



جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱۴۰۳، دوره ۷، شماره ۳، صص ۲۲۸-۲۰۵

## واکاوی همدید بی‌هنجاری‌های رطوبت ویژه پاییزهای مرطوب در شمال غرب ایران

محمد میرزائی، کریم امینی نیا<sup>۱</sup>، علی پناهی<sup>۲</sup>، ابوالفضل همت زاده<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته دکتری آب و هواشناسی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران [v.vahidi32@yahoo.com](mailto:v.vahidi32@yahoo.com)

۲- گروه جغرافیا، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

۳- گروه جغرافیا، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۴- کارشناس ارشد منابع طبیعی و آبخیزداری، محیط زیست، مشکین شهر

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۸

### چکیده

بارش یکی از عناصر اقلیمی است که هرگونه افزایش یا کاهش آن بر کلیه عوامل جوی-اقلیمی و زیست محیطی اثر دارد. به منظور تحلیل و بررسی آماری-همدید و وقوع پاییزهای مرطوب در شمال غرب ایران، آمار بارش ماهانه فصل پاییز ۱۵ ایستگاه سینوپتیک طی دوره آماری ۲۰۱۶-۱۹۸۷ از سازمان هواشناسی دریافت گردید. جهت شناسایی و تفکیک فصول پاییز مرطوب، از شاخص بارش استاندارد استفاده گردید، سپس داده‌های فصلی تراز ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال به مختصات ۱۰ تا ۷۵ درجه طول شرقی و ۲۰ تا ۷۰ درجه عرض شمالی در دوره‌های مرطوب از مجموع داده‌های بازسازی شده سایت NCEP/NCAR دریافت و مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد فراوانی وقوع وضعیت نرمال و ترسالی در شدت‌های ملایم و متوسط، در منطقه بیشتر رخ می‌دهد. ناهنجاری‌های منفی ناشی از کاهش ارتفاع در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی منطقه و ناهنجاری‌های شدید مثبت بر روی مرکز تا شمال اروپا مهم‌ترین عامل وقوع پاییز مرطوب در منطقه می‌باشد. همچنین در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بی‌هنجاری‌های مثبت حاکی از فعالیت کم فشار سودانی و مدیترانه‌ای در سطح زمین نسبت به بلندمدت در منابع تامین رطوبت ملاحظه می‌گردد همچنین سامانه‌های کم فشار سودانی و تلفیقی سودانی-مدیترانه‌ای نقش بارزی در انتقال رطوبت به محدوده مورد مطالعه دارند.

**کلید واژه:** تحلیل همدید، بی‌هنجاری‌های رطوبت ویژه، پاییزهای مرطوب، نمودار هوف مولر، شمال غرب

## مقدمه

یکی از عوامل سازنده محیط زیست و از اساسی‌ترین آنها اقلیم است و بارش یکی از تغییرپذیرترین عناصر اقلیمی است (Mohammadi, 2013: 27) که هرگونه افزایش یا کاهش آن سایر عوامل جوی-اقلیمی و نیز امور کشاورزی، شیلات، ساختمان سازی و صنعت گردشگری را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از این رو مطالعه بارش به منزله مهم‌ترین منبع تامین آب در مقیاس زمانی و مکانی بسیار حائز اهمیت است. همچنین بارش یکی از منابع تامین آب و مهم‌ترین مولفه ورودی به سیستم‌های هیدرولوژیکی به شمار می‌رود، بنابراین مطالعه و اندازه‌گیری آن در بیشتر موارد برای مطالعه روان آب، خشکسالی و ترسالی، آب‌های زیرزمینی، سیلاب، رسوب و غیره لازم و ضروری است (Abdolahnezhad, 2015: 15). بارش ایران از تنوع زمانی و مکانی قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. برهم کنش مداوم سیستم‌های گردشی اتمسفری در طول سال بطور برجسته و گسترده‌ای چنین تنوعی را موجب گردیده است (Boroghani & Moradi & Zangane Asadi, 2015: 1). نوسانات بارندگی یکی از مهم‌ترین مسائل آب و هوای ایران و جهان می‌باشد که یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های اقلیمی هر منطقه مقدار بارندگی آن است، که از بی ثبات‌ترین متغیرهای اقلیمی است که سایر پدیده‌های اقلیمی و زیست محیطی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Rezai & Abed, 2010: 41). در ایران بارش یکی از متغیرهای اساسی برای ارزیابی بالقوه منابع آبی و زیست محیطی است اما توزیع زمانی و مکانی آن بسیار ناموزون است و به همین دلیل توزیع منابع آب کشور نیز یکنواخت نیست (Masoodian, 2011: 121). همچنین در کشور ما حدود ۹۴ درصد از کل آب مصرفی در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Zahedi & BayatiKhatibi, 2007: 109). سالی که بارش آن از میانگین بلند مدت بیشتر باشد ترسالی یا دوره مرطوب می‌باشد. دوره‌های خشک و مرطوب به عنوان ناهنجاری جوی، ریشه در تغییر پذیری اقلیم و مهم‌تر از همه گردش عمومی جو دارد (Kashani, 2018: 7). از این رو شناخت رفتار و تغییرات در اکثر این الگوها می‌تواند یافته‌های سودمندی را در ارتباط با شرایط بارش‌های فصل پاییز در منطقه را نمایان سازد و سطح برنامه‌ریزی محیطی را ارتقاء بخشد. برخی از محققان در جهان ارتباط بارش را از جنبه‌های مختلف مورد توجه قرار داده‌اند که از جمله آنها می‌توان به تحقیقات (Esteban et Sanders (1988)، (Kiddan and Skiem (2008)، (Kassomenos (2003)، (Littmann (2000)، (Galambosi (1998)، (al (1996) اشاره کرد که به بررسی الگوی گردش جوی مربوط به عامل وقوع بارش‌ها و ترسالی پرداخته‌اند. Lamb (1997) در تحلیل ارتباط بارش با الگوهای جوی روشن ساخت که ارتباط میان بارش به عنوان متغیرترین پدیده جوی و الگوهای گردش بسیار قوی است. با شناسایی الگوهای گردش جو می‌توان تغییرات، فراوانی، شدت و توزیع مکانی بارش را بررسی و دلایل فیزیکی آن را بیان کرد. Wibig (1999) در بررسی ارتباط بارش اروپا با الگوی گردش ۵۰۰

هکتوپاسکال با استفاده از روش تحلیل عاملی، پنج الگوی برجسته شامل نوسان اطلس شمالی، اسکاندیناوی، اروپای مرکزی، شرق اروپا و شرق اقیانوس اطلس را در توزیع بارش منطقه موثر دانست. (Esteban et al (2005) با طبقه بندی الگوهای گردش جوی روزهای برف سنگین کشور آندروا به روش تحلیل مولفه های اصلی و خوشه بندی چند هسته ای مشخص شد که هفت الگوی گردشی که بیشتر آنها با مولفه باد اطلس و بقیه با همرفت مدیترانه ای همراه اند قادر به ترکیب با هوای سرقاره ای هستند. (Iqbal et al (2012) در بررسی تاثیر فشار بالای آזור در بارش خاورمیانه مشخص کردند که بین تغییرات بارش زمستان و فشار بالای آזור رابطه منفی وجود دارد و افزون بر این، کاهش مداوم در بارش فصل زمستان در شرق میانه بیش از مدت مشابه به افزایش فشار آזור نسبت داده شده است. Ahasan et al (2013) شرایط سینوپتیکی رخداد بارش های سنگین در جنوب شرق بنگالادش را مطالعه کردند و عامل رخداد این بارش ها را کنش سیستم مونسونی بزرگ مقیاس با آشفتگی های چرخندی دانستند. به عقیده آنها، رطوبت مورد نیاز این بارش ها نیز از خلیج بنگال تأمین می شود.

Alijani et al (2015) براساس روش های زمین آمار مانند شاخص های موران عمومی، محلی و نقاط داغ به مطالعه ای خودهمبستگی فضایی تغییرات درون دهه های بارش ایران طی نیم قرن اخیر پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد تغییرات درون دهه های بارش از الگوی خوشه ای بالا برخوردار است و بارش در کرانه های ساحلی و بخش هایی از غزب و جنوب غزب کشور دارای خودهمبستگی فضایی مثبت و در قسمت هایی از نواحی مرکزی و همچنین جنوب شرق کشور دارای خودهمبستگی فضایی منفی می باشد.

Omidvar et al (2018) شرایط همدیدی- دینامیکی بارش ابر سنگین در ۴ آذر ۱۳۹۲ در استان کهگیلویه و بویراحمد را ارزیابی کردند و نشان دادند که تشکیل پدیده بلوکینگ در بالای دریای مدیترانه و عمیق شدن ناوه بر روی کشور عراق تا نواحی جنوب غزبی ایران سبب رخداد این بارش سنگین شده است. (Oh et al (2018) مؤلفه های دینامیکی و ترمودینامیکی مؤثر بر ناهنجاری های بارش آخر تابستان در شرق آسیا را بررسی کردند و نشان دادند که دو مؤلفه، مؤلفه دینامیکی (تغییر باد) و مؤلفه ترمودینامیکی (تغییرات رطوبت) نقش مهمی در ناهنجاری های باران موسمی شرق آسیا ایفا می کنند. بارش ایران نیز در مقیاس کلی و ناحیه ای از جنبه های متفاوتی مورد توجه اقلیم شناسان قرار گرفته است، که بیشتر این مطالعات در زمینه دوره های خشک و مرطوب و استخراج این دوره ها با استفاده از شاخص های مختلف خشکسالی و مقایسه این شاخص ها، انجام پذیرفته است. همچنین تحقیقات زیادی پیرامون الگوهای مکانی و زمانی بارش در ایران از قبیل (Azizi (1996)، (Khoshakhlaq (1997)، (Asakereh (2007)، (Rasooli et al (2013)، (Abedini (2017)، (pouratashi et al (2020) و (Roshani et al (2021) صورت گرفته است. Jahanbakhshasl et al (2001) الگوهای همدید مولد بارش روزانه غزب ایران را بررسی نمودند. (Amininia (2015) در بررسی الگوهای

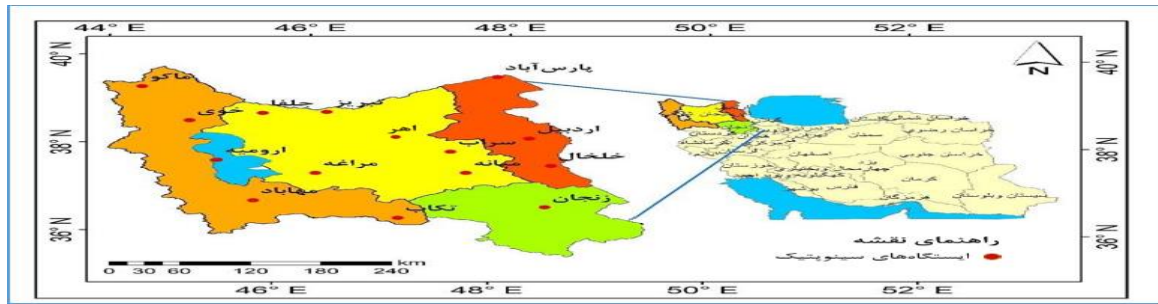
همدیدی تراز میانی جو در بهارهای مرطوب منطقه ارسباران در پنج مورد از شش مورد از الگوهای استخراج شده، وجود یک مرکز پراارتفاع در شرق مدیترانه تا جنوب شرق اروپا را از مهم ترین عوامل وقوع دوره های مرطوب بهاره تشخیص داده است. (Fatemi et al (2015) با بررسی همدید دوره های ترسالی و خشکسالی ایران مرکزی، جنوب سو شدن پرفشار و زبانه های پراارتفاع در دوره های خشک و عقب نشینی این پرفشار و نفوذ جریانات گرم و مرطوب از دریای سرخ و مدیترانه طی دوره های مرطوب را از مولفه های اصلی در بروز خشکسالی و ترسالی های منطقه می دانند. (Kianian et al (2017) در بررسی همدید دوره های ترسالی و خشکسالی غرب کشور با الگوهای سینوپتیکی جوی نشان دادند که الگوهای دوره های مرطوب شامل ناوه دریای مدیترانه و سرخ می باشند و الگوهای دوره خشک، سامانه های بندالی و پرفشار جنب حاره ای هستند. (Asakere (2019) به تحلیل ویژگی های مکانی بارش های پاییزه شمال غرب ایران پرداختند، که نتایج بررسی ها نشان داد که طی ماه اکتبر به دلیل ضعیف بودن بادهای غزبی در منطقه، میزان واریانس فضایی بارش ها کم بوده و عوامل مکانی نقش مهمی در تغییرات بارش ایفا می کنند. در ماه نوامبر ضمن تقویت سامانه های بارش زا در منطقه، نقش عوامل مکانی در تغییر پذیری بارش ها به اوج خود می رسد، اما در ماه دسامبر به دلیل قدرت سامانه های بارشی و تغذیه ی رطوبتی مناسب، از نقش عوامل مکانی در بارش های منطقه کاسته شده و تغییر پذیری بارش ها بیشتر با عوامل جوی مرتبط می باشد.

(Hejazizadeh et al (2019) با بررسی نقشه های فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل در ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در ماه های مرطوب سال های منتخب ترسالی، با شرق سو شدن پراارتفاع از شبه جزیره عربستان به سمت دریای عرب، اجازه نفوذ سامانه های کم فشار سودانی و مدیترانه ای در سطح زمین و ناوه عمیق مناطق شمالی اروپا و کشور روسیه با راستای شمال به جنوب در سطوح میانی و ردسپهر را به سمت منطقه شرق و جنوب شرق کشور پیدا می کنند. (Kianian et al (2019) در تحلیل آماری-همدیدی رخداد بارش های غرب ایران نشان دادند که ادغام دو سامانه سودانی با مدیترانه ای و استقرار کم فشار عربستان بر روی تنگه هرمز باعث دریافت رطوبت از دریای مدیترانه، شمال اقیانوس هند، دریای سرخ و دریای عرب شده و در بارش های سنگین بهاره، دریای خزر در تقویت سامانه مدیترانه ای و تشدید بارش در بخش شمالی زاگرس نقش موثری دارد. (Mirian et al (2020) تاثیر تغییر عوامل دما و باد در سامانه کم فشار جنوبی و بارش ناشی از آن سامانه را در مناطق جنوبی ایران بررسی نمودند. همان طوری که قابل ملاحظه است در بیشتر این مطالعات تحلیل الگوهای جوی، تغییرات بارش فصلی، ناهنجاری های زمانی و مکانی بارش جهت پایش ترسالی و دوره های مرطوب مورد ارزیابی قرار گرفته است و با استفاده از مدل ها و شاخص های تحلیلی، پهنه بندی آماری و یا طبقه بندی اقلیمی صورت گرفته است و ارتباط سامانه های همدیدی در دوره های مرطوب منطقه خاص با استفاده از تحلیل مولفه های اصلی و استخراج عامل های بارش زا کمتر مورد توجه محققان قرار گرفته است. همچنین با نظر به پژوهش های موجود در پیشینه تحقیق، اکثر

مطالعات و تحقیقات فوق الذکر مبین این واقعیت است که شدت فعالیت سامانه‌های فشار در منطقه در حال تغییر است، از این رو شناخت رفتار و تغییرات در اکثر این الگوها می‌تواند یافته‌های سودمندی را در ارتباط با شرایط دوره‌های مرطوب فصل پاییز در منطقه نمایان سازد و سطح برنامه‌ریزی محیطی را ارتقاء بخشد. بدین جهت این پژوهش سعی دارد ضمن بررسی پاییزهای مرطوب در منطقه شمال غزب، در مورد آرایش سامانه‌های الگوهای جوی و تاثیر آن در وقوع بارش شمال غزب کشور در فصل پاییز بپردازد. همچنین این پژوهش تلاش نموده است با بررسی نمودارها (نیم‌رخ‌های) سینوپتیکی رطوبت ویژه در قالب نمودارهای هوف مولر (Qavidel Rahimi, 2018) و تحلیل تغییرات رطوبتی در تراز ۱۰۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال، تاثیر منابع رطوبتی عمده در وقوع بارش‌های پاییزه منطقه را مورد بررسی قرار دهد.

ایران به لحاظ موقعیت جغرافیایی خاص و هم‌جواریش با پرفشار جنب حاره‌ای علاوه بر برخورداری از رژیم کم‌بارشی دارای تغییرپذیری زمانی و مکانی شدید در بارش می‌باشد. قانونمندی بارش‌های ایران را به سختی می‌توان کشف کرد. در داخل ایران منبع رطوبتی چشم‌گیری وجود ندارد. در نتیجه رطوبت بارش ایران از منابع آبی مجاورت تحت تاثیر سامانه‌های منطقه‌ای و سیاره‌ای گردش عمومی جو تامین می‌شود (Alijani, 2010). با این وصف مطالعه و شناسایی منابع رطوبتی و عوامل صعود برای تعیین وضع بارندگی‌های مناطق مختلف ایران ضروری است و با استخراج و مطالعه نقشه‌های همدیدی می‌توان عوامل کنترل‌کننده آب و هوای هر ناحیه را تعیین نمود. شمال غزب ایران یکی از قطب‌های مهم کشاورزی ایران از حیث کشت محصولات استراتژیکی گندم و جو به روش دیم می‌باشد. به طوری که مساحت ۲/۳۴۵/۵۹۵ هکتار دارای سطح زیر کشت محصولات زراعی می‌باشد که طبق آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۱ رتبه پنجم و ششم را در کشور در بین ۳۱ استان دارا می‌باشد و این منطقه به دلیل مراتع عظیم گیاهی و جنگل‌ها و بیشه‌زارهای غنی، وابستگی زیادی به بارش دارد.

**داده‌ها و روش‌ها:** در این مطالعه به منظور بررسی و تحلیل الگوهای همدیدی وقوع پاییزهای مرطوب در شمال غرب ایران آمار داده‌های بارش فصل پاییز ۱۵ ایستگاه سینوپتیک در محدوده مورد مطالعه که دارای بیشترین طول دوره آماری در منطقه می‌باشند از سازمان هواشناسی دریافت شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار GIS در محیط ARCMAP نقشه پراکنش ایستگاه‌های شمال غرب تهیه گردید. در شکل (۱) موقعیت و پراکنش ایستگاه‌ها بر روی نقشه شمال غرب ایران ارایه گردیده است



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌ها بر روی نقشه شمال غرب ایران

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

### روش تحقیق

محقق براساس 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 تو صیفی-تحلیلی با هدف کاربردی می‌باشد. پژوهش حاضر از منظر روش شناسی یک روش تحلیل هم‌مدیدی برای شناسایی عامل‌های اصلی الگوهای منطقه‌ای گردش جو بر وقوع بارش در روزهای پاییزی (پاییزهای مرطوب) 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 و EXCEL مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. جهت شناسایی و تفکیک فصول پاییز مرطوب در محدوده منطقه مورد مطالعه در دوره آماری، با محاسبه مجموع بارش فصل پاییز برای هر کدام از ایستگاه‌ها و استاندارد سازی داده‌ها با نرم‌افزار SPSS از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۶ و تعیین شاخص بارش استاندارد برای هر یک از ایستگاه‌ها، از نرم‌افزار DIC استفاده گردید. سال‌هایی که در آن بیشتر ایستگاه‌ها دارای نمره استاندارد بالاتر از صفر و با توجه به نتایج خروجی نرم‌افزار DIC دارای وضعیت تر سالی متوسط، شدید یا خیلی شدید داشتند به عنوان سال‌های پاییز مرطوب تعیین شد. پس از شناسایی و استخراج پاییزهای مرطوب در محدوده مورد مطالعه، به منظور تعیین سامانه‌های فشار موثر بر وقوع بارش در منطقه، برای هر سال یک نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقشه آنومالی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و نقشه آنومالی 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 هم‌مدیدی 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 مهم ترین نمودارهایی می باشند که تغییرات فراسنج های سطوح مختلف جو را در طی زمان مشخص می کنند (Qavidel Rahimi, 2018: 193-196).

یافته ها و بحث: با توجه به نتایج بدست آمده (جدول ۱) ایستگاه مهاباد و خلخال به ترتیب با میانگین ۱۳۷ و ۱۱۲، بیشترین میزان بارش پاییزه و ایستگاه سراب و جلفا به ترتیب با میانگین حدود ۶۰ و ۵۰ میلی متر، کمترین میزان بارش پاییزه را به خود اختصاص می دهند. شاخص ضریب تغییرات در تمام ایستگاه های منطقه بالاتر از ۴۰ درصد بوده که کمترین درصد تغییرپذیری با ۴۱٪ به ایستگاه میانه و بیشترین ضریب تغییرپذیری با ۵۵٪ به ایستگاه های ارومیه و خوی تعلق دارد. هم چنین تمامی ایستگاه های انتخابی دارای چولگی مثبت و اکثر ایستگاه های شمال محدوده انتخابی دارای کشیدگی منفی و ایستگاه های مرکزی و جنوبی منطقه دارای کشیدگی مثبت می باشند (ایستگاه های تبریز و ارومیه بیشترین چولگی و کشیدگی مثبت).

جدول ۱- مشخصات آماره توصیفی بارش ایستگاه های شمال غرب ایران در فصل پاییز (۱۹۸۷-۲۰۱۶)

آماره ایستگاه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	واریانس	دامنه تغییرات	درصد ضریب تغییرپذیری
اهر	۷۷/۲	۳۵/۶	۰/۳۵	-۰/۷۳	۱۲۶۴	۱۲۹	۴۶
اردبیل	۸۵/۷۶	۳۶/۸	۰/۹۰۴	۰/۶۰۱	۱۳۵۱	۱۵۶	۴۲
اورمیه	۹۹/۹۶	۵۵	۱/۰۷۷	۱/۱۲۶	۳۰۲۵	۲۲۷	۵۵
پارس آباد	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	۱/۱۳۶	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 ترسالی منطقه: با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش (SPI)، دوره‌های ترسالی منطقه شناسایی شد که نتایج حاصل از روش SPI نشان داد که فراوانی وقوع وضعیت نرمال و سپس ترسالی در شدت‌های ملایم و متوسط طی سیکل زمانی مورد نظر، در ایستگاه‌های منطقه بیشتر رخ داده‌اند (جدول ۲).

جدول ۲- فراوانی وقوع ترسالی‌های فصل پاییز ایستگاه‌های شمال غرب ایران به روش SPI (۱۹۸۷-۲۰۱۶)

ایستگاه آماره	اهر	اردبیل	اورمیه	پارس آباد	جلفا	خلخال	خوی	تبریز	سراب	ماکو	مراغه	مهاباد	میانه	زنجان
نرمال	۱۱	۱۰	۱۲	۹	۱۶	۱۳	۱۱	۱۳	۱۳	۱۱	۱۲	۱۴	۱۶	۱۴
ترسالی خیلی شدید	--	-----	----	-----	---	----	---	۱	----	---	---	---	---	----
ترسالی شدید	--	---	---	-----	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---
ترسالی متوسط	--	۳	۲	۱	--	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	---	۱
ترسالی ملایم	۵	۱	۱	۵	۳	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۱

با توجه به اطلاعات جدول (۳) ترسالی بسیار شدید در منطقه ملاحظه نگردید و ۳ سال به عنوان سال‌های مرطوب با ترسالی متوسط، ۲ سال به عنوان سال‌های مرطوب با ترسالی شدید مشخص شد.

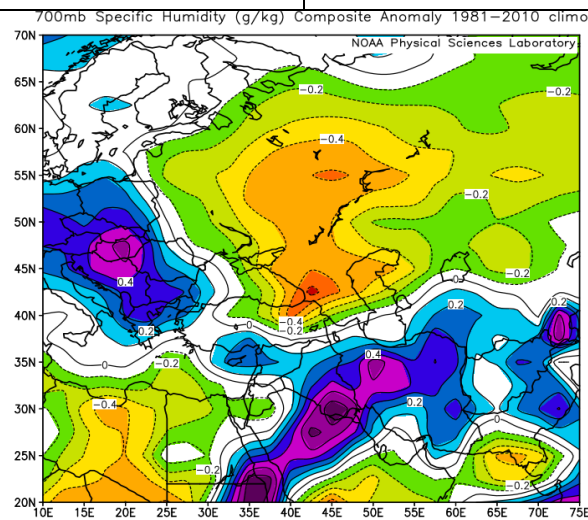
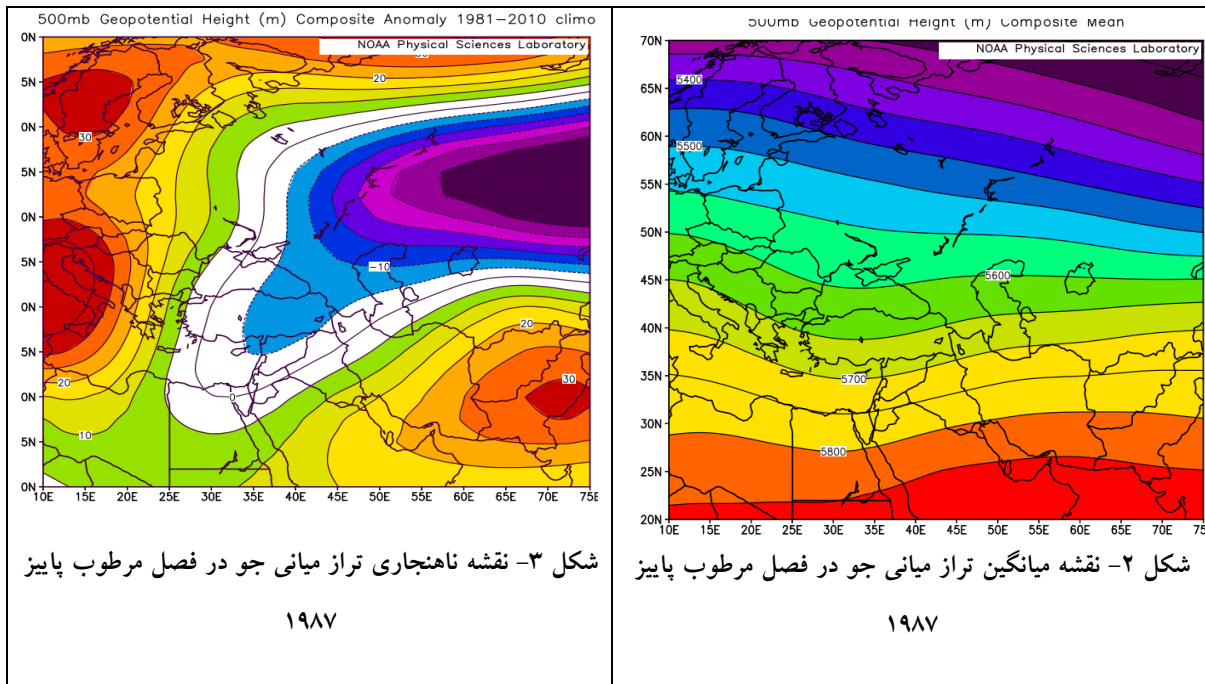
جدول ۳- فراوانی وقوع ترسالی‌های SPI فصول پاییز شمال غرب ایران (۱۹۸۷-۲۰۱۶)

سال	فراوانی سال‌ها	توصیف وقایع
۱۹۸۷-۲۰۱۳	۲	ترسالی شدید
۱۹۹۳-۱۹۹۴-۲۰۱۴	۳	ترسالی متوسط
-----	۰	ترسالی بسیار شدید

در اقلیم شناسی سینوپتیک بررسی و تفسیر نقشه‌های هوا یکی از مهم‌ترین مراحل تحقیق است. زیرا تمام اطلاعات مورد نیاز روی این نقشه‌ها است و به وسیله 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 مرطوب، نقشه‌های فشار سطح دریا و ارتفاع تراز میانی جو و نقشه‌های ناهنجاری آنها به همراه نقشه ناهنجاری رطوبت ویژه سه ماه پاییز (سپتامبر تا دسامبر) نسبت به میانگین بلند مدت در مختصات یاد شده دریافت و مورد تحلیل قرار گرفت.

### نمونه پاییز مرطوب سال ۱۹۸۷

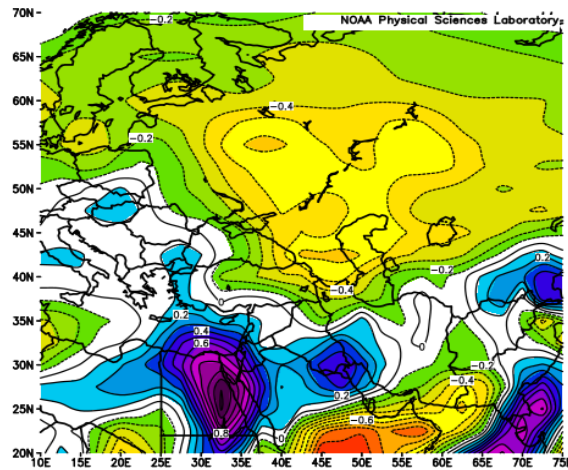
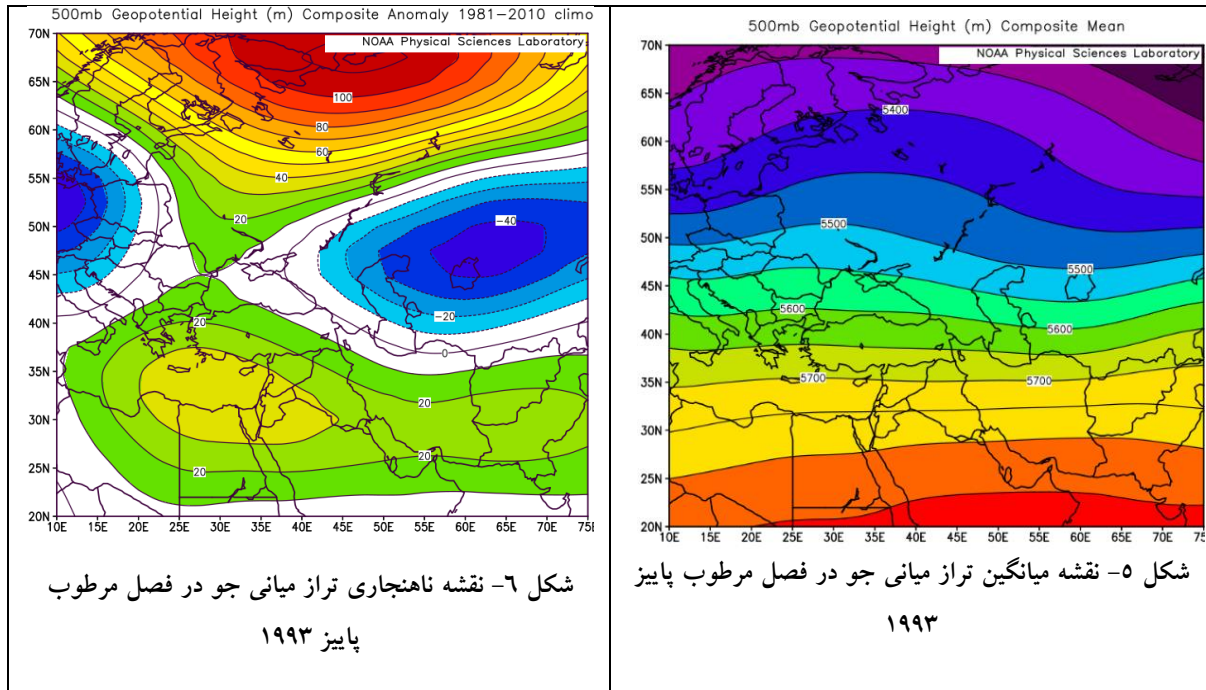
میانگین بارش ایستگاه‌های منتخب در این سال  $308/5$  میلی‌متر می‌باشد، با توجه به اینکه میانگین بارش ایستگاه‌ها که در طول دوره آماری  $160/9$  میلی‌متر می‌باشد. میانگین بارش این سال  $147/6$  میلی‌متر نسبت به درازمدت افزایش نشان می‌دهد. با توجه به آرایش الگوی خطوط هم ارتفاع تراز میانی جو و وجود سامانه کم ارتفاع بسیار قوی در آسیای مرکزی به‌طوری که منجر به کاهش ارتفاع بیش از  $50$  ژئوپتانسیل متر در این مناطق و حدود  $10$  ژئوپتانسیل متر در محدوده ما بین دریای خزر و دریای سیاه شده است، شرایط ناپایدار جوی قابل توجهی می‌باشد چرا که زبانه‌ای با محور شمال‌شرق - جنوب غرب این ناوه تا مناطق شرق مدیترانه و شمال دریای سرخ نفوذ پیدا کرده درحالی که ناهنجاری‌های شدید مثبت بر روی مرکز تا شمال اروپا ناشی از گسترش پراارتفاع ملاحظه می‌گردد. (شکل ۳ و ۲). افزایش قابل توجه رطوبت ویژه تراز  $700$  هکتوپاسکال نسبت به میانگین درازمدت همین بازه زمانی در مناطق وسیعی از دریای سرخ مرکزی تا غرب و جنوب ایران نقش بسیار مهم این فعالیت سامانه‌های کم‌فشار مدیترانه‌ای - سودانی در تامین رطوبت محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد (شکل ۴).



شکل ۴- نقشه ناهنجاری رطوبت ویژه تراز ۷۰۰ در فصل مرطوب پاییز ۱۹۸۷

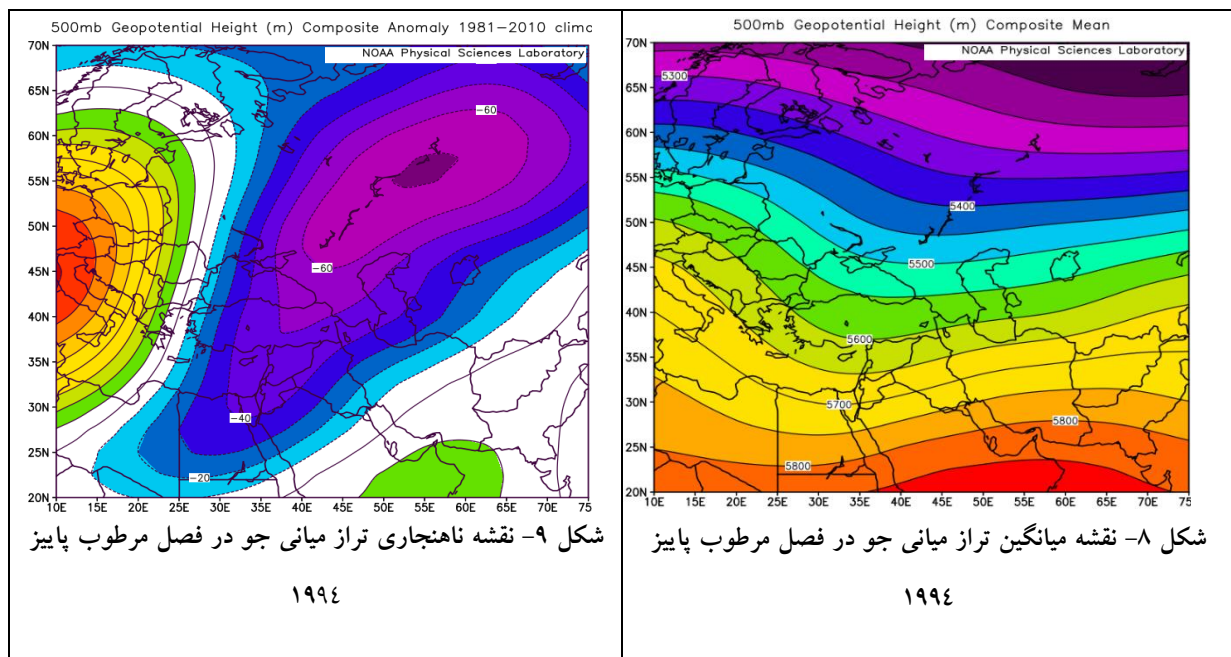
فصل پاییز مرطوب سال ۱۹۹۳: نقشه ترکیبی سه ماهه پاییز تراز میانی جو در سال ۱۹۹۳، از کاهش قابل توجه ارتفاع این سطح هم فشار و وجود ناوه‌ای عمیق در آسیای مرکزی حکایت دارد که کاهش قابل توجه ارتفاع تراز میانی جو در محدوده شمال دریای خزر تا مناطق وسیعی از آسیای مرکزی را نسبت به میانگین بلندمدت (ناهنجاری منفی) موجب شده است (شکل‌های ۵ و ۶). چنین وضعیتی از آرایش تراز میانی جو منجر به ارسال زبانه‌های متوالی ناوه آسیای مرکزی با محور شمال شرقی- جنوب غربی و از روی دریای خزر به سمت محدوده مورد مطالعه گردیده است. نقشه ناهنجاری رطوبت ویژه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال پاییز ۱۹۹۳ نسبت به بلندمدت، از افزایش قابل توجه آن

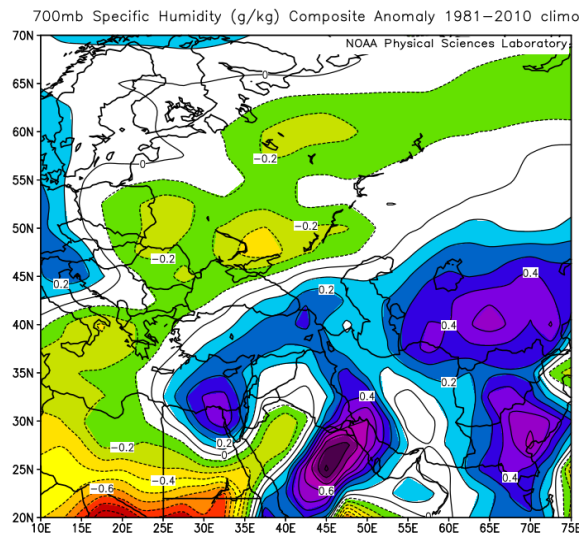
در حوضه دریای سرخ و شرق مدیترانه و انتقال آن از روی مناطق غزبی و شرق ترکیه به سمت محدوده مورد مطالعه با وجود کاهش آن در عرض‌های شمالی به سبب استقرار سامانه پرفشار قوی حکایت دارد به طوری که میزان افزایش رطوبت به ویژه در مناطق شمالی دریای سرخ و شرقی مدیترانه در بین تمامی نمونه‌های مطالعاتی بیشترین می‌باشد (شکل ۷).



سال ۱۹۹۴ (پاییز مرطوب): بررسی نقشه‌های میانگین ارتفاع تراز میانی جو در پاییز ۱۹۹۴ و ناهنجاری آن نسبت به متوسط دراز مدت (شکل های ۸ و ۹)، نشان‌دهنده استقرار قوی‌ترین سامانه کم ارتفاع در بین تمامی نمونه‌های مطالعاتی در مناطقی از آسیای مرکزی تا شرق مدیترانه می‌باشد که منجر به ناهنجاری منفی بیش از ۵۰ ژئوپتانسیل متر در مناطق

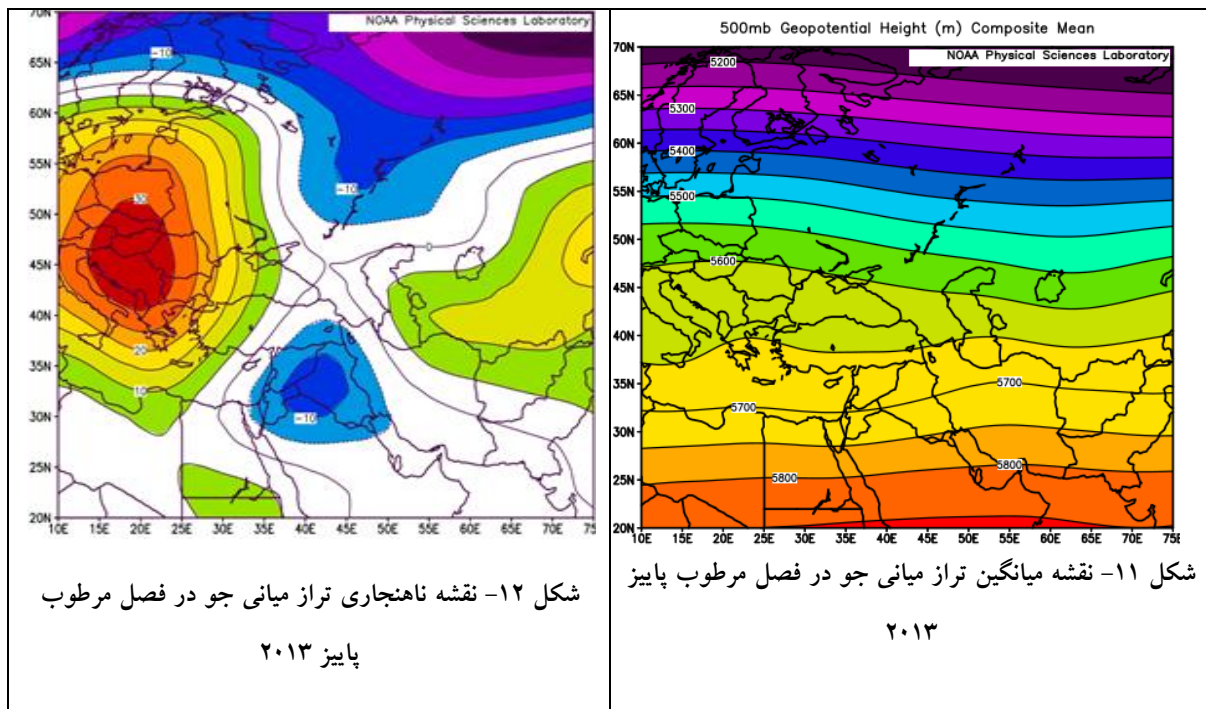
وسیع‌تری از شمال غرب کشور شده است. در حالی که ناهنجاری‌های شدید مثبت بر روی مرکز تا شمال اروپا ناشی از گسترش پراارتفاع ملاحظه می‌گردد. گستردگی و شدت کاهش ارتفاع تراز میانی جو ناشی از فعالیت سامانه کم ارتفاع که مرکز آن در آسیای میانه واقع گردیده است با محور شمال شرقی - جنوب غربی تا مناطق شرقی مدیترانه و شمال دریای سرخ امواج قدرتمندی را ارسال نموده و با قرارگیری محدوده مورد مطالعه در بازوی راست این ناوه، این منطقه را به محدوده دارای بیشینه ناپایداری درازمدت تبدیل نموده است به گونه‌ای که شرایط را جهت بهره‌مندی منطقه از منابع رطوبتی به‌ویژه دریای سرخ، مدیترانه و سیاه فراهم بوده است (شکل ۹ و ۸). نتیجه استقرار الگوهای یاد شده گسیل رطوبت از دو کانال رطوبتی جنوب غربی (خلیج فارس و دریای سرخ) و غربی (دریای سیاه و مدیترانه شرقی) می‌باشد که با توجه به شرایط مناسب ناپایداری در سطح زمین و به‌ویژه تراز میانی جو، بارش‌های مناسبی را برای منطقه به ارمغان آورده است (شکل ۱۰).





شکل ۱۰- نقشه ناهنجاری رطوبت ویژه تراز ۷۰۰ فصل مرطوب پاییز ۱۹۹۴

سال ۲۰۱۳ (پاییز مرطوب): کاهش ارتفاع تراز میانی جو نسبت به میانگین بلند مدت در مناطقی از شرق مدیترانه و به ویژه بر روی عراق مهم ترین ویژگی نقشه تراز میانی جو در پاییز سال ۲۰۱۳ می باشد که این کاهش ارتفاع به دنبال تعمیق فرود بلندی است که از منطقه قفقاز و مابین دریای خزر و دریای سیاه تا شمال دریای سرخ گسترش یافته است. درحالی که ناهنجاری های شدید مثبت بر روی مرکز تا شمال اروپا ناشی از گسترش پراارتفاع ملاحظه می گردد. (شکل های ۱۲ و ۱۱). نقشه ناهنجاری رطوبت ویژه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال پاییز ۲۰۱۳، موید نقش بسیار بارز منابع رطوبتی جنوبی، سیاه و دریای خزر در تامین رطوبت بارش های منطقه در این سال می باشد (شکل ۱۳).

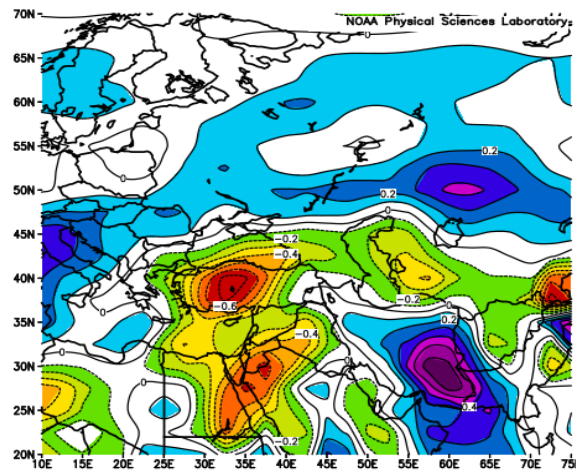


شکل ۱۲- نقشه ناهنجاری تراز میانی جو در فصل مرطوب

پاییز ۲۰۱۳

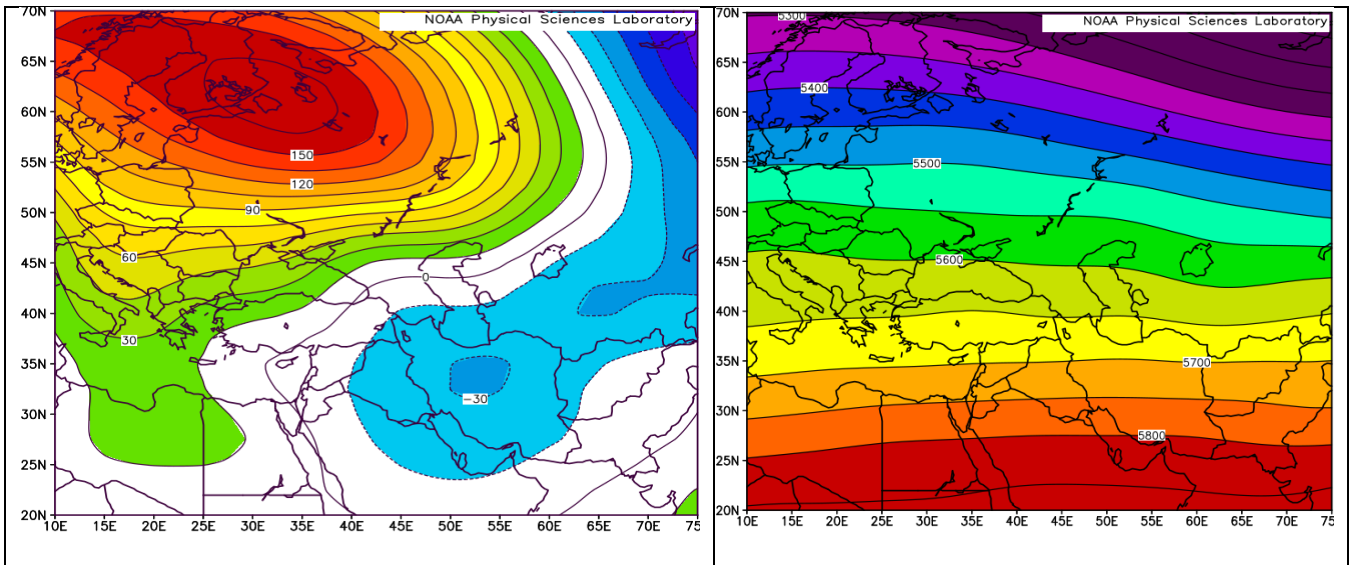
شکل ۱۱- نقشه میانگین تراز میانی جو در فصل مرطوب پاییز

۲۰۱۳



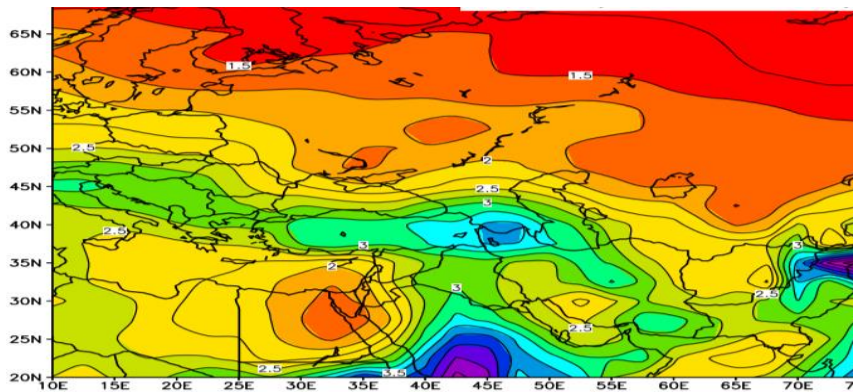
شکل ۱۳- نقشه ناهنجاری رطوبت ویژه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در فصل مرطوب پاییز ۲۰۱۳

پاییز مرطوب (سال ۲۰۱۴): نقشه تراز میانی جو شکل (۱۴-الف) نشان دهنده نفوذ زبانه‌های کم ارتفاع به صورت مداری روی قسمت‌های از دریای سیاه، ترکیه و شمال دریای خزر می باشد که کاهش ارتفاع تا ۵۶۰۰ هکتوپاسکال بر روی دریای سیاه و ۵۶۵۰ هکتوپاسکال بر روی شمال منطقه و جنوب دریای خزر قابل مشاهده می باشد که باتوجه به شکل ۱۴-ب (ناهنجاری تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) حاکی از وجود کم ارتفاع بسیار قوی در مناطق شمالی دریای خزر (روسیه) می باشد که کاهش ارتفاع در مرکز ایران در مختصات جغرافیایی حدود ۵۵ درجه شرقی و ۳۵ درجه شمالی به میزان ۳۰ ژئوپتانسیل متر موجب گردیده است. درحالی که ناهنجاری‌های شدید مثبت بر روی مرکز تا شمال اروپا ناشی از گسترش پرارتفاع ملاحظه می گردد (شکل ۱۴-الف و ب). درنقشه آنومالی نم ویژه در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال یک ناهنجاری مثبت که از اقیانوس اطلس شمالی تا دریای مدیترانه و سرخ گسترش دارد که از شمال غربی تا مرکز و جنوب ایران را در بر گرفته که وجود بیشینه این شاخص در اقیانوس اطلس شمالی و دریای مدیترانه و خلیج فارس و کمینه آن در جنوب دریای سرخ و مرکز ایران قرار دارد شکل (۱۵). بنابراین منشاء بارندگی از منابع رطوبتی جنوبی چون خلیج فارس و دریای احمر، منابع رطوبتی شمال غرب شامل دریای مدیترانه و اقیانوس اطلس شمالی بوده است.



شکل ۱۴- الف- نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (سمت راست) ب- نقشه آنومالی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (سمت چپ) فصل مرطوب

پاییز ۲۰۱۴

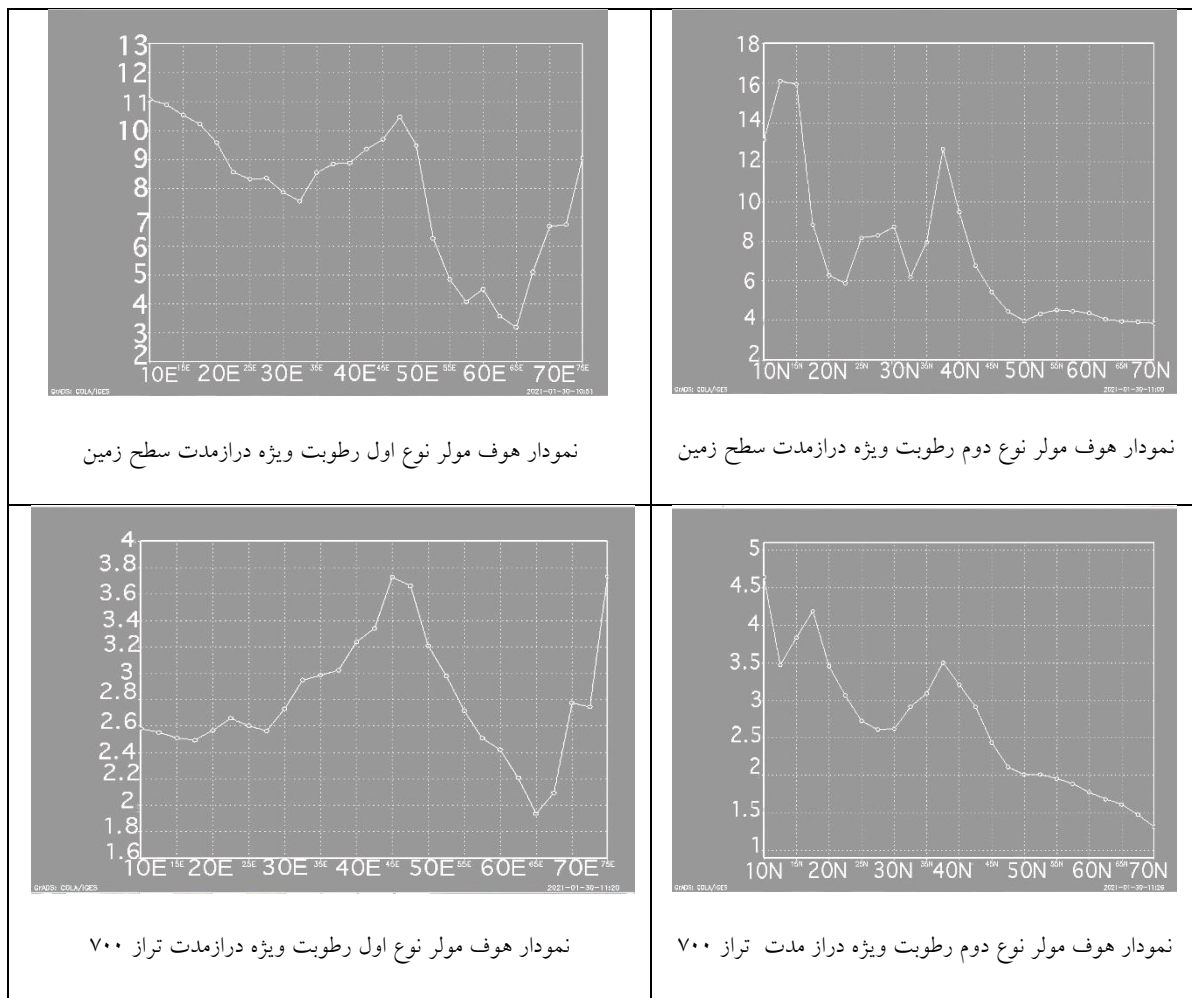


شکل ۱۵- نقشه آنومالی رطوبت ویژه فصل مرطوب پاییز ۲۰۱۴

### تحلیل نمودار هوف مولر رطوبت ویژه سطح زمین و تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال

رطوبت ویژه شاخص مناسبی برای ارزیابی محتوای رطوبتی لایه‌های مختلف جو می‌باشد که با شناخت کانون‌های رطوبتی می‌توان منابع تامین کننده بارش مکان‌های مختلف جغرافیایی را شناسایی کرد (Babaei & Najafpur, 2018: 108). دو موضوع مهم که در نقشه‌ها و نمودارهای رطوبتی هوف مولر قابل مشاهده می‌باشد، یکی مسیر و دیگری کانون‌های رطوبتی می‌باشد. شناسایی مسیرهای رطوبتی به اقلیم شناس کمک می‌کند تا با ردیابی فراوانی وقوع و تغییرات زمانی و مکانی آن، بتواند اثرات این تغییرات را بر روی پدیده‌های اقلیمی مانند ترسالی و خشکسالی پیش‌بینی نماید (Amininia et al, 2022).

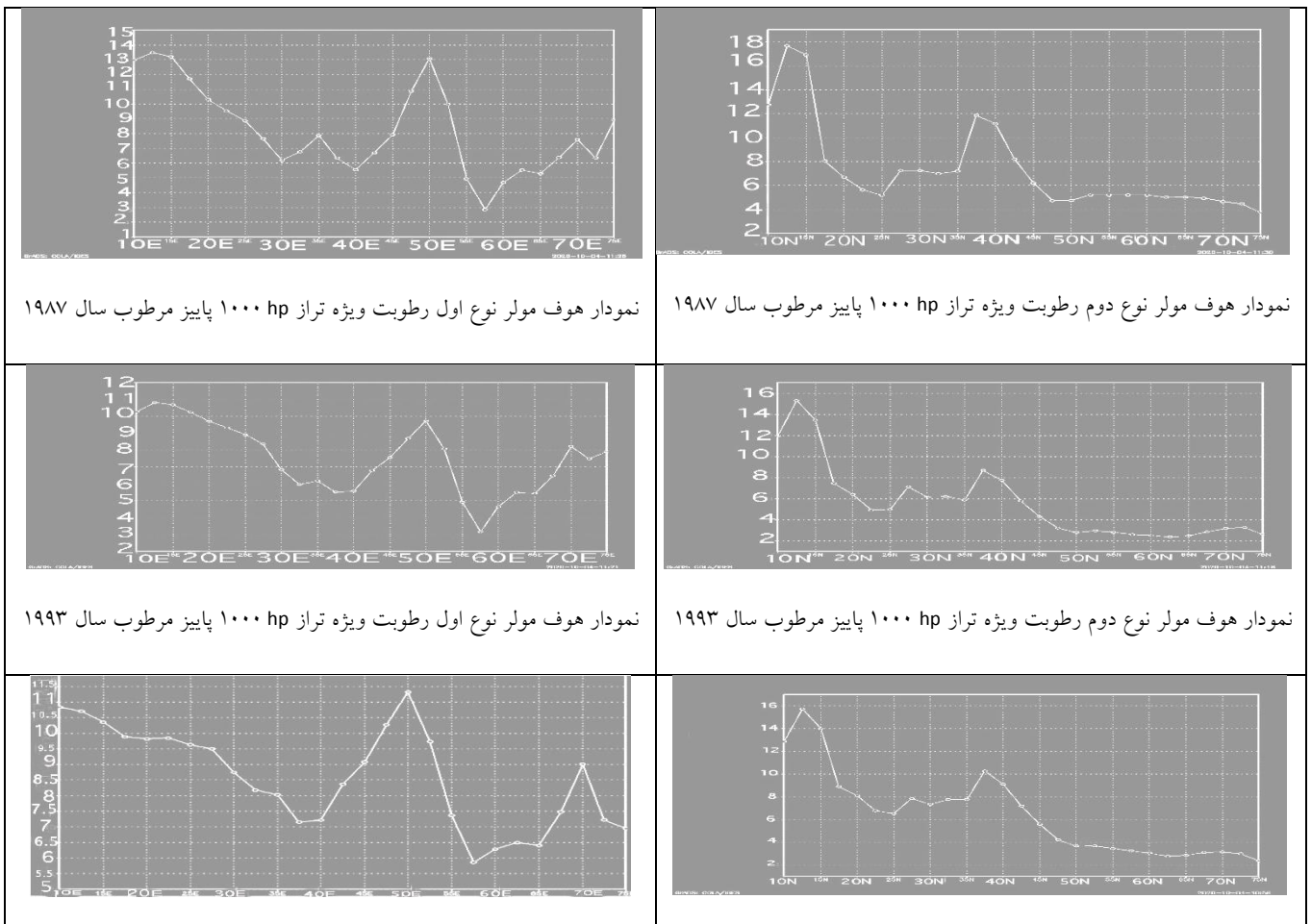
بررسی و مقایسه نمودارهای هوف مولر نوع اول و دوم سطح زمین و تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال برای عرض جغرافیایی ۳۸ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه شرقی در مقیاس عرض ۷۰ تا ۱۰ درجه شمالی و طول ۷۰-۱۰ درجه شرقی در بازه زمانی درازمدت (میانگین بلندمدت سه ماهه پاییز) با سال‌های مرطوب انتخابی حاکی از آن است که تغییرات 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 وجود رطوبت مناسب در محدوده مورد مطالعه از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد (شکل ۱۷، ۱۸ و ۱۶).

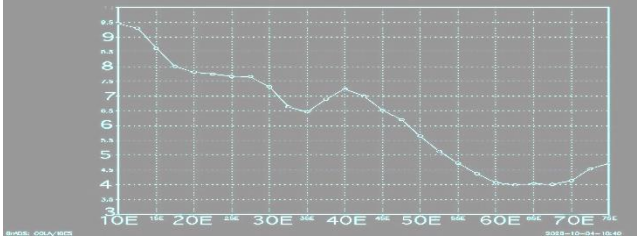
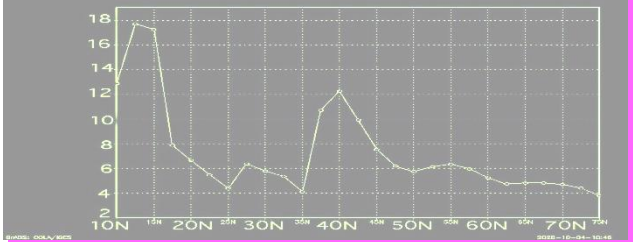
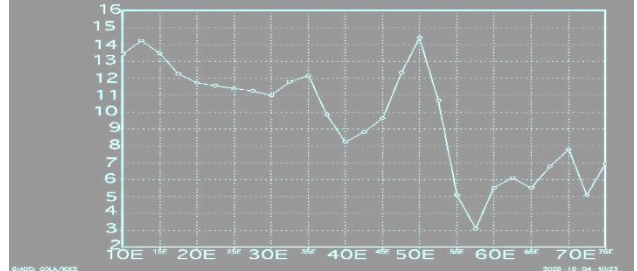
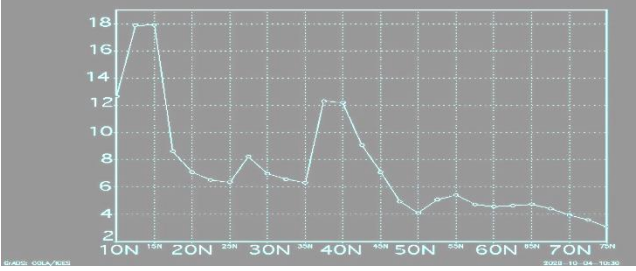


شکل ۱۶- هوف مولر نوع اول و دوم رطوبت ویژه درازمدت به گرم بر کیلوگرم تراز ۷۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال

به همین خاطر به منظور تحلیل و تفسیر نوسانات رطوبتی با توجه به منابع رطوبتی، نمودارهای هوف مولر در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بیشتر مورد توجه قرار گرفت. در شکل (۱۸) بررسی نمودارهای هوف مولر نوع دوم در نمونه‌های انتخابی در بین سال‌های خشک نشان‌دهنده افزایش بیشترین رطوبت ویژه در عرض جغرافیایی بین ۴۰-۱۵ درجه شمالی مربوط به فصل مرطوب پاییز سال ۲۰۱۳ و سپس به فصل مرطوب پاییز ۲۰۱۴ و ۱۹۹۳ و ۱۹۸۷ و بعد به سال

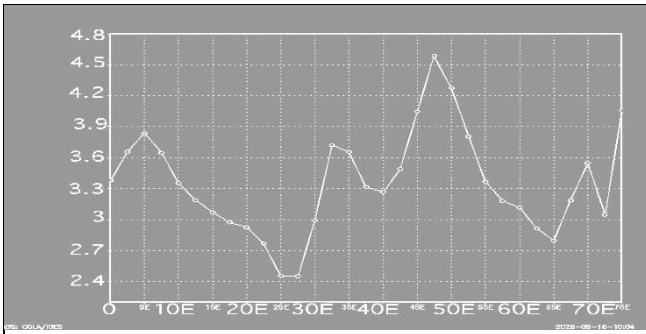
۱۹۹۴ تعلق دارد. افزایش رطوبت ویژه بین ۰/۵ الی ۱/۲ گرم بر کیلوگرم را در بین سال‌ها شاهد هستیم که ۰/۵ گرم بر کیلوگرم به فصل مرطوب پاییز سال ۱۹۹۴ و ۱/۲ گرم بر کیلوگرم مربوط به فصل مرطوب پاییز سال ۲۰۱۳ می‌باشد. بررسی نمودارهای هوف مولر نوع اول در نمونه‌های انتخابی در بین سال‌های مرطوب نشان‌دهنده افزایش بیشترین رطوبت ویژه در طول جغرافیایی ۲۰-۵۰ درجه شرقی مربوط به فصل مرطوب پاییز سال ۲۰۱۳ و سپس به فصل مرطوب پاییز سال‌های ۲۰۱۴ و ۱۹۸۷ و ۱۹۹۳ و بعد به سال ۱۹۹۴ تعلق دارد. افزایش رطوبت ویژه بین ۰/۴ الی ۰/۹ گرم بر کیلوگرم را در بین سال‌ها می‌باشد که ۰/۴ گرم بر کیلوگرم به فصل مرطوب پاییز سال ۱۹۹۴ و ۰/۹ گرم بر کیلوگرم مربوط به فصل مرطوب پاییز سال ۲۰۱۳ می‌باشد. با نظر به اینکه سال ۱۹۹۴ مطابق جدول شماره (۳) به فراوانی وقوع خشکسالی SPI فصول پاییز شمال غرب ایران در دوره آماری مورد مطالعه در وضعیت ترسالی متوسط قرار دارد کمترین افزایش رطوبت در طول و عرض جغرافیایی موصوف در نمودارهای هوف مولر مربوط به این سال می‌باشد و بقیه سال‌ها که در وضعیت ترسالی‌های شدید تا متوسط قرار دارند نسبت به سال ۱۹۹۴ با افزایش رطوبت بیشتری در طول و عرض جغرافیایی موصوف در نمودارهای هوف مولر مواجه هستند.



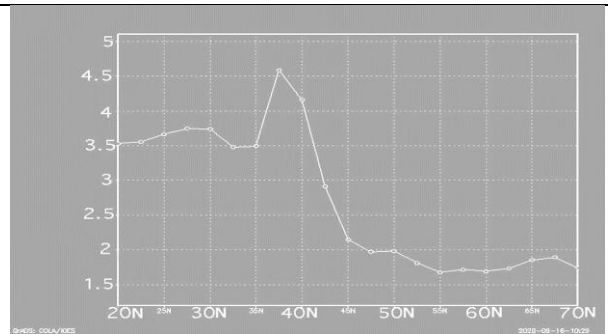
<p>نمودار هوف مولر نوع اول رطوبت ویژه تراز ۱۰۰۰ hp پاییز مرطوب سال ۱۹۹۴</p>	<p>نمودار هوف مولر نوع دوم رطوبت ویژه تراز ۱۰۰۰ hp پاییز مرطوب سال ۱۹۹۴</p>
	
<p>نمودار هوف مولر نوع اول رطوبت ویژه تراز ۱۰۰۰ hp پاییز مرطوب سال ۲۰۱۳</p>	<p>نمودار هوف مولر نوع دوم رطوبت ویژه تراز ۱۰۰۰ hp پاییز مرطوب سال ۲۰۱۳</p>
	
<p>نمودار هوف مولر نوع اول رطوبت ویژه تراز ۱۰۰۰ hp پاییز مرطوب سال ۲۰۱۴</p>	<p>نمودار هوف مولر نوع دوم رطوبت ویژه تراز ۱۰۰۰ hp پاییز مرطوب سال ۲۰۱۴</p>

شکل ۱۷- هوف مولر نوع اول و دوم رطوبت ویژه به گرم تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال فصول پاییزهای مرطوب سالهای

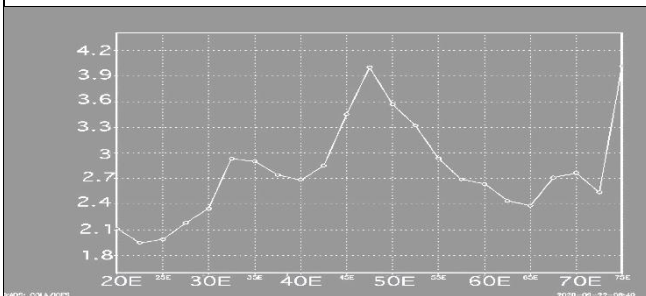
۱۹۸۷، ۱۹۹۳، ۱۹۹۴، ۲۰۱۳



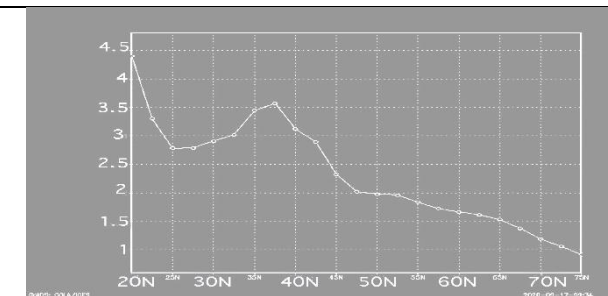
نمودار هوف مولر نوع اول رطوبت ویژه به گرم فصل مرطوب پاییز ۱۹۸۷



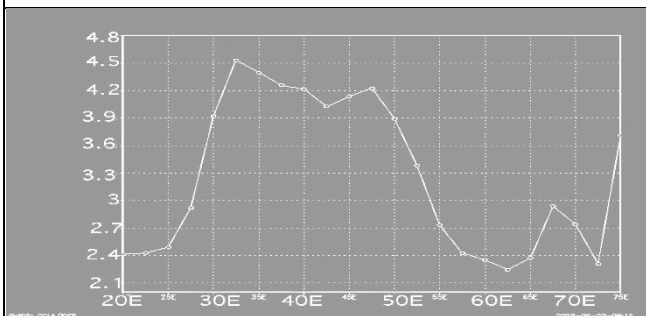
نمودار هوف مولر نوع دوم رطوبت ویژه به گرم پاییز مرطوب ۱۹۸۷



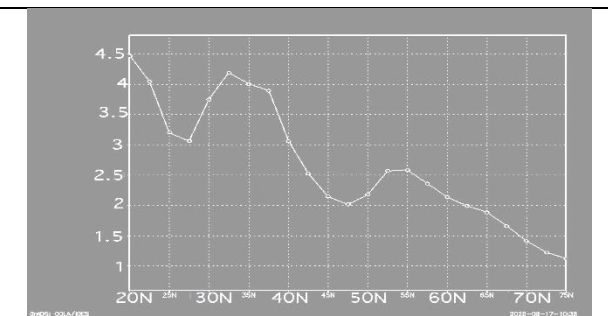
نمودار هوف مولر نوع اول رطوبت ویژه به گرم فصل مرطوب پاییز ۱۹۹۳



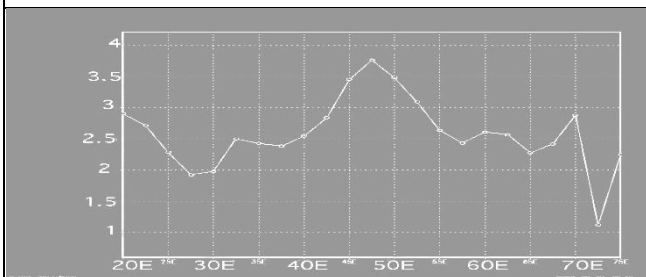
نمودار هوف مولر نوع دوم رطوبت ویژه به گرم پاییز مرطوب ۱۹۹۳



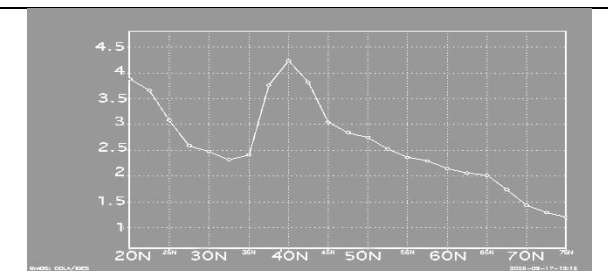
نمودار هوف مولر نوع اول رطوبت ویژه به گرم فصل مرطوب پاییز ۱۹۹۴



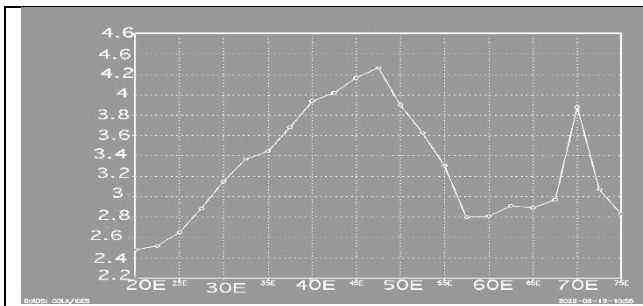
نمودار هوف مولر نوع دوم رطوبت ویژه به گرم پاییز مرطوب ۱۹۹۴



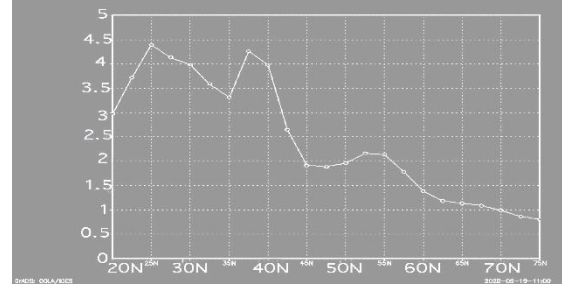
نمودار هوف مولر نوع اول رطوبت ویژه به گرم فصل مرطوب پاییز ۲۰۱۳



نمودار هوف مولر نوع دوم رطوبت ویژه به گرم پاییز مرطوب ۲۰۱۳



نمودار هوف مولر نوع اول رطوبت ویژه به گرم فصل مرطوب پاییز ۲۰۱۴



نمودار هوف مولر نوع دوم رطوبت ویژه به گرم پاییز مرطوب ۲۰۱۴

شکل ۱۸- هوف مولر نوع اول و دوم رطوبت ویژه به گرم تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال فصول پاییزهای مرطوب سالهای ۱۹۸۷، ۱۹۹۳،

۱۹۹۴، ۲۰۱۴

### نتیجه گیری

در این پژوهش، با تحلیل آماری مشخص شد ضریب تغییرات بارش پاییزه ایستگاه‌ها بیشتر از ۴۰ درصد بوده که نشانه بی‌نظمی بالای بارش و حاکمیت شرایط اقلیمی خشک در محدوده ایستگاه‌های مورد بررسی در منطقه است. برای شناسایی فصول پاییز مرطوب 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 هر یک از ایستگاه‌ها با استفاده از نرم‌افزار DIC تعیین شد. که در نتیجه سال‌های ۲۰۱۳، ۱۹۹۴، ۱۹۹۳، ۱۹۸۷ به عنوان پاییزهای مرطوب شمال غرب 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 ترسالی در شدت‌های ملایم و متوسط طی سیکل زمانی مورد نظر، در ایستگاه‌های منطقه بیشتر رخ داده‌اند. سپس داده‌های فصلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین به مختصات ۱۰ تا ۷۵ درجه طول شرقی و ۲۰ تا ۷۰ درجه عرض شمالی در دوره‌های مرطوب 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 در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال پر ارتفاع در شمال دریای سیاه قرار گیرد منطقه از بارش‌های مناسبی برخوردار خواهد بود. دلیل همدیدی این مسئله را می‌توان در تاثیراتی دانست که سامانه پرارتفاع تراز میانی جو در تشدید فعالیت سامانه موج کوتاه ما بین دریای خزر و دریای سیاه دارد. از طرف دیگر این سامانه‌ها در سطح زمین همراه با پرفشارهای قوی بوده و استقرار این پرفشارها به‌ویژه بر روی دریای سیاه، گرادیان فشاری منطقه را به شدت بالا برده و شرایط وقوع بارش‌های قابل توجه را فراهم می‌نمایند. در فصل‌های مرطوب بی‌هنجاری‌های منفی ناشی از کاهش ارتفاع در نقشه‌های آنومالی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مشاهده می‌گردد در حالی که ناهنجاری‌های شدید مثبت بر روی مرکز تا شمال اروپا ناشی از گسترش پرارتفاع ملاحظه می‌گردد. همچنین در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بی‌هنجاری‌های مثبت حاکی از فعالیت کم‌فشار سودانی و مدیترانه‌ای در سطح زمین نسبت به بلندمدت در منابع تامین رطوبت ملاحظه می‌گردد. نتایج این پژوهش در زمینه شرایط همدید موثر بر ترسالی‌ها با تحقیقات (Alijani (2011، Amininia(2015)، Saligheh(2016)، Hejazizadeh et al et al(2019)، Kianian Moradi(2020) و Barakat et

al(2022) مطابقت دارد. بررسی کلی نمودارهای هوف مولر تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در سال‌های مرطوب (پاییزهای مرطوب شمال غزب) نشان دهنده افزایش قابل توجه رطوبت ویژه این تراز به‌ویژه در عرض‌های جنوبی (۱۵ تا ۳۰ درجه شمالی) در ۴ مورد از ۵ نمونه مطالعاتی (به جز سال ۱۹۹۴) می‌باشد که این موضوع اهمیت سامانه‌های کم فشار سودانی و تلفیقی سودانی-مدیترانه‌ای 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 تأیید کننده این موضوع می‌باشد که آرایش الگوهای تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال به بالا نقش بسیار تعیین کننده‌تری نسبت به سامانه فشار سطح زمین در تزریق رطوبت به سوی منطقه دارد. نتایج این پژوهش با تحقیق (Alijani(2011)، Ghior et al(2013)، Kianian et al(2017) و Hosseini Sadr et al(2020) در خصوص نقش آرایش الگوهای تراز فوقانی جو نسبت به سامانه فشار سطح زمین در تزریق یا عدم تزریق رطوبت به منطقه بسیار بارز و کلیدی به نظر می‌رسد تطابق دارد. اما در این تحقیق با انتخاب دوره آماری بلندمدت، گستره مکانی بزرگتر شمال غزب ایران، انتخاب روش تحلیل عاملی برای شناسایی عامل‌های اصلی، بررسی نقشه ناهنجاری‌های طولانی مدت رطوبت ویژه و استفاده از نمودارهای هوف مولر در بررسی تغییرات رطوبتی فشار سطح دریا و تراز ۷۰۰ میلی‌بار که از مزیت‌های کاربری در این تحقیق می‌باشد بر صحت و دقت نتایج افزوده است.

## References

- Abdolahnezhad, K., (2015), "Forecasting of Monthly Sum-raining by Stochastic Models in Time Series", *Journal of Geographical Planning of Space*, 5(17): 15-35. [In Persian].
- Abedini, E., (2017), "Investigating the Time Changes of Stratiform and Convective Rainfalls Based on Synoptic Data Codes (Case Study: South Khorasan Province)", *Journal of Geographical Planning of Space*, 5(17): 15-35. [In Persian].
- Ahasan M.N., Rayhun, K.M.Z., Mannan, M.A., Debsarma, S.K., (2013), "Synoptic Analysis of a Heavy Rainfall Event over Southeast Region of Bangladesh Using WRF Model", *Journal of Scientific Research*, 5(3): 421-434.
- Alijani, B., Doostkamian, M., Ashrafi, S., Shakeri, F., (2015), "Study of changes in spatial autocorrelation patterns within a decade Iran's precipitation in the last half century", *Geography and Urban-Regional Integration*, 14: 71-88. [In Persian].
- Alijani, B., (2011), "Synoptic Climatology", Tehran: Samt Pub, 257 pages. [In Persian].
- Alijani, B., (2011), "Climate of Iran, Tehran", Tehran: Payam Noor University, 221 pages. [In Persian].
- Alijani, B., Zahedi., M., (2008), "statistical And synoptic analysis of Azerbaijan Area rainfall", *Journal of Geographical Research*, 17(2-3 (65-66)): 202-217. [In Persian].

- Amininia, K., Mirzie, M., Panahi, A., (2022), "Statistical-Synoptic Analysis of the Occurrence of Dry Autumns in Northwest of Iran", *Journal of Geographic Space*, 22(78):165-190. [In Persian].
- Amininia, K.,(2015), "Synoptic analysis of 500 hpa flow patterns in rainy Spring's Arasbaran region", *Journal of Applied researches in Geographical Sciences*, 15 (37):179-204. [In Persian].
- Asakereh, H., (2019), "Spatial analysis features of Autumn rainfall in North West Iran", *Journal of Geographic Space*, 19(65 ): 247-267. [In Persian].
- Asakereh, H., (2007), "Spatio- Temporal Changes Of Iran Inland Precipitation During Recent Decades", *Journal of Geography and Development*, 5(10 ): 145-164. [In Persian].
- Azizi, A., (1996), "Blocking and its effect on Iran's rainfall", PHD dissertation in climatology, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University. [In Persian].
- Babaei, U., Najafpur, B.,(2018), "Climatic Maps and Charts", Tehran: Payam Noor University, 194 Pages. [In Persian].
- Barakat, A., karimi, M, Shamsipour, A., KhoshAkhlagh, F., (2022), "Synoptic analysis of atmospheric circulation mechanisms in the formation of very wet months in Syria", *Journal of Geographic Space*, 22(77):121-137. [In Persian].
- Boroghani, M., Moradi, H., Zangane Asadi, M., (2015), "An Analysis on the Determination of Climatic Drought Indices and Zoning in Khorasan Razavi Province", *Arid Regions Geography Studies*, 19 (5): 1-4.
- Esteban, P., Jones P.D., Marten-Vide, J., Mases, M., (2005), "Atmospheric Circulation Patterns Related to Heavy Snowfall Days in Andorra, Pyrenees", *International Journal Climatology*, 25: 319-329.
- Esteban, P., Jones P.D., Marten-Vide, J., Mases, M., (1996), "Spatial and Temporal Patterns of Precipitation in Spain for the Period 1889-1992", *International Journal Climatol*, 1557-1574.
- Fatemi, M., Omidar, K., Narangifard, M., Hatami Bahman Beigel, K., (2015), "Investigation The synoptic Patterns Effective In Droughts and Wet Years In Central Iran", *Journal of Physical Geography*, 8(29): 19-40. [In Persian].
- Galambosi, A., Bogardi, f., (1998), "Evaluation and analysis of daily atmospheric circulation patterns of the 500hpa pressure field over the southwestern USA", *Atmospheric Research*, 40 : 49-76.
- Gavidel Rahimi, Y., (2018), "Synoptic Mapping and Interpretation of Climate Using Grads Software", Tehran: Saha Danesh Pub, 207pages. [In Persian].
- Ghior, H., et al., (2013), "Investigating the Relation Between Heavy Precipitation and Circulation Patterns of the Upper Atmosphere", *Journal of Natural Environment Hazards*, 1(2): 1-17. [In Persian].
- hejazizadeh, Z.,(2019), "The Relationship between Severe and Pervasive Droughts and Wet Years in Half East of Iran with Synoptic Troposphere Condition", *Journal of Geography and environmental hazard*, 7(27): 135-160. [In Persian].

- Hosseini Sadr, A., et al., (2020), "Analyzing the synoptic mechanism of widespread rainfall in northwest Iran", *Journal of Geography and Planning*, 24(70): 79-100.[In Persian].
- Iqbal, M.J., Sultan, H., Farheen, K.,( 2012), "Influence of Azores High pressure on Middle Eastern rainfall", *Journal of Theor Appl Climatol*, 111(1): 211- 221.
- Jahanbakhshasl, S., Movahed danesh, A.A., Moulavi, A., (2001), "Calibration And Analysis of Evapotranspiration Estimation Models for Tabriz Meteorological Station". *Journal of Agricultural Knowledge*, 11(2): 51-65. [In Persian].
- Kashani, A., (2018), "Blocking time series on the Iranian plateau", Tehran: Raznhan Pub, 257 pages.[In Persian].
- Kassomenos, P. A., (2003), "Anatomy of The Synoptic Conditions Occurring Over Southern Greece During The Second Half of The 20th Century", Part I, Winter and Summer, *Theoretical and Applied Climatology*, 75(1-2): 65-77.
- Kaviani, M., Alijani, B., (2011), "the foundations of climatotology", Tehran: Samt Pub, 582 pages. .[In Persian].
- Khoshakhlaq, F., (1997), "A study of monthly patterns of drought and wetyears in iran", *Journal of Geographical Research*, 45 (12):136-154. [In Persian].
- Kidden, D., Skiem, A.,(2008), On the relationship between large-scale climate models and regional synoptic that drive Victorian rainfall , "Hydrol earthsyst",234 pages.
- Kianian, M., Hajimohammadi, H., Kaboli, S. H., meshki, A., Asgari, H., (2018), "Studying and identifying of Dynamic synoptic patterns affecting droughts occurrence in Semnan province", *Journal of Geographical Planning of Space*, 82(28 ): 19-32. [In Persian].
- Kianian, M., Saleh Pourjam, A., Hajimohammadi, H., Rasouli, F., (2017), "Review and relationship between Western Iranian Wet years and drought and atmospheric synoptic patterns", *Journal of Geographical Planning of Space*, 6(22): 175-192.
- Lamb, H. H., (1997), *Climate Present Past and Future (Routledge Revivals)*, "Climatic History and the Future, Routledge", 267 pages.
- Littmann, T., (2000), "An Empirical Classification of Weather Types in The Mediterranean Basin and Their Interrelation With Rainfall", *Theoretical and Applied Climatology*, 66(3-4): 161-171.
- Masoodian, A., (2011), "Climate of Iran",Tehran: Sharia Toos Pub. 277 pages. [In Persian].
- Mohammadi, H., (2013), "applied Climatology", Tehran University Pub. 259 pages. [In Persian].
- Moradi, M., (2020), "Detection and analysis of winter precipitation over south east of Iran", *Journal of Geography And Human Relationships*, 3(9 ): 96-113. [In Persian].
- Mirian, M, Karampoor, M, Moradi, M, Ghaemi, H., (2020), "Identifying the Dynamic and Thermodynamic Patterns of Heavy Winter Heavy Rainfall in Iran", *Journal of Physical Geography Research*, 52(1 ): 95-111. [In Persian].
- Oh, H., Ha, K.-J., Timmermann, A., (2018), "Disentangling impacts of dynamic and thermodynamic components on late summer rainfall anomalies in East Asia", *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 123: 8623-8633.

- Omidvar, K., Toni, N., Ebrahimi, R., Ghiati, A., (2018), "Dynamic Synoptic Analysis of Heavy Cloud Precipitation 4 Dec 2014 Case Study of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad", 11(41): 19-36.
- pouratashi, M., moradi, M., fattahi, E., (2020), "The Study of the Impact of Temperature and Wind In the Southern Low Pressure Systems", Journal of Applied Research in Geographical Sciences, 20 (57) :223-241. . [In Persian].
- Rezai, 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.
- Roshani, H., Mostafazadeh, R., Esmali-Ouri, A., Zabihi, M.,(2021), "Spatiotemporal variation of precipitation using PCI and SI indices in Golestan province". Journal of Spatial Analysis Environmental hazards, 7 (4) :187-204. [In Persian].
- Rasooli, A., Ghasemi, A., (2013), "Analyzing the Spatial-Temporal Changes of Annual Precipitation of Iran", Journal of Geophysical Research, 28 (1) :205-224. [In Persian].
- Saligheh, M., (2016), "Synoptic climatology of iran", Tehran: Samt Pub. 264 pages. [In Persian].
- Sanders, F.,(1988), "Life History of Mobile Troughs in the Westerlies", Wea Rev, 116: 2629-2648.
- Wibig, J., (1999), Precipitation in Europe in Relation to Circulation Patterns at the 500 hpa Level, Int, Journal of Climatol, 19: 253- 269.
- Zahedi, M., Bayati Khatibi, M. (2007), "Hydrology", Tehran: Samt Pub, 257 pages. [In Persian].
- Zhaoliang Peng, Q.J., Wang, James C., Bennett, Prafulla Pokhrel, Ziru Wang., (2014), "Seasonal Precipitation Forecasts Over China Using Monthly Large-Scale OceanicAtmospheric Indices", Journal of Hydrology, 519: Part A, 792–802.