مطالعه اثر نمایه NAO بر دما و بارش منطقه ساحلی جنوب دریای خزر در دوره زمانی ۲۰۰۹-۱۹۷۷

شهربانو طبرستانی[1*] و احمد عسگری[2]

۱- گروه هواشناسی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۲- پژوهشکده هواشناسی و علوم جوی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱۸

چکیده

نوسان اطلس شمالی (NAO) یکی از نمایه‌های مؤثر در تغییر پذیری وضعیت جوی نیمکره شمالی می‌باشد. سواحل جنوبی دریای خزر به علت موقعیت جغرافیایی خاص خود، تحت تأثیر سامانه‌های مختلف جوی و دورپیوندهایی مانند NAO قرار می‌گیرد. در این پژوهش، داده‌های بارش و دما سواحل جنوبی دریای خزر در دوره زمانی ۲۰۰۹-۱۹۷۷ و همچنین داده‌های نمایه NAO مورد استفاده قرار گرفت و در مقیاس‌های زمانی ماهانه و سالانه، نسبت به تعیین ارتباط و همبستگی بین داده‌های بارش و دما و NAO متناظرشان اقدام شد. در این پژوهش مشخص شد، هنگامی که نمایه NAO روند افزایشی دارد، بارش افزایش یافته و دما کاهش می‌یابد و بالعکس. در سال‌های اخیر نمایه NAO روند کاهشی نشان می‌دهد و از این رو انتظار می‌رود در منطقه، میزان بارش کاهش و دما افزایش یابد.

واژگان کلیدی: بارش، پرفشار آزورز، سواحل جنوبی دریای خزر، کم فشار ایسلند، نوسان اطلس شمالی.

* نگارنده پاسخگو: n.tabarestani@yahoo.com

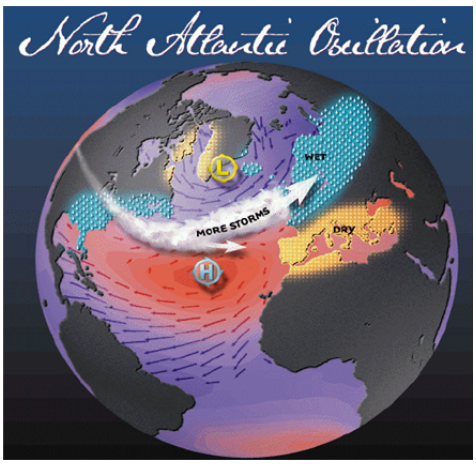
مقدمه

تغییرات همزمان در وضع آب و هوا یا اقلیم در نقاطی از زمین که با فاصله خیلی دوری از هم قرار دارند در متون هواشناسی فراوان دیده می‌شود. این الگوهای تکرار شونده معمولاً با نام دور پیوند (Teleconnection) خوانده می‌شوند (Walker ۱۹۳۲ & Bliss,).

در عرض‌های جغرافیایی میانی و بالای نیمکره شمالی، در طی زمستان بیش از ۱۲ نوع الگوی دور پیوند می‌توان تشخیص داد. یکی از غالب‌ترین آن‌ها نوسان اطلس شمالی است. نوسان اطلس شمالی (North Atlantic Oscillation) تغییر شرایط اقلیمی را از کرانه دریا در شرق ایالات متحده تا سیبری و از شمالگان تا نواحی جنب حاره‌ای اطلس شمالی تحمیل می‌کند. هواشناسان بیش از دو قرن است که تأثیر نمایه NAO را بر اقلیم حوضه اقیانوس اطلس خاطر نشان کرده‌اند.

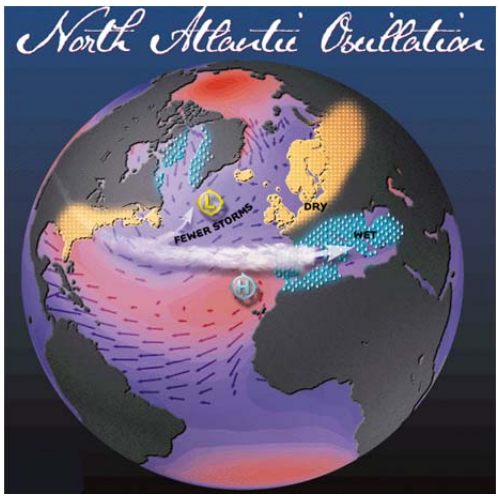
نمایه NAO دارای فاز (مرحله) مثبت، منفی و نرمال می‌باشد. هنگامی که NAO در فاز (مرحله) مثبت است، سامانه پرفشار، دارای فشار بیشتر و سامانه کم فشار، دارای فشار کمتر شده و اختلاف فشار زیادی بین آزورز و ایسلند ایجاد می‌کند.

بی هنجاری کم فشار روی منطقه ایسلند وسرتاسر شمالگان، با بی هنجاری‌های پرفشار در جنب حاره اطلس، بادهای غربی قوی‌تر ازمیانگین در سرتاسر عرض‌های میانی اطلس به داخل اروپا ایجاد می‌کنند. همچنین با شارش جنوبی بی هنجار روی شرق ایالات متحده و شارش شمالی بی هنجار در غرب گرینلند، بادهای قوی‌تری را در منطقه کانادایی شمالگان و مدیترانه تولید می‌کند. این فاز (مرحله) از نوسان همراه با شرایط سردتر و خشک‌تر از میانگین روی شمال غرب اطلس و مدیترانه و خاورمیانه می‌باشد (Hurrell, 1995).



شکل ۱- NAO مثبت، منبع:
(www.cpc.recp.noaa.gor/products/outreach/glossary.shtml)

هنگامی که NAO در فاز (مرحله) منفی است، اختلاف فشار بین دو الگوی فشاری کم است. این شرایط آب و هوای مرطوب را به سوی کشورهای اطراف مدیترانه هدایت می‌کند. همزمان توفان‌ها مسیری از جنوب ایالات متحده به سوی جنوب اروپا، خاورمیانه و شمال آفریقا را طی می‌کنند و در این شرایط ترکیه و کشورهای مدیترانه‌ای دارای بارش بیشتری می‌شوند (Hurrell, 1995).



شکل ۲- NAO منفی، منبع:
(www.cpc.recp.noaa.gor/products/outreach/glossary.shtml)

گرچه NAO سال به سال (وگاه ماه به ماه) تغییر می‌کند، روندی به سوی یکی از فازها (مراحل) را برای چندین سال نشان می‌دهد و جالب است بیان شود که NAO درطی ۳۰ سال اخیر روند کاهشی داشته است (Hurrell, 2003 ; Schwing, 2002)

نظر به تأثیر پذیری میزان دما و بارش منطقه از NAO، ملاحظه می‌شود که NAO روی تولیدات کشاورزی، منابع آب منطقه‌ای و موجودات آبزی تأثیر دارد. سواحل جنوبی دریای خزر یکی از مناطقی است که به دلیل موقعیت خاص خود از عوامل بارانزای مختلفی بهره می‌گیرد. با مطالعات دقیق‌تر تأثیر عوامل بزرگ مقیاس اقلیمی نظیر سامانه‌های بندالی در اروپا و همچنین نوسان اطلس شمالی را نیز در بارش‌های منطقه خزر دخیل می‌دانند. نظر به اینکه شناسایی و تعیین تغییرات سالانه و ماهانه بارش و دما یکی از اهداف مطالعات هواشناسی و اقلیم شناسی می‌باشد. از این رو استفاده از نمایه نوسان اطلس شمالی در پیش یابی تغییرات بارش و دمای منطقه مورد مطالعه می‌تواند ابزاری مناسب باشد. خوش اخلاق و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه اثرات نمایه NAO بر رژیم بارش و دمای سواحل جنوبی دریای خزر بیان نمودند که فاز (مرحله) مثبت نمایه NAO با دوره‌های افزایش بارش و کاهش دما و فاز (مرحله) منفی نمایه NAO با دوره‌های کاهش بارش و افزایش نسبی دما همزمانی را نشان می‌دهد. در این پژوهش، در مقایسه با پژوهش خوش اخلاق و همکاران وی، از داده‌های آماری طولانی و به روز و داده‌های میانگین بیشینه بارش و بیشینه دما نیز استفاده شده است. الگوهای فشاری بزرگ مقیاس متعددی در سال ۱۹۳۲ توسط واکر تشخیص داده شده‌اند و نمایه NAO نیز اولین بار توسط واکر شناخته شده است. او با مطالعه همبستگی زمانی میانگین ماهانه فشار تراز دریا در مکان‌های مختلف جهان سه نوسان فشاری بزرگ مقیاس و بی هنجاری‌های دما و بارش مربوط به آن را کشف کرد. واکر و بلیس در سال ۱۹۳۲ سه الگوی:

۱- نوسان اقیانوس اطلس شمالی با بررسی کم فشار ایسلند و پرفشار آزورز

۲- نوسان اقیانوس آرام شمالی با بررسی کم فشار آلوشین و پرفشار آرام شمالی

۳- نوسان جنوبی با بررسی جنوبی‌ترین پرفشار اقیانوس آرام و ناوه استوایی در اقیانوس هند – منطقه اندونزی را شناسایی کردند.

نمایه نوسان اطلس شمالی را به صورت "ظهور گرایشی در میدان فشار در فصل زمستان تعریف کرده‌اند که در حوالی ایسلند فشار هوا در سطح زمین کاهش و در همین زمان فشار هوا در ناحیه آزورز و جنوب غرب اروپا افزایش می‌یابد و بالعکس". تجلی چنین وضعی در سطح زمین یک الگوی دو قطبی می‌باشد که ناحیه کم فشار ایسلند و پرفشار آزورز را می‌پوشاند.

Hurrell (1995) نمایه NAO را به‌صورت اختلاف بهنجار شده میانگین بی هنجاری‌های فشار سطح دریا در زمستان (دسامبر تا مارس) بین لیسبون در پرتقال و استیکیشولمور (Stykkisholmur) در ایسلند تعریف کرده است. وی دریافت که از اواخر دهه ۱۹۷۰ به بعد نمایه نوسان اطلس شمالی به شدت مقادیر مثبت را نشان می‌دهد و در سال‌های ۱۹۸۳ و ۱۹۸۹ و ۱۹۹۰ بیشترین مقادیر را داشته است. بر اساس نتایج او در فاز (مرحله) مثبت نوسان اطلس شمالی، محور بیشینه انتقال رطوبت و گرما بیشتر به جهت جنوب غربی شمال شرقی متمایل می‌باشد. در ارزیابی میزان رطوبت جو در رابطه با NAO مشاهده می‌شود از سال ۱۹۸۰ شرایط خشک‌تری بر روی جنوب اروپا و مدیترانه حاکم بوده است و این در حالی است که اروپای شمالی و قسمت‌هایی از اسکاندیناوی در کل شرایط مرطوب‌تر از نرمال را تجربه کرده‌اند. ملکی فرد و رضازاده (۱۳۸۳) از طریق آزمون همبستگی بین NAO و هواهای غالب شمال غرب ایران، با کاهش نمایه NAO، خشکسالی‌های بیشتر و با افزایش نمایه NAO، هوای سردتری را برای این منطقه از ایران پیش بینی کردند.

عساکره (۱۳۸۲) در کاری متفاوت از خوش اخلاق و همکاران (۱۳۸۷) و ملکی فرد و رضازاده (۱۳۸۳) معتقد است که میزان تأثیر NAO بر مقادیر دما و بارش ایستگاه‌های مختلف ایران همسان نبوده و روابط غیرخطی نیز قادر به ارائه الگویی برای بیان رابطه NAO با اقلیم ایران نمی‌باشد. صرفی (۱۳۸۶) به بررسی فرین‌های مثبت و منفی و حالت نرمال نوسان‌های اقیانوس اطلس شمالی و اثر آن بر میزان تغییرات دما و بارش نسبت به میانگین در ماه‌های فوریه تا مه، پرداخت. همچنین قصابی (۱۳۸۶) نیز به مطالعه همدیدی نوسان‌های اقیانوس اطلس شمالی در ماه‌های اکتبر تا ژانویه پرداخت. به‌طور کلی نتایج به دست آمده از این دو پژوهش فوق نشان می‌دهد که در فاز (مرحله) منفی نمایه NAO، افت فشار همراه با افزایش بارش در شمال غرب، جنوب، شمال شرق و شرق کشور ایران و بی هنجاری مثبت باد زمینگرد رخ می‌دهد و در فاز (مرحله) مثبت نمایه NAO، افزایش فشار همراه کاهش بارش و بی هنجاری منفی سرعت باد رخ داده است. مرادی (۱۳۸۳) در مطالعات خود به این نتیجه رسید که با توجه به شیب فشار بین مرکز پرفشار آزورز و کم فشار ایسلند مقادیر NAO خیلی مثبت (بالاتر از نرمال) در زمستان با افزایش بارش و کاهش دما در اغلب مناطق کشور ایران همراه بوده ولی در مورد NAO های ضعیف، عکس این قضیه صادق است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر نمایه NAO بر دما و بارش منطقه ساحلی جنوب دریای خزر، ابتدا هشت ایستگاه (آستارا، بندرانزلی، بابلسر، رامسر، رشت، قراخیل قائمشهر، گرگان، نوشهر) که به لحاظ مکانی دارای توزیع یکنواختی از غرب به شرق منطقه هستند به عنوان ایستگاه‌های نماینده ناحیه ساحلی جنوب دریای خزر در نظر گرفته شدند. (جدول ۱)

جدول ۱– مشخصات ایستگاه‌های مورد بررسی در سواحل جنوبی دریای خزر و دوره آماری هر یک از آنها

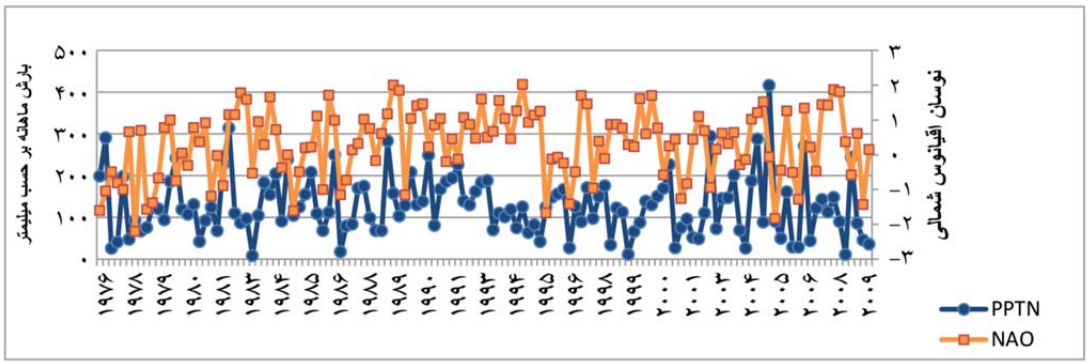
ایستگاه	عرض جغرافیایی (N)	طول جغرافیایی (E)	داده‌های موجود	سال‌های مورد بررسی	دوره بررسی (سال)
آستارا	۳۸°۲۵′	۴۸°۵۲′	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۲۴
انزلی	۳۷°۲۸′	۴۹°۲۸′	۱۹۵۱-۲۰۰۹	۱۹۷۷-۲۰۰۹	۳۲
بابلسر	۳۶°۴۳′	۵۲°۳۹′	۱۹۵۸-۲۰۰۹	۱۹۷۷-۲۰۰۹	۳۲
رامسر	۳۶°۵۴′	۵۰°۴۰′	۱۹۵۵-۲۰۰۹	۱۹۷۷-۲۰۰۹	۳۲
رشت	۳۷°۱۲′	۴۹°۳۹′	۱۹۵۵-۲۰۰۹	۱۹۷۷-۲۰۰۹	۳۲
قراخیل قائمشهر	۳۶°۵۱′	۵۲°۴۶′	۱۹۸۴-۲۰۰۹	۱۹۸۴-۲۰۰۹	۲۵
گرگان	۳۶°۵۱′	۵۴°۱۶′	۱۹۵۵-۲۰۰۹	۱۹۷۷-۲۰۰۹	۳۲
نوشهر	۳۶°۳۹′	۵۱°۳۰′	۱۹۷۷-۲۰۰۹	۱۹۷۷-۲۰۰۹	۳۲

داده‌های کامل ایستگاه‌ها به صورت روزانه از بدو تأسیس تا سال ۲۰۰۹ از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. بعد از بررسی و کنترل اولیه داده‌ها، نسبت به تهیه بانک داده‌ای مستقل برای هر یک از عناصر جوی از بدو تأسیس تا سال ۲۰۰۹ و زمستان ۲۰۰۹-۱۹۹۵ اقدام گردید. به دنبال آن آمارهای مورد نیاز از هر دو عنصر بارش و دما در مقیاس‌های ماهانه، سالانه و فصل زمستان برای هر ایستگاه تعیین، و علاوه بر آن

فرین‌ها نیز مشخص شدند. داده‌های نمایه NAO به صورت ماهانه و سالانه از وبگاه cpc.noaa.gov دریافت شد. تفکیک مقادیر مثبت و منفی و فرین داده‌های فوق از چند جنبه مورد بررسی قرار گرفت. از یک سو سعی شد در صورت وجود روند، بررسی خصوصیات آن، هم در درازمدت و هم در دوره ۳۰ ساله مورد مطالعه، در مقیاس زمانی ماهانه و سالانه اقدام شود. میزان بارش ماهانه، در ماه‌های فصل زمستان (۲۰۰۹-۱۹۹۵) و مجموع بارش سالانه برای ایستگاه‌های مذکور با استفاده از داده‌های روزانه محاسبه شده و با NAO متناظر آن مورد بررسی قرار گرفت. بالاترین و پایین‌ترین میانگین ماهانه دما تعیین کرده و با NAO متناظر آن‌ها برای هر ایستگاه به طور جداگانه بررسی شده است. در عین حال که در برخی از گزارش‌های سازمان هواشناسی کشور میانگین‌های ماهانه، بیشینه و کمینه دما موجود است، ولی با در اختیار داشتن دماهای روزانه نیز، می‌توان میانگین‌ها و مقادیر فرین را برای ماه، فصل و سال تعیین و محاسبه کرد. ترسیم نمودارها و انجام محاسبات وکارهای آماری با استفاده از نرم افزارهای Excel و SPSS انجام شده است.

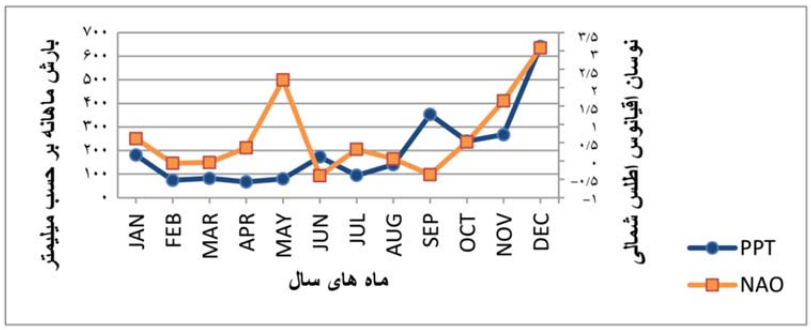
نتایج

شناسایی ساختار بزرگ مقیاس گردش جو و بیان چگونگی بر هم کنش آن با خصوصیات و ویژگی‌های مقیاس منطقه‌ای و محلی، درک نظام اقلیمی حاکم بر هر منطقه‌ای را امکان پذیر می‌سازد. بارش به عنوان یکی از مهم‌ترین و پرنمود ترین عناصراقلیمی منطقه خزری، از بر هم کنش ویژگی‌های مقیاس منطقه‌ای و محلی با گردش بزرگ مقیاس جو حاصل می‌شود. این پژوهش سعی در آشکارسازی ارتباط بین نمایه NAO و دما و بارش و تأثیر آن بر دما و بارش منطقه ساحلی جنوب دریای خزر دارد. بخشی از نتایج این پژوهش به صورت زیر ارائه می‌شود: برای هشت ایستگاه مورد مطالعه، ضریب همبستگی بین میزان بارش ماهانه و NAO متناظر با آن محاسبه شده است. ارتباط معنی‌داری بین بارش و NAO در ایستگاه‌های رشت با ضریب همبستگی (۰/۱۸۵) در سطح معناداری ۰/۰۱ درصد، بابلسر با ضریب همبستگی (۰/۱۵۷) در سطح معناداری ۰/۰۱ درصد، بندر انزلی (۰/۱۴۹) در سطح ۰/۰۱ درصد و ایستگاه‌های نوشهر (۰/۱۴۰) و قراخیل قائمشهر (۰/۱۱۷) در سطح معناداری ۰/۰۵ وجود دارد. این بدان معنی است که با افزایش نمایه NAO، بارش ماهانه در ایستگاه‌های رشت، بابلسر، بندرانزلی و قراخیل قائمشهر افزایش می‌یابد و برای سایر ایستگاه‌ها در هیچ یک از سطوح همبستگی معنی‌داری پیدا نشده است. به عنوان مثال تغییرات بارش ماهانه و NAO متناظر آن برای ایستگاه رشت در شکل (۳) آمده است.

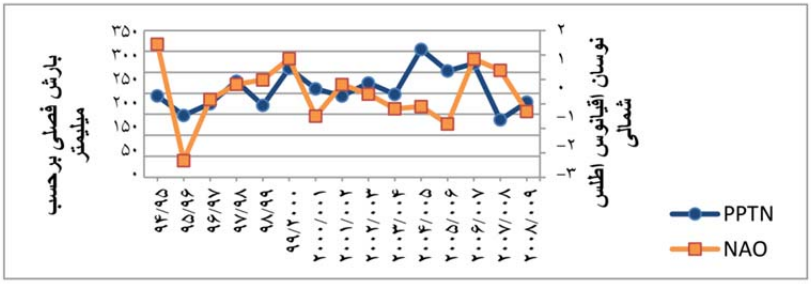


شکل ۳ – نمودار مربوط به تغییرات طبیعی بارش ماهانه و NAO متناظرآن در ایستگاه رشت در دوره ۲۰۰۹-۱۹۷۷
(محور y سمت راست مقادیر NAO و محور y سمت چپ مقادیر بارش ماهانه را بر حسب میلی متر نشان می‌دهد)

برای هشت ایستگاه مورد مطالعه، ضریب همبستگی بین بیشترین بارش ماهانه در هر سال از دوره ۱۹۷۷ تا ۲۰۰۹ و NAO متناظر با آن محاسبه شد که بندرانزلی با ضریب همبستگی (۰/۵۵۴) و گرگان با ضریب همبستگی (۰/۵۴۵) و رشت با ضریب همبستگی (۰/۴۷۹) در سطح و ۰/۰۱ درصد معنی‌دار هستند. به این معنی که با افزایش مقدار عددی نمایه NAO در این ایستگاه‌ها، بیشینه بارش ماهانه افزایش خواهد داشت. ضریب همبستگی در ایستگاه‌های نوشهر (۰/۳۳۲-) و آستارا (۰/۲۷۶-) و رامسر (۰/۱۶۶-) است و نشان دهنده این مطلب است که بیشینه بارش ماهانه در ایستگاه‌های نوشهر وآستارا و رامسر با افزایش نمایه NAO، کاهش می‌یابد. به عنوان مثال تغییرات بیشینه بارش ماهانه و NAO متناظر آن برای ایستگاه بندر انزلی در شکل (۴) آمده است. ضریب همبستگی بین کمینه بارش ماهانه و NAO متناظر آن برای هیچ یک از هشت ایستگاه مورد مطالعه ارتباط معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. احتمالاً به نظر می‌رسد در زمان کاهش بارش در منطقه، سازوکارهای دیگری نقش مهم‌تر و غالب را ایفاء کرده باشند. همبستگی بین میزان بارش فصلی (زمستان ۲۰۰۹-۱۹۹۵) و NAO متناظر با آن در ایستگاه‌های بندرانزلی (۰/۳۵۰) و رشت (۰/۳۷۳) در سطح ۰/۰۵ درصد معنی‌دار می‌باشند و در ایستگاه‌های گرگان (۰/۱۷۳) و بابلسر (۰/۱۱۹) همان گونه که قبلاً ذکر شد این هبستگی‌ها نیز همبستگی‌های قوی نیستند. برای سایر ایستگاه‌ها ارتباط معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. این بدان معنی است که افزایش NAO در زمستان در دوره ۲۰۰۹-۱۹۹۵ برای ایستگاه‌های بابلسر، بندر انزلی، گرگان و رشت افزایش بارندگی را به دنبال دارد. نظر به اینکه در تقویم میلادی بخشی از زمستا، ماه دسامبر در یک سال و بخش دیگر آن، ماه‌های ژانویه و فوریه در سال بعد قرار می‌گیرد، ناگزیر به استفاده از دو سال میلادی برای نمایش یک فصل زمستان هستیم. تغییرات بین بارش فصلی (زمستان ۲۰۰۹-۱۹۹۵) و NAO متناظر با آن برای ایستگاه گرگان در شکل (۵) آمده است.



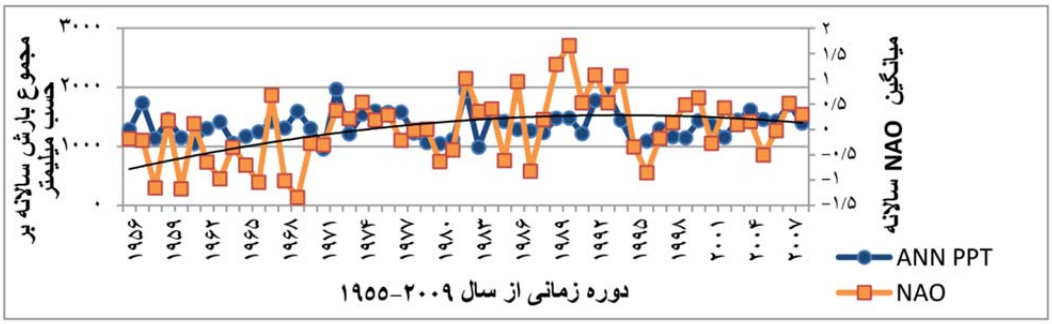
شکل ۴- نمودار مربوط به تغییرات طبیعی بیشینه بارش ماهانه و NAO متناظرآن در ایستگاه بندرانزلی در دوره ۲۰۰۹-۱۹۷۷



شکل ۵- نمودار مربوط به تغییرات بین بارش فصلی (زمستان ۲۰۰۹-۱۹۹۵) و NAO متناظربا آن در ایستگاه گرگان

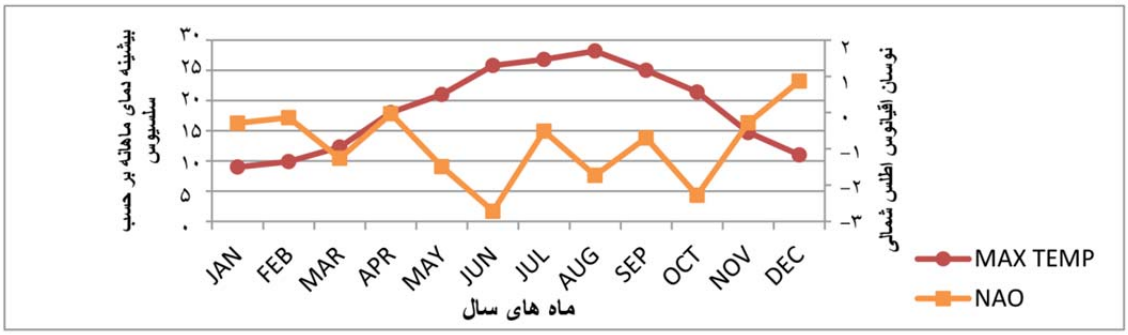
(محور y سمت راست مقادیر NAO و محور y سمت چپ مقادیر بارش فصلی را بر حسب میلی متر نشان می‌دهد)

همبستگی بین میانگین NAO سالانه و مجموع بارش سالانه تنها در ایستگاه‌های رامسر و رشت در سطح ۰/۰۵ درصد با ضرایب همبستگی به ترتیب ۰/۳۸ و ۰/۳۷ معنی‌دار است و برای سایر ایستگاه‌ها ارتباط معنی‌داری یافت نشد. این بدان معنی است که افزایش میانگین NAO سالانه برای ایستگاه‌های رامسر و رشت، انتظار افزایش بارش سالانه می‌رود.



شکل ۶– نمودار مربوط به تغییرات بین میانگین NAO سالانه و مجموع بارش سالانه در ایستگاه رامسر

ضریب همبستگی بین بالاترین میانگین دمای ماهانه و NAO ماهانه متناظر آن برای ایستگاه قراخیل قائمشهر (۰/۶۱۴-) و برای آستارا (۰/۴۴۶-) به دست آمد و نشان دهنده وجود همبستگی منفی در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ درصد می‌باشد. ضریب همبستگی برای ایستگاه رامسر (۰/۳۶۰-) در سطح ۰/۰۵ درصد معنی‌دار است. به این صورت که افزایش نمایه NAO باعث کاهش دما و کاهش نمایه NAO باعث افزایش دما می‌گردد. این ضریب برای ایستگاه‌های مختلف متفاوت است. به عبارت دیگر در ماه‌هایی که روند تغییرات نمایه NAO مثبت است، انتظار کاهش دما می‌رود. نتایج به دست آمده ایستگاه قراخیل قائمشهر در شکل (۸) درج شده است.



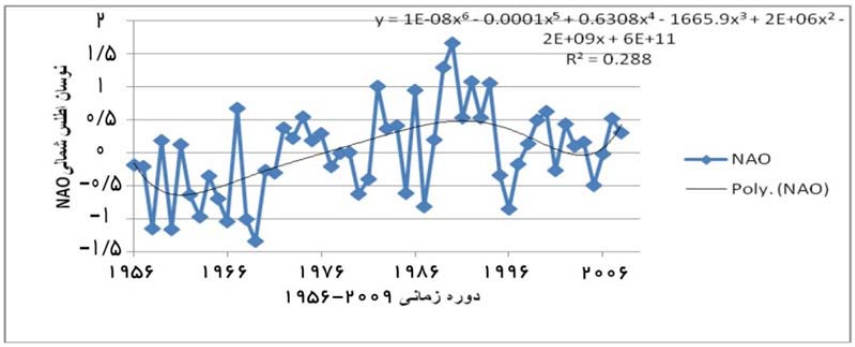
شکل ۷– نمودار مربوط به تغییرات بین بیشینه دمای ماهانه و NAO متناظر آن ایستگاه قراخیل قائمشهر

(محور y سمت راست مقادیر NAO و محور y سمت چپ مقادیر بیشینه دمای ماهانه را بر حسب درجه سلسیوس نشان می‌دهد)

ضرایب همبستگی به دست آمده بین پایین‌ترین میانگین دمای ماهانه و NAO متناظر با آن برای ایستگاه انزلی (۰/۲۶۶-) و برای ایستگاه آستارا (۰/۲۸۹-) به طور ضعیفی معنی‌دار می‌باشد و برای سایر ایستگاه‌ها ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد. این ضرایب منفی معنی‌دار به دست آمده برای ایستگاه

فوق بیانگر کاهش دما با افزایش نمایه NAO می‌باشد.

جهت بررسی مقادیر میانگین‌های سالانه NAO در دوره ۲۰۰۹-۱۹۵۶ علاوه بر تعیین روابط خطی رگرسیون و ضریب همبستگی آن، روابط توانی، نمایی، لگاریتمی و روابط چند درجه‌ای از درجه ۲ تا درجه ۶ همراه با معادلات آن‌ها استخراج و مورد تحلیل قرار گرفت. مقایسه این روابط حاکی از برتری معادله درجه ۶ نسبت به بقیه با ضریب تعیین $R^2=$ ۰/۲۸۸ دارد. در این روابط Y نشان دهنده NAO و X نشان دهنده سال است. شکل (۸)



شکل ۸– نمودار مربوط به تغییرات NAO سالانه از ۱۹۵۶ تا ۲۰۰۹

تاریخچه زمانی NAO بیانگر مقادیر منفی از ابتدای دهه ۱۹۶۰ و تشدید آن در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ و سپس تغییر علامت NAO به مقادیر مثبت در اواخر دهه ۱۹۷۰ می‌باشد. در سال ۱۹۹۰ دوره‌ای ازمقادیر مثبت بزرگ‌تر وجود داشته و در اواخر دهه ۱۹۹۰ مقادیر آن دوباره کاهش یافته و بعد روند مثبت پیدا کرده است. بدین صورت که در سال ۲۰۰۶-۲۰۰۵ مقادیر آن در یک روند کاهشی به کمتر از صفر می‌رسد. در سال ۲۰۰۸، NAO مجدداً افزایش یافته و در سال ۲۰۰۹ در یک برگشت مقدارش منفی می‌شود. به طور کلی روند نمایه NAO در دهه ۱۹۹۰-۱۹۸۰ یک روند افزایشی و مثبت داشته و در سال‌های اخیر (۲۰۰۹-۲۰۰۵) دارای مقادیر منفی با روند کاهشی می‌باشد. علاوه بر این بررسی‌های مقادیر ماهانه و سالانه نمایه NAO نشان می‌دهد که مقدار آن در سال‌های اخیر در حال کاهش است و گرایش به سمت مقادیر منفی و صفر دارد.

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش مشخص شد که با روند افزایش NAO، در اغلب ایستگاه‌ها، افزایش مجموع بارش سالانه، مجموع بارش ماهانه، بیشینه بارش ماهانه و همچنین مجموع بارش در فصل زمستان و کاهش دما (بالاترین میانگین ماهانه دما و پایین‌ترین میانگین ماهانه دما) مشاهده می‌گردد و با روند کاهشی NAO، کاهش بارش و افزایش دما در منطقه مورد مطالعه همراه خواهد بود.

در آزمون همبستگی بین نمایه NAO و بارش – نمایه NAO و دما در مقیاس زمانی مذکور مشخص شده که همبستگی انجام شده در مورد مجموع بارش سالانه، مجموع بارش ماهانه، بیشینه بارش ماهانه و همچنین مجموع بارش در فصل زمستان در اکثر ایستگاه‌ها مثبت و در مورد دما (بالاترین میانگین ماهانه دما و پایین‌ترین میانگین ماهانه دما) در اکثر ایستگاه‌ها منفی می‌باشد. این روند معکوس دما و بارش و همبستگی آنها با NAO به طور ماهانه، فصلی و سالانه بررسی شده است که وجود ارتباط را تأیید می‌کنند. یعنی افزایش نمایه NAO در سواحل جنوبی دریای خزر، با افزایش مجموع بارش سالانه، مجموع بارش ماهانه، بیشینه بارش ماهانه و همچنین مجموع

بارش در فصل زمستان و کاهش دما (بالاترین میانگین ماهانه دما و پایین‌ترین میانگین ماهانه دما) همراه است.

نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر، همخوانی نسبتاً خوبی با یافته‌های خوش اخلاق و همکاران (۱۳۸۷) دارد، همچنین در یافته‌های ملکی فرد و رضازاده (۱۳۸۳) و مرادی (۱۳۸۳) نتایج با پژوهش حاضر مطابقت دارد.

در آزمون همبستگی کلی که بین نمایه NAO و بارش و دمای ماهانه ایستگاه‌های مورد مطالعه انجام گرفت مشخص شد که افزایش نمایه NAO و گرایش به سمت مقادیر مثبت NAO، برای منطقه مورد مطالعه، ترسالی و هوای خنک‌تر (ریزش هوای سردتر بر روی دریای خزر و ایجاد بارش و کاهش دما) را به همراه دارد. با کاهش نمایه NAO، کاهش بارش و افزایش دما در منطقه خزری همراه است.

منابع

خوش اخلاق، ف.، قنبری، ن. و معصوم پورسماکوش، ج. ۱۳۸۷. مطالعه اثرات نوسان اطلس شمالی بر رژیم بارش و دمای سواحل جنوبی دریای خزر. مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۶۶: ۷۰-۵۷.

صرفی، ص. ۱۳۸۶. مطالعه و بررسی فرین‌های مثبت و منفی و حالت نرمال نوسان اقیانوس اطلس شمالی و اثر آن بر روی میزان تغییرات دمایی و بارش نسبت به میانگین در ماه‌های اکتبر تا ژانویه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال.

عساکره، ح. ۱۳۸۲. نوسانات اقیانوس اطلس شمالی. نشریه سپهر، ۱۲ (۴۸): ۲۵-۲۰.

قصابی، ز. ۱۳۸۶. مطالعه و بررسی فرین‌های مثبت و منفی و حالت نرمال نوسان اقیانوس اطلس شمالی و اثر آن بر روی میزان تغییرات دمایی و بارش نسبت به میانگین در ماه‌های فوریه تا می. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال.

مرادی، ح. ۱۳۸۳. شاخص نوسانات اطلس شمالی و تأثیر آن بر اقلیم ایران. مجله پژوهش‌های جغرافیایی، ۴۸: ۳۰-۱۷.

Hurrell, J. W. 1995. Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperature and precipitation. *Science*, 269: 676-679.

Hurrell, J. W. 1996. Influence of variations in extra tropical winter time teleconnections on Northern Hemisphere temperatures. *Geography's Research*, 23: 665-668.

Hurrell, J. W., Kushnir, Y.,Ottersen, G. & Visbeck, M. 2003. The North Atlantic Oscillation climatic significance and environmental impact. American Geophysical union. Washington DC.

Malekifard, F. & Rezazade, P. 2006. North Atlantic Oscillation and its effect on temperature and precipitation over northwest of Iran. Balwois Conference in Macedonia.

Schwing, F. B., Murphree, T. & Green, P. M. 2002. The Northern Oscillation Index: A new climate index for the northeast pacific, Progress in Oceanography.

Walker, G. T. & Bliss, E. W. 1932. World weather V. Memos of the Royal *Meteorological Society*, 4: 53-84.

NOAA. 2010. North Atlantic Oscillation. Available in: www.nws noaa. gov.