

ال نینو و نوسان جنوبی

عباس مفیدی*

دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی (اقلیم شناسی)، دانشگاه تربیت معلم

مجله رشد آموزش جغرافیا، شماره ۶۸، صفحه ۲۰-۱۵

(شماره پائیز ۱۳۸۳)

تاریخ ارسال مقاله: آبان ۱۳۸۰

تاریخ ارسال نسخه اصلاح شده: اسفند ۱۳۸۰

تاریخ انتشار مقاله: آبان ۱۳۸۳

آدرس: مازندران، چالوس، خیابان ۱۷ شهریور، مؤسسه آموزش عالی طبرستان، گروه جغرافیا

(کد پستی ۶۹۴۱-۴۶۶۱۹)

* E-mail: abbasmofidi@hotmail.com

ال نینو و نوسان جنوبی

عباس مفیدی*

دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی (اقلیم شناسی)، دانشگاه تربیت معلم

*E-mail: abbasmofidi@hotmail.com

۱- مقدمه:

ماده و انرژی با قانونمندی خاصی بین دریا و خشکی مبادله می شوند، قسمت اعظم این مبادله بوسیله فرآیندهای اتمسفری انجام می گیرد. بدین ترتیب که باد و توده های هوا، در هنگام عبور از روی خشکی و آب، گازها - ذرات جامد و مایع و گرما را در سرتاسر سیاره زمین با خود انتقال می دهند. گفته می شود موتور حرکت گردش اتمسفری انرژی گرمایی حاصل از آب دریاها و اقیانوس ها است و هر گونه تغییر در وضعیت اقیانوس ها از طریق برهم کنش آنها با اتمسفر تمامی سیستم اقلیمی زمین را از خود متأثر می سازد.

در چند دهه اخیر افزایش اطلاعات بشر از اقلیم زمین و دغدغه انسان از تغییرات آب و هوایی در آینده، موجب شناخت دقیق تر مؤلفه های تأثیر گذار بر اقلیم زمین شده است. در سالهای اخیر نوسانات و تغییرات آب و هوایی در منطقه اقیانوس آرام و تأثیر آن بر روی آب و هوای مناطق مختلف کره زمین نظر بسیاری از دانشمندان را به خود معطوف نموده است. این پدیده که به «ال نینو» معروف گشته، حجم عظیمی از پژوهشها و تحقیقات علمی را در اقصاء نقاط زمین به خود اختصاص داده است. در این مقاله سعی بر آنست تا یک شناخت کلی از این پدیده ارائه گردد.

۲- ال نینو، لانینو و نوسان جنوبی:

مطالعات نشان می دهد که ال نینو اولین بار در حدود صدسال پیش مورد توجه علمی قرار گرفت، با وجود این شواهدی در دست است که دریانوردان و ماهیگیران بومی آمریکای جنوبی پدیده ال نینو را در اوایل قرن ۱۵ میلادی نیز می شناخته اند. ماهیگیران ساحل غربی آمریکای جنوبی اصطلاح ال نینو را برای تعریف یک جریان گرم ضعیفی که هر ساله حول وحوش ایام کریسمس در امتداد سواحل اکوادور و پرو به سمت جنوب جریان دارد به کار می برند. در واقع ساکنین بومی اصطلاح «ال نینو» (لغت اسپانیولی به معنی پسر بچه) را با توجه به تقارن این پدیده با ایام کریسمس برگزیدند که «فرزند مسیح» از آن مستفاد می شود.

در امتداد ساحل غربی آمریکای جنوبی، جائیکه جریان سرد پرو (همبولت) به سمت شمال حرکت می کند، بادهای جنوبی موجب بالا آمدن آب سرد غنی از نیترات می شوند که متعاقباً افزایش جمعیت آبزیان (بخصوص ماهی کولی) را در سواحل آمریکای جنوبی بدنبال دارد.

کثرت آبزیان افزایش جمعیت پرندگان ماهیخواری موسوم به «گوانو»^۱ را در پی دارد که آنها نیز به نوبه خود موجب افزایش حاصلخیزی خاک سواحل می شوند.^۲*

در پایان هر سال جریان گرم استوایی که از نظر نیترات فقیر است به سمت جنوب حرکت نموده و جایگزین آب سرد غنی از نیترات می شود، این جریان همان ال نینو (یا فرزند مسیح) است.

در اغلب سالها جریان گرم تنها به مدت چند هفته و یا یکی دو ماه باقی می ماند و معمولاً پس از آن الگوی جریان آب و همچنین الگوی هوا به شرایط عادی خود باز می گردد و ماهی ها دوباره در منطقه افزایش می یابند.

اما اگر شرایط ال نینو مدت زمان بیشتری باقی بماند و جریان گرم منطقه وسیع تری را تحت تسلط خود در آورد نتایج اقتصادی می تواند مخاطره آمیز باشد، به چنین حالتی که معمولاً در حد فاصل زمانی ۳ تا ۷ سال اتفاق می افتد در حال حاضر «رخداد ال نینوی اصلی»^۳ (یا فاز گرم) اطلاق می شود (Ahrens, 1998).

در طول یک رخداد ال نینوی اصلی ممکن است تعداد زیادی از ماهی ها و موجودات دریائی بمیرند و ماهی ها و پرندگان مرده سواحل و آبهای ساحلی پرو را بپوشانند. لاشه های در حال تجزیه این موجودات موجب کاهش ذخیره اکسیژن آب شده و در نهایت تولید مقادیر عظیمی سولفید هیدروژن بدبو را در پی دارند.

ال نینوئی که در سال ۷۳-۱۹۷۲ اتفاق افتاد بطور قابل ملاحظه ای صید سالیانه ماهی کولی را در سواحل پرو کاهش داد. از آنجائیکه قسمت اعظم این صید تبدیل به غذای ماهی شده و برای تغذیه چهارپایان و ماکیان صادر می شود، تولید غذای ماهی دنیا در سال ۱۹۷۲ کاهش عمده ای پیدا نمود.

معمولاً در مناطق حاره ای اقیانوس آرام بادهای تجارتي بطور مداوم از یک منطقه پر فشار بر روی اقیانوس آرام شرقی به سمت یک منطقه کم فشار در آرام غربی (حول و حوش اندونزی) می وزند.

بادهای تجارتي هنگامیکه به سمت غرب جریان می یابند به همراه خود آب سرد سواحل آمریکای جنوبی را جابجا می کنند، این آب همانطوریکه به سمت غرب جریان می یابد بتدریج در اثر تابش

1 . Guano

۲. فضله این پرندگان غنی از فسفات است.

3. Major El Nino Event

خورشید گرم می شود .

نتیجه این فرایند اینست که آب سطحی در امتداد خط استوا در آرام غربی گرم می شود . علاوه بر این جریان یافتن آب های سطحی تحت تأثیر الگوهای فشار موجب بالا آمدن سطح آب در اقیانوس آرام غربی و پائین تر بودن آن در شرق اقیانوس آرام می گردد .

بدنبال این فرآیند از لایه ضخیم آب گرم در آرام غربی یک جریان اقیانوسی ضعیف در امتداد خط استوا به سمت آمریکای جنوبی جریان می یابد ، این جریان اصطلاحاً به « جریان معکوس استوایی»^۴ معروف است .

هرچند سال یکبار الگوهای فشار اتمسفری در سطح دریا تغییر پیدا می کند ، بدین ترتیب که میزان فشار هوا بر روی منطقه آرام غربی افزایش یافته و بر روی آرام شرقی کاهش می یابد . این تغییر در میزان فشار هوا موجب تضعیف بادهای تجارتی (بادهای شرقی) شده و در طول دوره ای که فشار هوا حالت عکس پیدا میکند بادهای غربی جایگزین بادهای تجارتی در سطح دریا می شوند (شکل ۱).

بادهای غربی جریان معکوس استوایی را تقویت نموده و سبب پیشروی آب گرم به سمت آمریکای جنوبی و بر روی منطقه گسترده ای از اقیانوس آرام حاره ای می شوند .

در پایان دوره گرم (فاز گرم) که ممکن است بین یک تا دو سال طول بکشد ، مجدداً فشار هوا در آرام شرقی افزایش یافته در حالیکه بر روی آرام غربی کاهش می یابد .

این الگوی الاکنگی^۵ یعنی معکوس شدن فشار هوا در سطح دریا در دو انتهای شرقی و غربی اقیانوس آرام اصطلاحاً « نوسان جنوبی»^۶ نامیده می شوند . در واقع نوسان جنوبی تغییرات « گردش واکر»^۷ را به نمایش می گذارد .

گردش واکر همانطوریکه در شکل یک دیده می شود گردش مداری است که در عرض های پائین اتفاق می افتد . بدین ترتیب که توزیع نا همگن خشکی و دریا و تغییرات درجه حرارت سطح دریا در اقیانوس آرام موجب گرم شدن نامتقارن مداری و گردش شرقی - غربی هوا می شود .

هوا در مناطق گرم آرام غربی صعود نموده و در مناطق نسبتاً سرد شرق آرام فرو نشینی می کند . تضاد حرارتی و تفاوت فشار متعاقب آن موجب پیدایش یک سلول گردش شرقی - غربی (مداری) هوا در منطقه اقیانوس آرام می شود که به نام کاشف آن سلول «گردش واکر» نام گذاری شده است (Thompson, 1998).

در شرایط نرمال در سلول گردش واکر بادهای سطحی از شرق (بادهای تجارتی) و بادهای

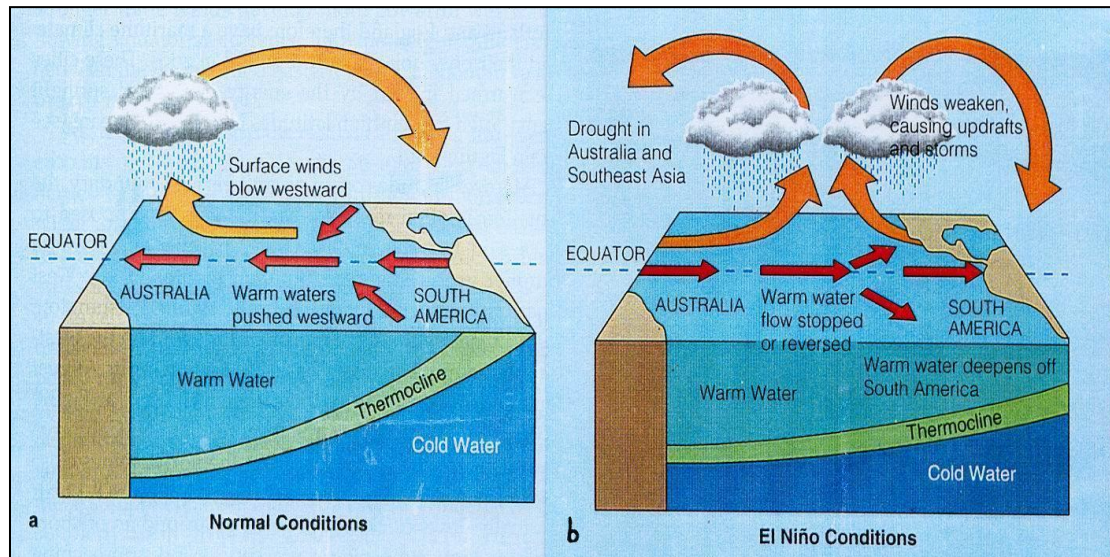
4. Equatorial Counter Current

5. Seesaw

6. Southern Oscillation

7. Walker Circulation

سطوح فوقانی از غرب می وزند تا سلول کامل گردد (شکل a و a)، این حالت در سال های ال نینو به هم می خورد و حتی شرایط عکس حاکم می شود (شکل b و b). در سال های ال نینو گردش واکر ضعیف تر شده حتی بصورت یک ساختار گردشی پیچیده تر، به سلول های کوچکتری شکسته می شود (شکل b و b).



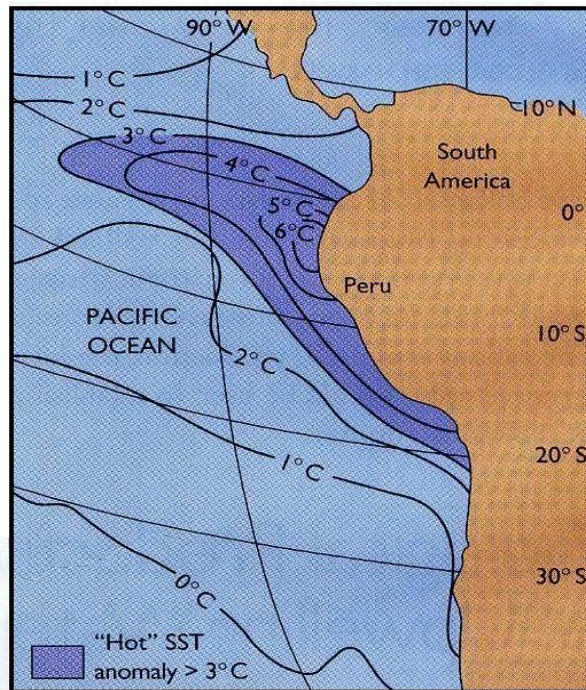
شکل ۱a و ۱b به ترتیب وضعیت نرمال و ال نینو را نشان می دهند (Garrison, 1999).

آنجائیکه معکوس شدن فشار هوا و تغییرات گرمایش اقیانوس در منطقه آرام بطور همزمان اتفاق می افتد، دانشمندان این پدیده را «ال نینوی / نوسان جنوبی» یا به طور خلاصه «انسو»^۱ می نامند.

در طول رخداد انسوی ۸۳-۱۹۸۲ بادهای غربی نزدیک خط استوا در مقایسه با تمامی دوره های پیشین شدت بیشتری داشته اند. در سال های ال نینو استقرار بادهای غربی در سطح اقیانوس آرام غربی جریان شدیدتر آب های سطحی را به سمت شرق (آمریکای جنوبی) امکانپذیر می سازد. نتیجه این فرآیند بالا آمدن سطح آب دریا در شرق و پائین رفتن آن در غرب اقیانوس آرام می باشد، آبی که توسط جریان معکوس استوایی به سمت سواحل آمریکای جنوبی جریان دارد. بتدریج تحت تأثیر تابش خورشید گرم شده و در نهایت منطقه آرام شرقی دمائی حدود ۶° درجه سانتی گراد گرم تر از شرایط نرمال بدست می آورد (شکل ۲).

گرم شدن اقیانوس در شرق و آزاد شدن گرمای نهان تبخیر در طول مدت تراکم و تشکیل ابرها تأثیر قابل ملاحظه ای بر روی بادهای غربی سطح بالا دارد (شکل ۱b و b) که در نهایت موجب

افزایش بارش در برخی مناطق زمین و کاهش آن در برخی مناطق دیگر می شود . بدین ترتیب یک لایه ضخیم از آب گرم در مناطق ساحلی اکوادور و پرو پیشروی می کند. وجود چنین درجه حرارت های غیرمعمول و ناهنجاری در آرام شرقی بر روی الگوهای باد در مقیاس وسیع اثر می گذارد .



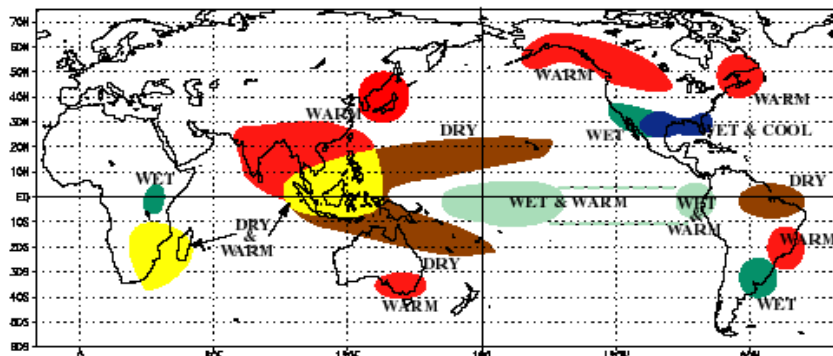
شکل (۲). ناهنجاری های درجه حرارت را در طول رخداد ال نینوی اصلی در شرق آرام نشان می دهد (Pinet, 1998)

پس از پایان یافتن یک رخداد ال نینوی اصلی معمولاً بادهای تجارتي به شرایط نرمال خود باز می گردند ، با این وجود اگر بادهای تجارتي بطور غیر منتظره ای قوی باشند موجب افزایش بالا آبی آب سرد در سواحل غربی آمریکای جنوبی شده و متعاقب آن دمای آب در آرام شرقی و مرکزی به طور غیر معمول سرد خواهد شد . در چنین شرایطی لایه ضخیم آب گرم و بارش های سنگین عمدتاً به منطقه آرام غربی محدود می شود . این فاز سرد که درست شرایط عکس ال نینو (فاز گرم) بر آن حاکم است اصطلاحاً «لانیو»^۹ (لغت اسپانیولی به معنی دختر بچه) نامیده می شود . محققین لانیوی (فاز سرد) سال ۱۹۸۸ را با خشکسالی تابستانی آمریکای شمالی در همان سال مرتبط می دانند. همانطوریکه توضیح داده شد ال نینو و نوسان جنوبی بخشی از یک ارتباط متقابل و برهم کنش بزرگ مقیاس بین اتمسفر و اقیانوس می باشد ، در زمان وقوع این پدیده مناطق معینی از دنیا واکنش های اقلیمی معنی داری را نشان می دهند .

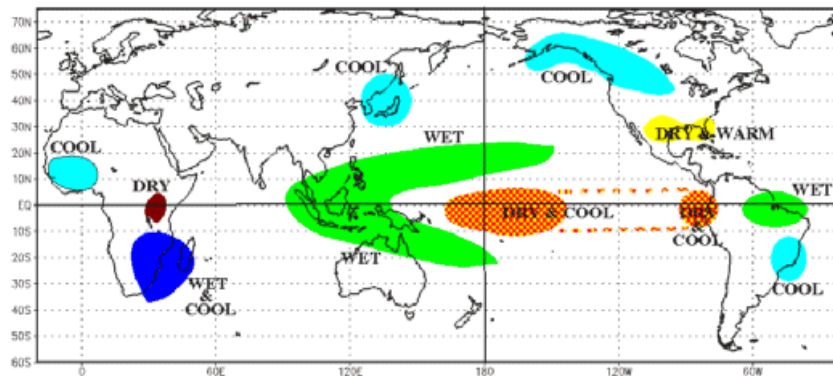
۳- انسو و بارشهای منطقه ای:

در طول رخداد ال نینو ۸۳ - ۱۹۸۲ کشورهای اندونزی، آفریقای جنوبی و استرالیا با خشکسالیهای شدیدی مواجه شدند بطوریکه تولید محصولات کشاورزی این کشورها نصف مقدار سال قبل بود، ضمن اینکه دریابان های ساحلی اکوادور و پروی شمالی بارش های شدید و سیل های بزرگی بوقوع پیوست. شکل ۳ وضعیت کشورها و مناطق مختلف را در محدوده اقیانوس آرام و اقیانوس هند در هنگام وقوع پدیده ال نینو به تفکیک برای دوره های سرد و گرم سال نشان می دهد .

WARM EPISODE RELATIONSHIPS DECEMBER - FEBRUARY



COLD EPISODE RELATIONSHIPS DECEMBER - FEBRUARY



شکل (۳) ناهنجاری های دما و بارش در طول رخداد لانیو (بالا) و ال نینو (پائین) برای فصل زمستان در محدوده اقیانوس آرام و مناطق مجاور (Coghlan, 2002).

در نیمکره شمالی یک رود باد غربی جنب حاره ای قوی و غیر معمول به دفعات با رود باد قطبی یکی شده و موجب افزایش بارش قابل ملاحظه ای در ایالت های ساحلی خلیج مکزیک گردیده است .

در مناطق مونسونی همچون هند، مدت زیادی است که نقش ال نینو بر میزان بارش تابستانی مورد مطالعه قرار گرفته است ، با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت منطقه هند در طول سالهای

ال نینوی قوی کاهش بارش تابستانی قابل ملاحظه ای را نشان می دهد (شکل ۳). فعالیت سیکلون های حاره ای نیز از فازهای گرم و سرد انسو تبعیت می کند. در کل، فازهای گرم با افزایش تعداد طوفان های حاره ای و هاریکن ها در اقیانوس آرام شرقی و کاهش تعداد آنها در خلیج مکزیک و دریای کارائیب همراه است (Coghlan, 2002).

در عین حال در سال های ال نینو مناطق مرکزی و غربی اروپا در طول فصل زمستان بارش های بیشتر از نرمال دریافت می کنند که با کاهش میزان فشار هوا در این منطقه همراه می باشد. در حالیکه اروپای شمالی در چنین سالهایی از بارش های کمتری برخوردار خواهد بود، از طرفی پوشش برف در مناطقی چون شرق قفقاز - حوضه غربی و شرقی دریای خزر و آسیای مرکزی بیشتر از شرایط نرمال خواهد بود (Krenke and Kitaev, 2002). در واقع مسیر سیکلون ها در منطقه شرق اقیانوس اطلس و اروپا به عرض های جنوبی تری جابجا می شود (Coghlan, 2002).

نتایج پژوهشگران در خاورمیانه نیز ارتباط پدیده انسو را با ناهنجاری های بارش بر روی منطقه نشان می دهد، بطوریکه سال های ال نینوی قوی با افزایش بارش زمستانی همراه بوده است (Alpert and Reisien, 1986; Price et al., 1998). در عین حال جدیدترین خشکسالی ایران و جنوب غرب آسیا (خشکسالی ۲۰۰۱-۱۹۹۸) با یکی از طولانی ترین و قویترین لانیوهای نیم قرن اخیر مرتبط دانسته شده و در واقع فاز سرد انسو علت اصلی خشکسالی اخیر معرفی گردیده است (Barlow et al., 2002; Waple et al., 2002).

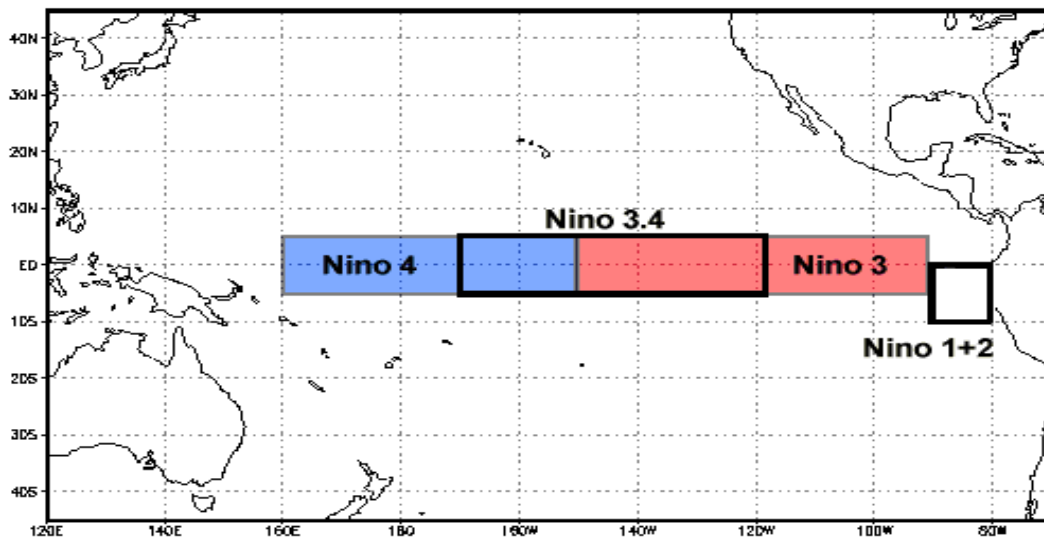
تقریباً تمامی تحقیقات انجام شده در ایران نیز رخداد ال نینو را با افزایش بارش های فراگیر در دوره سرد سال مرتبط می دانند (مدرس پور، ۱۳۷۵؛ خوش اخلاق، ۱۳۷۷؛ ناظم السادات، ۱۳۷۸؛ استوار میمندی، ۱۳۷۹؛ عزیزی، ۱۳۷۹).

گفته می شود در زمان وقوع پدیده ال نینو رودباد جنب حاره در نیمکره شمالی به عرض های پائین تری منتقل شده و در واقع جانب شمالی سلول هدلی در موقعیتی نزدیکتر به استوا قرار می گیرد. در چنین حالتی پر فشارهای جنب حاره ای در منطقه خاور میانه به عرض های پائین تری جابجا شده و امکان نفوذ موج بادهای غربی را در دوره سرد به منطقه مدیترانه و دریای سرخ افزایش می دهند، نتیجه این فرآیندها افزایش بارش زمستانی ایران و بطور کل خاور میانه در سال های ال نینو خواهد بود (Price et al., 1998).

۴- چگونه می توان یک ال نینو را تشخیص داد؟

برای تعیین و تشخیص ال نینو و لانیو و بطور کلی شرایط هنجار و ناهنجار در منطقه اقیانوس آرام از دو مؤلفه استفاده می شود:

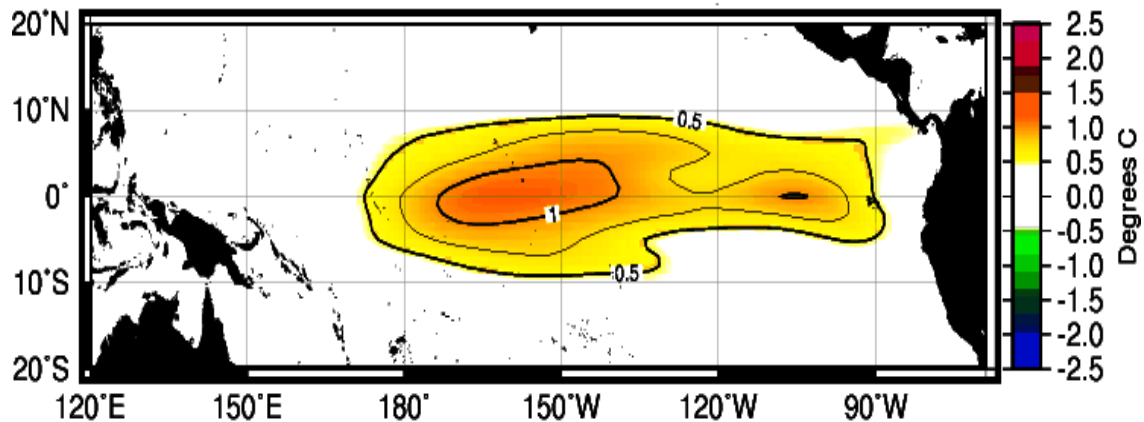
۴-۱. «درجه حرارت سطح دریا»: در طی یکی دو دهه گذشته مطالعات گسترده ای بر روی درجه حرارت اقیانوس آرام حاره ای صورت گرفته است و در نهایت در آخرین مدل های پیش بینی ارائه شده، منطقه ای بین 20° تا 170° درجه طول غربی در حد فاصل 5° عرض شمالی و جنوبی، بعنوان منطقه مبنا برای تعیین ناهنجاری های دمایی (تعیین شرایط ال نینو - لانینو و یا شرایط نرمال) مورد استفاده قرار می گیرد (شکل ۴).



شکل (۴). منطقه «نینوی ۳/۴» و محدوده های دیگری که برای پیش بینی ال نینو مورد بررسی قرار می گیرد (Terenberth, 1997).

براساس مطالعات انجام شده اگر درجه حرارت متوسط سطح دریا در منطقه نینوی ۴، ۳ برای مدت حداقل شش ماه متوالی $0/4$ درجه سانتیگراد بالاتر از دمای نرمال باشد، پدیده ال نینو (فاز گرم) بوقوع پیوسته است و اگر به همین ترتیب $0/4$ درجه پائین تر از دمای نرمال باشد لانینو (فاز سرد) اتفاق افتاده است. با توجه به شاخص یاد شده در طی ۵۰ سال گذشته اغلب ال نینوها و لانینوها در حدفاصل ماه های مارس تا سپتامبر آغاز گردیده اند (Terenberth, 1997).

شکل ۵ نقشه پیش بینی ناهنجاری درجه حرارت سطح دریا را برای ماه های دسامبر ۲۰۰۲ و ژانویه و فوریه ۲۰۰۳ که توسط یکی از مراکز پیش بینی اقلیمی برای منطقه اقیانوس آرام تهیه شده، نشان می دهد. با توجه به آنچه در بالا ذکر شد، دمای پیش بینی شده نشاندهنده استقرار فاز گرم (ال نینو) در زمستان سال ۱۳۸۱ است بطوریکه در منطقه نینوی ۴، ۳ ناهنجاری در طی این سه ماه 1° (یک درجه) بالاتر از نرمال است. لازم به ذکر است که اقیانوس آرام در سرتاسر سال ۲۰۰۲ پدیده ال نینو را تجربه کرده است.



شکل (۵) پیش بینی ناهنجاریهای درجه حرارت سطح دریا در منطقه اقیانوس آرام برای زمستان ۱۳۸۱.

۴-۲. «شاخص نوسان جنوبی»^{۱۰}: بواسطه این شاخص وضعیت الگوهای فشار و شدت و ضعف جریانهای اتمسفری در منطقه اقیانوس آرام مشخص می گردد در این شاخص یک منطقه پرفشار در اقیانوس آرام جنوبی و یک منطقه کم فشار در آرام غربی در نظر گرفته شده است. ایستگاه «تاهیتی»^{۱۱} بعنوان مرکز پرفشار (۱۷ درجه جنوبی و ۱۵۰ درجه غربی) و ایستگاه «داروین»^{۱۲} در شمال استرالیا (۱۲ درجه جنوبی و ۱۳۰ درجه شرقی) بعنوان مرکز کم فشار تعیین گردیده است (شکل ۶).

شاخص نوسان جنوبی از طریق فرمول زیر محاسبه می گردد (علیجانی، ۱۳۷۷):

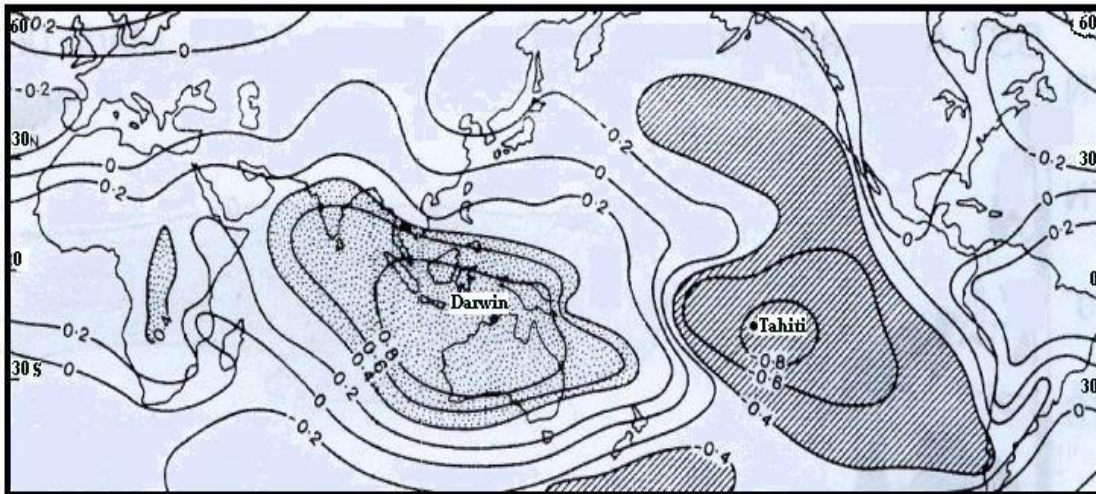
$$SOI = P_{\text{Darwin}} - P_{\text{Tahiti}}$$

در اینجا P مقدار فشار هوا در سطح دریا است. هر قدر میزان فشار هوا در تاهیتی بیشتر از معمول باشد، بادهای تجارتی قوی تر خواهند بود. از طرفی فاز گرم (ال نینو) با اختلاف فشار کمتر بین این دو مرکز فشار مرتبط است. به عبارتی کاهش میزان فشار در ایستگاه تاهیتی موجب کاهش شیب فشار در منطقه اقیانوس آرام و در نهایت ضعیف شدن بادهای تجارتی و استقرار فاز گرم می شود.

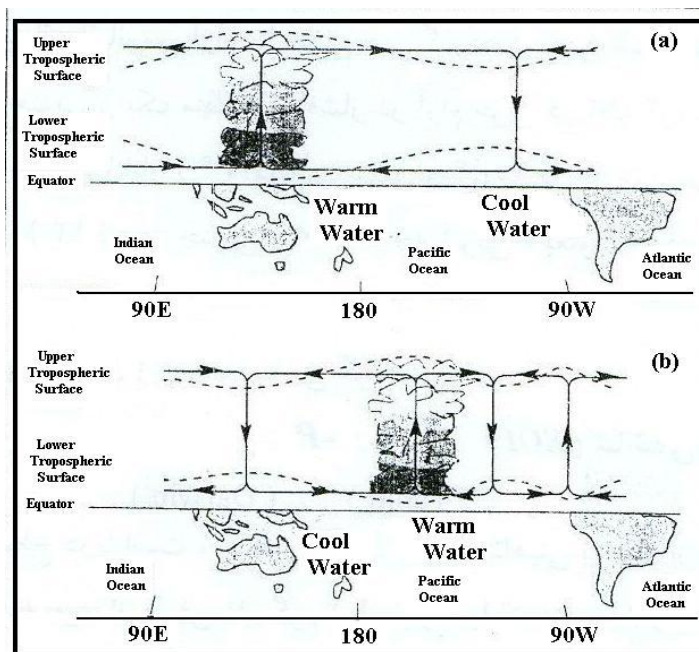
10 . Southern Oscillation Index [SOI]

11 . Tahiti

12 . Darwin



شکل (۶) موقعیت مراکز پرفشار و کم فشار در منطقه اقیانوس آرام در وضعیت ال نینوی قوی
(Barry and Chorley, 1998).



شکل (۷) طرحی شماتیک از نحوه گردش اتمسفر بر روی اقیانوس آرام حاره ای را نشان می دهد. (۷a) گردش واکر در شرایط نرمال همراه با بارش فراوان و دمای بالا در غرب اقیانوس آرام. (۷b) الگوی گردش حاره ای در طول رخداد ال نینوی اصلی همراه با بارش فراوان و دمای بالای آب در آرام مرکزی تا شرقی (Peng et al., 2002).

فهرست منابع

۱. استوار میمندی، ابراهیم، (۱۳۷۹)، ال نینو و رابطه آن با بارش های ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
۲. خوش اخلاق، فرامرز، (۱۳۷۷)، پدیده انسو و تأثیر آن بر رژیم بارش ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۱، صفحه ۱۳۹-۱۲۱.
۳. عزیززی، قاسم، (۱۳۷۹)، ال نینو و دوره های خشکسالی و ترسالی در ایران، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۳۸، صفحه ۸۴-۷۱.
۴. علیجانی، بهلول، (۱۳۷۷) پرسش و پاسخ، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۴۸، صفحه ۵۹-۵۷.
۵. مدرس پور، آزاده، (۱۳۷۵)، ناهنجاری های اقلیمی ایران و پدیده انسو، پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد شمال تهران).
۶. ناظم السادات، سید محمدجعفر، (۱۳۷۸)، بررسی تاثیر پدیده انسو بر بارندگی پائیزه ایران، مجموعه مقالات دومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی، صفحه ۲۶۴-۲۵۲.
7. Ahrens, D., (1998), *Essentials of Meteorology*, wadsworth publishing company, PP.177-183.
8. Alpert and Reisin, (1986), An early winter polar air mass penetration to the eastern Mediterranean, *Mon. Wea. Rev.*, vol. 15, No. 7, pp. 1411-1418.
9. Barlow, M. et al., (2002), Drought in central and southwest Asia: La Nina, the warm pool, and Indian ocean precipitation, *J. climate*, vol. 15, No. 7, pp. 697-700.
10. Barry, R., and chorley, R., (1998), *Atmosphere, weather and climate*, Routledge, pp. 277-278.
11. Coghlan, C., (2002), El Nino - Causes, Consequences and Solutions, *weather*, vol. 57, No. 6, pp. 209-215.
12. Carrison, Tom, (1999), *Oceanography*, Wadsworth publishing company, pp. 214-216.
13. Krenke, and Kitaev, (2002), Impact of ENSO on snow cover in the former Soviet Union, <http://www.gewex.com/nov98enso.html>.
14. Lutgens, F. Tarbuck, E., (1998), *The Atmosphere*, prentice hall, pp. 178-181.
15. Pinet, P., (1998), *Invitation of oceanography*, Jones and Bartlett, pp. 392-393.
16. Price et al., (1998), A possible link between Elnino and precipitaion in Israel, *Geoph. Res. Lett.*, vol. 25, pp. 3963-3966.
17. Peng et al., (2002), *Environmental modelling and predition*, springer-verlag, pp. 24-27.
18. Thompson, R., (1998), *Atmospheric processes and systems*, Routledge, pp. 161-163.
19. Terenberth, K., (1997), The definition of El Nino, *Bull. Amr. Met. Soc.*, vol. 78, No. 12, pp. 2771-2777.
20. Waple, A. M., et al., (2002), Climate assessment for 2001, *Bull. Amr. Met. Soc.*, vol. 83, No. 6, pp. sl-s 59.