

تأثیر نوسان‌های دمای سطح آب دریای مدیترانه بر بارش‌های نیمه غربی ایران

دکتر سعید جهانبخش اصل^۱، بتول زینالی^۲، دکتر مجید رضائی بنفشه^۳ و دکتر ایمان بابائیان^۴

چکیده

در این پژوهش میزان تأثیر فصلی دمای سطح آب دریای مدیترانه^۵ (Med SST) بر بارش‌های فصلی نیمه غربی ایران بررسی شده است. بدین منظور بعد از تعریف دوره‌های گرم، سرد و پایه (شرایط معمولی دمای سطح آب مدیترانه)، میانه آماری بارش در هر دوره (به ترتیب R_c , R_w , R_b) محاسبه گردید و برای ارزیابی میزان تأثیر این شرایط بر بارش از مقادیر نسبت‌های R_w / R_c , R_c / R_b , R_c / R_w و R_c / R_w استفاده شد. نتایج نشان داد در دوره‌هایی از فصل زمستان که MedSST سردتر از معمول است، بارش زمستانه منطقه مورد مطالعه افزایش می‌یابد ولی دمای گرمتر از معمول آن در فصل پاییز باعث افزایش بارش پاییزه می‌شود. همچنین بین نوسانات MedSST در فصل پاییز و بارش پاییزه منطقه مورد مطالعه همبستگی معنی‌دار مثبت در اکثر ایستگاه‌ها قابل مشاهده است. در فصل زمستان نیز بین نوسان‌های MedSST و بارش منطقه مورد مطالعه در چند ایستگاه همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده شد.

کلیدواژگان: SST^۶، نوسان بارش، مدیترانه، غرب ایران.

۱. استاد گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

۲. دانشجوی دوره دکتری جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

۳. دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

۴. عضو هیئت علمی مرکز اقلیم‌شناسی سازمان هواشناسی مشهد

5. **M**editerranean **S**ea **S**urface **T**emperature.

6. Statistical median of **R**ain in West of Iran in **W**arm, **C**old, **B**ase Periods of MedSST in every Season.

7. **S**ea **S**urface **T**emperature

مقدمه

در سال‌های اخیر برهم کنش بین عوامل آب و هوایی در خشکی، اقیانوس و جو مورد توجه بسیاری از دانشمندان علوم هواشناسی و اقلیم‌شناسی قرار گرفته است. نتایج پژوهش‌های زیادی نشان داده‌اند که تغییرات دما در سطح گستره‌های بزرگ آبی می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر نوسان‌های بارش در سطح خشکی‌های زمین داشته باشد. روشن شده است که تأثیر دمای سطح آب^۱ بر بارش، محدود به نقاط ساحلی نبوده بلکه نواحی بسیار دور از دریا نیز می‌توانند تحت تأثیر تغییرات الگوهای دمای سطح گستره‌های آبی قرار گیرند (ناظم‌السادات و قاسمی، ۱۳۸۳: ۲).

دمای سطح آب دریاها و اقیانوس‌ها (SST) عامل کنترل‌کننده بسیار مؤثر در اقلیم جهانی است. شناخت و تهیه شکل‌های دمای سطح آب اقیانوس و هوای بالای آن، برآورد و پیش‌بینی‌های رخداد‌های اقلیمی را ساده‌تر می‌سازد. سنجش از دور ماهواره‌ای می‌تواند اطلاعات مربوط به دمای سطح اقیانوس و دریا را از یک منطقه وسیع و در یک زمان کوتاه‌مدت به دست دهد (عساکره، ۱۳۸۶: ۱۰۱). نوسان‌های اقلیمی تأثیر عمده‌ای بر روی خاک، پوشش گیاهی، منابع آبی و کاربری زمین دارد. اخیراً پیشرفت‌هایی در زمینه فهم عوامل مؤثر بر نوسان‌های فصلی اقلیم خشکی‌های زمین شامل عوامل طبیعی خشکسالی صورت گرفته است. نوسان سالانه زیاد در بارش و دمای خشکی‌های زمین با سیستم اقلیمی در مقیاس جهانی مرتبط می‌باشد (قاسمی، ۱۳۸۲).

میلنا و همکاران^۲ (۱۹۹۵) بارش‌های ناگهانی ساحل شرقی اسپانیا را با توجه به نقش دمای سطح آب دریای مدیترانه بررسی کرده‌اند که آن را در ارتباط با یک مکانیزم توسعه توده هوای ناپایدار به طور بالقوه روی دریای مدیترانه که فاکتورهای زیادی در آن دخیل هستند، می‌دانند. در این تحقیق دمای سطح آب دریا فرض می‌شود تا نقش مهمی بازی کند که بررسی سینوپتیکی نتیجه نقش دمای سطح دریا را به عنوان منبع رطوبتی در سیکلونزایی مدیترانه‌ای تصدیق کرد.

ام. اسپنس و همکاران^۳ (۲۰۰۴) تأثیر نوسان دمای سطح آب اقیانوس اطلس و آرام را روی بارش‌های حوضه کارائیب با استفاده از تکنیک^۴ SVD بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که

1. **S**ea **S**urface **T**emperature
2. Millana, M
3. Jacqueline M. Spens
4. Singular Value Decomposition

ENSO^۱ بیشترین تأثیر را در طول فصول بارانی August – October (ASO) و فصول خشکی November – January (NDJ) دارد. در حالی که اقیانوس اطلس حاره‌ای تغییرات در فصول بارندگی May – July (MJJ) را کنترل می‌کند.

سین^۲ (۲۰۰۷) تأثیر نوسان‌های دمای سطح آب اقیانوس هند را روی بارش موسمی تابستانی هند با استفاده از نسخه جدید مدل اقلیم ناحیه‌ای^۳ (RegCM₃) 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 شبه جزیره هند و نیز بر فراز اقیانوس هند افزایش داده و آنرا روی شمال شرقی اقیانوس هند کاهش می‌دهد.

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

با توجه به اینکه اقیانوس‌ها بیش از ۷۰ درصد سطح زمین را تشکیل می‌دهند. بنابراین سهم آنها از ارتباط سطح زمین با جو نیز همین مقدار است. این امر سبب ایجاد برهم کنش جو اقیانوس می‌گردد. یکی از معروف‌ترین برهم کنش‌ها، الینو – نوسانات جنوبی یا به طور خلاصه انسو می‌باشد. این پدیده ناشی از تغییرات درون سالانه ناشی از برهم کنش‌های بین سامانه جو اقیانوس است. پدیده الینو از نیروهای خارجی نشأت نمی‌گیرد و انسو رخداد بسیار مهمی است که می‌تواند برای سامانه اقلیم اهمیت‌هایی داشته باشند (عزیزی، قاسم، ۱۳۸۳).

یانیان و همکاران^۶ (۲۰۰۸) اثرات دمای سطح آب اقیانوس هند را روی آغاز بارش‌های موسمی تابستانی دریای چین جنوبی بررسی کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که آنتی سیکلون

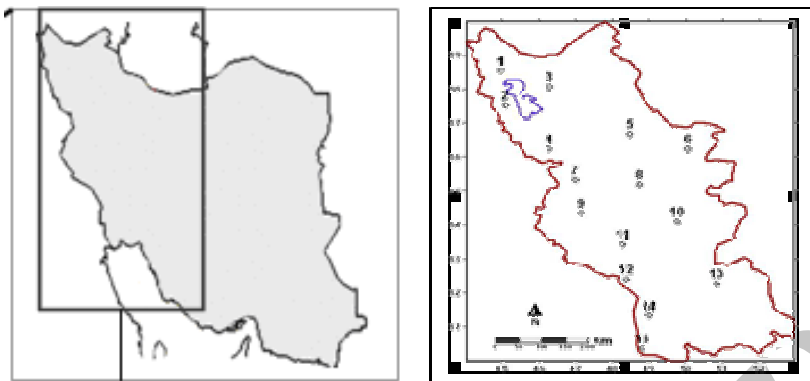
1. Elino-South Oscillatio
2. G. P. Singh
3. Regional Climate Model
4. David P. Rowell
5. Atmospheric General Circulation Model
6. Yuan Yuan

قوی فیلیپین در ماه‌های مه و ژوئن به طرف غرب پیشروی کرده و از گسترش جریان‌های غربی هند به دریای چین جنوبی جلوگیری می‌کند و این سبب تأخیر در شروع فصل موسمی تابستانی می‌شود. این در حالی‌ست که، زمانی که اقیانوس هند حاره‌ای سرد می‌شود، شرایط برعکس شده و باعث عقب‌نشینی آنتی‌سیکلون فیلیپین شده و در نتیجه باعث شروع زود هنگام موسمی تابستانی می‌شود.

بادهای غربی در دوره سرد سال سه ناوه ژرف به ترتیب بر روی ایالات متحده آمریکا، شرق آسیا و دریای مدیترانه تشکیل می‌دهند. ناوه مدیترانه در طول فصل زمستان در محدوده دریای مدیترانه جابه‌جا شده و سبب می‌شود که بادهای غربی و سامانه‌های هوایی همراه، تمام یا قسمتی از ایران را فرا بگیرد (علیجانی، ۱۳۸۳: ۳۰). بدین جهت در این پژوهش، تأثیر SST پاییزه و زمستانه دریای مدیترانه روی بارش‌های فصلی پاییز و زمستان نیمه‌غربی ایران مورد مطالعه قرار گرفته است.

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در غرب ایران در محدوده ۴۰-۳۰ درجه عرض شمالی و ۵۲-۴۴ درجه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). این سرزمین از یک سو، تحت تأثیر سیستم‌های آب و هوایی مناطق حاره و جنب حاره است و از سوی دیگر، از شرایط آب و هوایی عرض‌های میانه به ویژه سیستم بادهای غربی بهره‌مند می‌شود. پرفشار سبیری، ناوه دریای سرخ، بیابان‌های عربستان و آفریقا نیز آب و هوای این منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. منبع اصلی رطوبت سامانه‌های سودانی، مناطق حاره‌ای شرق آفریقا و قطاع جنوب‌غربی دریای عرب است و حداکثر رطوبت ورودی به ایران نیز در منطقه جنوب‌غرب کشور به خصوص بر روی استان‌های کهگیلویه و بویراحمد و چهارمحال و بختیاری مشاهده گردید (مفیدی، ۱۳۷۸؛ و زرین، ۱۳۸۳).



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

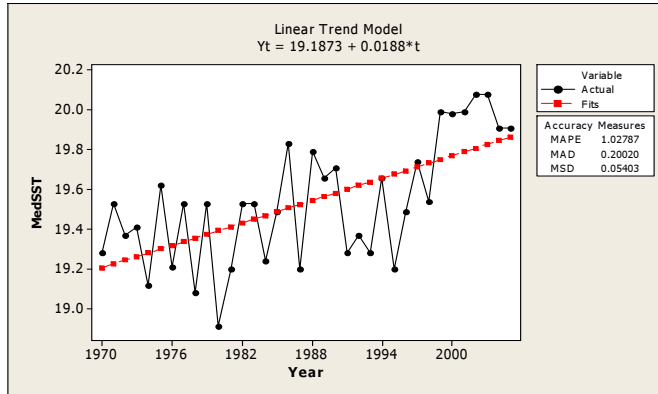
مواد و روش‌ها

در این تحقیق از دو سری داده استفاده می‌شود: بارش‌های دیده بانی شده نواحی غرب کشور و دمای سطح دریای مدیترانه. داده‌های بارش ۱۵ ایستگاه سینوپتیک غرب کشور از سازمان هواشناسی تهیه گردید، مبنای انتخاب این ایستگاه‌ها از میان ایستگاه‌های سینوپتیک غرب کشور، داشتن آمار طولانی و بلندمدت آنها نسبت به سایر ایستگاه‌ها است. به علت عدم دسترسی به آمار بارش نیمه غرب کشور تا سال جدید دوره آماری مورد مطالعه از سال ۱۹۷۰ تا 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 مورد نیاز است. داده‌های SST ماهانه مربوط به تمام پهنه‌های آبی کره زمین از سایت اینترنتی سازمان فضایی آمریکا (NASA) (منبع شماره ۲۰ و ۲۱) اخذ شده سپس با استفاده از نرم‌افزار تخصصی هواشناسی گِردس^۱، داده‌های دمای سطح آب مدیترانه نیز برای مدت ۳۶ سال در تطابق با داده‌های بارش استخراج گردید.

داده‌های ماهانه SST دریای مدیترانه از طریق میانگین‌گیری دمای کل سطح آب دریای مدیترانه بدست 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 (۱۹۷۰ -

1. Grads

۲۰۰۵) است. در شکل ۲، فقط روند سالانه آن نشان داده شده است. همچنین قسمت شرق دریای مدیترانه در تمامی فصول سال گرمتر از قسمت غرب و مرکز دریای مدیترانه مشاهده شد (جدول شماره ۱).



شکل ۲: روند سالانه دمای سطح آب مدیترانه (۱۹۷۰-۲۰۰۵)

جدول ۱: SST دریای مدیترانه در قسمت‌های مختلف آن (۱۹۷۰-۲۰۰۳)

| 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، سرد و خنثی، معادل دوره‌های گرم، سرد و پایه^۱ برای دمای سطح آب دریای مدیترانه (MEDSST) محاسبه شد. برای این کار دمای میانگین فصلی سطح آب مدیترانه در فصول پاییز و زمستان برای دوره آماری (۱۹۷۰-۲۰۰۵) از بزرگ به کوچک منظم گردید و سپس SSTهای واقع در محدوده ۲۵ درصد بالایی سری دمای فصلی به عنوان دوره گرم (Warm SST)، SSTهای واقع در ۲۵ درصد پایین به عنوان دوره سرد (Cold SST) و ۵۰ درصد SSTهای 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 (Rw, Rc, Rb) در دوره‌های گرم،

1. Warm SST, Cold SST, Base SST.

سرد و پایه دمای سطح آب مدیترانه محاسبه شده و نسبت به هم برای بررسی میزان تأثیرپذیری بارش از Med SST مقایسه شدند (ناظم‌السادات و قاسمی، ۱۳۸۱). مقادیر نسبت‌های Rw/Rc , Rc/Rb , Rw/Rb در فصول و ایستگاه‌های مورد مطالعه نسبت به هم بررسی شد. اگر برای میانه بارش زمستانه ایستگاهی (Rc/Rw) نتیجه بیشتر (کمتر) از واحد باشد به معنی این است که کاهش (یا افزایش) بیش از معمول دمای سطح دریا در فصل زمستان باعث افزایش بارش (یا کاهش) آن ایستگاه در فصل زمستان شده است.

روابط آماری متعددی برای شناخت روابط بین دو متغیر وجود ندارد که هم به صورت مبادلات خطی و هم به صورت معادلات غیرخطی بیان می‌شوند. مهمترین شاخص تبیین رابطه بین متغیرها ضریب همبستگی است که ارزش محاسبه شده این ضریب مقداری بین (+۱ تا -۱) را خواهد داشت (فرج‌زاده، منوچهر، ۱۳۸۶: ۷۹). معادله ضریب همبستگی به صورت زیر است: (گندمی، ابوالفضل، ۱۳۸۴: ۲۵۹).

$$r = \frac{\sum Xi.Yi - n\bar{X}.\bar{Y}}{\sqrt{\sum Xi^2 - n\bar{X}^2} \sqrt{\sum Yi^2 - \bar{Y}^2}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این پژوهش همچنین میزان همبستگی بین دمای سطح آب مدیترانه و بارش در فصول زمستان و پاییز ایستگاه‌های مورد مطالعه در نرم افزار Minitab انجام گرفته شده است. در نهایت میزان تأثیرپذیری ایستگاه‌های مورد مطالعه در ایران از نوسانات SST در فصول مختلف به صورت شکل در نرم‌افزار Arc GIS نشان داده شده است.

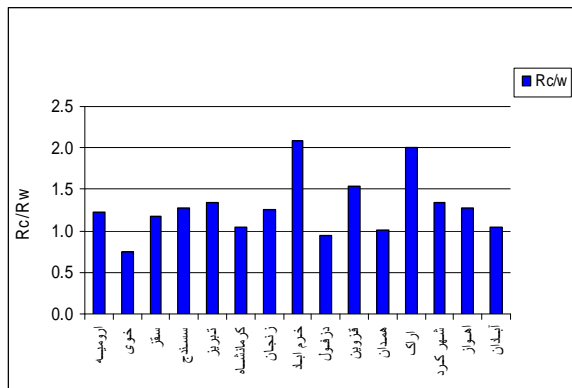
یافته‌های تحقیق

هدف اصلی این قسمت، تعیین رابطه بین رفتار فصلی بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه و نوسانات SST دریای مدیترانه است.

تأثیر SST زمستانه دریای مدیترانه بر بارش فصل زمستان ایستگاه‌های مورد مطالعه

در شکل ۳ و جداول ۲ و ۳ نسبت مقادیر Rc/Rw زمستانه برای ایستگاه‌های مورد بررسی نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود این نسبت بجز در ایستگاه‌های خوی و دزفول که

نزدیک به یک واحد است، در تمامی ایستگاه‌ها مساوی یا بیشتر از واحد را نشان می‌دهد. بدین ترتیب وقوع دمای سردتر سطح آب دریای مدیترانه در فصل زمستان نسبت به دمای گرم‌تر آن موجب افزایش بارش زمستانه در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه شده است که درصد افزایش بارش و یا کاهش آن در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است. بیشترین افزایش در ایستگاه‌های خرم‌آباد، اراک و قزوین به ترتیب ۵۲/۱۷٪، ۵۰/۲۴٪ و ۳۵/۰۶٪ مشاهده می‌شوند. این شرایط در شکل ۴ به صورت بارزتر نشان داده شده است.



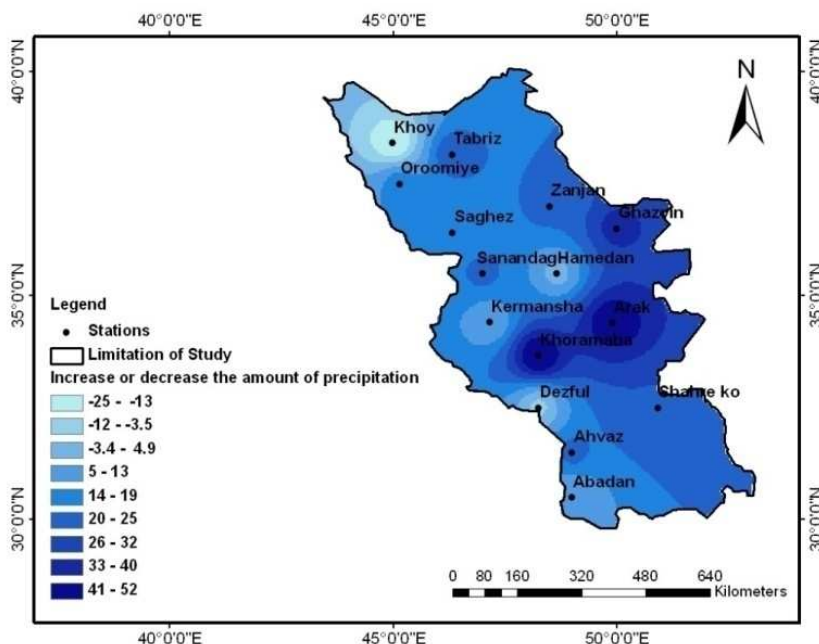
شکل ۳: نسبت میان بارش زمستان در شرایط سردتر دمای سطح آب دریای مدیترانه به میان بارش در شرایط گرم‌تر آن در فصل زمستان

جدول ۲: میزان افزایش بارش زمستانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه در دوره سردتر SST مدیترانه به دوره گرم‌تر آن در فصل زمستان

| ایستگاه | Rc/Rw | درصد افزایش % |
|----------|-------|---------------|
| ارومیه | ۱/۲۲ | ۱۸/۰۳ |
| سقز | ۱/۱۸ | ۱۵/۲۵ |
| سنندج | ۱/۲۷ | ۲۵/۲۱ |
| تبریز | ۱/۳۴ | ۲۵/۳۷ |
| کرمانشاه | ۱/۰۵ | ۴/۷۶ |
| زنجان | ۱/۲۶ | ۲۰/۶۳ |
| خرم‌آباد | ۲/۰۹ | ۵۲/۱۷ |
| قزوین | ۱/۵۴ | ۳۲/۰۶ |
| همدان | ۱/۰۰۷ | ۰/۶۹ |
| اراک | ۲/۰۱ | ۵۰/۲۴ |
| شهرکرد | ۱/۳۴ | ۲۵/۳۷ |
| اهواز | ۱/۲۷ | ۲۱/۲۵ |
| آبادان | ۱/۰۵ | ۴/۷۶ |

جدول ۳: میزان کاهش بارش زمستانه در دوره سردتر SST مدیترانه به دوره گرم‌تر آن در فصل زمستان

| درصد کاهش | Rc/w | ایستگاه |
|-----------|------|---------|
| ۲۵ | ۰/۷۵ | خوی |
| ۶ | ۰/۹۴ | دزفول |

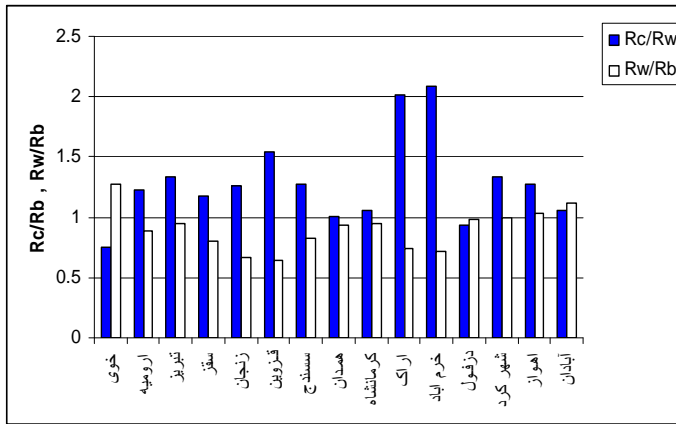


شکل ۴: میزان تأثیرات SST دریای مدیترانه در شرایط سردتر نسبت به شرایط گرم‌تر آن در فصل زمستان روی بارش‌های زمستانه در نیمه غربی ایران

دوره سردتر SST دریای مدیترانه نسبت به دوره نرمال آن (Rc/Rb) در فصل زمستان فقط در پنج ایستگاه (خوی، سقز، سنندج، زنجان، دزفول) باعث کاهش بارندگی به میزان کم شده است. در بقیه ایستگاه‌های مورد مطالعه مقدار بارش افزایش یافته است و بیشترین مقدار افزایش در ایستگاه‌های خرم‌آباد، اراک به ترتیب ۳۳/۳۳ درصد و ۳۲/۸ درصد می‌باشد (شکل ۵).

دوره گرم‌تر SST دریای مدیترانه در فصل زمستان نسبت به دوره معمولی آن (Rw/Rb) بجز در سه ایستگاه آبادان، اهواز و خوی در بقیه ایستگاه‌ها باعث کاهش بارش شده است. بیشترین کاهش در ایستگاه‌های سنندج، زنجان، خرم‌آباد، اراک، سقز و قزوین به ترتیب ۴۶٪، ۳۳٪، ۲۸٪

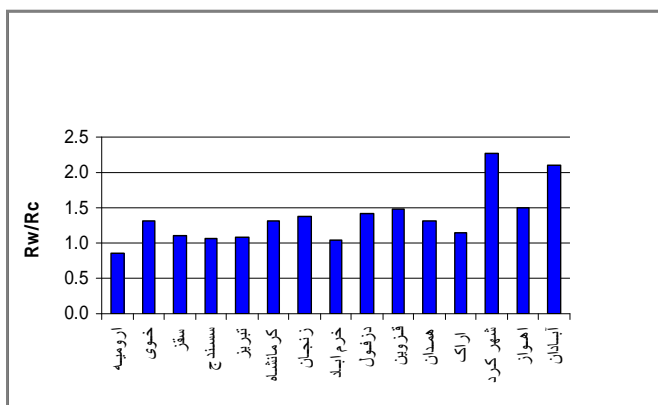
۲۶٪، ۲۰٪ و ۱۸٪ مشاهده می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵: نسبت میان‌بارش زمستانه در شرایط گرم‌تر (ستون‌های سفید) و سردتر (ستون‌های مشکی) دمای زمستانه سطح آب دریای مدیترانه به میان‌بارش در شرایط معمول

تأثیر SST پاییزه دریای مدیترانه بر بارش فصل پاییز ایستگاه‌های مورد مطالعه

نسبت مقادیر Rw / Rc پاییزه همه ایستگاه‌ها بجز ایستگاه ارومیه بیشتر از واحد می‌باشد. به طوری که در شکل ۶ و جداول ۴ و ۵ ملاحظه می‌گردد دوره گرم‌تر SST پاییزه نسبت به دوره سردتر آن باعث افزایش بارش‌های پاییزه ایستگاه‌های مورد مطالعه بجز ایستگاه ارومیه شده است. بیشترین میزان افزایش در ایستگاه‌های شهرکرد، آبادان، قزوین به ترتیب ۵۶/۱۴ درصد، ۵۲/۶ درصد و ۳۱/۹۷ درصد می‌باشد. در شکل ۷ نیز میزان این تأثیرات به طور بارز نشان داده شده است.



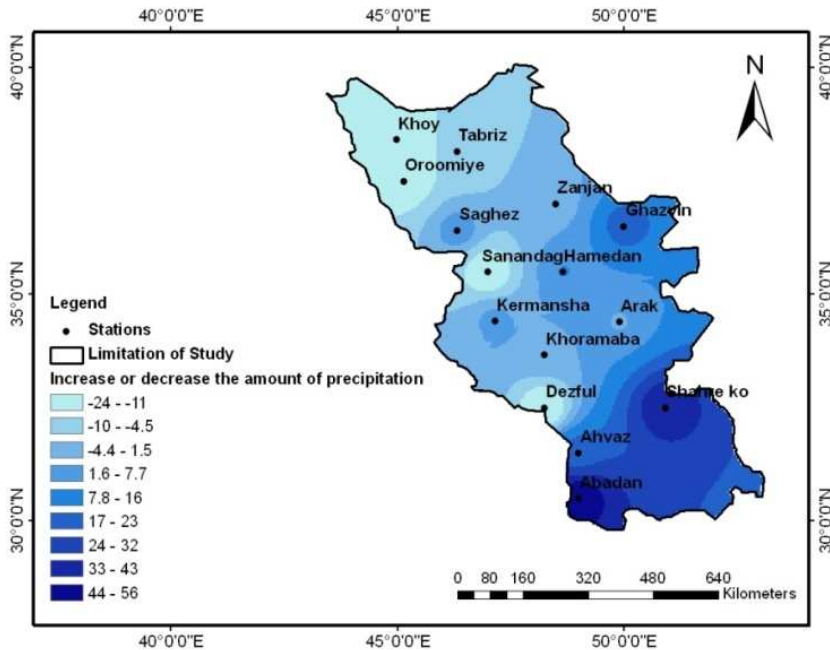
شکل ۶: نسبت میان‌ه بارش پاییزه در شرایط گرم‌تر SST دریای مدیترانه به میان‌ه این بارش در شرایط سردتر آن در فصل پاییز

جدول ۴: میزان کاهش بارش پاییزه در دوره گرم‌تر SST مدیترانه به دوره سردتر آن در فصل پاییز

| درصد کاهش | Rw / Rc | ایستگاه |
|-----------|---------|---------|
| ۱۴ | ۰/۸۶ | ارومیه |

جدول ۵: میزان افزایش بارش پاییزه در ایستگاه‌های مورد مطالعه در دوره گرم‌تر SST مدیترانه به دوره سردتر آن در فصل پاییز

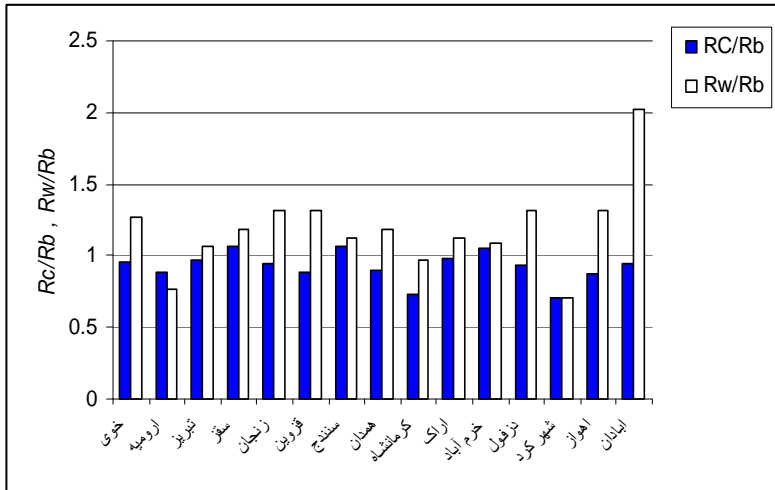
| درصد افزایش | Rw / Rc | ایستگاه |
|-------------|---------|----------|
| ۲۴/۲۴ | ۱/۳۲ | خوی |
| ۹/۰۹ | ۱/۱۰ | سقز |
| ۵/۶۶ | ۱/۰۶ | سنندج |
| ۸/۲۵ | ۱/۰۹ | تبریز |
| ۲۳/۶۶ | ۱/۳۱ | کرمانشاه |
| ۲۷/۵۳ | ۱/۳۸ | زنجان |
| ۳/۸۶ | ۱/۰۴ | خرم‌آباد |
| ۲۹/۰۷ | ۱/۴۱ | دزفول |
| ۳۱/۹۷ | ۱/۴۷ | قزوین |
| ۲۳/۶۶ | ۱/۳۱ | همدان |
| ۱۲/۲۸ | ۱/۱۴ | اراک |
| ۵۶/۱۴ | ۲/۲۸ | شهرکرد |
| ۳۴/۰۴ | ۱/۵۱ | اهواز |
| ۵۲/۶ | ۲/۱۱ | آبادان |



شکل ۷: میزان تاثیر SST مدیترانه در شرایط گرم تر نسبت به شرایط سردتر آن در

فصل پاییز روی بارش های پاییزه در نیمه غربی ایران

نسبت میان بارش R_w / R_b در فصل پاییز نشان می دهد که دوره گرم تر SST مدیترانه در فصل پاییز نسبت به دوره معمولی آن بجز در دو ایستگاه ارومیه و کرمانشاه در بقیه ایستگاه ها باعث افزایش بارش پاییزه شده است. بیشترین میزان افزایش در ایستگاه های آبادان و شهرکرد به ترتیب ۵۰/۴۹ درصد و ۳۷/۵ درصد است. نسبت میان بارش R_c / R_b در فصل پاییز نشان می دهد که دوره سردتر SST دریای مدیترانه در فصل پاییز نسبت به دوره معمولی آن بجز در سه ایستگاه های سقز، سنندج و خرم آباد در بقیه ایستگاه ها باعث کاهش بارش پاییزه شده است. بیشترین میزان کاهش در ایستگاه های شهرکرد، کرمانشاه به ترتیب ۳۰ درصد و ۲۷ درصد می باشد (شکل ۸).



شکل ۸: نسبت میان‌بارش پاییزه در شرایط گرم‌تر (ستون‌های مشکی) و سردتر (ستون‌های سفید) دمای پاییزه سطح آب دریای مدیترانه به میان‌بارش در شرایط معمول آن در فصل پاییز

همبستگی بین نوسانات فصلی SST و بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصل زمستان نوسانات SST مدیترانه و بارش در فصل زمستان در تمامی ایستگاه‌ها دارای همبستگی منفی می‌باشد بخصوص در ایستگاه‌های اراک و خرم‌آباد در سطح اطمینان ۹۵ درصد و در ایستگاه سنندج در سطح اطمینان ۹۹ درصد، دارای همبستگی منفی معنی‌دار است (جدول ۶).

همبستگی بین نوسانات SST و بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصل پاییز نوسانات SST مدیترانه و بارش در فصل پاییز در تمامی ایستگاه‌ها دارای همبستگی مثبت می‌باشد بخصوص در ایستگاه‌های اراک، اهواز، دزفول، شهرکرد، قزوین و کرمانشاه در سطح اطمینان ۹۵ درصد و در ایستگاه آبادان و همدان در سطح اطمینان ۹۹ درصد، دارای همبستگی مثبت معنی‌دار است (جدول ۶).

جدول ۶: میزان همبستگی بین SST دریای مدیترانه در فصول زمستان و پاییز

با میزان بارش فصول زمستان و پاییز نیمه غربی ایران

| ردیف | ایستگاه | زمستان | پاییز |
|------|----------|----------|-------|
| ۱ | آبادان | -۰/۱۱ | **۰/۴ |
| ۲ | اراک | -۰/۳۹* | *۰/۳۴ |
| ۳ | ارومیه | -۰/۰۳۶ | ۰/۱۷ |
| ۴ | اهواز | -۰/۲۲ | *۰/۳ |
| ۵ | تبریز | -۰/۲۷ | ۰/۱۲ |
| ۶ | خرم آباد | -۰/۳۵* | ۰/۲۱ |
| ۷ | خوی | -۰/۰۰۷ | ۰/۱۶ |
| ۸ | دزفول | -۰/۰۸ | *۰/۳۷ |
| ۹ | زنجان | -۰/۲۲ | ۰/۱۷ |
| ۱۰ | سقز | -۰/۱۲ | ۰/۱۰ |
| ۱۱ | سنندج | -۰/۴۴*** | ۰/۱۳ |
| ۱۲ | شهرکرد | -۰/۲۸ | *۰/۳۳ |
| ۱۳ | قزوین | -۰/۲۳ | *۰/۳۴ |
| ۱۴ | کرمانشاه | -۰/۱۰ | *۰/۳ |
| ۱۵ | همدان | -۰/۰۳ | **۰/۴ |

* در سطح اطمینان ۹۵ درصد: بدین معنی که P value محاسباتی رابطه همبستگی با استفاده از نرم افزار Mini Tab کوچکتر از ۰.۰۵ باشد.

** در سطح اطمینان ۹۹ درصد: بدین معنی که P value محاسباتی رابطه همبستگی با استفاده از نرم افزار Mini Tab کوچکتر از ۰.۰۱ باشد.

نتیجه‌گیری

اقلیم و پارامترهای آن به ویژه بارش و تغییرات احتمالی آن در طول دوره زمانی نقش بسزایی در محیط زندگی انسان دارند که شناخت آنها از طریق کمی کردن 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.

بارش از اصلی‌ترین عناصر اقلیمی بوده که افزایش یا کاهش آن سایر عوامل جوی - اقلیمی و نیز امور کشاورزی، دامپروری، شیلات، ساختمان‌سازی و صنعت توریسم را تحت تأثیر قرار می‌دهد (ناظم‌السادات و شیروانی، ۱۳۸۳). در این مطالعه تأثیر دمای زمستانه و پاییزه سطح آب دریای مدیترانه (Med SST) بر بارش‌های فصول پاییز و زمستان تعدادی از ایستگاه‌های واقع در غرب ایران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهند زمانی که در فصل زمستان دمای سطح آب مدیترانه سردتر از شرایط معمول باشد، بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه بجز در دو ایستگاه خوی و دزفول افزایش می‌یابد. بیشترین افزایش در ایستگاه‌های خرم‌آباد، اراک و قزوین به ترتیب با مقادیر ۵۲/۱۷٪، ۵۰/۲۴٪ و ۳۵/۰۶٪ مشاهده می‌شود. ولی در فصل پاییز در صورتی که دمای سطح آب مدیترانه گرم‌تر از حالت معمول باشد این امر باعث افزایش بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه بجز ایستگاه ارومیه می‌شود. بیشترین میزان افزایش در ایستگاه‌های شهر کرد، آبادان و قزوین به ترتیب ۵۶/۱۴٪، ۵۲/۶٪ و ۳۲/۹۷٪ می‌باشد.

در فصل زمستان ایستگاه‌های اراک، خرم‌آباد در سطح اطمینان ۹۵ درصد و ایستگاه سنندج در سطح اطمینان ۹۹ درصد، دارای همبستگی منفی معنی‌دار با نوسانات SST زمستانه مدیترانه هستند. نوسانات SST مدیترانه و بارش در فصل پاییز در ایستگاه‌های اراک، اهواز، دزفول، شهرکرد، قزوین و کرمانشاه در سطح اطمینان ۹۵ درصد و در ایستگاه‌های آبادان و همدان در سطح اطمینان ۹۹ درصد، دارای همبستگی مثبت معنی‌دار می‌باشد.

در این مقاله صرفاً میزان تأثیرات دمای سطح آب دریای مدیترانه در پاییز و زمستان بر بارش فصول 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 کامل شدن این مقاله مطالعه شود.

منابع

۱. خوش‌نفس، خدیجه، تأثیر نوسانات اطلس بر بارش‌های غرب ایران (۱۳۸۷)، صراف‌ساری، بهروز، دانشگاه تبریز، گروه جغرافیای طبیعی؛
۲. عزیزی، قاسم (۱۳۸۳)، تغییر اقلیم، جلد اول، چاپ اول، نشر قومس، ص ۲۷۰؛
۳. علیجانی، بهلول (۱۳۸۳)، آب و هوای ایران، جلد اول، چاپ شش، انتشارات دانشگاه پیام‌نور، ص ۲۲۰؛
۴. فرج‌زاده، منوچهر (۱۳۸۶)، تکنیک‌های اقلیم‌شناسی، جلد اول، چاپ اول، انتشارات سمت، ص ۲۸۸؛
۵. قاسمی دستگردی، احمدرضا (۱۳۸۲)، مطالعه خشکسالی هواشناسی در ایران و تأثیرپذیری آن از پدیده الینو - نوسانات جنوبی و دمای سطح دریای خزر، ناظم‌السادات، قاسم، دانشگاه اصفهان؛
۶. گندمی، ابوالفضل (۱۳۸۵)، آمار و احتمال در جغرافیا (انسانی - طبیعی - اجتماعی)، جلد اول، انتشارات دانشگاه امام حسین (ع)، ص ۳۴۴؛
۷. مسعودیان، سیدابوالفضل و محمدرضا، کاویانی (۱۳۸۶)، آب و هوای ایران، جلد اول، چاپ اول، انتشارات دانشگاه اصفهان، ص ۱۷۹؛
۸. مفیدی، عباس و آذر، زرین، بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه کم فشار سودانی بر در وقوع بارش‌های سیل‌زا در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ش ۷۷، ص ۲؛
۹. مفیدی، عباس (۱۳۷۸)، کم فشار سودانی مکانیسم بارانزا در جنوب و جنوب غرب ایران، نشریه جغرافیا، شماره ۱، آموزش و پرورش منطقه ۱۸، صص ۴۷-۵۵؛
۱۰. ناظم‌السادات، سیدمحمد جعفر و احمدرضا، قاسمی (۱۳۸۲)، تأثیر نوسان‌های دمای سطح آب دریای خزر بر بارش فصول زمستان و بهار نواحی شمالی و جنوب‌غربی ایران، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره ۴، صص ۱-۱۴؛
۱۱. ناظم‌السادات، محمدجعفر و امین، شیروانی (۱۳۸۵)، پیش‌بینی بارش زمستانه مناطق جنوبی ایران با استفاده از دمای سطح آب خلیج فارس: مدل‌سازی تحلیل همبستگی متعارف، مجله علمی-کشاورزی، جلد ۲۹، شماره ۲؛
12. 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;
13. Rowell, David p, (2002), the Impact of Mediterranean SSTs on the Sahelian Rainfall Seasonal. Journal Of Climate, Volume 16, Issue 5, pp 849 – 862;
14. 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, 27:1455-1465;
15. 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: 1531-1541;
16. Yang, Fanglin & K. – M .Lau, (2004), Trend and Variability of China Precipitation in spring and summer: Linkage to Sea - surface Temperatures, *International Journal of climatology*, 24: 1625 – 1644);
 17. Yaun, Yaun & assistance (2008), Impacts of the Basin-Wide Indian Ocean SSTA on the South China Sea Summer Monsoon Onset, (2008), *Int.J.Climatol*, 28:1579-1587;
 18. http://gcmd.nasa.gov/records/GCMD_REYNOLDS_SST.htm;
 19. <http://www.cdc.noaa.gov/cgi-bin/DataAccess>.

Archive of SID