

تأثیر سامانه‌های بندالی جو بر وقوع و استمرار دوره‌های خشک غرب و شمال غرب ایران

دکتر حسن ذوالفقاری*، دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه رازی کرمانشاه

دکتر جعفر معصوم پور سماکوش، استادیار گروه جغرافیای دانشگاه رازی کرمانشاه

الهه رشیدی ناصرخانی، کارشناس ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه رازی کرمانشاه

مرتضی میری، دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

چکیده

ناهنجاری‌های جوی به دلیل تغییرات سیستم‌های فشار در سطح زمین و سطوح بالایی جو ایجاد می‌شوند. سیستم‌های بندالی یکی از مهم‌ترین پدیده‌های جوی هستند که ناهنجاری‌های هواشناسی و آب و هواشناسی مهمی را در سطح منطقه‌ای و جهانی موجب می‌گردند. هدف این مطالعه، بررسی تأثیر پدیده بندال روی دوره‌های خشک غرب و شمال غرب ایران است. در این راستا داده‌های روزانه و ماهانه بارندگی طی یک دوره آماری مشترک سی ساله (۱۹۷۷-۲۰۰۶)، برای ۱۱ ایستگاه سینوپتیک در منطقه‌ی مورد مطالعه دریافت شدند و با استفاده از شاخص استاندارد شده‌ی بارش (SPI)، ۱۸ دوره‌ی خشک ماهانه در سه رده‌ی خشکی شدید، متوسط و ملایم به دست آمد. نتایج حاصل از نقشه‌های هم‌دیدگی در ترازهای مختلف جو (تراز دریا، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال)، نشان داد الگوهای جوی حاکم بر دوره‌های خشک منطقه یکسان نیستند، به طوری که سیستم‌های بندال اسکاندیناوی و شمال اروپا در دوره‌های خشک شدید تأثیر بیش‌تری دارند، در حالی که برای دوره‌های خشک متوسط نقش سیستم بندال سیبری بارزتر است. در دوره‌های خشک شدید، به ویژه ماه‌های ژانویه و فوریه، سیستم بندال اسکاندیناوی و شمال اروپا با زبانه‌های پرفشار سیبری ادغام شده و سیستم مانع قوی‌تری را شکل می‌دهند. شکل‌گیری این سیستم واحد، به صورت مانعی برای گسترش و نفوذ سیستم‌های باران‌زا به سمت ایران و از جمله غرب و شمال غرب عمل می‌کند. دوره‌های خشک ضعیف عموماً در اوایل فصل سرد و یا در ماه می رخ می‌دهند. بررسی الگوهای هم‌دیدگی حاکم در این دوره نشان داد که سامانه‌ی پرفشار آזור عامل اصلی وقوع دوره‌های خشک ملایم در غرب و شمال غرب ایران محسوب می‌گردد.

واژگان کلیدی

بندال جوی، شاخص SPI، دوره‌های خشک، غرب و شمال غرب ایران.

۱- مقدمه

بروز خشک‌سالی به عنوان یک ناهنجاری جوی، پدیده‌ای است طبیعی که ریشه در تغییرپذیری اقلیم و مهم‌تر از همه، گردش عمومی جو دارد. با توجه به این مهم می‌توان گفت که سیستم‌های کنترل‌کننده‌ی گردش عمومی جو، سیکلون‌ها، آنتی‌سیکلون‌ها و جبهه‌های هوا می‌باشند که آب و هوای عرض‌های میانه‌ی کره‌ی زمین را کنترل می‌کنند؛ بنابراین علل بروز خشک‌سالی‌ها را باید در تغییرات و ناهنجاری الگوهای جوی جستجو کرد. یکی از این ناهنجاری‌ها، بندال جوی یا همان سیستم مانع می‌باشد. پدیده‌ی بندال به عنوان یکی از ناهنجاری‌های جوی در شناخت دوره‌های خشک می‌تواند بسیار موثر باشد.

سیستم‌های مانع سبب به هم خوردن نظم جریانات بادهای غربی شده و جریان‌های مدارای را به نصف‌النهاری تبدیل می‌کنند (بوشر، ۱۳۸۰، ۴۷-۴۳). رودباد غربی عرض‌های میانه و گسترش شرق سوی سیستم‌های همدیدی مداوماً به واسطه‌ی دوره‌های طولانی مدت بندال جوی قطع می‌شوند و می‌توانند با وضعیت جوی فرین همانند خشک‌سالی‌ها در تابستان و دوره‌های سرد شدید در زمستان مرتبط شوند (Joanna L. Pelly, 2001). این پدیده، توسط شارش غالب بادهای غربی دورقطبی در منطقه‌ی برون حاره به‌واسطه‌ی حضور سیستم پرفشار ساکن مشخص می‌شود که حداقل به مدت چند روز ماندگاری دارد (Rex, 1950: Dole and Gordon, 1983: Lupo and Smith, 1995).

آب و هواشناسی بندال جوی می‌تواند به فهم بهتر دینامیک پدیده‌ها کمک کند و هم‌چنین برای ارزیابی ارتباط آن با وقایع اقلیمی و تغییر اقلیم مفید باشد. به خصوص زمانی فایده‌ی بیش‌تری خواهد داشت که ساختار پدیده‌ها، مقیاس فضایی، شدت، مدت، موقعیت و تکامل فضایی- زمانی آن‌ها مورد بررسی قرار بگیرند (Croci-Maspoli et al. 2006). بنابراین، سیستم بندال به عنوان پدیده‌ای ذاتاً دینامیک مطرح بوده و پیش-بینی آن می‌تواند پیش‌بینی وضعیت هوا را در مقیاس زمانی متوسط و کوتاه مدت بهبود بخشد (pavan et al. 2000: Shabbar et al. 2001: Trigo et al. 2004: Scherrer et al. 2006).

اولین بررسی‌ها در سال ۱۹۵۰ توسط رکس^۱ انجام شد، مطالعات وی نشان داد که بندال‌ها، وابسته به آنتی سیکلون در سطح زمین هستند و از نظر پراگندگی جغرافیایی، شمال شرق اقیانوس آرام و اطلس را از مناطق مهم در ایجاد این پدیده ذکر کرده است. رکس (۱۹۵۰) وقایع بندال را در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال تحت شرایط زیر تعریف کرده است:

- ✓ جریانات غربی باید دو شاخه شوند؛
- ✓ هر کدام از شاخه‌ها باید توده هوای مشخصی را انتقال دهند؛
- ✓ سیستم جت زوجی باید حداقل بیش از ۴۵ درجه طول جغرافیایی گسترش یابد؛
- ✓ انتقال سریع در بادهای غربی از جریان مدارای به نصف‌النهاری؛
- ✓ الگو باید حداقل برای ۱۰ روز تداوم داشته باشد.

کولن^۲ (۱۹۸۲) در بررسی پدیده‌ی بندال در دو نیم‌کره‌ی شمالی و جنوبی نشان داد که شدت و ماندگاری این پدیده در نیم‌کره‌ی شمالی بیش‌تر از نیم‌کره‌ی جنوبی است. ناکس و گلافورد^۳ (۱۹۹۰) ارتباط بین ماه‌های خشک و مرطوب فلات کانادا را با ناهنجاری‌های گردش عمومی در یک دوره‌ی ۴۰ ساله بررسی کردند. نتایج

^۱. Rex

^۲. Couglan

^۳. Knox and Glawford

آن‌ها نشان داد که تأثیر بندال روی شمال اقیانوس اطلس و آرام باعث ایجاد دوره‌های خشک و مرطوب به ویژه در فصل بهار می‌شود.

کاراجا^۱ و همکاران (۲۰۰۰) در تحقیقی تغییرپذیری مسیرهای سیکلونی بر روی ترکیه را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها بیان کردند که سامانه‌های بندالی طی مدت فعالیت نقش مهمی را در ایجاد دوره‌های خشک این منطقه ایفا می‌کنند. لیمتران^۲ و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی خشک‌سالی‌های بلغارستان نشان دادند که آنتی سیکلونها مانع اروپای مرکزی و غربی در فصل پاییز و تابستان موجب خشک‌سالی شمال و شمال غرب بلغارستان شده‌اند. هم‌چنین یافته‌های آن‌ها گویای این نکته بود که در فصل زمستان پرفشار سیبری عامل مهمی در ایجاد خشک‌سالی در شرق بلغارستان است. در بررسی بندال و تأثیر آن بر اروپا-اطلس، تریگو^۳ (۲۰۰۴)، آشکار ساخت که سامانه‌های بندالی در بهار و اواخر زمستان به حداکثر قدرت خود می‌رسند و در فصل پاییز و تابستان حداقل روزهای همراه با این سیستم‌ها مشاهده می‌شود. وی هم‌چنین به بررسی ارتباط بندال با ناهنجاری دمایی و بارشی پرداخت که نتایج ارتباط معناداری را نشان دادند.

هریرا^۴ و همکاران (۲۰۰۷) خشک‌سالی سال ۲۰۰۴-۲۰۰۵ شبه جزیره ایبری را مطالعه کردند. یافته‌ها نشان داد که بندال عامل ایجاد خشک‌سالی در طول زمستان بوده است. وانگ^۵ و همکارانش (۲۰۰۹) تغییرات بندال را در منطقه‌ی کوهستانی اورال در فصل زمستان در ارتباط با اقلیم آسیای شرقی بررسی کردند. با توجه به بررسی‌های انجام شده تغییرات پرفشار سیبری تا حدود زیادی با بندال اورال در ارتباط بوده است. بررسی‌ها نشان داد که در دهه ۱۹۷۰ بندال اورال به سمت شرق تمایل داشته و اثر اقلیمی فراوانی در منطقه به وجود آورده است و در شرایط ادغام با پرفشار سیبری اثر آن قوی تر شده و عاملی برای به وجود آمدن زمستان‌های گرم و خشک در آسیای شرقی شده است.

عزیزی (۱۳۷۵ و ۱۳۷۸) در تشریح چگونگی شکل‌گیری پدیده‌ی بندال و نقش آن بر آب و هوای ایران نشان داد که توپوگرافی و ناهنجاری دمایی نقش مهمی در ایجاد بندال ایفا می‌کنند. خوش اخلاق (۱۳۷۶) نیز نقش سیستم‌های مانع را در بروز خشک‌سالی‌های فراگیر ایران بی‌تأثیر ندانست. حبیبی (۱۳۸۵) در تحقیقی به بررسی هم‌دید دینامیک سامانه‌های بندالی و تأثیر آن‌ها بر روی ایران پرداخت. وی بیان کرد که چرخندهای غرب مدیترانه و یا اقیانوس اطلس از نظر بارشی تأثیری روی کشور ندارند و فقط گرما و خشکی را برای کشور به ارمغان می‌آورند، او هم‌چنین (۱۳۸۶) عامل ایجاد بارش سیل‌آسای مارس ۲۰۰۰ را که در غرب ایران اتفاق افتاد، وجود یک بندال امگایی در روی اطلس و غرب مدیترانه می‌داند که با ایجاد ناوه عمیق روی غرب ایران باعث ایجاد سیلاب شد. صادقی و همکاران (۱۳۷۹) در مطالعه‌ی خشک‌سالی خراسان آشکار ساختند که الگوهای واچرخندی، بیش‌ترین سهم را در خشک‌سالی‌های منطقه داشته‌اند. آن‌ها هم‌چنین اظهار داشتند که وقوع دوره‌های خشک ماهانه خراسان، ناشی از تشدید فعالیت پرفشار سیبری و پرفشار جنب حاره‌ای آזור و ادغام آن‌ها در منطقه‌ی خاورمیانه است. عزیزی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی و تحلیل هم‌دید موج سرمای شدید و فراگیر ژانویه ۲۰۰۸ نشان دادند که در سراسر این ماه سامانه‌های بندال زوجی

^۱. Karaca

^۲. Liemtran.c

^۳. Trigo

^۴. Herrera

^۵. Wang

در کشور به‌طور مداوم حاکمیت داشت که به دنبال تشکیل این سامانه، فرارفت هوای سرد باعث شکل‌گیری دوره‌های سرد در کشور شد.

مطالعات انجام شده در خارج و داخل ایران نشان می‌دهد که یکی از عوامل اصلی ایجاد دوره‌های خشک و مرطوب شدید یا عبارتی دیگر پدیده‌های حدی در اقلیم‌شناسی، شکل‌گیری الگوهای بندالی در اشکال مختلف است. وسعت الگوهای بندالی به گونه‌ای است که گاهی منطقه‌ی وسیعی از اروپا و آسیا را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از این‌رو این پژوهش سعی بر آن دارد که با استفاده از داده‌های طولانی مدت دما و بارش و مشخص نمودن دوره‌های خشک، و استفاده از نقشه‌های ترازهای مختلف جو الگوهای بندالی ایجادکننده‌ی دوره‌های خشک منطقه‌ی غرب و شمال غرب ایران را شناسایی و مورد تحلیل قرار دهد. چون اساس این پژوهش و نتایج آن بر بارش و دما است، لذا سعی شده این دو عنصر با هم مقایسه گردیده و نهایتاً نتیجه‌گیری به عمل آید. در واقع دوره‌های خشک بر اساس نمره استاندارد بارش و دما شناسایی شده و سپس شرایط همدیدی آن‌ها نیز مطالعه شده است.

۲- روش شناسی تحقیق

در مطالعه‌ی حاضر به منظور بررسی و مطالعه‌ی تاثیر پدیده‌ی بندال بر دوره‌های خشک غرب و شمال غرب ایران از روش‌های آماری - همدیدی استفاده شده است. در این راستا داده‌های روزانه و ماهانه‌ی بارندگی و دما طی یک دوره آماری مشترک سی ساله (۲۰۰۶-۱۹۷۷)، برای ۱۱ ایستگاه سینوپتیک منطقه مورد مطالعه (شکل ۱) از آرشیو سازمان هواشناسی دریافت شد و با استفاده از روش‌های آماری مناسب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. انتخاب ایستگاه‌ها به گونه‌ای بود که از پوشش مناسبی در منطقه برخوردار باشند. برای مشخص شدن دوره‌های خشک از شاخص SPI استفاده شده است. بدین ترتیب ۱۸ دوره‌ی خشک ماهانه در سه رده‌ی خشکی شدید، متوسط و ملایم به دست آمده است که مشخصات آن در جدول (۲) ذکر شده است.

شاخص بارش استاندارد شده^۱:

این شاخص که شاخص خشک‌سالی SPI نیز نامیده می‌شود، برای بررسی تأثیرات متفاوت کمبود بارش بر آب‌های زیرزمینی، ذخایر و منابع آب سطحی، رطوبت خاک و جریان آبراهه توسط مک کی و همکاران (۱۹۹۳)، تدوین شده و برای هر منطقه براساس سری بارندگی‌های طولانی مدت آن و بازه‌های زمانی کوتاه مدت (۱، ۳، ۶، ۹ ماهه)، و بلند مدت (۱۲، ۱۸، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ماهه) محاسبه می‌شود (شاهیان و همکاران، ۱۳۸۸: ۲). محاسبه‌ی این شاخص مستلزم برآزش مناسب‌ترین توزیع احتمالاتی به سری زمانی طولانی مدت داده‌های بارندگی، در هر ایستگاه است که معمولاً توزیع گاما مناسب‌ترین آن می‌باشد که پس از محاسبه‌های لازم و تعیین پارامترهای مربوطه، نمایه SPI به صورت زیر محاسبه می‌شود (عیوضی و همکاران، ۱۳۸۸، ۱۴۹).

$$Z = \frac{Xi - \bar{X}}{SD}$$

Z شاخص استاندارد بارش

^۱. Standardized Precipitation Index(SPI)

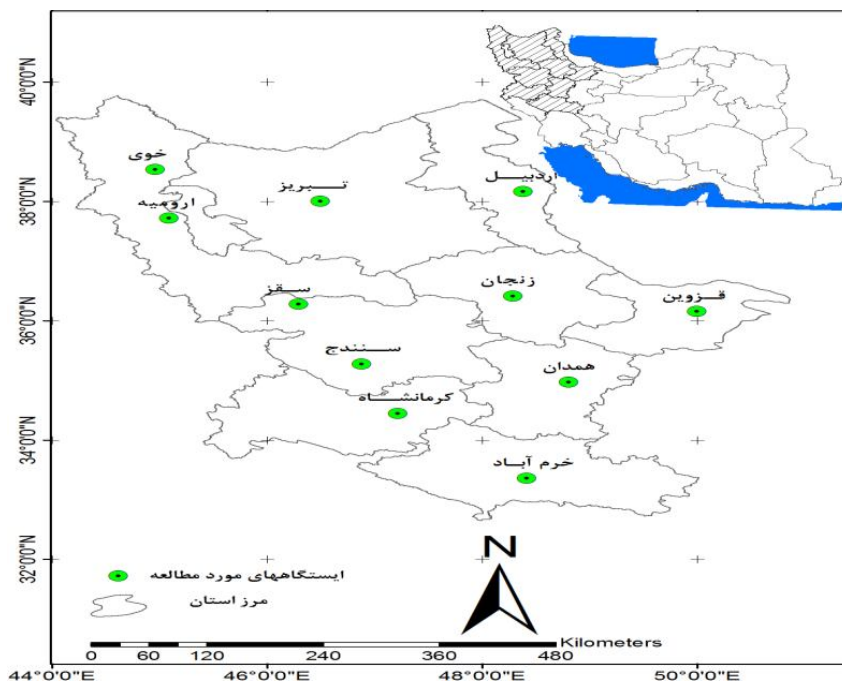
X_i بارش یک دوره معین
 \bar{X} بارش متوسط دراز مدت
 SD انحراف معیار داده‌ها

پس از محاسبه‌ی مقدار SPI در هر بازه‌ی زمانی، وضعیت رطوبتی با توجه به مقدار آن بر اساس جدول (۱) به چند طبقه‌ی مشخص و قابل ارزیابی تقسیم می‌شود. مقدار مثبت SPI نشان دهنده‌ی بارندگی بیش از بارندگی متوسط بوده و مقدار منفی آن عکس این قضیه را نشان می‌دهد.

جدول (۱) تقسیم بندی شاخص بارش استاندارد SPI (مک کی و همکاران، ۱۹۹۳)

وضعیت رطوبتی	مقدار SPI
بدون خشک‌سالی	$SPI \geq 0$
خشک‌سالی ملایم	۰ تا -۰/۹۹
خشک‌سالی متوسط	-۱ تا -۱/۴۹
خشک‌سالی شدید	-۱/۵۰ تا -۱/۹۹
خشک‌سالی بسیار شدید	$SPI \leq -۲$

سپس با استفاده از دوره‌های خشک ماهانه‌ی به دست آمده، دوره‌های خشک روزانه استخراج گردید. برای مطالعه‌ی همدیدی و چگونگی رخداد دوره‌های خشک، با مراجعه به وب سایت سازمان NOAA داده‌های ساعتی (ساعت‌های ۰۰، ۱۸، ۱۲، ۶، گرینویچ) شامل: ارتفاع ژئوپتانسیل متر و فشار سطح دریا دریافت شد و با استفاده از نرم افزار GrADS نقشه‌های میانگین فشار سطح دریا و ارتفاع ژئوپتانسیلی سطح ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال و هم‌چنین آنومالی‌های سطوح ذکر شده تهیه گردید.



شکل (۱): پراکنش جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در غرب و شمال غرب ایران

جدول (۲): مشخصات دوره‌های خشک ماهانه‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه (۱۹۷۷-۲۰۰۶).

(سطرهای پر رنگ، ماه‌های منتخب می‌باشند)

شماره موج	ماه	سال	وضعیت خشکی	شاخص SPI
۱	آوریل	۱۹۷۸	شدید	-۱/۵۲
۲	ژانویه	۱۹۸۷	شدید	-۱/۶۴
۳	آوریل	۱۹۸۹	شدید	-۱/۶۵
۴	دسامبر	۱۹۹۵	شدید	-۱/۵۵
۵	فوریه	۱۹۷۷	شدید	-۱/۶۵
۶	ژانویه	۲۰۰۱	شدید	-۱/۶۵
۷	می	۱۹۸۷	متوسط	-۱/۱۴
۸	ژانویه	۱۹۵۵	متوسط	-۱/۱۳
۹	مارس	۱۹۵۵	متوسط	-۱/۰۴
۱۰	فوریه	۲۰۰۱	متوسط	-۱/۱۶
۱۱	آوریل	۲۰۰۱	متوسط	-۱/۱۵
۱۲	مارس	۲۰۰۶	متوسط	-۱/۱۱
۱۳	می	۱۹۸۰	ملایم	-۰/۵۳
۱۴	اکتبر	۱۹۸۵	ملایم	-۰/۵
۱۵	اکتبر	۱۹۹۵	ملایم	-۰/۷۱
۱۶	نوامبر	۱۹۹۵	ملایم	-۰/۷۴
۱۷	مارس	۲۰۰۲	ملایم	-۰/۵
۱۸	اکتبر	۲۰۰۲	ملایم	-۰/۵۳

۳- یافته‌های تحقیق

نقشه‌های ۱۸ دوره‌ی خشک ماهانه در تراز دریا و سطوح ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند که در ادامه نتایج حاصل از آن‌ها ارائه می‌شوند. جدول (۳)، نتایج توصیفی بررسی و تحلیل نقشه‌های سطوح میانی و تراز دریا را برای دوره‌های خشک شدید نشان می‌دهد. نتیجه‌ی تحلیل‌ها و هم‌چنین داده‌های جدول (۳) بیانگر آن است که رخداد دوره‌های خشک طی دو دوره زمانی مختلف اتفاق می‌افتد. دوره‌ی اول و الگوی منطبق با آن در اواخر فصل سرد و اوایل بهار می‌باشد. در این دوره با کاهش فعالیت پرفشار سیبری و محدود شدن منطقه تحت تاثیر آن، سیستم‌های بندالی اورال و شمال اروپا به ترتیب با جهت‌گیری شمالی- جنوبی و شمال غربی - جنوب شرقی منطقه غرب و شمال غرب ایران را پوشش می‌دهند. دوره‌ی دوم در ماه‌های زمستان از دسامبر تا فوریه رخ می‌دهد. این دوره و الگوی مطابق با آن، با افزایش فعالیت پرفشار سیبری همراه است. در این دوره پرفشار سیبری با زبانه‌های پرفشار آوزر از طریق شمال آفریقا و اروپا ترکیب شده و کمربند پرفشاری را ایجاد می‌کند که از نفوذ سیکلون‌ها و سیستم‌های بارش را ممانعت به عمل می‌آورد.

جدول (۳): مشخصات دوره‌های خشک ماهانه‌ی شدید

سال	ماه	میزان ارتفاع روی غرب و شمال غرب کشور		میزان فشار مرکزی سیستم به هکتوپاسکال	موقعیت قرار گیری سیستم پرفشار	نوع سیستم تأثیرگذار روی غرب و شمال غرب	جهت‌گیری محور پشته
		سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۵۰۰ hpa				
۱۹۷۸	آوریل	۳۰۷/۵	۵۷۲/۵	۱۰۲۰	اسکاندیناوی	بندال زوجی	شمال غربی - جنوب شرقی
۱۹۸۷	ژانویه	۳۰۷/۵	۵۷۰	۱۰۴۰	سیبری	بندال امگایی	شمال شرقی - جنوب غربی
۱۹۸۹	آوریل	۳۱۲/۵	۵۷۵	۱۰۲۳	اورال	بندال امگایی	شمالی - جنوبی
۱۹۹۵	دسامبر	۳۰۷/۵	۵۶۵	۱۰۴۰	سیبری	بندال زوجی	شمال شرقی - جنوب غربی
۱۹۷۷	فوریه	۳۱۰	۵۷۰	۱۰۴۰	سیبری	پشته سیبری	شمال شرقی - جنوب غربی
۲۰۰۱	ژانویه	۳۰۷/۵	۵۶۵	۱۰۴۰	سیبری	پشته سیبری	شمال شرقی - جنوب غربی

با توجه به جدول (۴)، دوره‌های خشک متوسط اکثراً در ماه‌های ژانویه و فوریه اتفاق افتاده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که در این هنگام پرفشار سیبری در نهایت گسترش خود قرار دارد و با جهت‌گیری جنوب‌غربی علاوه بر غرب و شمال‌غرب، جنوب‌غرب کشور را هم در بر گرفته است. بررسی‌ها نشان می‌دهند که در این الگو نیز پرفشار دینامیکی آزور تا شمال آفریقا امتداد می‌یابد، که در این حالت زبانه‌های آن با پرفشار سیبری ادغام شده و نهایتاً کمربند پرفشاری از سیبری تا شمال آفریقا شکل می‌گیرد. همان‌طور که از جدول (۴) بر می‌آید در ماه‌های مارس و آوریل بندالی شدن جریان‌های غربی در منطقه اورال و سیبری باعث ایجاد دوره‌ی خشک با درجه متوسط روی غرب و شمال‌غرب ایران شده است.

جدول (۴): مشخصات دوره‌های خشک ماهانه‌ی متوسط

سال	ماه	میزان ارتفاع روی غرب و شمال غرب کشور		میزان فشار مرکزی سیس	موقعیت قرار گیری سیستم پرفشار	نوع سیستم تأثیرگذار روی غرب و شمال غرب کشور	جهت‌گیری محور پشته
		سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۵۰۰ hpa				
۱۹۸۷	می	۳۱۵	۵۸۲/۵	۱۰۴۰	جزایر آزور	پرفشار دینامیکی	جنوبی - شمالی
۱۹۹۵	ژانویه	۳۰۷/۵	۵۶۵	۱۰۴۲	سیبری	پشته سیبری	شمالی - جنوبی
۱۹۹۵	مارس	۳۰۷/۵	۵۷۰	۱۰۳۰	اورال	بندال اورال	شمالی - جنوبی
۲۰۰۱	فوریه	۳۰۵	۵۶۰	۱۰۴۰	سیبری	پشته سیبری	شمال شرقی - جنوب غربی
۲۰۰۱	آوریل	۳۱۰	۵۷۵	۱۰۲۲	اورال	بندال امگایی	شمال غربی - جنوب شرقی
۲۰۰۶	مارس	۳۰۷/۵	۵۶۷/۵	۱۰۳۰	سیبری	پشته سیبری	شمالی - جنوبی

آن گونه که از جدول (۵) نمایان است اکثر دوره‌های خشک ملایم در اوایل پاییز و یا در ماه می رخ داده‌اند. با توجه به الگوی نقشه‌ها، در این هنگام پرفشار سیبری ضعیف بوده و به داخل کشور گسترش نمی‌یابد. از طرف دیگر هنوز بادهای غربی به داخل کشور نفوذ نکرده‌اند و اگر سیستم بندالی ایجاد شود تأثیری روی غرب و شمال غرب ندارد و نفوذ آن به عرض‌های بالاتر از ۴۵ درجه محدود می‌شود. بنابراین به سبب اینکه بادهای غربی هنوز در داخل کشور گسترش چندانی ندارند حضور زبانه‌های پرفشار دینامیکی آזור روی منطقه سبب پایداری و نزول هوا شده و در نهایت سبب رخداد دوره‌های خشک در منطقه مورد مطالعه شده‌اند.

جدول (۵): مشخصات دوره‌های خشک ماهانه‌ی ملایم

سال	ماه	میزان ارتفاع روی غرب و شمال غرب کشور		میزان فشار مرکزی سیستم hpa	موقعیت قرار گیری پرفشار	نوع سیستم تأثیر گذار روی غرب و شمال غرب کشور	جهت گیری محور پشته
		سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۵۰۰ hpa				
۱۹۸۰	می	۳۱۲/۵	۵۸۰	۱۰۲۰	شمال اسکاندیناوی	پرفشار دینامیکی آזור	شمال شرقی - جنوب غربی
۱۹۸۵	اکتبر	۳۱۲/۵	۵۸۰	۱۰۲۴.۵	اروپا	پرفشار دینامیکی آזור	شمالی - جنوبی
۱۹۹۵	اکتبر	۳۱۲/۵	۵۸۰	۱۰۲۴.۵	اروپا	پرفشار دینامیکی آזור	شمال شرقی - جنوب غربی
۱۹۹۵	نوامبر	۳۱۰	۵۷۵	۱۰۳۴	اروپا	ادغام پشته سیبری و پشته مانع روی اروپا	شمالی - جنوبی
۲۰۰۲	اکتبر	۳۱۷/۵	۵۸۲/۵	-	جزایر آזור	پشته دینامیکی آזור	جنوبی - شمالی
۲۰۰۲	مارس	۳۰۷/۵	۵۷۰	۱۰۲۷	سیبری	پشته سیبری	شمال شرقی - جنوب غربی

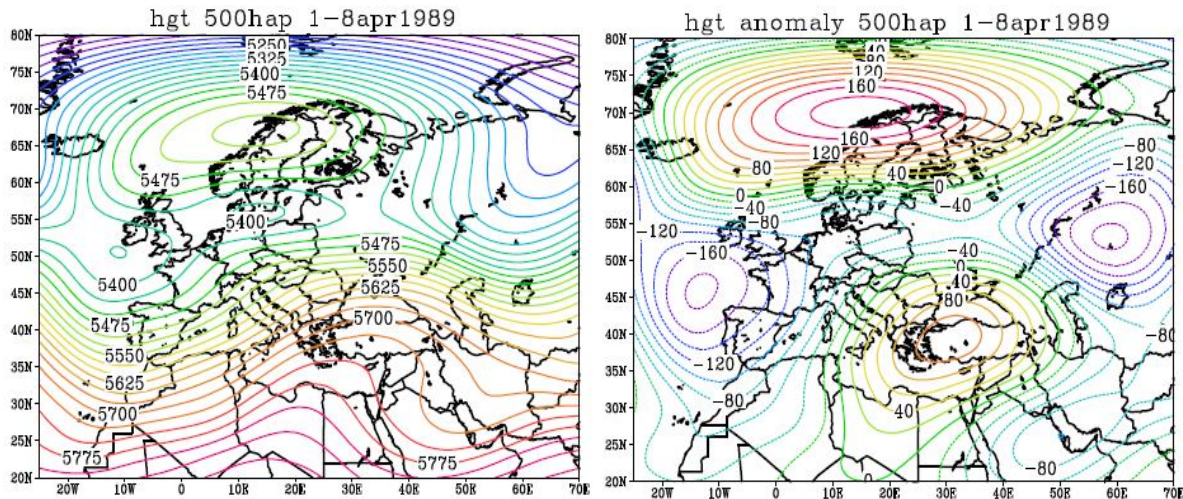
۳-۱ بررسی همدید دوره‌های خشک

معیار انتخابی برای تعیین دوره‌های خشک این بود که اولاً اکثر ایستگاه‌ها خشک باشند (یعنی اصلاً بارشی گزارش نشده باشد)، ثانیاً مدت استمرار دوره‌های خشک روزانه یک هفته یا بیش‌تر باشد. در این قسمت، از بین موارد خشکی شدید و متوسط، از هر کدام یک دوره خشک روزانه انتخاب شد و نقشه‌های سطوح ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال و تراز دریا و هم‌چنین نقشه‌های آنومالی سطوح مذکور بررسی شده‌اند.

۳-۱-۱ مطالعه موردی: روزهای یکم تا هشتم آوریل ۱۹۸۹ (دوره‌ی خشک شدید)

با توجه به نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۳)، عامل ایجاد این دوره خشکی شدید، بن‌دال امگای مستقیم است. این پراترفاع سبب شده که میزان ارتفاع در نیمه غربی به ۵۷۰ ژئوپتانسیل دکامتر برسد. به‌طور کلی این واچرخند قوی با همگرا کردن جریان‌های تراز میانی جو سبب نزول و فرونشینی هوا شده است.

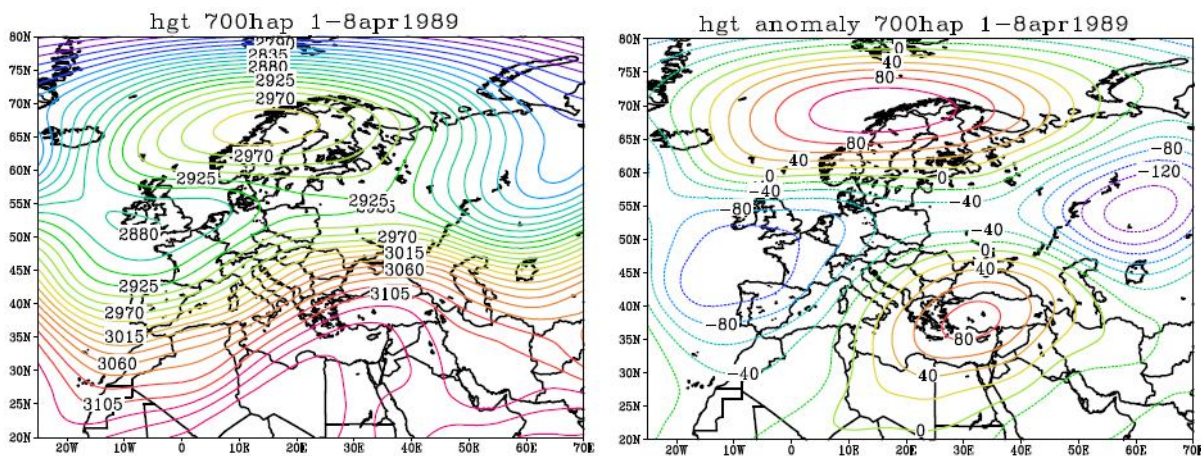
نقشه‌ی آنومالی (شکل ۲) نیز یک ناهنجاری مثبت را روی حوضه‌ی شرقی مدیترانه نشان می‌دهد که ارتفاع مرکزی آن ۱۰۰ متر بالاتر از میانگین است. زبانه‌های شرقی این پر ارتفاع، غرب و شمال غرب ایران را پوشش داده‌اند، به طوری که میزان آنومالی آن در منطقه‌ی مورد مطالعه به $+۵۰$ متر می‌رسد.



شکل (۲) نقشه‌ی آنومالی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱-۸) آوریل ۱۹۸۹ شکل (۳) نقشه‌ی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱-۸)

آوریل ۱۹۸۹

الگوی نقشه‌های ۷۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۵)، نشان می‌دهد که پشته مانع از طول جغرافیایی ۱۰ درجه شرقی تا ۵۰ درجه شرقی کشیده شده است. این شرایط سبب انتقال هوای گرم از قسمت شرقی پشته به سمت عرض‌های بالا می‌شود. میزان ارتفاع مرکزی پشته ۲۹۵ ژئوپتانسیل دکامتر است که روی شمال اروپا مستقر شده است. امتداد جنوبی زبانه‌های این سیستم روی منطقه‌ی غرب به ۳۱۰ ژئوپتانسیل دکامتر می‌رسد. نقشه‌ی آنومالی این تراز (شکل ۴) نشان می‌دهد که ارتباط ناهنجاری‌های منفی روی اورال و غرب اروپا قطع شده و در نتیجه دو سلول با آنومالی مثبت روی شمال اروپا و شرق مدیترانه ایجاد شده است که میزان ارتفاع مرکزی سلول در شرق مدیترانه $+۷۵$ متر و در نیمه غربی ایران $+۲۵$ متر می‌باشد. دامنه‌ی ناهنجاری در این سطح نسبت به سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال گسترده تر شده و سراسر ایران را پوشش می‌دهد.

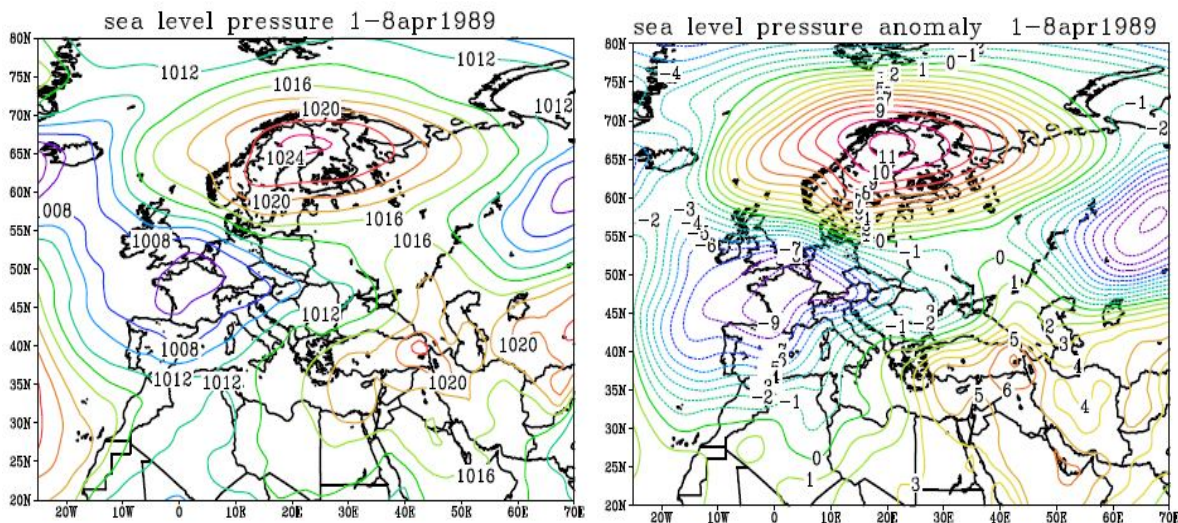


شکل (۵) نقشه‌ی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (۱-۸)

شکل (۴) نقشه‌ی آنومالی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (۱-۸) آوریل ۱۹۸۹

آوریل ۱۹۸۹

الگوی تراز دریا (شکل ۷) نشان می‌دهد که زبانه‌های پرفشار اسکاندیناوی و شمال اروپا با جهت جنوب-شرقی کشیده شده‌اند و میزان فشار مرکزی این پرفشار ۱۰۲۳ هکتوپاسکال می‌باشد. زبانه‌های این پرفشار با پرفشار سیبری از طریق منحنی ۱۰۱۵/۵ هکتوپاسکال مرتبط شده است. شرایط مذکور روی منطقه‌ی قفقاز و غرب و شمال‌غرب ایران نیز با منحنی ۱۰۱۸/۵ نمایان است. به طور کلی پرفشار شمال اروپا در تراز بالایی جو، بندال امگای مستقیم را تشکیل داده است که میزان فشار را در حوضه‌ی شرقی مدیترانه افزایش داده است. نقشه‌ی آنومالی (شکل ۶) این سطح هم آنومالی +۱۲ را نشان می‌دهد که میزان این آنومالی روی نیمه‌ی غربی ۴/۵+ متر بالاتر از حد میانگین است. مثبت بودن آنومالی در تمام سطوح جوی نشان می‌دهد که آنومالی‌های منفی روی اورال تأثیر چندانی روی منطقه نداشته‌اند.

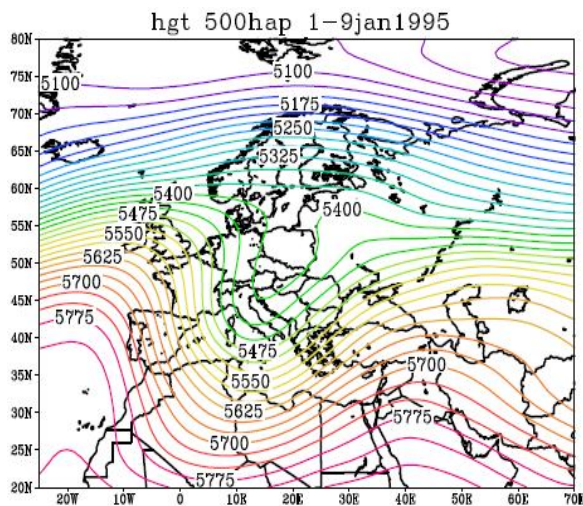


شکل (۷) نقشه‌ی تراز دریا (۱-۸) آوریل ۱۹۸۹

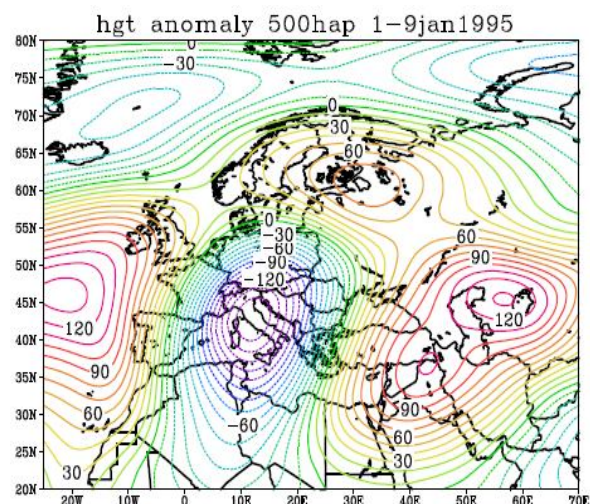
شکل (۶) نقشه‌ی آنومالی تراز دریا (۱-۸) آوریل ۱۹۸۹

۳-۱-۲ مطالعه‌ی موردی: روزهای یکم تا نهم ژانویه ۱۹۹۵ (دوره خشک متوسط)

با توجه به نقشه‌ی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۹)، پر ارتفاع واقع شده در سیبری به حداکثر گسترش خود در این ماه رسیده است و دامنه‌ی غربی آن پشته‌ای روی غرب و شمال غرب ایجاد کرده است که متوسط ارتفاع آن ۵۷۰ ژئوپتانسیل دکامتر می‌باشد. الگوی نقشه‌ها نشان می‌دهد که پر ارتفاع سیبری با همگرایی بالایی جریانات، سبب نزول هوای سرد و خشک سیبری روی غرب و شمال غرب شده است. شکل ۸، نقشه‌ی آنومالی را در این دوره‌ی زمانی نشان می‌دهد. پر ارتفاعی با ارتفاع ۷۵ متر بالاتر از میانگین سراسر منطقه مورد مطالعه را پوشش داده است که مانع ورود سامانه‌های بارشی شده است. همان‌طور که مشخص است اوج ناپایداری در اروپای مرکزی مشاهده می‌شود و این سیستم مانع بسیار قوی، از سوق یافتن آن به منطقه جلوگیری می‌کند.

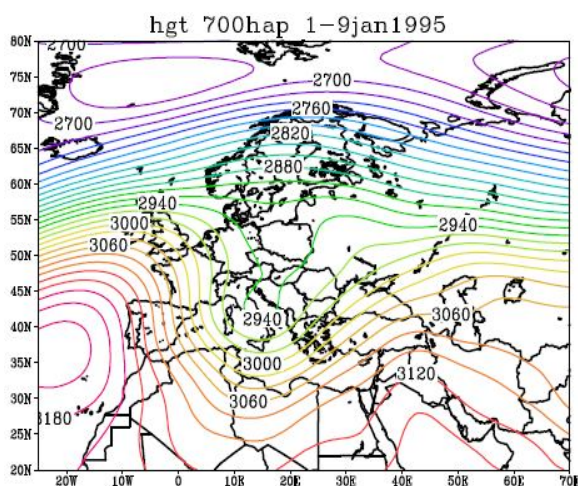


شکل (۹) نقشه‌ی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱-۹) ژانویه ۱۹۹۵

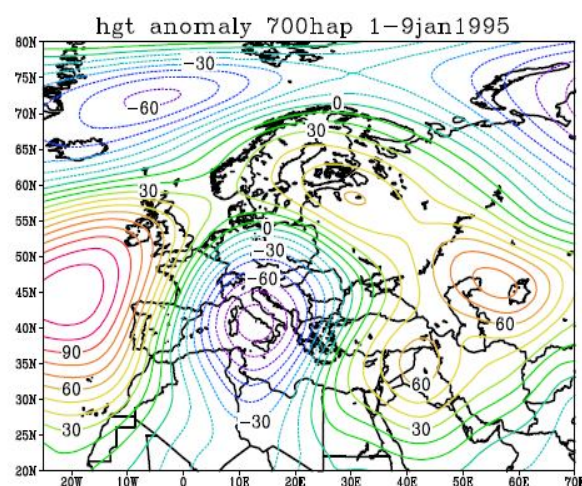


شکل (۸) نقشه‌ی آنومالی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱-۹) ژانویه ۱۹۹۵

شکل ۱۱، نقشه‌ی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد که الگوهای جوی همانند تراز میانی جو است. در این سطح پراارتفاع سیبری با گسترش غربی موجب دو شاخه شدن جریان‌ها شده است. میزان ارتفاع روی-منطقه‌ی غرب و شمال غرب ۳۱۰ ژئوپتانسیل دکامتر می‌باشد. پشته‌ی روی منطقه با جهت شمالی-جنوبی از تأثیر و گسترش ناوه‌ی حوضه‌ی میانی مدیترانه جلوگیری نموده است. نقشه‌ی آنومالی این سطح (شکل ۱۰) نشان می‌دهد که پشته‌ی شرق دریای خزر با آنومالی مرکزی $+۸۰$ در جهت جنوب غربی امتداد یافته است. در این تراز، آنومالی $+۵۰$ متر سراسر منطقه‌ی غرب و شمال غرب را فرا گرفته است.



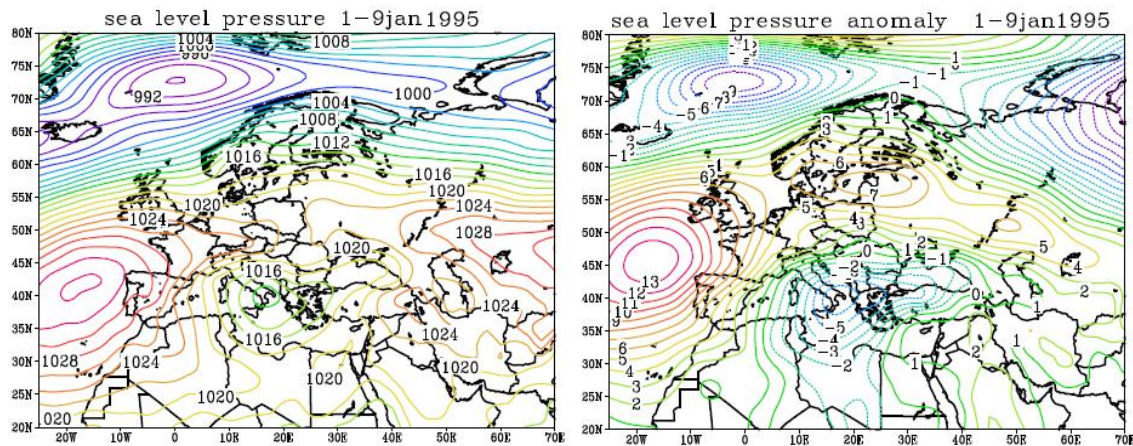
شکل (۱۱) نقشه‌ی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال میانگین (۱-۹) ژانویه ۱۹۹۵



شکل (۱۰) نقشه‌ی آنومالی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال میانگین (۱-۹) ژانویه ۱۹۹۵

در نقشه تراز دریا (شکل ۱۳)، پرفشار سیبری با فشار مرکزی بیش از $۱۰۳۷/۵$ در جهت جنوب غربی گسترش یافته است. امتداد جنوب غربی زبانه باعث شده تا میزان فشار روی غرب و شمال غرب به $۱۰۲۲/۵$ هکتوپاسکال برسد. ادغام زبانه‌های پرفشار سیبری با پرفشار دینامیکی آזור از ورود و نفوذ زبانه‌های کم فشار

ایسلند به حوضه‌ی شرقی مدیترانه جلوگیری کرده است. به طور کلی می‌توان گفت پرفشار سیبری با حرکت ساعت‌گرد هوای سرد و خشکی را از منطقه شمالگان به روی کشور سوق می‌دهد.



شکل (۱۲) نقشه‌ی آنومالی تراز دریا میانگین (۱-۹) ژانویه ۱۹۹۵ شکل (۱۳) نقشه‌ی تراز دریا میانگین (۱-۹) ژانویه ۱۹۹۵

۳-۲ مقایسه الگوهای حاکم بر دوره‌های خشک روزانه

نتایج به دست آمده از بررسی نقشه‌های روزانه نشان می‌دهد (جدول ۶)، که در تمام دوره‌های خشک شدید، پرفشارها بر نیمه‌ی غربی کشور مستقر هستند. به طوری که در سطوح بالای جوی، پرفشارها با آنومالی مثبت بر روی شمال اروپا و اسکاندیناوی به صورت بندال جوی نمایان شده‌اند. هنگامی که پرفشار سیبری در حداکثر گسترش خود قرار دارد سیستم مانع اروپا شرقی (اروال)، با آن ادغام می‌شود. نتایج به دست آمده از بررسی دوره‌های خشک متوسط نشان می‌دهد که الگوهای ایجاد کننده این دوره‌ها، مشابه دوره‌های خشک با درجه‌ی شدید است. اما همان طور که در جدول (۷) دیده می‌شود به دلیل وقوع بیش‌تر دوره‌های خشک متوسط در فصل زمستان، پرفشار سیبری نقش تعیین کننده تری داشته است، زیرا پرفشار سیبری با جهت جنوب غربی با زبانه‌های پرفشار دینامیک آזור ادغام می‌شود.

جدول (۶) مشخصات دوره‌های روزانه‌ی خشک شدید

سال	ماه	میانگین دوره خشک (روزانه)	نوع سیستم تاثیرگذار	موقعیت قرارگیری پرفشار	میزان فشار مرکزی پرفشار	جهت-گیری محور پشته	میزان ارتفاع روی غرب و شمال غرب		آنومالی (متر)	
							سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۵۰۰ hpa	سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۵۰۰ hpa
۱۹۷۸	آوریل	۱-۱۶	بندال امگایی	اسکاندیناوی	۱۰۲۲.۵	شمال غربی - جنوب شرقی	۳۰۷۵	۵۷۰۰	۲۰	۷۰۰
۱۹۸۷	ژانویه	۸-۲۴	بندال زوجی	ادغام سیبری و اسکاندیناوی	۱۰۳۰	شمال غربی - جنوب شرقی	۳۱۰۰	۵۷۰۰	۱۲۵	۶۰

سال	ماه	میانگین دوره خشک (روزانه)	نوع سیستم تاثیرگذار	موقعیت قرارگیری پرفشار	میزان فشار مرکزی پرفشار	جهت گیری - محور پشته	میزان ارتفاع روی غرب و شمال غرب		آنومالی (متر)	
							سطح ۵۰۰ hpa	سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۵۰۰ hpa
۱۹۸۹	آوریل	۱-۸	بندال امگایی	اسکاندیناوی	۱۰۲۳	شمال غربی - جنوب شرقی	۵۷۰۰	۳۱۰۰	۲۵	۲۵
		۱۳-۲۱	بندال امگایی	کوهستان اورال	۱۰۲۹	شمالی - جنوبی	۵۷۵۰	۳۱۲۵	۳۰	۵۰
۱۹۹۵	دسام بر	۱-۹	بندال امگایی	اسکاندیناوی	۱۰۳۷.۵	شمال غربی - جنوب شرقی	۵۶۵۰	۳۰۷۵	۲۵	۳۰
		۱۳-۳۱	بندال سبیری	سیبری واروپا	۱۰۴۰	شمال غربی - جنوب شرقی	۵۶۵۰	۳۰۷۵	۲۰	۳۰

نتایج حاصل از بررسی الگوهای حاکم بر دوره‌های خشک ضعیف (جدول ۸) نشان دهنده‌ی حاکمیت پرفشار آزور در نیمه‌ی غربی ایران است. این شرایط از ورود و تأثیر ناوهای که در اغلب موارد از اسکاندیناوی تا شمال دریای خزر امتداد می‌یابد، جلوگیری کرده است. بنابراین نتایج تطبیقی الگوهای ماهانه و روزانه نشان می‌دهد که این الگوها تفاوت زیادی با هم ندارد. البته دوره‌های خشک روزانه، موقعیت و مسیر سامانه‌های بندالی را بهتر نشان می‌دهند.

جدول (۷) مشخصات دوره‌های روزانه‌ی خشک متوسط

سال	ماه	میانگین دوره خشک (روزانه)	نوع سیستم تاثیرگذار	موقعیت قرارگیری پرفشار	میزان فشار مرکزی پرفشار hpa	جهت گیری - محور پشته	میزان ارتفاع روی غرب و شمال غرب		آنومالی (متر)	
							سطح ۵۰۰ hpa	سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۵۰۰ hpa
۱۹۷۷	فوریه	۱۰-۲۸	پرفشار سیبری	سیبری	۱۰۲۱	شمال غربی - جنوب شرقی	۵۷۰۰	۳۱۰۰	۷۰	۱۲۰
۱۹۸۸	می	۲۱-۳۱	بندال	اورال	۱۰۱۶	شمالی	۵۸۰۰	۳۱۲۵	۲۰	۰

				جنوبی -			امگایی			۷
۵۰	۷۵	۳۱۰۰	۵۷۰۰	شمال غربی جنوب شرقی	۱۰۳۷. ۵	ادغام پرفشار سیبری ی با پرفشار اروپا	پرفشار سیبری	۱-۹	ژانو یه	۱۹۹ ۵
۳۰	۵۰	۳۰۷۵	۵۶۵۰	شمال غربی جنوب شرقی	۱۰۴۱. ۵	اورال	بندال امگایی	۱۸-۳۱		
۴۵	۵۰	۳۱۰۰	۵۶۵۰	شمال شرقی جنوب غربی	۱۰۳۴	اورال	بندال امگایی	۱-۱۰	مار س	۱۹۹ ۵
۱۰	۱۵	۳۰۷۵	۵۶۵۰	شمال شرقی جنوب غربی	۱۰۲۵	ادغام سیبری - با پرفشار اروپا	پرفشار سیبری	۲۱-۳۱		
۴۰	۷۵	۳۱۰۰	۵۷۰۰	شمال غربی جنوب شرقی	۱۰۴۰	سیبری در ادغام با پرفشار اروپا	پرفشار سیبری	۱-۱۷	ژانو یه	۲۰۰ ۱
۳۰	۲۵	۳۰۵۰	۵۶۰۰	شمال شرقی جنوب غربی	۱۰۴۰	اورال	بندال امگایی	۱-۱۰	فوریه	۲۰۰ ۱
۲۰	۳۰	۳۰۵۰	۵۸۰۰	شمال غربی جنوب شرقی	۱۰۳۰	پرفشار سیبری	پرفشار سیبری	۲۱-۲۸		
۲۰	۳۰	۳۱۰۰	۵۷۰۰	شمال غربی جنوب شرقی	۱۰۲۱	اورال وسیبری	بندال امگایی	۱۰-۲۳	آوریل	۲۰۰ ۱

				جنوب شرقی						
۲۰	۵۰	۳۰۷۵	۵۶۵۰	شمال غربی - جنوب شرقی	۱۰۳۰	سیبری	پرفشار سیبری	۱-۹	مار س	۲۰۰ ۶
۲۰	۰	۳۰۷۵	۵۶۵۰	شمالی - جنوبی	۱۰۳۰	اورال و سیبری	پرفشار سیبری	۱۱-۲۷		

جدول (۸) مشخصات دوره‌های روزانه‌ی خشک ضعیف

سال	ماه	میانگین دوره خشک (روزانه)	نوع سیستم تاثیرگذار	موقعیت قرار گیری پرفشار	میزان فشار مرکزی پرفشار hpa	جهت گیری پشته	میزان ارتفاع در منطقه مورد مطالعه		آنومالی (متر)	
							سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۵۰۰ hpa	سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۵۰۰ hpa
۱۹۸۰	می	۱۶-۳۰	بندال زوجی	اسکاندیناوی	۱۰۲۱	جنوب غربی - شمال شرقی	۵۸۲۵	۳۱۲۵	۲۰	۳۰
۱۹۸۵	اکتبر	۱-۹	بندال امگایی	اروپای شرقی	۱۰۲۲.۵	شمال غربی - جنوب شرقی	۵۸۰۰	۳۱۵۰	۱۰	۱۵
		۱۴-۳۱	بندال امگایی	اروپای شرقی	۱۰۲۳	شمال غربی - جنوب شرقی	۵۷۵۰	۳۱۲۵	۰	۰
۱۹۹۵	نوامبر	۴-۳۰	بندال امگایی	قفقاز و اروپای شرقی	۱۰۲۰	شمال غربی - جنوب شرقی	۵۷۰۰	۳۱۰۰	۰	۰
۱۹۹۵	اکتبر	۱۳-۳۱	بندال امگایی	اروپا	۱۰۲۴	شمال غربی - جنوب شرقی	۵۸۰۰	۳۱۵۰	۰	۰
۲۰۰۰	مار	۱-۱۵	پرفشار	قفقاز	۱۰۲۲	شمال	۵۷۲۵	۳۱۲۰	۷۵	۱۰۰

سال	ماه	میانگین ن دوره خشک (روزانه)	نوع سیستم تأثیرگذار	موقعیت قرار گیری پرفشار	میزان فشار مرکزی پرفشار hpa	جهت گیری پشته	میزان ارتفاع در منطقه مورد مطالعه		آنومالی (متر)	
							سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۵۰۰ hpa	سطح ۷۰۰ hpa	سطح ۵۰۰ hpa
۲	س		سیبری			شرقی - جنوب غربی				
۲۰۰۲	اکتبر	۱-۲۹	پرفشار آزور	-	-	شمالی - جنوبی	۵۸۲۵	۳۱۵۰	۳۰	۲۰

۴- خلاصه و نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از تحلیل الگوهای سینوپتیک به وجود آورنده‌ی دوره‌های خشک غرب و شمال غرب نشان داد که در الگوی دوره‌های خشک شدید، پرفشار مانعی روی اسکاندیناوی مستقر می‌شود که در نقشه‌های تراز بالایی جو به صورت بندال امگایی مستقیم با جهت شمال غربی - جنوب شرقی، غرب و شمال غرب ایران را فرا می‌گیرد. این نوع استقرار و جهت گیری سبب می‌شود تا زبانه‌های کم فشار ایسلند نتوانند به صورت مداری روی اسکاندیناوی گسترش یابند. لذا به عرض‌های پایین‌تر منتقل می‌شوند و ناوهی عمیقی را روی حوضه‌ی غربی مدیترانه ایجاد می‌کنند که در تراز دریا به صورت کم فشار قوی مشخص می‌شود. این شرایط بیش‌ترین نفوذ و تأثیر را روی اروپا می‌گذارد. در ماه‌های زمستان که پرفشار سیبری در نهایت گسترش خود قرار دارد، با زبانه‌های این پرفشار ادغام می‌گردد و ضمن گند کردن حرکت آن، بر شدت آن نیز می‌افزاید. نتایج به دست آمده از مسیریابی و همچنین مشخصات حاصل از جدول ۷، حاکی از آن است که دوره‌های خشک با درجه متوسط، به سبب ادغام پرفشار سیبری و سیستم مانع اورال ایجاد می‌شوند که زبانه‌های آن غرب و شمال غرب ایران را فرا می‌گیرد. در این الگو، به سبب این که زبانه‌های کم فشار ایسلند به‌طور مداری به سمت شرق حرکت می‌کنند، پرفشار مانع روی شمال اسکاندیناوی با حرکت شرق سو با پرفشار مانع روی اورال ادغام می‌گردد. اما الگوی غالب در ایجاد دوره‌های خشک متوسط را می‌توان نقش بندال اورال دانست. در این حالت، ناوهی به وجود آمده بر روی مدیترانه، در شرق و یا در مرکز مدیترانه مستقر می‌شود، اما وجود سیستم مانع اورال مسیر چرخنده‌های تشکیل شده در حوضه‌ی مدیترانه را به سمت شمال شرق اروپا و غرب روسیه منحرف می‌کند.

در دوره‌های خشک ضعیف، پرفشار مانع روی اروپا جریان‌های شمالی و شمال غربی را در قسمت شرقی این سیستم مانع بر روی کوهستان اورال ایجاد می‌کند که تا شمال دریای خزر امتداد می‌یابد. این شرایط سبب ریزش هوای سرد عرض‌های شمالی روی اورال و نواحی شمال دریای خزر می‌شود، اما به سبب این که زبانه‌های پرفشار سیبری با جهت غربی روی دریای خزر کشیده شده‌اند و با پرفشار مانع روی اروپا ادغام می‌شوند این ناوه عمیق نمی‌تواند به عرض‌های جنوبی‌تر و همچنین روی منطقه نفوذ کند. با این توضیح، دوره-

های خشک ضعیف در اوایل پاییز و یا در اواخر فصل سرد اتفاق می‌افتد. یعنی موقعی که بادهای غربی هنوز به‌طور کامل روی منطقه گسترش نیافته‌اند و یا به عرض بالاتر منتقل شده‌اند. به تبع این وضعیت، بندال‌های ایجاد شده نیز در عرض بالاتر از ۵۰ درجه شمالی تشکیل شده‌اند. بنابراین می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که حاکمیت پرفشار جنب حاره‌ای آזור و تشکیل شدن کم فشارهای حرارتی در سطح زمین، در ایجاد این دوره-های خشک نقش مهم و تأثیرگذاری دارند.

از آن جا که لازمه‌ی ایجاد بارش روی منطقه، وجود ناوه عمیق در تراز بالایی جو است معلوم گردید که در تمامی دوره‌های خشک شدید این ناوه در غرب دریای مدیترانه قرار دارد، زیرا گسترش پشت‌پشته‌ی مانع روی حوضه‌ی شرقی مدیترانه حرکت شرق سوی کم فشارها را محدود می‌کند. در دوره‌های خشک متوسط، ناوه در مرکز مدیترانه قرار دارد اما به سبب وجود شرایط پرفشاری به سوی شمال شرق جابه‌جا می‌شود و نواحی غرب روسیه و اروپای شرقی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج نشان داد، اگرچه در دوره خشک ضعیف، ناوه در شرق مدیترانه مستقر است اما پرفشار دینامیکی آזור شرایط پایداری را روی غرب و شمال غرب به وجود آورده است. یافته‌ها آشکار نمود که عمده‌ی دوره‌های خشک شدید در اوایل بهار و هم‌چنین در فصل زمستان اتفاق افتاده است در حالی که خشکی‌های ضعیف در فصل پاییز و یا در آغاز فصل گرم (ماه می) رخ داده‌اند.

فهرست منابع

- ۱- بوشر، کیت، (۱۳۸۰). آب و هوای کره‌ی زمین (جلد دوم) منطقه‌ی برون حاره، مترجم: بهلول علیجانی، چاپ دوم، تهران: انتشارات سمت.
- ۲- حبیبی، فریده، (۱۳۸۵). تحلیل هم‌دید و دینامیکی سامانه‌های بندالی، روش تشخیص سامانه‌ی بندالی و تأثیر آن روی ایران، مجله‌ی فیزیک زمین و فضا، ۳۲؛ ۸۹-۶۹.
- ۳- حبیبی، فریده، (۱۳۸۶). نقش سامانه‌های بندالی در چرخندزایی روی شرق دریای مدیترانه و بررسی نقش آن در سیل روی منطقه‌ی غرب ایران در مارس ۲۰۰۰، مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۲؛ ۱۲۷-۱۰۹.
- ۴- خوش اخلاق، فرامرز، قائمی، هوشنگ و مجید زاهدی، (۱۳۷۶). بررسی الگوهای ماهانه خشک‌سالی و ترسالی در ایران، مجله‌ی فصل‌نامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، ۱۲؛ ۱۵۴-۱۳۶.
- ۵- شاهیان، رامین، عبدالکریم جامع، رامین آریانفر، حقیقت، مسعود و حیدر دهقان، (۱۳۸۸). پهنه‌بندی آستانه‌های بحران خشک‌سالی استان فارس با کاربرد شاخص معیار بارش SPI و GIS، مجله مهندسی آب، سال دوم، شماره ۴، ۳۳-۴۲.
- ۶- صادقی، سلیمان، علیجانی، بهلول، سلیقه، محمد، حبیبی، نوخندان مجید و منیژه قهرودی تالی، (۱۳۸۷). تحلیل هم‌دید و اچرخندها بر خشک‌سالی‌های فراگیر خراسان، مجله‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، ۱۰؛ ۱۱۸-۱۰۵.
- ۷- عزیری، قاسم، (۱۳۷۸). بلوکینگ، مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیایی؛ ۳۶؛ ۵۰-۳۷.
- ۸- عزیزی، قاسم، اکبری، طیبه، داودی، محمود و مهری اکبری، (۱۳۸۸). تحلیل هم‌دید موج سرمای شدید دی ماه ۱۳۸۶ ایران، مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیایی، ۷۰؛ ۱۹-۱.
- ۹- عزیزی، قاسم، (۱۳۷۵). بلاکینگ و اثر آن بر بارش‌های ایران، پایان‌نامه‌ی دکتری جغرافیای طبیعی دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۰- عیوضی، معصومه، مساعدی، ابوالفضل و امیر احمد دهقانی، (۱۳۸۸). مقایسه‌ی روش‌های مختلف پیش‌بینی شاخص خشک‌سالی SPI، پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد شانزدهم، شماره ۲، ۱۶۷-۱۴۵.

- 11- Croci-Maspoli, M., Schwierz, C., And H.C. Davies., (2006). *A Multifaceted Climatology of Atmospheric Blocking and Its Recent Linear Trend*, *J. Climatol*, 20: 633-649.
- 12- Dole, R.M., and N.D. Gordon., (1983). *Persistent anomalies of the extratropical Northern Hemisphere wintertime circulation: Geographical distribution and regional persistence characteristics*. *Mon. Wea. Rev.*, 111: 1567-1586.
- 13- Herrera, R.G., Paredes, D., Trigo, R.M., Trigo, I.F., Hernandez, E., Barriopedro, D and Mendes, M., (2007). *The outstanding 2004/5 drought in the Iberian peninsula: associated atmospheric circulation*, *American meteorological society*, 8: 483-498.
- 14- J.L. Pelly., (2001). *The predictability of atmospheric blocking*, *Ph.D thesis, university of Reading*.
- 15- karaca, M., Deniz, A., Tayanc, M., (2000). *Cyclone track variability over Turkey in association with regional*, *international journal of climatology*, 20: 1225-1236.

- 16- Knox, J., Glawford, R., (1990). **The relationship between canadian prairie dry and wet months and circulation anomalies in the mid-troposphere**, *Atmosphere ocean*, 28: 189-215.
- 17- Liemtran, c., knight, G., and V. Wesner., (2002). **Drought in Bulgaria and Atmospheric synoptic conditions over Europe**, *Geo journal*, 57: 149-157.
- 18- Lupo, A.R., and P.J., Smith, (1995). **Planetary and synoptic-scale interactions during the life-cycle of a midlatitude blocking anticyclone over the North Atlantic**. *Tellus*, 47: 575-596.
- 19- Mckee, T.B., Doesken, N.J., and J., Kleist, (1993). **The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time scales**. P 379-384. 8th Conference on Applied Climatology.
- 20- Pavan, V., Molteni, F., and C. Brankovic, (2000). **Wintertime variability in the Euro-Atlantic region in observations and in ECMWF seasonal ensemble experiments**. *Quart. J. Roy. Meteor.Soc.*, 126: 2143-2173.
- 21- Rex, D., (1950). **Blocking action in the middle troposphere and its effect upon regional climate. I: An aerological study of blocking**. *Tellus*, 2: 169-211.
- 22- Scherrer, S.C., Croci-Maspoli, M., Schwierz, C., and C. Appenzeller., (2006). **Two-dimensional indices of atmospheric blocking and their statistical relationship with winter climate patterns in the Euro-Atlantic region**. *Int. J. Climatol.*, 26: 233- 249.
- 23- Shabbar, A., Huang, J.P., and K. Higuchi., (2001). **The relationship between the wintertime North Atlantic Oscillation and blocking episodes in the North Atlantic**. *Int. J. Climatol.*, 21: 355-369.
- 24- Trigo, R. M., Trigo, I.F., DaCamara, C.C., and T. J. Osborn., (2004). **Climate impact of the European winter blocking episodes from the NCEP/NCAR reanalyses**. *Climate Dyn.*, 23: 17-28.
- 25- wang, L., Chen, w., Zhou, w., Chau, J., D, Barriopedro., (2009). **Short communication effect of the climate shift around mid 1970s on the relationship between wintertime ural blocking circulation and east asian climate**, *international journal of climatology*, 10: 1-6.