

## پیش‌بینی بارش پاییزه و زمستانه نیمه غربی ایران، با استفاده از SST مدیترانه در فصول تابستان و پاییز

مجید رضایی بنفشه - دانشیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز

سعید جهانبخش\* - استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز

مریم بیاتی خطیبی - دانشیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز

بتول زینالی - دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی (کلیماتولوژی)، دانشگاه تبریز

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۱۰/۲۳ تأیید مقاله: ۱۳۸۹/۸/۱۹

### چکیده

کشور ما به دلیل واقع شدن در همسایگی منابع رطوبتی فواوان دریای مدیترانه در غرب، خلیج فارس و دریای عمان در جنوب، دریای خزر در شمال، دریای سیاه و اقیانوس هند تأثیرپذیری نسبتاً زیادی از SST مناطق رطوبتی یاد شده دارد. لذا بررسی و مطالعه این تأثیرها بر مقدار بارش‌های کشور، نقش اساسی در شناخت نوسان‌های بارش و پیش‌بینی مقادیر بارش آن دارد. از آنجا که خشکسالی و سیل خسارات زیادی به جوامع و بخش‌های مختلف اقتصادی در ایران وارد می‌کند، لذا پیش‌بینی بارش دارای نقش اساسی در مدیریت بهینه منابع آب و خاک، و نیز جایگزینی مدیریت ریسک به جای مدیریت بحران و توسعه پایدار کشور است. در این پژوهش میزان تأثیر فصلی دمای سطح آب دریای مدیترانه (Mediterranean SST) بر بارش‌های فصلی نیمه غربی ایران بررسی شده است. ابتدا دوره‌های گرم و سرد و پایه (شرایط معمولی دمای سطح آب مدیترانه) تعریف شد و سپس میانه آماری بارش در هر دوره با عناوین به ترتیب  $Rb$ ،  $Rc$ ،  $Rw$  محاسبه گردید و از مقادیر نسبت‌های  $Rb/Rc$ ،  $Rb/Rw$  و  $Rc/Rw$  به منظور ارزیابی میزان تأثیر این شرایط بر بارش استفاده شد. نتایج نشان داد زمانی که در فصل پاییز  $MedSST$  سردتر از معمول باشد، بارش زمستانه منطقه مورد مطالعه افزایش می‌یابد ولی دمای گرم‌تر از معمول آن در فصل تابستان باعث افزایش بارش پاییزه می‌شود. همچنین بین نوسانات  $MedSST$  در فصل پاییز و بارش زمستانه ایستگاه‌های مورد مطالعه، همبستگی معنی‌دار منفی وجود دارد، ولی بین نوسانات  $MedSST$  در فصل تابستان و بارش پاییزه ایستگاه‌های مورد مطالعه همبستگی معنی‌دار مشاهده نشد؛ اما تمایل نسبتاً مشخصی بین افزایش بارش پاییزه با دمای گرم مدیترانه ملاحظه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: SST، پیش‌بینی، نوسان بارش، مدیترانه، غرب ایران.

## مقدمه

هیچ منطقه‌ای از نظر اقلیمی مستقل نیست، بلکه الگوی اقلیمی غالب در هر منطقه، منطقه دیگر را نیز تحت تأثیر خود قرار می‌دهد، زیرا با وجود اختلافات اقلیمی بین مناطق مختلف و به‌خصوص مناطق حاره و مناطق برون حاره، رابطه سیستماتیک جوئی بین آنها وجود دارد و تغییراتی که مثلاً در منطقه حاره به‌وجود می‌آید، سبب شکل‌گیری اختلافات جوئی بین مناطق عرض‌های متوسط و دیگر عرض‌های جغرافیایی می‌شود. به طور کلی، همواره رابطه کاملاً مشخصی بین وضعیت جوئی حاکم در یک ماه و در عرض‌های بالا، با وضعیت جوئی حاکم در عرض‌های پایین وجود دارد. بنابراین، اتمسفر به مثابه سیستم یا سامانه‌ای واحد کار می‌کند، به طوری که تغییر گردش هوا در یک ناحیه از نیم کره شمالی به قسمت‌های دیگر در جهت بالادست یا پایین‌دست آن ناحیه اثر می‌کند (عساکره، ۱۳۸۶، ۴۷).

بارش از اصلی‌ترین عناصر اقلیمی است و افزایش یا کاهش آن سایر عوامل جوی - اقلیمی و نیز امور کشاورزی، دامپروری، شیلات، ساختمان‌سازی و صنعت گردشگری (توریسم) را تحت تأثیر قرار می‌دهد (ناظم‌السادات، و شیروانی، ۱۳۸۵).

با توجه به اینکه روند گرم و سرد شدن دریا طولانی‌مدت صورت می‌گیرد، پایش مداوم نوسان‌های SST وضعیت دمای سطح آب را در یکی دو ماه آینده در بسیاری از مواد روشن می‌سازد. بدین ترتیب، با توجه به اینکه دمای سطح آب به‌وسیله مدل‌های مختلف پیش‌بینی‌شدنی است، ارتباط همزمان SST و بارش، قابلیت زیادی برای پیش‌بینی‌های اقلیمی خواهد داشت (ناظم‌السادات و قاسمی، ۱۳۸۲).

میلنا<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۵) بارش‌های ناگهانی ساحل شرقی اسپانیا را با توجه به نقش دمای سطح آب دریای مدیترانه بررسی کرده‌اند که آن را مرتبط با سازوکار یا مکانیسم توسعه توده هوای ناپایدار به طور بالقوه روی دریای مدیترانه - که فاکتورهای زیادی در آن دخیل‌اند - می‌دانند. در این تحقیق فرض می‌شود که دمای سطح آب دریا نقش مهمی در این میان دارد؛ که بررسی سینوپتیکی نتیجه نقش دمای سطح دریا را به عنوان منبع رطوبتی در سیکلون‌زایی مدیترانه‌ای تصدیق کرد.

ام. اسپنس<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر نوسان دمای سطح آب اقیانوس‌های اطلس و آرام را روی بارش‌های حوضه کاراییب، با استفاده از تکنیک SVD<sup>۳</sup> بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که ENSO<sup>۴</sup> بیشترین تأثیر را در طول فصول بارانی (ASO) August-October و فصول خشکی (NDJ) November-January دارد، در حالی که اقیانوس اطلس حاره‌ای تغییرات در فصول بارندگی (MJJ) May-July را کنترل می‌کند.

یانگ<sup>۵</sup> (۲۰۰۴) روند و تغییرپذیری بارش کشور چین را در فصل بهار و تابستان با توجه به دمای سطح آب بررسی کرده‌اند. داده‌های مشاهداتی چین در ۵۰ سال گذشته روند افزایشی بارش را در مرکز چین شرقی و روند کاهشی آن را در

1. Millana
2. Jacqueline M. Spens
3. Singular Value Decomposition
4. South Oscillation-Elino
5. Fanglin Yang

چین شمالی نشان می‌دهد. نتایج این تحقیق نشان داد که سازوکار ایجادکننده این روند، با تغییرات دمای سطح آب در مقیاس زمانی فصلی و دهه‌ای مرتبط است. نوسانات بارش فصول بهار و تابستان منطقه مورد مطالعه را می‌توان به دو مرکز فعالیت SST فصلی نسبت داد.

جی. چارلری<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر نوسان اطلس شمالی (NAO<sup>۲</sup>) را روی الگوهای بارش باربادوس مطالعه کرده‌اند. در این مطالعه از داده‌های بارش ایستگاه‌های ساحلی جنوب شرق باربادوس دوره آماری مورد مطالعه (۱۹۵۰-۲۰۰۴)، NAO تأثیر مهمی در تغییرات بارش ماهانه منطقه اربادوس در طول دوره‌های الینو و لانینو دارد.

نگوین<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۷) ارتباط بین دمای سطح آب اقیانوس هند و آرام حاره‌ای را با بارش ماهانه روی ارتفاعات مرکزی ویتنام، با استفاده از روش توابع تجربی متعامد مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که تفاوت فصلی دمای سطح آب، نقش اساسی در آغاز فصل موسمی و جابه‌جایی الگوهای بارش همرفتی منطقه همگرایی بین حاره‌ای دارد. آنها دریافته‌اند که میزان ارتباط بین بارش و دمای سطح آب در هر دو اقیانوس از نظر اهمیت در طول فصل بارش متفاوت است، به طوری که در ماه آوریل، بارش‌های مناطق مرتفع ویتنام با پدیده انسو به شدت مرتبط است، در حالی که دمای سطح آب اقیانوس هند فقط با بارش‌های مناطق مرتفع شمالی ویتنام ارتباط دارد. در ماه مه هیچ ارتباط مهمی بین بارش و دمای سطح آب اقیانوس‌ها وجود ندارد. در ماه ژوئن بارش‌های مناطق مرتفع به طور منفی با دمای سطح آب اقیانوس هند شمالی و دمای سطح آب اقیانوس آرام جنوبی مرتبط‌اند. در ماه‌های ژوئیه تا سپتامبر هیچ ارتباط مهمی بین الگوهای بارش و دمای سطح آب اقیانوس هند وجود نداشته است. دمای سطح آب اقیانوس آرام در مناطق شرقی تا نواحی حاره‌ای مرکز آن، به طور مثبت با بارش منطقه کوچکی از شمال تا جنوب نواحی مرتفع همبستگی دارد. در ماه اکتبر بارش روی مناطق مرتفع ویتنام به طور قوی با ENSO به طور مثبت با دمای سطح آب شرق اقیانوس هند استوایی ارتباط دارد. در ماه نوامبر دمای سطح آب شمال غرب اقیانوس آرام، همانند دمای سطح آب شرق اقیانوس هند استوایی، به طور مثبت و قوی با بارش مناطق مرتفع ویتنام همبستگی دارد. آنالیزهای تأخیر زمانی نشان داده است که ارتباط بالقوه‌ای بین دمای سطح آب اقیانوس آرام و الگوهای بارش ماهانه در طی فصل بارش از یک تا سه ماه پیشاپیش و بین دمای سطح آب هند و بارش در ماه‌های اکتبر و نوامبر از یک تا دو ماه پیش‌تر وجود دارد.

ویلیامز<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی ارتباط فرایندهای جوئی - اقیانوسی با مقادیر بارش‌های حداکثر روزانه را روی افریقای جنوبی پرداخته‌اند. آنها در این مطالعه با استفاده از مجموعه داده‌های ماهواره‌ای بارش روزانه، این اهداف را دنبال کرده‌اند:

۱. بررسی الگوهای اصلی تغییرات بارش روی افریقای جنوبی؛
۲. شناسایی زمان‌هایی که در این الگوها حداکثر بارش اتفاق می‌افتد؛ و

۳. شناسایی موقعیت و تواتر نوسان‌های دمای سطح آب مرتبط با مقادیر بارش‌های حداکثر در اقیانوس اطلس و جنوب غربی اقیانوس هند. در این مطالعه از روش <sup>۱</sup>PCA (آنالیز مؤلفه‌های اصلی) استفاده شده است.

سین<sup>۲</sup> (۲۰۰۷) تأثیر نوسان‌های دمای سطح آب اقیانوس هند را روی بارش موسمی تابستانی هند، با استفاده از نسخه جدید مدل اقلیم ناحیه‌ای (RegCM<sub>3</sub><sup>۳</sup>) بررسی کرده و به این نتیجه رسیده است که گرم شدن ناحیه‌ای دمای سطح آب اقیانوس هند بارش موسمی را به طور اساسی روی جنوب، غرب شبه‌جزیره هند و نیز بر فراز اقیانوس هند افزایش می‌دهد و روی شمال شرقی اقیانوس هند از آن می‌کاهد.

راول<sup>۴</sup> (۲۰۰۷) تأثیر دمای سطح آب دریای مدیترانه را روی بارش‌های فصلی منطقه ساحل (شامل کشورهای واقع بر روی خط استوا در غرب افریقا) با استفاده از داده‌های مدل گردش عمومی اتمسفر (AGCM<sup>۵</sup>) بررسی کرده و به این نتیجه رسیده است که در سال‌هایی که دمای سطح آب دریای مدیترانه گرم‌تر از میانگین باشد، منطقه ساحل از شرایط دمای نرمال سطح آب این دریا مرطوب‌تر است و در سال‌هایی که دمای سطح آب دریای مدیترانه از شرایط نرمال آن سردتر باشد، منطقه ساحل دارای شرایط خشک‌تری است.

یانیان<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۸) تأثیرات دمای سطح آب اقیانوس هند را روی آغاز بارش‌های موسمی تابستانی دریای چین جنوبی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که آنتی‌سیکلون قوی فیلیپین در ماه‌های مه و ژوئن به طرف غرب پیشروی می‌کند و از گسترش جریان‌های غربی هند به دریای چین جنوبی جلوگیری به عمل می‌آورد و این باعث تأخیر در شروع فصل موسمی تابستانی می‌شود. این در حالی است که وقتی اقیانوس هند حاره‌ای سرد می‌شود، شرایط برعکس می‌گردد و باعث عقب‌نشینی آنتی‌سیکلون فیلیپین و در نتیجه موجب شروع زودهنگام موسمی تابستانی می‌شود.

خوش‌رفتار (۱۳۷۷) تأثیر پدیده ENSO را بر بارش ایران مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده است که افزایش در بارش ایران با شاخص پایین (النینو<sup>۷</sup>) و کاهش آن با شاخص بالا (لانینا<sup>۸</sup>) همراه است.

غیور و عساکره (۱۳۸۱) تأثیر پیوند از دور بر اقلیم ایران را با مطالعه موردی نوسانات اطلس شمالی و نوسانات جنوبی بر تغییرات میانگین ماهانه دمای جاسک بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که زمانی طولانی، دمای جاسک با تأثیر پذیرفتن از کاهش مقادیر نوسانات شمالی و جنوبی، افزایش یافته است.

خورشیددوست و قویدل (۱۳۸۵) تأثیر انسو را بر تغییرپذیری بارش‌های فصلی استان آذربایجان، با استفاده از شاخص چندمتغیره انسو بررسی کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که بارش پاییزه منطقه مورد مطالعه به هنگام النینو افزایش می‌یابد؛ و برعکس، به هنگام لانینا کاهش پیدا می‌کند.

1. Principal Component Analyze
2. G. P. Singh
3. Regional Climate Model
4. David P. Rowell
5. Atmospheric General Circulation Model
6. Yuan Yuan
7. Elnino
8. Lanina

کریمی خواجه‌لنگی (۱۳۸۵) ارتباط انسو را با نوسانات الگوی بارش ماهانه در ایران، با مطالعه موردی شهرکرد مورد بررسی قرار داده و در زمینه پژوهش‌های متعدد در این حیطه در ایران، با توجه به همبستگی معنی‌دار بین انسو و نوسان‌های بارشی منطقه، به نتایج مشابهی رسیده است.

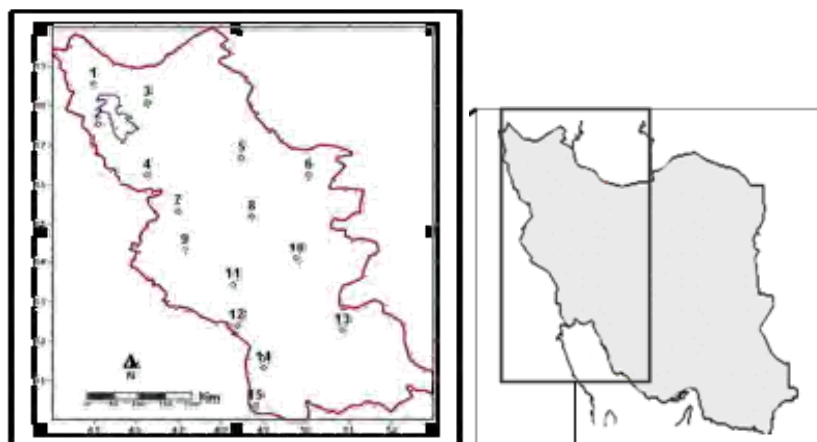
ناظم‌السادات و همکاران (۱۳۸۵) پیش‌بینی بارش مناطق جنوبی ایران را با استفاده از دمای سطح آب خلیج فارس و مدل تحلیل همبستگی متعارف بررسی و مطالعه کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که نوسان‌های SST در ناحیه مرکزی خلیج فارس در مقابل سواحل بوشهر نقش مؤثری در توجیه نوسانات بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه دارد. چهار مؤلفه اصلی SST که از طریق تحلیل مؤلفه‌های اصلی حاصل شدند، در مجموع حدود ۲۷ درصد از کل واریانس بارش زمستانه مناطق مورد مطالعه را تبیین می‌کنند. در استان‌های فارس و بوشهر تأثیر SST زمستانه بر بارش، بیش از استان خوزستان تشخیص داده شده است. فرایند تغییرات SST در فصول بهار و تابستان از عناصر تعیین‌کننده در پیش‌بینی بارش زمستانه خوزستان تشخیص داده شده است.

بادهای غربی در دوره سرد سال سه ناوه بلند به ترتیب بر روی ایالات متحد آمریکا، شرق آسیا و دریای مدیترانه تشکیل می‌دهند. ناوه مدیترانه در طول فصل زمستان در محدوده دریای مدیترانه جابه‌جا می‌گردد و سبب می‌شود که بادهای غربی و سامانه‌های هوایی همراه، تمام یا قسمتی از ایران را فراگیرند (علیچانی، ۱۳۸۳، ۳۰). پیش‌بینی بارش فصلی نقش مؤثری در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب دارد. در صورتی که بتوان با استفاده از دمای تابستانه سطح آب دریای مدیترانه، بارش پاییزه منطقه مورد مطالعه و با استفاده از دمای پاییزه سطح آب دریا، بارش زمستانه منطقه مورد مطالعه را پیش‌بینی کرد، کمک زیادی به بخش کشاورزی و بخش‌های دیگر خواهد شد.

بدین ترتیب در این پژوهش تأثیر SST دریای مدیترانه در فصول تابستان و پاییز روی بارش‌های فصلی پاییز و زمستان ایستگاه‌های مورد مطالعه بررسی شده است.

## مواد و روش‌ها

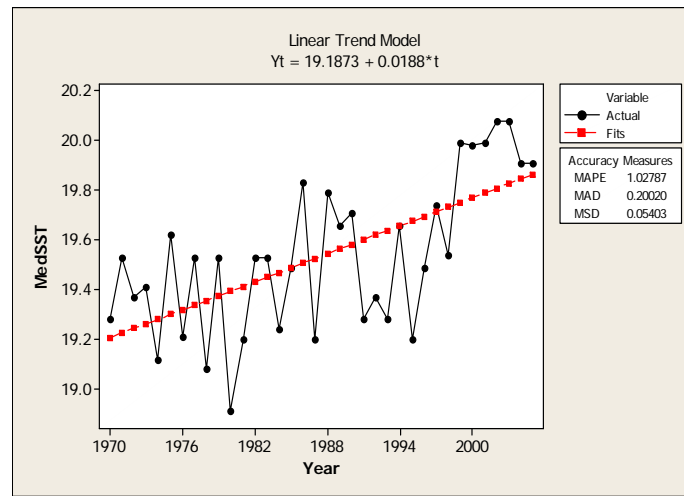
منطقه مورد مطالعه در غرب ایران در محدوده ۳۰-۴۰ درجه عرض شمالی و ۴۴-۵۲ درجه طول شرقی واقع شده است. منطقه غرب ایران که مورد مطالعه تحقیق حاضر است به معنای دقیق کلمه، غرب جغرافیایی ایران نیست بلکه قسمتی از این سرزمین است که حدود ۲۵ درصد از مساحت آن را در بر می‌گیرد. از نظر تقسیمات اداری، منطقه مورد مطالعه شامل ۱۴ استان (اردبیل، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، کردستان، زنجان، قزوین، همدان، کرمانشاه، ایلام، لرستان، چهارمحال و بختیاری، مرکزی، کهگیلویه و بویراحمد و خوزستان) است. این سرزمین از یک‌سو تحت تأثیر سیستم‌های آب‌وهوایی مناطق حاره و جنب حاره است و از سوی دیگر شرایط آب‌وهوایی عرض‌های میانه به ویژه سیستم بادهای غربی را به خود می‌گیرد. پرفشار سیبری، منطقه همگرایی دریای سرخ، بیابان‌های عربستان و افریقا نیز آب‌وهوای این منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در غرب ایران: ۱- خوی ۲- ارومیه ۳- تبریز ۴- سقز ۵- زنجان ۶- قزوین ۷- سنندج ۸- همدان ۹- کرمانشاه ۱۰- اراک ۱۱- خرم‌آباد ۱۲- دزفول ۱۳- شهرکرد ۱۴- اهواز ۱۵- آبادان

در این تحقیق از دو سری داده استفاده شده است: بارش‌های دیده‌بانی‌شده نواحی غرب کشور و دمای سطح دریای مدیترانه. داده‌های بارش ۱۵ ایستگاه سینوپتیک غرب کشور از سازمان هواشناسی تهیه گردید؛ و مبنای انتخاب این ایستگاه‌ها از میان ایستگاه‌های سینوپتیک غرب کشور، داشتن آمار طولانی و بلندمدت آنها در مقایسه با ایستگاه‌ها بوده است. به علت عدم دسترسی به آمار بارش نیمه غرب کشور تا سال جدید، دوره آماری مورد مطالعه از آغاز سال ۱۹۷۰ تا پایان ۲۰۰۵ - به مدت ۳۶ سال - انتخاب شد. برای انجام این مطالعه، علاوه بر داده‌های بارش ایستگاه‌ها، داده‌های فصلی دمای سطح آب دریای مدیترانه (SST) نیز ضروری است. داده‌های SST ماهانه مربوط به تمام پهنه‌های آبی کره زمین در سایت اینترنتی سازمان فضایی آمریکا (NASA) و سازمان هواشناسی و اقیانوس‌شناسی آمریکا (NOAA) موجود است و می‌توان آنها را دانلود کرد. سپس با استفاده از نرم‌افزار تخصصی هواشناسی گرس<sup>۱</sup>، داده‌های دمای سطح آب مدیترانه برای مدت ۳۶ سال در تطابق با داده‌های بارش استخراج شده‌اند.

داده‌های ماهانه SST دریای مدیترانه از طریق میانگین‌گیری دمای کل سطح آب دریای مدیترانه به‌دست آمده است. روند SST دریای مدیترانه در مقیاس فصلی و سالانه با استفاده از نرم‌افزار Minitab ترسیم شد که بیانگر روند افزایشی SST فصلی و سالانه در طول دوره (۲۰۰۵-۱۹۷۰) است. در شکل ۲ فقط روند سالانه دمای سطح آب دریای مدیترانه نشان داده شده است. قسمت شرق دریای مدیترانه در تمامی فصول سال گرم‌تر از قسمت غرب و مرکز آن است (جدول ۱).



شکل ۲. روند سالانه دمای سطح آب دریای مدیترانه در طی دوره آماری (۱۹۷۰-۲۰۰۵)

جدول ۱. SST دریای مدیترانه در قسمت‌های مختلف آن در دوره آماری (۱۹۷۰-۲۰۰۵)

فصل	شرق	مرکز	غرب
زمستان	۱۶/۸	۱۵/۴	۱۳/۸
بهار	۲۰/۳	۱۸/۹	۱۷/۳
تابستان	۲۶/۳	۲۴/۵	۲۲/۵
پاییز	۲۱/۵	۱۹/۵	۱۸/۶
سالانه	۲۱/۲	۱۹/۶	۱۸/۱

در این پژوهش سه فاز گرم و سرد و خنثی، معادل دوره‌های گرم دمای سطح آب دریای مدیترانه (Warm SST)، سرد (Cold SST)، و پایه آن (Base SST) محاسبه شد. برای این کار دمای میانگین فصلی سطح آب مدیترانه در فصول تابستان و پاییز برای دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۵ از بزرگ به کوچک منظم گردید و سپس داده‌های SST واقع در محدوده ۲۵ درصد بالایی سری دمای فصلی به عنوان دوره گرم (Warm SST)، داده‌های SST واقع در ۲۵ درصد پایین به عنوان دوره سرد (Cold SST) و ۵۰ درصد داده‌های SST واقع در میانه سری دمای فصلی به عنوان دوره پایه (Base SST) در نظر گرفته شد. برای هر فصل و هر ایستگاه مورد مطالعه میانه آماری بارش با عناوین  $R_w$ ,  $R_c$ ,  $R_b$  به ترتیب برای دوره‌های گرم و سرد و پایه دمای سطح آب مدیترانه محاسبه شد و نسبت به هم برای بررسی میزان تأثیرپذیری بارش از Med SST مورد مقایسه قرار گرفت (ناظم‌السادات و قاسمی، ۱۳۸۱). مقادیر نسبت‌های  $R_b/R_w$ ,  $R_b/R_c$  و  $R_c/R_w$  در فصول و ایستگاه‌های مورد مطالعه با یکدیگر مقایسه شد. اگر برای میانه بارش زمستانه ایستگاهی ( $R_w/R_c$ ) نتیجه بیشتر (کمتر) از واحد گردد، به معنی این است که کاهش (افزایش) بیش از معمول دمای سطح دریا در فصل زمستان باعث افزایش (کاهش) بارش آن ایستگاه در فصل زمستان شده است.

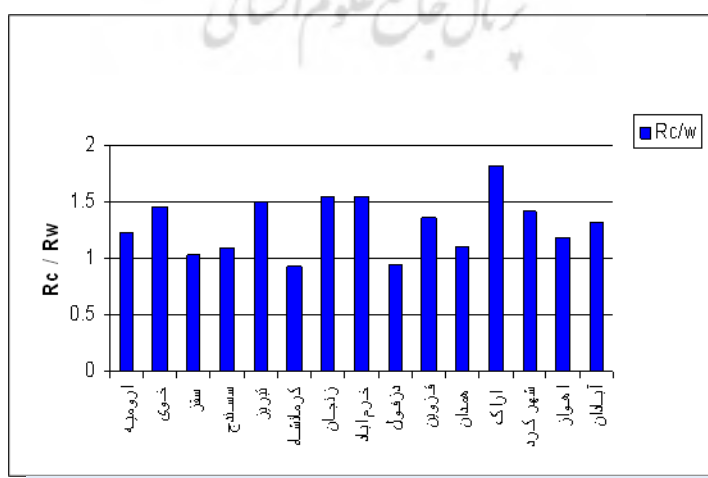
یکی از مهم‌ترین موارد مطالعات اقلیمی، شناخت روابط موجود بین متغیرهای مورد مطالعه است. تبیین روابطی که در بین این نوع متغیرها وجود دارد، باعث خواهد شد بتوان پیش‌بینی‌های لازم را به‌منظور برنامه‌ریزی انجام داد. در این مطالعه همچنین میزان همبستگی بین دمای سطح آب دریای مدیترانه در فصل تابستان و بارش پاییزه ایستگاه‌ها و دمای سطح آب دریای مدیترانه در فصل پاییز و بارش زمستانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در نرم‌افزار Minitab انجام گرفته شده است. پس از یافتن همبستگی، در مواردی که همبستگی معنی‌دار باشد برای برآورد آماری از خط رگرسیون استفاده می‌گردد، که این مورد با استفاده از نرم‌افزار Minitab محاسبه شده است. در نهایت میزان تأثیرپذیری ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصول زمستان و پاییز از نوسانات SST دریای مدیترانه در فصول به ترتیب پاییز و تابستان به صورت نقشه در نرم‌افزار Arc view نشان داده شده است.

### یافته‌های تحقیق

در پاسخ به این پرسش که آیا در دوره‌های گرم و سرد، دمای فصول تابستان و پاییز سطح آب دریای مدیترانه تأثیری بر بارش‌های فصول بعدی خود دارند یا خیر، بررسی‌ها به شرحی که در ادامه می‌آید انجام گرفته شده است.

### تأثیر SST پاییزه دریای مدیترانه بر بارش فصل زمستان ایستگاه‌های مورد مطالعه

نسبت  $Rw/Rc$  در فصل زمستان با استفاده از SST پاییزه در همه ایستگاه‌ها، جز در دو ایستگاه کرمانشاه و دزفول، بیشتر از واحد است. به عبارتی، شرایط سردتر دمای سطح آب پاییزه دریای مدیترانه در قیاس با شرایط گرم‌تر آن باعث افزایش بارش در فصل زمستان در ایستگاه‌های مورد مطالعه، جز در دو ایستگاه شده است و کاهش بارش در دو ایستگاه مذکور به میزان کم، حدود ۵ و ۷ درصد است. بیشترین افزایش بارش در ایستگاه‌های اراک، زنجان، خرم‌آباد، تبریز، و خوی به ترتیب دارای ۴۵/۰۵، ۳۵/۴۸، ۳۵/۰۶، ۳۳/۳۳ و ۳۱/۵ درصد مشاهده می‌شوند (شکل ۳؛ جداول ۲ و ۳؛ شکل ۴).



شکل ۳. نسبت میان بارش زمستانه در شرایط سردتر دمای سطح آب دریای مدیترانه به میان بارش آن در شرایط گرم‌تر دمای سطح آب در فصل پاییز

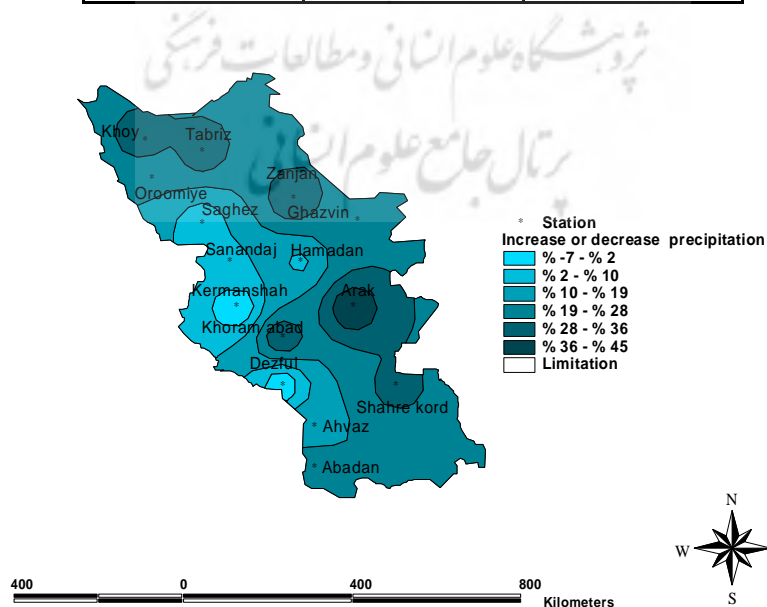


جدول ۲. میزان افزایش بارش زمستانه در دوره سردتر SST دریای مدیترانه به دوره گرم‌تر آن در فصل پاییز

ایستگاه	Rc /Rw	درصد افزایش
ارومیه	۱/۲۳	۱۸/۶۹
خوی	۱/۴۶	۳۱/۵
سقز	۱/۰۳	۲/۹۱
سسندج	۱/۰۹	۸/۲۵
تبریز	۱/۵	۳۳/۳۳
زنجان	۱/۵۵	۳۵/۴۸
خرم‌آباد	۱/۵۴	۳۵/۰۶
قزوین	۱/۳۶	۲۶/۴۷
همدان	۱/۱	۹/۰۹
اراک	۱/۸۲	۴۵/۰۵
شهر کرد	۱/۴۲	۲۹/۵۷
اهواز	۱/۱۹	۱۵/۹۶
آبادان	۱/۳۲	۲۴/۲۴

جدول ۳. میزان کاهش بارش زمستانه در دوره گرم‌تر SST دریای مدیترانه به دوره سردتر آن در فصل پاییز

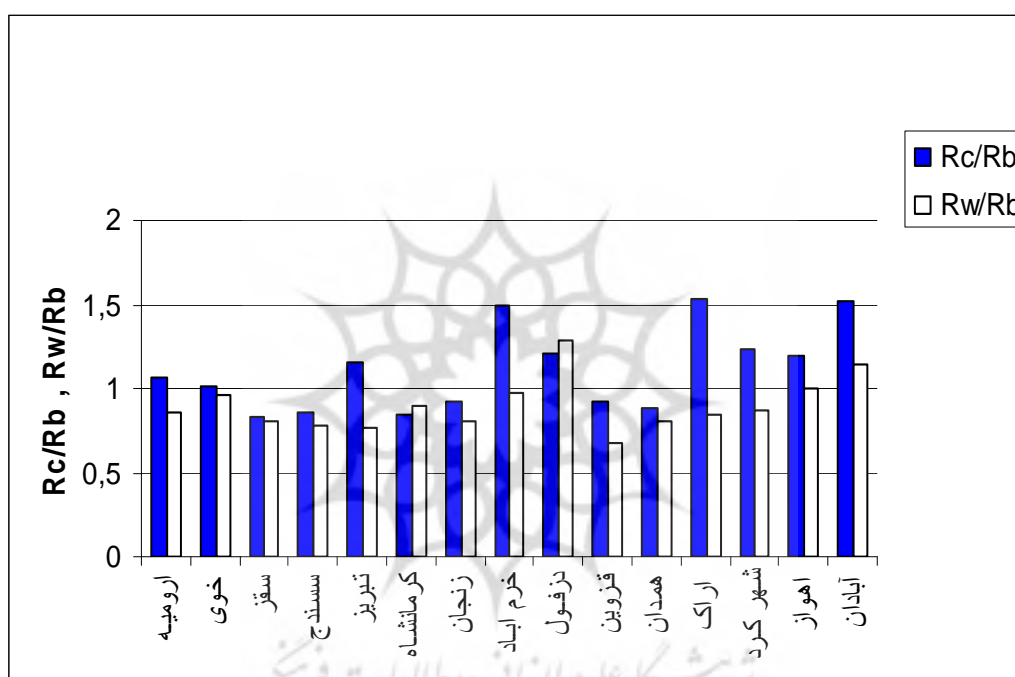
ایستگاه	Rc /Rw	درصد کاهش
کرمانشاه	۰/۹۳	۷
دزفول	۰/۹۵	۵



شکل ۴. میزان تأثیر SST دریای مدیترانه در شرایط سردتر نسبت به شرایط گرم‌تر آن در فصل پاییز روی بارش‌های زمستان در نیمه غربی ایران

در شکل ۵، نسبت مقادیر  $Rb/Rc$  و  $Rb/Rw$  زمستانه با توجه به دمای سطح دریا در فصل پاییز برای ایستگاه‌های مورد بررسی نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود،  $Rb/Rw$  نسبت به  $Rb/Rc$  باعث کاهش بارندگی در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه شده است.

این بدان معنی است که در شرایط سردتر SST پاییزه دریای مدیترانه، افزایش بارش زمستانه در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه پیش‌بینی می‌شود. بیشترین افزایش بارش زمستانه مذکور در ایستگاه‌های اراک، خرم‌آباد و آبادان مشاهده می‌گردد.

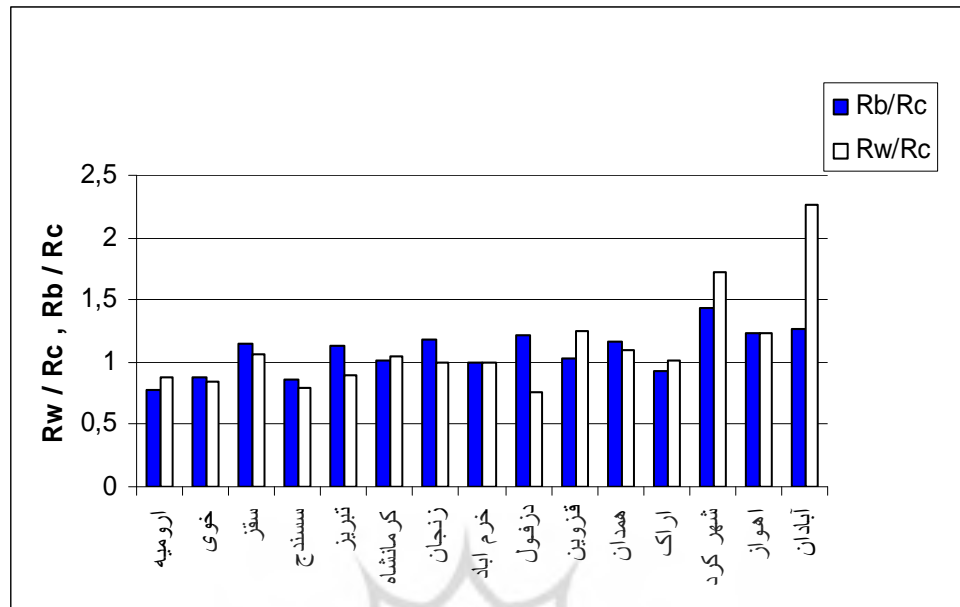


شکل ۵. نسبت میان‌بارش زمستانه در شرایط سردتر (ستون‌های مشکی) و گرم‌تر (ستون‌های سفید) دمای پاییزه سطح آب دریای مدیترانه به میان‌بارش در شرایط معمولی دمای سطح آب دریا در فصل پاییز

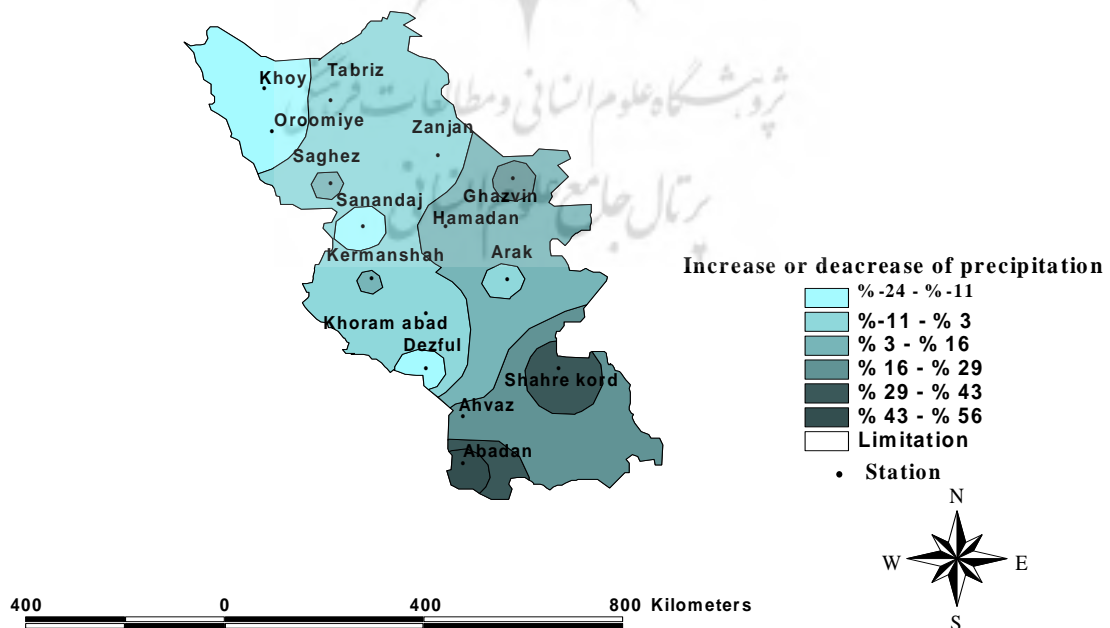
### تأثیر SST تابستانه دریای مدیترانه بر بارش فصل پاییز ایستگاه‌های مورد مطالعه

نسبت  $Rc/Rw$ ، جز در تعدادی از ایستگاه‌های مورد مطالعه (دزفول، تبریز، سنندج، خوی و ارومیه) در بقیه ایستگاه‌ها بیشتر یا مساوی واحد است؛ بدین معنی که دوره‌های گرم‌تر SST دریای مدیترانه نسبت به دوره‌های سردتر آن در فصل تابستان باعث افزایش بارش پاییزه اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه شده است.

همچنین نسبت  $Rc/Rb$  بیانگر افزایش بارش پاییزه ایستگاه‌های مطالعه شده در اینجا، جز در ایستگاه‌های اراک، ارومیه، خوی و سنندج در شرایط معمولی SST تابستانه دریای مدیترانه نسبت به دوره سردتر آن است (شکل‌های ۶ و ۷).



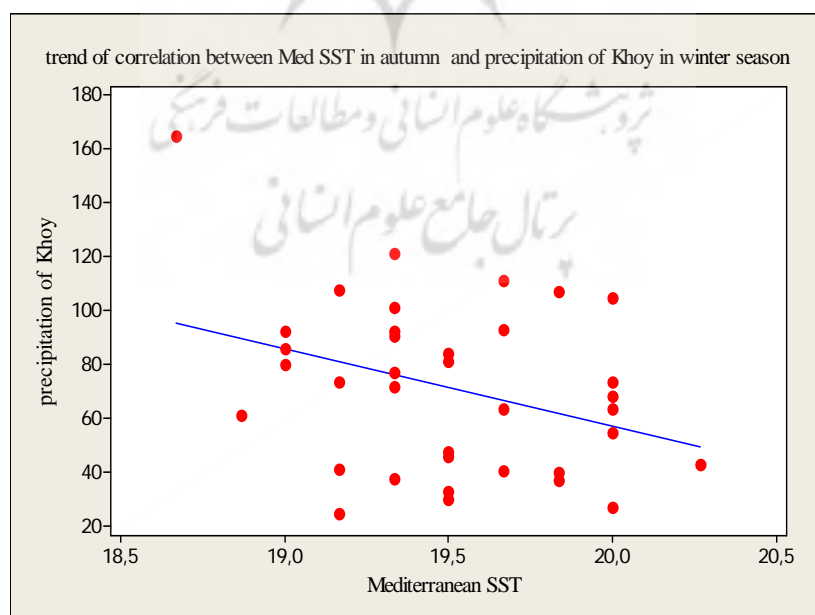
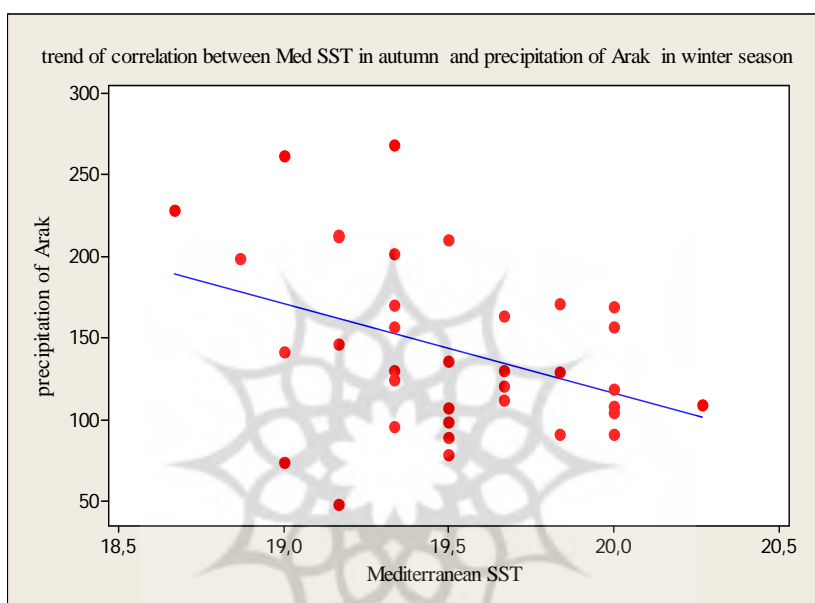
شکل ۶. نسبت میان‌ه بارش پاییزه در شرایط گرم‌تر (ستون‌های سفید) و معمولی (ستون‌های مشکی) دمای تابستانه سطح آب دریای مدیترانه به میان‌ه این بارش در شرایط سردتر دمای سطح آب دریا در فصل تابستان



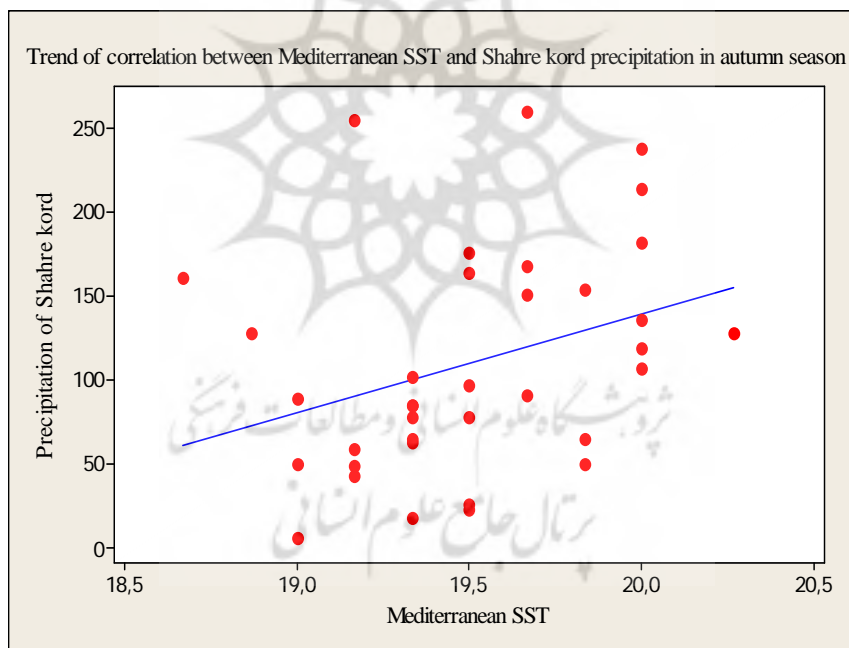
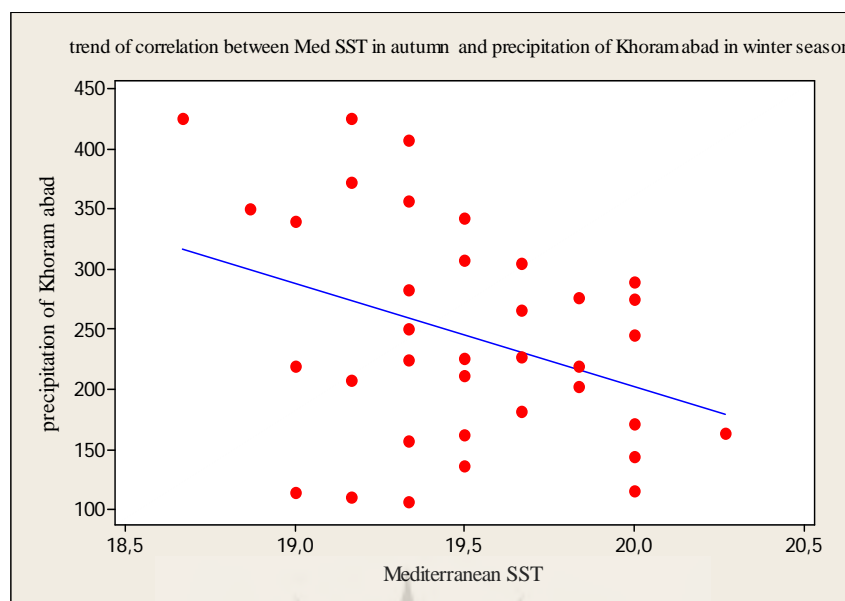
شکل ۷. میزان تأثیر SST دریای مدیترانه در شرایط گرم‌تر نسبت به شرایط سردتر فصل تابستان روی بارش‌های پاییزه در نیمه غربی ایران

### همبستگی بین نوسانات SST در پاییز و بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصل زمستان

نوسانات SST دریای مدیترانه در فصل پاییز و بارش در فصل زمستان در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه دارای همبستگی منفی است که از بین ایستگاه‌های مورد مطالعه، فقط ایستگاه‌های اراک و خرم‌آباد و خوی در سطح اطمینان ۹۵ درصد و ایستگاه شهرکرد در سطح اطمینان ۹۹ درصد دارای همبستگی منفی معنی‌دار است (جدول ۴). روند همبستگی ایستگاه‌های مذکور در شکل‌های ۸ و ۹ نشان داده شده‌اند.



شکل ۸. همبستگی بین دمای پاییزه سطح آب دریای مدیترانه و بارش در ایستگاه‌های اراک ( $r = -0.38$ ) با سطح اطمینان ۹۵ درصد و خوی ( $r = -0.34$ ) با سطح اطمینان ۹۵ درصد در فصل زمستان



شکل ۹. همبستگی بین دمای پاییزه سطح آب دریای مدیترانه و بارش در ایستگاه‌های خرم‌آباد ( $r=-0/35$ ) با سطح اطمینان ۹۵ درصد و شهرکرد ( $r=-0/41$ ) با سطح اطمینان ۹۹ درصد در فصل زمستان

### همبستگی بین نوسانات SST در فصل تابستان و بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصل پاییز

نوسانات SST مدیترانه در فصل تابستان و بارش در فصل پاییز در هیچ یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه دارای همبستگی معنی‌دار نیست (جدول ۴). اما تمایل نسبتاً مشخصی بین افزایش بارش پاییزه با دمای گرم‌تر سطح آب دریای مدیترانه در فصل تابستان ملاحظه می‌شود.

جدول ۴. میزان همبستگی بین بارش زمستانه و پاییزه ایستگاه‌های مورد مطالعه و نوسانات SST، به ترتیب در فصول پاییز و تابستان

ردیف	ایستگاه	SST پاییز و بارش زمستان	SST تابستان و بارش پاییز
۱	آبادان	-۰/۲۶	۲۸/۰
۲	اراک	*-۰/۳۸	۱/۰
۳	ارومیه	۰/۰۹-	-۰/۰۰۴
۴	اهواز	-۰/۲۲	۱۳/۰
۵	تبریز	-۰/۲۸	-۰/۰۱
۶	خرم آباد	*-۰/۳۵	۰۲/۰
۷	خوی	*-۰/۳۴	-۰/۰۷
۸	دزفول	۰/۱۲	۱/۰
۹	زنجان	-۰/۲۴	-۰/۲۰
۱۰	سقز	-۰/۲	-۰/۱۴
۱۱	سنندج	-۰/۲۸	-۰/۱۳
۱۲	شهرکرد	** -۰/۴۱	۱/۰
۱۳	قزوین	۰/۱۳	۰۲/۰
۱۴	کرمانشاه	-۰/۲۴	۰/۱۲
۱۵	همدان	-۰/۲۴	۱۲/۰

\* در سطح اطمینان ۹۵ درصد، بدین معنی است که P value محاسباتی رابطه همبستگی با استفاده از نرم‌افزار Mini Tab کوچک‌تر از ۰/۵ باشد.

\*\* در سطح اطمینان ۹۹ درصد، بدین معنی است که P value محاسباتی رابطه همبستگی با استفاده از نرم‌افزار Mini Tab کوچک‌تر از ۰/۰۱ باشد.

## نتیجه‌گیری

اقلیم و پارامترهای آن به‌ویژه بارش و تغییرات احتمالی آن در طول دوره زمانی نقش تعیین‌کننده‌ای در محیط زندگی انسان دارند که شناخت آنها از طریق به‌کمی درآوردن و استفاده از مدل‌های آماری و همچنین استفاده از برنامه‌ریزی‌های متناسب با آن، امکان بهره‌وری بهینه از طبیعت و امکانات بالقوه آن را فراهم می‌سازد.

میزان بارش زمستانه و پاییزه ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از دمای سطح آب دریای مدیترانه به ترتیب در فصول پاییز و تابستان مورد بررسی و پیش‌بینی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شرایط سردتر دمای سطح آب پاییزه دریای مدیترانه در مقایسه با شرایط گرم‌تر آن، باعث افزایش بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصل زمستان شده است. بیشترین افزایش در ایستگاه‌های اراک، زنجان، خرم‌آباد، تبریز، خوی به ترتیب با ۰۵/۴۵، ۰۶/۳۵، ۰۳۳/۳۳ و ۰۵/۳۱ درصد مشاهده می‌شوند. پیش‌بینی بارش پاییزه ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از دمای تابستانه سطح آب دریای مدیترانه بیانگر افزایش بارش پاییزه ایستگاه‌های مورد مطالعه در شرایط گرم‌تر و معمولی SST تابستانه دریای

مدیترانه نسبت به دوره سردتر SST تابستانه این دریاست. بیشترین افزایش در ایستگاه‌های آبادان و اهواز مشاهده می‌شود. به علاوه، همبستگی منفی بین میزان SST دریای مدیترانه در فصل پاییز و بارش در فصل زمستان در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده شد؛ که از بین این ایستگاه‌ها، ایستگاه‌های اراک، خرم‌آباد، خوی در سطح اطمینان ۹۵ درصد و در ایستگاه شهرکرد در سطح اطمینان ۹۹ درصد دارای همبستگی منفی معنی‌دار است. میزان SST مدیترانه در فصل تابستان و بارش در فصل پاییز در هیچ یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه، دارای همبستگی معنی‌دار نیست. اما تمایل نسبتاً مشخصی بین افزایش بارش پاییزه با دمای گرم‌تر سطح آب دریای مدیترانه ملاحظه می‌شود. در این خصوص می‌توان گفت که به‌واسطه حاکمیت پرفشار جنب حاره‌ای در فصل تابستان تا اوایل پاییز بر روی دریای مدیترانه و همچنین خاورمیانه، تأثیرات این دریا بر روی بارش ایران تابع جابه‌جایی مداری و نصف‌النهاری پرفشار جنب حاره‌ای است.

در این مقاله صرفاً میزان تأثیرات دمای سطح آب دریای مدیترانه در تابستان و پاییز بر بارش فصول به ترتیب پاییز و زمستان منطقه مورد مطالعه (رفتارشناسی) بررسی شده است؛ لذا علت تأثیرپذیری متفاوت ایستگاه‌های مورد مطالعه از SST دریای مدیترانه باید در مطالعات بعدی از دیدگاه سینوپتیکی بررسی شود تا بتوان استدلال علمی پذیرفتنی و مناسبی برای یافته‌های مذکور داشت. البته باید نقش عوامل داخلی را هم در بررسی علل تأثیرپذیری متفاوت ایستگاه‌های مورد مطالعه در نظر گرفت. افزون بر اینها، درصد شرکت پدیده‌های دیگر اقیانوسی - جوی در فصول زمستان و پاییز در نوسانات بارشی منطقه نیز می‌تواند در جهت کامل‌تر شدن این مقاله مطالعه شود.

## منابع

- Alijani, B., 2003, **Climate of Iran**, Six prints, publishers of Payam Noor University, pp. 1- 220 .
- Asakereh, H., 2006, **Climate Change**, First prints, publishers of Zanjan University, pp. 1- 236 .
- Charleri, J., Nurse, L. & Whttehall, K., 2006, **Short Communication Exploring the Relationship between the North Atlantic Oscillation and Rainfall Patterns in Barbados**, Int. J. Climatol. 26: pp. 819-827.
- Ghayoor, H.A. and Asakereh, H., 2002, **Studying of Effect of Teleconnection on Iran Climate (Case study: Effect of NAO and ENSO on Changing of Monthly Average of Jask Temperature)**, Journal of Geographical Research, No.1, pp. 93-114.
- Karimi Khajeh Langi, S., 2006, **Relationship between ENSO with Oscillations of Monthly Precipitation Pattern in Iran (Case study: Kord city)**, Nivar magazine, Number 60 & 61: pp. 43-53.
- Khorshiddoost, A.M. & Ghavidel, Y., 2006, **Evaluation of Effect of ENSO on Oscillations of Seasonal Precipitation of East Azarbayjan with Multivariate Index of ENSO**, Journal of Geographical Research, No. 57: pp.14-26.
- Khoshraftar, F., 1998, **ENSO Phenomena and its Effect on Iran Precipitation**, Journal of Geographical Research, No. 4: pp. 121-140.

- Millana, M., Estrelaa, M.J. and V. Casellesb, 1995, **Torrential Precipitations on the Spanish East Coast: The Role of the Mediterranean Sea Surface Temperature**, Atmospheric Research, volume 36, Issues 1-2, pp. 1-16.
- Nazemossadat, M.J. & A. Shirvani, 2005, **Forecast of Winter Precipitation of South Iran by Persian Golf Sea Surface Temperature**, Scientific-Agriculture magazine, 29: 2: pp 65-77.
- Nazemossadat, M.J & A.R., Ghasemi, 2003, **The Effect of Oscillation of Caspian Sea Surface Temperature on Precipitation of North and South Iran in Spring and Winter Seasons**, Science of agriculture and physical source, eight year, winter 2003, pp. 1-15.
- Nguyen, Tinh Dang, & Assistances, 2007, **Short Communication Relationship between the Tropical Pacific and Indian Ocean Sea-Surface Temperature and Monthly Precipitation over the Central Highland, Vietnam**, Int J.Climatol, 27: pp. 1439-1454 .
- Rowell, David P., 2002, **The Impact of Mediterranean SSTs on the Sahelian Rainfall Seasonal**, Journal of Climate, Volume 16, Issue 5, pp. 849 – 862.
- Singh, G.P. & Oh, Jai-Ho, 2007, **Impact of Indian Ocean Sea-Surface Temperature Anomaly on Indian Summer Monsoon Precipitation Using a Regional Climate Model**, Int. J.Climatol, 27: pp. 1455-1465.
- Spence, Jacqueline M. & Assistances, 2004, **The Effect of Concurrent Sea-surface Temperature Anomalies in the Tropical Pacific and Atlantic on Caribbean Rainfall**, Int J.Climatol .24 : pp. 1531-1541.
- Williams, C.J.R. & Assistance, 2007, **Climatic and Oceanic Associations with Daily Rainfall Extremes over Southern Africa**, Int J.Climatol, 27 : pp. 93-108.
- Yang, Fanglin & K. – M. Lau, 2004, **Trend and Variability of China Precipitation in Spring and Summer: Linkage to Sea - surface Temperatures**, International Of climatology, 24: pp. 1625 – 1644.
- Yaun, Yaun & assistance, 2008, **Impacts of the Basin-Wide Indian Ocean SSTA on the South China Sea Summer Monsoon Onset**, 2008, Int.J.Climatol, 28: pp. 1579-1587 .

<http://sourceforge.net/project/showfiles.hp>.

<http://www.cdc.noaa.gov/cgi-bin/DataAccess>.

[http://gcmd.nasa.gov/records/GCMD\\_REYNOLDS\\_SST.html](http://gcmd.nasa.gov/records/GCMD_REYNOLDS_SST.html).