

فرامرز خوش اخلاق، دانشجوی دکتری جغرافیا

دانشگاه تبریز

شماره مقاله: ۴۴۷

## پدیده انسو و تأثیر آن بر رژیم بارش ایران<sup>۱</sup>

**F. Khoshakhlag; Geography doctoral candidate**

**Tabriz University**

### **ENSO Phenomenon and its Effects on Precipitation Regim of Iran**

Doubtless today in scientific literature and even for most of people the term of "El-Nino" covers the catastrophic changes of climates. Equatorial and Subequatorial inhabitants feel that changes, sometimes so much dangerous. This event is begun when a warm current develops in middle and east of equatorial Pacific, then Intertropical Convergence Belt shifts to western and northwestern parts of South America. A representative index for start and end the above phenomenon named; "Southern Oscillation Index", or SOI, that obtains of pressure difference between Indonesia - Darwin area in west and Tahiti Isles in east of equatorial Pacific. Negative (low) and Positive (high) index coincident respectively by El-Nino and La-Nina events.

The high index stage encounter to easterly current of wind and water, Whereas in low

---

۱-بر خود لازم می دانم از استاد ارجمند جناب آقای دکتر هوشنگ قائمی به علت راهنماییهای علمی مفید و انتقادهای سازنده شان تشکر و قدردانی نمایم.

index phase mainly westerly currents govern. Because severe changes of mentioned index appears simltaneously with the occurrence of El-Nino and La-Nina then they are totally used and named in terms of, ENSO.

About ENSO's effects on precipitation regime of Iran, recent studies show a inverse relation between standard scores of country precipitation and southern osillation namely, the occurrence of droughts and humid years in Iran accompany by La-Nina (high index) and El-Nino (low index) respectively.

However in very instance correlation coefficients aren't meaningful, not only because remote distance of these regions from Iran, but also different displacment of synoptic systems when El-Nino and La-Nina occur. In spite of the fact that ENSO especially SOI is relativity useful for forecasting of climatic changes of country but it isn't a absolutely appropriate indicator for precise forecasting of precipitation changes of Iran.

#### مقدمه

امروزه هر از چند گاهی از رسانه‌های مختلف واژه «النینو» را می‌شنویم. این واژه بدون شک برای مردم برخی کشورها تغییرات ناگهانی جوی و بروز طوفان و سیلاب و متقابلاً برای اهالی برخی نقاط جهان وقوع خشکسالی و حتی آتش‌سوزی را تداعی می‌کند. لغات اسپانیائی Ell-Nin-Yo و La-Nin-Ya به اختصار El-Nino و La-Nina گفته و نوشته می‌شود. ماهیگیران بندر پایتآ در کشور پرو اسامی اخیر را به نوعی جریان جوی و اقیانوسی شرق آرام استوایی اطلاق می‌کنند. به علت همزمانی وقوع این جریانها در حوالی کرسمس، اهالی بومی کشورهای پرو و اکوادور آنها را به ترتیب «النینو» یا پسر بچه مسیح و «لانینا» یا دختر بچه مسیح نامگذاری کرده‌اند. این اسامی برای مردم این کشور تداعی‌کنندهٔ برکات یا زیانهای گوناگون است، بطوری که النینو سبب بروز طوفان، سیلاب و کساد فعالیت ماهیگیری و برعکس، لانینا

مقارن با هوای خوب و رونق پیشه مذکور می‌باشد. تداوم این پدیده‌ها از دسامبر تا مارس و آوریل طول می‌کشد.

در فرهنگ علوم زمین<sup>۳</sup> پدیده اقیانوسی النینو مقارن با ظهور جریان آب گرمی است که در مرکز و شرق آرام استوایی در حوالی پرو و اکوادور در طول ماههای ژانویه تا مارس به وقوع می‌پیوندد و در اثر آن کمربند همگرایی درون حازه‌ای<sup>۴</sup> به جنوب استوا و به مجاورت کشورهای مذکور سوق می‌یابد.

### نوسان جنوبی

بطوری که می‌دانیم گردش عمومی جو شامل سه سلول اصلی است که سلول نیمروزان<sup>۵</sup> هادلی<sup>۶</sup> محور اصلی آن می‌باشند. در منطقه حازه و بین حازه‌ای سلول هادلی علاوه بر حالت نیمروزان از شکل زنازی<sup>۷</sup> اکمرندی<sup>۷</sup> نیز برخوردار است که این وضعیّت با توجه به توزیع مراکز پرفشار جنب حازه، زبانه کم فشار استوایی و جریانهای اقیانوسی، سلولهای جداگانه‌ای را ظاهر می‌کند (شکل‌های ۱ و ۲)، این سلولها در واقع معلول صعود و نزول هوا در امتداد مدارات عرضهای جنب حازه است. برای مثال می‌توان از نزول هوا در پرفشار غرب آمریکای جنوبی در مجمع‌الجزایر تاهیتی<sup>۸</sup> (۱۷° جنوبی و ۱۵۰° غربی) و صعود در زبانه کم فشار اندونزی - داروین<sup>۹</sup> (۷° تا ۱۲° جنوبی و ۱۳۰° شرقی). تغییرات فشار این مراکز در آرام استوایی اولین بار توسط گیلبرت واکر<sup>۱۰</sup> در ۱۹۲۲-۳ به عنوان نوسان جنوبی<sup>۱۱</sup> شناسایی و تعریف شد. نوسان جنوبی در واقع یک حرکت آله کلنگی فشار هوا در مقیاس جهانی بین شرق و غرب آرام استوایی است. سلول هادلی و جریان واکر تحت تأثیر تغییرات فشار هوای این مراکز قرار گرفته و دگرگونیهای خاص خود را ایجاد می‌کنند. واکر با محاسبه پراکنش فشار هوا بین مناطق فوق‌الذکر یک شاخص عددی به دست آورد که به شاخص نوسان جنوبی<sup>۱۲</sup> موسوم است. شاخص مثبت بیانگر فشار زیاد هوا در

3-Earth Science Glossary

4-Intertropical Convergence Zone 5-Meridional Cell

6-Hadley

7-Zonal

8- Tahiti Island

9- Indonesia-Darwin Low

10-Gilbert Walker

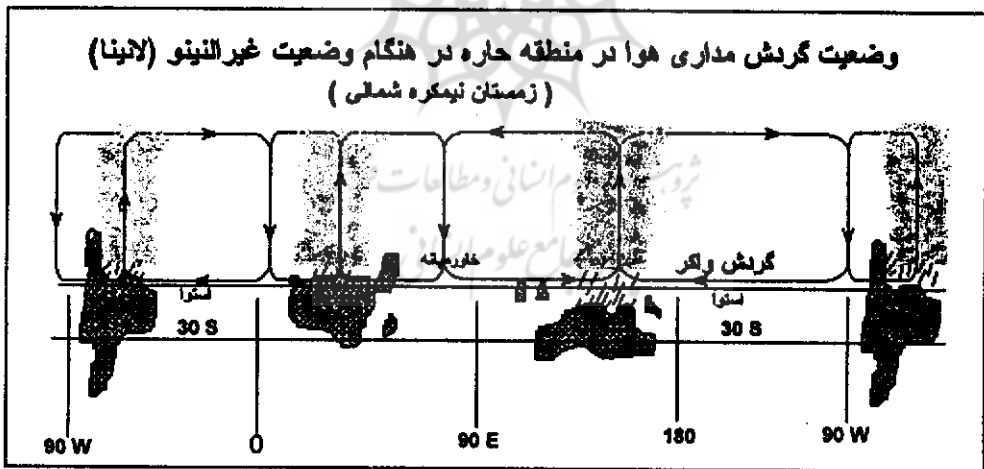
11-Southern Osillation

12- Southern Osillation Index

جزایر تاهیتی و فشار کم در حوالی اندونزی و داروین استرالیا و شاخص منفی نشانگر فشار نسبتاً زیاد هوا در حوالی اندونزی - داروین و فشار تقریباً کم در حوالی تاهیتی می باشد.

### مرحله شاخص مثبت (بالا)

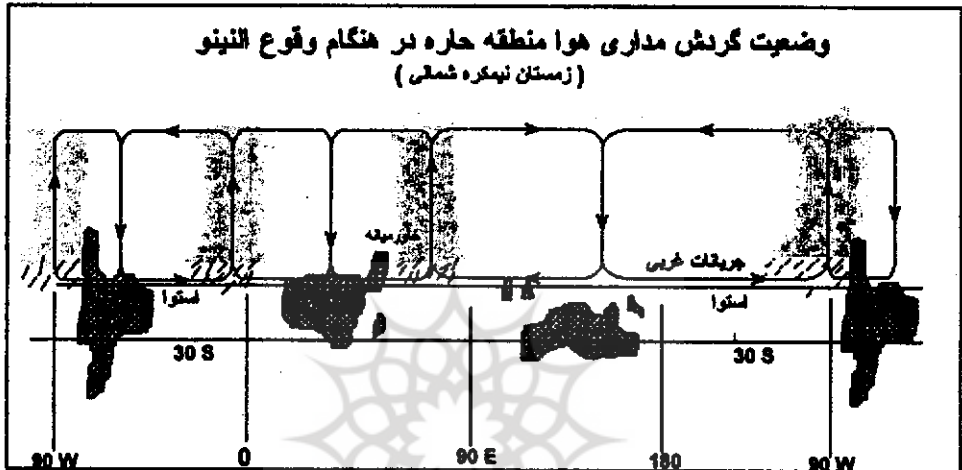
در این حالت همانطور که ذکر شد، فشار هوا در جزایر تاهیتی بیشتر از ناحیه داروین و اندونزی است و کم فشار درون حازه ای در مناطق اخیر قوی بوده و باعث بارشهای شدیدی در جنوب شرق آسیا و شمال استرالیا می شود. با توجه به حرکت زناری سلولهای فرعی دیگر (شکل شماره ۱) در هندوستان، آفریقای مرکزی و آریزونای آمریکا نیز بارشهای زیادی به چشم می خورد و متقابلاً در پرو و اکوادور، غرب اقیانوس هند و جنوب اقیانوس اطلس بارشها بطور فاحشی کاهش می یابد، در طول این مرحله بادهای شرقی آرام استوائی قوی بوده و جت شرقی جنب حازه تا حدودی ضعیف می شود. چون در این مرحله بارشها در غرب آمریکای جنوبی نیز کاهش می یابد لذا دوره اوج آن به پدیده لانینا می انجامد.



شکل شماره ۱: جریانهای مداری در امتداد استوا تا  $30^{\circ}$  جنوبی در هنگام وقوع لانینا  
مرحله شاخص منفی (پائین)

در این مرحله فشار هوا در اندونزی و داروین بالاتر از حد متوسط و در شرق و مرکز آرام

استوایی کاهش قابل توجهی داشته و منطقه بارشها از غرب آرام به مرکز و شرق آن انتقال می‌یابد. در این حالت کشورهای پرو، اکوادور، مناطق جنوبی اطلس، غرب اقیانوس هند بارشهای فراوان و بر عکس غرب آرام استوایی، استرالیا، جنوبشرق آسیا و آریزونای آمریکا کاهش بارش را تجربه می‌کنند (شکل شماره ۲). شاخصهای بسیار پایین این دوره با پدیده النینو مصادف است.



شکل شماره ۲: جریانهای مداری در امتداد استوا تا  $30^{\circ}$  جنوبی در هنگام وقوع النینو

ارقام نوسان جنوبی با توجه به دمای سطح دریاها و گردش عمومی جو تغییرات فصلی و سالانه‌ای را نشان می‌دهد که در واقع دربرگیرنده شرایط عادی است. تشدید این شرایط به مرحله شاخص بالا می‌انجامد (لانیئا)، ولی جابه‌جایی الگوهای زناری فشار و جریانهای اقیانوسی باعث تحقق شرایط شاخص پایین و پدیده النینو می‌شود. ظهور این پدیده‌ها نظم زمانی خاصی نداشته و تکرار آنها بین ۲ تا ۱۰ سال (دقیقت ۳ تا ۷ سال و متوسط ۵ سال) طول می‌کشد. در سالهای عادی غالباً در غرب آرام استوایی و جنوبشرق آسیا آب گرم و متقابلاً در شرق اقیانوس، سرد است که این حالت ناشی از جریانهای اقیانوسی بویژه جریانهای پرو<sup>۱۳</sup> و همبولت<sup>۱۴</sup> می‌باشد. سازوکار جریانهای دریایی شناخته شده است ولی بطور خلاصه آن را

می‌توان بالاآبی<sup>۱۵</sup> آب سرد عمقی در مناطق شرقی حازه، حرکت به طرف مرکز و غرب، گرم شدن تدریجی و رسیدن به نواحی غربی و سرمایش و نهایتاً فرونشینی<sup>۱۶</sup> به اعماق در عرضهای بالا در نظر گرفت که نیروی کوریولیس سبب چرخش ساعتگرد<sup>۱۷</sup> آن در نیمکره شمالی و پادساعتگرد<sup>۱۸</sup> آن در نیمکره جنوبی می‌شود. بالاآبی همزمان آب سرد عمقی در کناره غربی آمریکای جنوبی و حرکت آن به طرف غرب اقیانوس، سبب پایداری هوا و بروز شرایط و اچرخندی و در نتیجه استمرار آب و هوای خشک کشورهای شیلی، پرو و اکوادور می‌شود. به دلیل این سازوکارها عمق کژدمایی<sup>۱۹</sup> در نواحی اخیر بالا بوده و آبگرم فقط چندین متر سطح دریا را پوشش میدهد (شکل شماره ۳).

بالاآبی آب، سبب به سطح آمدن مواد عمقی مغذی و وجود ماهیان زیاد و بالمآل رونق فعالیت ماهیگیری در این مناطق است. متقابلاً در غرب آرام به دلیل وجود آب گرم، عمق کژدمایی بسیار پایتتر قرار می‌گیرد. به علت حرکت آب از شرق به غرب آرام و روند گرمایش آن تا شمال استرالیا و جنوب شرق آسیا و انباشتگی آب و عدم تخلیه کافی، سطح دریا در مناطق اخیر نسبت به شرق بالامی‌آید که مرحله اوج آن همزمان با پدیده لانینامی باشد (شکل شماره ۴). فقط در سالهای النینو ناموزونی مذکور تقلیل یافته و سطح آرام استوایی به حالت تراز برمی‌گردد (شکل شماره ۵). جریان مداوم آب گرم و تجمع شدید آن در غرب آرام سبب تقویت کم فشار درون حازه‌ای در این ناحیه شده و در نهایت به علت عدم تعادل بین ورود و خروج آب گرم، سازوکار پدیده کژدمایی<sup>۲۰</sup> جریان آب به طرف شرق رخ داده و زبان‌های از آب گرم سطحی به سمت مرکز و شرق آرام انتقال می‌یابد که در طی این مراحل، بالاآبی در شرق بتدریج مختل شده و علائم النینو آشکار می‌شود. در خلال این فرآیندها دمای شرق اقیانوس بین ۱۰ تا ۴۰ سلسیوس گرمتر شده و عمق کژدمایی تا حدود ۱۵۰ متری پایین می‌رود. در خلال رسیدن آب گرم به شرق، زبان کم فشار درون حازه‌ای از شمال خط استوا به جنوب لغزیده، بر آبهای گرم منطبق شده و بارشهای سنگین

15- Upwelling

16-Sinking

17-Clockwise

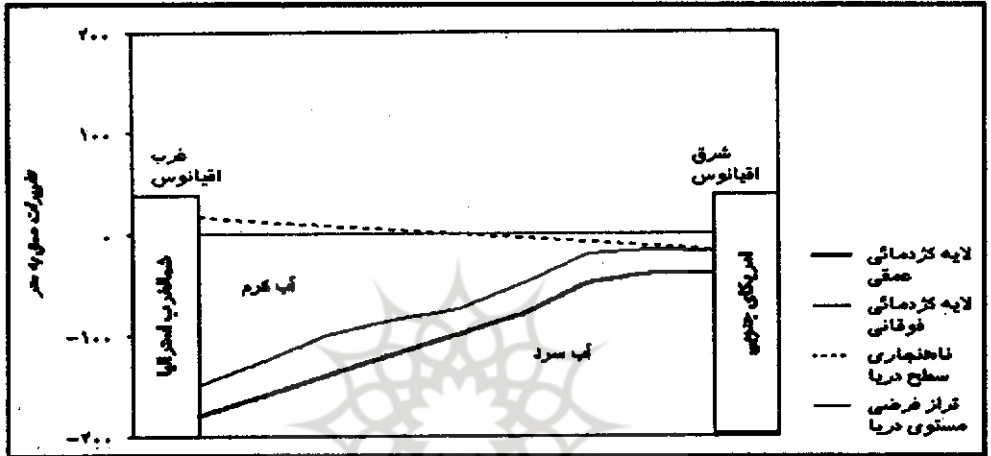
18-Anticlockwise

19-Thermocline

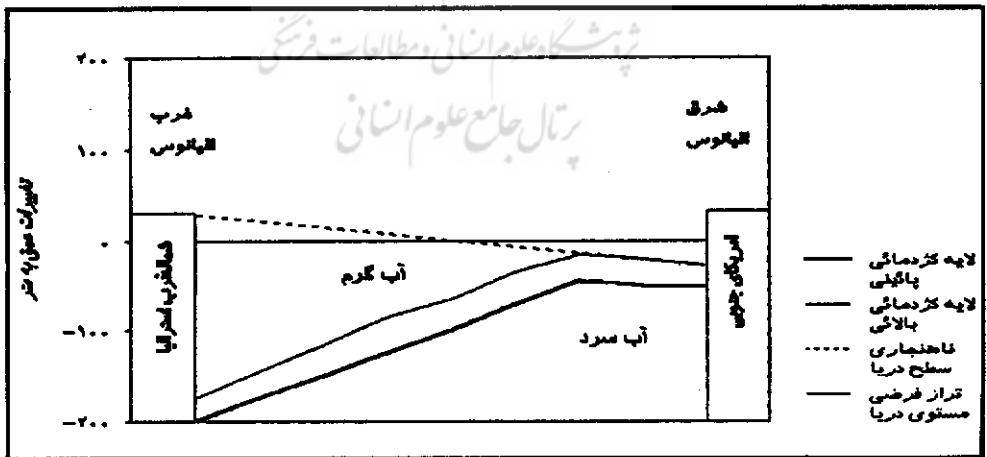
20-Draw Back

در شمالغرب آمریکای جنوبی آغاز می‌شود.

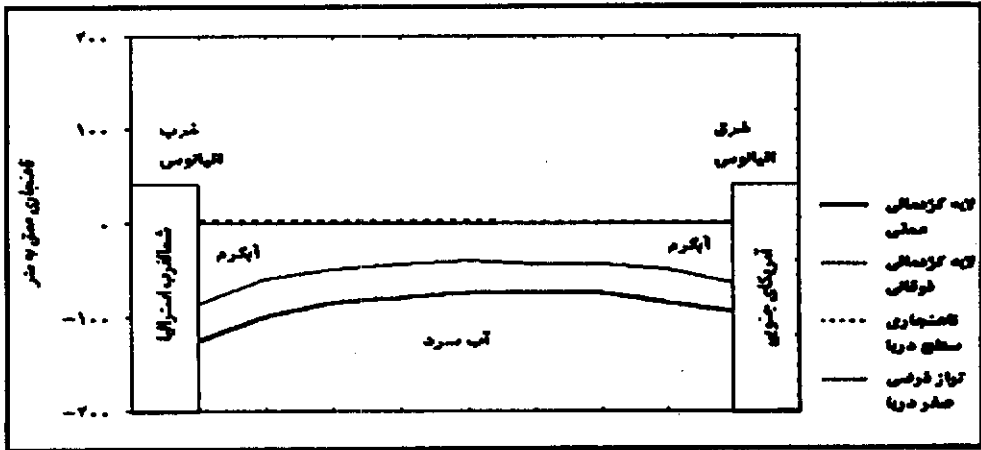
نظرها در مورد برگشت آب گرم به طرف شرق متفاوت است، بطوری که گروهی از دانشمندان تغییر الگوی جریانهای اقیانوسی و عده‌ای توزیع مجدد فشار آرام استوایی را دلیل این پدیده می‌دانند. چون جریان شرقی واکر ناشی از شرایط فشار هوای منطقه حاره است لذا



شکل شماره ۳: تغییرات لایه کزدمایی و ناهنجاری سطح اقیانوس در وضعیت عادی



شکل شماره ۴: تغییرات لایه کزدمایی و ناهنجاری سطح اقیانوس در وضعیت لائینا



شکل شماره ۵: تغییرات لایه کوهمایی و ناهنجاری سطح اقیانوس در وضعیت النینو

تضعیف و تغییر آن (غربی شدن) باید بدو ناشی از تغییر اوضاع هیدروکلیماتولوژی اقیانوس باشد که علت آن می‌تواند یا جابه‌جایی به شرقی‌زبان آب گرم و یا روند تغییرات فشار هوا در ناحیه داروین و اندونزی باشد. توضیحی که برای حرکت آب گرم به شرق ارائه می‌شود باید تلفیقی از سازوکار تجمع و برگشت آب گرم و نیز تأثیر وقوع بارشهای فراوان در غرب آرام باشد، بدین صورت که ابتدا در اثر ورودی زیاد و خروجی کمتر آب گرم، بارشهای زیادی در اندونزی و شمال استرالیا اتفاق می‌افتد که نقطه اوج آن با مرحله لایننا مصادف است (لازم به توضیح است که در لایننا به علت تمرکز آب گرم در مرکز و غرب آرام میانگین کلی دمای اقیانوس پایتتر از حالت عادی بوده و بعضیها آن را دوره آرامش اقیانوس آرام در نظر می‌گیرند)، ریزشهای فراوان در دوره آغاز تا پایان مرحله لایننا و قبل از آن نهایتاً دمای سیستم اقیانوس - جو را در حوزه کم‌فشار اندونزی - داروین پایین آورده و این آغازی برای افزایش فشار هوا در بخش وسیعی از منطقه و ایجاد بادهای غربی (بدو به طرف مرکز آرام استوایی و نهایتاً تا شرق آن) می‌شود.

بادهای غربی استوایی و آب برگشتی به صورت یک مجموعه درهم بافته به طرف شرق حرکت کرده و نهایتاً سیستم کامل جریانهای اقیانوسی - جوی غربی در منطقه فوق حاکم شده و تا پایان مرحله النینو وجود دارد. لازم به ذکر است که ناهنجاری شدید سطح آب آرام غربی بویژه در مرحله لایننا و لزوم برگشت به حالت تعادل خود نیز همراه با سازوکارهای فوق‌الذکر



(باد غربی و زیانه آب برگشتی) در ایجاد پدیده النینو مؤثر می باشد. این حالت مشابه امواج سش<sup>۲۱</sup> (امواج ایستا) بوده ولی سازوکار آن حالت ترکیبی بین امواج انتقالی و ایستا را نشان می دهد. بنابه عقیده برخی دانشمندان این حرکات آب، ناشی از امواج کلون<sup>۲۲</sup> یعنی تلفیقی از اثرات دینامیکی دمای آب و نیروی کوریولیس می باشد.

با توجه به این توضیحات آنچه مسلم است تغییر فشار هوا و گرایش به شاخص پایین نوسان جنوبی نسبت به برگشت آب در اولویت بوده و سازوکار موجب آن نیز سرمایش نسبی آب گرم غرب آرام استوایی به دلیل ابرآلودگی بالا و بارشهای فراوان در مرحله لائینا و اندکی بعد از آن می باشد. متقابلاً در شرق آرام باوجود بالآبی آب سرد عمقی به دلیل هوای صاف و ساعات آفتابی بالا، بویژه در حوالی پرفشار غرب آمریکای جنوبی، در طی دوره تکرار (تقریباً پنج سال) آب بالنسبه گرمتر شده و کم فشار می شود. (بویژه در تاهیتی). با این تفسیر، توالی مراحل شاخص بالا و پایین و بروز النینو و لائینا را می توان این گونه در نظر گرفت که ابتدا لائینا اتفاق می افتد و متعاقب آن در فاصله زمانی نسبتاً کوتاهی النینو صورت می گیرد، ولی فاصله زمانی بین وقوع النینو تا لائینا بیشتر است. در هر دو پدیده نقش سرویس دهی آب گرم منطقه مرکزی اقیانوس آرام استوایی از اهمیت زیادی برخوردار است و تداوم هر کدام به ایجاد و ذخیره سازی آب گرم در این منطقه بستگی دارد.

نوسانهای آب و هوایی ایران و پدیده انسو<sup>۲۳</sup>

عبارت لاتین (ENSO) از ترکیب کلمات El-Nino و Southern Oscillation (نوسان جنوبی) شکل گرفته و علت آن همزمانی نسبی و ارتباط نزدیک بین پدیده های نوسان جنوبی و النینو و بعضاً لائینا می باشد. انسو نشانگر یک سازوکار جهانی بوده و لذا تأثیرهای آن فراتر از یک کشور و قاره است. اگر در شکل های ۱ و ۲ دقت کنیم، مشخص می شود که با جابه جایی و تغییر جهت جریانهای هوا در آغاز و اثنای دوره النینو (شاخص پائین) و لائینا (شاخص بالا) مناطق مختلف تحت تأثیرهای گوناگونی قرار می گیرند. هر چند این دگرگونیها در عرضهای حاره و جنب حاره رو به استوا شناخته شده، ولی در نواحی دیگر مثل مدیترانه، خاورمیانه و ایران تأثیرگذاری آنها

هنوز در پرده ابهام است.

همان گونه که می دانیم ایران کشوری با آب و هوای نیمه خشک تا خشک می باشد که بین عرضهای ۲۵° الی ۴۰° شمالی قرار گرفته و به علت دارا بودن اشکال گوناگون ناهمواریها، نسبت به دیگر کشورهای منطقه خاورمیانه از شرایط آب و هوایی متنوعی برخوردار است. البته این حالت صرفاً ناشی از تنوع ناهمواریها نبوده بلکه بیشتر از جریانهای جوی در مقیاس جهانی و سینوپتیکی نشأت می گیرد. در مورد تأثیر پدیده انسو در آب و هوای کشور، ابتدا باید اذعان کرد که دوری و نزدیکی مناطق مختلف با ناحیه شرق آرام استوایی در میزان تأثیرگذاری مؤثر است و بدیهی است که بین میزان تأثیر دوری از منطقه فوق رابطه معکوس وجود دارد. چون شاخص نوسان جنوبی در حال حاضر تنها شاخص عددی مورد استفاده برای مطالعه پدیده انسوبوده و سازوکارهای النینو و لائینا در واقع یک فرآیند فیزیکی در رابطه با آن است، لذا در بررسی پدیده انسو فعلاً جز شاخص نوسان جنوبی، کمیّت دیگری وجود ندارد. یک مقایسه ساده آماری که بین خشکسالیها و ترسالیهای کشور و نوسان جنوبی انجام گرفت (خوش اخلاق، ۱۳۷۷) نشان داد که خشکسالیهای ایران در ۱۹۶۶، ۷۱-۱۹۷۰، ۱۹۷۳، ۱۹۷۸ و ۸۹-۱۹۸۸ میلادی با شاخص بالا (لائینا) و ترسالیهای کشور در ۱۹۶۹، ۱۹۷۲، ۱۹۷۶، ۱۹۸۲ و ۱۹۸۶ میلادی با شاخص پایین (النینو) همزمان بوده است.

#### بررسی بارش سالانه کشور

نمودار شماره ۱، نشان می دهد که در طول سی سال (۶۳-۱۹۶۲ الی ۹۲-۱۹۹۱) شاخص استاندارد محاسبه شده برای متوسط بارش کشور در بیشتر موارد نسبت به شاخص نوسان جنوبی، معکوس است. البته مواردی نیز دیده می شود که در آنها همخوانی وجود دارد ولی چندان شدید نبوده و فراوانی کمی دارند. بعلاوه هموارسازی چند جمله ای<sup>۲۴</sup> که در مورد داده های مذکور انجام شد، نشانگر روند متفاوت در منحنی شاخص بارش کشور و نوسان جنوبی است. ضریب همبستگی بارش سی ساله ۳۷ ایستگاه در سطح کشور با متوسط سالانه نوسان جنوبی نشانگر فراوانی زیاد ضرائب منفی بارش این ایستگاهها نسبت به شاخص مذکور

می باشد (نمودار شماره ۲). این مقادیر از لحاظ آماری معنی دار نبوده و فقط در چند ایستگاه معنی دار است (در این مورد آزمون علیت ضرورت می یابد)، ولی نکته مهم تعداد ایستگاههای دارای ارقام منفی می باشند که به ۳۱ مورد می رسد. از این تعداد ۲۲ ایستگاه ضریب همبستگی کمتر از  $r = -0/18$  دارند. منفی بودن ضرائب همبستگی نشانگر اینست که در دوره شاخص بالا، بارش کشور کاهش و در مرحله شاخص پائین، افزایش می یابد.

#### بررسی بارش ماهانه کشور

برای شناخت بهتر تأثیرهای پدیده انسو ابتدا شاخص بارش و نوسان جنوبی ماههای مختلف در سالهای متفاوت بطور تصادفی انتخاب و از لحاظ آماری مورد تحلیل قرار گرفت، بطوری که در نمودار شماره ۳ دیده می شود، در بیشتر موارد شاخص پایین نوسان جنوبی با شاخص بالای بارش ایران مطابقت دارد و منحنیهای چند جمله ای (هموار شده) شاخصهای فوق نیز نسبت به هم گرایش متضادی را نشان می دهند. در نمودار شماره ۴ که از داده های اخیر تهیه شده همبستگی داده های نوسان جنوبی و شاخص بارش در طی ماههای مذکور (بدون توجه به فصل) منفی بوده ( $r = -0/31$ ) و در سطح ۹۵٪ معنی دار می باشد. سپس در سریهای پیوسته ماهانه در طول ۳۶۰ ماه (۳۰ سال) از ۱۹۶۲-۶۳ تا ۱۹۹۱-۹۲ نیز تغییرات نوسان جنوبی و شاخص استاندارد بارش ۳۷ ایستگاه سینوپتیک کشور مورد آزمون آماری قرار گرفت و ضریب همبستگی  $r = -0/11$  به دست آمد که با توجه به تعداد داده ها، در سطح ۹۵٪ معنی دار است. بطوری که در نمودارهای ۵ تا ۱۰ (که مربوط به اکتبر ۱۹۶۲ تا سپتامبر ۱۹۹۲ است) مشاهده می شود، تغییرات مقادیر اصلی و هموار شده شاخص بارش کشور و نوسان جنوبی، حاکی از تباین مقدار و روند منحنیها می باشد. در تحلیلهای دیگر آماری مثل سری زمانی برای پیش بینی از روش ARIMA برای داده های سالانه شاخص بارش و نوسان جنوبی استفاده شده و نوسان دهساله آنها بعد از ۱۹۹۱-۹۲ پیش بینی شد و جالب این که روند منحنیها در این آزمون با هم متفاوت بود (نمودارهای ۱۱ و ۱۲).

بعلاوه هموارسازی نمایی<sup>۲۵</sup> در طی ۳۶۰ ماه فوق الذکر که برای پیش بینی ۴۰ ماهه (سه سال و ۴ ماه) انجام گرفت روندی کاملاً معکوس بین شاخصهای مذکور نشان داد (نمودارهای ۱۳ و ۱۴).

این محاسبات و مقادیر نظری که توسط نرم افزارهای آماری محاسبه شده، همگی حاکی از آن است که مراحل شاخص پایین و بالا به ترتیب با ترسیب و خشکسالیهای کشور همزمان می باشد.

### چگونگی تأثیرگذاری پدیده انسو در ناهنجاریهای بارشی کشور

بطوری که در مطالب قبل عنوان شد در پدیده انسو تغییرات فشار هوا و وقوع شاخص بالا یا پایین نوسان جنوبی نسبت به رویداد النینو و لائینا تقدم زمانی دارد و نیز این که مرحله لائینا و ناهنجاری سطح آب اقیانوس نهایتاً به رخداد النینو منجر می شود.

با توجه به شکل‌های ۱ و ۲ در مرحله شاخص بالا و وقوع لائینا در استرالایای شمالی و جنوبشرقی آسیا بارشهای زیادی اتفاق می افتد و بالعکس در حوالی جنوب خاورمیانه و دریای عرب<sup>۲۶</sup> هوا حالت فرونشینی دارد و پرفشارهای جنب حاره در این قسمت تقویت شده و به صورت نیمروزان گسترش می یابد که از حوالی استوا تا ناحیه رو به قطب کمربند پرفشار جنب حاره کشیده می شود، متقابلاً در دوره شاخص پایین و پدیده النینو در استرالایای شمالی و جنوبشرقی آسیا بارش بشدت کاهش یافته و جریان هوا در جنوب خاورمیانه و جنوبغربی آسیا از فرازش برخوردار بوده و احتمالاً کم فشار سودانی و دریای سرخ نسبت به متوسط قویتر بوده و انتقال دهنده انرژی و رطوبت عرضهای استوایی به سمت عرضهای میانه و بالا می باشد.

در مقیاس نیمروزان وقتی کم فشار درون حاره‌ای در شرق آرام به دلیل فرآیند النینو گسترش یافت، پرفشارهای جنب حاره‌ای موازی با آن به طرفین رانده شده و کمربند پرفشار جنب حاره به سمت قطبین سوق می یابد و بالمآل تاوه قطبی<sup>۲۷</sup> به نیمکره مقابل لغزیده و سطح غریبهای پیرا قطبی<sup>۲۸</sup> افزایش می یابد. به دنبال این سازوکار، سیستم پرفشار جنب حاره در نیمکره شرقی به سمت استوا عقب نشسته و در مقابل، کمربند بادهای غربی و امواج آن به طرف استوا پیشروی می کند و در خاورمیانه و ایران (با شدت و ضعف) دوره مرطوبتری آغاز می شود. در وضعیت لائینا پرفشارهای موجود در نیمکره غربی بویژه در امتداد نیمروزان ۹۰° غربی قویتر است که علت آن وجود جریانهای سرد کالیفرنیا، همبولت در شرق اقیانوس آرام است، در این شرایط کم فشار درون حاره‌ای ضعیف و پرفشار جنب حاره به سمت استوا سوق یافته و متقابلاً

۲۶- میان شبه جزیره عربستان و هند، در جنوب دریای عمان.

در نیمکرهٔ مقابل پرفشارهای مذکور به دلیل تقویت نسبی کم فشار اخیر به سمت قطب کشیده می شوند و در خاورمیانه و ایران وقوع خشکسالیها فراوانی نسبتاً بیشتری می یابد. البته این نکته را باید پذیرفت که برخی مراحل شاخص پایین (النینوی سال ۷۳-۱۹۷۲) در کشور ما مقارن با خشکسالی بوده است، در این مورد تغییرات در هم یافته الگوهای جهانی و سینوپتیکی (برای نمونه شدت سیستم موسمی هندوستان، شاخص نوسان اطلس شمالی<sup>۲۹</sup>، چگونگی عمل و موقعیت مکانی الگوهای گردش عمومی جو) نیز مؤثر می باشد، برای مثال می توان به موقعیت و ارتفاع تاوه قطبی و نیز جهت گیری محور تاوه و پشته بادهای غربی در اوراسیا نسبت به مناطق خاص مانند کوههای اورال یا شبه جزیره اسکاندیناوی اشاره کرد. در این خصوص لغزش تاوه قطبی (فرضاً در رویداد النینو) به سمت شرق اورال باعث جریان شمال غربی در کشور و آغاز دورهٔ خشک و انتقال آن به غرب اورال باعث جریان جنوب غربی و دوره مرطوب می شود که حالت اخیر فراوانی بیشتری دارد.

### نتایج

- پدیده انسویک سازوکار در مقیاس جهانی بوده و نقاط گوناگون کره زمین با شدت و ضعف از آن تأثیر می پذیرند.

- با وجود محرز بودن رابطه بین شاخص نوسان جنوبی و بارشهای کشور، به سبب بُعد مسافت بین آن منطقه و ایران و نیز وجود عوامل دیگر اثرات آن تعدیل، تخفیف و حتی به شکل معکوس در می آید.

- پدیدهٔ انسو نه مستقیماً بلکه به صورت غیرمستقیم از طریق دگرگون سازی الگوهای گردش عمومی جو و مراکز فشار مربوطه یا به عبارت دیگر از طریق پیوند از دور<sup>۳۰</sup> در شرایط آب و هوایی کشور تأثیر می گذارد.

- با توجه به داده های شاخص بارش کشور و نوسان جنوبی تقریباً در حدود ۶۵٪ و بیشتر موارد خشکسالیهای کشور با شاخص بالا (لنینا) و ۳۵٪ و کمتر با شاخص پایین (النینو) همراه بوده است. البته این ارقام حالت تقریبی داشته و نیاز به بررسیهای بیشتری دارد.

- با توجه به موقعیت مکانی و استقرار متفاوت امواج راسبی<sup>۳۱</sup> و سیستمهای مربوطه در دوره های النینو و لنینا، وقوع پدیده های اخیر، معیار کاملی برای پیش بینی دقیق تغییرات بارش نبوده ولی نشان

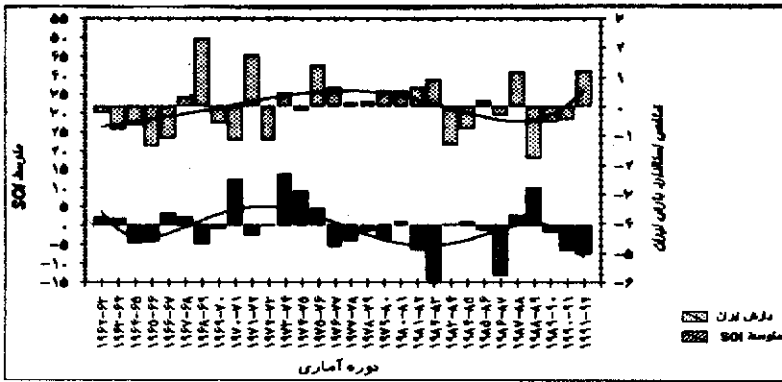
دهنده این است که شرایط آب و هوایی جاری کشور دچار تغییرات مشخصی خواهد شد.

### پیشنهادات

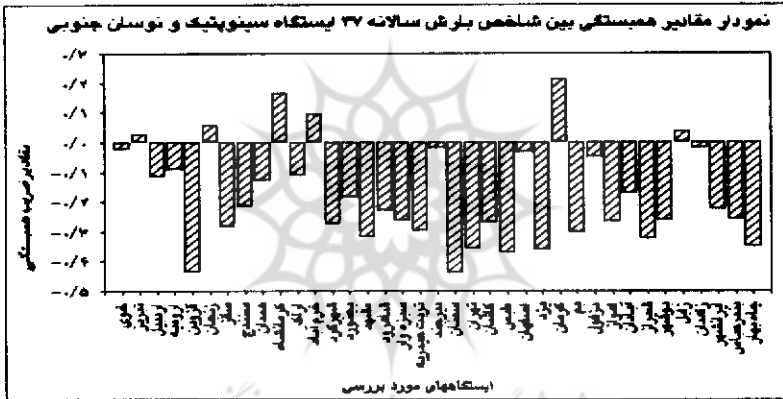
- استفاده از روشهای آماری برای یافتن ارتباط بین پدیده جهش<sup>۳۲</sup> بارشهای کشور و جهشهای موجود در شاخص نوسان جنوبی.
- سعی در یافتن شاخصهای جدید هواشناختی که هم به صورت مداری و هم نیمروزان تغییرات فشار را در مناطق بحرانی مورد سنجش قرار دهد و همبستگی بهتری را با بارشهای کشور ظاهر سازد.
- استفاده از نوسانهای دمای سطح آب در اقیانوسهای آرام و اطلس استوایی، دریای مدیترانه و عرب.
- سعی در طراحی مدلی چندمتغیره که در آن شاخصهای نوسان جنوبی، وزش زناری، شاخص اطلس شمالی و نیز دمای آب دریاها با تغییرات عناصر جوی در سطح کشور مورد برازش قرار گیرد که در این خصوص روش تحلیل کانونیک<sup>۳۳</sup> توصیه می شود.

### منابع و مأخذ

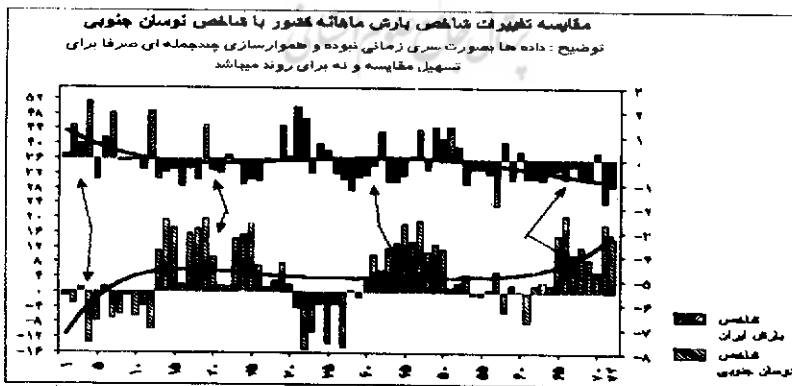
- ۱- بیرقدار، محمدعلی، النینو و ناهنجاریهای اقلیمی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۵، ۱۳۷۶.
- ۲- خوش اخلاق، فرامرز، تحقیق در خشکسالیهای فراگیر ایران با استفاده از تحلیلهای سینوپتیکی، پایان نامه دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز، ۱۳۷۷.
- ۳- قائمی، هوشنگ، هواشناسی عمومی، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین (سمت)، تهران، ص ۵۷۷، ۱۳۷۵.
- ۴- مدرس پور، آزاده، ناهنجاریهای اقلیمی ایران و پدیده انسو، پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد شمال تهران)، ۱۳۷۵.
- ۵- مؤمنی، ایرج، مبانی اقیانوس شناسی (ج ۱)، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ص ۴۳۶، ۱۳۷۵.
- 6- Barry, R. G & R. J. Chorly, *Atmospheric weather and climate*, Routledge Press, London, 1992, PP, 391.
- 7- Cane, M. A. 1983. *Oceanographic events during El-Nino*. Science, vol 222. P 1189 - 1194.
- 8- Fraedrich, K. & K. Muller. . *Climate anomalies in Europe associated with ENSO extremes*. Inter. Jour. Climatolo, Vol 12, 1992, P 25 - 31.
- 9- Lockwood, J. G. . *World Climatic Systems*. Edward Arnold Press, 1986, P 280.
- 10- Philander, S. G. H. , *El-Nino | Southern Osillation phenomena*, Nature, Vol 302, 1983, P. 295-301.



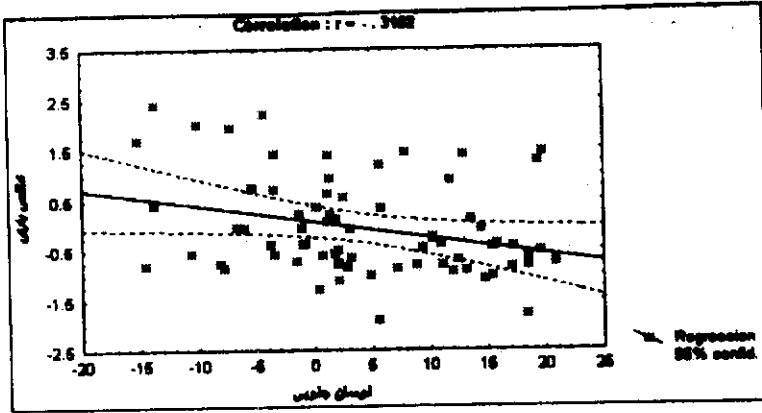
نمودار شماره ۱: روند سی ساله متوسط شاخص نوسان جنوبی و شاخص استاندارد بارش کشور



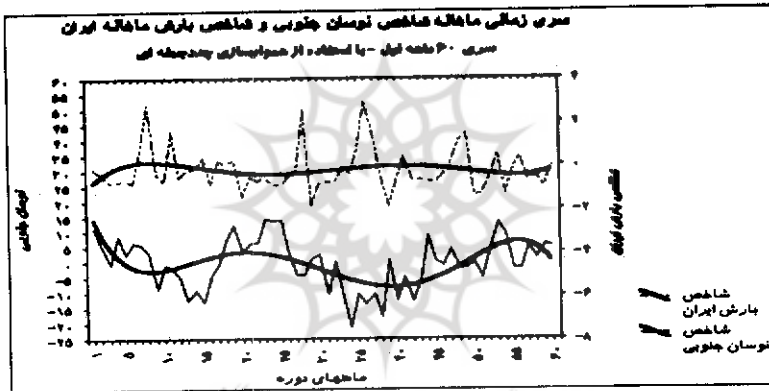
نمودار شماره ۲: ستونی مقادیر ضریب همبستگی شاخص بارش ۳۷ ایستگاه سینوپتیک بانوسان جنوبی



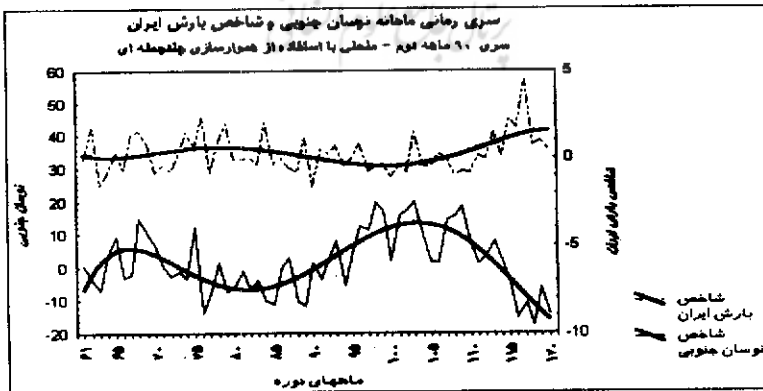
نمودار شماره ۳: تغییرات ماهانه شاخص بارش و نوسان جنوبی که بطور تصادفی انتخاب شده‌اند (سری گسسته)



نمودار شماره ۴: ضریب همبستگی و خط نظری شاخص بارش ماهانه و نوسان جنوبی

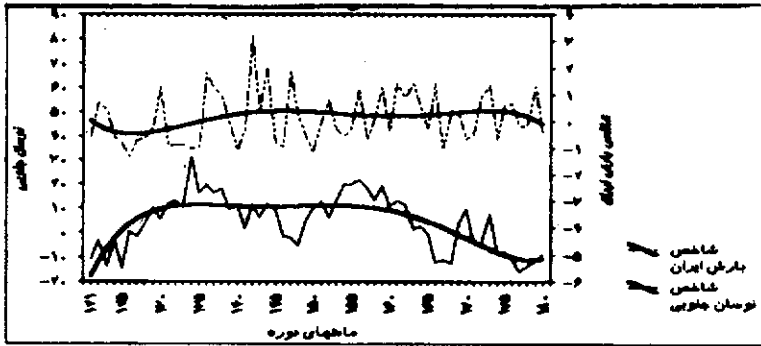


نمودار شماره ۵: سری زمانی پیوسته شاخص بارش ماهانه و نوسان جنوبی در ۶۰ ماهه اول ۱۹۶۲ الی ۱۹۹۲

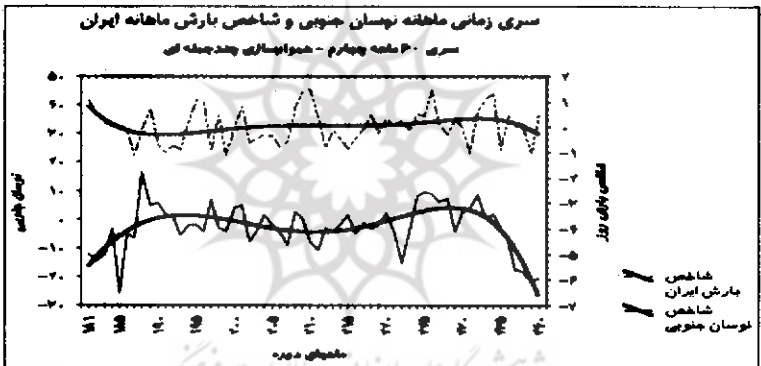


نمودار شماره ۶: سری زمانی پیوسته شاخص بارش ماهانه و نوسان جنوبی در ۶۰ ماهه دوم ۱۹۶۲ الی ۱۹۹۲.

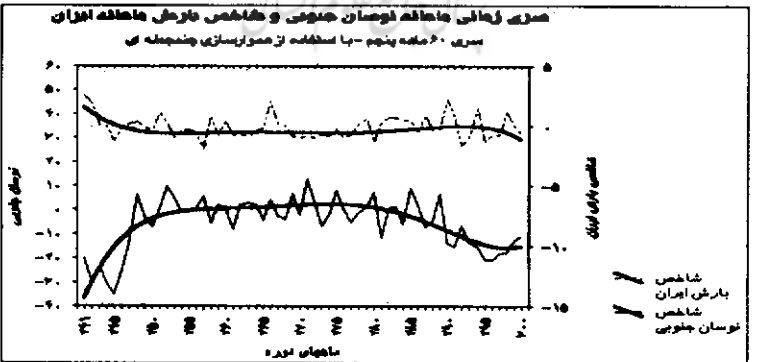




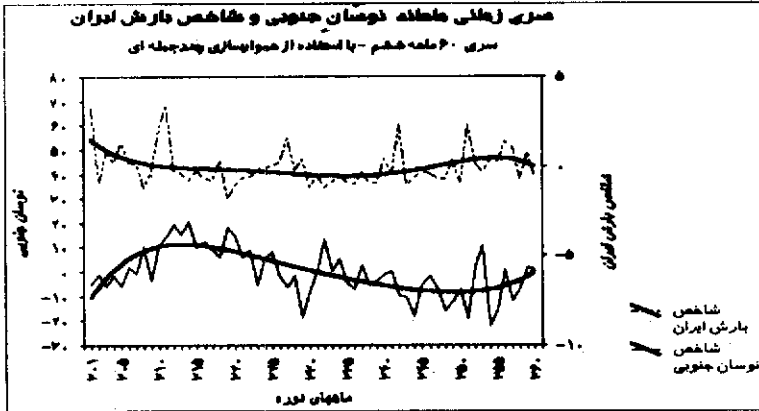
نمودار شماره ۷: سری زمانی پیوسته شاخص بارش ماهانه و نوسان جنوبی در ۶۰ ماهه سوم ۱۹۶۲ الی ۱۹۹۲



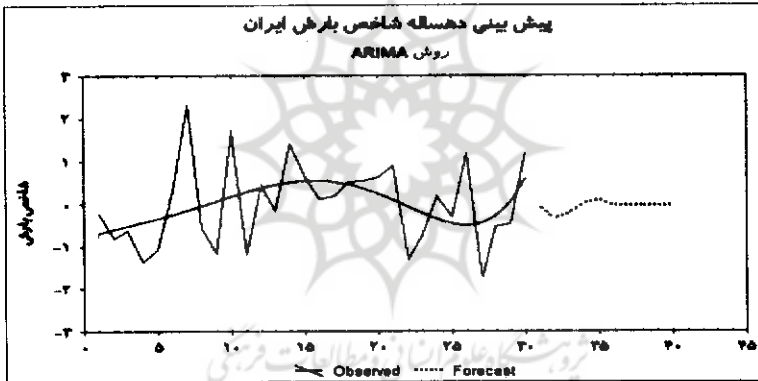
نمودار شماره ۸: سری زمانی پیوسته شاخص بارش ماهانه و نوسان جنوبی در ۶۰ ماهه چهارم ۱۹۶۲ الی ۱۹۹۲



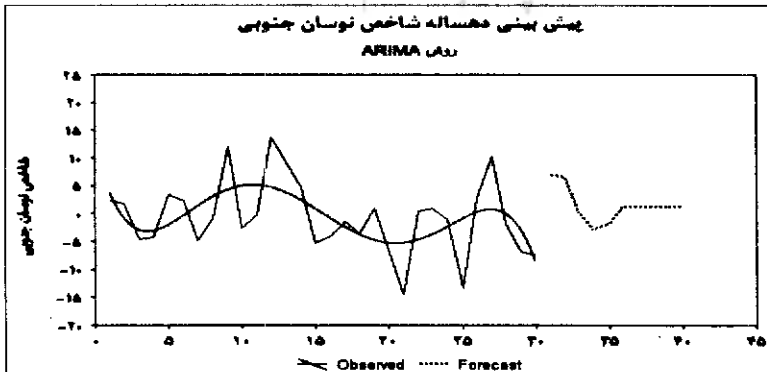
نمودار شماره ۹: سری زمانی پیوسته شاخص بارش ماهانه و نوسان جنوبی در ۶۰ ماهه پنجم ۱۹۶۲ تا ۱۹۹۲.



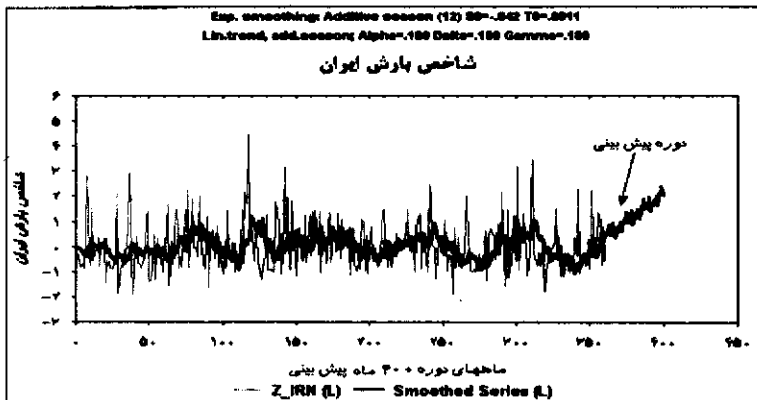
نمودار شماره ۱۰: سری زمانی پیوسته شاخص بارش ماهانه و نوسان جنوبی در ۶۰ ماهه ششم ۱۹۶۲ الی ۱۹۹۲



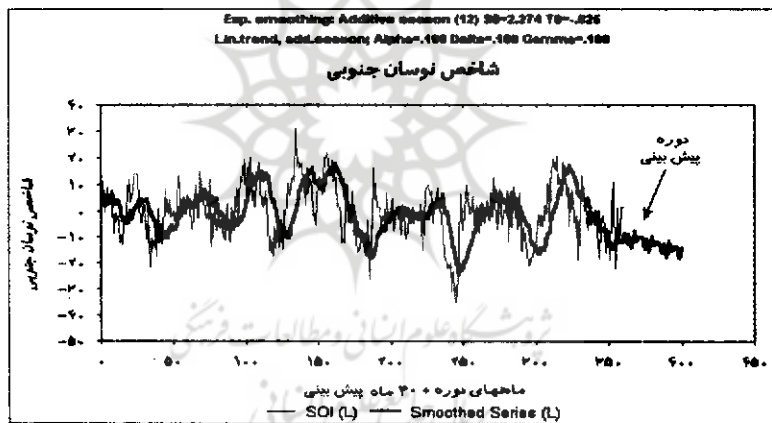
نمودار شماره ۱۱: سری زمانی واقعی و هموار شده شاخص بارش سالانه و پیش‌بینی ۱۰ ساله آن با روش ARIMA



نمودار شماره ۱۲: سری زمانی واقعی و هموار شده شاخص نوسان جنوبی و پیش‌بینی ۱۰ ساله آن با روش ARIMA



نمودار شماره ۱۳: سری زمانی واقعی و هموار شده شاخص بارش کشور در ۳۶۰ ماه و پیش‌بینی ۴۰ ماهه آن با روش هموارسازی نمایی



نمودار شماره ۱۴: سری زمانی واقعی و هموار شده شاخص نوسان جنوبی در ۳۶۰ ماه و پیش‌بینی ۴۰ ماهه آن با روش هموارسازی نمایی