

## تأثیر نابهنجاری‌های ماهانه الگوهای گردشی جو در رخداد دوره‌های خشک و تر در غرب و شمال غرب ایران

عباس رنجبرسعدت آبادی<sup>۱\*</sup>، علی پناهی<sup>۲</sup>، ابراهیم فتاحی<sup>۳</sup>

۱. عضو هیأت علمی پژوهشکده هواشناسی، استادیار گروه شیمی جو و آلودگی هوا

۲. کارشناس ارشد هواشناسی، مرکز تحقیقات اداره کل هواشناسی کردستان

۳. عضو هیأت علمی پژوهشکده هواشناسی، دانشیار گروه آبشناسی

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۲/۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۲

### چکیده

طی سال‌های اخیر، رخداد دوره‌های خشک و طولانی در مناطق مختلف کشور، بویژه منطقه غرب و شمال غرب، سبب تنش‌هایی در بخش‌های مختلف از جمله منابع آب شده و خسارات قابل توجهی را به بخش کشاورزی و منابع طبیعی وارد نموده است. لذا مطالعه عوامل مؤثر بر رخداد دوره‌های خشک و تر، از جمله نابهنجاری‌های ماهانه الگوهای همدیدی از اهمیت زیادی می‌تواند برخوردار باشد. بر این اساس در این تحقیق جهت بررسی تأثیر الگوهای گردشی جو بر دوره‌های خشک و تر ماه‌های سرد سال در غرب و شمال غرب ایران، داده‌های بارش بارندگی ده ایستگاه همدیدی در یک دوره ۳۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۸۱) برای ماه‌های اکتبر تا آوریل استفاده شد. آنگاه ماه‌های خشک و تر، بر اساس شاخص نمره استاندارد (Z) تعیین گردید، سپس در طول دوره ۳۰ ساله، ماه‌هایی که میانگین نمایه Z دارای مقادیر بیشینه و یا کمینه بود نقشه‌های همدیدی آنها در سه تراز، فشار سطح دریا (SLP)، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال بررسی و تحلیل شد، در نهایت الگوهای ماهانه و نابهنجاری‌های میدان فشار تراز سطح دریا و میدان ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (H500) تعیین گردید. نتایج حاصل نشان داد که: ۱- تقویت پرفشار بر روی اروپا و تعمیق ناوه در روی مدیترانه، افزایش بارندگی در غرب و شمال غرب ایران را به دنبال دارد. ۲- تقویت پرفشار در نواحی مرکزی و شرقی ایران و کج شدن ناوه موج غربی به حالت شمال شرقی- جنوب غربی، سبب افزایش بارش در غرب و شمال غرب ایران می‌گردد. ۳- تقویت کم فشار در روی مدیترانه و سودان و ادغام آنها و تقویت پرفشار در روی اروپا با افزایش بارش در منطقه مورد مطالعه همراه خواهد بود. ۴- افزایش نابهنجاری مثبت SLP و H500 از شمال دریای سرخ و روی نیمه شرقی مدیترانه تا شمال اروپا همراه با نابهنجاری‌های منفی در نیمه غربی مدیترانه سبب دوره‌های خشک شدید می‌شود.

**واژگان کلیدی:** نابهنجاری میدان‌های فشار و ارتفاع، ماه خشک، ماه تر، غرب و شمال غرب

## مقدمه

الگوهای گردش جوی نقش اصلی را در رخداد پدیده‌های محیطی دارند. برخی از الگوهای گردش جوی باعث ایجاد دوره‌های مرطوب و برخی دیگر باعث ایجاد دوره‌های خشک و کم آبی می‌شوند. بنا براین از آنجایی که رخداد پدیده‌های خشکسالی و ترسالی ریشه در گردش عمومی جو دارد با شناخت الگوهای گردش جوی، امکان بررسی این پدیده‌ها قبل از وقوع و نیز ارزیابی اثرات آن تا حدودی فراهم می‌شود (فتاحی و رحیم زاده، ۱۳۸۸). بابو و همکاران (Babu et al., 2011) بر اساس داده‌های ماهواره‌ای و داده‌های NCEP<sup>1</sup> اقلیم‌شناسی بارش خاورمیانه و تغییرات زمانی و مکانی آن را، طی دوره ۱۹۹۷-۲۰۰۹ مطالعه کرده و نتیجه گرفتند که نواحی شمالی خاورمیانه طی ماه‌های نوامبر تا دسامبر روزانه بیش از ۳ میلیمتر بارش دریافت کرده و بارش این مناطق از پایداری بیشتری برخوردار بوده در حالی که بارش در نواحی مرکزی و جنوبی خاور میانه بعلت فعالیت سامانه‌های کم فشار و مونسون تغییرپذیری زیادی دارد. خوش اخلاق و همکاران (۱۳۹۱) الگوهای سینوپتیک خشکسالی و ترسالی زمستانه در جنوب غرب ایران بررسی کرده و نتیجه گرفتند که فراوانی دوره‌های خشکسالی در منطقه بیش از دوره‌های ترسالی است و موقعیت مکانی محور ناوه دریای مدیترانه در تغییرات بارش جنوب غرب ایران نقش بسزایی دارد. پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که پدیده‌های سیل و خشکسالی متأثر از الگوهای گردش جوی است (پروین، ۱۳۹۰، Corte-Real et al., 1998 Bardossy, 1990, Bogardi et al., 1994, et al., 1990). تریگو و همکاران (Trigo et al, 2000) کاهش فراوانی تیپ‌های هوای بارانزا و افزایش فراوانی تیپ‌های هوای خشکی‌زا را عامل اصلی کاهش بارش در پرتغال در نیمه دوم قرن بیستم می‌دانند. با شناسایی الگوهای گردش جو می‌توان تغییرات، فراوانی، شدت و توزیع مکانی متغیرهای اقلیمی مانند بارش را بررسی و دلایل فیزیکی آنرا بیان نمود (Santos et al, 2005).

علیجانی (۲۰۰۲) الگوهای ارتفاعی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال دو ناوه خزر و سوریه را مطالعه کرد و نتیجه گرفت که ناوه سوریه و مدیترانه مهمترین نقش را در بارش غرب کشور دارا می‌باشند. مطالعات زیادی از جمله کیلی و همکاران (Kelley et al., 2012) و هوئرلینگ و همکاران (Hoerling et al., 2012) بر اساس مدل‌های اقلیمی برای منطقه مدیترانه در خصوص اقلیم‌شناسی بارش، چرخه فصلی و تغییرات بارش، روند خشکسالی‌ها و واداشتهای خارجی مؤثر بر آنها در نواحی شرقی انجام شده است که نتایج آنها بیانگر افزایش بسامد خشکسالی و افزایش دوره‌های خشک در نواحی شرقی مدیترانه می‌باشد.

وجود نوسان‌های شدید در مقدار بارش ایستگاه‌های غرب و شمال غرب ایران از واقعیت‌های منطقه است و نوسان پارامتر بارش در مقیاس ماهانه از مقاطع فصلی و سالانه بیشتر است (قویدل رحیمی ۱۳۸۱). دوره‌های خشک و تر بر اثر تغییر در فراوانی و تأثیر گذاری الگوهای گردش جوی در یک منطقه ایجاد می‌شوند. بسیاری از پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهند که برخی از الگوها موجب ایجاد سیلاب‌های شدید و برخی دیگر با ایجاد دوره‌های خشک و کم آب در ارتباط می‌باشند. از این رو می‌توان با شناسایی الگوهای اصلی و مهم گردش جوی در هر منطقه و ارتباط آنها با متغیرهای آب و هواشناسی مقدار احتمال و یا عدم احتمال بارش در ارتباط با هریک از الگوهای شناخته شده را محاسبه و به صورت کمی بیان نمود. با استفاده از مقدار احتمال بارش زایی و یا خشکی‌زایی الگوهای گردش جوی در مدل‌های ریاضی-آماري می‌توان احتمال وقوع خشکسالی و یا ترسالی در هر منطقه را شناسایی و مدیریت‌ها را بهبود بخشید. با استفاده از این نمایه می‌توان دوره‌های خشک و تر روی داده در ایستگاه‌های مختلف یک منطقه را به الگوهای گردش جوی ارتباط داده و الگوهای خشکی‌زا و بارش‌زا را شناسایی و برای پیش‌آگاهی از وضعیت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها از آنها استفاده نمود. (رضی، ۱۳۸۶)

(۱۳۸۱)، تغییرات زمانی و مکانی خشکسالی در غرب کشور را بررسی کرد و بابایی فینی و فتاحی (۱۳۹۳)، الگوهای همدیدی بارش‌زا و خشکسالی‌زا در ایران زمین را طبقه‌بندی کردند. با توجه به اهمیت نقش نابهنجاری‌های ماهانه الگوهای گردش جوی در ایجاد دوره‌های خشک و تر، در این پژوهش بر اساس داده‌های بارش ماهانه، الگوهای ماهانه و نابهنجاری‌های SLP و H500 طی دوره اقلیمی (۲۰۱۰-۱۹۸۱) برای ماه‌های اکتبر تا آوریل، الگوهای گردشی مؤثر بر رخداد این دوره‌ها بررسی شده است. در این مطالعه ابتدا با استفاده از شاخص (Z) ماه‌های تر و خشک در طول دوره مورد مطالعه برای ایستگاه‌های جدول (۱) مشخص شد، سپس مقدار میانگین ماهانه شاخص نمره Z در ده ایستگاه مورد مطالعه در طول دوره محاسبه و ماه‌های شاخص خشک و تر استخراج گردید. پس از استخراج ماه‌های شاخص خشک و تر، الگوهای همدیدی و نابهنجاری ماهانه آنها، به منظور تعیین الگوهای مؤثر بر دوره‌های خشک و تر بررسی شد.

### داده‌ها و روش‌ها

برای مطالعه پارامتر بارش، نیاز به آمار بلند مدت بارندگی (حداقل ۳۰ سال) است. بر این اساس برای دستیابی به نتایج قابل اطمینان، ایستگاه‌هایی که دارای آمار طولانی مدت و پراکنش نسبتاً مناسب است جهت بررسی ماه‌های تر و خشک در منطقه تحقیق برای ۷ ماه سرد سال (از اکتبر هر سال تا آوریل سال بعد) در نظر گرفته شده است. سپس همگنی داده‌های بارش با استفاده از آزمون ران تست مورد سنجش قرار گرفت و از همگنی داده‌ها اطمینان حاصل شد. موقعیت (شکل ۱) و مشخصات ایستگاه‌های همدیدی استفاده شده منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است

میانگین ماهانه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و فشار سطح دریا و نابهنجاری‌های آنها طی دوره آماری ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰ در تلاقی‌های ۲/۵ درجه از مجموعه داده‌های تحلیل مجدد مرکز تحقیقات محیطی استفاده شده است. محدوده انتخاب شده تمامی سامانه‌های مؤثر بر روی ایران

بسیاری از دانشمندان معتقدند با تکیه بر عنصر بارش می‌توان اقدام به تعیین و تفکیک دوره‌های مرطوب و خشک در مقیاس زمانی مختلف نمود. کریچاک و همکاران (Krichak et al., 2000) در بررسی ارتباط الگوهای همدیدی با شرایط خشک و تر در شرق مدیترانه برای ماه‌های اکتبر تا مارس، دریافتند که این دوره‌ها با الگوهای بی‌هنجاری SLP و H500 مشخصی در روی اروپا و نواحی مجاور در ارتباط است؛ به طوری که در ماه‌های خشک در شرق مدیترانه، بی‌هنجاری مثبت قوی SLP و H500 در نواحی شرقی مدیترانه غالب است و در دوره‌های تر، معمولاً بی‌هنجاری منفی SLP و H500 در شرق اروپا تا شمال شرق مدیترانه مشاهده می‌شود و در غرب اروپا بی‌هنجاری مثبت فشار سطح دریا و ارتفاع ۵۰۰ هکتوپاسکال ظاهر می‌شود. کوتیل و همکاران (Kutiel et al., 1996) ارتباط بارش شرق مدیترانه با فرایندهای بزرگ‌مقیاس که با دو مرکز پرفشار اصلی (پرفشارهای آزرز و سیبری) شرق مدیترانه را تحت نفوذ خود قرار می‌دهند، نیز تأیید می‌شود. مطالعات مشابه دیگری از جمله:

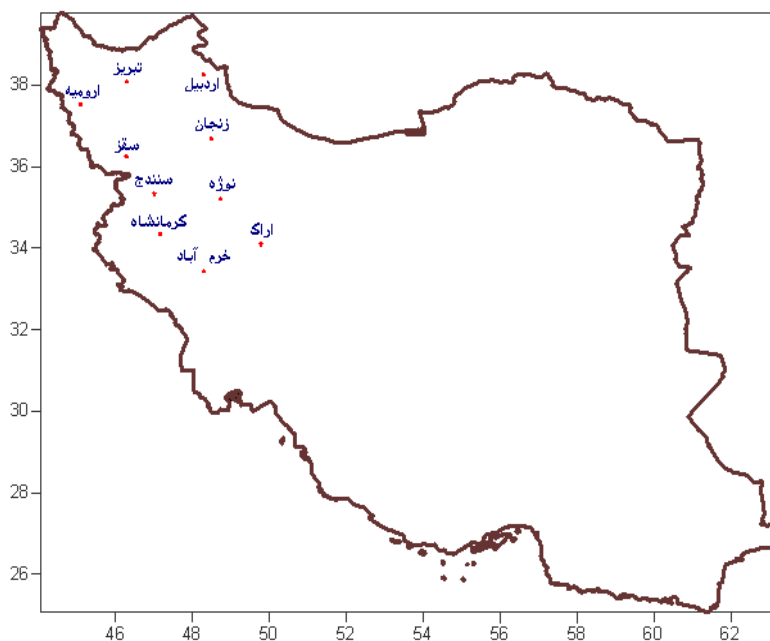
(Vicente and Moreno, 2006, Maheras et al., 1999, Kadioglu and Sen, 1998, Kutiel et al., 2001, Turkes, 1996, 1998, Brian et al., 2000, Kadioglu et al., 1999) در ارتباط توزیع فشار، ژئوپتانسیل و گردش‌های جوی با بارش و تغییرات آن روی نواحی مانند ترکیه، شرق مدیترانه و فلسطین انجام شده که در اغلب نتایج برای شرایط خشک و تر، الگوهای متفاوتی حاصل شده است. شاخص نمره Z یکی از شاخص‌های پیشنهادی سازمان هواشناسی جهانی می‌باشد. هدف Z اختصاص ارزش عددی به هر حادثه بارندگی در مقیاس زمانی معین می‌باشد که بتوان نواحی با آب و هوای کاملاً متفاوت را با هم مقایسه کرد. از مزایای شاخص (Z) می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- سادگی آن نسبت به سایر شاخص‌ها ۲- در نواحی مختلف با بارندگی‌های متفاوت قابل استفاده است و از طریق نرمال کردن ارزش‌های بارندگی در مکان‌های مختلف امکان مقایسه متغیر بارندگی را فراهم می‌کند (لنشی زند، ۱۳۸۳). آژغ

را در طول سال پوشش می‌دهد. این محدوده از عرض‌های جغرافیایی ۱۰ تا ۸۰ درجه شمالی و ۲۰ طول‌های جغرافیایی درجه غربی تا ۱۱۰ درجه شرقی را شامل می‌شود. در جدول (۲) ویژگی داده‌های مورد مطالعه درج شده است.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های همدیدی منطقه مورد مطالعه

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
اردبیل	۴۸ ۱۷	۳۸ ۱۵	۱۳۳۲
ارومیه	۴۵ ۰۵	۳۷ ۳۲	۱۳۱۵/۹
اراک	۴۹ ۴۶	۳۴ ۰۶	۱۷۰۸
تبریز	۴۹ ۱۷	۳۸ ۰۵	۱۳۶۱
زنجان	۴۸ ۲۹	۳۶ ۴۱	۱۶۶۳
سقز	۴۶ ۱۶	۳۶ ۱۵	۱۵۲۲/۸
سنندج	۴۷ ۰۰	۳۵ ۲۰	۱۳۷۳/۴
همدان	۴۸ ۴۳	۳۵ ۱۲	۱۶۷۹/۷
کرمانشاه	۴۷ ۰۹	۳۴ ۲۱	۱۳۱۸/۶
خرم آباد	۴۸ ۱۷	۳۳ ۲۶	۱۱۴۷/۸



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های همدیدی استفاده شده در منطقه مورد مطالعه

جدول ۲- ویژگی متغیرهای استفاده شده در تحقیق حاضر

ردیف	نام متغیر	مقیاس زمانی	دقت مکانی (درجه)	دوره آماری	مرجع
۱	ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال	میانگین ماهانه	۲/۵ × ۲/۵	۱۹۸۱-۲۰۱۰	NCEP
۲	فشار سطح دریا (SLP)	میانگین ماهانه	۲/۵ × ۲/۵	۱۹۸۱-۲۰۱۰	NCEP
۳	مجموع بارش ماهانه	ماهانه	ایستگاه‌های منتخب	۱۹۸۱-۲۰۱۰	سازمان هواشناسی

در هفت بازه مختلف مطابق جدول ۳ طبقه‌بندی شده است. نمونه‌ای از مقادیر محاسبه شده شاخص نمره استاندارد هفت ماه سرد سال ایستگاه‌های همدیدی منطقه مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. پس از محاسبه شاخص  $Z$  برای هر ماه در هر ایستگاه، برای تعیین ماه‌های خشک و تر منطقه، به روش میانگین‌گیری حسابی از شاخص  $Z$  ده ایستگاه منتخب در هر ماه، شاخص  $Z$  منطقه محاسبه شد.

برای مطالعه و تعیین ماه‌های تر و خشک ابتدا بارش ماهانه به تفکیک ماه در طول دوره استخراج، سپس شاخص نمره  $Z$  بارش برای منطقه محاسبه شد. برای این منظور پس از تفکیک مقدار بارش ماهانه، در هفت ماه سرد سال (اکتبر تا آوریل)، برای ۱۰ ایستگاه همدیدی منطقه مورد مطالعه، شاخص نمره استاندارد را از رابطه (۱) برای هر ایستگاه، در هر ماه در طول دوره آماری محاسبه شده است.

$$z = \frac{P_i - \bar{P}}{SD} \quad (1)$$

### نتایج و بحث

#### تعیین ماه‌های خشک و تر منطقه مورد مطالعه بر

#### اساس شاخص $Z$

شاخص نمره استاندارد بارش برای ماه‌های اکتبر تا آوریل در طول دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۸۱-۲۰۱۰) در ایستگاه‌های منتخب غرب و شمال غرب کشور (مانند جدول ۴) محاسبه شد.

که در آن:

$Z$ : شاخص نمره استاندارد،  $P_i$ : مقدار بارش در ماه  $i$ م،  $\bar{P}$ : میانگین بارش ماه مورد نظر در یک ایستگاه در طول دوره آماری مورد مطالعه و  $SD$ : انحراف معیار بارش ماه مورد نظر در طول دوره آماری در یک ایستگاه خاص می‌باشد. مقادیر محاسبه شده برای شاخص نمره استاندارد می‌تواند مقادیر مثبت و منفی یا صفر را به خود اختصاص دهد. این مقادیر

جدول ۳- توصیف مقادیر  $Z$  در بازه های مختلف

توصیف شاخص	شدیداً مرطوب	خیلی مرطوب	مرطوب ضعیف تا متوسط	نرمال	خشک ضعیف تا متوسط	خیلی خشک	شدیداً خشک
مقدار شاخص	بیشتر از ۲	۱/۵۰ تا ۱/۹۹	۰/۵ تا ۱/۴۹	-۰/۴۹ تا +۰/۴۹	-۰/۵ تا -۱/۴۹	-۱/۵ تا -۱/۹۹	کمتر از -۲

جدول ۴- شاخص نمره استاندارد بارش ماه اکتبر و روند تغییرات آن در طول دوره آماری در غرب و شمال غرب کشور

سال	نام ایستگاه									
	اردبیل	ارومیه	اراک	تبریز	زنجان	سنندج	سقز	همدان نوژه	کرمانشاه	خرم آباد
1981	-0.17	-0.30	0.63	-0.36	0.22	-0.05	-0.04	0.65	1.07	0.92
1982	4.03	1.90	3.32	2.36	2.56	0.80	3.77	1.75	1.42	0.60
1983	-0.91	-0.71	-0.80	-0.87	-0.99	-0.81	-0.86	-0.81	-0.88	-0.69
1984	-0.02	-0.58	-0.39	-0.19	0.46	0.75	-0.03	0.39	-0.01	-0.42
1985	-0.01	-0.44	-0.80	-0.22	0.21	-0.81	-0.66	-0.81	-0.88	-0.69
1986	-0.41	0.42	-0.48	0.47	0.57	-0.16	0.08	-0.03	-0.36	-0.33
1987	1.59	1.77	1.97	1.48	3.33	3.79	1.89	3.88	2.77	2.98
1988	-0.53	0.28	-0.59	-0.58	-0.67	0.32	-0.42	-0.12	0.49	-0.66
1989	1.00	1.81	-0.56	1.99	-0.11	-0.21	0.15	-0.45	-0.83	-0.37
1990	0.08	-0.36	0.47	-0.55	-0.12	-0.54	-0.55	-0.12	0.14	-0.38
1991	-0.61	-0.40	-0.15	-0.70	0.36	0.27	0.58	-0.08	0.72	-0.12
1992	-0.81	-0.75	-0.80	-0.81	-0.98	-0.81	-0.86	-0.81	-0.88	-0.69
1993	-0.42	-0.47	-0.50	0.48	-0.49	0.15	0.08	-0.36	0.52	-0.25
1994	-0.39	-0.14	1.16	0.05	0.73	0.83	0.46	0.08	2.00	1.29
1995	-0.18	-0.56	-0.80	-0.94	-0.93	-0.81	-0.81	-0.79	-0.88	-0.66
1996	-0.39	-0.56	-0.52	0.29	0.25	-0.11	-0.57	-0.75	-0.88	-0.55
1997	-0.39	-0.46	-0.33	-0.78	-0.31	-0.43	0.10	-0.28	-0.44	-0.36
1998	-0.45	-0.75	0.89	-0.83	-0.79	-0.81	-0.80	-0.46	-0.87	-0.49
1999	0.98	-0.09	-0.79	1.57	-0.37	-0.46	-0.54	-0.32	-0.54	-0.67
2000	0.20	-0.23	0.53	0.33	0.27	-0.04	0.69	1.24	0.99	-0.07
2001	0.71	-0.56	-0.52	-0.71	0.38	-0.59	0.10	-0.72	-0.75	0.35
2002	-0.83	-0.67	-0.64	-0.62	-0.81	-0.45	-0.41	-0.52	-0.61	-0.68
2003	-0.88	0.02	-0.20	-0.86	-0.92	-0.63	-0.57	0.71	-0.59	-0.30
2004	-0.13	-0.66	-0.43	-0.82	-0.42	-0.43	-0.73	-0.51	-0.70	-0.64
2005	-0.28	-0.68	-0.80	-0.80	-0.94	-0.79	-0.74	-0.79	-0.86	-0.66
2006	0.02	2.54	1.72	1.99	1.18	2.03	1.26	0.19	0.84	2.99
2007	-0.81	-0.68	-0.74	-0.77	-0.91	-0.79	-0.85	-0.81	-0.85	-0.69
2008	1.22	2.41	0.45	1.16	0.18	0.78	1.15	0.16	0.95	1.00
2009	-0.81	-0.66	0.53	-0.13	-0.23	0.85	-0.10	1.23	0.74	0.91
2010	-0.38	-0.42	-0.80	-0.64	-0.71	-0.80	-0.80	-0.70	-0.85	-0.68
روند تغییرات Z (حسب مقدار بر دهه)	-0.29	-0.07	-0.19	-0.17	-0.41	-0.15	-0.27	-0.24	-0.25	-0.13

جدول ۵- میانگین شاخص Z ماهانه و روند تغییرات آن برای ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه- بیشینه‌ها با رنگ آبی و کمینه‌ها با رنگ قرمز و مقادیری که از آستانه ( $\pm 5$ ) ماهانه بیشتر یا کمتر هستند، بصورت رنگی مشخص شده است.

سال	ماه						
	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR
1981 / 82	0.3	-0.2	-0.5	0.9	0.6	0.1	-0.4
1982 / 83	2.3	0.9	-0.1	0.5	-0.7	-0.6	-0.3
1983 / 84	-0.8	-0.3	0.3	-0.5	-0.7	0.1	-0.2
1984 / 85	0.0	1.5	0.0	0.2	0.6	-0.4	-0.1
1985 / 86	-0.5	-0.1	0.6	-0.9	0.2	0.2	0.4
1986 / 87	0.0	0.7	-0.6	-1.2	0.2	0.8	-0.7
1987 / 88	2.5	-0.7	1.7	0.6	1.1	0.3	0.2
1988 / 89	-0.2	-0.6	0.1	-0.1	-0.4	0.6	-1.5
1989 / 90	0.2	-0.1	0.5	0.2	0.1	-0.2	0.0
1990 / 91	-0.2	-0.9	-0.4	-0.4	0.2	0.9	-0.7
1991 / 92	0.0	-0.7	2.0	-0.3	0.9	0.3	0.4
1992 / 93	-0.8	0.1	0.4	0.0	0.6	0.5	0.8
1993 / 94	-0.1	1.6	-0.1	1.3	0.3	0.3	0.1
1994 / 95	0.6	3.0	-0.2	-1.0	-0.1	-0.8	0.7
1995 / 96	-0.7	-0.7	-1.1	0.5	1.1	0.8	0.8
1996 / 97	-0.4	-0.8	-0.2	0.0	-0.8	1.0	-0.2
1997 / 98	-0.4	0.0	-0.3	0.9	0.0	1.2	-0.2
1998 / 99	-0.5	-0.7	-1.0	0.0	-0.4	-0.8	-0.8
1999 / 2000	-0.1	-0.3	-0.6	0.2	-0.8	0.2	-0.8
2000 / 2001	0.4	-0.2	1.0	-0.5	-0.9	-0.7	-1.0
2001/2002	-0.2	-0.2	0.4	0.3	-1.0	-0.3	1.4
2002/2003	-0.6	-0.2	0.7	-0.3	0.2	0.2	0.8
2003/2004	-0.4	-0.1	0.4	0.7	-0.6	-0.9	0.5
2004/2005	-0.5	0.5	-0.4	0.5	-0.5	0.1	-0.6
2005/2006	-0.7	-0.3	-0.3	0.5	1.7	-0.6	0.1
2006/2007	1.5	-0.1	-0.3	-0.2	-0.1	0.3	1.3
2007/2008	-0.8	-0.7	0.3	-0.5	-0.1	-1.5	-1.5
2008/2009	0.9	-0.1	-0.9	-0.9	-0.3	-0.5	0.1
2009/2010	0.2	0.6	-0.4	-0.5	0.3	-0.4	0.8
2010/2011	-0.7	-0.8	-0.7	0.2	-0.7	-0.1	0.6
روند تغییرات Z (حسب مقدار بر دهه)	-0.208	-0.166	-0.2	0.037-	-0.151	-0.244	+0.191

جدول ۶- میانگین ماهانه بارش و درصد بارش ماهانه منطقه و ماه‌هایی که میانگین شاخص Z بیشینه و یا کمینه مقدار را دارد و همچنین درصد بارش در این ماه‌ها

ماه							پارامتر
اکتبر	نوامبر	دسامبر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	
۲۶/۵	۴۶/۱	۴۱/۶	۴۱/۷	۴۲/۵	۵۷/۷	۵۴/۱	میانگین ماهانه بارش منطقه
۷/۶	۱۲/۶	۱۱/۱	۱۱/۲	۱۱/۳	۱۵/۷	۱۵/۳	سه‌م هر ماه درصد بارش سالانه منطقه
۱۹۸۷	۱۹۹۴	۱۹۹۱	۱۹۹۴	۲۰۰۶	۱۹۹۸	۲۰۰۲	ماه‌های با بالاترین مقدار میانگین شاخص
+۲/۵	+۳	+۲	+۱/۳	+۱/۷	+۱/۲	+۱/۴	مقدار شاخص بیشینه
+۳۰۰	+۲۸۵	+۱۴۳	+۵۸	+۸۶	+۶۷	+۷۶	درصد بارش نسبت به میانگین اقلیمی در ماه‌هایی که شاخص Z بیشینه است (بر حسب درصد)
۱۹۹۲	۱۹۹۰	۱۹۹۵	۱۹۸۷	۲۰۰۲	۲۰۰۸	۲۰۰۸	ماه‌های با پایین‌ترین مقدار میانگین شاخص
-۰/۸	-۰/۹	-۱/۱	-۱/۲	-۱	-۱/۵	-۱/۵	مقدار شاخص
-۹۷	-۸۳	-۷۵	-۶۷	-۵۴	-۷۷	-۸۳	درصد بارش نسبت به میانگین اقلیمی در ماه‌های که شاخص Z کمینه است (بر حسب درصد)

نرمال، مقادیر بیشتر از ۰/۵، ماه تر و کمتر از ۰/۵- ماه خشک برای ایستگاه در نظر گرفته شد (دلیریان، ۱۳۸۱). پس از مشخص شدن ماه‌های خشک و تر، ارتباط الگوها و گردش‌های جوی با دوره‌های خشک و تر (شاخص Z) محدوده مورد مطالعه بصورت عینی بررسی و مقایسه شده است. در این مقاله فقط نقشه‌های شاخص‌ترین ماه‌های خشک و تر (جدول ۶) آورده شده است (لازم به گفتن است که در هرماه در طول دوره، بالاترین و پایین‌ترین مقدار Z مربوط به هر ماه باشد آن ماه را به عنوان شاخص‌ترین ماه تر و یا خشک در نظر گرفته شده است).

بیشینه میانگین بارش منطقه در ماه مارس رخ می‌دهد و در اکتبر که نسبت به دیگر ماه‌های پاییز و زمستان از میانگین بارشی کمتری برخوردار بوده و درصد تغییرات در این ماه نسبت به بقیه ماه‌های مورد مطالعه بیشتر می‌باشد (جدول ۵). روند ماهانه تغییرات Z در منطقه مورد مطالعه طی دوره

بررسی جداول مقادیر شاخص نمره استاندارد محاسبه شده در ایستگاه‌های همدیدی منطقه مورد مطالعه با داده مربوط به یک ماه و یک سال مشخص، نمی‌توان به نتایج و قضاوت کلی در مورد روند تغییر وضعیت بارش ایستگاه‌ها رسید. زیرا همه ایستگاه‌های همدیدی در یک ماه و یک سال مشخص نمی‌توانند مقدار شاخص بیشتر از ۰/۵+ و یا کمتر از ۰/۵- و یا درفاصله ۰/۵+ تا ۰/۵- را به خود اختصاص دهند. مثلاً در ماه اکتبر سال ۱۹۹۷ (جدول ۴) تعداد ۷ ایستگاه شاخص بیشتر از ۰/۵+ دو ایستگاه در حد فاصل (۰/۵+) تا (۰/۵-) و یک ایستگاه کمتر از ۰/۵- را دارند. برای رفع این نقص، میانگین ماهانه شاخص Z منطقه مورد مطالعه، محاسبه و به عنوان معیار برای دوره‌های خشک و تر در نظر گرفته شد (جدول ۵). همچنین روند تغییرات Z میانگین منطقه محاسبه و در جدول ۵ آورده شده است. مقادیر شاخص در فاصله ۰/۵+ تا ۰/۵- در هر ایستگاه و در هر ماه بارش در حد



که معمولاً بارش‌ها بیشتر گرایش به بارش‌های رگباری پیدا می‌کند پتانسیل افزایش ذوب برف، روان‌آب و رخداد سیل را می‌تواند افزایش دهد. این گونه تغییرات فرضیه احتمالی تغییر اقلیم را در منطقه نیز می‌تواند تقویت نماید.

پس از مشخص شدن ماه‌های شاخص، الگوی هم‌مدیدی مربوط به هر ماه بطور جداگانه تحلیل شده و در پایان با توجه به ناهنجاری ماه‌های خشک و تر الگوی هم‌مدیدی این ماه‌ها مشخص می‌گردد.

اقلیمی (۲۰۱۰-۱۹۸۱) (شکل ۲) برای ماه‌های اکتبر تا مارس کاهش یافته و فقط در ماه آوریل روند افزایشی داشته است (جدول ۵). بیشترین روند کاهش این شاخص (۰/۲۴- بر دهه) در ماه مارس رخ داده است. این روند کاهش در اکثر ماه‌هایی که با توجه به نوع بارش (بارش برف) برای منابع آب و دیگر مصارف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است قابل توجه بوده و آسیب‌پذیری منابع آب را بشدت افزایش داده است و از طرفی روند افزایش بارش در ماه آوریل (شکل ۲)



شکل ۲- روند تغییرات شاخص Z منطقه (حسب مقدار بر دهه) طی دور آماری ۱۹۸۱-۲۰۱۰

مدیترانه کاهش بارش را در غرب و شمال غرب ایران در ماه‌های اکتبر در پی داشته است (مانند اکتبر سال‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰).

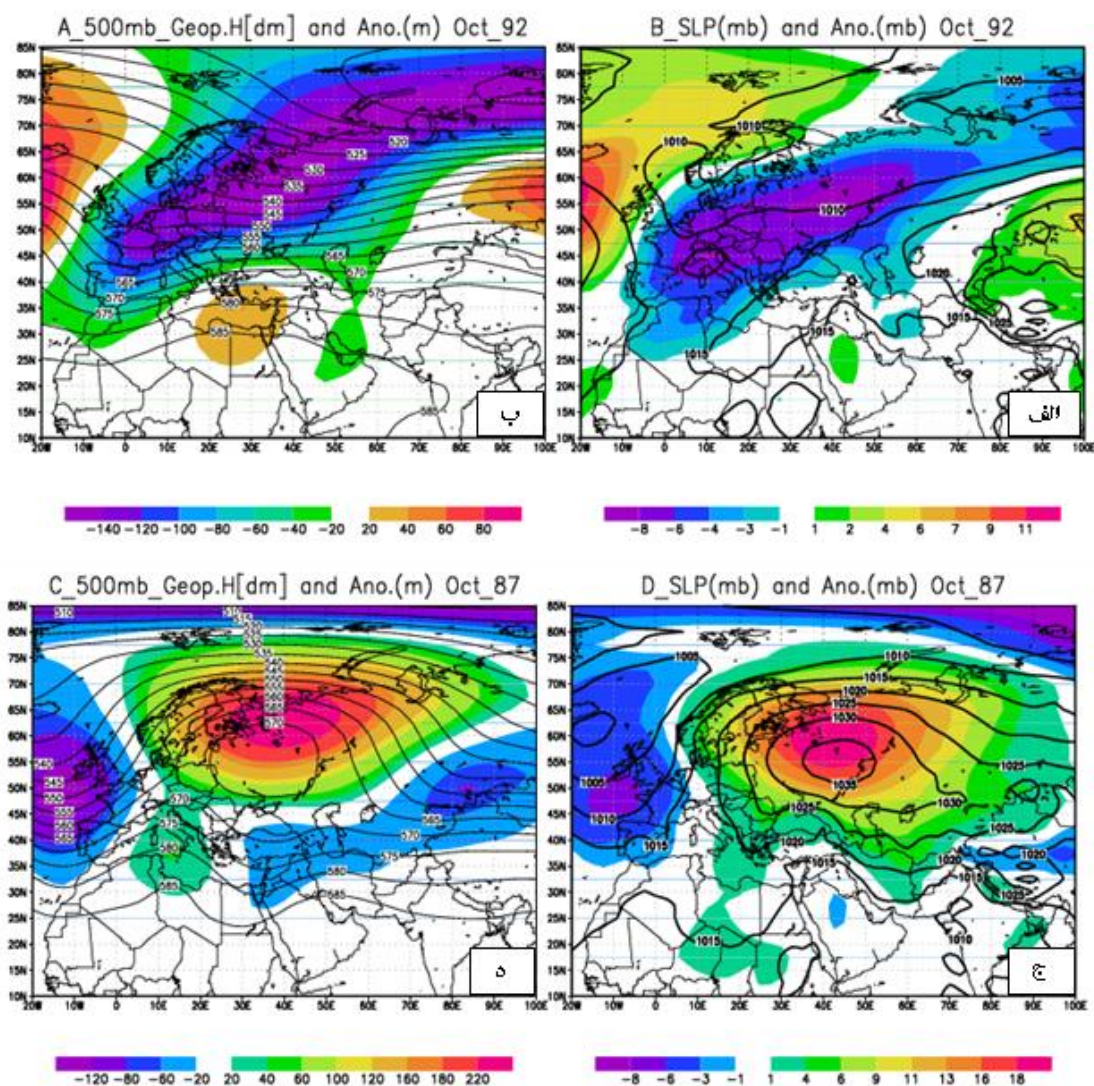
الگو و ناهنجاری‌های ماهانه فشار تراز دریا و ارتفاع تراز  $500\text{ hPa}$  پربارش‌ترین ماه اکتبر (نقشه‌های ج و د شکل ۳) بیانگر افزایش قابل ملاحظه فشار و ارتفاع در بخش‌های وسیعی از روسیه، اروپا و شمال دریای مازندران و فعالیت ناوه در نواحی شرقی مدیترانه دیده می‌شود. بطور کلی ناهنجاری منفی ارتفاع و فشار از شرق روسیه و غرب سیبری تا جنوب غرب اروپا و مدیترانه شرقی و افزایش ارتفاع روی نواحی شرقی مدیترانه سبب کاهش بارش در منطقه مورد

### ۳-۲- الگوهای هم‌مدیدی ماهانه SLP و H500 و ناهنجاری آنها برای ماه‌های خشک و تر:

در شکل (۳) الگوهای ماهانه میدان‌های فشار سطح دریا و ارتفاع تراز  $500$  هکتوپاسکال و ناهنجاری آنها نسبت به میانگین دوره اقلیمی (۱۹۸۱-۲۰۱۰) برای خشک‌ترین اکتبر آورده شده است (الف و ب شکل ۳). کاهش قابل ملاحظه فشار در روی اروپا و نیمه غربی مدیترانه (نقشه الف شکل ۳) همراه با کاهش ارتفاعی در تراز  $500$  هکتوپاسکال (نقشه ب شکل ۳)، بیانگر گذر سامانه‌های کم فشار دینامیکی در این ماه از مناطق مذکور باشد. عدم تشکیل ناوه در شرق مدیترانه و یا عقب نشینی آن به غرب مدیترانه و تشکیل پشته در شرق

ارتفاع در نواحی شرقی مدیترانه سبب افزایش بارش در منطقه مورد مطالعه می‌گردد.

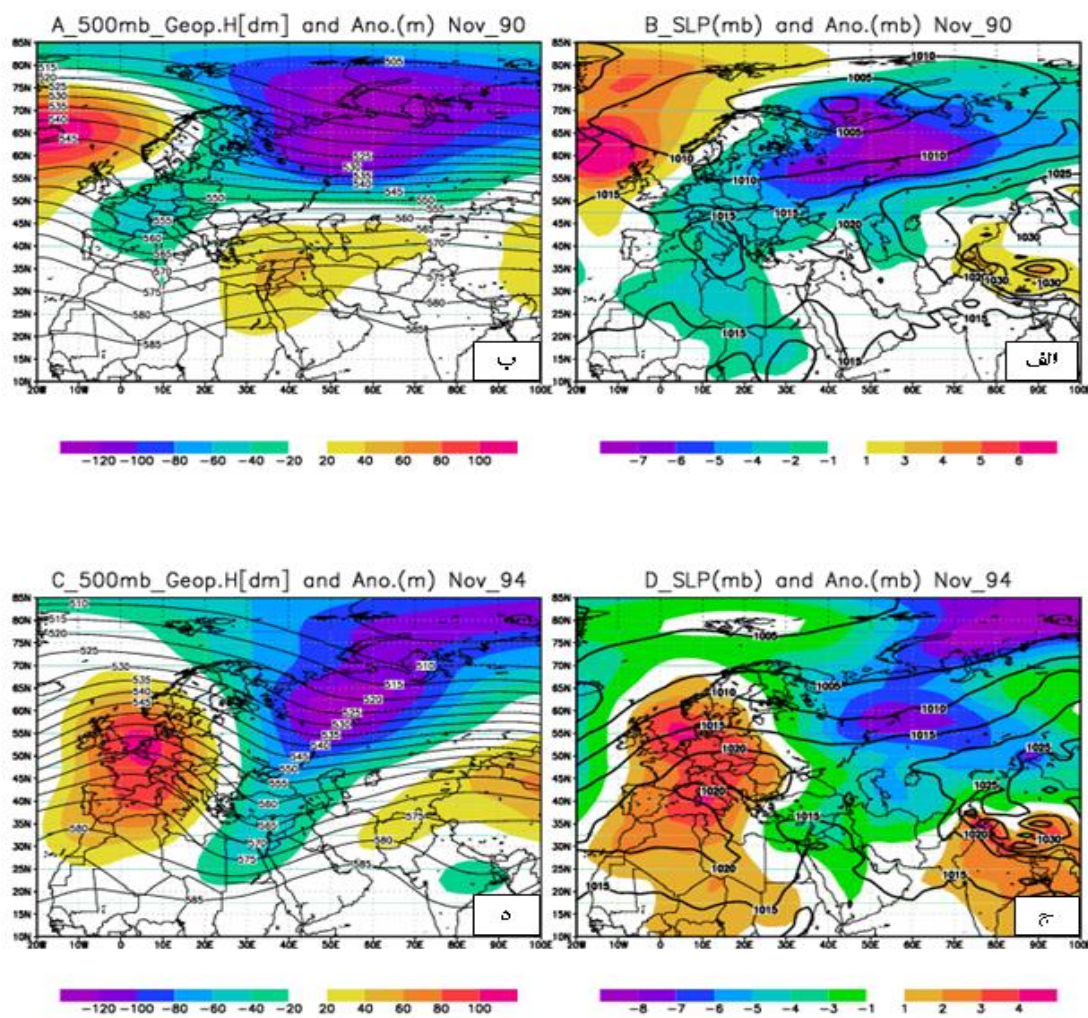
مطالعه می‌شود و ناپهنجاری مثبت فشار و ارتفاع بر روی روسیه و اروپای مرکزی به سمت شمال غرب آفریقا و کاهش



شکل ۳: نقشه‌های الگوی ماهانه میدان‌های فشار سطح دریا (بر حسب میلی بار) و ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتو پاسکالی (بر حسب دکامتر) و ناپهنجاری‌های آنها نسبت به دوره اقلیمی (به ترتیب بر حسب میلی بار و متر) در ماه اکتبر. (نقشه‌های الف) و (ب) مربوط به اکتبر ۱۹۹۲ به عنوان الگوی خشک، نقشه‌های (ج) و (د) مربوط به اکتبر ۱۹۸۷ به عنوان الگوی تر)

مرکزی مدیترانه و آفریقا مشاهده می‌شود (نقشه الف شکل ۴). این شرایط با ناپهنجاری مثبت ارتفاع در مدیترانه شرقی، شمال شرق آفریقا، غرب آسیا و نیمه شمالی کشور تا روی ترکمنستان همراه شده است (نقشه ب شکل ۴).

خشک‌ترین ماه نوامبر طی دوره ۳۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۸۱) در سال ۱۹۹۰ رخ داده بطوریکه بارش منطقه مورد مطالعه در این ماه فقط ۱۷ درصد میانگین اقلیمی بوده و ۸۳ درصد کمبود بارش در منطقه رخ داده است. ناپهنجاری‌های منفی فشار در شرق اروپا، روسیه و دریای مازندران تا اروپا و بخش‌های



شکل ۴: مانند شکل (۳) برای ماه نوامبر. (نقشه‌های الف) و (ب) مربوط به نوامبر ۱۹۹۰ به عنوان الگوی خشک، نقشه‌های (ج) و (د) مربوط به نوامبر ۱۹۹۴ به عنوان الگوی تر)

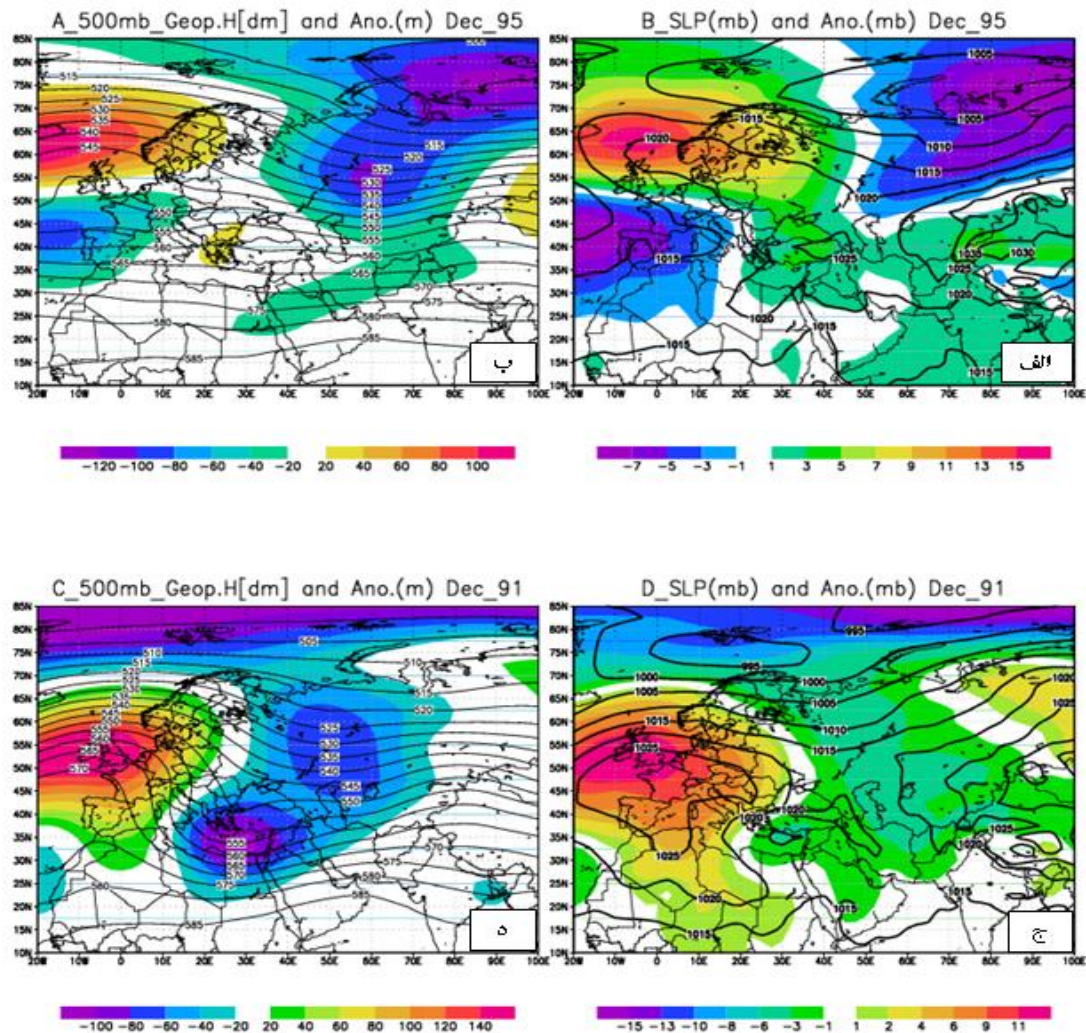
افزایش فشار از آفریقا تا بخش‌های مرکزی و غربی مدیترانه و امتداد آن تا اروپای شمالی در ماه نوامبر پربارش قابل ملاحظه است. بطور کلی تقویت سامانه پرفشار در نیمه غربی اروپا و مدیترانه و تقویت سامانه کم فشار در نیمه شرقی مدیترانه و نواحی شرقی اروپا، دوره‌های تر، در حالی که افزایش ارتفاع در بخش‌های شرقی مدیترانه دوره‌های خشک را برای منطقه در پی خواهد داشت. بنابر این کاهش ارتفاع یا تقویت ناوه ارتفاعی در نواحی مدیترانه شرقی از عوامل اصلی پربارانی منطقه در این ماه می‌باشد

بنابراین کاهش فشار در روی اروپا و روسیه همراه با افزایش ارتفاع در مدیترانه شرقی و غرب آسیا، شدیدترین دوره‌های خشک را در منطقه مورد مطالعه می‌تواند ایجاد نماید. پربارش‌ترین ماه نوامبر طی دوره مورد مطالعه در منطقه مورد نظر در سال ۱۹۹۴ رخ داده و مقدار بارش در این ماه نزدیک به سه برابر میانگین دوره اقلیمی منطقه بوده است. در این ماه ناهنجاری‌های منفی فشار و ارتفاع از شمال شرق آفریقا و نواحی مدیترانه شرقی تا اروپای شرقی و روسیه همراه با تقویا و فعالیت ناوه شرق مدیترانه دیده می‌شود (نقشه‌های ج و د شکل ۴).



شرقی شامل نیمه شرقی مدیترانه و غرب آسیا و همچنین آسیای میانه، آسیای شرقی و اقیانوس هند و نابهنجاری منفی در روی اطلس، مدیترانه غربی و جنوب اروپا دیده می‌شود (نقشه الف شکل ۵). در تراز  $500\text{hPa}$  نابهنجاری منفی ارتفاع در نواحی وسیعی که در شمال شرق دریای مازندران مشاهده می‌شود (نقشه ب شکل ۵).

خشک‌ترین ماه دسامبر طی دوره اقلیمی (۱۹۸۱-۲۰۱۲) در منطقه مورد مطالعه در سال ۱۹۹۵ رخ داده است. شاخص Z در این ماه برابر  $1/1-$  و مقدار بارندگی بوده که نسبت به دوره اقلیمی، ۷۵ درصد کاهش داشته است. نابهنجاری مثبت فشار در روی اروپا بین عرض‌های ۵۲ تا ۸۰ درجه شمالی و همچنین بین طول‌های حدود ۲۰ تا ۵۰ درجه



شکل ۵: مانند شکل (۲) برای ماه دسامبر. (نقشه‌های الف) و (ب) مربوط به دسامبر ۱۹۹۵ به عنوان الگوی خشک، نقشه‌های (ج) و (د) مربوط به دسامبر ۱۹۹۱ به عنوان الگوی تر)

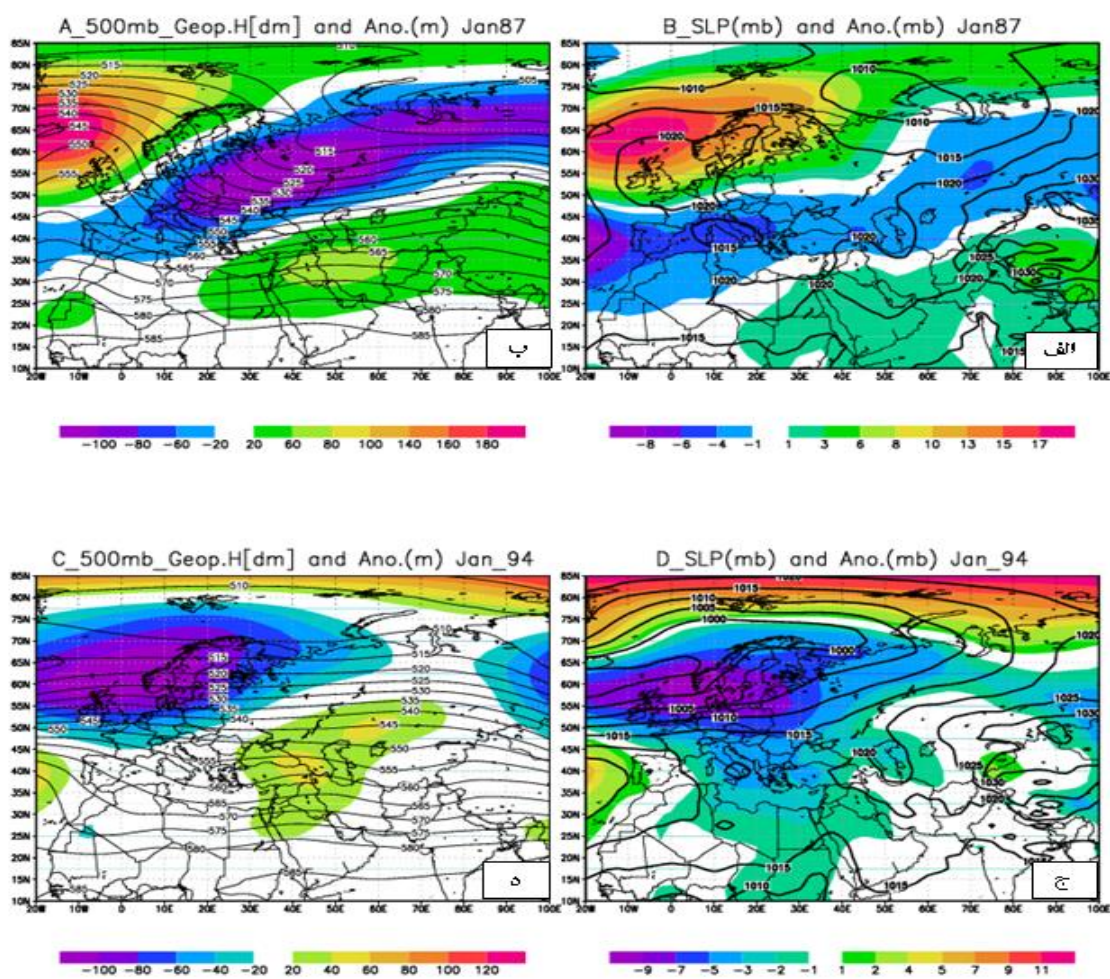
ج شکل ۵) و نابهنجاری‌های مثبت فشار شباهت زیادی با ماه نوامبر پربارش (نقشه ج شکل ۴) دارد از آفریقا تا انگلیس و عرض‌های شمالی‌تر امتداد یافته است. این وضعیت با

در ماه دسامبر پربارش، نابهنجاری‌های منفی فشار در بخش‌های مدیترانه شرقی، غرب آسیا و روی ایران تا عرض‌های شمالی حدود ۸۰ درجه گسترش یافته است (نقشه

تا ۴۵ درجه شمالی که از غرب تا روی دریای مازندران و سپس، ضمن امتداد به سمت شرق به سمت عرض‌های شمالی تر نیز جابجا شده است. نابهنجاری ارتفاع تراز  $500 \text{ hPa}$  نیز تقریباً با نابهنجاری فشار هماهنگ بوده و بر روی آسیا بویژه خاور میانه و همچنین بخش‌های شرقی مدیترانه نابهنجاری مثبت فشار و ارتفاع رخ داده بیشینه افزایش ارتفاعی نسبت به دوره اقلیمی در روی ایران و عراق مشاهده می‌شود.

نابهنجاری منفی ارتفاع از شمال شرق آفریقا و نیمه شرقی مدیترانه تا منطقه مورد مطالعه، دریای سیاه و دریای مازندران بسمت عرض‌های شمالی امتداد یافته و نابهنجاری مثبت در نواحی غربی مدیترانه روی اطلس و اروپای غربی بوده و هسته مرکزی آن روی انگلیس قرار گرفته است (نقشه د شکل ۵).

در ماه ژانویه خشک نابهنجاری‌های (نقشه‌های الف و ب شکل ۶) میدان‌های فشار و ارتفاع تراز  $500 \text{ hPa}$  بیانگر وجود نابهنجاری‌های منفی فشار در عرض‌های جغرافیایی حدود ۲۵



شکل ۶: مانند شکل (۳) برای ماه ژانویه. (نقشه‌های الف) و (ب) مربوط به ژانویه ۱۹۸۷ به عنوان الگوی خشک، نقشه‌های (ج) و (د) مربوط به ژانویه ۱۹۹۴ به عنوان الگوی تر)

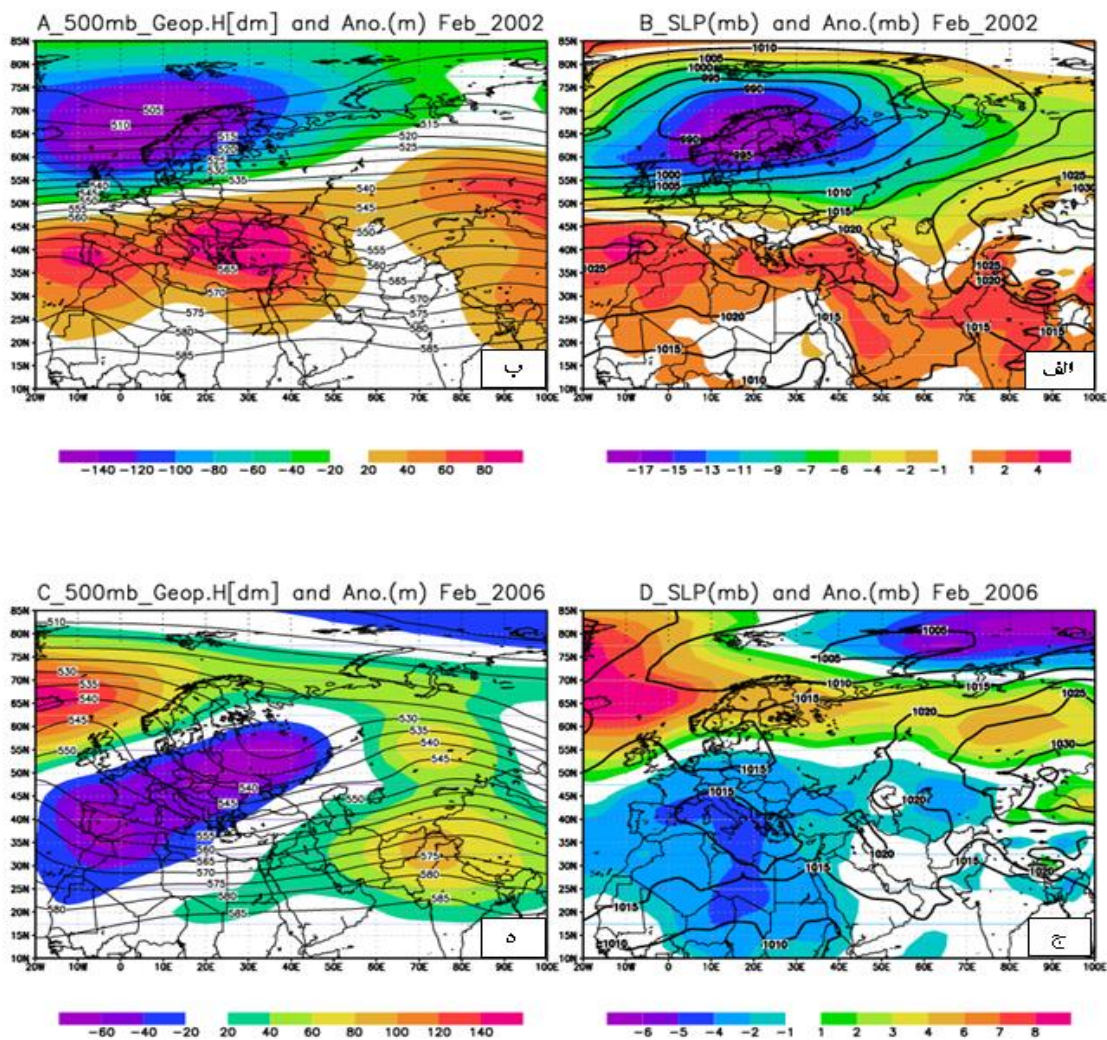
اروپا و آسیا مشاهده نمی‌شود و فقط نابهنجاری مثبت ارتفاعی از نواحی شرقی مدیترانه تا روی دریای سیاه و دریای

در دوره تر مربوط به این ماه (نقشه‌های ج و د شکل ۶) نابهنجاری‌ها مثبت فشار و ارتفاع در بخش‌های وسیعی از



الگوی تر نابهنجاری منفی این کمیت‌ها (تقویت این سامانه کم فشار) قابل ملاحظه است. خشک‌ترین فوریه طی دوره اقلیمی مورد نظر افزایش نابهنجاری مثبت فشار و ارتفاع در عرض‌های حدود ۲۰ تا ۴۵ درجه شمالی و نابهنجاری‌های منفی آنها در عرض‌های حدود ۵۰ تا ۸۰ درجه شمالی بارز است (نقشه‌های الف و ب شکل ۷).

مازندران و شمال آرال گسترش یافته است. این در حالی است گستره نابهنجاری‌های منفی از روی آفریقا تا اروپا گسترده شده است. از ویژگی‌های مهم و برجسته الگوهای خشک و تر در این ماه نابهنجاری‌های زیاد در محدوده کم فشار ایسلند و نواحی شمال انگلیس است که در الگوی خشک نابهنجاری مثبت فشار و ارتفاع (تضعیف این سامانه کم فشار) و در



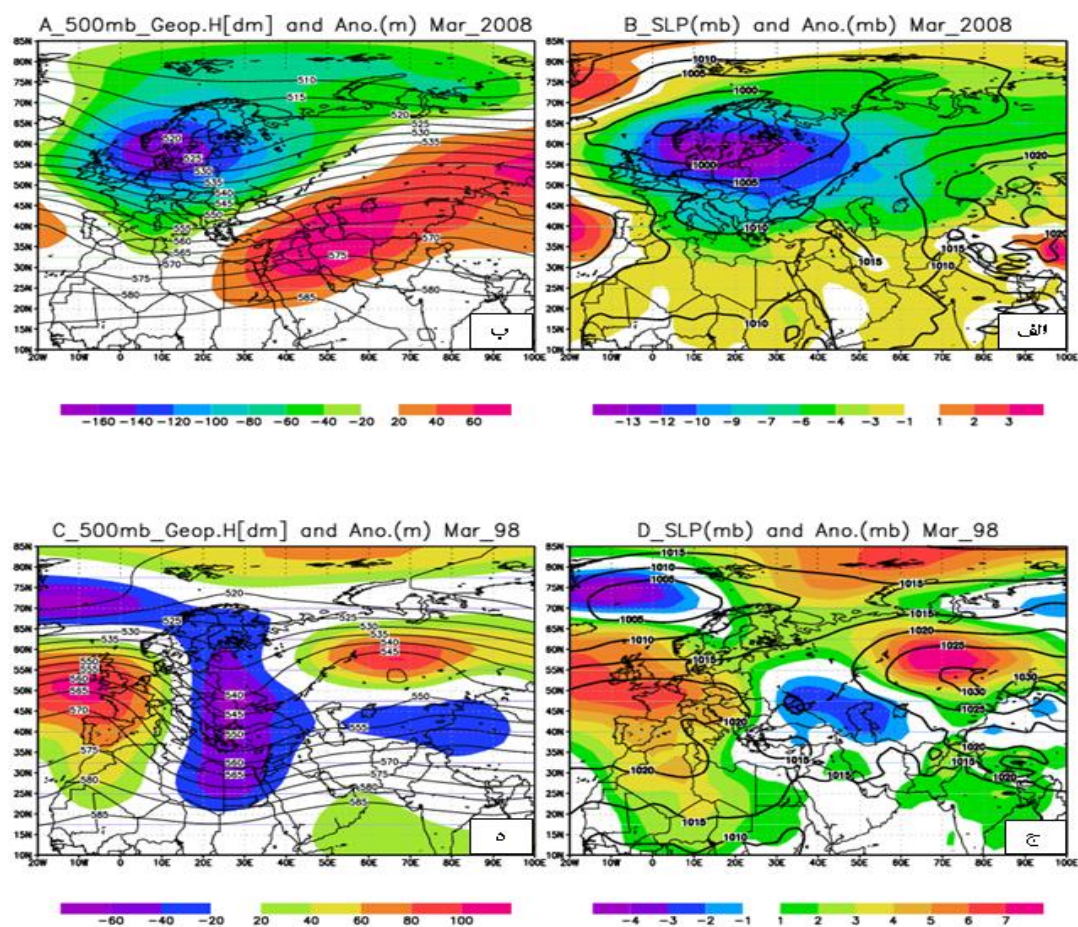
شکل ۷: مانند شکل (۲) برای ماه فوریه. (نقشه‌های الف) و (ب) مربوط به فوریه ۲۰۰۲ به عنوان الگوی خشک، نقشه‌های (ج) و (د) مربوط به فوریه ۲۰۰۶ به عنوان الگوی تر)

مشاهده می‌شود. نابهنجاری منفی ارتفاع از غرب مدیترانه تا روی بخش‌های وسیعی از اروپا و نابهنجاری مثبت ارتفاع در

پر بارش‌ترین فوریه نابهنجاری منفی فشار از شمال آفریقا تا روی مدیترانه و عرض‌های حدود ۵۰ شمالی و وجود کمربند نابهنجاری مثبت فشار از حدود ۵۵ تا ۷۵ درجه شمالی

اروپا و روسیه نابهنجاری منفی ارتفاع (تقویت ناوه) مشاهده می‌شود که این شرایط با نابهنجاری منفی فشار در غالب نقاط از جمله روی اروپا، روسیه و سیبری همراه شده است (نقشه‌های الف و ب شکل ۸).

شمال غرب انگلیس و بخش‌های وسیعی از آسیای میانه قرار گرفته است (نقشه‌های ج و د شکل ۷).  
الگوی خشک در ماه مارس از شمال شرق آفریقا و نواحی شرقی مدیترانه تا روی ایران و شمال غرب چین و سیبری نابهنجاری مثبت ارتفاع (تقویت پشته) و از شمال غرب آفریقا،



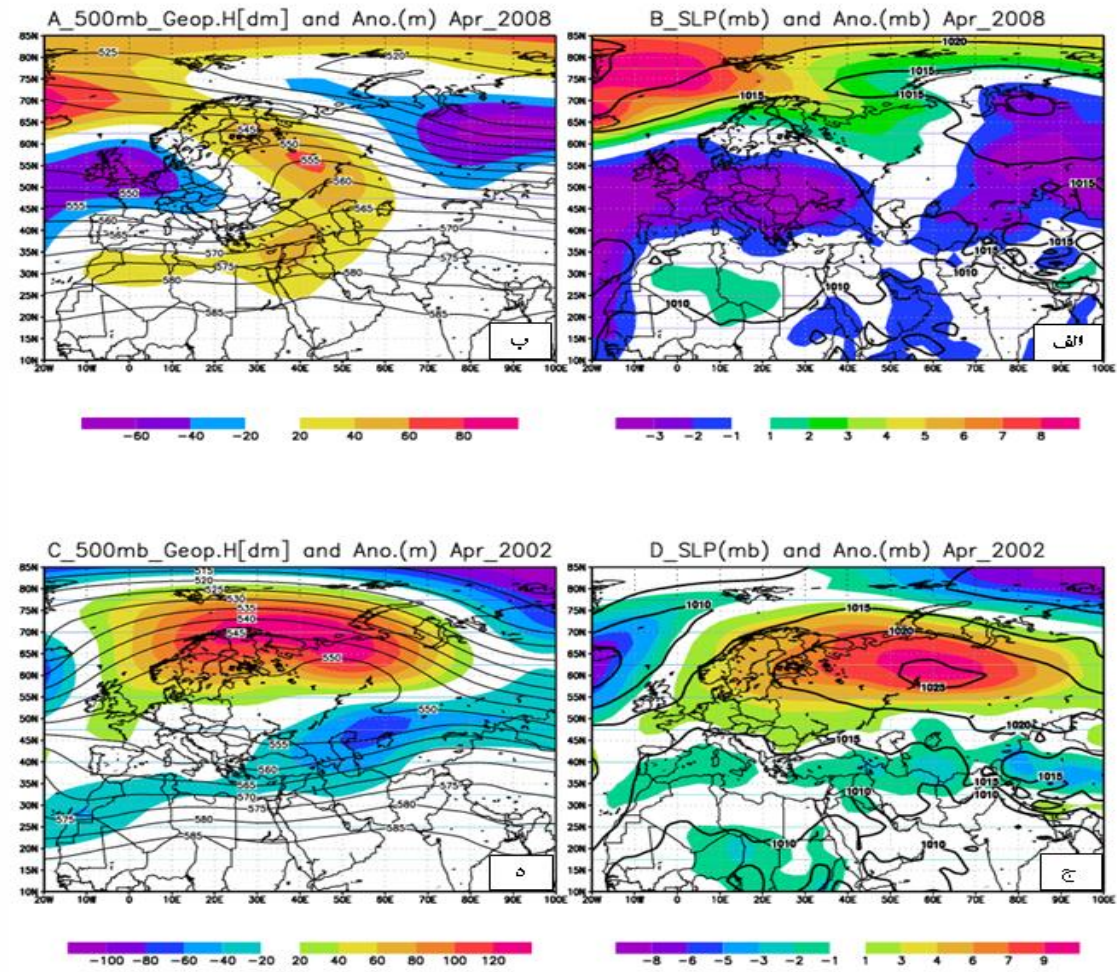
شکل ۸: مانند شکل (۳) برای ماه مارس. (نقشه‌های الف) و (ب) مربوط به مارس ۲۰۰۸ به عنوان الگوی خشک، نقشه‌های (ج) و (د) مربوط به مارس ۱۹۹۸ به عنوان الگوی تر)

مدیترانه تا روی اروپا و نابهنجاری مثبت در غرب این نواحی مشاهده می‌شود (نقشه‌های ج و د شکل ۸).  
آوریل سال ۲۰۰۸ خشکترین آوریل طی دوره اقلیمی مورد مطالعه بوده است. نابهنجاری مثبت ارتفاعی در نیمه شرقی

اما در الگوی تر نابهنجاری منفی فقط در روی دریای مازندران تا بخش‌هایی از دریای سیاه قرار گرفته و در اکثر نقاط دیگر از جمله روی اروپا و سیبری نابهنجاری مثبت فشار رخ داده است. این شرایط نابهنجاری منفی ارتفاع از نیمه شرقی



مدیترانه، شمال آفریقا، نواحی غربی ایران، دریای مازندران تا غرب روسیه مشاهده می‌شود (نقشه‌های الف و ب شکل ۹).



شکل ۹: مانند شکل (۳) برای ماه آوریل. (نقشه‌های الف) و (ب) مربوط به آوریل ۲۰۰۸ به عنوان الگوی خشک، نقشه‌های (ج) و (د) مربوط به آوریل ۲۰۰۲ به عنوان الگوی تر)

امتداد آن به سمت شرق مشاهده می‌شود (نقشه‌های ج و د شکل ۹)

### نتیجه گیری

نتایج حاصل نشان می‌دهد که روند شاخص Z در ماه‌های اکتبر تا مارس طی دوره اقلیمی (۲۰۱۰-۱۹۸۱) کاهش یافته

ناپهنجاری منفی فشار در نواحی شرقی اطلس، اروپا و سیبری و در شمال این نواحی ناپهنجاری مثبت مشاهده می‌شود (نقشه‌های الف و ب شکل ۹). در الگوی پرباران این ماه کمربند ناپهنجاری منفی فشار در عرض‌های حدود ۳۰ تا ۴۵ درجه شمالی و ناپهنجاری مثبت فشار و ارتفاع در عرض‌های شمالی اروپا (از حدود ۴۵ درجه به بالا) و ناپهنجاری منفی از روی مدیترانه تا روی دریای مازندران و



دوره‌های مرطوب در شرق مدیترانه می‌شود. همچنین در دوره‌های تر، منطقه ناوه بین پرفشارهای سیبری و آژورس (در بخش‌های شرقی مدیترانه) فعال می‌باشد و در طی ماه‌های خشک پرفشار سیبری از شدت بیشتری برخوردار بوده و سامانه کم فشار از بخش‌های شرقی مدیترانه به نواحی مرکز آن جابجا می‌شود.

حالت دوم: گسترش نابهنجاری‌ها بصورت نصف النهاری سبب دوره‌های خشک و تر شدید در منطقه می‌شوند، بطوریکه افزایش نابهنجاری مثبت فشار و ارتفاع از شمال دریای سرخ و نیمه شرقی مدیترانه و ایران تا شمال اروپا همراه با نابهنجاری‌های منفی در نیمه غربی مدیترانه و بخش‌هایی از اطلس شمالی بین عرض‌های جغرافیایی حدود ۲۵ تا ۵۰ درجه شرقی (مانند دسامبر ۱۹۹۵) سبب دوره‌های خشک شدید می‌شود. استقرار نابهنجاری‌های منفی از شمال شرق آفریقا و نیمه شرقی مدیترانه تا ایران و عرض‌های حدود ۸۰ درجه شمالی که همراه با نابهنجاری‌های مثبت در نواحی غربی این مناطق (از آفریقای و نیمه غربی مدیترانه تا نواحی غربی اروپا و بخش‌های از اقیانوس اطلس شمالی) (مانند دسامبر ۱۹۹۱ و مارس ۱۹۹۸) سبب بارش‌های شدید در منطقه می‌گردد.

حالت سوم: در این حالت گسترش مداری و نصف النهاری نابهنجاری‌ها بصورت دو حالت قبل نبوده بلکه نابهنجاری‌ها حالتی بین گسترش مداری و یا نصف النهاری فوق الذکر را دارند و یا نابهنجاری‌های فشار و ارتفاع هماهنگ و گسترده نیستند که در این شرایط دوره‌های خشک یا تر ضعیف و یا نرمال را سبب می‌شوند. در اغلب این حالت‌ها نابهنجاری‌ها در بخش نیمه شرقی دریای مدیترانه بسیار بارز بوده که نابهنجاری‌های منفی و مثبت در این منطقه به ترتیب گرایش به دوره‌های تر و خشک متوسط را افزایش می‌دهد.

با عنایت به این که پیش‌بینی‌های فصلی میدان‌های فشار و ارتفاع نسبت به بارش از دقت بیشتری برخوردار می‌باشد نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند سبب ارتقائی پیش‌آگاهی‌های فصلی شود.

که بیانگر روند کاهشی دوره‌های تر و افزایش خشکسالی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد (جدول ۵). نابهنجاری‌های میدان‌های فشار تراز دریا و ارتفاع تراز ۵۰۰ hPa در دوره‌های خشک و تر متفاوت بوده است و می‌توان آنها را به سه حالت کلی تقسیم کرد:

- حالت اول: گسترش نابهنجاری‌ها بصورت مداری سبب دوره‌های خشک و تر شدید در منطقه می‌شوند. در این حالت نابهنجاری‌های فشار و ارتفاع گسترش مداری زیادی داشته و بسته به اینکه کمربند‌های نابهنجاری منفی و مثبت در چه موقعیتی قرار داشته باشند دوره‌های خشک و تر در منطقه رخ می‌دهد. استقرار نابهنجاری‌های منفی در عرض‌های حدود ۲۵ تا ۴۵ درجه شمالی که با نابهنجاری‌های مثبت در دو طرف بویژه در عرض‌های جنوبی (مانند ژانویه ۱۹۸۷) و یا استقرار نابهنجاری‌های مثبت در عرض‌های حدود ۲۰ تا ۴۵ درجه شمالی و نابهنجاری‌های منفی در عرض‌های حدود ۵۰ تا ۸۰ درجه شمالی (مانند فوریه ۲۰۰۲) سبب دوره‌های خشک شدید در منطقه می‌گردد. رخداد نابهنجاری‌های مثبت فشار و ارتفاع در عرض‌های حدود ۴۵ تا ۷۵ درجه شمالی و طول‌های حدود ۱۰ تا ۱۰۰ درجه شرقی همراه با نابهنجاری‌های منفی در عرض‌های جنوبی‌تر بویژه عرض‌های حدود ۲۰ تا ۴۵ درجه شمالی (مانند آوریل ۲۰۰۲ و اکتبر ۱۹۸۷)، دوره‌های ترسالی شدید را در منطقه باعث می‌شود.

شایان گفتن است که نتایج حاصله از این پژوهش با نتایج مطالعات مشابه انجام شده از جمله کریچال و همکاران (Krichak et al, 2000)، ماهراس و همکاران (Maheras et al, 1999)، تورکس (Turkes, 1998) و کویتل و همکاران (Kutiel et al, 1996, 2001) همسو بوده بطوریکه یافته‌های مطالعات آنها نیز بیانگر حاکمیت نابهنجاری‌های مثبت SLP/H500 بر روی اروپای شرقی و نابهنجاری منفی SLP در روی جنوب‌غرب و اروپای غربی، در ایجاد دوره‌های خشک در شرق مدیترانه مؤثر می‌باشد در حالی که نابهنجاری‌های منفی SLP/H500 در روی اروپای شرقی و نابهنجاری‌های مثبت SLP/H500 در روی اروپای غربی، منجر به ایجاد

## منابع:

- On the precipitation climatology of Turkey by harmonic analysis. *Int J Climatol* 19: 1717-1728
13. Kadioglu M, Sen Z (1998) Power-law relationship in describing temporal and spatial precipitation pattern in Turkey. *Theor Appl Climatol* 59: 93-106
  14. Kelley, C., M. Ting, R. Seager, and Y. Kushnir (2012), Mediterranean precipitation climatology, seasonal cycle, and trend as simulated by CMIP5, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 39, L21703, doi:10.1029/2012GL053416,
  15. Kelley, C., M. Ting, R. Seager, and Y. Kushnir (2012), the relative contributions of radiative forcing and internal climate variability to the late 20th century winter drying of the Mediterranean region, *Clim. Dyn.*, 38(9–10), 2001–2015, doi:10.1007/s00382-011-1221-z.
  16. Khoshakhlagh, F., Azizi, G. and Rahimi, M. 2012, Synoptic patterns of drought and wet winter in southwest of Iran, *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*, Vol. 12, No. 25, 57-77.
  17. Krichak, S. O., Tsidulko, M., Alpert, P., 2000. Monthly Synoptic Patterns Associated with Wet/Dry conditions in the Eastern Mediterranean. *Theor. Appl. Climatol.* 65, 215-229
  18. Kutiel H, Maheras P, Guika S (1996b) Circulation indices over the Mediterranean and Europe and their relationship with rainfall conditions across the Mediterranean. *Theor. Appl. Climatol* 54: 125-138
  19. Kutiel, H., Hirsch-Eshkol, T. R., and Turkes M., 2001. Sea level pressure patterns associated with dry or wet monthly rainfall conditions in Turkey, *Theor. Appl. Climatol.* 69, 39-67
  20. Lshani Zand, M., 2005, Investigation of Climatic drought and combating approaches with it (case study of six basins in the West and North West of Iran), climatology doctoral dissertation, Faculty of Literature and Humanities, Isfahan university.
  21. Maheras P., Xoplaki E., Kutiel H., 1999. Wet and dry monthly anomalies across the Mediterranean basin and their relationship with circulation, 1860-1990. *Theor. appl. Climatol* 64: 189-199
  22. Parvin, N., 2011, synoptic patterns of the most severe drought over Uremia lake basin, *Geographical Research*, Vol. 26, No. 100, 89-108.
  1. Alijani, B., 2002, Variation of 500hpa flow patterns over Iran and surrounding areas and their relationship with climate of Iran. *Theor. Appl. Climatol.* 71, 41-4.
  2. AZhgh, M., 2003, Investigation of spatial and temporal drought variability in the West of Iran, *Natural Geography*, Master's thesis, Razi University of Kermanshah
  3. Babaee Feeni, O. and Fattahi, E. 2014, Categorizing of precipitation and drought producing synoptic circulation, *Geographical Research*, Vol. 29, No. 112, 105-122.
  4. Babu1, C.A., Samah, A.A. and Varikoden, H., 2011, Rainfall Climatology over Middle East Region and its Variability, *International Journal of Water Resources and Arid Environments* 1(3): 180-192.
  5. Bardossy, A. et al. 1990, Space-time model for daily rainfall using atmospheric circulation patterns, *water Resources. Res. earoh.* Vol. PP. 28, 1247-1260
  6. Bogardi, I. Matyasovszky, I. Bardossy, A. and Duckstein, L., 1994, A hydroclimatological model of areal drought, *Journal of Hydrol.* 153. Pp. 245-264.
  7. Brian F. Farrell, Gidon Eshel, October 2000. Mechanisms of Eastern Mediterranean Rainfall Variability. *J. Atmos. Sci.*, 57, 3219-3232
  8. Corte-Real J, Qian B, Xu H. 1998. Regional climate change in Portugal: precipitation variability associated with large-scale atmospheric circulation. *International Journal of Climatology* 18: 619–635.
  9. Fatahei, E. and Rahimzadeh, F., 2009, The ENSO Relation With Wintery Atmospheric Circulation Patterns in Iran, *Geography and Development Iranian Journal*, Vol. 7, No. 15, 21-44.
  10. Ghavidel Rahimi, U., 2003, Analysis of Precipitation and calculation of wet and dry periods in the East Azarbayjan province, Master's thesis, Tarbiat Modares University.
  11. Hoerling, M. P., J. Eischeid, J. Perlwitz, X. Quan, T. Zhang, and P. Pegion (2012), On the increased frequency of Mediterranean drought, *J. Clim.*, 25, 2146–2161, doi:10.1175/JCLI-D-11-00296.1.
  12. Kadioglu M, Ozturk N, Erdun H, Sen Z (1999)

26. Turkes M (1996) Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *Int J Climatol* 16: 1057-1076
27. Turkes M (1998) Influence of geopotential heights, cyclone frequency and southern oscillation on rainfall variations in Turkey. *Int J Climatol* 18: 649-680
28. Vicente-Serrano, S.M, and Lopez-Moreno, J.I., 2006, the influence of atmospheric circulation at different spatial scales on winter drought variability through a semi-arid climatic gradient in northeast Spain, *Int. J. Climatol.* 26: 1427–1453
23. Razaee, T., 2008, Investigation of Relationship between of 500hPa atmospheric circulation patterns and dry and wet periods in the West of Iran , PhD. thesis , field of climatology, Tehran University .
24. Santos, J.A., Corte-Real, J. and Leite, S.M., 2005, Weather regimes and their connection to the winter rainfall in Portugal, *Int. J. Climatol.* 25: 33–50.
25. Trigo, R.M., and DaCamara, C.C, 2000, Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in Portugal, *Int. J. Climatol.* 20: 1559–1581.