



مروری بر ارتباط پدیده النینو با بارش سنگین تاریخ ۶ آبان ۱۳۹۴ در غرب ایران

تهیه کننده:

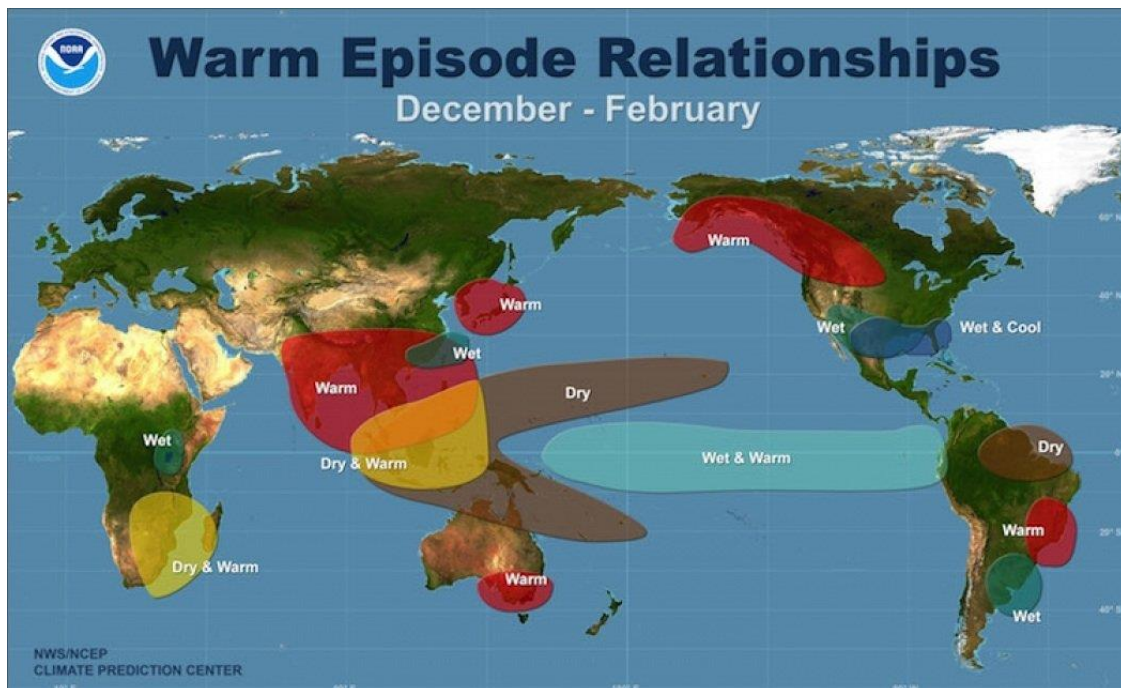
میثم طولابی نژاد، دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه خوارزمی

تیرماه ۱۳۹۶

مقدمه

ال نینو یکی از چرخه های مشهور آب و هوایی جهان است که هر ۲ تا ۷ سال یک بار باعث ایجاد ناهنجاری های بزرگ در آب و هوای سراسر زمین می شود. در اصل النینو به جریان نسبتا ضعیف و گرمی اطلاق می گردد که در حوالی کریسمس و در سواحل جنوبی اکوادور و سواحل شمالی پرو واقع در شرق اقیانوس آرام اتفاق می افتد. هر چند سالی یکبار این جریان تشدید گردیده و دیده شده است که زمانی که دمای آب تا $3/5$ درجه سانتیگراد افزایش یابد بارندگی شدید و وقوع سیل حتمی است که تغییرات و آشفته گی های محیطی از قبیل رانش زمین و خشکسالی را به همراه خواهد داشت. در مقیاس تغییرات اقلیمی، النینو چیزی بیشتر از یک جریان آب گرم ناگهانی در سواحل پرو است. زیرا النینو می تواند نه تنها عامل افزایش دما در ناحیه وسیعی از منطقه استوایی اقیانوس آرام باشد بلکه می تواند عامل تغییراتی در جهت باد و جهت جریان نیز باشد. در واقع النینو می تواند عامل یک نوع نوسان در فشار هوا در ناحیه وسیعی از اقیانوس آرام باشد. در نتیجه هواشناسان النینو را به عنوان یک پدیده منفرد نمی بینند بلکه از النینو نوسان جنوبی (ENSO) صحبت می کنند که همانند یک پاندولی بین دو حالت النینو (حالت گرم شدن آب) و لانینا (La Nina) یا سرد شدن آب نوسان می کند. در کل می توان از ENSO به عنوان یک چرخاننده بسیار قوی جو در اطراف کره زمین یاد کرد که چیزی جدای از تغییرات

فصلی هوا به علت دوران زمین به دور خورشید است. برای اینکه بتوان تصویر روشن تری از سیکل ENSO را در ذهن متصور شد، می توان اقیانوس آرام را به عنوان یک وان حمام بزرگ در نظر گرفت که یک پنکه بر روی آن می وزد. اگر باد این پنکه از شرق به غرب به عنوان بادهای تجارتی بوزد در سیکل خنثی ENSO (یا فاز سرد ENSO) این بادهای آب را از سواحل جنوبی آمریکا در شرق اقیانوس آرام به طرف غرب آن در نواحی استرالیا رانده به طوری که اختلاف ارتفاع آب در شرق و غرب اقیانوس آرام به حدود ۶۰ سانتی متر می رسد. اگر چه این اختلاف ناچیز به نظر می رسد ولی اثرات بسیار مهمی بر تغییرات جوی دارد. زیرا جای خالی این آب توسط آب سرد پر می شود، از طرف دیگر رطوبتی که همراه این بادهای غرب اقیانوس آرام آورده شده است، بارندگی فراوانی را در اندونزی ایجاد خواهد نمود. در شیفتم گرم ENSO یعنی زمانی که الینو شروع می گردد، الگوی فوق برعکس می شود. بدین معنی که بادهای تجارتی ضعیف شده و حتی شاید تغییر جهت دهند. فراجهندگی آب در سواحل پرو متوقف می گردد.



شکل ۱: نمای شماتیک تشکیل پدیده ال نینو در اقیانوس آرام



سیل در ایران

وقوع بارندگی شدید و سیلابهای ویرانگر و نیز خشکسالی های متناوب و طولانی در قسمت های مختلف کشور امری طبیعی و روزمره می باشد. پدیده النینو- نوسانات جنوبی (El nino southern oscillation) به عنوان یکی از مهم ترین شاخص هایی که می تواند تغییرات سال به سال بارندگی را توجیه نماید شناخته شده است. وقوع بارشهای شدید به همراه سیلابهای ویرانگر و نیز خشکسالی های مکرر هر ساله خسارت جبران ناپذیری را به اقتصاد کشورهای مختلف تحمیل می نماید. حوادث جانبی این وقایع نظیر آتش سوزی جنگلها، فرسایش شدید خاک، و دیگر حوادث غیر مترقبه جوی و اقلیمی موجب گردیده تا محققین کشورهای مختلف جهان علاقه روزافزونی را به منظور شناخت علل نوسانات بارندگی مبذول نمایند.

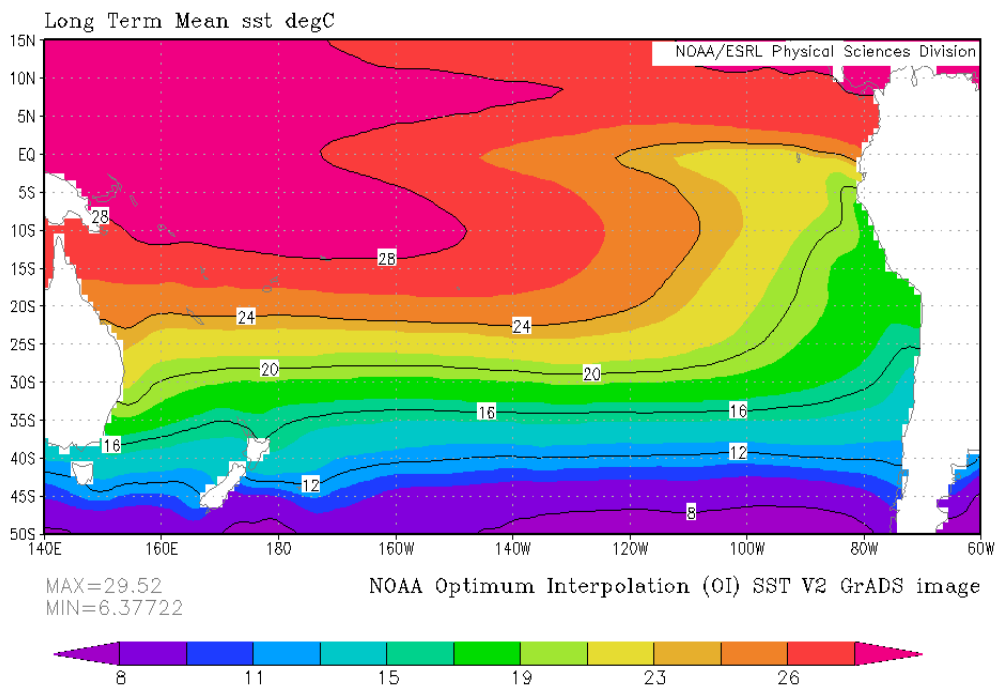
از میان تمامی عوامل اقلیمی، نوسانات بارندگی عموماً بیشترین تاثیر را بر اقتصاد کشورهای غنی و فقیر داشته و دارند. اهمیت و دامنه های این تغییرات به حدی است که می تواند موجبات بحرانهای سیاسی - اجتماعی را فراهم نموده و حتی سقوط یا دوام دولتها را موجب گردد. خشکسالی سال ۱۹۹۷ در جزایر مختلف اندونزی باعث کاهش تولید در سطح ۳۰۰۰۰۰ هکتار از اراضی برنج گردید. در اثر این خشکسالی واردات غلات افزایش چشمگیری را نشان داد و این سرآغازی بود بر تظاهرات مردمی که نهایتاً موجب سقوط دولت سی ساله سوهارتو گردید.

کشور ایران نیز به علت شرایط خاص جغرافیایی خود در معرض بسیاری از حوادث جوی و اقلیمی قرار دارد. وقوع بارندگی های شدید و سیلابهای ویرانگر و نیز خشکسالی های متناوب و طولانی در قسمت های مختلف کشور امری طبیعی و روزمره می باشد. آثار زیانبار این حوادث طبیعی محدود به مناطق خاصی نبوده و کلیه فعالیت های اقتصادی، اجتماعی در مناطق روستایی و شهری از تغییرات شدید بارندگی در رنج می باشند.

در این راستا دانشمندان تلاش زیادی مبذول نموده اند تا ارتباط نوسانات بارندگی در نواحی مختلف کره زمین با دیگر عوامل اقلیمی را به صورت مدل های مشخص ریاضی بیان نمایند. بدین منظور، همبستگی بین بارندگی و پارامترهایی نظیر جهت و سرعت باد غالب، تغییرات فشار و ارتفاع از سطح دریا از دیر باز مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. گرچه همبستگی بین بارندگی و شاخص های اقیانوسی - جوی از مدتها قبل به صورت یک روش پیشرفته در جهت بیان علل بارندگی به کار می رود، ارتباط بین این شاخص ها و بارندگی ایران هنوز مورد مطالعه جدی قرار نگرفته است

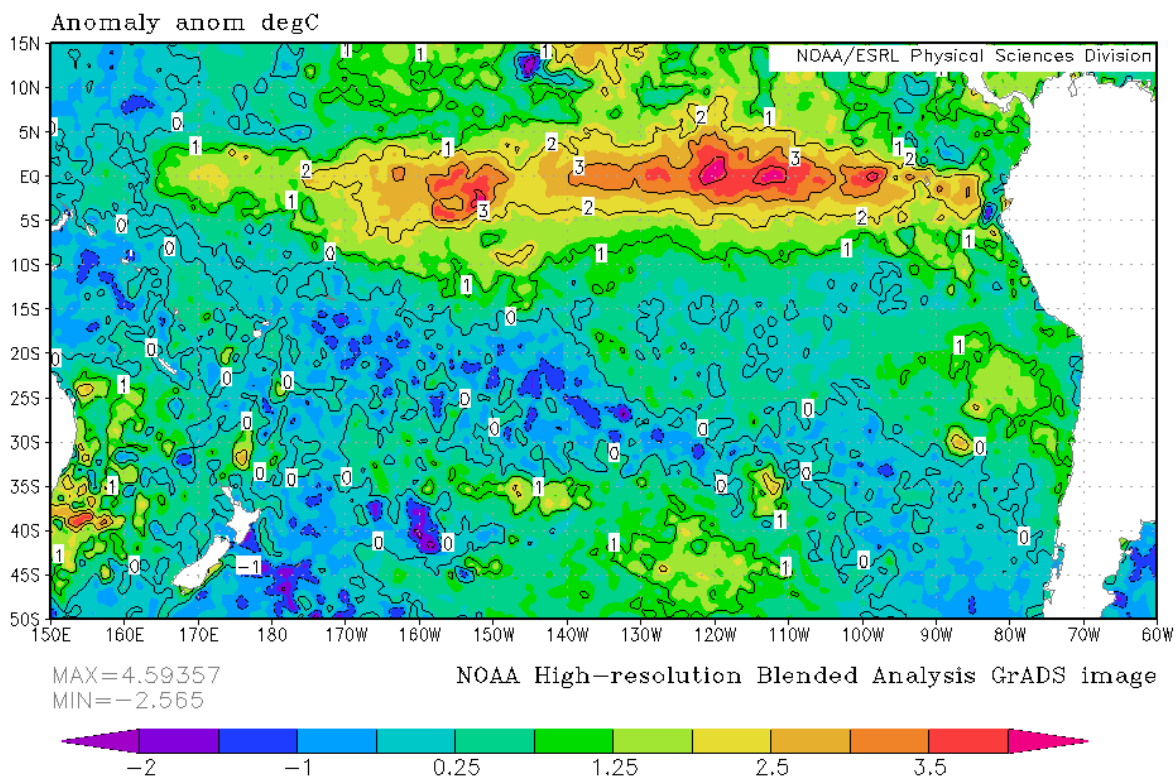
ارتباط دمای سطح دریا در سواحل شرقی اقیانوس آرام با بارش ۶ آبان ۱۳۹۶ تا ۶ آبان ۱۳۹۴

بر اساس شکل ۲ دمای سطح دریا در حوالی سواحل غربی آمریکای جنوبی در بلند مدت در ماه اکتبر حداکثر ۲۴ درجه سانتی گراد می باشد. ولی با شروع و تشکیل پدیده ال نینو دمای این منطقه از اقیانوس ۳ درجه افزایش یافته است.



شکل ۲: دمای بلند مدت سطح دریا در اقیانوس آرام

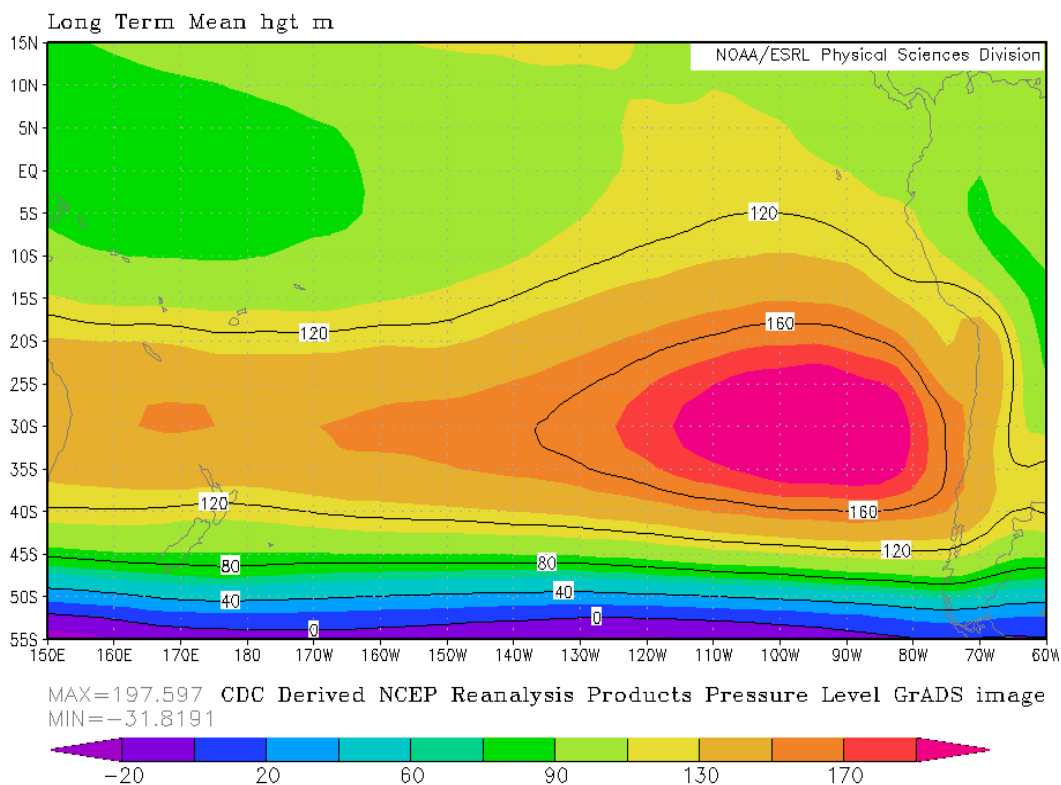
همانطور که به خوبی نقشه آنومالی دمای سطح دریا به خوبی نشان می دهد ، دمای سطح آب در سواحل غربی آمریکای جنوبی ۳ درجه بالاتر از حد نرمال خود می باشند و این رخ داد یکی از نشانه های پدیده ال نینو می باشد (شکل ۳). بر اساس نقشه های موجود همزمان با ورود سامانه بارشی به غرب ایران، دمای سطح آب سواحل غربی آمریکای جنوبی بین ۲ تا ۳/۵ درجه سانتی گراد بالاتر از حد نرمال خود رسیده است و تا ۲۸ درجه سانتی گراد افزایش یافته است. این پدیده نشان از پیشروی آب گرم از عرض های بالا و جابه جایی منطقه بالای آب سرد این منطقه به عرض های پایین تر است. در نتیجه گرم شدن آب های سطحی در این منطقه، پدیده ال نینو تشکیل و تشدید می شود و سامانه های مرطوب شکل گرفته در این منطقه با مراکز کم فشار منطبق شده و زمینه صعود این توده های مرطوب فراهم می گردد. این پدیده هم زمان با اوج فعالیت سامانه بارشی تاریخ ۶ آبان ۱۳۹۴ در غرب ایران بوده است. هر چه بیشتر دمای سطح دریا افزایش یافته در نتیجه سامانه باشی مذکور نیز قدرتمند تر شده و بارش های سنگین و فوق سنگینی را در استان های غربی و شمال غربی ایران بخصوص ایلام و کرمانشاه موجب شده است.



شکل ۳: نقشه آنومالی دمای سطح اقیانوس آرام در ۲۸ اکتبر ۲۰۱۵

ارتباط وضعیت ارتفاع ژئو پتانسیل در تراز دریا با بارش ها در ایران طی روزهای اخیر

معمولا در حالت عادی سواحل پرو، شیلی و اکوادور محل بالا آبی آب های سرد از عمق اقیانوس، کاهش دما و فرونشست هوا می باشد. طی این فرونشست، هوا خشک، جو پایدار و ارتفاع کف پرفشار به سطح زمین نزدیک می باشد (شکل ۴). در این شرایط فشار سطح دریا در این سواحل همچنان بالاست و هوای سرد و پرفشاری مانند یک دیوار بلند منع از نفوذ توده های مرطوب به عمق خشکی های قاره آمریکای جنوبی می شوند.

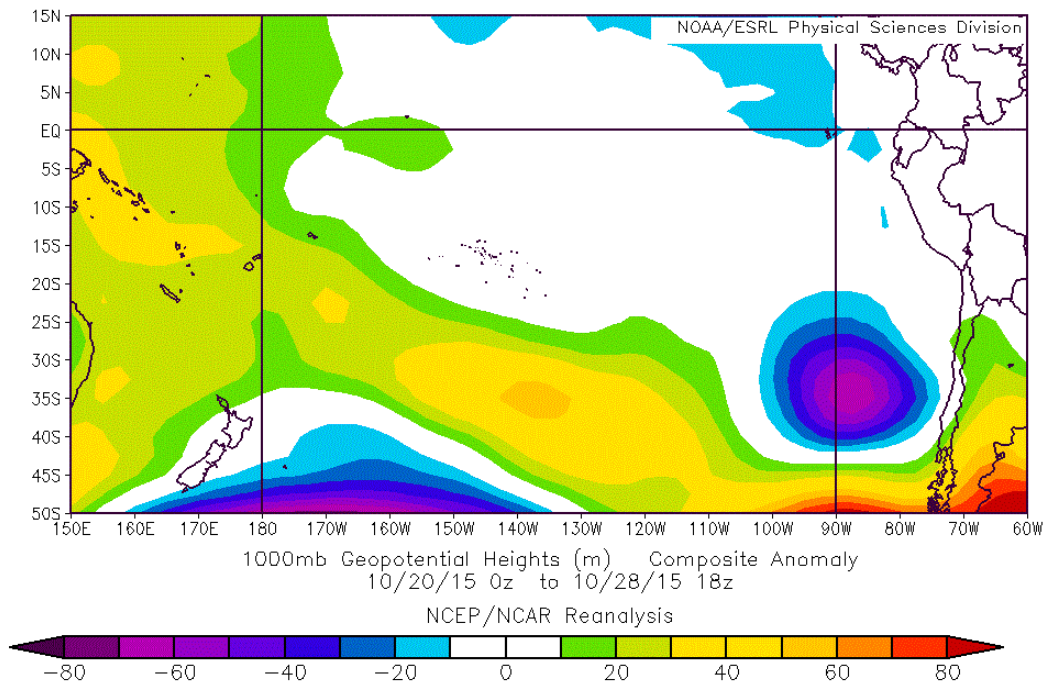


شکل ۴: حالت عادی فشار سطح دریا در سواحل غربی آمریکای جنوبی

اما در شرایط ال نینو دمای سطح آب در این سواحل به شدت افزایش پیدا می کند. این افزایش دمای سطح آب باعث تشکیل ابرهای بارانزا در این منطقه می شود که بارش های رگباری را به دنبال دارد. در طول پدیده ی ال نینو بادها در استوا



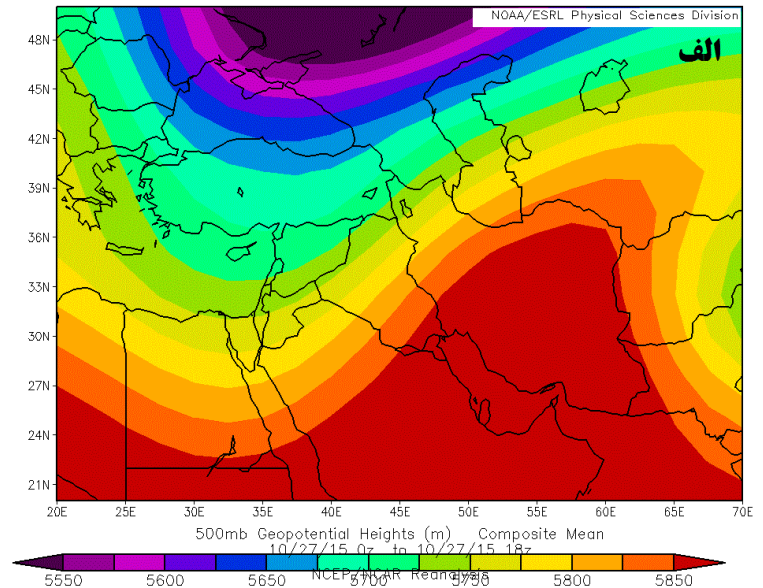
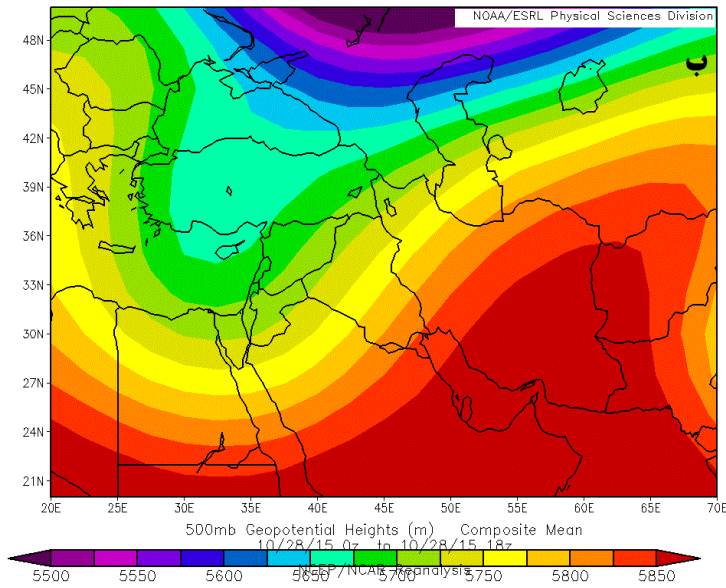
بر روی اقیانوس از غرب به شرق می روند، این بادهای در سطح اقیانوس جابجا شده و آبهای گرم سطح اقیانوس را که بوسیله ی خورشید در مناطق گرمسیری حرارت دیده اند به سواحل غربی و قاره آمریکا جنوبی می آورد. به دنبال آب های گرم، بارندگی نیز به سمت مشرق متمایل می شود، به همراه سیل در پرو خشکسالی در اندونزی و استرالیا، نشانه ی کلیدی ال نینو افزایش دمای غیر عادی در امتداد و هر دو طرف خط استوا در اقیانوس آرام مرکزی و شرقی است. این جریان هر چند سال یک بار با یک گرمایش عظیم و غیر معمول همراه می شود. بطوری که در این حال دماهای سطح دریا حداقل برای چند ماه پیاپی در ۳ تا ۵ محل ساحلی بالای حد نرمال می رود. و در پی آن دمای سطح دریا برای یک سال و یا حتی بیشتر بصورت غیر عادی باقی می ماند و برای برگشت به شرایط عادی منطقه، حداقل تا ژانویه یا مارس آینده زمان لازم است. همان طوری که نقشه آنومالی ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۱۰۰۰ میلیار به وضوح نشان می دهد (شکل ۵) شرایط ال نینو در سواحل غربی آمریکای جنوبی کاملاً مهیا شده است و ارتفاع کف کم فشار تشکیل شده بر بالای آب های گرم سطح دریا ۷۰ تا ۸۰ متر از حالت عادی کمتر شده است. در این شرایط همگرایی هوا در این بخش از سواحل باعث صعود توده هوای مرطوب و واگرایی سطوح میانی جو نیز به تشکیل ابر و تراکم بخار آب و در نتیجه تشکیل سامانه های بارشی با رطوبت بسیار انجامیده است.



شکل ۵: نقشه آنومالی hgt در تراز ۱۰۰۰ میلیبار از ۲۰ تا ۲۸ اکتبر ۲۰۱۵

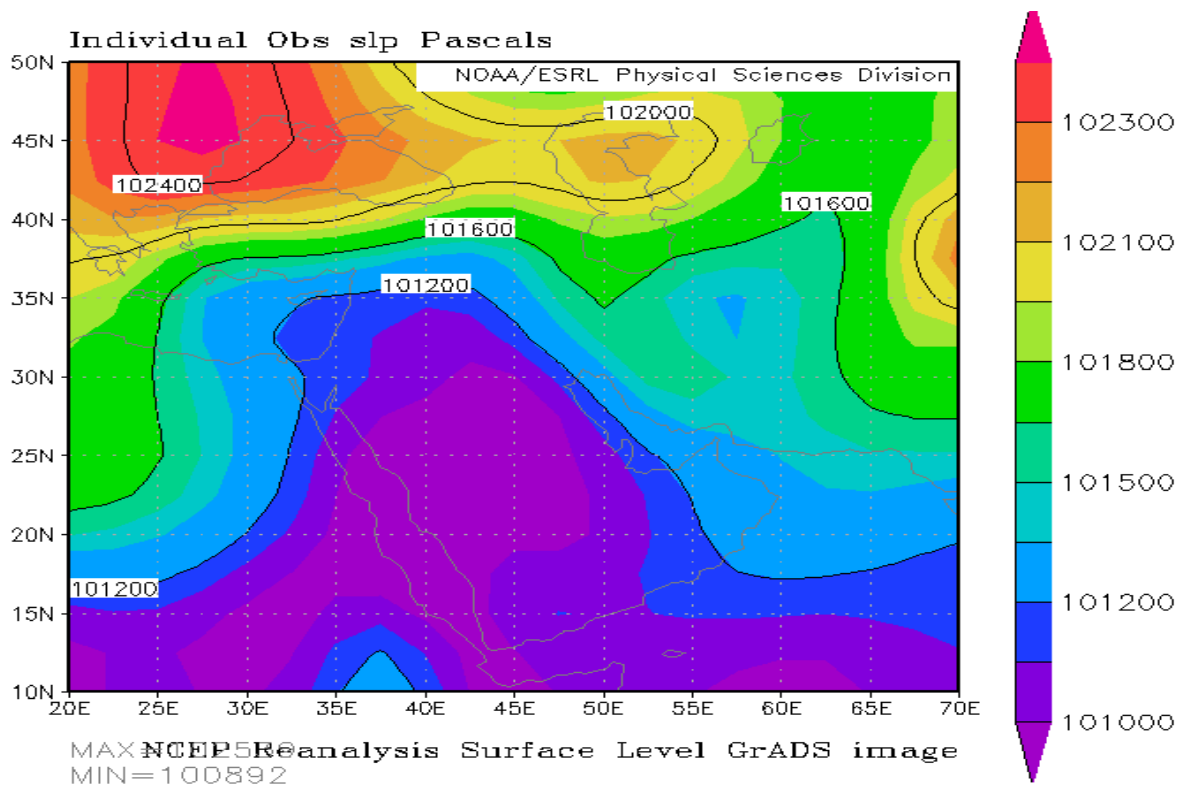
همزمان با تشکیل شرایط ال نینو در اقیانوس آرام، سامانه های بارش زای اواخر هفته گذشته در دهه اول آبان ماه (۱۳۹۴) به کشور وارد شدند، که به دنبال آن شاهد رخداد یکی از مهیب ترین بلاهای اخیر در کشور بخصوص مناطق غرب کشور بوده ایم. هر چند مخاطره سیل به عنوان یکی از مخاطرات متداول در کشور محسوب می شود، اما این رخداد در یکصد سال گذشته بی سابقه بوده است. علاوه بر دو علت تضعیف رژیم بارش در اقیانوس هند و تقویت ال نینو، امسال در شمال اقیانوس هند سیستم پرفشار و قوی داشتیم که موجب افزایش دما، بالا رفتن تبخیر و رطوبت شد و جهت جریان آن به گونه ای بود که باعث تزریق رطوبت به شمال آفریقا و عربستان شد، بعد از آن جریان های غربی این رطوبت را به سمت کشور ما هدایت کرد که بارندگی های فراوان به همراه داشت.

بر اساس نقشه های تراز میانی جو، در روز ۵ آبان ۱۳۹۴ مصادف با ۲۷ اکتبر ۲۰۱۵ سامانه ناپایدار جوی در تراز میانی جو بر روی نیمه غربی کشور مستقر شد. این سامانه به صورت یک ناوه عمیق به عرض های پایین تر نفوذ و تا روی دریای سرخ امتداد داشت (شکل ۶ الف). در روز ۶ آبان (۲۸ اکتبر) سامانه مذکور بر روی مناطق غرب کشور مستقر گردید (شکل ۶ ب).



شکل ۶: ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هتوپاسکال ۲۷ و ۲۸ اکتبر ۲۰۱۵

همچنین در تراز سطح زمین کم فشار حاکم بر روی خلیج فارس به عرض های بالا نفوذ و در تداخل با کم فشار دریای سرخ باعث تقویت رطوبتی این سامانه گردید. همزمان با این شرایط، پرفشار مستقر بر روی ارتفاعات البرز و دشت های میانی کشور باعث کندی حرکت سامانه مذکور و ماندگاری بیشتر آن گردید بطوری که بیشترین حجم بارش این سامانه در روز دوم فعالیت بوده (شکل ۷) که با توجه به ویژه گی های فوق و شرایط همرفتی شاهد بارش سنگین و وقوع سیلاب بودیم. این دیده درست مقارن با تغییرات دمای سطح آب تدریجی در سواحل غربی آمریکای جنوبی و کاهش کف کم فشار بالای این منطقه بوده است.



شکل ۷: فشار سطح زمین در روز اوج فعالیت سامانه بارشی در روز ۲۸ اکتبر ۲۰۱۵

با تداوم و تقویت سامانه بارشی مذکور، در طی سه روز به میزان ۳۲۴ میلیمتر در ایستگاه ایلام در روزهای چهارشنبه، پنج شنبه و جمعه بارش رخ داد که نشان دهنده حجم رطوبت و ریزش بالای این موج بارش را در کشور می باشد. بررسی ها نشان داده که شبیه چنین رخدادی فقط در بیست سال گذشته در سال ۱۳۷۴ برابر با ۱۹۹۵ میلادی رخ داده است.

جدول ۱: آمار بارندگی استان ایلام در تاریخ ۱۳۹۴/۸/۵ تا ۱۳۹۴/۸/۹ به میلی متر



| میزان بارندگی (mm) | نام ایستگاه | میزان بارندگی (mm) | نام ایستگاه | میزان بارندگی (mm) | نام ایستگاه |
|-----------------------|-------------|-----------------------|----------------|--------------------------|------------------|
| ۱۳۳/۵ | صالح آباد | ۲۵۷/۰ | ارکواز | ۳۳۲/۴ | ایلام (مرکز شهر) |
| ۱۹۷/۳ | میشخاص | ۲۲۱/۳ | لومار | ۳۲۵/۸ | ایلام (فرودگاه) |
| ۱۹۸/۹ | طولاب | ۱۸۲/۳ | بدره | ۶۸/۲ | مهران |
| ۸۴/۰ | موسیان | ۲۲۹/۵ | چوار | ۷۹/۳ | دهلران |
| ۱۰۷/۰ | چمن بولی | ۱۵۱/۰ | پهله زرین آباد | ۹۳/۳ | دره شهر |
| ۲۵۷/۰ | کارزان | ۱۹۴/۵ | صیدنظری | ۲۴۰/۸ | ایوان |
| - | زرنه | ۱۶۴/۰ | بلاوه تره | ۲۰۸/۳ | سرابله |
| - | هلیلان | ۱۸۰/۰ | شباب | ۱۵۵/۴ | آبدانان |

همچنین بنابر اعلام سازمان هواشناسی استان کرمانشاه، در تاریخ ۱۳۹۴/۸/۷ تمامی ایستگاه های هواشناسی این استان بارش بالای ۳۰ میلیمتر در ۲۴ ساعت را تجربه کردند که این رخ داد با تشکیل شرایط ال نینو در سواحل غربی آمریکای جنوبی هم زمان بوده است. بنابر الگوهای فشار و دمای سطح دریا در این بخش از کره زمین و آمار ایستگاه های زمینی در بخشهای غربی کشور می توان به صراحت گفت که ال نینو یکی از عوامل اصلی تشکیل این سامانه بارش را در ایران در روزهای اخیر بوده است.

جدول ۲: آمار بارندگی استان کرمانشاه در تاریخ ۱۳۹۴/۸/۷ به میلی متر



| نام ایستگاه | بارش سامانه اخیر | بارش ۲۴ ساعت گذشته | نام ایستگاه | بارش سامانه اخیر | بارش ۲۴ ساعت گذشته |
|-------------|------------------|--------------------|-------------|------------------|--------------------|
| هرسین | ۷۹/۶ | ۴۹/۴ | کرمانشاه | ۷۲/۲ | ۵۷/۲ |
| سومار | ۶۳/۸ | ۴۵/۸ | روانسر | ۱۱۸/۶ | ۹۹/۵ |
| تلات | ۱۰۸/۹ | ۷۵/۷ | سرپل ذهاب | ۷۶/۷ | ۶۱/۵ |
| گرفند غرب | ۱۲۵/۰ | ۸۴/۲ | اسلام آباد | ۵۸/۰ | ۴۰/۶ |
| حمیل | ۵۷/۰ | ۳۹/۰ | کنگاور | ۵۸/۹ | ۴۳/۱ |
| کوزران | ۹۳/۲ | ۷۸/۲ | سرارود | ۱۱۷/۴ | ۸۵/۸ |
| گهواره | ۱۰۶/۰ | ۷۹/۰ | قصر شیرین | ۵۵/۲ | ۳۹/۶ |
| ماهیدشت | ۵۳/۰ | ۴۱/۵ | سنقر کلیایی | ۵۱/۴ | ۳۹/۹ |
| گواور | ۱۱۹/۰ | ۶۵/۰ | گیلانغرب | ۷۵/۶ | ۵۱/۸ |
| کامیاران | ۶۵/۲ | ۴۰/۶ | پاوه | ۱۶۳/۶ | ۸۵/۴ |
| میانگین | ۸۱/۱ | ۵۷/۵ | جوانرود | ۱۰۱/۶ | ۷۸/۴ |
| | | | صحنه | ۹۴/۲ | ۶۸/۰ |