



عظیم

علوم محیطی سال چهارم، شماره چهارم، تابستان ۱۳۸۶
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.4, No.4, Summer 2007

۷۵-۹۰

بررسی ارتباط از دور سیگنال هواشناسی ENSO با نوسانات بارندگی و دما در استان خراسان

محمد معتمدی^۱، کوروش احترامیان^{۲*}، علیرضا شهاب‌فر^۳

۱- گروه جغرافیا، دانشگاه آزاداسلامی واحد شیروان

۲- گروه کشاورزی، دانشگاه آزاداسلامی واحد شیروان

۳- گروه مهندسی عمران - آب، دانشگاه آزاداسلامی واحد شیروان

The Study of Teleconnection Between ENSO as a Weather Signals and Rain Fall and Temperature Fluctuation's of the Khorasan Province

Mohammad Moetamedi¹, Kourosh Ehteramian^{2*}, Alireza Shahabfar³

1- Department of Geography, Azad University of Shirvan
2- Department of Agriculture, Azad University of Shirvan
3- Department of Civil Engineering, Azad University of Shirvan

Abstract

The long-term forecasting and monitoring of Climatological parameters depends on identification of all effective factors that are affects on this phenomenon. One of these parameters is the weather signal. These signals are the determinable and specific pattern and occur in the distinguished regions in the world, but its effects are worldwide. One of the famous signals is ENSO phenomenon, which have two phases. In this paper with using annual and seasonal correlations between Southern Oscillation Index (SOI) and rainfall data and also between Southern Oscillation Index (SOI) and temperature data, the effective amounts of ENSO phases on the differences of these factors was studied in the all regions of Khorasan province in I.R.of Iran, then for more comprehensive study the classification maps in relation of ENSO and variability of rainfall and temperature were drawn. It was concluded that the mentioned parameter in the whole of the province especially in central and north strip have shown significant action to ENSO, in other word the average of temperature correlation indices are negative annually and seasonally, it means when SOI amounts are increased the temperature in Khorasan province will be decreased. With regard to increasing the above weather parameters in all regions of Khorasan province at the time of ENSO's negative phases (El Nino condition) variation of temperature could be related to the changes of pattern of occurrences this phenomenon (ENSO) due to climatic change around the world.

Keywords: Weather signal, temperature, correlation, El Niño, La Nina.

چکیده

یکی از مهم‌ترین سیگنال‌های هواشناسی که در مقیاس جهانی بر پارامترهای آب و هوایی در اغلب مناطق کره زمین تأثیر می‌گذارد، پدیده ENSO یا النینو - نوسانات جنوبی است. تغییرات الگوی وقوع این پدیده باعث بوجود آمدن تغییرات دراز مدت و معنی‌داری در وضعیت بارندگی و دمای کره زمین شده است. در این پژوهش به منظور بررسی میزان ارتباط تغییر اقلیم با پدیده ENSO و ارتباط آن با تغییرات پارامترهای آب و هوایی ابتدا با استفاده از رابطه همبستگی سالانه و فصلی شاخص نوسانات جنوبی (SOI) با داده‌های بارندگی دما به دست آمده و سپس به منظور مطالعه دقیق‌تر نحوه تأثیر پدیده ENSO بر نحوه تغییرات دمای مناطق مختلف استان خراسان نقشه‌های پهنه‌بندی مربوطه ترسیم شد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت بارندگی و دمای کلیه مناطق استان (به‌ویژه نوار مرکزی و تا حدودی شمالی) نسبت به پدیده ENSO واکنش معنی‌داری نشان می‌دهند بعبارت دیگر میانگین ضرایب همبستگی بارندگی و دما با مقادیر SOI به طور سالانه و فصلی منفی است، یعنی با افزایش مقادیر SOI، مقادیر بارندگی و دما در سطح استان خراسان در فصول و سال‌های مختلف کاهش می‌یابد. با توجه به افزایش بارندگی و دمای مناطق مختلف استان (به‌طور فصلی و سالانه) در زمان فعالیت فاز منفی ENSO (شرایط النینو)، تغییرات بارش و دمای استان در این شرایط را می‌توان به دگرگونی الگوی وقوع پدیده ENSO در اثر تغییرات اقلیمی در سطح جهان مرتبط دانست.

کلیدواژه‌ها: سیگنال هواشناسی، بارندگی، دما، همبستگی، النینو، لانیو.

* Corresponding author. Email Address: Ehteramian_k@yahoo.com

مقدمه

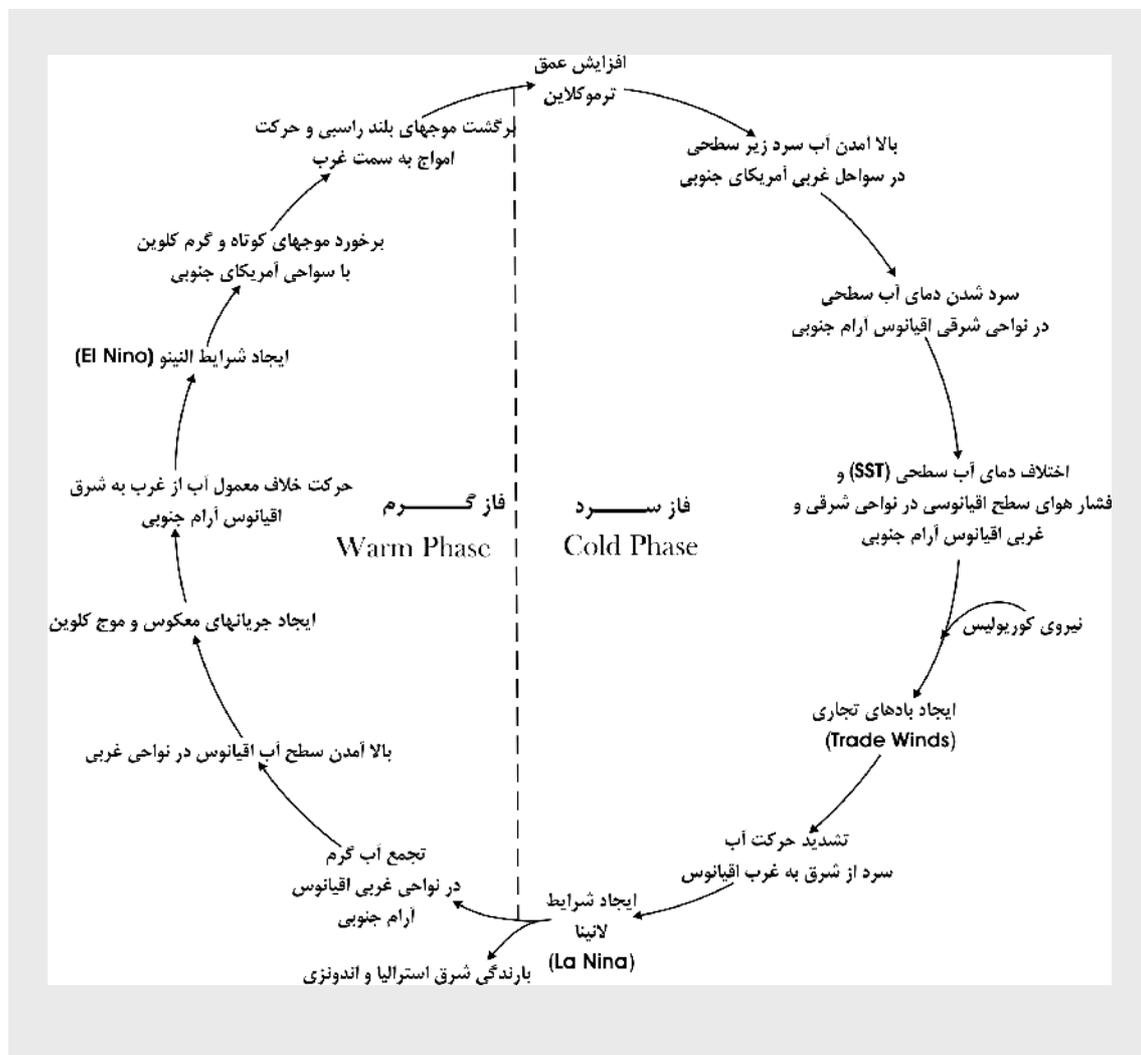
تغییرات آن ایفا خواهد کرد.

ال نینو در زبان اسپانیولی به معنی پسر بوده و به جریانات ضعیفی از آب گرم در ایام کریسمس (ژانویه) در امتداد سواحل پرو از شمال به سمت جنوب جریان می‌یابد، اطلاق می‌شود (Trenberth, 1997). در واقع النینو عبارت است از گرم شدن بیش از حد و معمول آب‌های شرقی و مرکزی اقیانوس آرام حاره‌ای که از دوام و پایداری کافی زمانی برخوردار باشد. در شرایط النینو الگوی فشار هوا و حرکت باد در عرض‌های استوایی اقیانوس آرام دچار اغتشاشاتی شده و از حالت طبیعی و معمول خود خارج می‌شود (Nazemosadat, 2001). پدیده نوسانات جنوبی نشان‌دهنده تغییرات فشار هوا بین نواحی شرقی و غربی اقیانوس آرام (به صورت نوسان الاکلنگی) می‌باشد. در زمان وقوع این پدیده هنگامی که فشار هوای سطح اقیانوس آرام در نواحی شرقی (سواحل شیلی و پرو) بیش از معمول می‌باشد، در نواحی غربی این اقیانوس (سواحل شرقی استرالیا و اندونزی) کمتر از میانگین دراز مدت می‌باشد. یکی از عوامل مهم در وقوع پدیده ال نینو، یا به بیان جامع‌تر پدیده ENSO، تغییرات غیر معمول در دمای آب سطحی اقیانوسی^۲ است، تحقیقات زیادی در ارتباط با تأثیر نوسانات SST با تغییرات بارندگی و دما در اکثر مناطق دنیا به عمل آمده است. در این رابطه کوردی و یوکوانکوما در سال ۱۹۹۴ همچنین فوریکسن و بالگویند در همان سال طی مطالعاتی نتیجه گرفتند که نوسانات SST با تغییرات بارندگی در استرالیا و کشور افریقای غنا در ارتباط می‌باشد. ناظم‌السادات و همکاران نیز در سال ۱۹۹۵ تأثیر نوسانات SST در خلیج فارس را بر بارندگی مناطق جنوبی ایران مورد مطالعه قرار دادند. آنها از این تحقیق نتیجه گرفتند که تغییرات دمای سطح آب در خلیج فارس تأثیر معنی‌داری بر تغییرات و نوسانات بارندگی در مناطق جنوبی ایران داشته است.

سیگنال‌های هواشناسی که در اثر تغییرات میدان‌های فشار در مناطق مختلف زمین شناخته شده‌اند، می‌توانند با تغییر توزیع فشار در سطح زمین، الگوهای بارش و به‌ویژه دمای سطح زمین را تعیین کنند. تاکنون محققین علم هواشناسی توانسته‌اند با استفاده از تغییرات میدان‌های فشار در مناطق مختلف کره زمین، سیگنال‌های متعددی را بیابند که هر کدام از آنها می‌توانند پراکندگی بارش را در منطقه تحت تأثیر خود مشخص نماید، از جمله سیگنال‌های مهم هواشناسی که هم اکنون محققین متعددی در حال مطالعه اثرات آنها بر روی الگوهای بارش و دمای زمین هستند، می‌توان به ASU, SZ, ENSO, NAO, EA, EA-JET, WP, EP, NP, PNA, EA/WR, TNH, PT, POL اشاره کرد (Shahabbar, et al., 2001). یکی از قوی‌ترین سیگنال‌های طبیعی که در مقیاس جهانی بر اکثر مناطق کره زمین تأثیر می‌گذارد پدیده انسو یا (El Niño-Southern Oscillation (ENSO) است. پدیده انسو از دو پدیده النینو^۱ و نوسانات جنوبی تشکیل شده و در ابتدا تصور بر این بود که این دو پدیده به‌طور مجزا و مستقل از هم عمل می‌کنند، اما از اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی پریستلی و تروپ (۱۹۶۶) و تروپ (۱۹۶۵) نشان دادند که این دو پدیده ارتباط تنگاتنگی با هم داشته و وقوع آنها جدا از یکدیگر نمی‌باشد. از سوی دیگر به دلیل واقع شدن ایران در عرض‌های پرفشار میانی نیمکره شمالی، اکثر مناطق کشور (از جمله خراسان) دارای اقلیمی گرم خشک تا نیمه خشک مرطوب می‌باشد. بنابراین پیش‌بینی و پایش دراز مدت شرایط اقلیمی در هر منطقه می‌تواند راهکار مناسبی جهت مقابله با عوارض ناگوار تغییرات اقلیمی (خشکسالی، سیل و غیره) باشد. در این رابطه پایش بارندگی و دما (به‌عنوان مهم‌ترین عناصر اقلیمی) و عوامل تأثیرگذار بر این پدیده‌ها (نظیر پدیده ENSO)، نقش مؤثری در جهت تعیین اقلیم و

شاخصی به نام شاخص نوسانات جنوبی^۴ که بیانگر شدت تغییرات فشار در امتداد شرقی- غربی اقیانوس آرام جنوبی می‌باشد، ارائه شد. این شاخص مشخص کننده ویژگی‌های پدیده ENSO بوده و براساس تفاضل مقادیر استاندارد شده فشار هوای سطح آب در شهر بندری داروین (در شمال استرالیا) و جزیره تاهیتی (در نواحی مرکزی اقیانوس آرام جنوبی) محاسبه می‌شود. در شکل شماره ۱ نحوه گذار فازهای گرم به سرد پدیده ENSO و بالعکس نشان داده شده است.

اختلاف دمای سطح اقیانوس یکی از عوامل بوجود آورنده فازهای گرم و سرد ENSO می‌باشد. فاز گرم ENSO همان پدیده النینو و فاز سرد آن به لائینا^۳ موسوم است. تحت شرایط لائینا حرکت معمولی آب از شرق اقیانوس آرام جنوبی (سواحل غربی آمریکای جنوبی) به سمت غرب آن (سواحل شرقی استرالیا و اندونزی) از شدت بیشتری برخوردار شده و بارندگی‌های بیش از حد معمولی در استرالیا و اندونزی به وقوع می‌پیوندد. جهت تعیین شدت، نوع و نحوه تأثیر پدیده ENSO



شکل ۱- چرخه وقوع فازهای گرم و سرد پدیده ENSO در اقیانوس آرام جنوبی

قدمت بالای شامل مشهد، بیرجند، تربت حیدریه و سبزوار بصورت نمودار و نقشه در محیط Excel و Arcview نمایش داده شد.

نتایج و بحث

ارتباط پدیده ENSO با بارندگی و دمای سالانه در سطح استان خراسان

جهت بررسی نحوه ارتباط پدیده ENSO با میزان بارندگی و دمای سالانه ایستگاه‌های استان، پس از تهیه و تنظیم میانگین سالانه بارندگی و دمای در ایستگاه‌های سینوپتیک و اطمینان از همگن بودن داده‌ها، به‌طور جداگانه همبستگی میانگین سالانه بارندگی و دما با شاخص SOI برای سال‌های دارای آمار هر ایستگاه انجام شد. حدود دامنه همبستگی میان مقادیر SOI و بارندگی سالانه در کلیه ایستگاه‌ها از $+0/75$ در سال ۱۹۹۸ در ایستگاه قوچان تا $-0/97$ در سال ۱۹۹۷ در ایستگاه قاین متغیر بود. بمنظور مطالعه دقیق‌تر روند تأثیر پدیده ENSO بر بارندگی سالانه در سطح استان نمودار همبستگی مقادیر SOI سالانه با مقادیر بارندگی سالانه در تمامی ایستگاه‌های سینوپتیک استان به‌دست آمد که در این رابطه در شکل ۲ روند تغییرات ضرایب همبستگی بارندگی و SOI سالانه در ۴ ایستگاه با قدمت بالای استان (مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه) به‌صورت نمودار توأم نشان داده شده است.

با عنایت به این نمودار می‌توان دریافت که نحوه تغییرات ضرایب همبستگی دو متغیر بارندگی سالانه ایستگاه‌های مختلف و شاخص SOI، در طول سال‌های مختلف و در ۵ ایستگاه، تقریباً یکنواخت و هماهنگ است. به عبارت دیگر نه تنها پدیده ENSO بر بارندگی سالانه این ایستگاه‌ها تأثیر گذار بوده بلکه با ملاحظه روند دراز مدت تغییرات ضرایب همبستگی سالانه بارندگی و SOI در

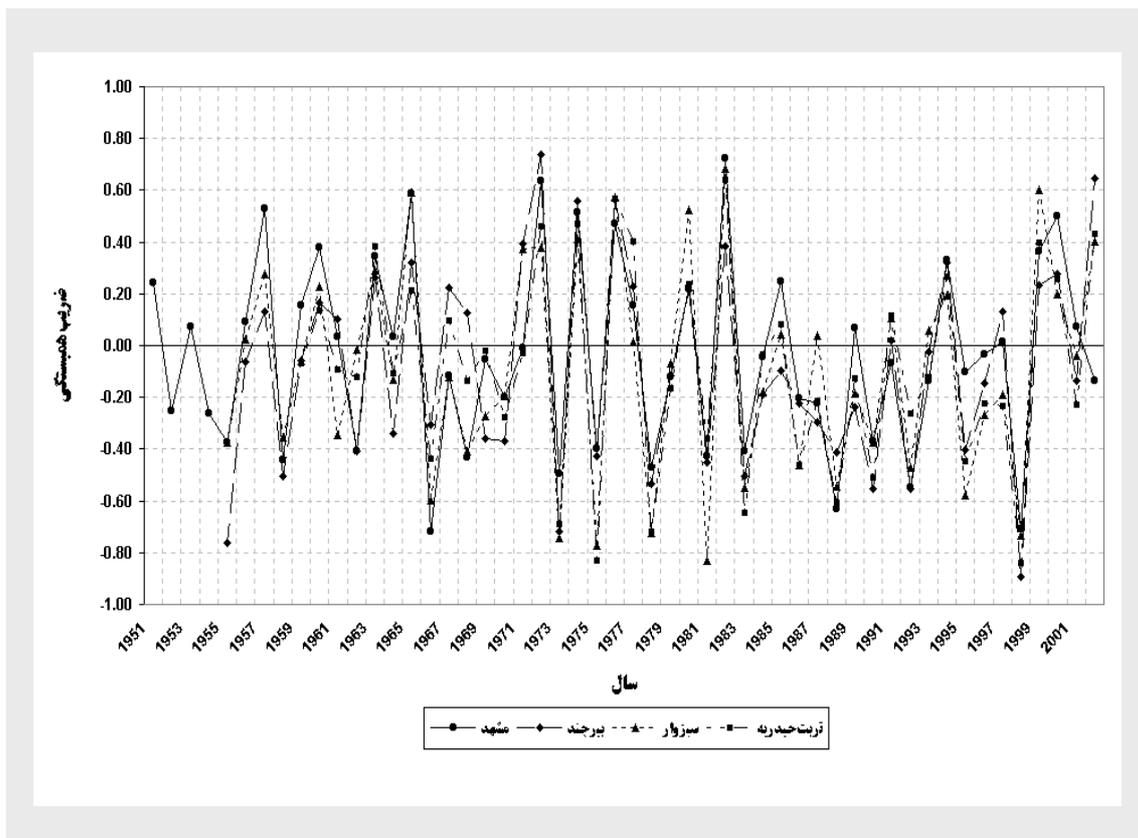
با عنایت به تغییر الگوی وقوع فازهای گرم و سرد پدیده ENSO هدف از اجرای این پژوهش بررسی ارتباط میان پدیده ENSO و پارامترهای اقلیمی در استان خراسان از یک سو و پیش‌بینی شرایط خشکسالی با استفاده از نحوه تأثیر پدیده ENSO بر بارندگی و دمای ایستگاه‌های سینوپتیک استان خراسان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

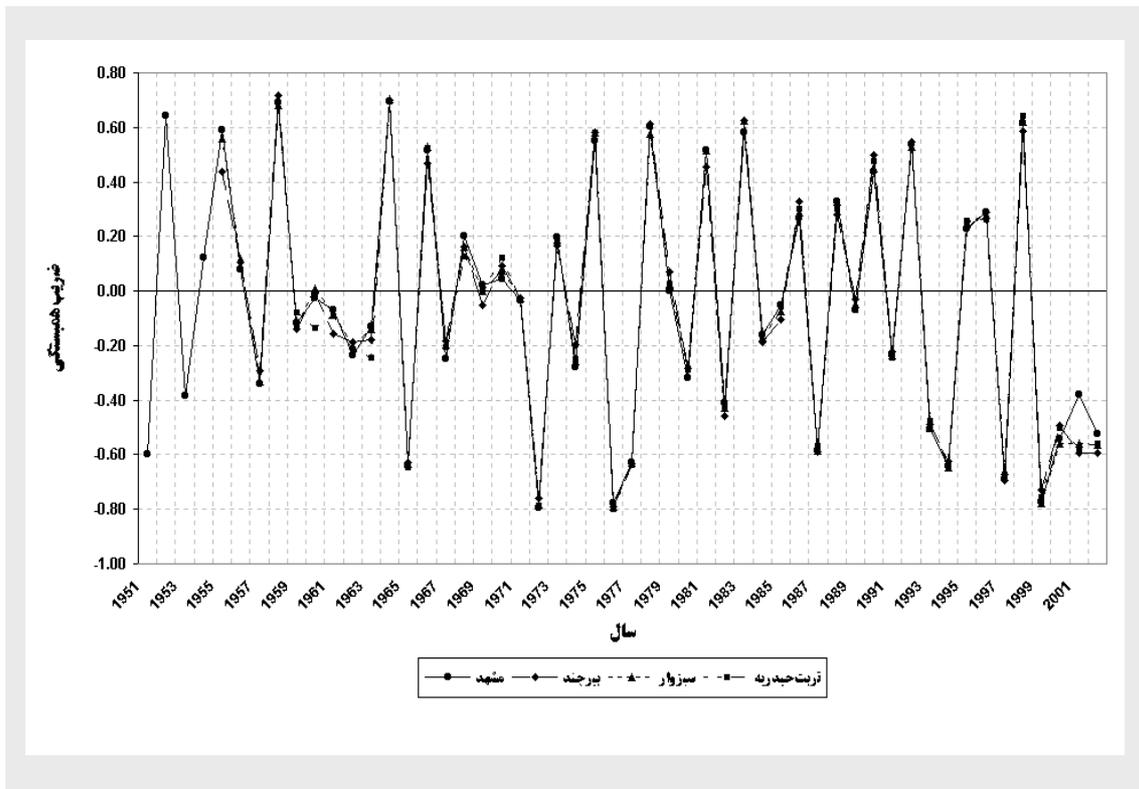
جهت پایش و بررسی خشکسالی، تأثیر پدیده ENSO بر شرایط اقلیمی و پارامترهای آب و هوایی در استان خراسان (از جمله دما) مورد مطالعه قرار گرفت. استان خراسان بزرگ (شامل سه استان: شمالی، رضوی و جنوبی) با وسعتی بالغ بر ۲۹۴۹۷۲ کیلومتر مربع در محدوده عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی واقع شده است. در این محدوده ۱۸ ایستگاه سینوپتیک وجود دارد. در این راستا ابتدا آمار دراز مدت (۳۰ ساله) بارندگی و دمای ایستگاه‌های سینوپتیک استان تهیه گردیده از بین این ۱۸ ایستگاه سینوپتیک موجود در سطح استان خراسان بزرگ تنها ۴ ایستگاه دارای آمار بیش از ۳۰ سال انتخاب شدند. در این انتخاب همچنین از استفاده آمار برخی از ایستگاه‌ها که دارای آمار ناقص بودند (مانند ایستگاه بجنورد) خودداری شد. سپس پس از حذف آمار مشکوک، جهت بالا بردن ضریب اطمینان داده‌ها، آزمون همگنی و یکنواختی داده‌ها انجام پذیرفت. در این مطالعه جهت برآورد میزان و نحوه تأثیر پدیده ENSO بر نوسانات بارندگی و دمای استان خراسان، رابطه همبستگی میان هر یک از این پدیده‌های اقلیمی و ENSO به‌طور سالانه و فصلی در طول دوره آماری هر ایستگاه محاسبه شده و در نهایت نتایج چهار ایستگاه با

۱۹۷۵ و ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۲ نمودارها دقیقاً مشابه بوده، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که پدیده ENSO بر تغییرات دمایی سالانه در کلیه ایستگاه‌های سینوپتیک استان تأثیر مشابهی داشته است. دامنه تغییرات نمودارهای همبستگی دما و SOI سالانه ایستگاه‌های استان از $0/8-$ تا $0/8+$ بوده که بیشترین میزان همبستگی مربوط به ایستگاه‌های گل‌مکان در سال ۱۹۹۳ در ایستگاه گل‌مکان ($0/8$) و کمترین مربوط به ایستگاه مشهد در سال ۱۹۷۲ ($-0/8$) می‌باشد. جهت مقایسه دقیق‌تر میزان ارتباط دمای سالانه با پدیده ENSO در استان خراسان نمودار توأم همبستگی دما و SOI سالانه در ۴ ایستگاه با قدمت بالای استان ترسیم شد (شکل ۳).

ایستگاه‌های مذکور، می‌توان دریافت پدیده ENSO بر بارندگی سالانه این ایستگاه‌ها با یک الگوی مشخص تأثیر گذاشته است. نحوه تغییرات همبستگی بارندگی سالانه و SOI ایستگاه‌های مختلف از سال ۱۹۵۹ میلادی تا سال ۱۹۸۵ تقریباً دارای تواتر یکنواختی بوده ولی از این سال تا سال ۲۰۰۱ تواترها غیر یکنواخت‌تر شده‌اند، به‌طوری‌که از سال ۹۸ تا ۲۰۰۱ روند این همبستگی در هر ایستگاه نسبت به سایر ایستگاه‌ها متمایز شده است. تغییرات ضرایب همبستگی دمای سالانه نیز با SOI در کلیه ایستگاه‌های استان، بطور معنی‌داری مشابه یکدیگر بوده و حتی در برخی از سال‌ها دقیقاً یکسان هستند. برای مثال در سال‌های ۱۹۶۳ تا ۱۹۶۶ و ۱۹۷۱ تا



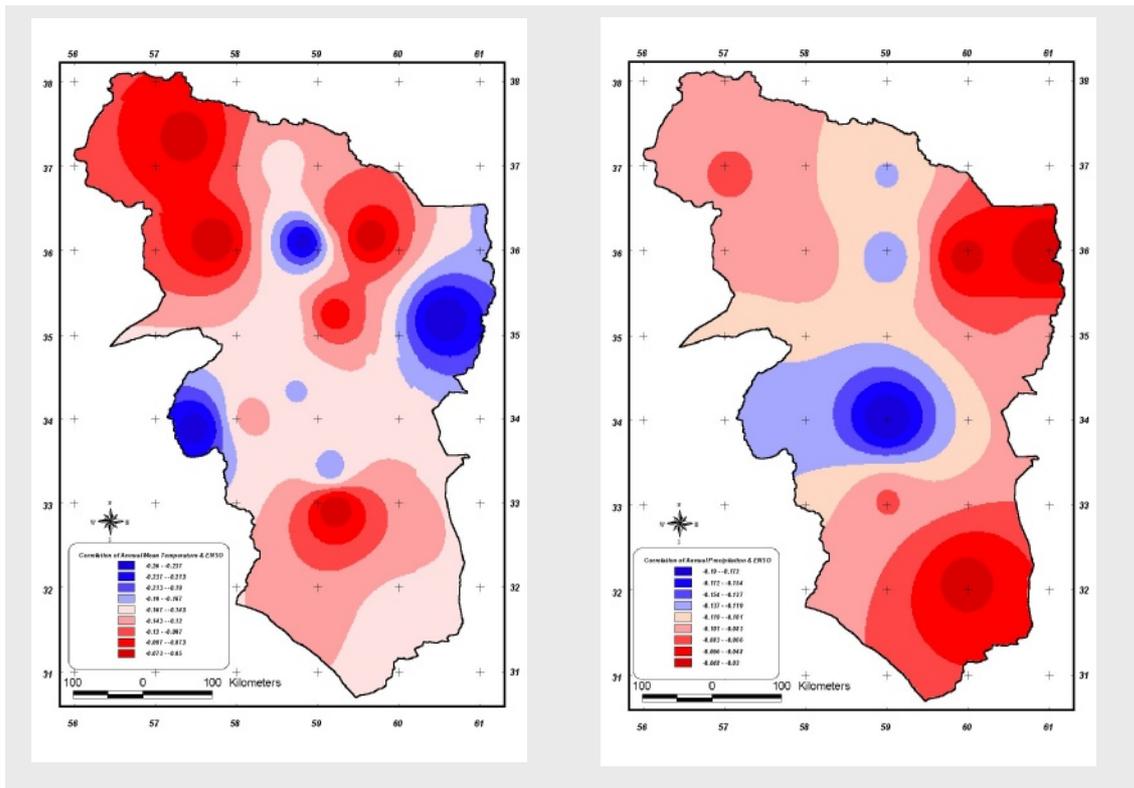
شکل ۲- نمودار توأم ضرایب همبستگی‌های بارندگی سالانه و پدیده ENSO در ایستگاه‌های مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه



شکل ۳- نمودار توأم ضرایب همبستگی های دمای سالانه و پدیده ENSO در ایستگاههای مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه

میانگین همبستگی بارندگی سالانه و ENSO وجود دارد. به عبارت دیگر بارش های سالانه در این نواحی تأثیر معنی دار بیشتری نسبت به سایر مناطق استان از پدیده ENSO گرفته است. از سوی دیگر با توجه به شکل ۵ نیز ملاحظه می شود، به طور کلی در نواحی شمال شرقی و غرب و شمال استان الگوهای مشخص تری از ضرایب همبستگی میانگین دمای سالانه و SOI وجود دارد. به عبارت دیگر دمای سالانه در این نواحی تأثیرپذیری بیشتری نسبت به پدیده ENSO در مقایسه با سایر مناطق استان داشته است. میانگین همبستگی سالانه بارندگی و SOI و میانگین همبستگی سالانه دما و SOI در سطح استان منفی است که نشان دهنده آن است که با کاهش مقادیر SOI (منفی شدن SOI) یا به عبارت دیگر فعال شدن فاز گرم ENSO میزان بارندگی و دمای سالانه در سطح استان (به ویژه نوار مرکزی) افزایش می یابد.

با ملاحظه این شکل مشخص می شود که نحوه تغییرات ضرایب همبستگی دما با SOI در این ایستگاه ها از یک روند کاملاً مشخصی تبعیت کرده و در واقع تغییرات دمایی در این ایستگاه ها به طور معنی داری تحت تأثیر پدیده ENSO قرار گرفته است. برای بررسی دقیق تر نحوه همبستگی سالانه بارندگی و دما با پدیده ENSO در سطح استان، اقدام به تهیه نقشه های پهنه بندی میانگین همبستگی سالانه بارندگی و SOI و میانگین همبستگی دمای سالانه با SOI در خراسان گردید (شکل های ۴ و ۵). جهت تهیه این نقشه ها ابتدا میانگین همبستگی بارندگی و SOI و میانگین همبستگی دما و SOI در هر سال و در طول دوره آماری هر ایستگاه به دست آمده و سپس نقشه های پهنه بندی ترسیم شد. با توجه به شکل ۴ ملاحظه می شود به طور کلی در نواحی مرکزی شمال شرقی و جنوب شرقی استان الگوهای مشخص تری از



شکل ۵- نقشه پهنه‌بندی میانگین ضرایب همبستگی دمای سالانه پدیده ENSO در استان خراسان

شکل ۴- نقشه پهنه‌بندی میانگین ضرایب همبستگی بارندگی سالانه و پدیده ENSO در استان خراسان

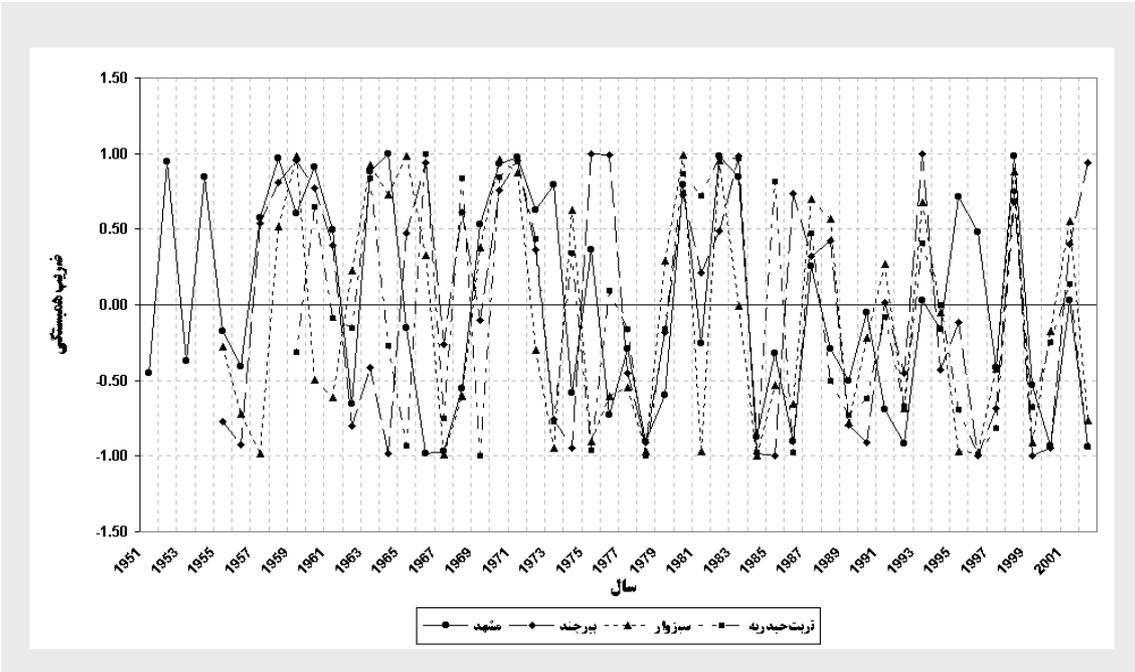
فصلی با SOI فصلی به‌طور جداگانه برای هر ایستگاه سینوپتیک خراسان به‌دست آمد. در این مرحله ۴ ایستگاه مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه به‌عنوان مبنا انتخاب و نمودارهای توأم بارندگی در هر فصل با مقادیر مشابه فصلی SOI در شکل‌های ۶ الی ۹ نشان داده شد. با ملاحظه این نمودارها می‌توان دریافت که نحوه تغییرات و نوسانات ضرایب همبستگی فصلی بارندگی و ضرایب همبستگی فصلی دما با مقادیر SOI در طی فصول مختلف و در این ایستگاه‌ها دارای روندی تقریباً یکسان بوده و وقوع فازهای گرم و سرد پدیده ENSO تأثیر مشابهی بر بارندگی و دمای فصلی هر ۴ ایستگاه گذاشته و معنی‌دار بودن این همبستگی‌ها در فصول پائیز و زمستان بیشتر مشهود است. با توجه به بالا بودن دوره

ارتباط پدیده ENSO با بارندگی و دمای فصلی در سطح استان خراسان

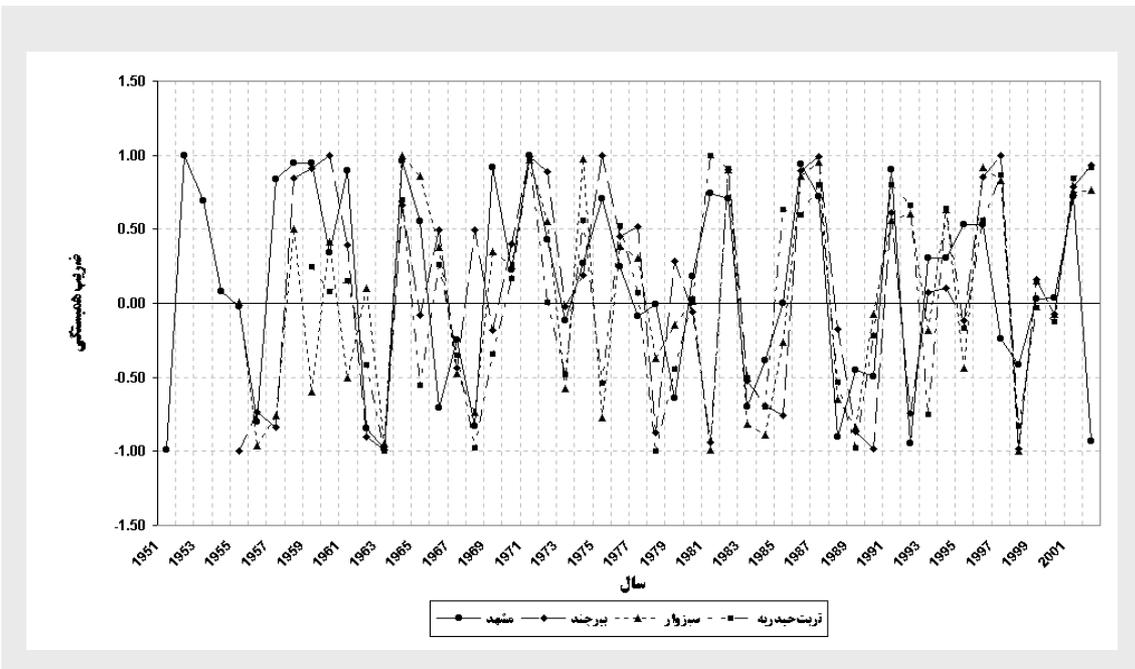
جهت برآورد تأثیر پدیده ENSO بر بارندگی و دمای مناطق مختلف استان ابتدا مقادیر بارندگی و دما جهت هر ایستگاه به‌صورت فصلی محاسبه گردید. پس از مرتب کردن آمار فصلی بارندگی و دما در طول دوره آماری هر ایستگاه همبستگی این داده‌ها به‌طور جداگانه با داده‌های نظیر SOI فصلی به‌دست آمد. جهت بررسی دقیق‌تر نحوه ارتباط دو فاکتور بارندگی و دما در هر فصل با SOI فصلی در ایستگاه‌های سینوپتیک استان نقشه‌های پهنه‌بندی میانگین ضرایب همبستگی بارندگی و SOI فصلی و میانگین ضرایب همبستگی دما و SOI فصلی در سطح استان رسم گردید. در این رابطه نمودارهای میانگین ضرایب همبستگی بارندگی فصلی با پدیده ENSO و نمودارهای همبستگی بارندگی و دمای

استان و در فصول مختلف، نقشه پهنه‌بندی میانگین ضرایب همبستگی بارندگی فصلی با مقادیر مشابه فصلی در ارتباط با کلیه ایستگاه‌های سینوپتیک استان تهیه شد (شکل‌های ۱۰ تا ۱۳).

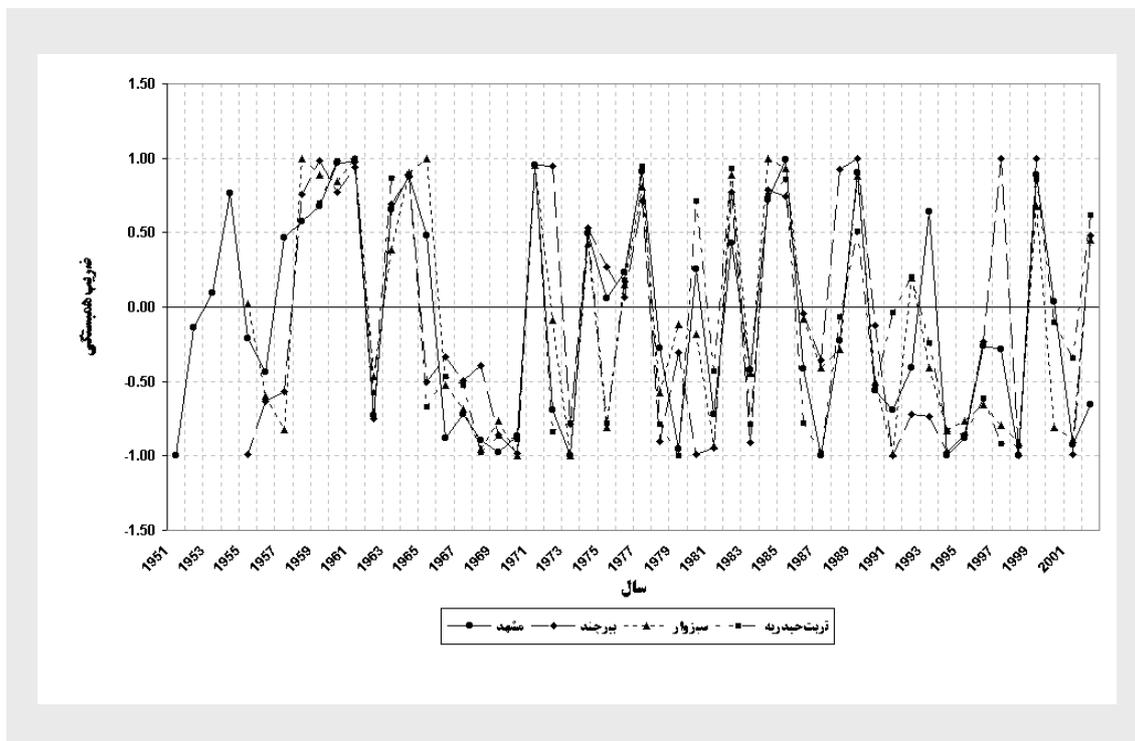
آماری این ایستگاه‌ها می‌توان نتایج حاصله را به سایر ایستگاه‌ها و مناطق استان بسط داد. جهت نشان دادن تأثیر پدیده ENSO بر بارندگی فصلی در کلیه مناطق



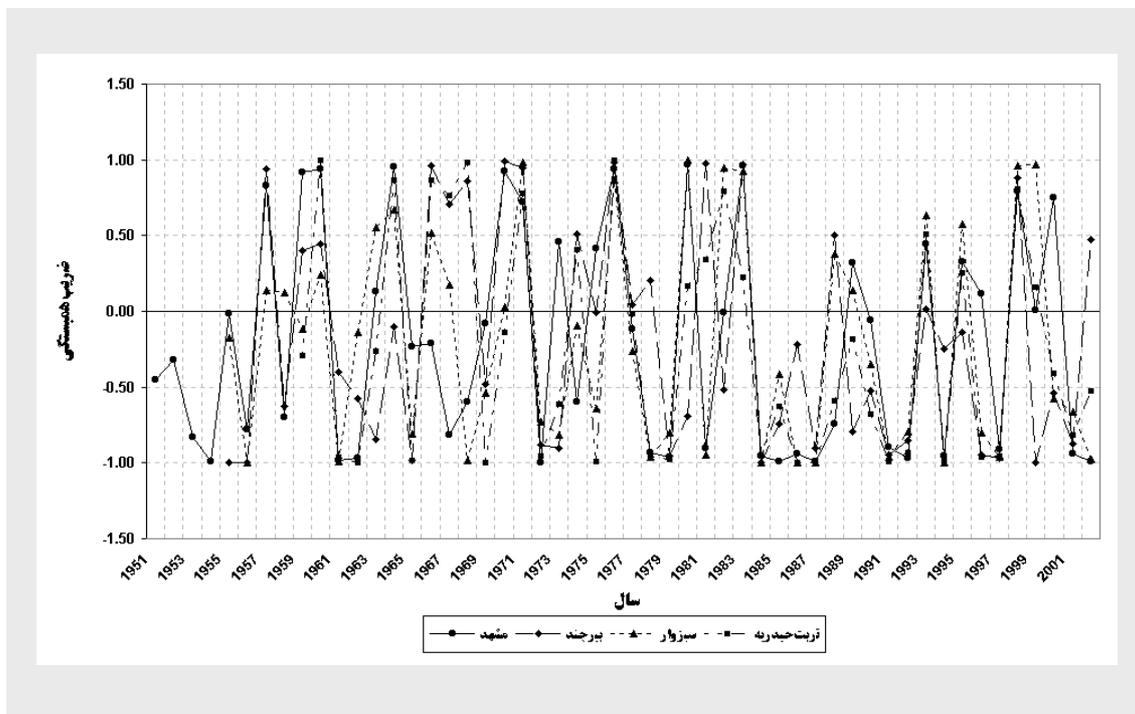
شکل ۶- نمودار توأم ضرایب همبستگی‌های بارندگی بهاره و پدیده ENSO در ایستگاه‌های مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه



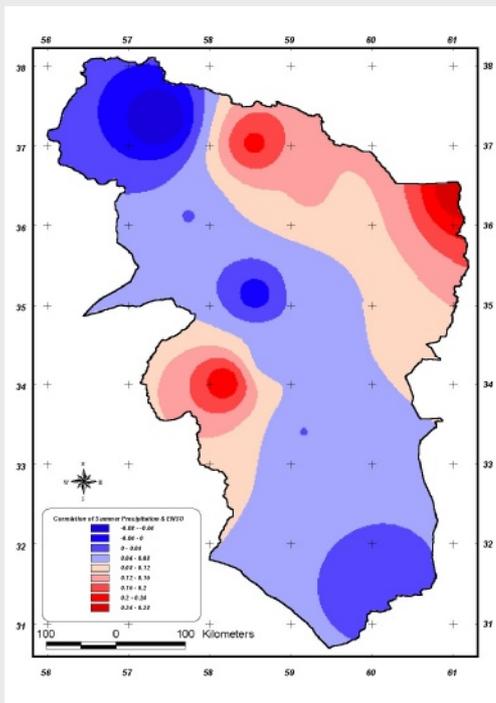
شکل ۷- نمودار توأم ضرایب همبستگی‌های تابستانه بارندگی و پدیده ENSO در ایستگاه‌های مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه



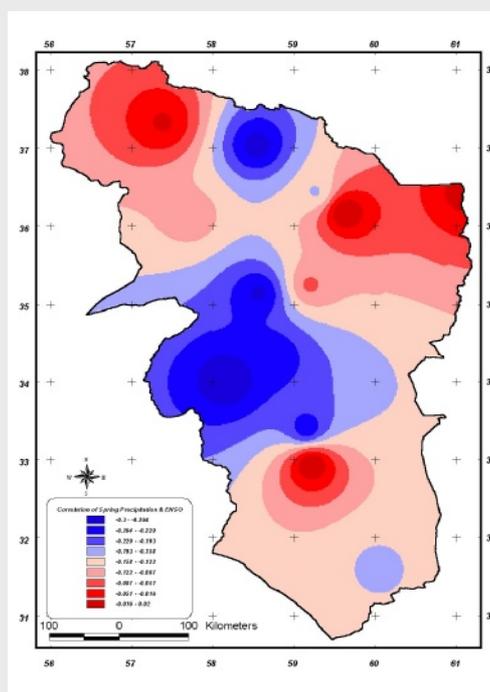
شکل ۸- نمودار توأم ضرایب همبستگی های پائیزه بارندگی و پدیده ENSO در ایستگاههای مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه



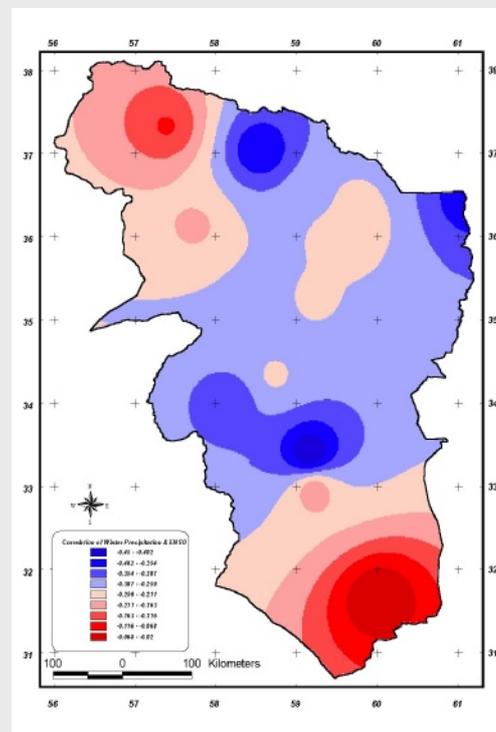
شکل ۹- نمودار توأم ضرایب همبستگی های زمستانه بارندگی و پدیده ENSO در ایستگاههای مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه



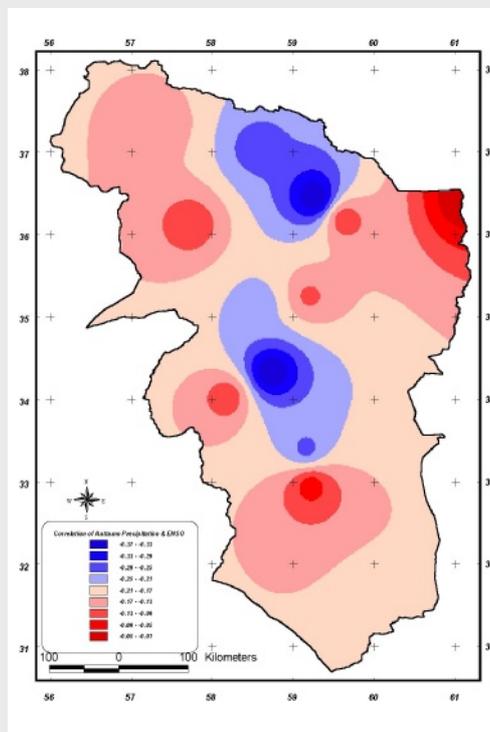
شکل ۱۱- نقشه پهنه‌بندی ضرایب همبستگی‌های بارندگی تابستان و پدیده ENSO در ایستگاه‌های سینوپتیک



شکل ۱۰- نقشه پهنه‌بندی ضرایب همبستگی‌های بارندگی بهار و پدیده ENSO در ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان



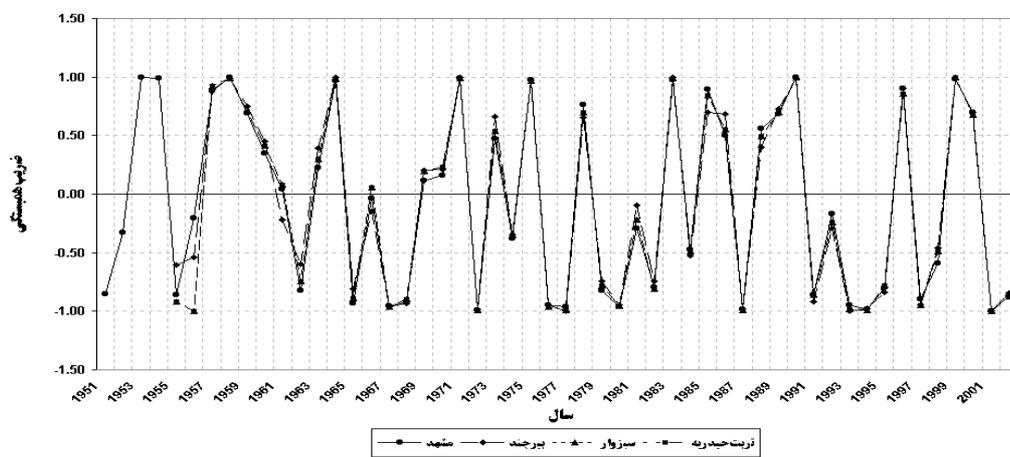
شکل ۱۳- نقشه پهنه‌بندی ضرایب همبستگی‌های بارندگی زمستانه و پدیده ENSO در ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان



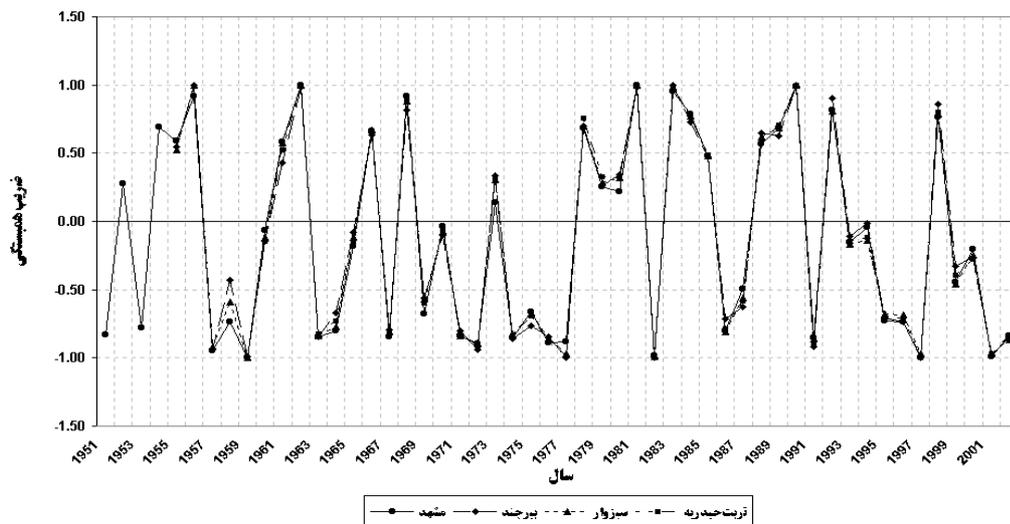
شکل ۱۲- نقشه پهنه‌بندی ضرایب همبستگی‌های بارندگی پاییزه و پدیده ENSO در ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان

مطالعه تأثیر پدیده ENSO بر دمای فصلی ایستگاه‌های استان نیز ضرایب همبستگی دمای هر فصل با مقادیر مشابه SOI به دست آمده و برای بررسی دقیق‌تر نمودار توأم ضرایب همبستگی دما با SOI در هر فصل در ۴ ایستگاه با قدمت بالای استان (مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه) به دست آمد (شکل‌های ۱۴ تا ۱۷).

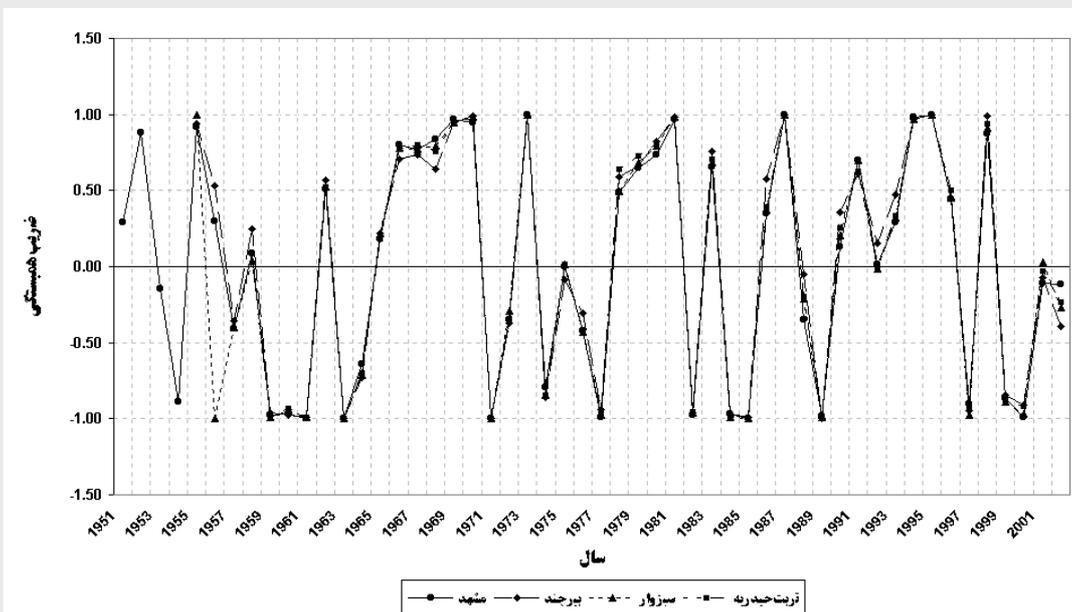
مطابق این شکل‌ها مشخص است که اولاً میانگین ضرایب همبستگی بارندگی با SOI در کلیه ایستگاه‌های استان و در تمامی فصول (به جز در ارتباط با بارندگی تابستانه) به طور کلی منفی بوده و نشان‌دهنده تأثیرگذاری فاز منفی ENSO بر بارندگی در کل استان می‌باشد. ثانیاً الگوهای منظمی از همبستگی ENSO با بارندگی مناطق مرکزی و جنوبی استان در طی فصول مختلف وجود دارد. جهت



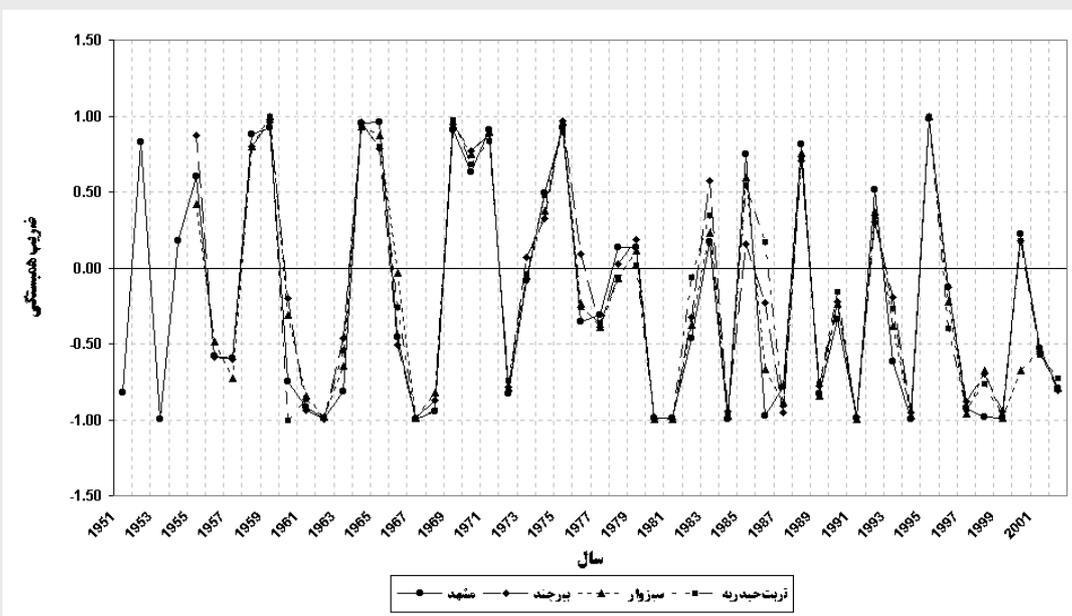
شکل ۱۴- نمودار توأم ضرایب همبستگی‌های بهاره دما و پدیده ENSO در ایستگاه‌های مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه



شکل ۱۵- نمودار توأم ضرایب همبستگی‌های تابستانه دما و پدیده ENSO در ایستگاه‌های مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه



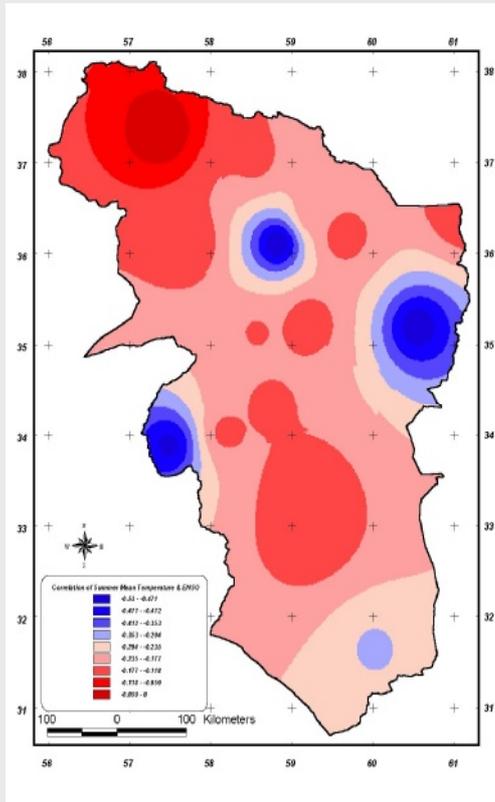
شکل ۱۶- نمودار توأم ضرایب همبستگی های پائیزه دما و پدیده ENSO در ایستگاههای مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه



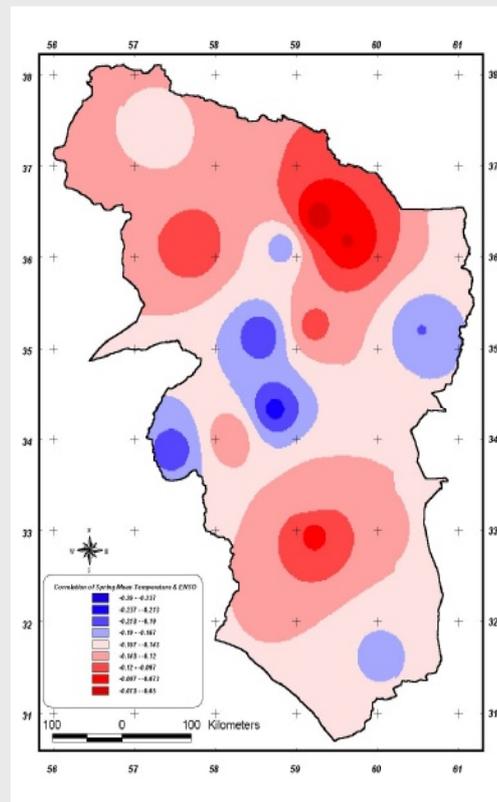
شکل ۱۷- نمودار توأم ضرایب همبستگی های زمستانه دما و پدیده ENSO در ایستگاههای مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه

دقیقاً یکسان است. جهت بررسی پدیده ENSO بر دمای فصلی در سطح استان خراسان نقشه پهنه‌بندی ضرایب همبستگی دمای فصلی با مقادیر SOI مشابه کلیه ایستگاه‌های استان در هر فصل ترسیم گردید.

با ملاحظه این نمودارها مشخص می‌شود روند تغییرات ضرایب همبستگی دما و SOI فصلی در این ایستگاه‌ها بطور معنی‌داری مشابه یکدیگرند، به عبارت دیگر نحوه تأثیر پدیده ENSO بر دمای فصول مختلف در ۴ ایستگاه با قدمت بالای استان



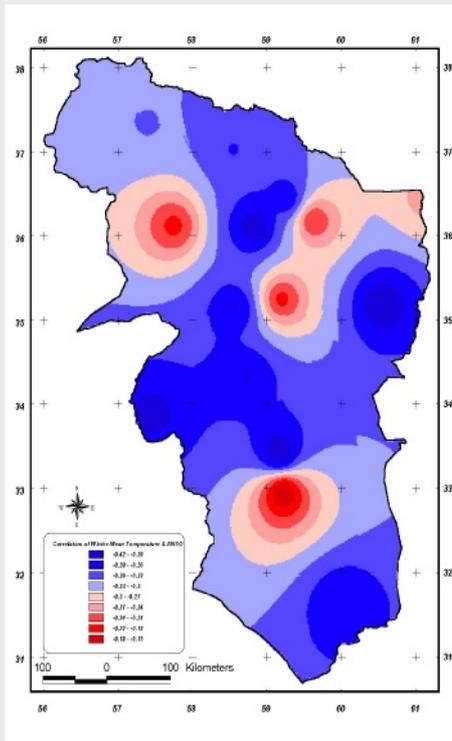
شکل ۱۹- نقشه پهنه‌بندی ضرایب همبستگی‌های دمای تابستانه و پدیده ENSO در ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان



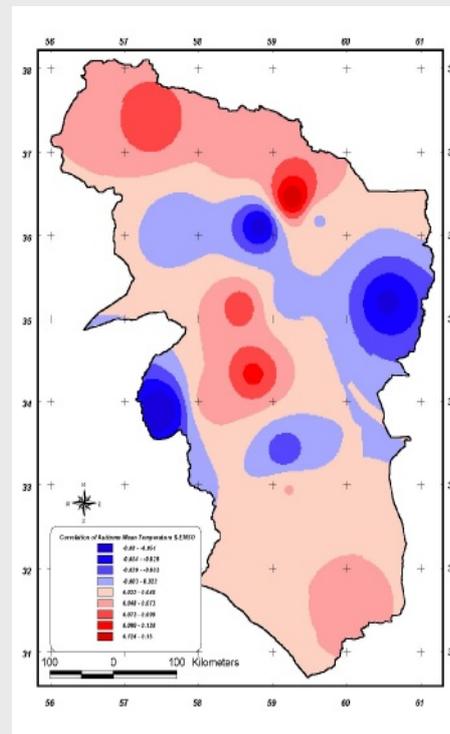
شکل ۱۸- پهنه‌بندی ضرایب همبستگی‌های دمای بهاره و پدیده ENSO در ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان

فاز منفی پدیده ENSO بر دمای کل مناطق استان دارد. از سوی دیگر الگوهای منظمی نیز از همبستگی ENSO با دمای در مناطق مرکزی و جنوبی استان طی فصول مختلف وجود دارد.

با ملاحظه این این شکل‌ها مشخص می‌شود که: میانگین ضرایب همبستگی فصلی دما با SOI در کلیه ایستگاه‌های استان و در تمامی فصول (به‌جز در فصل پائیز) به‌طور کلی منفی بوده و نشان دهنده تأثیر



شکل ۲۱- نقشه پهنه‌بندی ضرایب همبستگی‌های دمای زمستانه و پدیده سینوپتیک خراسان ENSO در ایستگاه‌های



شکل ۲۰- نقشه پهنه‌بندی ضرایب همبستگی‌های دمای پاییزه و پدیده ENSO در ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان

نتیجه‌گیری

تغییرات ضرایب همبستگی در دو نمودار در سال‌های مشابه تقریباً یکسان است. در این نمودارها در دهه ۱۹۹۰ اغتشاشاتی در میانگین ضرایب همبستگی دیده می‌شود که می‌توان آن را به تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر نحوه وقوع پدیده ENSO نسبت داد.

با مطالعه نقشه‌های پهنه‌بندی میانگین ضرایب همبستگی سالانه بارندگی و دمای ایستگاه‌های استان نسبت به مقادیر SOI سالانه نیز مشخص می‌شود که به‌طور کلی در ارتباط با بارندگی و دمای سالانه اکثر مناطق استان دارای همبستگی بالایی نسبت به پدیده ENSO می‌باشند. به‌هر حال همان‌طوری که در اشکال ۴ و ۵ نیز مشخص است در نواحی مرکزی استان همبستگی میان دما و بارندگی با پدیده ENSO

با بررسی میزان تغییرات ضرایب همبستگی بارندگی و دمای سالانه با مقادیر سالانه SOI در طول سال‌های مختلف و در هر ایستگاه سینوپتیک استان می‌توان دریافت که نوسانات این ضرایب در طی سال‌های مختلف و در ایستگاه‌های مختلف یکسان و مشابه است، به عبارت دیگر با افزایش یا کاهش ضرایب همبستگی بارندگی یا دما با مقادیر SOI سالانه در یک ایستگاه، این افزایش و یا کاهش در کلیه ایستگاه‌های استان نیز ملاحظه می‌شود که حتی در برخی از سال‌ها و به‌ویژه در ارتباط با دما این همبستگی‌ها دقیقاً منطبق بر هم نیز می‌باشند. از سوی دیگر با مقایسه شکل‌های ۳ و ۴ (نمودارهای توأم ضرایب همبستگی سالانه بارندگی و دما با پدیده ENSO) ملاحظه می‌شود که روند

مرکزی و تا حدودی شمالی) نسبت به پدیده ENSO واکنش معنی داری نشان می‌دهند به عبارت دیگر میانگین ضرایب همبستگی بارندگی و دما با مقادیر SOI به طور سالانه و فصلی منفی است، یعنی با افزایش مقادیر SOI، مقادیر بارندگی و دما در سطح استان خراسان در فصول و سال‌های مختلف کاهش می‌یابد. به بیان دیگر با فعال شدن شرایط النینو یا فاز گرم پدیده ENSO میزان بارندگی و دمای سالانه و فصلی در سطح استان خراسان به نحوه معنی داری افزایش می‌یابد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از مساعدت‌ها و نظرات ارزنده آقای دکتر سید محمد جعفر ناظم‌السادات دانشیار محترم بخش آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز که در تهیه این مقاله مورد استفاده واقع شد کمال تشکر و سپاس را داشته باشند.

پی‌نوشت‌ها

- 1- El Niño
- 2- Sea Surface Temperature (SST)
- 3- La Nina
- 4- Southern Oscillation

منابع

- Cordery, I., and Y. Opoku-Ankomah (1994). Temporal variation of relations between sea surface temperature and New south Wale rainfall. *Aust. Met.* 43: 73-80.
- Frederiksen, C. S., and R. C. Balgovind (1994). The influence of the Indian ocean Indonesian SST gradient on the Australian winter rainfall and circulation in an Atmospheric GCM, *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 120: 923-952.
- Nazemosadat, M. J. (2001). Application of Elnino-southern oscillation index integrated method for investigation

خیلی معنی دارتر از سایر نواحی استان می‌باشد. مقایسه ضرایب همبستگی بارندگی و دمای ایستگاه‌های مختلف در فصول مختلف با مقادیر SOI فصلی نیز مؤید تأثیر پذیری پدیده‌های بارندگی و دما از ENSO می‌باشد. با ملاحظه نقشه‌های پهنه‌بندی همبستگی بارندگی فصلی با ENSO (شکل‌های ۱۰ تا ۱۳)، مشخص است که اولاً الگوهای منظمی از تغییرات ضرایب همبستگی و SOI در نواحی شمال غرب و مرکزی استان ملاحظه می‌شود، ثانیاً دامنه تغییرات میانگین این ضرایب در سطح استان و در فصول مختلف از $+0/25$ (در تابستان) تا $-0/4$ (در زمستان) متغیر است. ثالثاً به جز در فصل تابستان (شکل ۱۱) که میانگین همبستگی‌های بارندگی ایستگاه‌های مختلف با SOI تا حدودی مثبت است، در بقیه فصول سال میانگین ضرایب همبستگی مذکور در کلیه مناطق استان منفی است.

از سوی دیگر بارندگی در قسمت‌های جنوبی استان همبستگی منفی کمتری نسبت به پدیده ENSO داشته و قوی‌ترین همبستگی فصلی بارندگی و SOI در نواحی شمالی (به صورت الگوهای مشخص در طی چهار فصل) وجود داشته در نواحی مرکزی استان نیز همبستگی‌های قوی بین دو پدیده مذکور طی فصول مختلف ملاحظه می‌شود. در ارتباط با همبستگی دمای فصلی و پدیده ENSO همانطوری که در نقشه‌های پهنه‌بندی میانگین ضرایب دمای فصلی و مقادیر مشابه SOI در همان فصل‌ها (شکل‌های ۱۴ الی ۱۷) ملاحظه می‌شود در کلیه فصول سال (به جز در فصل پائیز) میانگین ضرایب همبستگی دمای فصلی و مقادیر SOI در هر فصل منفی بوده و قوی‌ترین همبستگی بین دو مؤلفه مذکور در سطح استان هستند. در فصل زمستان دمای کلیه مناطق استان همبستگی معنی داری با پدیده ENSO داشته و نشان دهنده میزان تأثیر این پدیده بر دمای زمستان کلیه مناطق استان است. به هر حال به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت بارندگی و دمای کلیه مناطق استان (به خصوص نوار

of the influence of this event on the drought and winter excess rainfall at the Fars and Khozestan provinces. *Proceedings of crop insurance, security and investmant conference.*

Nazemosadat, M. J. (2001). *Will it rain. The influence of Elnino-southern oscillation on the occurrence of drought and excess rainfall in Iran.* Shiraz University press.

Nazemosadat, M.J., I. Cordery and S. Eslamian (1995). The Impact of presian Gulf Sea Surface Temperature on Iranian Rainfall *Proceedings of the Iranian Water Resources Management Conference, Esfahan, Iran.* P, 809-819.

Priestley, C.H. B., and A.J. Truup (1966). Droughts wet proid and their association with Sea Surface Temperature. *Australian J. of Science.* 29: 76-57.

Report of the studies of Drought monitoring on the Khorasan province (2002). Climatological Research Center.

Shahabbar, A., Hunang and J. Higuchick (2001). The relationship between the wintertime North Atlantic Oscillation and blocking episode in the North Atlantic, *International Journal of Climatology.* 21: 355-369.

Trenberth, K.E. (1997). the definition of El Ñino. *Bull Amer. Meteor. Soc.* 91: 490-506.

Troup, A.J. (1965). The Sourthern Oscillation. *Q.J.R.Meteorol Soc.* 91:490-506.

