دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست ودوم، شماره‌ی ۷۸
تابستان ۱۴۰۱، صفحات ۱۹۰-۱۶۵

DOI:10.52547/GeoSpa.22.2.165

محمد میرزائی[۱]
*کریم امینی نیا[۲]
علی پناهی[۳]

تحلیل آماری–همدیدی وقوع پاییزهای خشک در شمال‌غرب ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱٤ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۵/۱۷

چکیده

خشکسالی یک پدیده اقلیمی است که تقریبا در تمامی مناطق آب‌وهوایی اتفاق می‌افتد و بیش از هر مخاطره دیگر زندگی و محیط‌زیست انسان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به‌منظور تحلیل و بررسی آماری–همدیدی وقوع پاییزهای خشک در شمال‌غرب ایران، آمار بارش ماهانه فصل پاییز ۱۵ ایستگاه سینوپتیک طی دوره آماری ۲۰۱٦– ۱۹۸۷ از سازمان هواشناسی دریافت گردید. جهت شناسایی و تفکیک فصول پاییز خشک در محدوده منطقه مورد مطالعه در دوره آماری، از شاخص بارش استاندارد و نرم‌افزار DIC استفاده گردید. نتایج حاصل از روش SPI نشان داد که فراوانی وقوع وضعیت نرمال و سپس خشکسالی در شدت‌های ملایم و متوسط طی سیکل زمانی مورد نظر، در ایستگاه‌های منطقه بیش‌تر رخ داده‌اند. سپس با به‌کارگیری تحلیل مولفه‌های اصلی بر روی داده‌های روزانه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و فشار سطح دریا به مختصات ۱۰ تا ۷۵ درجه طول شرقی و ۲۰ تا ۷۰ درجه عرض شمالی با استفاده از داده‌های بازسازی شده سایت NCEP/NCAR، الگوهای همدیدی عامل‌های موثر در وقوع پاییزهای خشک استخراج و با استفاده از نقشه‌های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و فشار سطح دریا (slp) تفسیر و تحلیل شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در پاییزهای خشک ناهنجاری‌های شدید مثبت در سطح زمین ناشی از نفوذ پرفشار و

۱- دانشجوی دکتری رشته آب و هواشناسی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران.
*۲- گروه جغرافیا، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران. (نویسنده مسئول). E-mail: araz183@yahoo.com
۳- گروه جغرافیا، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

ناهنجاری‌های مثبت در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ناشی از حاکمیت پر ارتفاع در سطح منطقه ملاحظه می‌گردد و استقرار سامانه پر ارتفاع بر روی عراق و سوریه مهم‌ترین عامل خشکی پاییز در منطقه می‌باشد. همچنین بررسی نمودارهای هوف مولر تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در پاییزهای خشک شمال‌غرب نشان‌دهنده کاهش قابل توجه رطوبت ویژه این تراز به‌ویژه در عرض‌های جنوبی (۱۵ تا ۳۰ درجه شمالی) در ٤ مورد از ۵ نمونه مطالعاتی می‌باشد که این موضوع اهمیت سامانه‌های کم‌فشار سودانی و تلفیقی سودانی–مدیترانه‌ای در تامین رطوبت محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

کلید واژه‌ها: تحلیل آماری، همدیدی، فشارهای موثر، پاییزهای خشک، تحلیل مولفه‌های اصلی، شمال‌غرب.

مقدمه

امروزه آب‌وهوا جزء مهمی از زندگی روزمره انسان‌ها شده است. به‌طوری که بدون توجه به شرایط آب‌وهوایی، هیچ‌یک از فعالیت‌های بشری یا قابل انجام شدن نیست و یا در صورتی که انجام شود نیز از کیفیت و کارایی لازم برخوردار نخواهد بود (Farajzadeh and ghasemifar, 2019: 23). در داخل ایران منبع رطوبتی چشم‌گیری وجود ندارد. در نتیجه رطوبت بارش ایران از منابع آبی مجاور تامین می‌شود (Alijani., 2010: 65). ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی خاصی که دارد موجب شده تا اقلیم ایران شرایط متنوعی را تجربه کند و غالب مخاطرات طبیعی و اقلیمی در آن رخ بدهد. از بین ٤۳ مخاطره طبیعی و اقلیمی ثبت شده در جهان ۳۳ مخاطره در ایران حادث می‌شود (Doostan., 2019: 54). خشکسالی یک پدیده اقلیمی است که تقریبا در تمامی مناطق آب‌وهوای اتفاق می‌افتد و بیش از هر مخاطره دیگر زندگی و محیط‌زیست انسان را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Subesh et al., 2011: 10). بارش عمده‌ترین پارامتری است که در تعریف خشکسالی به‌کار می‌رود، یعنی دوره‌های خشک و مرطوب در مقایسه با کم‌تر یا بیش‌تر بودن ریزش‌های جوی از میانگین بارندگی یک منطقه سنجیده می‌شود. پدیده خشکسالی موجب کاهش سریع جریان‌های سطحی، افت مخازن آب‌های زیرزمینی، فرسایش آبی و بادی خاک، تغییر کیفیت منابع آب‌وخاک، افزایش بهره‌برداری آب‌های زیرزمینی و نشست زمین می‌شود (Farajzadeh and Baghbanan., 2018: 78). دوره‌های خشک و مرطوب به‌عنوان یک ناهنجاری جوی، ریشه در تغییرپذیری اقلیم و مهم‌تر از همه گردش عمومی جو دارد. (Kashani., 2018: 7). از این رو برای کاهش اثرات این پدیده و مدیریت خطر آن، ارزیابی خشکسالی و تداوم دوره‌های آن ضروری است. نوسانات بارندگی یکی از مهم‌ترین مسائل آب‌وهوای ایران و جهان می‌باشد که یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های اقلیمی هر منطقه مقدار بارندگی آن است. این مشخصه اقلیمی از بی‌ثبات‌ترین متغیرهای اقلیمی است که سایر پدیده‌های اقلیمی و زیست‌محیطی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Rezai and Adeb, 2010: 41). دوره‌های تکراری از کمینه بارش در طی سال که دست‌کم یک ماه به طول انجامد فصل خشک گفته می‌شود. برخی از محققان ارتباط دوره‌های خشک را با الگوهای همدیدی بررسی کردند که از جمله

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

آن‌ها می‌توان به تحقیقات Namias(1991)، Byun et al (1992)، Branstator and Trenbert (1992)، Chu et al (19993)، Byun (1996)، Tran et al (2002)، Prezerakos and Flocas (2002) و Croitoru and Toma (2011) که به بررسی الگوی گردش جوی مربوط به عامل وقوع خشکسالی پرداختند، اشاره نمود. Stahl and Demuth (1999) در بررسی ارتباط رخداد خشکسالی با الگوی گردش جو بیان کردند که شکل‌گیری سامانه‌های پرفشار و الگوهای مختلف گردش واچرخندی با رویداد خشکسالی در جنوب آلمان به شدت ارتباط داشته است.

Castro et al (2008) در مطالعه‌ای به بازسازی دوره‌های خشکسالی در مرکز اسپانیا پرداختند و ارتباط بیش‌تر خشکسالی‌ها را با موقعیت شمالی-شرقی پرفشار آزور بیان کردند که طبق تحقیق آن‌ها هرگاه پرفشار آزور سامانه‌های کم‌فشار اطلس را به عرض‌های بالاتر منتقل کند و مانع از ورود آن‌ها به مرکز اسپانیا شود خشکسالی رخ خواهد داد. Buntgen et al (2010)، خشکسالی‌های دینامیکی اسلوواکی را مطالعه کردند. آن‌ها نفوذ سامانه پرفشار در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی مرکز اروپا را علت اصلی خشکسالی و در مقابل قرارگیری کم‌فشار روی غرب اروپا را علت ترسالی‌های تابستانه اسلوواکی بیان کردند.

Croitoru andToma (2011) رخداد خشکسالی در دشت‌های مرکزی رومانی را مطالعه کرده و بندالی شدن هوا در مسیر فرا رفت توده هوای مرطوب حاره‌ای را دلیل آن بیان کردند. Liu et al (2017)، تغییرات خشکسالی را در جنوب‌غرب چین بررسی کردند و نشان دادند که خطرات و شدت خشکسالی در دهه‌های گذشته به‌طور چشم‌گیری در سراسر منطقه مورد مطالعه افزایش یافته است. Modaresirad et al (2017)، به بررسی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی غرب ایران پرداخته و نتایج به‌دست آمده نشان داد شاخص SPI قادر به نشان دادن دو ویژگی اصلی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی و نیز ارائه برآورد دقیق در دوره عود مجدد خشکسالی شدید است. خشکسالی در ایران نیز در مقیاس کلی و ناحیه‌ای از ابعاد متفاوتی مورد توجه متخصصان رشته‌های مختلف قرار گرفته است. برخی از اقلیم شناسان با استفاده از شاخص‌ها و مدل‌سازی مختلف نسبت به پایش پدیده خشکسالی در مقیاس محلی و منطقه‌ی پرداختند که از جمله آن‌ها Eivai and Mosaedi (2011)، Khosravi et al (2012)، Salahi et al (2013)، Mirzaei et al (2017)، Bayazidi (2018)، Ekhtiari Khajeh and Din Pezoo (2018) اشاره کرد. Azizi (1996)، جابجایی سامانه‌های بندالی را در بروز دوره‌های خشک و مرطوب در ایران موثر می‌داند.

Khoshakhlag (1997 & 1998) ضمن مطالعه خشکسالی‌های فراگیر با استفاده از واکاوی همدید و مقایسه آن‌ها با دوره‌های مرطوب، کمربند پرفشار آزورز و پرفشار سیبری و نیز حرکات نصف النهاری پرفشار جنب حاره را دلیل رخداد دوره‌های خشک و مرطوب در کشور می‌داند. Sadeghi (2008)، خشکسالی‌های خراسان را با روش همدید بررسی کرده است. وی تاخیر در عقب‌نشینی پرفشار جنب حاره و تضعیف ناوه شرق مدیترانه را علت اصلی خشکسالی‌های منطقه می‌داند. Hejazizadeh et al (2015) با بررسی نقشه‌های فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل در ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در فصل زمستان سال‌های خشک منتخب نشان داد که اندرکنش بین سامانه‌های پرفشار سیبری در سطح زمین و پر ارتفاع جنب‌حاره‌ای عربستان در سطح میانی وردسپهر بر روی منطقه پژوهش

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

نقش بسزایی در انحراف بادهای غربی به سمت عرض‌های بالاتر و ایجاد شرایطی پایدار و خشک دارد. Doostan، (2019) با تحلیلی بر تحقیقات خشکسالی در ایران مشخص کرد که ۷۸ درصد مطالعات، خشکسالی را در نقاط مختلف ایران، چه در سطح منطقه، حوضه آبریز و یا ایستگاه ارزیابی کرده‌اند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که ایران در چند دهه اخیر دوره‌های خشکسالی را با شدت‌های مختلف تجربه کرده است. این پدیده در ارتباط با برآورد سناریوهای تغییر اقلیم چه خوش‌بینانه و چه بدبینانه در آینده نیز با شدت‌های مختلف ادامه خواهد داشت. همان‌طوری که قابل ملاحظه است در بیش‌تر این مطالعات تحلیل الگوهای جوی، تغییرات بارش فصلی، ناهنجاری‌های زمانی و مکانی بارش جهت پایش خشکسالی و دوره‌های خشک مورد ارزیابی قرار گرفته است و با استفاده از مدل‌ها و شاخص‌های تحلیلی، پهنه‌بندی آماری و یا طبقه‌بندی اقلیمی صورت گرفته است و ارتباط سامانه‌های همدیدی در دوره‌های خشک منطقه خاص با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی و استخراج عامل‌های بارش‌زا کم‌تر مورد توجه محققان قرار گرفته است. همچنین با نظر به پژوهش‌های موجود در پیشینه تحقیق، اکثر مطالعات و تحقیقات فوق‌الذکر مبین این واقعیت است که شدت فعالیت سامانه‌های فشار در منطقه در حال تغییر است، از این‌رو شناخت رفتار و تغییرات در اکثر این الگوها می‌تواند یافته‌های سودمندی را در ارتباط با شرایط دوره‌های خشک فصل پاییز در منطقه را نمایان سازد و سطح برنامه‌ریزی محیطی را ارتقاء بخشد. بدین جهت این پژوهش سعی دارد ضمن بررسی پاییزهای خشک در منطقه شمال‌غرب، در مورد آرایش سامانه‌های الگوهای جوی و تاثیر آن بر عدم وقوع بارش شمال‌غرب کشور در فصل پاییز بپردازد. همچنین این پژوهش تلاش کرده است با استفاده از نمودارها (نیم‌رخ‌های) سینوپتیکی رطوبت ویژه در قالب نمودارهای هوف مولر تغییرات رطوبتی ترازهای ۷۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال را در این سال‌ها و در مختصات جغرافیایی موثر بر بارش منطقه مورد بررسی قرار دهد.

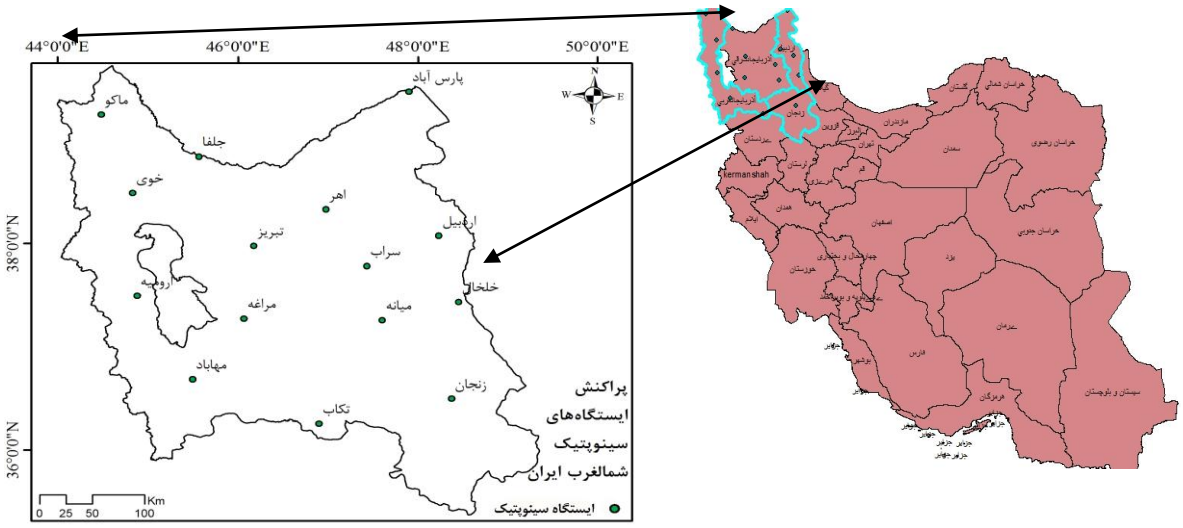
منطقه مورد مطالعه

شمال‌غرب کشور، پهنه‌ای است که استان‌های آذربایجان‌شرقی، آذربایجان‌غربی، اردبیل و زنجان را در برمی‌گیرد. این بخش از کشور ۱۲٦٥٤٤/٤کیلومتر مربع مساحت و ۷/۲ درصد از کل مساحت کشور را به‌خود اختصاص داده است. این پهنه بین مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۲ دقیقه و ٥٤ ثانیه تا ۳۹ درجه و ٤٦ دقیقه و ۱۸ ثانیه عرض شمالی و ٤٤ درجه و ۲ دقیقه و ۱۹ ثانیه تا ٤۹ درجه و ۲٦ دقیقه و ۲۷ ثانیه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. شمال‌غرب ایران یکی از قطب‌های مهم کشاورزی ایران بوده به طوری که مساحت ۲,۳٤٥,٥۹٥ هکتار دارای سطح زیر کشت محصولات زراعی می‌باشد که طبق آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۷ رتبه پنجم و ششم (آذربایجان‌شرقی و غربی) و رتبه دهم و دوازدهم (استان اردبیل و زنجان) را در بین ۳۲ استان کشور به‌خود اختصاص داده است. به استناد سرشماری نفوس و مسکن مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۰حدود ۳۷/٥ درصد جمعیت شمال‌غرب ایران در مراکز روستایی ساکن هستند که نسبت به شاخص جمعیت روستانشین کشور که ۳۲ درصد می‌باشد ٥/٥ درصد بیش‌تر می‌باشد و این جمعیت روستای، فعالیت کشاورزی دارند. با آب‌وهوا و بارش رابطه مستقیمی دارند. لذا بررسی و تحلیل بارش این منطقه ضرورت دارد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

در این مطالعه به منظور بررسی و تحلیل الگوهای همدیدی وقوع پاییزهای خشک در شمال‌غرب ایران آمار داده‌های بارش فصل پاییز ۱۵ ایستگاه سینوپتیک در محدوده مورد مطالعه که دارای بیش‌ترین طول دوره آماری می‌باشند و سطح مناسبی از منطقه را پوشش می‌دهند، انتخاب شدند. در شکل (۱) موقعیت و پراکنش ایستگاه‌ها بر روی نقشه شمال‌غرب ایران ارایه گردیده است.



شکل ۱: نقشه موقعیت ایستگاه‌ها بر روی نقشه شمال غرب ایران و ایران

Figure 1: Location of stations on the map of northwestern Iran and Iran

مواد و روش‌ها

محقق بر اساس چهارچوب پژوهش خود، یک یا ترکیبی از روش‌های تحقیق را برای انجام دادن تحقیق مورد نظر به کار می‌گیرد. در این مطالعه روش تحقیق ما ترکیبی از روش توصیفی-تحلیلی با هدف کاربردی می‌باشد. پژوهش حاضر از منظر روش‌شناسی یک روش تحلیل همدیدی برای شناسایی عامل‌های اصلی الگوهای منطقه‌ای گردش جو بر عدم وقوع بارش در روزهای پاییزی (پاییزهای خشک) را مورد توجه قرار داده است. بررسی شرایط جوی غالب، درک بهتری از نحوه تاثیر و آرایش سامانه‌های فشار موثر بر روی منطقه را فراهم می‌سازد. در این تحقیق ابتدا ویژگی‌های آماری ایستگاه‌های موجود با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS وEXCEL مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. جهت شناسایی و تفکیک فصول پاییز خشک در محدوده منطقه مورد مطالعه در دوره آماری، که با محاسبه مجموع بارش فصل پاییز برای هر کدام از ایستگاه‌ها و استانداردسازی داده‌ها با نرم‌افزار SPSS از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۶ و تعیین شاخص بارش استاندارد برای هریک از ایستگاه‌ها، از نرم‌افزار DIC استفاده گردید. سال‌های که در آن اکثریت ایستگاه‌ها دارای نمره استاندارد کم‌تر از صفر و با توجه به نتایج خروجی نرم‌افزار DIC دارای وضعیت خشکسالی متوسط، شدید، خیلی شدید داشتند به‌عنوان سال‌های با پاییز خشک تعیین شد. پس از شناسایی و استخراج پاییزهای خشک در محدوده مورد مطالعه، به منظور تعیین سامانه‌های فشار موثر بر عدم وقوع بارش در

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

منطقه اقدامات ذیل انجام یافته است: در مرحله اول داده‌های روزانه ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین برای مختصات ۱۰ تا ۷۵ درجه طول شرقی و ۲۰ تا ۷۰ درجه عرض شمالی در دوره‌های خشک در تلاقی‌های ۲/۵ درجه‌ای از مجموع داده‌های بازسازی شده NCEP/NCAR (مرکز مطالعات و پیش‌بینی محیطی آمریکا) دریافت گردید. بعد با استفاده از نرم‌افزار EXCEL داده‌های مورد نیاز بارش داده شد و داده‌های هر روز در یک ردیف افقی مرتب گردید. این محدوده (پنجره) شامل ۹۲ ردیف به تعداد روزهای پاییز و ٥٦٧ ستون برای هر سال را در بر می‌گیرد. به‌گونه‌ای که شبکه انتخاب شده تمامی سیستم‌های موثر در اقلیم منطقه را پوشش داد. سپس از روش تحلیل مولفه اصلی (PCA) برای شناسایی الگوهای همدیدی و عامل‌های موثر استفاده گردید. پس از تعیین عامل‌ها، برای هر سال یک نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و یک نقشه سطح زمین، نقشه ناهنجاری سطح زمین و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و نقشه رطوبت ویژه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال به مختصات ۱۰ تا ۷۵ درجه طول شرقی و ۲۰ تا ۷۰ درجه عرض شمالی از سایت NCEP/NCAR دریافت گردیده و مورد تفسیر و تحلیل همدیدی قرار گرفتند.

همچنین در این پژوهش از نمودارهای هوف مولر نوع اول و نوع دوم در ترازهای ۷۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال جهت بررسی تغییرات رطوبتی در سال‌های نمونه استفاده گردید؛ لازم به ذکر می‌باشد که نمودارهای مذکور از مهم‌ترین نمودارهایی می‌باشند که تغییرات فراسنج‌های سطوح مختلف جو را در طی زمان مشخص می‌کنند (Qavidel Rahimi., 2018: 193-196).

یافته‌ها و بحث

با توجه به هدف پژوهش، در نخستین گام با استفاده از نرم‌افزار SPSS برخی آماره‌های توصیفی بارش فصلی مانند میانگین، انحراف معیار، چولگی، ضریب تغییرات و دامنه تغییرات برای ایستگاه‌های منطقه محاسبه شد (جدول ۱). ایستگاه مهاباد و خلخال به‌ترتیب با میانگین ۱۳۷ و ۱۱۲، بیش‌ترین میزان بارش پاییزه و ایستگاه سراب و جلفا به‌ترتیب با میانگین حدود ٦٠ و٥٠ میلی‌متر، کم‌ترین میزان بارش پاییزه را به‌خود اختصاص می‌دهند. شاخص ضریب تغییرات در تمام ایستگاه‌های منطقه بالاتر از ٤٠ درصد بوده که کم‌ترین درصد تغییرپذیری با ٤١ درصد و بیش‌ترین تغییرپذیری با ۵۵ درصد به‌ترتیب به ایستگاه‌های میانه و ارومیه و خوی تعلق دارند. همچنین تمامی ایستگاه‌های انتخابی دارای چولگی مثبت و اکثر ایستگاه‌های شمال محدوده انتخابی دارای کشیدگی منفی و ایستگاه‌های مرکزی و جنوبی منطقه دارای کشیدگی مثبت می‌باشند (ایستگاه‌های تبریز و ارومیه بیش‌ترین چولگی وکشیدگی مثبت).

جدول ۱- مشخصات آماره توصیفی بارش ایستگاه‌های شمال‌غرب ایران در فصل پاییز (۲۰۱٦-۱۹۸۷)

Table 1- Descriptive statistics of rainfall in northwestern stations of Iran in autumn (1987-2016)

آماره / ایستگاه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	واریانس	دامنه تغییرات	درصد ضریب تغییرپذیری
اهر	۷۷/۲	۳۵/٦	۰/۳۵	-۰/۷۳	۱۲٦٤	۱۲۹	٤٦
اردبیل	۸۵/۷٦	۳٦/۸	۰/۹۰٤	۰/٦۰۱	۱۳۵۱	۱۵٦	٤۲

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

ادامه جدول ۱- مشخصات آماره توصیفی بارش ایستگاه‌های شمال‌غرب ایران در فصل پاییز (۲۰۱۶-۱۹۸۷)

Continue of Table 1- Descriptive statistics of rainfall in northwestern stations of Iran in autumn (1987-2016)

آماره / ایستگاه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	واریانس	دامنه تغییرات	درصد ضریب تغییرپذیری
ارومیه	۹۹/۹۶	۵۵	۰۷۷/۱	۱/۱۲۶	۳۰۲۵	۲۲۷	۵۵
پارس‌آباد	۸۸/۲۳	۳۹/۲۱	۰/۵۳۱	-۰/۵۴۲	۱۵۳۷	۱۴۸	۴۴
جلفا	۵۰/۳۰	۲۳/۴۰	۰/۱۶۳	-۰/۶۹۵	۵۴۷	۸۷	۴۶
خلخال	۱۱۲/۳	۴۷/۷۴	۰/۱۱۸	-۰/۳۶۳	۲۲۷۹	۲۰۳	۴۲
خوی	۶۹/۷۴	۳۸/۷۷	۰/۸۴۵	۰/۵۲۸	۱۵۰۳	۱۵۶	۵۵
تکاب	۱۰۲/۱۹	۵۰/۳۴	۰/۷۸۲	۰/۵۷۷	۲۵۳۴	۲۱۸	۴۹
تبریز	۷۴/۵۹	۳۹/۷۷	۱/۱۲۶	۱/۵۶	۱۵۸۲	۱۷۲	۵۳
سراب	۶۲/۰۶	۲۸/۸۴	۰/۴۳۳	-۰/۲۰۹	۸۳۱	۱۱۰	۴۶
ماکو	۶۲/۹۴	۲۸/۲۲	۰/۶۹۹	-۰/۱۶۸	۷۹۶	۱۱۴	۴۴
مراغه	۹۴/۹۳	۵۰/۴۳	۰/۹۶۵	۰/۸۷۳	۲۵۴۲	۲۱۱	۵۳
مهاباد	۱۳۷/۲۵	۶۲/۸۶	۰/۶۲۱	۰/۱۳۳	۳۹۵۱	۲۴۵	۴۵
میانه	۸۵/۷۱	۳۵/۳۶	۰/۶۰	۰/۱۷۷	۱۲۵۰	۱۶۲	۴۱
زنجان	۸۳/۷۸	۴۴/۴۳	۰/۸۹۴	۰/۶۱۹	۱۹۷۵	۱۹۰	۵۳

تعیین فراوانی خشکسالی منطقه: با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش (SPI) دوره‌های خشکسالی و ترسالی منطقه شناسایی شد که نتایج حاصل از روش SPI نشان داد که فراوانی وقوع وضعیت نرمال و سپس خشکسالی در شدت‌های ملایم و متوسط طی سیکل زمانی مورد نظر، در ایستگاه‌های منطقه بیش‌تر رخ داده‌اند (جدول ۲).

جدول ۲- فراوانی وقوع خشکسالی‌های SPI فصول پاییز در ایستگاه‌های شمال غرب ایران (۲۰۱۶-۱۹۸۷)

Table 2- Frequency of SPI droughts in autumn in northwestern stations of Iran (1987-2016)

آماره / ایستگاه	خشکسالی خیلی شدید	خشکسالی شدید	خشکسالی متوسط	خشکسالی ملایم	نرمال	ترسالی خیلی شدید	ترسالی شدید	ترسالی متوسط	ترسالی ملایم
اهر	۲	۱	۴	۶	۱۱	----------	------	------	۶
اردبیل	۲	-----	۷	۷	۱۰	----------	-----	۳	۱
ارومیه	۱	۳	۵	۶	۱۲	----------	-----	۲	۱
پارس‌آباد	۱	۳	۶	۵	۹	----------	-----	۱	۵
جلفا	۱	۵	۲	۳	۱۶	----------	------	-------	۳
خلخال	۲	۱	۷	۵	۱۳	----------	------	۱	۱
خوی	۲	۲	۵	۶	۱۱	----------	-----	۲	۲
تکاب	۲	۲	۵	۸	۹	----------	------	۲	۲
تبریز	۱	۴	۵	۳	۱۳	۱	-----	۱	۲

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

ادامه جدول ۲- فراوانی وقوع خشکسالی‌های SPI فصول پاییز در ایستگاه‌های شمال‌غرب ایران (۲۰۱٦-۱۹۸۷)

Continue of Table 2- Frequency of SPI droughts in autumn in northwestern stations of Iran (1987-2016)

آماره / ایستگاه	خشکسالی خیلی شدید	خشکسالی شدید	خشکسالی متوسط	خشکسالی ملایم	نرمال	ترسالی خیلی شدید	ترسالی شدید	ترسالی متوسط	ترسالی ملایم
سراب	۲	۱	٦	٥	۱۳	----------	-----	۲	۱
ماکو	۱	۲	٦	۷	۱۱	----------	----	۱	۲
مراغه	۱	٤	٤	٥	۱۲	----------	-----	۲	۲
مهاباد	۳	۲	۳	٥	۱٤	----------	-----	۱	۲
میانه	۱	۲	۳	٦	۱٦	----------	------	------	۲
زنجان	۱	----	۹	٤	۱٤	----------	-----	۱	۱

با توجه به اطلاعات جدول (۳) مشخص می‌شود که نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از روش شاخصSPI نشان داد که فراوانی وقوع وضعیت خشکسالی در شدت‌های ملایم و متوسط طی دوره زمانی مورد نظر، در منطقه بیش‌تر رخ داده‌اند.

جدول ۳- فراوانی وقوع خشکسالی‌های spi فصول پاییز شمال‌غرب ایران (۲۰۱٦-۱۹۸۷)

Table 3- Frequency of SPI droughts in autumn seasons in northwest of Iran (2016-1987)

توصیف وقایع	فراوانی	سال
خشکسالی بسیار شدید	۲	۱۹۹٥-۲۰۰۸
خشکسالی شدید	٤	۱۹۹۸--۲۰۱۰
خشکسالی متوسط	۸	۱۹۸۹-۱۹۹۰-۱۹۹۷-۱۹۹۹-۲۰۰۳-۲۰۰٦-۲۰۱۱
خشکسالی ملایم	۹	۱۹۹۲-۲۰۰۱-۲۰۰۲-۲۰۰٤-۲۰۰۷-۲۰۱۱-۲۰۱۲-۲۰۱٥-۲۰۱٦

نتایج به کارگیری تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)

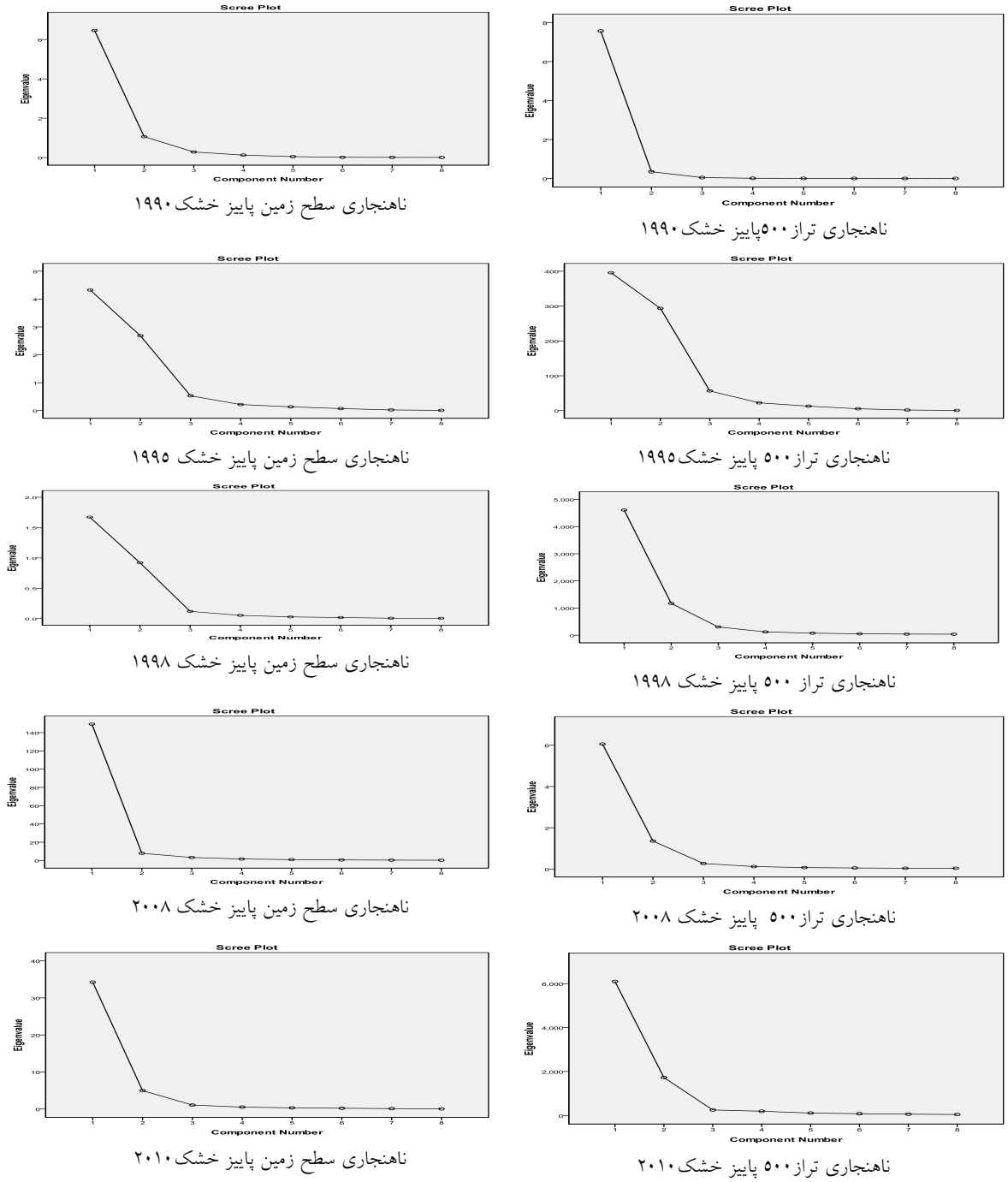
با توجه به شدت و گستردگی (خشکی پاییز در اکثر ایستگاه‌های انتخابی) وقوع فصول پاییز خشک، ٥ پاییز سال‌های (۲۱۰و ۲۰۰۸و ۱۹۹۸و ۱۹۹٥و ۱۹۹۰) به‌عنوان سال‌هایی با پاییزهای خشک در محدوده منطقه مورد مطالعه انتخاب گردید. با تشکیل ماتریسی به ابعاد ٥٦۷*۹۲ با آرایش S (رایج‌ترین حالت تحلیل عاملی (Alijani, 2011: 183) ۹۲ تعداد ردیف‌های ماتریس شامل تعداد روزهای فصل خشک پاییز و ٥٦۷ تعداد ستون‌های ماتریس به تعداد نقاط تلاقی) برای هرکدام از سال‌های خشک از روش PCA جهت شناسایی مولفه‌های اصلی وقوع پاییزهای خشک استفاده گردید به‌طوری که شبکه انتخاب شده تمامی سیستم‌های همدید موثر در اقلیم منطقه را پوشش دهد.

با توجه به خروجی SPSS با به‌کارگیری تحلیل مؤلفه‌های اصلی، سه مؤلفه اول سهم بیش‌تری از واریانس توجهی را به‌خود اختصاص داده‌اند که در مجموع این مؤلفه‌ها بیش از ۸۰ درصد از تغییرات ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ٥۰۰

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

هکتوپاسکال و سطح زمین را تبیین می‌نماید. نقطه قابل توجه دیگر، فاصله نسبتا زیاد واریانس تبیینی مؤلفه اول با مؤلفه‌های دیگر می‌باشد که نشان دهنده تاثیرگذاری این مؤلفه در تغییرات پارامترهای یاد شده در اکثریت نقاط تلاقی می‌باشد و مؤلفه‌های بعدی با کاهش تدریجی واریانس تبیینی اثرات خود را نشان می‌دهند نمودار Screeplot حاصل خروجی SPSS در شکل (۲) برای داده‌های سطح زمین و داده‌های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ارایه شده است.



شکل ۲: نمودار ناهنجاری سطح زمین و تراز۵۰۰ خروجی spss

Figure 2: Diagram scree plot of level sea surface pressure (SLP) Compsite anomaly and level of 500 spss outputs

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

همان‌طور که در شکل (۲) قابل ملاحظه است این نمودارها تصویر مقدار ویژه هر یک از مولفه‌های استخراج شده را نشان می‌دهد. چون از بزرگ‌ترین مقدار ویژه شروع می‌شود همواره نمودارها نزولی هستند و مقدار ویژه با استخراج عامل‌های بعدی به‌سرعت افت می‌کند. با بررسی همبستگی مابین نقاط تلاقی و مولفه‌های استخراجی سامانه‌های فشار سطح دریا، سه مولفه اصلی وقوع پاییز خشک در شمال‌غرب در سال‌های انتخابی مشخص گردید که نتایج آن در جدول (٤) آورده شده است. بر اساس نتایج این جدول، سامانه‌های پرفشاری که در مناطق جنوبی‌تر محدوده مورد مطالعه به‌ویژه روی عراق و سوریه مستقر می‌شوند عامل اصلی عدم وقوع بارش در منطقه می‌باشند این سامانه‌ها محدوده گسترده‌ای از شرق مدیترانه تا شرق ایران را با شدت‌های مختلف در سال‌های انتخابی در بر می‌گیرند. همچنین در این سال‌ها، معمولا کم‌فشار فعالی در جنوب اروپا و مرکز مدیترانه فعال می‌باشد.

جدول ٤- درصد واریانس‌های ۳ مؤلفه اول خروجی تحلیل مولفه‌های ناهنجاری سطح زمین برای پاییزهای خشک

Table 4- Percentage of variances of the first 3 components of the output of level sea surface pressure(SLP) compsite anomaly analysis for dry autumns

سال	مؤلفه	مقدار ویژه	درصد واریانس	واریانس تجمعی	عامل‌ها
۱۹۹۰	۱	۳/۱	۳۹/۸	۳۹/۸	پرفشار مرکز و شرق ایران
	۲	۲/۸	۳۵/٦	۷۵/۵	پرفشار شرق دریای مدیترانه
	۳	۱/۷	۲۲/۰۱	۹۷/۵	کم‌فشار جنوب اروپا و مرکز مدیترانه
۱۹۹۵	۱	۳/۳	٤۱/۸٤	٤۱/۸٤	پرفشار مستقر بر روی عراق و سوریه
	۲	۲/۳	۲۹/۸٤	۷۱/٦۸	پرفشار جنوب اروپا
	۳	۱/۸	۲۲/۵٦	۹٤/۲۵	کم‌فشار نزدیک اسکاندیناوی
۱۹۹۸	۱	۳/۳	٤۱/۵۸	٤۱/۵۸	پرفشار مستقر بر روی عراق و سوریه
	۲	۳/۲	٤۰/۹۲	۸۲/۵۱	پرفشار جنوب اروپا
	۳	۱/۰٤	۱۳/۰٤	۹۵/۵	کم‌فشار شرق و مرکز مدیترانه
۲۰۰۸	۱	۳/۱	۳۸/۹	۳۸/۹	پرفشار مرکز و شرق ایران
	۲	۲/۹	۳٦/۳	۷۵/۳	کم‌فشار جنوب اروپا و شرق مدیترانه
	۳	۱/۷	۲۲/۳	۹۷/٤	کم‌فشار مرکز اروپا
۲۰۱۰	۱	۳/۷	٤٦/۵۲	٤٦/۵۲	پرفشار مرکز و شرق ایران
	۲	۳/۰۹	۳۸/۷۱	۸۵/۲٤	پرفشار شرق مدیترانه
	۳	۰/۹	۱۱/۹۲	۹۷/۱۱	کم‌فشار جنوب اروپا و مرکز مدیترانه

همچنین با بررسی همبستگی مابین نقاط تلاقی و مولفه‌های استخراجی تغییرات ارتفاع تراز میانی جو، مولفه‌های اصلی عدم وقوع بارش در منطقه به‌دست آمد که نتایج آن در جدول (۵) آورده شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، سامانه پر ارتفاع مستقر در شرق مدیترانه تا جنوب ایران عامل اصلی خشکی پاییز در منطقه بوده و پس از آن سامانه پر ارتفاعی که بر روی دریای سیاه نفوذ پیدا می‌کند به‌عنوان مولفه دوم شناسایی گردید. معمولا در اکثر این

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

سال‌ها، همزمان سامانه کم ارتفاعی بر روی مدیترانه مرکزی و جنوب اروپا فعال می‌باشد که تایید کننده انطباق و تبعیت فشار سطح دریا از تراز میانی جو در چنین شرایطی می‌باشد.

جدول ۵- درصد واریانس‌های ۳ مؤلفه اول خروجی تحلیل مولفه‌های ناهنجاری تراز ۵۰۰ برای پاییزهای خشک

Table 5- Percentage of variances of the first 3 components of the output of 500 level anomaly components analysis for dry autumns

سال	مؤلفه	مقدار ویژه	درصد واریانس	واریانس تجمعی	عامل‌ها
۱۹۹۰	۱	۳/۸	٤۸/۱	٤۸/۱	پر ارتفاع شرق مدیترانه
	۲	۳/۲	٤۰/۷	۸۸/۸	پر ارتفاع جنوب ایران
	۳	۰/۷	۹/۸	۹۸/٦	کم ارتفاع مدیترانه مرکزی
۱۹۹۵	۱	۳/٤	٤۲/۸	٤۲/۸	پر ارتفاع کشیده از شمال آفریقا تا دریای سیاه (پر ارتفاع آزور)
	۲	۲/٤	۳۰/۱	۷۲/۹	پر ارتفاع جنوب تا مرکز ایران
	۳	۱/۷	۲۱/٦	۹٤/۵	کم ارتفاع جنوب اروپا و مدیترانه مرکزی
۱۹۹۸	۱	۲/۹	۳۷/۱	۳۷/۱	پر ارتفاع جنوب تا غرب ایران
	۲	۲/۷	۳٤/٦	۷۱/۷	پر ارتفاع شرق مدیترانه تا قفقاز
	۳	۱/۸	۲۲/۹	۹٤/٦	کم ارتفاع جنوب اروپا و مدیترانه مرکزی
۲۰۰۸	۱	۳/۲	٤۰/۷	٤۰/۷	پر ارتفاع کشیده از شمال آفریقا تا دریای سیاه (پر ارتفاع آزور)
	۲	۳/۰	۳۸/٦	۷۹/۳	پر ارتفاع شمال شرق اروپا
	۳	۱/۳	۱٦/٦	۹۵/۹	کم ارتفاع جنوب اروپا و مدیترانه مرکزی
۲۰۱۰	۱	۳/۰	۳۷/۹	۳۷/۹	پر ارتفاع شرق مدیترانه
	۲	۲/۸	۳۵/۵	۷۳/٤	پر ارتفاع جنوب ایران
	۳	۱/۵	۱۹/۲	۹۲/٦	کم ارتفاع مدیترانه مرکزی

تحلیل نقشه‌های هوا

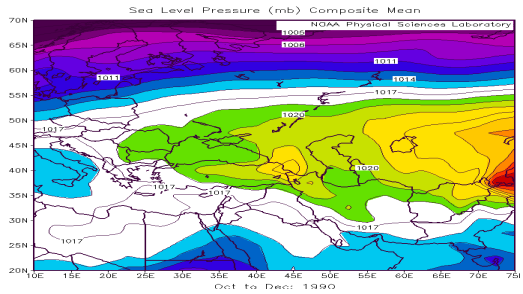
در اقلیم‌شناسی سینوپتیک بررسی و تفسیر نقشه‌های هوا یکی از مهم‌ترین مراحل تحقیق است. زیرا تمام اطلاعات مورد نیاز روی این نقشه‌هاست و به‌وسیله این نقشه‌ها می‌توان اطلاعات صحیح را استخراج و الگوها را شناسایی و جابجایی آن‌ها را به‌طور دقیق تعیین کرد. به همین دلیل در این تحقیق برای هر سال خشک، نقشه‌های فشار سطح دریا و ارتفاع تراز میانی جو و نقشه‌های ناهنجاری آن‌ها به همراه نقشه ناهنجاری رطوبت ویژه سه ماه پاییز (اکتبر تا دسامبر) نسبت به میانگین بلندمدت در مختصات یاد شده دریافت و مورد تحلیل قرار گرفت.

فصل پاییز خشکسال۱۹۹۰: نقشه فشار سطح دریا شکل (۳) در فصل پاییز خشک ۱۹۹۰ حاکی از نفوذ زبانه‌های پرفشار سیبری از روی دریای خزر و قفقاز به سمت محدوده مورد مطالعه می‌باشد به‌طوری که منجر به تشکیل مرکز پرفشار در این منطقه با خط هم‌فشار مرکزی ۱۰۲٦ هکتوپاسکال شده است. نقشه ناهنجاری فشار سطح دریا در این نمونه، تائیدی بر افزایش نسبی فشار هوا نسبت به میانگین بلند مدت می‌باشد که با وجود ناهنجاری منفی فشار

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

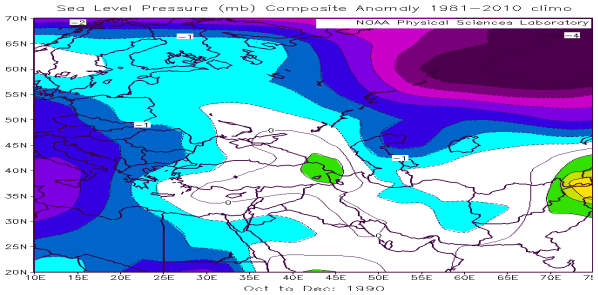
[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

سطح دریا در عرض‌های شمالی آسیای مرکزی به دلیل تشکیل مرکز پرقدرت پرفشار سیبری بر روی مغولستان و نفوذ زبانه‌های آن به این منطقه شکل گرفته است (شکل ٤). نقشه تراز میانی جو در فصل خشک پاییز ۱۹۹۰ حاکی از نفوذ زبانه‌های پر ارتفاع جنب‌حاره‌ای تا مناطق مرکزی و شمالی ایران می‌باشد که منجر به افزایش ارتفاع این تراز در محدوده مورد مطالعه تا ۵۷۰۰ ژئوپتانسیل متر گردیده است (شکل ۵). نقشه ناهنجاری ارتفاع تراز میانی جو (شکل ٦) تائید کننده این موضوع بوده و به‌طوری که شاهد افزایش ارتفاع این تراز تا حدود ۲۰ ژئوپتانسیل متر در این منطقه بوده‌ایم. در این نمونه حداکثر افزایش ارتفاع تراز میانی جو مربوط به محدوده شرق دریای خزر و شمال دریای سرخ می‌باشد و به همین دلیل و وجود پایداری جو در تراز میانی جو شاهد کاهش قابل توجه رطوبت به‌ویژه در منابع رطوبتی جنوبی در این فصل خشک بوده‌ایم (شکل ۷).



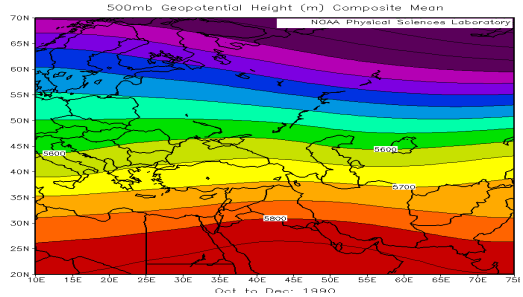
شکل ۳: نقشه فشار سطح دریا فصل خشک پاییز ۱۹۹۰

Figure 3: Sea level pressure (SLP) map of the dry season of autumn 1990



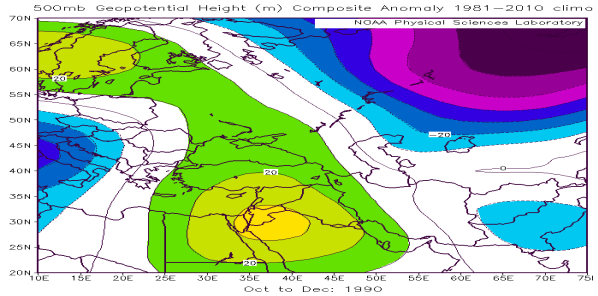
شکل ٤: نقشه ناهنجاری فشار سطح دریا فصل خشک پاییز ۱۹۹۰

Figure 4: Anomaly map of Sea level pressure(SLP) in the dry season of autumn 1990



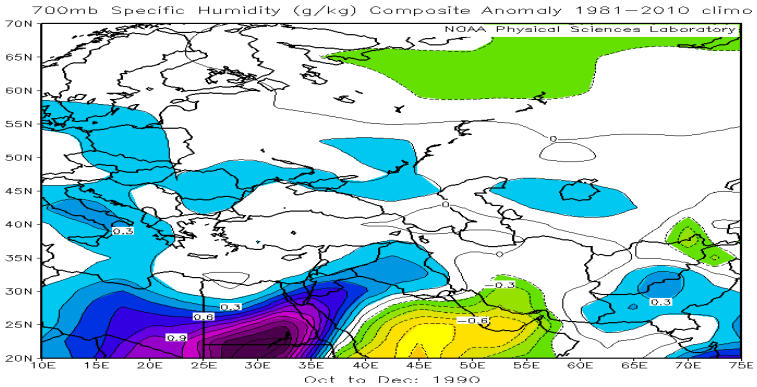
شکل ۵: نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی فصل خشک پاییز ۱۹۹۰

Figure 5: Map of level 500 hPa of the dry season of autumn 1990



شکل ٦: نقشه ناهنجاری تراز ۵۰۰ فصل خشک پاییز ۱۹۹۰

Figure 6: Anomaly map of level of 500 hpa in the dry seasons of autumn 1990



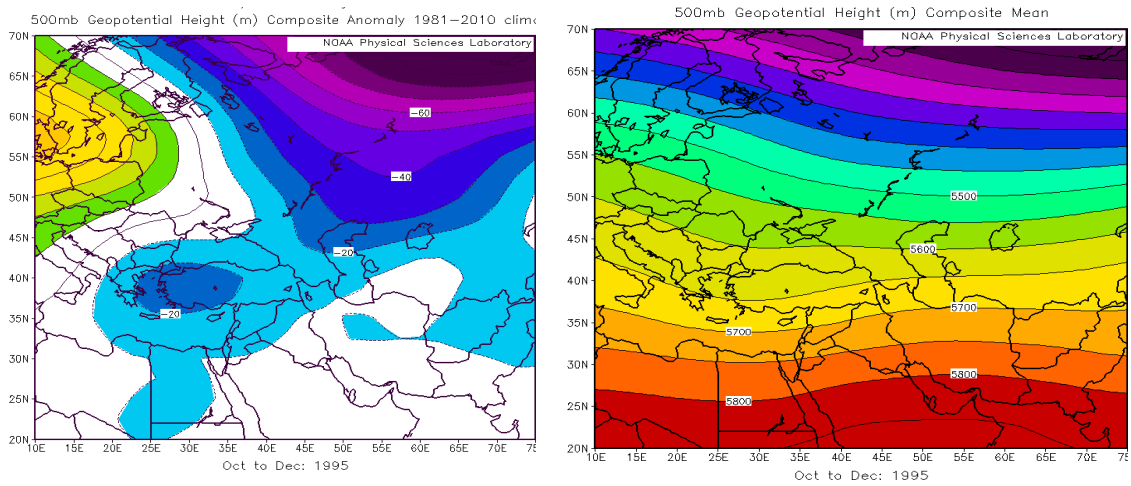
شکل ۷: نقشه ترکیبی ناهنجاری رطوبت ویژه فصل خشک پاییز ۱۹۹۰

Figure 7: Map of specihic humidity anomaly in dry season autumn 1990

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

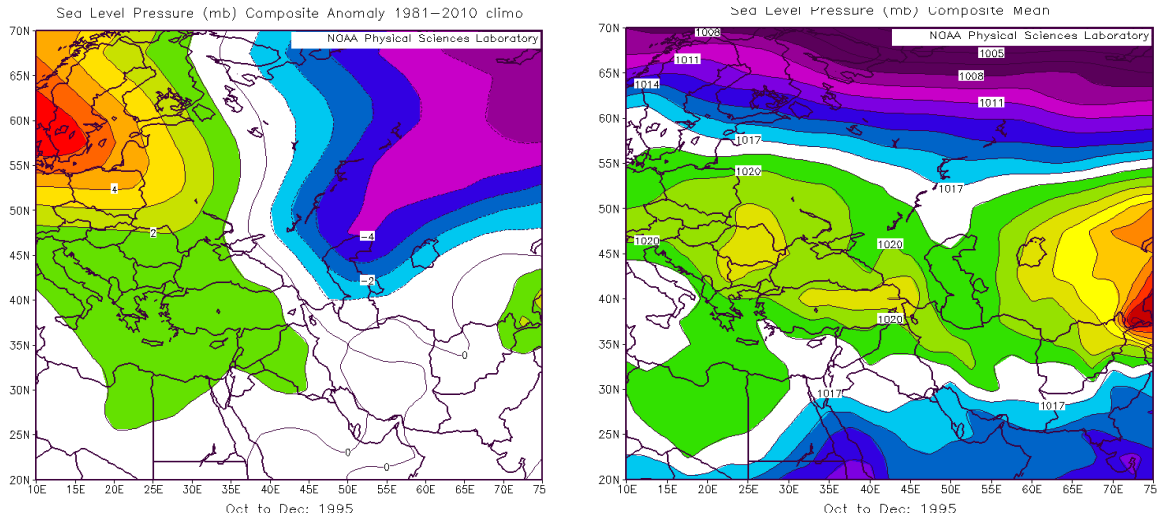
[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

فصل پاییز خشکسال ۱۹۹۵: نقشه تراز میانی جو شکل (۸) نشان دهنده نفوذ زبانه‌های کم ارتفاع ضعیف به روی قسمت‌های از دریای سیاه، ترکیه و شمال دریای خزر می‌باشد که با توجه به شکل (۹) ناهنجاری تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) این موضوع قابل تایید می‌باشد. اما در شکل (۱۰) نقشه فشار سطح دریا، در سطح زمین نفوذ زبانه‌های پرفشار آزور از سمت مدیترانه و جنوب اروپا به ایران مهم‌ترین نکته به نظر می‌رسد که مانع از تزریق رطوبت به‌ویژه از جانب دریای مدیترانه به سوی محدوده مورد مطالعه گردیده است؛ شکل (۱۱) نقشه ناهنجاری فشار سطح دریا و شکل (۱۲) نقشه ناهنجاری‌های رطوبت ویژه که ناهنجاری‌های منفی ناشی از افزایش پرفشار در سطح زمین و کاهش رطوبت نسبت به بلندمدت در منابع تامین رطوبت منطقه را نشان می‌دهد.



شکل ۸: نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و شکل ۹: نقشه ناهنجاری تراز۵۰۰ فصل خشک پاییز ۱۹۹۵

Figure 8: 500 hPa level map and Figure 9: level 500 anomaly map of the dry season Autumn 1995

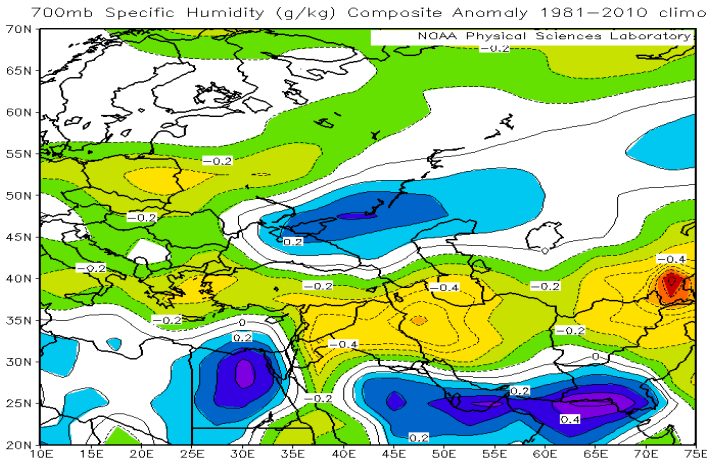


شکل ۱۰: نقشه فشار سطح دریا و شکل ۱۱: نقشه ناهنجاری فشار سطح دریا فصل خشک پاییز سال ۱۹۹۵

Figure 10: Sea level pressure (SLP) map and Figure 11: Anomaly map of Sea Level pressure (SLP) in the dry season f autumn 1995

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]



شکل ۱۲: نقشه ناهنجاری رطوبت ویژه فصل خشک پاییز ۱۹۹۵

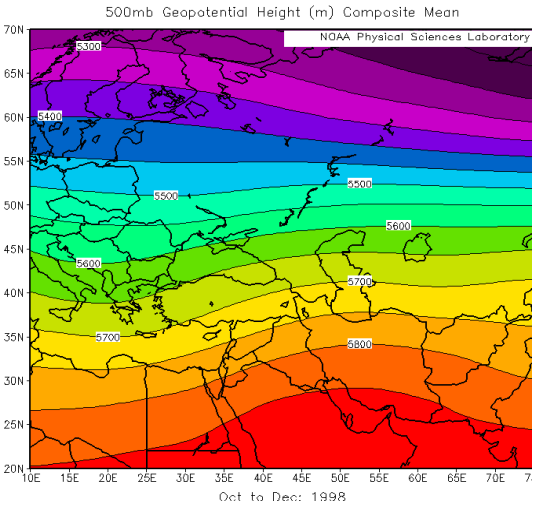
Figure 12: Map of specihic humidity anomaly in the dry season autumn 1995

سال ۱۹۹۸ (پاییز خشک): پاییز ۱۹۹۸ به لحاظ استقرار سامانه پر ارتفاع جنب‌حاره‌ای در تمامی مناطق ایران و نفوذ آن تا شمال غرب در بین تمامی نمونه‌های مطالعاتی، یک نمونه کاملا مشخص از فصل خشک پاییز می‌باشد که منجر به افزایش ارتفاع تراز میانی به میزان ۵۷۵۰ ژئوپتانسیل متر در محدوده مورد مطالعه گردیده است (شکل ۱۳). این افزایش ارتفاع در تراز میانی جو به میزان ۵۵ ژئوپتانسیل متر برای اکثر مناطق ایران و از جمله شمال‌غرب به خوبی در نقشه ناهنجاری ارتفاع این تراز در شکل (١٤) قابل ملاحظه می‌باشد. حاکمیت پرقدرت سامانه پر ارتفاع در این موقع از سال و نفوذ آن تا دریای خزر، شرق مدیترانه و جنوب‌شرقی دریای سیاه اصلی‌ترین عامل پایداری هوا و عدم وقوع بارش‌های مناسب در منطقه بوده است.

نقشه سه ماهه پاییز فشار سطح دریا در سال ۱۹۹۸ (شکل ۱۵)، حاکی از شکل‌گیری الگوی تقریبا متناسب با الگوی درازمدت در منطقه می‌باشد که از نفوذ زبانه‌های پرفشار سیبری از روی دریای خزر به سمت محدوده مورد مطالعه حکایت دارد و تنها در مناطق محدودی از خلیج‌فارس و عرض‌های جنوبی با وجود پیشروی سامانه پر ارتفاع جنب حاره به عرض‌های بالاتر، امکان تشکیل کم‌فشارهای ضعیف محلی میسر گردیده است. شکل‌گیری سامانه‌های یاد شده به‌ویژه استقرار پر قدرت سامانه پر ارتفاع در تراز میانی جو در سطح وسیعی از منطقه منجر به کاهش رطوبت و نفوذ آن به محدوده منطقه مورد مطالعه به ویزه مناطق جنوبی‌تر آن شده است. شکل (۱۷) ناهنجاری رطوبت ویژه در این سال نشان می‌دهد که بیشینه کاهش رطوبت ویژه در مناطق جنوبی و مدیترانه می‌باشد و تنها مناطق محدودی از شمال محدوده مورد مطالعه رطوبت نسبتا مناسبی را از طریق دریای سیاه دریافت نموده است.

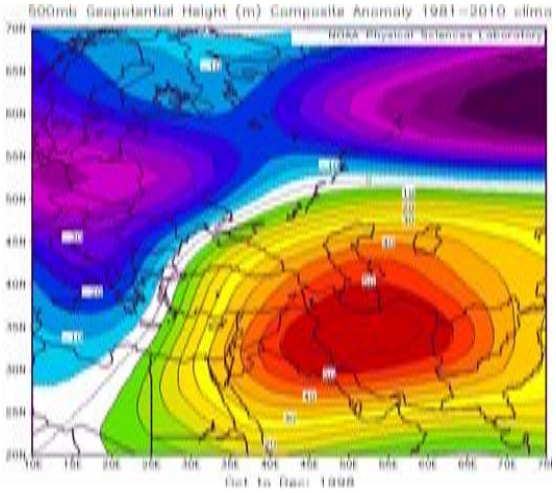
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]



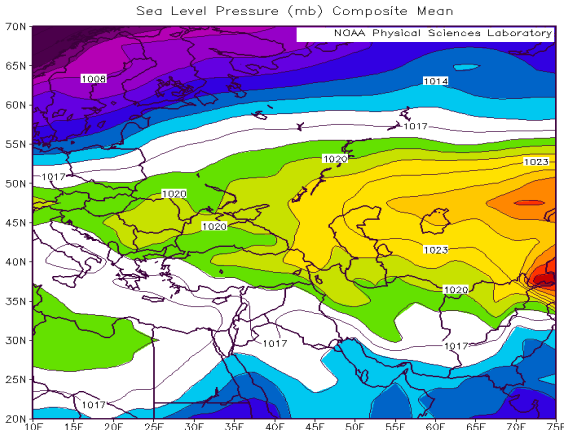
شکل ۱۳: نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

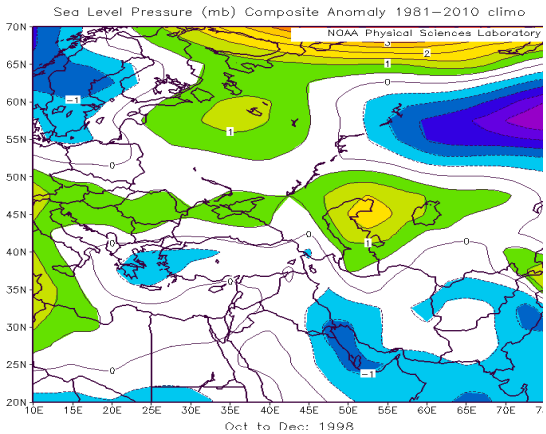
Figure 13: 500 hPa level map and Figure



شکل ۱٤: نقشه ناهنجاری تراز۵۰۰ هکتوپاسکال فصل خشک پاییز ۱۹۹۸

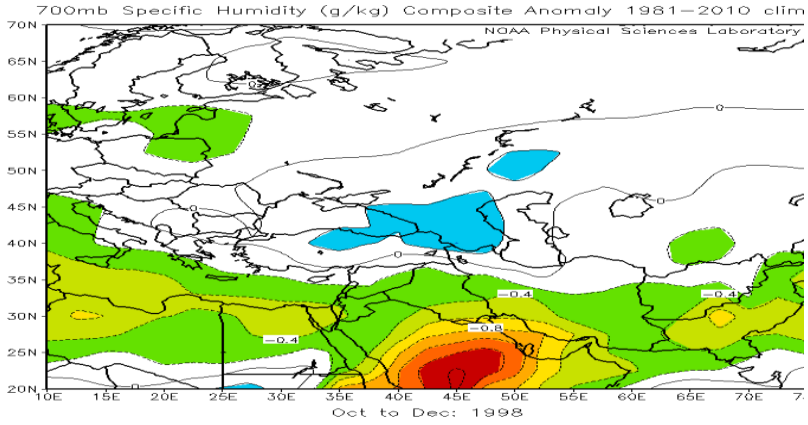
Figure 14: level 500 anomaly map of the dry season autumn 1998





شکل ۱۵: نقشه فشار سطح دریا و شکل ۱٦: نقشه ناهنجاری سطح دریا فصل خشک پاییز ۱۹۹۸

Figure 15: Sea level pressure (SLP) map and Figure 16: Anomaly map of sea level pressure (SLP) in the dry season autumn 1998



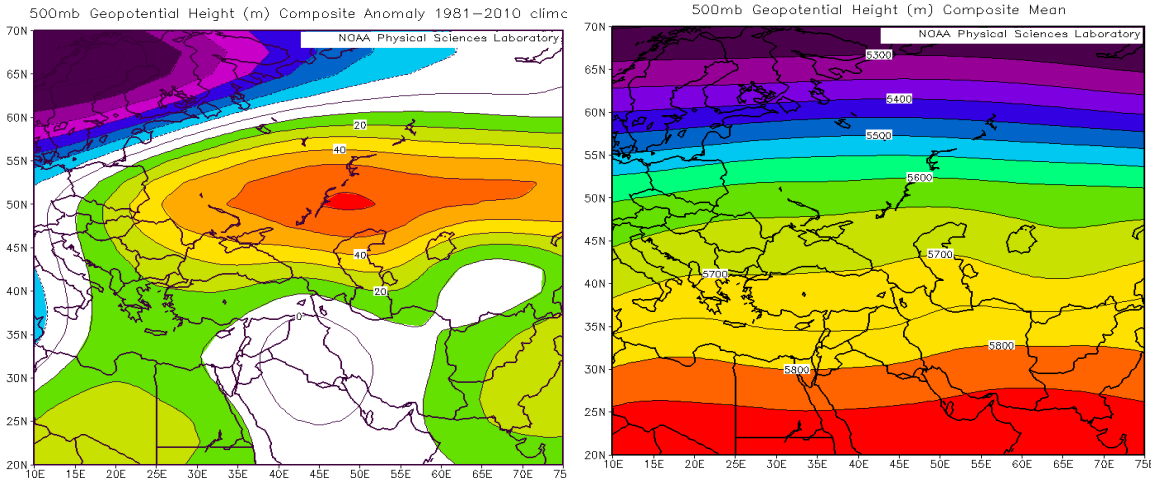
شکل ۱۷: نقشه ناهنجاری رطوبت ویژه فصل خشک پاییز ۱۹۹۸

Figure 17: Map of specihic humidity composite anomaly in the dry season, autumn 1998

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

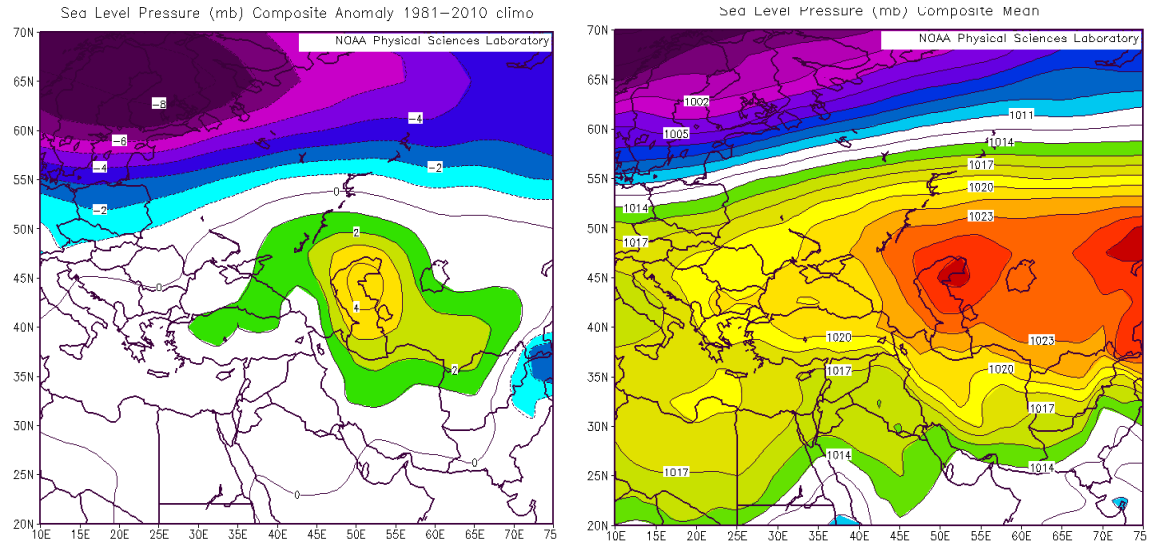
[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

سال ۲۰۰۸ (پاییز خشک): نقشه تراز میانی جو در پاییز سال ۲۰۰۸، باز هم استقرار و نفوذ پرقدرت سامانه پر ارتفاع جنب حاره بر روی مناطق شمال‌غرب را نشان می‌دهد. این افزایش در ارتفاع تراز میانی جو منجر به عقب‌نشینی بادهای غربی و نفوذ زبانه خطوط هم ارتفاع ۵۷۰۰ ژئوپتانسیل متر تا مرکز و شمال دریای خزر گردیده است (شکل ۱۸). نقشه ناهنجاری تراز میانی جو حاکی از افزایش ارتفاع این تراز و شکل‌گیری مرکز بیشینه این افزایش ارتفاع بر روی دریای خزر و محدوده مورد مطالعه می‌باشد و این ناهنجاری را به میزان ٦٠ ژئوپتانسیل متر افزون بر میانگین بلندمدت بر روی دریای خزر نشان می‌دهد. محدوده‌های شرقی دریای مدیترانه، سیاه و کل دریای خزر از نفوذ و حاکمیت این سامانه قدرتمند بی‌بهره نمانده‌اند (شکل ۱۹).



شکل ۱۸: نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و شکل ۱۹: نقشه ناهنجاری تراز۵۰۰ هکتوپاسکال فصل خشک پاییز ۲۰۰۸

Figure 18: 500 hPa level map and Figure 19: level 500 anomaly map of the dry season autumn 2008

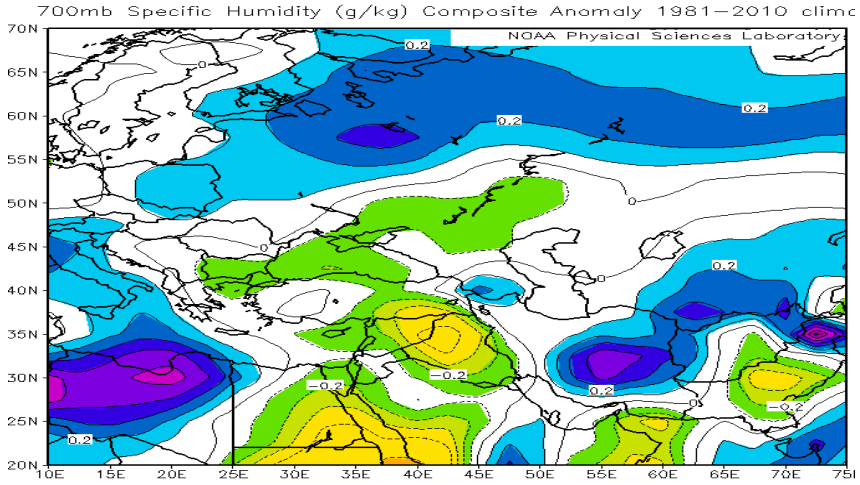


شکل ۲۰: نقشه سطح زمین و شکل ۲۱: نقشه ناهنجاری سطح زمین فصل خشک پاییز سال ۲۰۰۸

Figure 20: Sea level pressure (SLP) map and Figure 21: Anomaly map of sea level pressure (SLP) in the dry season autumn 2008

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]



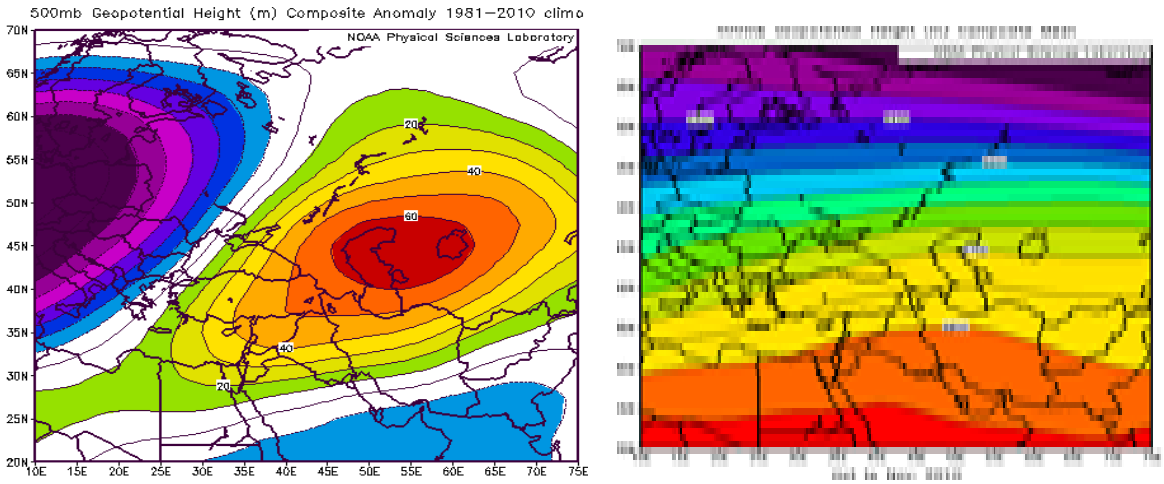
شکل ۲۲: نقشه ناهنجاری رطوبت ویژه فصل خشک پاییز ۲۰۰۸

Figure 22: Map of Specihic Humidity anomaly in the dry season autumn 2008

نقشه فشار سطح دریا و ناهنجاری این تراز حاکی از عدم تاثیرپذیری محدوده مورد مطالعه از سامانه‌های پرفشار و یا کم‌فشار قدرتمند می‌باشد به‌طوری که بر روی شمال اروپا و غرب روسیه ناهنجاری فشار سطح دریا به شکل کم‌فشار قوی ملاحظه می‌گردد که با توجه به الگوی تراز میانی جو و نفوذ زبانه‌های سامانه پرفشار سیبری به همراه پرفشار آزور، توانایی ورود به منطقه و تحمیل ناپایداری را نیافته است اشکال (۲۰ و ۲۱). نقشه ناهنجاری‌های رطوبت ویژه درازمدت حاکی از ناهنجاری‌های منفی بر روی منابع رطوبتی چون مدیترانه، دریای سیاه و دریای سرخ می‌باشد (شکل ۲۲). سال ۲۰۱۰ (پاییز خشک): نقشه تراز میانی جو در پاییز سال ۲۰۱۰، باز هم استقرار و نفوذ پرقدرت سامانه پر ارتفاع جنب حاره بر روی مناطق شمال‌غرب را نشان می‌دهد. این افزایش در ارتفاع تراز میانی جو منجر به عقب‌نشینی بادهای غربی و نفوذ زبانه خطوط هم ارتفاع ۵۷۰۰ ژئوپتانسیل متر تا مرکز و شمال دریای خزر گردیده است (شکل ۲۳). نقشه ناهنجاری تراز میانی جو حاکی از افزایش ارتفاع تراز و شکل‌گیری مرکز بیشینه این افزایش ارتفاع بر روی دریای خزر و محدوده مورد مطالعه می‌باشد و این ناهنجاری را به میزان ٦۰ ژئوپتانسیل متر افزون بر میانگین بلندمدت بر روی دریای خزر نشان می‌دهد (شکل ٢٤). محدوده‌های شرقی دریای مدیترانه، سیاه و کل دریای خزر از نفوذ و حاکمیت این سامانه قدرتمند بی‌بهره نمانده‌اند. نقشه فشار سطح دریا و ناهنجاری این تراز حاکی از عدم تاثیرپذیری محدوده مورد مطالعه از سامانه‌های پرفشار و یا کم‌فشار قدرتمند می‌باشد به‌طوری که بر روی جنوب اروپا و مدیترانه مرکزی ناهنجاری فشارسطح دریا به شکل کم‌فشار قوی ملاحظه می‌گردد که با توجه به الگوی تراز میانی جو و نفوذ زبانه‌های ضعیف سامانه پرفشار سیبری، توانایی ورود به منطقه و تحمیل ناپایداری را نیافته است (اشکال ۲۵ و ۲٦). نقشه ناهنجاری‌های رطوبت ویژه درازمدت حاکی از ناهنجاری‌های منفی بر روی منابع رطوبتی چون مدیترانه، دریای سیاه و دریای سرخ می‌باشد (شکل ۲٦).

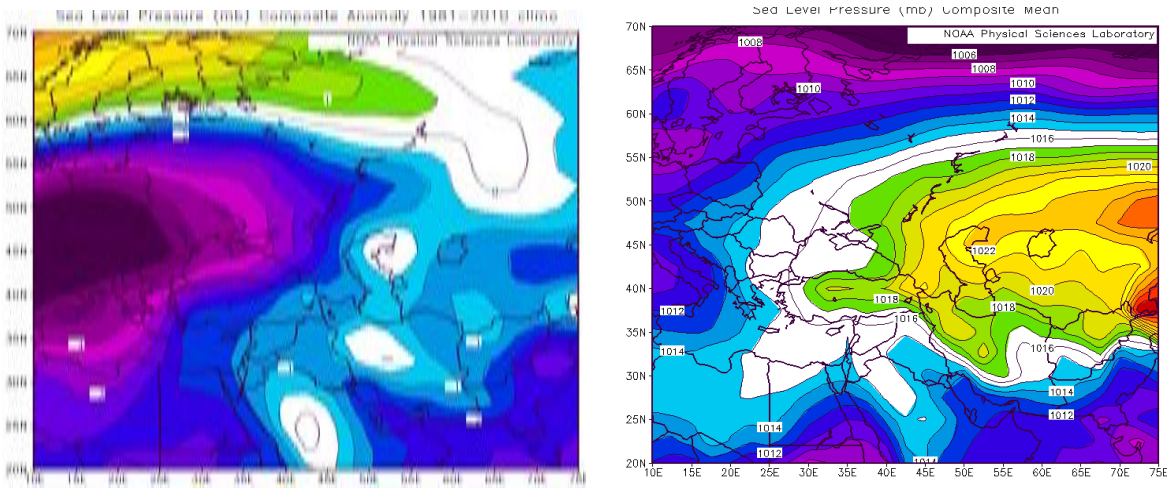
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]



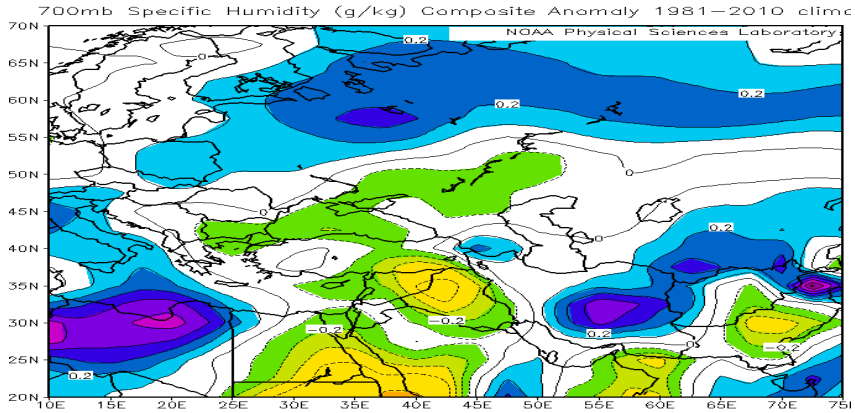
شکل ۲۳: نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و شکل ۲٤: ناهنجاری تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال فصل خشک پاییز ۲۰۱۰

Figure 23: 500 hPa level map and level 500 anomaly map of the dry season autumn 2010



شکل ۲۵: نقشه سطح زمین و شکل ۲٦: ناهنجاری سطح زمین فصل خشک پاییز ۲۰۱۰

Figure 25: Sea level pressure (SLP) map and Figure 26: Anomaly map of sea level pressure (SLP) in the dry season autumn 2010



شکل ۲۷: نقشه ناهنجاری رطوبت ویژه ترکیبی ماه‌های اکتبر، نوامبر فصل خشک پاییز ۲۰۱۰

Figure 27: Map of specihic humidity anomaly in dry season, autumn 2010

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

تحلیل نمودارهای سینوپتیکی رطوبت ویژه در قالب نمودار هوف مولر

بررسی و مقایسه نمودارهای هوف مولر نوع اول و دوم سطح زمین و تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در بازه زمانی درازمدت (میانگین بلندمدت سه ماهه پاییز) با سال‌های خشک انتخابی حاکی از آن است که تغییرات رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در طول و عرض‌های جغرافیایی موثر در بارش منطقه بیش‌تر از تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بوده و بررسی چگونگی این تغییرات در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و تاثیر آن در عدم وجود رطوبت مناسب در محدوده مورد مطالعه از اهمیت بیش‌تری برخوردار می‌باشد (اشکال ۲۷، ۲۶ و ۲۸).



نمودار هوف مولرنوع اول درازمدت سطح زمین — نمودار هوف مولرنوع دوم درازمدت سطح زمین

نمودارهوف مولرنوع اول درازمدت تراز ۷۰۰ — نمودار هوف مولر نوع دوم دراز مدت تراز ۷۰۰

شکل ۲۸: نمودارهوف مولرنوع اول و دوم رطوبت ویژه درازمدت به گرم بر کیلوگرم تراز ۱۰۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال

Figure 28: Diagram of Hoff Müller, the first and second types of long-term specific humidity in g / kg at the level of 1000 and 700 hPa

به همین دلیل به منظور بررسی تغییرات انسداد یا ازدیاد رطوبتی با توجه به منابع رطوبتی، نمودارهای هوف مولر در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بیش‌تر مورد توجه قرار گرفت. در شکل (۲۸) بررسی نمودارهای هوف مولر تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در فصل خشک پاییز ۱۹۹۰ حاکی از کاهش رطوبت در عرض های جغرافیایی ۲۰ تا ۳۵ درجه شمالی (نمودار هوف مولر نوع دوم) به میزان حدود ۰/۵ گرم بر کیلوگرم و کاهش رطوبت در طول جغرافیایی ۲۵ تا ۵۰

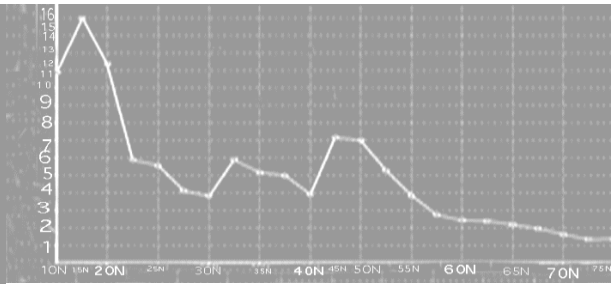
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

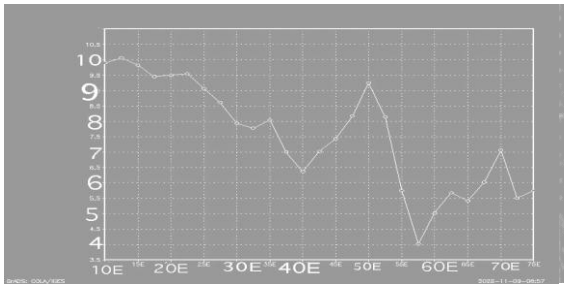
درجه شرقی به میزان حدود ۰/٤ گرم بر کیلوگرم (نمودار هوف مولر نوع اول) می باشد. در این سال در مدیترانه مرکزی شاهد افزایش رطوبت بوده‌ایم. بررسی نمودارهای هوف مولر تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال فصل خشک پاییز ۱۹۹۵ حاکی از کاهش رطوبت در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه شمالی (نمودار هوف مولر نوع دوم) به میزان ۱/۲ گرم بر کیلوگرم نسبت به میانگین درازمدت بوده که این کاهش رطوبت با وجود رطوبت نسبتاً مناسب و مطابق با میانگین درازمدت در عرض‌های پایین‌تر اتفاق افتاده است. نمودار هوف مولر نوع اول تراز ۷۰۰ حاکی از کاهش رطوبت این تراز از مدیترانه شرقی تا طول جغرافیایی دریای خزر در مقایسه با میانگین درازمدت به میزان حدود ۰/۸۵ گرم بر کیلوگرم می‌باشد. در پاییز خشکسال ۱۹۹۸ بررسی نمودار هوف مولر نوع اول حاکی از کاهش یک‌باره رطوبت ویژه در طول جغرافیایی ۳۵ الی ٤۰ درجه شرقی حکایت دارد (میانگین کاهش رطوبت در طول جغرافیایی ۲۰ تا ۵۰ درجه شرقی به میزان ۰/۵ گرم بر کیلوگرم نسبت به درازمدت). این در حالی است که عرض‌های جغرافیایی شمال‌غرب با وجود افزایش جزیی در این سال به دلیل کاهش میانگین رطوبت ویژه عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر (عرض ۲۰ تا ۵۰ درجه شمالی در حدود ۰/۷ گرم بر کیلوگرم نسبت به درازمدت) با کاهش بارندگی روبه‌رو گشته است. نمودار هوف مولر نوع اول در پاییز سال ۲۰۰۸ حاکی از کاهش رطوبت در طول جغرافیایی ٤۰ درجه شرقی به میزان ۰/۹ گرم بر کیلوگرم نسبت به میانگین درازمدت می‌باشد. این کاهش رطوبت ویژه (به میزان ۰/۵ گرم بر کیلوگرم در طول جغرافیایی ۲۰ تا ۵۰ درجه شرقی) منجر به کاهش رطوبت طول جغرافیائی محدوده تحقیق تا ۰/۳ گرم بر کیلوگرم گردیده است. نمودار هوف مولر نوع دوم انطباق شکلی کلی و تغییرات مشابهی از کاهش رطوبت ویژه را در عرض جغرافیایی محدوده نشان می‌دهد، با این وجود افت محسوس رطوبت ویژه در عرض جغرافیایی ۲۰ الی ٤۰ درجه شمالی، منجر به کاهش میانگین رطوبت ویژه در بین عرض‌های ۲۰ الی ٤۰ درجه شمالی به میزان ۰/۷۲ گرم بر کیلوگرم شده است. در سال ۲۰۱۰ نمودار هوف مولر نوع اول حاکی از کاهش حدود ۰/٤ گرم بر کیلوگرم ما بین ۲۰ الی ۵۰ درجه شرقی نسبت به میانگین بلندمدت می‌باشد که بیش‌ترین این کاهش در طول جغرافیایی ٤۰ درجه شرقی بوده که ۰/۸ گرم بر کیلوگرم نسبت به بلندمدت کم‌تر شده و در طول جغرافیایی محدوده تحقیق رطوبت ویژه حدود ۰/۷ گرم بر کیلوگرم نسبت به میانگین بلندمدت افت داشته است. نمودار هوف مولر نوع دوم در سال ۲۰۱۰ از کاهش به‌طور میانگین ۰/۷۸ رطوبت ویژه از ۱۵ الی ٤۰ درجه شمالی نسبت به بلندمدت حکایت دارد که در این بین کم‌ترین میزان رطوبت ویژه در بین تمام ۵ نمونه مطالعاتی مربوط به پاییز این سال‌ها در عرض جغرافیایی ۲۸ شمالی و به میزان ۱/۷۵ گرم بر کیلوگرم می‌باشد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

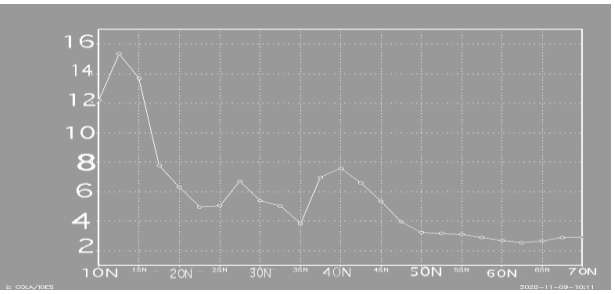
[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]



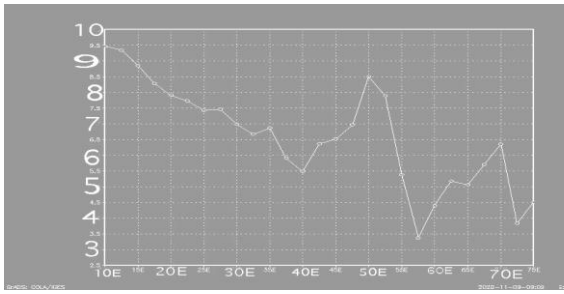
نمودار هوف مولرنوع دوم رطوبت ویژه تراز hp ۱۰۰۰ پاییزخشک سال ۱۹۹۰



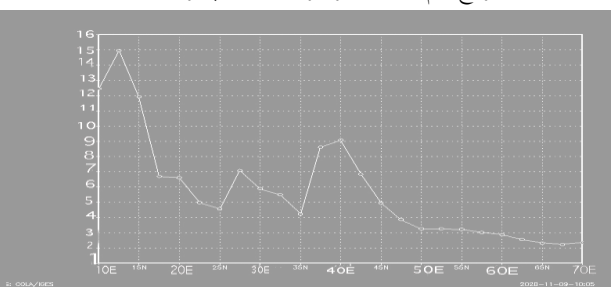
نمودار هوف مولرنوع اول رطوبت ویژه ترازhp ۱۰۰۰ پاییزخشک سال ۱۹۹۰



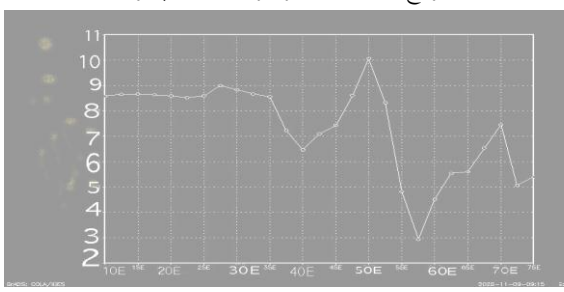
نمودار هوف مولرنوع دوم رطوبت ویژه تراز hp ۱۰۰۰ پاییز خشک سال ۱۹۹۵



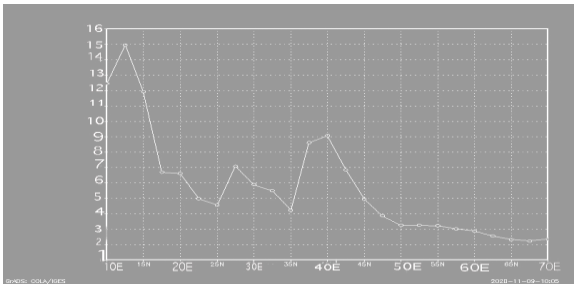
نمودار هوف مولرنوع اول رطوبت ویژه تراز hp ۱۰۰۰ پاییز خشک سال ۱۹۹۵



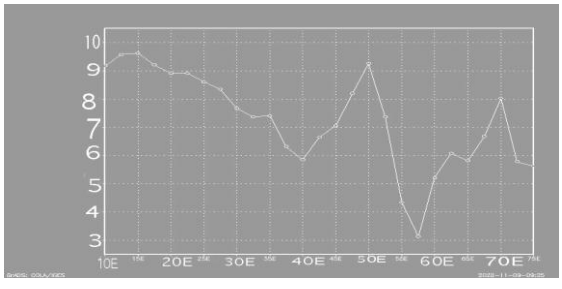
نمودارهوف مولرنوع دوم رطوبت ویژه تراز hp ۱۰۰۰ پاییز خشک سال ۱۹۹۸



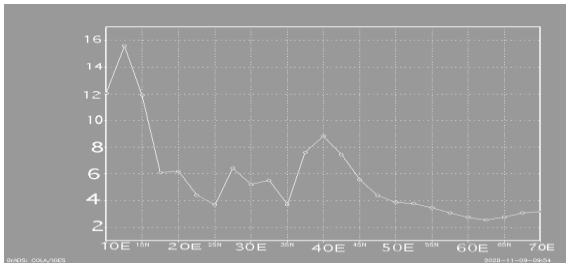
نمودارهوف مولرنوع اول رطوبت ویژه تراز hp ۱۰۰۰ پاییز خشک سال ۱۹۹۸



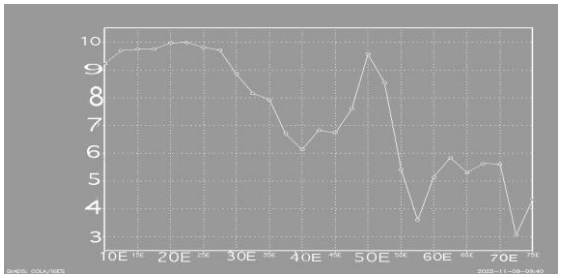
نمودارهوف مولرنوع دوم رطوبت ویژه تراز hp ۱۰۰۰ پاییزخشک سال ۲۰۰۸



نمودارهوف مولرنوع اول رطوبت ویژه تراز hp ۱۰۰۰ پاییزخشک سال ۲۰۰۸



نمودارهوف مولرنوع دوم سطح ۱۰۰۰ hap در پاییز سال ۲۰۱۰



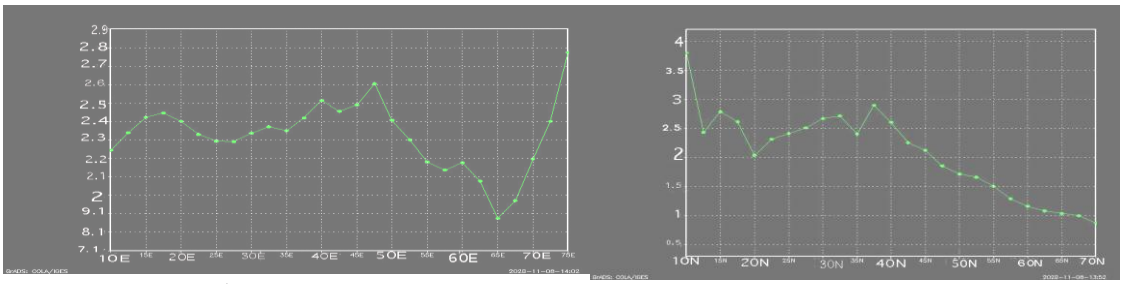
نمودار هوف مولرنوع اول سطح ۱۰۰۰ hap در پاییز سال ۲۰۱۰

شکل ۲۹: نمودارهوف مولرنوع اول و دوم رطوبت ویژه تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال فصول پاییزسال های ۱۹۹۰،۱۹۹۵،۱۹۹۸،۲۰۰۸،۲۰۱۰

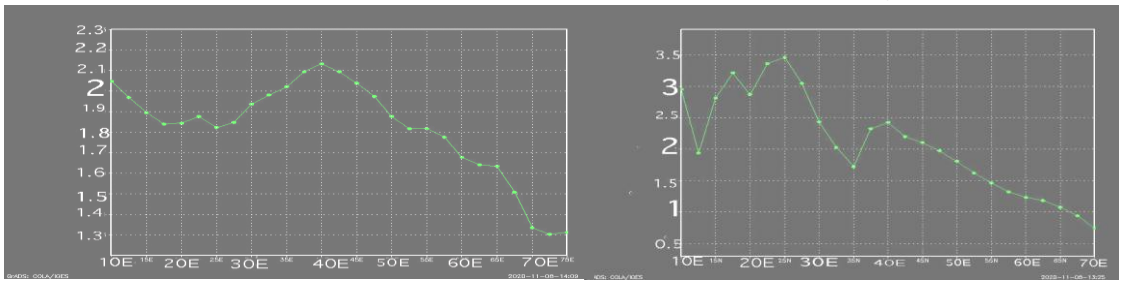
Figure 29: The first and second type of Hof-Mueller diagram in level of 1000 hpa in autumn seasons 2010,2008,1998,1995,1990

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

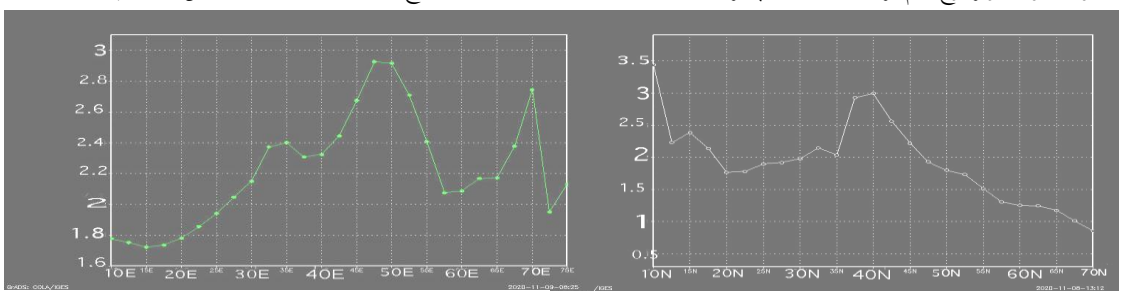
[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]



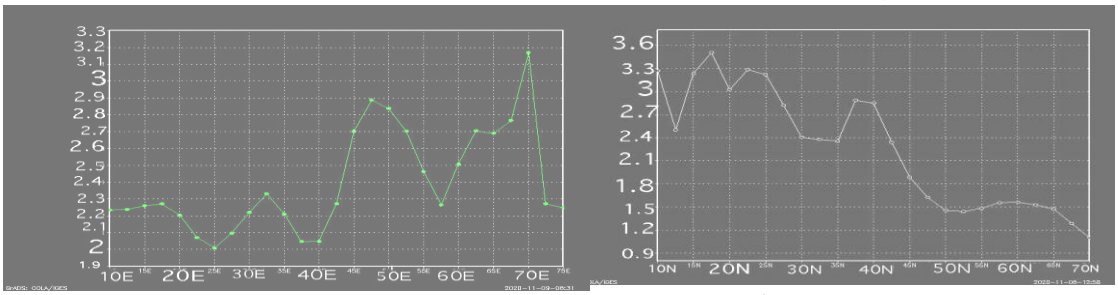
نمودار هوف مولرنوع اول فصل خشک پاییز ۱۹۹۰ — نمودار هوف مولرنوع دوم پاییز خشک ۱۹۹۰



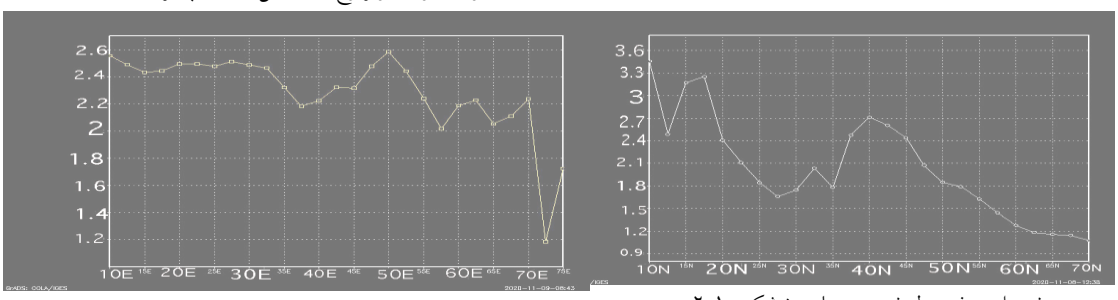
نمودار هوف مولرنوع اول تراز ۷۰۰ hpa در فصل خشک پاییز ۱۹۹۵ — نمودار هوف مولر نوع دوم تراز ۷۰۰ hpa در پاییز خشک ۱۹۹۵



مولر نوع اول فصل خشک پاییز ۱۹۹۸ — نمودار هوف مولر نوع دوم پاییز خشک ۱۹۹۸



نمودار هوف مولرنوع اول فصل خشک پاییز ۲۰۰۸ — نمودار هوف مولر نوع دوم پاییز خشک ۲۰۰۸



نمودار هوف مولر نوع اول فصل خشک پاییز ۲۰۱۰ — نمودار هوف مولر نوع دوم پاییز خشک ۲۰۱۰

شکل ۳۰: نمودارهوف مولرنوع اول و دوم رطوبت ویژه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال فصول پاییز خشک سال‌های ۲۰۱۰،۱۹۹۰،۱۹۹۵،۱۹۹۸،۲۰۰۸

Figure 30: Hoff-Mueller diagram of the first and second types of specific humidity at 700 hpa in the dry autumn seasons of 2010, 2008, 1998, 1995, 1990

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

نتیجه‌گیری

شمال‌غرب ایران یکی از قطب‌های مهم کشاورزی ایران بوده به طوری که مساحت ۲,۳٤٥,٥۹٥ هکتار دارای سطح زیر کشت محصولات زراعی می‌باشد که طبق آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۷ رتبه پنجم و ششم را در کشور به‌خود اختصاص داده است. در این پژوهش، با تحلیل آماری مشخص شد ضریب تغییرات بارش پاییزه ایستگاه‌ها بیش‌تر از ٤۰ درصد بوده که نشانه بی‌نظمی بالای بارش و حاکمیت شرایط اقلیمی نیمه‌خشک در محدوده ایستگاه‌های مورد بررسی در منطقه است. جهت شناسایی فصول پاییز خشک در محدوده منطقه مورد مطالعه در دوره آماری، که با محاسبه مجموع بارش فصل پاییز برای هر کدام از ایستگاه‌ها و استانداردسازی داده‌ها با نرم‌افزار SPSS و شاخص بارش استاندارد برای هریک از ایستگاه‌ها با استفاده از نرم‌افزار DIC تعیین شد. که در نتیجه سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۵، ۱۹۹۸، ۲۰۰۸، ۲۰۱۰ به‌عنوان پاییزهای خشک شمال‌غرب ایران در دوره آماری مورد مطالعه شناسایی و تعیین گردید. تحلیل نتایج حاصل از روش SPI نشان داد که فراوانی وقوع وضعیت نرمال و سپس خشکسالی در شدت‌های ملایم و متوسط طی سیکل زمانی مورد نظر، در ایستگاه‌های منطقه بیش‌تر رخ داده‌اند. سپس داده‌های روزانه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین به مختصات ۱۰ تا ۷۵ درجه طول شرقی و ۲۰ تا ۷۰ درجه عرض شمالی در دوره‌های خشک از مجموع داده‌های بازسازی شده سایت NCEP/NCAR دریافت و به تفسیر و تحلیل بارش‌ها پرداخته شد. نتایج این تحلیل نشان داد به‌طور کلی هر وقت منطقه تحت تاثیر پر ارتفاع شرق مدیترانه، جنوب ایران و یا آزور قرار گیرد و در سطح زمین نیز پر فشار بر روی عراق و یا بر روی مرکز و شرق ایران قرار گیرد، در منطقه خشکی پاییز اتفاق می افتد. در فصل‌های خشک ناهنجاری‌های مثبت ناشی از افزایش ارتفاع در نقشه‌های ناهنجاری تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و در نقشه‌های ناهنجاری سطح زمین، ناهنجاری‌های شدید مثبت بر روی منطقه مورد مطالعه بخصوص در عرض‌های بالاتر مثل روسیه و اروپا ملاحظه می‌گردد. ضمنا در فصل‌های خشک در نقشه‌های ترکیبی ناهنجاری رطوبت ویژه در تراز ۷۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، ناهنجاری‌های شدید منفی بر روی منابع تامین رطوبتی و در محدوده منطقه مورد مطالعه ملاحظه می‌گردد که حاکی از کمبود رطوبت در دوره‌های خشک بر اثر گسترش و نفوذ پرفشار در سطح زمین و پر ارتفاع در تراز میانی جو بر روی منابع تامین رطوبتی و مناطق شمال‌غرب ایران (محدوده منطقه مورد مطالعه) و در نتیجه باعث حاکمیت شرایط خشک در محدوده منطقه مورد مطالعه می‌باشد. بررسی کلی نمودارهای هوف مولر تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در سال‌های خشک (پاییزهای خشک شمال‌غرب) نشان دهنده کاهش قابل توجه رطوبت ویژه این تراز به‌ویژه در عرض‌های جنوبی (۱۵ تا ۳۰ درجه شمالی) در ٤ مورد از ۵ نمونه مطالعاتی (به جز سال ۱۹۹۵) می‌باشد که این موضوع اهمیت سامانه‌های کم‌فشار سودانی و تلفیقی سودانی-مدیترانه ای در تزریق رطوبت به محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به نمودارهای هوف مولر، تغییرات رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در ۵ نمونه آماری این تحقیق بسیار بیش‌تر از تغییرات رطوبتی تراز سطح زمین می‌باشد. این مورد می‌تواند تایید کننده این موضوع می‌باشد که آرایش الگوهای تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال به بالا نقش بسیار تعیین کننده‌تری نسبت به سامانه فشار سطح زمین در

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

تزریق یا عدم تزریق رطوبت به‌سوی منطقه دارد. نتایج این پژوهش در زمینه شرایط همدید موثر بر خشکسالی‌ها با تحقیقات Khoshakhlaq (1999)، Saligheh (2016)، Sadegh (2017) و Hejazizadeh (2015) مطابقت دارد؛ اما در این تحقیق با انتخاب دوره آماری بلندمدت، گستره مکانی بزرگ‌تر شمال‌غرب ایران، انتخاب روش تحلیل عاملی برای شناسایی عامل‌های اصلی، و بررسی نقشه ناهنجاری‌های طولانی‌مدت رطوبت ویژه و استفاده از نمودارهای هوف مولر در بررسی تغییرات رطوبتی فشار سطح دریا و تراز ۷۰۰ میلی بار که از مزیت‌های کاربری در این تحقیق می‌باشد بر صحت و دقت نتایج افزوده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

References

- Alijani, B., (2011), "***Synoptic Climatology***", Tehran: Samt Pub. [In Persian].
- Alijani, B., (2010), "***Climate of Iran***", Tehran: Samt Pub. [In Persian].
- AliMirzaei, Z., Bidaki, Z., Honarbakhsh, A., (2017), "Spatial distribution of meteorological drought intensity in North Karun basin", ***Iranian Journal of Irrigation and Water Engineering***, 29: 138-149. [In Persian].
- Azizi, A. H., (1996), "Blocking and its effect on precipitation in Iran", Ph.D thesis, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University. [In Persian].
- Amininia, K., Akbarzadeh, L., Jalali, M., Razmi, R., (2014), "Analysis of rainfall fluctuations in Ahar", ***Journal of Geographical Space***, 45 (14): 1-17. [In Persian].
- Bayazi, M., (2015), "Drought assessment of synoptic stations in the west of the country using Herbst method and adaptive neural-fuzzy model", ***Iranian Natural Resources Research***, 1: 278-284. [In Persian].
- Branstator, G. W., Trenberth, K. E., (1992), "Issues in establishing causes of the 1988 drought over North America", ***J. of Climate***, 5 :159-172.
- Buntgen, U., Brazdil, R., Frank, D., Esper, D., (2010), "Three centuries of Slovakian drought dynamics", ***Clim. Dyn***, 35: 315-329.
- Byun, H. R., Lee. D. K., Joung, C. H., (1992), "Astudy on the atmospheric circulation during the dry priod the changma. part. I: Existence andcharacteristtics", ***J. of Korean Meteo. Soc***, 28: 72-85.
- Byun, H. R., (1996), "On the atmospheric associated with Korean drought", ***J. of Korean Meteo.Soc***., 28: 32-52.
- Castro, F, D., Santisteban., Barriendos, M., Mediavilla, R., (2008), "Reconstruction of drought episodes for central spain from rogation ceremonies recorded at the toledo cathedral from 1506 to 1900 a methodological approach", ***Global and Planetary Change***, 63: 230-242.
- Chu, P. S., Nash, A. J., Porter, F. U., (1993), "Diagnostic studies of two contrasting episode in hawaii: Dry 1982 and Wet 1982", ***J. of Climate***, 30: 1457-1462.
- Croitoru, A. E., Toma, F. M., (2011), "Meteorological drought in central romanian plain (between olt and arges rivers) case study: year 2000", ***Riscuri Sicatastrofe, NR. X***, 9: 113-120.
- Doostan, R., (2019), "Analysis of drought researches of Iran", ***Journal of Geography and Environmental Hazards***, 6 (4): 53-94. [In Persian].
- Eivazi, M., Mosaedi, A., (2011), "Spatial monitoring and analysis of meteorological drought in Golestan province using geostatistical methods", ***Journal of Watershed Management***, 64 (1): 65-78. [In Persian].
- Ekhtiari Khajeh, Sh., Dinpajhoh, Y., (2015), "Application of effective drought index (EDI) to study drought periods (Tabriz, Bandar Anzali and Zahedan stations)", ***Irrigation Science and Engineering***, 1: 133-145. [In Persian].
- Farajzadeh, M., Ghasemifar, A., (2019), "***Principles of climate change (climate) and its consequences***", Tehran, Nashr-e-Entekh Pub. [In Persian].
- Farajzadeh, M., Baghbanan, P., (2018), "***Climate risk management***", Tehran: Select Pub. [In Persian].
- Hajizadeh, Z., (2015), "Detection of synoptic conditions affecting drought and severe wetlands in the eastern half of Iran", ***Geography And Environmental Hazards***, 27 (7): 135-160. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]

- Kashani, A., (2018), "***Blocking time series on the Iranian plateau***", Tehran**:** Raznhan Pub. [In Persian].
- Khoshakhlaq, F., (1997), "A study of monthly patterns of drought and wetlands in iran", ***Journal of Geographical Research***, 45 (12):136-154. [In Persian].-
- Khosravi, M., Movaqqari, A., Daneshvar, M., (2012), "Evaluating the pni, rai, sip and spi indices in mapping drought intensity of iran: comparing the interpolation method and digital elevation model (DEM)", ***Geography and Environmental Stability***, 5 (2): 53-70. [In Persian].
- Liu, M., Xianli, X., Sun, Y., lexander, A., Kelin, W., (2017), "Decreasing spatial variability of drought in south west china during 1959-2013", ***International Journal of Climatology***, 21: 4610-4619.
- Masuodian, A., (2011), "***Climate of Iran***",Tehran: Sharia Toos Pub. [In Persian].
- Modaresirad, A., Ghahramani, B., Khalili, D., Ghahramani, Z., Ahmadiardakani, S., (2017), "Integrated meteorological and hydrological drought model: A management tool for roactive water resources planning of semi-arid regions", ***Advances in Water Resources***, 54: 336-353.
- Parak, F., Alijani, B., (2015), "Synoptic investigation of the role of the sudanese low pressure system during wet and drought years in the southern half of iran", ***Journal of Geography and Environmental Hazards***, 4 (3): 75-90. [In Persian].
- Parvizi, M., (2015), "A study of Kerman droughts with four drought indices", ***Journal of Geographical Sciences***, 29 (14): 117-131. [In Persian].
- Prezerakos, N. G., Flocas, H. G., (2002), "Regional and global large- scale dynamics associated with a prolonged drought event in greece", ***Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics***, 64: 1841-1854.
- Gavidel Rahimi,Y., (2018), "***Synoptic Mapping and Interpretation of Climate Using Grads Software***", Tehran: Saha Danesh Pub. [In Persian].
- Rezaee, P., Abed, H., (2010), "Survey least temperature change trend in station rasht synoptic with accent on glacial period", ***Geography and Environmental Observations***, 2: 39-48.
- Sadeghi, S., (2008), "Synoptic analysis of Khorasan droughts", PhD thesis, Humanities Faculty, Kharazmi University. [In Persian].
- Saligheh, M., (2016), "***Synoptic climatology of iran***", Tehran: Samt Pub. [In Persian].
- Stahl, K., Demuth, S., (1999), "Linking streamflow drought to the occurrence of atmospheric circulation pattern", ***Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques***, 44 (3): 467-482.
- Subash, N., Mohan, H., Banukumar, K., (2011), "Comparing water-vegetative indices for rice (oryza sativa l.)–wheat (triticum aestivum l.) drought assessment", ***Computers and Electronics in Agriculture***, 30: 1-13.
- Tran, L., Knight, C. G.,Wesner,V., (2002), "Drought in bulgaria and atmospheric synoptic conditions over europe", ***Geo.Journal***, 57: 15-149.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1401.22.78.9.8]