پژوهش های جغرافیایی ـ شماره۵۷، پائیز ۱۳۸۵
صص ۲۶-۱۵

ارزیابی اثر پدیدهٔ «انسو»[1] بر تغییرپذیری بارش های فصلی استان آذربایجان شرقی با استفاده از «شاخص چند متغیرهٔ انسو»[2]

علی محمد خورشید دوست* – استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز
یوسف قویدل رحیمی – کارشناس ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز**

دریافت مقاله : ۸۳/۳/۱۲
تأیید نهایی: ۸۳/۱۱/۲۶

چکیده

با استفاده از MEI نقش پدیدهٔ جوّی- اقیانوسی انسو در تغییرپذیری بارش های فصلی استان آذربایجان شرقی مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج حاصل از بکارگیری روش تحلیل همبستگی «پیرسون» بیانگر ارتباط مثبت بین شاخص چند متغیرهٔ انسو و بارش ایستگاه های آذربایجان شرقی است که در بین فصول چهار گانه میزان همبستگی فقط در فصل پائیز معنی دار بوده و در سایر فصول همبستگی معنی داری بین بارش و پدیده های ال نینو و لانینا مشاهده نگردید. این امر به معنی افزایش میزان بارش های پائیزی به هنگام ال نینو (فاز گرم و مثبت در پدیدهٔ انسو) و بر عکس کاهش بارش در فاز لانینا (فاز سرد و منفی) است. در بین ایستگاه های مورد مطالعه بیشترین میزان همبستگی بارش پائیزی با شاخص چند متغیرهٔ انسو در ایستگاه سراب و کمترین میزان همبستگی در ایستگاه تسوج مورد محاسبه قرارگرفته است. مقادیر ضریب همبستگی مورد محاسبه بین بارش و MEI بیانگر نقش عوامل جغرافیایی در میزان تأثیر پذیری از پدیدهٔ انسو می باشد؛ به این معنی که در استان آذربایجان شرقی از غرب به شرق و از شمال به جنوب بر میزان همبستگی یا به عبارت دیگر بر میزان تأثیرپذیری از پدیدهٔ انسو افزوده می گردد که اوج این افزایش در ایستگاه سراب قابل مشاهده است.

واژگان کلیدی: **انسو، ال نینو، لانینا، شاخص چند متغیرهٔ انسو، تغییرپذیری بارش های فصلی.**

مقدمه

در بین عوامل تغییر دهندهٔ اقلیم در مقیاس جهانی، پدیدهٔ انسو (ال نینو-نوسان جنوبی) یکی از مهم ترین آنها است که با بوجودآوردن پدیده های ال نینو و لانینا تغییراتی را در اقلیم خصوصاً توزیع زمانی ـ مکانی بارش ایجاد می نماید. ال نینو از منظر

1–El Nino Southern Oscillation (ENSO)
2- Multivariate ENSO Index (MEI)

* E-mail: khorshid@tabrizu.ac.ir
نویسنده مسئول تلفن: ۰۹۱۴۳۱۳۴۴۵۳
** E-mail: NeuralClimate@Yahoo.co,Uk

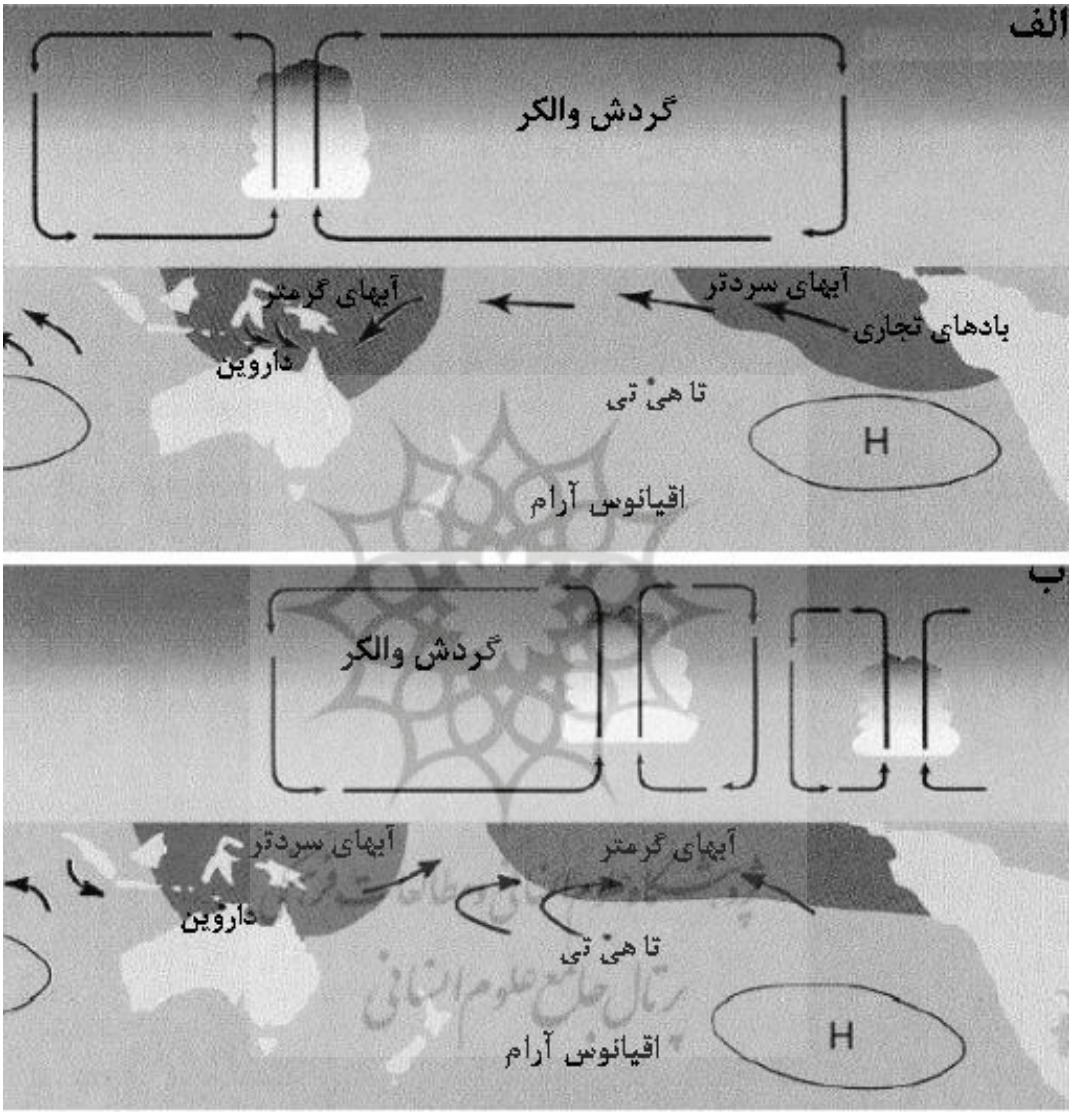
اقلیم شناسان به جریان آب نسبتاً ضعیف و گرمی که در برخی سال ها حوالی کریسمس در جهت جنوب و در سواحل جنوبی اکوادر و سواحل شمالی پرو واقع در شرق اقیانوس آرام روی می دهد، اطلاق می شود. هر چند سال یک بار این جریان تشدید می گردد و ثابت شده زمانی که دمای آب ۳/۵ درجه سانتی گراد افزایش می یابد، بارش شدید و وقوع سیل حتمی است که این فرآیند نیز آشفتگی های محیطی را به همراه خواهد داشت. از دیدگاه تغییرات اقلیمی، ال نینو چیزی بیشتر از یک جریان آب گرم ناگهانی در سواحل پرو است؛ زیرا ال نینو علاوه برتوانایی بالابردن دمای ناحیهٔ وسیعی از منطقه استوایی اقیانوس آرام، می تواند عامل تغییراتی در جهت باد و جریان آب نیز باشد. در واقع ال نینو می تواند عامل یک نوسان در فشار هوا در ناحیه وسیعی از اقیانوس آرام باشد. در نتیجه اقلیم شناسان ال نینو را به عنوان یک پدیدهٔ منفرد در نظر نگرفنه و از انسو صحبت می کنند (به دلیل ارتباط و هم زمانی ال نینو با شاخص نوسان جنوبی این دو پدیده ادغام، انسو نامیده می شود)، که همانند پاندولی بین ال نینو یا حالت گرم شدن آب (فاز گرم) و لانینا یا حالت سرد شدن آب (فاز سرد) نوسان می کند. نوسان جنوبی در سال ۱۸۹۷ شناسایی و به وسیلهٔ تحقیقات واکر تأیید شد (علیجانی،۱۳۸۱، ص۱۴۱). به جریانات همرفتی انسو جریان واکر نیز می گویند. جریان واکر، یک گردش مداری است که در عرض های پائین اتفاق می افتد. بدین نحو که توزیع ناهمگن دریا و خشکی و تغییرات دمای سطح دریا در اقیانوس آرام موجب گرم شدن نامتقارن مداری و گردش شرقی ـ غربی هوا می شود. هوا در مناطق گرم و آرام کجا غربی صعود و در مناطق نسبتاً سرد شرق اقیانوس آرام فرونشینی می کند. تضاد حرارتی و تفاوت فشار متعاقب آن، موجب پیدایش سلولی با چرخش شرقی ـ غربی (مداری) هوا در منطقهٔ اقیانوس آرام می شود که همان گردش واکر است (مفیدی، ۱۳۸۳، ص۱۶). در شرایط عادی گردش سلول واکر، بادهای سطحی از شرق(بادهای تجاری) و بادهای سطوح فوقانی از غرب می وزند تا سلول تکمیل گردد (شکل شماره ۱- الف). در سال هایی که ال نینو بوقوع می پیوندد، روال عادی گردش سلول واکر به هم خورده و حتی ممکن است حالت معکوس آن ایجاد گردد. زمان بالای شاخص نوسان جنوبی موجب تشدید جریان واکر و زمان شاخص پائین نوسان جنوبی بیانگر وقوع ال نینو است (شکل شماره ۱-ب). وقوع ال نینو به عنوان فاز گرم پدیدهٔ انسو روال عادی سلول های هدلی را مختل و جریان زنّاری واکر را معکوس می کند. در فاز ال نینو گردش واکر تضعیف و حتّی به شکل یک سامانهٔ گردشی پیچیده تری به سلول های کوچک تر شکسته می شود که این تغییر محرّک بسیاری از سوانح محیطی است (وانگ۲۰۰۲، ص۴۰۶). پدیدهٔ انسو را می توان به عنوان یک گردش جوّی ـ اقیانوسی قوی که با شدّت و ضعف هایی در بسیاری از مناطق کرهٔ زمین دارای تأثیراتی است، نام برد. میزان تأثیر پدیدهٔ مذکور در عرض های جغرافیایی میانی بیشترتر از دیگر مناطق زمین است و به این علت ال نینو و لانینا فرزندان مدارات نامیده شده اند (ترنبرث و هنسون، ۱۹۹۶، ص۵۸).

موران و پلائوت[1] (۲۰۰۳، ص ۳۶۸) اثرات انسو بر رژیم اقلیمی اروپا و اطلس شمالی را در طول ۱۱۹ زمستان مورد بررسی قرار داده و ارتباطی قوی بین وقوع پدیده های یخبندان و سوزباد 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 (ال نینو) پیدا کرده اند. زبیر[2] (۲۰۰۳ ص۹۱) حساسیّت و تغییرات دبی رودخانهٔ ماهاولی در سریلانکا را به پدیدهٔ انسو مورد تحقیق قرار داده و ثابت نموده است که کاهش دبی رودخانهٔ مهاولی و تأثیرات منفی زیست محیطی ناشی از آن مثل کاهش توان خود پالایی رودها، افزایش آلودگی آب و

[1]- Moran and Plaut
[2]- Zubair

مرگ آبزیان، در فاز ال نینو روی می دهند. هارلو[1] و همکارانش (۲۰۰۳، ص ۲۴) اثرات پدیدهٔ انسو بر ظهور و گسترش بیماری مالاریا را در بروندی مورد بررسی قرارداده و بین سال های ال نینو (فاز گرم انسو) و کثرت تعداد مبتلایان به مالاریا ارتباطی بسیار قوی محاسبه نموده اند.

شکل۱- شماتیک پدیدهٔ انسو: الف) وضعیت عادی و سرد سیستم چرخشی واکر، ب) فازگرم (ال نینو) از زبیر (۲۰۰۳، ص۹۸)



مطالعات انجام گرفته در بنگلادش، وقوع پدیده های مخرّب و خانمانسوز خشکسالی و سیل را نتیجهٔ ال نینو معرفی کرده است. نتایج اجتماعی ـ اقتصادی ال نینو در بنگلادش در اشکالی چون قحطی، فرسایش خاک، آتش سوزی جنگل ها و مزارع، مرگ و میر احشام، انهدام تأسیسات آبرسانی، افزایش مالاریا به منصهٔ ظهور می رسد (چودری، ۱۹۹۶، ص۲۱).

مطالعات انجام گرفته در مناطق مونسونی مانند شبه قارهٔ هند بیانگر کاهش شدید بارش های تابستانی، افزایش توفان های حارّه ای و هاریکن ها در طول سال های ال نینو است (کوگلان، ۲۰۰۲، ص۲۱۳). به عقیدهٔ بارلو و همکاران وی (۲۰۰۲، ص۶۹۷) خشکسالی

[1]- Harlow

وسیع (فراگیر)، شدید و متوالی (با تداوم چهارساله) سال های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۱ خاورمیانه نتیجهٔ هم زمانی، تاثیرگذاری و استمرار قوی ترین لانینای نیم قرن اخیر می باشد.

پدیدهٔ انسو نه تنها بر اقلیم و به ویژه بر بارش نیمکرهٔ جنوبی که بر اقلیم و بارش نیمکره شمالی نیز دارای اثرات غیر قابل تردید و مهمّی می باشد، و کشور ما نیز در برخی ماه ها و فصول سال تحت تاثیر پدیده مذکور قرار می گیرد. در این زمینه خوش اخلاق(۱۳۷۷، ص۱۲۱) اثرات پدیده انسو بر رژیم بارش نواحی مختلف ایران را به صورت غیر مستقیم و از طریق دگرگون سازی الگوهای گردش عمومی جوّ و تاثیرات آن بر میزان بارش و خشکسالی ها و ترسالی های ایران مورد مطالعه قرار داده و نقش آن بر رژیم بارش نواحی مختلف ایران را مهمّ و پر تاثیردانسته است. ناظم السادات (۱۳۷۸، ص۲۵۲) با توجّه به همبستگی منفی که بین شاخص نوسانات جنوبی و بارندگی پاییزه مناطق مختلف ایران مورد محاسبه قرار داده، معتقد است که در ایران به ویژه در مناطق جنوبشرقی وقوع ال نینو غالباً با افزایش بارش پاییزه و وقوع پدیدهٔ لانینا اکثراً با خشکسالی های پائیزه ارتباط و هم زمانی دارند. ناظم السادات(۲۰۰۱) اثر مثبت ال نینو بر بارش و تأثیر لانینا بر کاهش بارش در فصل زمستان (همانند پائیز) را برای کل ایران صادق دانسته است. غیور و خسروی(۱۳۸۰) تأثیر پدیده انسو را بر ناهنجاری های بارش پاییزه و تابستانی جنوبشرق ایران مورد تجزیه و تحلیل قرارداده و ثابت کرده اند که حداکثر بارش های پاییزه در ناحیهٔ مورد مطالعه با قوی ترین ال نینوها (۱۹۸۲ و ۱۹۹۷) مطابقت کاملی دارند. افزایش بارش پاییزه در فازهای گرم نسبت به فازهای خنثی و سرد و حالت معکوس آن در تابستان (خشکی در فاز گرم و افزایش بارش در فاز سرد) نیز از نتایج مهمّ تحقیق مذکور می باشد. قویدل رحیمی(۱۳۸۳، ص۴) با استفاده از سنجه های نینو۲+۱، نینو۳، نینو۳,۴، نینو۴ و SOI[1] میزان همبستگی بارش های ماهانه و فصلی ایستگاه های آذربایجان شرقی با پدیدهٔ انسو را مورد بررسی قرارداده و همبستگی معنی داری بین پدیدهٔ انسو و نوسانات بارش فصل پائیز را محاسبه نموده است. در تحقیق یاد شده اثر پدیدهٔ انسو بر بارش در فاز گرم(ال نینو) مثبت، توأم با افزایش و بر عکس در فاز سرد انسو(لانینا) منفی و توأم با وقوع خشکسالی های پاییزه ارزیابی شده است.

در کل تحقیقات انجام گرفته در خصوص تأثیرات الگوی جوی ـ اقیانوسی انسو بر بارش ایران زمین، همبستگی و ارتباط پیوند ازدور موجود بین افزایش بارش در دورهٔ سرد سال و در سال های وقوع ال نینو و کاهش بارش و خشکسالی در سال های توأم با لانینا را تائید می نمایند در (مدرس پور،۱۳۷۳، ص۱۲۴؛ خوش اخلاق، ۱۳۷۷، ص۱۲۱؛ ناظم السادات، ۱۳۷۸، ص۲۵۲؛ عزیزی، ۱۳۷۹، ص۷۱ و قویدل رحیمی،۱۳۸۳، ص۴).

این پژوهش در پس آن است که با استفاده از داده های بارش فصول چهارگانه، شاخص چند متغیرهٔ انسو و روش های آماری اثرات پدیدهٔ انسو(ال نینو و لانینا) بر ناهنجاری های فصلی بارش را در ایستگاه های استان آذربایجان شرقی مورد بررسی قرار دهد.

داده ها و روش ها

داده ها:

داده های متوسط بارش ماهانهٔ ایستگاه هایی از استان آذربایجان شرقی که دارای آمار بلند مدت بین سال های۱۹۶۰تا ۲۰۰۲ بوده اند، برای این مطالعه انتخاب گردید(شکل شماره (۲) توزیع جغرافیایی و جدول شماره (۱) مشخصات ایستگاه های مورد

[1]- Southern Oscillation Index (SOI)

مطالعه نشان داده شده است) که با استفاده ازداده های مذکور بارش دو ماهه و فصلی برای این مطالعه محاسبه و مورد استفاده قرار گرفته اند.

شکل۲- توزیع فضایی ایستگاه های مورد مطالعه در محدودهٔ جغرافیایی استان آذربایجان شرقی

جدول۱- مشخصات ایستگاه های مورد مطالعه

ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حوضه آبریز ایستگاه	ارتفاع به متر	بارش سالانه به میلی متر	طول دورهٔ آماری ایستگاه
آجی چای	کلیماتولوژی	۴۶ ۲۴/	۳۸ ۰۷/	دریاچه ارومیه	۱۴۰۰	۲۷۵	۴۳ سال
اهر	سینوپتیک	۴۷ ۰۳/	۳۸ ۲۶/	رود ارس	۱۳۹۰	۳۱۵	۴۳ سال
تبریز	سینوپتیک	۴۶ ۱۷/	۳۸ ۰۵/	دریاچه ارومیه	۱۳۶۱	۲۹۴	۵۳ سال
تسوج	بارانسنجی	۴۵ ۲۱/	۳۸ ۱۹/	دریاچه ارومیه	۱۳۷۰	۳۵۶	۴۳ سال
جلفا	سینوپتیک	۴۵ ۴۰/	۳۸ ۴۵/	رود ارس	۷۳۶	۲۵۴	۴۳ سال
سراب	سینوپتیک	۴۷ ۳۲/	۳۷ ۵۶/	دریاچه ارومیه	۱۶۸۲	۲۵۶	۴۳ سال
قره آغاج	کلیماتولوژی	۴۷ ۴۴/	۳۹ ۲۰/	رود ارس	۷۰۰	۴۵۲	۴۳ سال
کلیبر	سینوپتیک	۴۷ ۰۴/	۳۸ ۵۲/	دریاچه ارومیه	۱۲۱۰	۴۲۴	۴۳ سال
لیقوان	بارانسنجی	۴۶ ۲۶/	۳۷ ۵۰/	دریاچه ارومیه	۲۱۰۰	۳۱۸	۴۳ سال
مراغه	سینوپتیک	۴۶ ۱۶/	۳۷ ۲۴/	دریاچه ارومیه	۱۴۷۶	۳۳۸	۴۳ سال
میانه	سینوپتیک	۴۷ ۴۲/	۳۷ ۲۰/	رود قزل اوزن	۱۱۱۰	۲۷۳	۴۳ سال
هرزندات	بارانسنجی	۴۵ ۴۵/	۳۸ ۳۹/	رود ارس	۱۶۰۰	۲۹۹	۴۳ سال

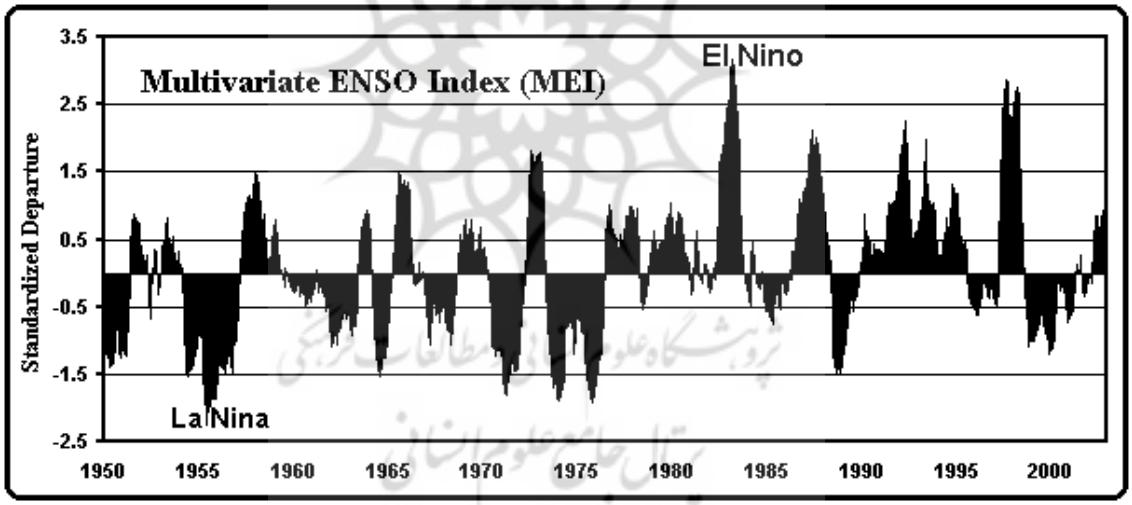
سه سال ۱۹۶۰، ۱۹۶۱ و۱۹۶۲ برای ایستگاه های مذکور از طریق روش شبکهٔ عصبی مصنوعی بازسازی شده است

داده های مربوط به MEI که ماهیتاً به صورت دو ماهه (دسامبر- ژانویه) تنظیم شده است از طریق اینترنت و از وب سایت «مرکزتشخیص اقلیمی» ناسا اخذ و در این مطالعه مورد استفاده قرارگرفته است. شاخص MEI معتبرترین نمایهٔ پدیدهٔ انسو محسوب گردیده و مزیّت این شاخص نسبت به دیگر شاخص های انسو (شاخص نوسانات جنوبی، نینو۱+۲، نینو۳، نینو۴,۳ و نینو۴) را می توان درکثرت عناصر بکارگرفته شده در ساختار شاخص و در نتیجه دقیق تر بودن آن جستجو نمود. این عوامل ششگانه که شاخص MEI انسو تابعی از آنها محسوب می گردد، عبارت از:۱- فشار سطح دریا (P) ۲- مؤلفهٔ زنّاری باد سطحی(**U**) ۳- مؤلفهٔ نصف النهاری باد سطحی (V) ۴- دمای سطح دریا (**S**) ۵- دمای هوای سطحی (A) ۶- اصطحکاک در میزان ابرناکی کلی آسمان(**C**) هستند. با توجّه به مطالب فوق می توان معادلهٔ تابعی شاخص MEI را به صورت زیر نوشت:

$$MEI = f(P + U + V + S + A + C)$$

به دلیل کثرت عناصر مورد استفاده در ساختار MEI ، شاخص مذکور ماهیّت بهم پیوسته و پیچیدهٔ سامانهٔ جوّی-اقیانوسی انسو را بهتر از دیگر شاخص ها نمایان می سازد. اشکالات وارده به سنجه های پیوند از دور به ویژه در هنگام اضافه کردن داده های جدید و یا به هنگام کردن شاخص و مورد داده های اتفاقی درخصوص شاخص MEI کمتر صادق است. در این شاخص مقادیر منفی معرّف پدیدهٔ لانینا و مقادیر مثبت بیانگر حالت ال نینو می باشند. در شکل شماره (۳) سری زمانی شاخص MEI و نوسانات زمانی آن ترسیم و نشان داده شده است.

شکل۳- سری زمانی شاخص MEI از سال۱۹۵۰تا ۲۰۰۲ و توالی پدیده های ال نینو و لانینا (ترسیم ازمؤلفین)



به منظور کنترل کیفی داده های بارش از روش های آزمون توالی (ران تست)، جرم مضاعف و اف تست استفاده شده است. برای هم مقیاس کردن داده های بارش با مقادیر شاخص MEI از داده های بارش نرمال شده، برای تعیین میزان همبستگی بارش با شاخص MEI از روش تحلیل همبستگی پیرسون و برای ترسیم روند سری های زمانی بارش و پدیدهٔ انسو از مدل چند جمله ای (پولی نامینال درجه ۵) استفاده شده است.

نتایج

پس از تجمیع داده های بارش و دو ماهه کردن آنها، با استفاده از مقادیر متناظر شاخص MEI اقدام به تعیین ضرایب همبستگی بین دو ماهه های بارش و دو ماهه های شاخص MEI گردید که ضرایب همبستگی معنی دار تنها در دو ماهه های سپتامبر- اکتبر، اکتبر- نوامبر و نوامبر- دسامبر مشاهده گردید و در دیگر مقاطع زمانی بین بارش و شاخص MEI در ایستگاه های آذربایجان شرقی ارتباط معنی داری مشاهده نگردید. مقدار ضرایب مورد محاسبه و سطح معنی دار بودن آنها در دو ماهه های پاییزی در جدول شماره(۲) درج گردیده است.

ضرایب همبستگی مورد محاسبه برای دو ماهه های پاییزی نشانگر ارتباط مثبت و مستقیم بین پدیدهٔ انسو و بارش های استان آذربایجان شرقی می باشد و این به معنی کاهش بارش در فاز لانینا و افزایش آن در فاز ال نینو است. در بین ایستگاه های مورد مطالعه، بارش ایستگاه های سراب، اهر و مراغه بیشترین و بارش ایستگاه تسوج کمترین همبستگی را با شاخص **MEI** نشان می دهند. محاسبهٔ بیشترین میزان همبستگی در ایستگاه سراب که از شرقی ترین ایستگاه های محدودهٔ مورد مطالعه است، بیانگر تاثیر عوامل جغرافیایی در میزان تاثیرپذیری از پدیدهٔ انسو دارد. این امر در خصوص ایستگاه های مراغه و سراب نیز که در عرض های جغرافیایی پائین تری نسبت به دیگر ایستگاه ها واقع شده اند، صادق است. بدین معنی که با کاهش عرض جغرافیایی و افزایش طول جغرافیایی(از شمال به جنوب و از غرب به شرق) بر میزان همبستگی و تأثیرپذیری ایستگاه های مورد مطالعه از پدیدهٔ انسو افزوده می شود.

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین شاخص MEI و بارش ایستگاه های آذربایجان شرقی در دو ماهه های پائیزی

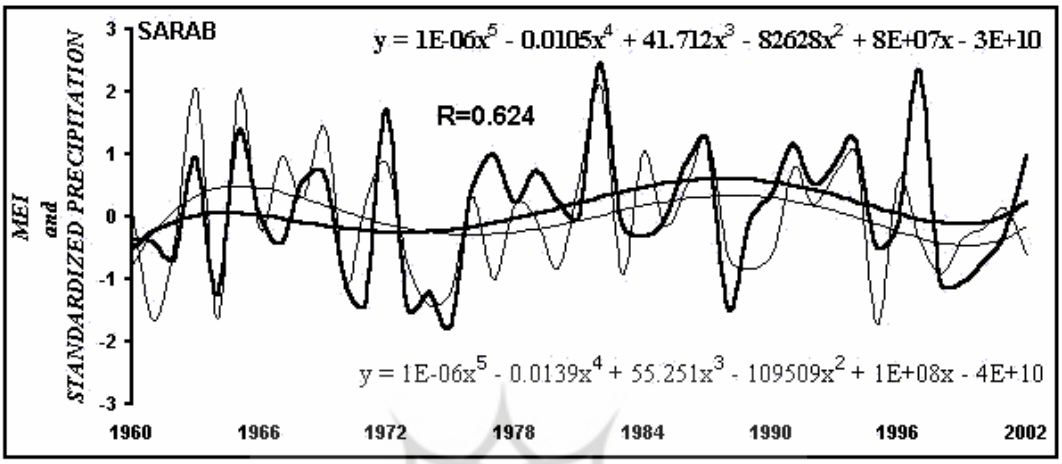
ایستگاه	سپتامبر- اکتبر	اکتبر- نوامبر	نوامبر- دسامبر
آجی چای	۰/۴۸۲##	۰/۵۰۱##	۰/۴۶۸##
اهر	۰/۵۸۸##	۰/۶##	۰/۵۵۲##
تبریز	۰/۴۶۵##	۰/۴۷۵##	۰/۴۳۸##
تسوج	۰/۱۵۶	۰/۱۶۷	۰/۱۸۶
جلفا	۰/۴۱۶##	۰/۴۳۱##	۰/۴۰۸##
سراب	۰/۶۰۹##	۰/۶۲۴##	۰/۵۹۳##
قره آغاج	۰/۴۱۸##	۰/۴۶۱##	۰/۴۵۴##
کلیبر	۰/۳۶۴##	۰/۳۵۸#	۰/۲۸۷#
لیقوان	۰/۳۲۷#	۰/۳۰۷#	۰/۲۸۳#
مراغه	۰/۵۴۱##	۰/۵۳۲##	۰/۵۱۶##
میانه	۰/۴۹۴##	۰/۴۹۲##	۰/۴۶۲##
هرزندات	۰/۳۴۹#	۰/۳۴۷#	۰/۳۱۱#

(## همبستگی معنی دار در سطح ۰/۰۱ # همبستگی معنی دار در سطح ۰/۰۵)

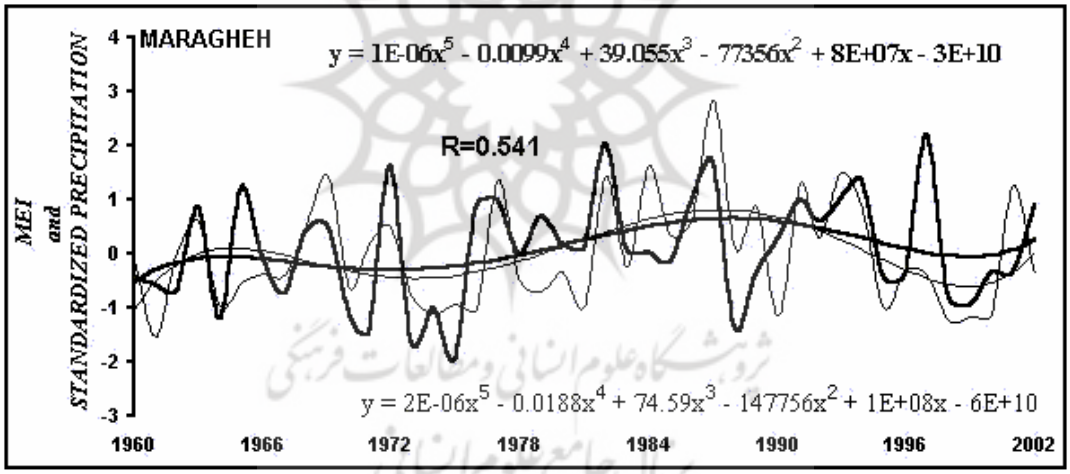
افزون برآن در فصل پاییز روند پنج جمله ای بارش و شاخص MEI نیز کاملاً با همدیگر مطابقت می نمایند که این امر می تواند درپیش بینی بارش پاییزی ایستگاه های استان آذربایجان شرقی از طریق شاخص MEI مفید واقع شود. به منظور درک بهتر میزان

همبستگی و تطبیق بارش های آذربایجان شرقی با نوسانات پدیدهٔ انسو، مدل های سری زمانی بارش و شاخص MEI به همراه روند پنج جمله ای برای ایستگاه های سراب، مراغه و اهر که بیشترین همبستگی را در فصل پائیز با پدیدهٔ انسو نشان داده اند، در اشکال شماره (۴، ۵ و۶) آورده شده است. در اشکال مذکور حروف و خطوط پررنگ نشانگر MEI و حروف و خطوط کم رنگ مربوط به بارش هستند.

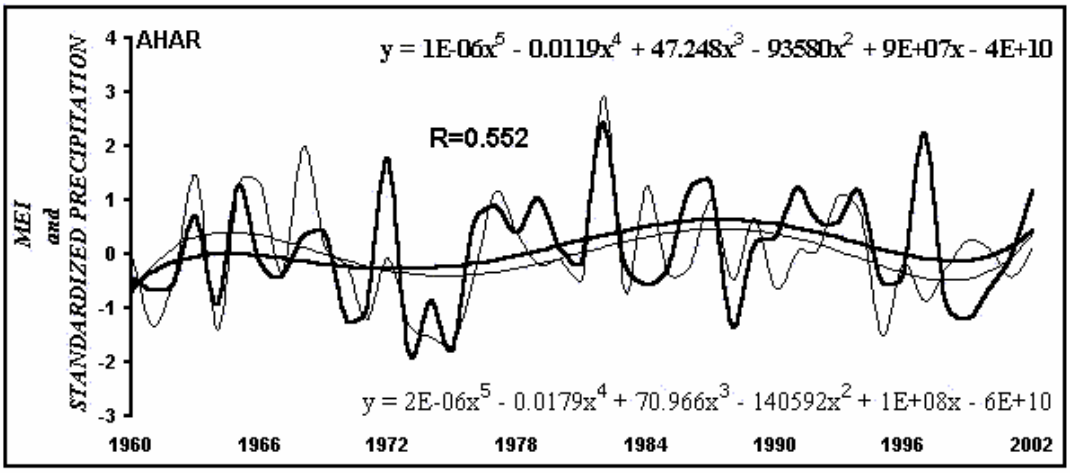
شکل ۴- همبستگی و روند پنج جمله ای بارش و MEI در ایستگاه سراب در دو ماههٔ اکتبر-نوامبر



شکل ۵- همبستگی و روند پنج جمله ای بارش و MEI در ایستگاه مراغه در دو ماههٔ سپتامبر-اکتبر



شکل۶- همبستگی و روند پنج جمله ای سری بارش و MEI در ایستگاه اهر در دو ماههٔ نوامبر- دسامبر



علاوه بر دو ماهه های پاییزی مورد اشاره، در فصل تابستان نیز در ایستگاه های تسوج، قره آغاج و اهر بین بارش و شاخص **MEI** همبستگی خوبی مشاهده گردید. همان گونه که از مدل های سری زمانی ترسیمی در شکل شماره (۴) برمی آید، ارتباط محسوسی بین نوسانات بارش و شاخص **MEI** وجود دارد، به این معنی که با صعود شاخص دوره های ترسالی در فاز ال نینو و با کاهش میزان **MEI** و شروع دورهٔ لانینا شاهد شروع خشکسالی های پائیزی در سطح ایستگاه های استان می باشیم. مثبت بودن ضرایب همبستگی و هم سویی روند تغییرات بارش و شاخص **MEI** نشان بارزی از ارتباط مستقیم بارش(خشکسالی ها و ترسالی های ایستگاه ها) آذربایجان شرقی با پدیدهٔ انسو است.

بحث و نتیجه گیری

تجزیهٔ رگرسیون و محاسبهٔ ضریب تعیین (R^2) خطّی بین بارش و **MEI** برای هر یک از ایستگاه ها در دو ماهه های پاییزی محاسبه و در جدول شماره (۳) درج گردیده است. ضرایب مذکور میزان تاثیر گذاری پدیدهٔ انسو بر نوسانات منفی یا مثبت بارش های پاییزی را بر اساس شاخص **MEI** و در یک سیستم خطی ساده (رگرسیون خطّی) نشان می دهند.

با توجّه به جدول شماره (۳) بارش دو ماههٔ اکتبر- نوامبر ایستگاه سراب با ضریب تعیین ۳۸/۹ بیشترین تأثیرپذیری را از پدیدهٔ انسو نشان می دهد. این ضریب بدین معنی است که پدیدهٔ انسو حداقل عامل تغییر پذیری یا نوسان ۳۸/۹ درصد بارش دو ماههٔ اکتبر- نوامبر ایستگاه سراب است(در روش های غیر خطّی احتمالاً ضریب همبستگی و ضریب تعیین بیشتر از روش های خطّی خواهد بود).

جدول۳- مقادیر درصدی ضریب تعیین ناشی از اثرات پدیدهٔ انسو بر بارش آذربایجان شرقی در دو ماهه های پائیزی۲۰۰۲-۱۹۶۰

ایستگاه	سپتامبر- اکتبر	اکتبر- نوامبر	نوامبر- دسامبر
آجی چای	۳۲/۲	۲۵	۲۲
اهر	۳۴/۶	۳۶	۳۰/۴
تبریز	۲۱/۶	۲۲/۶	۱۹
تسوج	/۰۲۴	/۰۲۷	/۰۳
جلفا	۱۷/۳	۱۸/۶	۱۶/۶
سراب	۳۷	۳۸/۹	۳۵ /۲
قره آغاج	۱۷/۴۷	۲۱/۲۳	۲۰/۶
کلیبر	۱۳/۲۴	۱۲/۸	۸
لیقوان	۱۰/۷	۹/۴۲	۸
مراغه	۲۹/۲۶	۲۸/۳	۲۶/۶۲
میانه	۲۴/۴	۲۴/۲	۲۱/۳۴
هرزندات	۱۲/۱۸	۱۲	۹/۶۷

در کل بارش دو ماهه های پائیزی سراب و پس از آن ایستگاه های اهر و مراغه بیشترین و بارش پاییزی ایستگاه های تسوج، لیقوان، کلیبر و هرزندات کمترین تأثیری پذیری را از پدیدهٔ انسو نشان می دهند.

این تحقیق نتیجهٔ مطالعات مدرس پور، ناظم السادات، خوش اخلاق و عزیزی را مورد تأئید و نتیجهٔ حاصل از مطالعهٔ ناظم السادات(۲۰۰۱) را در خصوص وجود هرگونه ارتباط معنی دار بین پدیدهٔ انسو و بارش زمستانی در ایستگاه های آذربایجان شرقی را رد می کند. با توجّه به این که در مطالعهٔ قویدل و رحیمی نیز هیچ گونه همبستگی معنی داری بین بارش زمستانی و پدیدهٔ انسو در ایستگاه های آذربایجان شرقی محاسبه نشده، لذا اختلاف مذکور یا بر اثر خطای محاسباتی و یا ناشی از تفاوت شاخص مورد استفادهٔ ناظم السادات (شاخص تروپ) بوده است. همچنین این مطالعه ارتباط بارش های پاییزی استان آذربایجان شرقی با پدیدهٔ انسو را با سطح اطمینان بیشتری مورد تأیید قرار داده و نتایج مطالعات قبلی درخصوص تأثیرات پدیدهٔ انسو بر بارش های آذربایجان شرقی را که بر اساس آنها در فصول توأم با ظهور پدیدهٔ ال نینو بارش افزایش و در فصول توأم با پدیدهٔ لانینا کاهش می یابد، مورد تائید قرار داده است. بنظر می رسد که علت اصلی افزایش بارش در فاز ال نینو انتقال رودباد جنب حارّه ای در نیمکرهٔ شمالی به عرض های پائین تر باشد. این انتقال موجب می شود که قسمت شمالی سلول هدلی در موقعیّتی نزدیک تر به استوا قرار گرفته و در چنین وضعیّتی پرفشار(آنتی سیکلون) های جنب حارّه ای خاورمیانه به عرض های پائین تری جابجا شده و امکان نفوذ موج بادهای غربی را در دورهٔ سرد به منطقهٔ مدیترانه و دریای سرخ افزایش می دهند. نتیجهٔ این ساز و کار جوّی ـ اقیانوسی افزایش بارش های فراگیر ایران (و بخش وسیعی از خاورمیانه) در سال های تؤام با ال نینو است. وضعیت معکوس ساز و کار مذکور با ایجاد فاز لانینا زمینهٔ لازم را برای بروز خشکسالی در خاورمیانه و ایران فراهم می آورد .

با توجّه به اینکه بارش پائیزه حدود ۳۰ درصد از بارش سالانهٔ ایستگاه های مورد مطالعه را تشکیل می دهد ، لذا بایستی به پدیدهٔ انسو به عنوان عامل مهمّی که در بوجود آوردن خشکسالی ها (در فاز سرد لانینا) و ترسالی های (در فاز گرم یا ال نینو) پاییزی نقش بسیار بارزی دارد، نگریسته شده و درمدیریت منابع طبیعی به ویژه منابع آب به عنوان یکی از عوامل تعیین کنندهٔ میزان آب قابل استحصال مورد توجّه جدّی قرار داده شود.

تشکر و قدردانی

از همکاری سودمند آقایان دکتر علی عمران کومشچو از ادارهٔ هواشناسی آنکارا، دکتر راجا گوپالان از مرکز تشخیص اقلیمی(**CDC**) ناسا و دکترای: ام. چودری مدیر سازمان مقابله با بلایای طبیعی بنگلادش (داکا) برای تهیهٔ این مقاله سپاسگزاریم.

منابع و مآخذ:

۱- خوش اخلاق، فرامرز، (۱۳۷۷)، پدیدهٔ انسو و تاثیر آن بر رژیم بارش ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شمارهٔ۵۱.

۲- عزیزی، قاسم، (۱۳۷۹)، ال نینو و دوره های خشکسالی و ترسالی در ایران، پژوهش های جغرافیایی دانشگاه تهران، شمارهٔ ۳۸.

۳- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۱)، اقلیم شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، چاپ اول، تهران.

۴- غیور، حسنعلی و محمود خسروی،(۱۳۸۰)، تاثیر پدیدهٔ انسو بر نابهنجاری های بارش تابستانی و پائیزی منطقهٔ جنوب شرق ایران، فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی، شمارهٔ ۶۲.

۵- قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۸۳)، ارتباط پیوند از دور بین پدیدهٔ انسو(ENSO) و ناهنجاری های بارش پائیزی در استان آذربایجان شرقی، ارسال شده به مجلهٔ محیط شناسی دانشگاه تهران.

۶- مدرس پور، آزاده، (۱۳۷۳)، ناهنجاری های اقلیمی ایران و(ENSO)، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد، گروه فیزیک دریا ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال تهران.

۷- مفیدی، عباس، (۱۳۸۳)، ال نینو و نوسان جنوبی، رشد آموزش جغرافیا، شمارهٔ ۶۸.

۸- ناظم السادات، محمد جعفر (۱۳۷۸)، بررسی تاثیر پدیدهٔ ال نینو-نوسانات جنوبی(ENSO) بر بارندگی پاییز، ایران، دومین کنفرانس منطقه ای تغییراقلیم، سازمان هواشناسی کشور و مرکز ملی اقلیم شناسی، تهران.

9- Barlow. M; J. Houghton; Y. Ding. (2002). Drought in central and southwest Asia: Lanina, the warm pool, and Indian Ocean precipitation. J. Climate, 15 (7).

10- Choudhury, A. (1996). Dependence of rainfall and flooding in Bangladesh on ENSO Phenomena. Presented at the SAARC Seminar on Predictability of Monsoonal Rain and Flooding organized by Bangladesh Meteorological Department, Dhaka.

11- Coghlan.C. (2002).El Niño-causes, consequences and solutions, Weather, 57(6).

12- Harlow.J; P.Votava; S.Running.(2003).Monitoring and prediction of Malaria outbreaks . Int.J.Biometeorol.

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).

14- Nazemosadat. M. J. (2001).Winter drought in Iran: Associations with ENSO. Drought Network News. 13(1).

15- Trenberth, K; B. Henson, (1996): Children of the Tropics: El Niño and La Niña. Geophys. Res. Let., 23.

16- Wang C., 2002: Atmospheric circulation cells associated with the El Niño-Southern Oscillation. J. Climate, 15.
17- Zubair.L.2003. El-Niño-Southern Oscillation influence on the Mahaveli stream flow in Seri Lanka. Int.J.Climatol.23 (1).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی