Archive of SID

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
مجله علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال نهم، شماره‌ی ۲۷
پاییز ۱۳۸۸، صفحات ۱۸۰-۱۶۱

امیر گندمکار [۱]

# بررسی همدید انرژی باد در منطقه سیستان (ایستگاه زابل)

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۰٤/۳۰

**چکیده**

چگونگی توزیع فشار در تراز دریا و ارتفاع خطوط هم فشار (ارتفاع ژئوپتانسیل) در لایه‌های مختلف جو، بر بسیاری از پدیده‌های اقلیمی و هواشناختی سطح زمین اثر دارد. یکی از پدیده‌های اقلیمی با اهمیت باد است که اثرات قابل توجهی بر دیگر پدیده‌های اقلیمی دارد و همچنین عامل مهمی در زندگی انسان است و فرصت‌هایی را در اختیار انسان قرار می دهد و همچنین محدودیت‌هایی را برای زندگی بشر ایجاد می کند.

در این پژوهش ابتدا وضعیت آماری میانگین روزانه وزش باد در ایستگاه زابل مورد بررسی قرار گرفت و رژیم سالانه باد در این ایستگاه مشخص شد. پس از آن الگوهای توزیع متوسط فشار روزانه در تراز دریا و همچنین الگوهای هوا در لایه‌های ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰، ۳۰۰ و ۲۵۰ هکتوپاسکال در آسیا و اروپا ترسیم و شناسایی شد و سپس ارتباط بین رژیم باد در زابل با توزیع فشار در تراز دریا و الگوهای هوا در لایه‌های مختلف جو مورد بررسی قرار گرفت و

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد. Email: aagandomkar@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID



مشخص شد که بین رژیم باد در ایستگاه زابل و توزیع فشار در سطح زمین و الگوهای هوا در لایه‌های ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال ارتباط وجود دارد.

**کلید واژه‌ها:** تحلیل همدید، فشار تراز دریا، لایه میانی جو، ارتفاع ژئوپتانسیل، انرژی باد، منطقه سیستان.

**مقدمه**

اقلیم شناسی همدید، مطالعه همزمان همه عناصر هوای یک مکان و کشف رابطه آنها با الگوهای پراکندگی فشار یا گردش هوا است (علیجانی، ۱۳۸۱).

اقلیم‌شناس معروف بریتانیایی لمب از هواهای روزانه در مقیاس همدید طبقه‌بندی برای مجمع الجزایر بریتانیا تهیه کرد. دوره زمانی اصلی این طبقه‌بندی شامل سال‌های ۱۸٦۱ تا ۱۹۷۱ بود و در مرکز پایش اقلیم دانشگاه ایست آنگلیا به طور منظم بهنگام شده است. لمب[1] هفت تیپ اصلی هوا را شناسایی کرد (Yarnal, 1993). پالوتیکف[2] و همکاران (۱۹۸۷) تحقیق جالبی در مورد توان انرژی بادی بریتانیا انجام دادند و در آن رابطه تیپ‌های لمب را با سرعت باد بررسی کردند. ایشان با استفاده از داده‌های ۵۲ ایستگاه و با کمک نتایجی که جونز و کلی[3] به دست آورده بودند، به این نتیجه رسیدند که نتایج حاصل از تحلیل مولفه مبنای سرعت باد و تیپ‌های لامب با هم رابطه دارند.

کاویانی (۱۳۷٤) ضمن بررسی انواع توربین‌های بادی و میزان انرژی باد و سرعت لازم برای تولید برق‌بادی، با استفاده از آمار ۵ ساله باد (۱۹۸۱ تا ۱۹۸۵) در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور، به ارزیابی پتانسیل انرژی باد در ایران پرداخت و نتیجه گرفت که در کل کشور ایستگاه زابل (منطقه سیستان) بهترین شرایط را برای احداث مزارع بادی دارد و پس از آن سواحل و جزایر جنوبی ایران برای این امر مناسب هستند. البته وی اشاره نمود که بعضی مناطق کوچک و محدود مانند دره‌های باریک (دره منجیل) هم برای تولید برق بادی مناسب هستند که باید شناسایی شده و مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

1- Lamb
2- Palutikof
3- Jones and Kelly

www.SID.ir

Archive of SID



حسین‌زاده (۱۳۷٦) با استفاده از نقشه‌های روزانه فشار تراز دریا و تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال به نتایج زیر دست یافت: جهت بادها در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال هیچ ارتباطی با تراز دریا ندارد و بادهای ۱۲۰ روزه سیستان یکی از پدیده‌های سطح زمین هستند و به ندرت به سطوح بالاتر گسترش می‌یابند. عامل اصلی به وجود آورنده این بادها، استقرار یک مرکز کم فشار نسبتا قوی در جنوب شرق ایران و دو مرکز پرفشار بر روی دریای خزر و ارتفاعات شمال شرق در خارج از کشور است. ارتفاعات شمالی و شمال شرقی ایران به عنوان یک عامل کمکی در تشدید این بادها نقش دارند.

بادهای ۱۲۰ روزه سیستان معروف‌ترین بادهای محلی ایران می‌باشند که از اواسط ماه می (اوایل خردادماه) تا اواسط ماه سپتامبر (اواخر شهریورماه) با جهت شمال غربی تا شمال شرقی در منطقه وسیعی از استان‌های سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی و خراسان رضوی می‌وزند (گندمکار و کیارسی، ۱۳۸۵). بادهای ۱۲۰ روزه سیستان از نظر پراکندگی زمانی و مکانی و سرعت وزش دارای تنوع زیادی هستند. ایستگاه زابل دارای سریع‌ترین بادها است. در زابل وزش بادهای قوی (بالاتر از ۸ گره) از ماه فوریه شروع شده و تا ماه نوامبر ادامه می‌یابد (کاویانی، ۱۳۷٤). منطقه سیستان و بویژه زابل بعد از منجیل بهترین شرایط را برای استفاده از انرژی باد دارد، زیرا سرعت بالا و تداوم جهت در این ایستگاه قابل توجه است (گندمکار، ۱۳۸۵). سرعت وزش باد در دو ایستگاه ایران با دیگر ایستگاه‌ها تفاوت فاحشی دارد، این دو ایستگاه منجیل و زابل هستند. در زابل باد در فصل تابستان شدید است و در دیگر فصول از سرعت آن کاسته می‌شود (مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۷).

## مواد و روش‌ها

برای بررسی همدید انرژی باد در منطقه سیستان از داده‌های مربوط به سرعت و جهت وزش باد در ایستگاه زابل، داده‌های فشار تراز دریا و داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل سطوح مختلف جو استفاده شد.

داده‌های مربوط به سرعت وزش باد در زابل به صورت ۸ اندازه‌گیری در روز (با فاصله ۳ ساعته) از اول ژانویه ۱۹۹٤ تا پایان دسامبر ۲۰۰۳ بوده که در مجموع شامل ۲۹۲۱۷ داده مربوط به سرعت وزش باد بر حسب گره است که خلاصه اطلاعات مربوط به این ۲۹۲۱۷

www.SID.ir

Archive of SID



اندازه‌گیری در جدول شماره ۱ آمده است. لازم به ذکر است که سرعت‌های بالاتر از ۸ گره برای استفاده از انرژی باد به منظور حرکت توربین مناسب است (کاویانی، ۱۳۷٤).

جدول شماره ۱: خلاصه اطلاعات سرعت باد در ایستگاه زابل

| پارامتر | مقدار |
|---|---|
| متوسط سرعت | ۱۲ گره |
| حداکثر سرعت | ۵۲ گره |
| سرعت کمتر از ۸ گره | ٪۳٦ |
| سرعت بیشتر از ۸ گره | ٪٦٤ |

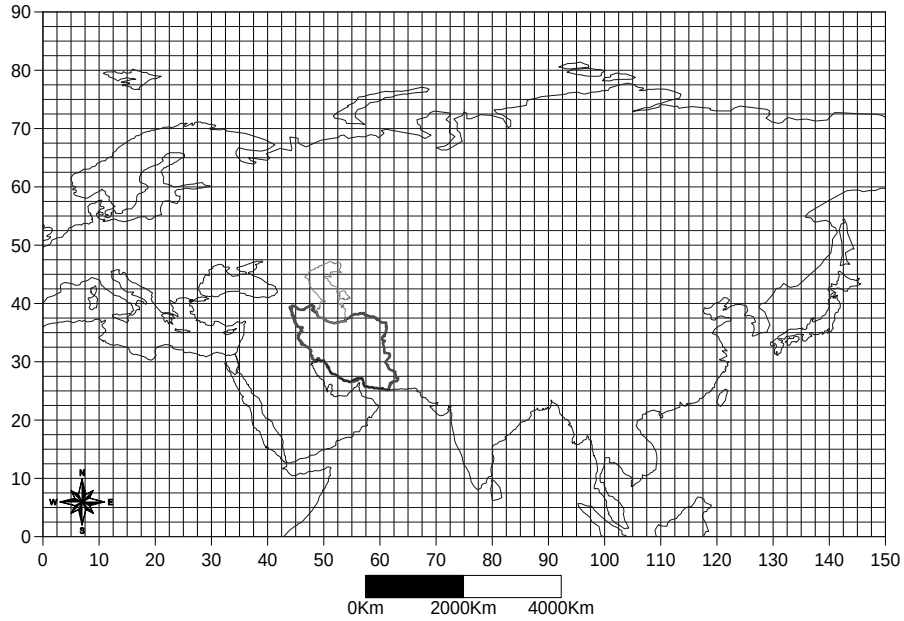
پس از آن میانگین ۱۰ ساله سرعت باد در فاصله‌های ۳ ساعته محاسبه شد و به سال خورشیدی تبدیل شد. در مرحله بعد میانگین ۱۰ ساله سرعت باد برای ۳٦۵ روز سال شمسی محاسبه شد.

با استفاده از تارنمای سازمان جو و اقیانوس شناسی ایالات متحده، داده‌های فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل لایه‌های ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰، ۳۰۰ و ۲۵۰ هکتوپاسکال با ابعاد ۲/۵ در ۲/۵ درجه به صورت روزانه از اول ژانویه ۱۹۹٤ تا پایان دسامبر ۲۰۰۳ (همزمان با دوره آماری سرعت‌های باد در زابل) در محدوده عرض جغرافیایی صفر تا ۹۰ درجه شمالی و طول جغرافیایی صفر تا ۱۵۰ درجه شرقی استخراج شده و متوسط روزانه هر لایه بر روی هر پیکسل محاسبه شده و بعد تعداد ۳٦٦ نقشه برای فشار تراز دریا و هر کدام از لایه‌های جو رسم شده است. از آنجا که ابعاد ۲/۵ در ۲/۵ درجه بسیار بزرگ است، ابتدا بر اساس میان‌یابی با متد کریگینگ نقاط موجود تعمیم داده شد و سپس نقشه‌ها ترسیم گردید.

www.SID.ir

Archive of SID






شکل شماره۱: محدوده مورد مطالعه فشار تراز دریا و داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل با پیکسل‌های ۲/۵ در ۲/۵ درجه

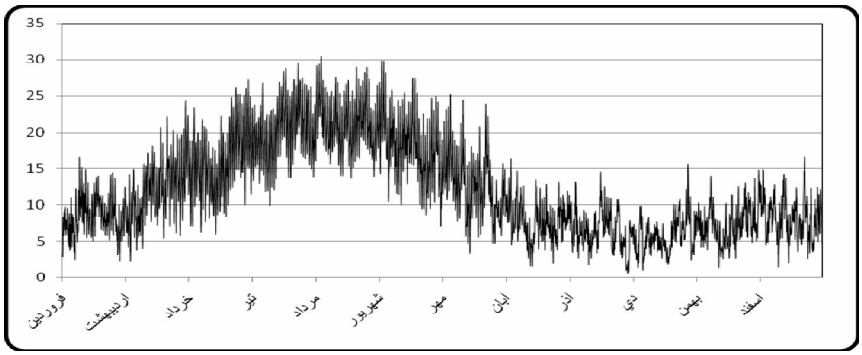
**بحث**

ایستگاه زابل بادخیزترین ایستگاه ایران است (کاویانی، ۱۳۷٤) و طولانی‌ترین زمان بادخیزی و بالاترین متوسط سرعت وزش باد را به خود اختصاص می دهد. ایستگاه زابل واقع در شرق ایران و شمال شرق استان سیستان و بلوچستان و همچنین در مجاورت کشور افغانستان در ارتفاع ٤۸۹ متری از سطح دریا واقع شده است.

www.SID.ir

Archive of SID






شکل شماره ۲: میانگین ۱۰ ساله سرعت باد در فاصله‌های ۳ ساعته در ایستگاه زابل (گره)

بر اساس میانگین‌های بلندمدت ماهانه سرعت باد در زابل، تیرماه با متوسط سرعت ۱۸/٦ گره دارای بالاترین سرعت و پس از آن ماه مرداد با متوسط سرعت ۱۸/۲ گره در رده دوم قرار دارد و در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، شهریور و مهر هم متوسط سرعت باد بالای ۸ گره و کمترین متوسط سرعت مربوط به آذر با سرعت متوسط ۳/٦ گره است. به طور کلی تابستان بادخیزترین فصل در زابل بوده و اواخر پاییز و اوایل زمستان در این ایستگاه پایین‌ترین سرعت‌های باد مشاهده می‌شود.

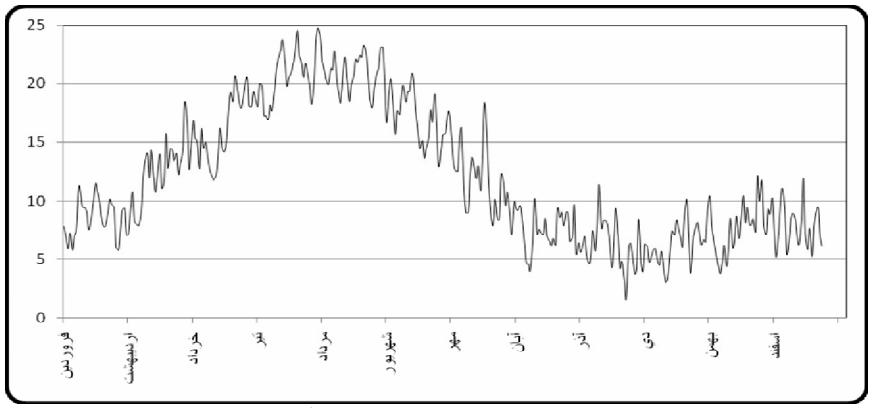
میانگین ۱۰ ساله سرعت باد در فاصله‌های ۳ ساعته نشان می دهد که از اوایل خردادماه سرعت باد به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد و از حدود ۸ گره در اردیبهشت به حدود ١٦ گره در اواخر خردادماه و حدود ۲۰ گره در اواخر تیرماه می‌رسد و این سرعت بالا تا اوایل مهرماه ادامه دارد (شکل شماره ۲).

بر اساس میانگین‌های روزانه سرعت باد (شکل شماره ۳) بالاترین میانگین سرعت روزانه باد در روزهای ۳۰، ۳۱ و ۲۰ تیرماه با سرعت بالای ٢٤ گره رخ داده و در بیشتر روزهای ماه‌های تیر و مرداد متوسط روزانه سرعت باد بالاتر از ۲۰ گره است و در بیشتر روزهای ماه‌های خرداد و شهریور هم متوسط روزانه سرعت باد بالاتر از ۱۵ گره می باشد.

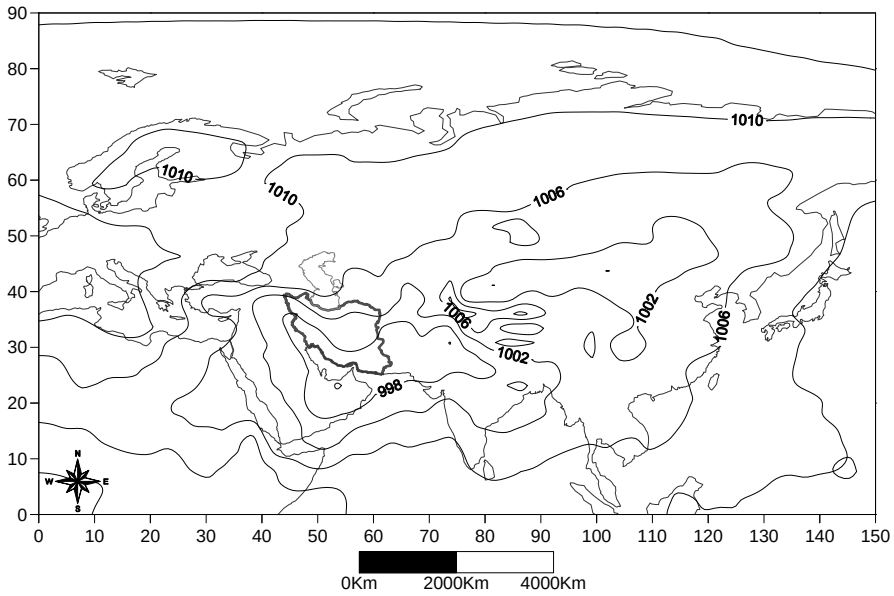
www.SID.ir

Archive of SID






شکل شماره ۳: متوسط روزانه سرعت باد در ایستگاه زابل (گره)



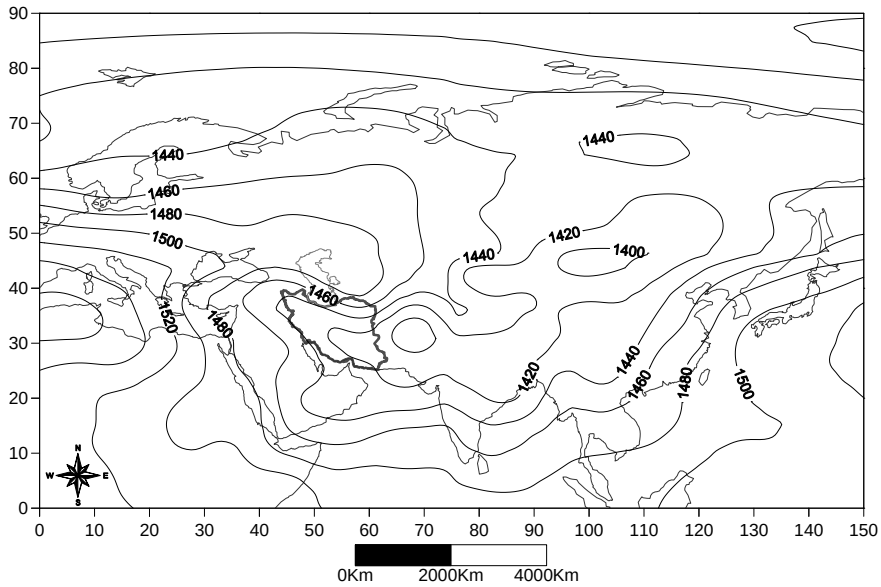

شکل شماره ٤: الگوی متوسط فشار هوای سطح دریا در روز ۳۰ تیرماه

www.SID.ir

Archive of SID



بررسی الگوی متوسط فشار هوا در تراز دریا در روز ۳۰ تیر که باد دارای بالاترین میانگین سرعت (۲٤/۹ گره) است، نشان می‌دهد که بر روی نواحی جنوبی ایران یک مرکز کم فشار مستقر شده است. این کم فشار دارای دو هسته مرکزی با فشار ۹۹٤ هکتوپاسکال است که بر روی کشور پاکستان و سواحل جنوبی خلیج فارس واقع شده‌اند. در این زمان تمام بخش‌های جنوب شرقی ایران دارای فشار حدود ۹۹٦ هکتوپاسکال هستند (شکل شماره ٤). در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال هم که تقریبا نماینده لایه سطحی است، یک مرکز کم ارتفاع با ارتفاع مرکزی ۱۳۹۰ متر بر روی پاکستان مستقر بوده و زبانه این مرکز کم ارتفاع بر روی نواحی جنوب شرقی ایران گسترش یافته و در این بخش از ایران ارتفاع سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال حدود ۱٤۱۰ متر است (شکل شماره ۵).

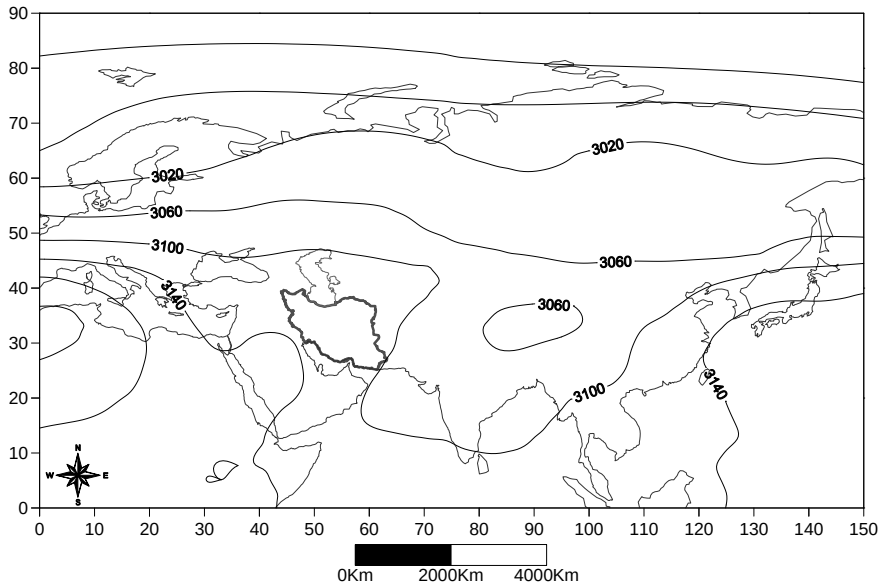



شکل شماره ۵: الگوی متوسط سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ۳۰ تیرماه

www.SID.ir

Archive of SID






شکل شماره ٦: الگوی متوسط سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال در روز ۳۰ تیرماه

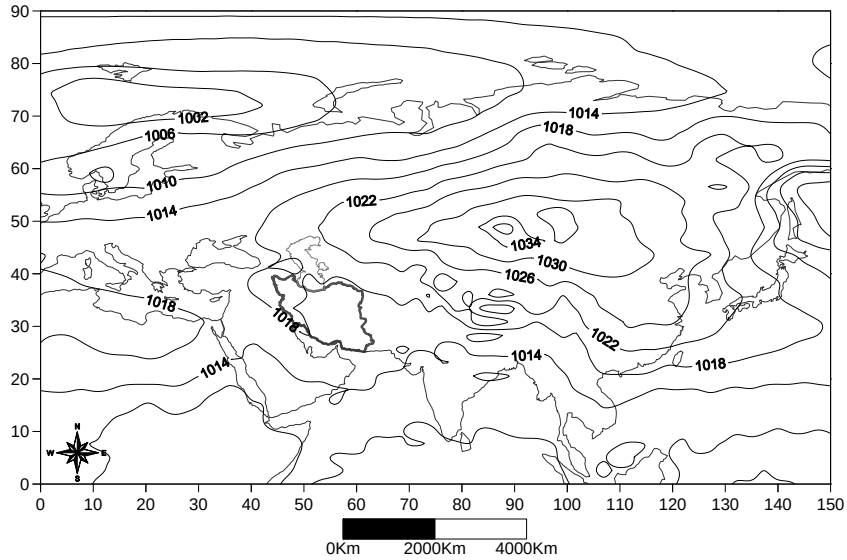
در سطوح ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال گسترش مرکز پر ارتفاع آزور بر روی ایران مشاهده می‌شود. ارتفاع سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال بر روی نواحی جنوب شرقی ایران حدود ۳۱۲۰ متر و ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی همین نواحی حدود ۵۸۷۵ متر است. در سطوح بالاتر جو هم الگوی خاصی قابل مشاهده نیست (شکل شماره ٦).

الگوی متوسط فشار هوا در سطح دریا در روز ۲۵ آذرماه که باد دارای پایین‌ترین میانگین سرعت (۱/۳۵ گره) است گسترش مرکز پرفشار سیبری بر روی ایران را نشان می‌دهد که هسته مرکزی آن با فشار ۱۰۳۸ هکتوپاسکال بر روی مغولستان واقع شده است. در این روز فشار بر روی نواحی جنوب شرقی ایران حدود ۱۰۱٦ هکتوپاسکال است (شکل شماره ۷).

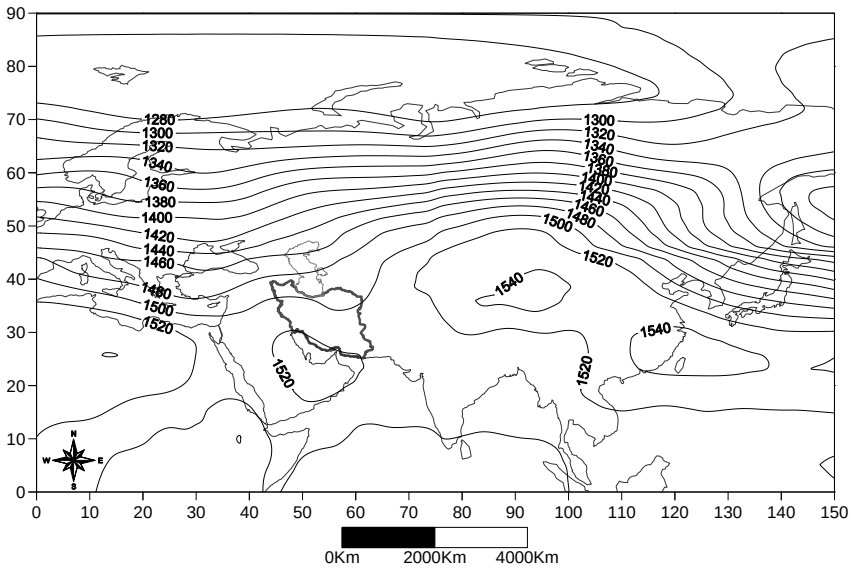
www.SID.ir

Archive of SID






شکل شماره ۷: الگوی متوسط فشار هوای سطح دریا در روز ۲۵ آذر




شکل شماره ۸: الگوی متوسط سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ۲۵ آذر

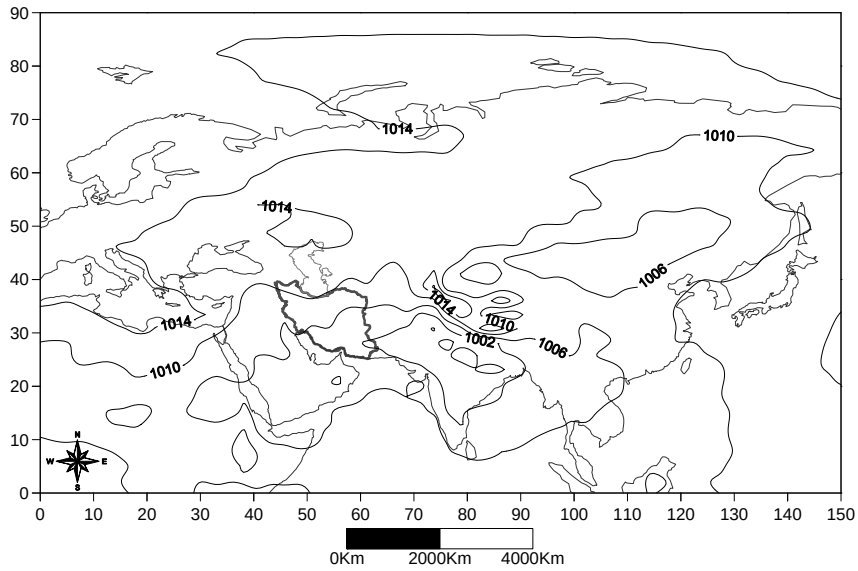
www.SID.ir

Archive of SID



در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال، ایران بین دو مرکز پرارتفاع مستقر بر روی کشور چین و سواحل جنوبی خلیج فارس با ارتفاع ۱۵٤۰ متر واقع شده است. در نواحی جنوب شرقی ایران هم ارتفاع سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال حدود ۱۵۲۰ متر است. در این روز در سطوح بالاتر جو الگوی خاصی قابل مشاهده نیست (شکل شماره ۸).

الگوی میانگین فشار هوا در سطح دریا در روز اول خردادماه که همزمان با آغاز بادهای ۱۲۰ روزه سیستان است و سرعت باد حدود ۱۹ گره است. آغاز شکل‌گیری یک مرکز کم‌فشار بر روی پاکستان را نشان می‌دهد. فشار مرکزی این سیستم ۹۹۸ هکتوپاسکال و در جنوب شرقی ایران میزان فشار ۱۰۰۲ هکتوپاسکال است (شکل شماره ۹).

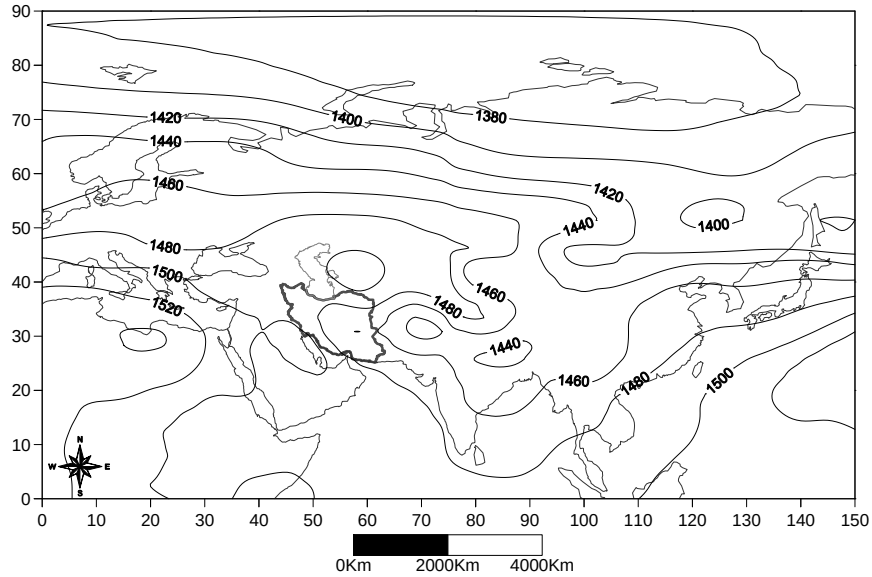



شکل شماره ۹: الگوی متوسط فشار هوای سطح دریا در روز اول خرداد

www.SID.ir

Archive of SID





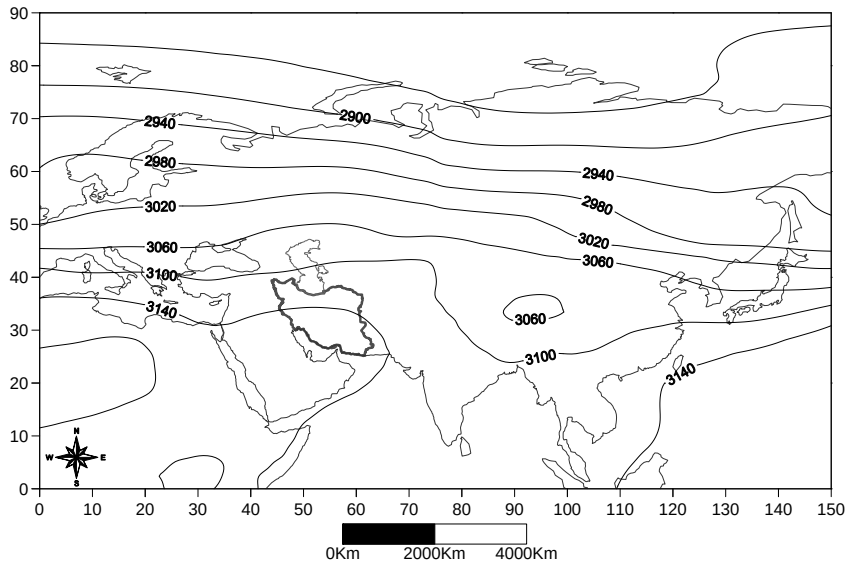

شکل شماره ۱۰: الگوی متوسط سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز اول خرداد

در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال هم یک مرکز کم ارتفاع با ارتفاع مرکزی ۱٤٤۰ متر بر روی پاکستان مستقر بوده و زبانه این مرکز کم ارتفاع بر روی نواحی جنوب شرقی ایران گسترش یافته و در این بخش از ایران ارتفاع سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال حدود ۱٤۷۰ متر است (شکل شماره ۱۰).

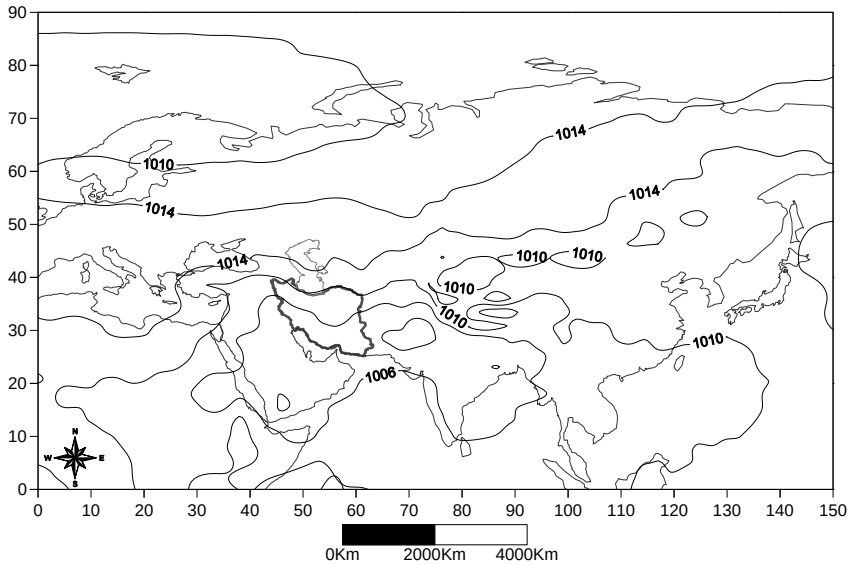
www.SID.ir

Archive of SID






شکل شماره ۱۱: الگوی متوسط سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال در روز اول خرداد




شکل شماره ۱۲: الگوی متوسط فشار هوای سطح دریا در روز ۲۵ شهریور

www.SID.ir

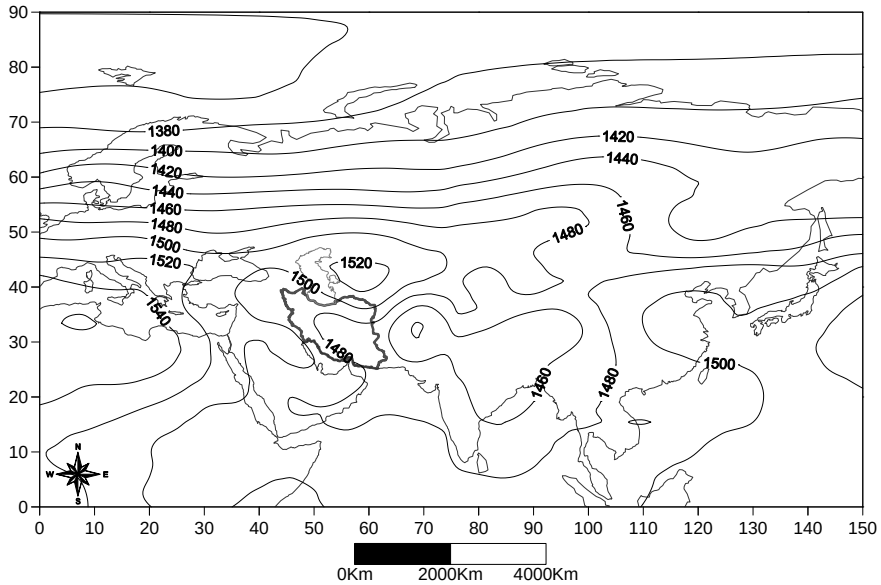
Archive of SID



در سطوح ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال گسترش زبانه پرارتفاع آزور بر روی ایران مشاهده می‌شود. ارتفاع سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال بر روی نواحی جنوب شرقی ایران حدود ۳۱٤۰ متر و ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال هم حدود ۵۸۵۰ متر است. در سطوح بالاتر جو الگوی خاصی قابل مشاهده نیست (شکل شماره ۱۱).

در اواخر شهریورماه که دوره بادهای ۱۲۰ روزه سیستان پایان می‌یابد، میانگین سرعت باد حدود ۱۸ گره است، پراکندگی فشار هوا در سطح دریا وجود یک کم‌فشار ضعیف را بر روی پاکستان نشان می‌دهد که فشار در مرکز آن حدود ۱۰۰۰ هکتوپاسکال می باشد، زبانه این کم‌فشار به سمت ایران کشیده شده و در بخش‌های جنوب شرقی ایران میزان فشار حدود ۱۰۰۲ هکتوپاسکال است (شکل شماره ۱۲).

در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال هم یک مرکز کم ارتفاع با ارتفاع مرکزی ۱٤٤۰ متر بر روی کشور پاکستان مستقر و زبانه این مرکز کم ارتفاع بر روی نواحی جنوب شرقی ایران گسترش یافته است و در این بخش از ایران ارتفاع سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال حدود ۱٤۷۰ متر می باشد (شکل شماره ۱۳).

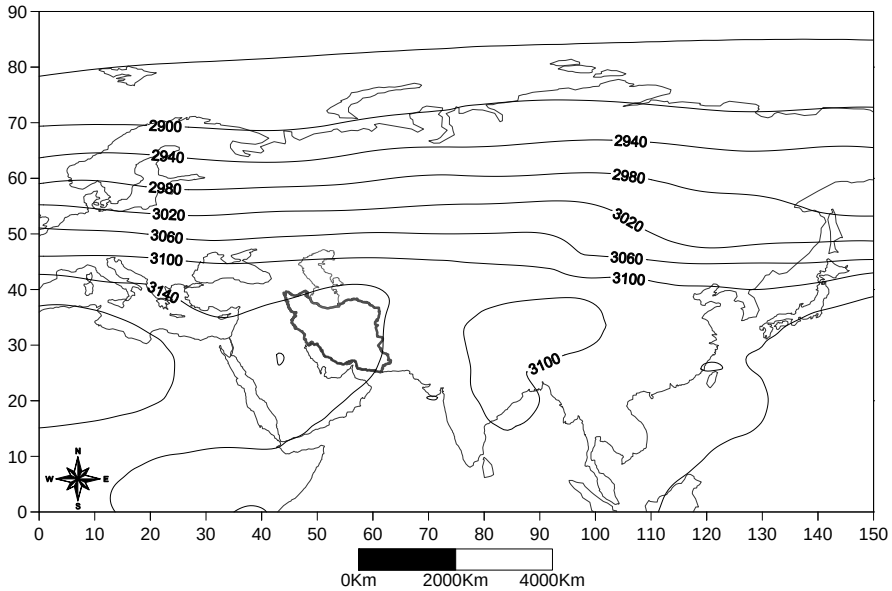



شکل شماره ۱۳: الگوی متوسط سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ۲۵ شهریور

www.SID.ir

Archive of SID






شکل شماره ١٤: الگوی متوسط سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال در روز ۲۵ شهریور

در این زمان در سطوح ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال گسترش زبانه پرارتفاع آزور بر روی ایران مشاهده می‌شود. ارتفاع سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال بر روی نواحی جنوب شرقی ایران حدود ۳۱٤۰ متر و ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال هم بر روی همین نواحی حدود ۵۸۵۰ متر است. در این روز هم در سطوح بالاتر جو الگوی خاصی قابل مشاهده نیست (شکل شماره ١٤).

در جدول زیر بالاترین میانگین‌های روزانه سرعت وزش باد در ایستگاه زابل آورده شده که بر این اساس بالاترین میانگین روزانه سرعت وزش باد مربوط به روز بیست و دوم مردادماه سال ۱۳۸۱ بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID



جدول شماره ۲: بالاترین میانگین‌های روزانه سرعت وزش باد در ایستگاه زابل

| ردیف | تاریخ | سرعت با بر حسب گره |
|---|---|---|
| ۱ | بیست و دوم مرداد ۱۳۸۱ | ٤۱/۱ |
| ۲ | سیزدهم تیر ۱۳۸۲ | ۳۹/۸ |
| ۳ | بیست و یکم مرداد ۱۳۸۱ | ۳۹/۵ |
| ٤ | دهم تیر ۱۳۸۰ | ۳۸/۸ |
| ۵ | بیست و یکم خرداد ۱۳۸۰ | ۳۸/۳ |
| ٦ | یازدهم تیر ۱۳۸۱ | ۳۸ |

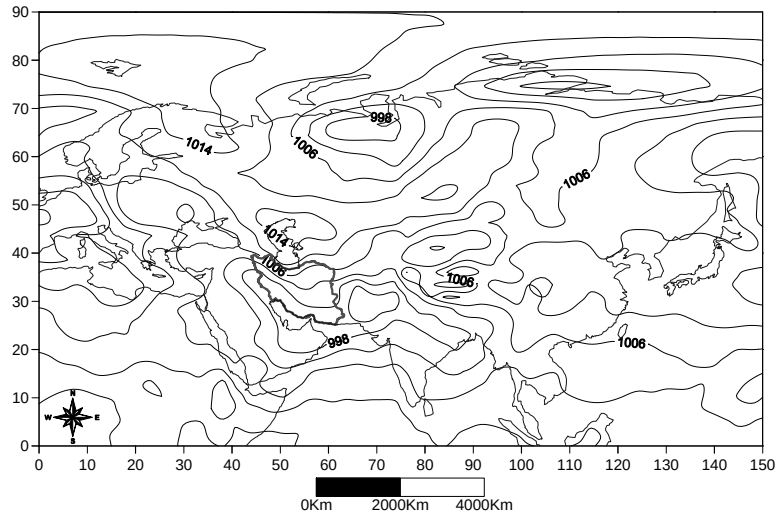
همانگونه که مشاهده می‌شود، بالاترین سرعت‌های روزانه باد در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد است که همزمان با وزش بادهای ۱۲۰ روزه سیستان است. از آنجا که دو مورد از بالاترین سرعت‌های باد در روزهای بیست و یکم و بیست و دوم مردادماه سال ۱۳۸۱ روی داده، در این قسمت الگوهای هوا در روز بیست و دوم مردادماه سال ۱۳۸۱ مورد بررسی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که در دیگر روزهایی که سرعت وزش باد بالا بوده، الگوهای هوا وضعیت مشابهی را نشان داده‌اند.

بررسی نقشه تراز دریا روز بیست و دوم مردادماه سال ۱۳۸۱ نشان می‌دهد که در این روز مرکز کم‌فشار پاکستان بسیار تقویت شده و تمامی نواحی جنوبی و جنوب شرقی ایران را در بر گرفته و فشار در هسته مرکزی این سیستم از ۹۹٤ هکتوپاسکال هم کمتر شده است (شکل شماره ۱۵).

www.SID.ir

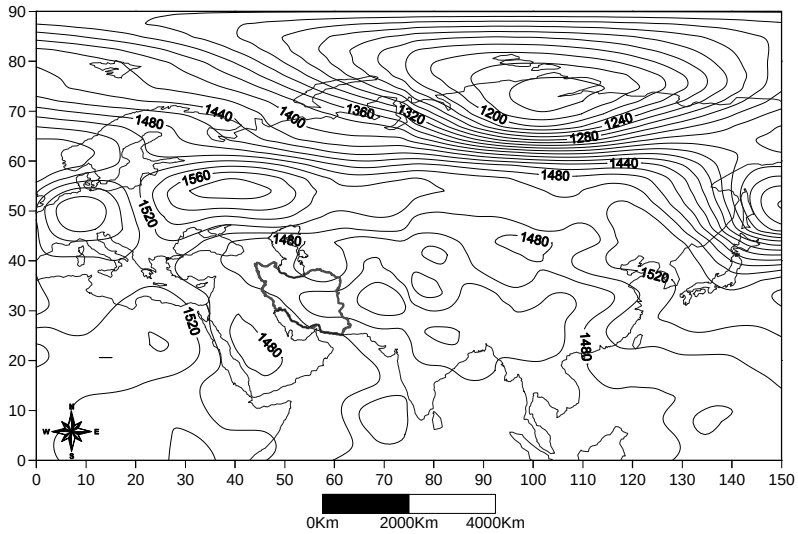
Archive of SID






شکل شماره ۱۵: الگوی فشار هوای سطح دریا در روز ۲۲ مرداد سال ۱۳۸۱

در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال هم تقویت مرکز کم‌ارتفاع پاکستان مشاهده می‌شود، در این لایه از هوا مرکز کم‌ارتفاع تمام ایران را فرا گرفت است (شکل شماره ۱۶).




شکل شماره ۱۶: الگوی سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ۲۲ مرداد ۱۳۸۱

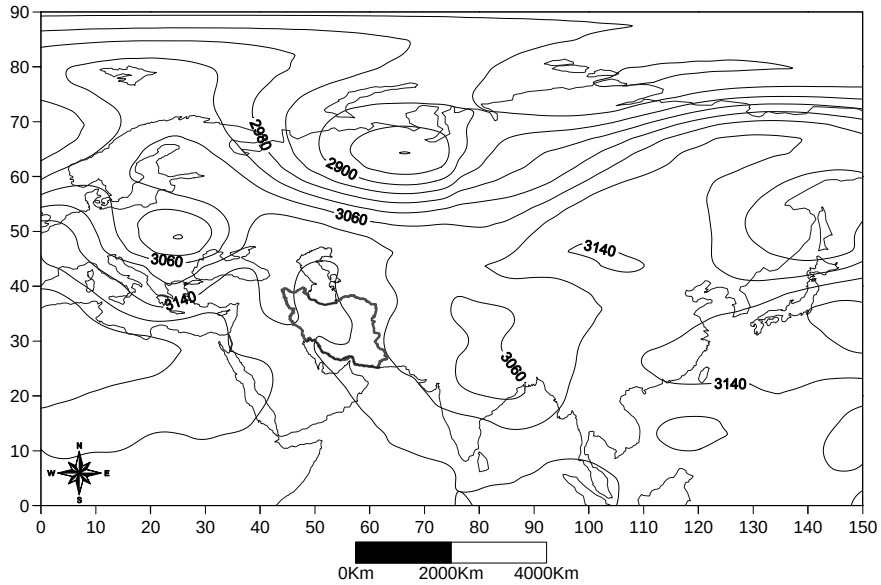
www.SID.ir

Archive of SID



در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال مشاهده می‌شود که در این روز زبانه‌های مرکز پرارتفاع آزور نتوانسته بر روی ایران گسترش یابد و ارتفاع این لایه بر روی منطقه سیستان کاهش یافته و به حدود ۳۱۱۰ متر رسیده است و زبانه‌های مرکز پرارتفاع آزور تا نواحی غربی عربستان عقب نشینی کرده‌اند (شکل شماره ۱۷).

در لایه ۵۰۰ هکتوپاسکال نفوذ زبانه‌های مرکز پرارتفاع آزور بر روی ایران و بویژه منطقه سیستان مشاهده می‌شود. البته ارتفاع این لایه بر روی منطقه سیستان از میانگین روزانه سال‌های دیگر کمتر شده و به حدود ۵۸۵۰ متر رسیده است.




شکل شماره ۱۷: الگوی سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال در روز ۲۲ مرداد ۱۳۸۱

## نتیجه‌گیری

بررسی تغییرات سرعت باد در ایستگاه زابل و توزیع فشار هوا در سطح دریا و الگوهای هوا در سطوح مختلف جو نشان می‌دهد که بین سرعت باد در زابل و فشار سطح دریا و الگوهای هوا در لایه‌های ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال رابطه وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



شروع سرعت‌های بالای باد در اوایل خردادماه در زابل با شروع تشکیل کم‌فشار در سطح دریا و یک مرکز کم ارتفاع در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال بر روی پاکستان و گسترش زبانه‌های آنها بر روی نواحی جنوب شرقی ایران همراه است و هنگامی که در اواخر تیرماه میزان فشار در هسته مرکزی کم‌فشار پاکستان به حداقل خود (۹۹٤ هکتوپاسکال) می‌رسد، متوسط روزانه سرعت باد در زابل هم به حداکثر خود (بالای ۲٤ گره) می‌رسد. در پایان شهریور همزمان با افزایش فشار در پاکستان، سرعت باد در زابل به سرعت کاهش می‌یابد.

اما در سطوح میانی جو (۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال)، در اوایل خرداد آغاز نفوذ مرکز پرارتفاع آزور بر روی ایران مشاهده می‌شود و در تیرماه همزمان با حداکثر گسترش این مرکز پرارتفاع، سرعت باد در زابل هم به حداکثر خود می‌رسد و با شروع تضعیف پرارتفاع آزور در شهریور و عقب‌نشینی آن از ایران، سرعت باد در زابل هم شروع به کاهش می‌کند. در واقع آزور حکم درپوش را برای کم فشار گرمایی سطحی در این منطقه بازی می کند. بنابراین بادخیزی در منطقه سیستان بر اثر گرمایش سطح زمین در این منطقه و ایجاد یک مرکز کم‌فشار با گسترش افقی زیاد و گسترش عمودی کم، است. از آنجا که در این منطقه در ماه‌های گرم در سطوح میانی جو مرکز پرارتفاع آزور حاکمیت دارد و موجب انباشت انرژی در نزدیکی سطح زمین می‌شود و موجب عمیق‌تر شدن مرکز کم‌فشار می‌گردد و جریان‌های افقی شدیدتر می‌شود، لذا گرمایش سطحی زمین و انرژی حاصل از آن موجب حرکات شدید و قوی افقی در سطح زمین و ایجاد بادهای قوی و مداوم می‌شود. با عمیق‌تر شدن مرکز کم‌ارتفاع گنگ و پاکستان، سرعت وزش باد هم افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID



**منابع**


۱- حسین‌زاده، س ر، (۱۳۷٦): «بادهای ۱۲۰ روزه سیستان»، ***فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی***، شماره ٤٦.

۲- علیجانی، ب، (۱۳۸۱): «***اقلیم شناسی سینوپتیک***»، انتشارات سمت.

۳- کاویانی، م ر، (۱۳۷٤): «توربین‌های بادی و ارزیابی پتانسیل انرژی باد در ایران»، ***فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی***، شماره ۳٦.

٤- گندمکار، الف، (۱۳۸۵): : «بررسی سینوپتیک انرژی باد در منطقه سیستان»، پایان‌نامه دکتری رشته اقلیم‌شناسی دانشگاه اصفهان.

۵- گندمکار، الف و کیارسی، فرینوش، (۱۳۸۵): «ارزیابی انرژی پتانسیل باد درکشور ایران»، بیست و یکمین کنفرانس بین‌المللی انرژی برق، پژوهشگاه نیرو، تهران

٦- گندمکار، الف، (۱۳۸۵): «انرژی باد، منبع پایدار تأمین انرژی آینده جهان اسلام»، کنفرانس جغرافیدانان جهان اسلام، دانشگاه اصفهان.

۷- گندمکار، الف، (۱۳۸۵): «سیستان و بلوچستان، گنجینه انرژی باد ایران»، کنفرانس آموزش زمین شناسی، زاهدان

۸- مسعودیان، س الف و کاویانی، محمدرضا، (۱۳۷۸)، «***اقلیم‌شناسی ایران***»، انتشارات دانشگاه اصفهان.

9- Burton, S. J and Bossanyi (2001), «***Wind energy handbook***», UK, London: British library cataloguing in publication data.

10- Palutikof, J.P., Kelly, P.M., Davies, T.D and Halliday, J.A. (1987), «Impacts of spatial and temporal windspeed variability on wind energy output», ***Journal of Climate and Applied Meteorology*** 26, 1124-1133.

11- Yarnal, B. (1993), ***Synoptic climatology in environmental analysis: A primer***. UK, London: Belhaven.


www.SID.ir