

ارتباط الگوی پیوند از دور نوسانات جوی - اقیانوسی نیمکره شمالی (NAO) با خشکسالی های استان فارس

محمد سلیقه^۱، علی بیات^۲، یداله بلیانی^۳، مهدی دوستکامیان^۴

چکیده

گردشهای جوی بسیار تغییر پذیرند. این تغییرات منجر به پیدایش الگوهای هوا و اشکالی از جریانهای جوی می شوند که در مقیاس های زمانی متفاوت رخ می دهند. الگوهای پیوند از دور معرف تغییرات کلانی است که در الگوی امواج جوی و رود بادهای رخ می دهند و بر الگوی دما، بارش، مسیر رگبارها و خصوصاً بر عملکرد اقلیم های دور دست در قلمرو های وسیع اثر می گذارند. لذا با توجه به این رویه از الگوی پیوند دور، در این تحقیق داده های مربوط به نوسانات فشار سطح دریا در اطلس شمالی و بارش سالانه استان فارس طی یک دوره آماری ۲۸ ساله از (۲۰۰۵-۱۹۷۸) مد نظر قرار گرفته است. سپس با برآزش مناسب ترین توزیع بر بارش سالانه (توزیع گاما)، شاخص SPI سالهای خشک و مرطوب استان فارس محاسبه شد و ارتباط آنها با نوسانات فازهای مثبت و منفی شاخص نوسانات اطلس شمالی در تأخیرهای مختلف بررسی شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین خشکسالی های استان فارس و فازهای نوسان اطلس شمالی به صورت همزمان، فقط در ایستگاه آباده رابطه معنی دار وجود دارد. در سایر ایستگاهها ارتباط معنی داری وجود ندارد. در نهایت جهت حصول آگاهی از ارتباط سیگنالهای بزرگ مقیاس اقلیم با مناطق دور دست تر (استان فارس)، ارتباط خشکسالی ها با فازهای مثبت و منفی NAO در تأخیرهای مختلف (ماهانه) بررسی شد. نتایج نشان داد که ایستگاه آباده در تمامی تأخیرهای ۳، ۲، ۱ ماهه بیشترین تعداد دفعات را به خود اختصاص داده است و کمترین تعداد دفعات همبستگی با شاخص NAO در ایستگاه کازرون مشاهده شد. در مجموع ماه می (اردیبهشت) در تأخیرهای مختلف در تمامی ایستگاهها بیشترین فراوانی و هماهنگی را با شاخص NAO دارا می باشد.

واژگان کلیدی: پیوند از دور، NAO، خشکسالی، استان فارس

۱. دانشیار اقلیم شناسی دانشگاه خوارزمی Salighe1338@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه خوارزمی

۳. دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه خوارزمی

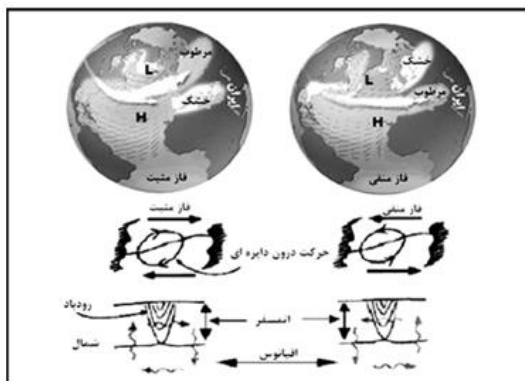
۴. کارشناس ارشد اقلیم شناسی دانشگاه زنجان

مقدمه

از کاربردهای روش همبستگی در اقلیم شناسی، کشف ارتباط پیوند بین الگوها و سیستم های جوی با عناصر و پدیده های مکان های دور دست تر است. رابطه و همبستگی معنی دار بین تغییرات زمانی دور با همدیگر یا با عناصر و پدیده های اقلیمی مناطق دیگر را پیوند از دور می نامند. هر یک از پدیده های اقلیمی جوی - اقیانوسی مانند انسو، نوسان شمالگان، نوسان جنوبگان، نوسان اطلس شمالی و غیره را یک الگوی پیوند از دور می نامند. نوسانات اطلس شمالی یا NAO، از عوامل تغییرپذیر اقلیم کره زمین و الگویی پایدار از تغییرات گردش عمومی جو است (مارتین^۱ و همکاران، ۲۰۰۱: ۳۴۹۵). نوسانی نصف النهاری در جرم جو است که مرکز عمل آن در نزدیکی ایسلند و بر روی منطقه جنب حاره (از آزور تا شبه جزیره ایبری) واقع شده است. اگر به هنگام کاهش ناهنجاریهای کم فشار ایسلند و سراسر شمالگان، پرفشاری قوی تر از حد معمول در آزور ایجاد گردد NAO در فاز مثبت قرار می گیرد. در چنین وضعیتی افزایش اختلاف فشار جریانات شدید جوی را به شمال اطلس می راند و موجب ظهور زمستانی گرم و مرطوب در اروپا (به ویژه در اروپای شمالی) و شرایط سرد و خشک در شمال کانادا و گرینلند می گردد. در فاز منفی نیز یک مرکز پرفشار ضعیف تر از حد معمول در جنب حاره ایجاد می شود. در این هنگام کم فشار ایسلند ضعیف تر از حد معمول خود است. بنابراین کاهش گرادیان فشار به دنبال خود، جریانات ضعیف تر را به همراه خواهد آورد. در این وضعیت هوای مرطوب به سوی مدیترانه و هوای سرد به سمت شمال اروپا منتقل می شود (اِشِل^۲ و همکاران، ۲۰۰۰: ۳۸۱۸). در شکل ۱ ساز و کارها و فاز های منفی و مثبت الگوی بزرگ مقیاس جوی - اقیانوسی NAO نشان داده شده است. اثرات NAO بر تغییر پذیری بارش های ماهانه در بخش مدیترانه ای اسپانیا مورد مطالعه قرار گرفته است. بر اساس این تحقیق ماه های پر باران نواحی مدیترانه ای اسپانیا با فازهای منفی NAO و ماه های خشک ناحیه مذکور با فاز مثبت کاملاً مطابقت دارد.

1. Maarten
2. Eshel

نتایج مذکور مبین ارتباط قوی خطی بین NAO و میزان تولیدات محصولات کشاورزی و باغی در ناحیه مدیترانه ی اسپانیا است (دiaz و رودریگو^۱، ۲۰۰۳: ۳۸۷). بروز فاز مثبت نیز در اواسط تابستان موجب عملکرد بالا و تولید گندم با کیفیت تری در بریتانیا می گردد (آتکینسون^۲ و همکاران، ۲۰۰۵: ۲۷). در زمینه الگوهای پیوند از دور و اقلیم، پژوهشهای گوناگونی انجام شده است. دانیل فلدرزو و همکاران^۳ (۱۹۹۱) اثر الگوی پیوند از دور آرام – امریکای شمالی (PNA) را روی بارش و دمای ایالات متحده شناسایی کردند. نتایج نشان داد که بیشترین ارتباط بین شاخص PNA و دما در فصل زمستان است و ارتباط شاخص مورد نظر و بارش نسبت به دما از اهمیت کمتری برخوردار می باشد. کنراد^۴ (۱۹۹۸) رابطه رژیم دمای ایالات متحده را با شاخص های PNA استاندارد شده که برای ۶ بازه زمانی ۳۰-۵ روزه در یک دوره آماری که متشکل از ۲۷ فصل زمستان بود را محاسبه نموده و با تشکیل ماتریس های همبستگی بین شاخص های PNA و مقادیر دمای اندازه گیری شده در مقیاس زمانی میان ماهانه نشان داد که تنها نواحی جنوب شرق و غرب ایالات متحده رابطه معنی داری بین شاخص های مذکور وجود دارد.



شکل ۱: ساز و کار و فاز های منفی و مثبت نوسان اطلس شمالی NAO (ویسبک^۵ و همکاران، ۲۰۰۳: ۲۵)

1. Diaz and Rodrigo
2. Atkinson
- 3-Daniel Feldrzo
- 4-Kuonard
5. Visbeck

رابرت و همکاران^۱ (۱۹۹۹) نیز نشان داده اند که در مقیاس وسیع، الگوی پیوند از دور انسو (ENSO) و الگوی امریکای شمالی - آرام (PNA) تاثیر مهمی بر دمای هوا و یخهای دریای برینگ دارند. آنها بر این عقیده اند که این سیگنالها از سوی جو و نه از سوی اقیانوس به سیستم وارد می شوند. آنها معنا دار بودن همبستگی سری زمانی دمای سطحی دریای برینگ (SST) را با تاخیر ۱۸ ماهه نسبت به شاخص نوسان اطلس جنوبی (SOI) و آرام - امریکای شمالی (PNA) ارزیابی کرده و نشان داده اند که سری های دریای برینگ تابع نوسانات منفی شاخص نوسان اطلس جنوبی یعنی رخدادهای الینو^۲ بوده و سرد شدن دمای آب دریای برینگ نیز تابع نوسانات مثبت SOI است. کوتیل و همکاران^۳ (۲۰۰۲) نیز با مطالعه داده های فشار تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال یک الگوی پیوند از دور بنام الگوی دریای شمال - دریای خزر (NCP) را در نیمکره شمالی شناسایی کرده اند که فازهای مثبت آن با کاهش دما و افزایش بارش و فازهای منفی با افزایش دما و کاهش بارش در بالکان و خاورمیانه همراه است. مدرس پور (۱۳۷۶) تاثیر رویداد انسو را بر بارش و دمای ایران بررسی کرده است. بدین ترتیب که وضعیت اقلیمی ایران در طی ۵ رویداد انسو که در فاصله سالهای ۱۹۸۹-۱۹۶۰ اتفاق افتاده است را مورد بررسی قرار داده، سپس میانگین فصلی ۳۰ ساله و انحراف از میانگین هریک از پارامترها تهیه و طرحهای نا بهنجاریهای هریک از پارامترها در فصول مختلف نشان داده شده است. خسروی (۱۳۸۱) با بررسی رابطه بین درجه حرارت جنوب شرق ایران و پدیده انسو نشان داد که همبستگی بین درجه حرارت سطوح فوقانی، میانی و پایین جو در منطقه جنوب شرق ایران با پدیده انسو قوی می باشد و در فصل زمستان برخی الگوهای پیوند از دور نظیر PNA، ANP، NAO، AO نقش مهمی در ناهنجاریهای درجه حرارت بازی می کنند. غیور و عساکره (۱۳۸۱) اثرات پدیده NAO و انسو را تحلیل و به بررسی تغییرات ماهانه درجه حرارت جاسک با

1-Rabert and et al

2-Elnino

3-Kuteil and et al

استفاده از سری های زمانی پرداخته و به این نتیجه رسیده اند که در کل، ۴۰ درصد نوسانات دمایی جاسک متأثر از اثرات پدیده های NAO و انسو می باشد. این نوشتار در صدد است که به بررسی ارتباط الگوی پیوند از دور نوسانات اطلس شمالی NAO در فازهای منفی و مثبت با خشکسالی های استان فارس بپردازد.

داده ها و روش شناسی تحقیق

داده های ۲۸ ساله بارش ایستگاههای استان فارس (شیراز، فسا، آباده و کازرون) از سال ۱۹۷۸-۲۰۰۵ میلادی از تارنمای سازمان هواشناسی کل کشور www.irimet.net.ir برای مطالعه انتخاب گردید. پس از ایجاد پایگاه داده در صفحه گسترده EXCEL، به منظور کنترل کیفی داده ها، محاسبه ضرایب همبستگی پیرسون و رتبه ای اسپیرمن در ارتباط با فاز منفی و مثبت نوسانات اطلس شمالی از نرم افزار *spss/win* و محاسبه شاخص SPI سالانه و برازش بهترین توزیع (گاما) برای استخراج سال های خشک و مرطوب از نرم افزار ریاضیاتی - آماری MATLAB استفاده شده است. با استفاده از روش هارل و ون لون^۱، ۱۹۹۷:۹ که بر اساس آن فازهای منفی با ارقام شاخص برابر یا کمتر از $-1/8$ و فازهای مثبت نوسانات اطلس شمالی با ارقام شاخص برابر یا بیشتر از $+1/8$ از ارقام فازهای خنثی (این ارقام برای مقطع سالانه است) باز شناخته می شوند، اقدام به تعیین فازهای منفی و مثبت نوسانات اطلس شمالی شد و در مقابل هر یک از فازهای مذکور نمرات SPI، برازش شده بر بارش سالانه که بیانگر خشکسالی ها (ارقام برابر یا کمتر از $-0/25$) یا تر سالی ها (ارقام برابر یا بیشتر از $+0/25$) هستند درج گردید. داده های موسوم به شاخص نوسانات اطلس شمالی که در این نوشتار مورد ارزیابی قرار گرفته است، شاخص سالانه نرمال شده فشار سطح دریا در محدوده "پونتاولگادا" در اطراف آزور و "ویکیاویک" در ایسلند است که توسط جیم هارل تهیه شده است و از وب سایت مرکز تشخیص اقلیمی در اداره ملی آب و هوا در

ناسا به نشانی www.cdc.noaa.gov.htm اخذ گردیده است. شاخص NAO برپایه اختلاف فشار استاندارد شده سطح دریا (P) بین منطقه حاره (آزورA) و کم فشار جنب قطبی (ایسلندI) پایه گذاری شده است و معادله آن عبارت است از $NAO=P(A)-P(I)$. شایان توضیح است که منظور از مقطع سالانه در مبحث بالا این است که ارقام مربوط به شاخص جیم هارل برای سری زمانی سالانه به کار گرفته شده است. لازم به توضیح است که برای شناسایی ارتباط وضعیت بارش ماهانه (خشکسالی)، تحلیل های همبستگی در مقطع ماهانه به صورت همزمانی و با تاخیرهای مختلف با شاخص NAO نیز به کار گرفته شده است. برای محاسبه روش (SPI) برازش شده بر بارش سالانه و ماهانه نیز مراحل زیر بکار گرفته شده است: این شاخص یک ابزار قوی در تحلیل داده های بارش می باشد. هدف این شاخص اختصاص ارزش عددی به هر حادثه بارندگی در هر مقیاس زمانی معین می باشد تا بتوان از آن طریق نواحی با آب و هواهای کاملاً متفاوت را مقایسه نمود. از مزیت های این شاخص می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- قابل استفاده بودن این شاخص در مقیاس های زمانی مختلف که می تواند خطر وقوع خشکسالی را نشان دهد.
- ۲- سادگی آن نسبت به سایر شاخص ها
- ۳- در مناطق مختلف که بارندگی های متفاوت دارند قابل استفاده است و از طریق نرمال کردن ارزش های بارندگی در مکان های مختلف امکان مقایسه متغیر بارندگی را فراهم می کند.

اولین گام قبل از شروع محاسبات این شاخص، تعیین بهترین تابع توزیع احتمالات است که با استناد به مطالعات پژوهش گرانی همچون بن گایی^۱ (بن گایی و همکاران، ۱۹۹۸) و رودریگو^۲ (۲۰۰۹) مناسب ترین تابع توزیع احتمال برای برازش داده های

1. Ben - Gai
2. Rodrigo

بارندگی، توابع خانواده گاما می باشند. از این رو محاسبه SPI شامل برازش یک تابع توزیع احتمال فراوانی بر مقادیر بارندگی یک ایستگاه می باشد، سپس پارامترهای مربوط به این تابع برای هر مقیاس زمانی دلخواه (ماه و سال) برآورد می گردد و در نهایت تابع توزیع تجمعی مربوطه محاسبه می شود.

بدین منظور مجموع بارش سالانه ایستگاه های شیراز، کازرون، فسا و آباده در معرض برازش توزیع های مختلف قرار گرفتند و در نهایت با آزمون نکوئی برازش به وسیله آزمون کلموگروف-اسمیرنف و در سطح اطمینان ۹۵ درصد توزیع گاما به عنوان مناسب ترین توزیع انتخاب شد که در مجموع محاسبه SPI سالانه و ماهانه استخراج گردید. برای این منظور ابتدا داده های بارش سالانه شهرهای مذکور به صورت صعودی مرتب شد. سپس احتمال وقوع تجربی مشاهدات با استفاده از رابطه ی ویبول که به صورت زیر قابل محاسبه است به دست آمد (صفوی، ۱۳۸۵):

$$P = \frac{m}{n+1} \quad (1)$$

در این رابطه: m شماره ردیف مشاهدات و n تعداد مشاهدات سری می باشد. پس از محاسبه تفاوت احتمال تجمعی برازش شده بر داده ها با احتمال تجمعی تجربی و با استفاده از آزمون نکوئی برازش به وسیله ی آزمون کلموگروف-اسمیرنف، احتمالات تجمعی توزیع گاما با داشتن کمترین تفاوت نسبت به احتمالات تجمعی تجربی، به عنوان توزیع مناسب برای بارش ایستگاه های مورد نظر انتخاب گردید. تابع توزیع گاما به صورت زیر تعریف می شود (سونماز^۱ و همکاران، ۲۰۰۵):

$$\Gamma(x, \alpha, \beta) = \frac{x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \quad (2)$$

در رابطه فوق: $x > 0$ داده های بارش، $\alpha > 0$ پارامتر شکل، $\beta > 0$ پارامتر مقیاس، e عدد نپرین و $\Gamma(\alpha)$ تابع گامای کامل می باشد. در ادامه از روش بیشینه

درست نمایی برای برآورد پارامترها بهره گرفته شد که از طریق معادلات زیر حاصل می شود (رودریگو، ۲۰۰۹):

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (۳)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (۴)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (۵)$$

در روابط فوق: n تعداد مشاهدات سری و \bar{x} میانگین سری می باشد.

پارامترهای مذکور جهت محاسبه فراوانی وقوع نسبی بارش $g(x)$ و محاسبه احتمال تجمعی وقوع بارندگی $G(x)$ به کار برده شدند. احتمال تجمعی نظیر مقدار بارش X میلیمتر از رابطه زیر به دست می آید:

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \quad (۶)$$

پس از محاسبه احتمال تجمعی نظیر مقادیر بارش $G(x)$ مقادیر Z استاندارد یا SPI برای هر مقدار بارش (X) از طریق فرمول های زیر محاسبه می شوند (آبرامویتز و همکاران، ۱۹۶۵):

$$z = spi = \left[t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right] \quad 0 < G(x) \leq 0.5 \quad (۷)$$

$$z = spi = \left[t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right] \quad 0.5 < G(x) \leq 1.0 \quad (۸)$$

که در آن t با توجه به مقادیر $G(x)$ از یکی از روابط زیر به دست می آید:

$$t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{1.0 - (H(x))^2} \right]} \quad 0 < G(x) \leq 0.5 \quad (۹)$$

$$t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{(H(x))^2} \right]} \quad 0.5 < G(x) \leq 1.0 \quad (۱۰)$$

در روابط فوق ضرایب ثابت به شرح زیر تعریف می شوند:

$$d_1 = 1.432788 \quad c_0 = 2.515517$$

$$d_2 = 0.001308 \quad c_1 = 0.802853$$

$$d_3 = 0.189269 \quad c_2 = 0.010328$$

α و β برآورد شده برای هر ایستگاه در مقطع سالانه در جدول ۱ آمده است. جدول ۱: مقادیر پارامترهای محاسبه شده برای ایستگاه های مورد مطالعه (مأخذ: نگارندگان)

نام ایستگاه	طول دوره آماری	پارامتر شکل (α)	پارامتر مقیاس (β)
شیراز	(۱۹۷۸-۲۰۰۵)	۷/۱۶۴۵	۴۸/۲۹۴
کازرون	(۱۹۷۸-۲۰۰۵)	۵/۳۲۶۰	۹۶/۷۹۱۸
فسا	(۱۹۷۸-۲۰۰۵)	۶/۱۰۸۴	۴۹/۸۳۹۱
آباده	(۱۹۷۸-۲۰۰۵)	۴/۵۹۹۱	۳۰/۴۹۸۰

در نهایت چون در محاسبه ضریب همبستگی بین فازهای منفی و مثبت نوسانات شمالی با خشکسالی ها و ترسالی ها تمام سال ها مد نظر قرار نگرفته است و بارش سالهایی که با فاز خنثی حذف گردیده است، لذا برای آزمون وجود ارتباط بین خشکسالی و ترسالی با فازهای مذکور ضریب ناپارامتری موسوم به اسپیرمن رتبه ای مورد استفاده قرار گرفته است.

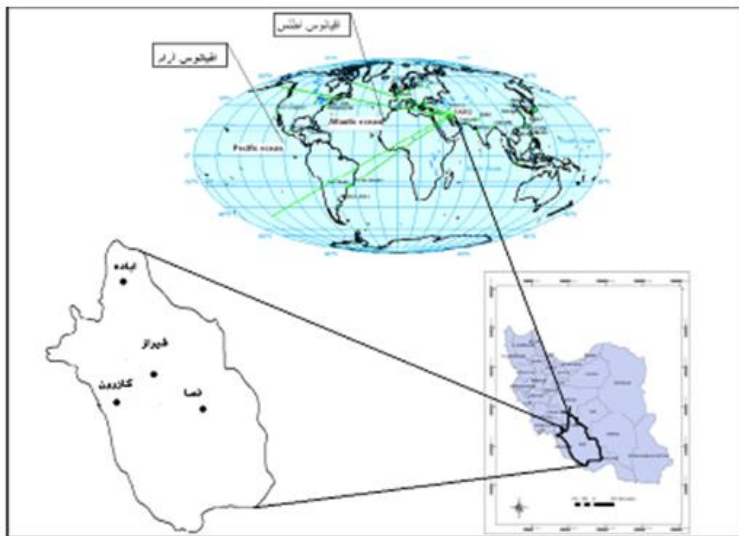
موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان فارس یکی از استان های جنوبی کشور می باشد که با وسعت ۱۲۵۶۹۷ کیلو متر مربع بین مدارهای ۲۷ درجه و ۲ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی قرار دارد نقشه شماره (۱). مختصات جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه نیز در جدول ۲ نشان داده شده است.

تحلیل آماری و توزیع مکانی بارش سالانه استان فارس

با توجه به جدول شماره (۲) بیشترین بارش سالانه مربوط به ایستگاه کازرون با میانگین ۵۴۶/۳۱ و کمترین میانگین بارش سالانه مربوط به ایستگاه آباده با ۱۴۱/۸۰ میلی

متر بارش سالانه می باشد. معمولاً ضریب تغییرات کم نشان از نظم و ثبات و وردایی در داده ها می باشد. ضریب تغییرات مربوط به ایستگاه لار با ۵۱/۱۳ درصد بیشترین میزان تغییر پذیری را نسبت به میانگین بارش سالانه دارد. در حالی که شیراز با ۳۸ درصد ضریب تغییرات کمترین تغییر پذیری را نسبت به میانگین بارش سالانه نشان می دهد. در ادامه جهت نشان دادن میزان پراکندگی مکانی بارش سالانه اقدام به ترسیم نقشه منحنی هم بارش سالانه گردیده است.



شکل ۲: نقشه موقعیت جغرافیایی استان فارس

جدول شماره (۲) مختصات جغرافیایی و ویژگیهای آماری بارش سالانه ایستگاههای مورد مطالعه (بر

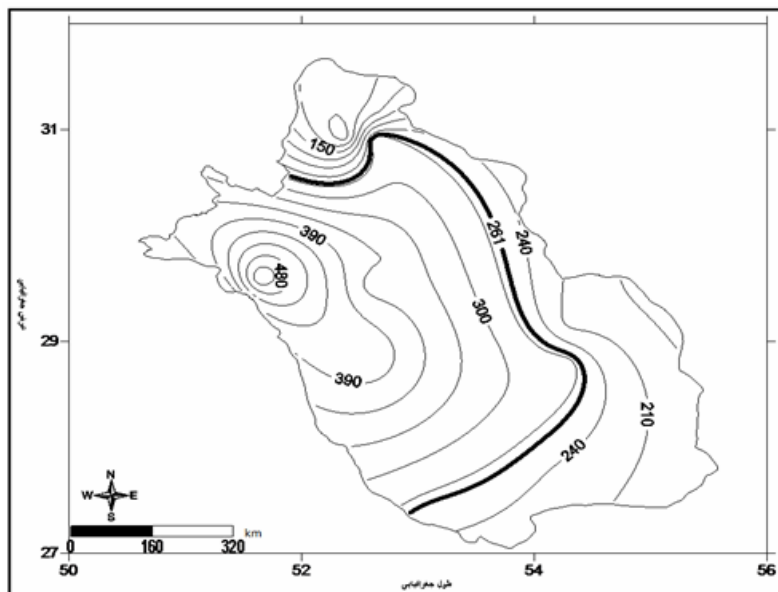
حسب میلی متر)

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ضریب تغییرات	میانگین بارش سالانه
۱	شیراز	۵۲ درجه و ۳۶ دقیقه	۲۹ درجه و ۳۲ دقیقه	۳۸	۳۴۶/۸۵
۲	فسا	۵۳ درجه و ۴۱ دقیقه	۲۸ درجه و ۵۸ دقیقه	۳۶/۸۳	۳۰۹/۲۱
۴	آباده	۵۲ درجه و ۴۰ دقیقه	۳۱ درجه و ۱۱ دقیقه	۵۸/۴۸	۱۴۱/۸۰
۵	کازرون	۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه	۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه	۴۰/۱۶	۵۴۶/۳۱

باتوجه به نقشه (۲) می توان استنباط کرد که میزان بارش سالانه در سطح استان

فارس به طور یکسان پراکنده نشده است و از قسمت جنوب شرقی و تا حدودی میانه

استان میزان بارندگی سالانه چندان قابل توجه نمی باشد. پراکندگی خطوط هم بارش سالانه به صورت فشرده در قسمت های شمال غرب و غرب استان قابل توجه است.



نقشه شماره (۲): منحنی های هم بارش سالانه استان فارس (خط منحنی پررنگ تر مربوط به میانگین بارش پهنه استان است)

ارتباط نوسانات NAO بر بارش سالانه، ماهانه و خشکسالی استان فارس

همانگونه که عنوان شد در این مطالعه در صدد یافتن ارتباطی منطقی بین خشکسالی استان فارس با فازهای منفی و مثبت نوسانات اطلس شمالی هستیم.

نکته حائز اهمیت در بررسی خشکسالی های استان فارس و با توجه به جدول ۳ این است که در اکثر قریب به اتفاق تمامی ایستگاههای (به جزء معدود دفعاتی در ایستگاه کازرون) مورد مطالعه در ۲۶ درصد موارد، سالهای خشک را در فاز مثبت تجربه کرده اند. سالهای خشک فراگیر در ایستگاه های تحت مطالعه به ترتیب در سالهای (۱۹۸۳، ۱۹۸۵، ۱۹۸۹، ۱۹۹۰، ۱۹۸۹) می باشد. سال های مرطوب فراگیر نیز در سال های (۲۰۰۳، ۲۰۰۴، ۱۹۹۵، ۱۹۹۳، ۱۹۹۱، ۱۹۸۸، ۱۹۸۶) و در بیشتر موارد با فاز مثبت انطباق نشان می دهند.

جدول ۳: مقادیر محاسبه SPI سالانه ایستگاههای مورد مطالعه در ارتباط با NAO: D سال خشک W: سال مرطوب است.

سال	فاز NAO	شیراز	وضعیت	فسا	وضعیت	کازرون	وضعیت	آباده	وضعیت
۱۹۷۸	+	-۰/۰۵	D	۰/۵۳	W	۱/۱۴	W	۰/۳۰	W
۱۹۷۹	+	۰/۱۲	W	۰/۶۰	W	-۰/۱۳	D	۱/۳۲	W
۱۹۸۰	-	۰/۴۵	W	۰/۸۵	W	-۰/۲۹	D	۰/۵۸	W
۱۹۸۱	-	-۰/۷۷	D	۰/۳۱	W	۰/۰۴	W	-۰/۷۹	D
۱۹۸۲	+	۰/۴۷	W	۰/۶۷	W	-۱/۲۶	D	-۰/۱۶۷	D
۱۹۸۳	+	-۱/۳۰	D	-۰/۴۵	D	-۰/۱۷	D	-۰/۹۶	D
۱۹۸۴	-	-۰/۵۸	D	-۰/۹۵	D	۰/۰۹۷	W	۰/۵۶	W
۱۹۸۵	+	۰/۰۴	W	-۰/۱۷	D	۰/۵۹	W	-۱/۳۵	D
۱۹۸۶	+	۰/۸۲	W	۱/۵۷	W	۰/۸۱	W	۱/۷۱	W
۱۹۸۷	+	-۱/۲۹	D	-۱/۸۰	D	-۰/۸۹	D	-۱/۴۸	D
۱۹۸۸	-	۰/۷۳	W	۰/۲۱	W	۰/۳۳	W	-۰/۴۲	D
۱۹۸۹	+	-۰/۸۸	D	-۰/۸۷	D	-۰/۰۷	D	-۰/۸۲	D
۱۹۹۰	+	-۰/۴۱	D	-۱/۵۲	D	۰/۵۶	W	-۱/۱۷	D
۱۹۹۱	+	۰/۶۵	W	۰/۵۶	W	۰/۹۳	W	۱/۴۳	W
۱۹۹۲	+	۰/۹۵	W	۱/۲۲	W	-۲/۰۲	D	-۰/۲۳	D
۱۹۹۳	+	۰/۰۸	W	۰/۱۳	W	۱/۱۴	W	-۰/۱۷	D
۱۹۹۴	+	۰/۳۱	W	-۰/۱۸	D	۱/۳۳	W	۱/۱۱	W
۱۹۹۵	-	۱/۱۰	W	۱/۴۶	W	-۰/۹۴	D	۰/۸۳	W
۱۹۹۶	-	۰/۶۷	W	۰/۸۴	W	۱/۳۱	W	-۰/۰۵	D
۱۹۹۷	-	-۰/۰۴۱	D	-۰/۱۹	D	۰/۴۲	W	-۰/۱۴	D
۱۹۹۸	-	-۰/۰۹	D	-۰/۴۵	D	-۰/۹۵	D	-۱/۴۹	D
۱۹۹۹	+	-۰/۰۳	D	۰/۰۱۷	W	-۰/۷۹	D	۰/۰۶۴	W
۲۰۰۰	+	۰/۲۱	W	-۰/۳۹	D	۰/۶۳	W	-۰/۶۲	D
۲۰۰۱	-	-۱/۱۰	D	-۱/۵۸	W	-۰/۰۱۷	D	۰/۱۵۹	W
۲۰۰۲	+	-۰/۴۸	D	-۰/۵۷	D	۰/۱۲	W	-۰/۰۴۸	D
۲۰۰۳	+	۰/۲۰	W	۰/۳۳	W	۰/۱۲	W	۰/۴۳	W
۲۰۰۴	+	۱/۷۲	W	۱/۸۱	W	۰/۹۲	W	۲/۰۱	W
۲۰۰۵	-	-۰/۰۲۸	D	۰/۲۷	W	۰/۳۰	W	-۱/۲۴	D

نکته قابل توجه در خصوص جدول ۳ این است که فازهای مثبت در هماهنگی خشکسالی و ترسالی های فراگیر موثرتر از فاز منفی عمل می کند. به طور کلی به نظر می رسد که شرایط ترسالی و خشکسالی با صرف نظر از برخی ایستگاهها در ناهماهنگی

با سایر ایستگاهها در استان با فاز مثبت انطباق بیشتری نشان می دهد. در ادامه برای ارتباط بارش سالانه و ماهانه با شاخص NAO ماتریس ضرایب همبستگی و معناداری آنها با یکدیگر در معرض تحلیل قرار گرفته است. همچنانکه در جدول ۴ و ۵ ملاحظه می شود، میزان ضریب همبستگی بین شاخص نوسان اطلس شمالی با بارش سالانه و ماهانه در ایستگاه های مورد نظر جز در یک مورد در مقطع سالانه در ایستگاه آباد، همبستگی معناداری را با سایر ایستگاهها نشان نمی دهد. همانطور که بیان شد این ایستگاه با ۳۵ درصد ضریب بالاترین همبستگی و سایر ایستگاهها به نظر ارتباطی ضعیف-تر از حد معمول و قابل انتظار را نشان می دهند (جدول ۴ و ۵).

جدول ۴: ماتریس ضرایب همبستگی بارش سالانه ایستگاهها با یکدیگر و با شاخص NAO

عامل	NAO	آباد	شیراز	لار	کازرون	فسا
NAO	۱	۰/۳۴°	-۰/۰۸۱	-۰/۰۸۱	۰/۱۶	۰/۰۷۷
آباد	۰/۳۵°	۱	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۵۷**
شیراز	-۰/۰۸۱	۰/۱۴	۱	-۰/۱۳	۰/۰۵۳	۰/۲۰
لار	-۰/۰۸۱	۰/۲۵	-۰/۱۳	۱	۰/۰۱۸	۰/۵۸**
کازرون	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۰۵۳	۰/۰۱۸	۱	-۰/۱۷
فسا	۰/۰۷۷	۰/۵۷**	۰/۲۰	۰/۵۸**	-۰/۱۷	۱

**همبستگی معنادار در سطح ۰/۰۱ *همبستگی معنا دار در سطح ۰/۰۵

با توجه به ضعیف بودن ضریب همبستگی خطی بارش سالانه ایستگاهها با شاخص NAO نمی توان بصورتی قطعی از همبستگی منفی و بسیار ضعیف برخی از ایستگاهها و مثبت و مستقیم در ایستگاههای آباد، کازرون و فسا که مورد ارزیابی قرار گرفته اند، صحبت به میان آورد. برای آگاهی و اطمینان از صحت همبستگی منفی و مثبت بارش سالانه و ماهانه تعدادی از ایستگاهها با شاخص نوسان اطلس شمالی، با صرف نظر از سالهای خنثی (ارقام شاخص واقع بین -۱/۸۹ و +۱/۸۹) اقدام به تعیین فازهای منفی و مثبت NAO گردید. همچنین جهت آشکارسازی ملموس تر ارتباط فازهای NAO با بارش ماهانه در استان فارس اقدام به تحلیل همبستگی ماهانه نیز گردید. مقادیر بارش

سالانه ایستگاه‌ها در فازهای منفی و مثبت تبدیل به نمرات SPI شاخص خشکسالی گردید که بر اساس آن مقادیر واقع بین $-۰/۲۵$ تا $+۰/۲۵$ حذف گردید تا در مقابل هر یک از فازهای رتبه‌ای شاخص نوسان اطللس شمالی قرار گیرند، تا معلوم شود در فازهای مختلف ایستگاه‌ها از نظر خشکسالی و ترسالی در چه وضعیتی قرار دارند (جداول ۶،۷،۸). در اصل آیا همبستگی غیر خطی را می‌توان برای ایستگاه‌ها با فازهای منفی و مثبت متصور شد؟

جدول ۵: ضرایب همبستگی پیرسون بین شاخص NAO و بارش ماهانه ایستگاهها

ماه NAO / ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
آباده	-۰/۲۵	-۰/۱	-۰/۱۷	-۰/۱	۰/۳۱	۰/۱۴	-۰/۲۹	-۰/۱۵	۰/۰۱	-۰/۰۷	۰/۲۱	-۰/۳۱
فسا	-۰/۰۶	-۰/۱۴	-۰/۱۶	-۰/۰۹	۰/۲۱	۰/۱۴	۰/۰۶	-۰/۳۳	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۱۹	-۰/۱۳
کازرون	-۰/۰۲	۰/۲۶	۰/۳	-۰/۳۵	-۰/۱۴	-۰/۱۱	۰/۲۱	-۰/۰۶	۰/۲۵	-۰/۱۹	۰/۰۹	-۰/۰۶
شیراز	-۰/۰۷	۰/۰۰	-۰/۰۹	-۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۰۰	-۰/۱۸	-۰/۲۸	-۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۰۳

چنانچه در جداول (۶، ۷، ۸) مشخص گردید، بازهم ایستگاه آباده با ۳۳ درصد همبستگی آن هم در سطح ۹۵ درصد در مقطع سالانه از مجموع ۱۹ فاز معنادار است و تنها ایستگاهی در استان فارس می‌باشد که میل به ارتباط با فازهای NAO و اثرات آن بر خشکسالی و ترسالی دارد. با ملاحظه‌ی جدول فوق مشخص است که سایر ایستگاه‌ها از نظر همبستگی هیچ ارتباط معناداری را به صورت همزمان با فازهای NAO از خود نشان نمی‌دهند. با این وجود می‌توان به این واقعیت دست یافت که تنها نماینده شمالی استان فارس آباده، به عنوان ایستگاهی شناخته شده که این ارتباط را با الگوی پیوند از دور آن هم به طور بسیار ضعیف نشان می‌دهد. چنانچه در مباحث قبل آشکار شد، ارتباط خشکسالی با شاخص NAO در مقاطع سالانه و ماهانه بصورت همزمان در استان فارس مشاهده نمی‌شود. برای آگاهی از ارتباط سیگنالهای بزرگ مقیاس اقلیم با مناطق دور دست تر (استان فارس) اقدام به همبستگی پیرسون و اسپیرمن با فازهای مثبت و منفی NAO در تاخیرهای مختلف (ماهانه) شد. بر اساس محاسبات صورت گرفته در جدول (۹) برای خشکسالی (بارش) ماهانه در چند ایستگاه نمونه در استان فارس نشان می‌

دهد که تنوع همبستگی در تاخیرهای مختلف متفاوت می باشد. همانگونه که در مباحث قبل نمایان شد میزان همبستگی بین بارش در استان فارس در مقاطع سالانه و همزمانی ماهها با شاخص NAO ارتباط معناداری نشان نمی دهد. به همین منظور در تاخیرهای مختلف ضمن حرکت سامانه ها در یک گردش عمومی جوی - اقیانوسی و با قبول ارتباط سیگنالهای بزرگ اقلیمی با یکدیگر در مناطق دور دست تر اقدام به همبستگی پیرسون و اسپرمن با فازهای مثبت و منفی NAO شد. چنانچه از جدول فوق می توان استنباط کرد هماهنگی بارش (خشکسالی) ایستگاهها در استان با شاخص مربوط در تاخیر یک ماهه و دوماهه بیشترین تعداد فراوانی و هماهنگی را به صورت مستقیم (همبستگی مثبت) و معکوس (همبستگی منفی) به خود اختصاص داده اند.

کمترین تعداد دفعات همبستگی با شاخص NAO در ایستگاه کازرون رویت شد. در مجموع ماه می (اردیبهشت) در تاخیرهای مختلف در تمامی ایستگاهها بیشترین فراوانی هماهنگی را دارا می باشد. لازم به ذکر است که اعداد مربوط در سلولهای جدول (۹) همبستگی پیرسون (اعدا بالا) و همبستگی اسپرمن (اعداد پایین)، ارتباط بین بارش (خشکسالی) با شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO) می باشد. در ادامه به منظور آگاهی از ارتباط روند بارش ایستگاهها با روند شاخص نوسان اطلس شمالی NAO مدل های نوسانی بارش سالانه و برازش SPI سالانه بر آن و روند سالانه شاخص NAO ایستگاه آبادیه ترسیم گردیده است (شکل ۳). نکته اساسی قابل ذکر شکل ۳ روند ۲۸ ساله نزولی شاخص NAO و روند کاهشی بارش سالانه ایستگاه آبادیه و دیگر ایستگاه های استان فارس است که این امر را می توان نشانی از خشکسالی های احتمالی آینده محسوب نمود. به نظر می آید با کاهش NAO، بارش سالانه آبادیه نیز هماهنگ با آن و ایستگاه هایی که همبستگی مثبت نشان می دهند (کازرون، فسا) روندی کاهشی را طی کنند. مولفه های روند دو سری زمانی SPI ایستگاهها و نوسانات اطلس شمالی مبین تاثیر آشکار سال ۱۹۸۷ بر بارش است. در سال ۱۹۸۷ نیز اکثر ایستگاهها (شکل ۳) شدیدترین خشکسالی ۲۸ سال خود را تجربه کرده اند.

جدول ۶: طبقه بندی نمایه SPI استان فارس در ارتباط با فازهای منفی و مثبت نوسانات اطلس

شمالی (NAO)

سال	نوع فاز	مقدار NAO	شیراز	وضعیت	فسا	وضعیت	کازرون	وضعیت	آباده	وضعیت	لار	وضعیت
۱۹۷۹	+	۲/۲۵	۰		۰/۶	W	۰	0	۱/۳۲	W	۰	
۱۹۸۰	-	-۳/۸۳	۰/۴۵	W	۰/۸۵	W	-۰/۲۹	D	۰/۵۸	W	۰/۴۲	W
۱۹۸۱	-	-۳/۸۱	-۰/۷۷	D	۰/۳۱	W	۰		-۰/۷۹	D	-۰/۳۴	D
۱۹۸۲	+	۳/۶۴	۰/۶۷	W	۰/۶۷	W	-۱/۲۶	D	۰		۰	
۱۹۸۳	+	۳/۷۹	-۱/۳	D	-۰/۴۵	D	۰		-۰/۹۶	D	۰	
۱۹۸۶	+	۳/۷۸	۰/۸۲	W	۱/۵۷	W	۰/۸۱	W	۱/۷۱	W	۰/۴۵	W
۱۹۸۹	+	۳/۵	-۰/۸۸	D	-۰/۸۷	D	۰		-۰/۸۲	D	۰	
۱۹۹۰	+	۳/۹۵	-۰/۴۱	D	-۱/۵۲	D	۰/۵۶	W	-۱/۱۷	D	-۱/۴۹	D
۱۹۹۱	+	۲/۲۳	۰/۶۵	W	۰/۵۶	W	۰/۹۳	W	۱/۴۳	W	۱/۲۲	W
۱۹۹۲	+	۴/۷	۰/۹۵	W	۱/۲۲	D	-۲/۰۲	D	۰		۱/۵۳	W
۱۹۹۴	+	۳/۸	۰/۳۱	W	۰		۱/۳۳	W	۱/۱۱	W	-۰/۸۴	D
۱۹۹۵	-	-۲/۰۲	۱/۱	W	۱/۴۶	D	-۰/۹۴	D	۰/۸۳	W	۱/۷۳	W
۱۹۹۶	-	-۲/۹۴	۰/۶۷	W	۰/۸۴	D	۱/۳۱	W	۰		۱/۲۸	W
۱۹۹۸	-	-۵/۳۹	۰		-۰/۴۵	D	-۰/۹۵	D	-۱/۴۹	D	۰	
۱۹۹۹	+	۴/۵۲	۰		۰		-۰/۷۹	D	۰		-۰/۷۵	D
۲۰۰۰	+	۲/۱۳	۰		-۰/۳۹	D	۰/۶۳	W	-۰/۶۲	D	-۱/۰۶	D
۲۰۰۱	-	-۲	-۱/۱	D	-۱/۵۸	D	۰		۰		-۱/۹۵	D
۲۰۰۴	+	۴/۷۲	۱/۷۲	W	۱/۸۱	W	۰/۹۲	W	۲/۰۱	W	۰	
۲۰۰۵	-	-۳/۴۶	۰		۰/۲۷	W	۰/۳	W	-۱/۲۴	D	-۰/۵۳	D

جدول ۷: ضرایب همبستگی رتبه ای اسپیرمن و تعداد موارد انطباق سالهای خشک و مرطوب ایستگاه

ها بدون در نظر گیری سالهای خنثی

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
آباده	-۰/۰۴	-۰/۱۵	-۰/۱۴	۰/۲/	۱۵/	-۰/۰۶	-۱/۱۲	-۰/۰۷	-۰/۰۱	-۱/۱۱	-۰/۰۸	-۰/۲۵
فسا	-۰/۰۳	-۰/۲۵	-۱/۱۹	-۰/۰۶	۲۸/	۰۳/	-۰/۰۴	-۰/۲۱	-۰/۲۷	-۱/۱۰	-۱/۱۵	-۰/۰۵
کازرون	-۰/۰۱	۲۴/	۳۱/	-۰/۳۱	-۰/۰۷	-۰/۲۰	۲۷/	-۰/۲۵	۰۴/	-۰/۲۴	۰۰/	-۱/۱۲
شیراز	-۰/۰۸	-۱/۱۱	-۰/۰۹	-۱/۱۰	۰/۷/	۰۰/۶/	-۰/۰۷	-۰/۳۰	-۰/۲۷	-۱/۱۷	-۰/۰۷	-۰/۰۳

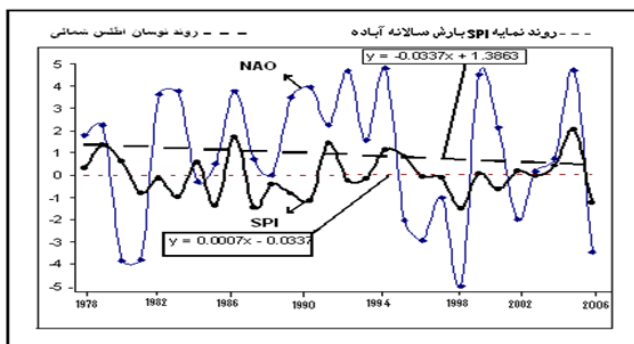
(* همبستگی معنا دار در سطح ۰/۰۵)

جدول ۸: ضرایب همبستگی رتبه ای اسپیرمن بین شاخص NAO و ماههای خشک و مرطوب

ایستگاه	آباده	شیراز	لار	کازرون	فسا
ضرایب	۰/۳۳ ^۳	۰/۲۰	-۰/۰۹۵	۰/۰۸۶	۰/۱۰
موارد انطباق	۱۴	۱۴	۱۷	۱۵	۱۳

جدول (۹): همبستگی خشکسالی (بارش ماهانه) ایستگاهها با شاخص NAO در تاخیرهای مختلف

شماره تاخیر	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	جولای	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه	ماه ایستگاه	
۱								-۰/۳۴					آباده	
						-۰/۵۱		-۰/۳۹	۰/۳۲					۲
						-۰/۵۶		-۰/۵۱	۰/۴۱					
۳						-۰/۴۷							آباده	
						-۰/۳۹								۲
۱													شیراز	
						-۰/۳۵		-۰/۳۹	۰/۴۲					۲
						-۰/۴۴		۰/۴۲	۰/۵۱					
۳						-۰/۴۱							شیراز	
						-۰/۳۶								۲
۱	۰/۴۴							۰/۴۳					فسا	
	۰/۴۸							۰/۳۶						۲
	۰/۳۸							۰/۳۴	۰/۳۸					
۳	۰/۴۲							۰/۴۱	۰/۴۳				فسا	
						۰/۳۲								۲
						۰/۳۹								
۱													کازرون	
						۰/۴۱		۰/۴۶						۲
						۰/۳۸		۰/۳۷						
۳													کازرون	
														۲



شکل ۳: روند شاخص SPI بارش سالانه آباده نسبت به شاخص نوسان اطلس شمالی NAO

نتیجه گیری

ضریب همبستگی ضعیف و نه چندان قوی ایستگاه‌ها به جز یک مورد در ایستگاه آباده در مقطع سالانه، نشان دهنده این واقعیت است که بین آنومالی‌های بارش سالانه و ماهانه ایستگاه‌ها و نوسانات اطلس شمالی ارتباط ضعیف و کم‌رنگی به صورت همزمان وجود دارد. با توجه به نتایج حاصل از جداول مربوط به خشکسالی و فازهای منفی و مثبت NAO، بیشترین تاثیر آن در فاز مثبت رخ داده است و به نظر می‌رسد که فازهای مثبت بیش از فاز منفی بر خشکسالی اثر گذار باشد. با وجود اینکه این مهم در ارتباط با شاخص نوسان اطلس شمالی تنها برای ایستگاه آباده ثابت شده است (جدول ۴) احتمالاً به این علت است که با وجود مطابقت اکثر خشکسالی‌های فراگیر و شدید سالهای (۱۹۸۵، ۱۹۸۳، ۱۹۸۹، ۱۹۹۰) با فاز مثبت NAO و ترسالی‌های فراگیر و شدید سال‌های (۲۰۰۳، ۲۰۰۴، ۱۹۹۵، ۱۹۹۳، ۱۹۹۱، ۱۹۸۸، ۱۹۸۶) با هر دو فاز منفی و مثبت، همبستگی مذکور همیشگی نبوده است و به این علت مقادیر ضریب همبستگی در هر دو مقطع سالانه و ماهانه به صورت همزمان با شاخص NAO کم است. اساساً این نوشتار برای ما آشکار ساخت که ساز و کار تاثیر پیوند از دور NAO نمی‌تواند به خوبی انگیزش بارش استان فارس را در مقاطع سالانه و ماهانه به صورت همزمان نمایان سازد. به همین منظور در تاخیرهای مختلف ضمن حرکت سامانه‌ها در یک گردش عمومی جوی - اقیانوسی و با قبول ارتباط سیگنال‌های بزرگ اقلیمی با یکدیگر در مناطق دور دست تر اقدام به همبستگی پیرسون و اسپیرمن با فازهای مثبت و منفی NAO شد. چنانچه مشخص شد می‌توان استنباط کرد که هماهنگی بارش (خشکسالی) ایستگاه‌ها در استان با شاخص مربوط در تاخیر یک ماهه و دوماهه بیشترین تعداد فراوانی و هماهنگی را به صورت مستقیم (همبستگی مثبت) و معکوس (همبستگی منفی) به خود اختصاص داده‌اند. چنانچه ملاحظه شد ایستگاه آباده در تمامی تاخیرهای ۱، ۲ و ۳ ماهه بیشترین تعداد دفعات را به خود اختصاص داده است. کمترین تعداد دفعات همبستگی با شاخص NAO در ایستگاه کازرون رویت شد. در مجموع، ماه می (اردیبهشت) در

تاخیرهای مختلف در تمامی ایستگاهها بیشترین فراوانی هماهنگی را دارا می باشد. به منظور آگاهی از ارتباط روند بارش ایستگاه ها با روند شاخص نوسان اطلس شمالی NAO مدل های نوسانی بارش سالانه و برازش SPI سالانه بر آن و روند سالانه شاخص NAO ایستگاه آبادیه ترسیم گردید (شکل ۳). با این اوصاف برازش خطی مولفه روند بر بارش سالانه استان فارس نشان می دهد که بارش روندی نزولی را طی کند و این را می توان نشانی از خشکسالی های احتمالی آینده فارس قلمداد نمود. با این وجود، قرارگیری استان فارس در قسمت جنوب غرب کشور و دوری از منابع مهم رطوبتی الگوهای پیوند از دور خصوصاً NAO نشان می دهد که برای دستیابی به آگاهی اقلیمی از این منطقه باید ساز و کار مکانسیم دیگر الگوها همچون نوسان سطحی آب خلیج فارس، پدیده انسو، SST، مدیترانه و همچنین کم فشارهای سودانی به عنوان منبع اصلی رطوبتی لازم برای ریزش نزولات جوی و انگیزش بارش استان فارس در دست تحلیل و بررسی بیشتری قرار گیرند. با توجه به ماهیت پیچیده اقلیمی و با توجه به پدیده تغییر اقلیم جهانی و گرم شدن کره زمین و تغییرات محسوس در کم و کیف بارش که به عنوان اختلالی مهم در سیستم طبیعی اقلیم مطرح است، همچنین با توجه به اینکه ارتباطات اقلیمی بسیار پیچیده و غالباً غیر خطی هستند، به نظر می رسد که تدبیر و تعمق در درون سیستم پیچیده اقلیم و ارتباط عناصر اقلیمی با یکدیگر و با الگوهای بلند مدت اقلیمی به ویژه پدیده ها و الگوهای پیوند از دور جوی - اقیانوسی در پیشبرد اهداف اقلیمی و برنامه ریزی های مبتنی بر مطالعه توجه بیشتری را معطوف نمود.

منابع و مآخذ

- ۱- خسروی، محمود (۱۳۸۱)، پدیده انسو و تغییر پذیری اقلیم جنوب شرق ایران، رساله دکترا دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، گروه جغرافیا.
- ۲- صفوی، حمید رضا، (۱۳۸۵)، هیدرولوژی مهندسی، انتشارات ارکان.
- ۳- مدرس پور، آزاده (۱۳۷۶)، تاثیر انسو بر بارندگی و دمای ایران، مجله نیوار.

۴- غیور، حسنعلی، عساکره، حسین (۱۳۸۱)، مطالعه اثر پیوند از دور بر اقلیم ایران مطالعه موردی: اثر نوسانات اطللس شمالی و نوسانات جنوبی بر تغییرات میانگین ماهانه دمای ایستگاه جاسک، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۴-۶۳.

5- Abramowitz , M. Stegun , I .(1965), Handbook of mathematical functions , Dovers Publications , New York.

6- Atkinson, M; P. Kettlewell; P. Hollins; D. Stephenson; N. Hardwick. 2005. Summer climate mediates UK wheat quality response to winter North Atlantic Oscillation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 130: 27-37.

7-Ben-Gai ,T. Bitan A. Manes A. Alpert P. Rubin S.(1998). Spatial and temporal changes in rainfall frequency distribution patterns in Israel, *Theor. Appl. Climatol* , 61 , 177-190.

8-C.E.Konard,1998, Intramontly indices of the pacific/north Amricanteleconection pattern and temperature regies over the united states, theoretical an Applied climatology, printed in Australia.

9-Danial.J.Leathers,BrentYamal,Michael,A.Palecki,1991,The pacific/North AmericanTeleconetionpatern and united State climate *Journal of climate*, Volume4.

10- Hurrell, J.W. and H. Van Loon. 1997- Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation. In: *Climate Change. Proc. Int. Workshop on Climatic Change at High Elevation Sites*, Wengen, Switzerland.

11- Diaz. D; S. Rodrigo. 2003- Effects of the north Atlantic oscillation on the probability forclimatic categories of local monthly rainfall in southern Spain. *Int.J.Climatol*.23 (4): 381-397.

12- Eshel, G; M. Cane; B. Faarell. 2000- Forecasting Eastern Mediterranean droughts. *Month.Weath. Rev*.128 (11): 3618-3630.

13-H.Kutiell, P.Maheras,M.TulkesandS.Paz, 2002,Norht sea-caspian PATERRN(NCP) an upper level Atmospheric Teleconation Affecting the Eastern Mediterranean Implications on the regional climate, theoretical and Applied climatology.

14-H.J.Niebauer and Robert H.Day,1999,causes of Interannual Variability in the Sea Ice core of the Eastern Bring Sea,Institute of marine science,university of Alaska.

15- Sonmez F. K. Komuscu Ali. U. Erkan A. Turgu E. (2005) : An analysis of spatial and temporal dimension of drought vulnerability in Turkey using

the standard precipitation index , *Natural Hazards* , 35 : 243-264.

16-WWW.irimet.net.ir,2005.

17-Rodrigo F. S. (2009) . Changes in the probability of extreme daily precipitation observed from 1951 to 2002 in the Iberian Peninsula .Int .J .Climate.

18-Visbeck.M; J. Hurrell; Y. Kushnir. 2003- North Atlantic Oscillation impacts on rainfall in California. Exchanges .8 (4): 24-26.

19-www.cdc.noaa.gov.htm,2010.