



مطالعه تاثیرپذیری تعداد روزهای بارانی از پدیده انسو در ایران

*حمید زارع‌ابیانه^۱ و مریم بیات‌ورکشی^۲

^۱دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه بوعلی سینا، همدان،

^۲دانشجوی دکتری رشته آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۳

چکیده

در این پژوهش نقش پدیده‌های جوی-اقیانوسی انسو در تغییرپذیری تعداد روزهای بارانی کشور براساس اطلاعات ۳۰ ایستگاه همدید در یک بازه زمانی بلند مدت از بدو تاسیس تا سال ۲۰۰۵ میلادی بررسی گردید. به این منظور از شاخص‌های اقلیمی SOI ، MEI ، $NINO_{1+2}$ ، $NINO_{3/4}$ ، $NINO_{3}$ ، $NINO_{4}$ ، NOI ، SST و PNA به‌عنوان متغیر مستقل استفاده شد. ترسیم نقشه پهنه‌بندی تعداد روزهای بارانی کشور نشان داد تعداد روزهای بارانی سطح وسیعی از کشور بین دامنه ۱۵ تا ۵۶ روز در سال می‌باشد که گویای آن است که بیش از نیمی از کشور، سالانه بین ۳۰۹ تا ۳۵۰ روز، خشک و بدون بارندگی می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از به‌کارگیری روش تحلیل همبستگی پیرسون نیز بیانگر ارتباط بین شاخص‌های اقلیمی انسو و تعداد روزهای بارانی ایستگاه‌های همدید کشور بود. از میان شاخص‌های اقلیمی، همبستگی بین شاخص $NINO_{3}$ با تعداد روزهای بارانی سالانه، در بیشترین تعداد ایستگاه‌ها حاصل شد و شاخص SST در رتبه بعدی قرار داشت. در مقابل شاخص اقلیمی PNA تنها با تعداد روزهای بارانی چهار ایستگاه، همبستگی نشان داد، که شاخص ضعیف و لرزانی می‌باشد. مقایسه تعداد روزهای بارانی سالانه در فازهای گرم (النینو) و سرد (لانینا) انسو نیز نشان داد تعداد روزهای بارانی در فاز النینو بیش از لانینا بود که موید افزایش تعداد روزهای بارانی کشور در فاز النینو است. در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه، بیشترین میزان همبستگی تعداد روزهای بارانی با

* مسئول مکاتبه: zareabyaneh@gmail.com

شاخص NINO₃ در ایستگاه سبزوار معادل ۰/۴۹ و کمترین میزان همبستگی معنی‌دار در ایستگاه‌های بوشهر و شیراز معادل ۰/۲۸ محاسبه گردید. مقادیر ضریب همبستگی مورد محاسبه بین تعداد روزهای بارانی سالانه با NINO₃ و سایر شاخص‌ها، بیانگر نقش و اهمیت سایر عوامل مانند عوامل جغرافیایی است. به طوری که در پهنه ایران از جنوب و جنوب شرق کشور به شمال و شمال شرقی، بر میزان همبستگی و یا بر میزان تاثیرپذیری از پدیده انسو افزوده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تعداد روزهای بارانی، پدیده انسو، النینو، لائینا

مقدمه

بارش و نوسانات آن در دوره‌های خشک و تر، نقش قابل ملاحظه‌ای بر شرایط اقتصادی و اجتماعی جامعه دارد. شناخت عوامل تأثیرگذار بر آن، موجب برنامه‌ریزی‌های دقیق‌تر اقتصادی می‌شود. اهمیت تعداد روزهای بارانی در برنامه‌ریزی آبیاری، مدیریت منابع آب و حساسیت بخش کشاورزی به نوسانات آن در مطالعات محققان مختلف آمده است (فولادمند، ۲۰۰۶؛ مساعدی و کاهه، ۲۰۰۸؛ رضی و همکاران، ۲۰۰۵؛ عزیزی و روشنی، ۲۰۰۸). عزیزی (۲۰۰۰) وجود روزهای غیربارانی و روزهای با بارش شدید را یک خصیصه شناخته شده در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک دانسته و نوسانات شدید آن را موجب بروز خشکسالی‌ها و ترسالی‌های شدید در چنین اقلیم‌هایی از جمله ایران توصیف نموده است. به همین ترتیب در مطالعه صورت گرفته توسط دادرسی سبزواری و پاکپور (۲۰۰۷) بر اهمیت و نقش مقادیر کمی بارندگی و به تبع تعداد روزهای بارانی بر روند بیابانزایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور با توجه به کاهش مقدار بارندگی‌ها تاکید شده است.

بررسی‌های انجام گرفته در خصوص پدیده‌های بزرگ اقلیمی نشان می‌دهد که در مناطقی از جهان تغییرات کوچک مقیاس اقلیمی با فرایندهای بزرگ مقیاس اقلیمی مرتبط هستند. شناخت عوامل موثر در ایجاد شرایط یاد شده در تبیین رفتار براساس سازکارهای ارتباط از دور مورد توجه پژوهشگران می‌باشد (یاراحمدی و عزیزی، ۲۰۰۷). انسو^۱ یکی از پدیده‌های مهم تغییردهنده توزیع زمانی و مکانی بارش در مقیاس جهانی است (خورشیددوست و قویدلرحیمی، ۲۰۰۶) و شناخت الگوی تغییرات بارندگی در تعدیل علت‌های واقعی مؤثر بر چرخه آب و فرایندهای محیطی کاربرد دارد (دلیتالیا و همکاران، ۲۰۰۰).

به اعتقاد ویلس و گودی (۲۰۰۳) اگرچه انسو می‌تواند متاثر از وضع جهانی اقلیم باشد، ولی الگوهای بارش نقاط مختلف جهان نیز متاثر از پدیده انسو می‌باشد. تحلیل تعداد روزهای بارانی به دلیل ارتباط آن با خشکسالی و بروز سیلاب‌های مخرب به‌کمک پدیده انسو قابل اهمیت است.

اغلب بررسی‌ها در زمینه تاثیرگذاری پدیده انسو در قالب دو فاز نینو و لانینا از شاخص نوسان جنوبی^۱ (SOI) بر افزایش یا کاهش بارندگی‌ها بوده است. مطالعه خورشیددوست و قویدل‌رحیمی (۲۰۰۶) بیانگر افزایش معنی‌دار بارش‌های پاییزی منطقه اهر (آذربایجان شرقی) با شاخص نوسان جنوبی در فاز گرم (النینو) و خشکسالی در فاز سرد (لانینا) به‌واسطه کاهش بارندگی‌هاست. یاراحمدی و عزیزی (۲۰۰۷) در پژوهشی تأثیرپذیری بارش‌های فصلی ایران از الگوهای مختلف ارتباط از دور را با به‌کارگیری شاخص‌های اقلیمی SOI، نوسان قطبی^۲ (AO)، نوسان اطلس شمالی^۳ (NAO)، نینو ۳/۴ (NINO_{۳/۴})، چند متغیره انسو^۴ (MEI)، انتقالی نینو^۵ (TNI) و نوسان دهه‌ای اقیانوس آرام^۶ (PDO)، بررسی نمودند. آنان نشان دادند که شاخص نینو ۳/۴، نوسان جنوبی و چند متغیره انسو به‌ترتیب بیشترین ارتباط را با میزان بارش‌های پائیزه و زمستانه دارند. در ارزیابی‌های صورت گرفته توسط خورشیددوست و قویدل‌رحیمی (۲۰۰۶) تأثیر افزایشی پدیده انسو بر بارش‌های منطقه آذربایجان شرقی از غرب به شرق و از شمال به جنوب گزارش گردید. در مطالعه‌ای دیگر، همبستگی بسیار خوبی بین مقادیر مثبت SOI با سال‌های تر و مقادیر منفی آن با سال‌های خشک در اقلیم بنگلادش توسط چودری (۲۰۰۳) گزارش شد. احتمال وقوع ترسالی پاییزی در شرایط النینو و بروز خشکسالی در حالت لانینا در مناطق جنوبی ایران در مطالعات ناظم‌السادات و قاسمی (۲۰۰۴) آمده است. ناظم‌السادات و کوردری (۲۰۰۰) با بررسی تأثیر پدیده انسو بر مقدار بارندگی ایران نشان دادند که وقوع لانینا موجب کاهش بارندگی پائیزه می‌شود. هندن (۲۰۰۳) با بررسی داده‌های ۴۷ ساله بارش‌های مالزی دریافت که ناهنجاری بارش‌های فصل خشک به شدت به دمای سطحی دریا و فاز گرم انسو وابسته است. لیم و کیم (۲۰۰۷) ضمن تایید تأثیرپذیری توزیع زمانی و مکانی بارش از فازهای انسو، دیگر عوامل جوی را نیز در نوسانات بارش موثر دانستند. اثرات انسو بر رژیم اقلیمی

- 1- Southern Oscillation Index
- 2- Arctic Oscillation
- 3- North Atlantic Oscillation
- 4- Multivariate ENSO Index
- 5- Trans-Nino Index
- 6- Pacific Decadal Oscillation

اروپا توسط موران و پلائوت (۲۰۰۳) انجام شد و گویای افزایش مقدار بارش در فاز سرد انسو (لانینا) و افزایش درجه حرارت در فاز گرم آن (النینو) بود.

بررسی منابع نشان داد تحقیقات صورت گرفته در ایران، به‌طور عمده معطوف به مطالعه روند بارش کل سالانه، فصلی، ماهانه و تاثیرات الگوهای جوی - اقیانوسی بر افزایش یا کاهش بارندگی در سال‌های وقوع النینو و لانینا در پهنه ایران و یا در سطوح کوچک‌تر است. پژوهش‌های انجام گرفته اطلاعاتی در مورد چگونگی تغییرات تعداد روزهای بارانی و تاثیرپذیری آن از پدیده انسو به‌دست نمی‌دهد. هدف از انجام این پژوهش مطالعه و بررسی همبستگی تعداد روزهای بارانی با شاخص‌های گوناگون پدیده انسو می‌باشد. هم‌چنین ترسیم نقشه‌های پهنه‌بندی تعداد روزهای بارانی در دو فاز النینو و لانینا از اهداف دیگر این مطالعه است.

مواد و روش‌ها

لازمه بررسی روند تغییرات بلند مدت بارش و ارتباط آن با پدیده انسو، به‌کار گرفتن داده‌های طولانی‌مدت تعداد بیشتری از ایستگاه‌هاست. تغییرات این دو عامل معمولاً در جهت عکس یکدیگر می‌باشد به‌طوری‌که با افزایش طول دوره آماری از تعداد ایستگاه‌های دارای آمار طولانی مدت کاسته می‌شود. از طرفی همواره تاکید بر استفاده از ایستگاه‌های دارای آمار کامل با طول دوره آماری بلندمدت برای حفظ دقت و کیفیت نتایج است (خام‌چین‌مقدم و همکاران، ۲۰۱۰؛ ساری‌صراف و همکاران، ۲۰۰۹). داده‌های سالانه تعداد روزهای بارانی ۳۰ ایستگاه هواشناسی با طول دوره آماری ۴۰ سال و بیشتر (از بدو تاسیس تا سال ۲۰۰۵) از آرشیو سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. علت انتخاب این تعداد ایستگاه استفاده از آمار طولانی‌مدت مورد توجه مباحث اقلیم‌شناسی جهت کسب دقت و اعتبار نتایج به‌دست آمده بوده است (دهقان و همکاران، ۲۰۰۹). ایستگاه‌های انتخابی با توجه به داده‌های ۴۰ سال و بیشتر توان پوششی اکثر مناطق بارشی کشور را دارند. مشخصات ایستگاه‌ها در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه.

ایستگاه	مختصات جغرافیایی		ارتفاع از سطح دریا (متر)	دوره آماری	ایستگاه	مختصات جغرافیایی		ارتفاع از سطح دریا (متر)	دوره آماری
	عرض شمالی	طول شرقی				عرض شمالی (درجه)	طول شرقی (درجه)		
آبادان	۳۰°۲۲'	۴۸°۱۵'	۷	۱۹۵۱-۲۰۰۵	رامسر	۳۳°۵۴'	۵۰°۴۰'	۲۰	۱۹۵۵-۲۰۰۵
ارومیه	۳۷°۳۲'	۴۵°۰۵'	۱۳۱۶	۱۹۵۱-۲۰۰۵	رشت	۳۷°۱۵'	۴۹°۳۶'	-۷	۱۹۵۶-۲۰۰۵
اصفهان	۳۲°۳۷'	۵۱°۴۰'	۱۵۵۰	۱۹۵۱-۲۰۰۵	زابل	۳۱°۰۲'	۶۱°۲۹'	۴۸۹	۱۹۶۳-۲۰۰۵
اهواز	۳۱°۲۰'	۴۸°۴۰'	۲۲	۱۹۵۷-۲۰۰۵	زاهدان	۲۹°۲۸'	۶۰°۵۳'	۱۳۷۰	۱۹۵۱-۲۰۰۵
بایلسر	۳۶°۴۳'	۵۲°۳۹'	-۲۱	۱۹۵۱-۲۰۰۵	سبزوار	۳۶°۱۲'	۵۷°۴۳'	۹۷۷	۱۹۵۴-۲۰۰۵
بوشهر	۲۸°۵۹'	۵۰°۵۰'	۲۰	۱۹۵۱-۲۰۰۵	سمنان	۳۵°۳۵'	۵۳°۳۳'	۱۱۳۱	۱۹۶۵-۲۰۰۵
بم	۲۹°۰۶'	۵۸°۲۱'	۱۰۶۷	۱۹۵۶-۲۰۰۵	شاهرود	۳۶°۲۵'	۵۴°۵۷'	۱۳۵۴	۱۹۵۱-۲۰۰۵
بندرلنگه	۲۶°۳۲'	۵۴°۵۰'	۲۳	۱۹۶۶-۲۰۰۵	شیراز	۲۹°۳۲'	۵۲°۳۶'	۱۴۸۴	۱۹۵۱-۲۰۰۵
بندرعباس	۲۷°۱۳'	۵۶°۲۲'	۱۰	۱۹۵۷-۲۰۰۵	فسا	۲۸°۵۸'	۵۳°۴۱'	۱۲۸۸	۱۹۶۶-۲۰۰۵
بندر انزلی	۳۷°۲۸'	۴۹°۲۸'	-۲۶	۱۹۵۱-۲۰۰۵	کاشان	۳۳°۵۹'	۵۱°۲۷'	۹۸۲	۱۹۶۶-۲۰۰۵
تبریز	۳۸°۰۵'	۴۶°۱۷'	۱۳۶۱	۱۹۵۱-۲۰۰۵	کرمانشاه	۳۴°۲۱'	۴۷°۰۹'	۱۳۱۹	۱۹۵۱-۲۰۰۵
تهران	۳۵°۴۱'	۵۱°۱۹'	۱۱۹۱	۱۹۵۱-۲۰۰۵	کرمان	۳۰°۱۵'	۵۶°۵۸'	۱۷۵۴	۱۹۵۱-۲۰۰۵
چابهار	۲۵°۱۷'	۶۰°۳۷'	۸	۱۹۶۳-۲۰۰۵	گرگان	۳۶°۵۱'	۵۴°۱۶'	۱۳	۱۹۵۱-۲۰۰۵
خرم‌آباد	۳۳°۲۶'	۴۸°۱۷'	۱۱۴۸	۱۹۵۱-۲۰۰۵	مشهد	۳۶°۱۶'	۵۹°۳۸'	۹۹۹	۱۹۵۱-۲۰۰۵
دزفول	۳۲°۲۴'	۴۸°۲۳'	۱۴۳	۱۹۶۱-۲۰۰۵	یزد	۳۱°۵۴'	۵۴°۱۷'	۱۳۳۷	۱۹۵۳-۲۰۰۵

جامعه آماری این پژوهش کل آمار تعداد روزهای بارانی سالانه با حجم نمونه ۱۴۴۰ الگو و داده‌های نمایان‌گر شاخص‌های اقلیمی به صورت هم‌زمان بود. پس از رقومی نمودن اطلاعات جمع‌آوری شده از همگنی داده‌ها با اجرای آزمون غیرگرافیکی ران اطمینان حاصل شد (فلاح‌قاهری و همکاران، ۲۰۰۸؛ عزیزاده، ۲۰۰۱). هم‌چنین شاخص‌های اقلیمی چند متغیره انسور^۱ (MEI)، نوسان جنوبی^۲ (SOI)، نینو ۱+۲ (NINO_{۱+۲})، نینو ۳/۴ (NINO_{۳/۴})، نینو ۳ (NINO_۳)، نینو ۴ (NINO_۴)، نوسان شمالی^۳ (NOI)، دمای سطح دریا^۴ (SST) و اقیانوس آرام آمریکای شمالی^۵ (PNA) نیز استفاده شد (فاتحی‌مرج و همکاران، ۲۰۰۶؛ رودو و همکاران، ۱۹۹۷). این شاخص‌ها حاصل

- 1- Run Test
- 2- Multivariate ENSO Index
- 3- Southern Oscillation Index
- 4- North Pacific Decadal Oscillation
- 5- Sea Surface Temperature
- 6- Pacific North America

اندازه‌گیری متغیرهای فشار یا دمای سطح آب در مناطق مختلف جهان است (ایزدنگهدار، ۱۹۹۱). اطلاعات مربوط به تمامی ۹ شاخص اقلیمی برای دوره ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۵ از طریق آرشیو الکترونیکی سازمان هواشناسی استرالیا^۱ و آرشیو مرکز تشخیص اقلیمی آمریکا^۲ دریافت و مورد استفاده قرار گرفت. چون داده‌های انسو به‌صورت سال‌های میلادی ثبت شده‌اند، بنابراین کلیه داده‌های روزهای بارانی نیز به‌صورت متناظر با داده‌های انسو مرتب شدند. تمامی محاسبات مربوط به تحلیل داده‌ها براساس آزمون همبستگی پیرسون در دو سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و ۰/۰۱ به تفکیک هر یک از ایستگاه‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS ۱۵ انجام گرفت. از آن‌جا که هدف تعیین شاخص مناسب در پهنه ایران در مقیاس سالانه می‌باشد بنابراین از بین ۹ شاخص اقلیمی مورد بررسی یک شاخص براساس بیشتر بودن تعداد ایستگاه‌های دارای همبستگی در نظر گرفته شد. همچنین اثر هم‌زمان کلیه شاخص‌های انسو بر تغییرات تعداد روزهای بارانی سالانه، از طریق تحلیل باقی‌مانده‌ها و ارائه مدل رگرسیونی بهینه به روش گام به گام انجام شد. این تحلیل براساس مقادیر احتمال (P-value) و با هدف نشان دادن توانمندی الگوی پیشنهادی صورت گرفت (طباطبایی‌یزدی و همکاران، ۲۰۱۰). بررسی تغییرات متوسط تعداد روزهای بارانی در فازهای النینو و لانینا، براساس معیار ترنبرس (۱۹۹۷) و با لحاظ محدوده توصیه شده، انجام گرفت (فاتحی‌مرج و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج این پژوهش علاوه بر مقادیر کمی، به‌صورت نقشه‌های پهنه‌بندی تعداد روزهای بارانی سالانه، در دو فاز النینو و لانینا ارائه گردید. در تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی از روش تحلیلی کریجینگ توسط کد توسعه‌ای کریجینگ در محیط نرم‌افزار Arcview Gis 3.3 استفاده شد. پس از تعیین تعداد روزهای بارانی برای سال‌های مختلف توسط مدل کریجینگ در هر یک از ایستگاه‌ها، مقادیر ارائه شده به نقشه وصل و الگوی فوق با استفاده از نرم‌افزار فوق روی نقشه‌های پهنه‌بندی تولید گردید. به‌عبارت دیگر نقشه‌های پهنه‌بندی با در نظر گرفتن تعداد روزهای بارانی سالانه در هر یک از سال‌های وقوع النینو و لانینا براساس مناسب‌ترین شاخص انسو، تهیه شد.

نتایج و بحث

آماره‌های توصیفی اولین گام در تحلیل آماری است و مقدار ضریب همبستگی تاثیرپذیری تغییرات تعداد روزهای بارانی سالانه در قالب مقادیر متناظر با شاخص‌های انسو محاسبه شد. از آنجایی‌که

1- <http://www.bom.gov.au/index.shtm>

2- Climate Diagnostics Center (CDC)

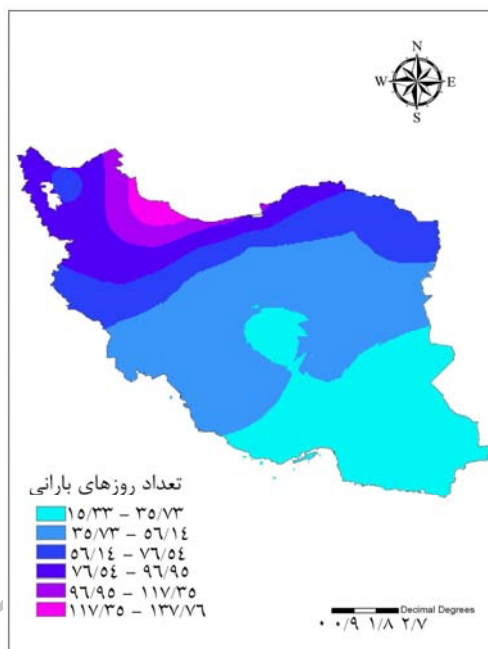
ضریب همبستگی به تنهایی نمی‌تواند درستی الگوی پیشنهادی را نشان دهد بنابراین مقادیر P-value هر یک از شاخص‌ها برای هر ایستگاه محاسبه گردید. مقادیر محاسباتی و سطح معنی‌دار بودن برای هر یک از شاخص‌ها به‌همراه متوسط تعداد روزهای بارانی سالانه در جدول (۲) درج شده است.

جدول ۲- مقادیر ضریب همبستگی بین تعداد روزهای بارانی سالانه و شاخص‌های گوناگون انسو.

ایستگاه	روزهای بارانی	شاخص‌های انسو																	
		PNA		SST		NOI		NINO _۱		NINO _۲		NINO _{۳,۴}		NINO _{۴,۵}		SOI		MEI	
		P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r
آبادان	۴۶	۰/۸۰۹	-۰/۰۳	۰/۹۰۰	-۰/۰۲	۰/۴۵۰	۰/۱۱	۰/۵۴۲	-۰/۰۸	۰/۶۶۷	۰/۰۶	۰/۸۳۵	۰/۰۳	۰/۵۳۳	۰/۰۹	۰/۷۶۸	۰/۰۴	۰/۳۹۰	-۰/۱۲
ارومیه	۹۰	۰/۴۲۸	-۰/۱۱	۰/۱۴۰	۰/۲۰	۰/۲۴۵	-۰/۱۶	۰/۱۳۳	۰/۲۱	۰/۰۶۰	۰/۲۶	۰/۸۳	۰/۲۴	۰/۱۴۵	۰/۲۰	۰/۱۶۴	-۰/۱۹	۰/۳۲۱	۰/۱۴
اصفهان	۴۵	۰/۰۴۸	-۰/۳۳	۰/۵۱۹	۰/۰۷	۰/۹۳۹	۰/۰۱	۰/۶۳۴	۰/۰۱	۰/۲۴۲	۰/۱۸	۰/۲۶۸	۰/۱۴	۰/۳۶۶	۰/۱۶	۰/۱۴۲	-۰/۲۰	۰/۷۰۸	۰/۰۵
اهواز	۴۰	۰/۳۰۴	۰/۱۵	۰/۰۲۲	۰/۳۳*	۰/۰۳	-۰/۳۱*	۰/۰۷۹	۰/۲۵	۰/۰۲۲	۰/۲۷*	۰/۱۳۹	۰/۲۱	۰/۱۳۵	۰/۱۲	۰/۰۱۸	-۰/۳۴**	۰/۰۰۸	۰/۳۷**
بابلسر	۱۰۷	۰/۲۰۴	۰/۱۷	۰/۰۱۵	۰/۳۳*	۰/۲۴۸	-۰/۱۶	۰/۰۳۷	۰/۲۸*	۰/۰۳۱	۰/۲۹*	۰/۰۱۶	۰/۳۲*	۰/۱۲۲	۰/۲۱	۰/۰۱۳	-۰/۳۳*	۰/۰۳۳	۰/۲۹*
بوشهر	۳۷	۰/۷۲۱	۰/۰۵	۰/۰۴۵	۰/۲۷*	۰/۰۲۵	-۰/۳۰*	۰/۰۶۷	۰/۲۵	۰/۰۴۱	۰/۲۸*	۰/۰۷۶	۰/۲۴	۰/۰۹۰	۰/۳۳	۰/۰۲۰	-۰/۳۱*	۰/۰۱۸	۰/۳۳*
بم	۲۲	۰/۹۸۱	۰/۰۰۴	۰/۳۰۸	۰/۱۵	۰/۲۵۸	-۰/۱۶	۰/۵۸۳	۰/۰۸	۰/۱۱۷	۰/۲۲	۰/۱۸۰	۰/۱۹	۰/۲۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸۵	-۰/۱۹	۰/۴۲۲	۰/۱۲
بندرلنگه	۲۰	۰/۶۱۲	-۰/۰۸	۰/۱۵۴	۰/۲۳	۰/۱۵۵	-۰/۲۳	۰/۴۷۸	۰/۱۲	۰/۰۴۲	۰/۳۲*	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۰/۰۳۹	۰/۳۳*	۰/۲۸۳	-۰/۱۷	۰/۲۵۹	۰/۱۸
بندرعباس	۲۲	۰/۵۰۹	۰/۱۰	۰/۰۰۵	۰/۴۰**	۰/۰۰۲	-۰/۴۴**	۰/۰۶۶	۰/۲۷	۰/۰۰۲	۰/۴۲**	۰/۰۲۲	۰/۳۳*	۰/۰۰۴	۰/۴۱**	۰/۰۰۹	-۰/۳۷**	۰/۰۰۰	۰/۴۱**
بندرانزلی	۱۴۷	۰/۰۱۹	۰/۳۳*	۰/۰۰۱	۰/۴۴**	۰/۰۰۲	-۰/۴۱**	۰/۰۱۰	۰/۳۴*	۰/۰۰۴	۰/۴۲**	۰/۰۱۲	۰/۳۴*	۰/۰۰۷	۰/۳۶**	۰/۰۰۳	-۰/۳۹**	۰/۰۰۰	۰/۴۵**
تبریز	۵۴	۰/۸۶۵	-۰/۰۳	۰/۰۰۵	۰/۳۸**	۰/۰۱۴	۰/۳۳*	۰/۰۰۱	۰/۴۳**	۰/۰۰۸	۰/۳۵**	۰/۰۰۳	۰/۳۹**	۰/۰۸۴	۰/۲۴	۰/۰۰۲	۰/۴۰**	۰/۰۰۹	۰/۳۵**
تهران	۷۶	۰/۱۳۹	۰/۲۰	۰/۰۰۶	۰/۳۷**	۰/۰۷۶	-۰/۲۴	۰/۰۱۵	۰/۳۲*	۰/۰۰۲	۰/۴۱**	۰/۰۰۴	۰/۳۸**	۰/۰۲۶	۰/۳۰*	۰/۰۰۳	-۰/۴۰**	۰/۰۰۹	۰/۳۵**
چابهار	۱۵	۰/۵۹۵	۰/۰۸	۰/۰۱۰	۰/۳۹*	۰/۰۱۲	-۰/۳۸*	۰/۱۸۸	۰/۲۰	۰/۰۰۴	۰/۴۳**	۰/۰۲۶	۰/۳۴*	۰/۰۰۱	۰/۴۹**	۰/۰۲۶	-۰/۳۴*	۰/۰۱۷	۰/۳۳*
خرم‌آباد	۷۶	۰/۶۴۱	-۰/۰۶	۰/۰۷۵	۰/۲۴	۰/۲۵۵	-۰/۱۶	۰/۲۲۰	۰/۱۷	۰/۰۱۲	۰/۳۴*	۰/۰۳۶	۰/۲۸*	۰/۰۲	۰/۳۱*	۰/۱۷۵	-۰/۱۹	۰/۲۲۲	۰/۱۸
دزفول	۵۳	۰/۴۴۶	۰/۱۲	۰/۰۰۹	۰/۳۸**	۰/۰۷۹	-۰/۲۷	۰/۰۲۶	۰/۳۳*	۰/۰۰۴	۰/۴۲**	۰/۰۳۷	۰/۳۱*	۰/۰۳۷	۰/۳۱*	۰/۰۱۰	-۰/۳۸*	۰/۰۱۷	۰/۳۶*
رامسر	۱۳۳	۰/۴۷۶	۰/۱۰	۰/۲۵۸	۰/۱۶	۰/۴۱۱	-۰/۱۲	۰/۴۶۵	۰/۱۱	۰/۱۶۱	۰/۲۰	۰/۲۱۰	۰/۱۸	۰/۲۵۷	۰/۱۶	۰/۳۵۹	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۱۳
رشت	۱۳۸	۰/۰۴۰	۰/۲۹*	۰/۰۲۰	۰/۳۳*	۰/۰۵۲	-۰/۳۷	۰/۰۳۲	۰/۳۰*	۰/۰۷۰	۰/۲۶	۰/۰۵۸	۰/۲۷	۰/۲۱۹	۰/۱۸	۰/۰۶۵	-۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۳۱*
زابل	۲۲	۰/۴۷۲	-۰/۱۲	۰/۲۴۳	۰/۱۹	۰/۲۹۱	-۰/۱۷	۰/۱۶۰	۰/۲۲	۰/۱۷۵	۰/۲۲	۰/۱۷۱	۰/۲۲	۰/۳۱۹	۰/۱۶	۰/۱۹۱	-۰/۲۱	۰/۳۶۹	۰/۱۸
زاهدان	۲۷	۰/۷۵۱	۰/۰۴	۰/۰۱۸	۰/۳۳*	۰/۰۴۰	-۰/۲۸*	۰/۰۸۳	۰/۲۴	۰/۰۰۷	۰/۳۳**	۰/۰۲۲	۰/۳۱*	۰/۰۰۸	۰/۳۶**	۰/۰۵۹	-۰/۲۶	۰/۰۵۷	۰/۲۶
سبزوار	۵۲	۰/۰۲۸	۰/۳۱*	۰/۰۰۰	۰/۵۲**	۰/۰۰۳	-۰/۳۹**	۰/۰۰۰	۰/۶۱**	۰/۰۰۰	۰/۴۹**	۰/۰۰۰	۰/۵۱**	۰/۰۲۸	۰/۳۱*	۰/۰۰۲	-۰/۴۷**	۰/۰۰۰	۰/۴۹**
سمنان	۴۸	۰/۶۴۱	۰/۰۶	۰/۰۷۸	۰/۲۴	۰/۲۲۵	-۰/۱۶	۰/۲۲۰	۰/۱۷	۰/۰۱۲	۰/۳۴*	۰/۰۳۶	۰/۲۸*	۰/۰۲۰	۰/۳۱*	۰/۱۷۵	-۰/۱۹	۰/۲۲۲	۰/۱۵
شاهرود	۶۲	۰/۴۶۹	۰/۱۰	۰/۰۴۸	۰/۲۷*	۰/۲۶	-۰/۱۵	۰/۱۱۸	۰/۲۱	۰/۰۲	۰/۳۱*	۰/۰۲۱	۰/۳۱*	۰/۰۴۶	۰/۲۷*	۰/۰۱۵	-۰/۲۲	۰/۱۲۰	۰/۲۱
شیراز	۴۸	۰/۹۳۵	-۰/۰۱	۰/۰۹۵	۰/۲۳	۰/۶۶۷	۰/۱۹	۰/۲۲۵	۰/۱۷	۰/۰۴	۰/۲۸*	۰/۱۲۱	۰/۲۱	۰/۱۱۶	۰/۲۱	۰/۱۰۳	-۰/۲۲	۰/۱۳۷	۰/۲۰
فسا	۴۱	۰/۱۱۶	-۰/۲۳	۰/۴۷۷	۰/۱۸	۰/۷۳۲	-۰/۰۹	۰/۵۱۴	۰/۱۶	۰/۱۴۶	۰/۲۳	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۰/۲۹۱	۰/۱۷	۰/۲۶۸	-۰/۱۸	۰/۶۶۶	۰/۰۷
کاشان	۴۱	۰/۴۲۴	۰/۱۳	۰/۳۵۲	۰/۱۵	۰/۵۵۴	-۰/۱۰	۰/۵۸۴	۰/۰۹	۰/۲۰۱	۰/۲۱	۰/۲۴۲	۰/۱۹	۰/۳۵۸	۰/۱۵	۰/۴۱	-۰/۱۴	۰/۴۹	۰/۱۱
کرمانشاه	۷۷	۰/۷۸۸	-۰/۰۴	۰/۰۱۲	۰/۳۴*	۰/۰۴۴	-۰/۲۷*	۰/۰۴۶	۰/۲۷*	۰/۰۰۷	۰/۳۶**	۰/۰۱۷	۰/۳۲*	۰/۰۱۹	۰/۳۳*	۰/۰۱	-۰/۳۴*	۰/۰۲۱	۰/۳۱*
کرمان	۴۱	۰/۹۸۶	-۰/۰۰	۰/۰۹۶	۰/۲۳	۰/۶۶۹	-۰/۱۵	۰/۴۶۲	۰/۱۰	۰/۰۲۵	۰/۳۰*	۰/۰۸۷	۰/۲۳	۰/۰۳۳	۰/۲۹*	۰/۲۱۴	-۰/۱۷	۰/۳۱۲	۰/۱۴
گرگان	۱۰۴	۰/۰۳۳	۰/۳۱*	۰/۰۰۳	۰/۳۴*	۰/۰۰۱	-۰/۴۶**	۰/۰۰۶	۰/۳۷**	۰/۰۰۷	۰/۳۷**	۰/۰۱۲	۰/۴۰**	۰/۰۲۵	۰/۳۱*	۰/۰۰۴	۰/۳۹**	۰/۰۰۲	۰/۴۲**
مشهد	۷۶	۰/۷۲۶	۰/۰۵	۰/۰۰۸	۰/۳۵**	۰/۰۴	-۰/۲۸*	۰/۰۴	۰/۲۸*	۰/۰۰۴	۰/۳۹**	۰/۰۰۸	۰/۳۶**	۰/۰۲۸	۰/۳۰*	۰/۰۰۴	-۰/۳۷**	۰/۰۱۴	۰/۳۳*
یزد	۲۷	۰/۳۷۵	۰/۱۲	۰/۰۱۷	۰/۳۵*	۰/۰۱۲	-۰/۲۸*	۰/۰۴۱	۰/۳۲*	۰/۰۱۱	۰/۳۴*	۰/۰۲۹	۰/۳۰*	۰/۰۵۱	۰/۲۷	۰/۰۲۸	-۰/۳۰*	۰/۰۱۵	۰/۳۳*

** و * معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵

طبق جدول (۲)، بالاترین میانگین تعداد روز بارانی سالانه در ایستگاه بندرانزلی به تعداد ۱۴۷ روز در شمال کشور و کمترین آن معادل ۱۵ روز به ایستگاه چابهار در جنوب شرق ایران تعلق دارد. به این ترتیب و بر پایه این جدول تفاوت زیاد و قابل ملاحظه‌ای در شمار روزهای بارانی سالانه برای دوره مطالعاتی وجود دارد که در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱- پهنه‌بندی میانگین تعداد روزهای بارانی کشور در بازه زمانی بدو تاسیس تا سال ۲۰۰۵.

شکل (۱) پهنه‌بندی متوسط تعداد روزهای بارانی سالانه کشور را نشان می‌دهد. همان‌گونه که دیده می‌شود میانگین تعداد روزهای بارانی سالانه نواحی مرکزی و جنوب شرقی کشور کمتر از ۵۰ روز در سال و مناطق شمال و شمال غرب کشور بیش از ۱۰۰ روز است. روند کلی تعداد روزهای بارانی کشور از جنوب و جنوب شرق به سمت شمال و شمال غرب رو به افزایش می‌باشد. بررسی نتایج مطالعه رضیئی و همکاران (۲۰۰۵) در جنوب شرق کشور و عزیزی و روشنی (۲۰۰۸) در شمال کشور گویای تفاوت آشکار در تعداد روزهای بارانی سالانه و مقدار میانگین باران این دو منطقه از کشور است. جدول (۲) نشان می‌دهد ضریب همبستگی ارتباط بین تعداد روزهای بارانی سالانه با بیشتر شاخص‌های انسو مثبت و با شاخص نوسان جنوبی منفی است. مثبت بودن ضریب شاخص‌ها نشان

می‌دهد با افزایش مقدار شاخص‌های مربوطه تعداد روزهای بارانی سالانه افزایش و با کاهش مقدار شاخص‌ها، تعداد روزهای بارانی سالانه نیز کاهش می‌یابد (جدول ۲). ولی ضریب شاخص SOI در تمامی ایستگاه‌ها منفی می‌باشد که بیانگر ارتباط معکوس بین متغیر وابسته تعداد روزهای بارانی سالانه با متغیر مستقل SOI است. یاراحمدی و عزیز (۲۰۰۷) تاثیر منفی و مثبت این شاخص‌ها را تفاوت فشاری بین عرض‌های میانه با محل‌های اندازه‌گیری این شاخص‌ها می‌داند. خورشید دوست و قویدل رحیمی (۲۰۰۶) جابجایی پرفشارهای جنب حاره‌ای خاورمیانه به عرض‌های پایین‌تر و امکان نفوذ موج بادهای غربی در دوره سرد به منطقه مدیترانه و دریای سرخ را سبب عملکرد مثبت یا منفی شاخص‌ها در دو فاز النینو و لانینا دانسته‌اند.

همچنین جدول (۲) نشان می‌دهد ضرایب همبستگی هر شاخص در هر ایستگاه متفاوت بوده و به‌همین ترتیب هر ایستگاه در مقابل هر شاخص نیز ضرایب مختلفی دارد که نشان‌دهنده رفتار متفاوت یک شاخص در مناطق مختلف و رفتار متفاوت شاخص‌های مختلف در یک منطقه واحد می‌باشد. در این راستا رودو و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که مقیاس زمانی و مکانی اثر شاخص‌های انسو گوناگون است. ایزدنگهدار (۱۹۹۱) نیز رفتار سامانه‌های بزرگ مقیاس نظیر سامانه‌های کم‌فشار (مدیترانه‌ای در غرب و شمال‌غرب) و کم‌فشار (سودان در جنوب و جنوب‌غرب) را در مناطق جغرافیایی مختلف متفاوت دانسته است. براساس نتایج جدول (۲) می‌توان اظهار داشت از میان شاخص‌های اقلیمی مرتبط با انسو، شاخص نینو ۳ از نظر تعداد ایستگاه‌ها، بیشترین ارتباط معنی‌دار را با تعداد روزهای بارانی سالانه ۲۱ ایستگاه دارد و شاخص‌های SST و نینو ۴ به ترتیب در سطح ۱۷ و ۱۱ ایستگاه در رتبه‌های بعدی قرار دارند. درحالی‌که شاخص PNA در مقایسه با بقیه شاخص‌ها به دلیل تاثیرگذاری معنی‌دار بر تعداد روزهای بارانی ۴ ایستگاه سبزوار، گرگان، بندرانزلی و رشت، شاخص ضعیف و لرزانی محسوب می‌شود. در این راستا و در گزارش یاراحمدی و عزیز (۲۰۰۷) بر ارتباط قوی بین شاخص نینو ۳/۴ با بارش‌های فصلی پائیز و زمستان ایران در مقابل شاخص‌های SOI نوسان جنوبی، نینو ۳/۴ (NINO_{۳/۴})، شاخص چند متغیره انسو (MEI)، نوسان قطبی (NOI) و نوسان اطلس شمالی (NAO) تاکید شده است.

به این ترتیب شاخص نینو ۳ که با تعداد روزهای بارانی ۷۰ درصد ایستگاه‌های کشور دارای همبستگی است به‌عنوان شاخصی مناسب انتخاب گردید (جدول ۲). حداقل ضریب تعیین برای شاخص نینو ۳، ۰/۲۸ مربوط به ایستگاه‌های بوشهر و شیراز و حداکثر آن ۰/۴۹ مربوط به ایستگاه سبزوار می‌باشد. این ضریب به این معنی است که پدیده انسو عامل تغییرپذیری یا نوسان ۲۸-۴۹

درصد از تغییرات تعداد روزهای بارانی سالانه سطح ایران است. این نتیجه در راستای نتایج لیم و کیم (۲۰۰۷) مبنی بر تاثیرپذیری پارامتر بارش از عوامل دیگر جوی به غیر از پدیده انسو می‌باشد.

از طرفی جدول (۲) نشان می‌دهد در سطح ۹ ایستگاه از ۳۰ ایستگاه مورد مطالعه همبستگی معنی‌دار بین تعداد روزهای بارندگی با شاخص نینو ۳ برقرار نیست. این می‌تواند به آن معنی باشد که تعداد روزهای بارندگی فقط به الگوهای پیوند از دور بستگی ندارد و عوامل دیگر اقلیمی و جغرافیایی نیز مؤثر هستند. این عوامل می‌تواند عوامل محلی مانند تغییر شرایط محلی یک ایستگاه یا تغییر شرایط خرد اقلیمی مانند احداث سد یا ساختمان‌سازی در اطراف ایستگاه باشد (سیماکتیرایی و همکاران، ۲۰۰۷).

جدول (۲) نشان می‌دهد تعداد روزهای بارانی سالانه در ۸ ایستگاه آبادان، ارومیه، اصفهان، بم، رامسر، زابل، فسا و کاشان با هیچ‌یک از شاخص‌ها همبستگی معنی‌داری نداشت. مقادیر P-value محاسباتی نیز بیش از ۰/۰۵ می‌باشد که بیانگر ضعف الگوهای پیشنهادی برای ایستگاه‌های بالا است (لیو، ۲۰۰۷). در ادامه نتایج الگوهای رگرسیونی به روش گام به گام با لحاظ کلیه شاخص‌های انسو به‌عنوان متغیرهای مستقل و تعداد روزهای بارانی سالانه هر ایستگاه به‌عنوان متغیر وابسته در جدول (۳) ارائه شد.

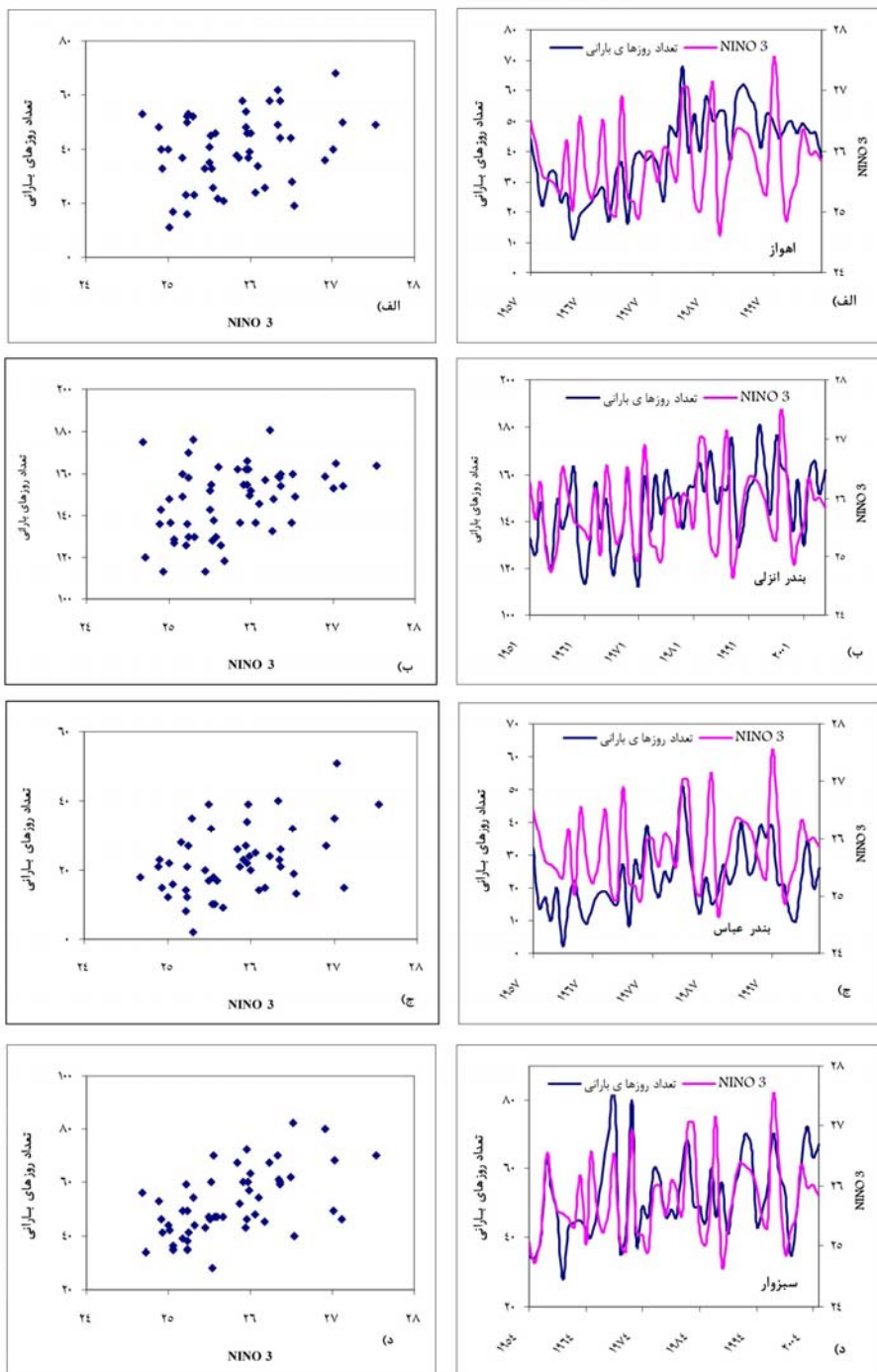
جدول ۳- مدل رگرسیونی حاصل از برازش کلیه شاخص‌های انسو.

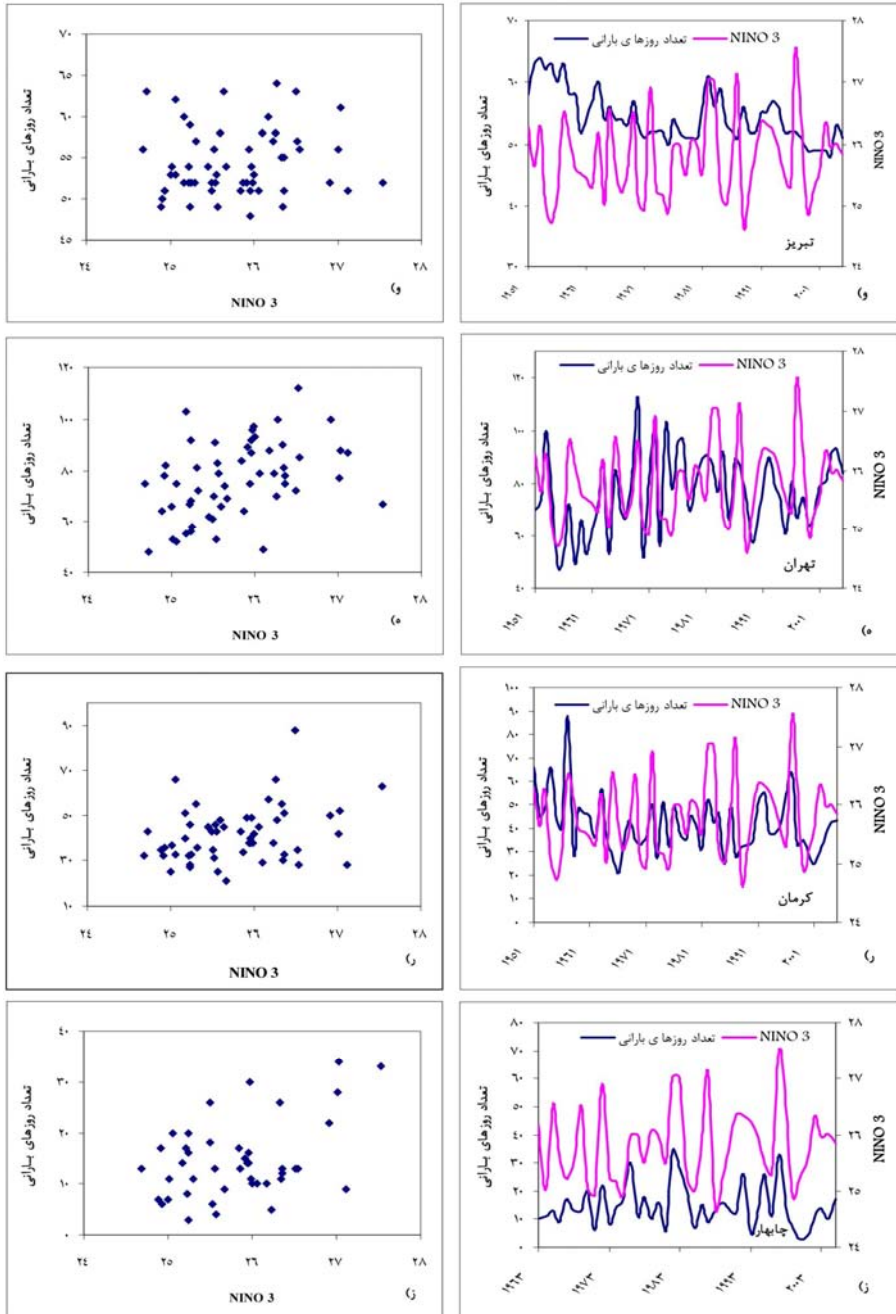
ایستگاه	مدل رگرسیون	r	P	ایستگاه	مدل رگرسیون	r	P
آبادان	--	--	--	رامسر	--	--	--
ارومیه	--	--	--	رشت	--	--	۰/۰۲۰
اصفهان	--	--	--	زابل	--	--	--
اهواز	$Y=39/271+2/615 SST$	۰/۰۰۷	۰/۳۶	زاهدان	$Y=-115/44+5/54 NINO_3$	۰/۳۶	۰/۰۰۷
بابلسر	$Y=106314-0/682 SOI$	۰/۰۰۰	۰/۵۶	سبزوار	$Y=-46703+18/32 NINO_4$	۰/۵۶	۰/۰۰۰
بوشهر	$Y=36/52+5/01 MEI$	۰/۰۲۷	۰/۳۵	سمنان	$Y=-9/66+5/44 NINO_{3,4}$	۰/۳۵	۰/۰۲۷
بم	--	--	--	شاهرود	$Y=-94/15+6/08 NINO_3$	۰/۳۱	۰/۰۲۰
بندرلنگه	$Y=-53/98+3/21 NINO_{1+3}$	۰/۰۴۰	۰/۲۸	شیراز	$Y=-79/34+4/94 NINO_3$	۰/۲۸	۰/۰۴۰
بندرعباس	$Y=21/89+13/07 NOI$	--	--	فسا	--	--	--
بندرانزلی	$Y=14658+9/96 MEI$	--	--	کاشان	--	--	--
تبریز	$Y=271/60+13/13 NINO_4$	۰/۰۰۷	۰/۳۶	کرمانشاه	$Y=-140/95+8/44 NINO_3$	۰/۳۶	۰/۰۰۷
تهران	$Y=-162/01+9/25 NINO_3$	۰/۰۰۵	۰/۴۴	کرمان	$Y=-415/80+17/77 NINO_3-11/41 MEI$	۰/۴۴	۰/۰۰۵
چابهار	$Y=-79/12+4/06 NINO_{1+2}$	۰/۰۰۳	۰/۳۹	گرگان	$Y=101/53-5/65 NOI$	۰/۳۹	۰/۰۰۳
خرم‌آباد	$Y=-22/75 SST-84755+35/83 NINO_3$	۰/۰۰۴	۰/۳۹	مشهد	$Y=-127/77+7/90 NINO_3$	۰/۳۹	۰/۰۰۴
دزفول	$Y=-117/84+6/62 NINO_3$	۰/۰۱۱	۰/۳۵	یزد	$Y=26/81+3/43 SST$	۰/۳۵	۰/۰۱۱

نتایج جدول (۳) ضمن تایید یافته‌های جدول (۲) نبود رابطه بین تعداد روزهای بارانی سالانه با ترکیب شاخص‌های انسو در ایستگاه‌های آبادان، ارومیه، اصفهان، بم، فسا، کاشان، رامسر و زابل را نشان می‌دهد. فقدان رابطه رگرسیونی در ایستگاه‌های بالا با توجه به معنی دار نبودن بودن همبستگی تعداد روزهای بارانی با شاخص‌های انسو طبق جدول (۲) منطقی است. در مقابل نتایج جدول (۲) بیانگر از وجود رابطه معنی دار بین تعداد روزهای بارانی سالانه در سایر ایستگاه‌ها با شاخص‌های انسو است که در راستای نتایج جدول (۳) مبنی بر وجود الگو رگرسیونی برای دیگر ایستگاه‌ها می‌باشد.

از دیگر نتایج جدول (۳) می‌توان به ارائه مدل رگرسیونی برای هر ایستگاه بر مبنای شاخص‌های انسو با بیشترین همبستگی (طبق جدول ۲) اشاره داشت. به‌عنوان نمونه در ایستگاه‌های سبزوار متغیر مستقل در مدل رگرسیونی پیشنهادی شاخص $NINO_3$ و در ایستگاه بندرانزلی شاخص MEI می‌باشد که در جدول (۲) نیز این دو شاخص بیشترین همبستگی را داشتند. در خصوص همبستگی قوی بین شاخص‌های انسو و تعداد روزهای بارانی در ایستگاه سبزوار می‌توان به مطالعه دادرسی سبزواری و پاکپرور (۲۰۰۷) اشاره کرد. به گزارش آنان منطقه سبزوار طی چند سال گذشته کمبود قابل توجه بارش را تجربه کرده که منجر به افزایش بی‌انزایی منطقه شده است. همچنین طبق جدول (۳) شاخص $NINO_3$ در ۴۰ درصد از ایستگاه‌ها داری رابطه رگرسیونی می‌باشد که موید برتری این شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها است.

به‌منظور درک بهتر میزان همبستگی و تطبیق تعداد روزهای بارانی با نوسانات پدیده انسو (شاخص نینو ۳) مدل سری زمانی تعداد روزهای بارانی و همبستگی آن با شاخص نینو ۳ برای ۸ ایستگاه با همبستگی بالا در شکل (۲) آورده شد.

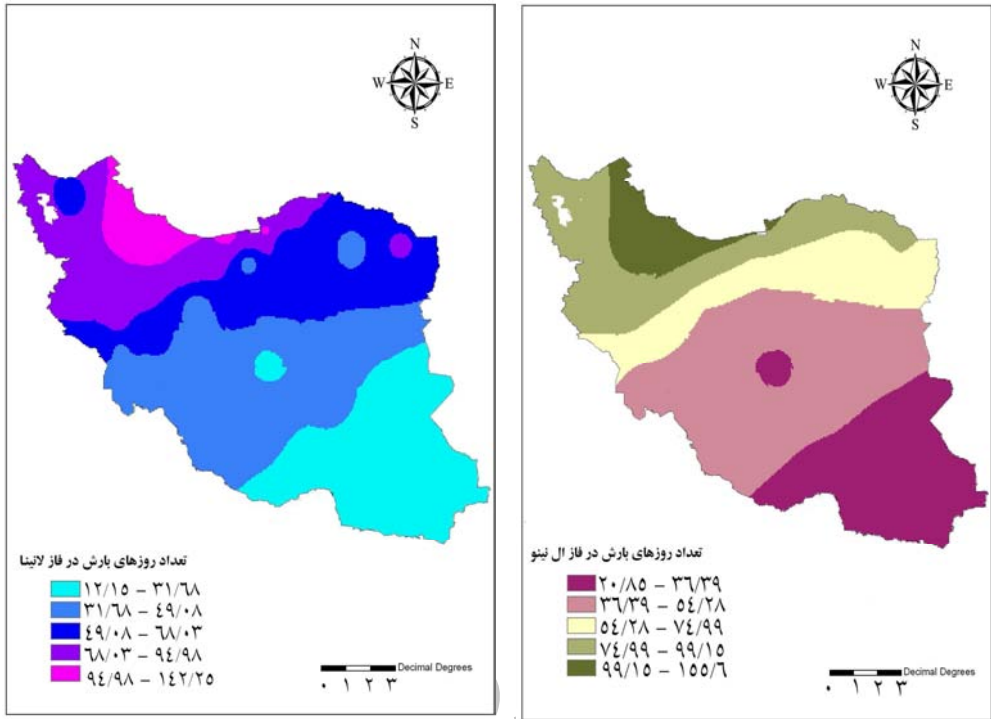




شکل ۲- روند تعداد روزهای بارانی و شاخص NINO₃ در ایستگاه‌های دارای همبستگی معنی‌دار.

همان‌گونه که از مدل سری زمانی ترسیمی در شکل (۲) استنباط می‌شود، ارتباط محسوسی بین نوسانات روزهای بارانی و شاخص نینو ۳ وجود دارد. با افزایش شاخص نینو ۳ تعداد روزهای بارانی افزایش می‌یابد که به معنای فعال بودن فاز النینو و آغاز دوره ترسالی می‌باشد و با کاهش میزان نینو ۳، شاهد شروع دوره لانینا و کاهش تعداد روزهای بارانی هستیم. مثبت بودن ضریب همبستگی شاخص نینو ۳ و هم‌سویی روند تغییرات تعداد روزهای بارانی با شاخص نینو ۳، ارتباط مستقیم آنسو را با تعداد روزهای بارانی در سطح کشور نشان می‌دهد. عدم همبستگی ۱۰۰ درصدی تعداد روزهای بارانی از پدیده آنسو (جدول ۲) و همین‌طور عدم همبستگی نسبی در برخی از سال‌ها (شکل ۲) نشان‌دهنده تأثیرپذیری تعداد روزهای بارانی از دیگر عوامل اقلیمی به غیر از پدیده آنسو می‌باشد که در مطالعات عزیزی (۲۰۰۰) و خورشیددوست و قویدل رحیمی (۲۰۰۶) به نقش عوامل جغرافیایی و عوامل اقلیمی اشاره شده است.

به‌منظور تعیین دوره‌های النینو (گرم) و نیز لانینای (سرد) پدیده آنسو از معیار ترنبرس (۱۹۹۷) براساس مقادیر انحراف از میانگین دمای سطح آب در منطقه نینو ۳ (۵ درجه شمالی تا ۵ درجه جنوبی، ۹۰ تا ۱۵۰ درجه غربی) واقع در اقیانوس آرام حاره‌ای استفاده شد. در این معیار میانگین تعداد روزهای بارانی هر یک از فازهای آنسو برای هر ایستگاه محاسبه و نقشه پهنه‌بندی آن در شکل (۳) آورده شد.



شکل ۳- پراکندگی تعداد روزهای بارانی در فازهای ال نینو و لائینا.

همان‌گونه که از شکل (۳) به وضوح مشخص است، تعداد روزهای بارانی در فاز ال نینو بیش از لائینا می‌باشد که نشان می‌دهد با وقوع فاز ال نینو شاهد افزایش تعداد روزهای بارانی کشور هستیم. وضعیت معکوس شرایط یاد شده که با ایجاد فاز لائینا همراه است، زمینه را برای کاهش تعداد روزهای بارانی در کشور فراهم می‌آورد. این نتیجه در راستای مطالعه خورشیددوست و قویدل رحیمی (۲۰۰۶) که وقوع فازهای ال نینو و لائینا را به ترتیب موجب افزایش و کاهش بارش در استان آذربایجان شرقی دانسته و موران و پلاوت (۲۰۰۳) در اروپا می‌باشد. در مطالعه ناظم‌السادات و کوردری (۲۰۰۰) به کاهش بارندگی پائیزه ایران در فاز لائینا اشاره شده بود که با توجه به وقوع بیشترین تعداد بارش‌های کشور در فصل پائیز، نتیجه پژوهش هم‌راستا با این مطالعه می‌باشد.

از مقایسه شکل (۳) با شکل (۱) این‌گونه استنباط می‌شود که نحوه تغییرات تعداد روزهای بارانی در سطح کشور از نظم خاصی پیروی می‌کند به طوری که با وقوع فازهای انسو، هم‌چنان افزایش تعداد روزهای بارانی از جنوب شرق کشور به سمت شمال و شمال‌غرب است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه نقش پدیده انسو در قالب شاخص‌های اقلیمی SOI، MEI، NINO_{۱+۲}، NINO_{۳/۴}، NINO_۳، NINO_۴، SST، NOI و PNA با تعداد روزهای بارانی بررسی شد. نتایج نشان داد بیشترین همبستگی با شاخص NINO_۳ بود که ۲۸ تا ۴۹ درصد تغییرات تعداد روزهای بارانی سالانه کشور را توجیه می‌کند. مقایسه تعداد روزهای بارانی سالانه در فازهای گرم (النینو) و سرد (لانینا) انسو نیز نشان داد تعداد روزهای بارانی در فاز النینو بیش از لانینا بود. این نتیجه افزایش تعداد روزهای بارانی سالانه در صورت وقوع فاز النینو را تایید می‌کند. هم‌چنین نحوه تغییرات تعداد روزهای بارانی سالانه کشور در راستای جنوب شرق کشور به شمال و شمال‌شرق کشور است.

منابع

1. Alizadeh, A. 2001. Principles of Applied Hydrology. Imam Reza University Press.
2. Azizi, Gh., and Roshani, M. 2008. Study of climate change on the southern coast of the Caspian Sea to approach me-Kendall. Geographical Research. 64: 13-28.
3. Azizi, G. 2000. El Nino and drought periods-wet in Iran. Geographical Research. 38: 71-84.
4. Andrews, E.D., Antweiler, R.C., and Neiman, P.J. 2004. Influence of ENSO on flood frequency along the California coast. J. Climate, 17: 2: 337-348.
5. Chowdhury, M.R. 2003. The El Nino-southern oscillation (ENSO) and seasonal flooding Bangladesh. Theor. and App. Clim., 76: 1-2: 105-124.
6. Dadrasi Sabzavari, A., and Pakparvar, M. 2007. Determination of lands affected by desertification using near and remote sensing in Sabzevar desert area. Iranian J. Range and Desert Research, 14:1. 33-52.
7. Dehghan, H., Arab Solghar, A.A., and Kaveh, F. 2009. Review of Trend of climate change in semi-arid climate of Iran. Water Resources. 2:23-32.
8. Delitala, A., Cesari, D., Chesa, P., and Ward, M. 2000. Precipitation over Sardinia (Italy) during the 1946-1993 rainy season and associated large scale climate variation. International J. Climatol. 20: 519-541.

9. Falah Ghalhari, G., Moosavi Bayegi, M., and Habibi Nokhandan, M. 2008. Forecasting of Seasonal rainfall based on synoptic patterns using Adaptive Neural fuzzy inference systems (ANFIS). *Geography Research*. 66: 121-139.
10. 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*. 71: 41-51.
11. Fooladmand, H. R. 2006. Forecasting Daily and Annual Rainfall and Number of Rainy Days Using Markov Chain in a Semi-Arid Region. *Journal of Agricultural Sciences Islamic Azad University*. 12:1. 113-125.
12. Hendon, H.H. 2003. Indonesian rainfall variability: Impacts of ENSO and local air-sea interaction. *J. Climate*, 16: 1775-1790.
13. Izadnegahdar, Z. 1991. Review of some of synoptic systems for the Mediterranean, and its effects on Iran. M.Sc. Thesis. Geophysics Institute. Tehran University.
14. Khamchin Maghaddam, F., Sedghi, H., Kaveh, F., and Manshouri, M. 2010. Regionalization of maximum daily precipitation of Iran. *J. Water and Soil*. 24: 1. 97-106.
15. Khorshid dust, 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.
16. Lim, Y.K., and Kim, K.Y. 2007. ENSO Impact on the space-time evolution of the regional Asian summer monsoons. *J. Climate*, 20: 2397-2415.
17. Liu, W. 2007. Improving credit scoring by generalized additive model. *SAS Global Forum*, 9p.
18. Moron, V., and Plaut, G. 2003. The impact of ENSO upon weather regimes over Europe and the North Atlantic during Boreal winter. *Int. J. Climatol*. 23:4. 363-379.
19. Mosaedi, A., and Kahe, M. 2008. The Assessing Precipitation Effects on Yield Productions of Wheat and Barley in Golestan Province. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.*, 15:4. 206-218.
20. Nazemosadat, M.J., and Cordery, I. 2000. On the relationships between ENSO and autumn rainfall in Iran. *Internat. J. Climatol*. 20: 47-61.
21. Nazemosadat, M.J., and Ghasemi, A.R. 2004. Quantifying the ENSO-related shifts in the intensity and probability of drought and wet periods in Iran. *J. Climate*, 17:20. 4005-4018.
22. Raziiei, T., Daneshkar Arasteh, P., and Saghafian, B. 2005. Annual rainfall trend analysis in arid and semi-arid region of central and eastern Iran. *Water and Wastewater*. 54: 73-81.
23. Rodo, X., Baert, E., and Comin, F.A. 1997. Variation in seasonal rainfall in southerneurope during the present century: relationships with the north atlanticoscillation an Elnino-Southern oscilation, *climate dynamics*. 13:2. 275-285.

24. Sari saraf, B., Bazgir, B., and Mohamadi, Gh. 2009. Climatic potential zoning wheat dryland in the province of West Azerbaijan. *Geography and development*. 13: 5-26.
25. Sima katirae, P., Hajam, S., and Iran Nezhad, P. 2007. Share changes in daily precipitation frequency and intensity of precipitation trends during the period 1960 to 2001. *J. Earth and Space Physics*. 33: 1: 67-83.
26. Tabatabae-Yazdai, J., Rezaee-Pazhand, H., and Khatami-Mashhadi, H. 2010. Runoff regression models for small catchments. *J. Water and Soil*. 23:4. 193-204.
27. Trenberth, K.E. 1997. The definition of El Niño. *Bulletin of Am. Meteorol. Soc.* 78:12. 2771-2777.
28. Viles, H.A., and Goudie, A.S. 2003. International, decadal and multidecadal scale climatic variability and geomorphology. *Earth-Science Reviews*. 61:105-131.
29. Yarahmadi, D., and Azizi, Gh. 2007. Multivariate analysis of associated seasonal rainfall and climate indices. *Geographical Research*. 62: 161-174.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 19(1), 2012
<http://jwfst.gau.ac.ir>

Study of the number of rainy days and effect of ENSO phenomenon at the country level

*** H. Zare Abyaneh¹ and M. Bayat Varkeshi²**

¹Associate Prof. Irrigation and Drainage Eng., Agriculture Faculty Bu-Ali Sina University,

²Ph.D. Student of Irrigation and Drainage Eng., Agriculture Faculty Bu-Ali Sina University

Received: 2010/10/06; Accepted: 2011/09/25

Abstract

In this study the role of ENSO atmospheric-ocean phenomena in variability of the number of country rainy days was studied. For assessment of ENSO role indexes of SOI, MEI, NINO₁₊₂, NINO_{3,4}, NINO₃, NINO₄, NOI, SST and PNA were used. Zoning map of the country and the number of rainy days showed, rainy days of country wide level is between 15 to 56 days in year, which indicated that more than half of the country is dry annually, between 309 to 350 days without rainfall. The results of applying the Pierson correlation analysis, expressed the relationship between ENSO climatic indexes and the number of rainfall days annual stations isometropia of country. Among the climatic indexes, the correlation between NINO₃ index with rainy days was the maximum number of stations and SST index were in the next rank. However PNA climatic index with rainy days showed only four stations had correlation and that PNA index is a weak one. Comparing the number of rainy days in the warm phases (El-Nino) and cold (La-Nina) showed the number of rainy days in El-Nino was more than La Nina phase that confirmed, the occurrence of El-Nino phase increase the number of rainy days of country. Among the stations studied, the highest correlation with the number of rainy days was in Nino₃ index Sabzevar (0.49) and the lowest correlation in Shiraz and Bushehr stations (0.28). Calculated correlation coefficient between the number of rainy days with Nino₃ and other indexes, expressed the important role of other factors such as geographical factors. So that in the area of South and South-East to Northeast, the correlation or the effect of the ENSO phenomenon increases.

Keywords: Number of rainy days, ENSO, El-Nino, La-Nina

* Corresponding Author; Email: zareabyaneh@gmail.com