

## بارش بهاری و تابش طول موج بلند خروجی زمین (مطالعه موردی بارش ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ شمال غرب ایران)

محمد سلیقه<sup>۱</sup>، محمدحسین ناصرزاده<sup>۲</sup>، علی غفاری<sup>۳\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشیار اقلیم شناسی دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران  
<sup>۲</sup> استادیار اقلیم شناسی دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران  
<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۱۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۹/۲۸

### چکیده

تحلیل سینوپتیکی بارش‌های شمال غرب ایران از طریق ترسیم نقشه‌های اقلیمی و استفاده از تابش طول موج بلند خروجی زمین در صدد است تا با بررسی نقشه‌های اقلیمی در سطوح مختلف جو و سطح زمین و نیز تهیه نقشه اشعه طول موج بلند بازتابشی زمین شرایط شکل‌گیری بارش‌های همرفتی رادشمال غرب کشور تبیین نماید. با استفاده از داده‌های آماری ایستگاه‌های سینوپتیک شمال غرب که بارش ثبت شده داشتند، ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ برابر با ۲۶ فروردین سال ۱۳۹۵ خورشیدی روز دارای بارش تعیین و در تهیه داده‌های پژوهش از داده‌های بازکاوی شده NCEP با قدرت تفکیک شبکه‌های افقی ۵ درجه طول و عرض جغرافیایی استفاده شد و از طریق نرم‌افزار گرد، نقشه‌های چون تراز سطح دریا و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال روزانه، ورتیستی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، نقشه‌های همگرایی و واگرایی جریان رطوبت، نقشه طول موج بلند بازتابشی سطح زمین، نقشه فرارفت قائم جو و نقشه‌های امگا نمایش داده شد. بررسی نقشه‌های تهیه شده بیانگر آن است عامل اصلی وقوع بارش شمال غرب ایران در ۲۶ فروردین، ورود سامانه‌های بارشی از اروپای شرقی و همراهی توده هوای غربی با این سامانه بوده است و اثر همرفت محلی بسیار ناچیز می‌باشد.

**کلید واژه‌ها:** بارش همرفتی، تابش طول موج بلند خروجی زمین، تاوایی، همگرایی و واگرایی جریان، امگا

### مقدمه

بارش پرنوسان‌ترین عنصر اقلیم است، ارتباط تنگاتنگ اقلیم با محیط زیست انسان و تمام جوانب زندگی آدمی، بیانگر نیاز روز افزون بشر در شناخت ویژگی‌های اقلیمی مناطق مختلف است (معصوم پور و همکاران، ۱۳۹۰،

ص ۱). یکی از شرایط جوی که اقلیم را شکل می‌دهد و خود نیز تحت تأثیر اقلیم است، عنصر بارش می باشد. فصل بهار از جمله فصول انتقالی سال با شرایط بسیار ناپایدار اقلیمی است که هر ساله در این مقطع از زمان به دلیل رخداد حداکثر فراوانی بارش سیلاب‌های منطقه را تهدید می‌نماید. بهار مهم‌ترین و بیشترین بارش فصلی در شمال غرب ایران است و بخش وسیعی از زراعت منطقه به امید بارش‌های بهاری و به صورت دیم کاشته می‌شوند، لذا هرگونه نوسان در میزان بارش و بروز سیلاب مستقیماً معاش مردم و کیفیت محیط‌زیست را تحت تأثیر قرار می‌دهد. (خورشید دوست، قویدل، ۱۳۸۲، ص ۳)، تفاوت‌های مکانی بارش در ایران بسیار زیاد می‌باشد، این تفاوت‌ها از یک سو به طبیعت رفتار مکانی بارش باز می‌گردد که اساساً متغیری سرکش است و تغییرات مکانی شدیدی را از خود نشان می‌دهد و از سوی دیگر، تنوع منشأ بارش در نقاط مختلف ایران سبب شده در هر منطقه، مقدار و زمان ریزش‌های جوی متفاوت باشد (مسعودیان، ۱۳۹۰، ص ۱۱۳). یکی از راه‌های برنامه‌ریزی و مدیریت مبتنی بر بارش، شناخت خصوصیات بارندگی‌ها و مناطق تحت پوشش آنها است (اشرفی، ۱۳۸۹) شناخت کانون‌های رخداد و بازه‌های زمانی، عوامل به‌وجود آورنده‌ی آن و شرایط تکوینی و تأثیر آن‌ها در مقیاس زمانی و مکانی معین است. مطالعه بارش ضمن شناخت پویه و رفتار بارش، امکان برنامه‌ریزی مقابله با رفتارهای مبتنی بر آن را مهیا می‌سازد. این گونه توجه به بارش به ویژه در نواحی کوهستانی و ناهموار شمال غرب ایران که استعداد بروز سیلاب‌های شدید را بدلیل شیب ناحیه دارا می‌باشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار نموده است. مکانیزم‌های صعود بارندگی، از جمله عواملی است که سبب متفاوت بودن رفتار بارشی در مناطق مختلف می‌شوند، این عوامل در منطقه شمال غرب کشور به خوبی نمایان می‌باشند. بارش‌های رخ داده در این منطقه تحت تأثیر تنوع سیستم‌های سینوپتیکی و محلی همچون: بارش‌های اوروگرافیکی و همرفت دامنه‌ای هستند. عدم همگنی در مقدار و رژیم بارش‌های این ناحیه قابل ملاحظه است. از این رو شناخت سهم هر یک از این بارش‌ها در برنامه‌ریزی و مدیریت مسائل مختلف نیز از اهمیت بالایی برخوردار است.

### پیشینه تحقیق

رابینیک و اوزانیک: ۲۰۰۶<sup>۱</sup> در پژوهشی به تجزیه و تحلیل نسبت میان بارش‌های روزانه شدید و بارش سالانه در منطقه کوهستانی جرسکی کوتار و منطقه ساحلی کرواسی طی دوره آماری ۱۹۵۰ الی ۱۹۸۳ پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که همبستگی شدیدی میان مقدار بارش سالانه و بارش‌های روزانه بین ۲۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر وجود دارد، اما بین بارش‌های شدید بیش از ۱۰۰ میلی‌متر و بارش سالانه همبستگی شدیدی وجود ندارد. کوهونوا و پارچکا، ۲۰۰۵<sup>۲</sup> در تحقیقی به بررسی برآورد عمق حداکثر بارش روزانه کوه‌های منطقه اسلوواکی طی دوره آماری ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰ برای ۲۵ ایستگاه باران سنجی پرداخته و عمق حداکثر بارش روزانه را برای چند محل برآورد کرده‌اند. کاسمنوس و همکاران، ۲۰۰۳: ۱۵۸<sup>۳</sup> به مطالعه شرایط سینوپتیکی بر فراز یونان جنوبی در خلال نیمه دوم قرن بیستم پرداخته و از روش‌های مختلفی نظیر تحلیل مولفه‌های مینا، تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای جهت طبقه‌بندی

<sup>۱</sup> rubinic, ozanic

<sup>۲</sup> kohnova, parjka

<sup>۳</sup> Kassamenos.p.a

اقليمی خود استفاده نموده است. در این بررسی داده‌های عناصر مختلف اقلیمی سطح زمین طی دوره آماری (۱۹۹۹-۱۹۵۴) و الگوهای فشار جوی سطح زمین طی همین دوره مورد پردازش قرار گرفته است نتیجه این تحلیل تفکیک دو فصل پاییز و بهار و تحلیل سینوپتیکی آنها است.

پانقریچ و همکاران، ۲۰۰۱: ۶۶۳<sup>۱</sup> جهت پیش‌بینی بارش ماهانه مجارستان الگوهای گردش را بررسی کرده‌اند در این تحلیل داده‌های بارش دو ایستگاه کشور مجارستان، فراوانی نسبی ماهانه الگوهای گردش روزانه جو و شاخص نوسان جنوبی (SOI) مورد پردازش قرار گرفته است و برای شناسایی اختلاف زمانی بین بارش ماهانه والگوهای گردش روزانه جوی (CP)، اثرات الگوی گردش بوسیله فراوانی نسبی ماهانه تیپ‌ها بررسی شده است. اوزالکان و گلامبوسی، ۱۹۹۸: ۱۲۷<sup>۲</sup> در مقاله‌ای تحت عنوان "طبقه‌بندی چند منظوره فازی از الگوهای بزرگ مقیاس گردش جوی جهت مدل‌سازی بارش" به تحلیل ارتباط بین الگوی گردش جو و بارش اریزونا پرداخته‌اند. در این تحقیق داده‌های روزانه چهل و دو ساله ارتفاع ۵۰۰ هکتوپاسکال و بارش هشت ایستگاه هواشناسی مورد پردازش قرار گرفته است داده‌های ارتفاع ۵۰۰ میلی‌بار به مقیاس فازی تبدیل شده و پنج حالت مختلف شکل گرفته است، تیپ‌های الگوهای جوی بطور نسبی در فصول مختلف سال تعیین و برای هر یک شماره طبقه و آستانه مشخص شده است در تحلیل حساسیت نیز حالت‌های هشت گانه بدست آمده از تحلیل فازی بصورت فصلی مورد مقایسه قرار گرفته است. ماتیکان دپیستوست، ۲۰۰۸: ۲۸۱۵<sup>۳</sup> در پژوهشی بابه کارگیری روش‌های تحلیل دستی و طبقه‌بندی موقعیت‌های سینوپتیکی بارش‌های سنگین و رابطه این بارش‌ها را با انواع الگوهای آب و هوایی در استونیا در دوره زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۵ مورد بررسی قرار داده‌اند و نتیجه گرفته‌اند که اغلب بارش‌های سنگین توسط عبور کم فشارهای مختلف و سیستم‌های جبهه‌ای به وقوع پیوسته‌اند. سانچز لورنزو و همکاران، ۲۰۰۸: ۲۹۹<sup>۴</sup> باره کارگیری روش تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)، زبا استفاده از داده‌های روزانه وز فشار سطح دریا (SLP) الگوهای سینوپتیکی بارش‌ها در شمال شرق شبه جزیره ایبری بدست آوردند، همچنین میانگین شاخص نوسان مدیترانه غربی نیز برای بدست آوردن الگوهای سینوپتیکی محاسبه شده است. نتایج نشان‌دهنده یک ارتباط واضح بین مقادیر منفی این شاخص و بارش‌های سیلابی در شمال شرق ایبری می‌باشد. جانچ و همکاران، ۲۰۰۷: ۸۱<sup>۵</sup> در بررسی رویدادهای مشابه و به کارگیری مدل شبیه‌سازی (MM5) نتیجه گرفته‌اند که توپوگرافی محلی نقش قاطعی در شکل‌دهی توزیع بارندگی در طول رویداد بارش سنگین را داشته و نقش عوارض زمینی مرتفع برای بلوکه کردن پیشروی سیستم به سمت غرب و جلوگیری از بارش بیش از حد نواحی داخلی شبه جزیره مالزی دارای اهمیت می‌باشد. هاسوس و بارتزوکاس، ۲۰۰۸: ۶۵<sup>۶</sup> با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره، شامل روش تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای شرایط سینوپتیکی مرتبط با میزان بارندگی‌ها در یونان را بررسی نموده‌اند. از داده‌های بارش روزانه ایستگاه‌های هواشناسی، میانگین فشار سطح دریا و ضخامت بین تراز ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال، برای ۲۷۳ نقطه شبکه بر روی اروپا در دوره زمانی ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۲

<sup>1</sup> pongracz, et al.

<sup>2</sup> Ozalkan. E.C, Galambosi. A

<sup>3</sup> maticandpeiatost

<sup>4</sup> Sanchez-Lorenzo, J. A.Lopez- Bustins, M. J. Codobilla, A. Garcia-Manuel, and J. M.Raso

<sup>5</sup> janeng, at al

<sup>6</sup> Hossos, E, C. J Lolis, and A. Bartzokas

استفاده شده است و ۹ ساختار گردشی مختلف که عمدتاً به موقعیت و شدت سیستم‌های سینوپتیکی هوای سطح بالا و سطح زمین برمی‌گردد مشخص شده است. نتایج مطالعه حاکی از رابطه الگوهای بارش سنگین با فعالیت‌های سیکلونی شدید بر بالا یا نزدیک ناحیه گریک در یونان است. آسونسون و همکاران، ۲۰۰۱: ۵۶۹<sup>۱</sup> در پژوهشی ویژگی‌های روزانه رویدادهای بارندگی سنگین ۳ و ۲۴ ساعته را که از آستانه معین تجاوز کرده بودند براساس نوع الگوی آب و هوایی سینوپتیک در اسکاتلند بررسی کرده‌اند. در این مطالعه از داده‌های بارش ساعتی برای سال‌های ۱۹۸۶ - ۱۹۷۰ در اسکالمویر (یک مکان مرتفع در اسکاتلند)، و طبقه‌بندی انواع الگوی آب و هوایی استفاده شده است. با به کارگیری روش آماری تحلیل خوشه‌ای، انواع آب و هوا در ۵ گروه مطابق با توزیع مجمع بارش‌های بیش از آستانه در اوایل صبح ممکن است عمدتاً توسط جبهه‌های گرم به وجود آیند. این امر با جبهه‌های گرم که شرایط مساعد را برای افزایش صعود اوروگرافیک فراهم می‌کنند و به طور غالب در اوایل صبح رخ می‌دهند سازگاری دارد. در حالی که وقوع بارش بیش از آستانه در بعد از ظهر نشان دهنده پیشروی جبهه سرد توسط همرفت حرارتی می‌باشد. کیدواسکین و همکاران، ۲۰۰۸: ۲۷۹۱<sup>۲</sup> ارتباط بین الگوهای بزرگ مقیاس و الگوهای سینوپتیکی بارش‌های ویکتوریا را مورد مطالعه قرار داده‌اند و همچنین اثر الگوهای بزرگ مقیاس بر فرکانس و زمان الگوهای سینوپتیکی ناحیه‌ای را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که ارتباط نزدیکی بین الگوهای بزرگ مقیاس و الگوهای سینوپتیکی ناحیه‌ای وجود دارد.

علیجانی (۴۱-۵۴، ۲۰۰۲) تغییرات الگوی جریان ۵۰۰ هکتوپاسکال و ارتباط آنها با اقلیم ایران را با داده‌های میانگین ماهانه ارتفاع ژئوپتانسیل صفر تا ۷۰ درجه عرض جغرافیایی و ۲۰ تا ۵۰ درجه طول جغرافیایی با تفکیک ۵ درجه تحلیل نموده و رابطه آنها را در ماه‌های زمستانی ایران در دوره آماری ۱۹۹۰ - ۱۹۶۱ مورد بررسی قرار داده است. در این تحلیل روش مولفه‌های مبنا با آرایش S-mode و دوران واریماکس بکار گرفته شده که نتیجه آن شناسایی ۵ عامل آماری طی ماه‌های اکتبر تا مارس بوده است. نتایج حاصله نشان داده که فرودها و فرازهای نزدیک ایران به ویژه (خزری و سوری) تاثیر زیادی بر اقلیم ایران دارند. نجارسلیقه (۱۳۸۵) در بررسی مکانیزم‌های بارش در جنوب شرق بیان می‌کند که نفوذ زبانه کم فشار موسمی از سمت شرق در سطوح زیرین تروپوسفر باعث انتقال رطوبت از اقیانوس هند و خلیج بنگال می‌شود و چنانچه شرایط مساعدی برای صعود توده‌های مرطوب در لایه‌های میانی تروپوسفر وجود داشته باشد، بارش‌های رگباری شدید حاصل می‌شود. در این مقاله روندیابی سیل در منطقه جنوب ایران، به صورت علت و معلولی مورد بررسی قرار گرفته و به سیستم‌های باران‌زا و چگونگی شکل‌گیری و الگوهای سینوپتیکی پرداخته شده است. به‌طور قطع سیستم‌های خاصی با منشاءهای معین و در شرایط سینوپتیکی مشخص باعث ایجاد سیل می‌شوند که این سیستم‌ها قابل مطالعه می‌باشند. هدف اصلی این تحقیق شناخت الگوهای سینوپتیکی منجر به بارش‌های سنگین و سیل‌زا در منطقه جنوب ایران، جهت بهره‌برداری بهینه از سیلاب‌های منطقه و همچنین کمک مؤثر به پیش‌بینی وقوع رگبارهای منجر به سیل می‌باشد. مفیدی و همکاران (۸۴-۷۱، ۱۳۸۵) با بررسی سینوپتیکی بارش‌های شدید و سیل‌زای پاییز در سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده از تهیه

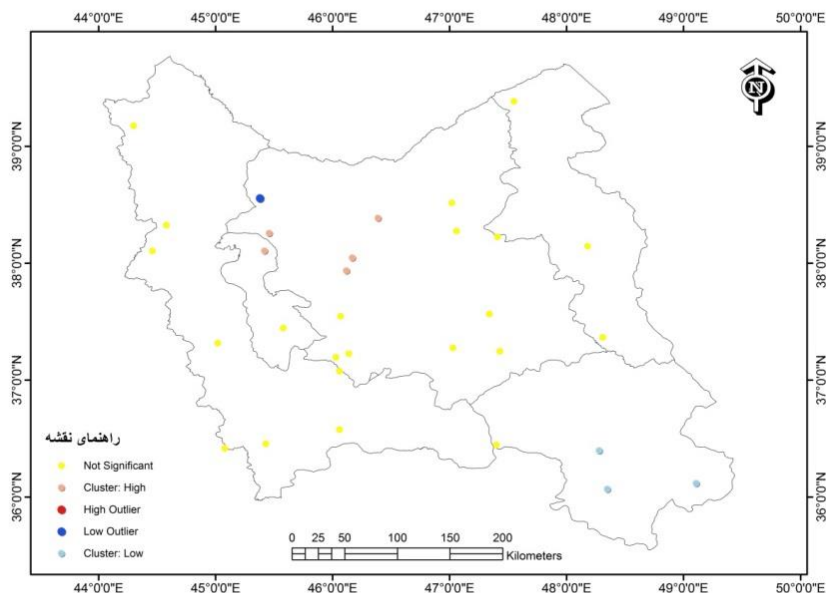
<sup>1</sup> Asonsoon, at al.

<sup>2</sup> Keidvaskin, b; Kapal a, A. simmer, c. Gulev, s.k

نقشه‌های اقلیمی و تهیه نقشه تابش طول موج بلند خروجی به این نتیجه رسیدن که بارش‌های شدید و سیل‌زای سواحل جنوبی دریای خزر در ۳ الگوی سینوپتیکی اصلی شامل الگوی پرفشار، کم فشار و زوجی جای می‌گیرند. مسعودیان (۳۳-۵۱، ۱۳۸۵) تغییرات روزانه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را طی سی سال (۲۰۰۳-۱۹۷۴) بررسی کرده است، نتایج نشان می‌دهند که الگوهای گردشی تروپوسفر میانی حاصل ترکیب سیزده مولفه مبنا است. تحلیل خوشه‌ای این سیزده مولفه آشکار می‌سازد که در مجموع نه الگوی گردشی متمایز در محدوده یاد شده حاکم هستند.

الگوهایی که با استقرار پراارتفاع و فراز بر روی همه یا بخش بزرگی از ایران همراهند از فراوانی زیادی برخوردار می‌باشند. سلیقه (۱۳۸۰، ۱۱۴) با مطالعه سینوپتیکی بارش‌های تابستانی جنوب شرق ایران در دوره زمانی ۱۳۴۸ تا ۱۳۷۲ نتیجه می‌گیرد که دو الگوی فشار متفاوت ۱- اندرکنش دینامیکی بین سیستم‌های فشار عرض‌های پایین و بالا باعث ایجاد جبهه و صعود هوا می‌شود و ۲- گرمایش زمینی، ایجاد کم فشار حرارتی و صعود هوا می‌شود. علیجانی (۱۴۱، ۱۳۶۶) رابطه پراکندگی مکانی مسیرهای خاورمیانه را با سیستم‌های هوایی سطح بالا مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اثر سیستم‌های هوایی سطح بالا در پراکندگی مسیرهای سیکلونی خاورمیانه بیشتر از توپوگرافی و یا پراکندگی فشار سطح دریاست. جهانبخش و ذوالفقاری (۱۳۸۱) الگوهای سینوپتیک بارش‌های روزانه در غرب ایران طی یک دوره آماری ۲۰ ساله (۱۹۷۱-۱۹۹۰) را بررسی نموده‌اند و پنج ناحیه بارش روزانه به نام‌های مرکزی، شمال غربی، جنوب غربی، خزری و ناحیه شرقی مشخص کرده‌اند. نتایج این بررسی حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در الگوی مراکز کم ارتفاع، فرود موج کوتاه، محورفرود (سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال) و مراکز کم فشار شدن فعالیت، فراوانی وقوع و مسیر حرکت آنها (سطح زمین) در بین نواحی بارشی است. امیدوار (۱۳۶۸، ۸۱)، شرایط سینوپتیکی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه شیرگوه یزد را مطالعه کرده و نتیجه می‌گیرد که سه نوع سیستم سینوپتیکی منطقه را تحت تاثیر قرار می‌دهد ۱- استقرار کم فشار سودانی روی شبه جزیره عربستان ۲- سیستم‌های ترکیبی سودانی و مدیترانه‌ای ۳- سیستم‌های مدیترانه‌ای. لشکری (۱۳۷۵) با استفاده از بارش‌های روزانه ۲۷ ایستگاه هواشناسی طی یک دوره هفده ساله بارش‌های شدید را شناسایی و سپس الگوهای حاکم بر آنها را تحلیل نموده است. بر اساس نتایج تحقیق، وقوع بارش‌های سنگین و سیل آسا در جنوب غرب ایران، نتیجه تقویت و تشدید فعالیت مرکز کم فشار سودانی و منطقه همگرایی دریای سرخ و تبدیل آن به سیستم دینامیکی و ترمودینامیکی است. مساعدی و همکاران (۲۰۰۶) اثر توپوگرافی را روی حداکثر بارش روزانه در استان گلستان طی یک دوره سی ساله برای بیست ایستگاه باران سنجی تجزیه و تحلیل نموده و به این نتیجه رسیده‌اند که مقدار حداکثر بارش روزانه تابعی از ارتفاع نیست، در حالی که در مناطق مرتفع بین مقدار حداکثر بارش روزانه و ارتفاع محل ارتباطی وجود دارد و در بعضی مناطق این رابطه معنی دارتر است. علیجانی (۲۸: ۱۳۷۴) برای شناسایی تیپ‌های غالب هوا و تاثیر آنها بر آب و هوای ایران، توزیع ماهانه سرعت و جهت باد در سطح ۲۰۰ هکتوپاسکالی را در سال‌های ۱۹۷۲-۱۹۶۵ برای تهران و بحرین مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. بدین ترتیب دوره استیلای رود باد جنب حاره‌ای در شرایط جو باروتروپیک شناسایی شده است. عزیزی و صمدی (۷۲، ۱۳۸۶) در تحلیل سینوپتیک سیل ۲۸ مهر سال ۱۳۸۲ در گیلان و مازندران نتیجه گرفتند که وجود ناوه عمیق در شمال شرق اروپا و امتداد محور

آن بر روی دریای خزر، موجب فرا رفت هوای سرد قطبی (C.P) از عرض‌های شمالی بر روی دریای خزر گردیده است. حضور آنتی سیکلون مهاجر با کشیدگی شمال غرب - جنوب در غرب ناوه و سیکلون جبهه‌ای در شرق ناوه و در نتیجه هم جهت شدن حرکت آنتی سیکلونی آن با حرکت سیکلونی جلو ناوه نیز باعث تقویت آن گردیده است. از سوی دیگر حرکت نصف النهاری قابل ملاحظه جریانات سطوح میانی جو موجب تقویت تاوایی شده است.



شکل (۱): نقشه خوشه‌بندی ایستگاه‌های شمال غرب ایران در محیط GIS (ماخذ: نگارنده)

ناحیه اول: ایستگاه‌های اردبیل، خلخال، مشکین شهر، پارس آباد، کلیبر، اهر، جلفا، سراب، هشترود، بناب، ملکان، مراغه، ارومیه، مهاباد، ماکو، پیرانشهر، سلماس، تکاب، میاندوآب  
 ناحیه دوم: تبریز، سهند، شبستر، مرند، ورزقان، آذرشهر، اسکو و خوی  
 ناحیه سوم: زنجان، ماه‌نشان، خداآبند، خرمدره و میانه

## مواد و روش‌ها

به منظور تعیین الگوهای سینوپتیکی بارش‌های شدید وحدهی منطقه شمال غرب کشور، روش سینوپتیکی (محیطی به گردش) انتخاب گردید (علیجانی، ۱۳۸۱: Yarnal, 1993). براین اساس ابتدا داده‌های بارش ایستگاه‌های سینوپتیکی شمال غرب ایران را از سازمان هواشناسی کشور تهیه و پردازش لازم با توجه به آستانه حداقل ۵ میلی متر برای ایستگاه‌ها استخراج شد. دراین رابطه یک روز بارشی در شمال غرب کشور روزی است که حداقل یک ایستگاه در مدت ۲۴ ساعت حداقل ۵ میلی متر بارش دریافت کرده باشد. جهت تعیین روزهای بارش شدید معیارهای زیر در نظر گرفته شد:

در این مطالعه به بارشی شدید اطلاق می‌شود که مقدار آن در طی ۲۴ ساعت برابر با بیشتر از ۱۰ در صد مقدار متوسط دراز مدت بارش فصلی در ایستگاه مربوطه باشد. در همین زمینه روز داری بارش شدید در شمال غرب ایران روزی است که مقدار بارش ۳۰ درصد ایستگاه‌های مورد مطالعه برابر یا بیشتر از آستانه ۱۰٪ مقدار متوسط فصلی باشد. در بررسی بارش‌های شدید، شرایط جوی مقیاس سینوپتیک عمدتاً نقش قابل ملاحظه ای دارند. به همین جهت به منظور آشکار ساختن برخی از خصوصیات اصلی بارش‌های شدید مطالعه سینوپتیکی از اهمیت خاصی برخوردارند. (harnack et al, 1999) جهت تعیین الگوی سینوپتیکی برای روز بارش شدید در منطقه شمال غرب ایران، ابتدا داده‌های دوباره تحلیل شده با شبکه‌بندی ۵ \* ۵ درجه از مرکز ملی پیش‌بینی محیطی آمریکا (NCEP/NCAR) تهیه گردید. برای روز بارش شدید داده‌های فشار و جریان باد در تراز سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه نم ویژه برای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، مولفه بادمداری (U) و باد نصف النهاری (V) برای تراز ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، سرعت قائم (امگا) برای سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال و سطوح جو و داده‌های تابش طول موج بلند خروجی (OLR) بصورت ساعتی تهیه شد. نقشه‌های ترکیبی فشار در سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال جهت تعیین الگوی فشار در سطح زمین و تروسفر میانی مورد بررسی قرار گرفت. همانطوری که در بسیاری از مطالعات ذکر گردیده، محتوی رطوبتی بالا در توده هوای مستقر بر روی منطقه و یا رطوبتی که بواسطه فرارفت به داخل منطقه آورده می‌شود به همراه حرکت قائم بالاسو و ناپایداری استاتیک عوامل اصلی وقوع بارش‌های شدید محسوب می‌شوند (Doswell et al., 1996; Harnack et al., 1999). به همین منظور، در مطالعه حاضر جهت بررسی دقیق تر بارش شدید از پارامترها و نقشه‌های زیر استفاده گردید.

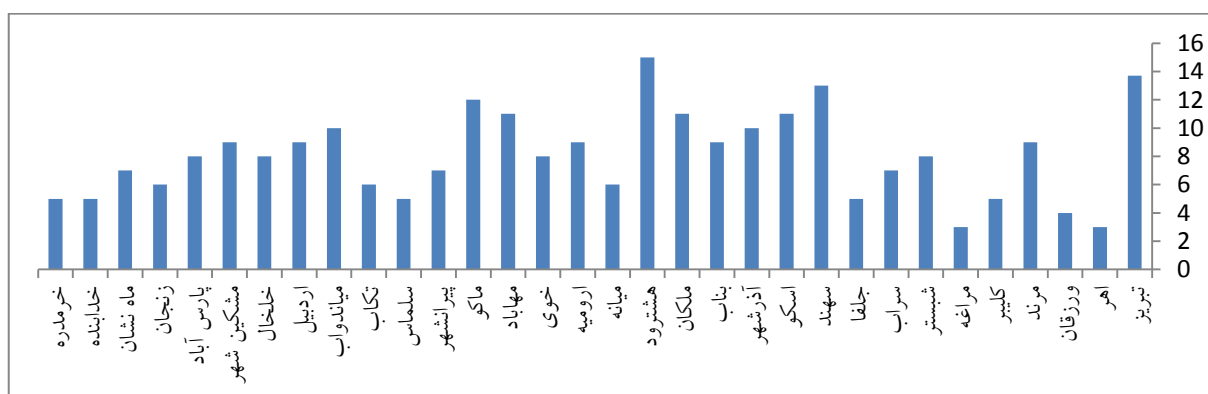
نقشه نم ویژه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال جهت تعیین مقدار رطوبت و منشاء آن استفاده شد. تابش طول موج بلند خروجی نیز جهت تعیین همرفت و میزان شدت آن در منطقه شمال غرب ایران تهیه شد. بعلاوه جهت بررسی دقیق تر الگوی گردش در زمان بارش شدید، با استفاده از مولفه‌های باد مداری و نصف النهاری، نقشه‌های جهت و شدت وزش باد و خطوط جریان، تاوایی و امگا برای روز بارش شدید تهیه شد. مجموع پارامترهای فوق امکان شناسایی دقیق سینوپتیکی و دینامیکی الگوهای گردش بارش شدید شمال غرب ایران را امکان‌پذیر می‌سازند. نقشه‌های تاوایی جهت تعیین نوع گردش هوا، میزان شدت آن و بویژه تعیین گسترش سامانه‌های کم فشار و پرفشار و گردش چرخندی و واچرخندی در تراز پایین جو مورد استفاده قرار گرفت. تابش طول موج بلند خروجی (OLR) عمدتاً بعنوان شاخصی جهت تعیین میزان فعالیت همرفتی در نظر گرفته شد. بطوری که مقادیر کمتر از ۳۰۰ وات بر مترمربع بعنوان منطقه دارای همرفت و مقادیر کمتر از ۲۰۰ وات بر متر مربع نشان دهنده همرفت بسیار شدید است (Liebmann and Smith, 1996 ; Liebmann et al., 1998). نقشه‌های خطوط جریان جهت تعیین مراکز همگرایی و واگرایی مورد استفاده قرار گرفت که الگوی جریان مسلط بر روی منطقه را به نمایش می‌گذارند. استفاده از نقشه‌های خطوط جریان در کنار نقشه‌های برداری باد (جهت و شدت باد) و نم ویژه دید جامعی را در رابطه با موقعیت مراکز پرفشار و کم فشار و شدت جریان و نحوه انتقال و منشاء رطوبت بارش فراهم می‌نمایند. کلیه نقشه‌های فوق با استفاده از نرم‌افزار سیستم تحلیل و نمایش داده‌های شبکه‌بندی (GRADS) تولید گردید.

## بحث

## بررسی آماری بارش شدید شمال غرب ایران

جهت تعیین بارش شدید در شمال غرب ایران از شاخص آستانه درصدی و پایه صدک بارش استفاده گردید (carvalho et al., 2002). در این مطالعه روز دارای بارش شدید در منطقه شمال غرب ایران عبارت است از روزی که مقدار بارش، حداقل در ۳۰٪ ایستگاه‌های منطقه از آستانه‌های درصدی بارش فصلی بدست آمده از مقدار متوسط بارش منطقه شمال غرب کشور، بیشتر باشد.

بررسی سینوپتیکی بارش بهاری شمال غرب ایران - ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ (۲۶ فروردین ۱۳۹۵)



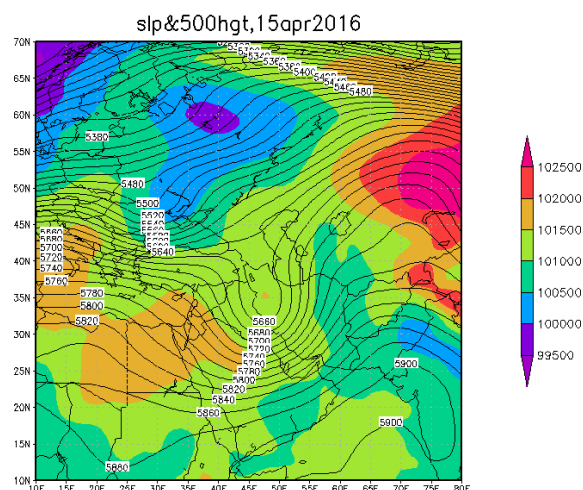
شکل (۲): نمودار بارش به میلی متر ایستگاه‌های شمال غرب ایران در ۱۵ آوریل ۲۰۱۶

شکل (۲) نمودار توزیع مقدار بارش روزانه به میلی متر، ایستگاه‌های سینوپتیک شمال غرب ایران را در روز ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ بعنوان روز دارای بارش نشان می‌دهد. همانطوری که در شکل دیده می‌شود، مقدار بارش روزانه در ایستگاه‌های استان آذربایجان شرقی قابل ملاحظه است. بررسی داده‌های ثبت شده در نمودار نشان از وقوع بارش قابل توجه در منطقه شمال غرب ایران است. ماه فروردین ماهی از سال است که زمان گذر از فصل سرما به فصل گرم است (عبور از زمستان به تابستان) و هنوز پدیده‌های بارشی فصل سرد در منطقه شمال غرب ایران فعال می‌باشد. مبین این موضوع منشاء توده هوای بارشی روز ۲۶ فروردین در شمال غرب است که از عرض‌های بالاتر به منطقه وارد شده است.

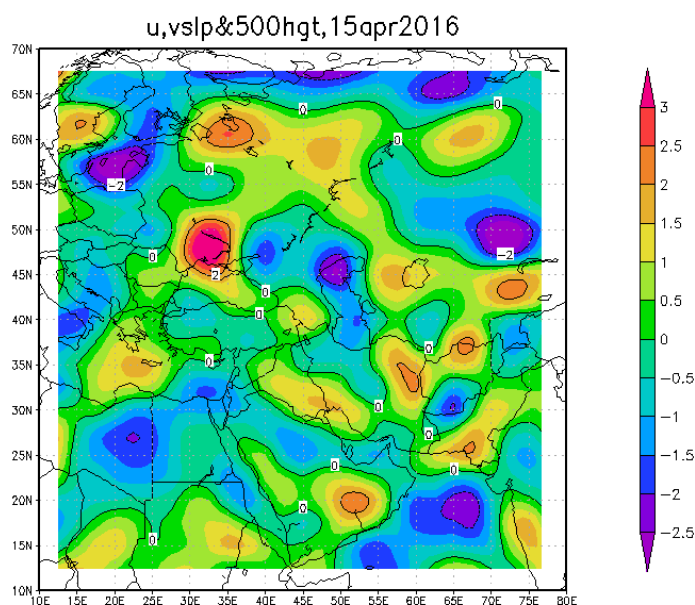
نقشه ترکیبی، فشار سطح زمین و ارتفاع ۵۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. نقشه مربوط به بارش ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ منطقه شمال غرب ایران است. یک کم فشار دینامیکی (از نوع عرض‌های میانی - شمالی) علت وقوع بارش است، خطوط منحنی فشار تراز ۵۰۰ نشان دهنده شکل گیری جریان کم فشار با ارتفاع مرکزی ۵۶۵۰ در ناحیه شمال غربی ایران است، در نقشه ی تهیه شده برای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، خطوط جریان حاکی از اثر ریزش هوای سرد عرض‌های میانی و شمالی بر روی شمال غرب ایران است. این جریان از نوع اروپایی، در غرب کشور ترکیه به دو قسمت تقسیم شده و در آن یک جریان به حالت واگرا، شمال سو شده و جریان دوم با حالت همگرا در کشور ترکیه با عبور از عراق، به جنوب غربی ایران وارد شده است، منطقه بیشینه چرخندگی در قسمت جلو محور فرود سطح بالا در جایی که خطوط هم ارتفاع به هم نزدیک ترند قرار دارد و در سطح زمین هم شرایط چرخش سیکلونی



باد را در انتهای زبانه کم فشار نشان می‌دهد (علیجانی، ۱۳۸۱ ص ۶۹). تاوایی مثبت مناسب در سطح زمین در جانب راست محور ناوه، امکان تشکیل ویا تکوین سیستم کم فشار را بر روی شمال غرب ایران فراهم آورده است. در چنین وضعیتی محور شمال شرقی - جنوب غربی ناوه ها و حرکت شرق سوی امواج، امکان جابجایی سیستم کم فشار را بر روی شمال غرب ایران میسر ساخته است، بدین ترتیب وقوع بارش در ۱۵ آوریل در شمال غربی ایران ناشی از استقرار یک کم فشار دینامیکی ویا عبور جبهه‌های آن از روی منطقه می باشد.



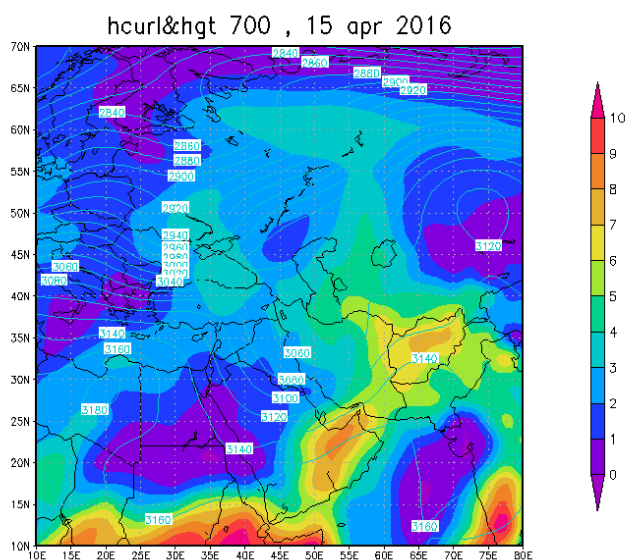
شکل (۳): نقشه ترکیبی فشار در ترازهای سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۱۵ آوریل ۲۰۱۶



شکل (۴): وضعیت وریستی (تاوایی) را در تراز سطح دریا و وضعیت سینوپتیکی وریستی (تاوایی) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

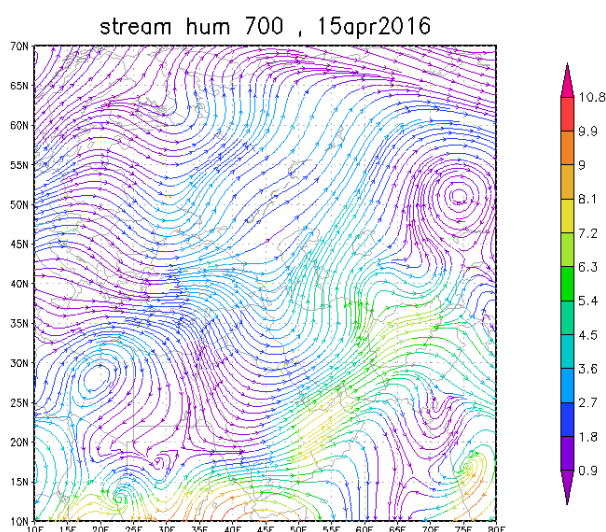
مقادیر وریستی سطح زمین، تاوایی مثبت را در بالای منطقه شمال غرب ایران و با مقادیر پایین تر در شمال غرب ایران نشان می‌دهد. استقرار محور ناوه در جنوب غرب ایران که حداکثر تاوایی را با ارقام (۱/۵ تا ۲/۰۰) و در ناحیه

شمال غرب (رنگ سبز روشن با مقادیر  $+0.0/0.0$  تا  $1/0.0$ ) نشان می‌دهد، تاوایی مثبت را بر روی سطح زمین ایجاد نموده است. از سوئی، استقرار تاوایی منفی در مرکز عربستان (رنگ آبی با مقادیر  $-1$  تا  $-1/5$ )، گردش و اچرخندی را در تراز تحتانی جو ایجاد نموده است که در نهایت رطوبت را به درون سیستم کم فشار مستقر در شمال غرب ایران تزریق نموده که بدنبال آن سیستم کم فشار بارش‌های را در مناطق مختلف شمال غرب کشور موجب گردیده است. در بررسی نقشه‌های تهیه شده برای تراز  $500$  هکتوپاسکال، استقرار پشته‌ای بر روی شرق اروپا، ریزش هوای سرد عرض‌های شمالی رادرجانب شرقی خود و بر روی شمال غرب ایران موجب شده و نفوذ و گسترش ناوه عمیق از غرب و جنوب غرب ایران بر روی کل منطقه شمال غرب ایران را در پی داشته است. بر روی نقشه‌های تراز سطح دریا در زمان وقوع بارش شدید کم فشاری در شمال غرب ایران مشاهده می‌شود که استقرار مرکز کم فشار و همگرایی ناشی از آن صعود دینامیکی را در منطقه شمال غرب ایران موجب می‌گردد. بدین ترتیب تاوایی در تراز سطح دریا مثبت بوده که این امر ناشی از صعود دینامیکی حاصل از استقرار ناوه بر روی شمال غرب ایران است.



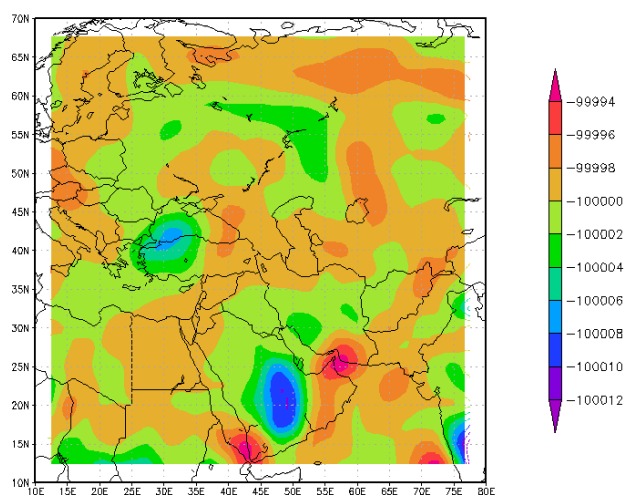
شکل (۵): نقشه‌های روزانه وضعیت مقدار نم ویژه و خطوط فشار تراز  $700$  هکتوپاسکال ۱۵ آوریل ۲۰۱۶

از آنجائیکه نم ویژه با افزایش ارتفاع، به شدت کاهش می‌یابد، از این رو بررسی این کمیت در ترازهای بالاتر از  $500$  هکتوپاسکالی ضرورتی ندارد (محمدی وهمکاران، ۱۳۹۱). بررسی نقشه نم ویژه و خطوط فشار تراز  $700$  هکتوپاسکال نشان می‌دهد مقادیر نم ویژه در کل منطقه شمال غرب ایران بین اعداد  $+3$  تا  $+4$  قرار دارد که حالت متوسط را برخوردار است. بدلیل حاکمیت نیروی شناور مثبت و نسبتاً قوی، منطقه دارای ناپایداری و بارندگی است. دلیل ناپایداری را می‌توان ترکیب هوای سرد عرض‌های بالا با سامانه‌های غربی و ایجاد یک ناوه در جنوب غرب و غرب ایران و گسترش این ناوه در منطقه شمال غرب دانست.



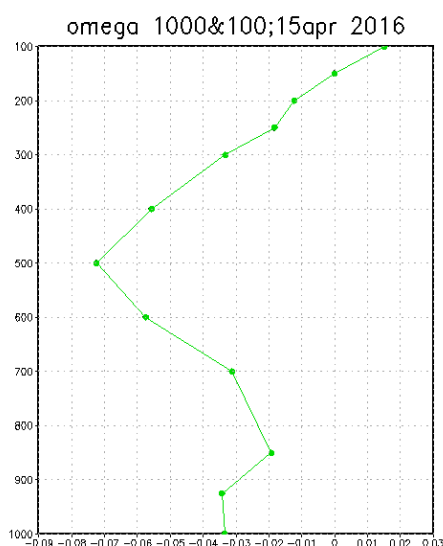
شکل (۶) نقشه وزش تاوایی و جریان باد تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال ۱۵ آوریل ۲۰۱۶

بررسی نقشه وزش تاوایی و جریان باد تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی حاکی از آن است که این جریان با تشکیل یک پشته در اروپای شرقی است و حرکت ناوه به غرب کشور ترکیه در مسیر جریانی خود با اثر گذاری پرفشار شمال آفریقا مواجه گردیده و بصورت ناوه به سمت سوریه و عراق و جنوب غرب ایران با جریانی همگرایی حرکت نموده است، که این جریان مجدداً با اثرگذاری یک پرفشار شکل گرفته در دریای عرب، موجب جریانی واگرا در غرب و شمال غرب ایران شده که مقادیر لژاند نقشه ترسیمی هم بیشینه وزش تاوایی را در شمال غرب کشور در روز بارندگی نشان می‌دهد. با توجه به مقدار بارش‌های رخ داده در نواحی مختلف شمال غرب ایران و مثبت بارش‌های متفاوت در ایستگاه‌های مورد سنجش و توجه به نقشه‌های ترسیمی جهت جریان رطوبت و وزش تاوایی مناطق شرقی شمال غرب ایران به نسبت مناطق غربی، رطوبت بیشتر را ناشی از بارش دریافت نموده‌اند. در این میان می‌توان به اثر ناهمواری‌ها مانند کوهستان سبلان و سهند و ارتفاعات سایر مناطق در شدت و میزان دریافت رطوبت نیز توجه داشت.



شکل (۷) نقشه همگرایی و واگرایی جریان رطوبت تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی ۱۵ آوریل ۲۰۱۶

مقادیر مثبت و یا منفی در لژاند نقشه ترسیمی نشان دهنده همگرا و یا واگرا بودن جریان رطوبت جو است، با توجه به نقشه ترسیمی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی مشاهده می گردد اولاً کل منطقه شمال غرب ایران با مقادیر منفی ثبت شده حالت واگرایی داشته و موجب تقویت تاوایی و اچرخندی شده است و شرایط برای بروز بارش فراهم گشته است. دوماً با توجه به جریان هوا، منبع رطوبت بارش روز ۱۵ آوریل ۲۰۱۶، انتقال رطوبت از منطقه همگرایی رطوبتی مستقر در اروپای شرقی است. با توجه به روز مطالعه که ایام آغازین فصل بهار است (گذر از فصل سرد به فصل گرم) اثر جریانات سرد عرض‌های شمالی در منطقه حاکم می‌باشد و شکل گیری منبع رطوبتی وارده به شمال غرب ایران نیز این موضوع را تایید می‌نماید بطوریکه بارش‌های حاصل در این روز ناشی از ورود جریانات اروپای شرقی، دریای مدیترانه و نیز دریای سرخ بوده است و با توجه به منشاء شکل‌گیری توده هوا که از عرض‌های شمالی تر می‌باشد هسته بارشی از نوع سرد می‌بوده و نوع بارش رخ داده در مناطق شمال غرب ایران که در این روز از جنس برف بوده مبین این موضوع می‌باشد.

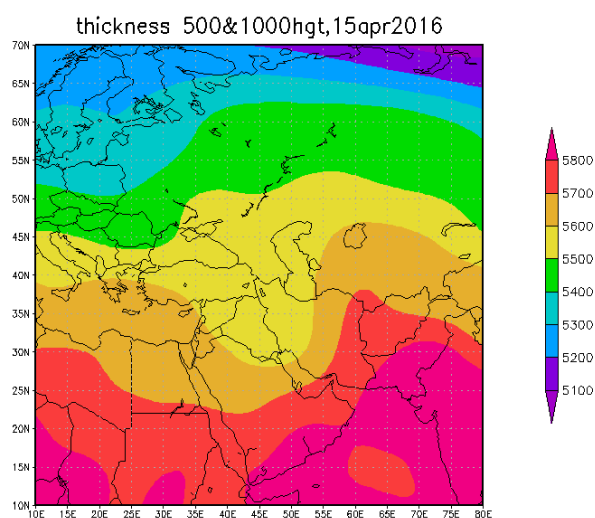


شکل (۸) نقشه امگای تراز ۱۰۰۰ تا ۱۰۰ هکتوپاسکالی ۱۵ آوریل ۲۰۱۶

فراسنج جوی سرعت قائم هوا از مهم‌ترین فراسنجهای تحلیل سینوپتیک برای پدیده‌های جوی مثل بارش سنگین و کلاً هیدرومتئوریت‌ها محسوب می‌شود. با استفاده از فراسنج امگا می‌توان سرعت بالاسو و یا صعودی و پایین سو یا نزولی هوا را سنجید. مقادیر منفی سرعت قائم دلالت بر صعود هوا (سرعت قائم بالاسو) و تقویت همرفت دارد، در حالی که مقادیر مثبت سرعت قائم نشان دهنده نزولی بودن جریان هوا (سرعت قائم پایین سو) داشته و واگرایی را تقویت می‌کند (قویدل، ۱۳۹۱، ص ۱۸۲)

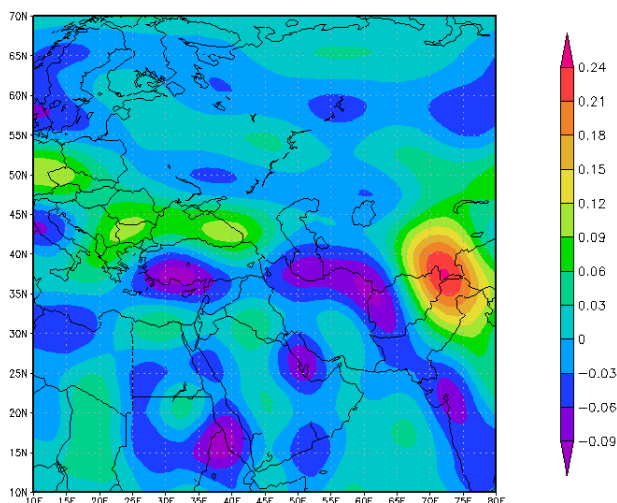
نقشه ترسیمی برای روز ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ از مقطع ۱۰۰۰ هکتوپاسکال تا ۱۰۰ هکتوپاسکال نشان از نوسان در ترازهای متعدد جوی است بطوریکه مقادیر مثبت شده در نمودار ترسیمی در تراز ۱۰۰۰ میلی بار عدد (۰/۰۳۵-) را که حرکات بالاسو می‌باشد نشان می‌دهد و تا تراز ۹۰۰ میلی باری این وضعیت ادامه یافته و از این تراز تا تراز ۸۵۰

میلی باری شاهد حرکات پایین سو می‌باشیم. از این تراز تا تراز ۵۰۰ میلی باری مجدداً شاهد روند منفی و سرعت قائم جو حالت بالاسو و صعودی به خود گرفته است نکته قابل توجه وضعیت مشابه سرعت قائم جو در تراز ۱۰۰۰ میلی باری ۷۰۰ میلی باری است که اعداد مشابهی را به ثبت رسانده‌اند. هرچند که مقادیر ثبت شده سرعت قائم جو عدد منفی را نشان می‌دهد ولی بدلیل پایین بودن ارقام ثبت شده علارغم صعودی بودن جریان اثر جریانات همرفتی در شکل گیری بارش روز مذکور بسیار پایین می‌باشد و با توجه به نقشه‌های ترسیمی می‌توان گفت که عامل اصلی وقوع بارش در ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ ورود سامانه‌های بارشی غربی به منطقه شمال غرب ایران می‌باشد.



شکل (۹) نقشه روزانه ضخامت جو و اُمگا ۱۵ آوریل ۲۰۱۶، از سطح ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال

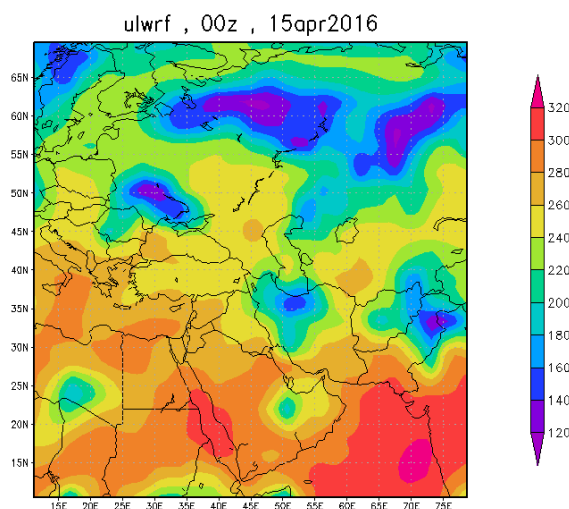
نقشه ضخامت جو (۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال) برای روز ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ نشان می‌دهد وقوع بارش در منطقه شمال غرب و غرب ایران همراه با کاهش ضخامت جو منطقه نسبت به عرض‌های پایین‌تر است در نقشه‌های سطوح فوقانی جو، ضخامت بین سطوح ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال به‌عنوان ضخامت جو در نظر گرفته می‌شود. در اثر گرمایش ضخامت جو بیشتر و در اثر سرمایش ضخامت جو کاهش می‌یابد. بنابراین در منطقه‌ای که جو گرم می‌شود ضخامت بیشتر و در منطقه‌ای که جو سرد می‌شود ضخامت کمتر می‌باشد. از اینرو نقشه‌های ضخامت ضمن نمایش سردی و گرمی هوای جو، جابجایی توده‌های هوای سرد و گرم را هم نشان می‌دهد. در روی زمین جایی که ضخامت جو کمتر است کم فشار و در زیر محل ضخیم‌تر جو پرفشار تشکیل می‌شود. کاهش ضخامت جو بر اثر سرمایش متفاوت است، ولی بطور متوسط با یک درجه سانتی‌گراد کاهش دمای متوسط جو، ۶۶٫۵ متر از ضخامت جو کاسته می‌شود (علیچانی، ۱۳۸۱ ص ۵۴). در شکل راهنمای (لژاند) نقشه رنگی ضخامت جو در منطقه شمال غرب ایران را به طور میانگین عدد ۵۵۵۰ نشان می‌دهد که حاکی از استقرار کم فشار در این منطقه است. خطوط منحنی‌های ضخامت جو بین ۵۰۰ - ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بخش وسیعی از غرب و شمال غرب ایران و نیز کشورهای ترکیه و عراق و کشورهای حاشیه‌ی غربی دریای خزر و شمال دریای سیاه را شامل می‌گردد که نشان از انبساط و از هم باز شدگی جو بوده و شرایط مساعدتر برای صعود دینامیکی را فراهم آورده است (معصوم پور، ج، ۱۳۹۲).



شکل (۱۰) نقشه امگا تراز (۱۰۰۰ تا ۵۰۰ میلی باری) ۱۵ آوریل ۲۰۱۶

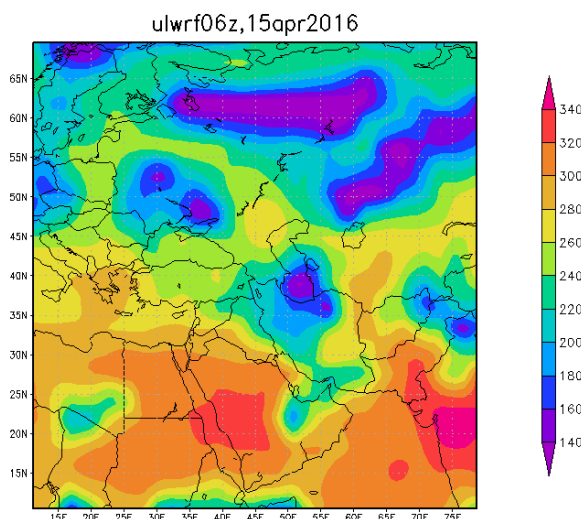
راهنمای نقشه سرعت قائم هوا در جو (امگا) برای تراز ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ میلی باری، برای روز بارندگی ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ مقادیر منفی را برای منطقه شمال غرب ایران نشان می‌دهد، این مقادیر منفی امگا، حاکی از صعود دینامیکی هوا در این ترازهای جو بوده ولی با این وجود بدلیل اینکه مقادیر امگا مثبت شده، درصد پایینی ( $0/06 - \pm 0/00$ ) را شامل می‌شود در تقویت جریان همرفتی تاثیر گذار نبوده و رخداد بارش در شمال غرب ایران ناشی از ورود سامانه‌های بارشی توده هواهای غربی می‌باشد.

تابش طول موج بلند خروجی (OLR) عمدتاً بعنوان شاخصی جهت تعیین میزان همرفت در نظر گرفته می‌شود (مفیدی و همکاران، ۱۳۸۵). بطوریکه مقادیر کمتر از ۲۶۰ وات بر مترمربع بعنوان منطقه دارای همرفت و مقادیر کمتر از ۱۸۰ وات بر متر مربع نشان دهنده همرفت بسیار شدید است (Liebmann and smith, 1996; liebmann et al., 1998). جهت بررسی وقوع پدیده همرفت و اثر آن در وقوع بارش سنگین نقشه های تابش طول موج بلند خروجی (OLR) برای ساعت صفر و ۶ و ۱۲ و ۱۸ روز ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ به وقت گرینویچ تهیه شد.



شکل (۱۱) نقشه ساعت صفر تابش طول موج بلند خروجی از زمین ( $w/m^2$ ) به وقت گرینویچ ۱۵ آوریل ۲۰۱۶

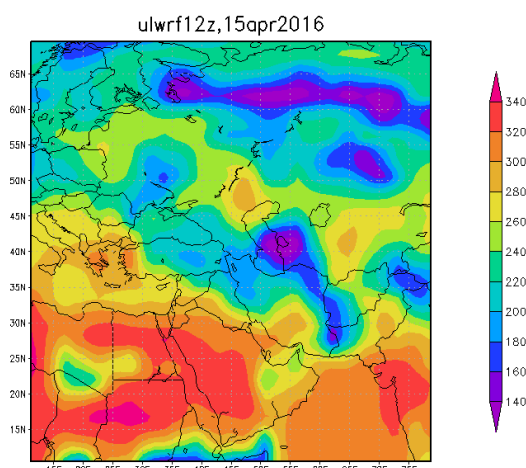
بررسی داده‌های نقشه برای ساعت صفر ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ به وقت گرینویچ نشان می‌دهد که در منطقه شمال غرب ایران فرایند همرفت محلی در این ساعت ناچیز است و همرفت بوقوع پیوسته ناشی از اختلاف دمای حاصل از دریا و خشکی بعنوان یک عامل صعود به نام همرفت وزشی می‌باشد، عمل نموده است. چراکه در ناحیه غربی (دریای سیاه و دریای مدیترانه) مقادیر تابش طول موج بلند خروجی بالا بوده و حاکی از عدم وقوع پدیده همرفت می‌باشد.



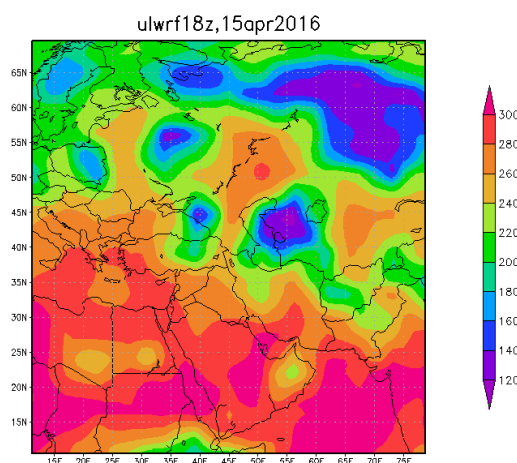
شکل (۱۲) نقشه ساعت 06/۰۰ تابش طول موج بلند خروجی از زمین ( $W/m^2$ ) به وقت گرینویچ ۱۵ آوریل ۲۰۱۶

بیشینه پدیده همرفت در روی شمال دریای سیاه و در دریای خزر اتفاق افتاده است که منطقه شمال غرب ایران نیز در محدوده وقوع همرفت قرار گرفته است. داده‌های راهنمای (لژاند) نقشه عدد بالای ۲۰۰ وات بر مترمربع را نشان می‌دهد که حاکی از اثر گذاری نسبی همرفتی در این منطقه می‌باشد. با تهیه نقشه ساعت ۰۶/۰۰ روز ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ به وقت گرینویچ مشاهده می‌گردد تابش طول موج بلند خروجی در مناطق آبی اثر بیشتری نسبت به مناطق خشکی داشته، بطوری‌که منطقه شمال غرب ایران در ناحیه وقوع جریان همرفتی نسبتاً ضعیف قرار گرفته است از بررسی این نقشه نتیجه می‌شود که وقوع جریان همرفتی در قبل ظهر روز ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ در منطقه شمال غرب ایران ناچیز است.

شکل (۱۳) تابش طول موج بلند خروجی در ساعت ۱۲/۰۰ به وقت گرینویچ را نشان می‌دهد که به وقت محلی ایران حدوداً ساعت ۱۵/۳۰ می‌باشد، بدلیل تابش طول موج بلند سطح زمین و اثر ناهمواری‌ها پدیده همرفتی در ساعت ۱۲/۰۰ به وقت محلی گرینویچ در منطقه شمال غرب ایران شدت گرفته است داده‌های راهنمای نقشه عدد پایین تر از دویست را نشان می‌دهد که نشانگر وقوع همرفت در مقیاس محلی در کل ناحیه شمال غرب ایران است که همزمان با آغاز بارش بویژه در شهرهای تبریز، سهند، اسکو، هشترود با بیشترین بارش می‌باشد. بدلیل پراکندگی حداکثر بارش‌های به وقوع پیوسته در ایستگاه‌های مختلف شمال غرب ایران و بررسی نقشه‌های اقلیمی در روز وقوع بارش علاوه بر اثر تابش طول موج بلند زمین و وقوع جریان همرفتی، گسترش جریانات غربی به منطقه شمال غرب کشور بعنوان عامل اصلی رخداد بارندگی در روز ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ می‌باشد.



شکل (۱۳) نقشه ساعت ۱۲/۰۰ تابش طول موج بلند خروجی از زمین ( $w/m^2$ ) به وقت گرینویچ ۱۵ آوریل ۲۰۱۶



شکل (۱۴) نقشه ساعت ۱۸/۰۰ تابش طول موج بلند خروجی از زمین ( $w/m^2$ ) به وقت گرینویچ ۱۵ آوریل ۲۰۱۶

شکل (۱۴) نقشه تابش طول موج بلند خروجی در ساعت ۲۱/۳۰ بوقت محلی در روز ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ را نشان می‌دهد. بررسی نقشه در شمال غرب ایران ارقام بالای ۲۲۰ وات بر مترمربع را نشان می‌دهد که مبین کاهش اثر تابش طول موج بلند خروجی و عدم وقوع همرفت در منطقه شمال غرب ایران است.

### نتیجه‌گیری

بررسی نقشه‌های اقلیمی نشان می‌دهد که در فصل بهار بارش تابشی غلبه دارد. گرمایش خورشیدی سطوح پایین را در طی بهار بطور فزاینده‌ای گرم می‌کند اما چون اتمسفر فوقانی هنوز نسبتاً سرد است میزان ناپایداری شرطی افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از واکاوی سینوپتیکی بارش شدید به وقوع پیوسته در تاریخ ۱۵ آوریل ۲۰۱۶ (۲۶ فروردین سال نود و پنج خورشیدی) که با استفاده از شاخص‌های ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز دریا و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه تاوایی و وزش رطوبت، نقشه نم ویژه، نقشه‌های همگرایی و واگرایی، تابش



طول موج بلند خروجی زمین، نقشه ضخامت جو و آمگا انجام گرفت نشان داد بارش این روزبه نحوی با وقوع حرکات قائم همرفتی در ترازهای پایینتر از ۵۰۰ هکتوپاسکال همخوانی دارد. بطوری که علاوه بر اثر سامانه‌های سینوپتیک جوی از جمله سیکلون‌های مدیترانه‌ای و اروپای شرقی، عوامل همرفت محلی شرایط مناسبتری را برای ناپایداری در روز بارش ایجاد نموده است. بررسی نقشه‌های ساعتی تابش طول موج بلندخروجی زمین حاکی از آن است بیشترین بارش در بعدازظهر روز مطالعه اتفاق افتاده و می‌توان نتیجه گرفت که همرفت دامنه‌ای باعث تقویت بارش شمال غرب ایران در این روز شده است ولی عامل اصلی وقوع بارش ورود سامانه‌های بارشی از اروپای شرقی و همراهی توده هواهای غربی با این سامانه بوده است. به نظر می‌رسد شناخت این پدیده‌ها در صدور هشدارهای جوی و درجهت کنترل و کاهش اثرات زیان بار سیل در مناطق شهری اثر گذار خواهد بود.

### منابع و مآخذ

- ۱- امیدوار، کمال، (۱۳۸۶) تحلیل شرایط سینوپتیکی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه شیرکوه، پژوهش‌های جغرافیایی، ۸۱- شماره ۵۹، صص ۹۸
- ۲- جهانبخش اصل، سعید و ذوالفقاری، حسن، (۱۳۸۰) بررسی الگوهای سینوپتیکی بارش‌های روزانه در غرب ایران، تحقیقات ۲۳۴- جغرافیایی، شماره ۶۳ و ۶۴، صص ۲۵۸.
- ۳- ۳- سلیقه، محمد (۱۳۸۰). الگوی سینوپتیکی بارش‌های تابستانه جنوب شرق ایران، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۲، صص ۱۱۴-۱۲۵.
- ۴- سلیقه، محمد (۱۳۸۵). مکانیزم‌های بارش در جنوب شرق کشور، مجله ۱- پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۵، صص ۱۳.
- ۵- لشکری، حسن (۱۳۹۰) اصول و مبانی تهیه و تفسیر نقشه‌ها و نمودارهای اقلیمی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- ۶- عزیزی، قاسم و زهرا صمدی، (۱۳۸۶) تحلیل الگوی سینوپتیکی سیل ۲۸ مهرماه ۱۳۸۲ استان‌های گیلان و مازندران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۰ صص ۶۱ - ۷۴.
- ۷- عساکره، حسین، رزمی، رباب (۱۳۹۰) اقلیم شناسی بارش‌های شمال غرب ایران، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۵ صص ۱۵۸-۱۳۸.
- ۸- سایت آمار و اطلاعات سازمان هواشناسی ایران.
- ۹- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱) بررسی سینوپتیکی الگوی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در خاورمیانه، مجله نیوار - شماره متوالی ۴۵-۴۴ ص ۱.
- ۱۰- \_\_\_\_\_ (۱۳۸۱) تحلیل آماری و سینوپتیکی بارندگی آذربایجان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۵-۶۶
- ۱۱- قوبدل رحیمی، یوسف (۱۳۹۱) نگاشت و تفسیر سینوپتیک اقلیم با استفاده از نرم‌افزار GRADS، انتشارات سپا دانش.

- ۱۲- لشکری، حسن (۱۳۷۵): الگوی سینوپتیکی بارش‌های شدید جنوب غرب ایران، رساله دکتری اقلیم شناسی، استاد راهنما: هوشنگ قائمی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۳- مسعودیان، ابوالفضل، پهنه‌بندی بارش غرب و شمال غرب ایران به روش تحلیل خوشه‌ایی، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال چهارم، شماره ۱۱، بهار ۱۳۹۱، صص ۳۶-۴۴.
- ۱۴- مفیدی، عباس و زرین، آذر و جانباز قبادی، غلامرضا (۱۳۸۵) بررسی سینوپتیکی بارش‌های شدید و سیل زای پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر؛ همایش منابع طبیعی و توسعه پایدار در عرصه‌های جنوبی دریای خزر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
- ۱۵- محمدی حسین، فتاحی ابراهیم، شمسی پور علی اکبر، اکبری مهری، (۱۳۹۱) تحلیل دینامیکی سامانه‌های سودانی و رخداد بارش‌های سنگین در جنوب غرب ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال دوازدهم، شماره ۲۴، صص ۵-۲۴.
- ۱۶- معصوم پور سماکوش، جعفر، میری، مرتضی، ذوالفقاری، حسن، یاراحمدی، داریوش، تعیین سهم بارش همرفتی شهر تبریز براساس شاخص ناپایداری، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره ۳۱ زمستان ۱۳۹۲.
- 17- Hossos, E, C. J Lolis, and A. Bartzokas ( 2008 ): Atmospheric Circulation Patterns associated with extream precipitation amounts in Greece , Adv.Geosice, 17, 5 -11.
- 18- Sanchez-Lorenzo, J .A.Lopez- Bustins, M. J. Codobilla, A. Garcia-Manuel, and J. M.Raso (2008): Torrential rainfall in northest of the Ibrian Peninsula: Synoptic Patterns andWemo influence Adv. Sci. Res, 2, 99-105
- 19- Kassomenos. P.A (2003) Anatomy of the synoptic condition occurring over southern Greece during the second half of the 20thcentury. Part I. Winter and summer. Theor Appl.Climatol.75.158-169.
- 20- Kohnova S. and Parjka J. (2005) Estimation of Design Maximum Daily precipitation depths in a Mountain Region of Slovakia, Dept. of land and water Resources Management, Slovak university of Technology
- 21- NOAA (1971-2015), Daily data of 700HPA, National Oceanic and Atmospheric Administration, washington D.C
- 22- Ozalkan. E.C, Galambosi. A (1998), A multiobjective fuzzy classification of large scale atmospheric ircularion patterns for precipitation modeling , Applied Math & Comp, Vol.90,pp.127-142
- 23- Pongracz. R, Bartholy. J (2001), Fuzzy rule based prediction of monthly precipitation, Phys.Chem. Earth, Vol. 26, No. 9, 663-667
- 24- Rubinic J. and Ožanic N. (2006) The Relation between Intensive Daily and Annual Precipitation Quantities at the Gorski Kotar Area (Croatia)
- 25- Keidvaskin, b; Kapal a, A. simmer, c. Gulev, s.k., (2008) Analysis of extreme precipitation over Europe from different reanalysis:acomparative assessment , Global and planetary change 44,129-161 .
- 26- Maticandpeitost,d; A.skiem (2008) , on the relationship between large-scale climatemodels and regional synoptic pattern that drive Victorian rainfall , Hydrol .earthsyst .sci.discuss,5 ,2791-2815, 2008
- 27- liebmann, B., C. jones, and L.M.V .Carvalho, 2001:Interannual variability of daily extreme precipitation events in the state of Sa o Paulo, Brazil. J. climate, Vol. 14, 208-218.
- 28- Yarnal,B.,1993,sunptic Climatology in Environmental Analysis, Belhaven press, pp1-18.

- 29- Carvalho, L.M.V, Jones, C. and Liemann, B., 2002, Extreme precipitation Events in Southeastern South America and Large-Scale convective patterns in the South Atlantic Convergence Zone, *J. Climate*, Vol. 15, pp 2377-2394.
- 30- Doswell, C. A., H. A. Brooks, and R.A. Maddox, 1996, flash flood forecasting : An ingredients-based methodology . *Wea. Forecasting*, Vol. 11, pp. 560-581
- 31- Harnack, R. P., et al., 1999, heavy Precipitation Events in New Jersey: Attendant Upper-Air Condition , *Wea forecasting* Vol.14,pp.933-954.
- 32- Liebmann,B., and Smith,C., 1996, Description of a complete (interpolated) outgoing longwave radiation dataset, *Bull. Amr. Met. soc.*,Vol. 77, 1257-1277
- 33- Mosaedi, A. SHarifan, H. SHahabi, M. (2006) Effects of topography on Maximum daily precipitation in Golestan province(Iran)Department of water Eng.Gorgan university of Agricultural Sciences and natural Resources , Iran.



