

اثر ال نینو[□] ۸۳-۱۹۸۲ بر روی آب و هوای ایران

لیلی میرافضل *

چکیده

مقاله حاضر به بررسی اثر شدیدترین ال نینوی ثبت شده در جهان بر روی ایران می پردازد. این بررسی نشان می دهد که تاثیر ال نینوی سال ۱۹۸۲-۱۹۸۳ (۱۳۶۱-۱۳۶۲) بر روی ایران از نظر دما و بارندگی، شایان توجه و تعمق زیادی است. به طوریکه دمای متوسط این دوره بسیار پایین تر از معمول است. میزان بارندگی نیز در این دوره قابل توجه است. از آنجا که این پدیده دوره ای است بررسی آن می تواند در توجیه و پیش بینی سالانه وضعیت اقلیمی کشورمان کمک بزرگی نماید. بررسی ها نشان می دهد که بی هنجاری قابل ملاحظه (منفی) دما و (مثبت) بارندگی همزمان با وقوع ال نینو روی می دهد و به وضوح تاخیری در کمینه دما و بیشینه بارندگی سالانه دیده می شود، گرچه تاخیر در بیشینه دمای سالانه به آن اندازه واضح نیست. تقابل بین جریانهای مونسون زمستانی و جریانهای جنوبی یا جنوب غربی ناشی از پدیده ال نینو در این دوره سبب ایجاد شیوهای شدید خطوط هم فشار روی ایران می شود. با استقرار مونسون تابستانی در این دوره، همزمان با تاثیر پرفشاری که با وقوع ال نینو روی غرب اقیانوس آرام بوجود آمده است، تقویت و جابجایی مونسون از شرق به طرف ایران صورت می گیرد. به این ترتیب تابستانها در این دوره گرمتر از تابستانی است که در آنها ال نینو روی نمی دهد.

کلیدواژه ها: ال نینو، مونسون، بی هنجاری دما، بی هنجاری بارندگی

۱ مقدمه

آبهای غرب آن گرم می شوند. به علاوه کشش آبهای سطحی سطح آب را در غرب اقیانوس آرام بالا می برد و در شرق اقیانوس آرام آنرا پایین می آورد. این امر لایه کلفتی از آب گرم روی غرب استوایی اقیانوس آرام بوجود می آورد و جریان مخالف ضعیف اقیانوسی را به طرف آمریکای جنوبی در شرق برقرار می سازد.

به طور متوسط هر چهار سال یکبار الگوهای فشار جوی بر هم می خورد به طوریکه فشار هوا

در ناحیه استوایی اقیانوس آرام بادهای تجاری پیوسته از منطقه پرفشار در شرق اقیانوس آرام به ناحیه ای با مرکز کم فشار روی اندونزی در غرب آن می وزند. با حرکت رو به غرب، بادهای تجاری مقداری از آبهای سرد واقع در امتداد ساحلی آمریکای جنوبی را با خود می کشند. هنگامی که این آبها به طرف غرب حرکت می کنند بوسیله نور خورشید و جو گرم می شوند. در نتیجه در امتداد استوا آبهای سطحی شرق اقیانوس آرام سرد و

معمول در شرق استوایی اقیانوس آرام شد. با ضخیم شدن لایه آب گرم که به نواحی ساحلی پرو و اکوادور هجوم می آورد جریان آبهای سرد مغزی که به طور قائم به روی آب می آمد متوقف شد. گرم شدن غیرعادی آنها از ناحیه ساحلی آمریکای جنوبی تا هزاران متر به طرف غرب در امتداد استوا گسترده شدند. آبهای گرم استوا در امتداد ساحل غربی آمریکای شمالی به طرف شمال نیز گسترش یافت. چنین ناحیه وسیعی از آبهای فوق العاده گرم می تواند روی الگوهای کلی باد موثر باشد. آبهای گرم استوایی گرما و رطوبت اضافی را به جو می دهد و سبب طوفانی تر شدن هوا و بارش بیشتر می شود. گرمای اضافه شده از اقیانوس ها و آزاد شدن گرمای نهان در هنگام میعان روی بادهای غربی بالا چنان تاثیر می گذارند که نواحی خاصی در جهان بارش خیلی زیادی دارند در حالیکه نواحی دیگر بارندگی خیلی کم دارند.

اگرچه روندی که بوسیله آن تغییر در دمای سطحی آب روی الگوهای کلی باد اثر می گذارد کاملاً مشخص نشده است، نتایجی که به بار آورده ساده است. هنگام بروز ال نینوی ۱۹۸۲-۱۹۸۳ خشکسالی شدیدی در اندونزی، جنوب آمریکا و استرالیا دیده شد که محصولات گندم و جو در سال ۱۹۸۲ نصف سال قبل بود. در ضمن باران و سیل در اکوادور و پرو سبب شد که میزان ماهی صید شده در سال ۱۹۸۲، ۵۰ درصد میزان صید در سال ۱۹۸۱ باشد. در نیمکره شمالی یک جت استریم غربی فوق العاده قوی، که گاهی با جت قطبی یکی می شد، طوفانها را از کالیفرنیا به ایالت های ساحلی خلیج مکزیک آورد. به طور خلاصه اثرات ال نینو روی اقلیم جهان

روی ناحیه غرب اقیانوس آرام افزایش و روی شرق اقیانوس کاهش می یابد. این تغییر در فشار، بادهای تجاری را تضعیف می کند و هنگام وارونگی های شدید فشار بادهای غربی جایگزین بادهای شرقی می شوند. بادهای غربی جریان مخالف را تقویت می کنند و سبب می شوند که آبهای گرم به طرف آمریکای جنوبی در شرق در ناحیه پهنی از اقیانوس آرام استوایی حرکت کنند. هنگام پایان دوره گرم شدن که معمولاً در حدود ۱۸ ماه طول می کشد الگوی فشار جوی روی شرق اقیانوس برعکس می شود و شروع به افزایش می کند در حالیکه روی غرب اقیانوس آرام فشار افت می کند. این الگوی دنداناره ای (وارونه کننده فشار هوای سطحی در دو نقطه مقابل اقیانوس آرام) نوسانات جنوبی نامیده می شود. به خاطر اینکه وارونگی های فشار و گرم شدن اقیانوس کم و بیش همزمانند، دانشمندان این پدیده را نوسانات جنوبی ال نینو می نامند (مرکز فرایابی اقلیم، شبکه اینترنت^۱).

۲ تاثیر ال نینوی ۱۹۸۲-۱۹۸۳ بر وضعیت آب و هوا

اگرچه اغلب رویدادهای ال نینو روند مشابهی دارند، هر کدام از نظر قدرت و رفتار متفاوتند. در رویداد ال نینوی ۱۹۸۲-۱۹۸۳ بادهای غربی نزدیک استوا از بادهای مربوط به رویدادهای قبلی قوی تر بودند. هنگامی که این بادهای به طرف شرق هجوم می آوردند آبهای سطحی را با خود می کشیدند و این کار سبب بالا آمدن سطح آب در شرق و پایین آمدن آن در غرب می شد. با حرکت آب به طرف شرق به تدریج با دریافت تابش خورشید آب اقیانوس 6°C گرمتر از وضعیت

1. The Climate Diagnostic Center, Internet (<http://www.cdc.noaa.gov/ENSO/>)

سالانه برای همه ماهها در سالهای ۱۹۸۱، ۱۹۸۲، ۱۹۸۳ از سالنامه‌های هواشناسی آن سالها استخراج گردیده است. سال ۱۹۸۱ برای مقایسه انتخاب شده است. زیرا در این سال هیچ یک از دو پدیده ال نینو و لانینا روی نداده است (ولتر و تیملین، ۱۹۹۸). به علاوه، به نظر می‌رسید که استفاده از میانگین ۳۰ ساله یا بالاتر برای مقایسه، شامل بسیاری از افت و خیزها با شدت‌های متفاوت ال نینو است. از این رو سال ۱۹۸۱، که به طور اتفاقی سال قبل از وقوع دوره است، جهت مقایسه مناسب‌تر به نظر می‌رسد. همچنین برای ماههای حدی ژوئیه و اوت در تابستان و ژانویه و دسامبر در زمستان میانگین فشار ماهانه تبدیل شده به سطح دریا برای سالهای ۱۹۸۲ و ۱۹۸۳ از سالنامه‌های هواشناسی استخراج گردیده و سپس نقشه‌های همفشار آن تهیه شده است.

۱.۳ بررسی وضعیت دما

جدول ۱ بی‌هنجاری‌های دمای میانگین سالانه سالهای ۱۹۸۲ و ۱۹۸۳ را نسبت به سال ۱۹۸۱ برای شهرهای مختلف نشان می‌دهد. چنانچه مشاهده می‌شود دمای متوسط سالانه سال ۱۹۸۲ به وضوح و به مقدار قابل ملاحظه‌ای در سرتاسر ایران پایین‌تر از دمای میانگین سالانه سال ۱۹۸۱ است. همچنین دمای میانگین سالانه سال ۱۹۸۳ همه شهرها، به جز زاهدان و زابل، گرچه نسبت به سال ۱۹۸۲ بالاتر است ولی باز هم از دمای میانگین سال ۱۹۸۱ پایین‌تر است.

جدول ۲ مقادیر حدی سالهای ۱۹۸۱ تا ۱۹۸۳ را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود کمینه دما در سال ۱۹۸۱ در همه شهرها در ماه

گسترده و متفاوت است، بطوریکه هیچ جایی از زمین نیست که آب و هرایش به شرایط آب و هوایی روی ناحیه استوایی اقیانوس آرام بستگی نداشته باشد. اکنون می‌دانیم که نوسانات جنوبی و حوادث ال نینوی وابسته به آن تاثیر مهمی روی آب و هوا و اقلیم تقریباً همه جا دارند (موری میشل^۱، ۱۹۸۳)، علاوه بر این ال نینو روی مونسون جنوب آسیا تاثیراتی دارد (آنامالای و اسلینگو^۲، ۱۹۹۸) و (ترنبرث^۳، ۱۹۹۹). همچنین رابطه خوبی بین ال نینو و طوفان‌های تندی ماه نوامبر در بحرین، واقع در خلیج فارس، می‌توان دید (مرکز فرایابی اقلیم، شبکه اینترنت).

۳ بررسی وضعیت آب و هوایی ایران در هنگام ال نینوی ۱۹۸۲-۱۹۸۳

ال نینوی ۱۹۸۲-۱۹۸۳ شدیدترین رویداد در بین ال نینوهای است که از ۱۹۵۰ تا ۱۹۹۷ ثبت شده است (ولتر و تیملین^۴، ۱۹۹۸). این پدیده از ماه ژوئن ۱۹۸۲ شروع و تا اوت ۱۹۸۳ ادامه داشت. در بررسی جهانی اثر ال نینو در مقالات مشاهده شده و نیز در مرکز فرایابی اقلیم، که در شبکه جهانی اینترنت اطلاعات بسیاری را جمع‌آوری کرده است، به منطقه‌ای که شامل ایران است توجه اندکی مشاهده می‌شود. لذا برای شروع بهتر است اثر شدیدترین ال نینو مورد بررسی قرار گیرد. لازم به ذکر است که در یک بررسی که در دانشگاه شیراز انجام شده رابطه ال نینو و بارندگی پاییزی ایران تایید شده است (ناظم‌السادات، ۲۰۰۰).

داده‌هایی که مورد استفاده قرار می‌گیرد از دماهای میانگین ماهانه و کل بارندگی ماهانه و

1. Murray Mitchell
3. Trenberth

2. Annamalai & Slingo
4. Wolter & Timlin

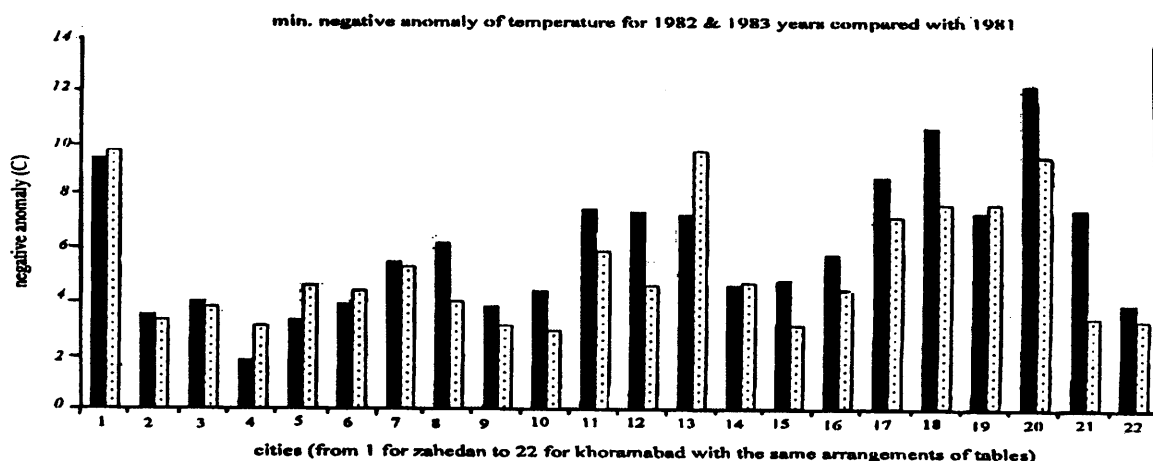
دو سال نشان می دهد. دیده می شود که مقدار این بی هنجاری بسیار قابل ملاحظه است.

بیشینه دما در سال ۱۹۸۲ مانند سال ۱۹۸۱ گرچه در بیشتر شهرها در ماه جولای رخ می دهد ولی در بعضی شهرهای مرکزی و غربی در ماه اوت روی می دهد. با توجه به نقشه های هم فشار ماههای ژوئیه و اوت سال ۱۹۸۲ (شکل ۲) نفوذ موج کم فشار از جنوب و غرب مشاهده می شود. با مراجعه به شکل ۳ و مقاله آناملای و اسلینگو (۱۹۹۸) علت را می توان چنین توضیح داد که احتمالاً استقرار سیستم پرفشار بر روی غرب اقیانوس آرام، ناشی از پدیده، پس از مدت زمانی جهت جریان های مونسون تابستانی را چنان تغییر می دهد که جریانهای جنوب غربی به جای جنوب از جنوب غربی ایران وارد و تشدید می شود.

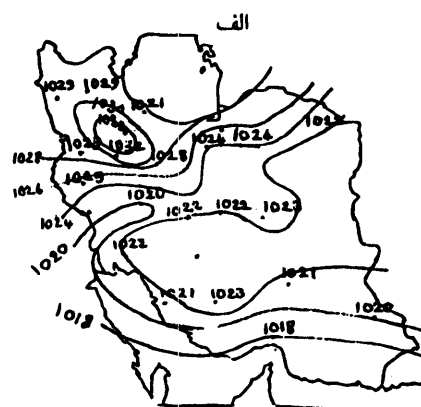
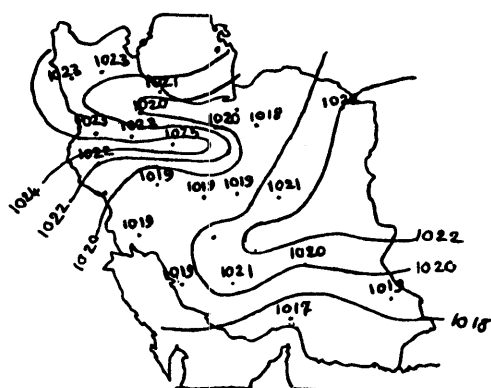
در سال ۱۹۸۳، که در آن دوره ال نینو تا ماه ژوئیه ادامه دارد، بیشینه دما در اکثر شهرها از جمله شهرهای مرکزی در ماه ژوئیه اتفاق افتاده است. اما، در شهرهای غربی، شامل اراک، سنندج، همدان، کرمانشاه و خرم آباد، در ماه اوت بیشینه دما

ژانویه رخ می دهد، به جز بابل و رشت که در ماه فوریه رخ می دهد. اما، در سال ۱۹۸۲ کمینه به طور عمده در ماه دسامبر روی می دهد و این در هنگامی است که ال نینو دارای شدت بیشینه است (ولتر و تیملین، ۱۹۹۸). به عبارت دیگر کمینه دما در سال ۱۹۸۲ نسبت به حالت معمول ۱۱ ماه تاخیر دارد، به جز بابل و رشت و مشهد که در آنها تاخیری مشاهده نمی شود. ضمناً در ایستگاههای چابهار، سنندج، کرمانشاه و خرم آباد کمینه تنها یک ماه جلوتر واقع می شود. همچنین، با توجه به جدول ۳، بیشترین بی هنجاری منفی دمای سال ۱۹۸۲ نسبت به سال ۱۹۸۱ نیز مربوط به ماه دسامبر است. در سال ۱۹۸۳ در اکثر نقاط کمینه دما در ماه ژانویه، همزمان با بیشینه شدت ال نینو، به وقوع می پیوندد. به جز زاهدان، زابل و کرمان که در دسامبر و در چابهار که در فوریه روی می دهد. به طور کلی بی هنجاری منفی دما در این سال در اوایل سال و همزمان با وقوع ال نینو با شدت بیشینه (ولتر و تیملین، ۱۹۹۸) است.

شکل ۱ کمینه بی هنجاری منفی دما را برای هر

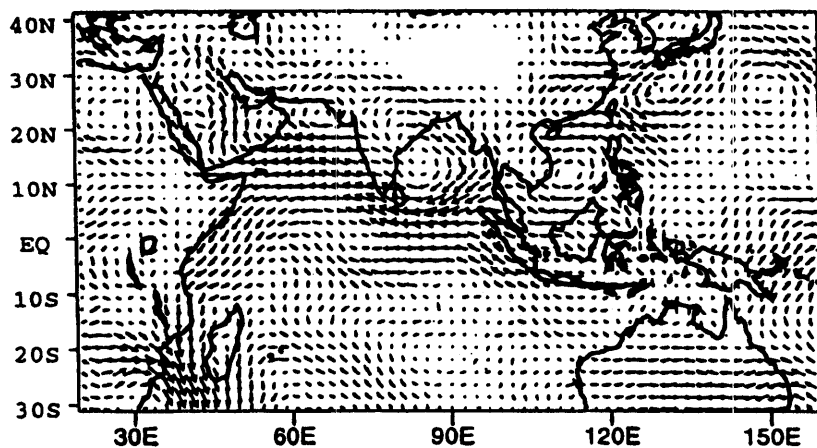


شکل ۱. کمینه بی هنجاری منفی دمای سالهای ۱۹۸۲ (میله های سیاه) و ۱۹۸۳ (میله های سفید) نسبت به سال ۱۹۸۱ برای ۲۲ شهر به ترتیبی که در جدولها آمده است.



ب

شکل ۲. نقشه خطوط هم فشار سطح زمین (الف) ژوئیه ۱۹۸۲ (ب) اوت ۱۹۸۲

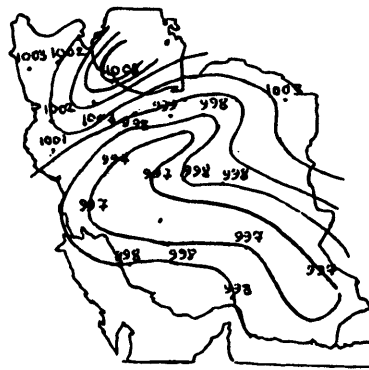


شکل ۳. میانگین فصلی (ژوئن - سپتامبر) ناهنجاری باد در سطح ۸۵۰ mb برای سال ۱۹۹۷ همزمان با وقوع ال نینو (آنامالای و

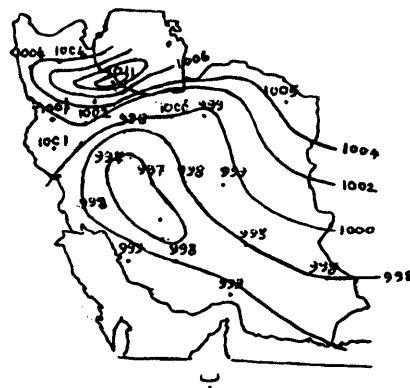
اسلینگو، ۱۹۹۸)

روی می دهد. نقشه های هم فشار ژوئیه و اوت ۱۹۸۳ (شکل ۴) نشان می دهد که سیستم کم فشار برای شهرهای مرکزی در ماه ژوئیه و برای شهرهای غربی در ماه اوت متراکم تر و گسترده تر است. همانطور که ذکر گردید در این دوره جریانهای مونسون تابستانی تحت تاثیر پرفشار ناشی از ال نینو از سمت غرب و جنوب غرب وارد ایران می شوند و تاخیری در سرد شدن نواحی غربی بوجود می آید.

از جدول ۲ مشاهده می شود که تابستان ۱۹۸۳ به مراتب گرمتر از تابستان ۱۹۸۲ است. گرچه دوره ال نینو با شدت بیشینه از ژوئیه ۱۹۸۲ شروع می شود و تا ژوئیه ۱۹۸۳ ادامه دارد اما گسترش آبهای گرم اقیانوس آرام از سمت شرق به طرف غرب و افزایش دمای سطحی آنها بتدریج صورت می گیرد (لوتگنز و تاربوک، ۱۹۹۸). شکل ۵ بیشینه بی هنجاری مثبت دما را برای هر دو سال نشان می دهد.



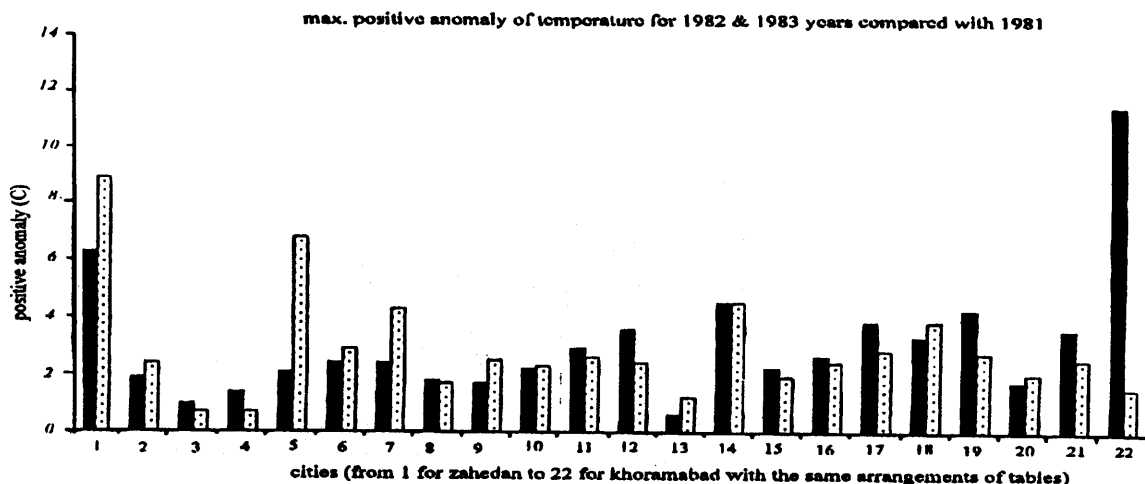
الف



ب

شکل ۴. نقشه خطوط هم فشار سطح زمین (الف) ژوئیه ۱۹۸۳

(ب) اوت ۱۹۸۳



شکل ۵. بیشینه بی هنجاری مثبت دمای سالهای ۱۹۸۲ (میله های سیاه) و ۱۹۸۳ (میله های سفید) نسبت به سال ۱۹۸۱ برای ۲۲ شهر به ترتیبی که در جدول ها آمده است.

۲.۳ بررسی وضعیت بارندگی

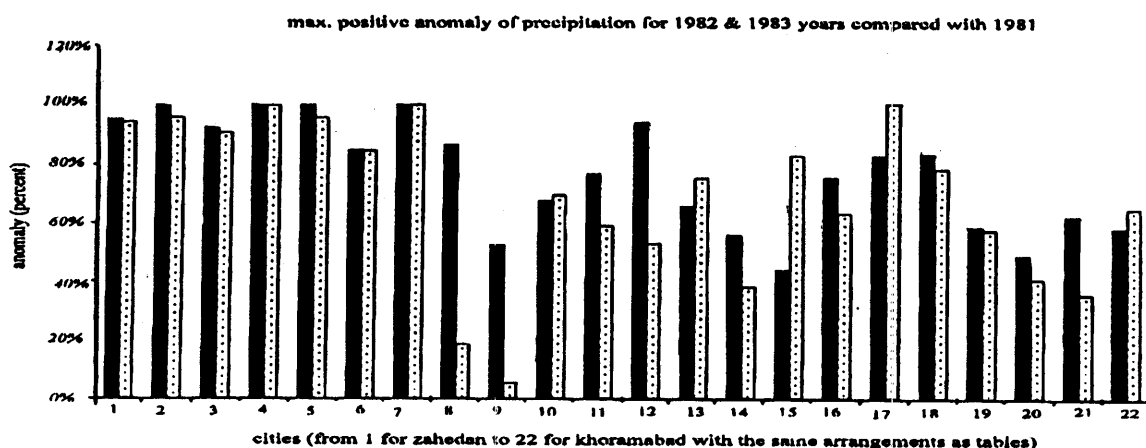
از جدول ۱ مشاهده می شود که بارندگی سال ۱۹۸۲ به وضوح نسبت به سال قبل از آن (به جز شهرهای کرمان، بابلسر، تبریز و خرم آباد) افزایش چشمگیری داشته است. در حالیکه در سال ۱۹۸۱ بیشترین میزان بارندگی در ماههای اولیه سال رخ می دهد، با توجه به جدول ۳ بی هنجاری مثبت بارندگی سال ۱۹۸۲ نسبت به سال ۱۹۸۱ با تاخیر روی می دهد که اغلب در پاییز و ماههای آخر سال ۱۹۸۲ می باشد و این با دوره ال نینو با شدت بیشینه همزمان است. اما، سال ۱۹۸۳ هم نسبت به سال ۱۹۸۱ و هم نسبت به سال ۱۹۸۲ به طور کلی سال خشکی است در صورتیکه سال ۱۹۸۲ سال بسیار پر بارشی است. چون بارش در کشور ما اغلب در آغاز سال روی می دهد و دوره ال نینو پس از ژوئیه ۱۹۸۳ خاتمه می یابد، پس رابطه مستقیمی را می توان بین وقوع ال نینو و بی هنجاری مثبت بارندگی نسبت داد. بی هنجاری مثبت بارندگی سال ۱۹۸۳ تاخیر کمتری نسبت به سال ۱۹۸۲ دارد به طوری که در بیش از نیمی از ایستگاهها در بهار و

اوایل سال ۱۹۸۳، که دوره ال نینو هنوز پایان نیافته است روی می دهد.

شکل ۶ بیشینه بی هنجاری مثبت بارندگی را برای هر دو سال نشان می دهد. ملاحظه می شود که مقدار این ناهنجاری بسیار قابل ملاحظه است. تعداد ماههای خشک (ماههایی که در آنها بارندگی صفر میلیمتر گزارش شده است) به طور متوسط در سال ۱۹۸۲ نسبت به سال ۱۹۸۱ کمتر و در سال ۱۹۸۳ نسبت به سال ۱۹۸۱ بیشتر است. و به این ترتیب قابل توجه است که نیمه دوم سال ۱۹۸۲ بر زمان وقوع ال نینو منطبق است در حالیکه در سال ۱۹۸۳ این پدیده تا ماه ژوئیه ادامه دارد.

بی هنجاری منفی بارندگی سال ۱۹۸۲ اغلب مربوط به ماههای اولیه سال است که دوره ال نینو آغاز نشده است و بی هنجاری منفی بارندگی سال ۱۹۸۳ بیش از سال ۱۹۸۲ است.

شکل ۷ الف نقشه هم فشار ماه دسامبر ۱۹۸۲ را نشان می دهد. چنانکه مشاهده می شود تقابل جریانهای کم فشار از جنوب و جنوب غربی با جریانهای شمالی یا شمال غربی شیوهای شدید



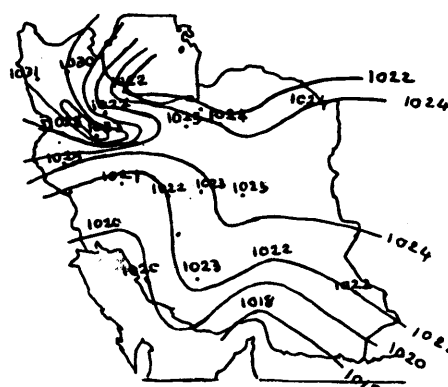
شکل ۶. بیشینه بی هنجاری مثبت بارندگی سالهای ۱۹۸۲ (میله‌های سیاه) و ۱۹۸۳ (میله‌های سفید) نسبت به سال ۱۹۸۱ به صورت درصدی از بارندگی ماه از سال مربوط برای ۲۲ شهر به ترتیبی که در جدولها آمده است.

ژانویه ۱۹۸۲ که همزمان با وقوع ال نینو نیست، ندارد بارش کمتری مشاهده می شود.

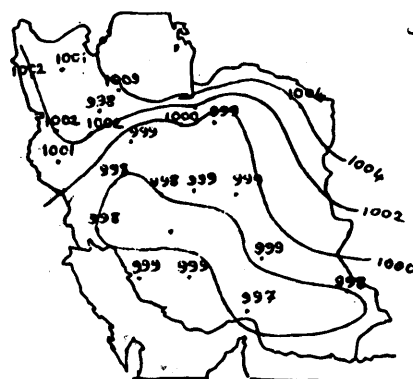
۴ نتیجه گیری

بررسی و مقایسه دمای میانگین ماهانه سال‌های ۱۹۸۲ و ۱۹۸۳ نسبت به سال ۱۹۸۱ رابطه مستقیمی را بین بی‌هنجاری منفی میانگین دمای کمینه ماهانه و وقوع دوره ال نینو با شدت بیشینه نشان می‌دهد. به طوریکه در این مدت سرمای زمستان به وضوح نسبت به زمانی که ال نینو رخ نداده است بیشتر است. همچنین میزان بارندگی در این دوره افزایش چشمگیری دارد. تقابل بین جریانهای مونسون زمستانی و جریانهای جنوب یا جنوب غربی ناشی از پدیده ال نینو در این دوره سبب ایجاد شیوهای شدید خطوط همفشار روی ایران می‌شود. با استقرار مونسون تابستانی در این دوره، همزمان با پرفشاری که با وقوع ال نینو روی غرب اقیانوس آرام بوجود می‌آید، تقویت و جابجایی مونسون تابستانی از شرق به طرف ایران صورت می‌گیرد و بی‌هنجاری مثبت برای بیشینه دما نیز در این دوره مشاهده می‌شود به طوریکه در این دوره تابستان‌ها گرمتر از تابستانی است که ال نینو در آنها روی نداده است.

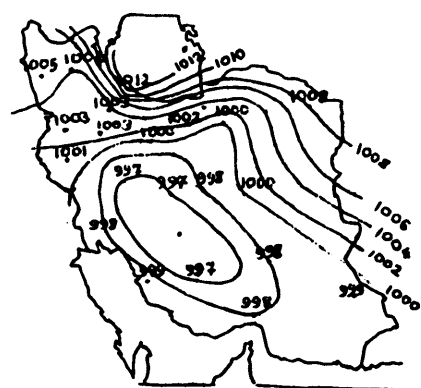
از آنجا که پدیده ال نینو یک پدیده دوره‌ای است که دوره بازگشت آن به طور متوسط حدود ۴ سال و مدت آن نیز حدود ۱۸ ماه می‌باشد و تا حدودی قابل پیش‌بینی است (فیلاندر، ۱۹۹۸)، با بررسی بیشتر پدیده‌های دیگری از این نوع و نحوه تاثیر آنها بر روی ایران می‌توان به توجیه و پیش‌بینی وقوع سال‌های گرم و سرد و نیز سالهای پربارش و خشکسالی کمک نمود.



الف



ب



ج

شکل ۷. نقشه خطوط همفشار سطح زمین (الف) دسامبر ۱۹۸۲ (ب) ژانویه ۱۹۸۲ (ج) ژانویه ۱۹۸۳

فشاری را موجب می‌شود که ایجاد بارش‌های فراوان را می‌توان به آنها نسبت داد. با مقایسه شکل‌های الف.۷، ج.۷ و ب.۷، مربوط به مشاهده می‌شود که وقتی تاثیر ال نینو وجود ماه

جدول ۱. بهترین دمای میانگین و بارندگی کل سالانه سال‌های ۱۹۸۲ و ۱۹۸۳ نسبت به سال ۱۹۸۱ برای شهرهای مختلف

شهر	شهر	زاهدان	زابل	بندر عباس	چابهار	کرمان	اصفهان	یزد	شهرکرد	شیراز	اهواز	سمنان	تهران	اراک	مشهد	بابل	رشت	تبریز	ارومیه	سنندج	همدان	کرمانشاه	خرم‌آباد
°Cما	°Cما	-۰/۸	-۰/۷	-۱/۴	-۰/۲	-۱/۱	-۰/۷	-۰/۸	-۱/۱	-۰/۶	-۰/۸	-۱/۳	-۱/۴	-۲/۹	-۱/۸	-۱/۲	-۱/۷	-۱/۹	-۲/۳	-۱/۳	-۲/۶	-۱/۳	-۱/۴
mm۱۹۸۲	mm۱۹۸۳	+۱۳۰/۵	+۱۱/۵	+۲۵۹/۱	+۳۴۰/۹	-۶/۰	+۴۵/۴	+۶۳/۰	+۷۰/۷	+۱۵۲/۴	+۱۲۷/۴	+۵۱/۸	+۱۴۲/۴	+۱۰۰/۰	+۴۵/۱	-۲۵۲/۳	+۸۱۷/۷	-۲۲/۸	+۷۵/۴	+۲۲۰/۲	+۷۴/۶	+۱۴/۱	-۱۴/۸
°Cما	°Cما	+۰/۳	+۰/۱	-۱/۲	-۰/۵	-۰/۸	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۷	-۰/۴	-۰/۳	-۱/۰	-۰/۷	-۲/۷	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۵	-۱/۰	-۱/۳	-۱/۶	-۲/۶	-۰/۷	-۱/۳
mm۱۹۸۳	mm۱۹۸۳	+۳۷/۴	-۱۹/۸	-۴۰/۷	+۷۳/۵	-۱۷/۰	+۱۹/۳	+۵۱/۳	-۸۱/۱	-۵۵/۹	-۲۶/۹	-۱۳/۰	-۳۷/۴	-۵۰/۷	-۲۷/۹	-۴۴/۸	-۱۳۰/۹	-۲۱۴/۸	-۱۸۴/۷	-۲۵/۱	-۲۱/۸	-۴۱/۵	-۲۹/۳

جدول ۲. مقادیر حدی دمای میانگین و بارندگی کل ماهانه سال‌های ۱۹۸۱، ۱۹۸۲ و ۱۹۸۳ و ماههای مربوط به آنها برای شهرهای مختلف

شهر	شهر	زاهدان	زابل	بندر عباس	چابهار	کرمان	اصفهان	یزد	شهرکرد	شیراز	اهواز	سمنان	تهران	اراک	مشهد	بابل	رشت	تبریز	ارومیه	سنندج	همدان	کرمانشاه	خرم‌آباد
مقدارهای حدی سال ۱۹۸۱	ماه	Jan	Jan	Jan	Jan	Jan	Jan	Jan	Jan	Jan	Jan	Jan	Jan	Jan	Jan	Feb	Feb	Jan	Jan	Jan	Jan	Jan	Jan
کمیته دما	ماه	۸/۵	۹/۹	۱۸/۹	۱۸/۵	۶/۳	۴/۸	۷/۷	۱/۶	۷/۴	۱۳/۳	۵/۸	۵/۱	۲/۵	۴/۶	۹/۸	۹/۳	-۰/۴	-۱/۱	-۰/۱	-۱/۸	۳/۲	۵/۶
بیشینه دما	ماه	Jun	Jul	Jul	Jun	Jul	Jul	Aug	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul-Aug	Jul	Jul	Aug	Jul	Aug	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul
تعداد ماههای خشک سال	ماه	۶ ماه	۶ ماه	۵ ماه	۹ ماه	۴ ماه	۲ ماه	۵ ماه	۴ ماه	۵ ماه	۵ ماه	۱ ماه	۲ ماه	۳ ماه	۱ ماه	-	-	۱ ماه	۱ ماه	۳ ماه	۳ ماه	۳ ماه	۳ ماه
بیشینه بارندگی	ماه	Jan	Mar	May	Jan	Mar	Feb	Feb	Jan	Jan	Jan	Jan	Apr	Mar	Apr	Sep	Sep	Apr	Apr	Mar	Jan	Mar	Feb
		۲۹/۱	۲۵/۴	۱۱۱/۰	۲۲/۰	۴۸/۶	۲۱/۸	۱۵/۶	۸۵/۰	۸۵/۹	۸۱/۱	۳۶/۹	۵۰/۶	۸۶/۱	۶۹/۹	۲۸۰/۰	۱۹۴/۴	۱۲۸/۴	۸۶/۷	۱۱۸/۸	۶۸/۰	۱۰۸/۴	۱۳۰/۷

ادامه جدول ۲

شهر	تعداد ماهی خدی سال ۱۳۸۳	
	ماه	کمینه دما
خرم‌آباد	Feb ۳/۰	Aug ۲۶/۴
کرمانشاه	Feb -۲/۶	Jul ۲۵/۷
همدان	Dec -۸/۱	Jul ۲۲/۳
سندج	Feb -۳/۸	Aug ۲۵/۴
ارومیه	Dec -۷/۹	Jul ۲۱/۸
تبریز	Dec -۵/۱	Jul ۲۶/۰
رشت	Feb ۵/۶	Jul ۲۵/۷
بایلسر	Feb ۷/۰	Jul ۲۴/۹
مشهد	Jan ۰/۰	Jul ۲۴/۹
اراک	Dec -۶/۷	Jul ۲۴/۹
تهران	Dec ۱/۷	Jul ۳۰/۳
سمنان	Dec ۲/۸	Aug ۲۹/۸
اهواز	Dec ۱۱/۴	Jul ۳۶/۵
شیراز	Dec ۵/۴	Aug ۲۹/۷
شهرکرد	Feb -۱/۰	Aug ۲۳/۵
یزد	Dec ۴/۲	Aug ۳۱/۱
اصفهان	Dec ۲/۶	Aug ۲۸/۲
کرمان	Dec ۳/۸	Jun ۲۵/۳
چابهار	Feb ۱۸/۳	Jun ۳۳/۲
بندر عباس	Dec ۱۶/۳	Jul ۳۳/۳
زابل	Dec ۸/۲	Jul ۳۴/۱
زاهدان	Dec ۶/۹	Jul ۲۸/۳
تعداد ماههای خشک سال		
شهر	ماه	بیشینه بارندگی
خرم‌آباد	Jan ۱۲۶/۰	Feb ۸۷/۶
کرمانشاه	Feb ۸۷/۶	Feb ۸۷/۶
همدان	Mar ۸۲/۲	Mar ۸۲/۲
سندج	Nov ۱۴۰/۶	Nov ۱۴۰/۶
ارومیه	Nov ۱۳۲/۱	Nov ۱۳۲/۱
تبریز	Oct ۷۷/۳	Oct ۷۷/۳
رشت	Oct ۴۷۵/۹	Oct ۴۷۵/۹
بایلسر	Nov ۲۶۹/۴	Nov ۲۶۹/۴
مشهد	Mar ۱۱۵/۹	Mar ۱۱۵/۹
اراک	Oct ۸۹/۷	Oct ۸۹/۷
تهران	Oct ۸۶/۷	Oct ۸۶/۷
سمنان	Oct ۴۲/۰	Oct ۴۲/۰
اهواز	Nov ۸۸/۷	Nov ۸۸/۷
شیراز	Mar ۱۱۵/۹	Mar ۱۱۵/۹
شهرکرد	Mar ۷۵/۳	Mar ۷۵/۳
یزد	Mar ۲۴/۰	Mar ۲۴/۰
اصفهان	Nov ۳۱/۰	Nov ۳۱/۰
کرمان	Nov ۲۸/۲	Nov ۲۸/۲
چابهار	Feb ۱۹۶/۵	Feb ۱۹۶/۵
بندر عباس	Feb ۲۰۴/۴	Feb ۲۰۴/۴
زابل	Jan ۲۵/۰	Jan ۲۵/۰
زاهدان	Mar ۴۳/۰	Mar ۴۳/۰
تعداد ماههای خشک سال		
شهر	ماه	بیشینه بارندگی
خرم‌آباد	Jan ۳/۷	Jan ۰/۳
کرمانشاه	Jan ۰/۳	Jan ۰/۳
همدان	Jan -۹/۹	Jan -۹/۹
سندج	Jan -۵/۵	Jan -۵/۵
ارومیه	Jan -۸/۸	Jan -۸/۸
تبریز	Jan -۷/۶	Jan -۷/۶
رشت	Jan ۶/۰	Jan ۶/۰
بایلسر	Jan ۶/۹	Jan ۶/۹
مشهد	Jan ۱/۵	Jan ۱/۵
اراک	Jan -۶/۵	Jan -۶/۵
تهران	Jan -۰/۱	Jan -۰/۱
سمنان	Jan ۰/۲	Jan ۰/۲
اهواز	Jan ۱۰/۴	Jan ۱۰/۴
شیراز	Jan ۶/۱	Jan ۶/۱
شهرکرد	Jan -۲/۳	Jan -۲/۳
یزد	Jan ۴/۸	Jan ۴/۸
اصفهان	Jan ۱/۷	Jan ۱/۷
کرمان	Dec ۴/۵	Dec ۴/۵
چابهار	Feb ۱۸/۴	Feb ۱۸/۴
بندر عباس	Jan ۱۶/۸	Jan ۱۶/۸
زابل	Dec ۸/۴	Dec ۸/۴
زاهدان	Dec ۷/۷	Dec ۷/۷
تعداد ماههای خشک سال		
شهر	ماه	بیشینه بارندگی
خرم‌آباد	Aug ۲۷/۶	Aug ۲۶/۸
کرمانشاه	Aug ۲۶/۸	Aug ۲۶/۸
همدان	Aug ۲۴/۲	Aug ۲۴/۲
سندج	Aug ۲۵/۵	Aug ۲۵/۵
ارومیه	Jul ۲۷/۲	Jul ۲۷/۲
تبریز	Jul ۲۷/۲	Jul ۲۷/۲
رشت	Jul ۲۶/۹	Jul ۲۶/۹
بایلسر	Jul ۲۷/۶	Jul ۲۷/۶
مشهد	Jul ۲۷/۷	Jul ۲۷/۷
اراک	Aug ۲۷/۰	Aug ۲۷/۰
تهران	Jul ۳۲/۰	Jul ۳۲/۰
سمنان	Jul ۳۳/۲	Jul ۳۳/۲
اهواز	Jul ۳۷/۹	Jul ۳۷/۹
شیراز	Jul ۲۹/۱	Jul ۲۹/۱
شهرکرد	Jul ۲۴/۷	Jul ۲۴/۷
یزد	Jul ۳۳/۲	Jul ۳۳/۲
اصفهان	Jul ۲۹/۷	Jul ۲۹/۷
کرمان	Jul ۲۷/۱	Jul ۲۷/۱
چابهار	Jun ۳۳/۳	Jun ۳۳/۳
بندر عباس	Jul ۳۴/۰	Jul ۳۴/۰
زابل	Jul ۳۵/۸	Jul ۳۵/۸
زاهدان	Jul ۳۰/۶	Jul ۳۰/۶
تعداد ماههای خشک سال		
شهر	ماه	بیشینه بارندگی
خرم‌آباد	Dec ۱۰۰/۸	Dec ۹۱/۴
کرمانشاه	Dec ۹۱/۴	Dec ۹۱/۴
همدان	Jan ۵۹/۰	Jan ۵۹/۰
سندج	Jan ۸۵/۰	Jan ۸۵/۰
ارومیه	May ۴۳/۳	May ۴۳/۳
تبریز	May ۳۶/۱	May ۳۶/۱
رشت	Dec ۱۸۳/۰	Dec ۱۸۳/۰
بایلسر	Dec ۱۵۱/۳	Dec ۱۵۱/۳
مشهد	Apr ۹۶/۸	Apr ۹۶/۸
اراک	Dec ۷۹/۵	Dec ۷۹/۵
تهران	Mar ۲۹/۹	Mar ۲۹/۹
سمنان	May ۴۱/۰	May ۴۱/۰
اهواز	Jan ۷۷/۹	Jan ۷۷/۹
شیراز	Mar ۶۲/۲	Mar ۶۲/۲
شهرکرد	Jan ۱۰۴/۲	Jan ۱۰۴/۲
یزد	Mar ۲۷/۱	Mar ۲۷/۱
اصفهان	Mar ۲۷/۱	Mar ۲۷/۱
کرمان	Apr ۴۶/۳	Apr ۴۶/۳
چابهار	Apr ۴۴/۴	Apr ۴۴/۴
بندر عباس	Mar ۶۰/۶	Mar ۶۰/۶
زابل	Mar ۱۲/۵	Mar ۱۲/۵
زاهدان	Feb ۲۰/۶	Feb ۲۰/۶

جدول ۳. مقادیر حدی بی‌مختارهای دمای میانگین و بارندگی کل ماهانه سال‌های ۱۹۸۲ و ۱۹۸۳ نسبت به سال ۱۹۸۱ و ماههای مربوط به آنها برای شهرهای مختلف

شهر	زاهدان	زابل	بندر عباس	چابهار	کرمان	اصفهان	یزد	شهرکرد	شیراز	اهواز	سمنان	تهران	اراک	مشهد	بابلسر	رشت	تبریز	ارومیه	سندج	همدان	کرمانشاه	خرم‌آباد
ناهار جاری حدی سال ۱۹۸۲	Mar	Dec	Dec	Mar	Dec	Mar	Dec	Dec	Dec	Dec	Jul	Dec	Feb	Jan-Nov	Dec	Dec	Feb	Feb	Dec	Feb	Feb	Mar
ماه	۹/۴-	۳/۵-	۴/۰-	۱/۸-	۳/۳-	۳/۹-	۵/۵-	۶/۲-	۳/۸-	۴/۴-	۷/۵-	۷/۴-	۷/۳-	۴/۶-	۴/۸-	۵/۸-	۱۰/۶-	۷/۴-	۷/۲-	۱۲/۲-	۷/۵-	۳/۹-
کمیته آنومالی مثبتی دما	Oct	Oct	May	Oct	Oct	Jun	Sep	May	May	May	Apr	Apr	Sep	Nov	Apr	Apr	Apr	Apr	May	Jan	May	Apr
ماه	۶/۳+	۱/۹+	۱/۰+	۱/۴+	۲/۱+	۲/۴+	۲/۴+	۱/۸+	۱/۷+	۲/۲+	۲/۹+	۳/۶+	۰/۶+	۴/۵+	۲/۲+	۲/۶+	۳/۳+	۳/۲+	۴/۲+	۱/۷+	۳/۵+	۱۱/۵+
بیشینه آنومالی مثبتی دما	Jan	Mar	May		Mar	Feb	Feb	Jan	Jan	Feb	Oct	Apr	Mar	Apr	Sep	Sep	Apr	Mar	Jan	Mar	Mar	Feb
ماه	۱۵/۶-	۲۰/۴-	۱۱۱/۰-	-	۲۷/۲-	۱۷/۹-	۱۰/۳-	۳۷/۲-	۱۹/۲-	۱۱/۶-	۳۸/۶-	۳۶/۹-	۲۹/۳-	۵۸/۷-	۲۲۵/۸-	۱۳۶/۰-	۹۵/۲-	۵۱/۳-	۳۳/۵-	۲۸/۵-	۴۰/۳-	۲۷/۹-
کمیته آنومالی مثبتی بارندگی	Mar	Dec	Feb	Feb	Nov	Nov	Mar	Dec	Mar	Nov	Nov	Oct	Oct	Mar	Nov	Oct	Oct	Oct	Nov	Mar	Nov	May
ماه	۴۱/۰+	۱۲/۸+	۱۹۰/۰+	۱۹۶/۵+	۲۸/۲+	۲۶/۳+	۲۴/۰+	۵۲/۹+	۶۰/۳+	۵۹/۷+	۲۹/۱+	۸۱/۳+	۵۸/۵+	۶۴/۱+	۱۱۷/۴+	۳۵۷/۹+	۶۳/۷+	۷۸/۹+	۸۱/۴+	۳۹/۶+	۵۱/۲+	۲۷/۷+
بیشینه آنومالی مثبتی بارندگی	زاهدان	زابل	بندر عباس	چابهار	کرمان	اصفهان	یزد	شهرکرد	شیراز	اهواز	سمنان	تهران	اراک	مشهد	بابلسر	رشت	تبریز	ارومیه	سندج	همدان	کرمانشاه	خرم‌آباد
شهر	Mar	Dec	Apr	Mar	Apr	Mar	Mar	Mar	Mar	Jan	Mar	Mar	Feb	Mar	Jan	Jan	Jan	Jan	Feb	Mar	Mar	Mar
ناهار جاری حدی سال ۱۹۸۳	Mar	Dec	Apr	Mar	Apr	Mar	Mar	Mar	Mar	Jan	Mar	Mar	Feb	Mar	Jan	Jan	Jan	Jan	Feb	Mar	Mar	Mar
ماه	۹/۷-	۳/۳-	۳/۸-	۳/۱-	۴/۶-	۴/۴-	۵/۳-	۴/۰-	۲/۱-	۲/۹-	۵/۹-	۴/۶-	۹/۷-	۴/۷-	۳/۱-	۴/۴-	۷/۲-	۷/۷-	۹/۵-	۳/۴-	۳/۳-	۳/۳-
کمیته آنومالی مثبتی دما	Sep	Jun	Jun	Jun	Feb	Sep	Sep	Sep	Sep	Nov	Jun	Jun	Sep	Nov	May	May	Nov	Feb	Nov	Nov	May	May
ماه	۸/۹+	۲/۴+	۰/۷+	۰/۷+	۶/۸+	۲/۹+	۴/۳+	۱/۷+	۲/۵+	۲/۳+	۲/۶+	۲/۴+	۱/۲+	۴/۵+	۱/۹+	۲/۴+	۲/۸+	۳/۸+	۲/۷+	۲/۵+	۲/۵+	۱/۵+
بیشینه آنومالی مثبتی دما	Jan	Jan	May	Jan	Jan	Feb	Feb	Nov	Jan	Dec	Mar	Apr	Feb	Oct	Sep	Jan	Apr	Apr	Mar	Oct	Oct	Jan
ماه	۲۶/۹-	۲۱/۹-	۱۱۱/۰-	۱۶/۵-	۲۰/۰-	۲۱/۶-	۱۴/۹-	۴۹/۷-	۲۶/۷-	۴۹/۹-	۱۹/۰-	۲۶/۹-	۳۷/۶-	۲۱/۱-	۲۱۷/۱-	۱۳۱/۰-	۹۹/۸-	۶۱/۱-	۶۵/۸-	۳۶/۹-	۶۵/۶-	۳۳/۶-
کمیته آنومالی مثبتی بارندگی	Apr	Apr	Mar	Apr	Apr	Mar	Mar	Jan	Mar	Mar	May	Dec	Dec	Mar	Dec	Dec	Sep	Aug	Dec	May	Dec	Dec
ماه	۱۷/۳+	۱۱/۹+	۵۵/۰+	۴۴/۴+	۴۴/۳+	۲۲/۹+	۲۶/۴+	۱۹/۲+	۶/۶+	۱۹/۳+	۲۴/۰+	۲۷/۱+	۵۹/۵+	۳۱/۴+	۱۲۴/۷+	۱۱۴/۹+	۳۳/۰+	۷/۰+	۴۷/۸+	۱۹/۹+	۲۲/۰+	۶۴/۷+
بیشینه آنومالی مثبتی بارندگی	زاهدان	زابل	بندر عباس	چابهار	کرمان	اصفهان	یزد	شهرکرد	شیراز	اهواز	سمنان	تهران	اراک	مشهد	بابلسر	رشت	تبریز	ارومیه	سندج	همدان	کرمانشاه	خرم‌آباد

منابع

- سالنامه هواشناسی سال‌های ۱۹۸۱، ۱۹۸۲ و ۱۹۸۳.
Annamalai, H., and Slingo, J., 1998, The Asian summer monsoon 1997: *Weather*, **53**, 9, 284-287.
- Lutgens, F.K., and Tarbuck, E.J., 1998, *The atmosphere*: Prentice-Hall, Inc
- Murray Mitchell, J., 1983. El Nino: The global weather connection, *Weather-wise*, **36**, 4, 168.
- Nazemosadat, M. J., and Cordery, I., 2000, On the relationships between ENSO and Autumn rainfall in Iran: *International Journal of Climatology*, **20**, 47-61.
- Philander, G., 1998, Learning from El Nino: *Weather*, **53**, 9, 270-274.
- Trenberth, K. E., 1999, The extreme weather events of 1997 and 1998: *Consequences*, **5**, 1, 3-15.
- Wolter, K., and Timlin, M.S., 1998, Measuring the strength of ENSO events: *Weather*, **53**, 9, 315-324.