بررسی ابعاد اقلیمی پدیده جهانی انسو (ENSO)
و تأثیر آن بر آب‌وهوای ایران

کد موضوعی: ۲۵۰
شماره مسلسل: ۱۴۶۱۷
دی‌ماه ۱۳۹۴

معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی
دفتر: مطالعات زیربنایی

به‌نام خدا

فهرست مطالب

چکیده ۱
مقدمه ۱
بیان مسئله و ضرورت موضوع ۲
هدف گزارش ۲
مراحل پژوهش ۳
۱. الگوهای جوی (پدیده‌های دورپیوند) اصلی تأثیرگذار بر آب‌وهوای ایران ۳
۱-۱. الگوهای سینوپتیکی منطقه اقیانوس اطلس ۴
۱-۲. نوسان مادن- جولیان ۵
۱-۳. دوقطبی اقیانوس هند ۵
۲. پدیده انسو ۶
۲-۱. شاخص‌های انسو ۷
۲-۲. سال‌های وقوع النینو و لانینا ۸
۳. تأثیر جهانی پدیده انسو ۱۰
تاریخچه شناخت انسو و اثر آن بر بعضی نقاط جهان ۱۰
۴. اثر انسو بر کشور ایران ۱۳
۴-۱. مروری بر تحقیقات انجام شده در داخل کشور ۱۴
۴-۲. خلاصه نتیجه تحقیقات انجام شده در داخل کشور ۱۸
۵. اظهارنظر دستگاه‌های مسئول و مرتبط کشور در مورد اثر النینوی سال ۲۰۱۵ بر کشور ۱۹
۵-۱. اظهارنظر وزارت نیرو ۱۹
۵-۲. اظهارنظر سازمان هواشناسی کشور ۲۱
جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۲۲
منابع و مآخذ ۲۳

بررسی ابعاد اقلیمی پدیده جهانی انسو (ENSO) و تأثیر آن بر آب‌وهوای ایران

چکیده

رویداد النینو ـ نوسان جنوبی یکی از مهمترین و شاخص‌ترین رویدادهایی است که منجر به ظهور ناهنجاری‌های بزرگ آب‌وهوایی در بسیاری از نقاط جهان می‌شود. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که این پدیده بر اقلیم مناطق مختلف جهان تأثیر دارد و برخی از نقاط ازجمله جنوب شرقی آسیا و استرالیا را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. مهمترین موردی را که تقریباً تمام تحقیقات انجام شده در داخل کشور بر آن اتفاق‌نظر دارند، این است که النینو (فاز گرم انسو) باعث افزایش بارش‌ها و لانینا (فاز سرد انسو) باعث کاهش بارش‌ها در کشور می‌گردد و افزایش و کاهش یاد شده عمدتاً در فصل پاییز در کشور اتفاق می‌افتد. با بررسی نتایج تحقیقات انجام شده در کشور می‌توان این نکته را عنوان کرد که در مورد اثر پدیده انسو بر دمای کشور، عدم قطعیت‌های بیشتری نسبت به میزان بارش وجود دارد. قابل ذکر است که با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور ایران، اثرهای متقابل پدیده‌های دورپیوند بر یکدیگر و همچنین اثر پیچیده و غیرخطی این پدیده‌ها بر آب‌وهوای کشور، پیش‌بینی دقیق اثر آنها روی کشور با میزان پیشرفت علم و فناوری کنونی امکان‌پذیر نبوده و نتایج متناقض پیش‌بینی‌ها و تحقیقات در این زمینه نیز از این علت ناشی می‌گردد.

مقدمه

در گذشته برای تغییرات سال به سال اقلیم، ماهیتی کاملاً تصادفی فرض می‌شد و در نتیجه، پیش‌بینی‌های بلندمدت هواشناسی و هیدرولوژیکی فاقد دقت لازم بود. اما پس از سال‌ها تحقیق، دانشمندان متوجه شدند که در رابطه با اقلیم، اقیانوس‌ها، حافظه بهتر و قابلیت اتکای بیشتر نسبت به جو زمین دارند؛ زیرا اطلاعات موجود در جو، به‌سرعت و پس از وقوع یک طوفان محو می‌شوند؛ ولی شرایط حاضر اقیانوس‌ها، آثار مهمی بر اقلیم جهان در ماه‌های آینده خواهند داشت. تحقیقات و مطالعات دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ میلادی توسط دانشمندان کشورهای مختلف در مورد تعامل جو و اقیانوس آرام گویای این مطلب است که اقلیم جهان کاملاً تصادفی و غیرقابل پیش‌بینی نبوده، بلکه تنها درصدی از فرآیندهای اقلیمی به عوامل تصادفی وابسته است. نظم خاصی بر سیستم‌های آب‌وهوایی حاکم می‌باشد که بایستی مورد شناسایی قرار گیرد. می‌توان با استفاده از ارتباط بین بارش و شاخص‌های اقلیمی،

بارندگی در نقاط مختلف جهان را پیش‌بینی کرد. از مهمترین عوامل نظم‌دهنده به اقلیم که تاکنون شناخته شده‌اند می‌توان از النینو ـ نوسان جنوبی[1] (انسو) که شامل پدیده‌های النینو و لانینا می‌باشد و همچنین نوسانات اطلس شمالی نام برد که اینها پایه اصلی مدل‌های اقلیمی را تشکیل می‌دهند. در بسیاری از مناطق جهان انسو، مهمترین عامل تغییرات اقلیمی در مقیاس زمانی یک تا ده سال شناخته شده است و این عامل، اقلیم مناطقی از جهان را به‌شدت تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. این گزارش به معرفی این پدیده و بررسی آثار احتمالی آن بر کشور ایران می‌پردازد.

بیان مسئله و ضرورت موضوع

همان‌گونه که در مقدمه گزارش ذکر شد؛ آب‌وهوای نقاطی از جهان تحت تأثیر پدیده انسو قرار می‌گیرد. براساس اعلام سازمان‌های بین‌المللی (سازمان هواشناسی جهانی و ناسا) سال ۲۰۱۵ میلادی سال شروع وقوع پدیده انسو با قدرتی بیشتر از سال‌های گذشته خواهد بود. نحوه و میزان تأثیر این پدیده بر آب‌وهوای کشور ایران همیشه موضوع تحقیقات بسیاری در کشور بوده است. بررسی اثر مذکور می‌تواند نقش مهمی در برنامه‌ریزی بخش‌های مختلف زیربنایی و اقتصادی کشور داشته باشد. با توجه به وقوع خشکسالی‌ها و کم‌آبی‌های اخیر در کشور ایران، لزوم بررسی این پدیده و برنامه‌ریزی مذکور از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد بود.

در این گزارش سعی شده است به سؤالات زیر پاسخ داده شود:

ـ پدیده انسو چیست و مکانیسم اثر آن چگونه است؟

ـ پدیده انسو چه تأثیری بر مناطق مختلف کره زمین دارد؟

ـ آیا پدیده انسو بر آب‌وهوای ایران تأثیر دارد چنانچه پاسخ مثبت است این آثار به چه صورت خواهد بود؟

هدف گزارش

از تدوین گزارش حاضر اهداف اصلی زیر مدنظر خواهد بود:

- تشریح پدیده انسو و نحوه عملکرد آن،
- بررسی شاخص‌های پدیده انسو،
- تشخیص آثار احتمالی پدیده انسو بر اقلیم و آب‌وهوای کشور ایران.

1. El Niño Southern Oscillation (ENSO)

مراحل پژوهش

برای تدوین این گزارش مراحل زیر انجام می‌گردد:

– با بررسی منابع کتابخانه‌ای، پدیده انسو و نحوه عملکرد آن از منظر علمی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

– با بررسی منابع کتابخانه‌ای، شاخص‌ها و آثار پدیده انسو بر اقلیم جهانی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

– تحقیقات دانشگاهی و مراکز تحقیقاتی مرتبط در مورد آثار پدیده انسو بر اقلیم کشور ایران، جمع‌آوری و مورد بررسی قرار می‌گیرد.

– در تکمیل و صحت‌سنجی موارد فوق از نظرات دانشگاهیان و کارشناسان خبره مراکز تحقیقاتی و دستگاه‌های اجرایی استفاده می‌شود.

– تشکیل جلسات و جمع‌آوری نظرات دستگاه‌های اجرایی کشور در مورد اثر پدیده انسو بر آب‌وهوای کشور.

– جمع‌بندی موارد فوق و تدوین گزارش.

۱. الگوهای جوی (پدیده‌های دورپیوند)[1] اصلی تأثیرگذار بر آب‌وهوای ایران

پدیده‌های دورپیوند جوی با فرآیندهای جوی - اقیانوسی با عمر طولانی شکل می‌گیرند. این پدیده‌ها از ذخیره عظیم و پایدار انرژی بهره‌مند هستند. پایدارترین منابع انرژی در دسترس زمین، اقیانوس‌ها هستند و دیده می‌شود که مهمترین این پدیده‌ها بر روی اقیانوس‌ها توسعه می‌یابند مانند: نوسانات اطلس شمالی[2] در اقیانوس اطلس، نوسان مادن – جولین،[3] دوقطبی اقیانوس هند[4] بر روی اقیانوس هند و انسو در اقیانوس آرام. پدیده‌های دورپیوند دارای مشخصات و ویژگی‌هایی هستند؛ ازجمله:

– دوره تناوب آنها ثابت نیست.

– شدت در هر دوره متغیر است.

– پهنه اثرگذاری به سرچشمه محدود نمی‌شود و سایر اقیانوس‌ها و قاره‌ها را متأثر می‌سازد.

– گسترش دامنه اثر هر یک از این پدیده‌ها به پهنه دیگر، سبب تأثیر متقابل و تقویت یا تضعیف آنها می‌شود.

– آب‌ها و خشکی‌های نزدیک به پهنه اصلی هر یک از این پدیده‌ها بیشترین تغییرات جوی ناشی از آنها را تجربه می‌کنند و با افزایش فاصله، تأثیرپذیری کاهش می‌یابد. در ادامه شرح مختصری از هریک از پدیده‌های فوق ارائه خواهد شد.

1. Teleconnections Patterns
2. North Atlantic Oscillation (NAO)
3. Madden-Julian Oscillation (MJO)
4. Indian Ocean Dipole (IOD)

۱-۱. الگوهای سینوپتیکی منطقه اقیانوس اطلس

بیش از دو قرن پیش، محققان مشاهده کردند که در برخی از سال‌ها، نوساناتی در دمای هوای فصل زمستان در دو طرف ایسلند دیده می‌شود که غیرعادی است. هنگامی که دما در گرینلند کمتر از حد عادی است، در اسکاندیناوی بیش از حد عادی بوده و برعکس. به‌طور مشابه نوساناتی در دما، بارش و فشار در اروپا و آفریقا و آمریکا مشاهده شد که این حالت از تغییرات اقلیمی، اکنون به نام نوسانات اطلس شمالی معروف شده است. این نام ابتدا توسط واکر در سال ۱۹۲۴ میلادی به‌کار برده شد و در حال حاضر ثابت شده است که این نوسانات اقلیمی از شمال آفریقا تا سیبری و از اقیانوس منجمد تا استوا و حتی مناطق دورتر تأثیر دارد.

در منطقه اقیانوس اطلس شمالی دو مرکز عمده فشار وجود دارد که عبارتند از: پرفشار آزور و کم‌فشار ایسلند. مرکز پرفشار آزور در منطقه جنب حاوه، بین مدار ۲۰ تا ۵۰ درجه و در جنوب اقیانوس اطلس شمالی قرار دارد. این الگوی فشار در مواردی تا مناطق شرق اروپا، روی مدیترانه و یا به سمت شمال اقیانوس اطلس نیز گسترش می‌یابد که در این هنگام به‌صورت مانعی، سبب کاهش وزش بادهای غربی می‌شود. عمده‌ترین آثار این سیستم ایجاد مانعی برای عبور جریان‌های غربی و سیکلون‌های عرض‌های میانی و در نهایت کاهش بارندگی می‌باشد. مرکز فشاری دیگری که بر روی اقیانوس اطلس فعال است، مرکز کم‌فشار ایسلند می‌باشد. مرکز کم‌فشار ایسلند دارای محور شرقی-غربی بوده و سراسر اروپای شمالی و غربی را فرا می‌گیرد. در فصل زمستان و با گسترش پرفشار سیبری به سمت غرب، وسعت این سیستم کاهش یافته و مجدداً از اواخر بهار تقویت می‌گردد. ریزش هوای سرد توسط این سیستم بر روی مدیترانه موجب به وجود آمدن منطقه جبهه‌ای در آنجا می‌گردد.

در حالت عادی، ایسلند یک مرکز کم‌فشار و آزور یک مرکز پرفشار است و گرادیان فشار از آزور به سمت ایسلند است، هنگامی که در ناحیه کم‌فشار ایسلند، فشار کمتر از حد نرمال و در ناحیه آزور، فشار بالاتر از حد نرمال باشد، گرادیان فشار افزایش می‌یابد. در این شرایط، بادهای سطحی و طوفان‌های زمستانه از غرب به شرق در مسیر آتلانتیک شمالی که قوی‌تر از حالت معمول‌اند حرکت می‌کنند، در نتیجه، شرایط مرطوب و گرم در شمال اروپا، اسکاندیناوی و ساحل شرقی آمریکا رخ می‌دهد و در طول زمستان‌ها، شرایط خشک در گرینلند، مدیترانه و تا خاورمیانه کشیده می‌شود. هنگامی که در ناحیه کم‌فشار ایسلند، فشار بالاتر از حد نرمال و در ناحیه آزور، فشار پایین‌تر از حد نرمال باشد، گرادیان فشار کاهش یافته و در این شرایط، بادهای سطحی و طوفان‌های زمستانه از غرب به شرق در مسیر آتلانتیک شمالی که ضعیف‌تر از حالت معمول‌اند حرکت می‌کنند. در نتیجه، شرایط زمستانه خشک و سرد در شمال اروپا، اسکاندیناوی و ساحل شرقی آمریکا رخ می‌دهد و شرایط گرم‌تر و مرطوب‌تر به گرینلند، مدیترانه و حتی تا خاورمیانه کشیده می‌شود.

۲-۱. نوسان مادن- جولیان

یک گردش بزرگ‌مقیاس جوی در مناطق حاره‌ای و جنب حاره‌ای است که نخستین بار توسط مادن و جولیان کشف شد و به نوسان مادن - جولیان معروف گردید. این پدیده همرفتی در پهنه استوایی اقیانوس هند و آرام حاره‌ای مهمترین شکل نوسانات زیرفصلی جوی - اقیانوسی است که تغییرات آب‌وهوایی و به‌ویژه بارش مناطق حاره‌ای و جنب حاره‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این پدیده اصولاً با انتشار به سمت شرق یک منطقه همرفتی قوی دارای شدت بارش بر روی اقیانوس‌های هند و آرام شناسایی می‌شود. این پدیده به‌عنوان قوی‌ترین عامل اقلیمی در مناطق حاره و جنب حاره با مقیاس زمانی زیرفصلی شناخته شده است و باعث تغییرپذیری در کمیت‌های مختلف جو و اقیانوس نظیر فشار و دمای سطح دریا و میزان تبخیر از سطح اقیانوس می‌گردد. گسترش مداری این پدیده در حدود ۱۲۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ کیلومتر است و در هر زمان دلخواه تنها یک رویداد از این پدیده در مناطق حاره‌ای وجود دارد. البته گاهی ممکن است به‌طور همزمان در اقیانوس هند در منطقه همرفت نسبتاً ضعیف، یکی در حال شکل‌گیری و دیگری در میانه‌های اقیانوس آرام، در حال از بین رفتن وجود داشته باشد. حرکت به سمت شرق از مشخصه‌های مهم این پدیده است که آن را از سایر پدیده‌های منطقه حاره متمایز می‌سازد.

پدیده مادن - جولیان سراسر مناطق حاره‌ای از شرق آفریقا و غرب اقیانوس هند تا میانه اقیانوس آرام را به‌طور همزمان تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. از این مقیاس مداری گسترده تنها بخشی از آن دارای فعالیت همرفتی است. تأثیر این پدیده بر روی مناطقی مثل خوزستان به‌صورت انتشار امواجی از این رویداد می‌باشد.

۳-۱. دوقطبی اقیانوس هند

دوقطبی اقیانوس هند یک پدیده بر هم کنش اقیانوس - اتمسفر در اقیانوس هند می‌باشد. وقتی دمای آب سطح اقیانوس در جنوب شرقی اقیانوس هند در منطقه استوا سردتر از معمول و دمای سطح آب در غرب اقیانوس هند در استوا گرم‌تر باشد، همرفت نرمال در سراسر اقیانوس هند شرقی رخ داده و حوضه آب گرم به غرب انتقال یافته و بادهای شرقی، قوی‌تر از نرمال خواهد بود. به‌دلیل این پدیده، بارش باران سنگین در سراسر شرق آفریقا و بخش‌هایی از جنوب شرق ایران، ایجاد و خشکسالی شدید و آتش‌سوزی جنگلی در سراسر منطقه اندونزی اتفاق می‌افتد. در این حالت دوقطبی اقیانوس هند در فاز مثبت خود قرار دارد. بنابراین شرق آفریقا، تا حدودی شمال آفریقا و همچنین جنوب شرق ایران دوره‌ای مرطوب‌تر را خواهند داشت. شایان ذکر است که معمولاً فاز منفی دوقطبی اقیانوس هند با جریانات لانینا هم‌پیوند می‌شود و در این حالت میزان تأثیرگذاری هر یک از رویدادهای شاخص انسو بر روی مناطق تحت تأثیر، تشدید خواهد شد. این امر سبب افزایش فراتر از نرمال قدرت بادهای شرقی سطحی در اقیانوس هند

شده در نتیجه رطوبت اقیانوس هند و دریای سرخ در نقش تغذیه رطوبتی سامانه‌های مهاجر در خاورمیانه و یا در تکوین توده هوای کم‌فشار سودانی بیش از پیش ظاهر می‌گردد و دوره‌های مرطوب‌تری را در ایران و خاورمیانه باعث می‌گردد.

۲. پدیده انسو

النینو واژه‌ای است که برای یک پدیده اقیانوسی استفاده می‌شود و عبارت از گرم شدن وسیع سطح بالای آب در اقیانوس آرام حاره‌ای شرقی است که سه فصل یا بیشتر طول می‌کشد. پدیده النینو با تغییر در فشار اتمسفری که به نام نوسان جنوبی شناخته می‌شود ارتباط دارد، محققان نشان داده‌اند که وقوع پدیده النینو با گرم شدن و افت فشار هوا در ناحیه شرقی اقیانوس آرام همراه است. در این شرایط، فشار هوا در سواحل شرقی استرالیا افزایش یافته و دمای سطح آب این سواحل نسبت به میانگین بلندمدت کاهش می‌یابد. آشکارترین نشانه نوسان جنوبی، رابطه معکوس بین فشار هوای سطحی در دو مکان یعنی داروین در استرالیا و جزیره تاهیتی در جنوب اقیانوس آرام است. در این حالت، فشار زیاد در یک مکان تقریباً همیشه همزمان با فشار کم در مکان دیگر است و برعکس. به‌دلیل ارتباط بسیار نزدیک بین نوسان جنوبی و النینو، آنها را مجموعاً به‌عنوان النینو - نوسانات جنوبی یا انسو می‌خوانند.

انسو دارای سه فاز است؛ فاز گرم (النینو)، فاز سرد (لانینا)[1] و شرایط خنثی. این پدیده حاصل اندرکنش اتمسفر و اقیانوس است که باعث سرد و گرم شدن آب سطح دریاها در اقیانوس آرام حاره‌ای به‌صورت دوره‌ای می‌شود و آثار اقلیمی جهانی دارد. درواقع منشأ پدیده اقلیمی انسو، در اقیانوس آرام است، اما با یک مقیاس زمانی ۲ تا ۷ ساله بر اقلیم جهان اثر می‌گذارد.

انسو یک پدیده مستمر و دینامیک است که در هر فاز آن تمایل به تغییر وضعیت و رسیدن به فاز مخالف مشاهده می‌گردد. حاکم شدن شرایط النینو به معنای استقرار یک وضعیت خاص و پایدار آب‌وهوایی در مدت زمان طولانی نیست؛ زیرا در همین شرایط، تغییرات دمای سطح آب و فشار هوا به‌گونه‌ای است که آب‌وهوا را به‌سوی شرایط لانینا سوق می‌دهد. البته دوره لانینا هم برای همیشه دوام ندارد و با تضعیف لانینا، النینو شروع می‌شود. به‌دلیل اینکه فاز سرد کمتر مشخص بوده و نسبت به فاز گرم یا النینو، کمتر موجب بروز فاجعه می‌گردد، لذا توجه کمتری به آن شده است. به‌عبارت ساده، النینو موجب تضعیف بادهای شرقی - غربی در اقیانوس آرام شده و تضعیف این بادها خود موجب تشدید النینو می‌شود. این جفت‌شدگی و اندرکنش بسیار پیچیده بر اقلیم بسیاری از مناطق جهان تأثیرات زیادی اعمال می‌نماید.

1. La Niña

در سال‌های وقوع النینو، پتانسیل بارش و سیلاب در پرو، السالوادر و جنوب غرب آمریکا افزایش می‌یابد، ولی کشورهای واقع در آسیای شرقی، کوبا، هند و آفریقای جنوبی با سال‌های خشک مواجه می‌شوند. از سال ۱۸۷۷ میلادی تاکنون تعداد ۳۰ النینو در اقیانوس آرام به وقوع پیوسته است. در این سال‌ها، طوفان‌های دریایی در اقیانوس اطلس کاهش یافته است. آثار پدیده لانینا تقریباً عکس النینو است. از سال ۱۸۷۷ میلادی تا پایان قرن بیستم، تعداد ۲۴ لانینا مشاهده شده است. پدیده النینو از سال ۱۷۲۶ میلادی ثبت شده است و معمولاً دوره آن یک سال طول می‌کشد، هیچ‌یک از دو دوره‌ای که این پدیده بروز می‌کند، کاملاً مشابه هم نبوده است. البته تشکیل آنها براساس الگوی ثابتی استوار است، لکن از نظر زمان شدت، گسترش و مدت تشکیل و ثبات متغیرند.

۱-۲. شاخص‌های انسو

شاخص‌های متعددی برای تعیین زمان وقوع پدیده‌های النینو و لانینا تعریف شده‌اند؛ که از مهمترین آنها شاخص‌های $Nino_{1+2}$، $Nino_3$، $Nino_{3.4}$، $Nino_4$، JMA[1]، SOI[2]، ONI[3]، TNI[4] و MEI[5] می‌باشد. لازم به ذکر است که شاخص SOI براساس فشار و سایر شاخص‌ها براساس دمای سطح آب اقیانوس آرام حاره‌ای می‌باشند. شاخص‌های براساس دمای سطح آب و محدوده تعریف آنها در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

جدول ۱. محدوده طول و عرض جغرافیایی تعریف شده برای شاخص‌های براساس دمای سطح آب

شاخص	محدوده عرض جغرافیایی	محدوده طول جغرافیایی
$Nino_{1+2}$	۰ تا ۱۰ درجه جنوبی	۸۰ درجه غربی تا ۹۰ درجه غربی
$Nino_3$	۴ درجه جنوبی تا ۴ درجه شمالی	۹۰ درجه غربی تا ۱۵۰ درجه غربی
$Nino_{3.4}$	۵ درجه جنوبی تا ۵ درجه شمالی	۱۲۰ درجه غربی تا ۱۷۰ درجه غربی
$Nino_4$	۵ درجه جنوبی تا ۵ درجه شمالی	۱۵۰ درجه غربی تا ۱۶۰ درجه شرقی
JMA	۴ درجه جنوبی تا ۴ درجه شمالی	۹۰ درجه غربی تا ۱۵۰ درجه غربی
TNI	$Nino_{1+2}$ و $Nino_4$	$Nino_4$ و $Nino_{1+2}$

به‌عنوان مثال ناحیه شاخص $Nino_1$ دمای سطح آب در مناطقی دور از سواحل پرو تا اکوادور است در حالی که ناحیه $Nino_2$ دمای سطح آب در نواحی نزدیک به جزیره گالاپاگوس است. ناحیه شاخص ترکیبی $Nino_{1+2}$ در بخش مرکزی آرام حاره‌ای واقع شده و این ناحیه نسبت به نواحی شاخص‌های یک

1. Japan Meteorological Agency
2. Southern Oscillation Index
3. Oceanic Niño Index
4. Trans-Niño Index
5. Multivariate ENSO Index

و دو، واکنش کمتری نسبت به تأثیرات اقلیمی دارد. ناحیه شاخص $Nino_4$، ناحیه‌ای از آرام حاره‌ای غربی را در بر می‌گیرد، جایی‌که دمای سطح دریا به‌طور معمول بالا است. ناحیه شاخص $Nino_{3.4}$، ناحیه مشترک شاخص‌های $Nino_3$ و $Nino_4$ است؛ که ناحیه‌ای از محدوده عرض جغرافیایی ۵ درجه جنوبی تا ۵ درجه شمالی و طول ۱۲۰ درجه غربی تا ۱۷۰ درجه غربی است. شاخص JMA را سازمان هواشناسی ژاپن تعریف کرده است که در داخل ناحیه $Nino_3$ بین محدوده عرض جغرافیایی ۴ درجه جنوبی تا ۴ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۹۰ درجه غربی تا ۱۵۰ درجه غربی قرار دارد. MEI یک شاخص چندمتغیره انسو است که براساس شش متغیر مشاهده‌ای بر روی اقیانوس آرام حاره‌ای به دست می‌آید. این متغیرها عبارتند از: فشار سطح دریا، مؤلفه‌های سطحی باد شمالی - جنوبی و شرقی - غربی، دمای سطح اقیانوس، دمای سطح هوا و نسبت ابری بودن آسمان.

معمولاً پیشنهاد می‌شود که اطلاعات ترکیبی $Nino_4$ برای لانینا و شاخص $Nino_{1+2}$ برای النینو می‌تواند شاخص بهتری را معرفی کند. همچنین ثابت شده که شاخص TNI برای مشخص کردن فازهای انسو در هر سال مناسب نبوده و نتایج همچنین بیانگر این است که اضافه کردن خطی دو شاخص برای تولید یک شاخص بهتر، کافی نیست و انتخاب یک شاخص تنها براساس پاسخ شدید نیز می‌تواند خطاهای قابل توجهی را ایجاد کند.

۲-۲. سال‌های وقوع النینو و لانینا

پدیده‌های انسو را می‌توان براساس سال وقوع، شدت و مدت آنها طبقه‌بندی کرد. براساس کارهای محققین، این پدیده‌ها در طول ۴۵۰ سال گذشته براساس شدت آنها تقسیم‌بندی شده است. از تعریف کمیته علمی تحقیقات اقیانوسی برای مشخص کردن شرایط مختلف پدیده انسو بعد از سال ۱۸۰۰ میلادی، که داده‌های اتمسفری و سطح دریا در دسترس بود، استفاده شده و برای تعریف این شرایط قبل از سال ۱۸۰۰ میلادی، فاکتورهای دیگر مورد توجه قرار گرفت و شدت پدیده‌ها تعریف گردید. معیار تشخیص پدیده‌های النینو و لانینا براساس تعریف کمیته علمی تحقیقات اقیانوسی عبارت است از: وجود آب گرم غیرعادی و دوره‌ای در طول سواحل اکوادور و پرو در حالی که نوسانات دمای سطح اقیانوس در سه ایستگاه یا بیشتر از پنج ایستگاه ساحلی کالو، ایسلادون مارت، چیمبوت، تالارا و پرتو چیکاما از یک انحراف معیار برای حداقل ۴ ماه متوالی تجاوز کند. بر این اساس وقایع مربوط به پدیده‌های النینو و لانینا از ضعیف تا بسیار قوی تقسیم‌بندی می‌شوند. جدول ۲ اطلاعات مربوط به تقسیم‌بندی مذکور را نشان می‌دهد.

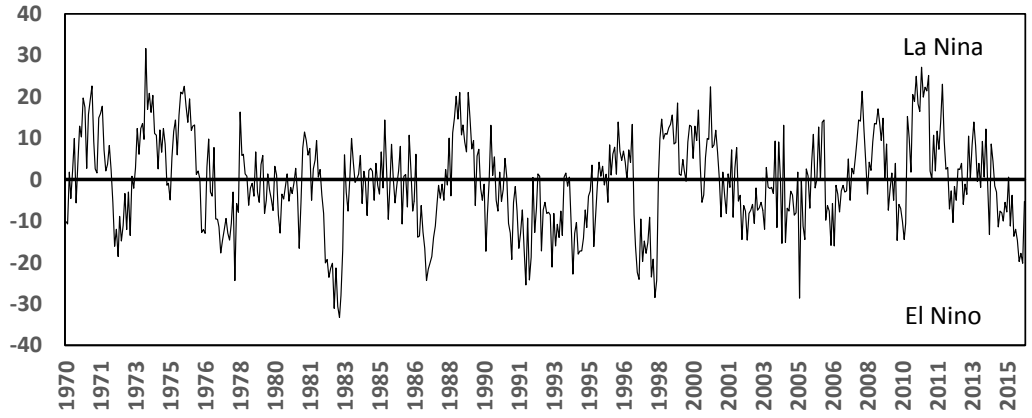
جدول ۲. طبقه‌بندی شدت النینو و لانینا در سال‌های مختلف

لانینا			النینو			
قوی	متوسط	ضعیف	بسیار قوی	قوی	متوسط	ضعیف
۱۹۷۳-۱۹۷۴	۱۹۵۵-۱۹۵۶	۱۹۵۰-۱۹۵۱	۱۹۸۲-۱۹۸۳	۱۹۵۷-۱۹۵۸	۱۹۶۳-۱۹۶۴	۱۹۵۱-۱۹۵۲
۱۹۷۵-۱۹۷۶	۱۹۷۰-۱۹۷۱	۱۹۵۴-۱۹۵۵	۱۹۹۷-۱۹۹۸	۱۹۶۵-۱۹۶۶	۱۹۸۶-۱۹۸۷	۱۹۵۲-۱۹۵۳
۱۹۸۸-۱۹۸۹	۱۹۹۸-۱۹۹۹	۱۹۶۴-۱۹۶۵		۱۹۷۲-۱۹۷۳	۱۹۸۷-۱۹۸۸	۱۹۵۳-۱۹۵۴
	۱۹۹۹-۲۰۰۰	۱۹۶۷-۱۹۶۸			۱۹۹۱-۱۹۹۲	۱۹۵۸-۱۹۵۹
	۲۰۰۷-۲۰۰۸	۱۹۷۱-۱۹۷۲			۲۰۰۲-۲۰۰۳	۱۹۶۸-۱۹۶۹
	۲۰۱۰-۲۰۱۱	۱۹۷۴-۱۹۷۵			۲۰۰۹-۲۰۱۰	۱۹۶۹-۱۹۷۰
		۱۹۸۳-۱۹۸۴				۱۹۷۶-۱۹۷۷
		۱۹۸۴-۱۹۸۵				۱۹۷۷-۱۹۷۸
		۱۹۹۵-۱۹۹۶				۱۹۷۹-۱۹۸۰
		۲۰۰۰-۲۰۰۱				۱۹۹۴-۱۹۹۵
		۲۰۱۱-۲۰۱۲				۲۰۰۴-۲۰۰۵
						۲۰۰۶-۲۰۰۷

مأخذ: اداره هواشناسی استرالیا (www.bom.gov.au)

یکی دیگر از روش‌های تعیین شدت انسو، روشی است که براساس آن، فاز گرم یا وقوع شدید النینو زمانی است که مقدار شاخص نوسان جنوبی برای حداقل یک دوره متوالی ۴ ماهه، به کمتر از ۵- رسیده و پایدار مانده باشد و در مقابل، فاز سرد یا وقوع لانینا زمانی است که مقدار این شاخص ماهیانه حداقل ۴ ماه متوالی به بیشتر از ۵+ صعود کرده و پایدار مانده باشد و سایر سال‌ها، اصطلاحاً سال‌های خنثی نامیده می‌شوند. شکل زیر شاخص نوسان جنوبی را از سال ۱۹۷۰ میلادی تاکنون نشان می‌دهد که در آن سال‌های وقوع النینو و لانینا و شدت آنها مشخص می‌باشد.

شکل میزان شاخص نوسان جنوبی در سال‌های مختلف



مأخذ: اداره هواشناسی استرالیا (www.bom.gov.au)

۳. تأثیر جهانی پدیده انسو

اثر پدیده انسو بر آب‌وهوای جهانی هنگامی کاملاً هویدا و محسوس است که این پدیده در فاز مرزی خود قرار داشته باشد. در این شرایط، اغتشاشات وسیع شرایط آب‌وهوایی در حوضه اقیانوس‌های آرام و هند بر سیستم‌های اقلیمی جهان، نفوذ می‌کند. بعضی از آثار انسو در فاصله زمانی کوتاهی از وقوع آن در محل اصلی (اقیانوس آرام)، در دیگر نقاط دور و نزدیک قابل درک و مشاهده است، لکن سایر این آثار با فرآیندهای بسیار پیچیده فیزیکی اقیانوس و جو تداخل پیدا کرده به‌طوری‌که تأثیر آنها مدتی بعد از وقوع در بسیاری از نقاط جهان ظاهر می‌گردد. برای مثال، گرم شدن شدید سطح آب در ضلع شرقی و مرکزی اقیانوس آرام ممکن است در فاصله بسیار کوتاهی موجب کاهش بارندگی در سواحل شرقی استرالیا گردد. درعین‌حال، آثار گرم شدن آب‌وهوا در مناطق دوردست ممکن است در فاصله زمانی دیرتری ملاحظه گردد. شواهد آماری نشان می‌دهند که انسو حداکثر عامل ۵۰ درصد تغییرات سالیانه بارش آمریکای جنوبی و شرقی است. ولی اغلب ناهنجاری‌ها مانند خشکسالی‌های شدید، سیلاب‌ها و طوفان‌ها، پیوندهای دور مستحکمی با انسو دارند. پیوند دور عبارت است از: اندرکنش جوی میان دو منطقه دور از هم. در هنگام انسو، هر جای جهان ممکن است دچار خشکسالی شود. ولی محققان، خشکسالی‌های شدید را در استرالیا، هند، اندونزی، فیلیپین، برزیل، بخش‌هایی از شرق و جنوب آفریقا، جزایر حوضه آرام غربی (ازجمله هاوایی)، آمریکای مرکزی و بخش‌های مختلف ایالات متحده گزارش کرده‌اند. البته شدت و زمان وقوع خشکسالی در مناطق یاد شده، متفاوت است.

تاریخچه شناخت انسو و اثر آن بر بعضی نقاط جهان

مشاهدات تأثیر النینو بر آب‌وهوا در مناطق نزدیک به کشور پرو به سال ۱۵۲۵ میلادی بر می‌گردد، ماهیگیران پرو در این قرن، گرم شدن دوره‌ای دمای سطح دریا را به‌دلیل پدید آمدن آن در دوران کریسمس، النینو نام نهادند. در اولین ماه‌های هر سال، جریان گرم جنوبی، آب‌های سرد را تعدیل می‌کند. اما هر چند سال، این فرآیند (گرم شدن آب) کمی زودتر شروع شده، شدت آن بسیار بیشتر بوده و یک یا دو سال نیز به طول می‌انجامد. این جریان به‌عنوان مانعی در مقابل آب‌های سردتر اعماق که برای زندگی دریایی منطقه ضروری بودند عمل کرده و باعث کاهش قابل توجه جمعیت ماهی‌ها و پرندگان دریایی می‌شد. اما این تأثیرات برای اولین بار در دهه ۱۸۹۰ میلادی توسط دانشمندان موردتوجه قرار گرفت. در سال ۱۹۰۴ میلادی یک ریاضیدان انگلیسی به نام واکر مدت کوتاهی بعد از خشکسالی بزرگ ۱۸۹۹ میلادی (بارندگی بسیار کم مانسون) که به مستعمرات بریتانیا وارد شد، تحقیقات خود را در این زمینه آغاز کرد. هدف ایشان پیش‌بینی مانسون هند بود که به‌صورت دوره‌ای باعث خشکسالی و کاهش بارش برای کشتزارهای شبه‌قاره هند (هند، پاکستان و بنگلادش) می‌شد. طی این تحقیقات واکر دریافت

که بسیاری از تغییرات اقلیمی جهانی مانند بارندگی مانسون هند با یک الگوی فشار که بین ناحیه شرقی - غربی اقیانوس آرام حاره‌ای است همبستگی خوبی دارد و این الگوی فشار را برای اولین بار، پدیده نوسانات جنوبی نامید تا با نوسان فشار در حوزه اقیانوس اطلس شمالی که خود او به وجود آن پی برده بود اشتباه نشود. ایشان طی یکسری مقاله‌هایی که بین سال‌های ۱۹۲۳ تا ۱۹۳۷ میلادی منتشر کرد، نتایج تحقیقات خود را توضیح داد. البته ارتباط بین نوسانات جنوبی و پدیده النینو توسط واکر توضیح داده نشد. اما این مسئله توسط ژاکوب بجرکنس مهندس نروژی سازمان هواشناسی آمریکا در دهه ۱۹۶۰ میلادی تشریح شد. او خاطرنشان کرد که بادهای تجارتی در سراسر مناطق حاره‌ای اقیانوس آرام از شرق به غرب می‌وزند. وی برای تکمیل این حلقه، این تئوری را مطرح نمود که هوا باید در مغرب اقیانوس آرام به سمت بالا صعود کند و در ارتفاعات بالا به سمت شرق جریان یافته، سپس بر روی شرق اقیانوس آرام فرود بیاید. بجرکنس این چرخه را به افتخار سرگیلبرت گردش واکر نام نهاد و اولین کسی بود که دریافت این بادها رابطه بسیار نزدیکی با تغییرات اقیانوسی النینو/لانینا دارند. ایشان به‌طور گسترده‌ای از داده‌های سال ۱۹۵۷ میلادی که سال ژئوفیزیک بین‌المللی بود و همراه با رخداد یک النینو شدید بود استفاده کرده و به شناسایی ارتباط بین این دو پدیده پرداخت. درواقع ارتباط بین گرم شدن دمای سطح آب و تغییرات فشار سطح آب در امتداد شرقی و غربی اقیانوس آرام و تأثیر این پدیده‌ها بر آب‌وهوای جهانی از اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی و بعد از وقوع انسو شدید در طول زمستان و پاییز ۱۹۵۷-۱۹۵۸ میلادی مورد توجه محققان قرار گرفت.

النینوی سال ۱۹۸۲-۱۹۸۳ میلادی که یکی از قوی‌ترین النینوهای قرن گذشته بود، سبب تأثیر عظیمی بر اقلیم جهان گردید و نیروی محرکه‌ای برای تشخیص، تنظیم و شروع تحقیقات شد. تحقیقات زیاد و قابل توجهی در سطح جهان، در مورد تأثیر النینوی نوسان جنوبی یا انسو و شاخص نوسانات اطلس شمالی بر بارش، انجام گرفته است. ازجمله این تحقیقات می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

بالم و همکاران (۱۹۸۳)، راسموسون و کارپنتر (۱۹۸۳) نیز با مطالعه خشکسالی‌های هندوستان دریافتند که خشکسالی‌های فراگیر هندوستان، همزمان با فاز گرم نوسان جنوبی مشاهده می‌شوند؛ یعنی زمانی که دمای سطح آب اقیانوس آرام مرکزی بیش از حد نرمال می‌باشد. براساس تحقیقات کویین و همکاران (۱۹۷۸) مشخص گردید که خشکسالی‌های اندونزی نیز در ارتباط با النینو می‌باشد. استرتن (۱۹۸۳) ضمن آنالیز بارش‌های نیمکره جنوبی و النینوی سال ۱۹۸۲ میلادی به نتایجی چند رسید که از آن جمله خشکسالی فراگیر در استرالیا و ترسالی غیرعادی در جنوب برزیل را می‌توان نام برد. سوپیا (۱۹۸۸) در یک تحقیق مفصل، ضمن بررسی بارش‌های سریلانکا در ارتباط با تغییرات گردش جوی به ارتباط قوی بین شاخص نوسان جنوبی و بارش‌های فصلی سریلانکا پی برد. او مشاهده کرد که بارش‌های نیمه‌گرم سال که شامل موسمی‌های اول سریلانکا یا موسمی‌های جنوب غربی می‌شود، همبستگی مثبت

با شاخص نوسان جنوبی دارند و ضریب همبستگی بارش‌های نیمه‌سرد سال یا موسمی دوم که موسمی شمال شرقی نیز گفته می‌شود، با این شاخص منفی می‌باشد. رپل وسکی و هالپرت (۱۹۸۷) با بررسی بارش ماهیانه ۱۷۰۰ ایستگاه در سطح کره زمین، ارتباط الگوهای بارش و النینوی نوسان جنوبی را به‌صورت منطقه‌ای و جهانی مورد مطالعه قرار داده‌اند. آنها ارتباط معناداری بین بارش‌های مناطق مختلف مخصوصاً در حوضه اقیانوس آرام، استرالیا، شبه‌قاره هند، آفریقای مرکزی و جنوبی، آمریکای جنوبی، مرکز و شمالی با النینوی نوسان جنوبی ارائه نمودند. البته روابط مذکور در برخی مناطق مستقیم و در برخی دیگر معکوس می‌باشد. کویین (۱۹۹۲) با استفاده از داده‌های به دست آمده از سیل‌های تاریخی رودخانه نیل، رژیم سیلابی نیل را در ارتباط با انسو برای یک دوره ۴۰۰ ساله مورد مطالعه قرار داد. همچنین مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که جنوب شرق و جنوب آفریقا از مراکز مهم ارتباط از دور پدیده انسو بر روی آفریقا می‌باشد. تی‌سون (۱۹۸۷) نشان داد که در فصل تابستان پیوند معناداری بین بارش، النینوی نوسان جنوبی و گردش جوی بر روی آفریقای جنوبی وجود دارد. تحقیقاتی که به‌منظور بررسی ارتباط کاهش بارش و خشکسالی‌های بوتسوانا با وقوع لانینا توسط نیکلسون و همکارانش (۲۰۰۳) انجام گرفت؛ وجود و اثر چند ارتباط واضح بین دمای سطح آب در اقیانوس آرام و هند و کاهش بارش (خشکسالی) در بوتسوانا را نشان می‌دهد. وران و بلائوت نیز در همان سال، آثار انسو بر رژیم اقلیمی اروپا و اطلس شمالی را در طول ۱۱۹ زمستان مورد بررسی قرار داده و یک ارتباط قوی بین وقوع پدیده‌های یخبندان و سوزباد در فاز سرد انسو (لانینا) و افزایش مقدار بارش و تغییر نوع بارش زمستانه (از برف به باران)، افزایش درجه حرارت زمستانه، در فاز گرم (النینو) مشاهده نمودند. اروینگهام و همکارانش (۲۰۰۳) با استفاده از شاخص نوسان جنوبی، ارتباط معناداری بین شاخص نوسانات جنوبی و میزان تولید نیشکر در مزارع شمال شرقی استرالیا پیدا کرده‌اند. نامبردگان با استفاده از مقادیر انسو و با در نظر گرفتن همبستگی و آثار آن بر دما و بارش که عناصری بسیار مؤثر در بازدهی محصول نیشکر می‌باشند، اقدام به پیش‌بینی میزان تولید نیشکر ناحیه شمال شرق استرالیا در سال‌های آتی نموده‌اند. نازول و هایاشی (۲۰۰۵)، ارتباط بین بارش‌های مونسونی بنگلادش با پدیده انسو را با استفاده از روش سری زمانی فوریه مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که عامل اصلی تغییرات زمانی و مکانی بارش خصوصاً بارش‌های مونسونی در شبه‌قاره هند و به‌ویژه در بنگلادش، پدیده انسو است. تحقیقات وسیعی که در رابطه با تأثیر نوسانات اطلس شمالی بر بارش مناطق مختلف جهان، توسط پیترسون (۱۹۴۹)، ون لون و روگرز (۱۹۷۸)، روگرز (۱۹۸۵)، هارل (۱۹۹۵)، هارل و ون لون (۱۹۹۷)، تامپسون و والاک (۱۹۹۸) و فوچ هامر و همکاران (۱۹۹۸) انجام گرفته است؛ نشان می‌دهد که بارش زمستانه مناطق قطب، شمال شرق آسیا، اروپای مرکزی، آمریکای شمالی، مدیترانه، خاورمیانه و شمال آفریقا متأثر از پدیده فوق می‌باشد و همچنین ارتباط معناداری بین بارندگی در جزایر بریتانیا، جنوب غربی اروپا و

آمریکای مرکزی وجود دارد. شاخص نوسانات اطلس شمالی با اثرگذاری بر الگوی بارش در اروپا، تأثیر مستقیمی بر اقتصاد اروپا داشته است. به‌عنوان مثال، در سال‌های میانی تا دهه پایانی ۱۹۹۰ میلادی ضخامت برف، کمترین مقدار را در قرن گذشته داشته که این مسئله اثر مستقیمی بر صنایع وابسته به برف زمستانه داشته است.

۴. اثر انسو بر کشور ایران

همان‌گونه که اشاره شد، در پدیده انسو تغییرات فشار هوا و وقوع شاخص بالا یا پایین نوسان جنوبی نسبت به رویداد النینو و لانینا تقدم زمانی دارد و نیز اینکه مرحله لانینا و ناهنجاری سطح آب اقیانوس نهایتاً به رخداد النینو منجر می‌شود. در مرحله شاخص بالا و وقوع لانینا در استرالیای شمالی و جنوب شرقی آسیا بارش‌های زیادی اتفاق می‌افتد و برعکس، در حوالی جنوب خاورمیانه و دریای عرب (میان شبه‌جزیره عربستان و هند، در جنوب دریای عمان) هوا حالت فرونشینی دارد و پرفشارهای جنب حاره در این قسمت تقویت شده و به‌صورت نصف‌النهاری گسترش می‌یابد که از حوالی استوا تا ناحیه رو به قطب کمربند پرفشار جنب حاره کشیده می‌شود. متقابلاً در دوره شاخص پایین و پدیده النینو در استرالیای شمالی و جنوب شرق آسیا بارش به‌شدت کاهش یافته و جریان هوا در جنوب خاورمیانه و جنوب غرب آسیا از افزایش برخوردار بوده و احتمالاً کم‌فشار سودانی و دریای سرخ نسبت به متوسط قوی‌تر بوده و انتقال‌دهنده انرژی و رطوبت عرض‌های استوایی به سمت عرض‌های میانه و بالا است. در مقیاس نصف‌النهاری وقتی کم‌فشار درون‌حاره‌ای در شرق آرام به‌دلیل فرآیند النینو گسترش یافت؛ پرفشار جنب حاره‌ای موازی با آن به طرفین رانده شده و کمربند پرفشارهای جنب حاره‌ای به سمت قطبین سوق می‌یابد. 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 می‌کند و در خاورمیانه و ایران (با شدت و ضعف) دوره مرطوب‌تری آغاز می‌شود.

در وضعیت لانینا پرفشارهای موجود در نیمکره غربی به‌ویژه در امتداد نصف‌النهار ۹۰ درجه غربی قوی‌تر است. در این شرایط کم‌فشار درون‌حاره‌ای ضعیف و پرفشار جنب حاره به سمت استوا سوق یافته و متقابلاً در نیمکره مقابل پرفشارهای مذکور به‌دلیل تقویت نسبی کم‌فشار اخیر به سمت قطب کشیده می‌شوند و در خاورمیانه و ایران وقوع خشکسالی‌ها، فراوانی نسبتاً بیشتری می‌یابد. البته این نکته را باید پذیرفت؛ که برخی از مراحل شاخص پایین (النینوی سال ۱۹۷۲-۱۹۷۳) در کشور مقارن با خشکسالی بوده است؛ که در این مورد تغییرات در هم بافته الگوهای جهانی و سینوپتیکی نیز مؤثر می‌باشد.

۱-۴. مروری بر تحقیقات انجام شده در داخل کشور

مدرس‌پور (۱۳۷۵) با بررسی تأثیر رویداد انسو بر بارندگی و دمای کشور، بارش‌ها و دماهای ایران در فصل مونسون (از می تا اوت)، فصل پاییز (سپتامبر تا نوامبر)، فصل زمستان (از دسامبر تا فوریه) و بهار (از مارس تا مه) را مورد مطالعه قرار داده است. نتایج حاصل از مطالعه وی بر روی بارش‌های فصلی ایران در سال‌های وقوع انسو یعنی سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۶۹، ۱۳۷۲، ۱۳۷۶ و ۱۳۸۶ و سال‌های بعد از آن یعنی سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۰، ۱۳۷۳، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۸ نشان می‌دهد که مناطق مختلف کشور در فصول مختلف، شرایط یکسانی را همزمان با وقوع النینو تجربه نمی‌کنند و نوع و میزان تأثیر نیز از فصلی به فصل دیگر و از مکانی به مکان دیگر متفاوت است؛ مگر اینکه سال بعد از وقوع النینو، بارش‌ها در سراسر ایران زیر میانگین و دماها بالای میانگین بوده‌اند. نتایج فوق با استفاده از بررسی ۱۵ ایستگاه حاصل شده است. خوش‌اخلاق (۱۳۷۷) در مطالعه‌ای که روی خشکسالی‌های فراگیر ایران با استفاده از تحلیل سینوپتیکی انجام داده است، در خلال بررسی ارتباط پدیده انسو و خشکسالی‌های ایران به انطباق زمانی برخی ترسالی‌های ایران با پدیده النینو و همین‌طور برخی خشکسالی‌های ایران با پدیده لانینا اشاره کرد. همچنین خوش‌اخلاق (۱۳۷۷) تحت عنوان پدیده انسو و تأثیر آن بر رژیم بارش ایران، ضریب همبستگی بارش ۳۰ ساله ایستگاه‌های منتخب در سطح کشور را با متوسط سالیانه شاخص نوسان جنوبی برای حدود ۸۴ درصد از ایستگاه‌ها، منفی به‌دست آورد. یعنی همزمان با دوره وقوع النینو، بارش‌های ایران در ۸۴ درصد ایستگاه‌ها بیش از حد میانگین بوده است. ایشان همچنین ضریب همبستگی سری‌های پیوسته ماهیانه بین تغییرات شاخص نوسان جنوبی و شاخص استاندارد بارش ایستگاه‌های منتخب را در یک دوره ۳۶۰ ماهه برابر ۰/۱۱- محاسبه کرد. استوار (۱۳۷۹) ارتباط پدیده النینو با بارش‌های ماهیانه ایران را مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه گرفته است که اثرگذاری پدیده النینو بر بارش‌های همزمان با تغییر الگوی فشار در اقیانوس آرام نبوده بلکه با تأخیر زمانی همراه است همچنین نتایج کار او نشان می‌دهد که ضرایب همبستگی بین شاخص نوسان جنوبی و بارش‌های ایران منفی است و در سال‌های وقوع النینو، بارش سالیانه کشور نسبت به میانگین ۳۰ ساله افزایش می‌یابد. عزیزی (۱۳۷۹) در مطالعه تأثیر النینو بر دوره‌های خشکسالی و ترسالی در ایران، به این نتیجه رسید که ارتباط نسبتاً قوی‌ای بین بارش سالیانه ایران و شاخص نوسان جنوبی وجود دارد. این ارتباط با ضریب همبستگی ۰/۳۷- که در سطح ۵ درصد معنادار است مشخص می‌شود. همچنین ایشان اظهار می‌دارد که از بین ایستگاه‌های مورد مطالعه، ایستگاه قزوین دارای بالاترین ضریب همبستگی و از میان ماه‌ها، اکتبر دارای بالاترین ضریب همبستگی با شاخص نوسان جنوبی می‌باشند. سعدی (۱۳۹۰) با استفاده از روش همبستگی، تأثیر پدیده‌های النینو ـ نوسان جنوبی یا انسو و نوسانات اطلس شمالی بر بارش حوضه کارون شمالی مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که بین پدیده انسو و بارش منطقه در برخی از ماه‌ها و فازهای مختلف زمانی، همبستگی

معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ وجود دارد و با وقوع پدیده النینوی شدید، ترسالی اتفاق می‌افتد. ناظم‌السادات (۱۳۷۸) به بررسی تأثیر پدیده انسو بر بارندگی‌های پاییزه ایران پرداخته و ضمن به دست آوردن ضریب همبستگی منفی بین بارش پاییزه و شاخص نوسان جنوبی در اغلب ایستگاه‌ها، خاطرنشان کرد که وقوع النینو در بیشتر موارد مبین افزایش بارندگی پاییزه ایران می‌باشد و همین‌طور میزان بارندگی پاییزه در محدوده استان‌های آذربایجان شرقی و غربی، کردستان، زنجان، اردبیل، مرکزی، سمنان و تهران بیش از سایر مناطق متأثر از انسو است و در این مناطق ضرایب همبستگی از پایداری زمانی کافی برخوردار بوده‌اند. ناظم‌السادات و قاسمی (۲۰۰۴) در مطالعه دیگری در زمینه تأثیر انسو بر بارش مناطق مختلف ایران، با توجه به ضرایب همبستگی منفی که بین شاخص نوسان جنوبی و بارندگی پاییزه مناطق مختلف ایران مورد محاسبه قرار داده‌اند؛ به این نتیجه رسیده‌اند که در ایران به ویژه در مناطق جنوب‌شرقی، وقوع النینو (فاز گرم) غالباً با افزایش بارش و وقوع پدیده لانینا اغلب با خشکسالی‌ها ارتباط و همزمانی دارند. ناظم‌السادات و همکاران (۱۳۸۵) تأثیر پدیده انسو بر آبدهی و خشکسالی (ترسالی) هیدرولوژیکی پنج رودخانه (کر، رودبال، مند، قره آغاج و ششپیر) استان فارس را طی دوره آماری ۱۹۵۷-۲۰۰۰ بررسی نمودند. نتایج حاصله نشان داد در اکثر ماه‌ها، وقوع النینو موجب افزایش دبی در کلیه رودخانه‌ها می‌گردد. بیشترین مقدار افزایش در رودخانه قره‌آغاج در بهار و تابستان بیش از ۱۲۰ درصد و رودخانه رودبال در تابستان حدود ۶۰ درصد مشاهده گردید. در دیگر رودخانه‌ها نیز مقدار افزایش دبی بین ۱۰ الی ۴۰ درصد می‌باشد. در اکثر موارد وقوع لانینا موجب افزایش دبی در ماه‌های فصل زمستان و کاهش دبی در بقیه ماه‌ها می‌گردد. بیشترین مقدار کاهش، حدود ۵۰ درصد در رودخانه‌های قره‌آغاج و رودبال در بهار و تابستان مشاهده شد. همچنین بررسی‌ها نشان داد که احتمال وقوع خشکسالی هیدرولوژیکی در دوره النینو کمتر و در دوره لانینا بیشتر و احتمال وقوع ترسالی هیدرولوژیکی در دوره النینو بیشتر و در دوره لانینا کمتر از دوره پایه است. غیور و خسروی (۱۳۸۰) تأثیر پدیده انسو را بر ناهنجاری‌های بارش پاییزه و تابستانی جنوب‌شرق ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. نتیجه این تحقیقات نشان می‌دهد که حداکثر بارش‌های پاییزه در ناحیه مورد مطالعه با قوی‌ترین النینوها (۱۹۹۷ و ۱۹۸۲) مطابقت کاملی دارند. افزایش بارش پاییزه در فازهای گرم نسبت به فازهای خنثی و سرد و حالت معکوس آن در تابستان نیز از دیگر نتایج جالب توجه تحقیق مذکور می‌باشد. همچنین خسروی (۱۳۸۱) میزان و نحوه ارتباط الگوهای پیوند از دور با اقلیم جنوب‌شرق ایران را با تأکید بر پدیده جوی اقیانوسی انسو تعیین و وجود ارتباط و همبستگی قوی بین بارش تابستانه و انسو را تأیید کرده است. قویدل رحیمی و زاهدی قره آغاج (۱۳۸۴) با استفاده از شاخص‌های انسو و شاخص نوسان جنوبی، میزان همبستگی بارش‌های ماهیانه و فصلی ایستگاه‌های آذربایجان شرقی با پدیده انسو را مورد بررسی قرار داده و همبستگی معناداری بین این پدیده و نوسانات بارش فصل پاییزه محاسبه

نموده‌اند. در تحقیق یاد شده اثر پدیده انسو بر بارش در فاز گرم (النینو) مثبت، همراه با افزایش و برعکس در فاز سرد انسو (لانینا) منفی و توأم با وقوع خشکسالی‌های پاییزه ارزیابی شده است. خورشیددوست و قویدل رحیمی (۱۳۸۴)، با استفاده از شاخص MEI نقش پدیده انسو در تغییرپذیری بارش‌های فصلی استان آذربایجان شرقی را مورد مطالعه قرار دادند نتایج حاصله بیانگر ارتباط مثبت بین شاخص چند متغیره انسو و بارش ایستگاه‌های آذربایجان شرقی است که در بین فصول چهارگانه میزان همبستگی فقط در فصل پاییزه معنی‌دار بوده و در سایر فصول همبستگی معنی‌داری بین بارش و پدیده‌های النینو و لانینا مشاهده نگردید. این امر به معنی افزایش میزان بارش‌های پاییزی به هنگام النینو و برعکس کاهش بارش در فاز لانیناست. همچنین سعدی و ارزجانی (۲۰۰۹) با بررسی تأثیر پدیده انسو بر بارش منطقه شهرکرد با استفاده از شاخص MEI نتیجه مشابهی را در مورد برخی از ماه‌ها به‌دست آوردند و مشخص گردید که در شرایط النینو، منطقه دچار ترسالی و در شرایط لانینا، خشکسالی تشدید می‌شود. حضرتی و همکاران (۱۳۸۳) تأثیر پدیده‌های نوسانات اطلس شمالی و جنوبی بر دما و بارش حوضه دریاچه ارومیه را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاصل بیانگر ارتباط بارش زمستانه حوضه با نوسانات اطلس شمالی و همچنین بارش پاییزه حوضه با نوسانات جنوبی است و وقوع فاز منفی نوسانات اطلس شمالی باعث کاهش دمای زمستانه و وقوع فاز مثبت آن باعث افزایش دمای زمستانه می‌گردد. صداقت کردار و فتاحی (۱۳۸۷)، با استفاده از داده‌های ماهیانه شاخص نوسان جنوبی، شاخص نوسان اطلس شمالی و شاخص‌های پدیده انسو به ارتباط این شاخص‌ها و میزان بارندگی در ایران اشاره کردند.

علاوه‌بر تحقیقات اشاره شده، در مورد ارتباط انسو با اقلیم کشور ایران تحقیقات دیگری نیز موجود است که امکان بررسی دقیق آنها در این گزارش وجود ندارد. جدول ۳ بعضی از این تحقیقات، منطقه مورد تحقیق در کشور و خلاصه نتیجه آن‌را نشان می‌دهد.

جدول ۳. تحقیقات انجام شده در مورد ارتباط انسو با آب‌وهوای کشور

مرجع	منطقه	نتیجه
ناظم‌السادات و قاسمی، ۲۰۰۲	کل کشور	در ایران النینو باعث افزایش بارندگی پاییزه و کاهش بارندگی زمستانه می‌شود و بارندگی زمستانه حساسیت کمتری نسبت به پدیده انسو نسبت به بارندگی پاییزه دارد.
مدرس‌پور، ۱۹۹۷	کل کشور	تأثیر پدیده انسو در مناطق مختلف کشور و از فصلی به فصل دیگر تفاوت‌های چشمگیری دارد.
غیور خسروی، ۲۰۰۱	کل کشور	خشکسالی‌های پاییزه به‌طور عموم طی پدیده لانینا (فاز سرد) به وقوع می‌پیوندد.
ناظم‌السادات و قاسمی، ۲۰۰۱	استان سیستان‌وبلوچستان	لانینا باعث کاهش بارندگی پاییزه و النینو باعث افزایش بارندگی پاییزه می‌گردد. میزان افزایش و کاهش مذکور در ایستگاه‌های مختلف متفاوت است.

مرجع	منطقه	نتیجه
ناظم‌السادات و همکاران، ۲۰۰۳	شمال‌غرب کشور	میزان بارندگی شمال‌غرب ایران با میزان بارندگی ایالت نیوسارت ولز استرالیا ارتباط قابل توجهی دارد و فازهای مثبت و منفی انسو بر میزان بارندگی این منطقه از کشور از این منطقه در استرالیا تأثیر بیشتری دارد.
یاراحمدی و عزیزی، ۲۰۰۷	کل کشور	پدیده انسو بیشترین اثر را روی بارندگی‌های پاییزه و زمستانه در کشور نسبت به فصول بهار و تابستان دارد.
معتمدی و همکاران، ۲۰۰۷	استان خراسان	بین شاخص نوسان جنوبی و مقادیر بارندگی و دما در استان خراسان همبستگی وجود دارد.
شیرمحمدی و همکاران، ۲۰۱۲	استان خراسان	بین شاخص نوسان جنوبی و مقادیر حدی بارندگی در استان خراسان همبستگی وجود دارد.
عزیزی، ۱۳۷۹	کل کشور	ارتباط نسبتاً قوی بین بارش سالیانه ایران و شاخص نوسان جنوبی وجود دارد و بیشترین ارتباط آن در ماه اکتبر است.
کوره‌پزان، ۱۳۸۲	جنوب کشور	برخی شاخص‌های سیگنال‌های هواشناسی می‌تواند در پیش‌بینی بارش‌های پاییزه و زمستانه در جنوب کشور مورد استفاده قرار گیرد.
خورشیددوست و قویدل رحیمی، ۱۳۸۵	استان آذربایجان شرقی	بین بارش‌ها در استان آذربایجان شرقی و پدیده انسو فقط در فصل پاییز همبستگی وجود دارد.
حجازی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲	ناحیه مرکزی کشور	اثرگذاری انسو بر بارش‌های ایران، همزمان با تغییر الگوی فشار در اقیانوس آرام نبوده، بلکه با تأخیر زمانی همراه است.
ناظم‌السادات، ۱۹۹۹	کل کشور	در ایران خشکسالی‌های پاییزه در فازهای مثبت انسو (لانینا) و بارش‌های سنگین طی فازهای منفی انسو (النینو) اتفاق می‌افتد.
مسعودیان، ۲۰۰۲	کل کشور	در نیم سده گذشته، بارش ایران در ماه‌های اکتبر، نوامبر و ژوئن پیوندی معکوس با انسو دارد.
ناظم‌السادات و قاسمی، ۲۰۰۴	کل کشور	پدیده النینو، شدت و احتمال وقوع خشکسالی (ترسالی) پاییزی را مخصوصاً در مناطق جنوبی ایران کاهش (افزایش) می‌دهد و شرایط در حالت لانینا برعکس است. در حالت النینو بارش در اکثر مناطق کشور بیشتر از حد خشکسالی است، بجز در شمال‌غرب و جنوب‌شرق ایران که احتمال وقوع خشکسالی زمستانی بالاست.
حق‌نگهدار، ۱۳۸۲	رودخانه کارون	پدیده النینو سبب وقوع مقدار جریان بیش از متوسط و پدیده لانینا سبب وقوع جریان کمتر از متوسط در رودخانه کارون می‌شود.
کارآموز و همکاران، ۱۳۸۳	جنوب‌غرب کشور	عواملی مانند انسو، نوسان آتلانتیک شمالی و دمای سطح آب در خلیج‌فارس می‌توانند به‌عنوان شاخص‌های خشکسالی اقلیمی در جنوب‌غرب ایران مدنظر گیرند.
حق‌نگهدار و همکاران، ۱۳۸۶	جنوب‌غرب کشور	برای ماه‌های اسفند و فروردین در حوضه‌های دز و کارون با وقوع پدیده النینو، احتمال وقوع سیلاب حداکثر سالیانه بیشتر از متوسط حالت خنثی وجود دارد و این امر در مورد پدیده لانینا برعکس است.

مرجع	منطقه	نتیجه
گیوی و پرهیزکار، ۱۳۸۷	کل کشور	به‌دلیل بر هم کنش پیچیده و غیرخطی اثر انسو با دیگر پدیده‌های بزرگ مقیاس جوی و اقیانوسی، در فازهای مختلف انسو، توزیع سالیانه بارش کشور از الگو و روندی خاص تبعیت نمی‌کند.
قویدل رحیمی، ۱۳۸۳	استان آذربایجان شرقی	در مورد تأثیرات الگوی جوی-اقیانوسی انسو بر بارش استان آذربایجان شرقی، همبستگی و ارتباط پیوند از دور بین افزایش بارش در دوره سرد سال و در سال‌های وقوع النینو و کاهش بارش و خشکسالی در سال‌های توأم با لانینا وجود دارد.
علیزاده و همکاران، ۱۳۹۰	شهرستان مشهد	بین شاخص‌های انسو و دو پارامتر بارش و دمای متوسط ایستگاه مشهد در برخی حالت‌ها همبستگی وجود دارد.
خوش‌اخلاق، ۱۳۷۷	کل کشور	بین خشکسالی‌ها و ترسالی‌های کشور و نوسان جنوبی همبستگی وجود دارد. خشکسالی‌های ایران با لانینا و ترسالی‌های کشور با النینو همزمان بوده است.
استوار، ۱۳۷۹	کل کشور	اثرگذاری پدیده النینو بر بارش‌های ایران همزمان با تغییر الگوی فشار در اقیانوس آرام نبوده بلکه با تأخیر زمانی همراه است.
میرافضل، ۱۳۷۹	کل کشور	النینوی سال ۱۹۸۲-۱۹۸۳ باعث وقوع دمای متوسط بسیار پایین‌تر از معمول و میزان بارندگی قابل توجه در کشور شده است.
غیور و خسروی، ۱۳۸۰	جنوب‌شرق کشور	ناهنجاری‌های مشخص در بارش‌های تابستانی و پاییزی در جنوب‌شرق کشور در فازهای مختلف انسو وجود دارد.
نجف‌پور و کیانی‌پور، ۱۳۹۱	جنوب و جنوب‌غرب کشور	در سه ماه دسامبر، ژانویه و فوریه در سال لانینا، شرایط مناسب‌تری برای ایجاد بارش نسبت به سال النینو وجود دارد، ولی در جنوب و جنوب‌غرب کشور داده‌های میانگین بارش سالیانه، خلاف این امر را نشان می‌دهد.
غیور و عساکره، ۲۰۰۲	جاسک	۴۰ درصد نوسانات دمای جاسک از پدیده انسو متأثر می‌گردد.
حضرتی و همکاران، ۲۰۰۴	حوضه دریاچه ارومیه	بارش زمستانه حوضه دریاچه ارومیه با نوسانات اطلس شمالی و بارش پاییزه با نوسانات جنوبی در ارتباط می‌باشد.
صلاحی و همکاران، ۲۰۰۷	استان آذربایجان شرقی	همبستگی مثبتی بین علائم انسو و بارش ایستگاه آذربایجان شرقی وجود دارد.
خداقلی و همکاران، ۱۳۹۱	حوضه زاینده‌رود	بین شاخص نوسان شمالی و نوسان جنوبی و بارندگی بسیاری از ایستگاه‌های حوضه زاینده‌رود همبستگی معنی‌داری وجود دارد.

۲-۴. خلاصه نتیجه تحقیقات انجام شده در داخل کشور

پس از بررسی طیف نسبتاً وسیعی از تحقیقات انجام شده در قسمت قبل در مورد تأثیر پدیده انسو بر اقلیم و آب‌وهوای کشور ایران می‌توان نکات زیر را احصا کرد:

– پدیده دورپیوند انسو و فازهای مختلف آن (النینو و لانینا) بر آب‌وهوای کشور ایران (میزان بارش‌ها و دما) مؤثر است،

– آثار پدیده انسو بر آب‌وهوای کشور ایران با تأخیر زمانی نسبت به اصل پدیده در کشور ظاهر می‌گردد،

– به‌طور کلی می‌توان گفت که النینو (فاز گرم انسو) باعث افزایش بارش‌ها و لانینا (فاز سرد انسو) باعث کاهش بارش‌ها در کشور ایران می‌شود،

– پدیده انسو در کشور ایران بارش‌های پاییزی را بیشتر از بارش‌های زمستانی تحت‌الشعاع قرار می‌دهد،

– النینو باعث افزایش بارش‌های پاییزی (و به‌طور ضعیف‌تر، بارش‌های زمستانی) و لانینو نیز باعث کاهش بارش‌های پاییزی (و به‌طور ضعیف‌تر، بارش‌های زمستانی) می‌گردد،

– اثر پدیده‌های انسو با درجات مختلف در نقاط مختلف کشور ظاهر می‌گردد،

– در مورد پیش‌بینی آثار پدیده انسو بر کشور ایران، عدم قطعیت‌ها در مورد پیش‌بینی دما نسبت به پیش‌بینی بارش بیشتر است،

– در بررسی اثر پدیده انسو بر اقلیم و آب‌وهوای کشور ایران، باید آثار متقابل این پدیده با دیگر پدیده‌های دورپیوند را نیز مدنظر قرار داد.

۵. اظهارنظر دستگاه‌های مسئول و مرتبط کشور در مورد اثر النینوی سال ۲۰۱۵ بر کشور

اخیراً برخی از دستگاه‌های اجرایی کشور ازجمله وزارت نیرو درخصوص وقوع پدیده النینوی قوی در سال جاری و ارتباط آن با کاهش دما و افزایش بارش در کشور هشدارهایی صادر کرده‌اند و در مقابل سازمان هواشناسی کشور با استناد به آمار و مستندات مربوط به وقوع النینو در دوره‌های گذشته و وضعیت آب‌وهوایی ایران در آن سال‌ها بیان داشته‌اند که وقوع النینو بر وضعیت آب‌وهوایی ایران چندان تأثیری نخواهد داشت. در ادامه به نظرات مذکور به‌طور جزئی‌تر اشاره می‌گردد.

۵-۱. اظهارنظر وزارت نیرو

نتایج پژوهشگران درخصوص آثار النینو بر خاورمیانه، ارتباط بین پدیده انسو با ناهنجاری‌های بارش بر روی این منطقه را نشان می‌دهد. به‌طوری که سال‌های وقوع النینوی قوی با افزایش بارش زمستانی همراه بوده است. پژوهش‌های انجام شده نیز ارتباط پدیده انسو را با ناهنجاری‌های بارش و دما بر روی منطقه نشان می‌دهد. به‌طوری که سال‌های النینوی قوی با افزایش بارش زمستانی همراه بوده در عین

حال جدیدترین خشکسالی ایران و جنوب‌غرب آسیا (خشکسالی ۱۹۹۸-۲۰۰۱) با یکی از طولانی‌ترین و قوی‌ترین لانیناهای نیم قرن اخیر مرتبط دانسته شده و در واقع لانینا علت اصلی خشکسالی اخیر معرفی گردیده است.

طبق اعلام مرکز ملی اقیانوس‌شناسی آمریکا، در تاریخ ۹ جولای سال ۲۰۱۵، احتمال وقوع پدیده بزرگ‌مقیاس النینو در طی زمستان ۲۰۱۶-۲۰۱۵ نیمکره شمالی به بیش از ۹۰ درصد افزایش یافته است. النینو، قدرتمندترین چرخه آب و هوایی، تأثیرات عظیمی بر آب‌وهوا در سراسر جهان ازجمله ایران خواهد داشت. گردوغبار نامنظم، بارندگی و تغییرات دمایی شدید ازجمله تأثیرات پدیده النینو خواهد بود. مرکز پیش‌بینی آب‌وهوای آمریکا پیش‌بینی کرده است که النینوی سال جاری قوی‌تر از همیشه خواهد بود و تأثیرات عظیمی بر شرایط دمایی زمستان امسال در سراسر جهان خواهد گذاشت. نمودارهای دمایی حاکی از آن است که در فصل سرما جریان‌های برفی اتفاق خواهد افتاد. با این‌حال، فرکانس، تعداد و شدت این سوانح طبیعی را نمی‌توان در زمانبندی فصلی تعیین کرد.

چنانچه در ابتدای دهه ۸۰ قرن گذشته میلادی، النینو کشورهای منطقه شرقی آسیا را با خشکسالی شدیدی مواجه کرد اما شواهد جدید نشان می‌دهد این پدیده ممکن است علاوه بر تغییرات در شرایط آب و هوایی، با افزایش بارندگی در ۱۵ سال آینده همراه شود. سازمان پیش‌بینی آب‌وهوایی کشور عمان با همکاری پلیس و نیروهای امدادی وضعیت فوق‌العاده اعلام کرده است و این کشور خود را برای بارندگی شدید چهار ماه آینده آماده می‌کند. اکثر الگوهای آب‌وهوایی بین‌المللی نشان می‌دهد که قدرت پدیده النینو سال ۲۰۱۶-۲۰۱۵ میلادی به احتمال زیاد تا پایان سال میلادی جاری رفته‌رفته تقویت شود.

به‌طور کلی انتظار می‌رود که پدیده النینو تأثیر عمده‌ای بر میزان بارندگی کشورهای منطقه خاورمیانه داشته باشد و باعث سیل‌های بزرگی در مناطقی همچون پرو، شمال بولیوی و شیلی، سواحل شمالی آفریقا و مدیترانه شرقی، ایران و افغانستان خواهد شد. معمولاً النینو به‌دلیل تغییر مسیر جت‌استریم‌ها به عرض‌های جنوبی‌تر و تغییر الگوی چرخش جوی، با ترسالی‌ها و ریزش‌های جوی بالاتر از میانگین و لانینا با خشکسالی‌های فراگیر در بسیاری از مناطق کشور همراه است و غالباً حداکثر بارش‌های پاییزه با قوی‌ترین النینوها همراه بوده است. کمترین بارش‌های پاییزه هم در لانینا رخ داده‌اند. تغییرات دما و بارش‌های فصل پاییز تا حدود زیادی با پدیده انسو در ارتباط می‌باشند. در النینو، عموماً منطقه گرم‌تر و مرطوب‌تر و همراه با بارش‌های بالای میانگین می‌باشد درحالی که در طی شرایط لانینا و به خصوص فازهای قوی‌تر آن، معمولاً شرایط سرد و توأم با خشکسالی شدید منطقه را فرا می‌گیرد.

یک مقایسه ساده آماری که بین خشکسالی‌ها و ترسالی‌های نوسان جنوبی کشور انجام گرفت؛ نشان داد که خشکسالی‌های ایران در سال‌های ۱۹۶۶، ۱۹۷۰، ۱۹۷۱، ۱۹۷۳، ۱۹۷۸، ۱۹۸۸ و ۱۹۸۹ میلادی با شاخص بالا (لانینا) و ترسالی‌های کشور در سال‌های ۱۹۶۹، ۱۹۷۲، ۱۹۷۶، ۱۹۸۲ و ۱۹۸۶ میلادی

با شاخص پایین (النینو) همزمان بوده است. پس از اجماع مدل‌های جهانی در مورد وقوع النینو قوی در پاییز و زمستان سال جاری، وزارت نیرو مطالعات پیش‌بینی ۶ حوضه منتخب را در دستور کار قرار داد. در این‌خصوص می‌توان پیش‌بینی‌های زیر را داشت:

– براساس پیش‌بینی‌های ارائه شده، در هر ۶ حوضه افق بارش بیش از متوسط در پاییز وجود دارد، لذا احتمال وقوع سیلاب‌ها نسبت به میانگین بلندمدت افزایش می‌یابد. در این چارچوب با توجه به عواقب جانی و مالی سیلاب‌ها، مناسب است که سازمان‌های مسئول، برای مدیریت سیلاب آمادگی بیشتری داشته باشد. در عین حال باید توجه داشت که افزایش احتمال وقوع سیلاب به معنای حتمی بودن وقوع آنها نیست.

– پیش‌بینی‌های این بخش تنها برای پاییز ۱۳۹۴ است و افق بارش بیش از متوسط در پاییز به معنای بارش بیش از متوسط در کل سال آبی نیست.

– براساس مطالعات انجام شده، دور همخوانی لانینای قوی با کم‌بارشی حوضه‌های کشور در پاییز یا آبان و آذر مشاهده می‌شود.

۲-۵. اظهارنظر سازمان هواشناسی کشور

دورپیوند النینو-لانینا یا انسو، پدیده‌ای بزرگ‌مقیاس است که بر روی مناطق حاره‌ای اقیانوس آرام شکل می‌گیرد و دوره برگشت آن از ۳ تا ۷ سال است و دارای سه مرحله، النینو، خنثی و لانینا می‌باشد. النینوی سال جاری با توجه به حالت شکل‌گیری آن به النینوی کلرادو موسوم است و با توجه به افزایش ۳ درجه‌ای دمای آب در مناطق مرکزی تا سواحل کشور پرو، در بخش حاره‌ای اقیانوس آرام می‌توان گفت که در ۵۰ سال گذشته کم‌سابقه است. داده‌های تاریخی مربوط به شاخص النینو-لانینا از ۲۵۰ سال گذشته تاکنون در دسترس است.

موضوع مهم در رابطه با پدیده‌های دورپیوند، طولانی بودن بسامد آنهاست که از حدود ۳ ماه (نوسان مادن-جولیان) تا ۷ سال (انسو) متغیر می‌باشد. شایان توجه است که مهمترین دورپیوندها NAO، AO، MEI، MJO و همچنین مانسون هندوستان اثر مستقیم بر ایران دارند؛ اما النینو اثر غیرمستقیم داشته و تنها با تأثیر بر سایر دورپیوندها، مقدار و توزیع زمانی و مکانی بارش و دما را متأثر می‌سازد. اثر مستقیم انسو در مناطق حاره‌ای و استوایی، قوی و آشکار است و با افزایش فاصله به سمت شمال یا جنوب از شدت اثرگذاری آن کاسته می‌شود.

مرکز ملی اقلیم‌شناسی سازمان هواشناسی کشور از سه ماه گذشته در پیش‌بینی ماهیانه و فصلی خود که همواره در هفته دوم هر ماه صادر می‌شود به رخداد النینوی قوی امسال اشاره داشته و با توجه به اثر آن بر شرایط جوی، پیش‌بینی فصلی بارش و دما طی پاییز و زمستان را در سطح کشور با متن و

نقشه ارائه نموده است. مطابق پیش‌بینی فصلی این مرکز، برای پاییز امسال با توجه به اثر النینو، بارش با آغازی زودتر از فصل و با گرایش به نرمال یا بیش از نرمال پیش‌بینی شده است. همچنین میانگین دما، حدود یک درجه بیش از نرمال پنجاه ساله برآورد شده است که با توجه به روند افزایش چند دهه اخیر، انحراف چندانی از دمای فصل ندارد. موضوع مهم در این رابطه بیان میانگین در یک دوره یک تا سه ماهه است و باید توجه داشت که نوسانات دما و بارش می‌تواند قابل توجه باشد که ویژگی عادی شرایط جوی است و معمولاً دوره تناوبی حدود یک هفته دارد. برای زمستان امسال نیز انتظار می‌رود که بارش نرمال با گرایش جزئی کمتر از نرمال باشد و دمای هوا به‌ویژه در نیمه دوم زمستان تا ۱/۵ درجه بیش از نرمال پیش‌بینی شده است.

بررسی شاخص دورپیوند النینو و لانینا نشان می‌دهد که سرمای شدید زمستان ۱۳۸۶ با لانینا همراه بوده است که طی آن دمای هوای تهران برای حدود ۱۰ روز همواره زیر صفر بوده و کمینه دما نیز طی یک ماه زیر صفر باقی‌مانده و کمترین آن به ۱۱- درجه سانتیگراد رسیده است. طی این دوره کمترین دما در اردبیل، همدان، شهرکرد، مشهد، فرودگاه امام، بیرجند و رشت به‌ترتیب به ۳۳-، ۳۱-، ۲۱-، ۲۰- و ۱۲- ثبت شد و حتی در اهواز دمای هوا به صفر درجه سانتیگراد رسیده است. سرمای سال ۱۳۸۶ با بارش برف در سطح کشور همراه بوده و کمینه مطلق دمای تهران طی ۶۵ سال گذشته در ۱۸ دی‌ماه سال ۱۳۴۷ به میزان ۱۵- درجه ثبت شده است. از دوره‌های بسیار سرد دیگر می‌توان به زمستان سال‌های ۱۳۴۱، ۱۳۴۷، ۱۳۵۱، ۱۳۶۱ و ۱۳۷۶ اشاره کرد که چهار مورد آنها با لانینا و دو مورد با حالت خنثی همراه بوده‌اند.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

پدیده‌های دورپیوند اقلیمی که با دوره تناوب‌های متغیر در سطح کره زمین اتفاق می‌افتند، آب‌وهوای مناطق مختلف سطح کره زمین را تحت‌الشعاع قرار می‌دهند. ازجمله این پدیده‌ها پدیده انسو می‌باشد که خود شامل فازهای النینو و لانیناست. مناطقی از کره زمین به‌طور حتم و به‌شدت تحت تأثیر این پدیده قرار می‌گیرد. ازجمله این مناطق می‌توان به جنوب‌شرقی آسیا و استرالیا اشاره کرد. واضح است که هر چه شدت پدیده انسو بیشتر باشد، وسعت و منطقه اثر آن نیز افزایش می‌یابد. در مورد اثر پدیده انسو بر اقلیم و آب‌وهوای مناطق مختلف کره زمین تحقیقات زیادی انجام شده است و محققین سعی بر این داشته‌اند که از پدیده انسو و شدت آن، آب‌وهوای مناطق مختلف را پیش‌بینی کنند. به همین منظور شاخص‌های مختلفی برای کمی‌سازی شدت انسو توسعه داده شده است و بیشتر تحقیقات مذکور برمبنای ارتباط آماری بین این شاخص‌ها و پارامترهای هواشناسی منطقه هدف می‌باشد. کشور ایران به‌دلیل موقعیت جغرافیایی‌اش نسبت به مناطقی مانند جنوب‌شرقی آسیا، کمتر از پدیده انسو متأثر می‌گردد و

شاید بتوان عنوان کرد که انسو با شدت بیشتری کشور ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این زمینه نیز تحقیقات زیادی در داخل کشور صورت گرفته است که بعضی اثر انسو بر میزان بارش و دمای کل کشور و بعضی دیگر این اثر را به‌صورت محلی در کشور مورد بررسی قرار داده‌اند. مهمترین موردی را که تقریباً تمام تحقیقات انجام شده در داخل کشور بر آن اتفاق نظر دارند، این است که النینو (فاز گرم انسو) باعث افزایش بارش‌ها در کشور و لانینا (فاز سرد انسو) باعث کاهش بارش‌ها در کشور می‌گردد و افزایش و کاهش یاد شده عمدتاً در فصل پاییز در کشور اتفاق می‌افتد. با بررسی نتایج تحقیقات انجام شده در کشور می‌توان این نکته را عنوان کرد که در مورد اثر پدیده انسو بر دمای کشور، عدم قطعیت‌های بیشتری نسبت به میزان بارش وجود دارد. براساس پیش‌بینی سازمان‌های بین‌المللی سال ۲۰۱۵ سال وقوع پدیده النینو با شدتی بسیار بیشتر نسبت به النینوهای سال‌های گذشته خواهد بود. بر این اساس می‌توان انتظار داشت که بارش‌های بیشتری در کشور در فصل سرد، عمدتاً فصل پاییز، نسبت به سال‌های گذشته به وقوع بپیوندد. البته لازم به ذکر است که پیش‌بینی اثر النینوی سال ۲۰۱۵ بر کشور توسط دستگاه‌های مختلف اجرایی کشور نیز صورت گرفته است که این پیش‌بینی‌ها در مواردی مشابه و در مواردی نیز با هم متفاوت است. پیش‌بینی‌های مذکور اثر این النینو را بر میزان بارش در فصل سرد سال جاری در کشور به‌صورت افزایشی بررسی نموده و در این مورد با هم مشابهت دارند ولی این پیش‌بینی‌ها در مورد دما نتایج متفاوتی را ارائه می‌دهند. شایان ذکر است که با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور ایران، اثرهای متقابل پدیده‌های دورپیوند بر یکدیگر و همچنین اثر پیچیده و غیرخطی این پدیده‌ها بر آب‌وهوای کشور، پیش‌بینی دقیق اثر آنها روی کشور با میزان پیشرفت علم و فناوری کنونی امکان‌پذیر نبوده و نتایج متناقض پیش‌بینی‌ها و تحقیقات در این زمینه نیز از این علت ناشی می‌شود.

منابع و مآخذ

۱. احمدی‌گیوی، فرهنگ و پرهیزگار، داوود. بررسی نقش انسو (ENSO) در بارش سالیانه ایران در دوره ۱۹۷۱-۲۰۰۰، مجله ژئوفیزیک ایران، جلد ۲، شماره ۲، ۱۳۸۷.

۲. استوار میمندی، ابراهیم. النینو و رابطه آن با بارش‌های ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی (هیدرواقلیم)، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۹.

۳. حجازی‌زاده، زهرا و همکاران. بررسی تأثیر سیگنال‌های اقلیمی بر بارش ناحیه مرکزی ایران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۲۹، ۱۳۹۲.

۴. حضرتی، شهربانو، ابریشم‌چی، احمد و تجریشی، مسعود. بررسی تأثیر پدیده‌های نوسانات اطلس شمالی و جنوبی بر دما و بارش حوزه دریاچه ارومیه، اولین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه فنی شیراز، ۱۳۸۳.

۵. حق نگهدار، امین، ثقفیان، بهرام و اختری، روح‌انگیز. بررسی میزان تأثیر پدیده النینو- نوسانات جنوبی بر سیلاب‌های حداکثر سالیانه جنوب‌غرب ایران، مجله آب و فاضلاب، شماره ۶۴، سال ۱۳۸۶.

۶. حق‌نگهدار، امین. تأثیر سیگنال‌های هواشناسی در اصلاح پیش‌بینی جریانات رودخانه‌ای، پایان‌نامه کارشناسی

ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۳۸۲.
۷. خداقلی، مرتضی و همکاران. بررسی ارتباط علامت‌های از دور SOI و NAO با خشکسالی حوزه آبخیز زاینده‌رود، نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال هفتم، شماره ۲۱، ۱۳۹۲.
۸. خسروی، محمود. پدیده انسو (ENSO) و تغییرپذیری اقلیم جنوب‌شرق ایران، رساله دکتری، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه اصفهان، ۱۳۸۱.
۹. خورشیددوست، علی‌محمد و قویدل‌رحیمی، یوسف. ارزیابی اثر پدیده انسو بر تغییرپذیری بارش‌های فصلی استان آذربایجان‌شرقی با استفاده از شاخص چند متغیره انسو، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۷، ۱۳۸۵.
۱۰. خوش‌اخلاق، فرامرز. پدیده انسو و تأثیر آن بر رژیم بارش ایران، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۱، ۱۳۷۷.
۱۱. سعدی، ت. پیش‌آگاهی وضعیت بارش زیرحوضه‌های کوهرنگ و بهشت‌آباد از حوضه کارون شمالی براساس پدیده نوسانات جنوب النینو و نوسانات اطلس شمالی، سازمان آب و برق خوزستان، ۱۳۹۰.
۱۲. شیرمحمدی علی‌اکبرخانی، زهرا و همکاران. بررسی ارتباط پدیده انسو (ENSO) با مقادیر حدی بارش‌های فصلی در استان‌های خراسان، مجله پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، جلد ۱۹، شماره ۱، ۱۳۹۱.
۱۳. صداقت کردار، عبدالله و فتاحی، ابراهیم. شاخص‌های پیش‌آگاهی خشکسالی در ایران، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۱، ۱۳۸۷.
۱۴. صلاحی، برومند، خورشیددوست، علی محمد و قویدل‌رحیمی، یوسف. ارتباط نوسان‌های گردش جوی- اقیانوسی اطلس شمالی با خشکسالی‌های آذربایجان شرقی، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۰، ۱۳۸۶.
۱۵. عزیزی، قاسم. النینو و دوره‌های خشکسالی و ترسالی در ایران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۸، ۱۳۷۹.
۱۶. علیزاده، امین، عرفانیان، مریم و انصاری، حسین. بررسی الگوهای پیوند از دور مؤثر بر پارامترهای بارش و دما (مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک مشهد)، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۲، جلد ۵، ۱۳۹۰.
۱۷. غیور، حسنعلی و خسروی، محمود. تأثیر پدیده انسو بر ناهنجاری‌های بارش تابستانی و پاییزی منطقه جنوب‌شرق ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۲، ۱۳۸۰.
۱۸. غیور، حسنعلی و خسروی، محمود. تأثیر پدیده انسو بر ناهنجاری‌های بارش تابستانی و پاییزی منطقه جنوب‌شرق ایران، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۲، ۱۳۸۶.
۱۹. غیور، حسنعلی و عساکره، حسین. مطالعه اثر پیوند از دور بر اقلیم ایران مطالعه موردی: اثر نوسانات اطلس شمالی و نوسانات جنوبی بر تغییرات میانگین ماهیانه دمای جاسک، نشریه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۳-۶۴، ۱۳۸۰.
۲۰. قویدل‌رحیمی، یوسف و زاهدی قره آغاج، مجید. مطالعه ارتباط نوسانات بارش پاییزی آذربایجان شرقی با الگوی بزرگ مقیاس گردش جوی ـ اقیانوسی النینو ـ نوسان جنوبی (انسو)، مجله فضای جغرافیایی، سال پنجم، شماره ۱۴، ۱۳۸۴.
۲۱. قویدل‌رحیمی، یوسف. ارتباط پیوند از دوربین پدیده انسو (ENSO) و ناهنجاری‌های بارش پائیزی در استان آذربایجان شرقی، مجله محیط‌شناسی دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
۲۲. کارآموز، محمد و حق‌نگهدار، امین. بررسی تأثیر پدیده النینو- نوسان جنوبی بر جریان ورودی سد زاینده‌رود با استفاده از تحلیل طیفی، دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۳۸۲.

۲۳. کوره‌پزان دزفولی، امین. تأثیر سیگنال‌های هواشناسی در پیش‌بینی تغییرات بارش، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۳۸۲.
۲۴. مدرس‌پور، آزاده. تأثیر رویداد انسو (النینو - نوسان جنوبی) بر بارندگی و دمای ایران. مجله نیوار شماره ۳۳، ۱۳۷۶.
۲۵. معتمدی، محمد، احترامیان، کوروش و شهاب‌فر، علیرضا. بررسی ارتباط از دور سیگنال هواشناسی انسو با نوسانات بارندگی و دما در استان خراسان، مجله علوم محیطی، دوره ۴، ۱۳۸۶.
۲۶. میرافضل، لیلی. اثر النینو ۱۹۸۳-۱۹۸۲ بر روی آب‌وهوای ایران، مجله فیزیک و فضا، شماره ۲، ۱۳۷۹.
۲۷. ناظم‌السادات، سیدمحمدجعفر و قاسمی، احمدرضا. خشکسالی و بارندگی مازاد استان سیستان و بلوچستان و ارتباط آن با پدیده النینو- نوسان جنوبی، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، جلد سوم، دانشگاه زابل، ۱۳۸۶.
۲۸. ناظم‌السادات، سیدمحمدجعفر. آیا باران می‌بارد؟ خشکسالی و بارندگی مازاد در ایران و ارتباط آن با پدیده النینو - نوسان جنوبی، انتشارات دانشگاه شیراز، ۱۳۸۰.
۲۹. ناظم‌السادات، سیدمحمدجعفر. بررسی تأثیر پدیده النینو ـ نوسانات جنوبی (ENSO) بر بارندگی پاییز ایران، دومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور و مرکز ملی اقلیم‌شناسی، تهران، ۱۳۷۸.
۳۰. نجف‌پور، بهرام و کیانی‌پور، منیژه. تحلیل همدید الگوهای پرفشار سیبری و کم‌فشار سودانی در زمان وقوع پدیده انسو و ارتباط آن با ناهنجاری بارش‌های جنوب و جنوب‌غرب ایران، مجله اندیشه جغرافیایی، شماره ۱۲، ۱۳۹۱.
۳۱. یاراحمدی، داریوش و عزیزی، قاسم. تحلیل چندمتغیره ارتباط میزان بارش فصلی ایران و شاخص‌های اقلیمی، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۲، ۱۳۸۶.
32. Masoodian, S. A. The effects of ENSO on annual precipitation of Iran. World Congress for Middle Eastern Studies, Mainz, Germany. 2002.
33. Nazemosadat, M. J. ENSO impact on the occurrence of autumnal drought in Iran. Drought Network News, 11 (2). 1999.
34. Nazemosadat, M. J., and Ghasemi, A. R. Quantifying the ENSO-Related shifts in the intensity and probability of drought and wet periods in Iran. Journal of Climate, 17 (20). 2004.
35. Nazemosadat, M.J., Ghasemi, A.R., and Cordery, I. The linkage between precipitation in Iran and NSW Australia. The Proceeding of the Third Regional and First National Conference on Climate Change, Isfahan, Iran. 2003.
36. Quinn, W.H., D.O. Zopf, K.S. Short and R.T.W. Kuo Yang . 'Historical Trends and Statistics of the Southern Oscillation, El Niño, and Indonesian Droughts', Fishery Bulletin 76 (3), 1978.
37. Rasmusson, E. M., and J. M. Wallace. Meteorological aspects of El Nino / Southern Oscillation. Science, 222, 1983.
38. Ropelewski, C. F., and M. S. Halpert. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Nino/ Southern Oscillation. Monthly Weather Review, 115, 1987.
39. Suppiah, R. Relationships between the Indian Ocean sea surface temperatures and the rainfall of Sri Lanka. Journal of the Meteorological Society of Japan, 66, 1988..
40. Tyson (1986; Preston-Whyte and Tyson, 1988) , several papers on the Southern African link to ENSO events.

شناسنامه گزارش	مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی	شماره مسلسل: ۱۴۶۱۷

عنوان گزارش: بررسی ابعاد اقلیمی پدیده جهانی انسو (ENSO) و تأثیر آن بر آب‌وهوای ایران

نام دفتر: مطالعات زیربنایی (گروه آب و محیط زیست)

تهیه و تدوین: نرجس‌السادات عبدالمنافی

مدیر مطالعه: جمال محمدولی سامانی

ناظران علمی: محمدرضا محمدخانی، مهران برادران نصیری، محسن صمدی

متقاضی: معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی

ویراستار تخصصی: ـــــ

ویراستار ادبی: ـــــ

واژه‌های کلیدی: ـــــ

تاریخ انتشار: ۱۳۹۴/۱۰/۱۵