

S. Javanmard, Ph. D

دکتر سهیلا جوانمرد، پژوهشکده‌های هواشناسی، اقلیم‌شناسی، امیرکبیر جهان

I. Babaeian.

ایمان باباییان، پژوهشکده اقلیم‌شناسی مشهد

J. Bodaghamali, Ph. D

دکتر جواد بداق‌جمالی، پژوهشکده‌های هواشناسی، اقلیم‌شناسی، امیرکبیر جهان

A. R. Shahabfar, L. Khazanedari

علیرضا شهاب‌فر، لیلی خزانه‌داری، پژوهشکده اقلیم‌شناسی مشهد

شماره مقاله: ۵۹۴

## بررسی همبستگی بین تغییرات فشار قزاقستان - دریای عمان با نوسانهای بارش ایران

### چکیده

فشار، مهمترین عامل کنترل‌کننده رفتار جو به‌عنوان یک سیال است. با پیش‌بینی تغییرات فشار جو، می‌توان سایر پارامترهای وابسته نظیر بارش را پیش‌بینی کرد. در این مقاله، با هدف بررسی تغییر اقلیم از دیدگاه سینوپتیکی، داده‌های فشار منطقه خاورمیانه استخراج و الگوهای سینوپتیکی منطقه‌ای واقع در ( $30^{\circ}\text{E}$  و  $15^{\circ}\text{N}$ ) تا ( $80^{\circ}\text{E}$  و  $55^{\circ}\text{N}$ ) مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور، داده‌های فشار سالهای ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۰ میلادی از مرکز مطالعات اقلیمی (CRU) اخذ و پس از بررسی‌های آماری و ارزیابی، برای تهیه نقشه‌های سینوپتیکی مورد استفاده قرار گرفتند. نقشه‌های دوره آماری به تفکیک فصل و سال برای دوره آماری ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ تهیه و سپس نقشه‌های سینوپتیکی سالهای ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ که به‌صورت فصلی و سالانه تهیه شده بودند، با نقشه‌های دوره آماری مقایسه شدند. نتایج اولیه حاکی از افزایش بارش در جنوب کشور در صورت تقویت کم فشار واقع در عرض  $20^{\circ}\text{N}$  (واقع بر روی دریای عمان)، کاهش بارندگی نوار شمالی کشور با تقویت پرفشار عرض  $50^{\circ}\text{N}$  (واقع بر روی کشور قزاقستان) و همچنین افزایش بارش کشور در صورت تقویت گرادیان فشاری شمال‌شرقی - جنوب‌غربی است. کلید واژه‌ها: فشار سطح دریا، دوره آماری، الگوی سینوپتیکی بارندگی، خشکسالی.

### مقدمه

فشار، مهمترین عامل کنترل‌کننده رفتار جو زمین و اقلیم است. تغییر الگوهای فشار، می‌تواند توزیع بارش و سایر پارامترهای هواشناسی را در یک منطقه تغییر دهد. مطالعه و بررسی الگوهای فشار در سطح زمین و سطوح فوقانی جو، به‌طور توأم، دارای اهمیت است. برخلاف مطالعات نسبتاً جامعی که بر روی الگوهای فشار سطح زمین انجام شده، مطالعات الگوهای فشار سطوح فوقانی محدود است.

از جمله مطالعات انجام شده می‌توان به کارهای استارک (Stark, 1965) و هارمان (Harman, 1991) اشاره کرد. بر اساس مدل گردش عمومی جو، منطقه حاره و عرضهای میانی در گستره الگوهای کم فشار، و کلاهیک قطبی و جنب حاره در گستره الگوهای پرفشار هستند. بر این اساس، توزیع بارش نیز به‌طور کلی همخوانی خوبی با مراکز فشار دارد (علیچانی، ۱۳۸۱، ۲۸). اما در بستر گردش عمومی جو، چرخشهایی در مقیاس کوچک وجود دارند که الگوی بارش مناطق مذکور متأثر از این چرخشهای میان مقیاس است. از جمله این چرخشها می‌توان به بعضی سیگنالهای هواشناسی مانند NAO, SO, PNA, AO, QBO و ... اشاره کرد که هم‌اکنون محققان زیادی به مطالعه اثرهای آنها بر روی الگوی بارش و دما در نیمکره شمالی مشغول هستند (Shahabbar, et al., 2001). به عنوان مثال، NAO نوسان فشار بین دو الگوی کم فشار ایسلند و پرفشار آزر می‌باشد که فاز مثبت آن موجب افزایش بارندگی در مرکز و شمال اروپا، و فاز منفی آن موجب کاهش بارندگی در جنوب اروپا و خاورمیانه می‌گردد. محدوده اثر این سیگنال هواشناسی، از سواحل شرقی ایالات متحده تا سیبری و از بخش شمالگان اقیانوس اطلس تا بخش استوایی آن است (Rogers, 1984) سیگنال هواشناسی دیگر مؤثر که بر روی الگوهای بارش و دما، SO است که نوسان فشار بین دو مرکز کم فشار واقع بر روی منطقه ایندوسترالیا و پرفشار اقیانوس آرام جنوبی است. نوسان فشار در این دو مرکز، نقش کنترلی بسیار مهمی در توزیع بارش در منطقه مذکور و حتی سایر نقاط کره زمین - بخصوص در منطقه حاره - دارد. به دلیل همزمانی عمل معکوس شدن الگوی فشار منطقه با گرم شدن اقیانوس، دانشمندان هواشناسی این پدیده را النینو- نوسان جنوبی یا به اختصار انسو<sup>۱</sup> نامگذاری کرده‌اند (Ahrens, 2003).

### الگوهای سینوپتیکی آسیا و خاورمیانه

توزیع بارش در خاورمیانه بخصوص ایران، از الگوهای سینوپتیکی مختلفی متأثر است که مهمترین آنها عبارتند از: پرفشار آزر، پرفشار سیبری، کم فشار سودانی، کم فشار مدیترانه و کم فشارهای حرارتی. همچنین، برخی الگوهای دیگر مانند کم فشار ایسلند و ایندوسترالیا و پرفشار اقیانوس آرام جنوبی که به طور غیر مستقیم بر روی کشور ایران و خاورمیانه تأثیر می‌گذارند، در ذیل توضیح مختصری راجع به الگوهای سینوپتیکی قابل ملاحظه و مؤثر بر منطقه ارائه می‌شود (زاهدی، ۱۳۷۸).

**پرفشار سیبری:** برخلاف پرفشارهای جنب حاره‌ای، پرفشارهای مناطق جنب قطبی مانند پرفشار سیبری از نوع سرد بوده و به دلیل فرونشینی هوا و سرمایش سطحی ناشی از تشعشع طول موج بلند، به وجود

می‌آیند. پرفشار مذکور به عنوان قویترین پرفشار جهان شناخته شده و ماهیت آن عمدتاً حرارتی است. این الگو در شرق ایران و کشورهای مشترک المنافع، از اواسط پاییز، تا اوایل بهار تشکیل می‌شود. این الگو عموماً با پایداری هوا و کاهش نزولات جوی همراه است.

**پرفشار آزور:** این الگو در منطقه جنب حاره و در حوالی ۲۰ تا ۵۰ درجه غربی و ۲۰ تا ۴۰ درجه شمالی، در نزدیکی مجمع‌الجزایر موسوم به آزور تشکیل می‌شود. این پرفشار در حالت مانع جلو وزش بادهای غربی را می‌گیرد و در تابستان در سراسر دریای مدیترانه به صورت شرقی- غربی در می‌آید و مانع چرخندایی شده، موجب هدایت سیستمهای غربی به سمت اروپای مرکزی می‌گردد. مطالعات انجام شده، ارتباط بین رژیم بارش ایران و تغییرات مکانی و زمانی پرفشار آزور را نشان داده‌اند. تغییر الگوی فشاری پرفشار آزور به شکسته شدن ناوه عمیق مستقر در مدیترانه منجر می‌گردد. این عامل می‌تواند توزیع زمانی و مکانی بارندگی را در کشورهای مختلف از جمله ایران تغییر دهد (سبزی‌پرور، ۱۳۷۹).

**کم فشار سودانی:** این الگو در شمال آفریقا تشکیل می‌گردد و در فصول تابستان به صورت یک کم فشار حرارتی عمل می‌کند و در زمستان رفتار آن به صورت دینامیکی است. هر چقدر چرخندهای ایجاد شده توسط این کم فشار به عرض ۳۰ درجه نزدیکتر شوند، بیشتر در مسیر بادهای غربی قرار می‌گیرند و کاملاً به صورت دینامیک در می‌آیند. هرگاه کم فشار سودانی و مدیترانه‌ای با هم مرتبط شوند، ناوه عمیقی در شرق مدیترانه به وجود می‌آید و موجب بارشهای سنگین در اغلب نقاط ایران می‌گردد.

**کم فشار مدیترانه‌ای:** در زمستان، وقتی دریای مدیترانه بیش از ۶ درجه از خشکیهای همجوار آن گرمتر است، منبع بسیار مناسب انرژی است. این منطقه از نظر دینامیکی، یک ناحیه انتقالی بین قسمتهای مرکزی و شمالی اروپا (کمربند بادهای غربی) و بیابانهای شمال آفریقا است که ناحیه استیلای مراکز پرفشار جنب حاره می‌باشد. در اوایل پاییز، وقتی یک شاخه از جریان اصلی غربی به طرف جنوب ورودی مدیترانه انتقالی می‌یابد، دماها به طور شدیدی کاهش می‌یابد و استیلای پرفشار جنب حاره پایان می‌پذیرد و به تدریج کم فشار مدیترانه شکل می‌گیرد. کم فشار مدیترانه، پرفشار سبیری را از پرفشار آزور جدا می‌کند.

مدیترانه یکی از مناطق مهم سیکلونزائی، بخصوص در فصل زمستان بوده و شارشهای گرمای محسوس و نهان نقش اصلی را در دینامیک سیکلونهای مدیترانه‌ای دارند. مسیر سیکلونهای مدیترانه‌ای در طول ماه فوریه عمدتاً مناطق جنوبی و در طول دوره دسامبر تا ژانویه مناطق شمالی دریای مدیترانه می‌باشد (شکری، ۱۳۷۵).

کم فشارهای حرارتی: کم فشارهای حرارتی تأثیرگذار بر ایران، شامل کم فشار مونسون هندوستان و صحرای عربستان هستند. شکل گیری این الگوها عموماً از اواسط بهار آغاز می شود و در تابستان در بخشهای جنوبی و مرکزی ایران فعال می باشند. پدیده های همراه با کم فشار حرارتی صحرای عربستان، عموماً گرما و گرد و خاک بوده اما همراه با کم فشار مونسونی علاوه بر افزایش دما پدیده بارندگی نیز وجود دارد. بارندگی تابستانه ناشی از کم فشار مونسونی در بخشهای جنوب شرقی کشور مشهود است؛ اما چنانچه با فعالیت کم فشار حرارتی در بخشهای مرکزی کشور و وجود پرفشار بر روی سواحل خزر همزمان باشد، بارشهایی نیز در سواحل خزر و شمال استان خراسان خواهیم داشت.

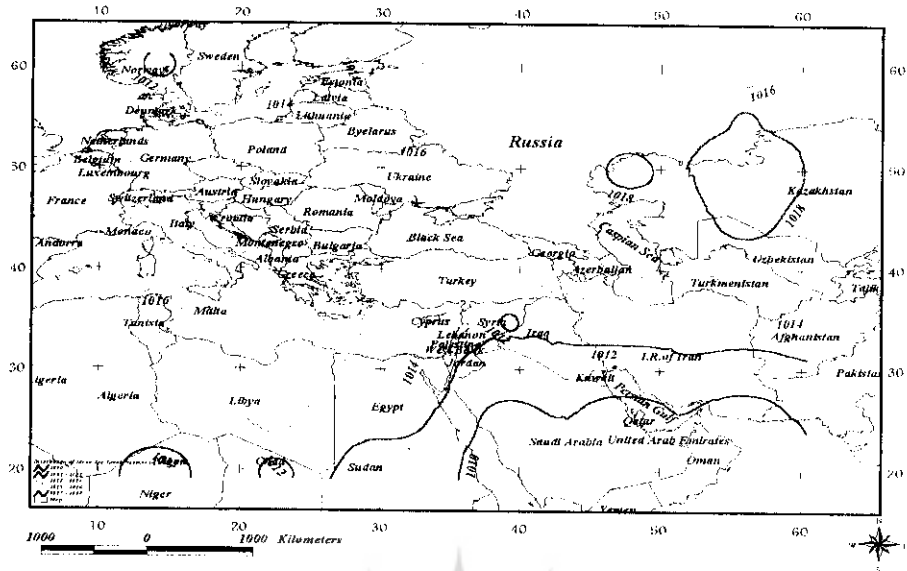
### داده ها، منطقه و دوره مورد مطالعه

کلیه الگوهای سینوپتیکی دوره آماری ۱۹۹۰-۱۹۶۱ و همچنین سالهای ۲۰۰۰-۱۹۹۱، با استفاده از داده های فشار  $5 \times 10$  درجه (۵ درجه عرض جغرافیایی) مرکز NCEP<sup>۲</sup> تهیه شدند. برای اطمینان از درستی داده ها، نقشه های دیگری با استفاده از داده های سازمان هواشناسی کشور (مرکز خدمات رایانه ای سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۲) تهیه و با نقشه های NCEP مقایسه گردید. ناحیه  $(30^{\circ}E, 15^{\circ}N)$  تا  $(80^{\circ}E, 55^{\circ}N)$  به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. انتخاب این منطقه به این دلیل بود که شکل گیری سیستمهای غربی و همچنین پرفشار سیبری، کم فشار حرارتی و کم فشار سودانی، در این ناحیه قرار می گیرد (شکل ۱) (علیچانی، ۱۳۸۱، ۲۹). دوره آماری بلندمدت ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۰، برای انجام مطالعه انتخاب شد، که در این بین الگوهای سینوپتیکی سالهای ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ (سی سال) به عنوان الگوهای دوره آماری مبنای لحاظ شدند. به منظور آشکارسازی تغییر اقلیم از دیدگاه سینوپتیکی، الگوهای سینوپتیکی سالهای ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ به صورت سالانه و فصلی با این الگوها مقایسه شدند.

### الگوهای سینوپتیکی دوره آماری ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰

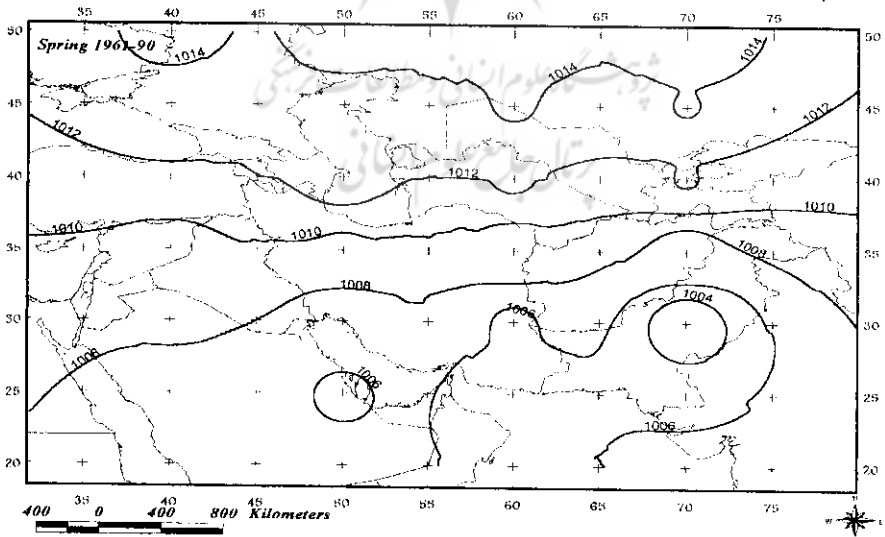
در شکل های ۱ تا ۴، الگوهای سینوپتیکی دوره آماری سالهای ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ به تفکیک فصل و سال دیده می شود. شکل ۱، الگوی فشار میانگین سالهای ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ (دوره ۳۰ ساله) را نشان می دهد. بر اساس این نقشه، مدار ۴۵ تا ۶۰ درجه جغرافیایی در سیطره پرفشار قرار داشته و مرکز پرفشار با ایزوبار ۱۰۱۸ میلی باری بر روی کشور قزاقستان قرار دارد (Alpert, 1990). حاشیه جنوبی خلیج فارس و دریای عمان و همچنین جنوب کشور ایران نیز در گستره الگوی کم فشار قرار دارند. این الگوی کم فشار، با کنتور ۱۰۱۰ میلی باری از دریای سرخ تا شرق نقشه کشیده شده است.

2. National Center for Environmental Prediction.



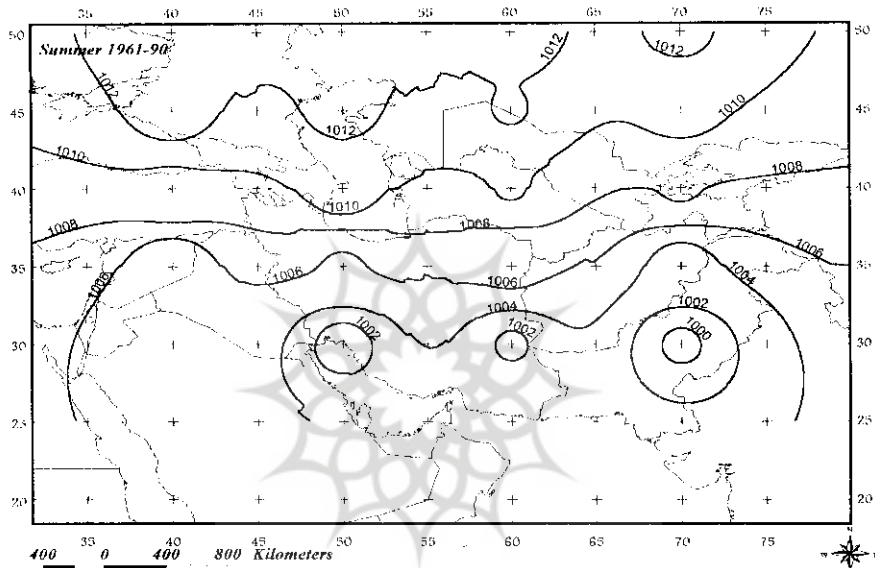
شکل ۱ توزیع میانگین فشار منطقه مورد مطالعه در دوره آماری ۱۹۶۱-۱۹۹۰

در شکل ۲، الگوی دوره آماری فصل بهار دیده می‌شود. بر اساس این نقشه، ایزوبار ۱۰۱۲ میلی‌باری از جنوب ترکمنستان تا شمال غرب ایران عبور کرده است. همچنین، از جنوب شرق کشور ایزوبار ۱۰۰۶ میلی‌باری عبور می‌کند و در جنوب خلیج فارس، کم فشار بسته ۱۰۰۶ میلی‌باری قرار دارد. بر روی مرکز پاکستان نیز کم فشار بسته ۱۰۰۴ میلی‌باری دیده می‌شود (Jamali, 2004).



شکل ۲ توزیع میانگین فشار فصل بهار منطقه مورد مطالعه در دوره آماری ۱۹۶۱-۱۹۹۰

شکل ۳، الگوی سینوپتیکی فشار برای تابستان در دوره آماری را نشان می‌دهد. در جنوب شرق و جنوب غرب کشور، دو سلول بسته ۱۰۰۲ میلی باری دیده می‌شود. بر روی کشور پاکستان، کم فشار بسته ۱۰۰۰ میلی باری قرار گرفته و ایزوبار ۱۰۰۸ میلی باری از شمال کشور گذشته است. وجود دو سلول کم فشار بسته ۱۰۰۲ میلی باری، نشان دهنده وجود کم فشارهای حرارتی در جنوب شرق کشور به دلیل فعالیت مونسون، و در جنوب غرب به دلیل فعالیت مونسون و کم فشار حرارتی عربستان می‌باشد.

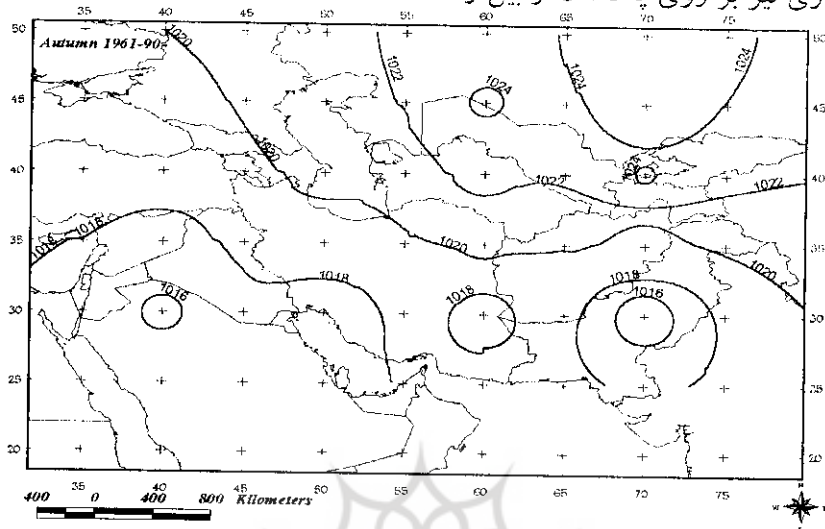


شکل ۳ توزیع میانگین فشار تابستانه منطقه مورد مطالعه در دوره آماری ۱۹۶۱-۱۹۹۰

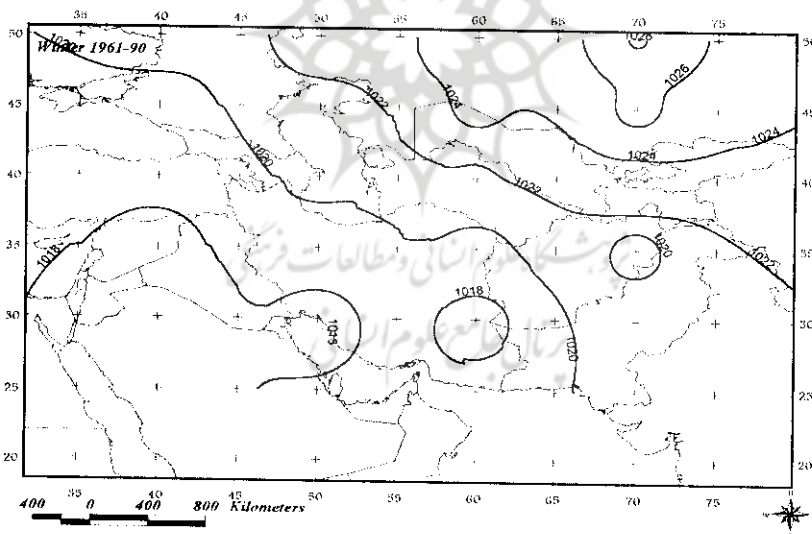
در شکل ۴، الگوی سینوپتیکی فشار برای فصل پاییز در دوره آماری ملاحظه می‌شود. ظهور پرفشار سبیری با ایزوبار ۱۰۲۴ میلی باری بر روی قزاقستان و سایر مناطق همجوار، کاملاً مشهود است. از شمال شرق تا شمال غرب ایران، ایزوبار مورب ۱۰۲۰ میلی باری عبور کرده است. در جنوب شرق کشور، کم فشار بسته ۱۰۱۸ میلی باری دیده می‌شود. از بخشهای جنوبی و جنوب غربی کشور نیز کم فشار ۱۰۱۸ میلی باری عبور کرده است. همچنین، در شمال عربستان، کم فشار بسته ۱۰۱۶ میلی باری دیده می‌شود.

شکل ۵، نشان دهنده الگوی سینوپتیکی فشار در فصل زمستان در دوره آماری است. این الگو، مشابهت زیادی با الگوی فصل پاییز دارد، با این تفاوت که بر روی قزاقستان و آسیای مرکزی، ایزوبار ۱۰۲۸ میلی باری نیز دیده می‌شود.

همچنین، سلول کم فشار ۱۰۱۶ میلی‌باری بر روی شمال عربستان و کم فشارهای ۱۰۱۶ و ۱۰۱۸ میلی‌باری نیز بر روی پاکستان از بین رفته‌اند.



شکل ۴ توزیع میانگین فشار پاییز منطقه مورد مطالعه در دوره آماری ۱۹۶۱-۱۹۹۰

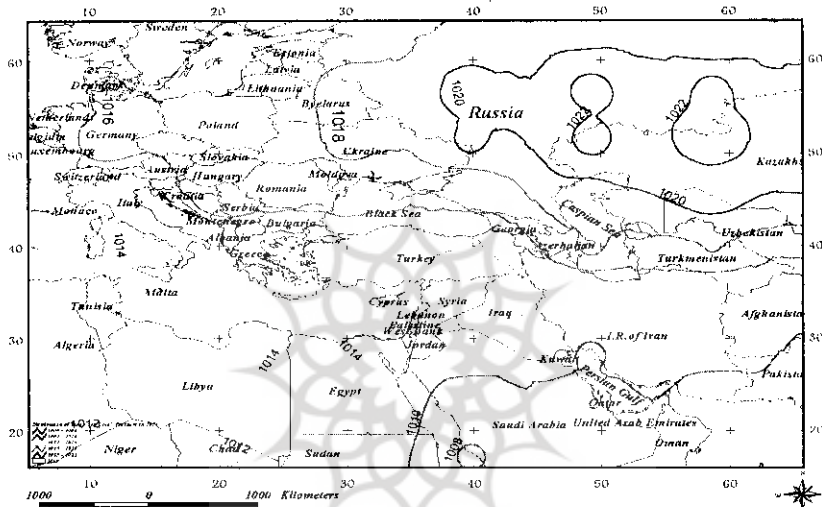


شکل ۵ توزیع میانگین فشار زمستان منطقه مورد مطالعه در دوره آماری ۱۹۶۱-۱۹۹۰

تحلیل الگوی سینوپتیکی ده ساله اخیر (۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰)

۱. الگوهای سالانه: همان گونه که در شکل ۶، توزیع میانگین فشار سالانه در دوره آماری ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ نشان داده شده است، بجز سالهای ۱۹۹۷، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰، در بقیه سالها الگوی پرفشار

۱۰۱۸ میلی باری بر روی آسیای مرکزی (به مرکزیت قزاقستان) بسته شده است. این الگو در سالهای ۱۹۹۴، ۱۹۹۵ و بخصوص ۱۹۹۶ تقویت شده و مرکز پرفشار به ۱۰۲۰ و ۱۰۲۲ میلی بار نیز می‌رسد. بخش اروپایی منطقه مورد مطالعه، عموماً تحت تأثیر پرفشار ۱۰۱۷ میلی باری قرار دارد. اما این الگو در سالهای ۱۹۹۱، ۱۹۹۳، ۱۹۹۷ و ۱۹۹۸ تا حدودی تقویت شده و پرفشار ۱۰۱۸ میلی باری در آن‌جا شکل می‌گیرد. طی سالهای مذکور، بخشهای جنوب شرقی نقشه (شامل دریای عمان، خلیج فارس و جنوب عربستان) در گستره کم فشار ۱۰۱۰ میلی باری قرار دارند که در سالهای ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۶، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰ سلولهای کم فشار بسته ۱۰۰۸ میلی باری نیز دیده می‌شود.

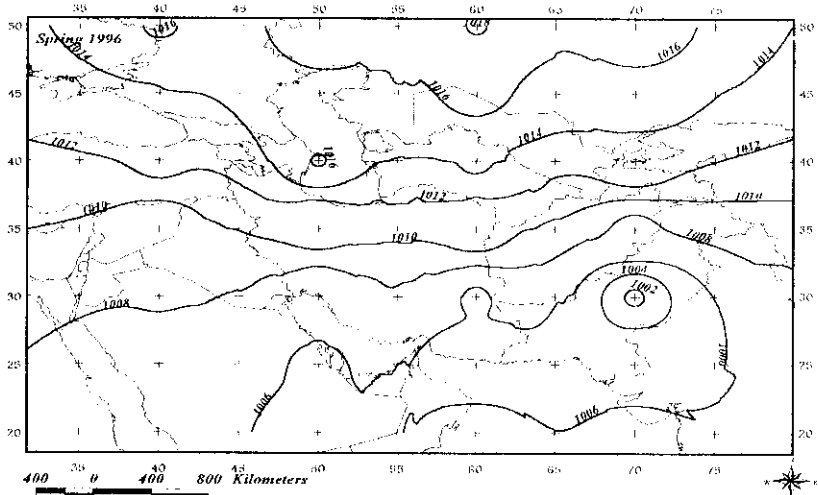


شکل ۶ توزیع میانگین فشار سالانه در دوره آماری ۱۹۹۱-۲۰۰۰

## ۲. الگوهای فصلی

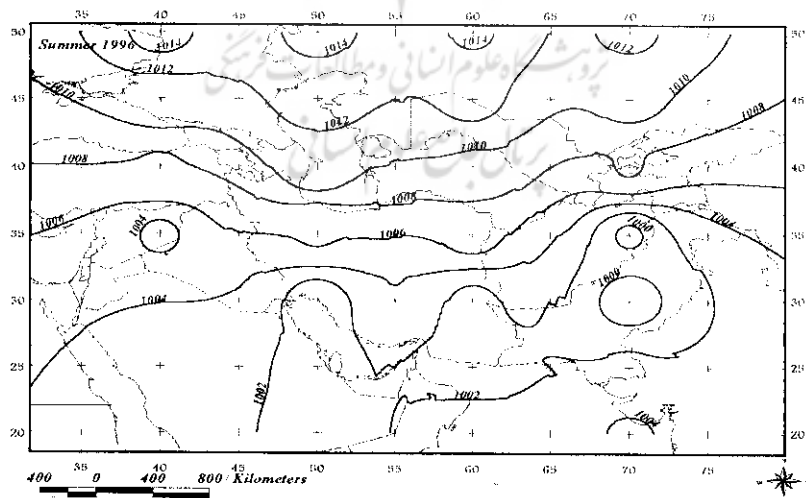
بهار: طبق نتایج تحلیل شده که نمونه آن در شکل ۷ برای سال ۱۹۹۶ است، در ده ساله اخیر، پرفشار نوار شمالی کشور در سالهای ۱۹۹۲، تا ۱۹۹۴ و بخصوص سال ۱۹۹۶، تقویت شده است. در حالت نرمال، ایزوبار ۱۰۱۲ میلی باری از نوار شمالی کشور عبور می‌کند؛ اما در سالهای مذکور ایزوبار ۱۰۱۴ میلی باری تا سواحل جنوبی خزر گسترش یافته است. در سال ۱۹۹۶، بر روی جنوب خزر سلول پرفشار بسته ۱۰۱۶ میلی باری نیز ایجاد شده است. همچنین، در سالهای ۱۹۹۴، ۱۹۹۹ و تا حدودی سال ۲۰۰۰، کم فشار جنوبی تقویت شده و سلولهای بسته ۱۰۰۴ میلی بار نیز در این سالها مشاهده می‌شود. علاوه بر این، در برخی سالها، زبانه کم فشار ۱۰۰۶ میلی باری، گسترش زیادی به سمت غرب کشور داشته است.





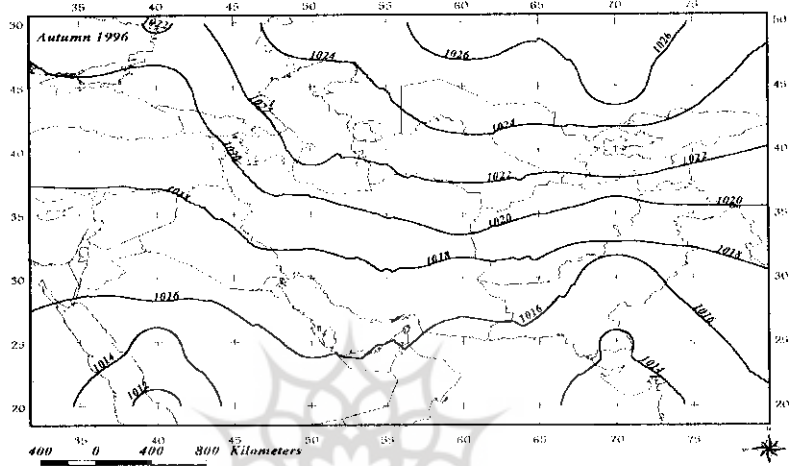
شکل ۷ توزیع میانگین فشار فصل بهار در سال ۱۹۹۶

تابستان: بر اساس نتایج ارائه شده در شکل ۸، برای نمونه در سال ۱۹۹۶، در الگوهای تابستان سالهای ۱۹۹۱، تا ۱۹۹۴ و ۱۹۹۸ پرفشار شمال کشور تقویت شده و ایزو بار ۱۰۱۴ و گاهی ۱۰۱۶ میلی باری نیز از جنوب دریای خزر عبور کرده است. در بخشهای جنوب غربی کشور، طی سالهای ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۵، ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۰، کم فشار جنوبی تقویت شده و ایزو بار بسته ۱۰۰۰ میلی باری و در سال ۱۹۹۴ ایزو بار ۹۹۸ میلی بار نیز بسته شده است. در سال ۱۹۹۵، با تقویت مونسون هندوستان، ایزو بار بسته ۱۰۰۰ میلی باری در جنوب شرق کشور دیده می شود.



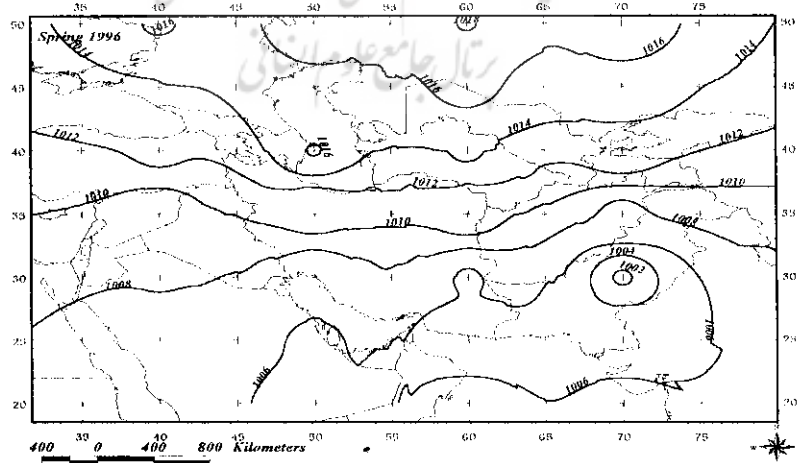
شکل ۸ توزیع میانگین فشار فصل تابستان در سال ۱۹۹۶

پاییز: طبق نتایج ارائه شده در شکل ۹، برای نمونه در این فصل طی سالهای ۱۹۹۳، ۱۹۹۶، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۰، پرفشار نوار شمالی کشور تقویت شده و ایزوبار ۱۰۲۲ میلی‌باری از این ناحیه گذر کرده است. اما در بخشهای جنوب شرقی کشور، طی سالهای ۱۹۹۸، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰ کم فشار جنوبی تقویت شده و زبانه کم فشار ۱۰۱۴ میلی‌باری به جنوب شرق کشور گسترش یافته است.



شکل ۹ توزیع میانگین فشار فصل پاییز در سال ۱۹۹۶

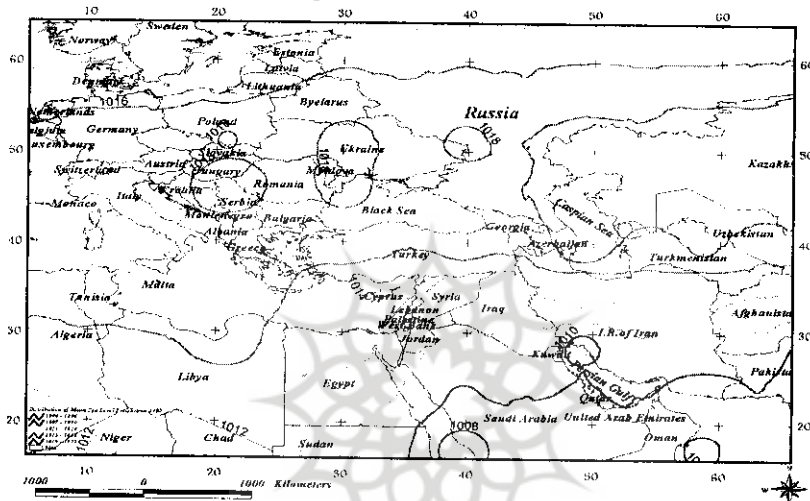
زمستان: شکل ۱۰، یک نمونه از تحلیل آماری این دوره آماری را چنان نشان می‌دهد که طی سالهای ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۶ پرفشار نوار شمالی کشور نسبت به دوره آماری تقویت شده و به‌طور میانگین ایزوبار ۱۰۲۲ میلی‌باری از این ناحیه عبور کرده است. در بخشهای جنوب غربی نیز طی سالهای ۱۹۹۱، ۱۹۹۶، ۱۹۹۶ تا ۱۹۹۹ و بخصوص ۲۰۰۰ تقویت شده و ایزوبار ۱۰۱۶ میلی‌باری از مرکز خلیج فارس عبور می‌کند.



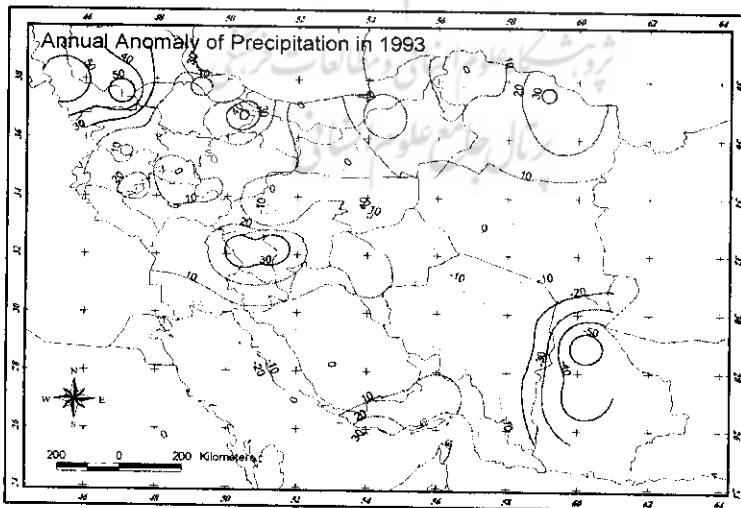
شکل ۱۰ توزیع میانگین فشار فصل بهار در سال ۱۹۹۶

## تحلیل بارندگی - فشار ده ساله اخیر کشور

الف) سالانه: بررسی الگوهای سینوپتیکی میانگین سالانه، حاکی از همبستگی بین بارندگی کم فشار بسته ۱۰۰۸ میلی باری بر روی دریای عمان و خلیج فارس است؛ به طوری که تقویت این الگو موجب کاهش بارندگی در نوار جنوبی کشور و افزایش آن در سایر نقاط می گردد. همچنین، وجود پرفشار با ایزوبار بیش از ۱۰۱۸ در عرض  $50^{\circ}$  شمالی، حول و حوش قزاقستان، موجب کاهش بارندگی در نواحی شمالی کشور و افزایش نسبی آن در سایر نقاط می گردد. در شکلهای ۱۱ و ۱۲، برای نمونه توزیع فشار و بارندگی سالانه ۱۹۹۳ دیده می شود.

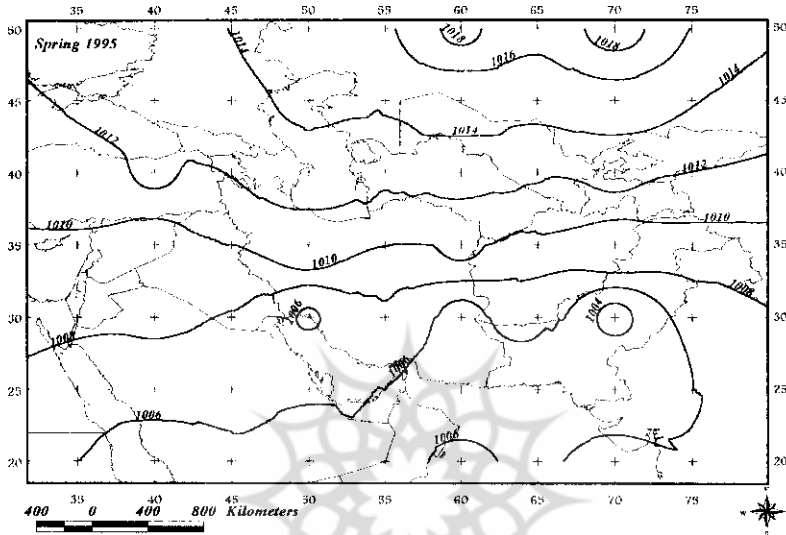


شکل ۱۱ توزیع میانگین فشار سال ۱۹۹۳، در منطقه مورد مطالعه

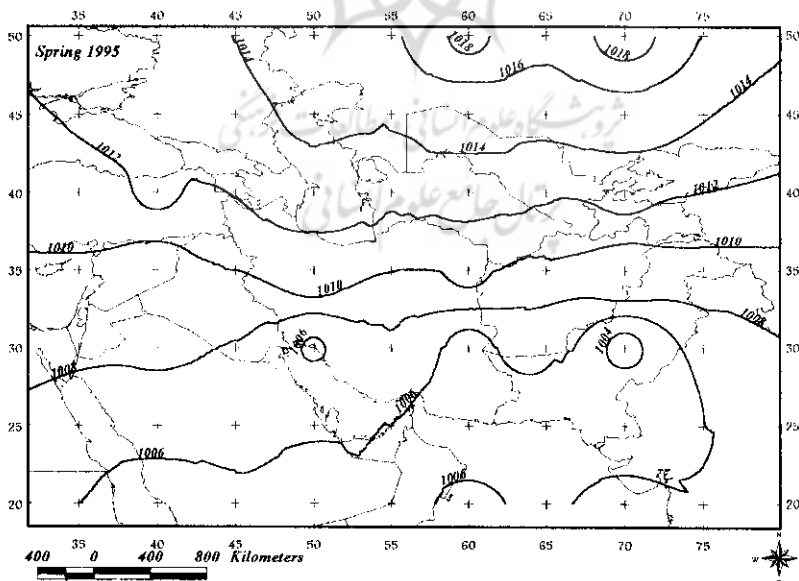


شکل ۱۲ توزیع بارندگی سال ۱۹۹۳، بر روی ایران

ب) فصلی: در این قسمت، همبستگی بین الگوهای سینوپتیکی فصل بهار، پاییز و زمستان، با بارندگیهای مربوط مقایسه می‌شود. به دلیل نبود بارش قابل ملاحظه در فصل تابستان، مطالعه‌ای روی آن صورت نگرفت. نتایج به دست آمده بدین شرح است: در فصل بهار، تقویت پرفشار در کشورهای حاشیه شمالی ایران موجب افزایش بارندگی و تضعیف آن باعث کاهش بارندگی در کشور می‌شود.

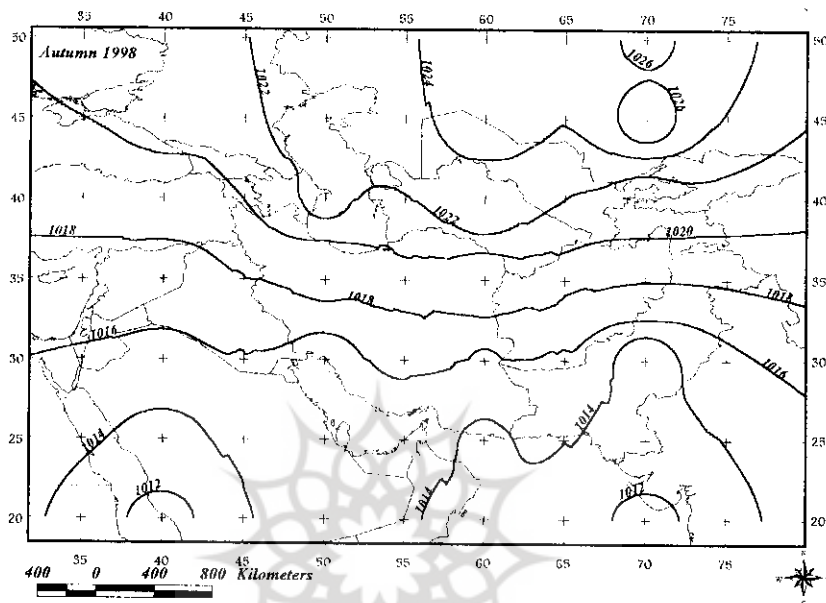


شکل ۱۳ توزیع میانگین فشار فصل بهار سال ۱۹۹۵

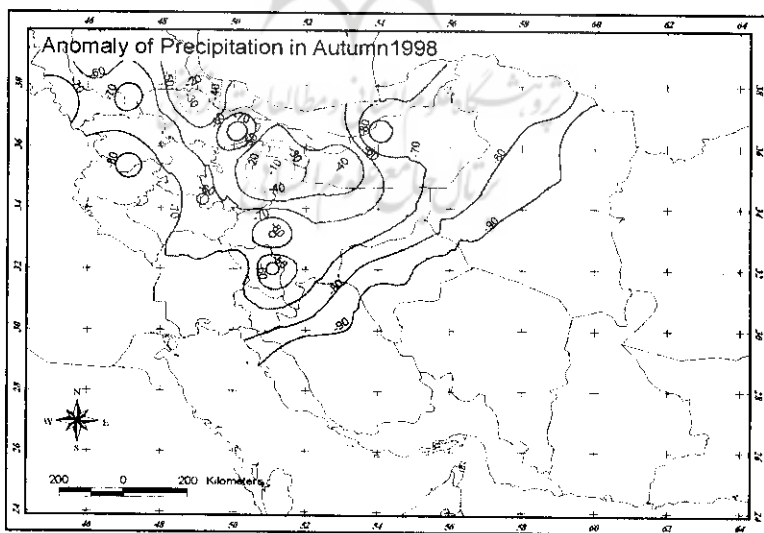


شکل ۱۴ توزیع بارندگی فصل بهار سال ۱۹۹۵

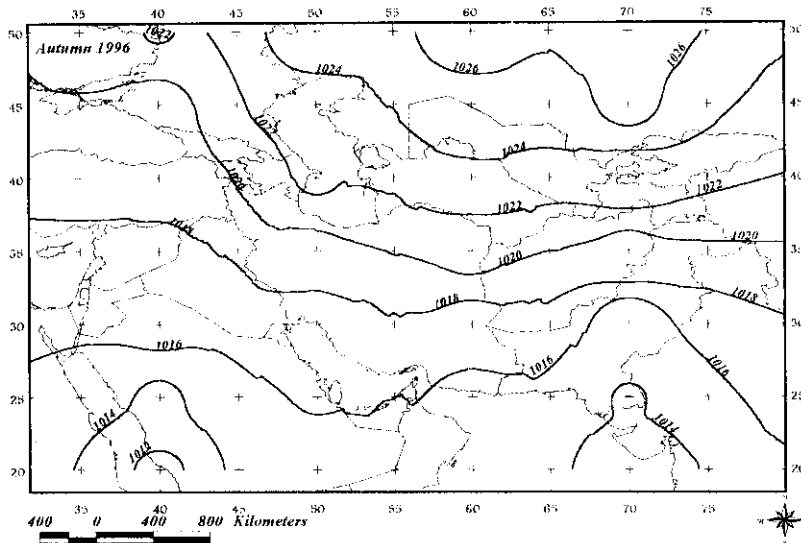
در فصل پاییز تقویت کم فشار شمال اقیانوس هند موجب کاهش بارندگی در جنوب شرق کشور، می‌گردد، مانند سالهای ۱۹۹۸، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰. همچنین در این فصل نفوذ زیانه پرفشار ۱۰۲۰ میلی‌باری به سواحل غربی خزر باعث کاهش بارندگی در شمال و مرکز کشور می‌گردد.



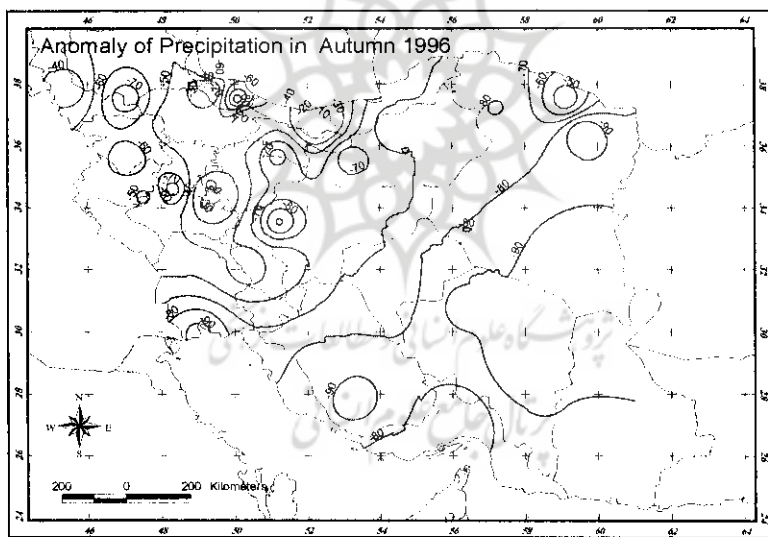
شکل ۱۵ توزیع میانگین فشار فصل پاییز، سال ۱۹۹۸



شکل ۱۶ توزیع بارندگی فصل پاییز، سال ۱۹۹۳

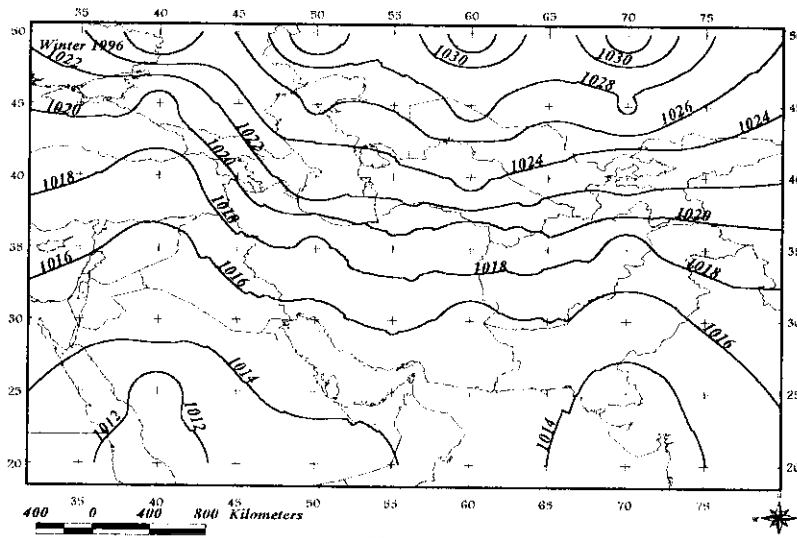


شکل ۱۷ توزیع میانگین فشار فصل پاییز، سال ۱۹۹۶

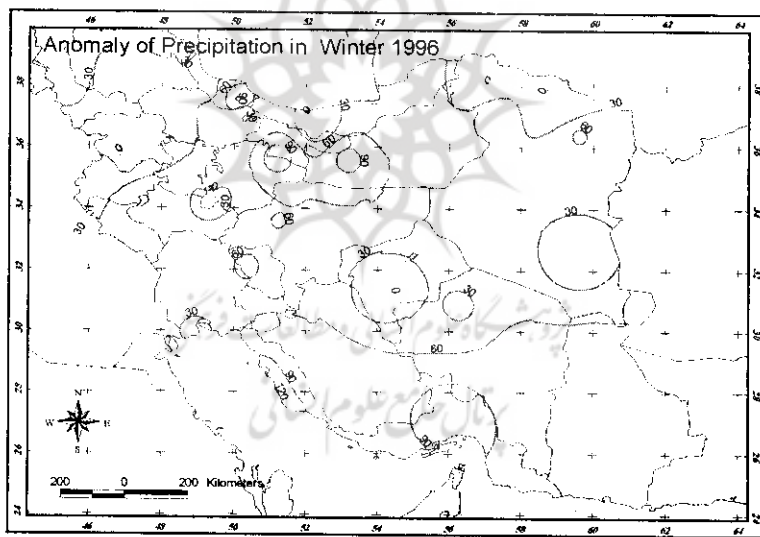


شکل ۱۸ توزیع بارندگی فصل پاییز، سال ۱۹۹۶

اما در فصل زمستان، به‌طور کلی وجود گرادیان فشار شمال شرقی- جنوب غربی موجب افزایش بارندگی در کشور می‌گردد، مانند سال ۱۹۹۶. همچنین، وجود یک الگوی کم فشار در غرب عربستان، موجب افزایش بارندگی در کشور می‌گردد (جوانمرد، ۱۳۸۳).



شکل ۱۹ توزیع میانگین فشار فصل زمستان، سال ۱۹۹۶



شکل ۲۰ توزیع بارندگی فصل زمستان، سال ۱۹۹۶

**نتیجه گیری**

با بررسی الگوهای سینوپتیکی سالانه و فصلی فشار و بارش مربوط در کشور، نتایج زیر قابل

ارائه است:

- وجود گرادیان فشار شمال شرقی - جنوب غربی، موجب افزایش بارش کشور می گردد.

- وجود پرفشار در غرب خزر، موجب افزایش بارش کشور می‌شود.
- وجود کم فشار نسبی در شمال اقیانوس هند و دریای عمان، باعث کاهش بارندگی در جنوب شرق کشور می‌گردد.
- وجود یک الگوی کم فشار نسبی بر روی شمال عربستان و مدیترانه، موجب افزایش بارندگی در کشور می‌گردد.
- تقویت بیش از حد پرفشار واقع بر روی عرض  $50^{\circ}N$  (قزاقستان)، موجب کاهش بارش در شمال کشور می‌گردد.
- بررسی الگوهای سینوپتیکی سطح زمین و همبستگی آن با بارش کشور، می‌تواند روش بسیار مناسبی برای پیش‌بینی‌های اقلیمی باشد.

با توجه به شواهد موجود در خصوص تشدید پدیده‌های جوی در ۳ دهه اخیر، نتایج چنین تحقیقی امکان ایجاد سیستم پیش‌آگاهی را فراهم می‌آورد. امید است در آینده نزدیک، نتایج تکمیلی این تحقیق ارائه گردد.

#### تقدیر و تشکر

این مقاله از فاز اول طرح "آشکارسازی سینوپتیک - دینامیک تغییر اقلیم" که در پژوهشکده اقلیم‌شناسی در حال انجام است، استخراج شده است. نتایج نهایی پس از اتمام طرح و با لحاظ الگوهای سطوح فوقانی جو ارائه خواهد شد.

بدین وسیله از حمایت‌های همه جانبه سازمان هواشناسی کشور در اجرای این پروژه و از استاد محترم جناب آقای دکتر علیجانی در ارائه راهنمایی‌های استادانه‌شان در مراحل مختلف تحقیق، تشکر و قدردانی می‌نمایند.



## منابع و مآخذ

۱. علیجانی، بهلول (۱۳۸۱): اقلیم‌شناسی سینوپتیکی، انتشارات سمت.
۲. جوانمرد، سهیلا و دیگران (۱۳۸۳): آشکارسازی سینوپتیک - دینامیک تغییر اقلیم بر روی ایران، گزارش مقدماتی طرح، پژوهشکده اقلیم‌شناسی، مشهد.
۳. زاهدی، مجید (۱۳۷۸): تحقیق خشکسالیهای فراگیر ایران با استفاده از تحلیلهای سینوپتیکی، رساله دکتری اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیای دانشگاه تبریز.
۴. سبزی‌پرور، علی‌اکبر (۱۳۷۹): بررسی سینوپتیکی روند خشکسالی در استان همدان، گزارش نهایی طرح، سازمان هواشناسی کشور.
۵. علیجانی، بهلول: بررسی الگوهای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در خاورمیانه در دوره آماری ۹۰-۱۹۶۱، مجله نیوار، شماره ۴۴ و ۴۵، بهار و تابستان ۱۳۸۱.
۶. لشکری، حسن (۱۳۷۵): الگوی سینوپتیکی بارش‌های شدید جنوب غرب ایران، رساله دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه تربیت مدرس.
7. Ahrens, C. D., (2003): "Meteorology Today", (7<sup>th</sup> edition). Brooks/Cole-thomson Learning, 2003, California.
8. Alpert, P. et al., (1990): "Climatological Analysis of Mediterranean cyclones using ECMWF data", Tellus; Vol 42A, pp. 64-77.
9. Harman, J.R., (1991): "Synoptic Climatology of the Westerlies: Processes and Patterns, Resource Publications in Geography", Associations of American Geographers, Washington D.C.
10. Jamali, J.B., Babaeian, I. (2004): "Climate change detection over I. R. of Iran using Historical pressure patterns, Proceeding of ICHWC2004 Conference, Seoul.
11. Rogers, Jc. (1984): "The Association between the North Atlantic Oscillation and Southern Oscillation and European Climate", Nature 398, 320-323.
12. Shahabbar, A., Huang, Higuchik, J. (2001): "The Relationship between the Winter time North Atlantic Oscillation and Blocking Episode in the North Atlantic", International Journal of Climatology 21, 355-369.
13. Stark, L.P. (1965): "Positions of Monthly Mean Troughs and Ridges in the Northern Hemisphere", Monthly Weather Review, 93, 705-20.
14. <http://www.cra.uea.ac.uk/cru/data>
15. <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/reanalysis>