

## تحلیل هم‌دیدي بارش‌های شدید تابستانه آستارا

مهدی مدیری

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر

مهدی خزایی<sup>۱</sup>

دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه تهران

احسان مدیری

کارشناس ارشد هواشناسی کشاورزی

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۰/۱۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۸/۰۵

### چکیده

در این پژوهش به بررسی بارش‌های شدید تابستانه بیشتر از ۵۰ میلی متر آستارا پرداخته شده است. بدین منظور با دریافت داده‌های فشار تراز دریا، ۸۵۰ و ۵۰۰ میلی باری و همچنین داده‌های نم و یژه و امگا، از پایگاه داده‌های NCEP/NCAR در روزهای بارشی مورد نظر و ترسیم نقشه‌های مورد نیاز در نرم افزار Grads، ۱۵ بارش شدید بیشتر از ۵۰ میلی متر شناسایی و در دو الگوی کلی جای گرفت. در الگوی اول (سامانه کم فشار موسمی، نمونه ۲۶ آگوست ۲۰۰۰) که ۴ مورد بارش را ایجاد کرده بود، در فشار تراز دریا سامانه کم فشار موسمی تمامی کشور از جمله منطقه مورد مطالعه را تحت سیطره کامل خود قرار داده است و در تراز ۸۵۰ میلی باری زبانه سامانه واچرخندی با پربند ۱۸۵۰ ژئوپتانسیل متر که از سمت شرق گسترش یافته بود با عبور از دریای خزر، منطقه مورد مطالعه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در تراز ۵۰۰ میلی باری هم، زبانه واچرخندی با پربند ۵۸۷۵ ژئوپتانسیل متر منطقه مورد مطالعه را تحت تاثیر خود قرار داده است. در الگوی دوم (واچرخند اسکاندیناوی، نمونه ۱۳ سپتامبر ۲۰۰۶)، زبانه‌های واچرخند اسکاندیناوی با عبور از دریای خزر موجب فرارفت رطوبت و ناپایداری بر روی ساحل غربی و جنوب غربی دریای خزر از جمله منطقه مورد مطالعه شده است و در تراز ۸۵۰ میلی باری هم همچنان این فرآیند تداوم یافته و در تراز ۵۰۰ میلی باری با جهت گیری غربی - شرقی جریانات ورودی، پایداری کامل هوا بر ناحیه مورد مطالعه مستولی گردید. در بررسی نقشه‌های نم و یژه در هر دو الگو مشخص گردید که بیشترین فرارفت رطوبت از دریای خزر تامین شده است. همچنین مقادیر امگا در هر دو الگو، از فشار تراز دریا تا ۵۰۰ میلی باری منفی بوده که نشان‌دهنده افت فشار و ناپایداری شدید هوا در هر سه تراز فشاری فوق الذکر است.

**واژگان کلیدی:** تحلیل هم‌دیدي، بارش شدید، ارتفاع ژئوپتانسیل، آستارا.

## مقدمه

بارش مهم ترین پدیده یا ویژگی محیط زیست است و تا کنون مطالعات فراوانی درباره عوامل ایجاد آن انجام شده است. در هر مکانی بارش زمانی اتفاق می‌افتد که هوای مرطوب و عوامل صعود فراهم شود هر دوی این شرایط به وسیله الگوهای گردش آتمسفر فراهم می‌شوند (علیچانی، ۱۳۸۱: ۲۰۲ و ۲۰۳). کشور ایران با متوسط بارش حدود ۲۴۰ میلیمتر و پراکنش زمانی - مکانی شدید از نوسانات بالای بیلان آبی رنج می‌برد که این نوسانات توام با خشکسالی‌ها و سیلاب‌های بزرگ می‌باشد (خوشحال دستجردی و دیگران، ۱۳۸۴: ۷۳).

بارش‌های فوق سنگین اغلب بر روی قلمروهای کوچک رخ می‌دهند. با این حال ممکن است این رویدادها درون سامانه‌های بزرگ مقیاسی جای گرفته باشند که انرژی و رطوبت شان را از مناطق دوردست دریافت کنند (محمدی و مسعودیان، ۱۳۸۹: ۴۷ و ۴۸).

بارش‌ها یا به صورت مداوم و طولانی مدت و یا رگباری و کوتاه مدت رخ می‌دهند. رگبارها به وسیله فعالیت‌های همرفتی و بیشتر در بهار و تابستان رخ می‌دهند. بارشی را بارش سنگین می‌گویند که شدت آن بیش تر از ۱ میلیمتر در ساعت باشد و اگر به میزان ۶۰ میلیمتر در کمتر از ۵ دقیقه بیارد اصطلاحاً به آن می‌گویند انفجار در ابر رخ داده است (لیناکره و گیرتس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳: ۱۹۲ و ۱۹۴).

چرخندهای برون حاره اغلب در مقیاس سینوپتیک در عرض‌های میانی عمل می‌کنند و در بعضی از مواقع بادهای خیلی قوی و بارندگی‌هایی که باعث توفان‌های تندی، سیلاب و غیره می‌شود را ایجاد می‌کنند (احمدی گیوی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۲: ۷). بررسی‌های صورت گرفته در ارتباط با فعالیت چرخند آلتوشن در اقیانوس آرام شمالی نشان می‌دهد که از سال ۱۹۵۸ تا ۲۰۰۴ تنها در ۱۰ زمستان، این کم فشار بسیار قوی و با کاهش فشار شدیدی عمل کرده است (زو و دیگران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷: ۱۵۲۳). زهر و ناف (۲۰۰۷: ۵۸۶۵) به بررسی توفان‌های شدید اقیانوس اطلس شمالی طی یک دوره آماری ۱۱ ساله (۱۹۹۵ - ۲۰۰۵) پرداخته‌اند. نتایج مطالعات ایشان نشان می‌دهد که حداکثر شدت این توفان‌ها طی دوره آماری فوق، منطبق بر دو پارامتر حداکثر سرعت باد سطحی و حداقل فشار تراز دریا است.

ماتلیک و پست<sup>۴</sup> (۲۰۰۸: ۱۹۵) بارش‌های سنگین استونی را در طی یک دوره آماری ۴۵ ساله (۱۹۶۱ - ۲۰۰۵) مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج مطالعات ایشان نشان می‌دهد که بیشتر بارش‌های سنگین استونی بر اثر عبور سامانه‌های مختلف جبهه ای و چرخندها به وجود می‌آید. همچنین بیشترین فراوانی بارش‌های سنگین استونی به وسیله عبور چرخندهای جنوبی که در دریای سیاه یا دریای مدیترانه تشکیل می‌شوند رخ می‌دهد. نقش همرفت در بارش سنگین استونی کم اهمیت تر از سامانه‌های چرخندی است. همرفت‌های عمیق نقش کلیدی و اساسی در دینامیک و ترمودینامیک گردش عمومی جو بازی می‌کند (شاتس و پالم<sup>۵</sup>، ۲۰۰۷: ۱۸۷).

<sup>1</sup> . Linacre & Geerts

<sup>2</sup> . Ahmadi-Givi

<sup>3</sup> . Zhu and et al

<sup>4</sup> . Matlik & Post

<sup>5</sup> . Shutts and Palmer

در ژوئن سال ۱۹۹۸ بارشی طولانی مدت در پهنه وسیعی از کشور چین رخ داد که سیلاب شدیدی را در چندین رودخانه بویژه یانگ تسه به راه انداخت. این بارش شدید: سیلاب، زمین لغزش، روانه‌ها و جریان‌های گلی به راه انداخت که جان بیش از ۳۰۰۰ نفر را گرفت (نیکلس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱: ۱۴۵). بارش‌های سنگین استرالیا مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که این بارندگی‌های سنگین در قالب هفت الگوی سینوپتیکی عمل می‌کنند، همچنین این الگوها از طریق روش خوشه بندی بدست آمده‌اند (سیبرت<sup>۲</sup> و دیگران، ۲۰۰۵: ۲). در کشور هم مطالعات نسبتاً زیادی در ارتباط با بارش سنگین صورت گرفته است که به برخی از آنها اشاره می‌شود.

بارش‌های سیلاب ساز شمال شرق کشور تحت تاثیر چهار الگو قرار می‌گیرند که عبارتند از: ۱- کم فشارهای مهاجر قطبی اروپایی که از حوالی اسکاندیناوی منشا می‌گیرند. ۲- کم فشارهای مدیترانه ای. ۳- کم فشارهای سودانی و دریای سرخ که از جنوب غرب وارد منطقه می‌شوند. ۴- کم فشار مهاجر قطبی سیبری که از مناطق قطبی در شمال سیبری منشا گرفته و از طریق دریاچه آرال و شمال شرق ایران، منطقه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (مرادی: ۵۴).

فعالیت یک چرخند دینامیکی در روزهای ۲۶ تا ۲۸ دسامبر ۲۰۰۴ بر روی ایران، سبب ریزش بارش‌های نسبتاً سنگین در بیشتر نقاط نیمه جنوبی کشور از جمله استان‌های خوزستان، فارس، بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان گردیده است. در رخداد این بارش شدید، دو هسته که توانایی بارش زیاد دارند شناسایی گردید که یکی در شرق دریای عمان با مرکز ۳۵ میلیمتر و دیگری بر روی دریای مدیترانه با مرکز ۲۵ میلیمتر قرار گرفته‌اند. همچنین مشخص گردید که گرمای نهان آزاد شده در فرآیندهای دینامیکی و ترمودینامیکی بر روی دریاها مناطق جنوبی بیشتر از گرمای نهان آزاد شده بر روی دریای مدیترانه است (اردکانی و دیگران، ۱۳۸۴: ۵۵ و ۶۴).

سیستم‌های باران زا در منطقه کرمان در سه الگوی کلی عمل می‌کنند که شامل الگوی سودانی، الگوی مدیترانه ای و الگوی ترکیبی سودانی - مدیترانه ای است؛ بنابراین برای اجرای پروژه‌های باروری ابرها و جبران کم آبی منطقه، لازم است تا از الگوهای مذکور استفاده شود (امیدوار، ۱۳۸۰: ۱۹).

درفصل گرم سال زبانه کم فشار مونسونی هندوستان در یک چرخش وسیع، رطوبت اقیانوس هند را به نواحی جنوب شرق کشور تزریق کرده و موجب بارش حدود ۹ درصدی سالانه این نواحی می‌شود. این سامانه با وجود این که رطوبت را به دفعات نسبتاً زیاد به این منطقه انتقال می‌دهد اما با این وجود بارش رگباری ایجاد می‌کند (سلیقه، ۱۳۸۵: ۱).

بررسی تاثیر سامانه‌های سودانی بر روی بارش کشور نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی وقوع این سامانه‌ها در ایران در درجه اول مربوط به ماه دسامبر (آذر) و سپس فصل زمستان می‌باشد. در این رابطه به نظر می‌رسد افزایش تعداد سامانه‌های سودانی با جابه جایی سریع و حرکت به سمت جنوب جت جنب حاره در خاورمیانه در ماه دسامبر در ارتباط است. همچنین حداکثر رطوبت ورودی به ایران از طریق این سامانه در جنوب غرب کشور

<sup>۱</sup> . Nicholls

<sup>۲</sup> . Seibert et al

بخصوص بر روی استان های کهگیلویه و بویراحمد و چهارمحال بختیاری مشاهده گردیده است (مفیدی و ذرین، ۱۳۸۴: ۱۴)

بارش های شدید استان خراسان رضوی و شمالی در فصل گرم سال تحت سه الگوی همدیدی فرود شرق خزر، سیستم بندالی واقع در شمال شرق خزر و عقب نشینی کانون های پرفشار جنب حاره می باشد و منبع رطوبتی این بارش ها دریای خزر بوده و وجود گرادیان شدید فشار در سطح زمین نیز قابل شناسایی بوده است (عزیزی و دیگران، ۱۳۸۹: ۹۵). بررسی های همدیدی بارش های فوق سنگین بیشتر از ۱۰۰ میلیمتر استان بوشهر نشان می دهد. که منابع تامین رطوبت اینگونه بارش ها شامل مناطق حاره ای شرق آفریقا، اقیانوس هند، دریای عرب و خلیج عدن، دریای سرخ، دریای عمان و خلیج فارس می باشد (خوشحال دستجردی و دیگران، ۱۳۸۸: ۷).

تحلیل همدیدی ترمودینامیک رگبار شدید موجد سیلاب ۲۴ شهریور ماه ۱۳۸۸ خراسان رضوی نشان می دهد که سامانه ایجاد کننده این رگبار شدید، در اثر حرکت رو به شمال و شرق پرفشار آזור و عقب نشینی شاخه جنوبی آن در اثر عمیق تر شدن ناوه کم فشار قطبی ایجاد شده و نیز اندرکنش با کم فشار گنگ، ناپایداری و رگبار شدید ایجاد کرده است (خوشحال دستجردی و علی زاده، ۱۳۸۹: ۸۷).

مرادی (۱۳۸۱: ۷۱) به بررسی بارش های شدید سواحل جنوبی دریای خزر پرداخته است. نتایج مطالعات وی نشان می دهد که موقعیت و شدت تاوه قطبی نسبت به نرمال آن، در انتقال مرکز پرفشار جنب حاره و وضعیت بارش در منطقه شمال کشور نقش موثری ایفا می کند. بنابراین ریزش بارش در شمال کشور به دو عامل موقعیت تاوه قطبی و انتقال محور پرفشار جنب حاره بستگی دارد.

الگوی سینوپتیکی موجد سیلاب ۲۸ مهر ماه ۱۳۸۲ در استان های گیلان و مازندران نشان می دهد که در بارش های شدید استان های شمالی کشور، همرفت وزشی ناشی از عبور جریانات سرد عرض های بالا بر روی دریای نسبتا گرم خزر امری ضروری به نظر می رسد. چرا که این امر سبب حداکثر اختلاف حرارتی بین هوای سرد و قطبی و سطح آب دریا در این فصل (پاییز) در منطقه می شود و موجب بارش های شدید در منطقه می شود (عزیزی و صمدی، ۱۳۸۶: ۷۴).

رخداد بارش های شدید فصل گرم استان گلستان طی یک دوره آماری ۱۲ ساله (۱۹۹۲ - ۲۰۰۳) نشان می دهد که شرایط سینوپتیکی این بارش ها عبارتند از: فرارفت هوای سرد روی دریای خزر به وسیله سامانه پرفشار مهاجر اروپایی و همرفت گرم و مرطوب از شرق و جنوب شرق به وسیله سامانه کم فشار موسمی در سطح زمین و ریزش هوای سرد در منطقه واگرایی ناوه شمال روسیه در تراز فوقانی جو روی دریای خزر می باشد (لشکری و دیگران، ۱۳۸۷: ۱۸۱).

در یک دوره آماری ۱۰ ساله (۱۹۹۴ - ۲۰۰۳) بارش های شدید و حدی پاییزه سواحل جنوبی دریای خزر بررسی شده است. یافته ها نشان می دهد سه الگوی همدیدی اصلی که شامل الگوی پرفشار، الگوی کم فشار و الگوی زوجی سبب رخداد این بارش ها شده است. همچنین بیش از ۷۵ درصد از روزهای بارش شدید در این فصل ریزش کرده است (مفیدی و دیگران، ۱۳۸۶: ۱۳۱).

در بررسی بارش‌های تندی سیلاب ساز استان کرمانشاه مشخص گردیده است که منبع رطوبتی این بارش‌ها دریای عرب، دریای عمان و خلیج فارس بوده است (خزایی، ۱۳۸۹: ۱۰۷ - ۱۱۱).

### مواد و روش

در این پژوهش بارش‌های سنگین تابستانه بیشتر از ۵۰ میلیمتر آستارا در یک دوره آماری ۱۰ ساله (۲۰۰۰ - ۲۰۰۹) مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌های مورد استفاده شامل داده‌های بارش روزانه ایستگاه سینوپتیک آستارا می‌باشد. همچنین داده‌های فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ میلی باری و داده‌های نم ویژه (به گرم در کیلوگرم) و سرعت قائم بر حسب پاسکال بر ثانیه به صورت ساعتی (۴ زمانه ۰۶، ۱۲، ۱۸، ۰۰) از پایگاه داده‌های NCEP/ NCAR استخراج گردید.

در طی دوره آماری فوق الذکر، ۱۵ بارش سنگین بیشتر از ۵۰ میلیمتر در آستارا رخ داده است. نقشه بارش‌های سنگین بیشتر از ۵۰ میلیمتر با استفاده از نرم افزار Grads ترسیم گردید، با بررسی این نقشه‌ها به روش دستی (چشمی) دو الگوی کلی برای بارش‌های سنگین آستارا شناسایی گردید. الگوی اول شامل سامانه کم فشار موسمی که ۴ مورد بارش شدید بیشتر از ۵۰ میلیمتر ایجاد کرده و الگوی دوم شامل مراکز و اچرخندی واقع در شمال دریای سیاه و اسکاندیناوی می‌باشد که ۱۱ مورد بارش شدید بیشتر از ۵۰ میلیمتر ایجاد کرده است. در اینجا به عنوان نمونه دو روز بارشی ۲۶ آگوست ۲۰۰۰ و ۱۳ سپتامبر ۲۰۰۶ مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نقشه‌های مورد بررسی دارای پوشش مکانی ۱۰ تا ۷۰ درجه شمالی و ۰ تا ۱۰۰ درجه شرقی می‌باشند.

جدول شماره ۱. مختصات ایستگاه سینوپتیک آستارا

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع بر حسب متر	دوره آماری
آستارا	۴۸ ۵۱	۳۸ ۲۲	-۲۱/۱	۲۰۰۹ - ۲۰۰۰

جدول شماره ۲. بارش‌های تابستانه بیشتر از ۵۰ میلیمتر ایستگاه سینوپتیک آستارا طی دوره آماری ۱۰ ساله (۲۰۰۰ - ۲۰۰۹)

ردیف	روز	ماه	سال	بارش بر حسب میلی متر	نوع الگو
۱	۲۶	آگوست	۲۰۰۰	۱۱۳	الگوی موسمی
۲	۲۴	سپتامبر	۲۰۰۰	۱۸۵	الگوی وچرخندی (شمال دریای سیاه و اسکاندیناوی)
۳	۲۵	سپتامبر	۲۰۰۰	۱۹۰	الگوی وچرخندی (شمال دریای سیاه و اسکاندیناوی)
۴	۶	سپتامبر	۲۰۰۱	۶۲/۴	الگوی وچرخندی (شمال دریای سیاه و اسکاندیناوی)
۵	۳۰	سپتامبر	۲۰۰۱	۵۹	الگوی موسمی
۶	۱۲	سپتامبر	۲۰۰۳	۵۲	الگوی موسمی
۷	۲۰	سپتامبر	۲۰۰۳	۵۵/۴	الگوی وچرخندی (شمال دریای سیاه و اسکاندیناوی)
۸	۱۲	سپتامبر	۲۰۰۴	۷۶	الگوی وچرخندی (شمال دریای سیاه و اسکاندیناوی)
۹	۱۳	ژولای	۲۰۰۵	۶۴	الگوی وچرخندی (شمال دریای سیاه و اسکاندیناوی)
۱۰	۴	ژولای	۲۰۰۶	۱۳۳	الگوی وچرخندی (شمال دریای سیاه و اسکاندیناوی)
۱۱	۱۳	سپتامبر	۲۰۰۶	۵۸	الگوی وچرخندی (شمال دریای سیاه و اسکاندیناوی)
۱۲	۱۷	سپتامبر	۲۰۰۶	۶۵/۴	الگوی وچرخندی (شمال دریای سیاه و اسکاندیناوی)
۱۳	۱۰	آگوست	۲۰۰۹	۵۷	الگوی وچرخندی (شمال دریای سیاه و اسکاندیناوی)
۱۴	۲۴	آگوست	۲۰۰۹	۶۷/۵	الگوی موسمی
۱۵	۲۴	سپتامبر	۲۰۰۹	۷۰	الگوی وچرخندی (شمال دریای سیاه و اسکاندیناوی)

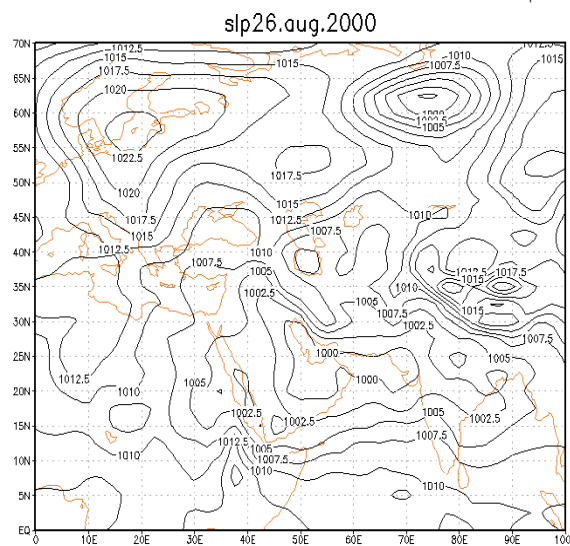


شکل (۱) نمودار مجموع بارش‌های بیشتر از ۵۰ میلیمتر ایستگاه سینوپتیک آستارا طی دوره آماری ۱۰ ساله (۲۰۰۹ - ۲۰۰۰)

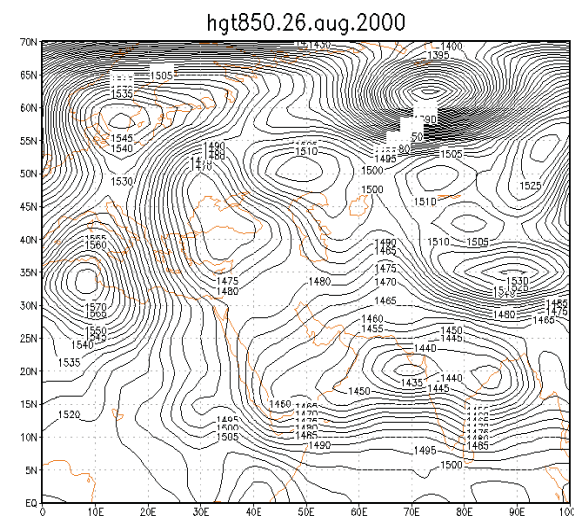
### یافته‌های تحقیق

با بررسی آمار ۱۰ ساله (۲۰۰۹ - ۲۰۰۰) بارش سنگین بیشتر از ۵۰ میلیمتر تابستانه ایستگاه سینوپتیک آستارا، ۱۵ مورد بارش سنگین شناسایی گردید. این ۱۵ مورد بارش در دو الگوی کلی عمل کرده که به عنوان نمونه بارش روز ۲۶ آگوست ۲۰۰۰ و ۱۳ سپتامبر ۲۰۰۶ مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

### الگوی نوع اول (الگوی سامانه کم فشار موسمی)



شکل (۲) الف. فشار تراز دریا در روز بارش



شکل (۲) ب. فشار تراز ۸۵۰ میلی باری در روز بارش

**شکل (۲) الف شرایط همدیدی فشار تراز دریا را در روز بارش (۲۶ آگوست ۲۰۰۰) نشان می‌دهد.**

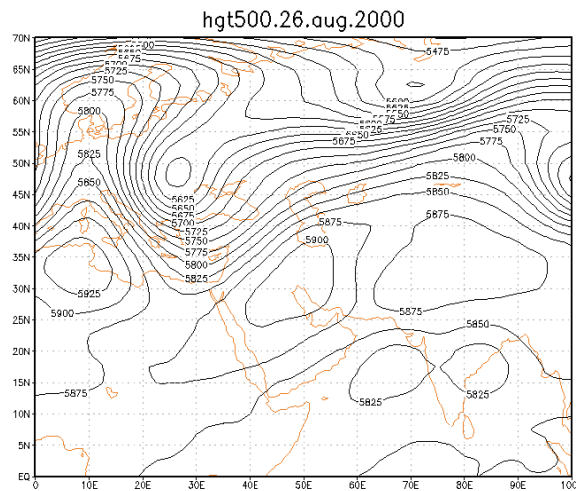
همانطور که مشاهده می‌شود در این روز سامانه کم فشار موسمی با چندین منحنی هم فشار بسته بر روی جنوب و جنوب غربی آسیا تشکیل شده است. این سامانه با جهت شرقی - غربی از خلیج بنگال تا غرب دریای سرخ امتداد یافته است. منحنی هم فشار بسته مرکزی این سامانه با فشار ۱۰۰۰ میلیباری بر روی دریای عمان و خلیج فارس بسته شده است. زبانه این سامانه با فشار ۱۰۰۷/۵ میلیباری با عبور از دریای عرب و خلیج بنگال در جهت پادساعتگرد با گذر از شمال کشورهای هند، پاکستان و افغانستان وارد قسمت‌های مرکزی دریای خزر شده و موجب ناپایداری در بخش‌های غربی و جنوب غربی دریای خزر شده است. این سامانه همچنین قسمت‌های مرکزی و شمال غربی کشور را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همچنین یک منحنی کوچک کم فشار بسته بر روی ضلع جنوبی دریای خزر بسته شده که به نظر می‌رسد این کم فشار کوچک، ناپایداری شدیدی را در تمامی ضلع جنوبی دریای خزر ایجاد کرده است.

در مقابل در این روز مرکز و اچرخندی با ۱۰۲۲/۵ میلی باری بر روی سکاندیناوی بسته شده است. زبانه این و اچرخند با منحنی هم فشار ۱۰۱۰ میلیبار در جهت پاد ساعتگرد هوای سرد عرض‌های جنب قطبی را به قسمت‌های مرکزی دریای خزر تزریق کرده و با برخورد به سامانه گرم و مرطوب کم فشار موسمی گرادیان فشار شدیدی را در قسمت‌های مرکزی دریای خزر ایجاد کرده است.

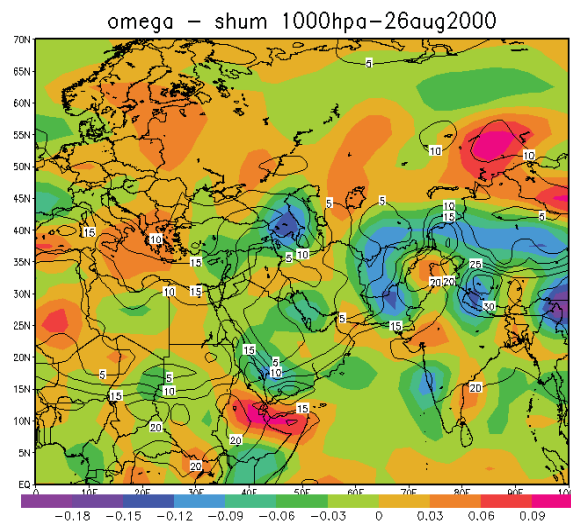
**شکل (۲) ب. شرایط همدیدی فشار تراز ۸۵۰ میلیباری را در روز بارش (۲۶ آگوست ۲۰۰۰) نشان می‌دهد.**

همانطور که در شکل مشاهده می‌شود یک سامانه بندالی امگایی شکل بر روی دریای مدیترانه و اسکاندیناوی تشکیل شده است. این سامانه سبب شده تا بادهای غربی در دو جهت، از شمال شرق آفریقا و شمال اسکاندیناوی عبور کرده و در جهت شرق گسترش یابند. در این تراز کشور این در ضلع شرق، شمال شرق و شمال تحت تاثیر سامانه‌های قوی و اچرخندی قرار دارد. در ضلع غرب و شمال غرب تحت تاثیر سامانه چرخندی و در ضلع جنوب غرب، جنوب و جنوب شرق تحت تاثیر سامانه کم فشار موسمی قرار گرفته است. همانطوری که نقشه‌های تراز ۸۵۰ میلی باری نشان می‌دهد شیو فشاری شدیدی در تمامی کشور وجود دارد.

در این تراز منطقه مورد مطالعه تحت تاثیر سامانه و اچرخندی است که پربند ۱۴۷۵ ژئوپتانسیل متر آن از ضلع جنوب غربی دریای خزر عبور کرده است. این و اچرخند حرارتی سرد با کسب رطوبت از این دریای نسبتا گرم سبب ناپایداری در این تراز شده است. اثرات سامانه گرم و مرطوب موسمی به دلیل گسترش جریانات و اچرخندی واقع در شرق و شمال کشور سبب گردیده تا برخی مناطق از جمله شمال و شمال غرب کشور از محدوده تاثیر آنها کاملا بدور بمانند.



شکل (۳) الف. فشار تراز ۵۰۰ میلی باری در روز بارش



شکل (۳) ب. مقادیر نم ویژه و امگا در تراز فشار دریا در روز بارش

شکل (۳) الف. موقعیت همیدی فشار تراز ۵۰۰ میلی باری در روز بارش (۲۶ آگست ۲۰۰۰).

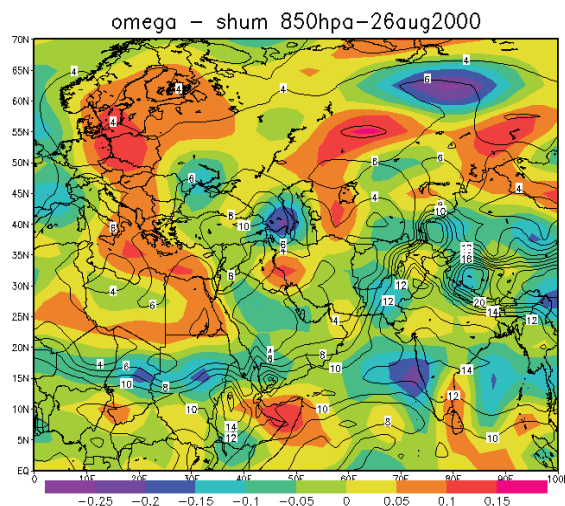
شکل الف نقشه فشار تراز ۵۰۰ میلی باری را در روز بارش (۲۶ آگست ۲۰۰۰) را نشان می‌دهد. نقشه این تراز با تراز فشار دریا و ۸۵۰ میلی باری در همانگی است. در این تراز یک واچرخند مبادی منحنی با پربند مرکزی ۵۹۰۰ ژئوپتانسیل متر بر روی قسمت‌های مرکزی کشور و شرق عربستان بسته شده است. پربند ۵۸۷۵ ژئوپتانسیل متر این سامانه تقریباً تمامی کشور، باستنای جنوب شرق کشور را تحت پوشش قرار داده است. در مقابل ناهای عمیق غربی با عبور از مدیترانه شرقی بخش‌های غربی دریای خزر را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند. منطقه مورد مطالعه از منطقه مورد مطالعه در جنوب این جریانات جوی قرار گرفته است.

شکل (۳) ب. شرایط همیدی مقادیر نم ویژه و امگا در فشار تراز دریا در روز بارش (۲۶ آگست ۲۰۰۰).

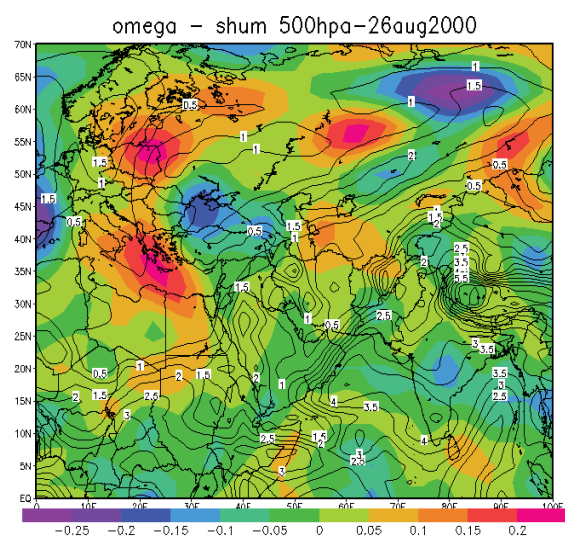
در این تراز مقادیر نم ویژه بر روی کشور بین ۵ تا گرم در کیلوگرم متفاوت است. نم ویژه ۵ گرم بر کیلوگرم بخش‌های غربی، مرکزی، شرق و شمال شرق کشور را دربر گرفته است. در این تراز بیشترین مقدار نم ویژه مربوط به شمال کشور از جمله منطقه مورد مطالعه است که به میزان ۱۰ گرم بر کیلوگرم می‌رسد. همچنین مقادیر امگا در



اين تراز در منطقه مورد مطالعه در حدود  $-0.03$  تا  $-0.06$  پاسکال بر ثانيه است که نشان‌دهنده ناپایداری هوا و غلبه جريانات صعودی در اين تراز بر روی منطقه مورد مطالعه است.



شکل (۴) الف. مقادير نم ويژه و امگا در تراز ۸۵۰ ميلي باري در روز بارش

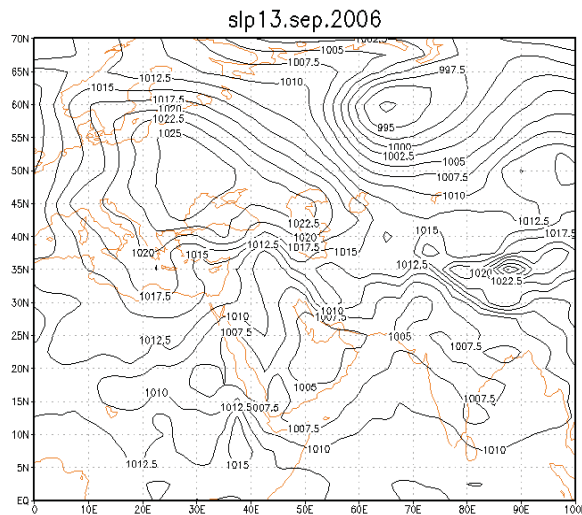


شکل (۴) ب. مقادير نم ويژه و امگا در تراز ۵۰۰ ميلي باري در روز بارش

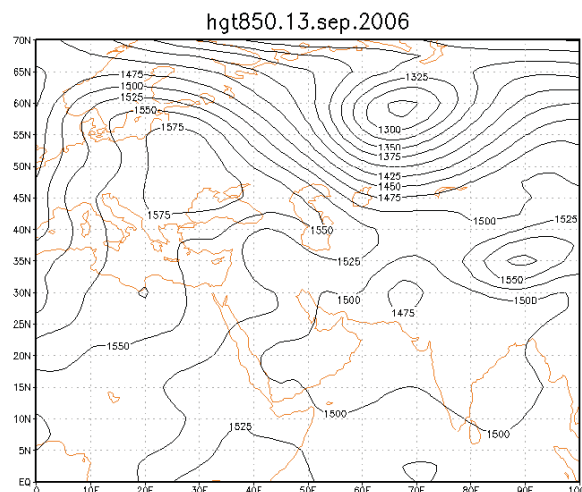
شکل (۴) الف. شرايط هم‌دیدي مقادير نم ويژه و امگا در فشار تراز ۸۵۰ ميلي باري در روز بارش (۲۶ آگست ۲۰۰۰).

در اين تراز تمامی کشور ايران نم ويژه ۴ تا ۶ گرم بر کيلوگرم را تجربه می‌کند. نم ويژه ۶ گرم بر کيلوگرم تنها بخش‌هاي کوچکی از شمال غرب، شمال و منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته است. تمامی نواحی ديگر کشور مقدار نم ويژه ۴ گرم بر کيلوگرم را تجربه می‌کنند. همانطور که نقشه امگا هم نشان می‌دهد تقريباً در تمامی کشور بااستثنای نيمه جنوب غربی دریای خزر جوی پایدار حاکم است به طوری که مقادير امگا از میزان ۰ تا  $0.1$  پاسکال در اين نواحی متغير است که غلبه جريانات نزولی را نشان می‌دهد. در مقابل در نيمه جنوب غربی دریای خزر (محدوده سواحل ايران از جمله آستارا) مقدار حرکت قائم جو به  $-0.05$  پاسکال بر ثانيه رسیده است که نشان‌دهنده ناپایداری هوا و غلبه جريانات صعودی در اين ناحیه از کشور است.

شکل (۴) ب. شرایط همدیدی مقادیر نم ویژه و امگا در فشار تراز ۵۰۰ میلی باری در روز بارش (۲۶ آگست ۲۰۰۰).  
 شکل ب نقشه نم ویژه و امگا را در روز بارش (۲۶ آگست ۲۰۰۰) در تراز ۵۰۰ میلی باری را نشان می‌دهد. مقادیر نم ویژه در این تراز تقریباً در همه جای کشور به میزان ۰/۵ تا ۱ گرم در کیلوگرم است. در این تراز منطقه مورد مطالعه نم ویژه ۱ گرم بر کیلوگرم را تجربه کرده است. همچنین مقدار حرکت قائم جو حدود ۰/۱ پاسکال بر ثانیه است. یعنی اینکه حرکت قائم هوا در این تراز نزولی است که نقشه‌های فشار تراز دریا و ۸۵۰ و ۵۰۰ میلی باری وجود جریان و اچرخندی و بتبع حرکت نزولی هوا را تایید کرده‌اند.



شکل (۵) الف. فشار تراز دریا در روز بارش



شکل (۵) ب. فشار تراز ۸۵۰ میلی باری در روز بارش

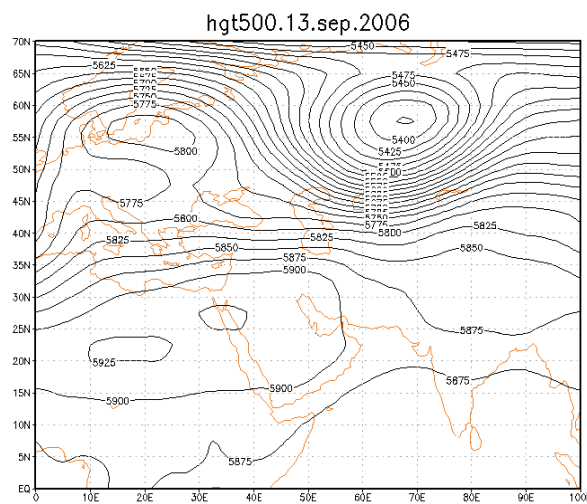
شکل (۵) الف. نقشه فشار تراز دریا را در روز بارش (۱۳ سپتامبر ۲۰۰۶) را نشان می‌دهد.

همانطور که ملاحظه می‌شود سامانه کم فشار موسمی باستانی شمال شرق، شمال و بخش‌های محدودی از شمال غرب، تمامی کشور را در بر گرفته است. این سامانه جریان‌های گرم و مرطوب خلیج بنگال، دریای عمان، دریای عرب، دریای سرخ و خلیج فارس را جهت پادساعتگرد بر روی مناطق فوق الذکر را شارش می‌دهد. در مقابل سامانه و اچرخندی شدیدی با فشار مرکزی ۱۰۲۵ ژئوپتانسیل متر بر روی جنوب شبه جزیره اسکانندیناوی و شمال دریای سیاه بسته شده است. زبانه‌های این سامانه با فشار ۱۰۱۵ و ۱۰۱۷/۵ میلی باری با حرکت ساعتگرد با عبور از ضلع

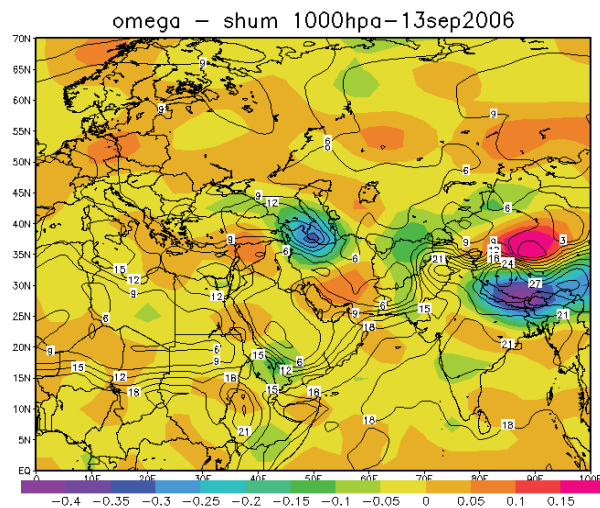
جنوب شرقی دریای خزر، بخش‌های جنوبی، جنوب غرب و غرب دریای خزر را تحت تاثیر قرار می‌دهند. با توجه به اینکه این سامانه یک واچرخند حرارتی سرد است باعث می‌شود با عبور از دریای نسبتاً گرم و مرطوب خزر، رطوبت و حرارت کسب کرده و سبب ناپایداری هوا بر روی نواحی جنوب غربی دریای خزر شود

شکل (۵) ب. نقشه فشار تراز ۸۵۰ میلی باری را در روز بارش (۱۳ سپتامبر ۲۰۰۶) را نشان می‌دهد

نقشه این تراز با فشار تراز دریا هماهنگی دارد. به طوری که همچنان بر روی نواحی جنوبی کشور یک سامانه چرخندی با پربند مرکزی ۱۴۷۵ ژئوپتانسیل متر بسته شده است. زبانه این سامانه با پربند ۱۵۰۰ ژئوپتانسیل متر تمامی نیمه جنوبی، جنوب شرق و شرق کشور را در بر گرفته است. پیشروی زبانه واچرخند واقع بر روی غرب کشور مانع از گسترش این سامانه در جهت شمال شده است. در مقابل سامانه واچرخندی با پربند مرکزی ۱۵۷۵ ژئوپتانسیل متر بر روی جنوب شبه جزیره اسکاندیناوی و شمال دریای سیاه بسته شده است. زبانه‌های این سامانه واچرخندی با پربندهای ۱۵۵۰ و ۱۵۲۵ ژئوپتانسیل متر، با جریان ساعتگرد خود با عبور از شمال و مرکز دریای خزر بخش‌های مرکزی، غرب و جنوب غربی دریای خزر را تحت تاثیر قرار می‌دهند.



شکل (۶) الف. فشار تراز ۵۰۰ میلی باری در روز بارش

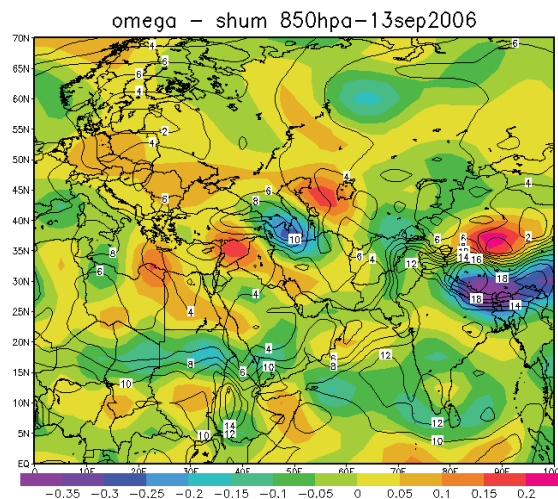


شکل (۶) ب. نم ویژه و امگا در تراز فشار دریا در روز بارش

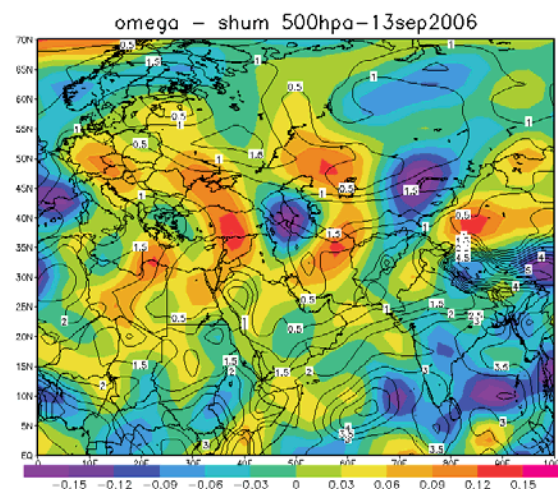
شکل (۶) الف. شرایط همدیدی الگوی تراز ۵۰۰ میلی باری را در روز بارش (۱۳ سپتامبر ۲۰۰۶) نشان می‌دهد. نقشه این تراز با نقشه فشار تراز دریا و ۸۵۰ میلی باری هماهنگ است. به طوری که در این تراز حرکت شرق سوی زبانه‌های واچرخندی با پربند ۵۹۰۰ و ۵۸۷۵ ژئوپتانسیل متر تمامی کشور را در بر گرفته است. با توجه به اینکه پربند ۵۸۵۰ ژئوپتانسیل متر واچرخند فوق‌الذکر از منطقه مورد مطالعه عبور می‌کند، نشان از جو پایدار در این تراز فشاری حکایت دارد.

شکل (۶) ب. شرایط همدیدی مقادیر نم ویژه و امگا در فشار تراز دریا در روز بارش (۱۳ سپتامبر ۲۰۰۶) را نشان می‌دهد.

همانطور که ملاحظه می‌شود در بیشتر مناطق کشور مقدار نم ویژه ۶ گرم بر کیلوگرم است. مقدار این پارامتر در منطقه مورد مطالعه به ۹ تا ۱۲ گرم بر کیلوگرم می‌رسد. منبع تامین رطوبت در این تراز فشاری دریای خزر و سپس دریای سیاه می‌باشد. در مقابل مقدار حرکت قائم جو در بیشتر مناطق کشور (باستثنای نواحی شمالی کشور) مثبت بوده و یا مقدار آن به صفر نزدیک بوده که نشان از پایداری هوا دارد. اما در نیمه شمالی کشور بویژه سواحل جنوب غربی دریای خزر بیشینه امگا به  $0.3$  پاسکال بر ثانیه رسیده است که نشان‌دهنده ناپایداری شدید در این تراز است.



شکل (۷) الف. مقادیر نم ویژه و امگا در تراز ۸۵۰ میلی باری در روز بارش



شکل (۷) ب. مقادیر نم ویژه و امگا در تراز ۵۰۰ میلی باری در روز بارش

شکل (۷) الف. شرایط همیدی مقادیر نم ویژه و امگا در تراز ۸۵۰ میلی باری در روز بارش (۱۳ سپتامبر ۲۰۰۶) را نشان می‌دهد.

همانطور که ملاحظه می‌شود همچنان بیشینه نم ویژه در ضلع جنوب غربی دریای خزر و منطقه مورد مطالعه به ۸ تا ۱۰ گرم بر کیلوگرم رسیده است. منبع تامین رطوبت در این تراز فشاری هم، همچنان دریای خزر می‌باشد. این در حالی است که مقدار این پارامتر برای دیگر مناطق کشور در حدود ۴ گرم بر کیلوگرم است. نقشه امگا هم نشان می‌دهد که بیشینه امگای منفی بر روی منطقه مورد مطالعه واقع شده است که مقدار آن  $0/25$  - پاسکال بر ثانیه است که نشان‌دهنده ناپایداری شدید در این تراز فشاری است. در این تراز فشاری هم مانند نقشه تراز دریا، هم رطوبت کافی وارد منطقه شده و هم ناپایداری شدید هوا رخ داده است. این امر بارش‌های بسیار شدید منطقه را سبب شده است.

شکل (۷) ب. شرایط همیدی مقادیر نم ویژه و امگا در تراز ۵۰۰ میلی باری در روز بارش (۱۳ سپتامبر ۲۰۰۶) را نشان می‌دهد.

در این تراز فشاری تفاوتی در نم ویژه در سطح کشور مشاهده نمی‌شود به طوری که تقریباً تمامی کشور از جمله منطقه مورد مطالعه، نم ویژه  $0/5$  گرم بر کیلوگرم را تجربه می‌کند. در مقابل در نقشه امگا ملاحظه می‌شود که همچنان بیشینه حرکت قائم جو بر روی کشور، بر روی ضلع جنوب غربی دریای خزر و منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود. مقدار امگای منفی در این تراز به حداکثر  $0/12$  - پاسکال بر ثانیه رسیده است که نشان می‌دهد ناپایداری همچنان تا این تراز ادامه داشته است.

### نتیجه‌گیری

با بررسی نقشه‌های فشار تراز دریا، ۸۵۰ و ۵۰۰ میلی باری و همچنین نقشه‌های نم ویژه و امگا، دو الگوی کلی برای رخداد بارش‌های شدید آستارا شناسایی گردید. الگوی اول: سامانه کم فشار موسمی بوده که ۴ مورد بارش شدید بیشتر از ۵۰ میلی متر ایجاد کرده است (الگوی سامانه کم فشار موسمی نمونه: ۲۶ آگوست ۲۰۰۰) و الگوی دوم سامانه‌های واچرخندی واقع بر روی شمال دریای سیاه و شبه جزیره اسکانندیناوی بوده که ۱۱ مورد بارش شدید بیشتر از ۵۰ میلی متر را به خود اختصاص داده است (الگوی واچرخندی نمونه: ۱۳ سپتامبر ۲۰۰۶).

در الگوی اول (۲۶ آگوست ۲۰۰۰) در تراز دریا مرکز کم فشار موسمی تمامی جنوب، جنوب غرب آسیا، خاورمیانه و از جمله کشور ایران را در بر گرفته است. همچنین در این تراز یک سامانه کم فشار کوچک بر روی نیمه جنوب غربی دریای خزر از جمله منطقه مورد مطالعه قرار گرفته که نشان‌دهنده ناپایداری شدید هوا در این تراز است. در تراز ۸۵۰ میلی باری به علت نفوذ زبانه‌های سامانه واچرخندی از سمت شرق، سامانه کم فشار موسمی به جنوب کوه‌های البرز رانده شده است. و در تراز ۵۰۰ میلی باری سامانه موسمی دیگر از کشور خارج و بر روی دریاهای گرم جنوبی گسترده شده است. در این تراز واچرخندی با پربند ۵۸۹۰ و ۵۸۷۵ ژئوپتانسیل متر منطقه مورد مطالعه و کشور را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بررسی نقشه‌های نم ویژه نشان می‌دهد که دریای خزر بیشترین نقش تامین رطوبت در بارش‌های این الگو را دارد و بعد از آن دریای سیاه و دریای مدیترانه سهم بیشتری از رطوبت

فرستی به منطقه مورد مطالعه را دارند. همچنین نقشه‌های امگا هم، در هر سه تراز فشاری از وجود امگای منفی و ناپایداری تا تراز میانی ورد سپهر را نمایان می‌سازد.

در الگوی دوم (۱۳ سپتامبر ۲۰۰۶) زبانه‌های واچرخند اسکاندیناوی با منحنی‌های ۱۰۱۵ و ۱۰۱۷/۵ با عبور از دریای خزر، موجب فرارفت رطوبت به ساحل غربی دریای خزر از جمله منطقه مورد مطالعه شده است. این فرآیند در تراز ۸۵۰ میلی باری همچنان ادامه داشته و در تراز ۵۰۰ میلی باری مقدار انحنای بسیار کاهش یافته و جهت جریانات در شمال کشور از جمله منطقه مورد مطالعه مداری شده است. بررسی نقشه‌های نم ویژه نشان می‌دهد که تمامی رطوبت بارش‌های این الگو از طریق دریای خزر تامین شده است، همچنین نقشه‌های امگا در هر سه تراز فشاری از افت فشار و ناپایداری شدید هوا حکایت دارد. شرایط بارش که عامل صعود و رطوبت است در هر دو الگو کاملاً مشهود است.

### منابع

- اردکانی، حسین؛ مرادی، محمد؛ قائمی، هوشنگ (۱۳۸۴) تخمین بارش به وسیله سرعت قائم و آب بارش شو، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۸، صص ۵۰ - ۶۵.
- امیدوار، کمال (۱۳۸۰) تحلیل سینوپتیکی سیستم‌های باران زا و امکان افزایش بارش آنها به وسیله باروری ابرها در منطقه کرمان، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۰، صص ۱۹ - ۳۲.
- خزایی، مهدی (۱۳۸۹) تحلیل همدیدی توفان‌های تندری سیلاب ساز استان کرمانشاه، پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- خوشحال دستجردی، جواد؛ خسروی، محمود؛ نظری پور، حمید (۱۳۸۸) شناسایی منشا و مسیر رطوبت بارش‌های فوق سنگین استان بوشهر، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۶، صص ۷ - ۱۶.
- خوشحال دستجردی، جواد؛ علی زاده، تیمور (۱۳۸۹) بررسی همدیدی و ترمودینامیک گبار موجد سیلاب ۱۳۸۸/۶/۲۴ در استان خراسان رضوی، فصلنامه مدرس علوم انسانی - برنامه ریزی و آمایش فضا، دوره چهاردهم، شماره ۴، صص ۸۷ - ۱۰۹.
- خوشحال دستجردی، جواد؛ غیور، حسنعلی؛ رحیمی، داریوش (۱۳۸۴) کاربرد مدل ترکیبی گامبل در تجزیه و تحلیل فراوانی بارش‌های حداکثر حوضه کارون شمالی، مجله جغرافیا و توسعه، صص ۷۳ - ۸۳.
- سلیقه، محمد نجار (۱۳۸۵) مکانیسم بارش در جنوب شرق کشور، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۵، صص ۱ - ۱۳.
- عزیزی، قاسم؛ صمدی، زهرا (۱۳۸۶) تحلیل الگوی سینوپتیکی سیل ۲۸ مهرماه ۱۳۸۲ استان‌های گیلان و مازندران، پژوهش‌های جغرافیایی - شماره ۶۰، صص ۷۴ - ۶۱.
- عزیزی، قاسم؛ نبوی، سید امید؛ عباسی، اسماعیل (۱۳۸۹) تحلیل سینوپتیکی توزیع زمانی - مکانی بارش‌های شدید استان‌های خراسان رضوی و شمالی، مجله علمی - پژوهشی چشم‌انداز جغرافیایی، صص ۹۵ - ۱۱۵.
- علیچانی، بهلول (۱۳۸۱) اقلیم شناسی سینوپتیک، تهران: انتشارات سمت.
- لشکری، حسن؛ اصغر پور، منیژه؛ متکان، علی اکبر (۱۳۸۷) تحلیل سینوپتیکی عوامل ایجاد بارش‌های سیل زا در استان گلستان، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۲، شماره ۲، صص ۱۸۱ - ۲۱۱.

محمدی، بختیار؛ مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۹) تحلیل هم‌دیدگی بارش‌های سنگین ایران > مطالعه ی موردی: آبان ماه ۱۳۷۳ ، جرافیا و توسعه، شماره ۱۹، صص ۴۷ - ۷۰.

مرادی، حمید رضا (۱۳۸۴) پیش بینی سیلاب‌ها بر اساس موقعیت‌های سامانه‌های هم‌دیدگی در شمال شرق ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۵، صص ۵۴ - ۷۰.

مرادی، حمید رضا (۱۳۸۱) تحلیل هم‌دیدگی بارش‌های ساحل جنوبی دریای خزر در شش ماه سرد سال، مجله علوم دریایی ایران، شماره دوم، صص ۶۱ - ۷۲.

مفیدی، عباس؛ زرین، آذر (۱۳۸۴) بررسی سینوپتیکی تاثیر سامانه‌های کم فشار سودانی در وقوع بارش‌های سیل زا در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۷، صص ۱۱۳ - ۱۳۶.

مفیدی، عباس؛ زرین، آذر؛ جانباز قبادی، غلامرضا (۱۳۸۶) تعیین الگوی هم‌دیدگی بارش‌های شدید و حدی پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر، مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۳، شماره ۳، صص ۱۳۱ - ۱۵۴.

Ahmadi-Givi, F. A review of the role of latent heat release in extra tropical cyclones within potential vorticity framework, *J. Earth & Space Physics*. Vol.28, No.1, P: 7-20.

Zhu, Xiaojie. Sun, Jilin. Liu, Zhengyu. Liu, Qinyu, Martin, Jonathan E. (2007) A synoptic analysis of the interannual variability of winter cyclone activity in the Aleutian low region, *Journal of Climate*, volume 20, p: 1523 - 1538.

Shutts, J.G., Palmer, N.T. (2007) Convective Forcing Fluctuations in a Cloud-Resolving Model: Relevance to the Stochastic Parameterization Problem, *Journal of Climate*, volume 20, p: 187 - 202.

Post, Piia. Matlik, Olga. (2008) Synoptic weather types that have caused heavy precipitation in Estonia in the period 1961-2005, *Estonian Journal of Engineering*, 14, 3, P: 195 - 208.

Nicholls, Neville (2001) Atmospheric and Climatic Hazards: Improved Monitoring and Prediction for Disaster Mitigation, *Natural Hazards* 23, P: 137-155

Seibert, Petra. Frank, Andreas. Formayer, Herbert (2005) Synoptic and regional patterns of heavy precipitation in Austria, Institute of Meteorology, University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna (BOKU) Vienna, Austria. P: 1 - 23.

Linacre, Edward. Geerts, Bart (2003) *climates and weather explained*, London and New York.

Raimond M. Zehr and John A. Knaff, (2007) Atlantic Major Hurricanes, 1995-2005—Characteristics Based on Best-Track, Aircraft, and IR Images, *Journal of Climate*, volume 20, pp: 5865-5888.