

## تأثیر پدیده‌ی انسو بر تغییرات دمای ماهانه و فصلی نیمه‌ی جنوبی کشور

حمید زارع‌ابیانه\* - دانشیار گروه مهندسی آبیاری، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان  
مریم بیات و رکشی - دانشجوی دکترای رشته‌ی آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آبیاری، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان

پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۱۲/۱۰      تأیید نهایی: ۱۳۹۰/۰۵/۲۵

### چکیده

این مطالعه با هدف بررسی ارتباط بین پدیده‌ی انسو با میانگین دمای هوای ماهانه و فصلی نیمه‌ی جنوبی کشور، طی دوره‌ی ۵۵ ساله (۱۹۵۱-۲۰۰۵) انجام شد. برای این کار از داده‌های دمای ۱۲ ایستگاه سینوپتیک کشور، داده‌های شاخص نوسان‌های جنوبی (SOI) و شاخص انتقالی انسو (TNI) استفاده شد. ابتدا میزان همبستگی بین دمای هوا با هر دو شاخص انسو در دو گام زمانی ماهانه و فصلی بررسی و سپس تأثیرپذیری دمای هوا از فازهای گرم (النینو) و سرد (لانینا) پدیده‌ی انسو، به کمک شاخص درصد تغییرات دما بررسی شد. نتایج نشان داد، تعداد ایستگاه‌های دارای همبستگی معنادار دمای هوا با شاخص TNI، به مراتب بیش از شاخص SOI بود. همچنین در هر دو مقیاس زمانی، بیشترین همبستگی‌های معنادار از نوع منفی بود که بیانگر کاهش دمای هوا با افزایش مقادیر شاخص‌های انسو است. از سویی، براساس شاخص TNI، دمای هوای ماه زانویه و برمیانی شاخص SOI، دمای هوای ماه اکتبر به‌عنوان ماه‌های تأثیرپذیر از پدیده‌ی انسو معرفی شدند. در مقیاس فصلی نیز، در فصل تابستان اکثر ایستگاه‌ها همبستگی معناداری با شاخص انسو داشتند. حدود دامنه‌ی همبستگی میان مقادیر شاخص SOI با دما در تمامی ماه‌ها از حداقل  $-0/549$  برای آگوست تا حداکثر  $+0/463$  در ماه اکتبر و  $-0/458$  در ماه‌های آگوست و سپتامبر تا  $+0/512$  در ماه سپتامبر برای شاخص TNI بود. در مقیاس فصلی نیز دامنه‌ی همبستگی‌های SOI و TNI به ترتیب از  $-0/365$  در فصل بهار تا  $+0/459$  در فصل پاییز و  $-0/530$  تا  $+0/384$  در فصل تابستان متغیر بود. با مبنا قرار دادن شاخص TNI، درصد تغییرات دمای ایستگاه‌ها در هر یک از فازها نشان داد، در مقیاس فصلی، فاز لانینا منجر به افزایش ۴ درصدی دمای فصل زمستان و در مقیاس ماهانه، فاز لانینا منجر به افزایش ۸ درصدی دمای ماه دسامبر شد. در مجموع نتایج مؤید تأثیرپذیری قابل ملاحظه‌ی دمای هوا از پدیده‌ی انسو بود.

کلیدواژه‌ها: پدیده‌ی انسو، شاخص نوسان‌های جنوبی، شاخص انتقالی انسو، دمای هوا، النینو، نیمه‌ی جنوبی کشور.

## مقدمه

پژوهش‌ها نشان داده است، اقلیم کره‌ی زمین ثابت نبوده و تغییرات در هر اقلیم می‌تواند نتیجه‌ی تغییرپذیری سیستم‌های اقلیمی و عوامل خارجی باشد که در مقیاس‌های مختلف ماهانه، فصلی، سالانه و دهه‌ای ارزیابی می‌شود (صباحی و سلطانی، ۱۳۸۷: ۳۰۳؛ ناظم‌السادات و قائد امینی اسدآبادی، ۱۳۸۷: ۴۷۷). تلاش پژوهشگران بر آن است تا با شناخت عوامل و پدیده‌های جوّی، دلایل تغییرات اقلیمی را روشن سازند، اما شاید رفتار اقلیمی به‌راحتی قابل مطالعه و شناسایی نباشد (شیرغلامی و قهرمان، ۱۳۸۴: ۱۰). رفتار یک الگوی اقلیمی در هر ناحیه با الگوهای پیوند از دور<sup>۱</sup> در چارچوب کشف روابط همبستگی انجام‌پذیر است. الگوهای پیوند از دور، مانند انسو<sup>۲</sup> (ENSO)، از جمله معیارهایی هستند که قادر به ارزیابی وضعیت کمی، کیفی و توان یک الگوی گسترده‌ی سینوپتیک در چارچوب یک معیار عددی هستند (قویدل رحیمی، ۷۷). انسو یکی از پدیده‌های جوّی - اقیانوسی است که در فاز گرم (النینو) و فاز سرد (لانینا) آن تغییرات شدیدی در پارامترهای جوّی - اقیانوسی دو ایستگاه، واقع در جزیره‌ی داروین در غرب و تائیتی در شرق اقیانوس آرام رخ می‌دهد. پدیده‌ی انسو به‌طور معمول، در قالب شاخص‌های دمای سطح اقیانوسی<sup>۳</sup> (SST)، نوسان‌های اتلس شمالی<sup>۴</sup> (NAO)، شاخص نوسان جنوبی<sup>۵</sup> (SOI) و شاخص انتقالی انسو<sup>۶</sup> (TNI) مورد مطالعه قرار می‌گیرد (فاتحی مرج و همکاران، ۱۳۸۵: ۴۲؛ یاراحمدی و عزیززی، ۱۳۸۶: ۱۶۱). پژوهشگران مختلف (چیو و پیچوتا، ۱۹۹۸: ۱۳۸؛ والکر، ۱۹۲۴: ۲۷۵؛ حق‌نگهدار و همکاران، ۱۳۸۶: ۶۶) نشان دادند، همبستگی معناداری بین پدیده‌ی انسو و تغییر اقلیم جهانی وجود دارد و در این راستا ارتباط برخی عوامل اقلیمی با پدیده‌ی انسو بررسی شده است. احمدی گیوی و پرهیزگار (۱۳۸۷: ۲۵)، ناظم‌السادات و قاسمی (۱۳۸۲: ۱) و کیتو (۲۰۰۷: ۲۶۱) همبستگی مثبت بین پدیده‌ی انسو با بارش را بررسی و گزارش کردند. هیگنز و همکاران (۲۰۰۰: ۷۹۳) نشان دادند، کران‌های بالا و پایین بارش در غرب آمریکای شمالی به انسو بستگی ندارد و با الگوهای پیوند از دور دیگری همبستگی دارد. یاراحمدی و عزیززی (۱۳۸۶: ۱۳۹) با تحلیل ارتباط بارش‌های فصلی ایران و شاخص‌های اقلیمی مختلف، از جمله TNI، نشان دادند همبستگی ضعیفی بین بارش‌های پاییز و زمستان با شاخص فوق وجود دارد. ارتباط خشکسالی که در حالت کلی فرآیندی ناشی از کاهش بارندگی است با پدیده‌ی انسو در پژوهش‌های خسروی (۱۳۸۳: ۱۶۷)، صلاحی و همکاران (۱۳۸۶: ۱۴۷) و برادبوری و همکاران (۲۰۰۲) مورد مطالعه قرار گرفت. رابطه‌ی تغییرات جریان‌های رودخانه‌ای با انسو از سوی جوچن و ولفگانگ (۲۰۰۶: ۱۲۴)، چندیمالا و زبیر (۲۰۰۷: ۳۰۳)، فاتحی مرج و همکاران (۱۳۸۵: ۴۱) و تغییرات تبخیر تعرق و رطوبت نسبی نیز، به‌ترتیب از سوی مزا (۲۰۰۴: ۳۵) و پوینده و همکاران (۱۳۸۳: ۱) انجام گرفته است. ترنبرس و استپنیک (۲۰۰۱) نشان دادند با تغییر علامت TNI، از سال ۱۹۷۶ به بعد، کاربرد این شاخص در معرفی پدیده‌ی انسو مناسب نیست. نتایج مطالعات

1. Teleconnection
2. El- Niño- Southern Oscillation (ENSO)
3. Sea Surface Temperature (SST)
4. North Atlantic Oscillations (NAO)
5. Southern Oscillation Index (SOI)
6. Trans-Nino Index (TNI)

راجیوان و پای (۲۰۰۶: ۶) بیانگر مطلوب نبودن شاخص TNI و مطلوبیت شاخص ترکیبی نینو ۳ و TNI در آشکارسازی ارتباط بین بارش‌های موسمی کشور هند با پدیده‌ی انسو است.

در سال‌های اخیر پژوهشگران توجه خاصی به تأثیرپذیری دما، به‌عنوان یکی از عناصر اساسی شکل‌گیری اقلیم و نقش آن در پایداری اقلیم جهانی از پدیده‌ی انسو داشته‌اند (هانسن و همکاران، ۲۰۰۶: ۱۴۲۸۸؛ غیور و عساکره، ۱۳۸۰: ۹۳). برخی پژوهش‌ها برای پیش‌بینی تغییرات بلندمدت دمای هوا با تغییرات میدان‌های فشاری در دیگر نقاط کره‌ی زمین انجام شده است. در این راستا می‌توان به بررسی‌های پیتوک (۱۹۸۰: ۱۳۶۲) در شیلی اشاره کرد که نشان داد، افزایش بیش از حد شاخص SST، افزایشی محسوس دمای هوا را در پی دارد. پژوهش‌های روسنبروت و همکاران (۱۹۷۷: ۶۷) بیانگر همبستگی منفی بین دمای متوسط هوا با SOI بود، به‌گونه‌ای که افزایش آن، موجب کاهش دمای هوا می‌شود. ارتباط نوسان‌های دمایی ۱۰۴ ساله‌ی بندر جاسک در جنوب ایران با افت‌وخیزهای نوسان‌های اتلس شمالی (NAO) و نوسان جنوبی (SOI)، نشان داد روند عمومی دما طی سده‌ی گذشته، تا حدود ۴۰ درصد با شاخص‌های فوق توجیه‌کردنی است (غیور و عساکره، ۱۳۸۰: ۹۳). در پژوهش‌های قائمی و عساکره (۱۳۸۲: ۱۱۶) نقش NAO در تغییرپذیری دمای ایستگاه مشهد بررسی و همبستگی نوسان‌های دما با فازهای منفی و مثبت آن تأیید شد. معتمدی و همکاران (۱۳۸۶) ارتباط معناداری از دمای مناطق مختلف استان خراسان را با پدیده‌ی انسو گزارش و نشان دادند، دمای هوا از SOI تأثیرپذیری معکوس داشته، به‌گونه‌ای که میانگین ضرایب همبستگی دما با مقادیر SOI سالانه و فصلی منفی بود. به‌گفته‌ی دیگر با افزایش مقادیر SOI، از مقادیر دما در فصول و سال‌های مختلف کاسته می‌شود. تغییرپذیری دمای هوای سه شهر تبریز، سقز و قزوین از سوی میرمسعودی و همکاران (۱۳۸۷) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آنان نشان داد دمای هوا با تأخیر سه‌ماهه، متأثر از ال‌نینوی تابستانه بود، اما همبستگی معناداری با پدیده‌ی لاینای زمستان مشاهده نشد. به باور ناظم‌السادات و قائم‌امینی اسدآبادی (۱۳۸۷: ۴۷۷) بخش چشمگیری از تغییرات فصلی و سالانه‌ی بارش با پدیده‌ی نوسان جنوبی توجیه‌پذیر است، به‌گونه‌ای که ناظم‌السادات و کوردری (۲۰۰۰: ۵۳۸) و ناظم‌السادات و قاسمی (۱۳۸۲: ۱) ارتباط معکوسی از بارش‌های پاییزه‌ی ایران با SOI را گزارش کردند.

بررسی منابع نشان می‌دهد، مطالعات محدودی درخصوص ارتباط بین پارامتر دما و شاخص انتقالی انسو انجام گرفته است، از سویی پژوهش‌های کلی انجام شده در این زمینه، بیشتر بر محور شناسایی پتانسیل نوسان‌های اقلیمی و تأثیر آن بر رفتار اقلیمی یک ناحیه‌ی خاص متمرکز بوده است. در این پژوهش برای بررسی ارتباط پدیده‌ی انسو با پارامتر دما، بخش گسترده‌ای از کشور ایران (نیمه‌ی جنوبی) مورد توجه قرار گرفت. بدین ترتیب نقش تفکیکی و بازخوردی شاخص‌های نوسان جنوبی (SOI) و انتقالی انسو (TNI)، به‌عنوان الگوهای بزرگ‌مقیاس جوئی - اقیانوسی بر تغییرات مؤلفه‌ی میانگین دمای هوا در نیمه‌ی جنوبی کشور، در چارچوب روش‌های آماری همبستگی بررسی شد.

## مواد و روش‌ها

شاخص نوسان جنوبی، به‌عنوان یکی از شاخص‌های مؤثر انسو در توجیه رفتارهای اقلیمی، در مقایسه با دیگر شاخص‌ها

بوده که از ۱۰ برابر اختلاف مقادیر استاندارد شده‌ی فشار سطح آب در داروین، از شرق اقیانوس آرام و تاهیتی در غرب اقیانوس آرام به دست می‌آید (تروپ، ۱۹۶۱: ۴۹۰). این شاخص معرف شدت و ضعف جریان چرخشی واکر بوده و بخش مثبت آن نشانگر شدت جریان واکر (لانینا) و بخش منفی معرف ضعف شدت جریان واکر (النینو) است. شاخص انتقالی انسو (TNI) نیز برای نمایش فازهای سرد و گرم انسو از سوی ترنبرس در سال ۲۰۰۱ پیشنهاد شد. اساس این شاخص، اختلاف ناهنجاری‌های استاندارد شده‌ی دمای سطح دریا در دو منطقه‌ی نینو ۳+۱ و نینو ۴ است (راجیوان و پای، ۲۰۰۶: ۵). بخش مثبت آن معرف فاز گرم و مقادیر منفی، بیانگر فاز سرد انسو است. برای نیل به اهداف مورد نظر از دو دسته داده، شامل داده‌های شاخص اقلیمی SOI و TNI و داده‌های اقلیمی دمای هوا استفاده شده است.

### داده‌های شاخص اقلیمی SOI و TNI

مقادیر شاخص‌های SOI و TNI در یک دوره‌ی زمانی ۵۵ ساله (۱۹۵۱-۲۰۰۵) از پایگاه اینترنتی سازمان هواشناسی استرالیا<sup>۱</sup> استخراج شد.<sup>۲</sup> داده‌های دریافت‌شده در دو گام زمانی فصلی و ماهانه، در چارچوب ۴ ستون فصلی، شامل ۲۲۰ داده و ۱۲ ستون ماهانه با ۶۶۰ داده دسته‌بندی شد. تعیین فازهای SOI براساس جداسازی فازهای گرم با ارقام شاخص  $SOI \leq -5$  و فازهای سرد با ارقام  $SOI \geq +5$  از فازهای خنثی مشخص شدند. تعیین فازهای النینو یا فاز گرم و لانینا یا فاز سرد این پژوهش با مطالعات ناظم‌السادات و همکاران (۱۳۸۶: ۹۶) و تیان (۱۳۸۸: ۵۴) هم‌خوانی کلی داشت. به همین ترتیب فازبندی شاخص TNI در دو فاز گرم  $TNI \geq 0$  و فاز سرد  $TNI < 0$  براساس محدوده‌های توصیه‌شده در مطالعه‌ی یاراحمدی و عزیز (۱۳۸۶: ۱۶۵) انجام شد.

### داده‌های اقلیمی دمای هوا

مقادیر ماهانه‌ی دمای متوسط هوا نیز به صورت متناظر زمانی با شاخص‌های انسو، از ژانویه تا دسامبر، در سطح ۱۲ ایستگاه همدید نیمه‌ی جنوبی کشور، از سالنامه‌های هواشناسی و پایگاه اطلاعاتی سازمان هواشناسی ایران استخراج شد.<sup>۳</sup> انتخاب ایستگاه‌ها براساس اشتراک اقلیمی نیمه‌خشک تا گرم خشک و اشتراک بیشترین طول دوره‌ی آماری بدون نقص بود. استفاده از سری‌های بلندمدت دما در تعیین ارتباط آنها با پدیده‌ی انسو، زمانی مناسب است که داده‌ها، افزون بر کمیت مناسب، دارای کیفیت مطلوب هم باشند. بنابراین، پس از ایجاد پایگاه داده‌ها و آماده‌سازی، کنترل کیفیت آنها بررسی شد. محاسبات آماری مربوط به این بررسی با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس. و اکسل انجام گرفته است. تصادفی بودن سری زمانی دمای میانگین هوا با آزمون گردش حول میانه<sup>۴</sup> با توجه به جدول تغییرات در سطح ۹۵ درصد و نرمال بودن این سری‌ها با آزمون کلموگروف - اسمیرنوف<sup>۵</sup> برای تمام ایستگاه‌ها انجام گرفت. نتایج کلی حاکی از کیفیت مطلوب داده‌های انتخابی بود. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های انتخابی در جدول شماره‌ی ۱ آمده است.

1. Bureau of Meteorology Australia
2. <http://www.bom.gov.au/index.shtml>
3. <http://www.weather.ir/farsi/index.asp>
4. Run test
5. Komolo grof

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی و دمای متوسط سالانه‌ی ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه

ایستگاه	مختصات جغرافیایی (درجه)		ارتفاع (متر)	متوسط دراز مدت دما (درجه‌ی سانتی‌گراد)
	عرض شمالی	طول شرقی		
آبادان	۳۰/۴	۴۸/۳	۶/۶	۲۵/۴
اهواز	۳۱/۳	۴۸/۷	۲۲/۵	۲۵/۳
بم	۲۹/۱	۵۸/۴	۱۰۶۶/۹	۲۲/۹
بندرعباس	۲۷/۲	۵۶/۴	۹/۸	۲۷
بوشهر	۲۹/۰	۵۰/۸	۱۹/۶	۲۴/۶
دزفول	۳۲/۴	۴۸/۴	۱۴۳	۲۴
اصفهان	۳۲/۶	۵۱/۷	۱۵۵۰/۴	۱۶/۲
کاشان	۳۴/۰	۵۱/۵	۹۸۲/۳	۱۹/۱
کرمان	۳۰/۳	۵۷/۰	۱۷۵۳/۸	۱۵/۸
شیراز	۲۹/۵	۵۲/۶	۱۴۸۴	۱۷/۷
یزد	۳۱/۹	۵۴/۳	۱۲۳۷/۲	۱۹/۱
زاهدان	۲۹/۵	۶۰/۹	۱۳۷۰	۱۸/۴

در بین ایستگاه‌های انتخابی، میانگین حداقل دمای هوا در طول دوره‌ی ۵۵ ساله به ایستگاه کرمان (برابر ۱۵/۸ درجه‌ی سلسیوس) و حداکثر آن به ایستگاه بندرعباس (برابر ۲۷ درجه‌ی سلسیوس) تعلق داشت.

همبستگی، یکی از ابزارهای قوی در تبیین ارتباط بین الگوها به‌شمار می‌رود و در این پژوهش نیز برای تحلیل داده‌ها و کشف روابط، روش همبستگی مورد استفاده قرار گرفت. برای این کار ابتدا در مقابل هر یک از فازهای SOI و TNI، مقادیر دمای ماهانه درج و ضریب همبستگی پیرسون بین فازهای هر دو شاخص با تغییرات دمایی تمام ماه‌ها محاسبه شد. ضریب همبستگی پیرسون در دو سطح معناداری ۰/۰۵ و ۰/۰۱ برای تمامی ایستگاه‌ها، با ایجاد ماتریس ۱۲ سطری دمای ماهانه‌ی هوا و ۱۲ ستونی مقادیر SOI و TNI ماهانه، به تفکیک هر یک از شاخص‌ها محاسبه شد. به این ترتیب ۱۲ ماتریس ۱۲×۱۲ به تعداد ایستگاه‌های همدید ایجاد و سپس تعداد همبستگی‌های معنادار در هر سلول از ماتریس در تمام ایستگاه‌ها تعیین و درصد آنها به‌دست آمد. با در نظر گرفتن همبستگی‌های معنادار، درصد همبستگی‌های مثبت و منفی ماهانه‌ی تمامی ایستگاه‌ها حاصل شد. تمام عملیات گفته شده با در نظر گرفتن ماتریس ۴×۴ به تعداد ۱۲ ایستگاه هواشناسی برای مقیاس فصلی نیز انجام گرفت. وجود اختلاف معنادار در سطح ۰/۰۵ درصد یا بیشتر برای آزمون پیرسون، تأثیر شاخص SOI و TNI بر تغییرات دمایی منطقه‌ی مورد مطالعه را تأیید می‌کند. درصد ایستگاه‌های دارای همبستگی‌های معنادار برای هر یک از دو شاخص در گام زمانی ماهانه و فصلی تعیین و در جدول آورده شد. آن‌گاه شاخص دارای بیشترین درصد همبستگی به‌عنوان شاخص تأثیرگذار در آشکارسازی ارتباط بین دمای هوا با پدیده‌ی انسو معرفی شد.

به‌منظور بررسی میزان تأثیرپذیری تغییرات دمای هر ماه از فازهای النینو و لانینا، مقادیر شاخص SOI و TNI به‌صورت صعودی مرتب و سری زمانی دمای هوا نیز، به‌صورت متناظر با هر دو شاخص انسو جابه‌جا شد. برای هر دو شاخص، درصد تغییرات دمای هوا در فاز لانینا نسبت به النینو با شاخص آماری تفاضل درصدی تعیین شد. بدین ترتیب که تفاضل مقدار میانگین دما در هر دو فاز با میانگین دمای فاز النینو برای دو مقیاس زمانی ماهانه و فصلی از طول دوره‌ی آماری بر اساس رابطه‌ی زیر محاسبه شد (عزیزی، ۱۳۷۹: ۷۴):

$$\% \Delta T = \frac{\bar{T}_{L_i} - \bar{T}_{E_i}}{\bar{T}_{E_i}} \times 100 \quad \text{رابطه‌ی (۱)}$$

که در این رابطه،  $\bar{T}_{L_i}$  و  $\bar{T}_{E_i}$  به ترتیب متوسط دما در فاز النینو و لانینا در ماه  $i$ ام است. مقادیر  $i$  در گام زمانی ماهانه بین ۱ تا ۱۲ ماه و برای گام زمانی فصلی، بین ۱ تا ۴ فصل است. نتیجه‌ی استفاده از روش فوق، به دست آمدن مقادیر منفی یا مثبت برای کاهش یا افزایش دما در هر یک از فازهای انسو است.

### یافته‌های تحقیق

برای تشخیص ارتباط تغییرات دمایی در ایستگاه‌های مورد مطالعه با پدیده‌ی انسو، مقایسه‌ی هم‌زمان مقادیر دما با شاخص نوسان جنوبی و شاخص انتقالی انسو برای داده‌های ماهانه و فصلی انجام گرفت. در جدول شماره‌ی ۲ نتایج آزمون همبستگی دمای هوا با شاخص‌های SOI و TNI، به صورت درصد ایستگاه‌های دارای همبستگی معنادار در دو سطح ۰/۰۵ و ۰/۱۰ ارائه شده است که بیانگر تأثیر متفاوت پدیده‌ی انسو بر تغییرات دمایی ماهانه در تمام ایستگاه‌ها است.

جدول ۲. درصد ایستگاه‌های دارای همبستگی معنادار هم‌زمان دمای هوا با SOI و TNI

دمای هوا												ماه	شاخص
DEC	NOV	OCT	SEP	AUG	JULY	JUNE	MAY	APR	MAR	FEB	JAN		
--	--	--	--	۱۷	--	--	--	۸	--	--	--	JAN	SOI TNI
--	--	--	--	۳۳	--	۸	--	--	--	--	--	FEB	SOI TNI
۲۵	۱۷	--	--	۱۷	--	۸	--	--	--	--	--	MAR	SOI TNI
--	--	--	--	۳۳	--	۸	--	--	۸	--	--	APR	SOI TNI
--	--	--	--	--	--	۸	--	--	--	۳۳	--	MAY	SOI TNI
۷۵	۲۵	--	--	۱۷	--	۱۷	--	--	--	۳۳	--	JUNE	SOI TNI
۸	۳۳	۸	--	۸	۸	۸	۸	--	--	۱۷	۳۳	JULY	SOI TNI
--	--	۲۵	--	--	۱۷	--	--	--	--	--	--	AUG	SOI TNI
--	--	--	۸	--	۸	۲۵	--	۸	۳۳	۵۸	۱۷	SEP	SOI TNI
۸	--	۸	--	۸	--	۲۵	--	--	--	--	۸	OCT	SOI TNI
--	--	--	۸	--	۸	۴۲	--	۶۷	۶۷	۶۷	۱۷	NOV	SOI TNI
--	--	--	۱۷	--	--	--	--	--	--	--	--	DEC	SOI TNI
--	--	--	۸	۸	۸	۳۳	۱۷	۸۳	۷۵	۷۵	۱۷		
--	--	۸۳	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
--	--	۸	۸	--	۸	۱۷	۱۷	۷۵	۶۷	۷۵	۱۷		
--	--	۵۸	--	--	--	--	--	--	--	--	۲۵		
--	--	--	۸	۸	--	۳۳	--	۵۸	۷۵	۱۷	۱۷		
--	--	۱۷	۸	--	--	۱۷	۵۰	۸	--	--	۸		
--	۸	--	--	--	۸	۸	--	۲۵	۷۵	۳۳	۸		
۱۷	--	--	۸	--	--	--	۲۵	۲۵	--	۱۷	--		
--	۸	--	--	--	۸	۸	--	--	۵۸	۸	--		
۳۳	--	۸	۱۷	۱۷	--	۱۷	۲۵	--	--	۸	--		
--	۱۷	--	--	--	۸	۸	۸	--	۴۲	--	--		

ادامه‌ی جدول ۲. درصد ایستگاه‌های دارای همبستگی معنادار همزمان دمای هوا با SOI و TNI

دمای هوا												ماه	شاخص
DEC	NOV	OCT	SEP	AUG	JULY	JUNE	MAY	APR	MAR	FEB	JAN		
پاییز			تابستان			بهار			زمستان			فصل	شاخص
۸	---	---	۲۵	۸	---	---	۸	---	---	۷۵	---	زمستان	SOI
---	---	---	۸	---	---	---	---	---	---	---	---	بهار	TNI
۲۵	---	---	۱۷	---	---	---	---	---	---	۶۷	---	بهار	SOI
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	تابستان	TNI
۱۷	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	تابستان	SOI
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	پاییز	TNI
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	پاییز	SOI
۸	---	---	۱۷	---	---	---	---	---	---	---	---	پاییز	TNI

همان‌گونه که در جدول شماره‌ی ۲ مشاهده می‌شود، حداکثر و حداقل درصد پوشش ایستگاه‌های معنادار با شاخص SOI به ترتیب ۸۳ و ۸ درصد و برای شاخص TNI، ۸۳ و ۸ درصد بود؛ اما در ۵۰ درصد موارد، همبستگی معناداری بین میانگین دمای هوا با TNI در مقابل ۳۰ درصد همبستگی برای شاخص SOI مشاهده شد. از طرفی مقایسه‌ی تعداد همبستگی‌های دمای هوا با هر دو شاخص نشان می‌دهد، دمای هوای ماه ژانویه با مقادیر شاخص TNI تمام ماه‌های سال، دمای هوای ماه فوریه با مقادیر شاخص TNI ماه‌های فوریه تا نوامبر و دمای هوای ماه مارس با مقادیر شاخص TNI ماه‌های آوریل تا دسامبر، معنادار شد. اما دمای هوای ماه اکتبر در بیشتر ایستگاه‌ها با مقادیر شاخص SOI ماه‌های آوریل تا دسامبر معنادار شد و دمای هوای ماه مارس با شاخص فوق در حداقل ایستگاه‌ها معنادار بود. ارقام فوق نشان‌دهنده‌ی تأثیرپذیری دمای ایستگاه‌های بیشتری از شاخص TNI نسبت به SOI است. به همین ترتیب در مقیاس فصلی بیشترین همبستگی بین میانگین دمای هوای فصول تابستان، پاییز و بهار ۲۵ درصد ایستگاه‌ها، به ترتیب با مقادیر شاخص SOI فصول زمستان، بهار و پاییز برقرار بود. درحالی‌که برای شاخص TNI بیشترین همبستگی دمای هوای فصل زمستان به TNI فصول زمستان، بهار، تابستان و پاییز، به ترتیب معادل ۷۵، ۶۷، ۹۲ و ۷۵ درصد بود. بنابراین، می‌توان چنین گفت که در بررسی ماه به ماه، یکنواختی کمتری بین ایستگاه‌ها برای شاخص SOI مشاهده می‌شود. درحالی‌که برای شاخص TNI یکنواختی بیشتری حاکم است. مقایسه‌ی رفتاری مقادیر درصد ایستگاه‌های معنادار با هر دو شاخص SOI و TNI در مقیاس فصلی و ماهانه، نشان‌دهنده‌ی تفاوت رفتاری شاخص‌های انسو در هر دو مقیاس زمانی و همبستگی قوی بین دمای هوا با شاخص TNI نسبت به شاخص SOI است. در ادامه، برای تعیین میزان و نوع همبستگی بین میانگین دما با شاخص SOI و TNI، مقادیر حداقل و حداکثر همبستگی و تعداد همبستگی‌های مثبت و منفی برای داده‌های ماهانه و فصلی محاسبه و در جدول شماره‌ی ۳ ارائه شد.

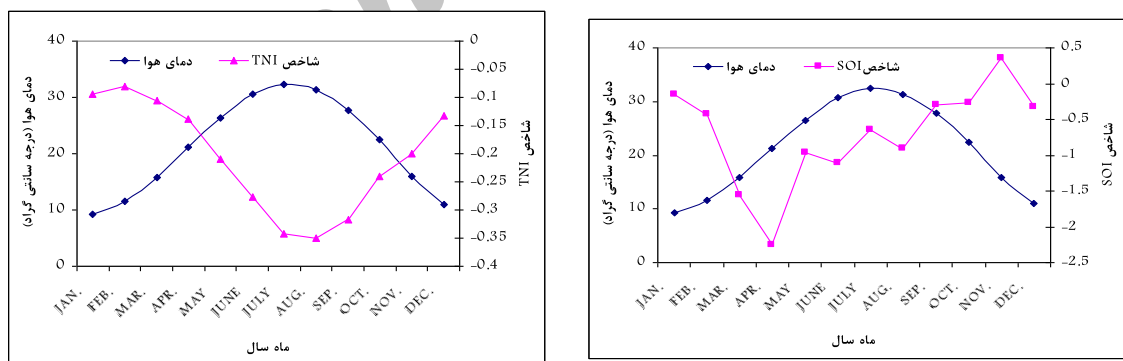
جدول ۳. مقادیر حداقل، حداکثر و درصد همبستگی‌های معنی‌دار دمای هوا با SOI و TNI

شخص	ماه	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
SOI	حداقل همبستگی	-۰/۳۰۵*	-۰/۳۴۵*	-۰/۴۳۳**	-۰/۳۵۵**	-۰/۳۶۳**	-۰/۳۳۱*	-۰/۴۳۷**	-۰/۵۴۹**	-۰/۴۶۹**	-۰/۳۰۶*	-۰/۲۵۹**	-۰/۳۱۴*
		-۰/۲۴۵	-۰/۲۹۵*	-۰/۳۷۸*	-۰/۳۵۰*	-۰/۳۸۰*	-۰/۴۳۱**	-۰/۴۶۳**	-۰/۴۵۸**	-۰/۴۶۴**	-۰/۳۷۸*	-۰/۳۵۹*	-۰/۲۵۹*
SOI	حداکثر همبستگی	۰/۲۳۹	۰/۱۹۸	۰/۳۹۷*	۰/۳۹۳*	۰/۲۴۰	۰/۳۳۰*	۰/۲۹۴	۰/۳۲۰*	۰/۲۹۹	۰/۴۶۳*	۰/۳۹۹**	۰/۴۵۳**
TNI		۰/۴۸۴**	۰/۴۵۵**	۰/۴۰۶**	۰/۳۷۷*	۰/۳۸۴*	۰/۳۹۹**	۰/۴۵۳**	۰/۴۹۹**	۰/۴۹۹**	۰/۵۱۳**	۰/۴۹۴**	۰/۳۷۱**
SOI	همبستگی مثبت	---	---	۱۳	۱۸	---	۱۴	---	۹	۹	۶۲	۱۰۰	۹۳
TNI		---	---	۴۳	۱۸	۱۱	۹	۵	۸	۹	۱۱	۱۷	۳۰
SOI	همبستگی منفی	۱۰۰	۱۰۰	۸۷	۸۲	۱۰۰	۸۶	۱۰۰	۹۱	۱۰۰	۲۸	---	۷
TNI		---	۲۹	۵۷	۸۲	۸۹	۸۹	۹۱	۹۲	۹۲	۹۱	۸۹	۸۳
فصل		زمستان			بهار			تابستان			پاییز		
SOI	حداقل همبستگی	-۰/۳۳*	-۰/۴۸۰**	-۰/۴۹۹**	-۰/۳۶۵**	-۰/۴۹۹**	-۰/۳۱۷*	-۰/۵۳۰**	-۰/۳۸۵**	-۰/۳۸۵**	-۰/۳۲۸*	-۰/۳۸۵**	-۰/۳۲۸*
TNI		-۰/۳۱۹*	-۰/۳۱۹*	-۰/۳۱۹*	-۰/۳۱۹*	-۰/۳۱۹*	-۰/۳۱۹*	-۰/۳۱۹*	-۰/۳۱۹*	-۰/۳۱۹*	-۰/۳۱۹*	-۰/۳۱۹*	-۰/۳۱۹*
SOI	حداکثر همبستگی	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۱۵۴	۰/۱۵۴	۰/۱۵۴	۰/۱۵۴	۰/۱۵۴	۰/۳۸۴*	۰/۳۸۴*	۰/۳۸۴*	۰/۳۱۷*	۰/۳۱۷*
TNI		۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳
SOI	همبستگی مثبت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
TNI		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
SOI	همبستگی منفی	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۷۵	۷۵	۷۵	۰	۰
TNI		۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۹	۸۹	۸۹	۹۱	۹۱

\* و \*\* معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵



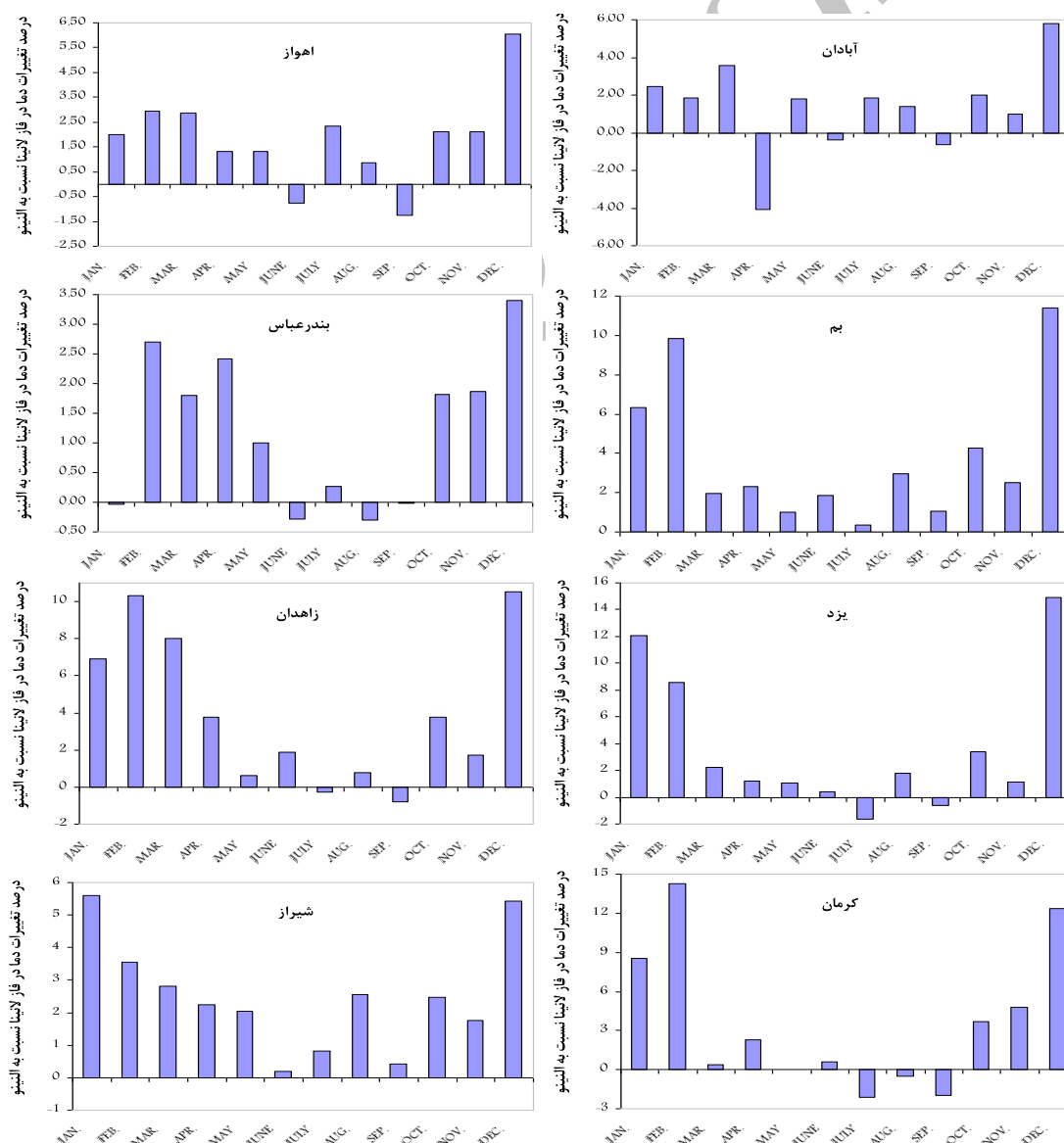
حدود دامنه‌ی همبستگی میان مقادیر شاخص‌های انسو با دما در تمام ماه‌ها از حداقل  $-0/549$  در ماه آگوست تا حداکثر  $+0/463$  در ماه اکتبر، برای شاخص SOI و  $-0/458$  در ماه‌های آگوست و سپتامبر تا  $+0/512$  در ماه سپتامبر برای شاخص TNI بود. در مقیاس فصلی نیز، دامنه‌ی همبستگی‌های SOI و TNI، به‌ترتیب از  $-0/365$  در فصل بهار تا  $+0/459$  در فصل پاییز و  $-0/530$  تا  $+0/384$  در فصل تابستان منغیر بود. از سویی جدول شماره‌ی ۳ نشان می‌دهد، درصد همبستگی‌های معنادار منفی ماهانه با پدیده‌ی انسو بیش از همبستگی‌های مثبت است. این بدان معناست که با افزایش مقدار شاخص‌های SOI و TNI، مقدار دمای هوا کاهش می‌یابد. در مقیاس فصلی نیز روند همبستگی‌ها نشان داد که در سه فصل از سال، همبستگی میان دما با شاخص SOI منفی و در فصل پاییز مثبت است و برای شاخص TNI کمابیش در همه فصول جهت همبستگی‌ها منفی است. براساس جدول شماره‌ی ۳، نتایج هر دو مقیاس فصلی و ماهانه، به‌دلیل یکسان بودن جهت همبستگی‌ها با یکدیگر، هم‌خوانی دارند. چنانکه در جدول شماره‌ی ۳ مشاهده می‌شود، درجه‌ی منفی شدن ضریب همبستگی و سطح معناداری SOI در نُه ماه اول سال میلادی، بر همبستگی‌های مثبت سه ماه اکتبر، نوامبر، دسامبر و برای TNI در نُه ماه سال، بر سه ماه ژولای، سپتامبر و آگوست غالب است، از سوی دیگر، وجود ضرایب همبستگی بالای ماه‌های فصل تابستان نسبت به ماه‌های دیگر، به‌همراه بیشترین سطح معناداری ( $0/01$  درصد)، اهمیت ماه‌های این فصل در تغییرات دمایی منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد. در مقیاس فصلی نیز فصل تابستان به‌عنوان فصل پایه، در تغییر جهت از همبستگی منفی فصول قبل، به همبستگی مثبت در فصل پاییز برای SOI و تا حدودی برای TNI به‌شمار می‌رود (جدول شماره‌ی ۳). بنابراین می‌توان تغییرات شاخص SOI و TNI در فصل تابستان را به‌عنوان نقطه‌ی عطف شروع تغییرات دمای هوا معرفی کرد. ترسیم تغییرات هم‌زمان شاخص SOI و TNI با میانگین دمای هوا، مؤید نتایج فوق است (شکل شماره‌ی ۱).



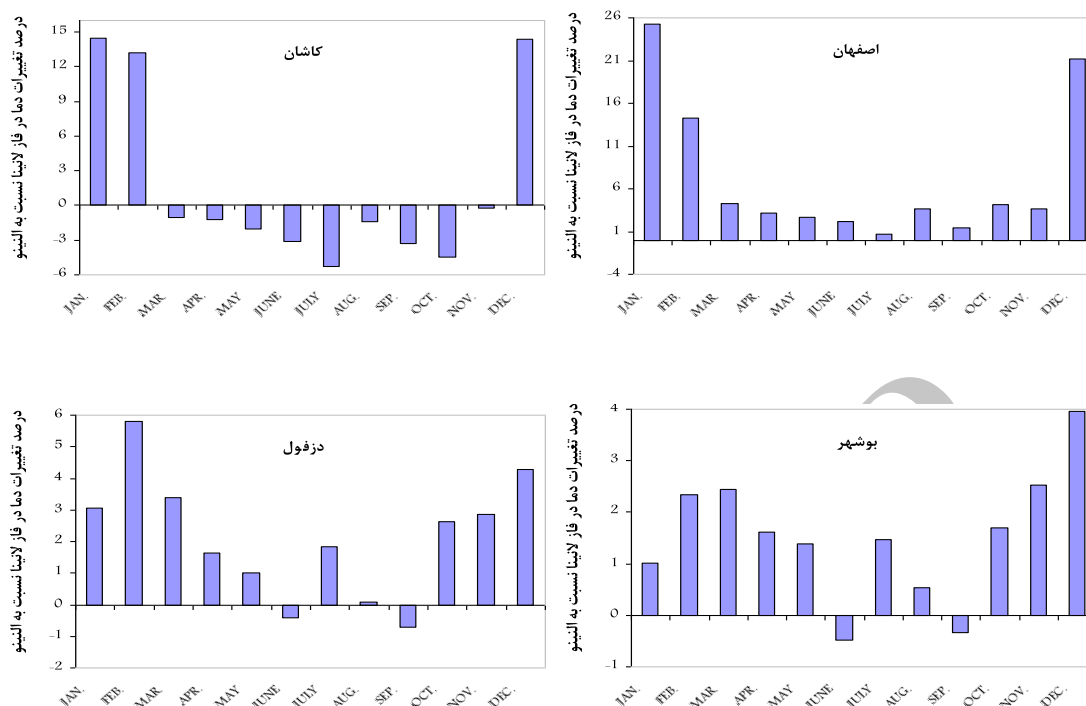
شکل ۱. تغییرات هم‌زمان دمای هوای ماهانه و شاخص‌های SOI و TNI در منطقه‌ی مورد مطالعه

شکل شماره‌ی ۱ نشان می‌دهد، روند کلی تغییرات دمای هوا با مقادیر شاخص SOI و TNI عکس یکدیگر است، به‌گونه‌ای که با افزایش مقدار هر یک از شاخص‌ها، دمای هوا کاهش داشته است. نتایج کلی شکل شماره‌ی ۱، ضمن تأیید یافته‌های جدول شماره‌ی ۳ مبنی بر همبستگی منفی بین دمای هوا با شاخص‌های SOI و TNI در راستای گزارش معتمدی و همکاران (۱۳۸۶: ۷۵) مبنی بر همبستگی منفی بین دما و مقادیر SOI در استان خراسان است. همچنین شکل شماره‌ی ۱ نشان می‌دهد، روند کلی تغییرات دما منظم و بیشینه‌ی دما در ماه آگوست از فصل تابستان

است. اما تغییرات مقادیر SOI برخلاف مقادیر TNI نامنظم بوده و این بی‌نظمی در ماه‌های فصل تابستان و پاییز بیشتر مشهود است. این موضوع نشان می‌دهد با وجود معکوس بودن روند تغییرات دمای هوا با مقادیر هر یک از دو شاخص، می‌توان شاخص TNI را در آشکارسازی تغییرات دمای هوا قوی‌تر دانست، ضمن آنکه نتایج جدول شماره ۳ نیز مؤید برتری شاخص TNI در مقایسه با SOI در توجیه تغییرات دمای هوای منطقه بود. به نظر می‌رسد در توجیه ارتباط پارامتر دما با شاخص SOI، عوامل اقلیمی مستقل دیگری نیز وجود دارند که در گزارش‌های عزیز (۱۳۷۹: ۷۵) برای بارش‌های ایران و غیور و عساکره (۱۳۸۰: ۱۰۱) در تغییرات دمای هوای جاسک از پدیده‌ی النینو آمده است. برای شاخص TNI نقش عوامل مستقل دیگر، کمتر است. بدین ترتیب پس از تأیید توانمندی شاخص TNI نسبت به SOI، برای بررسی و آشکارسازی نحوه‌ی تغییرات دمای هوا، درصد تغییرات دمای هوا از رابطه‌ی شماره ۱ محاسبه و در مقابل مقادیر TNI ماهانه، در مجموعه اشکال شماره ۲ ترسیم و ارائه شده است.



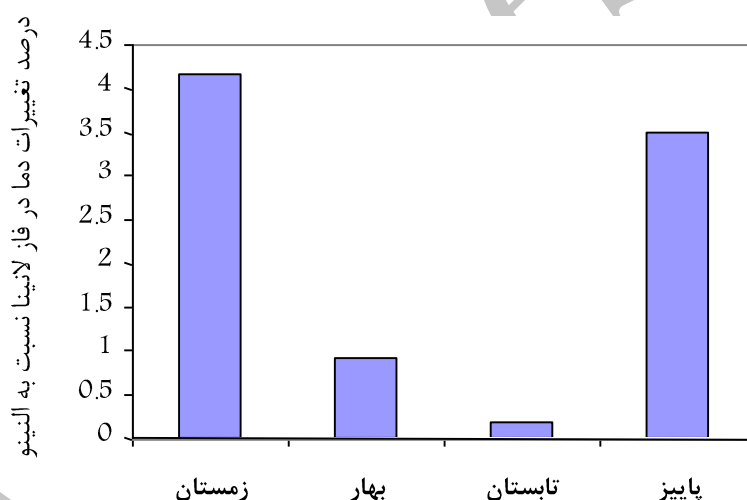
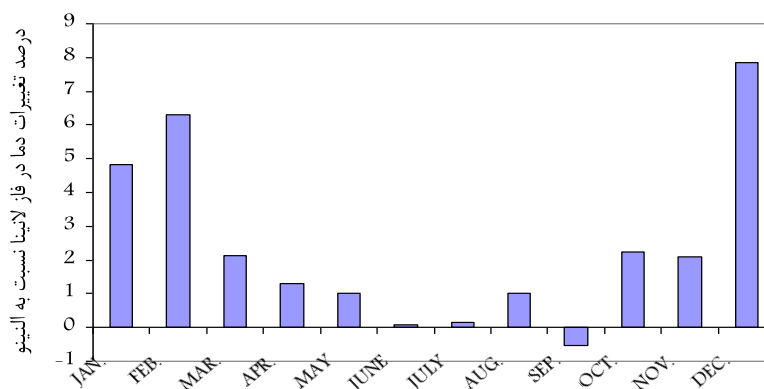
شکل ۲. درصد تغییرات دما در فازهای شاخص انتقالی انسو، در هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه



ادامه‌ی شکل ۲. درصد تغییرات دما در فازهای شاخص انتقالی انسو، در هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه

شکل شماره‌ی ۲ تأثیر فازهای النینو و لانینا را بر دمای ماهانه‌ی هر ایستگاه به خوبی آشکار ساخته است. براساس شکل شماره‌ی ۲، دمای هوای اکثر ایستگاه‌ها در سه ماه اول سال میلادی، تحت تأثیر پدیده‌ی انسو بوده است؛ زیرا بیشترین درصد تغییرات دمای هوای اکثر ایستگاه‌ها در این ماه‌ها روی داده است. همچنین حداقل بودن یا منفی بودن درصد تغییرات در سه ماه فصل تابستان، نسبت به ماه‌های دیگر، اهمیت این فصل را به‌عنوان فصل پایه برای تغییرات فصل بعد نشان می‌دهد. شکل شماره‌ی ۲ بیان می‌دارد، ایستگاه‌های کاشان، کرمان، اصفهان، یزد و بم بیشترین درصد تغییرات دما را به‌واسطه‌ی فاز لانینا در ماه دسامبر و ژانویه داشته‌اند و ایستگاه‌های بندرعباس و بوشهر، کمترین درصد تغییرات دما را داشته‌اند. بیشترین درصد تغییرات دما در ماه‌های سرد سال در فصول پاییز و زمستان، یعنی ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، اکتبر، نوامبر و دسامبر قابل مشاهده است و کمترین درصد تغییرات دما در ماه‌های گرم سال یا ماه‌های ژولای، آگوست و سپتامبر است. شکل شماره‌ی ۲ همچنین تفاوت رفتاری ایستگاه‌های مختلف کشور و حتی در ایستگاه‌های دارای تشابه اقلیمی را هم‌زمان با فازهای النینو و لانینا پدیده‌ی انسو نشان می‌دهد. برای نمونه در ایستگاه بم، دمای هوا در تمامی روزهای سال تحت تأثیر فاز سرد یا فرآیند لانینای شاخص TNI است، درحالی‌که دمای هوای سه ماه تابستان ایستگاه کرمان متأثر از فاز گرم شاخص TNI است. به‌همین ترتیب دمای هوای شهر کاشان، به‌عنوان شهری در حاشیه‌ی کویر، بر عکس شهرهای بم، یزد و کرمان با شرایط اقلیمی مشابه، برای نه ماه از سال تحت تأثیر فاز گرم شاخص TNI است. بدین ترتیب، نتایج حاصل از مطالعه‌ی شاخص درصد تغییرات دمای ماهانه‌ی هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه با شاخص ماهانه‌ی TNI تأثیر پدیده‌ی انسو بر تغییرات دمایی ایستگاه‌ها را تأیید می‌کند. در

ادامه، درصد تغییرات میانگین دمای ماهانه در طول دوره‌ی مطالعاتی در دو فاز گرم (النینو) و سرد (لانینا)، به‌صورت میانگینی از تمامی ایستگاه‌ها، در شکل شماره‌ی ۳ آورده شده است.



شکل ۳. متوسط درصد تغییرات ماهانه و فصلی دما در فازهای شاخص انتقالی انیسو منطقه‌ی مورد مطالعه

شکل شماره‌ی ۳ نشان می‌دهد بیشترین درصد تغییرات دما در مقیاس ماهانه، در سه ماه سرد سال، یعنی فصل زمستان و کمترین درصد تغییرات در سه ماه فصل تابستان، یعنی ژولای، آگوست و سپتامبر روی داده است. در مقیاس فصلی (شکل شماره‌ی ۳) نیز، بیشترین درصد تغییرات دمای میانگین فصلی در فصول زمستان و پاییز و کمترین درصد تغییرات فصلی به فصل تابستان مربوط است. تفاوت درصد تغییرات دما در شکل شماره‌ی ۳ و کمتر بودن آن در مقایسه با شکل شماره‌ی ۲ را می‌توان ناشی از تعدیل مقادیر کرانه‌ای حداکثر و حداقل دمای ماهانه در کل منطقه دانست که با افزایش سطح مورد مطالعه، آثار مقادیر حداقل و حداکثر دما کاهش یافته است. در مجموع شکل شماره‌ی ۳ نشان می‌دهد که در مقیاس ماهانه، شدت تأثیر فاز لانینا بر تغییرات دما بیش از النینو است. اما در مقیاس فصلی درصد تغییرات کاهش یافته است. همچنین از شکل شماره‌ی ۳ این‌گونه برداشت می‌شود که حداکثر تأثیر شدت لانینا در ماه دسامبر،

سبب افزایش ۸ درصدی دما نسبت به دمای فاز النینو شده است، درحالی که حداکثر تأثیر لائینا در فصل زمستان، منجر به افزایش ۴ درصدی دما نسبت به دمای فاز النینو شده است. نکته‌ی قابل توجه شکل شماره‌ی ۳، بیشتر بودن دمای هوا در فاز لائینا نسبت به فاز النینو است که در تمام ماه‌ها و فصول منطقه‌ی مورد مطالعه دیده می‌شود.

## بحث و نتیجه‌گیری

با بررسی‌ها و مطالعاتی که بر روی دمای ۱۲ ایستگاه منتخب در نیمه‌ی جنوبی ایران انجام شد، مشخص شد که دمای ۱۲ ایستگاه انتخابی، ارتباط معناداری با هر دو شاخص TNI و SOI دارد، اما تعداد ایستگاه‌های دارای همبستگی معنادار دمای هوا با شاخص TNI، به مراتب بیش از شاخص SOI بود. با در نظر گرفتن شاخص TNI دمای هوای ماه ژانویه و بر مبنای شاخص SOI، دمای هوای ماه اکتبر، به عنوان ماه‌های تأثیرپذیر از پدیده‌ی انسو معرفی شدند. تأثیرپذیری عوامل اقلیمی مختلف در ماه اکتبر از پدیده‌ی انسو، مانند بارش توسط عزیزی (۱۳۷۹: ۷۱) و کریمی خواجه‌لنگی (۱۳۸۵: ۴۴) و دمای هوا توسط غیور و عساکره (۱۳۸۰: ۱۰۷) گزارش شده است. در مقیاس فصلی نیز فصل تابستان، به عنوان فصل پایه، در تغییر جهت از همبستگی منفی فصول قبل، به همبستگی مثبت در فصل پاییز به شمار می‌رود. نتایج این پژوهش می‌تواند در راستای نتایج مطالعات ناظم‌السادات و همکاران (۱۳۸۶: ۱۲) باشد. آنان مقدار نوسان‌های انسو در فصل تابستان را به عنوان پیشگوکننده‌ی شرایط خشک و تر در فاصله زمانی اکتبر تا دسامبر (پاییز) توصیف کردند. مقایسه‌ی رفتاری مقادیر درصد ایستگاه‌های معنادار با پدیده‌ی انسو در مقیاس فصلی و ماهانه، نشان‌دهنده‌ی تفاوت رفتاری پدیده‌ی انسو در هر دو مقیاس است. تفاوت رفتاری انسو در مقیاس‌های فصلی و ماهانه با مطالعه‌ی مدرّس‌پور (۱۳۷۶: ۶۷) هم‌خوانی دارد. وی تأثیر انسو بر بارش و دمای ایران را در ۴ فصل مورد بررسی قرار داد و بیان کرد، رفتار انسو از فصلی به فصل دیگر و از مکانی به مکان دیگر متفاوت است. جهت همبستگی‌های غالب منفی بود که به مفهوم روند معکوس این دو پارامتر است؛ یعنی با افزایش مقادیر شاخص‌های انسو، دمای هوا کاهش می‌یابد. این نتیجه در راستای مطالعه‌ی معتمدی و همکاران (۱۳۸۶: ۷۵) مبنی بر همبستگی منفی دمای هوا با پدیده‌ی انسو است.

در بررسی دمای ماهانه‌ی ایستگاه‌ها و ارتباط شاخص تغییرات دما با شاخص TNI نیز که به تفکیک ایستگاه‌های مورد مطالعه انجام شد، مشخص شد که رفتار دمایی ایستگاه‌ها در ارتباط با فازهای النینو و همین‌طور در فازهای لائینا به‌طور کامل هماهنگ و مشابه نیست. همچنین در مقیاس فصلی و ماهانه‌ی فاز لائینا تأثیر بیشتری را در افزایش دما به اندازه‌ی ۴ و ۸ درصد، نسبت به فاز النینو داشت؛ به‌گونه‌ای که فاز لائینا منجر به افزایش ۴ درصدی دمای فصل زمستان و افزایش ۸ درصدی ماه دسامبر شد. شدت تأثیر فازهای انسو بر دمای هوای فصل زمستان، می‌تواند در راستای مطالعه‌ی یاراحمدی و عزیزی (۱۳۸۶: ۱۶۱) مبنی بر ارتباط بیشتر بارش‌های فصل زمستان ایران از پدیده‌ی انسو نسبت به فصول دیگر باشد. در گزارش ارائه شده از سوی غیور و عساکره (۱۳۸۰: ۱۰۱) نیز بر بیشتر بودن دامنه‌ی تغییرات دمای هوای جزیره‌ی جاسک، واقع در نیمه‌ی جنوبی کشور، در سه ماهی اوّل و آخر میلادی از پدیده‌ی انسو تأکید شده است. از سوی دیگر، افزایش دمای هوا در فاز لائینا نسبت به النینو، به‌منزله‌ی کاهش دمای فاز النینو نسبت به لائینا است. این نتیجه می‌تواند در راستای مطالعه‌ی ناظم‌السادات و همکاران (۱۳۸۵: ۳۶۱) باشد. آنان در بررسی تأثیر انسو بر

دبی رودخانه‌های استان فارس بیان کردند، افزایش دبی اکثر ماه‌ها، ناشی از رخداد پدیده‌ی النینو بوده است. همچنین تأثیر فاز گرم انسو (النینو) در افزایش بارش فصول سرد نیمه‌ی جنوبی کشور و رطوبت نسبی، به‌ترتیب در مطالعه‌ی ناظم‌السادات و همکاران (۱۳۸۴: ۸۱) و پوینده و همکاران (۱۳۸۳: ۱) گزارش شده که با نتیجه‌ی این مطالعه مبنی بر کاهش دما در فاز النینو، هم‌خوانی دارد.

## منابع

- احمدی گیوی، فرهنگ؛ پرهیزکار، داود، ۱۳۸۷، بررسی نقش انسو (ENSO) در بارش سالانه ایران در دوره‌ی ۱۹۷۱-۲۰۰۰، مجله‌ی ژئوفیزیک ایران، دوره‌ی ۲، شماره‌ی ۲، صص. ۲۵-۳۷.
- پوینده، اسماعیل؛ مرادزاده، نسترن و ناظم‌السادات، سید محمد جعفر، ۱۳۸۳، تأثیر پدیده‌ی النینو نوسانات جنوبی (ENSO) بر میزان رطوبت نسبی، دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲۳ و ۲۴ اردیبهشت ۱۳۸۳.
- حق‌نگهدار، امین؛ تقفیان، بهرام، و اختری، روح انگیز، ۱۳۸۶، بررسی میزان تأثیر پدیده‌ی ال نینو - نوسانات جنوبی بر سیلاب‌های حداکثر سالانه‌ی جنوب غرب ایران، آب و فاضلاب، شماره‌ی ۶۴ صص. ۶۶-۷۸.
- خسروی، محمود، ۱۳۸۳، بررسی روابط بین الگوهای چرخش جو‌ی کلان‌مقیاس نیمکره‌ی شمالی با خشکسالی‌های سالانه‌ی سیستان و بلوچستان، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره‌ی ۱۳، صص. ۱۶۷-۱۸۸.
- زارع ابیانه، حمید؛ یزدانی، وحید و خلیل اژدری، ۱۳۸۸، مطالعه‌ی تطبیقی چهار نمایه‌ی خشکسالی هواشناسی بر پایه‌ی عملکرد نسبی محصول گندم دیم در استان همدان، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۶۹ صص. ۳۵-۴۹.
- شیرغلامی، هادی و قهرمان، بیژن، ۱۳۸۴، بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران، مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره‌ی ۹، شماره‌ی ۱، صص. ۹-۲۴.
- صبوحی، راضیه و سلطانی، سعید، ۱۳۸۷، تحلیل روند عوامل اقلیمی در شهرهای بزرگ ایران، نشریه‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره‌ی ۱۲، شماره‌ی ۴۶ الف، صص. ۳۰۳-۳۲۲.
- صلاحی، برومند؛ خورشیددوست، علی محمد و قویدل رحیمی، یوسف، ۱۳۸۶، ارتباط نوسان‌های گردش جو‌ی اقیانوسی اطلس شمالی با خشکسالی‌های آذربایجان شرقی، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۶۰ صص. ۱۴۷-۱۵۶.
- عزیزی، قاسم، ۱۳۷۹، النینو و دوره‌های خشکسالی - ترسالی در ایران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۳۸، صص. ۷۱-۸۴.
- غیور، حسنعلی و عساکره، حسین، ۱۳۸۰، مطالعه‌ی تأثیر پیوند از دور بر اقلیم ایران (مطالعه موردی: اثر نوسانات اطلس شمالی و نوسانات جنوبی بر تغییرات میانگین ماهانه دمای جاسک)، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۶۳-۶۴ صص. ۹۳-۱۱۳.

فاتحی مرج، احمد؛ برهانی داریان، علیرضا و مهدیان، محمدحسین، ۱۳۸۵، پیش‌بینی فصلی جریان رودخانه‌های دریاچه‌ی ارومیه با استفاده از شاخص‌های اقلیمی، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره‌ی ۷۱، صص. ۴۱-۵۱.

قوبدل رحیمی، یوسف، ۱۳۸۴، اثر الگوی بزرگ مقیاس گردش جوّی - اقیانوسی (انسو) بر تغییرپذیری فصلی اقلیم در ایران: آثار النینو و لائینا بر تغییر پذیری بارش‌های بهاری در آذربایجان شرقی، فصلنامه‌ی مدرس علوم انسانی، دوره‌ی ۹، شماره‌ی ۴، صص. ۷۱-۸۸.

کریمی خواجه‌لنگی، صادق، ۱۳۸۵، ارتباط انسو با نوسانات الگوی بارش ماهانه در ایران (مطالعه‌ی موردی شهرکرد)، فصلنامه‌ی نیوار، شماره‌ی ۶۰-۶۱، صص. ۴۳-۵۲.

مدرس پور، آزاده، ۱۳۷۶، تأثیر رویداد انسو (النینو/نوسان جنوبی) بر بارندگی و دمای ایران، مجله‌ی نیوار، شماره‌ی ۳۳، صص. ۶۷-۸۲.

معمدی، محمد؛ احترامیان، کورش و شهاب‌فر، علیرضا، ۱۳۸۶، بررسی ارتباط از دور سیگنال هواشناسی ENSO با نوسانات بارندگی و دما در استان خراسان، علوم محیطی، سال چهارم، شماره‌ی چهارم، صص. ۷۵-۹۰.

میرمسعودی، شقایق؛ معروفی، صفر؛ سبزی‌پرور، علی اکبر. و تیان، سارا، ۱۳۸۷، تأثیر پدیده‌ی انسو (النینو/نوسان جنوبی) بر دمای هوای ایران (مطالعه‌ی موردی: شهرهای تبریز، سقز و قزوین)، دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.

ناظم‌السادات، سیدمحمدجعفر و قائد امینی اسدآبادی، حبیب‌ا...، ۱۳۸۷، بررسی تأثیر نوسانات مادر جولیان بر وقوع کرانه بالایی و پایینی بارش (سیلاب و خشکی) ماه‌های بهمن تا فروردین در استان فارس، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۲، شماره‌ی ۴۶، صص. ۴۸۹-۴۷۷.

ناظم‌السادات، سیدمحمدجعفر و قاسمی، احمد رضا، ۱۳۸۲، بارندگی شش‌ماهه‌ی سرد مناطق مرکزی و جنوب‌غربی ایران و ارتباط آن با پدیده‌ی النینو نوسانات جنوبی، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هفتم، شماره‌ی ۳، صص. ۱۱-۱.

ناظم‌السادات، سیدمحمدجعفر؛ رحیمی، محمد. و کشاورزی، علیرضا، ۱۳۸۵، ارزیابی تأثیر پدیده‌ی النینو - نوسانات جنوبی (ENSO) بر آبه‌ی و خشکسالی (ترسالی) هیدرولوژیکی رودخانه‌های مهم استان فارس، مجله‌ی علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۷، شماره‌ی ۲، صص. ۳۶۹-۳۶۱.

ناظم‌السادات، سیدمحمدجعفر؛ سامانی، نوذر و مولایی نیکو، مصطفی، ۱۳۸۴، تغییر اقلیم در جنوب و جنوب‌غرب ایران از دیدگاه مشاهدات بارش، برهمکنش با پدیده‌ی النینو نوسانات جنوبی، مجله‌ی علمی کشاورزی، جلد ۲۸، شماره‌ی ۳، صص. ۸۱-۹۷.

یاراحمدی، داریوش؛ عزیزی، قاسم، ۱۳۸۶، تحلیل چند متغیره‌ی ارتباط میزان بارش فصلی ایران و شاخص‌های اقلیمی، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۶۲، صص. ۱۷۴-۱۶۱.

- Ahmadi- Givi, F., Parhizkar, D. and Hajjam, S., 2008, **The Study of the ENSO's Effect on the Seasonal Precipitation of Iran in the Period 1971-2000**, Journal of Iran Geophysical, Vol. 2, No. 2, PP. 25-37.
- Azizi, G., 2000, **El Nino and Drought Periods - wet in Iran**, Geographical Research, Vol. 38, PP. 71-84.
- Bradbury J.A., Dingman, S.L. and Keim, B.D., 2002, **New England Drought and Relations with Large Scale Atmospheric Circulation Patterns**, Journal of the American Water Resources Association, Vol. 38, PP. 1287-1299.
- Chandimala, J. and Zubair, L., 2007, **Predictability of Stream Flow and Rainfall Based on ENSO for Water Resources Management in Sri Lanka**, Journal of Hydrology, Vol.335, PP. 303- 312.
- Chiew, F.H.S., Piechota, T.C., Dracup, J.A. and McMahon, T.A., 1998, **El Nino/Southern Oscillation and Australian Rainfall, Streamflow and Drought: Link and Potential for Forecasting**, Journal of Hydrology, Vol. 204, PP. 138-149.
- Fatehi Maraj, A., Borhani Darian, A.R. and Mahdian, M.H., 2006, **Seasonal Forecasting of River Flow Oroomiyeh Lake Using Climatic Indicators**, Construction Research in Natural Resources, Vol. 71, PP. 41-51.
- Ghavidale Rahimi, U., 2005, **Large-scale Patterns of Atmospheric Circulation - the Ocean (Yonder) on the Seasonal Variability of the Climate: El Nino and La Nina Events in the Works on Spring Rainfall Variability in Eastern Azerbaijan**, Modarres Journal of Humanities, Vol. 9, No. 4, PP. 71-88.
- Ghayoor, H. and Asakereh, H., 2001, **Study the Effect of the Graft Around the Climate Case Study: the Effect of North Atlantic Oscillations and the Southern Oscillation on Mean Monthly Temperature Changes Jask**, Journal of Geographical Research, No.63-64, PP. 93-113.
- Haghnegahdar, A., Saghafian, B. and Akhtari, R., 2007, **Effect of El Nino-Southern Oscillation on Annual Maximum Flood in Southwestern of Iran**, Water and Wastewater, Vol. 64, PP. 66-78.
- Hanley, D., Bourassa, M. A., O'Brien, J.J. Smith, S.H.R. & Spade, E.R., 2002, **A Quantitative Evaluation of ENSO Indices**, Journal of Climate, Vol. 16, PP. 1249-1258.
- Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lo, K., Lea, D. & Elizade, M., 2006, **Global Temperature Change**, Science, Vol. 39, PP. 14288-14293.
- Higgins, R.W., Schemm, J.K.E., Shi, W. and Leetmaa, A., 2000, **Extreme Precipitation Events in the Western United State Related to Tropical Forcing**, Journal of Climate, Vol. 13, PP. 793-820.
- Jochen, S. and Wolfgang, J.J., 2006, **Forecasting the Flood-pulse in Central Mazonia by ENSO-indices**, Journal of Hydrology, Vol. 335, PP. 124-132.
- Karimi Khajeh Langi, S., 2006, **The Relationship between ENSO and Iran Monthly Precipitation Variability (Case Study: Shahr-e-kurd)**, Nivar, No.60-61, PP. 43-52.
- Khosravi, M., 2004, **Rotation Patterns of Relationships between Macro-scale Atmospheric Northern Hemisphere Annual Drought in Sistan and Baluchestan**, Journal of Geography and Development, Vol. 13, No. 13, PP. 167-188.



- Kitoh, A., 2007, **Variability of Indian Monsoon-Enso Relationship in a 1000-Year MRI-CGC2.2 Simulation**, Natural Hazards, Vol. 42, PP. 261-272.
- Meza, F. J., 2004, **ENSO Effects on Reference Evapotranspiration (ET<sub>0</sub>) at the Maipo River Basin, Chile**, Bulletin of the American Meteorological Society.
- Mirmasoodi, S., Marofi, S., Sabziparvar, A.A. and Tanian, S., 2008, **Effect Enso Phenomenon (El Nino / Southern Oscillation) on the Temperature of Air (Case Study Cities of Tabriz, Qazvin and Turpentine)**, Second National Conference on Management of Irrigation and Drainage Networks, Shahid Chamran University.
- Modares pour, A., 1997, **Effect ENSO Event (El Nino/Southern Oscillation) on Precipitation and Temperature of Iran**, Nivar, Vol. 33, PP. 67-82.
- Moetamedi, M., Ehteramian, K. and Shahabfar, A., 2007, **The Study of Teleconnection between ENSO as a Weather Signals and Rain Fall and Temperature Fluctuation's of the Khorasan Province**, Environmental Sciences, Vol. 4, No. 4, PP. 75-90.
- Nazemosadat, M. J. and Cordery, I., 2000, **The Impact of ENSO on Winter Rainfall in Iran**, Proceedings of the 26th National and 3rd International Hydrology and Water Resources Symposium, Inst. Eng. Australia, Vol. 20-23, PP. 538-543.
- Nazemosadat, M. J. and Ghasemi, A. R., 2003, **Six-cold-month Precipitation over Southwestern and Central Iran and its Relation to El Nino Southern Oscillation**, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Vol. 7, No. 3, PP. 1-11.
- Nazemosadat, M.J and Ghaed Amini AsadAbadi, H., 2008, **The Influence of Madden-Julian Oscillation on Occurrence of February to April Extreme Precipitation (Flood and Drought) in Fars Province**, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Vol. 12, No. 46, PP. 477-489.
- Nazemosadat, M.J., Rahimi, M.J. and Keshavarzi, A., 2006, **Evaluate the Impact Phenomenon El Nino - Southern Oscillation (ENSO) on the Discharge and Drought (Wet) Hydrological Important Rivers of Fars Province**, Journal of Iran Agricultural Sciences, Vol. 37, No. 2, PP. 361-369.
- Nazemosadat, M.J., Samani, N. and Molayi Nikoo, M., 2005, **Climate Change in South and South West of Precipitation Observations from the Viewpoint, Interaction with the El Nino Southern Oscillation Phenomenon**, Journal of Agricultural, Vol. 28, No. 3, PP.81-97.
- Pittock, A.B., 1980, **Patterns of Climatic Variation in Argentina and Chile-II, Temperature 1931-1960**, Monthly Weather Review, Vol. 198, No. 9, PP. 1362-1369.
- Puyandeh, A., Moradzadeh, N. and Nazemosadat, M.J., 2004, **Effect Alnynv Southern Oscillation Phenomenon (ENSO) on the Relative Humidity**, The Second National Conference of Water and Soil Resources, 23 and 24 May, Shiraz University.
- Rajeevan, M. and Pai, D.S., 2006, **On El Nino-Indian Monsoon Predictive Relationships**, National Climate Centre, Research Report, No. 4, PP. 1-23.
- Rosenblüth, B., Fuenzalida, H. and Aceituno, P., 1997, **Recent Temperature Variations in Southern South America**, International Journal of Climatology, Vol. 17, PP. 67-85.

- Sabohi, R. and Soltani, S., 2008, **Trend Analysis of Climatic Factors in Great Cities of Iran**, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Vol. 12, No.46, PP. 303-322.
- Salahi, B., Khorshid doost, A.M. and Ghavidel Rahimi, U., 2007, **Fluctuations Associated Atmospheric Circulation of the North Atlantic with the Drought of East Azarbaijan**, Geographical Research, Vol. 60, PP. 147-156.
- Shirgholami, H. and Ghahraman, B., 2005, **Study of Time Trend Changes in Annual Mean Temperature of Iran**, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Vol. 9, No. 1, PP. 9-24.
- Trenberth, K. E. and Stepaniak, D. P., 2001, **Indices of El Niño Evolution**, Journal of Climate, Vol. 14, PP. 1697-1701.
- Troup, J.A., 1965, **The Southern Oscillation**, Quart J. Roy. Met. Soc., Vol. 91, PP. 490-506.
- Walker, G.T., 1924, **Correlation in Seasonal Variations of Weather, IX, A Further Study of World Weather**, Mem. Indian Met. Dept., Vol. 24, No. 9, PP. 275-332.
- Yarahmadi, D. and Azizi, Gh., 2007, **Multivariate Analysis of Associated Seasonal Rainfall and Climate Indices**, Geographical Research, Vol. 62, PP. 161-174.
- Zare Abyaneh, H., Yazdani, V. and Azhdari, K., 2009, **Comparative Study of Four Meteorological Drought Indices Based on Relative Yield of Iran Fed Wheat in Hamedan Province**, Geographical Research, Vol. 69, PP. 35-49.

Archive of SID

*Effect of ENSO Phenomenon on Monthly Seasonal Temperature  
Variations of Country Half South*

**Zare Abyaneh H.\***

Associate Prof., Dep. of Irrigation Engineering, Agricultural Faculty of BU-Ali Sina  
University

**Bayat Varkeshi M.**

Ph.D. Candidate, Dep. of Irrigation Engineering, BU- Ali Sina University

Received: 01/03/2011

Accepted: 16/08/2011

**Extended Abstract**

**Introduction**

Studies have shown that Earth's climate is not stable and any changes in climate can be result of climatic system variability and external factors that can be assessed at various scales monthly, quarterly and annually. Teleconnection such as ENSO, including measures are able to assess the quantity, quality and power of a broad synoptic pattern, in the form of numerical criteria are. ENSO is one of the atmospheric phenomena with warm phase (El Nino) and cold phase (La Nina) that occurs in East of Darwin and Tahiti and West of Pacific. In recent years researchers have paid particular attention to the effectiveness of temperature, as one of the basic elements of climate formation and its role in global climate stability, ENSO phenomenon. In the present study to investigate ENSO phenomenon with the parameters of temperature, a broad sector of the country was considered and Southern Oscillation Index and Trans-Nino Index as role models for large-scale atmospheric - oceanic components on changes in average temperature in the southern half of the country was studied.

**Methodology**

In this study the relationship between the ENSO phenomenon with a mean monthly and seasonal air temperature of the country half south over a period of 55 years (1951-2005)

was considered. For this purpose, temperature data of 12 synoptic stations gathered from Meteorological Organization and SOI and TNI indexes data were obtained from the Australian Meteorological Center. One of the powerful tools in defining the relationship between patterns is the correlation method. In the present study, to analyze data and explore relationships, the correlation method was used. First Pearson correlation between SOI and TNI indexes with temperature in both seasonal and monthly time step analysis was performed. Also, the effective temperature of the warm phases (El Nino) and cold (La Nina) phenomenon was considered to help index percentage changes of temperature.

### Results and Discussion

The results showed that in both the time scale (monthly and seasonal), the most significant correlations were negative. This means that with increasing amounts of ENSO indexes, temperature decreases.

Comparison of results of both indexes showed that the number of stations with significant correlation temperature with TNI index was far more than the SOI index. Based on the TNI Index, the air temperature in January and based on the SOI index, air temperature in October were the effective months from ENSO. The seasonal scale, in the summer in most stations had a significant correlation with the ENSO index. Also the results showed that in this season, the negative correlation of seasons will turn to positive. Amplitude of the correlation between the values of SOI and the temperature was varied in all the months of minimum -0.549 in August to maximum +0.463 in October and for the TNI index from -0.458 in August and September to +0.512 in September. In seasonal scale for SOI index from -0.365 in spring season to +0.459 in autumn and for TNI index from -0.530 to +0.384 in summer season were. Based on TNI index, Percentage changes of stations temperature in each of the phases were showed in seasonal scale; La Nina phase increased 4 percent winter temperature and in monthly scale La Nina phase increased 8 percent in December temperature. Also, higher air temperature in the phase La Nina to El Nino phase was observed in all months and seasons of the study area.

### Conclusion

This study investigated the relationship between ENSO phenomena and mean air temperature in monthly and seasonal scales in southern half of the country over a period of 55 years (1951-2005). Some reviews and studies on the temperature of 12 selected stations in the southern part of Iran were done. It was shown that the temperature of 12 selected stations had a significant relationship with SOI and TNI indexes. But many more stations had significant correlation with the TNI index. In Both monthly and seasonal scale, the effect of La Nina phase was more than El Nino phase. So that in the seasonal scale, La Nina phase increased 4 percent winter temperature and in monthly scale La Nina phase increased 8 percent temperature in December. The overall results confirm considerable effective

temperature of the ENSO phenomenon that explain the region temperature fluctuations as an important role.

Keywords: ENSO, Southern Oscillation Index, Trans-Nino Index, Air Temperature, El Nino, Iran half South.

Archive of SID