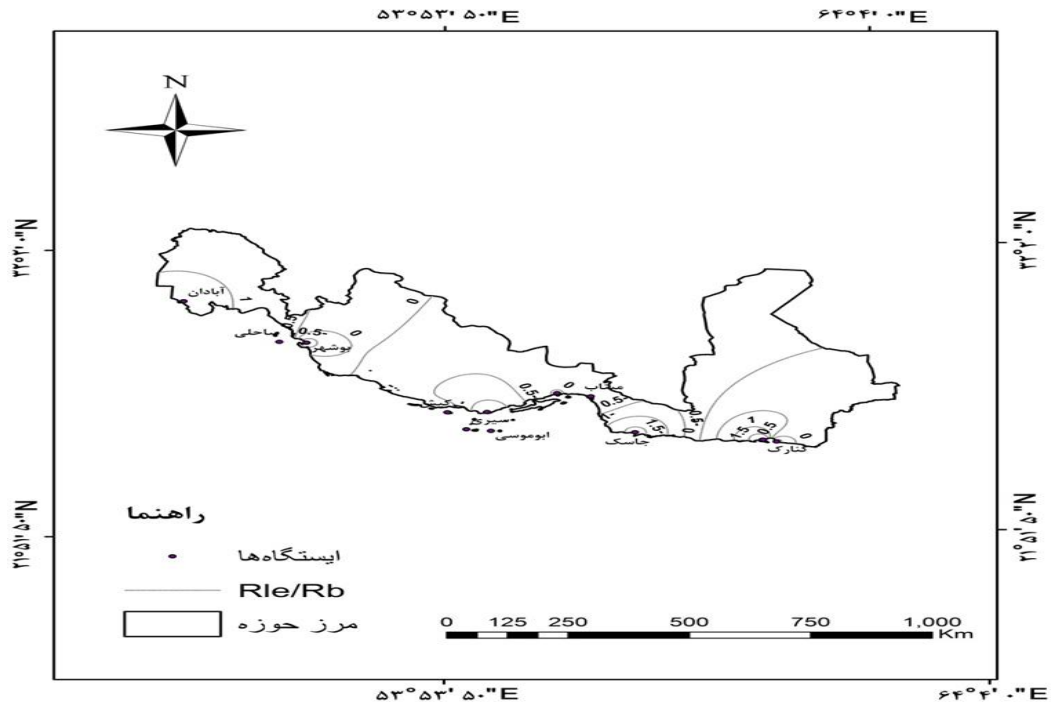
نام ایستگاه‌ها	شدیدترین خشک‌سالی‌ها			شدیدترین ترسالی‌ها		
	الینینو	پایه	لانینا	الینینو	پایه	لانینا
چابهار	۰	۴۰	۶۰	۰	۱۰۰	۰
کنارک	۳۳/۳۳	۶۶/۶۷	۰	۶۶/۶۷	۰	۳۳/۳۳
جاسک	۵۰	۵۰	۰	۵۰	۲۵	۲۵
بندرعباس	۲۰	۴۰	۴۰	۶۰	۴۰	۰
میناب	۰	۱۰۰	۰	۶۷	۳۳/۳۳	۰
بندرلنگه	۲۵	۵۰	۲۵	۶۰	۲۰	۲۰
سیری	۳۳/۳۳	۶۶/۶۷	۰	۳۳/۳۳	۳۳/۳۳	۳۳/۳۳
کیش	۰	۶۶/۶۷	۳۳/۳۳	۷۵	۲۵	۰
ابوموسی	۳۳/۳۳	۶۶/۶۷	۰	۳۳/۳۳	۳۳/۳۳	۳۳/۳۳
آبادان	۳۳/۳۳	۵۰	۱۶/۶۷	۵۰	۳۳/۳۳	۱۶/۶۷
بوشهر	۰	۵۰	۵۰	۶۶/۶۷	۰	۳۳/۳۳
بوشهر ساحلی	۰	۵۰	۵۰	۳۳/۳۳	۵۰	۱۶/۶۷

جدول ۱۰- نسبت میان‌های بارش در دوره سرد، گرم انسو در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

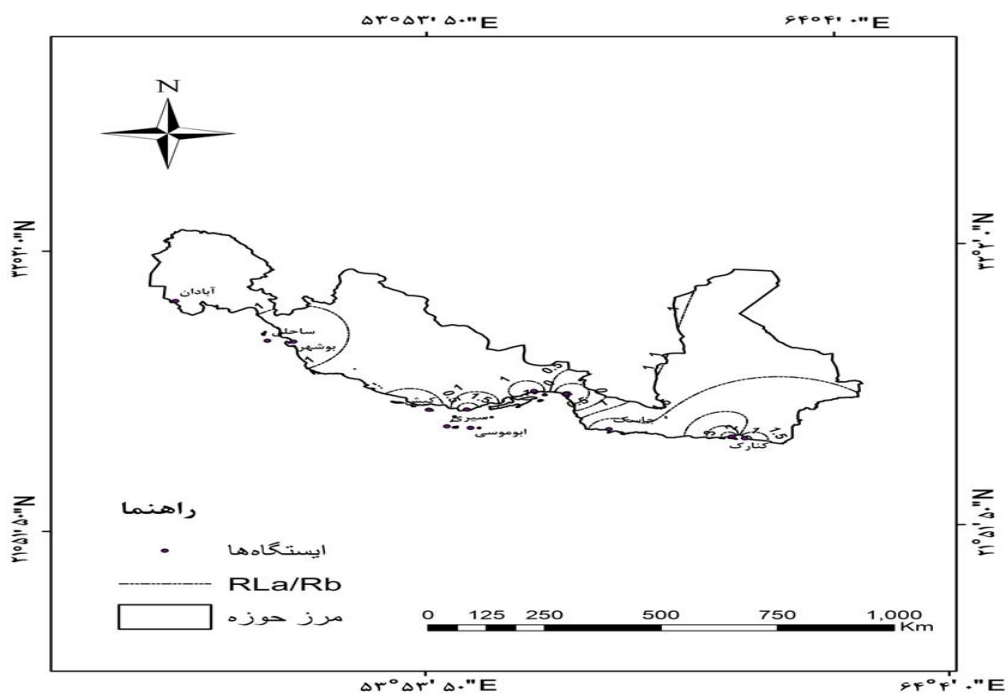
نام ایستگاه‌ها	میان‌های دوره‌ی گرم (R_{EL})	میان‌های دوره‌ی سرد (R_{LA})	میان‌های دوره‌ی پایه (R_b)	R_{EL}/R_b	R_{LA}/R_b
چابهار	-۰/۹۶۵	-۰/۵۰۱	-۰/۴۵۳	۲/۱۳۱	۱/۱۰۶
کنارک	۰/۷۸۶	-۱/۲۸۳	-۱/۱۰۰	-۰/۷۱۵	۱/۱۷۷
جاسک	۰/۶۷۹	-۰/۷۴۷	-۰/۴۲۷	-۱/۵۸۹	۱/۷۵۰
بندرعباس	-۰/۰۱۳	-۰/۷۱۷	-۰/۵۵۲	۰/۰۲۴	۱/۲۹۹
بندرلنگه	۰/۶۵۵	-۰/۷۹۹	-۰/۴۲۸	-۱/۵۳	۱/۸۶۷
میناب	۰/۶۷۴	۰/۱۰۰	-۰/۹۵۹	-۰/۷۰۳	-۰/۱۰۵
سیری	۰/۱۷۴	-۰/۵۴۵	-۰/۹۸۸	-۰/۱۷۶	-۰/۵۵۲
کیش	۰/۲۹۳	۰/۰۶۵	-۰/۹۷۱	-۰/۳۰۱	-۰/۰۶۵
ابوموسی	۰/۳۶۹	-۰/۳۶۶	-۱/۲۲۹	-۳/۰۰	۰/۲۹۸
آبادان	۰/۵۳۹	-۰/۵۴۴	-۰/۷۵۳	-۰/۷۱۶	۰/۷۲۲
بوشهر	-۰/۴۸۲	-۰/۷۷۹	-۰/۲۲۴	۲/۱۶۵	۳/۵۰۰
بوشهر ساحلی	-۱/۰۱۳	-۰/۴۴۴	-۰/۸۲۰	۱/۲۳۵	۰/۵۴۱

کاهش بارندگی در ایستگاه‌های آبادان، بندرعباس، بندرلنگه، جاسک، میناب، سیری، کیش، ابوموسی و کنارک است. نتایج جدول ۱۰ نشان می‌دهد که در ایستگاه بوشهر و چابهار در هر دو حالت ال‌نینو و لانینا نسبت بارش بیش از ۱ بوده است که نشان می‌دهد که پدیده‌های دورپیوندی دیگری بر بارش دو ایستگاه مذکور تاثیرگذارند؛ علاوه بر دو ایستگاه یادشده، نسبت بارش در ایستگاه‌های میناب، سیری و کیش در هر دو حالت کمتر از ۱ است که نشان از عدم تاثیرگذاری معنی‌دار انسو بر بارش‌های آن‌ها دارد. شکل‌های (۳ و ۴) توزیع جغرافیایی نسبت R_{EL}/R_b و R_{LA}/R_b را در حوضه‌ی موردنظر نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج حاصل از جدول بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار نسبت R_{LA}/R_b به میزان ۳/۵ و -۰/۵۵۲ به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بوشهر و سیری می‌باشد. مقادیر این نسبت نشان می‌دهد که در ایستگاه‌های بندرعباس، بندرلنگه، جاسک، چابهار، کنارک و بوشهر وقوع فاز سرد پدیده ال‌نینو نوسانات جنوبی موجب افزایش بیش از معمول بارندگی در ایستگاه مورد بررسی شده است. بنابراین نتایج بیانگر آن است که لانینا تاثیر معنی‌داری بر مقدار بارندگی شش ماهه سرد سال در ایستگاه‌های آبادان، میناب، سیری، کیش، ابوموسی و بوشهر ساحلی ندارد. به همین ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار نسبت R_{EL}/R_b به میزان ۲/۱۶۵ و -۱/۵۸۹ به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بوشهر و جاسک می‌باشد. مقادیر این نسبت نشان دهنده‌ی این است که فاز گرم پدیده‌ی ال‌نینو نوسانات جنوبی موجب



شکل ۳- توزیع جغرافیایی نسبت REL/Rb در منطقه‌ی مورد مطالعه



شکل ۴- توزیع جغرافیایی نسبت RLa/Rb در منطقه‌ی مورد مطالعه

زمان و با تاخیر یک تا شش ماهه در جدول ۱۱ نمایش داده شده است.

همبستگی بارش و شاخص SOI
همبستگی بارش و ال‌نینو نوسانات جنوبی (SOI) به صورت هم- است.

جدول ۱۱ - همبستگی بارش و ال نینو نوسانات جنوبی (SOI) به صورت همزمان و با تاخیر یک تا شش ماهه

نام ایستگاه‌ها	هم-زمان	تأخیری گام اول	تأخیری گام دوم	تأخیری گام سوم	تأخیری گام چهارم	تأخیری گام پنجم	تأخیری گام ششم
چابهار	-۰/۲۰۷	-۰/۰۶۲	-۰/۰۰۲	-۰/۰۱۶	-۰/۰۷۸	-۰/۰۸۲	-۰/۱۳۹
کنارک	-۰/۲۹۶	-۰/۱۱۸	-۰/۰۹۵	-۰/۰۴۳	-۰/۰۴۰	-۰/۰۳۴	-۰/۰۹۱
جاسک	-۰/۱۶۳	-۰/۱۶۴	-۰/۲۵۰	-۰/۲۳۸	-۰/۲۲۲	-۰/۱۴۵	-۰/۰۸۹
بندرعباس	-۰/۲۲۶	-۰/۰۵۶	-۰/۰۳۳	-۰/۰۰۱	-۰/۰۳۵	-۰/۰۰۱	-۰/۰۷۱
بندرلنگه	-۰/۱۳۸	-۰/۰۵۱	-۰/۰۰۲	-۰/۰۲۱	-۰/۰۴۳	-۰/۰۱۰	-۰/۰۰۳
میناب	-۰/۱۶۰	-۰/۱۳۰	-۰/۰۳۲	-۰/۰۳۲	-۰/۰۹۴	-۰/۰۳۱	-۰/۰۰۶
سیری	-۰/۰۴۵	-۰/۰۸۳	-۰/۰۱۴	-۰/۱۲۲	-۰/۰۵۷	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲۸
کیش	-۰/۱۸۷	-۰/۱۳۰	-۰/۰۱۶	-۰/۰۳۱	-۰/۰۳۵	-۰/۰۴۸	-۰/۰۰۶
ابوموسی	-۰/۱۶۸	-۰/۰۶۹	-۰/۰۲۴	-۰/۰۱۶	-۰/۰۰۹	-۰/۰۴۸	-۰/۰۰۳
آبادان	-۰/۲۶۳	-۰/۰۰۹	-۰/۰۳۳	-۰/۰۶۸	-۰/۰۲۷	-۰/۱۰۸	-۰/۰۶۸
بوشهر	-۰/۲۵۶	-۰/۱۴۷	-۰/۰۵۱	-۰/۰۰۴	-۰/۰۱۰	-۰/۰۳۲	-۰/۰۱۴
بوشهر ساحلی	-۰/۲۵۹	-۰/۱۵۲	-۰/۰۷۱	-۰/۰۰۷	-۰/۰۱۲	-۰/۰۵۰	-۰/۰۲۰

قوی خود با پارامتر بارش به میزان زیاد در تغییرات بارش منطقه تاثیر دارد که بیشترین میزان اثرگذاری در مقیاس سالانه، آبادان، در مقیاس ماهانه مربوط به کنارک و در مقیاس فصلی مربوط به ایستگاه جاسک بود.

نتایج پنجره متحرک نشان داد که سیگنال بیشترین اثر خود را بر ایستگاه‌های بوشهر، بوشهر ساحلی، بندرعباس، کیش و کنارک چابهار می‌گذارد و بیشترین اثر سیگنال SOI در قسمت غرب است و مقدار این همبستگی در مرکز و شرق کشور کاهش می‌یابد.

در این پژوهش هم‌چنین فازهای گرم، سرد و پایه پدیده انسو بر اساس شاخص SOI برای دوره شش ماهه سرد سال شناسایی شد و دوره‌های ترسالی و خشک‌سالی بررسی شد. نتایج نشان داد که وقوع فاز گرم (ال نینو) عموماً همراه با افزایش چشم‌گیر بارندگی در شش ماهه سرد سال در ایستگاه‌های مورد بررسی می‌باشد. بیشترین ترسالی را در فاز گرم ایستگاه‌های بوشهر، کنارک و کیش داشتند. بیشترین مقدار ترسالی در فاز گرم انسو است و در فاز سرد انسو درصد وقوع ترسالی شدید در شش ماهه سرد سال در بین ایستگاه‌های مورد بررسی بسیار کم است و در بیش‌تر موارد بین صفر تا ۳۳ درصد متغیر است اما وقوع ترسالی در فاز گرم تنها در یک مورد (چابهار) صفر و بقیه بین ۳۳ تا ۷۵ درصد متغیر است که با نتایج تحقیقات ناظم‌السادات و قاسمی (۱۳۸۲) در مناطق مرکزی و جنوب-غربی ایران هم‌خوانی دارد ایشان به این نتیجه رسیدند که درصد وقوع ترسالی شدید در شش ماهه سرد سال در بین ایستگاه‌های مورد بررسی بسیار کم و در بیش‌تر موارد بین صفر تا ۲۵٪ متغیر است و درصد بروز خشک‌سالی شدید در شش ماهه سرد سال در شرایط ال نینو، در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی بسیار کم و بین صفر تا ۲۵٪ متغیر است. هم‌چنین با نتایج ناظم‌السادات و همکاران (۱۳۸۶)

تحلیل نتایج حاصل از تعیین ضریب همبستگی نشان می‌دهد که میزان همبستگی‌ها تقریباً همه در یک سطح می‌باشند و تاثیرات تغییرات فشار ناحیه اقیانوس آرام به صورت هم‌زمان به نوار ساحلی خلیج فارس و دریای عمان منتقل می‌شود و این نواحی را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد. اکثر همبستگی‌های به دست آمده ضعیف می‌باشند اما پدیده انسو در نوسانات بارش تا شش ماه به صورت بطنی تاثیرگذار است و بیشترین میزان تاثیرگذاری با توجه به نتایج حاصل از جدول (۱۱) به صورت هم‌زمان است به جز در ایستگاه جاسک و سیری که بیشترین تاثیر را در گام دوم و سوم بر بارش دارد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی تاثیر انسو بر میزان بارش ماهانه، سالانه، فصلی و پنجره‌ی متحرک در طول ۶ ماهه‌ی سرد سال در حوضه آبخیز خلیج فارس و دریای عمان انجام شد. تاثیرپذیری بارش از سیگنال SOI در مقیاس‌های سالانه، ماهانه، فصلی و پنجره متحرک با استفاده از آزمون همبستگی انجام شد. نتایج نشان داد که در مقیاس سالانه همبستگی معنی‌داری بین شاخص SOI در دو ایستگاه سینوپتیک آبادان و بوشهر ساحلی در سطح ۹۵ درصد وجود دارد اما در مقیاس ماهانه همبستگی قوی بین سیگنال و همه ایستگاه‌های مورد بررسی به‌جز ایستگاه سیری وجود دارد. سیگنال SOI بالاترین همبستگی را با ایستگاه بوشهر در سطح ۹۹ درصد نشان داد و در مقیاس فصلی همبستگی معنی‌داری بین ایستگاه‌های بندرعباس، بندرلنگه، جاسک، کیش، کنارک، بوشهر و بوشهر ساحلی با سیگنال SOI وجود دارد. بنابر نتایج حاصله می‌توان بیان نمود که شاخص ال نینو نوسانات جنوبی (SOI) با همبستگی

ایلدرومی، ع.، نوری، ح. و بیات ورکشی، م. ۱۳۹۶. بررسی ارتباط بین پدیده انسو و وقوع خشک‌سالی در ایران. نشریه دانش آب و خاک، ۲۷: ۲: ۱۵۶-۱۴۳.

استوار میبیدی، ا. ۱۳۷۹. ال‌نینو و رابطه آن با بارش ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی (هیدرواقبلم)، دانشگاه تربیت مدرس

خورشید دوست، م. ع. و قویدل، ر. ۱۳۸۵. ارزیابی اثر پدیده (انسو) بر تغییرپذیری بارش‌های فصلی استان آذربایجان شرقی با استفاده از (شاخص چندمتغیره انسو). نشریه پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۷: ۱۵-۲۶.

خوش‌اخلاق، ف. ۱۳۸۷. پدیده انسو و تاثیر آن بر رژیم بارش ایران. مجله تحقیقات جغرافیایی، ۱۳: ۴: ۱۳۴-۱۲۱.

رحیمی، د.، عبداللهی، خ. و هاشمی‌نسب، س. ۱۳۹۵. شناسایی الگوی پیوند از دور بر بارش حوضه کارون. نشریه اکوهیدرولوژی، ۱۰۳: ۹۵-۱۰۵.

زارع‌ایبانه، ح. ۱۳۹۳. تاثیر پدیده انسو بر تغییرپذیری منابع آب‌های سطحی استان همدان. نشریه دانش آب و خاک، ۲۴: ۴: ۱۵۳-۱۶۷.

صداقت‌کردار، ع. و فتاحی، ا. ۱۳۸۱. شاخص‌های پیش‌آگاهی خشک‌سالی در ایران، مجله جغرافیا و توسعه، ۱۱: ۵۹-۷۶.

عزیزی، ق. ۱۳۷۹. پدیده انسو و تاثیر آن بر رژیم بارش ایران. پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۲: ۳۸: ۷۱-۸۴.

قویدل رحیمی، ی.، فرج‌زاده، م. و کاکاپور، س. ۱۳۹۳. بررسی اثر الگوی پیوند از دور دریای شمال - خزر بر نوسانات بارش‌های پاییزی مناطق غرب و شمال غرب ایران. نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۸: ۴۹: ۲۳۰-۲۱۷.

کارآموز، م.، رحیمی فراهانی، م. و مریدی، ع. ۱۳۸۵. پیش‌بینی بلندمدت بارش با استفاده از سیگنال‌های هواشناسی، کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی (منطقه جنوب شرق ایران). دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران، ۹ صفحه.

کریمی، ق. و بذرافشان، ا. ۱۳۹۵. بررسی تاثیر پدیده انسو بر خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌های استان هرمزگان. اولین کنفرانس بین‌المللی آب، محیط زیست و توسعه پایدار، ۹ صفحه

مدرس‌پور، آ. ۱۳۷۳. ناهنجاری‌های اقلیمی ایران و ENSO. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه فیزیک دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

در شرایط ایران که به این نتیجه رسیدند که در شرایط لائینا برای بسیاری از نقاط کشور پیش‌بینی حالت خشک‌سالی و بعضاً نرمال معقول می‌باشد هم‌خوانی دارد. تقریباً تمامی تحقیقات انجام شده در ایران رخدادهای ال‌نینو را با افزایش بارش‌های فراگیر در دوره‌ی سرد سال مرتبط می‌دانند (مدرس‌پور، ۱۳۷۳، خوش‌اخلاق، ۱۳۷۷، ناظم‌السادات، ۱۳۷۸، استوار میبیدی، ۱۳۷۹، عزیزی، ۱۳۷۹).

مقادیر نسبت R_{EL}/R_b و R_{La}/R_b نشان می‌دهد که وقوع فاز سرد پدیده‌ی ال‌نینو نوسانات جنوبی موجب افزایش بیش از معمول بارندگی شده در ایستگاه‌های بندرعباس، بندرلنگه، جاسک، چابهار، کنارک و بوشهر است، و لائینا تاثیر معنی‌داری بر مقدار بارندگی شش ماهه سرد سال در ایستگاه‌های آبادان، میناب، سیری، کیش، ابوموسی و بوشهر ساحلی ندارد. بنابراین فاز گرم پدیده‌ی ال‌نینو نوسانات جنوبی موجب کاهش بارندگی در ایستگاه‌های آبادان، بندرعباس، بندرلنگه، جاسک، میناب سیری، کیش، ابوموسی و کنارک شد.

هم‌چنین نتایج نشان داد که ضرایب همبستگی بین شاخص نوسان جنوبی (SOI) و بارش ایستگاه‌ها منفی می‌باشد و در سال‌های وقوع این پدیده بارش سالیانه ایستگاه‌ها نسبت به میانگین درازمدت آن افزایش می‌یابد که با نتایج تحقیقات استوار میبیدی (۱۳۷۹) هم‌خوانی دارد. این شاخص بیش‌ترین اثر خود را بر ایستگاه‌های بوشهر، بوشهر ساحلی، بندرعباس، کیش و کنارک چابهار می‌گذارد. پدیده انسو در نوسانات بارش تا شش ماه به‌صورت بطئی تاثیرگذار است و بیش‌ترین میزان تاثیرگذاری به‌صورت هم‌زمان است به‌جز در ایستگاه سیری که بیش‌ترین تاثیر را در گام سوم بر بارش داشت. بنابراین تغییرات شاخص SOI بر میزان بارش منطقه مورد مطالعه موثر است.

تاثیر پدیده‌ی انسو بر وقوع خشک‌سالی و ترسالی در بیابان‌های ساحلی معنی‌دار است. بخش وسیعی از کشور ایران، به‌ویژه نواحی جنوبی آن در دامنه نوسانات کمربند پرفشار جنب حاره‌ای قرار داشت و عموماً دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است. سرزمین‌های واقع در حد فاصل عرض‌های ۲۳ تا ۴۵ درجه‌ی شمالی و جنوبی متاثر از سیستم‌های پرفشار جنب حاره‌ای می‌باشند و اغلب بیابان‌های وسیع جهان در این محدوده قرار دارند. برای به‌جواب رسیدن این فرضیه اقدام به انجام محاسبات لازم کردیم که فرضیه فوق تایید می‌شود، به طوری که فاز گرم منجر به وقوع ترسالی و فاز سرد منجر به وقوع خشک‌سالی در بیابان‌های ساحلی ایران شد.

منابع

احمدی گیوی، ف. و پرهیزگار، د. ۱۳۸۷. بررسی اثر انسو (ENSO) بر توزیع بارش فصلی ایران در دوره ۱۹۷۱-۲۰۰۰. مجله فیزیک زمین و فضا، ۳۵: ۴: ۳۷-۲۵.

منطقه‌ای تغییر اقلیم.

نصیری، ب، ناصرزاده، م. ح.، طولابی نژاد، م و زارعی چغابلی، ز. ۱۳۹۵. اثر الگوی کلان مقیاس جوی - اقیانوسی انسو بر آبدهی دبی کشکان رود، نشریه هیدروژئوموفولوژی. ۲: ۵. ۱۶۶-۱۴۱.

Cordery, I., McCall, M., Nazemosadat, M. J. 1999. Forecasting the occurrence of low precipitation three to twelve months ahead. IN: Hydrological Extremes: Understanding, Predicting, Mitigating (Proceedings of IUGG 99 Symposium) Edited by L. Gottschalk, J. C. Olivry, D. Reed and D. Rosbjerg: 65-72.

Nazemosadat, M. J. 2001. Winter rainfall in Iran: ENSO and aloft wind interactions. Iranian Journal of Science and Technology. 25.4: 611-624.

Ropelewski, C. F. and Halpert, M. S. 1989. Precipitation Patterns Associated with the High Index Phase of the Southern Oscillation. Journal of Climat. 2: 268-284.

ناظم‌السادات، س. م. ح.، انصاری بصیر، م.، پیشوایی، م. ر. ۱۳۸۶. ارزیابی سطح معنی‌داری برای پیش‌بینی دوران خشک‌سالی و ترسالی فصل پاییز و شش ماهه سرد ایران بر اساس وضعیت فازهای تابستانه ENSO. مجله تحقیقات منابع آب ایران. ۳: ۱-۱۲.

ناظم‌السادات، س. م. ح.، سامانی، ن.، مولایی نیک‌خو، م. ۱۳۷۹. تغییر اقلیم در جنوب، جنوب‌غرب ایران از دیدگاه مشاهدات بارش، برهم‌کنش با پدیده‌ی ال‌نینو نوسانات جنوبی. مجله علمی کشاورزی. ۲۸: ۸۱-۹۹.

ناظم‌السادات، س. م. ح. ۱۳۸۰. آیا باران می‌بارد؟ خشک‌سالی و بارندگی مازاد در ایران و ارتباط آن‌ها با پدیده ال‌نینو - نوسان جنوبی، انتشارات دانشگاه شیراز.

ناظم‌السادات، س. م. ح.، قاسمی، ق. ۱۳۸۲. بارندگی شش ماهه سرد مناطق مرکزی و جنوب‌غربی ایران و ارتباط آن با پدیده ال‌نینو نوسانات جنوبی. نشریه علوم آب و خاک. ۷: ۲-۱۲.

ناظم‌السادات، س. م. ح. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر پدیده ال‌نینو - نوسانات جنوبی (ENSO) بر بارندگی پاییزه ایران. دومین کنفرانس

Investigation of The Relationship Between The Phenomenon Of Enso On The Droughts and Wet year In The Douthern Coastal Provinces Of Iran

R. Somali^{1*}, O. Bazrafshan², M. Biniiaz³, H. Moslemi⁴

Received: Aug.16, 2018

Accepted: Sep.16, 2018

Abstract

Studying climatic processes provides plan makers with a suitable tool in different sectors to plan future policies for optimizing cost and maximizing productivity while bearing these studies in mind. Precipitation is associated with complex atmospheric processes including the El Niño–Southern Oscillation (ENSO) that is inextricably linked to the oscillations in the surface water temperature of the Pacific Ocean. The objective of this study was to investigate the relationship between rainfall in wet seasons of the year (cold season for six months) and the El Niño Southern Oscillation (ENSO) in the Persian Gulf and Oman Sea. After conducting adequate investigations, 12 synoptic stations with appropriate statistical period were selected and the homogeneity and adequacy tests of the data collected were carried out on rainfall amounts. The Southern Oscillation Index (SOI) was used to investigate the effect of the El Niño Southern Oscillation. The warm and cold phase was determined using the SOI index. Also, the longest droughts and wet years were identified and the wet and dry years associated with the warm phase (El Niño) and the cold phase (La Niña) was specified as well. The results showed that the wet years occurred in warm phase and droughts occurred during the cold phase so that at the same time as the dry years, rainfall in the stations under investigation was lower than normal, and the numerical value of the SOI index was lower than normal. The numerical value of the SOI index obtained in dry years was negative. While, at the same time as wet years, the amount of rainfall at the stations is more than the average annual precipitation of the investigation period and the numerical value of the SOI index is also positive and indicates higher values than normal. Pearson correlation test was used to investigate the correlation between rainfall and SOI index. The correlation was carried out on a monthly, seasonal, annual, and moving window basis. The results showed that on the monthly basis, the highest correlation was registered at Konarak station, on the seasonal basis, at Bandar Abbas, Bandar-e-Lengeh, Jask, Kish, Konarak, Bushehr and coastal Bushehr stations, and on the annual basis, at Abadan and coastal Bushehr stations at a significant level of 99%. It is also possible to conclude from the correlation of the moving window that the signal has the most effect on Bushehr, coastal Bushehr, Bandar Abbas, Kish, and Konarak stations in autumn and winter.

Keywords: Drought, Enso, SOI index, South of Iran, Wet year

1- MSc of Natural Resources Engineering, Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Hormozgan University- Qeshm Autonomous College, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Hormozgan University, Hormozgan, Iran

3 - Educational Instructor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Hormozgan University, Hormozgan, Iran

4- Ph.D. Student of Watershed Science and Engineering, Management of Watersheds, Faculty of Natural Resources, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran

(*- Corresponding Author: Email: reza.4825s@gmail.com)