



نصرت ا... یوسفی^۱
سهراب حجاج^۲

بررسی تأثیر پدیده انسو ENSO بر پارامترهای اقلیمی دما و بارش مطالعه موردی: دشت قزوین

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۰۹/۰۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۷/۰۶

چکیده

تغییر اقلیم، افزایش درجه حرارت و نوسانات بارندگی از مسایل مهم زیست محیطی بشر به حساب می‌آید که در سال‌های اخیر مطالعات زیادی را به خود اختصاص داده است. افزایش میانگین دمای و نوسانات بارندگی کره زمین و تغییرات آنها نمایه‌ای از تغییرات اقلیمی است که در تمامی نظریه‌های تغییر اقلیم به آنها توجه شده است. با بررسی روند تغییرات میانگین دمای و بارش می‌توان تغییرات اقلیمی در منطقه را ردیابی نمود. بر آورد ها نشان می‌دهد که میزان میانگین دمای کره زمین تا سال ۲۰۳۰ میلادی ۰.۷ تا ۲ درجه سانتی‌گراد بیشتر از امروز خواهد بود و تأثیر شدید خسارت‌های ناشی از نوسان‌های بارندگی فقط مربوط به دوران‌های خشک نبوده، بلکه در مواقعی که بارندگی مازاد، موجب تشکیل سیلاب‌های ویران گر شود نیز تأثیر نامطلوبی بر اقتصاد ملی کشورهای مختلف دارد. پدیده‌های النینو و لانینا بر مناطق مختلف کره زمین تأثیرات متفاوتی را می‌گذارد به طوری که خسارات رویداد ال نینوی سال ۱۹۸۳-۱۹۸۲ بین ۸ تا ۱۳ میلیارد دلار برآورد شده است. در این مقاله تأثیر پدیده انسو^۳ (ENSO) بر پارامترهای

E-mail: yousefi3@yahoo.com

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان.

۲- دانشیار گروه هواشناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.

3- El- nino Southern Oscillation

اقلیمی دما و بارش در دشت قزوین به کمک روش همبستگی متوالی^۴ (SCA) و روش‌های دیگر آماری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که بین برخی مشخصه‌های بارشی و دمایی دشت قزوین و پدیده انسو همبستگی متوالی معنی داری وجود دارد. به طوری که در سال‌های وقوع پدیده النینو بارش سالانه و پاییزه بیشتر ولی میانگین دمای سالانه و فصول مختلف کمتر است. در عوض در سال‌های وقوع پدیده لانینا بارش سالانه و پاییزه کمتر و متقابلاً میانگین دمای سالانه و فصول چهارگانه بیشتر از میانگین دراز مدت می‌باشد.

کلید واژه‌ها: النینو، لانینا، پدیده انسو، همبستگی متوالی، تغییر پذیری اقلیم.

مقدمه

دما و بارش از عناصر اساسی شناخت اقلیم می‌باشند. با توجه به دریافت نامنظم انرژی خورشیدی توسط زمین، دمای هوا و بارش در سطح زمین دارای تغییرات زیادی است که این تغییرات موجب پیدایش پدیده‌هایی نظیر خشک سالی، سیل، ... می‌گردد. از جمله در سال آبی ۷۵-۷۶ جمع خسارت ناشی از خشک سالی کشور برابر با ۲۸۰ میلیارد تومان و مجموع خسارات خشک سالی سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ حدود ۴۰۰۰ میلیارد تومان برآورد گردیده است (ناظم السادات، ۱۳۸۰، ص ۳).

پدیده انسو (ال نینو نوسان جنوبی) از منظر اقلیم شناسان به جریان آب نسبتاً ضعیف و گرمی گفته می‌شود که در برخی سال‌ها حوالی کریسمس در جهت جنوب و در سواحل جنوبی اکوادور و سواحل شمالی پرو واقع در شرق اقیانوس آرام روی می‌دهد (علیجانی، ۱۳۸۱، ص ۱۴۱). پدیده انسو بر مناطق مختلف کره زمین تأثیرات متفاوتی را می‌گذارد که بیشتر تأثیرات فاز گرم (ال نینو) مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. این اثرات شامل خشک سالی شدید، بارش‌ها و سیلاب‌های غیر معمول، آتش سوزی جنگل‌ها و وقوع هاریکن‌ها، افزایش بیماری‌های گرم سیری همچون مالاریا و دیگر اثرات اقتصادی و اجتماعی می‌باشد. تنها خسارات رویداد ال نینو سال ۱۹۸۳-۱۹۸۲ بین ۸ تا ۱۳ میلیارد دلار برآورد می‌شود (WMO-۱۹۹۸، ص ۸).

راپلوسکی و هالپرت^۵ (۱۹۸۹، ص ۲۶۸) نشان دادند که در بعضی از مناطق دور تأثیر پدیده انسو بر شرایط آب و هوایی از دوام زیادی برخوردار بوده به طوری که ممکن است برای مدت شش ماه تا یک سال پایدار باشند. تومیتا و یاسوناری^۶ (۱۹۹۳، ص ۲۷۵) نتیجه گرفتند که معمولاً حوادث ال نینو هر ۴ تا ۷ سال یک‌بار بروز می‌کنند و طول

4. Sequential Correlation Analysis

5. Ropelewski and Halpert

6. Tomito and Yasunari

دوره آنها نیز معمولاً بین ۱۲ تا ۱۸ ماه ادامه می‌یابد. آنها بر اساس طول مدت، حوادث ال نینو را به دو گروه طولانی و کوتاه مدت تقسیم و اثرات هر یک بر اقلیم سیاره‌ای را بررسی نموده‌اند.

راپلوسکی و هالپرت (۱۹۹۶، ص ۱۰۴۳) مقادیر بارش و دما را برای زمان‌هایی که شاخص SOI^۷ بالاتر از +۵ و پایین‌تر از -۵ بود مورد بررسی قرار دادند. مطالعات نشان داد که ۷۵٪ از موارد هر دو روش استفاده شده در تشخیص فازهای گرم و سرد انسو نتایج یکسانی داشت. در تحقیق حاضر روش مذکور برای شناسایی انسو مورد استفاده قرار گرفت.

مطابق مطالعه کریپالانی و کوکارنی^۸ (۱۹۹۸، ص ۱۴) میزان شاخص بارش موسمی در سال‌های النینو قوی ۹۱۵ میلی متر است. در حالی که در سال‌های ال نینو معمولی معادل ۷۴۰ میلی متر می‌باشد. آنها نتیجه می‌گیرند که مقدار بارش‌های موسمی شبه قاره هند تحت تأثیر شدت و ضعف ال نینو قرار می‌گیرد.

فلیس^۹ و همکاران (۲۰۰۰، ص ۶۷۹) نتیجه گرفتند که همبستگی معنی دار بین تغییرات دمای شمال دریای سرخ با شاخص نوسان اطلس شمالی و انسو وجود دارد.

موران و پلاوت^{۱۰} (۲۰۰۳، ص ۹۱) اثرات انسو بر رژیم اقلیمی اروپا و اطلس شمالی را در طول ۱۱۹ زمستان مورد بررسی قرار داده و ارتباطی قوی بین وقوع پدیده‌های یخبندان و سوز باد در فاز سرد انسو (لانینا) و افزایش مقدار بارش و تغییر نوع بارش زمستانه (از برف به باران)، افزایش درجه حرارت زمستانی به ویژه افزایش دمای سطح آب، در فاز گرم (النینو) را پیدا کرده‌اند.

زبیر^{۱۱} (۲۰۰۳، ص ۳۶۸) حساسیت و تغییرات دبی رودخانه ماهاولی در سریلانکا را به پدیده انسو مورد تحقیق قرار داده و نتیجه گرفت که پدیده مذکور در فاز ال نینو سبب کاهش دبی رودخانه ماهاولی، افزایش آلودگی آب و مرگ آبزیان می‌شود.

کرودا^{۱۲} (۲۰۰۷، ص ۸۸۹) اثرات هم زمان نوسان شبه دوساله (QOB)^{۱۳} و ENSO را در مدل بندی‌های سیکل خورشیدی برای آتلانتیک شمالی بکار بست و نتیجه گرفت که سرعت و جهت بادهای زمستانی ارتفاع ۵۰۰ هکتو پاسکال آتلانتیک متأثر از اثرات هم زمان نوسان شبه دوساله و ENSO می‌باشد.

7. southern oscillation index

8. Kripalani and kukarni

9. Felis

10. Moran and Plaut

11. Zubair

12. Kuroda

13. Quasi- Biannual Oscillation

چن^{۱۴} و همکاران (۲۰۰۷، ص ۲۹۷) در تحقیقی که انجام دادند نتیجه گرفتند که باران‌های بهاری تایوان به اثرات هم‌زمان دمای سطح اقیانوس هند و پدیده ENSO بستگی دارد.

تانگ^{۱۵} (۲۰۰۸، ص ۸۶۷) در طی تحقیقی نتیجه گرفت که بین انسو و ^{۱۶}MJO یک رابطه همبستگی غیر خطی وجود دارد.

پدیده انسو نه تنها بر اقلیم (به ویژه بر بارش) نیم کره جنوبی بلکه بر اقلیم و بارش نیم کره شمالی نیز تأثیرات مهمی دارد. کشور ما نیز در برخی ماه‌ها و فصول سال تحت تأثیر پدیده مذکور قرار می‌گیرد. در این زمینه خوش اخلاق (۱۳۷۷، ص ۱۲۱) اثرات پدیده انسو بر رژیم بارش نواحی مختلف ایران را به صورت غیر مستقیم و از طریق الگوهای گردش عمومی جو و تأثیرات آن بر میزان بارش و خشکسالی‌ها و ترسالی‌های ایران مورد مطالعه قرار داده و نقش آن بر رژیم بارش نواحی مختلف ایران را مهم و پر بر تأثیر دانسته است.

ناظم السادات (۱۳۸۰، ص ۳) طی تحقیقی نتیجه گرفت که وقوع خشک سالی و ترسالی در ایران به میزان قابل توجه و انکار ناپذیری به پدیده انسو وابسته می‌باشد.

در کل تحقیقات انجام گرفته در خصوص تأثیرات الگوی جوی اقیانوسی انسو بر بارش ایران زمین، همبستگی و ارتباط پیوند از دور موجود بین افزایش بارش در دوره سرد سال و در سال‌های وقوع ال نینو و کاهش بارش و خشکسالی در سال‌های توأم به لانینا را تأیید می‌نمایند (خوش اخلاق، ۱۳۷۷، ص ۱۲۱، عزیزی، ۱۳۷۹، ص ۷۱، ناظم السادات، ۱۳۸۰، ص ۳، خورشید دوست، ۱۳۸۵، ص ۱۵).

محققان اعتقاد دارند در شرایطی که اختلاف فشار هوا بین نواحی شرقی و غربی اقیانوس آرام قابل توجه نمی‌باشد، نیروی محرکه انسو تضعیف گردیده و نمی‌تواند به طور قابل توجهی بر شرایط آب و هوایی جهان موثر واقع شود. این محققان استدلال می‌نمایند که تشدید گرادیان فشار بین نواحی شرقی و غربی در پهنه دو اقیانوس آرام و هند جهت بادهای تجاری در سطح وسیعی از نواحی استوایی این اقیانوس‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اگر اختلاف این نواحی زیاد نباشد، مسیر عبور ابرهای باران‌زا و توده‌های مرطوب هوا تابع عوامل دیگری غیر از پدیده انسو بوده و رابطه SOI و بارندگی و دما بی‌معنی می‌گردد. بر اساس نظریه این محققین لازم است فازهای زمانی پدیده انسو از نظر شدت و ضعف مورد شناسایی قرار گرفته و در مرحله بعدی ارتباط بین بارندگی و SOI در این زمان‌ها مورد مطالعه قرار گیرد (خوش اخلاق، ۱۳۷۷، ص ۱۲۱، عزیزی، ۱۳۷۹، ص ۷۱، ناظم السادات ۱۳۸۰، ص ۳، خورشید دوست، ۱۳۸۵، ص ۱۵).

14. Chen

15. Tang

16. Madden- Julian Oscillation

هدف از پژوهش حاضر بررسی پارامترهای اقلیمی دما و بارش در دشت قزوین و تأثیر احتمالی پدیده انسو (ENSO) بر آنها می‌باشد. با توجه اینکه پدیده انسو حالت تکرار دارد (ناظم‌السادات ۱۳۸۰، ص ۴۱) و قسمت اعظم اقتصاد مردم دشت قزوین متکی بر کشت دیم می‌باشد نتایج تحقیق می‌تواند مبنای برنامه ریزی به عنوان نقشه‌ی اثر بخش در سال‌های آتی را قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

کلیات جغرافیایی منطقه و موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

دشت قزوین به عنوان بخشی از فلات جوان ایران در طول دوران گذشته جزئی از بستر اقیانوس بوده و این وضعیت به طور نسبی در دوران مزوزوئیک نیز ادامه داشته است. با این حال، در این دوره فعالیت‌های کوه زایی به پیدایش کوه‌های محدود (البرز غربی) منجر شده است. آب و هوای دشت قزوین به طور کلی نیمه خشک می‌باشد و کمترین مقدار متوسط سالانه دما ۲ درجه سانتی‌گراد و بیشترین مقدار متوسط سالانه دما ۲۸ درجه سانتی‌گراد است بر اساس نقشه همباران دشت قزوین، میانگین بارش سالانه در سطح آن از ۲۱۰ میلی‌متر در بخش‌های شرقی تا بیش از ۴۲۰ میلی‌متر در شمال شرقی متغیر است و در طول دوره آماری میانگین سالانه تعداد روزهای یخ‌بندان (حداقل دمای صفر و پایین‌تر) ۹۰ روز می‌باشد (فامیلی، ۱۳۷۹، ص ۱۱-۱۲). شکل و جدول شماره (۱) توزیع جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول (۱) موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های دشت قزوین

ایستگاه‌ها	ارتفاع (متر)	طول جغرافیایی (درجه)	عرض جغرافیایی (درجه)
قزوین	۱۲۷۸/۳	۵۰° E	۳۶° ۱۵' N
تاکستان	۱۳۲۵	۴۹° ۳۶' E	۳۶° ۰۳' N
باغ کوثر	۱۲۲۵	۵۰° ۲۵' E	۳۶° ۰۴' N
نیروگاه	۱۲۸۵	۵۰° ۱۵' E	۳۶° ۱۱' N

تغییر نماید مناسب می‌باشد. باران‌های استثنایی و احتمالاً نوسانات شدید فشار در امتداد شرقی - غربی اقیانوس آرام می‌تواند از عوامل مهم ناپایداری روابط بین بارندگی، دما و پدیده نوسانات جنوبی تلقی شود و به علت وجود چنین عوامل ناپایداری، استفاده از روش SCA توصیه می‌گردد.

برای تفهیم روش همبستگی متوالی، فرض کنید که دو سری زمانی A و B دارای n عضو بوده و در نظر است که با استفاده از روش SCA همبستگی آنها را تعیین نماییم. به طور مثال ۲۰ داده از سری A $(X_1, X_2, \dots, X_{20})$ و مقادیر متناظر آن از سری B $(Y_1, Y_2, \dots, Y_{20})$ را انتخاب و ضریب همبستگی بین آنها را (r_1) را تعیین نموده و در مرحله بعدی ضریب همبستگی بین $(X_2, X_3, \dots, X_{20}, X_{21})$ با $(Y_2, Y_3, \dots, Y_{20}, Y_{21})$ را تعیین نموده و آن را (r_2) نامیده و این روند را ادامه داده تا نهایتاً ضریب همبستگی بین $(X_{n-20}, X_{n-19}, \dots, X_n)$ را با $(Y_{n-20}, Y_{n-19}, \dots, Y_n)$ محاسبه کرده و آنها را به ترتیب r_1, r_2, \dots, r_k می‌نامیم. اگر ضرایب همبستگی حاصل از این روش (مقادیر r_1, r_2, \dots, r_k) به طور مستمر از نظر آماری معنی دار نباشد می‌توان اظهار نظر نمود که در شرایط معمولی و بدون در نظر گرفتن شرایط خاص زمانی، وقوع بارندگی و دما A مستقل از نوسانات انسو B می‌باشد. در مقابل چنانچه ضرایب حاصل از رگرسیون متوالی تماماً از نقطه نظر آماری معنی دار باشند، نتیجه گیری می‌شود که پدیده انسو بدون توجه به شدت و ضعف آن یک رابطه علت و معلولی با بارندگی و دما دارد (ناظم السادات، ۱۳۸۰، ص ۴۲).

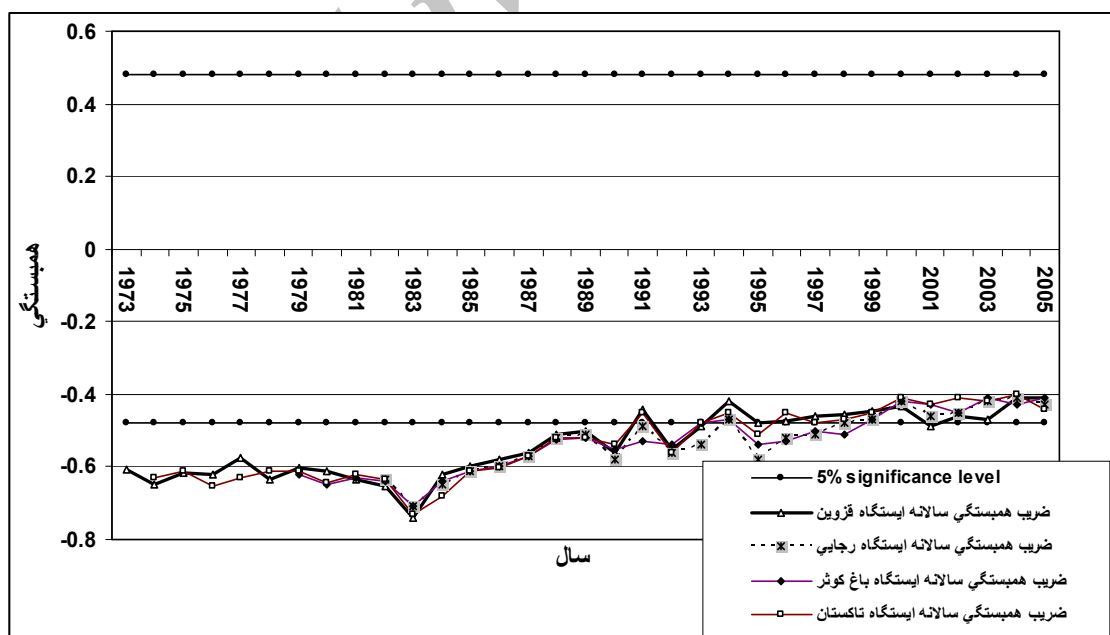
موضوع مهمی که باید در روش رگرسیون متوالی مورد توجه قرار گیرد، طول زمانی پنجره‌ها^{۱۹}، یعنی تعداد زوج داده‌های مشترک در محاسبه ضریب همبستگی می‌باشد. در واقع تعداد ضرایب همبستگی حاصل بین دو سری زمانی به طول پنجره‌ها بستگی دارد. در شرایطی که طول دوره آماری برابر n و طول زمانی پنجره‌ها برابر i باشد تعداد ضرایب همبستگی K برابر $K = [(n - i) + 1]$ خواهد بود. کاهش طول پنجره این عیب را دارد که خطای نمونه گیری را افزایش می‌دهد و افزایش آن نیز موجب می‌شود تا تأثیر تغییرات کوتاه مدت شرایط آب و هوایی در مقادیر ضریب همبستگی تبلور نیابد (ناظم السادات، ۱۳۸۰، ص ۴۳).

مشاهدات و نیز مباحث تئوریک بیانگر این است که با افزایش طول پنجره مقادیر ضرایب همبستگی از ثبات بیشتری برخوردار گردیده و دامنه نوسانات آنها کمتر می‌گردد. در عین حال، کاهش طول پنجره زمانی دارای این مزیت است که می‌تواند تغییر شرایط آب و هوایی و تأثیر آن بر تقویت یا تضعیف رابطه SOI و بارندگی را به طور دقیق‌تری نمایان سازد. مثلاً اگر طول پنجره زمانی برابر ۳۰ سال در نظر گرفته شود، تغییرات دوران‌های ده ساله در ضرایب همبستگی بین بارندگی و شاخص نوسانات جنوبی به سختی قابل درک می‌باشد. در مقابل، انتخاب پنجره زمانی ده

ساله دارای خطای اندازه گیری زیادی بوده به طوری که ضرایب همبستگی متوالی ممکن است در یک دامنه بسیار وسیع نوسان نموده و ارزیابی ارتباط بین پدیده‌ها را مشکل سازد.

برای ارزیابی معقول ضرایب همبستگی تولید شده از روش پذیرفته شده ناظم السادات و کوردری (۱۹۹۷ و ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰a) یعنی میانه ضرایب همبستگی متوالی^{۲۰} (MSCC) (عددی است که ۵۰٪ داده‌ها کمتر و ۵۰٪ داده‌ها بیشتر از آن می‌باشند) استفاده گردید. برای روشن شدن این روش فرض کنیم که طول سری زمانی بارندگی و SOI برابر ۴۸ $n =$ و طول پنجره انتخابی برابر $i=42$ سال باشد. در این صورت تعداد ضرایب همبستگی K برابر ۷ خواهد بود. وقتی که این ۷ ضرایب همبستگی از کوچک به بزرگ به صورت ۰/۴۵، ۰/۴۸، ۰/۵۳، ۰/۵۵، ۰/۵۷، ۰/۵۸، ۰/۵۹ مرتب شوند در این صورت میانه این ارقام برابر ۰/۵۵ خواهد بود. به بیانی دیگر به احتمال ۵۰٪ ضریب همبستگی بین بارندگی و SOI برابر ۰/۵۵ یا بالاتر خواهد بود (ناظم السادات، ۱۳۸۰، ص ۴۳).

۳) ارزیابی نتایج استخراج شده از تأثیر پدیده انسو بر پارامترهای اقلیمی دما و بارش در دشت قزوین با استفاده از روش همبستگی متوالی ضرایب همبستگی بین دو متغیر بارندگی و SOI و هم چنین متغیر میانگین دما و SOI برای حالتی که طول پنجره‌ها برابر ۱۵، ۱۶، ۱۷، ...، ۴۷ بود برای تمام ایستگاه‌ها محاسبه شد که از آن میان نتایج برای حالتی که طول پنجره ۱۵ می‌باشد در شکل‌های (۲) و (۳) به تفکیک مقادیر سالانه و پاییزه ایستگاه‌ها ارائه گردیده است.



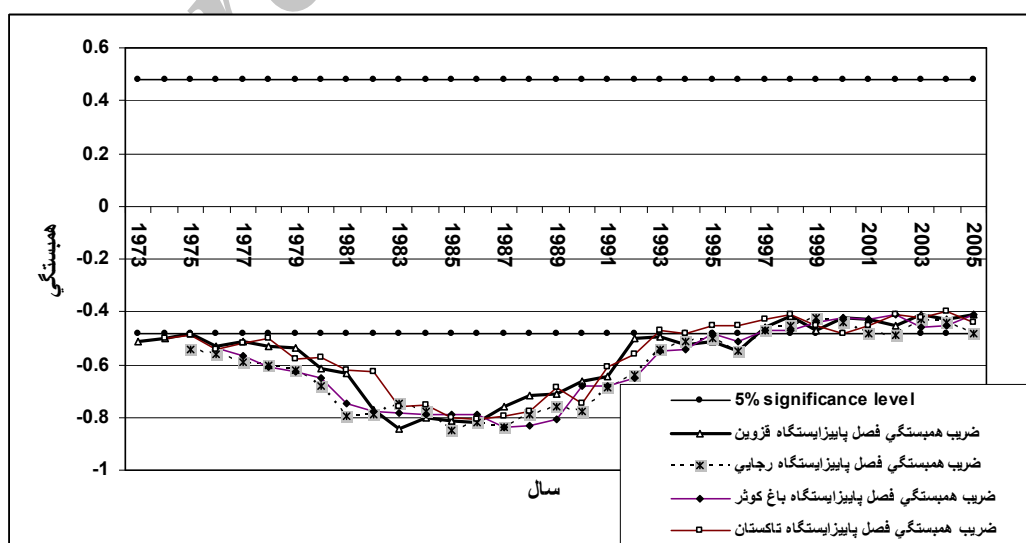
شکل (۲) نمودار مقادیر ضرایب همبستگی متوالی بین SOI با بارندگی سالانه دشت قزوین

شکل (۲) بیانگر این است که همبستگی بین SOI و بارندگی سالانه دشت قزوین عموماً در سطح ۵٪ معنی دار است. در ادامه برای این که بتوانیم قضاوتی دقیق‌تر در مورد همبستگی بین بارندگی سالانه دشت قزوین و SOI داشته باشیم تمام مقادیر ضرایب همبستگی برای طول پنجره‌های ۱۶، ۱۸، ۱۷، ...، ۴۷ که در سطح ۵٪ معنی دار می‌باشند محاسبه شد سپس مقدار (MSCC) برای پنجره‌های مذکور استخراج گردید. که در جدول (۱) ارایه گردیده است. مقادیر بیانگر این است، که مقدار میانه همبستگی‌های متوالی از شرق به غرب و از جنوب به شمال استان روند افزایشی دارد.

جدول (۲): مقادیر میانه برای همبستگی‌های متوالی بین بارندگی سالانه ایستگاه‌های دشت قزوین و SOI

نام ایستگاه	مقدار میانه برای همبستگی‌های متوالی
قزوین	-۰/۵۵۲
تاکستان	-۰/۵۶۰
رجایی	-۰/۵۳۶
باغ کوثر	-۰/۵۳۵

معنی دار بودن مقادیر میانه بیان گر آن است که ارتباط بارندگی سالانه دشت قزوین با SOI یک رخ داد زود گذر نبوده بلکه در طول دوره مورد مطالعه از دوام و استحکام بالایی برخوردار بوده حتی در شرایطی که انسو در وضعیت مرزی قرار نداشت نیز یک رابطه منطقی بین SOI و بارندگی سالانه دشت قزوین مشاهده می‌شود. این امر مبین تأثیر پذیری بارندگی دشت مذکور از پدیده انسو می‌باشد. پس می‌توان پدیده انسو را به عنوان یک شاخص قابل اعتماد در جهت پیش بینی و ارزیابی شدت خشک سالی و تر سالی مورد استفاده قرار داد. البته برای پیش بینی بسیار دقیق بایستی سایر عوامل اقلیمی را نیز دخالت داد.



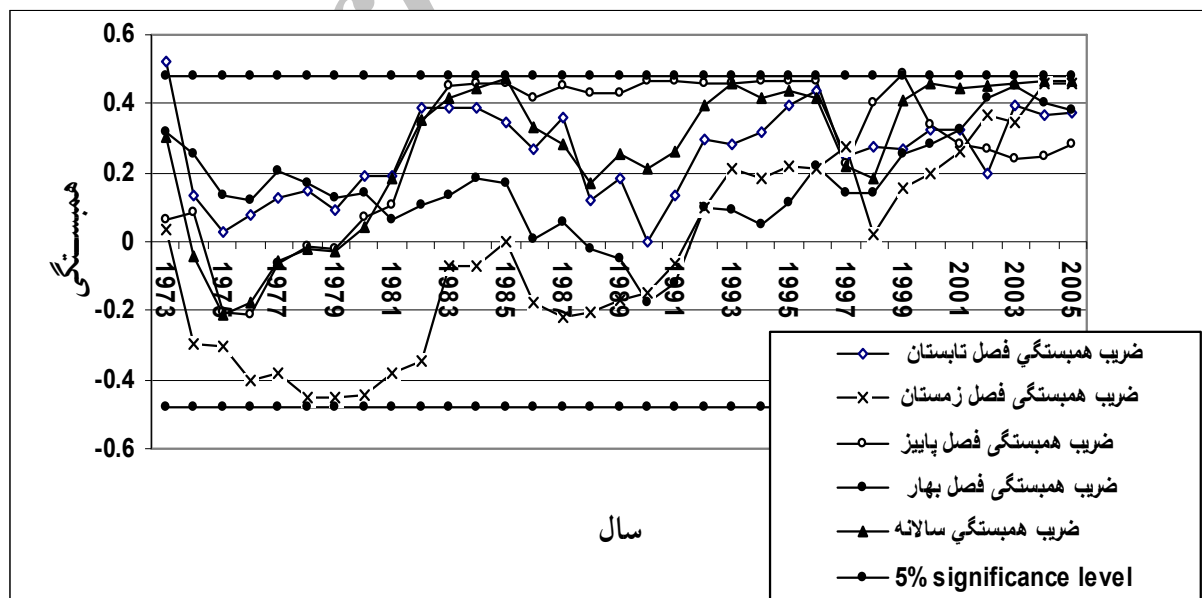
شکل (۳) نمودار مقادیر ضرایب همبستگی متوالی بین SOI و بارندگی فصل پاییز دشت قزوین

شکل (۳) بیان گر این است که همبستگی بین SOI و بارندگی فصل پاییز دشت قزوین عموماً در سطح ۵٪ معنی دار است. افزون بر این میانه ضرایب همبستگی متوالی ایستگاه‌های دشت محاسبه شد که نتایج در جدول (۲) ارائه گردیده است. جدول نشان دهنده است، که مقدار میانه همبستگی‌های متوالی از شرق به غرب و از جنوب به شمال استان روند افزایشی دارد.

جدول (۲) مقادیر میانه برای (MSCC) بین بارندگی فصل پاییز ایستگاه‌های دشت قزوین و SOI

نام ایستگاه	مقدار میانه برای MSCC
قزوین	-۰/۵۵۶
تاکستان	-۰/۵۷
رجایی	-۰/۵۴۷۵
باغ کوثر	-۰/۵۴۳

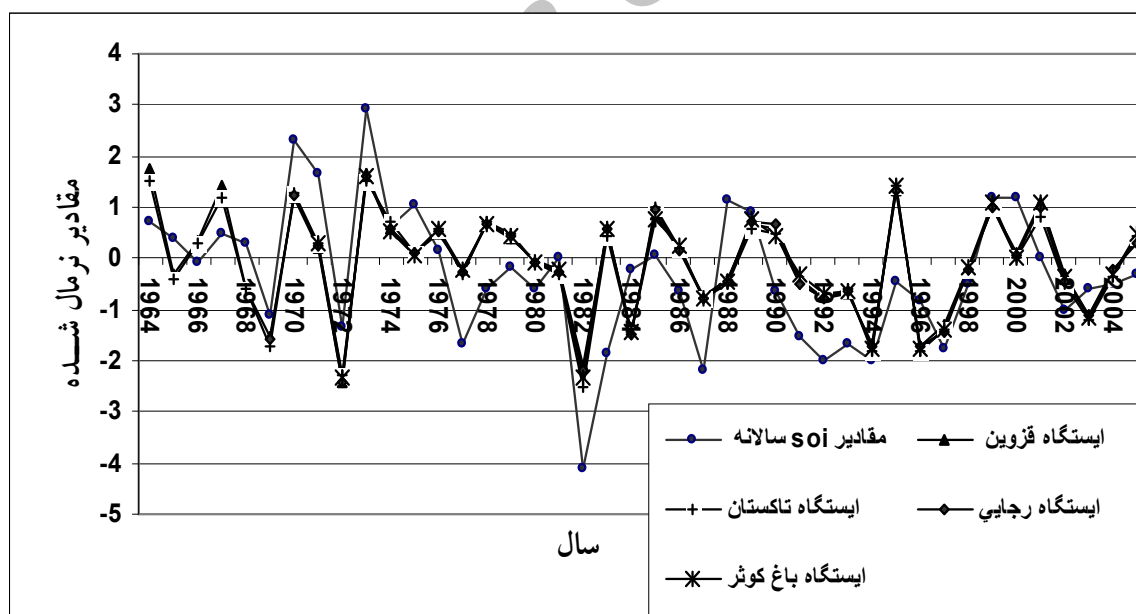
جدول (۲) مبین این است که بین SOI و بارندگی فصل پاییز دشت قزوین یک رابطه منطقی وجود دارد. به عبارت دیگر پدیده انسو می‌تواند به عنوان یک شاخص قابل اطمینان در پیش بینی و ارزیابی شدت خشک سالی و تر سالی فصل پاییز مورد استفاده قرار گیرد. در ضمن بین SOI و بارندگی سایر فصول و همچنین بین SOI و میانگین دمای سالانه و چهارفصل دشت قزوین عموماً در سطح ۵٪ رابطه معنی داری وجود نداشت که برای نمونه نمودار مقادیر ضرایب همبستگی متوالی بین SOI با دمای سالانه و فصول چهارگانه ایستگاه قزوین در شکل (۴) ارائه گردیده است.



شکل (۴) مقادیر ضرایب همبستگی متوالی بین SOI با دمای سالانه و فصول چهارگانه ایستگاه قزوین

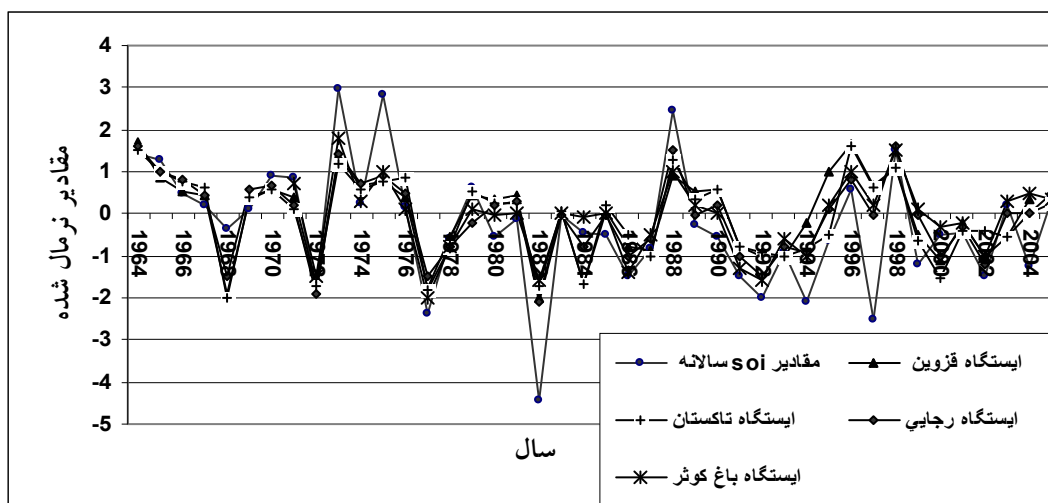
با توجه به مطالب ذکر شده مشخص می‌گردد که در شرایط معمولی، پدیده انسو تأثیر معنی داری بر بارندگی سالانه و پاییزه دشت قزوین دارد. در ادامه به بررسی، به همین منظور نوسانات هم زمان SOI با بارندگی نرمال شده سالانه و فصل پاییز دشت قزوین به تفکیک ایستگاه‌ها مورد نظر قرار گرفت که نتایج آن در شکل‌های (۵)، (۶) ارایه شده است.

شکل (۵) تغییرات هم زمان SOI و مقادیر نرمال شده (مقادیری می‌باشند که به کمک توزیع نرمال (رابطه استاندارد شده $z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$) و مقادیر بارندگی ایستگاه حاصل شده‌اند) بارندگی سالانه دشت قزوین را نمایش می‌دهد. برای این که نوسانات مقادیر نرمال شده بارندگی با مقادیر SOI هماهنگی داشته باشد مقادیر نرمال شده در یک منفی ضرب گردیده بدین ترتیب مقادیر مثبت بارندگی نشان گر سال‌های خشک و مقادیر منفی بیان گر سال‌های پر باران می‌باشد انتظار آن است که روند صعودی و نزولی آنان هم زمان باشد. شکل مذکور بیان گر آن است که حدود ۸۱٪ موارد مقادیر SOI و بارندگی سالانه دشت قزوین دارای علامت جبری یکسان می‌باشند. به طوری که بارندگی‌های بیش از معمول دشت قزوین با مقادیر مینیمم SOI و کمترین مقدار بارش با مقادیر ماکزیمم SOI هم خوانی دارد.



شکل (۵) تغییرات همزمان SOI و بارندگی نرمال شده سالانه دشت قزوین

شکل (۶) تغییرات هم زمان بارندگی نرمال شده پاییزه دشت قزوین و SOI را نشان می‌دهد. این شکل نیز مبین آن است که مانند حالت سالانه در حدود ۸۵٪ موارد، بارندگی پاییزه دشت قزوین هماهنگی مناسبی با نوسانات SOI دارد.



شکل (۶) تغییرات همزمان SOI و بارندگی نرمال شده فصل پاییز دشت ایستگاه قزوین

برای این که در مورد تأثیر پدیده انسو بر پارامترهای بارش و دمای قزوین اظهار نظر دقیق‌تری داشته باشیم، لازم بود از سنجه‌های دیگری استفاده شود. به همین منظور از روش راپلوسکی و هالپرت (۱۹۹۶) برای بررسی تأثیر فازهای گرم و سرد انسو بر بارندگی و دمای دشت قزوین استفاده شد. برای این امر در مرحله اول فازهای گرم و سرد انسو مشخص، سپس میانگین بارش و دما در این دوران‌ها تعیین شدند. پس از آن میانگین مقادیر محاسبه شده حالت‌های سالانه، فصلی فازهای مذکور بر متوسط بارش و دمایی دراز مدت متناظر تقسیم شدند که نتایج در جدول (۴) و (۵) ارایه گردیده است.

جدول (۴) بیان‌کننده آن است که نسبت بارش در سال‌های وقوع پدیده النینو در کلیه حالت‌ها بیشتر از میانگین دراز مدت می‌باشد. به طوری که اختلاف بارندگی بین سال‌های رخ داد پدیده النینو با لائینا برای حالت‌های سالانه، فصول پائیز، زمستان، بهار، تابستان قابل ملاحظه می‌باشد.

جدول (۴) نسبت مقادیر بارش در شرایط مرزی شاخص SOI با میانگین دراز مدت بارش ایستگاه قزوین

فاز	نام ایستگاه	سالانه	پاییز	زمستان	بهار	تابستان
سرد (لائینا)	قزوین	۰/۷۳	۰/۶۳	۰/۷۳	۰/۸۲	۰/۵۲
	تاکستان	۰/۸۳	۰/۸۲	۰/۷۹	۰/۸۵	۰/۶
	شهید رجایی	۰/۸۷	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۸۶	۰/۵۹
	باغ کوثر	۰/۹۰۵	۰/۸۹	۰/۸۲	۰/۹۲	۰/۶۵
گرم (النینو)	قزوین	۱/۳۳	۱/۳۸	۱/۲۵	۱/۲۷	۱/۳۸۷
	تاکستان	۱/۱۹	۱/۲۶	۱/۱۵	۱/۱۳	۱/۱۶
	شهید رجایی	۱/۱۷	۱/۲۷	۱/۱۶	۱/۱۵	۱/۱۹
	باغ کوثر	۱/۲۰	۱/۲۸	۱/۱۷	۱/۱۹	۱/۲۱

همان طور که در جدول (۵) ملاحظه می‌شود میانگین دمای سالانه دشت قزوین در زمان‌های فاز گرم کمتر از فازهای سرد می‌باشد. در شرایطی که پدیده النینو حاکم است میانگین دمای سالانه دشت، سردتر از میانگین دراز مدت می‌باشد. در عوض هنگامی که پدیده لانینا حاکم است میانگین دمای سالانه دشت بیشتر از میانگین دراز مدت می‌باشد. مقدار نسبت برای میانگین دمای فصول چهارگانه که پدیده النینو و لانینا رخ می‌دهد تفاوت معنی داری را نشان نمی‌دهد.

جدول (۵) نسبت مقادیر میانگین دما در شرایط مرزی شاخص SOI با میانگین دراز مدت میانگین دمای دشت قزوین

تابستان	بهار	زمستان	پاییز	سالانه	نام ایستگاه	فاز
۱/۳۳	۱/۱۹	۰/۴۰۳	۰/۸۲	۱/۰۴	قزوین	سرد (لانینا)
۱/۲۷	۱/۱۱	۰/۵۶	۰/۷۹	۱/۰۲۳	تاکستان	
۱/۲۹	۱/۰۹	۰/۴۵۵	۰/۷۸۹	۱/۰۰۱	شهید رجایی	
۱/۳۵	۱/۳۶	۰/۴۹	۰/۹۰	۱/۰۹۹	باغ کوثر	
۱/۲۴	۱/۱۱	۰/۲۹	۰/۷۱	۰/۹۴	قزوین	گرم (النینو)
۱/۳۲	۱/۱۵	۰/۳۶	۰/۸۱	۰/۹۷۳	تاکستان	
۱/۲۸	۱/۱۳	۰/۳۸	۰/۷۹	۰/۹۵۳	شهید رجایی	
۱/۳۱	۱/۲۱	۰/۴۰	۰/۸۳	۰/۹۹۸	باغ کوثر	

جدول (۶) نشان می‌دهد که مقادیر بارش‌ها در سال‌های وقوع النینوهای شدید نسبت به سال‌های لانینا‌های شدید افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. نتیجه این تحقیق نتایج پژوهش‌های خوش اخلاق (۱۳۷۷)، (عزیزی، ۱۳۷۹) ناظم‌السادات (۱۳۸۰)، خورشیددوست (۱۳۸۵) را در مورد افزایش بارش‌های فصل پاییز و سالانه در سال‌های وقوع ال نینو و کاهش بارش و خشکسالی در سال‌های توأم به لانینا را تأیید می‌نمایند.

جدول (۶) نسبت مقادیر بارش در هنگام رخ داده‌های شدید پدیده النینو و لانینا با میانگین دراز مدت بارش دشت قزوین

تابستان	بهار	زمستان	پاییز	سالانه	نام ایستگاه	فاز
۰	۰/۴۶	۰/۷۵	۰/۳۴۷	0/544	قزوین	سرد (لانینا)
۰	۰/۷۶	۰/۹۵	۰/۷۱	۰/۸۹	تاکستان	
۰	۰/۶۲	۰/۸۲	۰/۴۵	۰/۶۱	شهید رجایی	
۰	۰/۵۲	۰/۸۷	۰/۳۹	۰/۶۳	باغ کوثر	
۰/۵۷	۰/۹۶	۱/۳۲	۲/۰۶	۱/۵۷	قزوین	گرم (النینو)
۰/۱۴	۰/۹۵	۱/۳۸	۱/۵۴	۱/۱۲	تاکستان	
۰/۲۰	۰/۹۴	۱/۲۵	۱/۷۵	۱/۲۵	شهید رجایی	
۰/۲۵	۰/۹۳	۱/۳۰	۱/۸۶	۱/۳۱	باغ کوثر	

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق از شاخص SOI به عنوان معیار ارزیابی شدت انسو استفاده گردید. نتایج بررسی حاضر حاکی از آن است که همبستگی متوالی معنی داری بین میانگین دمای ایستگاه قزوین و پدیده انسو وجود ندارد اما میانگین دمای سالانه در سال‌های وقوع پدیده النینو کمتر از میانگین دراز مدت می‌باشد و در عوض در سال‌های وقوع پدیده لانینا میانگین دمای سالانه دشت بیشتر از میانگین دراز مدت می‌باشد.

بین بارش سالانه و پاییزه دشت قزوین و پدیده انسو همبستگی متوالی معنی داری وجود دارد ولی همبستگی متوالی معنی داری بین بارش فصل‌های زمستان، بهار، تابستان ایستگاه قزوین و پدیده انسو مشاهده نشد. اما در سال‌های وقوع پدیده النینو بارندگی در کلیه فصول بیشتر از میانگین دراز مدت می‌باشد. در عوض در سال‌های وقوع پدیده لانینا کاهش قابل ملاحظه‌ای در بارندگی دشت قزوین مشاهده می‌شود. به طوری که به طور نمونه نسبت مقادیر بارش در شرایط مرزی شاخص SOI با میانگین دراز مدت بارش ایستگاه قزوین در فازهای گرم (النینو) در حالت سالانه حدود ۳۳٪ و برای فصول پاییز حدود ۳۸٪، زمستان ۲۵٪، بهار ۲۷٪، تابستان ۳۸٪ افزایش نشان می‌دهد متقابلاً بارندگی در شرایط فاز سرد (لانینا) در حالت سالانه حدود ۲۷٪ و برای فصول پاییز حدود ۳۷٪، زمستان ۲۷٪، بهار ۱۸٪، تابستان ۴۸٪ کاهش نشان می‌دهد.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان در خصوص تأمین اعتبار پروژه سپاسگزاریم.

منابع

- ۱- خوش اخلاق، فرامرز، (۱۳۷۷)، «پدیده انسو و تأثیر آن بر رژیم بارش ایران»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۱
- ۲- خورشیددوست، علی محمد و یوسف قویدل رحیمی، (۱۳۸۵)، «ارزیابی اثر پدیده انسو بر تغییر پذیری بارش‌های فصلی استان آذر بایجان شرقی با استفاده از شاخص چند متغیره انسو»، پژوهش‌های جغرافیایی، دانشگاه تهران. شماره ۵۷.
- ۳- عزیزی، قاسم، (۱۳۷۹)، «النینو و دوره‌های خشک سالی و تر سالی در ایران»، پژوهش‌های جغرافیایی، دانشگاه تهران. شماره ۳۸.
- ۴- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۱)، «اقلیم شناسی سینوپتیک»، انتشارات سمت، چاپ اول، تهران. صص ۱۴۱.
- ۵- فامیلی، داریوش، همکاران (۱۳۷۹)، «جغرافیایی استان قزوین»، نشر کتاب‌های درسی. صص ۱۱-۱۲.
- ۶- مهدوی، مهدی، (۱۳۷۸)، «مدیریت سیل، طرح ملی آمادگی و کنترل سوانح طبیعی»، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، گزارش شماره ۱۱/۰۵.
- ۷- ناظم السادات، محمد جعفر، (۱۳۸۰)، «خشکسالی و بارندگی مازاد در ایران و ارتباط آنها با پدیده النینو-نوسانات جنوبی»، انتشارات دانشگاه شیراز. صص ۳-۴۱-۴۲-۴۳.
- 9- Chen, j. M; T. Li...: (2007), "Asymmetry of the El Niño-Spring Rainfall Relationship in Taiwan", *Journal of Meteorological Society of Japan*, June. Pp. 297-312.
- 10- Felis, T. (2000), "A coral oxygen Isotope record from the Northern Red Sea documenting NAO", Enso and NP teleconnections on Middle East climate variability since the year 1750, No AA Paleoclimatology Program, NOAA, V. 15, pp. 679.
- 11- Kripalani, R; H. Kukarni, (1998), "No drought over India following very strong El NINO Episodes", *Drought Network News*, Vol 10, No 2, June, pp. 14.
- 12- Kuroda, Y. (2007), "Effect of QBO and ENSO on the Solar Cycle Modulation of Winter North Atlantic Oscillation", *Journal of Meteorological Society of Japan*, April (2007). pp. 889-898.
- 13- Moron, V; G .Plaut, (2003), "The impact of ENSO upon weather regimes over Europe and the North Atlantic during boreal winter", *Int.J.Climatol*, 23 (4) pp 91.
- 14- Nazemosadat, M. J. (1999), "Enso Impact on the Occurrence of Autumnal Drought in Iran", *Drought Network News*. Vol 11, No2, May, pp.17-18.
- 15- Nazemosadat, M. J; I. Cordery, (1997), "On the relationships between Enso and autumn rainfall", *International Journal Climatology*, 1, pp. 47-62.

- 16- Nazemosadat, M. J; I. Cordery, (2000a), "On the relationships between Enso and winter rainfall in Iran", 26th National and 3rd International Hydrology and Water Resources Symposium, Inst. Eng., Australia, 20-23 November, Perth.
- 17- Ropelewski, C.F; M.S. Halpert, (1989), "Precipitation Patterns Associated with the High Index Phase of the Southern Oscillation", *J. Climate*, 2, pp. 268-284.
- 18- Ropelewski, C.F; M.S. Halpert, (1996), "Quantifying southern oscillation-precipitation relationships", *J. Climate*, 9, pp. 1043-1059.
- 19- Tang, Y. (2008), "An Analysis of Nonlinear Relationship between the MJO and ENSO", *Journal of Meteorological society of Japan*. July, Pp. 867-881.
- 20- Tomito, T; J. yasunari, (1993), "On the two types of Enso", *Journal of Meteorological society of Japan*, Apr, Pp.275.
- 21- Troup, A. J. (1965), "The Southern Oscillation", *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 91, pp. 490-506.
- 22- WMO, (1998), "El-nino and the clips project", *World Climate News*, No 13, Jun, WMO, Switzerland, Pp.8.
- 23- Zubair, L. (2003), "El-Nino-Southern Oscillation influence on the Mahaveli stream flow in Seri Lanka", *Int.J.Climatol.* 23, 1, pp. 368.