جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱۳۹۹، دوره۳، شماره۳

بررسی همدیدی بارش‌های فرین در شهر تهران

محمدجواد سلیمانی زاده*[۱]، محمد مرادی [۲]

۱-دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده علوم پایه، گروه علوم زمین(هواشناسی)، تهران، ایران، *m.soleimanizade@gmail.com*

۲- دکترای هواشناسی، دانشیار و عضو هیات علمی پژوهشگاه هواشناسی، تهران، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۰۹/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲٤

چکیده

بارندگی‌های فرین نقشی بنیادین در وقوع شرایط خاص و بحرانی ایفا می‌کنند. مطالعه و تعیین عواملی که منجر به وقوع چنین شرایطی در کلانشهر تهران به عنوان پایتخت کشور می‌شوند، از اهمیت خاصی برخوردار است. در این تحقیق روزهایی که مقدار بارش آنها برابر یا بالاتر از صدک ۹۵ام در دوره آماری ۳۰ ساله از سال‌های ۱۹۷٦ تا ۲۰۰۵ در شهر تهران بودند به عنوان بارش فرین انتخاب شده‌اند. داده‌های مورد نیاز سامانه‌های انتخابی از بایگانی *NCEP/NCAR* گرفته شده است. از بارش‌های بدست آمده دو مورد هشتم نوامبر سال ۲۰۰۵ و اول فوریه سال ۱۹۹٤ به ترتیب با بارندگی ۱۵ و ۳۹ میلیمتر که اختلاف بارشی زیادی داشتند مورد بررسی قرار گرفتند. پس از تعیین روزهای مورد نظر، نقشه‌های وضع هوای سطح زمین و سطوح ۵۰۰ و ۲۵۰ هکتوپاسکالی از ٤۸ ساعت قبل از آغاز بارندگی تا ۲٤ ساعت بعد از آن مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد که بارش‌های فرین در شهر تهران ناشی از دو نوع الگو هستند. در الگوی اول وجود یک مرکز پرفشار در شمال دریای خزر که در راستای مداری به سوی دریای سیاه امتداد یافته و پشته این سامانه فشاری گاهی مرکز ایران را نیز در برمی‌گیرد، مشاهده شد. در الگوی دوم وجود دو مرکز پرفشار یکی در شمال غرب دریای مدیترانه و دیگری در آسیای مرکزی همراه با نفوذ شمال سوی ناوه فشاری دریای سرخ در راستای نصف النهاری تا شرق دریای مدیترانه و ترکیب آن با کم فشار دینامیکی شرق مدیترانه باعث شکل گیری بارش‌های فرین در شهر تهران شدند. همواره حضور ناوه موج کوتاهی در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در غرب این کم فشار و ایجاد شرایط مناسب برای افزایش همگرایی و صعود هوا در سطح زمین و تقویت کم فشار تا پایان روز بارندگی دیده می شود. همچنین، جنوب غربی شدن جریانات جت جنب حاره و عبور هسته آن از روی شهر تهران و گسترش نصف النهاری جت قطبی تا روی دریای مدیترانه در افزایش بارشها نقش بسزایی دارند.

کلیدواژه: بارش‌های فرین، ناوه فشاری، جت جنب حاره، جت قطبی

شاپا الکترونیکی: ۳۸۵۱-۲٦٤۵ ***Doi: 10.22034/gahr.2020.260638.1482***

مقدمه

امروزه مطالعه در مورد بارش‌های فرین در شهرهای بزرگ که جمعیتی بیش از یک میلیون نفر را در خود جای داده اند، ارزش فراوانی یافته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد تغییراتی که در ترکیب جو، جریان هوا و ساختار گرمایی جو در مناطق شهری رخ داده به طور قابل ملاحضه‌ای بر چرخه آب و نوع بارش این مناطق تاثیرگذار است. یکی از این آثار تبدیل سریع بارش به روان آب است که به نظر می‌رسد با وقوع بارش‌های کم نیز امکان وقوع آب گرفتگی و سیل نیز فراهم شده است. لذا به نظر می‌رسد تعیین شرایط جوی منجر به بارش‌های فرین در شهر تهران از اهمیت ویژه ای برخوردار باشد.

برای بررسی الگوهای گردش همدیدی در زمان وقوع بارندگی‌های فرین نقشه‌های وضع هوا در سطوح مختلف مورد استفاده قرار خواهند گرفت. به این ترتیب می‌توان منشأ و چگونگی شکل‌گیری الگوهای همدیدی که منجر به وقوع بارش‌های فرین در یک منطقه می‌شوند را تعیین کرد.

مطالعات همدیدی با تهیه اولین نقشه همدیدی آغاز شد. اولین نقشه در سال ۱۸۳٦ در آلمان چاپ شد. با تکامل تدریجی ابزار و گسترش شبکه دیدبانی در سالهای ۱۹۲۰ تا ۱۹۳۰ مطالعات در مورد جبهه‌ها و توده‌های هوا شروع شد ولی بتدریج به تکامل رسید.

در پژوهشی گریس (۱۹۷۷) الگوی برف سنگین در نیومکزیکو را مطالعه و در باره مشکلات پیش‌بینی وضعیتهای سینوپتیکی هوای سخت زمستانی بحث نموده و به استفاده از تصاویر ماهواره اشاره کرده وهمچنین، وضعیت‌های سطوح مختلف فشاری را بررسی و الگویی ارائه کرد. کامپینس و همکاران (۲۰۰٦) تحقیقی در مورد وابستگی بین شار گرمای محسوس و نهان و بارندگی روی مناطقی از یونان در فصل زمستان انجام دادند و دریافتند که بارشهای یونان به وسیله سامانه های آب وهوایی که در مناطق غرب و مرکز دریای مدیترانه به سبب وجود مکانیسم انتقال انرژی تقویت می شوند و جریانهای جنوب یا جنوب غربی روی یونان را بوجود می آورند، شکل می گیرند. لاگووواردوس و همکاران در سال ۲۰۰٦ شرایط همدیدی همراه با چرخند انفجاری در شرق مدیترانه (دریای اژه) را بررسی نمودند. در این مطالعه از فرارفت تاوایی مطلق در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی استفاده شده است. در مطالعاتی که توسط وارنر و همکاران(۲۰۱۲) در خصوص بررسی بارش‌های شدید در مناطق شمال غربی امریکا در فصل زمستان صورت گرفت،.مواردی مانند ناهنجاری منفی در الگوی فشاری سطح زمین و سطوح ارتفاعی بالاتردر نواحی مرکزی، افزایش ناهنجاری فشار در جنوب غرب آمریکا همراه با ناهنجاری مثبت و شدید دما در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در نواحی ساحلی مشاهده شد. در پژوهشی دیگر اشجعی باشکند(۱۳۷۹) به بررسی و ارائه مدلهای سینوپتیکی بارشهای سنگین درشمال غرب ایران پرداخته و بهترین حالت برای بارشهای سنگین را ترکیب کم فشار مدیترانه با واچرخند اروپا که از روی قفقاز و شمال غرب به داخل ایران نفوذ می کند، دانسته است و زمانی بارشها چشمگیر می شوند که حالت

همگرایی شدید بین این دو سیستم بوجود آید. حجتی (۱۳۸۷) به بررسی سینوپتیکی بارش‌های شدید در استان اصفهان پرداخت و نتیجه گرفت که ٤ نوع الگو موجب شکل گیری بارش‌های شدید در این استان می شوند. نتایج تحقیقات سالمتی هرمزی و همکاران (۱۳۹٤) در مورد سیل آبان ۹٤ استانهای ایلام و لرستان نشان داد ناوه عمیق تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال تحت تأثیر دریای عرب و دریای سرخ تقویت شده و تا مرزهای غربی ایران گسترش یافته و باعث تقویت سامانه کم فشار مستقر در مرزهای غربی ایران شده و همزمان با این وضعیت پرفشار مستقر بر روی ارتفاعات البرز و دشتهای میانی کشور باعث کندی حرکت سامانه ناپایدار و ماندگاری بیشتر این سامانه و ایجاد بارش های سیل زا در غرب کشور شد.

با توجه به شرایط خاص آب و هوایی و اقلیمی مناطق شهری می توان با تعیین و شناخت چگونگی تکوین، تقویت، مکانیسم فعالیت و قانونمندی حاکم بر الگوی همدیدی منجر به وقوع بارندگی‌های فرین به دو مهم نائل آمد. اول، فراهم نمودن امکان ارائه پیش آگاهی با پیش بینی دقیق تر از احتمال وقوع بارندگی‌های فرین. دوم، تفکیک بارشهای توده‌هوایی از سامانه همدیدی و فراهم نمودن زمینه برای تحقیق در مورد آن نوع از بارشها. همچنین، این تحقیق میتواند در پیش بینی وقوع سیل در منطقه مورد مطالعه هشدارهای لازم را به مردم و مسئولین جهت اتخاذ تدابیر لازم ارائه دهد. تا خسارت ناشی از سیلاب به حداقل برسد.

داده‌ها و روش‌ها

در ابتدا آمار بارندگی‌های روزانه ایستگاه مهراباد تهران در ماههای سرد سال از ابتدای نوامبر تا پایان فوریه در طول دوره ۳۰ ساله از سال ۱۹۷٦ تا ۲۰۰۵ از بانک اطلاعات سازمان هواشناسی کشور جمع آوری شدند.

سپس روزهای با بارندگی ۰,۱ میلیمتر و بیشتر در ماههای مورد نظر در دوره ۳۰ ساله انتخاب شدند تا تعداد روزهای همراه با بارش مشخص شود. برای انجام این کار از نرم افزار اکسل[1] استفاده شده است. از تعداد کل روز های بارشی در هر ماه، روزهای برابر یا بالاتر از صدک ۹۵ام به عنوان روزهای دارای بارش حدی و فرین در آن ماه در نظر گرفته شدند. در مرحله بعد برای بدست آوردن بارش‌های فرین از نرم افزار آماری ایزی فیت[2] استفاده شد.برای تعیین بارش‌های فرین ابتدا مقادیر بارش به عنوان داده‌های اولیه وارد نرم افزار شد. سپس به کمک این نرم افزار، مقادیر میانگین، بیشینه، کمینه، میانه، واریانس، دامنه و مقدار ۹۵٪ بیشینه بارندگی بدست آمد. پس از بدست آمدن محدوده بارش‌های فرین در هر ماه در طول دوره ۳۰ ساله ، دو مورد از بارش‌های فرین که اختلاف بارشی زیادی داشتند ، جهت بررسی و تحلیل همدیدی انتخاب شدند.

[1] -*Excel*
2 -Easyfit

داده‌های مورد نیاز سامانه‌های انتخابی از آرشیو انسپ/انکار[1]از سال ۱۹۷۵ تا سال ۲۰۰۵ از تارنمای اینترنتی سی دی سی/ری آنالیز[2]گرفته شده است. این داده‌ها که در قالب نت سی دی اف[3]می‌باشند به فاصله زمانی ٦ ساعته و گام شبکه ای ۲/۵ درجه ای در راستای طول و عرض جغرافیایی، تمام نقاط کره زمین از ۹۰- تا ۹۰+ درجه عرض جغرافیائی و صفر تا ۳۵۷/۵ درجه طول جغرافیائی را پوشش می‌دهند. پرونده‌های موجود که هر یک داده های یک سال را در خود جای داده اند بوسیله دستور انسی دامپ[4]که یکی از دستورهای اجرایی پیسی گردس[5]می‌باشد، به فایل‌های متنی تبدیل شدند. برای شبکه انتخابی، برنامه‌های رایانه‌ای نوشته شده در هر روز، داده‌های مورد نظر را در اختیار قرار دادند. داده‌های مورد استفاده این تحقیق فشار در سطح زمین، ارتفاع در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و مولفه‌های افقی باد در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال، می‌باشند که این داده‌ها در شبکه محدود به طول ۰ تا ۸۰ درجه شرقی و عرض ۰ تا ٦۰ درجه شمالی در بازه زمانی ۱۲ ساعته از دو روز قبل از بارش تا روز پس از بارش انتخاب شدند.

بررسی همدیدی وضع هوا

جهت انجام بررسی‌های لازم و تحلیل نقشه‌ها دو روز هشتم نوامبر سال ۲۰۰۵ با مقدار بارندگی ۱۵ میلیمتر و روز اول فوریه سال ۱۹۹٤ با مقدار ۳۹ میلیمتر بارندگی به عنوان حالت‌های مورد بررسی انتخاب شدند که بررسی ها بر روی نقشه‌های فشار سطح زمین، ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و میدان باد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال در دو روز قبل از بارش تا روز بعد از بارش در ساعتهای ۰۰۰۰ و۱۲۰۰ گرینویچ انجام می‌گیرد.

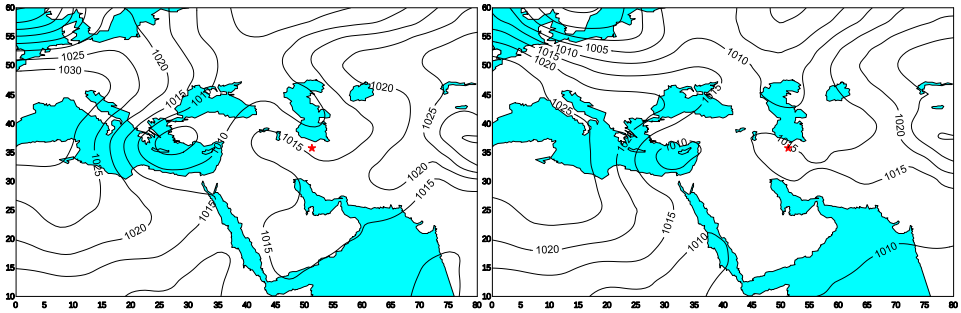
در روز سی‌ام ژانویه سال ۱۹۹٤ در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ در نقشه سطح زمین کم فشاری در شمال دریای خزر حضور دارد و زبانه ای از آن تا شرق دریای مدیترانه گسترش یافته و با کم فشار دینامیکی شرق این دریا ترکیب شده است. پرفشاری در غرب اروپا و شرق اقیانوس اطلس حضور دارد که زبانه‌های ناشی از آن به دو شاخه شمالی و جنوبی تبدیل شده‌اند پرفشار دیگری در مرکز آسیا مشاهده می‌شود که هوای سردی را همراه خود دارد. منطقه مورد مطالعه تحت تاثیر زبانه‌ای پرفشار ناشی از پرفشار مستقر در مرکز آسیا و خط همفشار ۱۰۱۵ هکتوپاسکال قرار دارد (شکل۱). در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه موج کوتاهی در مرکز مدیترانه با خط هم ارتفاع ٥٤۰۰ متر شکل گرفته است. راستای محور آن جنوب غربی-شمال شرقی است و تا شمال آفریقا گسترش یافته است. مرکز پرارتفاعی با خط هم ارتفاع ۵۸۵۰ متر در جنوب شبه جزیره عربستان واقع شده و پشته های آن در راستای نصف النهاری تا روی دریای خزر گسترش یافته‌اند (شکل۲). در نقشه میدان باد در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال دیده می‌شود که جت جنب حاره در شمال آفریقا و بین عرضهای ۱۵ تا ۳۰ درجه شمالی در راستای شمال شرق جریان دارد. جریانات شمالی ناشی از جت قطبی در راستای نصف النهاری به

---

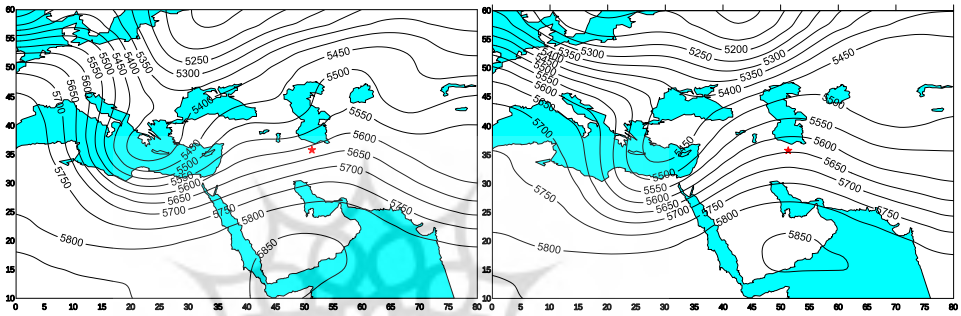
[1] -NCEP/NCAR
[2] -CDC/REANALYSIS
[3]- NetCDF
[4] -Ncdump
[5] -Pcgrads

سمت جنوب اروپا کشیده شده و روی دریای مدیترانه با جت جنب حاره همسو شده که در راستای مداری وارد ایران می‌شوند و هسته جت از نوار مرکزی ایران با سرعت ٦٥ متر بر ثانیه در حال عبور می باشد (شکل۳). در ساعت ۱۲۰۰ گرینویچ این روز در سطح زمین کم فشار شرق مدیترانه با خط همفشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال با کم فشار مستقر در شمال شرق اروپا ادغام شده است. ناوه فشاری وارونی با هسته گرم و مرطوب دیگری در جنوب دریای سرخ گسترده شده است. در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال حرکت بسیار کند ناوه موج کوتاه در راستای شرق سو مشاهده می‌شود. در نقشه میدان باد در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال جریانات قطبی کمی تضعیف شده‌اند و سرعت در هسته جت جنب حاره نیز کاهش یافته و به ٦٠ متر بر ثانیه رسیده است.

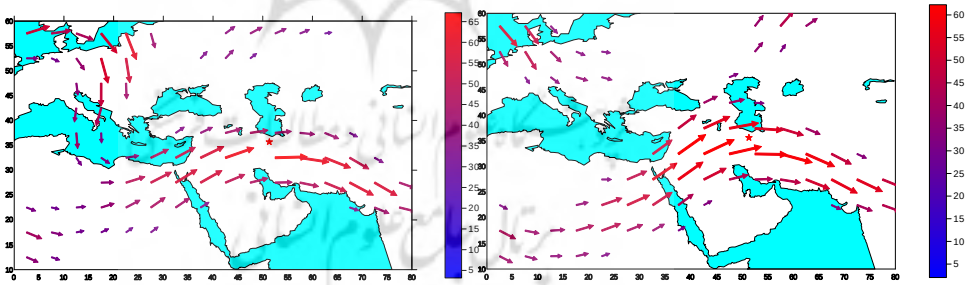
در روز ۳۱ ژانویه سال ۱۹۹٤ روز قبل از بارندگی در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ در نقشه سطح زمین پرفشار غرب مدیترانه در راستای شرق گسترش یافته و پشته های آن تا روی دریای سیاه نفوذ کرده اند و باعث جدا شدن کم فشار شرق مدیترانه از کم فشار مستقر در شمال شرق اروپا شده است (شکل۱). در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه موج کوتاهی در شرق مدیترانه قرار گرفته و ارتفاع آن به ٥٤٥٠ متر افزایش یافته است. مرکز پرارتفاعی همچنان با خط هم ارتفاع ۵۸۵۰ متر در جنوب شبه جزیره عربستان مشاهده می‌شود و محور آن از روی منطقه مورد مطالعه عبور کرده است (شکل۲). در نقشه میدان باد در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال جت جنب حاره حرکتی منحنی شکل بر روی ایران دارد و هسته جت در نیمه شمالی ایران دیده می‌شود. جریانات جنوبی غربی با سرعت بیش از ۵۰ بر ثانیه از روی منطقه مورد مطالعه در حال عبور هستند. همچنین، فعالیت جت قطبی تا روی دریای مدیترانه و ریزش هوای سرد قطبی به عرضهای جنوبی تر مشاهده می‌شود (شکل۳). در نقشه سطح زمین این روز در ساعت ۱۲۰۰ کم فشار شرق مدیترانه در راستای شرق حرکت کرده است. ناوه کم فشار روی دریای سرخ نیز در راستای شمال گسترش یافته و این دو کم فشار روی عراق و سوریه با هم ادغام شده‌اند و تا مرزهای غربی ایران نفوذ کرده‌اند. در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نصف النهاری شدن محور ناوه موج کوتاه و گسترش آن تا روی دریای سرخ دیده می‌شود. نزدیک شدن محور ناوه شرق مدیترانه و پشته روی عربستان به یکدیگر موجب افزایش گرادیان ارتفاع در مناطق غربی ایران و در نتیجه افزایش سرعت جریانات باد جنوب غربی به سمت منطقه مورد مطالعه می‌شود. در میدان باد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال تغییر محسوسی در مو قعیت جت ها صورت نگرفته است.



شکل ۱- میدانهای فشار سطح زمین بر حسب هکتوپاسکال در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روزهای سی ام و سی و یکم ژانویه ۱۹۹٤ (از راست به چپ). هم مقدارهای فشار به فاصله ۵ هکتوپاسکال رسم شده است. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه می‌باشند.



شکل۲- میدانهای ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر حسب متر در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روزهای سی ام و سی و یکم ژانویه ۱۹۹٤ (از راست به چپ). هم مقدارهای ارتفاع به فاصله ۵۰ متر رسم شده است. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه می‌باشند.



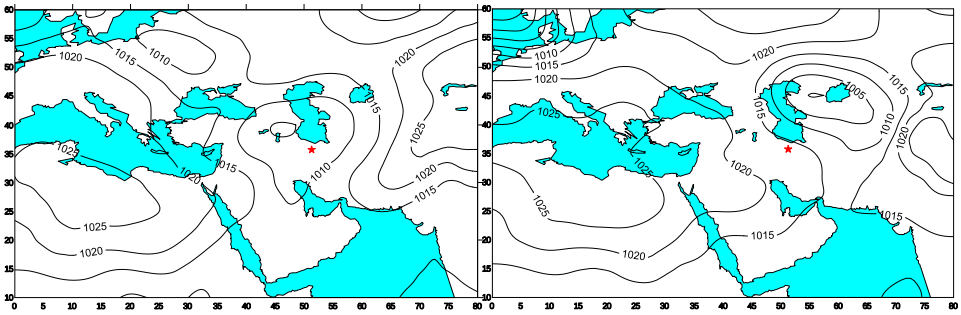
شکل۳- میدان‌های باد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال بر حسب متر بر ثانیه ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روزهای سی ام و سی و یکم ژانویه ۱۹۹٤ (از راست به چپ). سرعت باد بیش از ۳۰ متر بر ثانیه رسم شده است. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه می‌باشند.

در روز اول فوریه سال ۱۹۹٤(روز بارندگی) در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ در نقشه سطح زمین کم فشاری که روی سوریه و عراق قرار داشت به سمت شرق حرکت کرده و به مرکز بسته عمیقی تبدیل شده و مرکز آن در شمال دریاچه ارومیه دیده می شود و فشار در مرکز این کم فشار به ۱۰۰۵ هکتوپاسکال رسیده است. سلول بسته کم فشاری با خط همفشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال سراسر ایران بجز مناطق شرقی را در بر گرفته است.

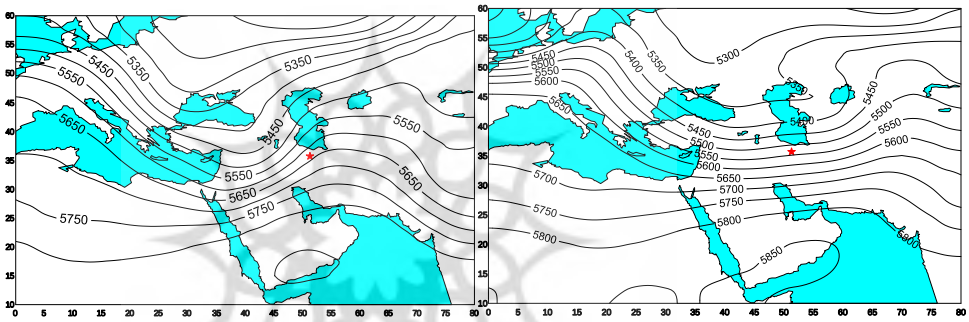
فرارفت هوای گرم از جنوب به داخل ایران مشاهده می شود. در مناطق غربی و مرکزی ایران منطقه همگرایی شدیدی شکل گرفته و فشار هوا در منطقه مورد مطالعه کاهش یافته است. جبهه سردی در شمال غرب ایران و جبهه گرمی روی خلیج فارس و جنوب ایران حضور دارند (شکل٤). در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه موج کوتاه شرق مدیترانه با سرعت بیشتری در راستای شرق حرکت کرده و محور آن در راستای نصف النهاری از مرزهای غربی ایران عبور کرده است. شهر تهران در جلوی محور این ناوه و در منطقه واگرایی آن قرار گرفته که علاوه بر شارش هوای گرم و مرطوب از عرضهای جنوبی شرایط مناسبی برای صعود هوا از سطوح پایین تر فراهم شده است. کم فشار سطح زمین در شرق این ناوه حضور دارد که این شرایط عوامل موثری برای تقویت کم فشار سطح زمین و تشدید بارندگی هستند (شکل۵). در میدان باد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال همچنان هسته جریان جت روی ایران قرار دارد و از روی منطقه مورد مطالعه عبور کرده و جهت جریانات همچنان جنوب غربی است و فرارفت هوای گرم به سمت منطقه تهران در حال شارش می باشد. جت قطبی همچنان در راستای نصف‌النهاری از شمال تا جنوب قاره اروپا امتداد یافته است (شکل٦). در ساعت ۱۲۰۰ روز بارندگی مرکز کم فشار مستقر در شمال غرب ایران به سمت شرق حرکت کرده و در جنوب شرق دریای خزر قرار گرفته است. این کم فشار عمیق تر شده و فشار مرکز آن به ۱۰۰۰ هکتوپاسکال کاهش یافته است. گرادیان فشاری در مرکز ایران افزایش شدیدی یافته و منطقه مورد مطالعه روی خط همفشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال دیده می‌شود. پرفشار غرب مدیترانه در مرکز این دریا دیده می‌شود و پشته های آن تا غرب خلیج فارس کشیده شده‌اند و پرفشار سیبری نیز همچنان در مرکز آسیا حاکم است. حضور این دو پرفشار در دو سمت کم فشار مستقر روی ایران موجب عمیق تر شدن و باقی ماندن کم فشار روی ایران شده است. در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال طول موج ناوه عبوری از روی ایران افزایش یافته و منطقه مورد مطالعه در زیر محور آن قرار گرفته که موجب ریزش هوای سرد و کاهش حرکات صعودی در سطح زمین می‌شود. در میدان باد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال دوباره هسته جت به عرضهای جنوبی‌تر و نیمه جنوبی ایران منتقل شده و سوی جریانات در ایران غربی شده و حالت مداری به خود گرفته است. منطقه مورد مطالعه در شمال هسته جت دیده می شود.این شرایط در شکل های زیر به خوبی قابل مشاهده می باشد.

در روز پس از بارندگی، دوم فوریه سال ۹٤ در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ، در نقشه سطح زمین مرکز کم فشار جنوب شرق دریای خزر به سمت شمال حرکت کرده و در شمال شرق این دریا قرار گرفته است. فشار در منطقه مورد مطالعه به ۱۰۱۵ هکتوپاسکال رسیده و بیش از ۱۰ هکتوپاسکال در مدت ۱۲ ساعت افزیش پیدا کرده است. پشته های ناشی از پرفشار مرکز مدیترانه به داخل ایران نفوذ کرده و موجب افزایش فشار در مناطق غربی و مرکزی ایران شده است (شکل٤). در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال استقرار مرکز کم ارتفاعی با خط هم ارتفاع ۵۳۰۰ متر روی دریای خزر و گسترش آن تا نواحی مرکزی ایران و در نتیجه کاهش دما و افزایش پایداری بر روی منطقه مورد مطالعه قابل ملاحضه می باشد (شکل۵). در میدان باد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال جریانات جت روی ایران کاملا مداری شده اند و هسته جت همچنان در نیمه جنوبی ایران فعال است. مناطق

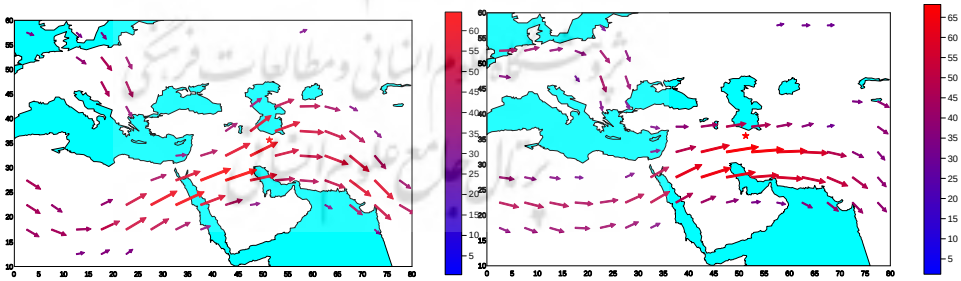
شمالی ایران و جنوب دریای خزر تحت تاثیر جریانات ضعیف جت قطبی قراردارند (شکل٦). منطقه مورد مطالعه در شمال هسته جت جنب حاره دیده می‌شود. در ساعت ۱۲۰۰ این روز تغییر خاصی در الگوی نقشه ها دیده نمی‌شود.



شکل ٤- میدانهای فشار سطح زمین بر حسب هکتوپاسکال در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روزهای اول و دوم فوریه ۱۹۹٤ (از راست به چپ). هم مقدارهای فشار به فاصله ۵ هکتوپاسکال رسم شده است. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه می باشند.



شکل۵ : میدانهای ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر حسب متر در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روزهای اول و دوم فوریه ۱۹۹٤ (از راست به چپ). هم مقدارهای ارتفاع به فاصله ۵۰ متر رسم شده است. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه می باشند.

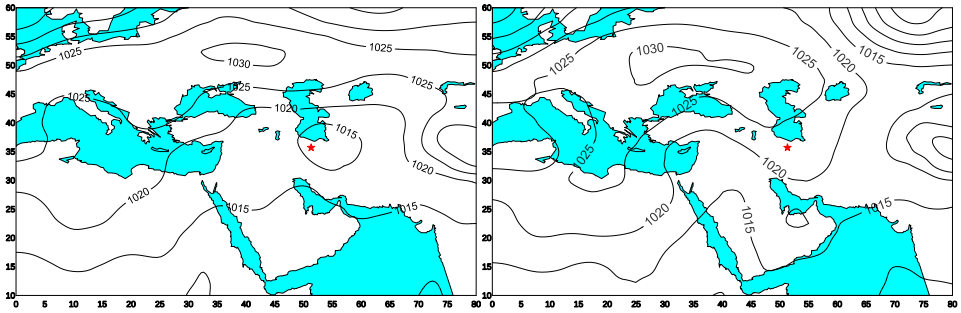


شکل٦ : میدانهای باد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال بر حسب متر بر ثانیه در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روزهای اول و دوم فوریه ۱۹۹٤ (از راست به چپ). سرعت باد بیش از ۳۰ متر بر ثانیه رسم شده است. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه می باشند.

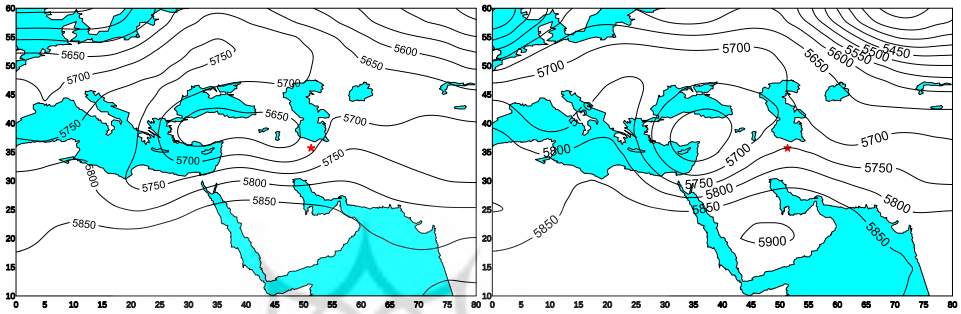
در روز ششم نوامبر سال ۲۰۰۵ در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ در نقشه سطح زمین مشاهده می‌شود که در شمال دریای سیاه و شرق اروپا مرکز پرفشار بسته ای با خط هم فشار ۱۰۳۰ هکتوپاسکال قرار دارد. زبانه های ناشی از این پرفشار در راستای جنوب تا روی دریای مدیترانه کشیده شده است (شکل۷). در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه‌ای با طول موج کوتاه در جنوب دریای سیاه و شمال شرق دریای مدیترانه با خط هم ارتفاع

۵۶۵۰ متر شگل گرفته و محور این موج کوتاه شمال شرقی- جنوب غربی می‌باشد (شکل۸). در میدان باد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال جریان جت جنب حاره بین عرضهای ۲۵ تا ٤۰ درجه شمالی قرار گرفته و از شرق دریای مدیترانه تا جنوب شرق ایران امتدا یافته و هسته این جت در حدود عرض ۳۵ درجه شمالی و از شرق مدیترانه تا غرب ایران کشیده شده و بیشینه سرعت در آن به بیش از ۵۵ متر بر ثانیه می رسد (شکل۸). در ساعت ۱۲۰۰ گرینویچ همین روز مرکز کم فشاری روی کشور سودان و جنوب دریای سرخ با فشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال قرار دارد. زبانه‌ای از پرفشار مستقر روی اروپا از غرب دریای خزر تا شمال خلیج فارس گسترش یافته و در نتیجه جریانات شمالی به غرب ایران نفوذ یافته اند. ناوه موج کوتاه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی شرق مدیترانه مستقر شده و مرکز پرارتفاعی روی شبه جزیره عربستان قرار دارد و پشته های آن تا شمال غرب ایران گسترش یافته و منطقه مورد مطالعه در شرق محور این پرارتفاع دیده می شود. در میدان باد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال این روز جریانات جت کمی در راستای شرق حرکت کرده و مناطق بیشتری از ایران را در بر گرفته‌اند. هسته جت تا مناطق مرکزی ایران گسترش یافته است. اثری ازجت قطبی در عرضهای مورد مطالعه دیده نمی‌شود.

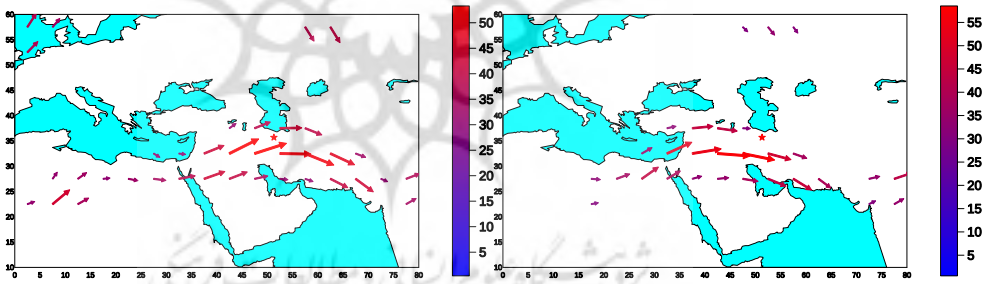
در روز هفتم نوامبر سال ۲۰۰۵(روز قبل از بارندگی) در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ در نقشه سطح زمین زبانه‌ای از کم فشار گرم و مرطوب دریای سرخ تا شرق مدیترانه گسترش یافته و مرکز همگرایی در شرق این دریا شکل گرفته است. مرکز پرفشاری همچنان در شمال دریای سیاه دیده می شود که در راستای جنوب گسترش بیشتری یافته و موجب ریزش هوای سرد به داخل ایران و کاهش دما در منطقه مورد مطالعه شده است (شکل۷). در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال دیده می‌شود که ناوه روی دریای مدیترانه به سمت شرق حرکت کرده و به مرکز بسته ای تبدیل شده و خط هم ارتفاع ۵٦۵۰ متری در مرکز این کم ارتفاع قرار دارد. این مرکز بسته در غرب ایران و شرق مدیترانه قرار دارد. شهر تهران بر روی محور پر ارتفاع قرار گرفته است (شکل۸). در میدان باد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال جریان جت در شمال آفریقا گسترش یافته و هسته جت همچنان روی ایران قرار دارد. سرعت در هسته جت نسبت به روز گذشته کاهش یافته و به حدود ۵۰ متر بر ثانیه رسیده است. منطقه مورد مطالعه در نزدیکی هسته جت دیده می شود و جریانات در این منطقه جنوب غربی است (شکل۹). در ساعت ۱۲۰۰ این روز در نقشه سطح زمین کم فشار دینامیکی شرق مدیترانه در راستای شرق حرکت کرده و از جنوب غرب وارد ایران گردیده و همین امر باعث افزایش دما و جنوبی شدن جریانات در نیمه جنوبی ایران شده است. زبانه‌ای از پرفشار شمال دریای سیاه در نیمه شمالی ایران همچنان فعال است. در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال کم ارتفاع شرق مدیترانه حرکت کندی در راستای شرق داشته و مرکز آن بر روی ترکیه مستقر شده است. محور پر ارتفاع از روی منطقه مورد مطالعه عبور کرده و ارتفاع کاهش اندکی یافته و جریانات روی منطقه جنوبی غربی شده است. همچنین در میدان باد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال تغییر خاصی در جهت جریانات و موقعیت هسته جت جنب حاره نسبت به ۱۲ ساعت گذشته مشاهده نگردید.



شکل۷: میدانهای فشار بر حسب هکتوپاسکال درساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روزهای ششم و هفتم نوامبر۲۰۰۵ (از راست به چپ). هم مقدارهای فشار به فاصله ۵ هکتوپاسکال رسم شده است. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه می باشند.



شکل۸ : میدانهای ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر حسب متر در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روزهای ششم و هفتم نوامبر۲۰۰۵(از راست به چپ). هم مقدارهای ارتفاع به فاصله ۵۰ متر رسم شده است. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه می باشند.



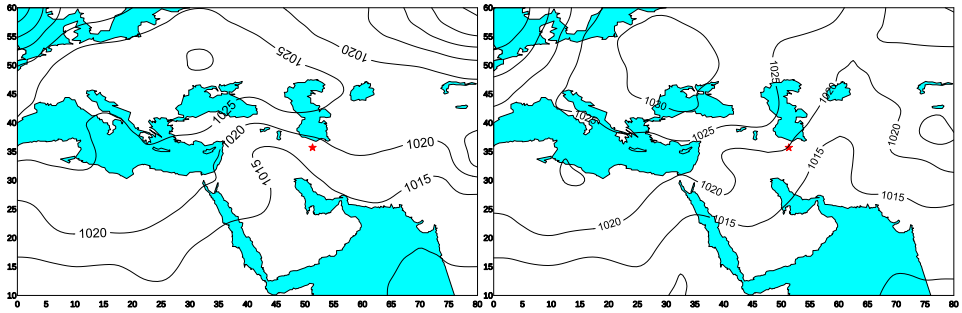
شکل۹ : میدانهای باد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال بر حسب متر بر ثانیه در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روزهای ششم و هفتم نوامبر۲۰۰۵ (از راست به چپ). سرعت باد بیش از ۳۰ متر بر ثانیه رسم شده است. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه می باشند.

در روز هشتم نوامبر ۲۰۰۵ (روز بارندگی) در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ در نقشه سطح زمین مرکز کم فشاری در جنوب غرب ایران مستقر شده و با نفوذ هوای سرد از عرضهای شمالی و هوای گرم و مرطوب از سمت جنوب شرایط برای گسترش چرخند و تقویت جبهه ها محیا شده است (شکل۱۰). در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال کم ارتفاع روی مدیترانه به ناوه موج کوتاهی با هسته سرد تبدیل شده است. ارتفاع در منطقه مورد مطالعه به ۵۷۰۰ متر رسیده و در شرق این ناوه قرار گرفته و جهت جریانات کاملا جنوب غربی شده است (شکل۱۱). در میدان باد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال جریانات جت بین عرضهای ۲۵ تا ۳۵ درجه شمالی در راستای مداری گسترش یافته و هسته جت کمی به سمت عرضهای جنوبی کشیده شده و منطقه مورد مطالعه در شمال آن قرار گرفته است (شکل۱۲). در ساعت ۱۲۰۰ روز بارندگی مرکز ناوه فشاری وارونی در جنوب دریای سرخ و شرق

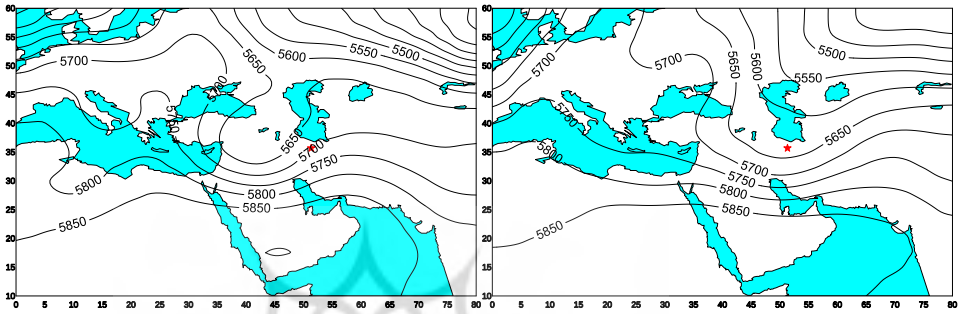
آفریقا دیده می شود و زبانه های ناشی از آن با خط همفشار ۱۰۱۵ هکتوپاسکال کاملا وارد ایران شده و فشار در سراسر ایران کاهش یافته است.این کم فشار هسته گرم و مرطوبی دارد و همین امر باعث نفوذ جریانات گرم و مرطوب به نواحی مرکزی ایران و منطقه مورد مطالعه شده است. در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال محور ناوه کم دامنه از مرزهای غربی ایران عبور کرده است. ارتفاع در منطقه مورد مطالعه کاهش یافته و بر روی خط هم ارتفاع ٥٦٥٠ متری قرار گرفته و سوی جریانات همچنان جنوب غربی است. در میدان باد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال جریان جت به عرضهای جنوبی تر منتقل شده و در نیمه جنوبی ایران و عرضهای پایین تر از ۳۵ درجه شمالی قرار گرفته است. هسته جت روی کشور های عراق و سوریه دیده می شود و بیشینه سرعت به ۵۵متر بر ثانیه افزایش یافته است.

در روز پس از بارندگی، نهم نوامبر ۲۰۰۵ ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ، در نقشه سطح زمین مرکز ناوه فشاری به سمت شرق حرکت کرده و در جنوب شرق ایران دیده می شود . با عبور این کم فشار از نواحی مرکزی ایران و منطقه مورد مطالعه شاهد نفوذ دوباره زبانه های پرفشار به منطقه و قرار گرفتن منطقه مورد مطالعه روی خط همفشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال هستیم. مرکز پرفشار همچنان روی دریای سیاه و مرکز قاره اروپا فعال است (شکل۱۰). در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال مشاهده می‌شود که محور ناوه بر روی منطقه مورد مطالعه قرار گرفته و سوی جریانات غربی شده که باعث پایداری جو و نزول هوا در سطوح زیرین در مناطق مرکزی ایران شده است. در میدان باد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال همچنان جریانات جت از شمال شرق آفریقا تا مناطق شرقی ایران کشیده شده و هسته جت روی عراق و جنوب غرب ایران قرار گرفته و جریانات کاملا مداری شده اند (شکل۱۲). در نقشه سطح زمین ساعت ۱۲۰۰ همین روز خروج کامل زبانه‌های ناشی از کم فشار از مرزهای شرقی ایران و نفوذ یک سامانه پرفشار از سمت شمال غرب به داخل ایران همراه با کاهش رطوبت و دما دیده می‌شود. در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال افزایش دامنه ناوه کم ارتفاع و حرکت کند آن در راستای شرق مشاهده می‌شود. در میدان باد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال جریانات جت همچنان مداری هستند و از نیمه جنوبی ایران عبور کرده اند و اثری از جت قطبی نیز دیده نمی‌شود.

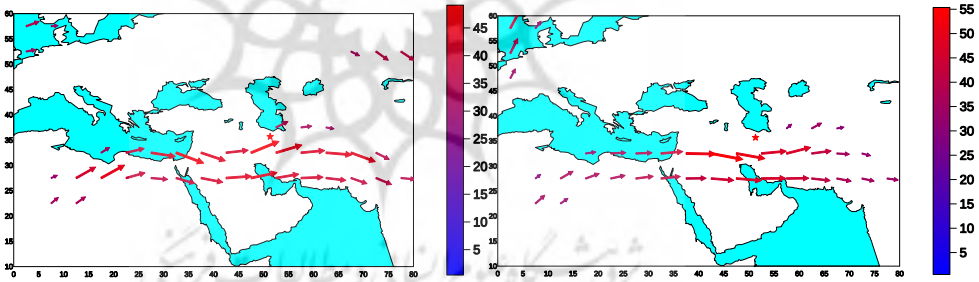
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱۰ :میدانهای فشار بر حسب هکتوپاسکال در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روزهای هشتم و نهم نوامبر۲۰۰۵ (از راست به چپ). هم مقدارهای فشار به فاصله ۵ هکتوپاسکال رسم شده است. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه می باشند.



شکل۱۱ : میدانهای ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر حسب متر در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روزهای هشتم و نه نوامبر۲۰۰۵ (از راست به چپ). هم مقدارهای ارتفاع به فاصله ۵۰ متر رسم شده است. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی برحسب درجه می باشند.



شکل۱۲ : میدانهای باد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال بر حسب متر بر ثانیه در ساعت ۰۰۰۰ گرینویچ روزهای هشتم و نهم نوامبر۲۰۰۵ (از راست به چپ). سرعت باد بیش از ۳۰ متر بر ثانیه رسم شده است. محورهای مختصات طول و عرض جغرافیائی بر حسب درجه می باشند.

نتیجه گیری

با بررسی همدیدی دو حالت موردی فوق مشاهده می‌شود که کم فشار دینامیکی شرق مدیترانه عامل اصلی ایجاد بارندگی روی منطقه است و همواره ناوه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در غرب این کم فشار دیده می‌شود که بیان گر وجود شرایط ناپایداری کژفشاری در هر دو حالت است. گسترش نصف‌النهاری کم فشار وارون روی دریای سرخ تا شرق دریای مدیترانه که گرما و رطوبت زیادی همراه دارد و همراهی آن با کم فشار شرق این دریا و نفوذ به داخل ایران از عوامل مهم ایجاد بارش‌های فرین در شهر تهران است.در بررسی این دو حالت

موردی تفاوتهایی مشاهده شد که به علت اختلاف زیاد در میزان بارش ۲٤ ساعته طبیعی به نظر می‌رسد. هدف اصلی در این تحقیق نیز شرح دو الگوی متفاوت در بارش‌های فرین در شهر تهران است که حالت موردی نوامبر ۲۰۰۵ به عنوان الگوی اول و حالت موردی فوریه ۱۹۹٤ به عنوان الگوی دوم در نظر گرفته شدند و در زیر به ویژگیهای آنها اشاره شده است:

ویژگیهای الگوی اول: در روزهای قبل از بارش در این الگو حضور پرفشاری در شمال دریای خزر و نفوذ زبانه های آن تا سواحل جنوبی دریای خزر و گاهی تا نواحی مرکزی ایران دیده می‌شود. از سوی دیگر گسترش کم فشار وارون روی دریای سرخ در راستای نصف النهاری تا شرق دریای مدیترانه نفوذ یافته و با کم فشار دینامیکی شرق مدیترانه ترکیب شده است. در روز بارندگی نفوذ زبانه کم فشار تا نواحی غربی و مرکزی ایران و جنوبی شدن جریانات در منطقه مورد مطالعه همراه با فرارفت هوای گرم و مرطوب مشاهده می‌شود. از سوی دیگر با ورود مرکز کم فشار به داخل ایران جریانات سرد و شمالی ناشی از پرفشار مستقر روی دریای مدیترانه به سمت جنوب غرب ایران گسترده می‌شوند. در این الگو در بررسی نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه موج کوتاهی در شرق مدیترانه شکل گرفته و در حرکت شرق سوی خود با قرار گرفتن در غرب منطقه مورد مطالعه باعث تقویت همگرایی و افزایش حرکات صعودی در سطح زمین شده است. . در میدان باد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال عبور هسته جت جنب حاره از نیمه جنوبی ایران و مداری بودن جریانات در اکثر اوقات قابل مشاهده است. منطقه مورد مطالعه در شمال هسته جت جنب حاره قرار دارد و اثری از جت قطبی در این حالت موردی در عرضهای میانی مشاهده نشد.

ویژگیهای الگوی دوم: در روز های قبل از بارندگی حضور دو پرفشار یکی در غرب مدیترانه و دیگری در آسیای مرکزی(پرفشار سیبری) دیده می‌شود. کم فشاری روی اروپا در عرضهای بالاتر از ٦۰ درجه شمالی و کم فشاری روی دریای سرخ حضور دارند. در این الگو به دلیل عدم گسترش پرفشار ها روی دریای خزر در عرضهای میانی، شرایط برای ترکیب و ادغام کم فشار عرضهای جنوبی با کم فشار عرضهای شمالی فراهم می‌شود. در روز بارندگی کم فشار وسیع و عمیقی با مراکز بسته در سراسر ایران دیده می‌شود که مرکز آن در شمال غرب ایران قرار دارد و از جنوب دریای خزر عبور می‌کند. در این حالت موردی کژفشاری شدیدی در نزدیکی منطقه مورد مطالعه شکل می‌گیرد. جنوبی شدن جریانات تا نواحی شمالی ایران، همراه با فرارفت هوای گرم و مرطوب از یک سو، و از سوی دیگر جریانات سرد و شمالی ناشی از پرفشار مستقر روی دریای مدیترانه در نیمه غربی ایران قابل ملاحضه هستند. در این الگو در بررسی نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل گیری پرارتفاعی در جنوب شبه جزیره عربستان و عبور محور این پرارتفاع از نواحی مرکزی ایران و قرار گرفتن ناوه موج کوتاهی در شرق مدیترانه دیده می‌شود. این شرایط سبب افزایش گرادیان ارتفاع روی ایران و شدت یافتن جریانات جنوب غربی و در نتیجه تقویت همگرایی و افزایش حرکات صعودی در سطح زمین می‌شود. در میدان باد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال نزدیک شدن هسته جت جنب حاره به منطقه مورد مطالعه و گسترش جریانات

جت در سراسر ایران در روز بارندگی و جنوب غربی شدن جریانات با سرعت بیش از ٤٥ متر بر ثانیه و همچنین جریانات شمالی ناشی از جت قطبی در راستای نصف‌النهاری تا روی دریای مدیترانه و ادغام با بخش شمالی جت جنب حاره از عوامل تاثیرگذار بر بارش شدید این روز می‌باشند.

به طور خلاصه ویژگیهای این دو الگو و علل اختلاف بارش آنها را می توان به شرح زیر بیان کرد:

۱- در هر دو الگو حضور کم فشاری در شرق مدیترانه و قرار گرفتن ناوه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در غرب این کم فشار و ایجاد شرایط مناسب برای افزایش همگرایی و صعود هوا در سطح زمین و تقویت کم فشار تا پایان روز بارندگی قابل مشاهده است.

۲- در نقشه سطح زمین در الگوی اول حضور مرکز پر فشاری در شمال دریای سیاه و گسترش آن تا بخش‌های مرکزی اروپا و نواحی شمالی ایران به مدت ٤ روز دیده می شود و مانع از گسترش بیشتر کم فشار روی دریای سرخ در راستای نصف النهاری می‌شود. در حالیکه در الگوی دوم به دلیل نفوذ زبانه های کم فشار قطبی تا عرضهای میانی شرایط برای گسترش کم فشار روی دریای سرخ در راستای نصف النهاری و فرارفت هوای گرم و مرطوب به عرضهای شمالی فراهم می‌شود.

۳- در الگوی دوم گسترش کم فشار روی دریای سرخ به عرضهای شمالی و شکل گیری کم فشاری عمیق با فشار کمتر از ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و ایجاد کژفشاری شدید از عوامل ایجاد بارش سنگین دراین الگو می‌باشد.

٤- در الگوی دوم گسترش پشته‌های ارتفاعی روی ایران به فرافت هوای گرم و افزایش تضاد دمایی در سطوح زیرین کمک می‌کند و با نزدیک شدن محور ناوه موج کوتاه به آن موجب افزایش گرادیان ارتفاع و افزایش سرعت جریانات جنوب غربی می‌شود در حالیکه در الگوی اول چنین شرایطی دیده نمی‌شود.

۵- در الگوی دوم خارج شدن جت جنب حاره از حالت مداری و عبور هسته جت جنب حاره از روی منطقه مورد مطالعه و جنوب غربی شدن جریانات جت با سرعت بیش از ۵۰ متر بر ثانیه دیده می‌شود که در افزایش ناپایداری و کژفشاری سطح زمین روی منطقه مورد مطالعه موثر است. حضور و گسترش جت قطبی در راستای نصف النهاری تا شرق دریای مدیترانه و ریزش هوای سرد روی دریای مدیترانه و ترکیب آن با بخش شمالی جت جنب حاره در این الگو در شدت بیشتر بارش نسبت به الگوی اول موثر است.

منابع:

۱- باقری س. ،(۱۳۷۲). بررسی سینوپتیکی سیستمهای سیل زا درشمال ایران. دانشگاه تهران .موسسه ژئوفیزیک

۲-رئوفی فرد م، (۱۳۷۰). بررسی سینوپتیکی سیل در استان قم .دانشگاه آزاد اسلامی .واحد تهران شمال.

۳- امینی م ت ،(۱۳۷٤). بررسی سیستمهای اب وهوایی موثر بر شمال غرب کشور. دانشگاه تهران .موسسه ژئوفیزیک.

٤- سبزی پرور ع ا ،(۱۳۷۰). بررسی سینوپتیکی سیستمهای سیل زا درجنوب غرب ایران . دانشگاه تهران .موسسه ژئوفیزیک.

٥- مولا.ع ،(۱۳۷٤). بررسی سینوپتیکی- دینامیکی سیل کرمان در سال ۷۱ . دانشگاه تهران .موسسه ژئوفیزیک.

٦- حجتی.زهرا.(۱۳۸۷). بررسی سینوپتیکی بارش‌های شدید در استان اصفهان.دانشگاه شهید بهشتی.گروه جغرافیا.

۷- اشجعی باشکند م،(۱۳۷۹). بررسی و ارائه مدلهای سینوپتیکی بارش‌های سنگین در شمال غرب ایران. دانشگاه تربیت مدرس.دانشکده علوم انسانی.

۸- سلامتی هرمز، وحید، امیدوار، کمال، کاوسی، رضا، و حمزه نژاد، مجتبی، (۱۳۹٦)، شناسایی و تحلیل همدیدی- دینامیکی الگوهای جوی سیالب آبان ۱۳۹٤ در استانهای ایالم و لرستان، مجله علمی و ترویجی نیوار، دوره٤۱ ، ص ۹-۲۷.

9- Gary k.Grice.(1977). an interesting heavy snow pattern in new mexico. Monthly weather review.vol.105 No. 8pp.1071-1074

10- Browing ,K.A.and Roberts,N.M. (1996).Variation of frontal and precipitation structure along a cold-front .Quarterly journal of the royal meteorology society .vol.122,ISS.536,pp.1845,1872

11- Campins. J., A. Janasa., and A. Genoves. (2006). Three-dimensional structure of western Mediterranean cyclones. In. Jo. Climato., 26, 323-343.

12- Lagouvardos.K, V.Kotroni and E.Defer. (2006). Synoptic environment related to rapid cyclogenesis in the Eastern mediterranean, Advances in Geoscinences, Internet.
13- Michael D. Warner , Clifford F. Mass , Eric P. Salathé Jr. (2012). Wintertime Extreme Precipitation Events along the Pacific Northwest Coast: Climatology and Synoptic Evolution. Monthly Weather Review. ,140, 2021-2043.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی