

## بررسی تأثیر پدیده انسو بر عملکرد انگور آبی و دیم ایران

مریم بیات ورکشی<sup>۱\*</sup>، کوروش محمدی<sup>۲</sup> و حمید نوری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>گروه علوم و مهندسی خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

<sup>۲</sup>گروه هیدرولوژی، شرکت مهندسی HLV2K، انتاریو، کانادا.

<sup>۳</sup>گروه آب و هواشناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

\*نویسنده مسئول: m.bayat.v@malayeru.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۱۷

بیات ورکشی، م.، ک. محمدی، م. و ح. نوری. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر پدیده انسو بر عملکرد انگور آبی و دیم ایران. مجله کشاورزی بوم‌شناختی. ۸ (۱): ۴۵-۶۰.

**سابقه و هدف:** عملکرد محصولات کشاورزی، از جمله متغیرهایی به شمار می‌آیند که ارتباط تنگاتنگی با ویژگی‌های اقلیمی و آب و هوایی دارند. پدیده انسو در قالب الگوهای پیوند از دور، متغیر اقلیمی است که بر عامل‌های هواشناسی، نوسان‌های اقلیمی و عملکرد محصولات کشاورزی تأثیر دارد. کشور ایران یکی از سرزمین‌های اولیه کشت انگور در جهان به‌شمار می‌رود. از آنجایی که سطح زیر کشت و مقدار تولید انگور نسبت به دیگر محصولات باغبانی بسیار چشمگیر بوده و به صورت‌های مختلف در بازارهای داخلی و خارجی مصرف دارد، بنابراین به لحاظ اقتصادی از محدود محصولات است که می‌تواند یکی از اقلام صادرات غیر نفتی را تشکیل دهد. با توجه به اهمیت عملکرد انگور، و تأثیرپذیری عملکرد محصولات زراعی و باغی از پدیده انسو که توسط محققان مختلف به اثبات رسیده است و نبود تحقیقات همانند در مورد محصولات باغی به‌ویژه انگور در ایران، تحقیق حاضر بر این تلاش است، تا تأثیر این پدیده را در فازهای مختلف النینو و لانینا بر مقدار عملکرد انگور آبی و دیم در سطح کشور بررسی و ارزیابی کند.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش به‌منظور بررسی و ارزیابی تأثیر پدیده انسو بر عملکرد انگور، از داده‌های وزن خوشه انگور آبی و دیم به‌عنوان عملکرد ثبت شده در ۲۷ استان کشور طی سال‌های ۱۳۹۴ - ۱۳۷۸ استفاده شد. برای بررسی تأثیر پدیده انسو، اطلاعات ماهانه ۹ شاخص مختلف پدیده انسو شامل SOI، PNA، NOI، NINO 3.4، NINO 1+2، NINO 3، NINO 4، MEI و TNI طی دوره آماری متناظر با عملکرد انگور (۱۹۹۹ تا ۲۰۱۵ میلادی) تهیه شد. به‌منظور شناسایی موثرترین شاخص پدیده انسو بر عملکرد انگور آبی و دیم، همبستگی بین مقدار عملکرد با هر یک از شاخص‌های پدیده انسو در ماه‌های مختلف با آزمون پیرسون در محیط نرم‌افزار SPSS، بررسی شد. درنهایت نقشه‌های پهنه‌بندی با درنظر گرفتن عملکرد انگور آبی و دیم در هر یک از سال‌های رخداد النینو و لانینا بر پایه مناسب‌ترین شاخص پدیده انسو، ترسیم شد.

**نتایج و بحث:** نتایج نشان داد، شاخص نینو ۱+۲ (NINO 1+2) در ماه فروردین به‌عنوان موثرترین شاخص پدیده انسو در تغییرپذیری‌های رفتار عملکرد انگور آبی و شاخص اقیانوس آرام آمریکای شمالی (PNA) در ماه مرداد به‌دلیل دارا بودن بیشترین ضریب همبستگی، به‌عنوان موثرترین شاخص پدیده انسو در توجیه نوسان‌های عملکرد انگور دیم کشور معرفی شدند. مقایسه مقدار عددی همبستگی پدیده انسو با عملکرد انگور آبی و دیم نشان داد، تأثیر پدیده انسو بر تغییرپذیری‌های عملکرد انگور آبی بیش از عملکرد انگور دیم بود (۰/۶۳۳+ در مقابل ۰/۵۳۴-). میانگین عملکرد انگور در فازهای النینو و لانینای شاخص‌های منتخب نیز نشان داد که رخداد فاز لانینا منجر به افزایش ۲۴/۵ درصد عملکرد انگور آبی نسبت به فاز النینو شد. به‌طوری که میانگین عملکرد انگور آبی در فازهای لانینا و النینو به‌ترتیب ۱۱۸۲۲ و ۹۴۹۰

کیلوگرم بر هکتار بود. در حالی که میانگین عملکرد انگور دیم در فازهای لاینیا و النینو به ترتیب ۲۴۰۱ و ۳۵۵۲ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد که بیانگر افزایش عملکرد انگور دیم در فاز النینو نسبت به لاینیا به میزان ۴۷/۹ درصد است.

**نتیجه‌گیری:** در مجموع تأثیر پدیده انسو بر تغییرپذیری‌های عملکرد انگور آبی و دیم در سطح کشور مورد تأیید قرار گرفت. لیکن تأثیر پدیده انسو بر عملکرد محصولات کشاورزی، نه تنها به نوع محصول بلکه به روش کشت و منطقه موردنظر نیز بستگی دارد. بنابراین می‌توان اظهار داشت نتایج حاصل از تأثیرپذیری عملکرد محصولات کشاورزی از پدیده انسو قابل تعمیم نبوده و در هر منطقه بسته به نوع کشت، نیاز به بررسی دارد.

**واژه‌های کلیدی:** PNA، NINO 1+2، النینو، لاینیا، انگور.

## مقدمه

(Alijani *et al.*, 2011). اگرچه کشاورزان نمی‌توانند شرایط اقلیمی را کنترل کنند، ولی مدیریت و تغییر در عامل‌های مورد استفاده در کشت محصولات، می‌تواند در کاهش اثرگذاری‌های زیانبار تغییر اقلیم بر رشد، نمو و عملکرد محصولات کشاورزی نقش بسزایی داشته باشد (Ozkan and Koocheki and Nassiri Mahallati, 2002). (Akcaoz, 2002) بر این باورند، بسته به نوع تولیدات کشاورزی، تغییرپذیری‌ها در بازدهی محصولات به شرایط آب و هوایی بستگی دارد و یا اینکه میزان تولیدات سالانه و بهره‌وری، به مزرعه‌داری و شرایط اقلیمی وابسته است. Zareabyaneh *et al.* (2011) با بررسی تأثیر متغیر اقلیمی و پدیده انسو بر عملکرد گندم و جو همدان، نقش پدیده انسو در عملکرد محصولات دیم منطقه را تأیید کردند. بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر کشاورزی ایران نشان داد، تغییر تاریخ کاشت و افزایش مقاومت به گرما روش‌های مؤثری برای سازگاری به شرایط اقلیمی آینده در محصولات تحت بررسی می‌باشد (Koocheki and Nassiri Mahallati, 2016). Farajzadeh *et al.* (2013) تغییر در برخی شاخص‌ها مانند الگوهای پیوند از دور در اقیانوس اطلس و اسکاندیناوی را منجر به کاهش بارش و افزایش نمایه‌های اقیانوس آرام در جهت بهبود بارش میانگین کشور دانستند که می‌تواند به‌طور مستقیم در میزان تولید محصولات کشاورزی نقش بسزایی داشته باشد. Meza *et al.* (2003) با بررسی اثرگذاری‌های اقتصادی ناشی از پیش‌بینی پدیده انسو در مناطق مختلف تحت کشت دیم در شیلی، نشان دادند، گیاهانی که در بهار رشد می‌کنند بیشتر مستعد تأثیرپذیری از پدیده انسو هستند. Jones *et al.* (2000) با تجزیه و تحلیل داده‌های محلی کشور آرژانتین، اظهار داشتند که میزان عملکرد و تولید ذرت و سورگم به طور معنی‌داری در سال‌های النینو زیاد شده، در حالی که در

عملکرد محصولات کشاورزی، از جمله متغیرهایی به شمار می‌آیند که ارتباط تنگاتنگی با ویژگی‌های اقلیمی و آب و هوایی دارد. آشکارسازی برهمکنش اثرگذاری‌های عامل‌های اقلیمی بر عملکرد محصولات کشاورزی، برای تعیین راهبرد (استراتژی)‌های مدیریتی و یافتن عامل‌های موثر در آینده اقتصادی محصولات کشاورزی ضروری است (Zareabyaneh and Bayatvarkeshi, 2014). واژه‌ی انسو ترکیبی از دو واژه‌ی نوسان جنوبی<sup>۱</sup> به‌عنوان مولفه اتمسفری و النینو<sup>۲</sup> به‌عنوان مؤلفه اقیانوسی این پدیده است. این پدیده نشانگر یک ساز و کار جهانی است که بر شرایط آب و هوایی و الگوهای اقلیمی جهانی تأثیر می‌گذارد (Mohammadi *et al.*, 2010). پدیده انسو در قالب الگوهای پیوند از دور، متغیر اقلیمی است که بر عامل‌های هواشناسی، نوسان‌های اقلیمی و عملکرد محصولات کشاورزی تأثیر دارد (Zareabyaneh *et al.*, 2011). تاکنون بررسی‌های بسیاری در زمینه بررسی تأثیر فازهای گرم (النینو) و سرد (لاینیا) پدیده انسو بر مشخصه‌های هواشناسی صورت گرفته که همگی موید تأثیرپذیری متغیرهای هواشناسی از پدیده انسو بوده‌اند (Zareabyaneh and Farajzadeh *et al.*, 2013). (Bayatvarkeshi, 2012). هنگامی که توزیع بارش، دما و رطوبت در فازهای مختلف پدیده انسو تحت تأثیر معنی‌دار این پدیده بزرگ مقیاس قرار می‌گیرند، می‌توان انتظار داشت که پدیده انسو روی تغییرپذیری فرآیندهای کوچک مقیاسی مانند عملکرد محصول اثرگذار و آن را به صورت منطقه‌ای دچار ناهنجاری می‌سازد. تغییرپذیری‌های آب و هوایی ایران که در دهه‌های اخیر رخ داده است، کاهش میزان عملکرد محصولات کشاورزی را نشان می‌دهد

<sup>3</sup> El- Niño- Southern Oscillation (ENSO)

<sup>1</sup> Southern Oscillation

<sup>2</sup> El Nino

در این پژوهش به منظور بررسی و ارزیابی تأثیر اثر پدیده انسو بر عملکرد انگور، از داده‌های عملکرد انگور آبی و دیم ثبت شده در ۲۷ استان کشور طی سال‌های ۱۳۹۴ - ۱۳۷۸ استفاده شد. لازم به یادآوری است به دلیل کشت نشدن انگور دیم در استان‌های سمنان، سیستان و بلوچستان، قم و یزد، شمار استان‌های مورد بررسی عملکرد انگور دیم به ۲۳ استان کاهش یافت. اطلاعات مورد استفاده از سازمان‌های جهاد کشاورزی کل کشور دریافت شد. اطلاعات به صورت سالانه و به تفکیک هر استان بود. موقعیت جغرافیایی استان‌های مورد بررسی در شکل ۱ آورده شده است.

برای بررسی تأثیر پدیده انسو، اطلاعات ماهانه ۹ شاخص مختلف پدیده انسو طی دوره آماری متناظر با عملکرد انگور (۱۹۹۹ تا ۲۰۱۵ میلادی) از وب‌گاه سازمان فضایی آمریکا<sup>۱</sup> دریافت شد. شاخص‌های بررسی شده شامل شاخص نوسان جنوبی<sup>۲</sup> (SOI)، شاخص اقیانوس آرام آمریکای شمالی<sup>۳</sup> (PNA)، شاخص نوسان شمالی<sup>۴</sup> (NOI)، شاخص دمای سطح آب در ناحیه نینو ۳/۴ (NINO 3.4)، شاخص نینو ۱+۲ (NINO 1+2)، شاخص نینو ۳ (NINO 3) و شاخص نینو ۴ (NINO 4)، شاخص چند متغیره انسو<sup>۵</sup> (MEI) و شاخص انتقالی نینو<sup>۶</sup> (TNI) بودند. این شاخص‌ها حاصل اندازه‌گیری متغیرهای فشار یا دمای سطح آب در مناطق مختلف جهان است. به منظور شناسایی موثرترین شاخص پدیده انسو بر عملکرد انگور آبی و دیم، همبستگی بین مقدار عملکرد با هر یک از شاخص‌های پدیده انسو در ماه‌های مختلف با آزمون پیرسون در محیط نرم‌افزار SPSS 16.0 بررسی شد. از بین شاخص‌های پدیده انسو، شاخصی که بیشترین همبستگی را نشان داد به عنوان شاخص موثر ایستگاه‌ها در نظر گرفته شد. شیوه محاسبه شاخص موثر، محاسبه ضریب همبستگی پیرسون بین ایستگاه‌های مورد بررسی و شاخص‌های پدیده انسو بود. بدین منظور، مقدار همبستگی با سطح معنی‌داری بالاتر در سطح ۵ درصد، به عنوان شاخص موثر در نظر گرفته شد. پس از این مرحله، اقدام به بررسی تأثیر فازهای النینو و لانینا بر عملکرد انگور آبی و دیم در قالب شاخص با همبستگی بالا، شد. تعیین فازهای النینو و لانینا، بر پایه معیار (Trenberth 1997) و با لحاظ محدوده توصیه شده انجام گرفت.

سال‌های لانینا کاهش محصول مشاهده شد. ضمن آن که در سال‌های لانینا، شاهد افزایش محصول آفتابگردان و کاهش محصول لوبیا بود. (Araujo *et al.*, 2014) با بررسی تأثیر خشکسالی و انسو بر عملکرد انگور در آفریقای جنوبی، اظهار داشتند، بیشترین رخداد خشکسالی در سال‌های النینو مشاهده شده که بیشترین تاثیر را در عملکرد انگور دارد. (Agosta and Conziani 2012) با بررسی تأثیر شاخص انسو بر عملکرد انگور در آرژانتین گزارش کردند که شاخص انسو دست کم ۶۰ درصد از تغییرپذیری‌های عملکرد انگور را توجیه می‌کند.

کشور ایران یکی از سرزمین‌های اولیه کشت انگور و با کیفیت صادرات در جهان به‌شمار می‌رود که به‌صورت دیم و آبی کشت و تولید می‌شود (Ghazvini *et al.*, 2012). انگور دیم به دلیل عدم انجام آبیاری طی دوره رشد، به‌طور معمول در کوهپایه‌ها که به اندازه کافی آب در آنجا وجود داشته و یا میزان بارندگی بالایی دارند کشت می‌شود. بر پایه آخرین آمار منتشر شده از سوی وزارت جهاد کشاورزی، رتبه دوم میزان تولید در حدود ۳/۲ میلیون تن و سهم ۱۶/۳۵ درصد از کل میزان تولید محصولات باغبانی مربوط به انگور بوده است (Ahmadi *et al.*, 2016). میانگین سطح زیر کشت انگور در کشور حدود ۲۷۷ هزار هکتار می‌باشد که در رتبه دوم با بیشترین سطح زیر کشت گیاهان باغی نیز قرار دارد. از آنجایی که سطح زیر کشت و میزان تولید انگور نسبت به دیگر محصولات باغبانی بسیار چشمگیر بوده و به صورت‌های تازه خوری، کشمش و فرآوری شده در بازارهای داخلی و خارجی مصرف دارد، بنابراین به لحاظ اقتصادی از معدود محصولاتی است که می‌تواند یکی از اقلام صادرات غیر نفتی را تشکیل دهد. باتوجه به اهمیت عملکرد انگور، و تأثیرپذیری عملکرد محصولات باغی از پدیده انسو که توسط محققان مختلف به اثبات رسیده است و نبود تحقیقات همانند در مورد محصولات باغی به‌ویژه انگور در کشور، تحقیق حاضر بر این تلاش است، تا تأثیر این پدیده را در فازهای مختلف النینو و لانینا بر مقدار عملکرد انگور آبی و دیم در سطح کشور بررسی و ارزیابی کند.

## مواد و روش‌ها

<sup>5</sup> Multivariable Enso Index

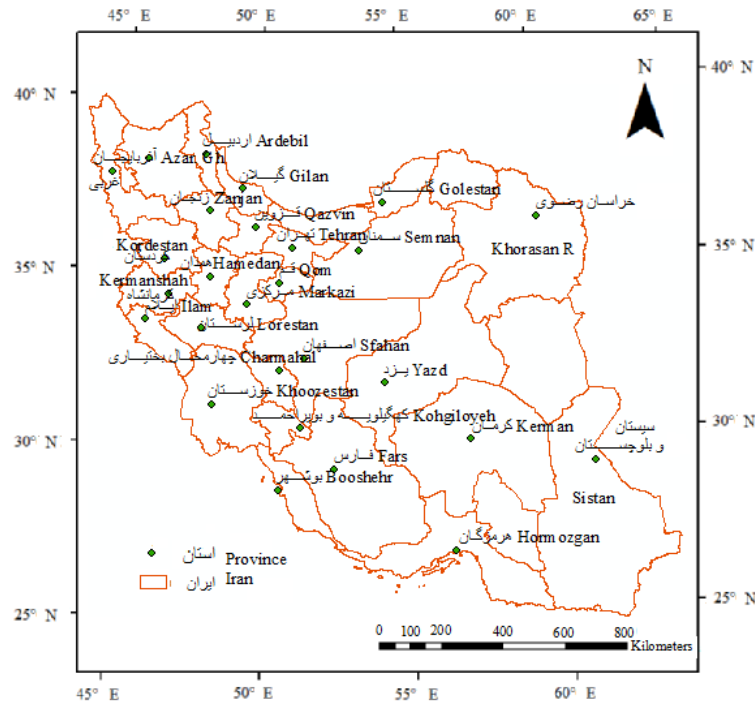
<sup>6</sup> Trans- Nino Index

<sup>1</sup> WWW.NOAA.Climate.indices

<sup>2</sup> Southern Oscillation Index

<sup>3</sup> Pacific North American Index

<sup>4</sup> North Pacific Decadal Oscillation



شکل ۱- موقعیت استان‌های مورد مطالعه.

Fig. 1- Location of the studied provinces.

در تحلیل مکانی عملکرد انگور در علم زمین‌آمار از معادله ۲، استفاده شد. دقت نتایج به دست آمده از معادله ۲، به چگونگی برآورد عامل وزنی وابسته است.

$$Z^*(x_i) = \sum_{i=1}^n w_i Z(x_i) \quad (2)$$

که در آن  $Z^*(x_i)$  مقدار برآورد شده متغیر  $x_i$  مقدار نمونه‌برداری شده متغیر  $x_i$  وزن نقاط نمونه‌برداری شده شامل وزن بیشتر برای نقاط نزدیک تر و وزن کمتر برای نقاط دورتر،  $i$  شماره نقاط نمونه‌برداری و  $n$  شمار کل نقاط نمونه‌برداری است.

به‌منظور بررسی توزیع مکانی عملکرد انگور، از روش عکس فاصله<sup>۱</sup> (IDW) اقدام به درون‌یابی مقدار عملکرد انگور در سطح کشور در قالب نرم‌افزار ArcGIS9.3 شد. کاربرد روش IDW در برآورد توزیع مکانی متغیرهای هیدرولوژی، کشاورزی و هواشناسی در بررسی‌های (Tavakoli, 2011)، (Noori, 2015) و (Nazarifard et al., 2007) نیز گزارش شده است. در روش IDW، برابر رابطه ۳، وزن نقاط نمونه‌برداری، به ازای توان‌های ۲، ۳ و ۴ محاسبه و با اعمال در رابطه ۲، مقادیر هر یک از متغیرهای عامل‌های عملکرد انگور محاسبه شد. در این روش فرض بر آن است که نقاط

به‌منظور بررسی میزان تاثیرپذیری میزان عملکرد انگور از فازهای ال‌نینو و لانینا، مقادیر شاخص‌های معرفی شده در هر استان، به‌صورت صعودی مرتب و دوره (سری) زمانی عملکرد انگور نیز، به‌صورت متناظر با هر دو شاخص پدیده انسو جابه‌جا شد. برای هر دو شاخص، درصد تغییرپذیری‌های عملکرد انگور در فاز لانینا نسبت به ال‌نینو با شاخص آماری تفاضل درصدی تعیین شد. بدین ترتیب که تفاضل مقدار میانگین عملکرد انگور در هر دو فاز نسبت به میانگین عملکرد انگور در فاز ال‌نینو بر پایه رابطه‌ی زیر محاسبه شد (Zareabyaneh and Bayatvarkeshi, 2012):

$$\% \Delta Y = \frac{Y_{Li} - Y_{Ei}}{\bar{Y}_E} \times 100 \quad (1)$$

در این رابطه،  $Y_{Li}$  و  $Y_{Ei}$  به‌ترتیب میانگین عملکرد انگور در فاز ال‌نینو و لانینا در سال  $t$ ام و  $\bar{Y}_E$  میانگین کلی عملکرد انگور در فاز ال‌نینو است. نتیجه کاربرد رابطه ۱، به‌دست آوردن مقادیر منفی یا مثبت برای کاهش یا افزایش عملکرد انگور در فاز لانینا هر یک از استان‌های کشور است.

<sup>1</sup> Inverse Distance Weight

عملکرد، تولید و سطح زیرکشت انگور کشور طی ۱۷ سال مورد مطالعه، شد. شکل ۲ روند تغییرپذیری‌های مولفه‌های کشت انگور آبی را نشان می‌دهد. در ترسیم این شکل میانگین سالانه هر یک از مولفه‌ها در همه‌ی استان‌های مورد بررسی، مورد سنجش قرار گرفت.

شکل ۲ روند تغییرپذیری‌های سالانه مولفه‌های عملکرد، تولید و سطح زیرکشت انگور آبی کشور را نشان می‌دهد. همان‌گونه از شکل ۲ استنباط می‌شود، تغییرپذیری‌های عملکرد انگور آبی طی دوره مورد بررسی روندی افزایشی داشته

است. بیشترین عملکرد انگور آبی مربوط به سال ۱۳۸۹ است که معادل ۱۵۰۱۷ کیلوگرم بر هکتار می‌باشد. در مقابل، کمترین عملکرد انگور آبی در سال ۱۳۸۵ ثبت شده

نزدیک به نقطه برآورد به‌دلیل تشابه بیشتر، وزن بیشتری نیز دارند.

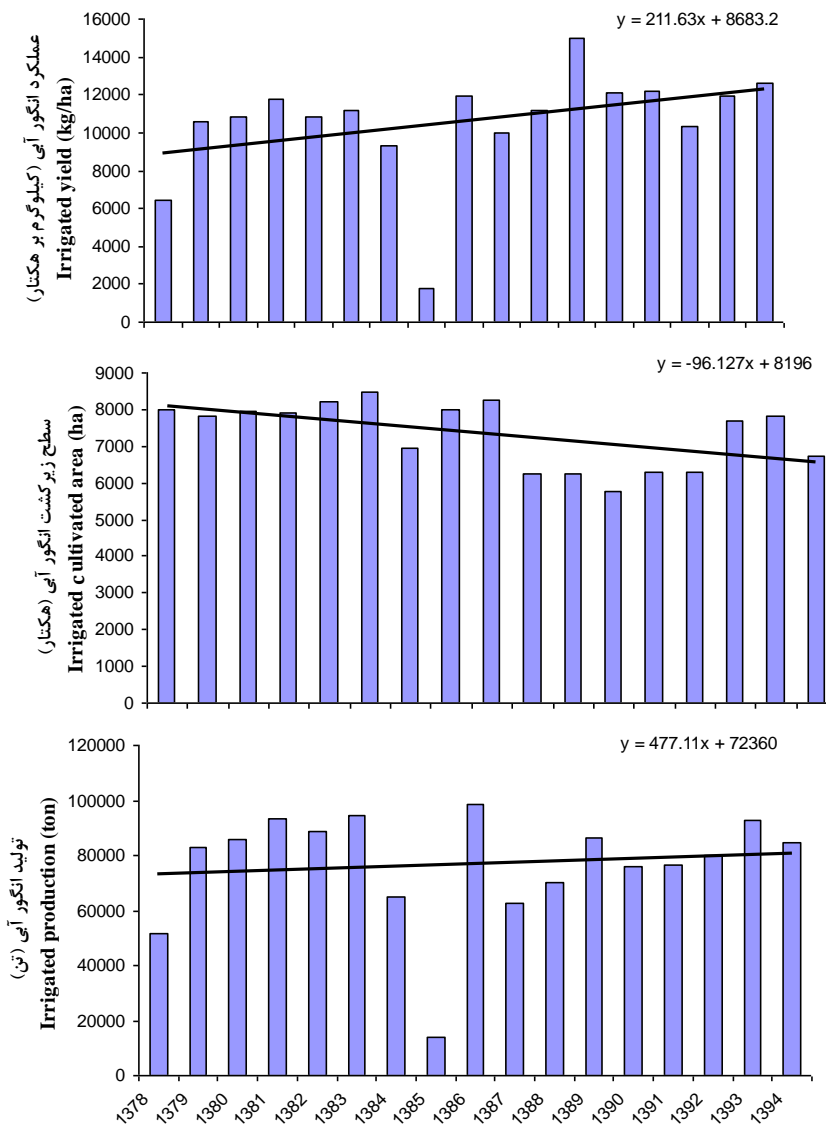
$$w_i = d_i^{-m} \sum_{i=1}^n d_i^{-m} \quad (3)$$

در آن  $d_i$ ، فاصله اقلیدوسی آمین نقطه مشاهده شده تا نقطه مورد برآورد،  $m$  توان وزندهی فاصله و  $n$  شمار نقاط مجاور است.

درنهایت نقشه‌های پهنه‌بندی با درنظر گرفتن عملکرد انگور آبی و دیم در هر یک از سال‌های رخداد النینو و لانینا بر پایه مناسب‌ترین شاخص پدیده انسو، ترسیم شد.

### نتایج و بحث

به‌منظور اطلاع از وضعیت مولفه‌های کشت انگور آبی کشور، اقدام به ترسیم روند تغییرپذیری‌های سالانه مولفه‌های



شکل ۲ - روند تغییرپذیری‌های مولفه‌های عملکرد، تولید و سطح زیر کشت انگور آبی.

Fig. 2- The change trend of yield, production and cultivated area of irrigated grapes.

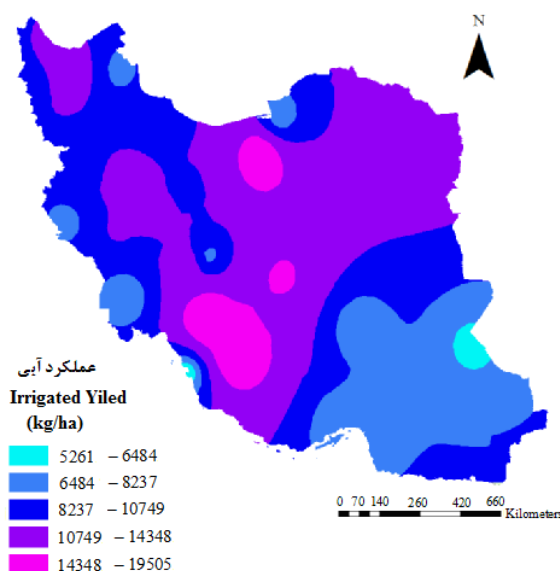
کیلوگرم بر هکتار است که دامنه شمال شرقی تا جنوب غربی کشور را شامل می‌شود. کمترین عملکرد انگور آبی نیز در جنوب شرقی کشور قابل مشاهده است. بالا بودن دمای هوا و کاهش بارش‌های جوی جنوب شرقی کشور به انضمام ناکافی بودن ایستگاه‌ها در این ناحیه، موید پایین بودن عملکرد محصولات کشاورزی به‌ویژه انگور در بخش جنوب شرقی باشد (Zarebyaneh et al., 2010).

به‌منظور بررسی تأثیر پدیده انسو بر تغییرپذیری‌های عملکرد انگور آبی، اقدام به محاسبه ضریب همبستگی بین شاخص‌های مختلف پدیده انسو با مقادیر عملکرد انگور آبی شد. جدول ۱، مقدار ضریب همبستگی پیرسون مقادیر ماهانه شاخص‌های مختلف انسو با عملکرد انگور آبی را نشان می‌دهد.

که برابر ۱۷۶۶ کیلوگرم بر هکتار است. افزایش عملکرد انگور آبی همسو با افزایش تولید می‌باشد. این در حالی است که سطح زیر کشت انگور آبی در سال‌های گذشته روندی کاهشی داشته است. Zarebyaneh and Bayatvarkeshi (2014) به‌کارگیری ارقام اصلاح شده، عملیات به‌زراعی و مدیریت مزرعه را دلیل افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در مقابل کاهش سطح زیرکشت دانستند.

شکل ۳، توزیع مکانی عملکرد انگور آبی در سطح کشور را نشان می‌دهد. براین پایه، پهنه‌بندی عملکرد انگور آبی در پنج کلاس صورت گرفت.

بنابر نتایج شکل ۳، میانگین عملکرد انگور آبی کشور بین ۵۲۶۱ تا ۱۹۵۰۵ کیلوگرم بر هکتار می‌باشد. بیشترین سطح توزیع عملکرد انگور آبی بین ۱۰۷۴۹ تا ۱۹۵۰۵



شکل ۳- توزیع مکانی میانگین عملکرد انگور آبی ایستگاه‌های مورد مطالعه.  
Fig. 3- The spatial distribution of irrigated yield in studied stations.

جدول ۱- همبستگی بین ماه‌های مختلف شاخص‌های پدیده انسو با عملکرد انگور آبی.

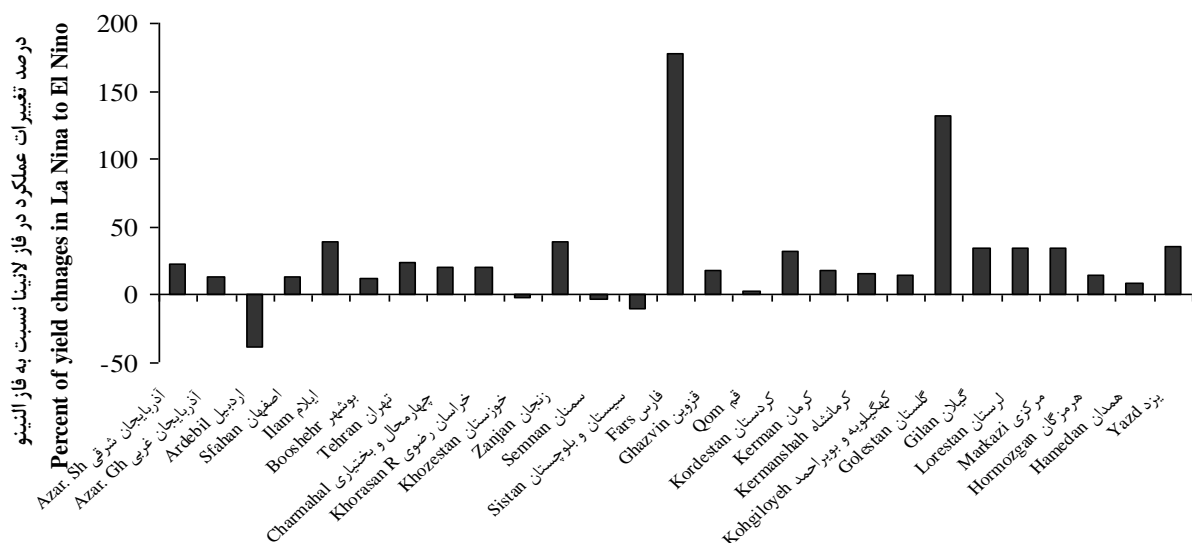
Table 1. Correlation between ENSO indices in different months and irrigated grape yield.

شاخص انسو	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
ENSO index	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apl	May	Jun	Jul	Aug	Sep
MEI	-0.17	-0.15	-0.11	0.270	0.308	0.318	0.464	0.467	0.095	-0.05	-0.08	-0.131
NOI	0.197	-0.17	-0.26	-0.47	0.030	0.392	-0.02	0.031	-0.58*	-0.31	0.020	0.238
NINO <sub>1+2</sub>	-0.17	-0.06	-0.13	0.182	0.059	0.168	0.633**	0.309	0.286	0.071	-0.19	-0.122
Nino 3.4	-0.05	-0.04	-0.05	0.386	0.363	0.399	0.332	0.224	0.173	0.132	0.009	-0.079
Nino 3	-0.08	-0.05	-0.05	0.397	0.290	0.370	0.468	0.197	0.180	0.145	-0.01	-0.078
Nino 4	-0.16	-0.11	-0.09	0.355	0.428	0.426	0.396	0.287	0.147	0.065	-0.08	-0.174
PNA	0.359	0.165	-0.46	0.308	0.070	0.175	-0.039	0.004	0.153	-0.02	0.378	0.000
SOI	0.219	-0.00	0.169	-0.46	-0.005	-0.50*	-0.188	0.266	0.012	0.261	0.294	0.284
TNA	0.098	0.004	0.159	0.248	0.331	0.219	0.099	0.054	-0.013	0.125	0.037	-0.079

MEI: Multivariable Enso Index, NOI: North Pacific Decadal Oscillation, PNI: Pacific North American Index, SOI: Southern Oscillation Index, TNI: Trans Nino Index.

به‌عنوان موثرترین شاخص پدیده انسو در تغییرپذیری‌های رفتار عملکرد انگور آبی معرفی کرد. در بیشتر بررسی‌های صورت گرفته نیز تأثیر پدیده انسو بر نوسان‌های متغیرهای هواشناسی، کشاورزی و هیدرولوژیکی با تأخیر زمانی همراه می‌باشد. به‌طوری که در نتایج بررسی‌های Zareabyaneh *et al.* (2011) نیز مقدار شاخص SOI ماه فروردین بیشترین تأثیر را بر تغییرپذیری‌های عملکرد جو داشت. در نتایج بررسی‌های Sabziparvar and Tanian (2012) نیز بیشترین تأثیرپذیری تبخیر و تعرق مرجع از پدیده انسو به ترتیب در ماه‌های نوامبر، اکتبر و دسامبر رخ داده بود. این امر در زمینه دیگر عامل‌های خرداقلیمی از جمله خشکسالی نیز صادق می‌باشد. Mosaedi *et al.* (2015) با بررسی تأثیر خشکسالی بر عملکرد جو و گندم دیدیم، اظهار داشتند خشکسالی هواشناسی با تاخیرهای زمانی چند ماهه بر عملکرد محصولات مورد بررسی تأثیر می‌گذارد. پس از معرفی موثرترین شاخص‌های پدیده انسو، اقدام به تفکیک فازهای النینو و لانینا شاخص‌های مربوطه شد. مقایسه میانگین عملکرد انگور در فازهای النینو و لانینا به‌صورت درصد تغییرپذیری‌های عملکرد انگور در فاز لانینا نسبت به فاز النینو (رابطه ۱) صورت گرفت. شکل ۴ درصد تغییرپذیری‌های عملکرد انگور آبی را به تفکیک استان‌های مورد بررسی نشان می‌دهد. بنابر نتایج شکل ۴، درصد تغییرپذیری‌های عملکرد انگور آبی در فاز لانینا نسبت به فاز النینو، در ۲۳ استان مثبت می‌باشد. این نتیجه بیانگر آن است که با رخداد فاز لانینا،

همان‌گونه که از جدول ۱ استنباط می‌شود، عملکرد انگور آبی با هیچ یک از ماه‌های شاخص MEI همبستگی معنی‌داری ندارد. در زمینه شاخص NOI، همبستگی معنی‌دار بین عملکرد انگور آبی با شاخص NOI ماه خرداد قابل مشاهده است. مقدار ضریب همبستگی بالا برابر  $0/58-$  است که در سطح  $0/05$  معنی‌دار می‌باشد. علامت منفی بیانگر آن است که بین مقادیر شاخص NOI و عملکرد انگور آبی ارتباط معکوس وجود دارد. به عبارت دیگر با افزایش مقدار عددی شاخص NOI ماه خرداد، مقدار عملکرد انگور آبی کاهش یافته است. بیشترین ضریب همبستگی عملکرد انگور آبی به ماه فروردین شاخص NINO 1+2 تعلق دارد که برابر  $0/633+$  است که در سطح  $0/01$  معنی‌دار می‌باشد. این مقدار بالاترین مقدار ضریب همبستگی عملکرد انگور آبی با شاخص‌های پدیده انسو را دارد. نکته شایان توجه ارتباط مستقیم مقدار عددی ماه فروردین شاخص NINO 1+2 با عملکرد انگور آبی است. جدول ۱ نشان می‌دهد که عملکرد انگور آبی با هیچیک از شاخص‌های NINO 3، NINO 4 و NINO 3.4 همبستگی معنی‌داری ندارند. شاخص SOI ماه اسفند همبستگی معنی‌داری با عملکرد انگور آبی داشت، لیکن این مقدار در مقایسه با ماه فروردین شاخص NINO 1+2 به مراتب کمتر می‌باشد. رفتار شاخص TNA در زمینه عملکرد انگور آبی نیز همانند شاخص‌های NINO 3، NINO 4، NINO 3.4 است. به‌طوری که عملکرد انگور با هیچیک از ماه‌های شاخص TNA ارتباط معنی‌دار ندارد. بنابراین می‌توان ماه فروردین شاخص NINO 1+2 را



شکل ۴- درصد تغییرپذیری‌های عملکرد انگور آبی در فاز لانینا نسبت به فاز النینو استان‌های مورد مطالعه.

Fig. 4- The percent of irrigated grape yield changes in La Nina to El Nino of studied provinces.

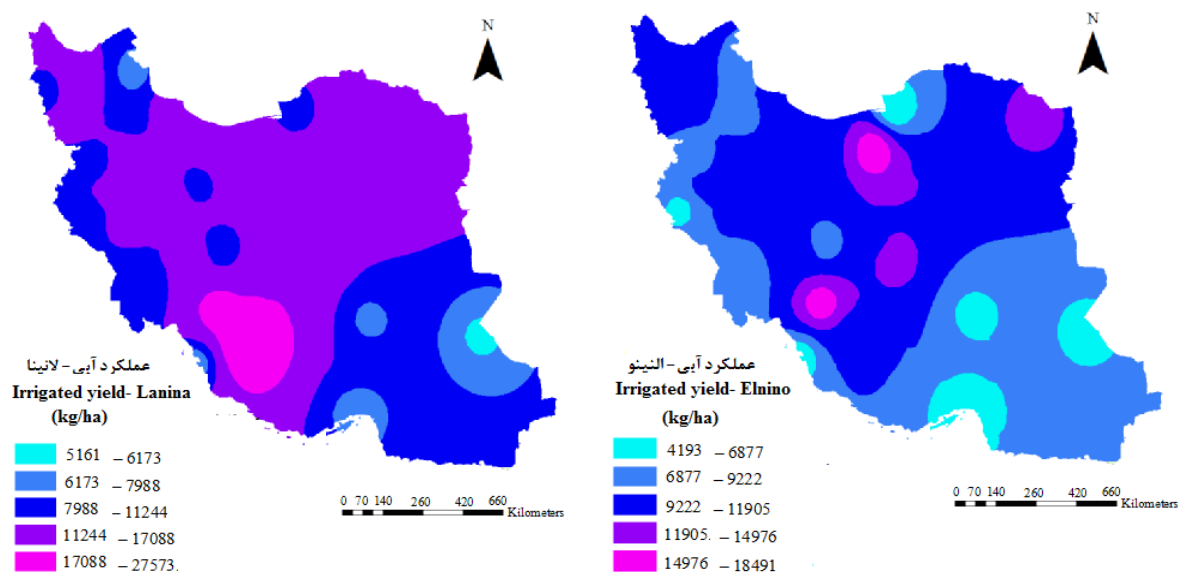
(2000). *et al.* رخداد پدیده النینو منجر به کاهش بیش از ۵۳ درصدی عملکرد برنج در کشور فیلیپین شد که در راستای نتایج شکل ۴ می‌باشند.

در ادامه تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دیم بررسی می‌گردد. روند تغییرپذیری‌های سالانه عملکرد، تولید و سطح زیرکشت انگور دیم در شکل ۶ قابل مشاهده می‌باشد. روند تغییرپذیری‌های عملکرد، تولید و سطح زیر کشت انگور دیم کشور در شکل ۶ نشان می‌دهد، برخلاف انگور آبی، مقدار عملکرد انگور دیم طی دوره مورد بررسی روندی کاهشی داشته است. کاهش عملکرد انگور دیم همسو با کاهش تولید و کاهش سطح زیر کشت می‌باشد. بنابراین می‌توان کاهش سطح زیرکشت را یکی از دلایل کاهش عملکرد انگور دیم دانست. از آنجا که مقدار عملکرد محصولات دیمی متأثر از متغیرهای هواشناسی و به‌ویژه بارندگی است (Sabziparvar *et al.*, 2012)، این نتیجه منطقی به‌نظر می‌رسد. روند کاهش بارندگی کشور در سال‌های گذشته را می‌توان دلیل عمده کاهش تولید، سطح زیرکشت و عملکرد محصولات دیمی، به‌ویژه انگور دانست. (Parhizkari *et al.*, 2017) نیز در نتایج بررسی‌های خود، تغییر اقلیم ناشی از کاهش بارش را منجر به کاهش سطح زیرکشت گیاهان زراعی دانستند.

توزیع مکانی عملکرد انگور دیم کشور در شکل ۷ قابل مشاهده می‌باشد. مشابه انگور آبی، پهنه‌بندی عملکرد انگور دیم نیز در پنج کلاس صورت گرفت.

مقدار عملکرد انگور آبی افزایش یافته است. بیشترین درصد افزایش به استان فارس (۱۷۷ درصد) و پس از آن گلستان (۱۳۲ درصد) تعلق دارد که اختلاف شایان ملاحظه‌ای با دیگر استان‌ها دارند. در مقابل، عملکرد انگور آبی استان‌های خوزستان، اردبیل و سیستان و بلوچستان در فاز لانینا کمتر از فاز النینو می‌باشد. بیشترین کاهش عملکرد به استان اردبیل به میزان ۳۸- درصد تعلق دارد. به‌منظور بررسی تغییرپذیری‌های عملکرد انگور آبی در هر یک از فازهای لانینا و النینو، توزیع مکانی عملکرد انگور هر یک از فازها در شکل ۵ آورده شد. شکل ۵ نتایج پهنه‌بندی عملکرد انگور آبی به روش IDW را در هر یک از فازهای پدیده انسو نشان می‌دهد. در ترسیم این شکل‌ها از ۵ کلاس طبقاتی استفاده شده است.

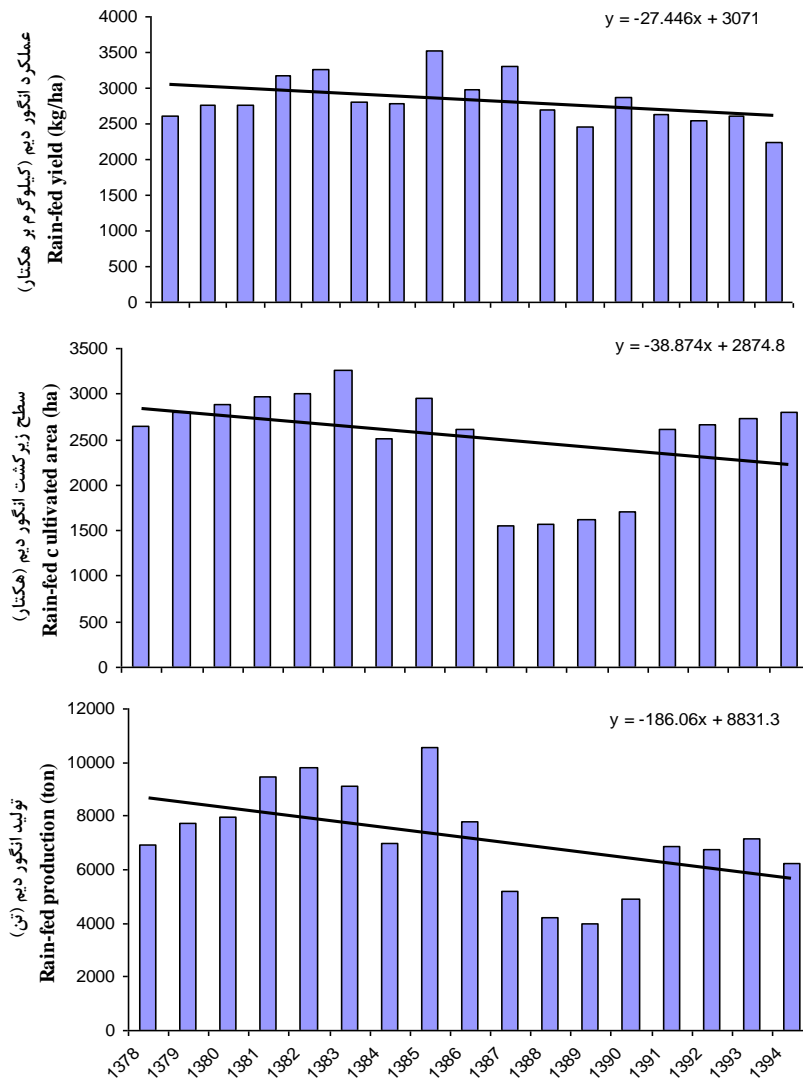
همان‌گونه که از شکل ۵ استنباط می‌شود، دامنه تغییرپذیری‌های عملکرد انگور آبی در فاز لانینا از ۵۱۶۱ تا ۲۷۵۷۵ کیلوگرم بر هکتار و در فاز النینو از ۴۱۹۳ تا ۱۸۴۹۱ کیلوگرم بر هکتار می‌باشد. مقایسه میانگین عملکرد انگور آبی در هر دو فاز موید آن است که با رخداد فاز لانینا عملکرد محصول ۲۴/۵ درصد افزایش یافته است. به‌عبارت دیگر فاز النینو منجر به کاهش عملکرد انگور آبی شد که در شکل ۴ نیز بدان اشاره شد. در نتایج بررسی‌های (Rollenbeck and Anhuf, 2007) نیز رخداد فاز النینو منجر به کاهش تعرق گیاه شد. از آنجا که عملکرد گیاه تحت تاثیر میزان تبخیر و تعرق می‌باشد، بنابراین نتایج این بررسی منطقی به‌نظر می‌رسد. همچنین، به گزارش Lansigan *et*



شکل ۵- پهنه‌بندی عملکرد آبی به تفکیک فازهای النینو و لانینا ایستگاه‌های مورد مطالعه.

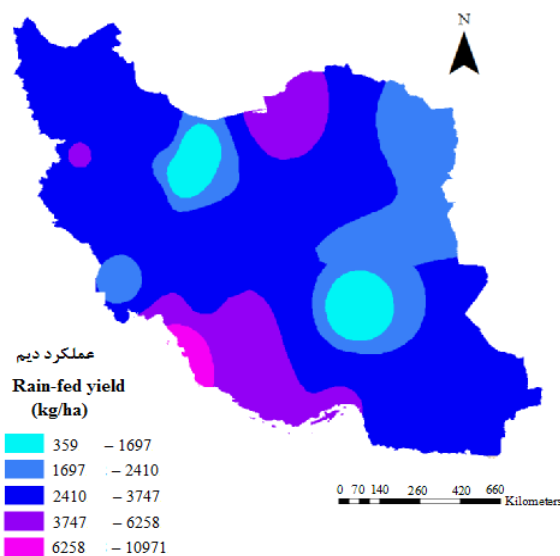
Fig. 5- The zoning of irrigated yield in El Nino and La Nina phases of studied stations.





شکل ۶- روند تغییرپذیری‌های مولفه‌های عملکرد، تولید و سطح زیر کشت انگور دیم.

Fig. 6- The change trend of yield, production and cultivated area of rain-fed grapes.



شکل ۷- توزیع مکانی میانگین عملکرد انگور دیم ایستگاه‌های مورد بررسی.

Fig. 7- The spatial distribution of rain-fed yield in studied stations.

انگور آبی، همبستگی معنی‌داری بین عملکرد انگور دیم با هیچ یک از ماه‌های شاخص MEI وجود ندارد. عملکرد انگور دیم نیز رفتاری همانند با عملکرد انگور آبی در رابطه با شاخص NOI دارد. به عبارت دیگر ارتباط معکوس بین شاخص NOI و عملکرد انگور دیم قابل مشاهده است. با این تفاوت که تأثیر شاخص NOI بر عملکرد انگور دیم در ماه شهریور معنی‌دار است. به طوری که مقدار ضریب همبستگی برابر  $0/487-$  می‌باشد که در سطح  $0/05$  معنی‌دار است. بنابر نتایج جدول ۲، همبستگی معنی‌داری بین عملکرد انگور دیم با هیچ یک از شاخص‌های NINO 3، NINO 4 و NINO 3.4 مشاهده نشد. در زمینه شاخص PNA، عملکرد انگور دیم بیشترین ضریب همبستگی را با ماه مرداد دارد که به مراتب بیش از ضریب همبستگی ماه شهریور شاخص NOI است ( $0/534-$  در مقابل  $0/487-$ ). بنابراین می‌توان مقدار شاخص PNA ماه مرداد را به‌عنوان موثرترین شاخص پدیده انسو در تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دیم کشور دانست. علامت منفی نیز موید ارتباط معکوس بین عملکرد انگور دیم با مقدار عددی شاخص PNA ماه مرداد است. رفتار شاخص TNA در زمینه عملکرد انگور دیم نیز همانند شاخص‌های NINO 3، NINO 4، NINO 3.4 است. بنابراین می‌توان ماه مرداد شاخص PNA را به‌دلیل دارا بودن بیشترین ضریب همبستگی، به‌عنوان موثرترین شاخص پدیده انسو در توجیه نوسان‌های عملکرد انگور دیم کشور معرفی کرد. مقایسه مقدار عددی همبستگی پدیده انسو با عملکرد انگور آبی و دیم (جدول‌های ۱ و ۲) نشان می‌دهد

بنابر نتایج شکل ۷، تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دیم بین ۳۵۹ تا ۱۰۹۷۱ کیلوگرم بر هکتار است. همان‌گونه که از شکل ۷ استنباط می‌شود، بیشترین عملکرد انگور دیم در بخش جنوب غربی کشور (استان‌های بوشهر و فارس) قابل مشاهده می‌باشد. اگرچه مقدار بارندگی این ناحیه به مراتب کمتر از نیمه شمالی کشور می‌باشد، لیکن توزیع مناسب زمان بارندگی، تاریخ کاشت مناسب و مدیریت مناسب کشاورزان (Asadian et al., 2016) می‌تواند در توجیه عملکرد بالای محصولات دیمی به‌ویژه انگور در نیمه جنوبی کشور باشد. ضمن آن‌که تأثیر استفاده از رقم‌های مقاوم به تنش خشکی، کم رشد و زودرس به‌ویژه در کشت دیم را نمی‌توان در افزایش عملکرد، نادیده گرفت. Doulati (2017) در نتایج بررسی‌های خود کاربرد رقم‌های زودرس را منجر به افزایش عملکرد و کیفیت انگور دانست. بالا بودن سطح زیر کشت انگور دیم در این ناحیه را نیز می‌توان در راستای نتایج حاصل دانست. بر پایه آمار منتشر شده از سوی سازمان‌های جهاد کشاورزی کشور، بالاترین سطح باغ‌های کشور به استان فارس تعلق دارد که در ۱۶ درصد کل تولید انگور (دیم + آبی) کشور سهم می‌باشد (Ahmadi et al., 2016).

جدول ۲، مقدار ضریب همبستگی پیرسون مقادیر ماهانه شاخص‌های مختلف انسو با عملکرد انگور آبی را نشان می‌دهد. هدف از ارائه جدول ۲، تعیین موثرترین شاخص انسو در بررسی تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دیم می‌باشد. همان‌گونه که از جدول ۲ استنباط می‌شود، همانند عملکرد

جدول ۲- همبستگی بین ماه‌های مختلف شاخص‌های پدیده انسو با عملکرد انگور دیم.

Table 2. Correlation between ENSO indices in different months and rain-fed grape yield

شاخص انسو	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
ENSO index	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
MEI	0.205	0.260	0.212	-0.06	-0.07	-0.12	-0.260	-0.222	0.023	0.094	0.109	0.149
NOI	-0.40	0.021	0.148	0.250	-0.23	-0.33	0.249	-0.293	0.338	0.372	-0.405	-0.487*
NINO 1+2	0.305	0.210	0.243	0.009	0.325	0.087	-0.395	-0.113	-0.084	-	0.211	0.258
Nino 3.4	0.151	0.193	0.224	-0.1	-0.08	-0.15	-0.051	0.011	0.064	0.030	0.105	0.150
Nino 3	0.223	0.235	0.246	-	0.023	-0.12	-0.156	0.013	0.014	-	0.099	0.207
Nino 4	0.194	0.219	0.226	-0.09	-0.15	-0.14	-0.094	0.003	0.114	0.153	0.181	0.211
PNA	-0.32	-0.31	0.383	-0.07	-	-0.181	0.098	-0.232	-0.279	0.350	-	0.037
SOI	-0.32	-0.06	-0.11	0.270	-0.05	0.324	0.209	-0.245	-0.150	-	0.534*	-0.184
TNA	0.168	0.299	0.053	0.101	0.009	0.007	0.129	0.094	0.180	0.015	0.070	0.176

MEI: Multivariable Enso Index, NOI: North Pacific Decadal Oscillation, PNI: Pacific North American Index, SOI: Southern Oscillation Index, TNI: Trans Nino Index.

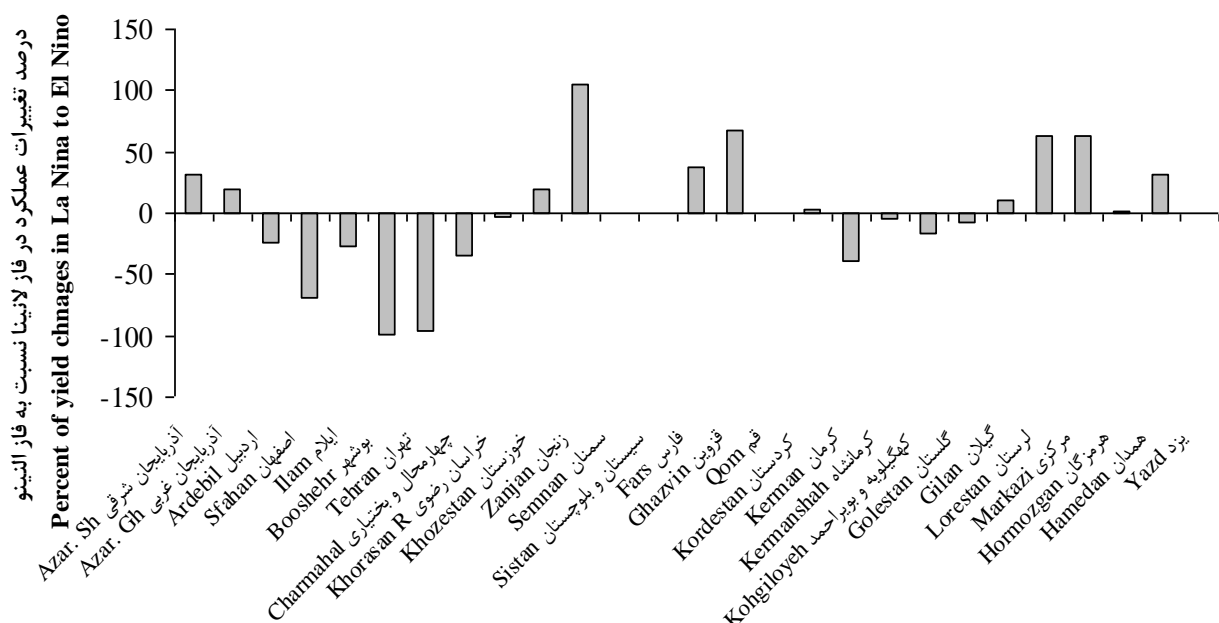
انسو نتیجه‌ی اندازه‌گیری دما و فشار آب می‌باشد، می‌توان نتایج جدول ۱ را همسو با گزارش Mohammadpoor (2012) دانست.

پس از معرفی شاخص انسو موثر بر تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دیم، اقدام به بررسی تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دیم در هر یک از فازهای النینو و لانینا شد. شکل ۸ درصد تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دیم در فاز لانینا نسبت به النینو به تفکیک هر یک از استان‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.

همان‌گونه که از شکل ۸ استنباط می‌شود از بین ۲۳ استان مورد بررسی، درصد تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دیم ۱۲ استان در فاز لانینا نسبت به فاز النینو مثبت و مابقی منفی است. این نتیجه بیانگر آن است درصد کاهش عملکرد انگور دیم در فاز لانینا به مراتب بیش از عملکرد انگور آبی است. بیشترین درصد کاهش عملکرد انگور دیم در فاز لانینا نسبت به فاز النینو برابر ۹۹- درصد است که به استان بوشهر تعلق دارد. در مقابل بیشترین افزایش عملکرد انگور دیم در فاز لانینا نسبت به فاز النینو به میزان ۱۰۵ درصد در استان زنجان قابل مشاهده است.

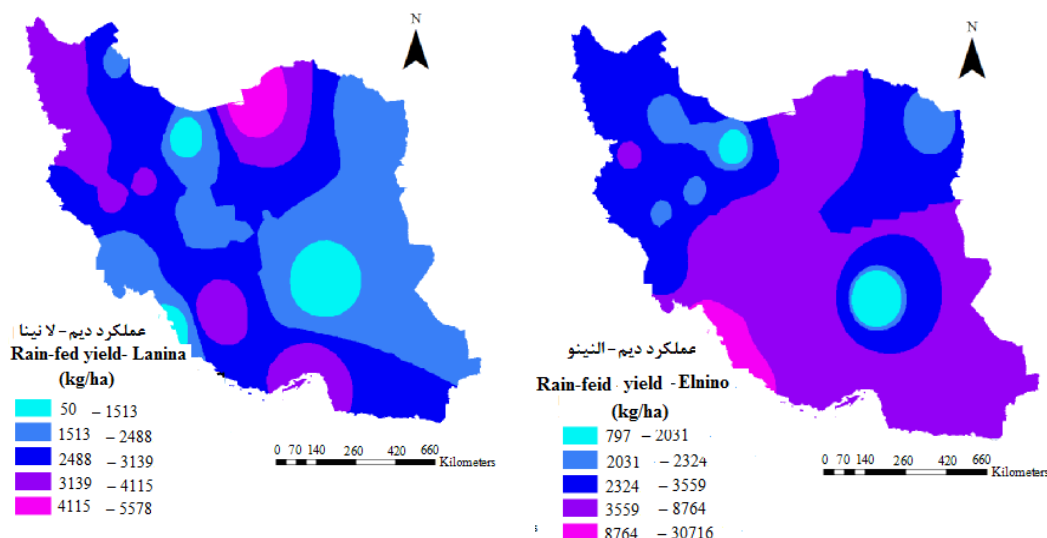
شکل ۹ توزیع مکانی عملکرد انگور دیم به روش IDW را در هر یک از فازهای پدیده انسو نشان می‌دهد. همانند عملکرد انگور آبی، در ترسیم این شکل نیز از ۵ کلاس طبقاتی استفاده شد.

که تأثیر پدیده انسو بر تغییرپذیری‌های عملکرد انگور آبی بیش از عملکرد انگور دیم می‌باشد (۶۳۳/۰+ در مقابل ۵۳۴/۰-). این نتیجه برخلاف گزارش منتشر شده از سوی Zareabyaneh et al. (2011) در زمینه عملکرد محصولات گندم و جو می‌باشد. آنان در نتایج بررسی‌های خود تأثیر پدیده انسو بر عملکرد محصولات زراعی دیم را تایید کردند. درحالی که در این بررسی، تأثیر پدیده انسو بر عملکرد انگور آبی بیش از انگور دیم بود. دلیل این امر را می‌توان ناشی از تفاوت گیاهان زراعی و باغی دانست. گیاهان باغی عمری بیش از یکسال داشته، در حالی که الگوی کشت گیاهان زراعی به‌صورت سالانه تعیین می‌شود (Azizi and Yazdani, 2004). بنابراین تأثیر اقلیم بر گیاهان باغی در بازه زمانی طولانی‌تری نسبت به گیاهان زراعی انعکاس می‌یابد. ضمن آنکه آنان در بررسی خود تنها از یک شاخص انسو (SOI) استفاده کردند، درحالی که در این بررسی ۹ شاخص مختلف پدیده انسو مورد ارزیابی قرار گرفت. از سوی دیگر، شمار استان‌های مورد بررسی در عملکرد انگور آبی بیش از انگور دیم بود. کاهش شمار استان‌ها را نیز می‌توان در نتیجه‌ی به دست آمده موثر دانست. همچنین، در بررسی Mohammadpoor (2012) بارش و شمار روزهای بارانی موثرترین متغیر هواشناسی بر عملکرد محصولات دیمی و دما و رطوبت نسبی نیز به‌عنوان عامل‌های اقلیمی موثر بر عملکرد کشت آبی معرفی شد. از آنجا که شاخص‌های پدیده



شکل ۸- درصد تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دیم در فاز لانینا نسبت به فاز النینو استان‌های مورد بررسی.

Fig. 8- The change percentage in rain-fed grape yield in La Nina to El Nino of studied provinces.



شکل ۹- پهنه‌بندی عملکرد دیم به تفکیک فازهای النینو و لانینا ایستگاه‌های مورد بررسی.

Fig. 9- The zoning of rain-fed yield in El Niño and La Niña phases of studied stations.

هر دو کشت آبی و دیم شد. بنابراین می‌توان اظهار داشت نتیجه بررسی پدیده انسو بر عملکرد هر یک از محصولات کشاورزی متفاوت بوده و قابل تعمیم نمی‌باشند.

#### نتیجه‌گیری

انگور یکی از محصولات مهم باغی در ایران به شمار می‌رود. با توجه به آن‌که مدیریت محصولات باغی نیازمند یک افق برنامه‌ریزی است و حساسیت شناخت و حرکت در راستای تولید محصولات باغبانی بیش از زراعی است، بررسی عامل‌های موثر بر نوسان‌های عملکرد انگور در کشور ضروری به‌نظر می‌رسد. در این بررسی تأثیر پدیده انسو به‌عنوان الگوی پیوند از دور بر تغییرپذیری‌های عملکرد انگور آبی و دیم مد نظر قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که پدیده انسو تأثیر معنی‌داری بر تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دارد. تأثیر این تغییرپذیری‌ها در کشت آبی به‌مراتب بیش از کشت دیم بود. به‌گونه‌ای که بیشترین همبستگی بین عملکرد انگور آبی با شاخص پدیده انسو  $+0/633$ ، در حالی که بین عملکرد انگور دیم و شاخص پدیده انسو  $-0/534$  به دست آمد. همچنین تأثیر فازهای النینو و لانینا بر تغییرپذیری‌های عملکرد انگور آبی عکس عملکرد انگور دیم بود. به‌طوری‌که در عملکرد انگور آبی، رخداد فاز لانینا منجر به افزایش  $24/5$  درصد عملکرد انگور آبی نسبت به فاز النینو شد. در حالی که افزایش عملکرد انگور دیم در فاز النینو نسبت به لانینا به میزان  $47/9$  درصد مشاهده شد. این مطلب بیانگر آن است که تأثیر پدیده انسو بر عملکرد

بررسی توزیع مکانی عملکرد انگور دیم در هر یک از فازهای انسو بیانگر آن است که در فاز النینو، تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دیم  $797$  تا  $30716$  کیلوگرم بر هکتار است. در حالی که با رخداد فاز لانینا دامنه تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دیم به  $50$  تا  $5578$  کیلوگرم بر هکتار کاهش یافته است. مقایسه تغییرپذیری‌های عملکرد انگور دیم در هر دو فاز نشان می‌دهد که برخلاف عملکرد انگور آبی، رخداد لانینا منجر به کاهش عملکرد انگور دیم شده است. میانگین افزایش عملکرد انگور دیم در فاز النینو نسبت به لانینا  $47/9$  درصد است. Zareabyaneh and Bayatvarkeshi (2012) با بررسی اثرپذیری شمار روزهای بارانی کشور از پدیده انسو، اظهار داشتند شمار روزهای بارانی در فاز النینو بیش از لانینا است. از آنجا که کشت دیم ارتباط تنگاتنگی با متغیرهای هواشناسی، به ویژه بارش دارد (Mosaedi and Kaheh, 2008)، بنابراین می‌توان این نتیجه را همسو با گزارش Zareabyaneh and Bayatvarkeshi (2012) دانست. Yousefi and Hajjam (2012) و Khorshid dust and Ghavidel Rahimi (2006) Moron and Plaut (2003) نیز در نتایج بررسی‌های خود به افزایش بارش در فازهای النینو به‌ترتیب در استان‌های قزوین، آذربایجان شرقی و اروپا اشاره داشته‌اند. اگرچه Zareabyaneh et al. (2011) در بررسی تأثیر پدیده انسو بر تغییرپذیری‌های عملکرد گندم و جو آبی و دیم دریافتند، رخداد فاز لانینا منجر به افزایش عملکرد هر دو محصول در

### سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت معاونت پژوهشی و پژوهشکده انگور دانشگاه ملایر برابر قرارداد ۳۳۹-۱-۸۴/۵ به انجام رسید که بدین وسیله از مسئولان مربوط تشکر و قدردانی می‌شود.

محصولات کشاورزی، نه تنها به نوع محصول بلکه به روش کشت و منطقه مورد بررسی نیز بستگی دارد. بنابراین می‌توان اظهار داشت نتایج به دست آمده از تأثیرپذیری عملکرد محصولات کشاورزی از پدیده انسو قابل تعمیم نبوده و در هر منطقه بسته به نوع کشت نیاز به بررسی و ارزیابی مستقلی دارد.

### منابع

- Agosta, E. and Canziani, P., 2012. Regional climate variability impacts on the annual grape yield in Mendoza, Argentina. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 51, 993-1009.
- Ahmadi, K., Gholozadeh, H., Ebadzadeh, H., Hatami, F., Hoseinpor, R., Kazeminfar, R. and Abedshah, H., 2016. Ministry of Agriculture Jihad Annual Report. Iran.
- Alijani, F., Karbasi, A., Mozafari, M., 2011. Survey of the effects of climate change on yield of irrigated wheat in Iran. *Agricultural Economic and Development*. 19 (76), 143-167.
- Araujo, J., Abiodun, B. and Crespo, O., 2014. Impacts of drought on grape yields in Western Cape, South Africa. *Theoretical and Applied Climatology*. 123(1), 117-130.
- Asadian, F., Borna, R. and Gholamali, H., 2016. Wheat crop cultivation feasibility using Boolean Logic (Case study: city of Shush). *Territory*. 13 (5), 1-14.
- Azizi, J. and Yazdani, S., 2004. Determination of advantage of Iran garden products. *Journal of Agriculture Economy and Development*. 41, 46-65.
- Doulati Baneh, H., Ghani Shayeste, F., Noorjo, A., Saeidian, R., Jafari, H., Taimori, G. and Alizadeh, A., 2017. Introduction of superior table grape cultivars for dryland farming. *Research in Pomology*. 1 (2), 37-55.
- Farajzadeh, M., Ahmadi, B., Alijani, Y., Qavidel Rahimi, A., Mofidi, I. Babaeian, A., 2013. Study on variation of major teleconnection patterns (MTP) associated with Iran's precipitatio. *Journal of Climate Research*. 4 (15), 31-45.
- Ghazvini, A., Veisi, H., Mahdavi Damghani, A., Khoshbakht, K. and Nejatian, M. 2012. Study of sustainability status in vineyards of takestan county by using Framework for Evaluation Sustainable Land Management (FESLM). *Journal of Agroecology*. 1 (2), 104-115.
- Jones, J.W., Hansent, J.W., Royce, F.C. and Messina, C.D., 2000. Potential benefits of climate forsecasting to agriculcure." *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 82, 169- 184.
- Khorshid Doust, A.A. and Ghavidel Rahimi, Y., 2006. Assessment of ENSO Phenomena influence on seasonal rainfall variability Azarbaijan using multivariate ENSO index. *Geography Research*. 57, 15-26.
- Koocheki, A. and Nassiri Mahallati, M., 2016. Climate change effects on agricultural production of Iran: II. Predicting Productivity of Field Crops and Adaptation Strategies. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 14 (1), 1-20.
- Lansigan, F.P., Santos, W.L. and Coladilla J.O., 2000. Agronomic impacts of climate variability on rice production in the Philippines. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 82, 129-137.
- Meza, F.J., Wilks, D.S., Riha, S.J. and Stedinger, J.R., 2003. Value of perfect forecasts of sea surface temperature anomalies for selected rain-fed agricultural locations of Chile. *Agricultural and Forest Meteorology*. 116, 117-135.
- Mohammadi, H., Afsharmanesh, H. and Khalili, M., 2010. Evaluation of NSO effect on Drought and Wet of Boosher Station. *Quarterly Geographical Journal of Chashmandaz-E-Zagros*. 2 (4), 69-82 (In Persian with English abstract).
- Mohammadpoor, M., 2012. Assessment of Weather Parameters on Rain-fed and Irrigated Wheat Yield in Important Three Regions of Wheat Production. Mashhad University, Mashhad, Iran.
- Moron, V. and Plaut, G., 2003. The impact of ENSO upon weather regimes over Europe and the North Atlantic during Boreal winter. *International Journal of Climatology*. 23 (4), 363-379.
- Mosaedi, A. and Kaheh, M., 2008. Assessment of precipitation effect on wheat and bare yield in Golestan province. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 15 (4), 206-217.
- Mosaedi, A., Mohammadi, S. and Ghabaei Sough, M., 2015. Modeling rain-fed wheat and barley based on meteorological features and drought indices. *Journal of Water and Soil*. 29 (3), 730-49.

- Nazarifard, M., Seyfi, K. and Moemeni, R., 2007. Evaluation of geostatistical methods and Tisen in estimation of evapotranspiration changes (Case study: Hamedan province). In Proceedings 9<sup>th</sup> Irrigation and Evaporation Reducing, 5<sup>th</sup>-7<sup>th</sup> Feb, Kerman, Iran. pp. 1-8.
- Noori, O., 2015. Spatial variability assessment of essential soil and plant variables to sitespecific crop management in olive orchards. *Journal of Agroecology*, 2 (5), 109-127.
- Ozkan, B. and Akcaoz, H., 2002. Impacts of climate factors on yields for selected crops in southern Turkey. *Mitig Adapt Strat Glob Change* .7, 367-380.
- Parhizkari, A., Mahmoodi, A. and Shokat Fadaee, M., 2017. Economic analysis of the effects of climate change on available water resources and agricultural products in the watersheds of Shahrood. *Journal of Agricultural Economics Researches*. 9 (1), 23-50.
- Rollenbeck, R. and Anhuf, D., 2007. Characteristics of water and energy balance in an Amazonian lowland rainforest in Venezuela and the impact of the ENSO cycle. *Journal of Hydrology*. 337, 337-390.
- Sabziparvar, A.A. and Tanian. S., 2013. The impact of ENSO event on reference crop evapotranspiration variability in some typical cold climates of Iran. *Journal of Water and Soil*. 27 (1), 131-144.
- Sabziparvar, A.A., Torkaman, M. and Maryanaji, Z., 2013. Investigating the effect of agroclimatic indices and variables on optimum wheat performance (Case study: Hamedan province). *Journal of Water and Soil*. 26 (6), 1554-1567.
- Tavakoli, A., 2011. Estimation of reference evapotranspiration under lack data conditions (Case study: North Khorasan province). MS.c. Thesis. Mashhad University, Mashhad, Iran.
- Trenberth, K.E., 1997. The definition of El Niño. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(1), 2771-2777.
- Yousefi, N. and Hajjam, S. ,2012. The study of ENSO phenomena effect on climatic parameters of temperature and Precipitation of Ghazvin Plain (Case study of Qazvin Plain). *Geographic Space*. 12 (39), 195-210.
- Zare Abyaneh, H. and Bayat Varkeshi, M., 2012. Study of the number of rainy days and effect of ENSO phenomenon at the country level. *Journal of Water and Soil Conservation*. 19(1), 21-40.
- Zareabyaneh , H., Bayat Varkeshi , M. and Ildoromi, A., 2011. Assessment of the effect of some climatic parameters, and ENSO phenomenon on wheat and barley yield (Case study: Region of Hamedan). *Iranian Water Research Journal*. 5 (9), 181-192.
- Zareabyaneh, H. and Bayatvarkeshi, M., 2014. Statistical analysis of long-term trend of performance, production and cultivated area of 17 field crops Khorasan Razavi Province . *Iranian Journal of Field Crops Research*. 12 (3), 403-416.
- Zareabyaneh, H., Bayatvarkeshi, M., Sabziparvar, S., Maroofi, S. and Ghasemi, A., 2010. Evaluation of different reference evapotranspiration methods and their zonings in Iran. *Physical Geography Research Quarterly*. 74, 95-110.

## Effect of ENSO phenomenon on irrigated and rain-fed grape yield of Iran

Maryam Bayatvarkeshi,<sup>1,\*</sup> Kouros Mohammadi<sup>2</sup> and Hamid Nouri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Soil Science, Agriculture Faculty, Malayer University, Malayer, Iran.

<sup>2</sup>Department of Hydrology, HLV2K Engineering, Ontario, Canada.

<sup>3</sup>Department of Weather Science, Natural Resources Faculty, Malayer University, Malayer, Iran.

\*Corresponding author: m.bayat.v@malayeru.ac.ir

Received: 2017.07.11

Accepted: 2017.11.08

Bayatvarkeshi, M., Mohammadi, K. and Nouri, H., 2018. Effect of ENSO phenomenon on irrigated and rain-fed grape yield of Iran. *Journal of Agroecology*. 8 (1), 45-60.

**Introduction:** The yield of agricultural crops is one parameter closely correlated to weather features. The ENSO phenomenon is a climate parameter that affects weather, climate and agricultural production. Iran is one of the top producers of grapes in the world. With the large area of cultivation and high grape production, this product can be exported. In addition to grape yield importance, the effects of ENSO on agriculture that has been confirmed by researchers, and the lack of similar studies on the grape plant especially in Iran, the purpose of this investigation is to evaluate the effects of ENSO in El Nino and La Nina phases on grape yield.

**Materials and methods:** In this study, for evaluation of the effect of ENSO phenomenon on grape yield, irrigated and rain-fed grape cluster weight information as a yield of 27 different provinces during 1999 to 2015 was used. For assessment, the effect of ENSO, the information of nine different indices of ENSO including SOI, PNA, NOI, NINO 3.4, NINO 1+2, NINO 3, NINO 4, MEI and TNI were provided. Pearson correlation coefficient was used for the determined relation between ENSO indexes and yield amount in SPSS software. Finally, the zoning maps with considering irrigated and rain-fed grape yield in El Nino and La Nina phases were drawn.

**Results and discussion:** The results showed that NINO 1+2 index in April was the most effective of the ENSO indices on irrigated grape yield and PNA index in August had the highest correlation with rain-fed grape yield. Comparing the correlation between ENSO and grape yield indicated that the effect of ENSO on irrigated grape yield was more than the rain-fed yield (+0.633 against -0.534). The comparison of average grape yield in each of El Nino and La Nina phases showed that La Nina phase led to an increase of 24.5% in irrigated grape yield. The average yield for irrigated grape in La Nina was 11,822 kg/ha, and in El Nino was 9,490 kg/ha. While the average rain-fed grape yield during La Nina was 2,401 kg/ha, and during El Nino was 3,552 kg/ha, which indicated increasing rain-fed grape yield during El Nino to La Nina with a value of 47.9%. These results were in line with the studies of Zareabyaneh and Bayatvarkeshi (2012), Yousefi and Hajjam (2012), Khorshiddoust and Ghavidel Rahimi (2006) and Moron and Plaut (2003).

**Conclusion:** In total, the effects of the ENSO phenomenon on irrigated and rain-fed grape yield in the country was confirmed. The effect of ENSO on agriculture productions, however, depends on the type of plant, kind of cultivation and study area. It can be expected that the results of the ENSO effect on each agricultural plant are not generalized. Moreover, further study of each crop in each region is needed.

**Keywords:** PNA, NINO 1+2, El Nino, La Nina, Grape..

### References:

Khorshid doust, A.A. and Ghavidel Rahimi, Y., 2006. Assessment of ENSO Phenomena influence on seasonal rainfall variability Azarbaijan using multivariate ENSO index. *Geography Research*. 57, 15-26.

- Moron, V. and Plaut, G. 2003. The impact of ENSO upon weather regimes over Europe and the North Atlantic during Boreal winter. *International Journal of Climatology*. 23 (4), 363-379.
- Yousefi, N. and Hajjam, S. ,2012. The study of ENSO phenomena effect on climatic Parameters of temperature and Precipitation of Ghazvin Plain (Case study of Qazvin Plain). *Geographic Space*. 12 (39), 195-210.
- Zare Abyaneh, H. and Bayat Varkeshi, M., 2012. Study of the number of rainy days and effect of ENSO phenomenon at the country level. *Journal of Water and Soil Conservation*. 19(1), 21-40.