

بررسی ارتباط نشانه‌های بهن‌مقیاس اقلیمی با بارش خراسان

*محمد موسوی بایگی^۱، غلامعباس فلاح‌قاله‌ری^۲ و مجید حبیبی‌نوخذان^۳

^۱استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد، ^۲دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد،

^۳عضو هیأت علمی پژوهشکده هواشناسی

تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۲/۷

چکیده

بررسی فرآیندهای آب‌وهوایی، ابزار مناسبی در اختیار مدیران حوزه‌های 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. هدف از این تحقیق بررسی ارتباط نشانه‌های بهن‌مقیاس اقلیمی با بارش استان خراسان بوده است. پس از بررسی‌های لازم و تکمیل خلاهای آماری موجود، تعداد ۳۷ ایستگاه سینوپتیک، اقلیم‌شناسی و باران‌سنجی تحت پوشش سازمان هواشناسی کشور، انتخاب و آزمون همگنی بر روی داده‌های بارش فصلی (دسامبر تا می) این ایستگاه‌ها انجام شد. سپس، سری زمانی بارش متوسط منطقه‌ای به روش مدل رقومی ارتفاعی محاسبه شد. در مرحله بعد، سری زمانی متوسط دمای سطح دریا و اختلاف دمای سطح دریا و سطح ۱۰۰۰ میلی‌بازی در بازه‌های زمانی مختلف محاسبه و استاندارد شدند. آنگاه، همبستگی نشانه‌های بهن‌مقیاس اقلیمی در مناطق شاخص انتخاب شده با بارش متوسط منطقه‌ای در بازه زمانی دسامبر تا می، محاسبه شد. نتایج نشان‌دهنده ارتباط تغییرات دمای سطح دریا، در مناطقی نظیر دریای سیاه در بازه سپتامبر تا نوامبر، سبیری در بازه ژوئن تا نوامبر، شمال خلیج فارس در ماه نوامبر، دریای شمال در بازه اکتبر تا نوامبر و ایسلند، جنوب دریای سرخ و غرب مدیترانه در بازه اگوست تا نوامبر یا تغییرات بارش متوسط منطقه می‌باشد. همچنین نتایج نشان‌دهنده ارتباط تغییرات اختلاف دمای سطح دریا و سطح ۱۰۰۰ میلی‌بازی با بارش منطقه در مناطقی مانند گرینلند در بازه ژولای تا نوامبر، ایسلند در بازه ژوئن تا نوامبر، دریای لابرادور در بازه زمانی اگوست تا نوامبر و شمال خلیج فارس در دوره اکتبر تا نوامبر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بارش، سیگنال‌های هواشناسی، تغییرات دما، تغییرات فشار، سطح دریا

مقدمه

یکی از روش‌های پیش‌بینی آب و هوایی، استفاده از علائم و پدیده‌های مشخصی از قبیل تغییرات دوره‌ای فشار سطح دریا، تغییرات دوره‌ای دمای سطح دریا و مانند اینهاست، که از آنها به‌عنوان نشانه‌های

بهن‌مقیاس اقلیمی یاد می‌شود. این نشانه‌ها براساس فشار سطح دریا، اختلاف فشار سطح دریا، دمای سطح دریا، اختلاف دمای سطح دریا و دیگر پارامترهای هواشناسی به‌دست می‌آیند. نیکلسون و سلاتو (۲۰۰۰) تأثیر لاینیا^۱ را بر بارش

* - مسئول مکاتبه: Mousavi500@yahoo.com

1- La Nina



تغییرات رخدادهای سرد مشابه نوسانات مثبت NAO⁶ می‌باشد.

ونگ و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر نشانه‌های اقلیمی بهن مقیاسی نظیر NAO و SOI⁷ را بر بارش فصلی حوضه رودخانه کلرادو در آمریکا تحلیل کرده‌اند. نتایج حاکی از آن است که مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی اقلیم می‌تواند در توسعه یک مدل پیش‌بینی بلند مدت با ارزش برای مدیریت منابع آب نتیجه بخش باشد. ناظم‌السادات (۲۰۰۱) نتیجه گرفت که تغییرات دمای سطح آب در خلیج فارس، تأثیر معنی‌داری بر تغییرات بارندگی در مناطق جنوب و جنوب‌غربی ایران دارد. مطالعات وی نشان داد که بارش زمستانه (ژانویه تا مارس) مناطق مزبور با SST⁸ خلیج فارس نسبت عکس دارد. کوره‌پزان (۲۰۰۳) تأثیر نشانه‌های بهن مقیاس اقلیمی SOI و NAO را بر بارش ایستگاه‌های منطقه جنوب غرب کشور بررسی کرده است. نتایج او نشان داد مدل فازی⁹ با دقت قابل قبولی می‌تواند بارش را پیش‌بینی کند. زهرایی و همکاران (۲۰۰۵) تأثیر نشانه‌های بهن مقیاس اقلیمی را بر بارش مناطق غرب ایران بررسی کردند. نتایج آنها نشان‌دهنده ارتباط معنی‌دار نشانه‌های بهن مقیاس اقلیمی با بارش منطقه غرب کشور است. با توجه به اهمیت پیش‌بینی بارش در بسیاری از فرآیندهای تصمیم‌گیری نظیر مدیریت منابع آب و کشاورزی، در این تحقیق سعی شده است با استفاده از داده‌های دمای سطح دریا و اختلاف دمای سطح دریا و سطح ۱۰۰۰ میلی‌باری در نقاط شاخص انتخاب شده، ارتباط نشانه‌های بهن مقیاس اقلیمی با بارش تعیین شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در این تحقیق منطقه خراسان شامل سه استان خراسان شمالی، رضوی و جنوبی می‌باشد. شکل ۱ نقشه محدوده مورد مطالعه و نام ایستگاه‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد.

آفریقا با استفاده از روش هارمونیک بررسی نمودند. نتایج آنان نشان داد که تأثیرپذیری بارندگی مناطق استوایی و جنوب‌شرقی آفریقا از لاتینا پیچیده‌تر و وابستگی بیشتری را به زمان و مکان از خود نشان می‌دهد. ماریوتی و همکاران (۲۰۰۲) رابطه تغییرات باران‌های مدیترانه‌ای اروپا و "انسو"¹ را بررسی نمودند. نتایج به‌دست آمده توسط آنها، نشانگر تأثیر معنی‌دار انسو بر بارش بخش مدیترانه‌ای اروپا می‌باشد. آبراهام و همکاران (۲۰۰۴) داده‌های بارش را در ایالت کیرالا² در بخش جنوبی پنیسولای³ هند تحلیل کرده‌اند. آنان نتیجه گرفتند که توزیع فضایی ضریب همبستگی بین بارش مونسونی هند و ارتفاع ژئوپتانسیل⁴ ماهیانه سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال در خلال ماه‌های ژانویه تا می، الگوی همبستگی بالایی را نشان می‌دهد.

وان الدنیرگ و همکاران (۲۰۰۳) مدل پیش‌بینی فصلی مرکز اروپایی پیش‌بینی میان مقیاس آب و هوایی ECMWF⁵ را با مدل‌های آماری در منطقه شرق و جنوب آفریقا مورد مقایسه قرار داده‌اند. برای این کار از نشانه‌های اقلیمی نظیر انسو استفاده کردند. نتایج حاکی از آن است که پیش‌بینی بارندگی مدل‌های ECMWF نسبت به مدل‌های آماری در بازه زمانی دسامبر تا فوریه (آذر تا بهمن) بهتر است، اما در بازه مارس تا می (اسفند تا اردیبهشت) دقت آنها کمتر است. گیسلا و همکاران (۲۰۰۴) بارش‌های فصلی اتیوپی را در بازه ژوئن تا سپتامبر بررسی کردند و نشان دادند که پیش‌بینی بارش برای بخش غربی مرکز اتیوپی خیلی مناسب است. پوزو-واسکوویز (۲۰۰۱)، ارتباط بین انسو و چرخه اتمسفری زمستانه و دما در ناحیه اقیانوس اطلس شمالی را بررسی نموده‌اند. آنان نتیجه گرفتند که در این ناحیه در زمستان هیچ ارتباط آماری معنی‌داری بین رخداد‌های گرم انسو و الگوهای فشار سطح دریا وجود ندارد، درحالی‌که

1- El Niño Southern Oscillation Index (ENSO)

2- Kerala

3- Peninsula

4- Geopotential

5-European Centre for Medium-Range Weather Forecast

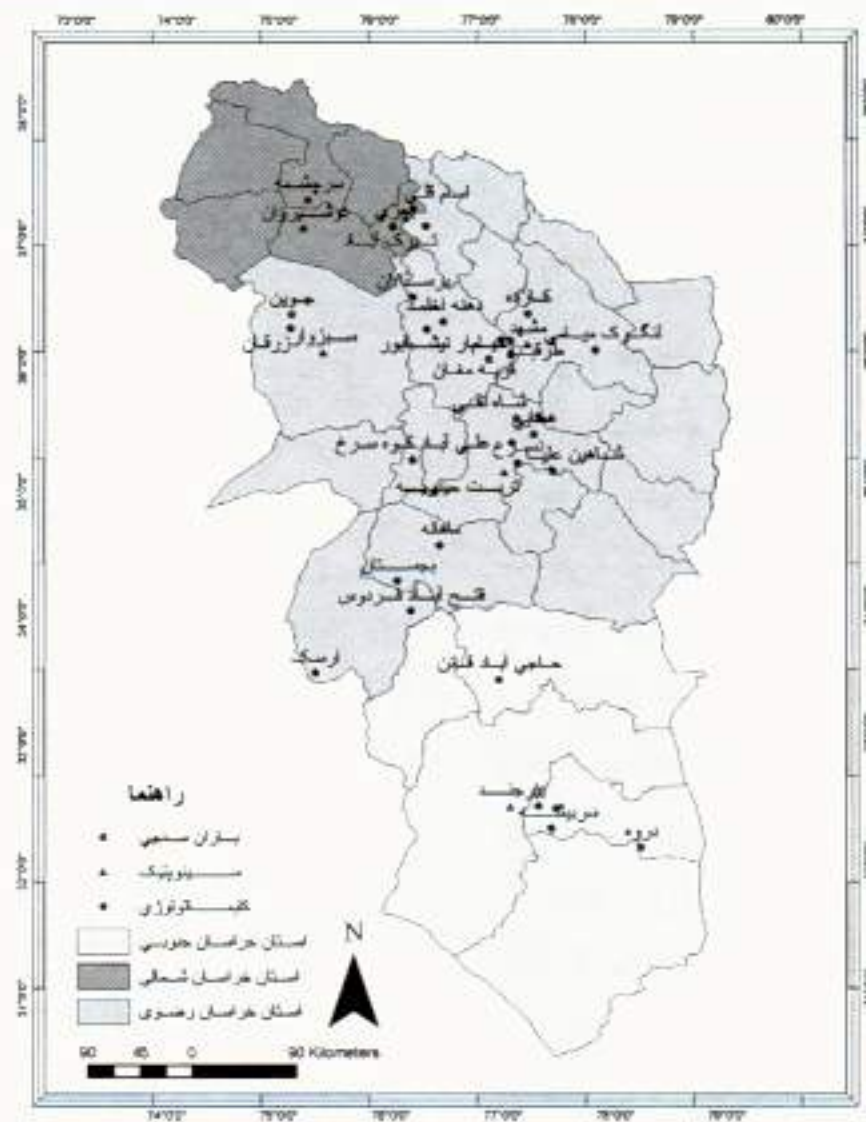
6- North Atlantic Oscillation (NAO)

7- Southern Oscillation Index (SOI)

8- Sea Surface Temperature (SST)

9- Fuzzy





شکل ۱- نقشه محدوده مورد مطالعه به همراه ایستگاه‌های منتخب.

برای آزمون همگنی داده‌های بارش از آزمون ران تست^۲ استفاده شده است (علیزاده، ۲۰۰۱).

محاسبه بارش متوسط منطقه‌ای: برای به دست آوردن بارش متوسط منطقه‌ای از مدل رقومی ارتفاعی^۳ استفاده شده است. با توجه به معنی دار بودن ضریب همبستگی بین بارش و ارتفاع و معنی دار بودن آزمون F در سطح ۵ درصد و نرمال بودن باقی مانده‌ها در اکثر سال‌های مورد مطالعه، از مدل رقومی ارتفاعی برای محاسبه بارش متوسط منطقه‌ای استفاده شده است. لازم به ذکر است برای تحلیل‌های آماری، از نرم‌افزار SPSS^۴ نسخه ۱۰/۵ استفاده گردید. گام‌های زیر برای به دست آوردن سری زمانی بارش متوسط منطقه‌ای با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی انجام شد: ۱- ساختن فابل‌های ورودی نرم‌افزار

داده‌های مورد نیاز: سری زمانی مورد مطالعه در این تحقیق، مجموع بارش فصلی ۳۳ ساله دسامبر تا می (آذر تا اردیبهشت) در فاصله بین سال‌های ۱۹۷۰-۲۰۰۲ میلادی می‌باشد. داده‌های بارش فصلی برای هر سال میلادی شامل بارندگی ۳۷ ایستگاه سینیوتیک، اقلیم‌شناسی و باران‌سنجی می‌باشد که از سازمان هواشناسی کشور اخذ شده است. از این تعداد، چهار ایستگاه سینیوتیک، پنج ایستگاه اقلیم‌شناسی و بقیه باران‌سنجی بوده است. داده‌های دمای سطح دریا از سایت نوا^۱ در شبکه‌هایی با قدرت تفکیک ۲/۵ × ۲/۵ درجه در فاصله بین سال‌های ۱۹۷۰-۲۰۰۲ میلادی استخراج شده است.

بازسازی و آزمون همگنی داده‌ها: برای تکمیل برخی از نواقص اطلاعاتی بارش از روش تفاضل‌ها و نسبت‌ها و

2- Run-Test

3- Digital Elevation Model (DEM)

4- Statistical Package for Social Science

1-National Oceanic and Atmospheric Administration (Noaa)

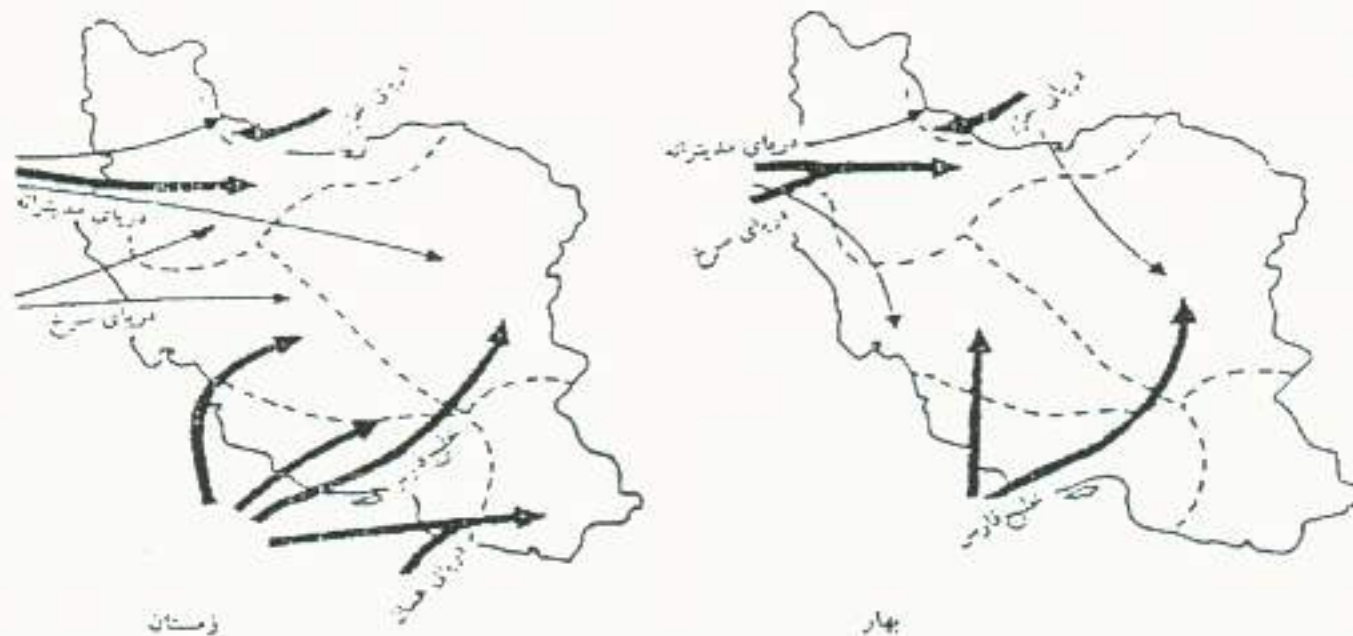


بررسی ارتباط نشانه‌های پهن‌مقیاس شاخص با بارش منطقه مورد مطالعه: به منظور بررسی ارتباط تغییرات SST و Δ SST (اختلاف دمای سطح دریا و سطح ۱۰۰۰ میلی‌باری) با بارش در محدوده مورد مطالعه، نقاطی تحت عنوان نقاط شاخص در مناطق مختلفی از دریاها که بر آب و هوای ایران تأثیرگذار هستند، مورد بررسی قرار گرفت. این نقاط شامل نقاطی در دریای مدیترانه، خلیج فارس، دریای عمان، خلیج عدن، دریای عرب، دریای سرخ، دریای سیاه، دریای آدریاتیک، دریاچه آرال، اقیانوس هند، اقیانوس اطلس، دریای شمال و سبیری می‌باشند که مختصات این نقاط در جدول ۱ نشان داده شده است (کارآموز و همکاران، ۲۰۰۵). در انتخاب این مناطق تأثیرپذیری منطقه شمال شرق کشور از الگوهای سینوپتیکی مورد توجه قرار گرفته است (علیجانی، ۲۰۰۲). شکل ۲ منابع عمده رطوبت بارندگی‌های ایران را در فصول زمستان و بهار نشان می‌دهد (علیجانی، ۲۰۰۲). به منظور محاسبه سیگنال‌های SST و اختلاف SST برای هر سیگنال ۶ بازه زمانی در هر سال، شامل بازه‌های ژوئن تا نوامبر، ژولای تا نوامبر، اگوست تا نوامبر، سپتامبر تا نوامبر، اکتبر تا نوامبر و نوامبر در نظر گرفته شده است تا پوشش کاملی بر روی نشانه‌های پهن‌مقیاسی که در فصول مختلف ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهند، داده شود (کارآموز و همکاران، ۲۰۰۵).

Arc GIS ۲- به دست آوردن رابطه بارش با ارتفاع با استفاده از روابط رگرسیونی. ۳- به دست آوردن نقشه رقمی منطقه مورد مطالعه. ۴- انجام تحلیل‌های مربوط به مدل رقمی ارتفاعی (DEM) ۵- تحلیل و ترسیم تغییرات مکانی بارش در منطقه برای هر سال. ۶- به دست آوردن مقادیر متوسط بارش در منطقه مورد مطالعه برای هر سال. ۷- ساخت سری زمانی بارش برای منطقه مورد مطالعه. در این تحقیق از سیگنال‌های دمای سطح دریا (SST) و اختلاف دمای سطح دریا و سطح ۱۰۰۰ میلی‌باری (Δ SST) استفاده شد.

فصل‌بندی بارندگی و نشانه‌های پهن‌مقیاس اقلیمی:

فصل‌بندی بارندگی و نشانه‌های پهن‌مقیاس اقلیمی بر این اساس بوده است که با استفاده از میانگین مقادیر یک نشانه پهن‌مقیاس خاص در چند ماه متوالی، بتوان میزان مجموع بارندگی فصلی را در ماه‌های آینده پیش‌بینی نمود. بنابراین سعی شده است که فصول مربوط به نشانه‌های پهن‌مقیاس، ماه‌های دارای بارندگی سال آبی بعد را شامل نشوند. با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه در ماه‌های مهر و آبان میزان بارندگی کم و در ماه‌های تابستان در حد صفر می‌باشد، از مجموع بارندگی ماه‌های آذر تا اردیبهشت (دسامبر تا می) به عنوان سری زمانی بارندگی استفاده شده است.



شکل ۲- منابع عمده رطوبت بارندگی‌های ایران در فصول بهار و زمستان (علیجانی، ۲۰۰۲).

1- Sea Surface Temperature Difference (between Surface and 1000 mb Level)



جدول ۱- نام و مختصات نقاط مورد استفاده در تحلیل‌های دمای سطح دریا.

طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی (شمالی)	نام نقاط مورد استفاده	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی (شمالی)	نام نقاط مورد استفاده
۵۰	۴۵	شمال دریای خزر	۱۵	۴۳	دریای آدریاتیک
۵۰	۲۷	شمال خلیج فارس	۴۵	۱۲/۵	خلیج عدن
۳۵	۲۵	شمال دریای سرخ	۶۰-۷۰	۱۴-۲۰	شبکه دریای عرب
۵	۵۴	دریای شمال	۶۰	۴۵	دریاچه آرال
۶۵	۲۴	دریای عمان	۳۰۰-۳۳۹	۲۰-۴۱	شبکه آزور
۵۰	۳۹	جنوب دریای خزر	۳۳۰	۴۱	آزور
۴۰	۱۴	جنوب دریای سرخ	۱۰۷	۵۴	دریاچه بابکال
۹۰-۱۳۰	۵۰-۶۰	شبکه سیری	۳۵	۴۵	دریای سیاه
۵	۴۱	غرب دریای مدیترانه	۳۲۰	۳۰	مرکز اقیانوس آرام
۳۰۹	۶۰	دریای لابرادور	۳۰	۳۵	گرینلند
۳۰۰-۳۵۰	۵۴-۷۰	شبکه اسپند	۶۰-۷۰	۵-۱۴	اقیانوس هند

۳- آزمون F برای معنی‌دار بودن رگرسیون خطی (رضایی‌پژند، ۲۰۰۲).

در رابطه با روش‌های رگرسیون، آزمایش‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱- آزمایش‌هایی که در آنها میزان متغیر مستقل (X) توسط محقق تعیین شده است.

۲- آزمایش‌هایی که در آنها محقق، میزان متغیر مستقل (X) را از قبل تعیین نکرده و یا اصولاً کنترلی روی آنها ندارد.

خط رگرسیون به دست آمده $Y=a+bx$ الزاماً معرف رابطه دو متغیر نبوده، بلکه مناسب‌ترین خط مستقیم، معرف رابطه مذکور می‌باشد. بنابراین چنانچه یک خط مستقیم برای منظور محقق کافی باشد، می‌تواند محاسبات را برای به دست آوردن مناسب‌ترین خط مستقیم روی داده‌های خود انجام دهد. بنابراین محقق در دو صورت مشاهدات خود را جهت به دست آوردن معادله $Y=a+bx$ مورد تجزیه واریانس قرار می‌دهد:

۱- با توجه به تجربه‌های قبلی می‌داند که رابطه بین دو متغیر یک رابطه خطی است.

۲- حداقل در محدوده تیمارهای او، یک رابطه خطی ساده برای منظورش کافی باشد. بنابراین در مواردی که

تجزیه و تحلیل‌های آماری: در این تحقیق، از مقادیر استاندارد شده سیگنال‌ها استفاده شد. در مواردی که از یک عنصر و یک واحد اندازه‌گیری استفاده می‌شود، استاندارد کردن داده‌ها الزامی نیست، اگرچه در همه موارد نمرات استاندارد مناسب‌تر از داده‌های خام هستند (علیجانی، ۲۰۰۲). برای استاندارد کردن داده‌ها از فرمول زیر در نرم افزار اکسل^۱ استفاده شده است:

$$z = (x - \mu) / \sigma$$

در این فرمول μ میانگین سیگنال‌ها و σ انحراف معیار سیگنال‌ها و X مقدار سیگنال است. همچنین برای انجام آزمون‌های آماری لازم و به دست آوردن همبستگی بین سیگنال‌های شاخص با بارش منطقه از دو نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۰/۵ و جامپ^۲ نسخه ۴ و برای مرتب کردن داده‌های خام از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

همان‌طور که می‌دانیم توزیع F، بیشتر در آزمون‌های آماری به کار می‌رود که چند نمونه آنها به شرح زیر است:

- ۱- آزمون F برای تساوی واریانس‌های دو جامعه
- ۲- آزمون F برای معنی‌دار بودن ضریب همبستگی چندگانه

1- Excel

2- JMP4



لازم است، فرض مناسب بودن یک خط مستقیم جهت نشان دادن رابطه بین دو متغیر مورد بررسی قرار می‌گیرد (سپاهی، ۱۹۹۷). در این تحقیق نیز فرض وجود رابطه خطی بین دو متغیر مورد آزمون قرار گرفته است. در این تحقیق، بارش متوسط منطقه‌ای به‌عنوان متغیر وابسته و مقادیر استاندارد شده نشانه‌های پهن‌مقیاس اقلیمی به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد. سپس، تحلیل همبستگی بین آن‌ها انجام و بعد از وجود همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد، معادله خط رگرسیون برای بارش و نشانه‌های پهن‌مقیاس اقلیمی محاسبه شد. در مرحله بعد، آزمون معنی‌دار بودن رگرسیون خطی در محیط نرم‌افزار جامپ ۴ انجام شد تا مشخص شود آیا رابطه خطی بین دو متغیر وجود دارد یا خیر؟ در نهایت بعد از به‌دست آوردن معادله خط رگرسیون، آزمون معنی‌دار بودن شیب خط رگرسیون مورد آزمون قرار گرفت تا مشخص شود آیا این خط بهترین معادله خطی هست که از بین نقاط عبور داده شده است یا نه؟ که نتایج آن برای یکی از نشانه‌های پهن‌مقیاس در مبحث نتایج و بحث آمده است.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به بررسی ارتباط تغییرات دمای سطح دریا با بارش منطقه مورد مطالعه: خلاصه مشاهدات اثر دمای

سطح دریا در مناطق شاخص در جدول ۲ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ضریب همبستگی بین تغییرات دمای سطح دریا با بارش منطقه در بازه‌های زمانی سپتامبر تا نوامبر دریای سیاه، اگوست تا نوامبر شبکه ایسلند، ماه نوامبر شمال خلیج فارس، اکتبر تا نوامبر دریای شمال، اگوست تا نوامبر جنوب دریای سرخ، ژوئن تا نوامبر شبکه سبیری و اگوست تا نوامبر غرب دریای مدیترانه منفی بوده و ارتباطی را با وقوع دوره‌های بالاتر و پایین‌تر از میانگین نشان می‌دهند و می‌توانند به‌عنوان شاخصی برای پیش‌بینی وقوع دوره‌های کم‌بارش و پر بارش در منطقه به‌کار برده شوند. همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، ضریب همبستگی بین دمای سطح دریا و بارش منطقه در بازه زمانی اگوست تا نوامبر غرب دریای مدیترانه، اکتبر تا نوامبر دریای شمال و ژوئن تا نوامبر شبکه سبیری از دیگر نشانه‌های پهن‌مقیاس بیشتر بوده و در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. به‌عنوان مثال، شکل ۲ نتایج این بررسی‌ها را برای SST استاندارد شده فصل اکتبر تا نوامبر دریای شمال نشان می‌دهد. معادله خط رگرسیون تغییرات بارش فصل بعد نسبت به SST استاندارد شده اکتبر تا نوامبر دریای شمال عبارت است از:

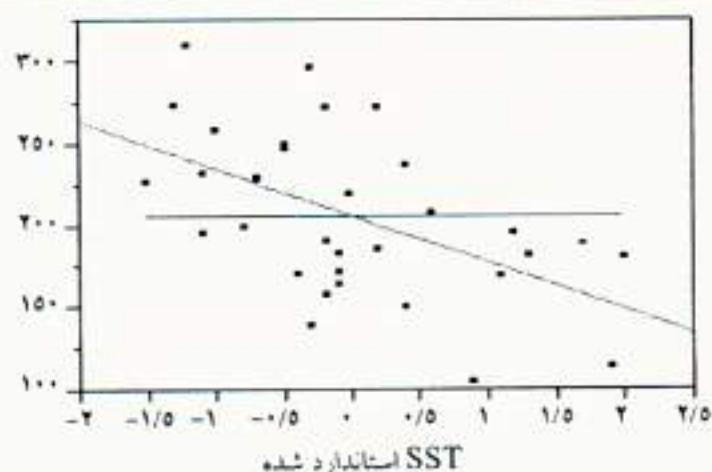
$$R = 20.76 - 28.6 \text{ SSTstd}$$

در معادله فوق SSTstd مقدار استاندارد شده SST فصل اکتبر تا نوامبر دریای شمال و R مقدار بارش (mm) است.

جدول ۲- خلاصه مشاهدات اثر دمای سطح دریا در نقاط شاخص انتخاب شده بر بارش منطقه. ستون‌های پنجم و ششم مقادیر استاندارد شده سیگنال‌هایی را نشان می‌دهند که به ازای آنها بارش در منطقه بیشتر یا کمتر از میانگین بلندمدت بوده است.

نام نقاط مورد استفاده	فصل	P-Value	ضریب همبستگی	بارش کمتر از میانگین	بارش بیشتر از میانگین
دریای سیاه	سپتامبر تا نوامبر	۰/۰۵	-۰/۳۳	SST > ۰/۱	-
شبه ایسلند	اگوست تا نوامبر	۰/۰۳	-۰/۳۶	SST > ۰/۲	SST < -۰/۶
شمال خلیج فارس	نوامبر	۰/۰۳	-۰/۳۷	SST > ۰/۶	SST < -۱/۵
دریای شمال	اکتبر تا نوامبر	۰/۰۰۱	-۰/۵۳	SST > ۰/۵	SST < -۰/۶
جنوب دریای سرخ	اگوست تا نوامبر	۰/۰۵	-۰/۳۳	SST > ۰/۹	-
شبه سبیری	ژوئن تا نوامبر	۰/۰۰۸	-۰/۴۵	۰/۱ < SST < ۱	SST < -۱/۵
غرب مدیترانه	اگوست تا نوامبر	۰/۰۰۰۳	-۰/۵۸	SST > ۰/۴	SST < -۱/۶





شکل ۲- تغییرات بارش فصل بعد نسبت به SST استاندارد شده اکتبر تا نوامبر دریای شمال. خط مورب، خط رگرسیون و خط افقی میانگین بارش می‌باشد.

بارش منطقه: خلاصه مشاهدات اثر ΔSST در نقاط شاخص بر بارش منطقه در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که دیده می‌شود، ضریب همبستگی ΔSST در بازه‌های زمانی جولای تا نوامبر گریبلند، ژوئن تا نوامبر شبکه ایسلند، اگوست تا نوامبر دریای لابرادور با بارش منطقه مثبت و ضریب همبستگی بین ΔSST در بازه زمانی اکتبر تا نوامبر شمال خلیج فارس با بارش منطقه منفی بوده و ارتباطی را با وقوع دوره‌های کم‌بارش و پربارش در منطقه نشان می‌دهند و می‌توانند به‌عنوان شاخصی برای پیش‌بینی وقوع دوره‌های کم‌بارش و پربارش در منطقه به‌کار برده شوند.

جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس تغییرات بارش فصل بعد نسبت به SST استاندارد شده فصل اکتبر تا نوامبر دریای شمال را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول ۳ دیده می‌شود، نسبت F در سطح ۱ درصد معنی‌دار است و نشان‌دهنده ارتباط قوی تغییرات SST دریای شمال در فصل اکتبر تا نوامبر با بارش دسامبر تا می (آذر تا اردیبهشت) منطقه مورد مطالعه می‌باشد. آزمون معنی‌دار بودن شیب خط رگرسیون نیز انجام و مشخص شد شیب خط رگرسیون نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. مقدار P-value برای آزمون معنی‌دار بودن شیب خط رگرسیون ۰/۰۰۱۳ به دست آمد.

نتایج مربوط به بررسی ارتباط تغییرات ΔSST با

جدول ۳- تجزیه واریانس تغییرات بارش فصل بعد نسبت به SST استاندارد شده اکتبر تا نوامبر دریای شمال.

منابع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	نسبت F
رگرسیون خطی	۱	۲۲۸۶۵/۴۶۱	۲۲۸۶۵/۵	۱۲/۵۳۷۱
باقی‌مانده	۳۱	۵۶۵۳۸/۵۳۹	۱۸۲۳/۸	Prob > F
کل	۳۲	۷۹۴۰۴		۰/۰۰۱۳

جدول ۴- خلاصه مشاهدات اثر ΔSST در مناطق شاخص انتخاب شده بر بارش منطقه. ستون‌های پنجم و ششم مفادیر استاندارد شده سیگنال‌هایی را نشان می‌دهند که به ازای آنها بارش در منطقه مورد مطالعه بیشتر یا کمتر از میانگین بلندمدت بوده است.

نام نقاط مورد استفاده	فصل	P-Value	ضریب همبستگی	بارش کمتر از میانگین	بارش بیشتر از میانگین
گریبلند	ژولای تا نوامبر	۰/۰۲	۰/۳۹	$\Delta SST < -۰.۵$	$\Delta SST > -۰.۳/۳$
شبکه ایسلند	ژوئن تا نوامبر	۰/۰۵	۰/۳۳	$\Delta SST < -۰.۳/۴$	$-۰.۵ < \Delta SST < -۰.۴$
دریای لابرادور	اگوست تا نوامبر	۰/۰۰۲	۰/۵	$\Delta SST < -۰.۱/۴$	$\Delta SST > ۰/۵$
شمال خلیج فارس	اکتبر تا نوامبر	۰/۰۱	-۰/۴	$\Delta SST < -۰.۱/۴$	$\Delta SST > ۰/۴$
				$۰ < \Delta SST < ۰/۵$	$\Delta SST < -۰/۷$

1- Sea Surface Temperature Difference (between Surface and 1000 mb Level)



شمال شرق کشور استفاده کرد. به عنوان مثال، مطابق نتایج به دست آمده توسط ناظم السادات (۱۹۹۸) بارش زمستانه (ژانویه تا مارس) مناطق جنوب و جنوب غرب ایران با SST خلیج فارس نسبت عکس دارد که نتایج به دست آمده توسط این تحقیق نیز این موضوع را تصدیق می کند و نشان دهنده ارتباط معکوس SST و ΔSSt با بارش منطقه شمال شرق ایران است. بنابراین، با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق، می توان از این نشانه های اقلیمی در پیش بینی سال های خشک و تر در منطقه استفاده کرد.

در این میان، ضریب همبستگی بین ΔSSt با بارش منطقه در بازه های زمانی اگوست تا نوامبر دریای لابرادور و اکتبر تا نوامبر شمال خلیج فارس از دیگر سیگنال ها بیشتر بوده و در سطح ۱ درصد معنی دار است.

بحث و نتیجه گیری

مقایسه نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج به دست آمده توسط محققین دیگر از قبیل تحقیق انجام شده توسط ناظم السادات (۱۹۹۸) نشان دهنده ارتباط معنی دار سیگنال های SST و ΔSSt با بارش منطقه شمال شرق کشور است و چنین استنباط می شود که می توان از سیگنال های SST و ΔSSt برای پیش بینی بارش منطقه

منابع

1. Abraham, A., Sajeeth Philip, N., and Joseph, B. 2004. Will We Have a Wet Summer? Long-term Rain Forecasting Using Soft Computing Models, Modeling and Simulation, Publication of the Society for Computer Simulation International, Prague, Czech Republic, pp. 1044-
2. Alijani, B. 2002. Synoptic Climatology. Samt. Press, First Edition. Pp: 257.
3. Alizadeh, A. 2001. Principles of Applied Hydrology. Imam Reza University Press, 10th Edition. PP 735.
4. Gissila, T., Black, E., Grimes, D.I.F., and Slingo, J.M. 2004. Seasonal forecasting of the Ethiopian summer rains. International Journal of Climatology. Volume 24: 1345-1358.
5. Karamouz, M. 2006. Long Term Rainfall Forecasting Using By Meteorological Signals. Islamic republic of Iranian Meteorological rganization. Project report No 342.
6. Koureh Pazan, A. 2003. M.Sc Thesis. Impact of Meteorological Signals in Rainfall. Amirkabir University of Tehran. Changes Forecasting. M.Sc Thesis. Amir Kabir University.
7. Mariotti, A., Zeng, N., and Lau, K.M. 2002. Euro-Mediterranean rainfall and ENSO-a seasonally varying relationship. Geophysical Research Letters, Vol. 29: No.12. pp: 1621-1632.
8. Nazemosadat, M.J. 2001. Will it rain? Drought and rainfall in Iran and their relation with ENSO. Shiraz University Press. Number of pages 102.
9. Nicholson, S.E., and Selato, J.C. 2000. The Association between ENSO and Winter Atmospheric Circulation and Temperature in the North Atlantic Region, Journal of Climate, Vol. 14: 3408-3420.
10. Rezaee Pazhand, H. 2002. Application of Probability and Statistics In Water Resources,. Sokhan Gostar Press., 1 th Edition, 456 pp.
11. Sepahi, A. 1997. Application of Statistical In Agricultural Research, Agricultural Research, Education and Extension Organization Press, 1th Edition, 384 pp.
12. Van Oldenborgh, G.J., Balmaseda, M.A., Ferranti, L., Stockdale, T.N., and Anderson, D.L.T. 2003. Did the ECMWF seasonal forecast model outperform A statistical model over the last 15 years? Technical Memorandum. No. 418. PP.34
13. Pozo-Vasqueze, D. 2001. The Association between Enso and Winter Atmospheric Circulation and Temprature in the North Atlantic Region, Journal of Climate, Vol. 14: 3408-3420.
14. Woong Kim, T., Yoo, C., and Hyun, A.J. 2007. Influence of climate variation on seasonal precipitation in the Colorado River Basin., Journal of Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. Vol 22, Number 3, pp: 411-420.
15. Zahraie, B., Karamouz, M., and Eghdami Rad, S. 2005. Seasonal rainfall Forecasting using meteorological sygnsls. Proceeding of the first conference of Iran water sources management. Vol. 1: Pp.12.

