

تحلیل اثر نوسان اطلس شمالی بر تغییرپذیری پوشش گیاهی ایران

محمد رضایی^۱

الهام قاسمی فر^۲

چنور محمدی^۳

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰۷/۱۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۰۱/۱۵

چکیده

الگوهای جوئی بر تغییرات پوشش گیاهی مؤثرند. اندکی تغییر در عناصر اقلیمی منجر به واکنش سریع گیاه و تغییر در رشد آن می‌شود. هدف این مطالعه تحلیل ارتباط پوشش گیاهی ماه می (انبوه‌ترین ماه به لحاظ پوشش گیاهی) در ایران با الگوی پیوند از دور نوسان اطلس شمالی طی ماه‌های ژانویه تا می است. بدین منظور از داده‌های مقادیر پوشش گیاهی نرمال شده سنجنده مودیس، طی دوره ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴ استفاده شده است. ابتدا ناحیه‌ای از ایران که دارای متوسط NDVI بالاتر از ۰/۲ بود، به‌عنوان ناحیه دارای پوشش گیاهی جدا گردید. سپس با توجه به شدت و ضعف مقادیر NDVI و به منظور سنجش میزان حساسیت هر طبقه با الگوی پیوند از دور نوسان اطلس شمالی به سه طبقه با پوشش گیاهی تنک، متوسط و انبوه تقسیم گردید. نتایج نشان داد در طبقات ذکر شده، پراکندگی مقادیر همبستگی مثبت و منفی از الگوی مکانی خاصی پیروی نمی‌کند. به منظور ارزیابی بهتر نتایج در هر کدام از نواحی، نقاط با بیشترین و کمترین ضریب همبستگی هر طبقه انتخاب گردید. بالاترین ارتباط معکوس مقادیر ضریب همبستگی در ناحیه تنک مشاهده گردید که حاکی از حساسیت بالای پوشش گیاهی منطقه تنک به الگوهای جوئی می‌باشد. کاربری اراضی نقاط انتخاب شده نشان می‌دهد در بیشتر موارد، مناطق با همبستگی منفی و مثبت به ترتیب مربوط به زمین‌های با پوشش علفزار (پوشش طبیعی) و زمین‌های زراعی (پوشش انسان ساخت) است. از آنجا که در فازهای منفی الگوی نوسان اطلس شمالی وضعیت پوشش گیاهی انبوه‌تر از فازهای مثبت الگوی نوسان اطلس شمالی است و با توجه به بالاترین ضریب تعیین به‌دست آمده (۰/۷۷)، در ماه فوریه واقع در استان آذربایجان شرقی، می‌توان با استفاده از وضعیت نوسان اطلس شمالی در ماه‌های زمستان مقادیر پوشش گیاهی ماه می را برای نقاط شاخص واقع در استان‌های شمال غرب و غرب تخمین زد.

واژه‌های کلیدی: نوسان اطلس شمالی، پوشش گیاهی، سنجنده مودیس، ماه می، ایران

۱- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی ماهواره‌ای دانشگاه تربیت مدرس، تهران ایران (نویسنده مسئول) Mohammad.rezaey@modares.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی ماهواره‌ای دانشگاه تربیت مدرس، تهران ایران elham.ghasemifar@gmail.com

۳- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی ماهواره‌ای دانشگاه تربیت مدرس، تهران ایران ch_mohammadi@yahoo.com

مقدمه

ویدال^۶ (۲۰۰۴) انجام گرفت. در هند ناهنجاری‌های اقلیمی محلی مؤثرتر از هرگونه الگوی پیوند از دور اقلیمی می‌تواند پوشش گیاهی را کنترل کند (Sarkar and Kafatos, 2004) هابر^۷ و همکاران (۲۰۱۱) بیان داشتند اگرچه رابطه مشخصی بین شاخص‌های اقلیمی در ساحل وجود دارد اما از نظر شدت، اختلافات زیادی در مناطق غربی، شرقی و مرکزی آن قابل شناسایی است. این ارتباط توسط میننی^۸ و همکاران (۱۹۹۶) برای استرالیا و آمریکای جنوبی نیز بررسی شد. همچنین رابطه بین ناهنجاری‌های ENSO و NDVI در ایالات متحده مشخص و قابل شناسایی است در حالی که این رابطه در جنوب شرق آن دیده نمی‌شود. (Mennis, 2001) لیم و کافاتوس^۹ نیز در سال ۲۰۰۲ کار مینیس (۲۰۰۱) را تکمیل کردند. در آسیا مطالعات کمی در این رابطه صورت گرفته است که می‌توان به کار اراسمی^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۹) در اندونزی اشاره کرد، آنها تغییرات پوشش گیاهی دهه‌های گذشته را با ناهنجاری‌های اقلیمی همراه با ENSO مرتبط دانسته‌اند. لو و همکاران (۲۰۱۲) نیز بر این نکته تأکید کردند که NDVI بیشتر مناطق حساس به ENSO در چین تنها به یکی از ۲ فاز آن حساسیت دارند و تأثیر النینو^{۱۱} بر NDVI به مراتب بیشتر از تأثیر لانینا^{۱۲} می‌باشد.

در مطالعات داخلی اگرچه به عنوان نمونه، احسانی و همکاران (۱۳۸۶)، فرج زاده و همکاران (۱۳۹۰)، پورمحمدی و همکاران (۱۳۹۱)، هادیان و همکاران (۱۳۹۲)، حسینی و همکاران (۱۳۹۲)، به نقش بارز عناصر اقلیمی در تغییرات پوشش گیاهی پی برده‌اند، اما در این راستا، تاکنون به تأثیر الگوهای پیوند از دور توجهی نشده است. بنابراین هدف اصلی این مطالعه آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی ماه می (اردیبهشت) ایران در ارتباط با الگوی پیوند از دور

پوشش گیاهی نقش مهمی در چرخه انرژی، کربن، هیدرولوژی و بیوژئوشیمی ایفا می‌کند. (Feddema, 2005) آب‌وهوا و پوشش گیاهی اثر متقابلی بر یکدیگر دارند. پوشش سطحی با اثرگذاری بر آلودگی سطحی (که تعیین‌کننده مقدار تابش در دسترس برای گرمایش زمین، اتمسفر پایین و همچنین تبخیر است) بر الگوهای جوی تأثیرگذار است. (Delire et al, 2011) از سوی دیگر اندکی تغییر در عناصر اقلیمی منجر به واکنش سریع گیاه و تغییر در رشد آن (Huete, 1999) می‌شود و همین امر مطالعه بلندمدت اثر گردش جو بر تغییرپذیری پوشش گیاهی را ضرورت می‌بخشد (Gouveia, 2008). در این میان الگوهای دورپیوندی سطح اقیانوس‌ها (مانند ال نینو) با نوسانات دوره‌ای خود اثر قابل توجهی بر آب‌وهوای سطحی دارند (Glantz, 1991). اگرچه مطالعات متعددی در زمینه ارتباط شاخص‌های پیوند از دور با متغیرهای اقلیمی در مقیاس منطقه‌ای انجام شده است، اما نقش شاخص‌های پیوند از دور در تغییرات پوشش گیاهی، اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. شاخص تفاضل نرمال پوشش گیاهی (NDVI)^۱ استخراج شده از داده‌های سنجنش از دور به عنوان شاخصی برای نمایش ویژگی‌های پوشش گیاهی و تغییرات مرتبط با آن ثابت شده است (Wang et al., 2004). ویکننت سرانو^۲ و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی ارتباط NDVI، شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO)^۳ و بارش، روند مثبت و منفی بین NDVI و NAO به ترتیب در قسمت‌های شمالی و جنوبی شبه‌جزیره ایبری را تشخیص دادند. گوویا^۴ و همکاران (۲۰۰۸) به وسیله ترکیب NDVI و دمای درخشندگی، مقادیر همبستگی NAO زمستانه را با فعالیت پوشش گیاهی در فصول بهار و تابستان استخراج کردند. رابطه فنولوژی گیاهان و درختان نیز با شاخص‌های پیوند از دور توسط کوک^۵ و همکاران (۲۰۰۴) و استوکی و

6- Stockli and Vidale

7- Huber

8- Myneni

9- Lim and Kafatos

10- Erasmi

11- El-Nino

12- LaNina

1- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

2- Vicente-Serrano

3- North Atlantic Oscillation

4- Gouveia

5- Cook

همکاران (۱۳۹۲) به نقش اثر الگوی پیوند از دور نوسان اطلس شمالی بر عناصر مختلف اقلیمی ایران پی برده شده است. اما در این راستا تاکنون به تغییرات پوشش گیاهی (حاصل از داده‌های بلندمدت ماهواره) و ارتباط آن با الگوهای پیوند از دور توجهی نشده است.

داده‌ها و روش‌ها

شاخص پوشش گیاهی

به منظور بررسی ارتباط نوسان اطلس شمالی با تغییرات پوشش گیاهی ماه می در ایران از محصولات شاخص پوشش گیاهی نرمال شده سنجنده مودیس طی دوره آماری ۲۰۱۴-۲۰۰۱ استفاده شد. مودیس یکی از سنجنده‌هایی است که بر روی ماهواره ترا^۲ EOS-AM قرار دارد و داده‌های آن به همراه داده‌های مودیس دوم که بر روی ماهواره اکوا^۳ قرار دارد، دریافت می‌شود. این سنجنده با ۳۶ باند طیفی مختلف و حساسیت رادیومتریکی ۱۲ بیت دارای دامنه طول موج ۰/۴ تا ۱۴/۴ است. محصولات پوشش گیاهی مودیس به صورت ۱۶ و ۳۰ روزه است که با اعمال تصحیحات اتمسفری، در شرایط عاری از ابر، با تعدیل در نقطه نادیر و با وضوح ۲۵۰ متر، یک کیلومتر و ۰/۰۵ درجه فراهم شده‌اند.

انرژی بازتاب شده قرمز، با رشد گیاه به دلیل جذب کلروفیل درون برگ‌هایی که فعالیت فتوسنتزی دارند کاهش می‌یابد. از طرف دیگر انرژی بازتاب شده مادون قرمز نزدیک، بارشد گیاه طی فرآیندهای پخش (انعکاس و عبور) در برگ‌های سالم افزایش خواهد یافت. اساس محاسبه شاخص پوشش گیاهی نرمال شده سنجنده مودیس بر اساس معادله زیر می‌باشد.

رابطه (۱)

$$[NDVI = (Near\ Infrared - Red)/(Near\ Infrared + Red)]$$

در مطالعه حاضر، تصاویر مربوط به شاخص پوشش گیاهی به صورت ماهانه که به نام اختصاری MOD13A3 (ماهواره ترا) از بخش داده‌های زمینی وبسایت سنجنده

نوسان اطلس شمالی به منظور ارائه یک مدل پیش‌بینی، است که به این منظور از محصولات سنجنش از دور شاخص پوشش گیاهی نرمال شده سنجنده مودیس^۱ استفاده شده است.

شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO)

گیلبرت والکر در سال ۱۹۲۴ ناهنجاری فشار تراز دریا بین آزور و ایسلند را نوسان اطلس شمالی نامید (Walker 1924). نوسان اطلس شمالی مهم‌ترین حالت منتج از تغییرپذیری جوی در اقیانوس اطلس شمالی است. این نوسان نقش عمده‌ای در تغییرات هوا و اقلیم آمریکای شمالی، اطلس شمالی و قاره اوراسیا ایفا می‌کند (Wallace and Gutzler, 1981). پدیده NAO نوسانی دینامیک در جرم جو بین پرفشار جنب حاره و کم فشار قطبی است که مراکز عمل آن در ریکیاویک و استکهلم (مرکز کم فشار مجاور قطبی) و پونتادلگادا در آزور (مرکز پرفشار جنب حاره) واقع شده است. اختلاف فشاری بیش از ۱۵ هکتوپاسکال در فاصله دو مرکز عمل یاد شده فازهای متفاوتی را به وجود می‌آورد. در فاز مثبت مرکز پرفشار آزور به طور غیرعادی قوی ترمی شود، در حالی که مرکز کم فشار مجاور قطبی (ایسلند) عمیق ترمی گردد- در این فاز بادهای غربی قوی تر از وضع عادی در کل عرض‌های میانی، زمستان‌های گرم و مرطوب در اروپای شمالی و زمستان‌های خشک در جنوب اروپا و حوضه مدیترانه، زمستان‌های سرد و خشک در جنوب اروپا و حوضه مدیترانه- زمستان‌های سرد و خشک شمال کانادا و غرب گرینلند و شرایط اقلیمی معتدل و مرطوب در شرق آمریکا است. در فاز دیگر موارد فوق معکوس می‌شود (خورشید دوست و همکاران: ۱۳۸۶، ۴). معادله شاخص مذکور عبارت است از:

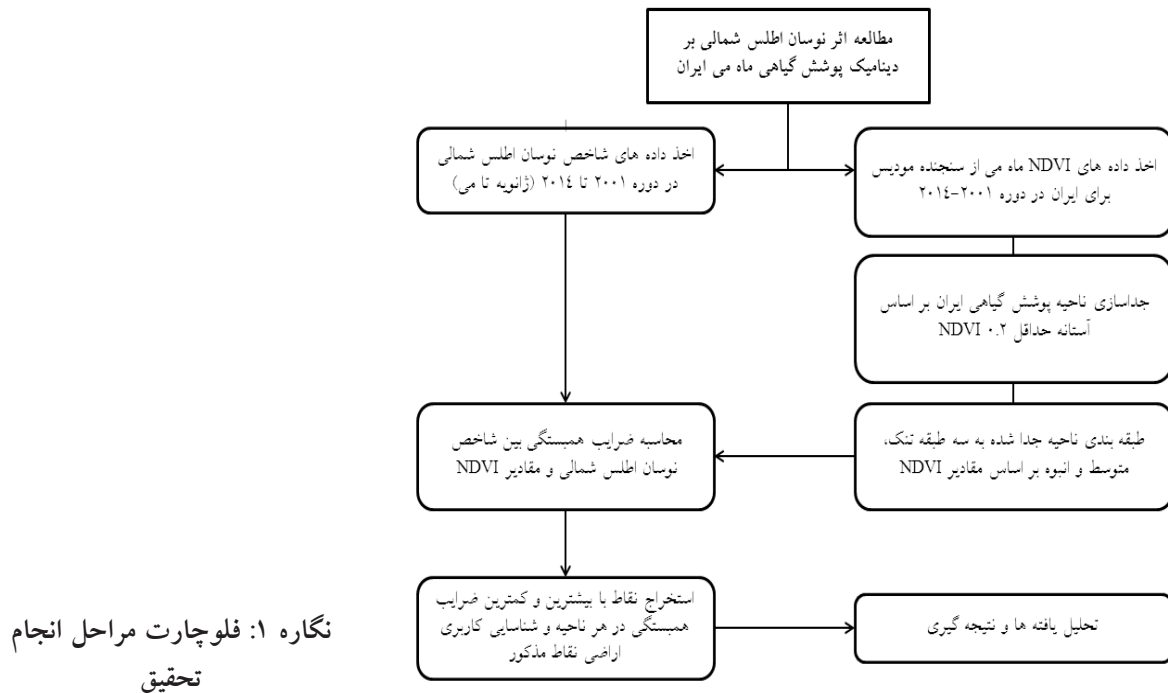
$$NAO = P(A) - P(I)$$

که p نشان‌دهنده اختلاف فشار استاندارد شده سطح دریا بین منطقه آزور (A) و ایسلند (I) می‌باشد. در مطالعات متعددی از جمله نیکجو و قویدل رحیمی (۱۳۸۵)، خورشید دوست و همکاران (۱۳۸۶)، مسعودیان (۱۳۸۷)، ریوندی و

^۲- Terra

^۳- Aqua

^۱- Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)



نصف‌النهار برای نمایش فشار و وزش رطوبت تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ماه فوریه از مرکز باز تحلیل NCEP/NCAR دریافت شد. جهت تحلیل رفتار بارشی ایران در فازهای مختلف شاخص نوسان اطلس شمالی از داده‌های بارش ماهانه ماهواره TRMM استفاده گردید. لازم به ذکر است که داده‌های مربوط به شاخص نوسان اطلس شمالی از وب‌سایت اقلیمی مرکز بازتحلیل NCEP/NCAR به صورت ماهانه دریافت شد. در نگاره ۱ مراحل انجام تحقیق به نمایش گذاشته شده است.

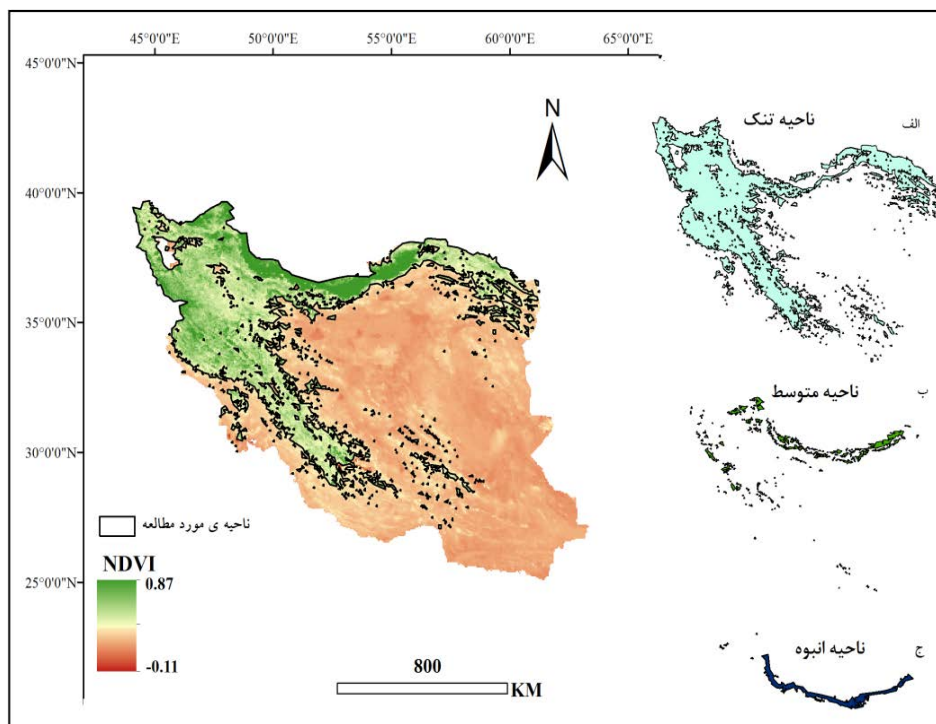
منطقه مورد مطالعه

با توجه به اینکه تمرکز ما در این پژوهش بر روی مناطق دارای پوشش گیاهی است، با اعمال آستانه $NDVI \geq 0.2$ بر روی نقشه میانگین بلندمدت شاخص پوشش گیاهی ماه می ایران، ناحیه دارای پوشش گیاهی بزرگ‌تر و مساوی آستانه موردنظر جدا گردید (نگاره ۲). سپس با توجه به شدت و ضعف مقادیر NDVI، ناحیه مذکور به منظور ارزیابی سنجش میزان حساسیت هر ناحیه نسبت به الگوی پیوند از دور

مودیس با قدرت تفکیک مکانی 0.05 درجه بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴ برای ماه می دریافت شد. این محصولات دارای ۱۲ لایه مجموعه داده علمی شامل لایه‌های NDVI، EVI، زاویه سمت الرأس خورشید، زاویه سمت الرأس دید و ... می‌باشد.

به منظور بررسی ارتباط از ضرایب همبستگی بین شاخص نوسان اطلس شمالی در ماه‌های (ژانویه، فوریه، مارس، آوریل و می) و شاخص پوشش گیاهی ماه می طی ۱۴ سال استفاده شد. دلیل انتخاب ماه می (اردیبهشت)، مقادیر بیشتر پوشش گیاهی این ماه نسبت به سایر ماه‌های سال است. پس از محاسبه این ضرایب نقاط دارای بالاترین و پایین‌ترین همبستگی در سه زیر ناحیه مشخص گردید و سپس نوع کاربری اراضی با استفاده از محصول MCD12C1، ارتفاع با استفاده از DEM30M^۱ و ضرایب تعیین آن‌ها به دست آمد. در نهایت برای نمایش ملموس‌تر اثر این شاخص بر روی پوشش گیاهی، ماه فوریه مد نظر قرار گرفت. داده‌های فشار سطح دریا، رطوبت نسبی، مؤلفه مداری و

^۱- Digital Elevation Model



نگاره ۲: ناحیه مورد مطالعه براساس آستانه $NDVI \geq 0.2$ به همراه زیر طبقات

است که این الگو مقارن با وجود پرفشار سبیری بر روی دریاچه بایکال است. این شرایط بر روی آب‌وهوای ایران اثرات قابل توجهی می‌گذارد. همان‌گونه که در (نگاره ۳-ج) ملاحظه می‌شود مقادیر هسته رطوبت نسبی ۵۰ درصد، در فاز منفی به ایران نزدیک‌تر است. همچنین در فاز مثبت پشته‌های ضعیفی بر روی شمال دریای سیاه واقع شده است که منجر به انتقال کمتر رطوبت از دریای مدیترانه به سوی کشور شده است (نگاره ۳-د). این ویژگی از الگوهای فشار منجر به بروز مقادیر بارش در ماه فوریه و مقادیر مختلف $NDVI$ در ماه می می‌شود.

برای نمایش ویژگی‌های پوشش گیاهی و بارش در فازهای مثبت و منفی شاخص نوسان اطلس شمالی، ماه فوریه به دلیل فاز منفی شدیدتر در سال ۲۰۱۰ نسبت به ۴ ماه دیگر، با مقدار استاندارد شده $-2/69$ انتخاب گردید. از سوی دیگر فوریه سال ۲۰۱۴ با مقدار استاندارد شده $1/07$ مثبت‌ترین فاز در میان ماه‌های فوریه بوده است.

بررسی نقشه‌های پوشش گیاهی ماه می در فاز منفی (۲۰۱۰) نشان می‌دهد (نگاره ۴، بالا-الف)، پوشش گیاهی

نوسان اطلس شمالی به سه ناحیه بر اساس مقادیر $NDVI$ تفکیک گردید. مناطق با مقادیر $NDVI$ بین 0.2 تا 0.5 به عنوان ناحیه با پوشش گیاهی تنک (نگاره ۲-الف)، مقادیر 0.5 تا 0.7 به عنوان ناحیه با پوشش گیاهی متوسط (نگاره ۲-ب) و مناطق با مقادیر بالای 0.7 به عنوان منطقه با پوشش گیاهی انبوه (نگاره ۲-ج) به صورت قراردادی تفکیک گردید.

یافته‌ها

فوریه ۲۰۱۰ (نگاره ۳-الف) و فوریه ۲۰۱۴ (نگاره ۳-ب) با مقدار NAO به ترتیب $-2/69$ و $1/07$ به عنوان فازهای مثبت و منفی الگوی نوسان اطلس شمالی مشاهده می‌شود. در فاز منفی الگو، هسته‌ی کمینه فشار تراز دریا در منطقه آزور (حدود ۹۹۵ میلی بار) و هسته بیشینه فشار در منطقه ایسلند مشاهده می‌شود. در این شرایط زبانه‌های کم‌فشار ایران را در بر گرفته است اما در فاز مثبت این الگو، شرایط کاملاً معکوس شده به طوری که منطقه آزور تحت تأثیر فشار زیاد و ایسلند تحت تأثیر یک هسته کم‌فشار است، در این شرایط فشار تراز دریا بر روی ایران بیشتر

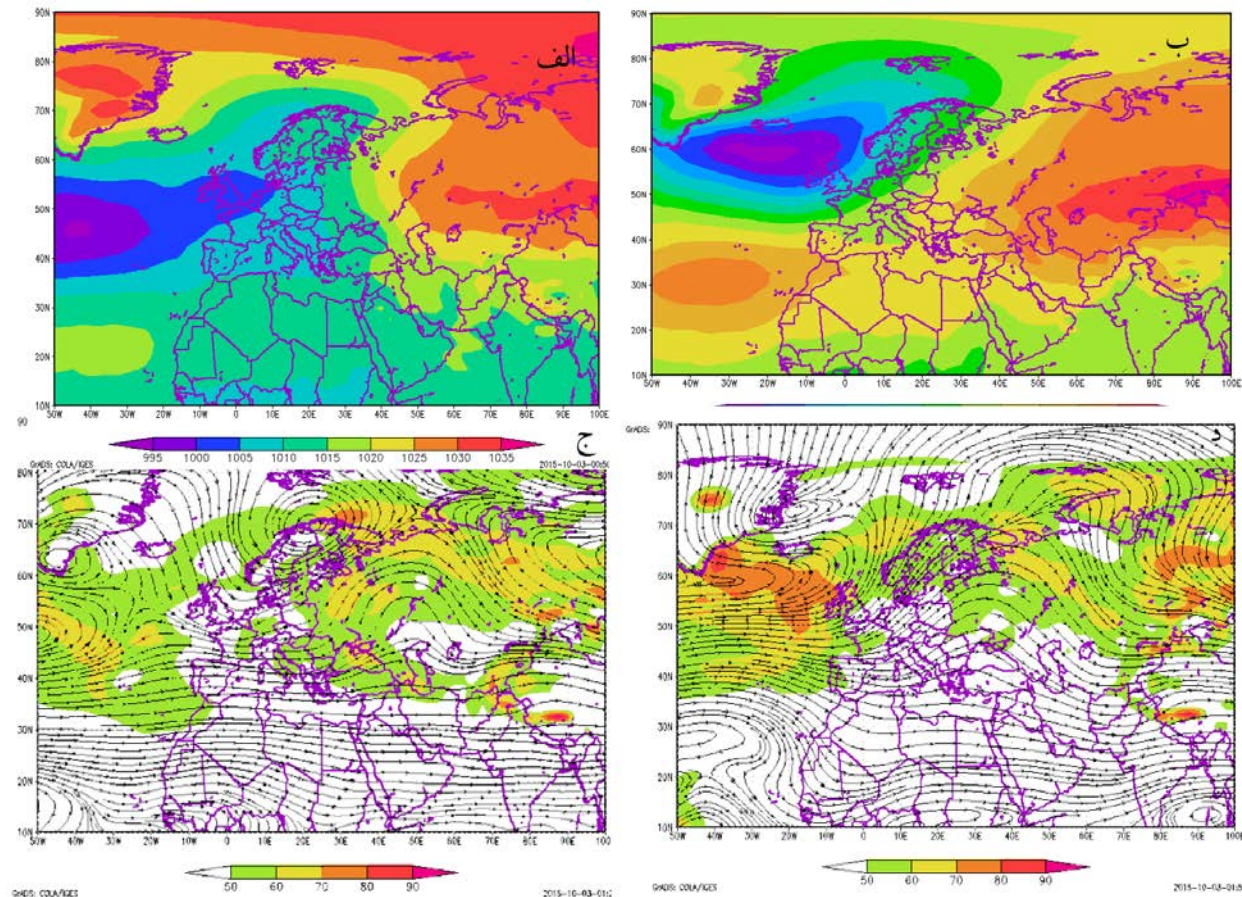
ارتباط بین تغییرات پوشش گیاهی و تغییرات شاخص NAO

همان‌طور که در بخش‌های قبل اشاره شد، ناحیه مستعد پوشش گیاهی در ایران به ۳ طبقه مختلف تقسیم گردید. مقادیر ضرایب همبستگی هر ناحیه با شاخص NAO برای ماه‌های ژانویه تا می در نگاره ۵ به نمایش گذاشته شده است.

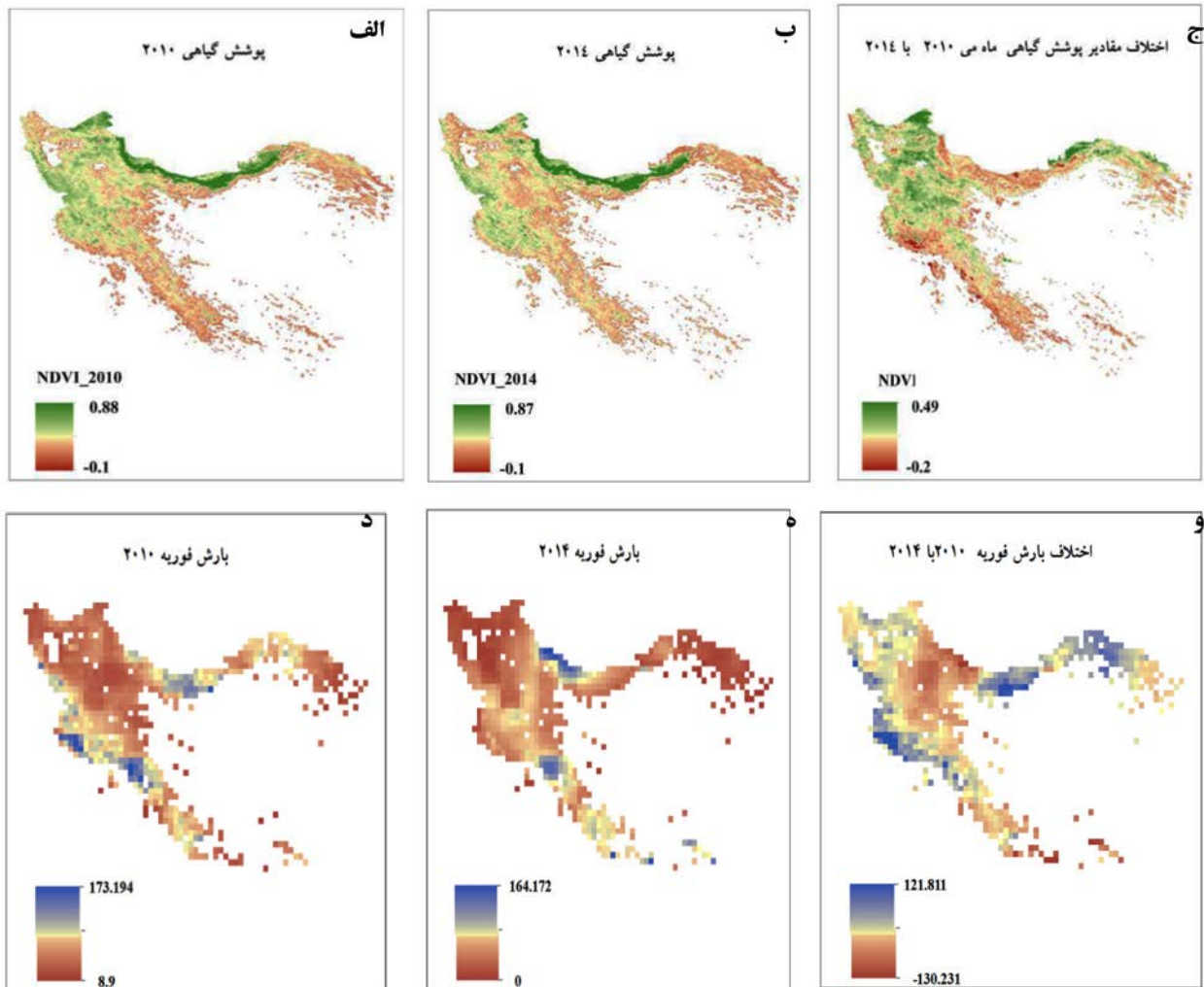
به منظور محاسبه ضریب همبستگی از ۱۶۴۶۷، ۱۲۰۱ و ۶۹۵ نقطه شبکه به ترتیب برای نواحی تنک، متوسط و انبوه استفاده شد. در هر سه ناحیه مقادیر مثبت و منفی ارتباط مشاهده می‌شود.

در ناحیه با پوشش تنک و متوسط در ماه‌های ژانویه و

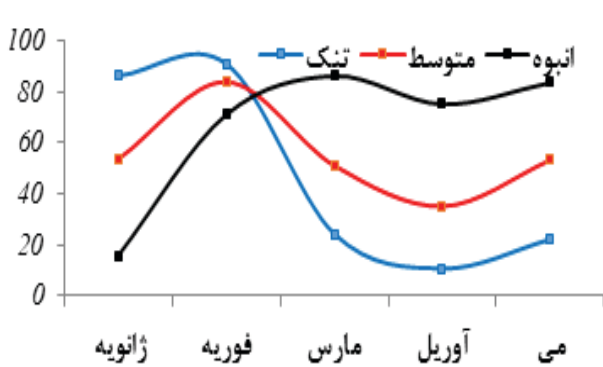
در غرب و شمال غرب ایران نسبت به سال ۲۰۱۴ (فاز مثبت (نگاره ۴، بالا-ب)) مناطق بیشتری را در بر گرفته است همچنین بیشینه مقدار NDVI به (۰/۸۸) رسیده است. بیشترین اختلاف مقدار NDVI بین دو فاز در مناطق شمال غرب، غرب و بخش‌هایی از شمال شرق قابل مشاهده است (نگاره ۴، بالا-ج). نقشه‌های بارش حاکی از آن است که در فاز منفی (نگاره ۴، پایین-د) بارش نسبت به فاز مثبت بالاتر (نگاره ۴، پایین-ه) بوده و مناطق دارای بیشترین اختلاف (نگاره ۴، پایین-و) مشابهت بالایی با اختلاف شاخص پوشش گیاهی دو فاز نشان می‌دهد، این موضوع به وضوح نشان‌دهنده این است که مناطق دارای بالاترین اختلاف پوشش گیاهی مناطق با حداکثر اختلاف بارش است.



نگاره ۳: نقشه فشار سطح دریا (الف-فوریه ۲۰۱۰، ب-فوریه ۲۰۱۴)؛ نقشه ترکیبی وزش و رطوبت نسبی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (ج-فوریه ۲۰۱۰، د-فوریه ۲۰۱۴)



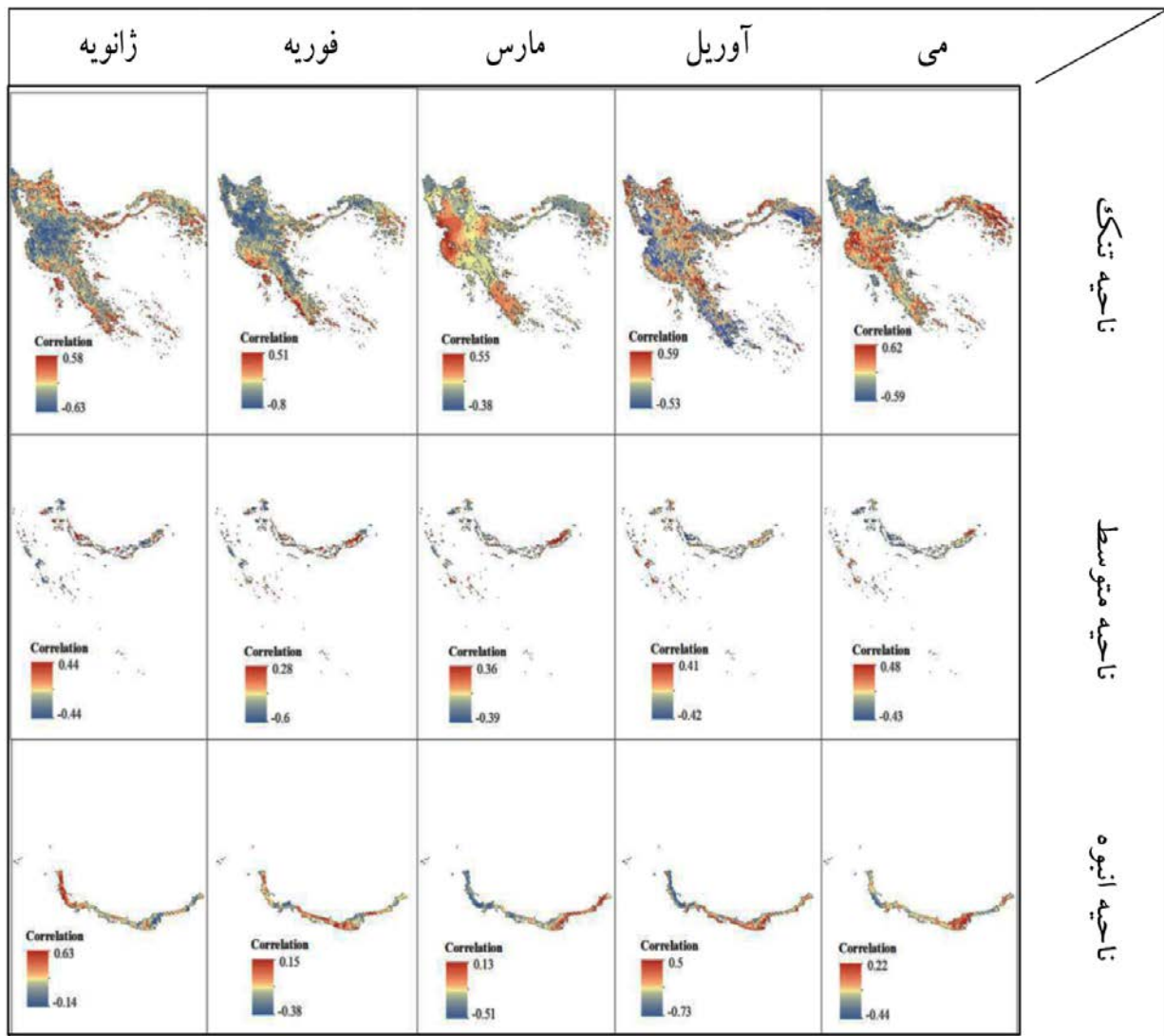
نگاره ۴: نقشه NDVI در فازهای مثبت و منفی. الف) فوریه ۲۰۱۰ (فاز منفی)، ب- فوریه ۲۰۱۴، ج- اختلاف دو فاز؛ پایین، نقشه بارش در فازهای مثبت و منفی (د) فوریه ۲۰۱۰ (فاز منفی)، ه- فوریه ۲۰۱۴، و- اختلاف دو فاز



نگاره ۵: درصد نقاط دارای همبستگی منفی با شاخص NAO در ماه‌های مختلف به تفکیک هر ناحیه

فوریه (در ناحیه تنک تا ۹۰ درصد) درصد نقاط با همبستگی منفی بیشتر بوده است و در ماه آوریل به کمترین میزان (۱۰ درصد در ناحیه تنک) می‌رسد (نگاره ۵). اما این امر در مورد ناحیه انبوه برعکس بوده است و در ماه‌های مارس، آوریل و می نقاط دارای همبستگی منفی بیشتر از ماه‌های ژانویه و فوریه بوده است.

این امر نشان می‌دهد که درصد بیشتری از نواحی با پوشش گیاهی تنک و متوسط طی ماه‌های ژانویه و فوریه تحت تأثیر تغییرات الگوی نوسان اطلس شمالی بوده‌اند.

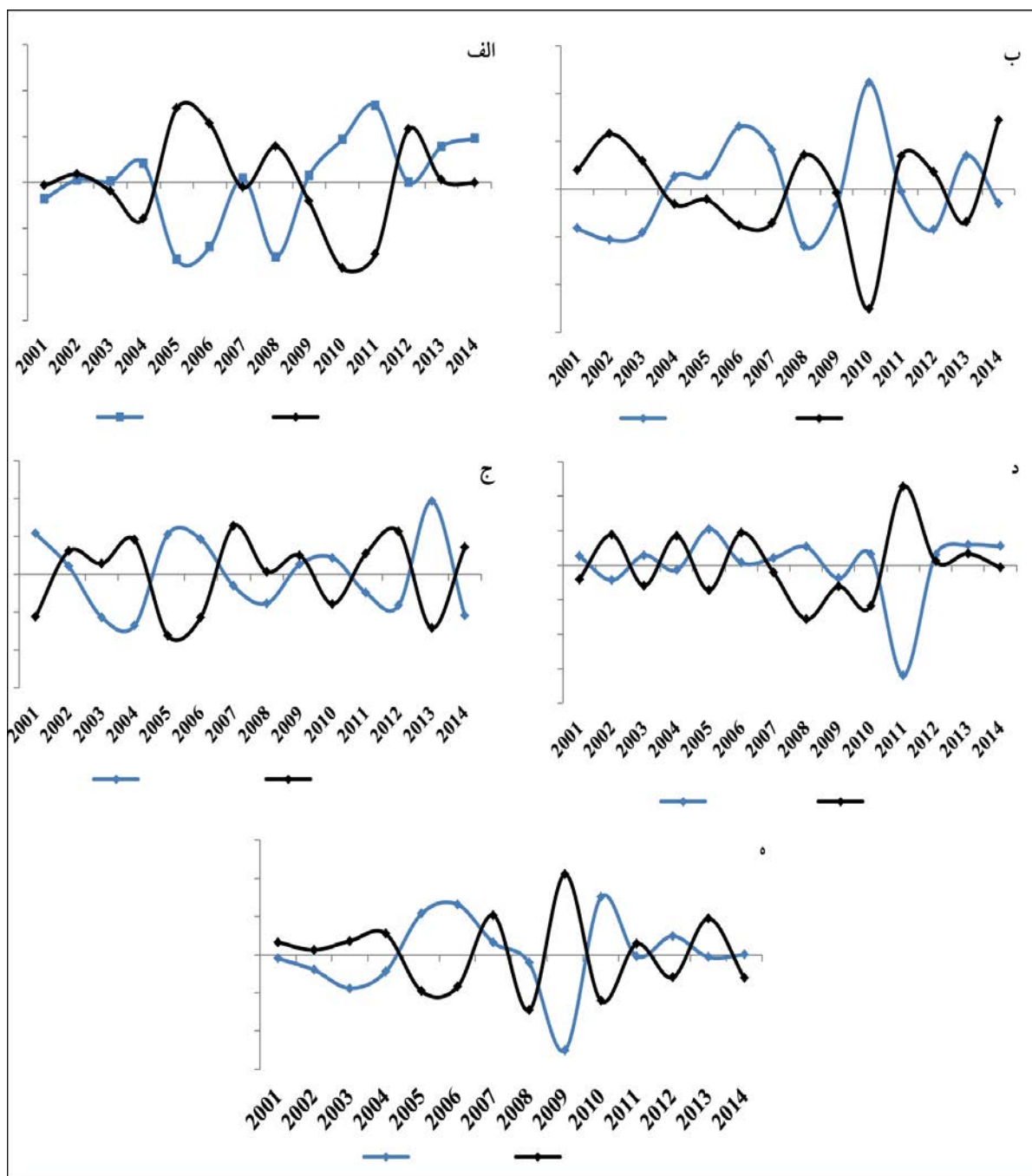


نگاره ۶: توزیع فضایی ضرایب همبستگی بین NDVI ماه می و NAO ژانویه تا می طی دوره ۲۰۱۴-۲۰۰۱ به تفکیک هر ناحیه

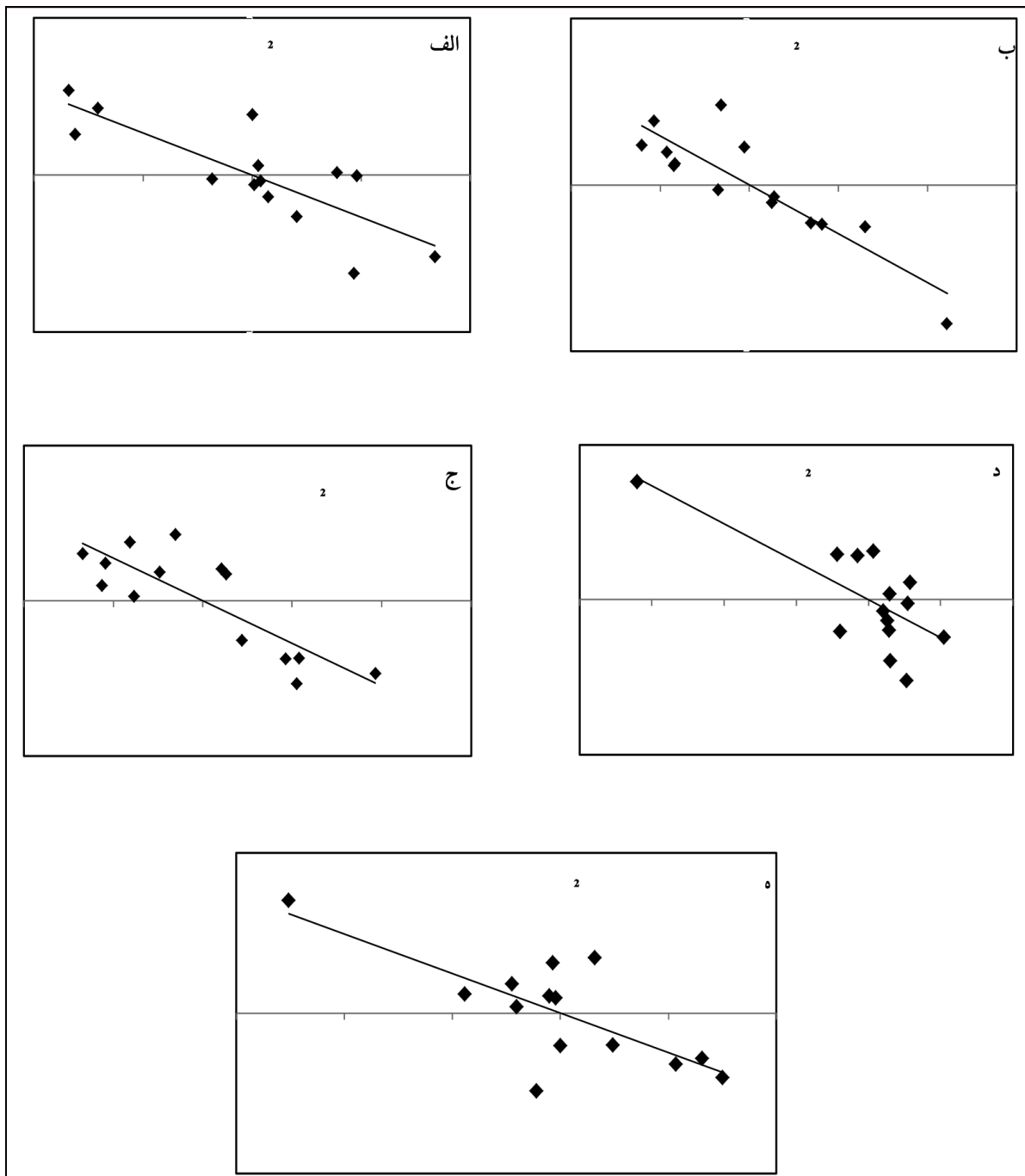
پیوند از دور نوسان اطلس شمالی و مقادیر NDVI برای ۵ نقطه فوق ارتباط عکس را به خوبی نشان می‌دهد (نگاره ۷) به عنوان مثال در ماه فوریه در نقطه ۴۵/۷ درجه طول شرقی و ۳۸/۲۳ درجه عرض شمالی، در سال ۲۰۱۰ هنگامی که شاخص نوسان اطلس شمالی به پایین‌ترین مقدار خود رسیده است، مقدار NDVI به بالاترین مقدار خود رسیده است (نگاره ۷-ب).

در نگاره ۸ نیز پراکنش نگار مقادیر NDVI و شاخص اطلس شمالی نشان می‌دهد که برای نقطه ۴۵/۷ درجه طول

بیشترین مقادیر ضریب همبستگی منفی برای هر یک از این ماه‌ها از بین ۱۸۳۶۳ نقطه در جدول ۱ نمایش داده شده است. بیشترین مقادیر ارتباط معکوس در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس و می به ترتیب به میزان $-۰/۸۸$ ، $-۰/۸۲$ و $-۰/۷۴$ در ناحیه تنک مشاهده می‌شود. تمامی نقاط مذکور در ارتفاع بالای ۱۷۰۰ متر و با نوع کاربری علفزار و بوته‌زار می‌باشند. تنها در ماه آوریل نقطه با کمترین ضریب همبستگی (به میزان $-۰/۷۳$) در ناحیه انبوه و با نوع کاربری جنگل واقع شده است. تغییرات هم‌زمان الگوی



نگاره ۷: تغییرات هم‌زمان نوسان اطلس شمالی و شاخص NDVI ماه می در نقاط با کمترین ضریب همبستگی (الف-ژانویه-تنک ۳۷/۴ عرض شمالی، ۴۴/۶ طول شرقی (واقع در استان آذربایجان غربی)، ب-فوریه-تنک، ۳۸/۲ عرض شمالی، ۴۵/۷ طول شرقی (واقع در استان آذربایجان شرقی) ج-مارس-تنک، ۳۳/۲ عرض شمالی، ۴۸/۶ طول شرقی (واقع در استان لرستان) د-آوریل-انبوه، ۳۷/۴ عرض شمالی، ۴۹/۰۲ طول شرقی (واقع در استان گیلان) ه-می-تنک، ۳۸/۳ عرض شمالی، ۴۶/۷ طول شرقی (واقع در استان آذربایجان شرقی).



نگاره ۸: پراکنش نگار نوسان اطلس شمالی و مقادیر NDVI ماه می برای نقاط با پایین ترین ضریب همبستگی (الف-ژانویه-تنک ۳۷/۴ عرض شمالی، ۴۴/۶ طول شرقی) (واقع در استان آذربایجان غربی)، ب-فوریه-تنک، ۳۸/۲ عرض شمالی، ۴۵/۷ طول شرقی (واقع در استان آذربایجان شرقی) ج-مارس-تنک، ۳۳/۲ عرض شمالی، ۴۸/۶ طول شرقی (واقع در استان لرستان) د-آوریل-انبوه، ۳۷/۴ عرض شمالی، ۴۹/۰۲ طول شرقی (واقع در استان گیلان) ه-می-تنک، ۳۸/۳ عرض شمالی، ۴۶/۷ طول شرقی (واقع در استان آذربایجان شرقی)،

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (مهر)
تحلیل اثر نوسان اطلس شمالی بر تغییرپذیری ... / ۱۶۱

جدول ۱: ویژگی‌های جغرافیایی نقاط با کمترین همبستگی به تفکیک هر ناحیه

طبقه پوشش گیاهی	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ارتفاع	کاربری اراضی
رُنا	۴۴/۶۹	۳۷/۴۳	-۰/۸					۲۴۲۵	علفزار
	۴۵/۷۹	۳۸/۲۳		-۰/۸۸				۱۵۸۶	علفزار
	۴۸/۶۹	۳۳/۲۸			-۰/۸۲			۱۹۷۸	بوته‌زار با تراکم متوسط
	۵۹/۴۴	۳۵/۵۸				-۰/۶۸		۱۷۲۲	بوته‌زار با تراکم متوسط
	۴۶/۷۹	۳۸/۳۳					-۰/۷۴	۱۹۲۰	علفزار
مُرسط	۵۵/۱۳	۳۷/۰۳	-۰/۷۱					۱۶۰	کشتزار
	۴۶/۳۳	۳۸/۷۸		-۰/۷۳				۱۸۴۰	علفزار
	۴۸/۵۸	۳۷/۸۳			-۰/۶۷			۲۲۷۷	علفزار
	۴۹/۲۳	۳۷/۳۳				-۰/۶۲		۱	کشتزار
	۴۶/۷۸	۳۸/۸۳					-۰/۶۱	۱۷۴۰	کشتزار
بُنه	۵۵/۱۷	۳۶/۸۲	-۰/۵۷					۲۱۴۷	جنگل
	۵۰/۱۲	۳۷/۰۷		-۰/۶				۱۹۰	جنگل
	۴۹/۳۷	۳۶/۹۷			-۰/۷۱			۱۲۶۴	جنگل
	۴۹/۰۲	۳۷/۴۷				-۰/۷۳		۶۰۷	جنگل
	۴۹/۰۲	۳۷/۱۲					-۰/۵۳	۱۸۰۳	جنگل

جدول ۲: ویژگی‌های جغرافیایی نقاط با بیشترین همبستگی به تفکیک هر ناحیه

طبقه پوشش گیاهی	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ارتفاع	کاربری اراضی
رُنا	۴۸/۰۹	۳۲/۲۸	۰/۷۹					۱۰۲	بایر
	۴۷/۸۴	۳۲/۳۸		۰/۶۷				۱۵۱	کشتزار
	۵۰/۱۴	۳۵/۲۸			۰/۷۶			۱۷۱۸	علفزار
	۴۵/۱۹	۳۸/۳۸				۰/۷۶		۲۱۹۶	علفزار
	۵۰/۱۴	۳۱/۵۸					۰/۸۰	۳۰۸۸	علفزار
مُرسط	۴۹/۸۸	۳۷/۳۳	۰/۶۸					-۲۵	کشتزار
	۵۵/۳۳	۳۷/۲۳		۰/۴۸				۹۷	کشتزار
	۵۵/۱۳	۳۷/۰۳			۰/۶۸			۱۶۰	کشتزار
	۴۹/۷۸	۳۶/۷۸				۰/۵۹		۱۴۴۵	کشتزار
	۴۸/۲۸	۳۹/۳۸					۰/۷۱	۱۳۵	کشتزار
بُنه	۴۸/۸۷	۳۷/۳۷	۰/۸۳					۱۷۰۶	جنگل
	۵۰/۴۷	۳۶/۹۷		۰/۴۲				۳۰۲	جنگل
	۵۵/۵۷	۳۷/۲۲			۰/۶۷			۱۱۰۰	کشتزار
	۵۰/۱۷	۳۷/۰۲				۰/۵۳		۳۳۲	جنگل
	۵۵/۵۷	۳۷/۳۲					۰/۵۴	۴۴۸	کشتزار

برای ۱۸۳۶۳ نقطه در ایران تهیه گردید و در یک ماتریس ضرایب همبستگی پیرسون هر نقطه با تغییرات مقادیر شاخص نوسان اطلس شمالی ماه‌های ژانویه تا می (با فرض اینکه تغییرات ماه ژانویه الگوی اطلس شمالی نیز بر پوشش گیاهی ماه می ایران اثرگذار است) محاسبه گردید. نتایج نشان داد به لحاظ فضایی مقادیر مثبت و منفی همبستگی را می‌توان در تمامی مناطق بدون الگوی مکانی منظم مشاهده کرد، اما نقشه‌ها نشان دادند که در ماه‌های ژانویه و فوریه مقادیر منفی همبستگی گستره بیشتری از ایران را در بر گرفته است. این حالت نشان می‌دهد که در فاز مثبت الگو، بیشتر بودن مقادیر فشار تراز دریا در منطقه آזור هم‌زمان با انتقال ضعیف رطوبت و سامانه‌های بارشی و در پی آن بروز پوشش گیاهی کمتر در چند ماه بعد (ماه می) در ایران شده است.

در مجموع می‌توان گفت تأثیرپذیری پوشش گیاهی از الگوهای پیوند از دور به‌طور غیرمستقیم است، به این دلیل که الگوهای کلان‌مقیاس جوی با تأثیرگذاری بر روی بارش، متعاقباً بر پوشش گیاهی تأثیر می‌گذارند.

به‌منظور ارزیابی بهتر در هر کدام از نواحی نقاط با کمترین و بیشترین همبستگی انتخاب گردید. نکته جالب توجه اینکه غالب نقاط با کمترین ضریب همبستگی در ناحیه تنک واقع شده‌اند که این ویژگی احتمالاً حاکی از آسیب‌پذیری بیشتر این ناحیه به لحاظ تغییرات پوشش گیاهی در ارتباط با الگوهای پیوند از دور است. نوع کاربری اراضی نقاط مذکور نیز نشان داد که در مناطق با مقدار همبستگی منفی کاربری غالب زمین‌های علفزار بوده است اما برای نقاط با ضریب همبستگی مثبت نوع کاربری زمین‌های زراعی است که می‌توان گفت با توجه به دخالت انسان در این زمین‌ها، الگوهای جوی نمی‌توانند به‌سرعت بر روی آن‌ها تأثیرگذار باشند.

ضرایب تعیین فاز منفی در ماه‌های ژانویه (۰/۶۵)، فوریه (۰/۷۷)، مارس (۰/۶۷)، می (۰/۵۴) برای ناحیه تنک و ماه آوریل (۰/۵۴) برای ناحیه انبوه بیشترین مقدار ممکن بوده

شرقی و ۳۸/۲۳ (واقع در ناحیه تنک، نگاره ۸-ب) مقدار ضریب تعیین ۰/۷۷۹ بوده است که بسیار قابل ملاحظه است. نقاط دارای بیشترین ضریب همبستگی مثبت در جدول ۲ به نمایش گذاشته شده است. نکته قابل توجه این‌که برخلاف تنوع ارتفاع در نقاط مذکور، وجود کاربری اراضی انسان‌ساخت (کشتزار) به‌ویژه در ناحیه با پوشش متوسط می‌تواند دال بر این باشد که وجود همبستگی مثبت در چنین مناطقی (انسان‌ساخت) نمی‌تواند به‌سرعت تحت تأثیر الگوهای جوی قرار بگیرد.

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، سعی بر آن بود که تغییرات پوشش گیاهی ماه می (اردیبهشت‌ماه) به‌عنوان متراکم‌ترین ماه به لحاظ پوشش گیاهی، با نوسانات الگوی پیوند از دور اطلس شمالی بررسی شود. با توجه به وجود بیابان‌های عاری از پوشش گیاهی در گستره ایران، ابتدا براساس آستانه حداقل ۰/۲ مقادیر NDVI ناحیه‌ای که مستعد داشتن پوشش گیاهی است، جدا گردید. این منطقه در حدود ۳۸/۲ درصد از مساحت کشور را دارا می‌باشد.

با توجه به اینکه ناحیه مذکور نیز از نظر مقادیر NDVI دارای تغییرات مکانی بالایی است براساس دامنه‌های ۰/۲ تا ۰/۵، ۰/۵ تا ۰/۷ و بالاتر از ۰/۷ به سه طبقه پوشش گیاهی تنک، متوسط و انبوه تقسیم گردید.

فرض بر آن بود که ناحیه با پوشش گیاهی تنک و انبوه به ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت را نسبت به تغییرات الگوی پیوند از دور دارا می‌باشند. فازهای مثبت و منفی نوسان اطلس شمالی اثرات بارزی را بر آب‌وهوای ایران می‌گذارد. به‌عنوان مثال در فوریه ۲۰۱۰ (به‌عنوان فاز منفی) مقادیر وزش رطوبت، بارش و پوشش گیاهی در بخش‌های زیادی از غرب، شمال غرب و شمال شرق ایران به‌مراتب بیشتر از فوریه ۲۰۱۴ (به‌عنوان یک فاز مثبت) بوده است. با توجه به تأثیرپذیری پوشش گیاهی نسبت به این تغییرات، یک سری زمانی ۱۴ ساله از مقادیر NDVI ماه می

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (...)
تحلیل اثر نوسان اطلس شمالی بر تغییرپذیری ... / ۱۶۳

۷- معماریان، ریوندی، نصر اصفهانی؛ محمدحسین، امیر، محمدعلی؛ «اثر نوسان اطلس شمالی بر الگوی غالب بردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی در منطقه مدیترانه با استفاده از تابع‌های متعامد تجربی». مجله ژئوفیزیک ایران جلد ۷، شماره ۳: ۶۶-۷۷، ۱۳۹۲.

۸- نیکجو، قویدل رحیمی؛ محمدرضا، یوسف؛ «نقش نوسانات اطلس شمالی در تغییرپذیری بارش و وقوع دوره‌های خشک و مرطوب زمستانی در آذربایجان شرقی».

مجله دانش کشاورزی جلد ۱۶ شماره ۲: ۳۳-۲۳، ۱۳۸۵.
۹- هادیان، جعفری، بشری، سلطانی؛ فاطمه، رضا، حسین، سعید؛ «پایش تأثیر بارش در تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور- مطالعه موردی: سمیرم و لردگان» نشریه مرتع و آبخیزداری دوره ۶۶، ۶۳۲-۶۲۱، ۱۳۹۲.

10- Christine delire, N. D.-D., "Vegetation Dynamics Enhancing Long-Term Climate Variability Confirmed by Two Models". JOURNAL OF CLIMATE, 24, 2238-2257. 2011.

11- Cook ,BI., Mann ,ME., D'Odorico, P., Smith ,TM., "Statistical simulation of the influence of the NAO on European winter surface temperatures:phenological modeling". Journal of Geophysical Research 109. 2004.

12- Erasm, S., Propastin, P., Kappas, M., Panfyorov, O., "Spatial patterns of NDVI variation over Indonesia and their relationship to ENSO warm events during the period 1982-2006". Journal of Climate 22, 6612-6623. 2009.

13- Feddema, J. J., "How important is land cover change for simulating future climates?" Science, 310, 1674-1678. 2005.

14- Glantz, M. H., Teleconnections Linking World-Wide Climate Anomalies (Vol. 527 pp.). Cambridge University Press. 1991.

15- Gouveia, C. T., "The North Atlantic Oscillation and European vegetation dynamics". INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY, 1835-1847. 2008.

16- Huber S., Fensholt R., "Analysis of teleconnections between AVHRR-based sea surface temperature and vegetation productivity in the semi-arid Sahel".

است. نتایج این پژوهش می‌تواند به‌منظور برآورد وضعیت NDVI ماه می در ایران (به‌ویژه در ناحیه تنک) براساس نوع الگوی نوسان اطلس مورد استفاده قرار گیرد. به طوری که در فازهای منفی الگوی نوسان اطلس شمالی وضعیت پوشش گیاهی انبوه‌تر از فازهای مثبت الگوی نوسان اطلس شمالی خواهد بود.

منابع و مأخذ

۱- احسانی، ارزانی، فرح‌پور، احمدی، جعفری، جلیلی؛ علی، حسین، مهدی، حسن، محمد، عادل؛ «تأثیر شرایط اقلیمی بر تولید علوفه مراتع در منطقه استپی اخترآباد ساوه» مجله مرتع و بیابان ایران. شماره ۲. ۲۶۰-۲۴۹، ۱۳۸۶.

۲- پورمحمدی، رحیمیان، کلاتر؛ سمانه، محمدحسن، منصور؛ «پهنه‌بندی تأثیر خشک‌سالی بر پوشش گیاهی توسط سنجش از دور در دشت یزد-اردکان» پژوهش‌های جغرافیای طبیعی شماره ۲ (پیاپی ۸۰). ۱۴۰-۱۳۹۱، ۱۲۵.

۳- حسینی، شفیعی، اختصاصی، محتشم؛ سید محمود، حامد، محمدرضا، سعید؛ «تأثیر خشک‌سالی‌ها بر تخریب پوشش گیاهی منطقه سیستان» فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران جلد ۲۰، شماره ۲ ۲۳۹-۱۳۹۲، ۲۲۷.

۴- خورشید دوست، قویدل رحیمی، صنیعی، یساری، نوری؛ علی محمد، یوسف، راحله، طلعت، حمید؛ «تحلیل نقش پدیده NAO در نوسانات سالانه بارش حوضه آبریز دریاچه ارومیه». فضای جغرافیایی دوره : ۷ - شماره : ۱۹: ۶۳-۸۶، ۱۳۸۶.

۵- فرج‌زاده، فتح‌نیا، علیجانی، ضیائیان؛ منوچهر، امان‌الله، بهلول، پرویز؛ «ارزیابی اثر عوامل اقلیمی بر پوشش گیاهی منطقه زاگرس با استفاده از اطلاعات رقومی ماهواره‌ای». مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران جلد ۱۸، شماره ۱. صص ۱۲۴-۱۰۷، ۱۳۹۰.

۶- مسعودیان، سید ابوالفضل؛ «ارتباط نوسان اطلس شمالی با بارش ایران». مجله تحقیقات جغرافیایی شماره ۹۱: ۱۸-۳. ۱۳۸۷.

- geopotential height _eld during the northern hemisphere winter''. Mon Wea Rev, 784-812. 1981.
- 27- Wang, B., Renguang, W., Xiouhua, F., Pacific-East Asian teleconnection: how does ENSO affect East Asian climate. *Journal of Climate* 13 (9), 1517-1536. 2000.
- vegetation productivity in the semi-arid Sahel, 3276-3285. 2011.
- 17- Huete, A. J., 'MODIS VEGETATION INDEX (MOD 13), ALGORITHM THEORETICAL BASIS DOCUMENT''. Version 3, 2University of Virginia Department of Environmental Sciences Clark Hall Charlottesville. 1999.
- 18- Lim, C., Kafatos, M., 'Frequency analysis of natural vegetation distribution using NDVI/AVHRR data from 1981 to 2000 for North America''. *International Journal of Remote Sensing* 23(17), 3347-3383. 2002.
- 19- Lu, A., Zhu, W., Jia, S., 'Assessment of the sensitivity of vegetation to El-Nino/Southern Oscillation events over China''. *Sciences in Space Research*, 1362-1373. 2012
- 20- Mennis, J., 'Exploring relationships between vegetation vigor in the south-east USA using AVHRR data''. *International Journal of Remote Sensing* 22 (16), 3077-3092. 2001.
- 21- Myneni, R., Los, S., Tucker, C., 'Satellite-based identification of linked vegetation index and sea surface temperature anomaly areas from 1982-1990 for Africa, Australia and South America''. *Geophysical Research Letter* 23 (7), 1996
- 22- Sarkar S., Kafatos M., 'Interannual variability of vegetation over the Indian sub-continent and its relation to the different meteorological parameters''. *Remote Sens. Environ.*, 268-280. 2004.
- 23- Stockli, R., Vidale, PL., 'European plant phenology and climate as seen in a 20-year AVHRR land-surface parameter dataset''. *International Journal of Remote Sensing* 25, 3303-3330. 2004.
- 24- Vicente-Serrano, S.M., and Heredia-Laclaustra, A., 'NAO influence on NDVI trends in the Iberian Peninsula (1982-2000)'. *international of remote sensing*, 25, 2871-2879. 2004.
- 25- Walker, G. T., 'Correlation in seasonal variation of weather. IX. A further study of world weather''. *Mem. Ind. Meteor.*, 275-333. 1924
- 26- Wallace JM, Gutzler DS., 'Teleconnections in the