

ارتباط تغییر اقلیم و پدیده ENSO و تأثیر این پدیده بر نوسانات دما در استان خراسان

علیرضا شهاب‌فر

کارشناس ارشد مهندسی عمران - آب اداره کل هواشناسی خراسان شمالی

محمد معتمدی

استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان

کورش احترامیان

عضو هیات علمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان

چکیده

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 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 دمای کلیه مناطق استان (به ویژه نوار مرکزی و تا حدودی شمالی) نسبت به پدیده ENSO واکنش معنی‌داری نشان می‌دهد بعبارت دیگر میانگین ضرایب همبستگی دما با مقادیر SOI به طور سالانه و فصلی منفی است، یعنی با افزایش مقادیر SOI، مقادیر دما در سطح استان خراسان در فصول و سال‌های مختلف کاهش می‌یابد. با توجه به افزایش دمای مناطق مختلف استان (به طور فصلی و سالانه) در زمان فعالیت فاز منفی ENSO (شرایط النینو)، تغییرات دمای استان در این شرایط را می‌توان به دگرگونی الگوی وقوع پدیده ENSO در اثر تغییرات اقلیمی در سطح جهان مرتبط دانست.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، دما، همبستگی، النینو، لانینو.

مقدمه

در گذشته تصور دانشمندان علوم اقلیمی بر تغییر ناپذیری اقلیم استوار بود ولی از اواسط قرن بیستم میلادی دیدگاه پویایی و تغییر اقلیم مورد توجه و عنایت دانشمندان قرار گرفته است. با وقوع انقلاب صنعتی در قرن هجدهم، تشدید فعالیت‌های بشری و استفاده بی‌رویه از سوخت‌های فسیلی، میزان تزریق گازهای گلخانه‌ای به جو زمین افزایش یافته و با تجمع بیش از حد گازهای گلخانه‌ای، تخریب منابع طبیعی و محیط زیست در موازنه انرژی در جو باعث اختلال زمین شده است. اختلال در موازنه و بیلان انرژی ورودی و خروجی از سطح زمین نیز باعث تغییر الگوهای کنترل کننده پارامترهای اقلیمی (نظیر بارندگی، دما، فشار و غیره) شده و در نهایت موجب تشدید و دوام دوره‌های حدی (بیشینه‌ها و کمینه‌ها) این پارامترها در مناطق مختلف زمین گردیده است.

به نظر می‌رسد علاوه بر تأثیر فعالیت‌های بشر در گرم شدن کره زمین، وقوع برخی پدیده‌های طبیعی نیز در این فرآیند مؤثر است. یکی از عوامل تأثیرگذار بر نحوه وقوع پارامترهای اقلیمی، سیگنال‌های هواشناسی است. قوی‌ترین سیگنال طبیعی که در مقیاس جهانی بر پدیده‌های هواشناسی در اکثر مناطق کره زمین تأثیر می‌گذارد، پدیده انسو است. پدیده انسو^۱ از دو پدیده النینو^۲ و نوسانات جنوبی تشکیل شده است. در ابتدا تصور بر این بود که این دو پدیده به طور مجزا و مستقل از هم عمل می‌کنند، اما از اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی پرستلی 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 برای مقابله با عوارض ناگوار تغییرات اقلیمی (خشکسالی، سیل و غیره) باشد (استاندارداری خراسان، ۱۳۸۱). در این رابطه پایش بارندگی و دما (به عنوان مهم‌ترین عناصر اقلیمی) و عوامل تأثیرگذار بر این پدیده‌ها (نظیر پدیده ENSO)، نقش مؤثری در جهت تعیین اقلیم و تغییرات آن ایفا خواهد کرد.

ال نینو در زبان اسپانیولی به معنی پسر بوده و به جریانات ضعیفی از آب گرم که در ایام کریسمس (ژانویه) در امتداد سواحل پرو از شمال به سمت جنوب جریان می‌یابد، گفته می‌شود (ترنبرس ۱۹۹۷). 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 (ناظم‌السادات ۱۳۸۰).

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 است.

یکی از عوامل مهم در وقوع پدیده ال نینو، یا به بیان جامع تر پدیده ENSO، تغییرات غیر معمول در دمای آب سطحی اقیانوسی^۳ است، تحقیقات زیادی در ارتباط با تاثیر نوسانات SST با تغییرات بارندگی و دما در اکثر مناطق دنیا انجام شده است. در این رابطه ایوکوانکوما و کوردی در سال ۱۹۹۳ و ۱۹۹۴ و فوریکسن بالگویند در سال ۱۹۹۴ طی مطالعاتی نتیجه گرفتند که نوسانات SST با تغییرات بارندگی در استرالیا و کشور آفریقای غنا در ارتباط است.

ناظم السادات و همکاران نیز در سال ۱۹۹۵ تاثیر 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 تاثیر معنی داری بر تغییرات و نوسانات بارندگی در مناطق جنوبی ایران داشته است.

اختلاف دمای سطح اقیانوس یکی از عوامل به وجود آورنده فازهای گرم و سرد ENSO می باشد. فاز گرم ENSO همان پدیده ال نینو و فاز سرد آن به لانینا^۲ موسوم است. تحت شرایط لانینا 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 بارندگی های بیش از حد معمولی در استرالیا و اندونزی بوقوع می پیوندد.

جهت تعیین شدت، نوع و نحوه تاثیر پدیده ENSO شاخصی به نام شاخص نوسانات جنوبی^۳ که بیانگر شدت تغییرات فشار در امتداد شرقی- غربی اقیانوس آرام جنوبی می باشد، ارائه شد. این شاخص مشخص کننده ویژگی های 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 می شود. 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 پیش بینی شرایط خشکسالی با استفاده از نحوه تاثیر پدیده ENSO بر دمای ایستگاه های سینوپتیک استان خراسان می باشد.

مواد و روش ها

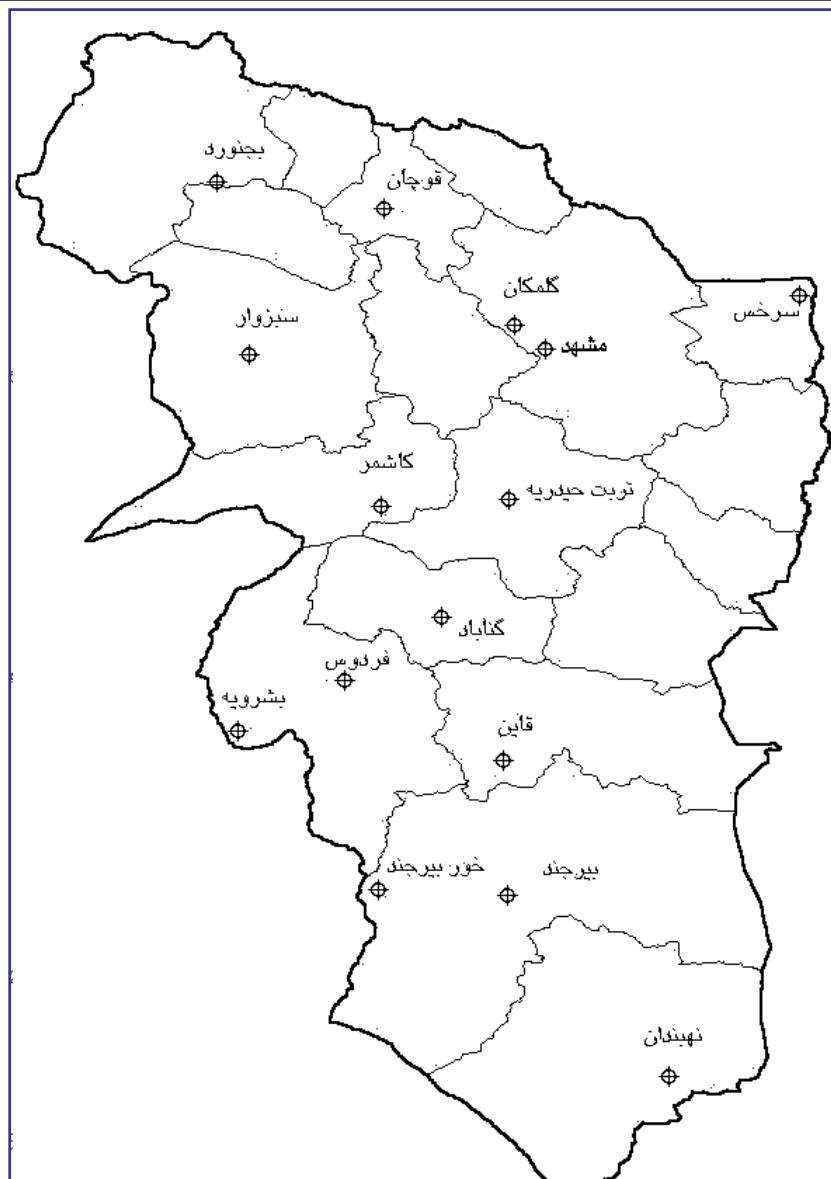
برای پایش و بررسی خشکسالی، تأثیر پدیده ENSO بر شرایط اقلیمی و پارامترهای آب و هوایی در استان خراسان (از جمله دما) مورد مطالعه قرار گرفت. استان خراسان با وسعتی بالغ بر ۲۹۴۹۷۲ کیلومتر مربع در محدوده عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی واقع شده است. در این استان ۱۶ ایستگاه سینوپتیک وجود دارد (شکل ۱). در این راستا ابتدا آمار دراز مدت دمای ایستگاه های سینوپتیک استان تهیه گردیده و پس از حذف آمار مشکوک، برای بالا بردن ضریب اطمینان داده ها، آزمون همگنی و یکنواختی انجام پذیرفت. در این مرحله آمار روزانه دما در جداولی تنظیم شده و آنگاه دما بر حسب ماه، فصل و سال و در طول دوره آماری هر ایستگاه محاسبه گردید.

در این مطالعه جهت برآورد میزان و نحوه تأثیر پدیده ENSO بر نوسانات دمای استان خراسان، رابطه همبستگی میان هر یک از این پدیده های اقلیمی و ENSO به طور سالانه و فصلی در طول دوره آماری هر

1- Sea Surface Temperature (SST)

2- La Nina

3- Southern Oscillation Index (SOI)



شکل ۱- پراکنش ایستگاه‌های هواشناسی در استان خراسان

ایستگاه محاسبه شده و نتایج به صورت نمودار و نقشه در محیط Excel و Arcview نمایش داده شد.

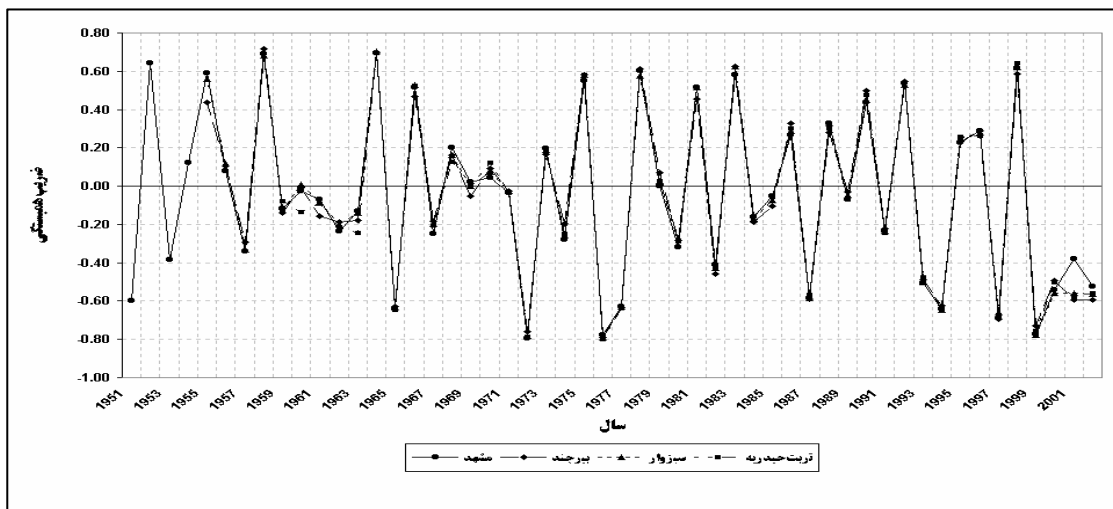
نتایج و بحث

۱. ارتباط پدیده ENSO با دمای سالانه در سطح استان خراسان

جهت بررسی نحوه ارتباط پدیده ENSO با دمای سالانه ایستگاه‌های استان، پس از تهیه و تنظیم میانگین سالانه دما در ایستگاه‌های سینوپتیک و اطمینان از همگن بودن داده‌ها، به طور جداگانه همبستگی

میانگین سالانه دما با شاخص SOI برای سال‌های دارای آمار هر ایستگاه انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده در این بخش، تغییرات ضرایب همبستگی دمای سالانه با SOI در همه ایستگاه‌های استان، به طور معنی داری مشابه یکدیگر بودند و حتی در برخی از سال‌ها دقیقاً یکسان هستند. برای مثال در سال‌های ۱۹۶۳ تا ۱۹۶۶ و ۱۹۷۱ تا ۱۹۷۵ و ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۲ نمودارها دقیقاً مشابه بوده‌اند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که پدیده ENSO بر تغییرات دمایی سالانه در تمامی ایستگاه‌های سینوپتیک استان تأثیر مشابهی داشته است. دامنه تغییرات نمودارهای همبستگی دما و SOI سالانه ایستگاه‌های استان از $-۸/۰$ تا $+۸/۰$ بوده که بیشترین میزان همبستگی مربوط به ایستگاه‌های گلکان در سال ۱۹۹۳ در ایستگاه گلکان $(۸/۰)$ و کمترین مربوط به ایستگاه مشهد در سال ۱۹۷۲ $(-۸/۰)$ 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 ۲).

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

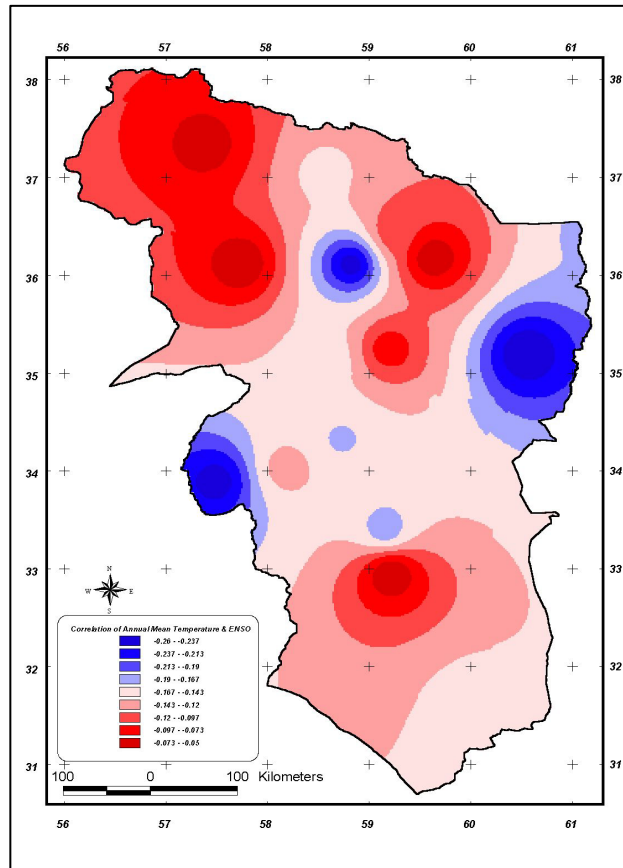


با ملاحظه این شکل مشخص می‌شود که نحوه تغییرات ضرایب همبستگی دما با SOI در این ایستگاه‌ها از یک روند کاملاً مشخصی تبعیت کرده و در واقع تغییرات دمایی در این ایستگاه‌ها به طور معنی داری تحت تأثیر پدیده ENSO قرار گرفته است.

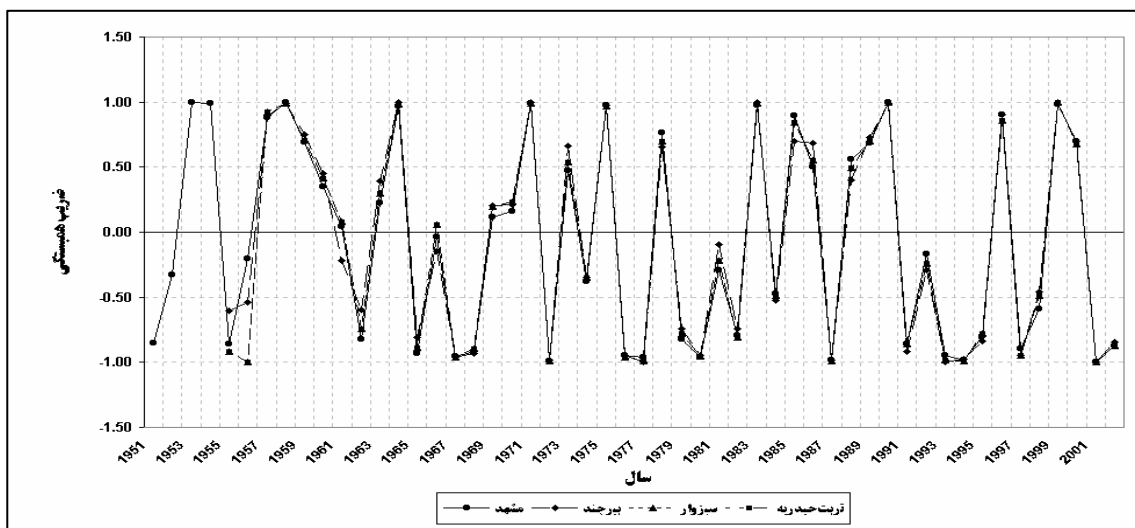
برای بررسی دقیق‌تر نحوه همبستگی سالانه دما با پدیده ENSO در سطح استان، به تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی میانگین همبستگی دمای سالانه با SOI در خراسان اقدام شد (شکل ۳).

جهت تهیه این نقشه ابتدا میانگین همبستگی دما و SOI در هر سال و در طول دوره آماری هر ایستگاه به دست آمده و سپس نقشه پهنه‌بندی ترسیم شد. با توجه به شکل ۲ ملاحظه می‌شود، به‌طور کلی در

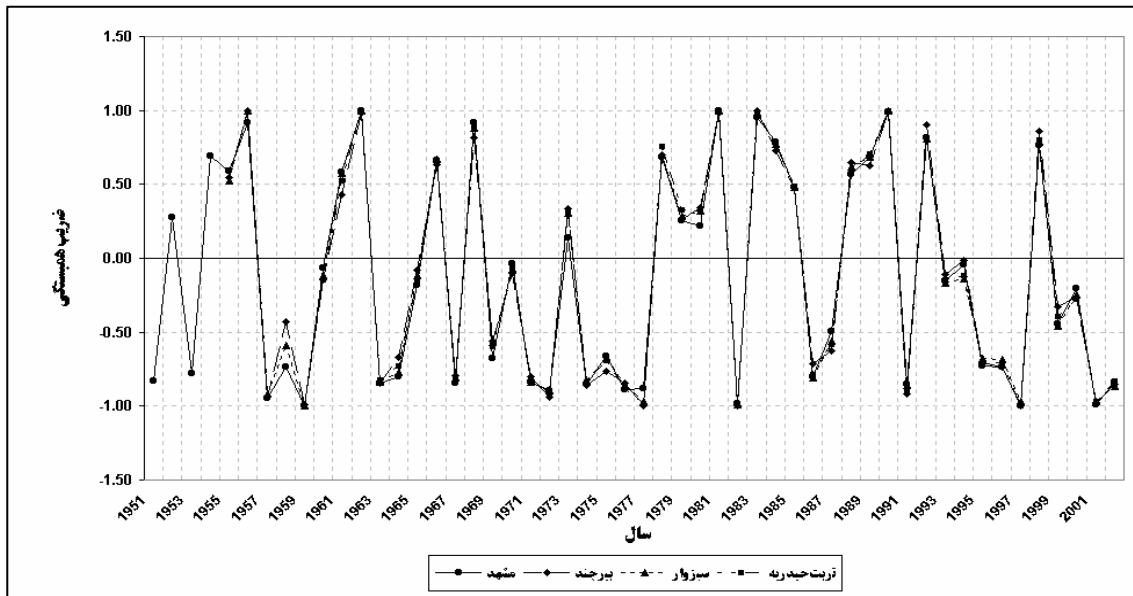
شکل ۳- نقشه پهنه‌بندی میانگین ضرایب همبستگی دمای سالانه و پدیده ENSO در استان خراسان



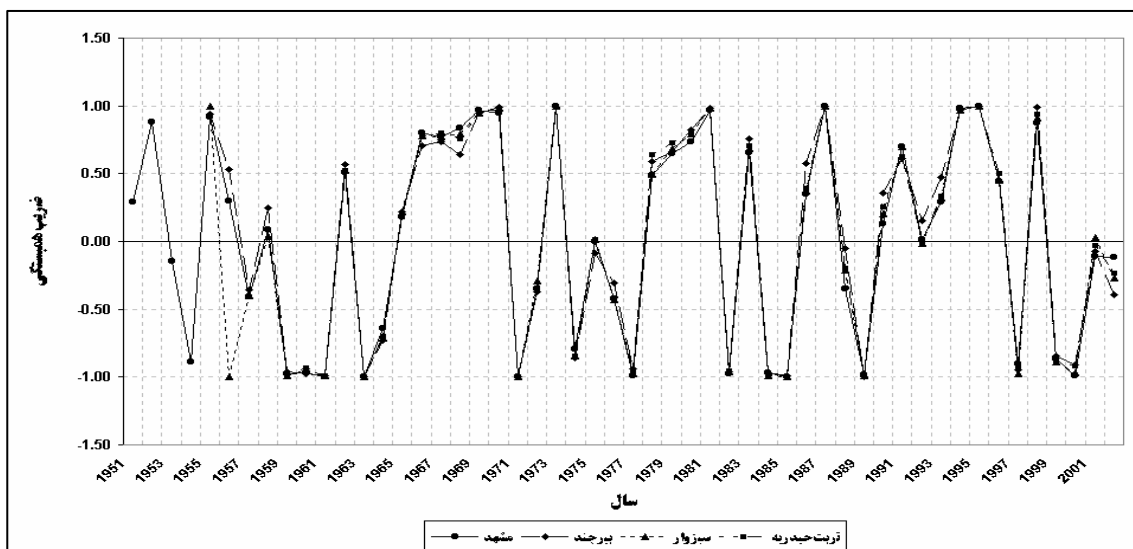
شکل ۴- نمودار توأم ضرایب همبستگی‌های بهاره دما و پدیده ENSO در ایستگاه‌های مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه



شکل ۵- نمودار توأم ضرایب همبستگی های تابستانه دما و پدیده ENSO در ایستگاه های مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه

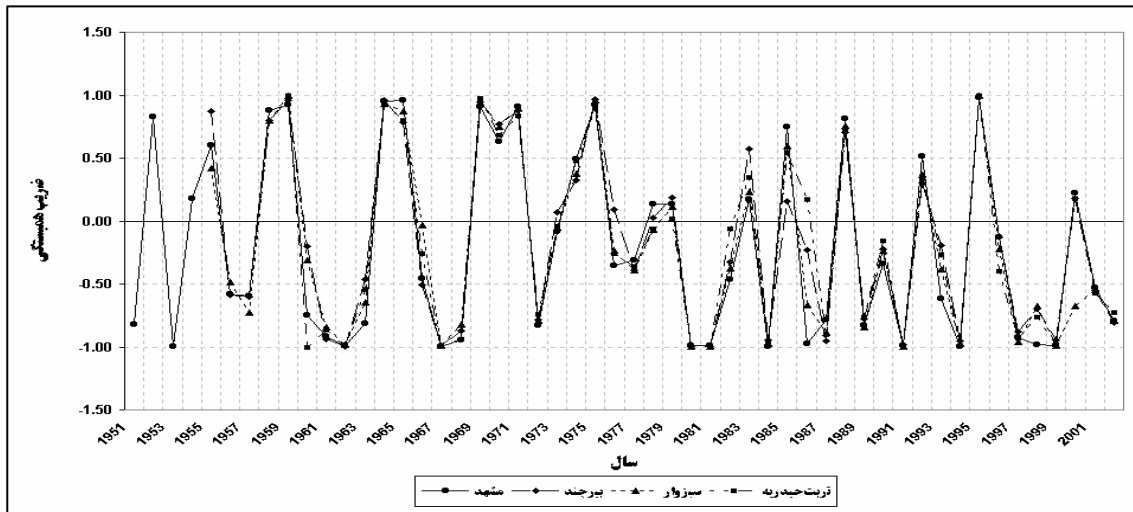


شکل ۶- نمودار توأم ضرایب همبستگی های پاییزه دما و پدیده ENSO در ایستگاه های مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه



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 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 دمای سالانه در سطح استان (به ویژه نوار مرکزی) افزایش می یابد.

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



۲. ارتباط پدیده ENSO با دمای فصلی در سطح استان خراسان

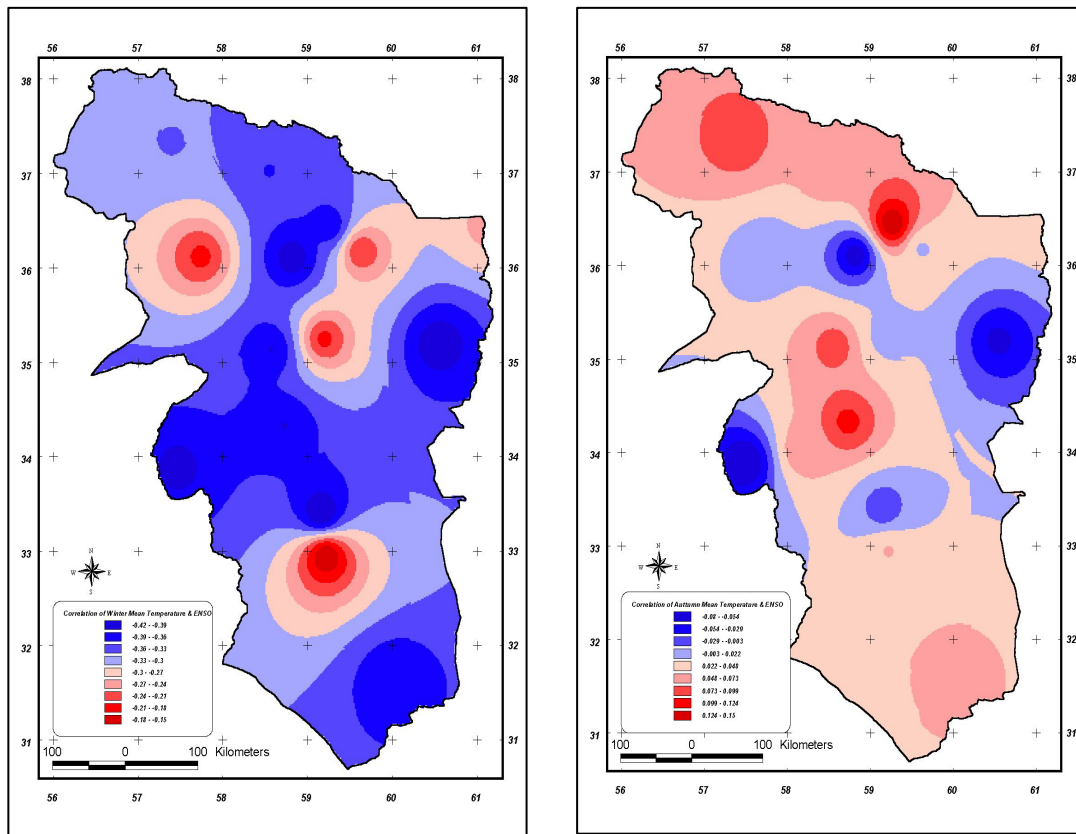
برای برآورد تأثیر پدیده ENSO بر دمای مناطق مختلف استان ابتدا مقادیر دما جهت هر ایستگاه به صورت فصلی محاسبه شد. پس از مرتب کردن آمار فصلی دما در طول دوره آماری هر ایستگاه همبستگی این داده‌ها به طور جداگانه با داده‌های نظیر SOI فصلی به دست آمد. برای بررسی دقیق‌تر نحوه ارتباط فاکتور دما در هر فصل با SOI فصلی در ایستگاه‌های سینوپتیک استان نقشه‌های پهنه‌بندی میانگین ضرایب همبستگی دما و SOI فصلی در سطح استان رسم گردید. در این رابطه نمودارهای همبستگی دمای فصلی با SOI فصلی به طور جداگانه برای هر ایستگاه سینوپتیک خراسان به دست آمد. در این مرحله ۴ ایستگاه مشهد، بیرجند، سبزوار و تربت حیدریه به عنوان مبنا انتخاب شد. نمودارهای توأم دما در هر فصل با مقادیر مشابه فصلی SOI در شکل‌های ۴ الی ۷ نشان داده شده است.

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

برای 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 (شکل‌های ۸ الی ۱۱). با ملاحظه این شکل‌ها مشخص می‌شود که میانگین ضرایب همبستگی فصلی دما با SOI در تمامی ایستگاه‌های استان و در تمامی فصول (به جز در فصل پاییز) به طور کلی منفی بوده و نشان دهنده تأثیر 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.

شکل ۸- پهنه بندی ضرایب همبستگی های دمای بهار و پدیده ENSO در ایستگاه های سینوپتیک خراسان

شکل ۹- پهنه بندی ضرایب همبستگی های دمای تابستانه و پدیده ENSO در ایستگاه های سینوپتیک خراسان

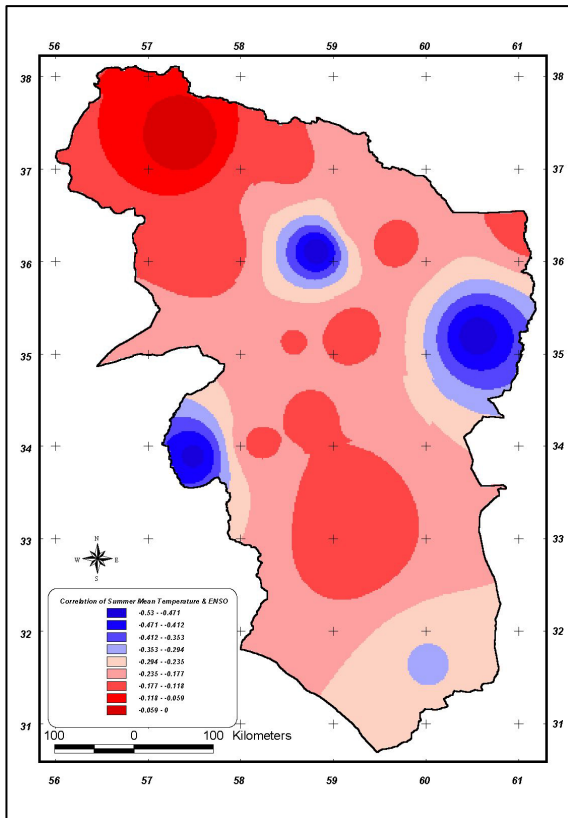


نتیجه گیری

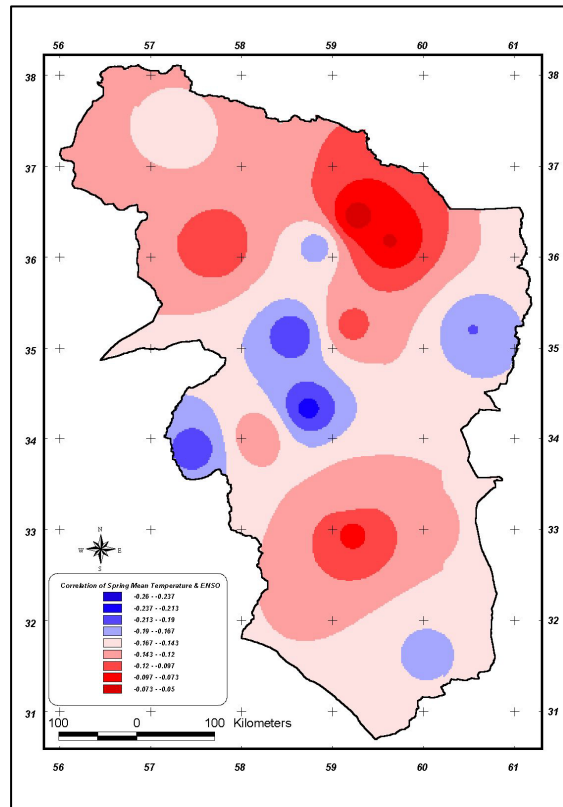
با بررسی میزان تغییرات ضرایب همبستگی دمای سالانه با مقادیر سالانه SOI در طول سال های مختلف و در هر ایستگاه سینوپتیک استان می توان دریافت که نوسانات این ضرایب در طی سال های مختلف و در ایستگاه های مختلف همسان و مشابه است، به عبارت دیگر با افزایش یا کاهش ضرایب همبستگی دما با مقادیر SOI سالانه در یک ایستگاه، این افزایش و یا کاهش در کلیه ایستگاه های استان نیز ملاحظه می شود که حتی در برخی از این همبستگی ها دقیقاً منطبق بر هم نیز می باشند. از سوی دیگر با تحلیل شکل ۲ (نمودارهای توام ضرایب همبستگی سالانه دما با پدیده ENSO) ملاحظه می شود که روند تغییرات ضرایب همبستگی در دو نمودار در سال های مشابه تقریباً یکسان است. در این نمودارها در دهه ۱۹۹۰ اغتشاشاتی در میانگین ضرایب همبستگی دیده می شود که می توان آن را به تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر نحوه وقوع پدیده ENSO نسبت داد.

با مطالعه نقشه های پهنه بندی میانگین ضرایب همبستگی سالانه دمای ایستگاه های استان نسبت به

شکل ۱۱- پهنه‌بندی ضرایب همبستگی هایدمای زمستانه و پدیده ENSO در ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان



شکل ۱۰- پهنه‌بندی ضرایب همبستگی های دمای پائیزه و پدیده ENSO در ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان



مقادیر SOI سالانه نیز مشخص می‌شود که به‌طور کلی در ارتباط با دمای سالانه اکثر مناطق استان دارای همبستگی بالایی نسبت به پدیده ENSO می‌باشند. به‌هر حال همان‌طوری که در شکل ۳ نیز مشخص است در نواحی مرکزی استان همبستگی میان دما با پدیده ENSO خیلی معنی‌دارتر از سایر نواحی استان می‌باشد. 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 ۸ الی ۱۱) ملاحظه می‌شود در کلیه فصول سال (به‌جز 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 معنی‌داری با پدیده ENSO داشته و نشان‌دهنده میزان تاثیر این پدیده بر دمای زمستان کلیه مناطق استان است.

به‌هر حال به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت دمای کلیه مناطق استان (به‌خصوص نوار مرکزی و تا حدودی شمالی) نسبت به پدیده ENSO واکنش معنی‌داری نشان می‌دهند به‌عبارت دیگر میانگین ضرایب همبستگی دما با مقادیر SOI به‌طور سالانه و فصلی منفی است، یعنی با افزایش مقادیر SOI، مقادیر دما در