

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۲۰

## شناسایی نقش الگوهای پیوند از دور بر دمای استان کردستان

محمد دارند\*

استادیار اقلیم شناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

هایده رحمانی

کارشناس ارشد اقلیم شناسی دانشگاه پیام نور سقز

### چکیده

کردستان با الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که در اغلب ماههای سال ارتباط معناداری بین الگوهای پیوند از دور و دما مشاهده می‌شود. گستره‌ی ارتباط معنادار و شدت آن در فصل زمستان و پاییز به اوج خود می‌رسد. در نیمه‌ی گرم سال گستره‌ی ارتباط معنادار کاهش می‌یابد. در بین الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه شاخص‌های دریای شمال\_خزر (NCP) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و نوسان اطلس شمالی (NAO) در تراز دریا نقش چشمگیری بر دمای استان کردستان طی فصل‌های پاییز و زمستان دارند. ارتباط بین شاخص‌های یاد شده با دمای استان معکوس است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ناهنجاری مثبت بر روی اروپا و ناهنجاری منفی بر روی نیمه‌ی غربی کشور، دریای خزر، ترکیه منجر به کاهش دما در استان کردستان خواهد شد.

**کلمات کلیدی:** دما، میان‌یابی، استان کردستان، الگوهای پیوند از دور.

برای انجام این پژوهش از داده‌های میانگین روزانه‌ی دمای ۱۱ ایستگاه همدید و ۱۵ ایستگاه اقلیمی در داخل و خارج از استان کردستان طی بازه‌ی زمانی ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۸/۱۲/۲۹ تا ۱۹۶۱/۳/۲۱ استفاده شد. به کمک روش زمین‌آمار کریگینگ تا ۲۰۱۱/۱/۱۹ استفاده شد. یک پایگاه داده گاه‌جای در ابعاد ۸۱۱×۱۸۲۰۳ ایجاد شد که بر روی سطرها زمان (روز) و بر روی ستونها مکان یا یاخته‌های داخل مرز استان کردستان قرار داشت. میانگین ماهانه‌ی دما طی سالهای مختلف برای هر یاخته جداگانه حساب شد. داده‌های ماهانه‌ی مربوط به ۱۰ الگوی پیوند از دور از مرکز NCEP/NCAR استخراج شد. برای شناسایی ارتباط دما با الگوهای پیوند از دور از رگرسیون خطی بهره گرفته شد. ارتباط دما بر روی هر کدام از یاخته‌ها با الگوهای پیوند از دور در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد آزمون قرار گرفت. ارتباط دمای استان

**پیشگفتار**

جو یک پدیده‌ای سه بعدی و سیال است و بصورت یک سیستم عمل می‌کند بطوری که وردایی و تغییرات در یک بخش آن بر روی تمامی سیاره پخش خواهد شد و همزمان و یا با تأخیر زمانی همه‌ی بخش‌های جو به تغییری که در بخشی از آن پدید آمده پاسخ می‌دهند (مسعودیان، ۱۳۹۰). گردشهای جوی بسیار تغییر پذیرند این تغییرات منجر به پیدایش الگوهای هوا و اشکالی از جریانهای جوی می‌شوند که در مقیاسهای زمانی متفاوتی روی می‌دهند. در واژه نامه هواشناسی (گلیکمن، ۲۰۰۰) دو تعریف از پیوند از دور آمده است: الف) ارتباط بین تغییرات جوی که در مناطق وسیع دور از هم بر روی کره‌ی زمین رخ می‌دهند و ب) همبستگی معنادار منفی یا مثبت ناهنجاری‌ها بر روی پهنه‌های وسیع دور از هم. اغلب، نوسانات و ناهنجاری‌ها نسبت به بازه‌ی زمانی بلند مدت ماهانه یا سالانه سنجیده می‌شوند. الگوهای پیوند از دور متعددی توسط پژوهشگران معرفی شده است. این الگوها در قالب شاخص‌های عددی، به کمک تحلیل‌های آماری بر روی داده‌های فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل در ترازهای مختلف جو از جمله تراز ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال شناسایی می‌شوند. مرحله‌ی اول شناسایی آنها تحلیل همبستگی بین فشار یا ارتفاع ژئوپتانسیل بین نقاط مورد مطالعه است که در نهایت بصورت دوقطبی‌ها یا حالت‌های الاکلنگی با فازهای مختلف شناسایی و معرفی می‌شوند. باور بر این است که برای اولین بار والکر (۱۹۴۲) و والکر و بلیس (۱۹۳۲) تغییرات مدها و الگوهای جوی نیمکره‌ی شمالی را شناسایی کردند. در زمینه ارتباط الگوهای پیوند از دور با دما پژوهش‌هایی فراوانی در ایران و خارج از ایران انجام شده است. کوتیل و همکاران نقش الگوی دریای شمال-دریای خزر (NCP) را به همراه نوسان نوسان اطلس شمالی (NAO) و نوسان جنوبی (SOI) بر روی اقلیم نواحی شرقی حوضه مدیترانه بررسی کردند. آنها نشان دادند که شاخص NCP از بین سه شاخص، به عنوان الگوی اصلی پیوند از دور، اقلیم بالکان، شبه‌جزیره آناتولی و خاورمیانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد همچنین بیشترین اثر الگوی NCP بر روی دما در

نواحی بری آناتولی دیده می‌شود. بطوری که در این محل تفاوت‌های فصلی دما طی دو فاز مثبت و منفی این الگو حدود ۳/۵ درجه سانتیگراد است (کوتیل و همکاران، ۲۰۰۲). هاتراکی و همکاران طی پژوهشی الگوهای پیوند از دور موثر بر تغییرات آب و هواهای سال‌های آینده شرق مدیترانه مورد بررسی قرار داده و ثابت کردند که در خارج از حوضه آبریز دریای مدیترانه الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر در کنار دیگر الگوها چون نوسانات اطلس شمالی، اطلس شرقی، الگوی جنوبی اروپا-اطلس شمالی و الگوی اطلس شرقی- غربی عمده‌ترین نقش را در شکل‌گیری آب و هوای شرق اطلس ایفا می‌کنند (هاتراکی و همکاران، ۲۰۰۶). سینگ و جای هو نقش نوسانهای دمای سطح آب اقیانوس هند را بر بارش موسمی تابستانی هند، به کمک نسخه جدید مدل اقلیم ناحیه‌ای (RegCM3) بررسی کرده و به این نتیجه رسیده است که گرم شدن ناحیه‌ای دمای سطح آب اقیانوس هند بارش موسمی را به طور اساسی روی جنوب، غرب شبه جزیره هند و نیز بر فراز اقیانوس هند افزایش می‌دهد و روی شمال شرقی اقیانوس هند از آن می‌کاهد (سینگ و جای هو، ۲۰۰۷). قاسمی و خلیلی نقش الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر را بر دمای متوسط فصل زمستان ایران بررسی کردند و پس از تحلیل‌های آماری به این نتیجه رسیدند که الگوی مذکور با دمای زمستان ایران همبستگی منفی دارد. به عقیده نامبردگان فاز مثبت الگوی دریای شمال-خزر باعث کاهش دمای ایران و فاز منفی الگوی دریای شمال-خزر باعث افزایش دمای زمستانه ایران می‌شود (قاسمی و خلیلی، ۲۰۰۸). یتمن و یالسنین ارتباط بین متوسط دمای ماهانه منطقه آفیون ترکیه را با الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که در فاز مثبت الگوی پیوند از دور دریای شمال-خزر دمای هوای ناحیه‌ی کوهستانی آفیون افزایش پیدا کرده و وضعیت بسیار مناسبی را از نظر آسایش اقلیمی برای گردشگری در ناحیه‌ی مذکور فراهم می‌آورد (یتمن و یالسنین، ۲۰۰۹). لوپز-مورینیو و همکاران (۲۰۱۱) نقش نوسان اطلس شمالی را بر دما و بارش فصل زمستان مناطق

غیرمستقیم بین AO و دمای حداقل شهرکرد با ضریب همبستگی ۰/۴۶- وجود دارد و بین میانگین سالانه AO با دمای حداکثر متوسط سالیانه دما و متوسط سالیانه فشار شهرکرد نیز ارتباط وجود دارد (خسروی همکاران، ۱۳۸۶). اکبری و مسعودیان به مطالعه نقش الگوهای پیوند از دور نیمکره شمالی بر دمای ایران پرداختند. نتایج آنها نشان داد هیچ یک از الگوهای پیوند از دور نیمکره شمالی توان تبیین درصد بزرگی از تغییرات دمای قلمرو وسیعی از ایران را در همه ماههای سال ندارند بلکه برخی الگوها در برخی ماهها درصد نسبتاً کوچکی از تغییرات دمای بخشهایی از ایران تبیین می کنند و همچنین تغییرات دمای ایران در ماه آوریل و نوامبر می تواند در ارتباط با اهمیت الگوهای پیوند از دور نیمکره شمالی در طول سال می باشد (اکبری و مسعودیان، ۱۳۸۶). مسعودیان و دارند به بررسی و شناسایی ارتباط بین الگوی پیوند از دور افریقای مرکزی - خزر با دما و بارش ایران زمین پرداختند نتایج بررسی آنها نشان داد که بین دما و الگوی پیوند از دور افریقا مرکزی - خزر ارتباط مستقیم و معنی داری وجود دارد. فاز مثبت باعث افزایش دما و فاز منفی باعث افت دما در نیمه شرقی کشور می شود و این ارتباط با بارش معکوس می باشد که فاز مثبت باعث کاهش بارش و فاز منفی باعث افزایش بارش در نیمه غربی می شود (مسعودیان و دارند، ۱۳۸۶). حلییان و محمدی ارتباط دمای ماهانه ی چند ایستگاه نمونه ایران را با شاخص های مختلف انسو مورد بررسی قرار دادند. یافته ها بیانگر آن است که با تأخیر یک ماهه، همبستگی اغلب ایستگاهها با شاخص های مختلف انسو مورد بررسی کاهش و تعداد ماهها دارای ارتباط معنی دار در اکثر موارد افزایش یافت (حلییان و محمدی، ۱۳۹۱). در پژوهشی دیگر با عنوان ارتباط دو الگوی دریای شمال - خزر و شرق اوپا - شمال شرق ایران با بسامد رخداد و سرماهای فرین ایران طی دوره سرد سال مسعودیان و دارند نشان دادند که رخداد سرماهای فرین نیمه غربی کشور ارتباط مستقیم و معنی داری با الگوی دریای شمال خزر دارد. فاز مثبت الگو دریای شمال - خزر منجر به افزایش رخداد

کوهستانی اطراف مدیترانه را بررسی کردند. نتایج نشان داد که اگر چه در مناطق شرقی مدیترانه ارتباط ضعیف است، ولی در دیگر مناطق ارتباط معنی داری بین شاخص و بارش و دما دیده می شود. کوتیل اثر شاخص دریای - شمال دریای خزر (NCP) را بر رژیم دما و بارش خاورمیانه مطالعه کرد. وی نشان داد که طی فاز منفی (مثبت) شاخص، دما افزایش (کاهش) می یابد (کوتیل و بناوچ، ۲۰۰۲). هاتزاکای و همکارانش (۲۰۰۶) در تحقیقی الگوهای پیوند از دور موثر بر تغییرات آب و هوای سالهای آینده شرق مدیترانه مورد بررسی قرار داده و ثابت کرده اند که در خارج از حوضه آبریز دریای مدیترانه الگوی پیوند از دور دریای شمال - خزر در کنار دیگر الگوها چون نوسانات اطلس شمالی، اطلس شرقی، الگوی جنوبی اروپا - اطلس شمالی و الگوی اطلس شرقی - غربی عمده ترین نقش را در شکل گیری آب و هوای شرق اطلس ایفا می کنند.

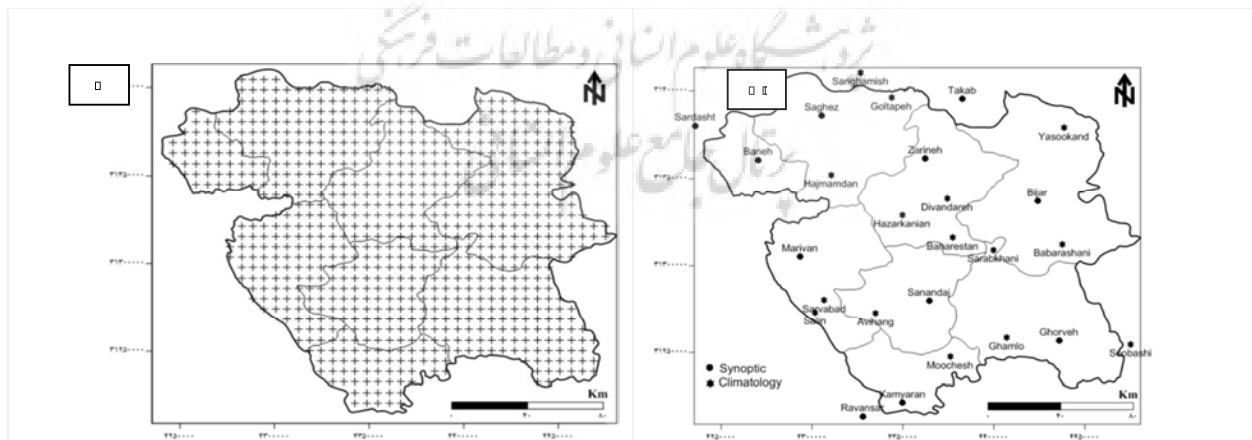
تاتلی نقش الگوی دریای شمال - دریای خزر را بر دمای چارچوب ۵۰ درجه ی طول غربی تا ۱۲۰ درجه ی طول شرقی و صفر تا ۸۰ درجه ی عرض شمالی بررسی کرد (تاتلی، ۲۰۰۷). عساکره (۱۳۸۲) بر این باور است که میزان تأثیر نوسان اطلس شمالی بر میزان دما و بارش ایستگاههای مختلف ایران همسان نبوده و روابط غیرخطی نیز قادر به ارائه الگویی برای بیان رابطه این شاخص با اقلیم ایران نمی باشد. خوش اخلاق و همکاران (۱۳۸۷) اثرات نوسان اطلس شمالی بر رژیم بارش و دمای سواحل جنوبی دریای خزر را مورد مطالعه قرار داد. نتایج آنها نشان داد که فاز مثبت شاخص نوسان اطلس شمالی با دوره های افزایش بارش و کاهش دما ارتباط دارد. در فاز منفی شرایط برعکس است. علیزاده و همکاران (۱۳۹۰) الگوهای پیوند از دور موثر بر پارامترهای بارش و دمای ایستگاه همدید مشهد را مطالعه کردند. ایشان به کمک رگرسیون گام به گام و با محدود کردن داده های ورودی به مدل و نیز قائل شدن دو دوره آموزش و ارزیابی، مدلهایی را برای پیش بینی پارامترهای دما و بارش بصورت ماهانه و فصلی ارائه کردند. خسروی و همکاران ارتباط شاخص نوسان قطبی با نوسان های دمای شهرکرد را بررسی کردند و نشان دادند که یک پیوند

سطرهای آن زمان (روز) و بر روی ستونها، یاخته‌ها قرار داشت. میانگین ماهانه‌ی دما برای هر کدام از یاخته‌ها حساب شد. مقادیر عددی ماهانه‌ی ۱۰ الگوی پیوند از دور شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO)، شاخص نوسان قطبی (AO)، شاخص نوسان جنوبی (SOI)، شاخص دریای شمال - خزر (NCP)، الگوی پیوند از دور آفریقای مرکزی-خزر (CACO)، شاخص نوسان مدیترانه (MOI)، الگوی شرق اطلس و غرب روسیه (EAWR)، الگوی اسکاندیناوی (SCA)، شاخص الگوی شرق مدیترانه (EMPI) و شاخص شرق اقیانوس اطلس (EA) طی بازه‌ی زمانی ۱۹۶۲/۱ تا ۲۰۱۰/۱۲ از مرکز NCEP/NCAR دریافت شد. برای برخی از الگوها که طی چند سال اخیر مقادیر عددی در دسترس نبود به کمک برنامه-نویسی در محیط گرادس شاخص عددی آنها محاسبه شد. موقعیت تقریبی برخی از الگوهای پیوند از دور در شکل ۳ آمده است. برای واکاوی و شناسایی ارتباط بین الگوهای پیوند از دور با دمای استان کردستان از رگرسیون خطی بهره گرفته شد. معناداری ارتباط در سطح اطمینان ۹۵ درصد آزمون شد و برای یاخته‌هایی که ارتباط معنادار بود میزان ضریب تعیین در نقشه‌های جداگانه نشان داده شد.

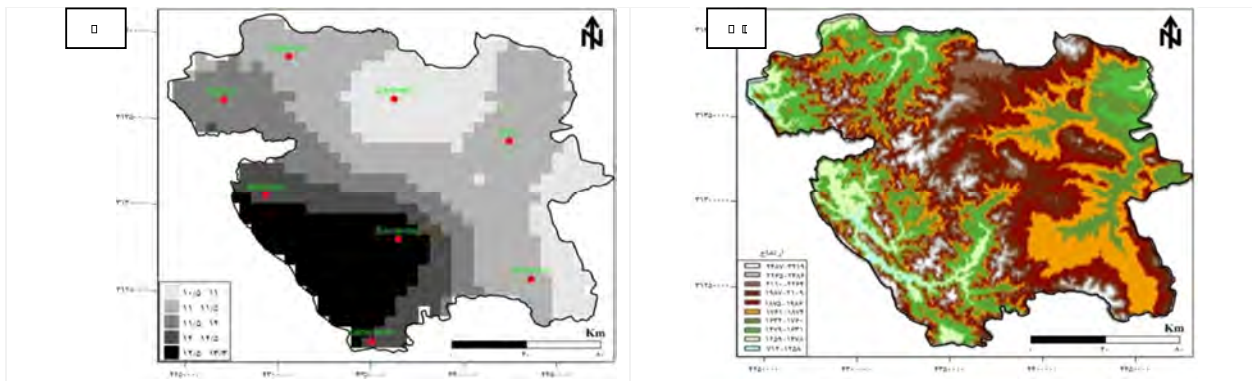
سرمایه‌های فرین در نیمه غربی کشور می‌شود. نقش الگوی شرق اروپا به مراتب بیشتر از الگوی دریای شمال-خزر است (مسعودیان و دارند، ۱۳۹۲). هدف این پژوهش واکاوی نقش الگوهای پیوند از دور بر دمای استان کردستان است.

## داده و روش شناسی

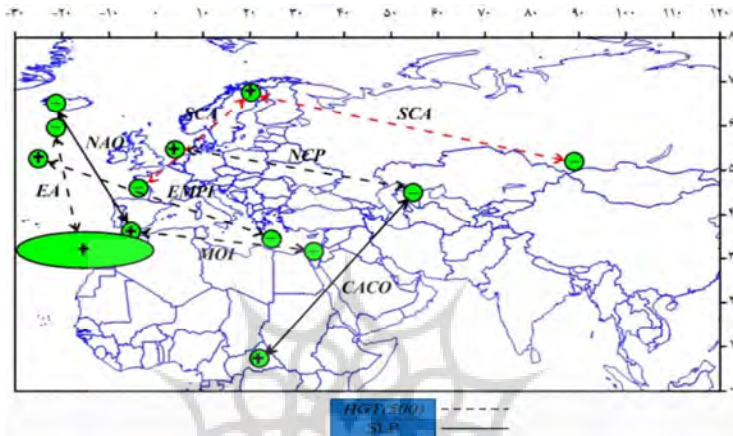
برای انجام این پژوهش داده‌های میانگین دمای روزانه‌ی مربوط به ۱۱ ایستگاه همدید و ۱۵ ایستگاه اقلیمی در داخل و خارج از استان کردستانی بازه‌ی زمانی طی بازه‌ی زمانی ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۸/۱۲/۲۹ (۱۹۶۱/۳/۲۱ تا ۲۰۱۱/۱/۱۹) استفاده شد (شکل ۱ الف). به کمک روش زمین آمار کریگینگ بر روی یاخته‌های ۶×۶ کیلومتر مقادیر دما میان‌یابی شد. برای هر روز تقویمی طی بازه‌ی زمانی یاد شده یک نقشه رقومی تهیه شد (شکل ۱ ب). وضعیت ارتفاعی استان در شکل ۲ الف و پراکنش دمای استان کردستان در شکل ۲ ب نشان داده شده است. در مرکز استان بصورت نوار ممتدی از شمال تا جنوب بلندیهای مرتفع استان قرار دارند. همچنین بیشترین دمای استان در جنوب غرب استان بر روی سلین و کمترین دمای استان بر روی زرینه و بخش‌های شرقی مشاهده می‌شود. بر روی یاخته‌های داخل مرز استان کردستان مقادیر دما استخراج شد. یک پایگاه داده در ابعاد ۱۸۲۰۳×۸۱۱ ایجاد شد که بر روی



شکل (۱): موقعیت پیمونگاههای همدید و اقلیمی استان کردستان (الف) و موقعیت یاخته‌ها (۸۱۱ یاخته) (ب)



شکل (۲): وضعیت ارتفاعی (الف) و میانگین دمای سالانه استان کردستان (ب)

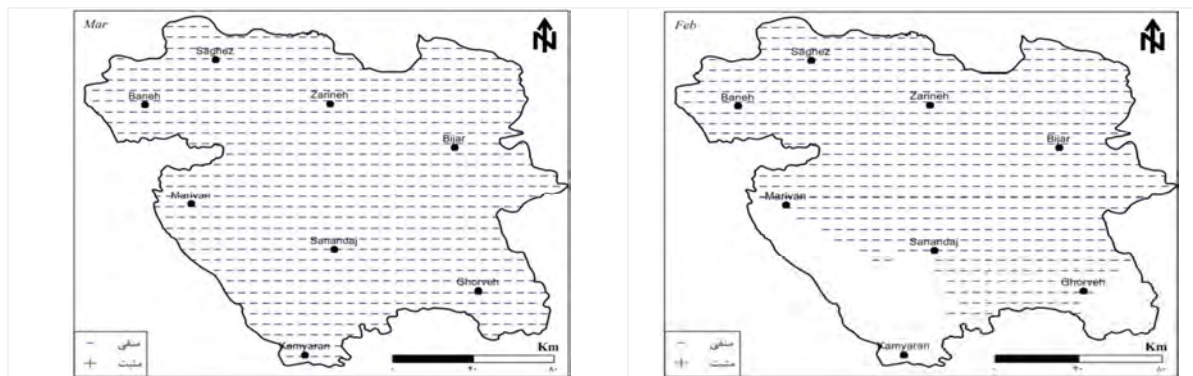


شکل (۳): مکان تقریبی الگوهای پیوند از دور بر روی نیمکره شمالی

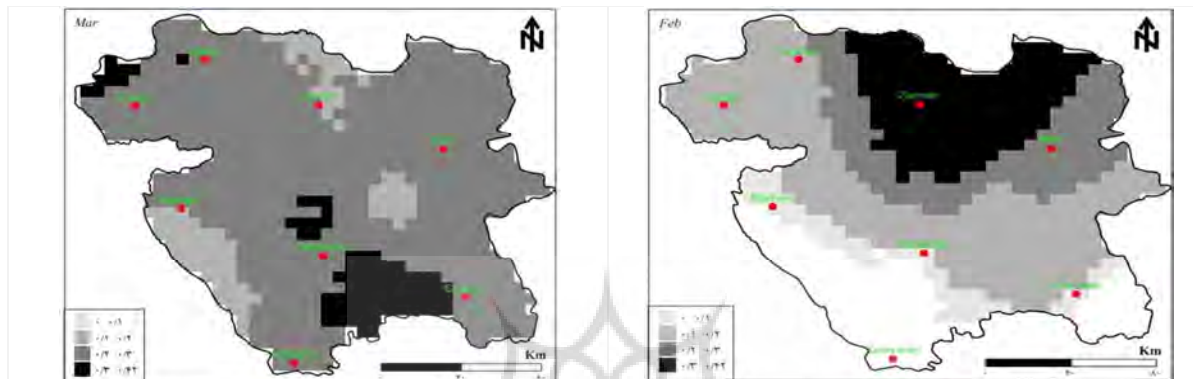
### یافته‌های پژوهش

ارتباط معنادار و معکوس دما با شاخص قابل ملاحظه است. در نیمه‌ی دوم سال تنها در فصل پاییز بویژه در ماه‌های نوامبر و دسامبر ارتباط دما با شاخص بر روی اغلب گستره‌ی مکانی استان منفی و معکوسی است و حدود ۱۰الی ۲۰ درصد از تغییرات دما در دو ماه یاد شده توسط شاخص (NAO) توجیه می‌شود. فاز مثبت شاخص بیانگر افزایش فشار تراز دریا بر روی جزایر آزور و جنوب‌غرب اروپا و کاهش فشار بر روی ایسلند است. گردش و اچرخندی هوا بر روی هسته‌ی جنوبی الگو بر روی شرق اقیانوس اطلس منجر به ریزش هوای سرد عرض‌های برون حاره‌ای به مناطق غربی ایران زمین و استان کردستان خواهد شد و کاهش و افت دما را به دنبال خواهد داشت. در برخی از ماه‌های گرم سال بویژه در فصل تابستان گستره ارتباط معنادار به کمتر از ۱ درصد از پهنه استان می‌رسد.

با بهره‌گیری از روش رگرسیون خطی ارتباط بین ۱۰ الگوی پیوند از دور برگزیده شده با دمای استان کردستان در سطح اطمینان ۹۵ درصد آزمون شد. یافته‌ها نشان داد که ارتباط شاخص نوسان اطلس شمالی با دما در اغلب ماه‌های سال بر روی گستره‌ی وسیعی از پهنه‌ی استان کردستان در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است. در نیمه‌ی اول سال ارتباط دما با شاخص (NAO) معنی دار و معکوس است. حداکثر گستره مکانی ارتباط دما با شاخص مربوط به ماه‌های فوریه و مارس است. بیشینه‌ی ضریب تعیین تغییرات دما در ارتباط با شاخص در ماه فوریه در بخش‌های شمالی استان و در ماه مارس در بخش‌های جنوبی مشاهده می‌شود. حدود ۳۰الی ۴۲ درصد از وردایی دما بر روی مناطق یاد شده توسط شاخص قابل توجیه و تبیین است. در ماه‌های ژانویه و آوریل نیز گستره‌ی مکانی



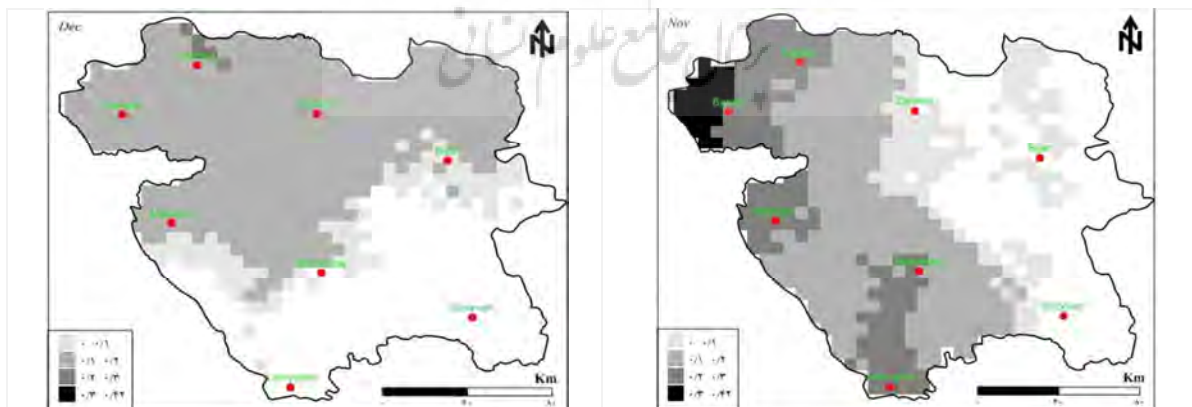
شکل (۴): ارتباط دما با شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO) در ماههای فوریه و مارس



شکل (۵): ضریب تعیین ارتباط دما با شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO) در ماههای فوریه و مارس



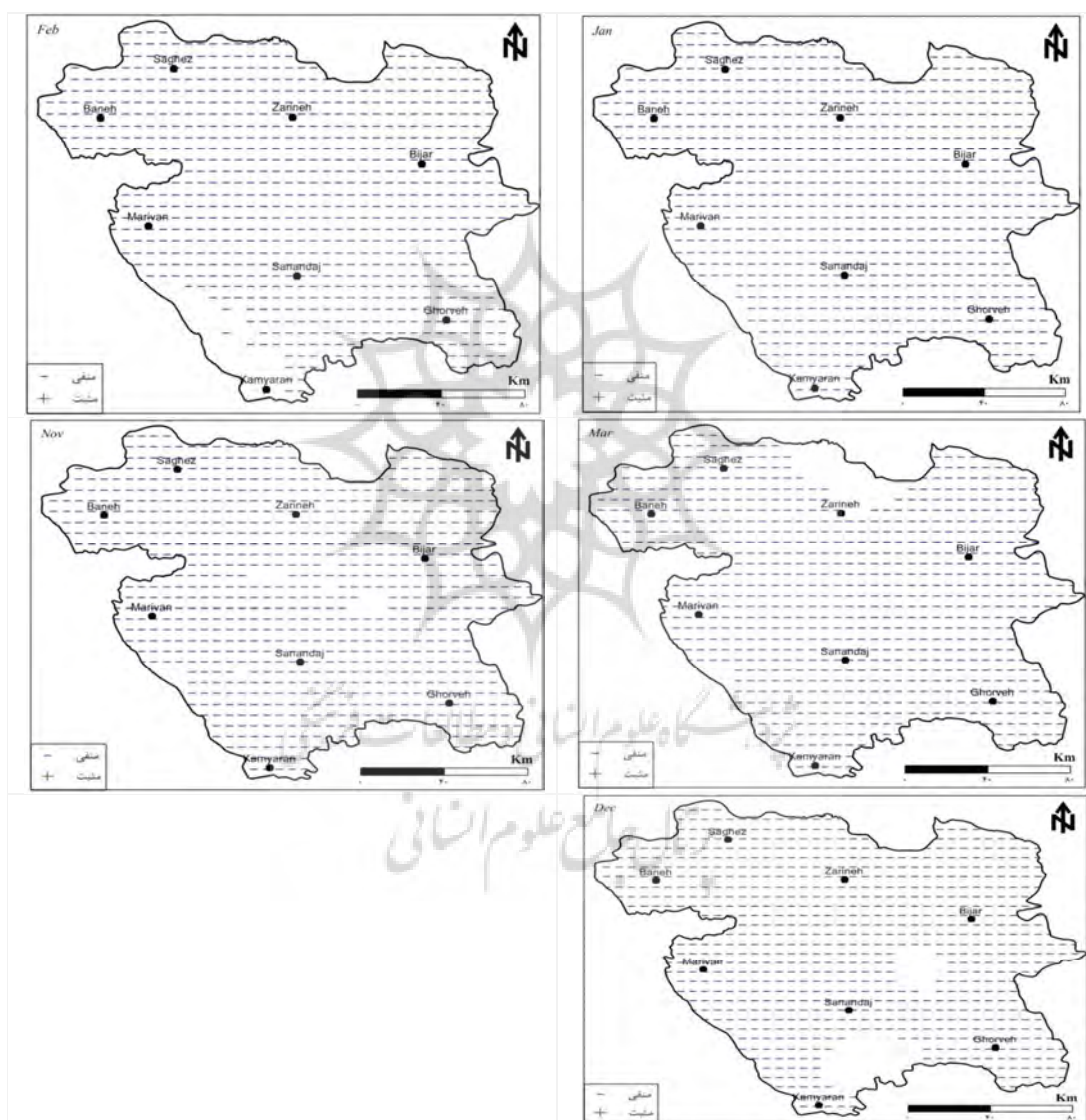
شکل (۶): ارتباط دما با شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO) در ماههای نوامبر و دسامبر



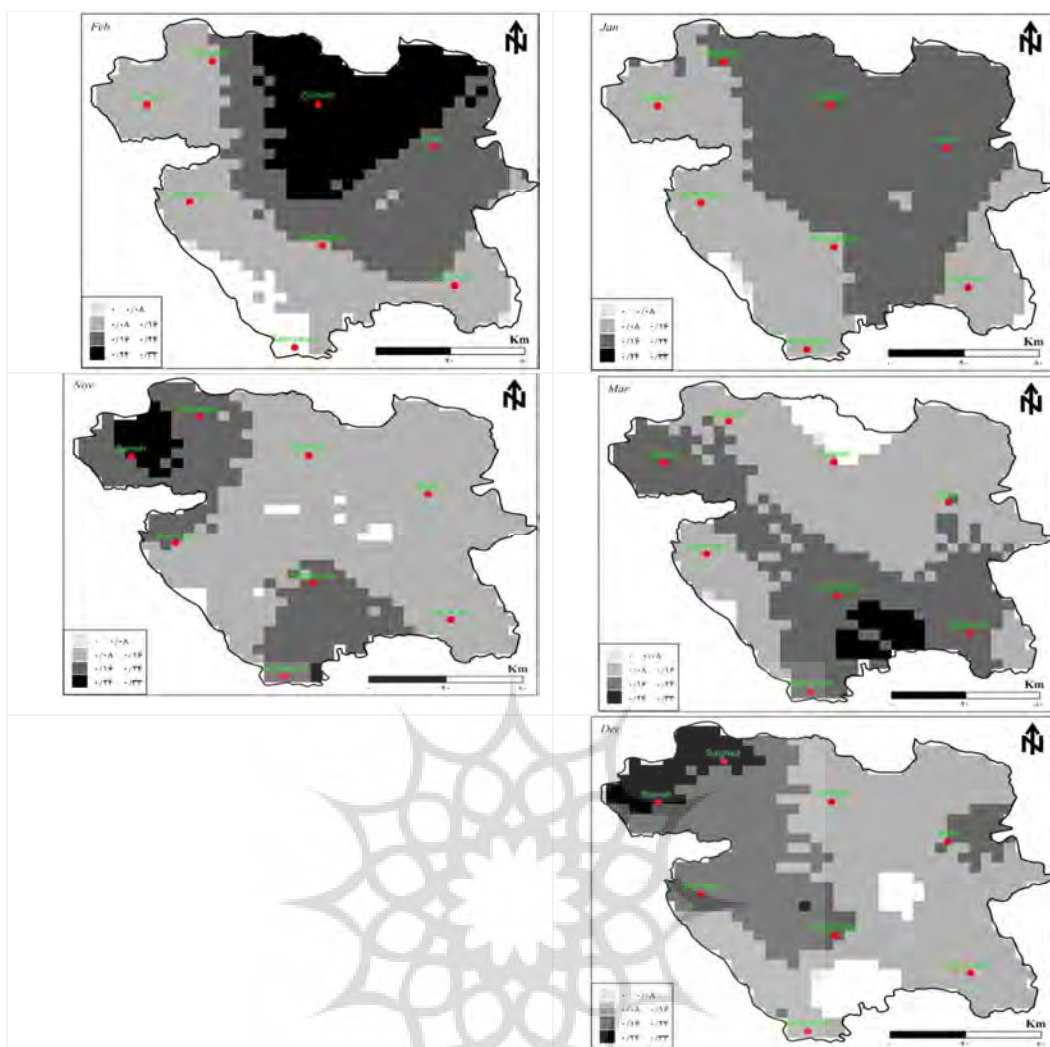
شکل (۷): ضریب تعیین ارتباط دما با شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO) در ماههای نوامبر و دسامبر

عرض‌های ۳۷ تا ۴۵ درجه‌ی جغرافیایی بر روی مناطق شرقی اقیانوس اطلس است که هماهنگ با فاز مثبت الگوی نوسان اطلس شمالی (NAO) با گردش و اچرخندی هوای سرد عرض‌های بالا را به سمت استان ریزش می‌دهند. در نیمه‌ی گرم سال در فصل‌های بهار و تابستان ارتباط معناداری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین شاخص با دمای استان مشاهده نشد.

ارتباط شاخص نوسان قطبی (AO) با دمای استان در ماه‌های سرد سال (ژانویه، فوریه، مارس، نوامبر و دسامبر) بر روی تقریباً کل گستره‌ی استان معنادار و معکوس است. به عبارتی دیگر در نیمه سرد سال، فاز مثبت شاخص (AO) منجر به کاهش دما و فاز منفی آن منجر به افزایش دما در استان می‌شود. بر روی برخی مناطق ۲۴ الی ۳۳ درصد تغییرات دما توسط وردایی شاخص نوسان قطبی توجیه و توضیح داده می‌شود. فاز مثبت شاخص بیانگر افزایش فشار بر روی

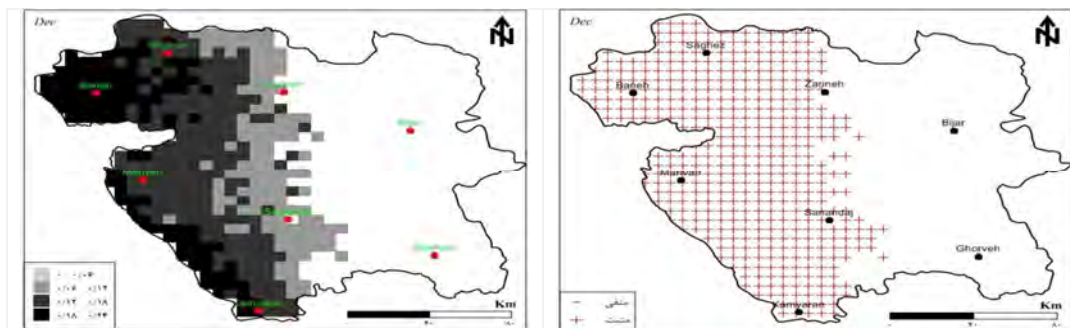


شکل (۸): ارتباط دما با شاخص نوسان قطبی (AO) در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، نوامبر و دسامبر



شکل (۹): ضریب تعیین ارتباط دما با شاخص نوسان قطبی (AO) در ماههای ژانویه، فوریه، مارس، نوامبر، دسامبر

ارتباط شاخص نوسان جنوبی (SOI) با دمای استان کردستان مستقیم و مثبت است. ارتباط معنادار بین دما با شاخص در اغلب ماههای سال دیده می شود ولی گستره مکانی آن محدود است. در ماه دسامبر گستره مکانی ارتباط معنادار بیشینه است و بر روی نیمه ی غربی استان بطور یکدست ارتباط معناداری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده می شود. بر روی بخش های گرم استان ۱۸ الی ۲۴ درصد از وردایی دما توسط شاخص توضیح داده می شود.

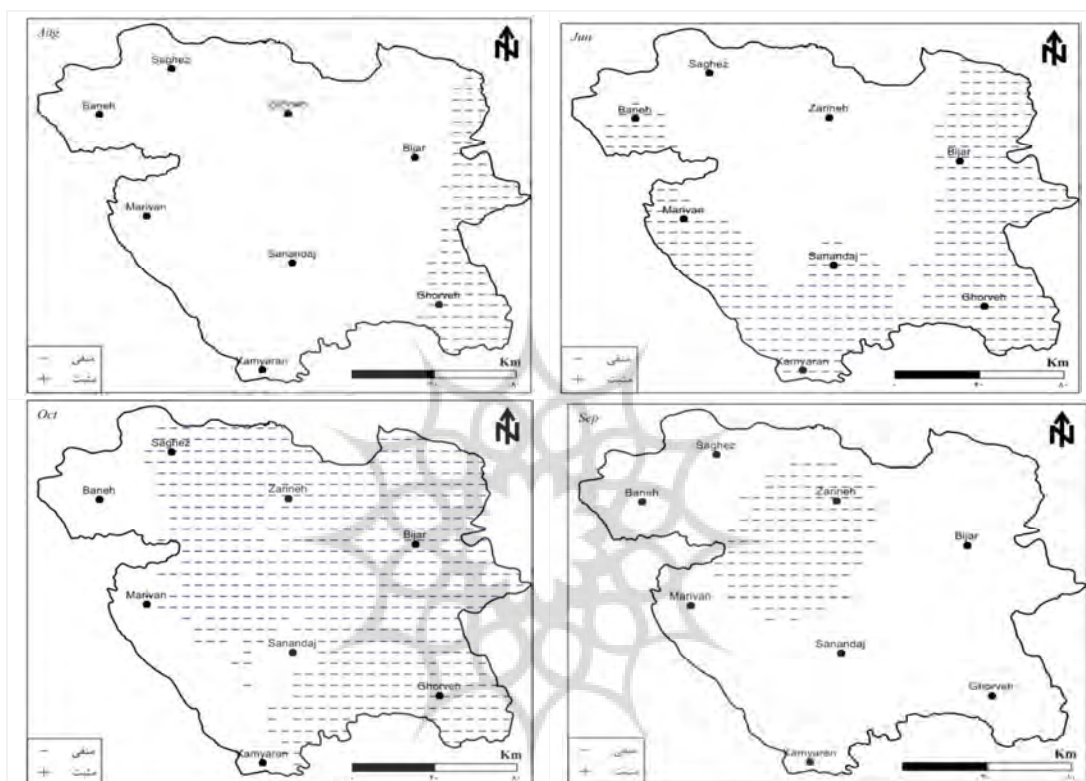


شکل (۱۰): ارتباط دما با شاخص نوسان جنوبی (SOI) در ماه دسامبر

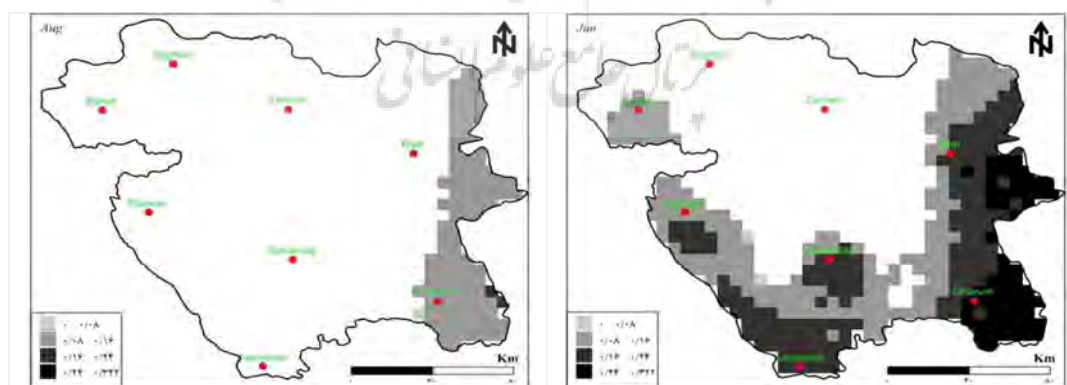


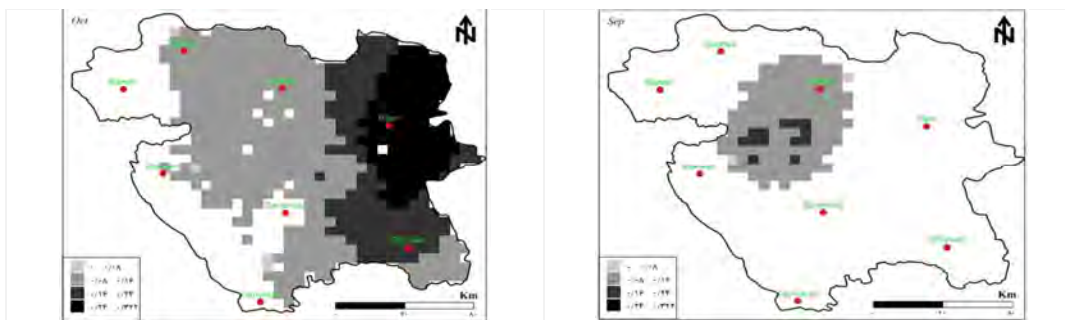
می‌دهد. بر روی برخی مناطق در ماههای اوت، سپتامبر و اکتبر معکوس و معنادار است. در ماه اکتبر گستره‌ی مکانی ارتباط معنادار به اوج می‌رسد. برخلاف شاخص نوسان جنوبی، بیشترین ارتباط بین شاخص اسکاندیناوی با دما در نیمه‌ی شرقی (سرد) استان مشاهده شد و ۲۴ الی ۳۲ درصد از وردایی دما توسط شاخص اسکاندیناوی توجیه می‌شود.

ارتباط شاخص اسکاندیناوی (SCA) با دمای استان در نیمه‌ی اول سال به جز در ماه ژوئن ارتباط معناداری به لحاظ آماری در سطح اطمینان ۰/۹۵ از خود نشان نمی‌دهد. در این ماه ارتباط دما با شاخص (SCA) معکوس و غیرمستقیم است و بیشینه این ارتباط در نیمه شرقی مشاهده می‌شود. در نیمه دوم سال گستره‌ی بیشتری از استان ارتباط معناداری با شاخص نشان



شکل (۱۱): ارتباط دما با شاخص اسکاندیناوی (SCA) در ماههای ژوئن، اوت، سپتامبر و اکتبر

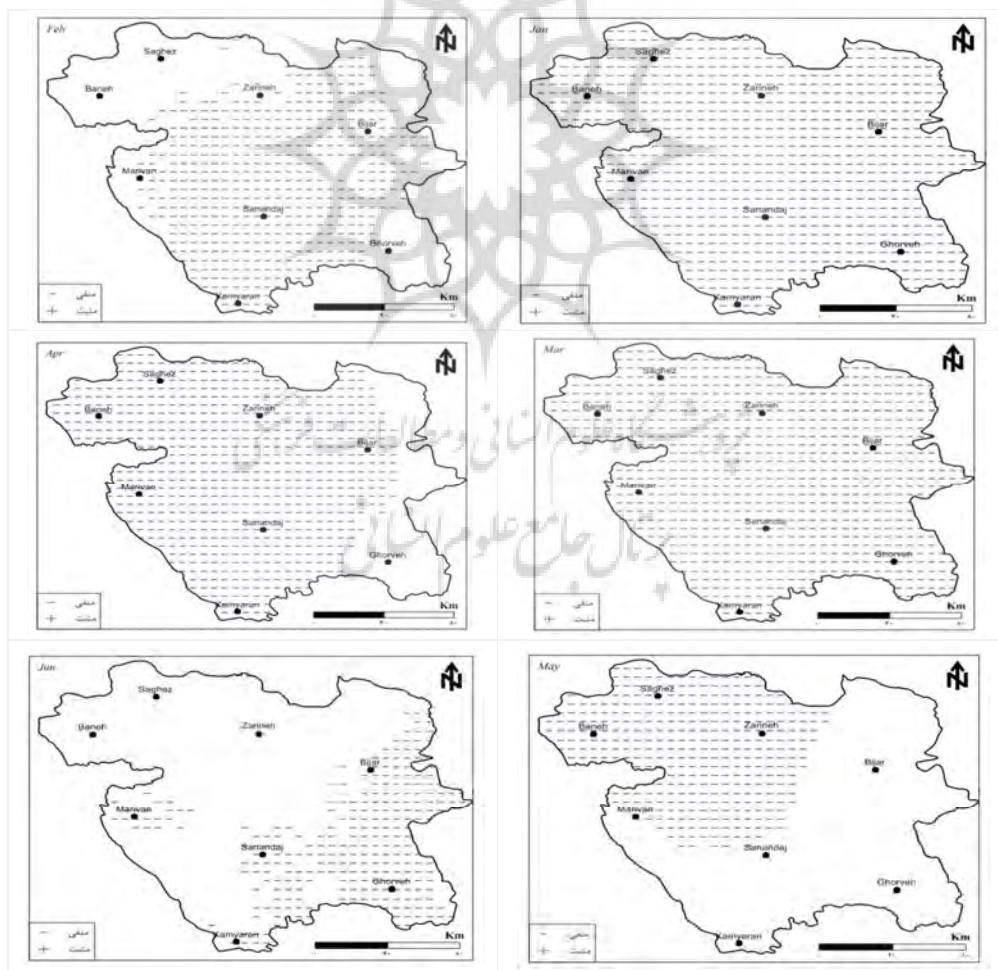




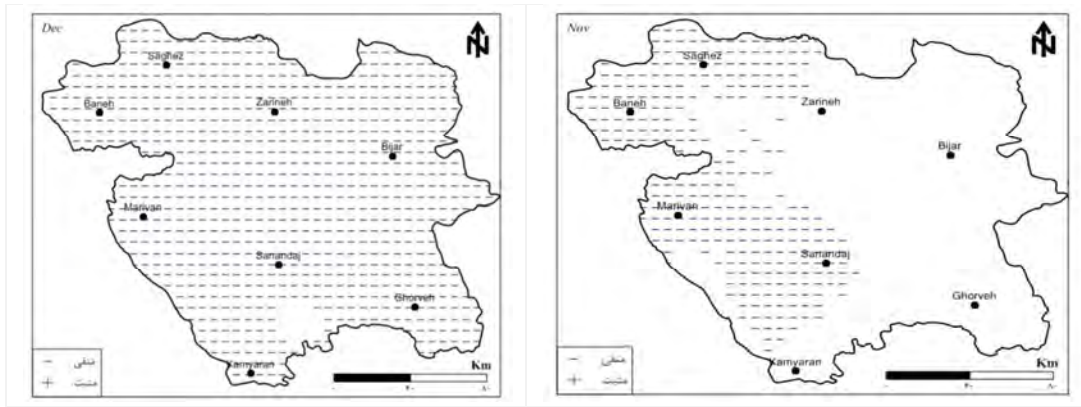
شکل (۱۲): ضریب تعیین ارتباط دما با شاخص اسکاندیناوی (SCA) در ماههای ژوئن، اوت، سپتامبر، اکتبر

مکانی به نسبت کوچکتر شده است و تنها در ماه دسامبر دمای اغلب نقاط استان ارتباط معناداری با شاخص از خود نشان می‌دهد. حداکثر تغییرات دما در ارتباط با شاخص در این ماه از سال بین ۱۱ الی ۲۷ درصد است که در گوشه‌ی شمال غرب استان بر روی بانه و مناطق اطراف مشاهده شد.

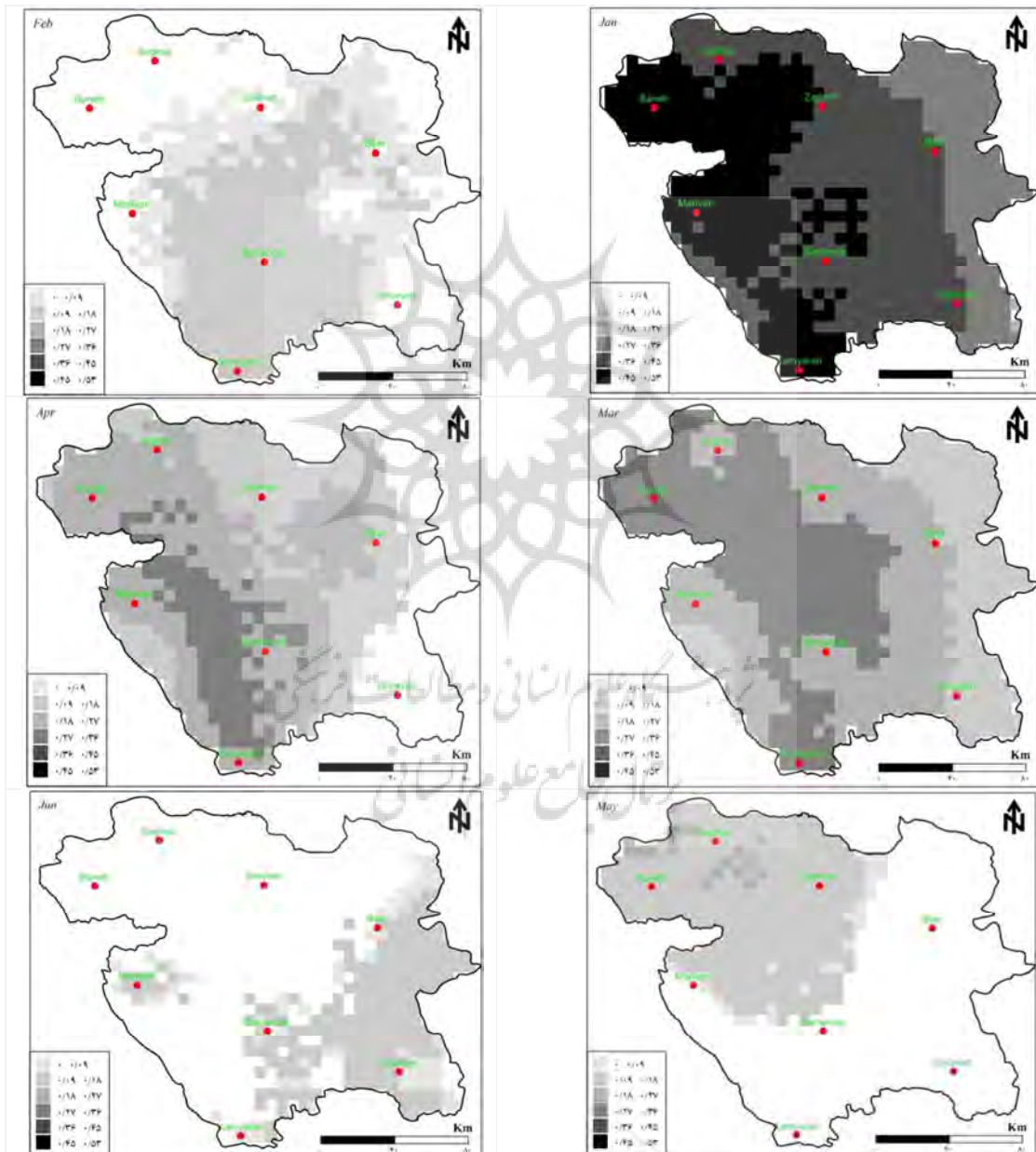
ارتباط شاخص دریای شمال-خزر (NCP) با دمای استان منفی و معکوس است. در ماه ژانویه ضریب تعیین تغییرات دما در ارتباط با شاخص به اوج خود می‌رسد. به لحاظ مکانی بیشترین نقش این شاخص در بردایی دما در نیمه غربی استان دیده می‌شود. بین ۴۵ الی ۵۳ درصد از تغییرات دما توسط این شاخص توضیح داده می‌شود. در نیمه دوم سال دما گستره‌ی



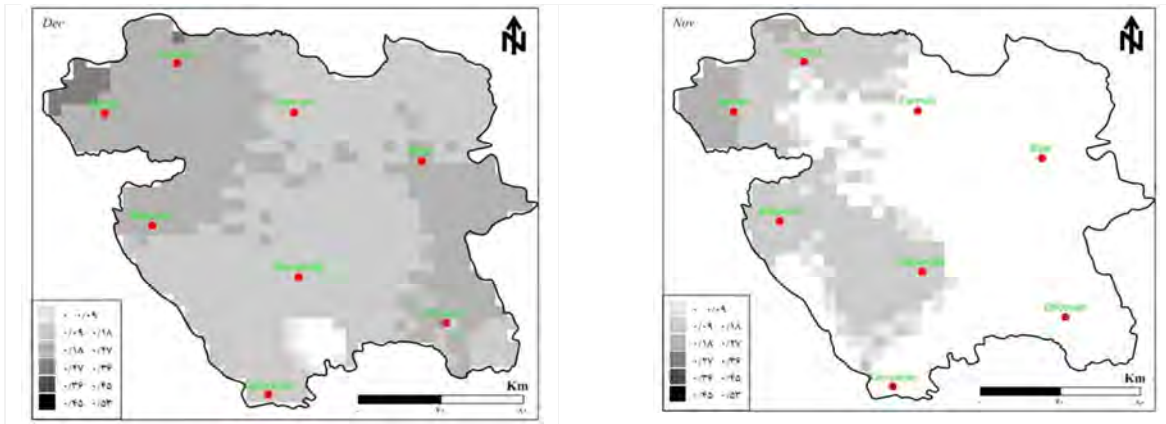
شکل (۱۳): ارتباط دما با شاخص دریای شمال-خزر (NCP) در نیمه‌ی اول سال



شکل (۱۴): ارتباط دما با شاخص دریای شمال-خزر (NCP) در نوامبر و دسامبر



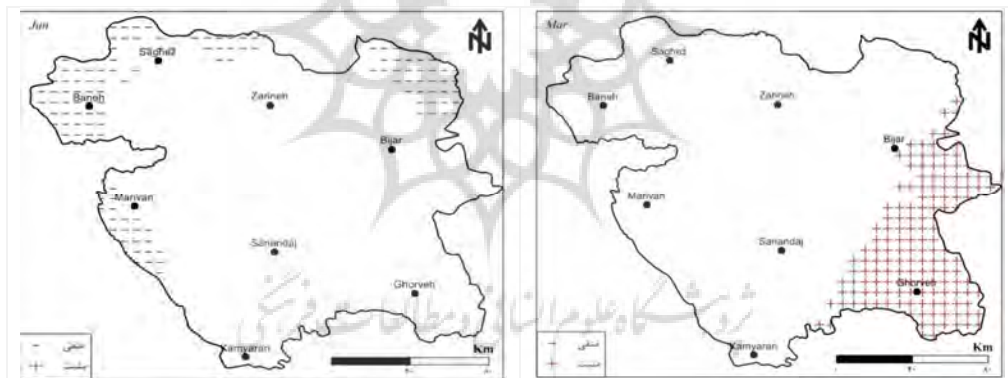
شکل (۱۵): ضریب تعیین ارتباط دما با شاخص دریای شمال-خزر (NCP) در نیمه اول سال



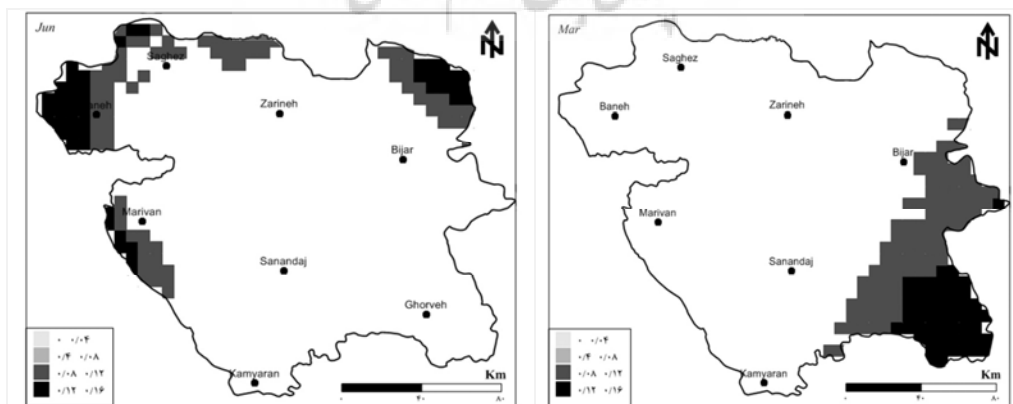
شکل (۱۶): ضریب تعیین ارتباط دما با شاخص دریای شمال-خزر (NCP) در نوامبر و دسامبر

خود می‌رسد. در این ماه میزان ضریب تعیین تغییرات دما با شاخص (CACO) در جنوب شرقی استان حدود ۱۲ الی ۱۶ درصد است که توسط وردایی شاخص توجیه می‌شود. در ماه ژوئن بر روی مناطق غربی استان ارتباط منفی و معکوس است. در نیمه دوم سال تنها در فصل تابستان آن هم بر روی برخی مناطق استان ارتباط معناداری مشاهده شد.

ارتباط شاخص نوسان آفریقای مرکزی- خزر (CACO) با دمای استان در برخی از ماههای سال بر روی برخی مناطق معنادار است. ارتباط این شاخص با دما بر روی مناطق شرق و غربی استان متفاوت است. در مناطق شرقی دما ارتباط مستقیمی با شاخص از خود نشان می‌دهد ولی مناطق غربی استان ارتباط معکوس و منفی با شاخص دارند. در بین ماههای مختلف سال در ماه مارس گستره‌ی ارتباط دما با شاخص یاد شده به اوج



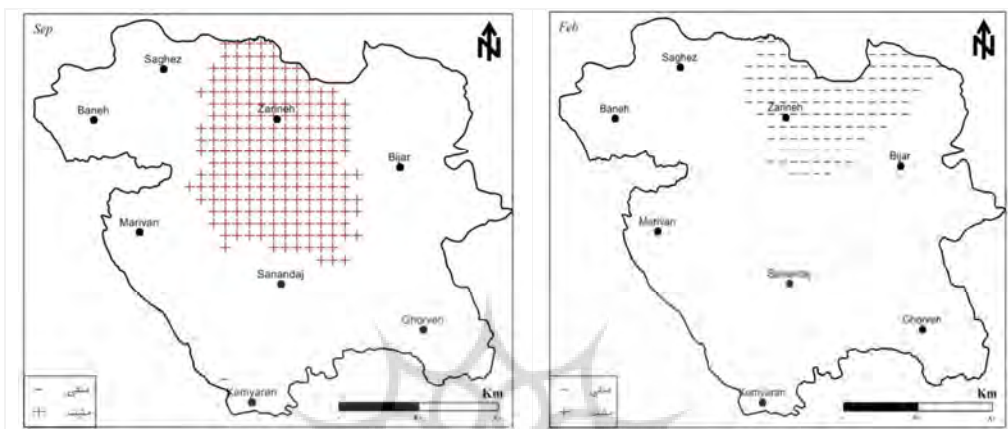
شکل (۱۷): ارتباط دما با شاخص نوسان آفریقای مرکزی- خزر (CACO) در ماههای مارس، ژوئن



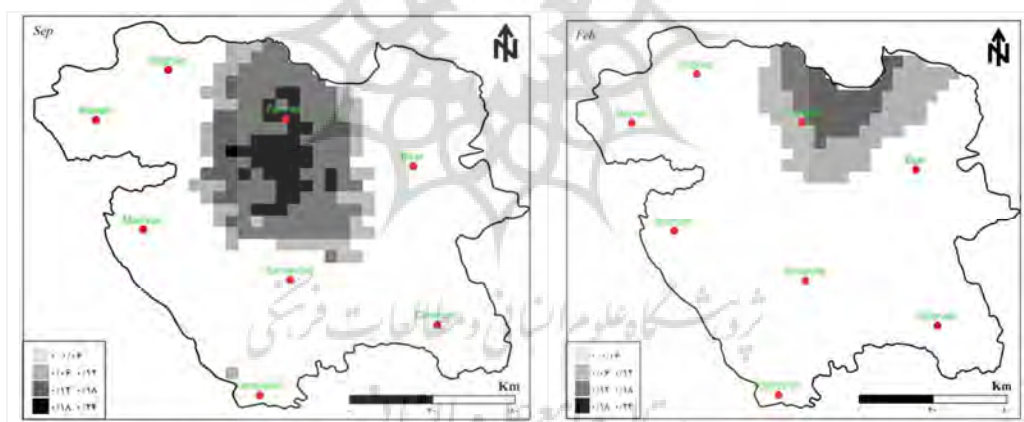
شکل (۱۸): ضریب تعیین ارتباط دما با شاخص نوسان آفریقای مرکزی- خزر (CACO) در ماههای مارس، ژوئن

ارتباط معنادار نسبت به سایر ماههای سال بیشتر است. به لحاظ مکانی ارتباط معنادار بر روی بلندیها و مناطق سرد استان در بخش‌های شمالی استان دیده می‌شود. بیشینه تغییرات دما در ارتباط با شاخص در این مناطق حدود ۱۸ الی ۲۴ درصد است. در ماههای سرد سال فاز مثبت شاخص منجر به کاهش دما بر روی استان می‌شود ولی برعکس در ماههای گرم سال فاز مثبت منجر به افزایش دمای استان خواهد شد.

ارتباط شاخص نوسان مدیترانه‌ای (MOI) با دمای استان در ماه فوریه، بر روی برخی نقاط در شمال استان معکوس و در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است. حدود ۱۲ الی ۱۸ درصد از وردایی دما بر روی بخش‌های شمالی استان در این ماه توسط شاخص نوسان مدیترانه‌ای (MOI) توجیه و تبیین می‌شود. برخلاف ماه فوریه در ماه سپتامبر ارتباط دما با شاخص مستقیم و معنادار است. در بین ماههای سال در ماه سپتامبر گستره‌ی



شکل (۱۹): ارتباط دما با شاخص نوسان مدیترانه (MOI) در ماه فوریه و سپتامبر



شکل (۲۰): ضریب تعیین ارتباط دما با شاخص نوسان مدیترانه (MOI) در ماه فوریه و سپتامبر

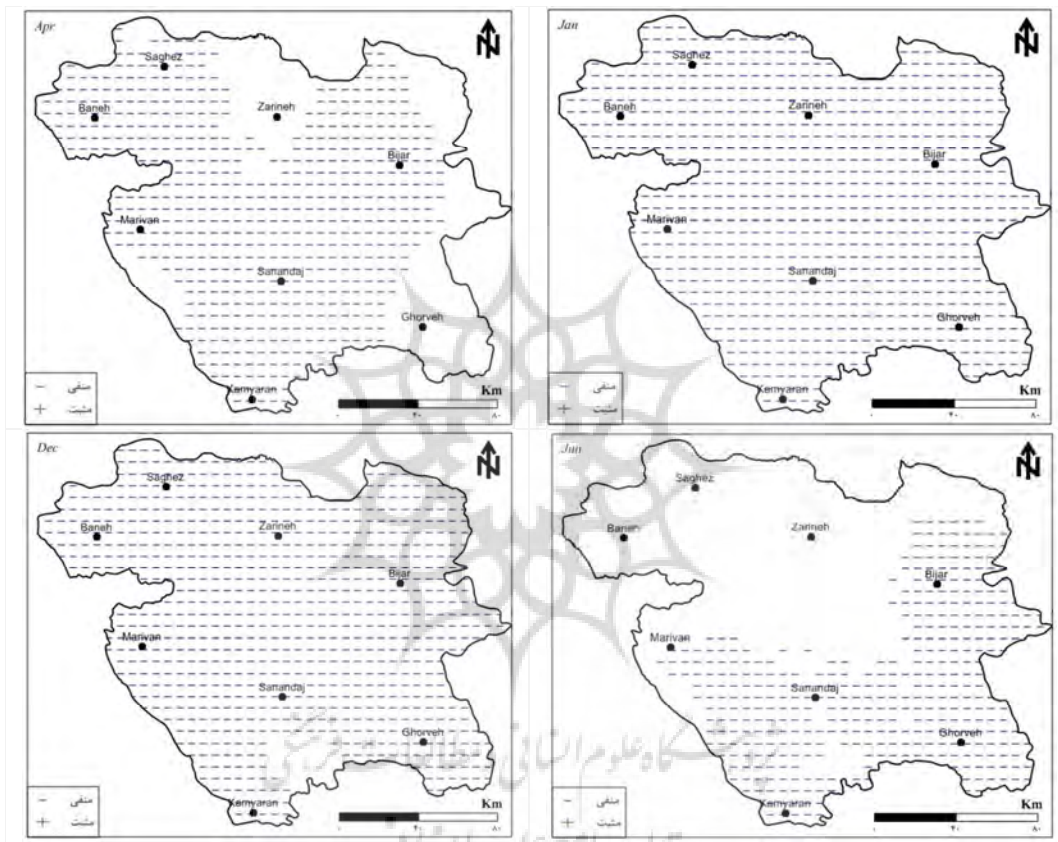
برخلاف فصل سرد سال در ماههای گرم سال فاز مثبت شاخص افزایش دمای استان را در پی خواهد داشت. همانطور که در نقشه‌ها نشان داده شده است در ماههای ژوئیه و اکتبر ارتباط دمای استان با شاخص مستقیم است. به لحاظ مکانی در مناطق شمالی و مرکز استان مشاهده می‌شود. بیشینه ارتباط دما مربوط به مناطق مرکزی استان است بطوری که حدود ۱۱۵ الی ۲۰ درصد تغییرات دما توسط شاخص قابل تبیین است

الگوی شرق مدیترانه (EMPI) همانند الگوی نوسان مدیترانه (MOI) منجر به تغییراتی مشابه در دمای استان کردستان می‌شود. در ماه مارس ارتباط الگوی شرق مدیترانه (EMPI) ارتباط معکوس و معناداری با دمای استان کردستان دارد. افزایش ارتفاع ژئوپتانسیل بر روی شمال شرق اقیانوس اطلس و کاهش ارتفاع ژئوپتانسیل بر روی شرق مدیترانه در ماه مارس (زمستان) منجر به کاهش دمای استان کردستان خواهد شد.

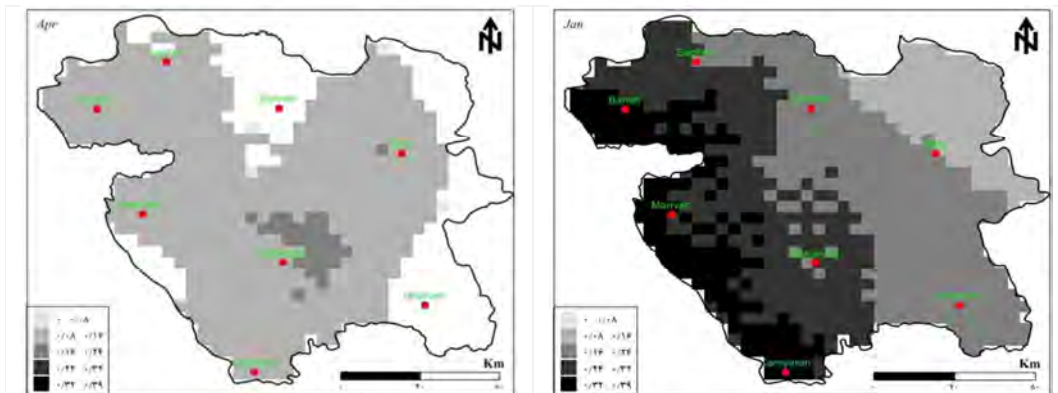


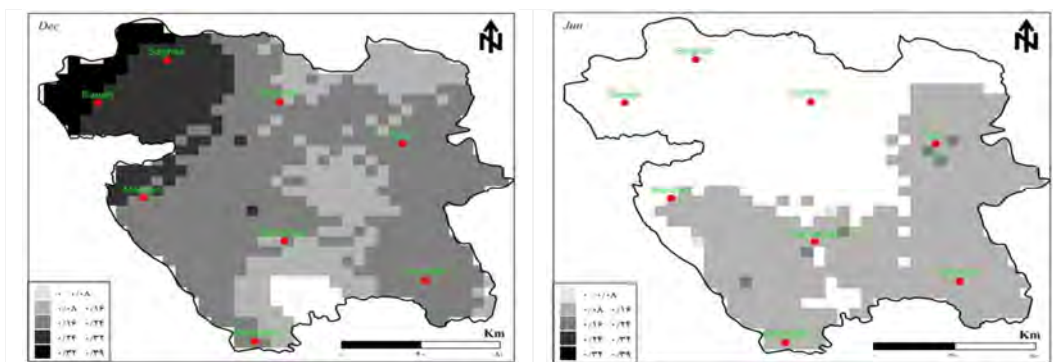
شمال چین و کاهش ارتفاع ژئوپتانسیل بر روی نیمه شمالی اقیانوس اطلس و شمال دریای خزر می‌باشد. در فاز مثبت آن وزش هوای سرد عرض‌های بالا به سمت نیمه‌ی غربی کشور و استان کردستان و صعود هوا منجر به افت دما خواهند شد. برعکس در فاز منفی شاخص نشست هوا و وزش هوای گرم عرض‌های جنوبی منجر به افزایش دما در استان خواهند شد.

ارتباط شاخص شرق اقیانوس اطلس - غرب روسیه (EAWR) با دمای استان کردستان منفی و معکوس است. گستره‌ی ارتباط معنادار در ماههای ژانویه، آوریل، ژوئن و دسامبر قابل توجه است. بیشینه ارتباط دما با شاخص (EAWR) در مناطق غربی و شمال غربی استان دیده می‌شود بطوری که حدود ۳۲ تا ۳۹ درصد از وردایی دما توسط شاخص یاد شده تبیین می‌شود. فاز مثبت شاخص بیانگر افزایش ارتفاع ژئوپتانسیل بر روی اروپا و



شکل (۲۳): ارتباط دما با شاخص شرق اقیانوس اطلس - غرب روسیه (EAWR) در ماههای ژانویه، آوریل و ژوئن





شکل (۲۴): ارتباط ضریب تعیین دما شرق اقیانوس اطلس-غرب روسیه (EAWR) با شاخص در ماههای ژانویه، آوریل، ژوئن، دسامبر

۹۵٪ با شاخص نشان می دهد بر روی برخی نقاط در بلندیها و ارتفاعات مرکزی استان طی نیمه دوم سال ارتباط معکوسی بین شاخص و دما دیده می شود که البته گستره مکانی آنها اندک است در حالیکه بر روی مناطق هموار و پست طی نیمه دوم سال ارتباط همچنان مستقیم است.

فاز مثبت شاخص شرق اقیانوس اطلس (EA) منجر به افزایش دما بر روی مناطق پست و کم ارتفاع استان کردستان می شود در ماه آوریل گستره مکانی ارتباط معنادار این شاخص با دما به بیشترین حد می رسد و تقریباً حدود ۷۰٪ از گستره مکانی استان کردستان ارتباط مستقیم و معناداری در سطح اطمینان



شکل (۲۴): ارتباط دما با شاخص شرق اقیانوس اطلس (EA) در ماه آوریل



## نتیجه گیری

بر روی دریای شمال به سمت شمال غرب و غرب ایران (استان کردستان) نفوذ می کند. همچنین در فاز مثبت شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO) افزایش فشار بر روی اطلس جنوبی و شمال آفریقا در تراز دریا منجر به شکل گیری یک سامانه ی و اچرخندی شده و با گردش پادساعتگردی ریزش هوای سرد عرض های شمالی را به سمت استان کردستان سرازیر می کند. علاوه بر شاخص های یاد شده، الگوهای نوسان قطبی (AO)، الگوی اسکاندیناوی (SCA) و شرق اقیانوس اطلس غرب روسیه (EAWR) نیز ارتباط معناداری و معکوسی با دمای استان کردستان نشان می دهند. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ناهنجاری مثبت بر روی اروپا و ناهنجاری منفی بر روی نیمه ی غربی کشور، دریای خزر، ترکیه منجر به کاهش دما در استان کردستان خواهد شد. همچنین شاخص نوسان جنوبی (SOI)، الگوی شرق مدیترانه (EMPI) و شاخص شرق اقیانوس اطلس (EA) در برخی ماهها ارتباط معنادار و مستقیمی با دمای استان کردستان دارند.

## منابع

- ۱- اکبری، طیبه و مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۶)، شناسایی نقش الگوهای پیوند از دور نیمکره شمالی بر دمای ایران، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، شماره ۲۲: ۱۳۲-۱۱۷.
- ۲- حلییان، امیر حسین و محمدی، بختیار (۱۳۹۱)، ارتباط دمای ماهانه چند ایستگاه نمونه ایران با شاخص های مختلف انسو، فصلنامه علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی، شماره ۳۸: ۱۹-۱.
- ۳- خسروی، محمود، کریمی خواجه لنگی، صادق و سلیقه، محمد (۱۳۸۶)، ارتباط شاخص نوسان قطبی با نوسان های دمایی مورد، ایستگاه شهر کرد، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۹: ۱۳۶-۱۲۵.
- ۴- خوش اخلاق، فرامرز، قنبری، نوذر و معصوم پور سماکوش، جعفر (۱۳۸۷)، مطالعه اثرات نوسان اطلس شمالی بر رژیم بارش و دمای سواحل جنوبی دریای خزر، پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۶: ۷۰-۵۷.
- ۵- رضایی بنفشه، مجید، جهانبخش، سعید، بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۹)، پیش بینی بارش پاییزه و زمستانه نیمه غربی ایران، با استفاده

برای انجام این پژوهش داده های میانگین روزانه ی دمای استان کردستان طی بازه زمانی ۱/۱/۱۳۴۰ تا ۲۹/۱۲/۱۳۸۸ (۲۱/۳/۱۹۶۱ تا ۱۹/۱/۲۰۱۱) از ایستگاههای همدید و اقلیمی داخل و خارج از استان استفاده شد. با بهره گیری از روش زمین آمار کریگینگ مقادیر دما بر روی یاخته های ۶×۶ کیلومتر برای هر روز جداگانه درون یابی شدند. یک پایگاه داده گاه جای در ابعاد ۸۱۱×۳۱۸۲۰۳ ایجاد شد که بر روی سطرها زمان (روز) و بر روی ستونها مکان یا یاخته های داخل مرز استان کردستان قرار داشت. میانگین ماهانه ی دما طی سالهای مختلف برای هر یاخته جداگانه حساب شد. داده های ماهانه ی مربوط به ۱۰ الگوی پیوند از دور از مرکز NCEP/NCAR استخراج شد. ارتباط دمای استان کردستان با الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که در اغلب ماههای سال ارتباط معناداری بین الگوهای پیوند از دور و دما مشاهده می شود. گستره ی ارتباط معنادار و شدت آن در فصل زمستان و پاییز به اوج خود می رسد. در نیمه ی گرم سال گستره ی ارتباط معنادار کاهش می یابد. در بین الگوهای پیوند از دور مورد مطالعه شاخص های دریای شمال\_ خزر (NCP) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و نوسان اطلس شمالی (NAO) در تراز دریا نقش چشمگیری بر دمای استان کردستان طی فصل های پاییز و زمستان دارند. ارتباط بین شاخص های یاد شده با دمای استان معکوس است. به بیانی دیگر فاز مثبت آنها منجر به افت دمای استان و فاز منفی آن، افزایش دما را به دنبال خواهد داشت. در ماه ژانویه ۴۵ الی ۵۳ درصد تغییرات دما در استان کردستان توسط وردایی شاخص دریای شمال\_ خزر (NCP) توجیه و تبیین می شود. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال فاز مثبت شاخص دریای شمال\_ خزر (NCP) بر روی دریای شمال ارتفاع ژئوپتانسیل ناهنجاری مثبت دارد و بر روی شمال شرق دریای خزر ناهنجاری منفی است. کاهش ارتفاع ژئوپتانسیل بر روی شمال شرق دریای خزر بیانگر کاهش دما و سرد شدن جو است که هوای سرد عرض های بالا در شرق پشته ی ایجاد شده

surface air temperatures in NCEP, International Journal of Climatology, 27, pp: 1171-1187.

17- Kutiel, H., Maheras, P., Turkes, M and Paz, S. (2002): North sea-caspian pattern (NCP) – an upper level atmospheric teleconnection affecting the eastern mediterranean – implications on the regional climate. Theor Appl Climatol, 72, pp: 173-192.

18- Hatzaki, M., Flocas, H.A., Maheras, P., Asimakopoulos, D.N and Giannakopoulos, C.(2006): Study of future climatic variations of a teleconnection pattern affecting Eastern Mediterranean, Global NEST Journal, 8(3),pp: 195-203.

19- Singh, G.P. and Jai-Ho, Oh. (2007): Impact of Indian Ocean Sea-Surface Temperature Anomaly on Indian Summer Monsoon Precipitation Using a Regional Climate Model, Int. J. Climatol, 27, pp: 1455-1465.

20- Kutiel, H., Benaroch, Y., 2002. North Sea-Caspian Pattern (NCP)- on upper level atmospheric teleconnection affecting the Eastern Mediterranean: identification and definition. Theor. Appl. Climatol. 71, pp: 17-28.

Lopez-Moreno, J.I, Vicente-Serrano, S.M, Moran-Tejeda, E, Lorenzo-Lacruz, J, Kenawy, A, Beniston, M, 2011, Effects of the North Atlantic Oscillation(NAO) on combined temperature and precipitation winter modes in the Mediterranean mountains: observed relationships and projections for the 21st century, Global and planetary change, 77, pp: 62-76.

از SST مدیترانه در فصول تابستان و پاییز، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۴: ۶۲-۴۷.

۶- عساکره، حسین(۱۳۸۲)، نوسانات اقیانوس اطلس شمالی، نشریه سپهر، دوره‌ی دوازدهم، شماره ۴۸.

۷- علیزاده، امین، عرفانیان، مریم و انصاری، حسین(۱۳۹۰)، بررسی الگوهای پیوند از دور موثر بر پارامترهای بارش و دما(مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک مشهد)، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۲: ۱۸۵-۱۷۶.

۸- مسعودیان، سید ابوالفضل و دارند، محمد (۱۳۸۶)، شناسایی ارتباط پیوند از دور آفریقای مرکزی -خزر (CACO) با دما و بارش ایران زمی، مجله اندیشه جغرافیایی دانشگاه زنجان، شماره ۲: ۹۷-۱۱۷.

۹- مسعودیان، سید ابوالفضل(۱۳۹۲)، آب و هوای ایران، انتشارات شریعه توس، چاپ اول، مشهد.

۱۰- مسعودیان، سید ابوالفضل و دارند، محمد (۱۳۹۲)، ارتباط دو الگوی دریای شمال خزر (NCP) و شرق اروپا- شمال شرق ایران(ENEI) با بسامد رخداد و سرماهای فرین دوره سرد سال ایران، مجله فیزیک زمین و فضا، شماره ۲: صص ۱۸۶-۱۷۱.

11- Yetemen, O., and Yalcin, T. (2009): Climatic parameters and evaluation of energy consumption of the Afyon geothermal district heating system, Afyon, Turkey, Renewable Energy, 34, pp: 706-710.

12- Ghasemi, A.R., and Khalili, D. (2008): The effect of the North Sea-Caspian pattern (NCP) on winter temperature in Iran, Journal of the Theoretical and Applied Climatology, 92, pp: 59-74.

13- Glickman, T.S. (2000): Glossary of Meteorology. 2d ed., American Meteorological Society, 855pp., available online at <http://amsglossary.allePOLress.com/>.

14- Walker, G.T, Bliss, E.W. (1932): World weather V. Memoirs of the Royal Meteorological Society. 4, pp: 53-84.

15- Walker, G.T. (1942): Correlation in seasonal variations of weather, IX. A further study of world weather. Memoirs of the India Meteorological Department. 24 (part IV), pp: 75-131.

16- Tatly, H, 2007: Synchronization between the North Sea-Caspian pattern (NCP) and