

تحلیل سینوپتیکی پرفشار عربستان و اثر آن بر خشکسالی‌های جنوب و جنوب غرب ایران

سعید زنگنه* - کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی تهران
حسن لشکری - دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی تهران
محمد مرادی - معاون پیش‌بینی سازمان هواشناسی کشور (تهران)

پذیرش: ۱۳۹۴/۴/۱۵

وصول: ۱۳۹۴/۱/۲۲

چکیده

در این پژوهش، داده‌های بارش روزانه ۲۸ ایستگاه سینوپتیک جنوب و جنوب غرب ایران در دوره آماری ۱۰ ساله (۲۰۰۹-۲۰۰۰) از سازمان هواشناسی جمع‌آوری گردید. با استفاده از شاخص بارش استاندارد (SPI) خشکسالی‌های منطقه استخراج گردید. سال ۲۰۰۸ به عنوان خشک‌ترین سال انتخاب شد و نقشه‌های سینوپتیکی در ۴ سطح فشار تراز دریا، ارتفاع و امگا در ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، نوامبر و دسامبر مشخص و تحلیل شد. بررسی پربند مرکزی بسته‌شده در ۶ ماه بارشی سال ۲۰۰۸ به صورت روزانه در سطوح مختلف نشان داد که در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال ۰/۷۷، در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال ۰/۹۸ و در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در ۰/۹۹ موارد پربندهای ارتفاع ژئوپتانسیل بسته شده است. بررسی پربند مرکزی بسته شده در ۶ ماه مرطوب سال ۲۰۰۱ به صورت روزانه نشان داد که در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در ۰/۶۸، در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال در ۰/۸۳ و در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ۰/۷۷ موارد پربندهای ارتفاع ژئوپتانسیل بسته شده است؛ بنابراین، سال ۲۰۰۸ که خشکسالی شدیدتر بوده، درصد بیشتری از پربندهای مرکز و اچرخند بسته شده است. دیگر نتایج حاکی از این است که محور و اچرخند بر روی خشکی، در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۱ به صورت شرقی - غربی بوده است. این وضعیت، در ترکیب و اچرخند عربستان و اچرخند شمال آفریقا بیشتر دیده می‌شود. از طرف دیگر، امتداد پشته در این سال‌ها، بر روی ایران و عربستان قرار گرفته و پایداری را در منطقه مورد مطالعه حاکم نموده است؛ بنابراین ناوه مدیترانه‌ای نمی‌تواند به عرض‌های پایین نفوذ کند و به سوی عرض‌های بالاتر حرکت می‌کند. نهایتاً نیمه جنوبی ایران تحت تأثیر سامانه‌های بارشی قرار نمی‌گیرد. از طرف دیگر کم‌فشار سودانی فقط تا روی دریای سرخ پیشروی کرده و بر روی منطقه مورد مطالعه نفوذ نکرده است.

واژگان کلیدی: تحلیل همدیدی، خشکسالی، پرفشار عربستان، جنوب و جنوب غرب ایران.

مقدمه

خشکسالی، آثار زیانباری را بر روی انسان و حیوان (از جمله کمبود آب و غذا و خشک شدن گیاهان) و گیاهان و کشاورزی (از جمله آتش‌سوزی و کمبود آب) و منابع آب زیرزمینی و سطحی و نیز نیروگاه‌های آبی و... دارد و به طور کلی، همه‌چیز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بسیاری از فرایندهای مرتبط با معضلات محیطی به شدت تحت تأثیر گردش‌های جوئی هستند، اقلیم‌شناسی، علمی است که رابطه میان گردش‌های جوئی را با محیط سطحی یک منطقه، بررسی می‌کند. چون اقلیم‌شناسی همدیدی به دنبال تبیین اندرکنش‌های کلیدی میان جو و محیط سطحی است در میان علوم محیطی از ارزش نظری و عملی زیادی برخوردار است. اقلیم‌شناسی همدیدی در شاخه‌های مختلف علوم جوئی و در علم جغرافیا هم جایگاه مهمی دارد (مسودیان، ۱۳۹۰: ۱). یکی از مهم‌ترین نوع پرفشار، سلول پرفشار جنب‌حاره‌ای بوده که بر روی شبه‌جزیره عربستان تشکیل می‌گردد و این سلول پرفشار، در طول دوره سرد، بر روی نیمه شرقی شبه‌جزیره عربستان مستقر بوده و گاهی تا خلیج عدن و شاخ آفریقا نیز پایین می‌رود (لشکری، ۱۳۷۵). هدف کلی این تحقیق، تعیین ارتباط بین پرفشار عربستان و عمق آن و خشکسالی در منطقه مورد مطالعه است.

تا کنون مطالعات متعددی روی آنتی‌سیکلون‌ها صورت گرفته است. اولین بار گالتون^۱، در سال ۱۸۶۱ برای مراکز فشاری که دارای خصوصیات مخالف با سیکلون باشند، اصطلاح آنتی‌سیکلون یا پرفشار را به کار برد (جعفرپور، ۱۳۸۸: ۱۳۵). کاتسولیس و همکاران^۲ (۱۹۹۸) با بررسی الگوهای واچرخندی به صورت ماهانه در جنوب اروپا و ناحیه مدیترانه، دریافتند که پراکندگی مراکز واچرخندی بر روی بخش‌های غربی منطقه مطالعاتی در تمام طول سال متأثر از جابه‌جایی فصلی واچرخند آזור است. پرفشار جنب‌حاره‌ای به صورت کمربندی در عرض ۳۰ درجه شمالی و در تروپوسفر بالایی قرار دارد و جزء سلول گرمایی هدلی به شمار می‌رود (هاسکینز، ۱۹۹۶).

فینک^۳ و همکاران (۲۰۰۴) خشکسالی‌های تابستانه سال ۲۰۰۳ اروپا را به روش همدید بررسی کردند و قرار گرفتن پرفشارهای دینامیکی بر روی اروپا را علت رخداد این پدیده بیان کردند و در این شرایط، بیشترین ناهنجاری‌های مثبت تیپ‌های هوای واچرخندی نسب به میانگین بلندمدت مشاهده شده است. در تحقیقی دیگر در مقیاس وسیع در منطقه مداک در ایتالیا، به بررسی خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در مقیاس ۳ ماهه و ۲۴ ماهه پرداخته‌اند، نتایج نشان داده در مقیاس بلندمدت، منطقه مرکزی و جنوبی ایتالیا در شرایط نرمال است و مابقی تحت اثر خشکسالی قرار دارد (بوردی^۴ و سوترا^۵، ۲۰۰۷).

اثرات خشکسالی در اکوسیستم‌های آب شیرین (چشم‌انداز استرالیا) در پژوهشی دیگر مورد بررسی قرار گرفته است که اصل مقاله حاکی از این است که جنوب شرق استرالیا تجربه یکی از بدترین خشکسالی‌های شناخته شده در منطقه در ۲۰۰ سال گذشته را دارد که نتایج نشان می‌دهد شکل غالب اکوسیستم‌های آب شیرین در استرالیا با وجود بالا بودن فرکانس خشکسالی‌ها، فاقد یک درک اساسی از عواقب ناشی از خشکسالی طولانی‌مدت به عنوان اختلال در اکوسیستم، (از خشکسالی فصلی) و بیشتر در مورد اثرات خشکسالی در جریان نسبت به آبهای ساکن شناخته شده است (نیکلاس و همکاران، ۲۰۰۸).

1- galton

2- Katsoulis et al

3- Fink et al

4- Bordi

5- Sutura

خشکسالی‌های تابستانه آلمان را بونتگن و همکاران (۲۰۱۰) بررسی کرده‌اند که از نگاه همدیدی، قرارگیری پرفشاری در تراز میانی جو بر فراز دریای شمال و وجود کم‌فشار بر روی جنوب شرق اروپا سبب ایجاد خشکسالی‌های تابستانه است. تأثیر فشار بالای آזור در بارش خاورمیانه توسط اکبال و همکاران (۲۰۱۲) مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج نشان می‌دهد که بین تغییرات بارش زمستان شرق میانه و فشار بالای آזור رابطه منفی وجود دارد و افزون بر این، کاهش مداوم در بارش فصل زمستان در شرق میانه بیش از مدت مشابه به افزایش فشار آזור نسبت داده شده است. حجازی‌زاده (۱۳۷۲) در زمینه بررسی سینوپتیکی اثرات پرفشار جنب‌حاره‌ای در ایران، مطالعاتی را بر روی نوسانات پرفشار جنب‌حاره‌ای در تغییر فصل ایران انجام داده است.

در تحقیقی دیگر، تحلیل همدیدی و اچرخندها بر خشکسالی‌های فراگیر خراسان مورد بررسی قرار گرفته و مشخص شده وقوع خشکسالی‌های ماهانه خراسان، ناشی از تشدید فعالیت و افزایش فشار فرابار سیبری و پرفشار جنب‌حاره‌ای آזור و ادغام آنها در خاورمیانه (در سطح زمین) است که با گسترش به شمال پرفشار آזור در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و ایجاد پشته در بین‌النهرین و غرب کشور جریانات شمال غربی و نهایتاً دوره خشکسالی در خراسان برقرار می‌شود (صادقی و همکاران، ۱۳۸۷).

بررسی تغییرات مکانی پرفشار جنب‌حاره در بارش‌های تابستانه نیمه جنوبی ایران، در پژوهشی دیگر توسط سلیقه و صادقی نیا (۱۳۸۹) مورد مطالعه قرار گرفته است که الگوی ناوه جریانات غربی به سمت حوضه دریای مدیترانه گسترش یافته و سبب عقب‌نشینی زبانه پر ارتفاع جنب‌حاره به سمت شمال آفریقا می‌شود و هسته پر ارتفاعی از آن جدا شده و بر روی ایران باقی می‌ماند. در چنین شرایطی سیستم پر ارتفاع به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابد و شرایط برای صعود هوای مرطوب موسمی و ایجاد بارش‌های همرفتی ایجاد می‌شود. در بارش‌های این الگو، حداکثر کاهش ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال رخ داده و ضخامت لایه همرفت نسبت به الگوی اول کمتر بوده و تا بالاتر از تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال می‌رسد.

در پژوهش دیگر، اثر موقعیت پرفشارهای جنب، آזור و سیبری بر بارش منطقه غرب ایران در زمستان‌های خشک، طی دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۵ بررسی می‌شود. نتایج نشانگر تغییر مکان پرفشارهای سیبری و آזור به عرض‌های بالاتر و همچنین اتصال آنها به یکدیگر در زمستان‌های خشک، به‌ویژه در ماه ژانویه است. بالاتر بودن عرض جغرافیایی زبانه پرفشار سیبری در ماه ژانویه، پیش‌نشانگر وقوع زمستان گرم و هم‌زمانی آن با واقع‌شدن کمربند پرفشار جنب‌حاره در عرض‌های بالاتر، پیش‌بینی‌کننده زمستان خشک است. در زمستان‌های خشک، بی‌هنجاری مثبت فشار در سطح مدیترانه (ناشی از پرفشار آזור) و بی‌هنجاری منفی فشار در شمال ایران (در اثر پرفشار سیبری) مشاهده می‌شود. در این شرایط، پرفشار آזור قوی و پرفشار سیبری ضعیف است (احمدی گیوی و همکاران، ۱۳۸۹).

بررسی عوامل اقلیمی مؤثر بر وقوع خشکسالی در منطقه زابل در تحقیقی دیگر مورد بررسی قرار گرفته است نتایج نشان‌دهنده این است که در این منطقه، همیشه کم‌بارش‌ترین سال مصادف با شدیدترین خشکسالی نمی‌تواند باشد و نقش عوامل دیگر نیز در این میان مؤثر خواهد بود؛ همچنین تبخیر و تعرق پتانسیل از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر وقوع خشکسالی در منطقه مورد مطالعه است (کریمی نظر و همکاران، ۱۳۸۹).

مطالعاتی که در ایران صورت گرفته شامل: حجازی‌زاده (۱۳۷۲) لشکری (۱۳۷۵) و کریمی احمدآباد (۱۳۸۶) است که مطالعات ایشان نشان می‌دهد موقعیت مکانی پرفشار جنب‌حاره‌ای و جابه‌جایی سالانه آن با خشکسالی‌های منطقه مورد نظر در ارتباط است. خوش‌اخلاق (۱۳۷۷) با بررسی الگوهای ماهانه خشکسالی و ترسالی در ایران، به روش سینوپتیکی با استفاده از شاخص نمره استاندارد، به شناسایی دوره‌های خشک و مرطوب سالانه و ماهانه پرداخته است. چهاردولی (۱۳۸۳) حمیدیان (۱۳۸۴) و بیات (۱۳۸۶) به بررسی تأثیر خشکسالی بر منابع آب با استفاده از شاخص SPI پرداخته‌اند.

در تحقیقی که توسط ذرین (۱۳۸۶) صورت گرفته است یافته‌های تحقیق بر اهمیت و نقش سامانه موسمی در تشکیل پرفشار جنب‌حاره و تقویت آن در ترازهای فوقانی ورد سپهر تأکید دارد و نتایج نشان داده که به طور کلی، گردش موسمی قوی‌تر (ضعیف‌تر) سبب گردش و اچرخندی شدیدتر (ضعیف‌تر) در ترازهای فوقانی و گردش چرخندی شدیدتر (ضعیف‌تر) در ترازهای زیرین ورد سپهر می‌گردد.

مواد و روش‌ها

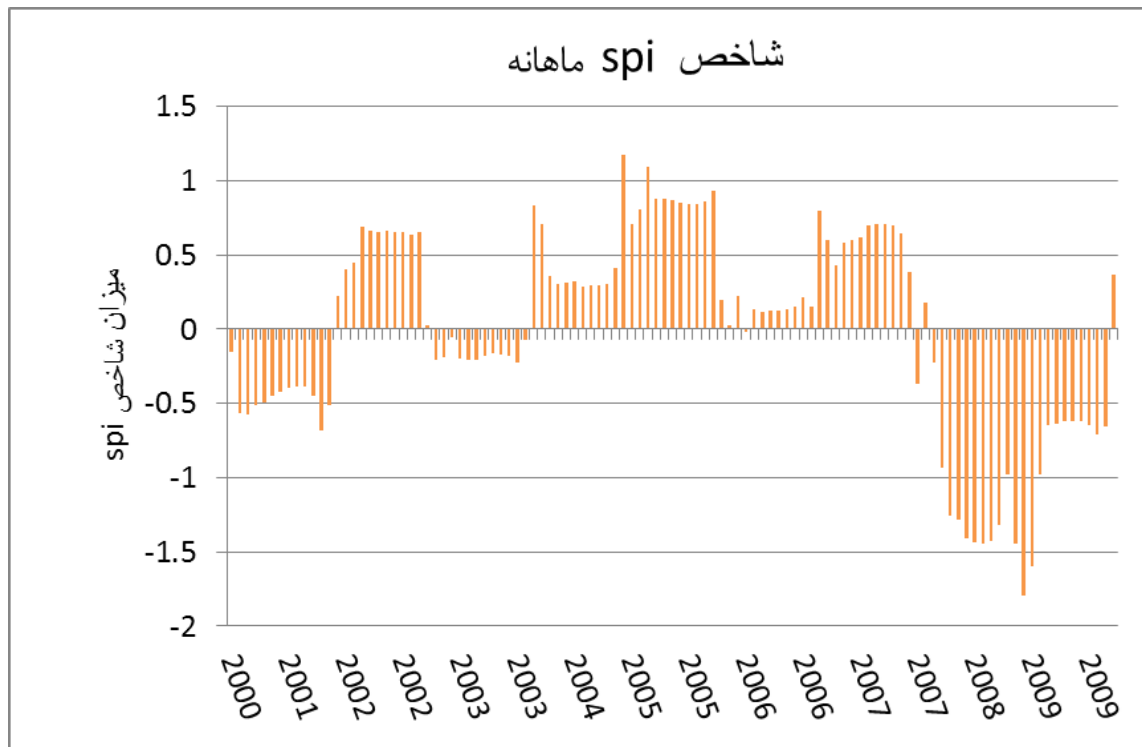
در این تحقیق، ابتدا داده‌های مورد مطالعه از سازمان هواشناسی تهیه گردید و سپس داده‌ها در Excel مرتب گردید. داده‌ها شامل آمار بارش ۲۸ ایستگاه سینوپتیک طی دوره ده‌ساله (۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹) برای جنوب و جنوب غرب ایران است که با استفاده از شاخص بارش استاندارد (SPI) خشکسالی‌های منطقه مورد مطالعه استخراج گردید و بر اساس جدول ۱، شدت خشکسالی مورد طبقه‌بندی قرار گرفت. شکل ۱ نمودار شاخص SPI ۱۲ ماهه دوره آماری ده‌ساله (۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹) کل ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد، همان‌طور که مشاهده می‌گردد سال ۲۰۰۸ به عنوان سال خشک دوره آماری مشخص است. شکل ۲ پهنه‌بندی خشکسالی سال ۲۰۰۸ جنوب و جنوب غرب ایران با استفاده از شاخص SPI در محیط GIS (IDW) را نشان می‌دهد که جز استان هرمزگان که وضعیت تقریباً نرمال را نشان می‌دهد بقیه استان‌ها درگیر خشکسالی‌های متوسط تا شدید و خیلی شدید بوده‌اند. جدول ۲ خشکسالی‌های متوسط تا خیلی شدید در سال ۲۰۰۸ در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد که با استفاده از شاخص SPI به دست آمده است.

جدول ۱. تعیین درجه خشکسالی و ترسالی با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده (سلامت و آل یاسین، ۱۳۸۰)

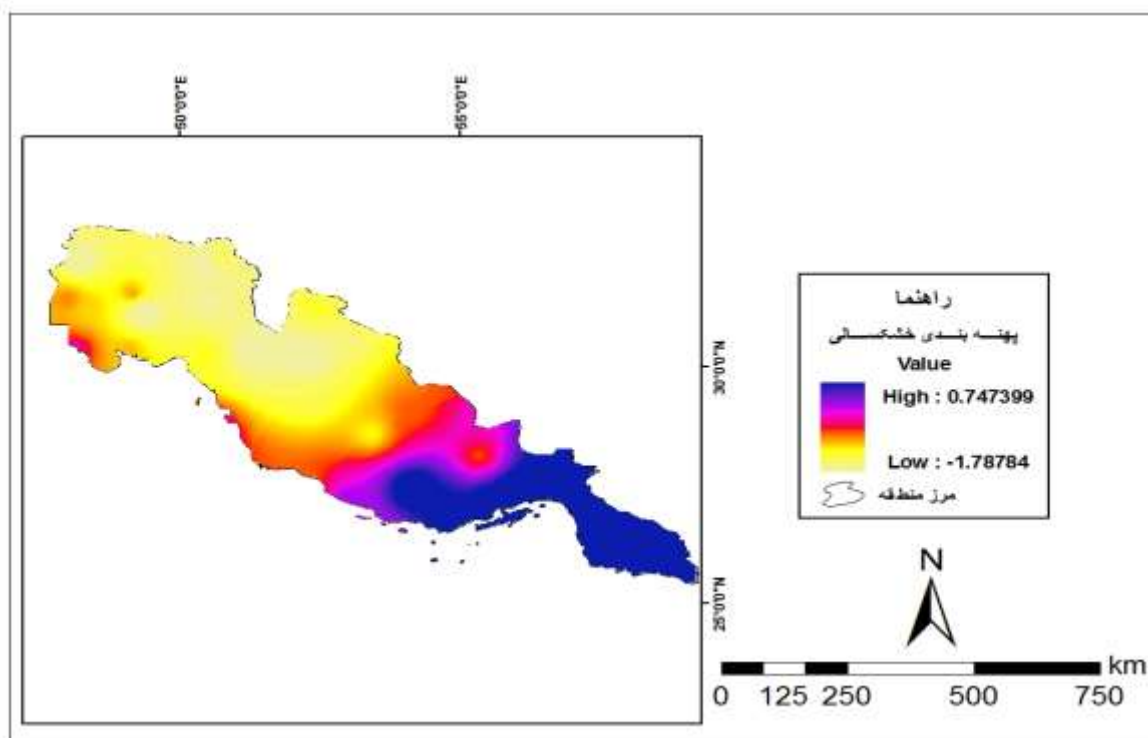
مقادیر SPI	
فوق‌العاده مرطوب	+۲ و بیشتر
خیلی مرطوب	۱/۵ تا ۱/۹۹
نسبتاً مرطوب	۱ تا ۱/۴۹
نرمال	-۰/۹۹ تا +۰/۹۹
نسبتاً خشک	۱- تا -۱/۴۹
خیلی خشک	-۱/۹۹ تا -۱/۵
فوق‌العاده خشک	-۲ و کمتر

سپس سال ۲۰۰۱ و ۲۰۰۸، به عنوان سال نمونه مورد بررسی قرار گرفتند. نقشه‌های سینوپتیکی میانگین ماهانه (۶ ماه بارشی) تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل و امگای ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال از گردس تهیه

گردید و مورد تحلیل همدیدی قرار گرفتند. علاوه بر این مرکز و امتداد واچرخند نیز به صورت روزانه مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱. نمودار شاخص spi ۱۲ ماهه دوره آماری دهساله (۲۰۰۹ تا ۲۰۰۰) مأخذ: یافته‌های تحقیق



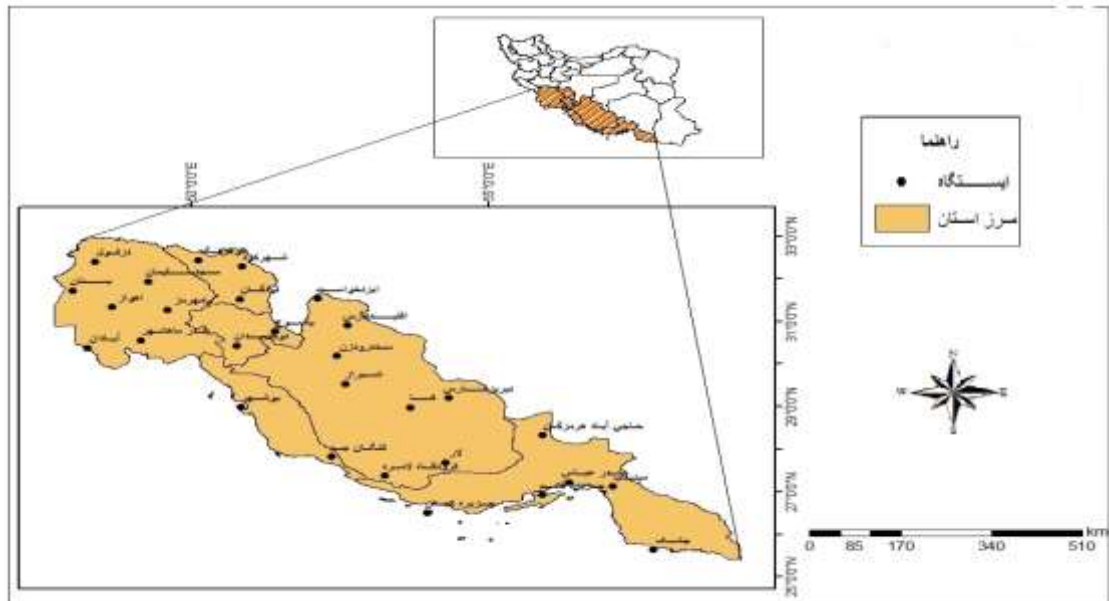
شکل ۲. پهنه‌بندی خشکسالی سال ۲۰۰۸ جنوب و جنوب غرب ایران با استفاده از شاخص بارش استاندارد (SPI)

جدول ۲. مقادیر شاخص SPI در ۲۸ ایستگاه سینوپتیک جنوب و جنوب غرب ایران در سال ۲۰۰۸

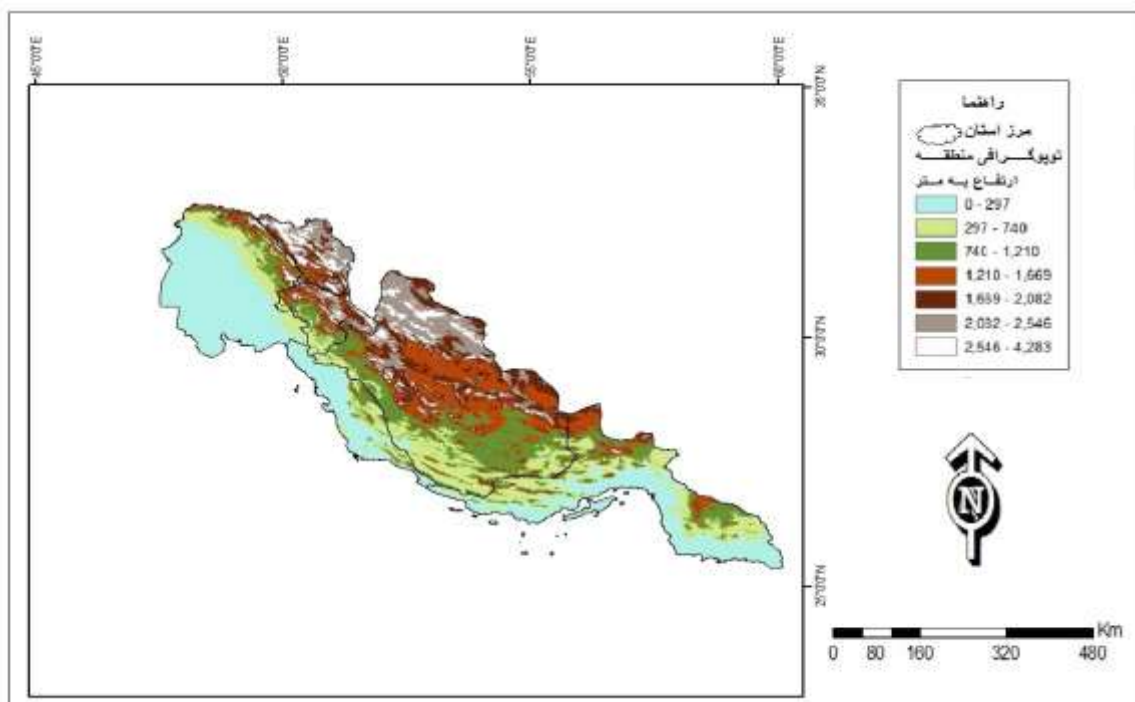
ایستگاه	مقادیر spi سال ۲۰۰۸											
	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
آبادان	۰.۲۴	-۰.۱۹	-۰.۷۱	-۱.۳۲	-۱.۳۲	-۱.۳۵	-۱.۳۵	-۱.۳۵	-۱.۳۵	-۱.۲	-۰.۳۶	-۱.۴۸
اهواز	-۰.۱۴	-۰.۳۵	-۰.۷۶	-۱.۶۲	-۱.۶۳	-۱.۶۵	-۱.۶۵	-۱.۶۵	-۱.۵۳	-۱.۳۲	-۱.۱۶	-۲.۲۴
بندر عباس	۰.۷۹	۰.۳۲	-۰.۰۱	-۰.۰۴	-۰.۰۴	-۰.۳	-۰.۲۴	-۰.۲۳	-۰.۲۳	-۰.۲۳	-۰.۱۶	-۰.۰۶
بندر ماهشهر	-۰.۲۸	-۰.۷۴	-۱.۲۹	-۱.۴۸	-۱.۴۷	-۱.۴۷	-۱.۴۷	-۱.۴۷	-۱.۴۱	-۱.۳	-۰.۹۵	-۲
بستان	-۰.۰۲	-۰.۳۵	-۱.۳۳	-۱.۳۷	-۱.۴۵	-۱.۴۹	-۱.۴۹	-۱.۴۹	-۱.۴۷	-۱.۵۱	-۰.۹۱	-۱.۶۷
بوشهر	۰.۰۵	-۰.۳۵	-۰.۶۵	-۰.۷۲	-۰.۷۴	-۰.۷۴	-۰.۷۴	-۰.۷۴	-۰.۷۴	-۰.۷۶	-۰.۷	-۱.۶۷
دزفول	-۰.۹۲	-۱.۲۳	-۱.۷۲	-۱.۹۶	-۱.۹۹	-۱.۹۹	-۱.۹۹	-۱.۹۹	-۲.۰۲	-۲.۰۸	-۰.۶۲	-۱.۸۳
دوگنبدان	-۰.۱۱	-۰.۳۷	-۱.۶	-۱.۸۵	-۱.۸۶	-۱.۸۶	-۱.۸۶	-۱.۸۴	-۱.۸۳	-۱.۴۵	-۰.۲۸	-۱.۶۶
اقلید	۰.۴۳	۰.۰۶	-۱.۴۲	-۲.۰۳	-۲.۱۴	-۲.۱۷	-۲.۱۶	-۲.۱۷	-۲.۱۶	-۲.۱۵	-۲.۰۲	-۲.۱۲
ایزدخواست	۰.۷۹	۰.۴	-۱.۵۶	-۱.۸	-۱.۸۷	-۱.۹۳	-۱.۹۸	-۱.۹۸	-۱.۹۸	-۱.۹۸	-۱.۵۸	-۱.۲۹
فسا	۰.۰۳	-۰.۳۷	-۱.۱۸	-۱.۶۶	-۱.۶۶	-۱.۶۷	-۱.۶۷	-۱.۷	-۱.۷	-۱.۶۸	-۱.۴۵	-۱.۶۸
قشم	۰.۷۲	۰.۳۲	۰.۰۵	۰.۰۱	۰.۰۱	-۰.۰۳	-۰.۰۳	-۰.۰۲	-۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۷۴	۰.۹۸
حاجی آبادهرمزگان	۰.۳۴	-۰.۰۵	-۰.۷۱	-۱.۱۴	-۱.۱۵	-۱.۴۷	-۱.۵۷	-۱.۸	-۱.۷۷	-۱.۷۹	-۱.۳	-۱.۱۳
جاسک	۲.۰۶	۱.۹۹	۱.۸۸	۱.۷۸	۱.۷۸	۰.۱۹	۰.۱۹	۰.۲	۰.۲	۰.۲	۰.۳۱	۰.۴۱
کنگان جم	-۰.۱	-۰.۷۳	-۱.۲۷	-۱.۴۲	-۱.۴۴	-۱.۴۴	-۱.۴۴	-۱.۴۴	-۱.۴۴	-۱.۱۴	-۱.۰۷	-۱.۲۳
کیش	-۰.۰۷	-۰.۷۵	-۱.۰۳	-۱.۱۲	-۱.۱۲	-۱.۱۶	-۱.۱۶	-۱.۱۶	-۱.۱۶	-۱.۱۶	-۱.۰۱	-۰.۹۴
کوهزنگ	۰.۰۸	-۰.۲۱	-۰.۸۲	-۱.۶	-۱.۷۷	-۱.۷۹	-۱.۷۹	-۱.۸	-۱.۷۸	-۱.۷۱	-۱.۹۹	-۲.۵۶
لامرد	۰.۲۷	-۰.۰۷	-۰.۵۶	-۰.۸۷	-۰.۸۷	-۰.۸۷	-۰.۸۶	-۱	-۱.۱۱	-۱.۰۹	-۱.۲۱	-۱.۲۶
لار	۱.۰۸	۰.۴۸	۰.۱۸	-۰.۲۳	-۰.۲۳	-۰.۸	-۰.۶۹	-۰.۶	-۰.۶۶	-۰.۵۸	-۰.۴۲	-۰.۷
لردگان	-۰.۰۵	-۰.۷۲	-۱.۶۸	-۱.۸۳	-۱.۸۹	-۱.۸۹	-۱.۸۹	-۱.۸۸	-۱.۷۹	-۱.۷۷	-۱.۶۳	-۲.۶۱
مسجدسلیمان	-۰.۰۵	-۰.۵۱	-۱.۰۳	-۱.۴۵	-۱.۴۷	-۱.۴۷	-۱.۴۶	-۱.۴۶	-۱.۴۷	-۱.۳۲	-۰.۹۵	-۲.۳۷
میناب	۰.۵۴	۰.۱۸	-۰.۰۴	-۰.۰۴	-۰.۰۴	-۰.۲۴	-۰.۲۴	-۰.۲۴	-۰.۲۴	-۰.۲۴	-۰.۲۳	-۰.۴۷
نیریزفارس	۰.۴۹	-۰.۰۴	-۰.۹۲	-۱.۲۹	-۱.۳	-۱.۵۴	-۲.۱۸	-۲.۲۲	-۲.۲۲	-۱.۳۸	-۰.۷۶	-۰.۴۹
رامهرمز	-۱.۰۸	-۱.۴۱	-۱.۹۶	-۲.۱۳	-۲.۱۳	-۲.۱۳	-۲.۱۳	-۲.۱۳	-۱.۸۴	-۱.۶۱	-۱.۲۲	-۱.۷۱
سددردزن	۰.۱۴	-۰.۳۲	-۱.۵۱	-۲.۰۵	-۲.۰۷	-۲.۰۷	-۲.۰۷	-۲.۰۷	-۲.۰۷	-۱.۹۳	-۱.۶۹	-۲.۳۷
شهرکرد	-۰.۳	-۰.۶۹	-۱.۶۷	-۲.۱۲	-۲.۲۶	-۲.۲۸	-۲.۲۸	-۲.۲۸	-۲.۲۷	-۲.۰۲	-۱.۱۲	-۱.۵۶
شیراز	۰.۱۲	-۰.۲۴	-۱.۲۴	-۱.۸	-۱.۸۲	-۱.۸۲	-۱.۸۲	-۱.۸۲	-۱.۸۲	-۱.۷۶	-۱.۵۳	-۲.۰۸
یاسوج	۰.۰۵	-۰.۲۷	-۱.۴۸	-۲.۰۳	-۲.۰۸	-۲.۰۹	-۲.۰۹	-۲.۱۲	-۲.۰۷	-۲.۰۸	-۲.۱۸	-۲.۷۴

معرفی منطقه مورد بررسی

منطقه مورد مطالعه، در جنوب و جنوب غرب ایران قرار دارد و شامل استان‌های خوزستان، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، بوشهر، فارس و هرمزگان است که بین عرض‌های جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی قرار دارد. شکل ۳، نقشه منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های سینوپتیک نمونه را نشان می‌دهد. به علت تنوع آب‌وهوا و جنس خاک و پراکندگی ناهمواری‌ها، پوشش گیاهی در این منطقه متنوع است. نواحی مرتفع کوه‌های زاگرس دارای پوشش گیاهی خاصی است. گیاهان این نواحی، در ارتفاع ۳۲۰۰ تا ۳۵۰۰ متر تشکیل شده است. سازگاری آنها به سرمای زیاد و برف طولانی است، عمده گیاهان این منطقه را بوته‌های خاردار تشکیل می‌دهند، مانند گون و آگانتالیمون که گیاهان اغلب نواحی مرتفع هستند (رهنمایی، ۱۳۷۱: ۲۵۲). شکل ۴، توپوگرافی منطقه جنوب و جنوب غرب ایران را نشان می‌دهد.



شکل ۳. نقشه منطقه مورد مطالعه و پراکنش ایستگاه‌ها؛ ترسیم: نگارندگان



شکل ۴. توپوگرافی منطقه جنوب و جنوب غرب ایران؛ ترسیم: نگارندگان

نتایج و بحث

تحلیل همدیدی و اچرخند عربستان در خشکسالی سال ۲۰۰۸

در این بند، موقعیت و اچرخند حاکم بر منطقه در ماه‌های بارشی سال ۲۰۰۸ به طور همدیدی مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این کار، الگوی فشار سطح متوسط دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل در ترازهای فشاری استاندارد همچون ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال و نیز نقشه‌های امگای سطوح ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال بررسی می‌شود. به علت حجم بالای کار، فقط یک ماه به عنوان نمونه ذکر می‌گردد.

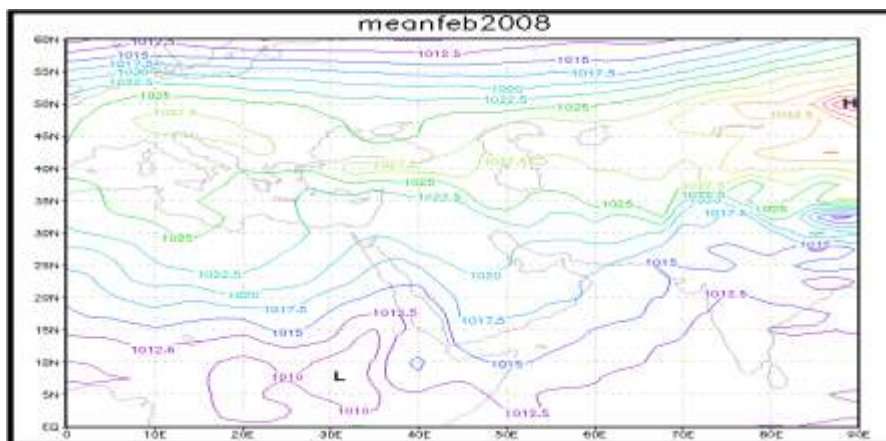
تحلیل همدیدی و موقعیت واچرخند در فوریه ۲۰۰۸

شکل ۵، شرایط همدیدی حاکم در تراز دریا را در ماه فوریه سال ۲۰۰۸ نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد هسته پرفشاری با منحنی هم‌فشاری ۱۰۳۲/۵ هکتوپاسکال در روی عرض جغرافیایی ۵۰ درجه و طول جغرافیایی ۸۰ درجه بسته شده است. زبانه غربی این واچرخند، با امتداد شرقی - غربی تا روی ترکیه امتداد یافته است. زبانه جنوبی واچرخند از سمت شرق وارد ایران شده است؛ همانند ماه ژانویه گسترش زبانه‌ای از این واچرخند با فشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال بر روی جنوب غرب ایران مانع از گسترش سامانه‌های سودانی و مدیترانه‌ای بر روی این منطقه گردیده است.

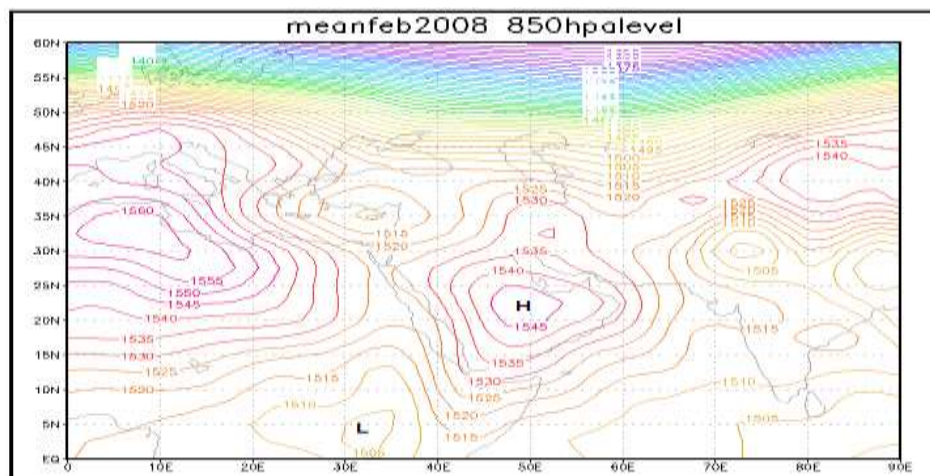
شکل ۶، الگوی همدیدی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را برای ماه فوریه نشان می‌دهد. در این ماه، مرکز پر ارتفاعی با پربند ۱۵۴۵ ژئوپتانسیل متر بر روی عربستان تشکیل گردیده است. زبانه‌های واچرخند تمام پهنه شبه‌جزیره عربستان را دربر گرفته است و پشته حاصل از این واچرخند، با امتداد جنوبی - شمالی، تقریباً تمام پهنه ایران را دربر گرفته است و حتی بر روی دریای خزر نیز گسترش یافته است. به این ترتیب، وجود یک لایه پایدار در لایه زیرین و تراز دریا در این ماه به چشم می‌خورد که ضمن پایداری، مانع از گسترش کم‌فشار سودانی و مانع از عمیق شدن ناوه مدیترانه‌ای می‌گردد.

شکل ۷، شرایط همدیدی حاکم در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال را در ماه فوریه نشان می‌دهد. در این ماه یک هسته پر ارتفاع با پربند ۳۱۷۰ ژئوپتانسیل متر بر روی عربستان بسته شده است. پشته حاصل از این واچرخند باعث ایجاد یک پشته ضعیف از جنوب تا شمال ایران گردیده است. منطقه جنوب و جنوب غرب ایران در زیر پشته قرار دارند. مرکز واچرخندی بر روی عربستان با الگوی چرخشی خود مانع از فرارفت هوای مرطوب دریای عرب و عمان بر روی منطقه گردیده و هوای گرم و خشک را بر روی جنوب و جنوب غرب ایران فرارفت می‌نماید.

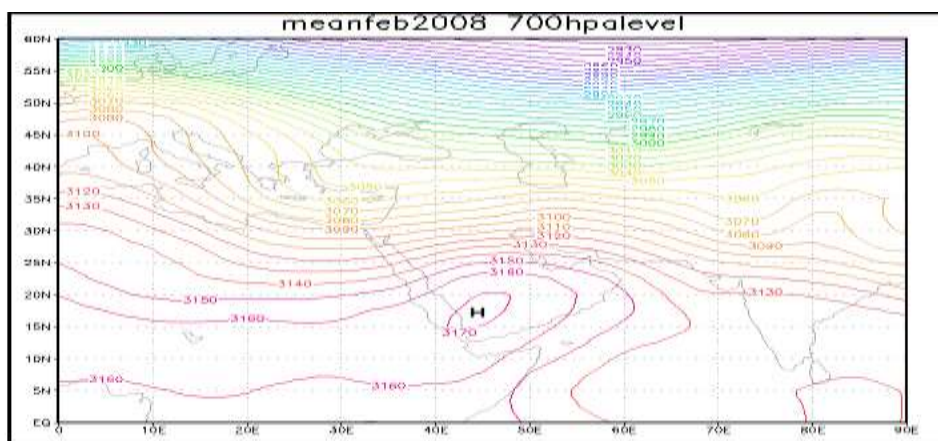
شکل ۸، شرایط همدیدی حاکم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را در ماه فوریه نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌گردد یک مرکز پر ارتفاع با پربند ۵۸۸۰ ژئوپتانسیل بر روی طول جغرافیایی ۴۵ درجه و عرض جغرافیایی ۱۳ درجه بسته شده است. هسته پر ارتفاع دیگری که پر ارتفاع قبلی را احاطه نموده است با پربند ۵۸۷۰ ژئوپتانسیل متر از روی دریای عرب تا سودان گسترش یافته و بسته شده است. در نتیجه، باعث مداری شدن موج بادهای غربی گردیده و از گسترش سامانه‌های سودانی و مدیترانه‌ای بر روی منطقه مورد مطالعه جلوگیری کرده است.



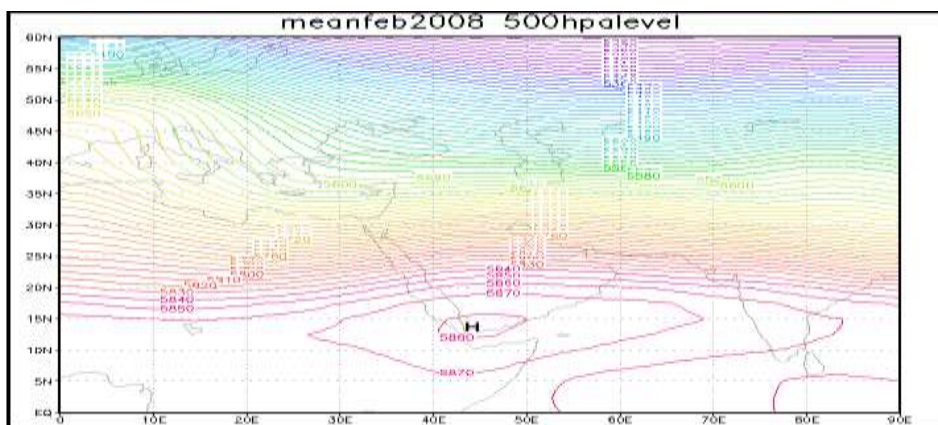
شکل ۶. میانگین فشار سطح متوسط دریا برحسب هکتوپاسکال در ماه فوریه سال ۲۰۰۸



شکل ۷. میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر در ماه فوریه سال ۲۰۰۸



شکل ۸. میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر در ماه فوریه سال ۲۰۰۸



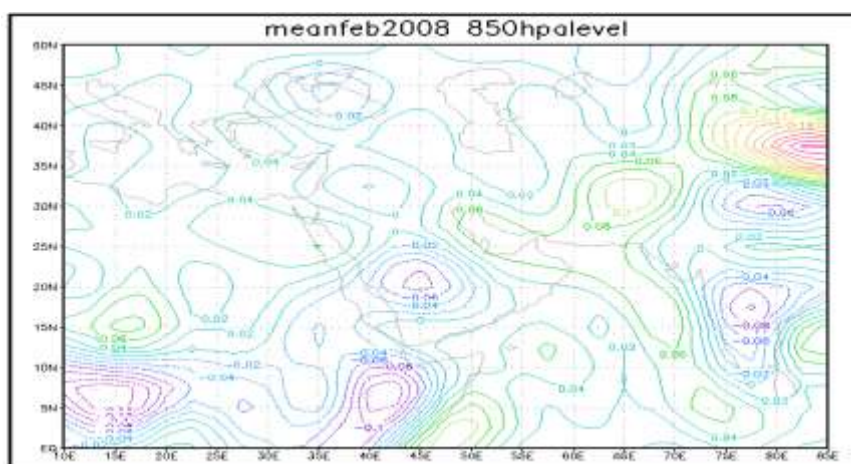
شکل ۹. میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر در ماه ژانویه سال ۲۰۰۸

شکل ۱۰، پراکنش مقادیر امگا را در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال برای ماه فوریه نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود یک هسته با امگای مثبت $0/06$ پاسکال بر ثانیه بر روی جنوب و جنوب غرب ایران گسترش یافته است که جوّی آرام را در منطقه حاکم نموده است. هسته‌ای از امگای منفی $0/08$ پاسکال بر ثانیه بر روی عربستان مشاهده می‌گردد که همچنان ممکن است باعث فرارفت هوای گرم و خشک عربستان بر روی منطقه مطالعاتی گردد که نشان‌دهنده همگرایی و ناپایداری در سطح زمین، در این منطقه است.

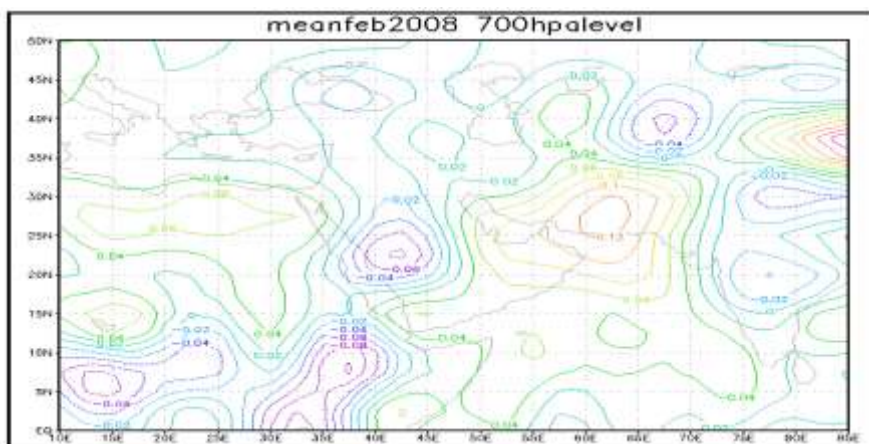
هرچند که ناپایداری بر روی عربستان باعث ایجاد فرارفت هوای گرم و خشک بر روی منطقه مورد مطالعه می‌گردد و در نتیجه خشکی و پایداری در منطقه مطالعاتی تشدید می‌گردد.

شکل ۱۱، پراکنش مقادیر امگا در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال را برای ماه فوریه نشان می‌دهد. در این ماه، هسته‌ای از امگای مثبت قوی بر روی شمال غرب ایران و هسته‌ای از امگای منفی بر روی عربستان قرار دارد. هسته‌ای از امگای مثبت قوی با ۰/۱۲ پاسکال بر ثانیه بر روی جنوب شرق ایران و پاکستان قرار دارد، زبانه‌ای از این امگای قوی بر روی منطقه مطالعاتی گسترش یافته است و پایداری و جو آرام را در این منطقه حاکم کرده است.

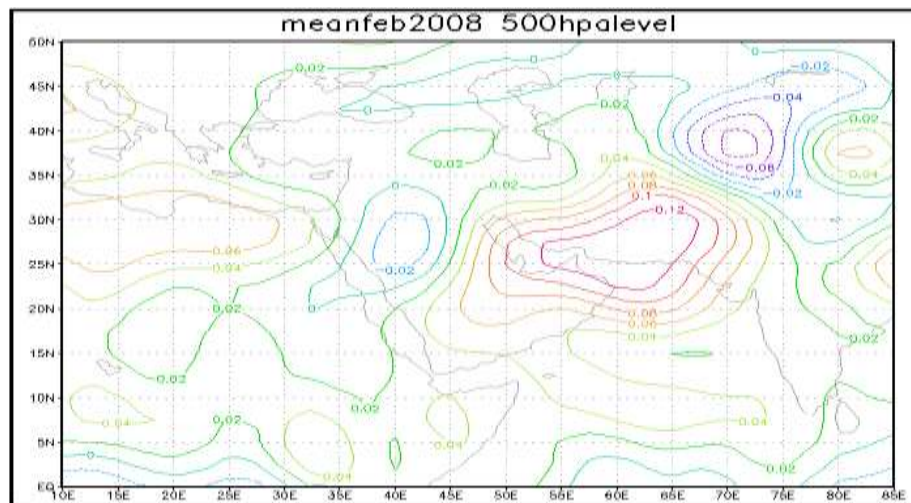
شکل ۱۲، پراکنش مقادیر امگا را در سال ۲۰۰۸ برای ماه فوریه در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد. در این ماه، یک هسته امگای منفی بر روی شمال عربستان تا طول جغرافیایی ۴۵ درجه گسترده شده است که همگرایی هوا را در این منطقه می‌رساند. از طول جغرافیایی ۴۵ تا ۶۴ درجه یا از غرب ایران تا افغانستان را هسته‌ای از امگای مثبت ۰/۱۲ پاسکال پوشانیده است که همگرایی هوا را در این منطقه مسلط کرده است. بر روی منطقه جنوب و جنوب غرب ایران، زبانه‌ای از این امگای مثبت قوی گسترده شده است. بر روی سودان و شرق مدیترانه نیز دو هسته با امگای مثبت ۰/۰۴ پاسکال تشکیل شده است که نشان از همگرایی سامانه‌های سودانی و مدیترانه‌ای می‌دهد. در نتیجه علاوه بر همگرایی بر روی منطقه مطالعاتی از ورود سامانه‌های سودانی و مدیترانه‌ای نیز جلوگیری می‌نماید.



شکل ۱۰. الگوی امگا در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب پاسکال بر ثانیه در ماه فوریه سال ۲۰۰۸



شکل ۱۱. الگوی امگا در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب پاسکال بر ثانیه در ماه فوریه سال ۲۰۰۸



شکل ۱۲. الگوی امگا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر حسب پاسکال بر ثانیه در ماه فوریه سال ۲۰۰۸

شکل ۱۳، موقعیت مراکز واچرخندی عربستان را در ماه فوریه سال ۲۰۰۸ در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد. با توجه به شکل، اکثر مراکز واچرخندی عربستان بر روی عربستان و اتیوپی متمرکزند. علاوه بر اینکه دامنه پوشش واچرخندی از عمیق شدن ناوه مدیترانه جلوگیری به عمل آورده از گسترش سامانه‌های سودانی بر روی جنوب و جنوب غرب ایران نیز جلوگیری می‌نماید.

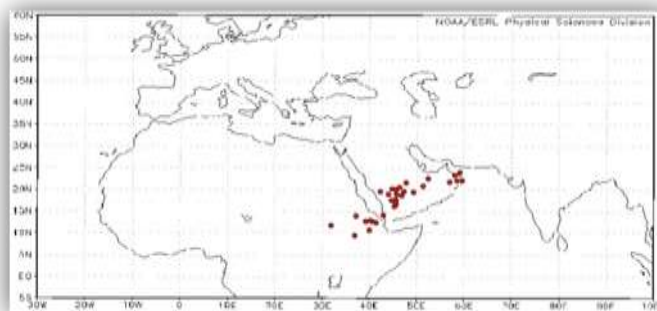
شکل ۱۴، پراکنش هسته مرکزی واچرخند عربستان در ماه فوریه بر روی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در سال ۲۰۰۸ را نشان می‌دهد. در ماه فوریه، نسبت به ماه قبل، هسته مراکز واچرخندی پراکنده‌تر گشته‌اند ولی اکثر هسته‌های مرکزی واچرخند موقعیت ماه قبل را دارند و در طول جغرافیایی ۴۰ تا ۵۰ درجه و عرض جغرافیایی ۱۰ تا ۲۰ درجه متمرکزند. در نتیجه، پشته حاصل از این مراکز، در این موقعیت جغرافیایی باعث جلوگیری از عمیق شدن ناوه مدیترانه می‌گردد و نفوذ سامانه‌های بارش‌زا به منطقه جنوب و جنوب غرب ایران کاهش می‌یابد.

شکل ۱۵، امتداد واچرخند عربستان در روزهای ماه فوریه سال ۲۰۰۸ را در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد شرایط ماه ژانویه با اندکی تغییر تکرار شده است و بنابراین همچنان نشان‌دهنده پایداری در منطقه جنوب غرب ایران است.

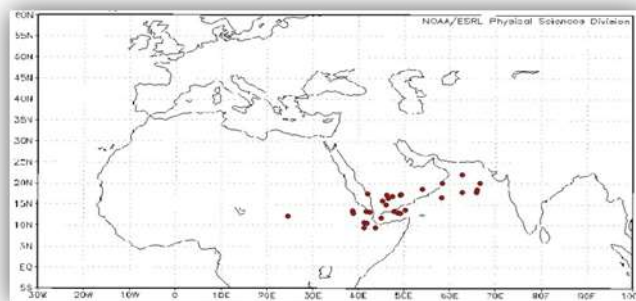
شکل ۱۶، امتداد محور اصلی واچرخند عربستان در روزهای ماه فوریه سال ۲۰۰۸ در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. در ماه فوریه، شرایط ماه قبل با اندکی تفاوت تکرار شده است. در نتیجه پایداری در منطقه جنوب و جنوب غرب ایران تکرار می‌شود.

شکل ۱۷ امتداد پشته در ماه فوریه سال ۲۰۰۸ در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، پشته از روی ایران تا شرق مدیترانه به صورت پراکنده گسترش یافته است و امتداد پشته عمدتاً شمالی - جنوبی است. الگوی گسترش سلول واچرخندی، تمام محدوده ایران و عربستان را دربر گرفته است. در نتیجه از گسترش سامانه‌های سودانی و بارش‌زا به منطقه مورد مطالعه جلوگیری می‌کند.

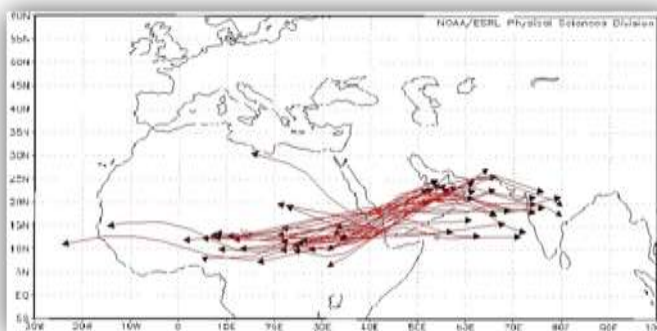
شکل ۱۸، امتداد پشته در ماه فوریه سال ۲۰۰۸ را در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد. در این ماه، شرایط پشته همانند ماه ژانویه است با این تفاوت که قدری به سمت شرق گسترش یافته‌اند. ولی تمرکز پشته‌ها بر روی ایران، عربستان و مصر همچنان حفظ شده است. در نتیجه پایداری را در منطقه مورد مطالعه می‌توان تأیید کرد.



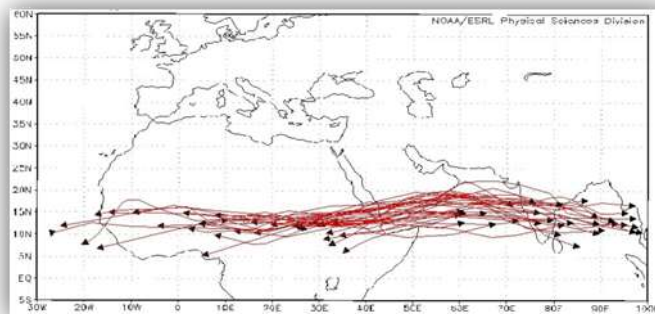
شکل ۱۳. موقعیت مراکز و اچرخندی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در روزهای ماه فوریه سال ۲۰۰۸



شکل ۱۴. موقعیت مراکز و اچرخندی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روزهای ماه فوریه سال ۲۰۰۸



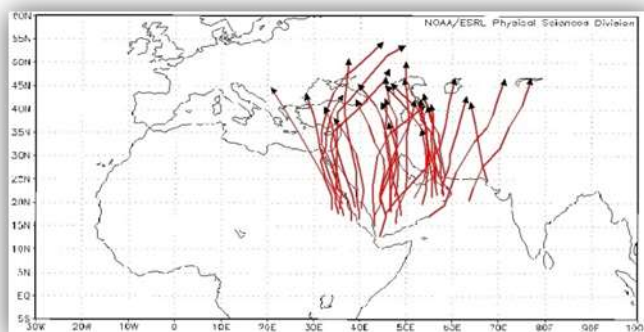
شکل ۱۵. امتداد محور و اچرخند تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در روزهای ماه فوریه سال ۲۰۰۸



شکل ۱۶. امتداد محور و اچرخند تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روزهای ماه فوریه سال ۲۰۰۸



شکل ۱۷. امتداد پشته تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در روزهای ماه فوریه سال ۲۰۰۸



شکل ۱۸. امتداد پشته تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روزهای ماه فوریه سال ۲۰۰۸

نتیجه‌گیری

شرایط همدیدی حاکم در تراز دریا حاکی از این است که در عمده موارد، منحنی هم‌فشار بسته‌ای بر روی آسیا قرار دارد که تا روی اروپا گسترش یافته و زبانه‌ای از آن از طرف شرق وارد ایران شده و علاوه بر اینکه پایداری را بر روی منطقه مورد مطالعه حاکم نموده است، از پیشروی کم‌فشار سودانی نیز بر روی منطقه مطالعاتی جلوگیری نموده است.

شرایط همدیدی حاکم در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز نشان‌دهنده این است که در اکثر موارد مرکز واچرخندی بسته‌ای بر روی عربستان قرار دارد که پشته حاصل از این واچرخند، تمام پهنه ایران را نیز دربر می‌گیرد. کم‌فشار سودانی تا روی دریای سرخ پیشروی کرده و از ادامه پیشروی آن توسط این واچرخند جلوگیری می‌شود.

شرایط همدیدی حاکم در تراز ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز حاکی از این است که در عمده موارد، مرکز واچرخند بسته‌ای به صورت شرقی - غربی بر روی عربستان قرار گرفته که علاوه بر اینکه از عمیق شدن ناوه مدیرانه‌ای جلوگیری می‌نماید، ناپایداری‌ها را نیز از جنوب ایران دور نموده و با حرکت واچرخندی باعث فرارفت هوای گرم و خشک عربستان به سمت جنوب و جنوب غرب ایران می‌گردد.

پراکنش مقادیر امگا در سطوح ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال حاکی از این است که در اکثر موارد، هسته‌ای از امگای مثبت بر روی منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است و یا اینکه زبانه‌ای از امگای مثبت بر روی منطقه مطالعاتی گسترش یافته است، در نتیجه همگرایی و پایداری را در منطقه مطالعاتی شاهد هستیم. بر روی عربستان نیز در عمده موارد هسته‌ای از امگای منفی قرار گرفته است که واگرایی و ناپایداری و در

نتیجه هوای گرم و خشک عربستان را بر روی منطقه مورد مطالعه فرارفت می‌نماید.

نتایج این تحقیق حاکی از این است که:

- هسته مرکزی پرفشار جنب‌حاره‌ای عربستان در ۶ ماهه بارشی سال جابه‌جایی عرضی قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد؛ بنابراین شروع و پایان دوره بارشی در ایران، ارتباط مستقیمی با جابه‌جایی عرضی پرفشار جنب‌حاره‌ای عربستان دارد. ملاحظه شد که هسته‌های مرکزی در ماه نوامبر گسترش عرضی و طولی قابل توجهی داشته و به تدریج با نزدیک شدن به ماه ژانویه، این هسته‌ها کاملاً به عرض‌های جنوبی جابه‌جا شده و در محدوده خلیج عدن و جنوب دریای سرخ متمرکز می‌شوند. این نظم، در تمرکز مراکز در ماه ژانویه از ماه‌های دیگر بیشتر است.

- در سال‌های خشک، هسته پرفشار عموماً بر روی شبه‌جزیره عربستان، اسیوتی، سودان و مصر متمرکز می‌شوند. قرارگیری هسته‌های پرفشار بر روی شبه‌جزیره عربستان و گسترش غربی - شرقی سلول‌های پرفشار سبب می‌شود که ناهه‌های مدیترانه‌ای به سمت عرض‌های بالاتر جابه‌جا شده و نیمه جنوبی کشور تحت تأثیر سامانه‌های بارشی قرار نگیرند.

- قرارگیری مراکز پرفشار بر روی شبه‌جزیره عربستان، اسیوتی، سودان و مصر، مانع از فعال شدن کم‌فشار سودان می‌شود؛ بنابراین یکی از سامانه‌های مهم و مؤثر بر بارش‌های کشور، عملاً از فعالیت بازمانده و حذف می‌شود.

- قرارگیری پرفشار جنب‌حاره‌ای بر روی عربستان سبب می‌شود، جریانات واچرخندی هوای گرم و خشک را منتقل کرده و در صورت وجود ناپایداری بر روی جنوب ایران، این ناپایداری‌ها به صورت طوفان‌های گرد و غبار ظاهر می‌شود.

همچنین نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین تمرکز امتداد واچرخند در اکثر روزها بر روی عربستان و سودان و به صورت شرقی - غربی است که نشانگر این است که واچرخند عربستان در اکثر موارد با واچرخند شمال آفریقا یکی شده است و ناهه‌های مدیترانه‌ای از جنوب کشور دور شده و بنابراین ناپایداری‌ها از جنوب ایران دور شده است؛ و حتی می‌توان گفت ناپایداری‌ها و بادهای غربی در صورت وجود، بیشتر به نیمه شمالی کشور منتقل گردیده و باعث ایجاد جو متلاطم در این مناطق جغرافیایی می‌گردد و امتداد پشته حاصل از واچرخند نیز در اکثر روزها بر روی ایران و عربستان قرار گرفته و به صورت شمالی - جنوبی است که نشان‌دهنده پایداری بر روی منطقه جغرافیایی مورد مطالعه است.

منابع

- احمدی گیوی، فرهنگ؛ ایران‌نژاد، پرویز؛ محمدنژاد، علیرضا (۱۳۸۹) اثر پرفشارهای جنب‌حاره و سیبری بر خشکسالی‌های غرب ایران، چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، تهران ۲۱-۲۳، صص. ۹-۵.
- بیات، حمید (۱۳۸۶) میزان تأثیر خشکسالی بر منابع آب شهرستان کاشمر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، استاد راهنما: شهریار خالدي، دانشگاه شهید بهشتی.
- جعفرپور، ابراهیم (۱۳۸۸) اقلیم‌شناسی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- چهاردولی، مجتبی (۱۳۸۳) اثرات خشکسالی بر منابع آب شهرستان ملایر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، استاد راهنما: حسن لشکری، دانشگاه شهید بهشتی.

- حجازی‌زاده، زهرا (۱۳۷۲) بررسی سینوپتیکی پرفشار جنب‌حاره‌ای در تغییر فصل ایران، پایان‌نامه دکتري، استاد راهنما: هوشنگ قائمی، دانشگاه تربیت مدرس.
- حمیدیان‌پور، محسن (۱۳۸۴) تحلیل دوره‌های خشکسالی دشت مشهد و میزان تأثیر آن بر منابع آب، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، استاد راهنما: شهریار خالدي، دانشگاه شهید بهشتی.
- خوش‌اخلاق، فرامرز (۱۳۷۷) تحقیقی در خشکسالی‌های فراگیر ایران با استفاده از تحلیل‌های سینوپتیکی، دکتری اقلیم‌شناسی، استاد راهنما: سعید جهانبخش اصل، دانشگاه تبریز.
- ذرین، آذر (۱۳۸۶) تحلیل پرفشار جنب‌حاره تابستان بر روی ایران، پایان‌نامه دکتري، استاد راهنما: هوشنگ قائمی، دانشگاه تربیت مدرس.
- رهنمایی، محمد تقی (۱۳۷۱) توان‌های محیطی ایران، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، تهران.
- سلیقه، محمد؛ صادقی‌نیا، علیرضا (۱۳۸۹) بررسی تغییرات مکانی پرفشار جنب‌حاره در بارش‌های تابستانه نیمه جنوبی ایران، جغرافیا و توسعه، ۱۷، صص. ۸۳-۹۸.
- صادقی، سلیمان؛ علیجانی، بهلول؛ سلیقه، محمد؛ حبیبی نوخندان، مجید؛ قهرودی تالی منیژه (۱۳۸۷) تحلیل همدیدی و اچرخندها بر خشکسالی‌های فراگیر خراسان، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۱۰، صص. ۱۰۵-۱۱۸.
- کریمی احمدآباد، مصطفی (۱۳۸۶) تحلیل منابع تأمین رطوبت بارش‌های ایران، پایان‌نامه دکتري، دانشگاه تربیت مدرس.
- کریمی نظر، مریم؛ مقدم‌نیا، علیرضا؛ مساعدي، ابوالفضل (۱۳۸۹) بررسی عوامل اقلیمی مؤثر بر وقوع خشکسالی (منطقه زابل)، پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، شماره ۱، صص. ۱۴۵-۱۵۸.
- لشکری، حسن (۱۳۷۵) الگوی سینوپتیکی بارش‌های شدید جنوب و جنوب غرب ایران، پایان‌نامه دکتري، استاد راهنما: هوشنگ قائمی، دانشگاه تربیت مدرس.
- مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۹۰) اقلیم‌شناسی همدید، دانشگاه اصفهان، اصفهان.
- Fink, A.H; Brucher, T; Kruge, A; Leckebusch, G.C; Pinto, J.G; Ulbr, W. (2004) The 2003 European Summer Heatwaves and Drough-Synoptic Diagnosis and Impacts. **Royal Meteorologic Society**, 8, pp.216-209.
- Bordi. I; Sutera, A. (2007) **Drought Monitoring and Forecasting at Large Scale, in: (Rossi, G, Methods and Tools for Drought Analysis and Management)**, 62, Water Science and Technology Library, pp 3-27, pp.3-27.
- Bond, N.R.; Lake, P.S; Arthington, A.H. (2008) The impacts of droughton freshwater ecosystems: an Australia nerspective. **Hydrobiologia**, 600, pp.3-16.
- Buntgen,U; Trouet, V; Frank, D.; Leuschner H.H.; Friedrichs, D. (2010) Tree-ring indicators of German summer drought over the last millennium. **Quaternary Science Reviews**, 29: 1005-1016.
- Katsoulis, B; Makrogiannis, T; Goutsidou, Y. (1998) Monthly anticyclonicity in Southern Europe and Mediterranean region, **Journal of Theoretical and Applied Climatology**, 59, pp.51-59.

