



Statistical – Synoptic Analysis of the First Effective Precipitation in the Western and Northwestern of Iran

Mostafa Karimi^{1*}, Ayob Jafari¹, Amir Bani Amerian¹, Seyfolah Kaki¹

¹ Department of Physical Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article Type: Research article

Article history:

Received 23 November 2019

Accepted 6 May 2020

Available online 13 June 2020

Keywords:

Effective Precipitation,
Synoptic Patterns, Rainfed
Farming, Date of Cultivation,
Northwest of Iran.

Citation: Karimi, M., Jafari, A., Bani Amerian, A. Kaki, S. (2020). Statistical – Synoptic Analysis of the First Effective Precipitation in the Western and Northwestern of Iran. *Geography and Sustainability of Environment*, 10 (2), 1-19.

doi: [10.22126/GES.2020.4514.2117](https://doi.org/10.22126/GES.2020.4514.2117)

ABSTRACT

One of the most important issues related to rainfed wheat cultivation is the date of the First Effective Precipitation (FEP) which can provide soil moisture for cultivation. The current study aims to evaluate the variability and probable trend in the date of the first effective precipitation and the synoptic conditions that lead to its occurrence in northwestern and western Iran. Therefore, precipitation data were extracted from Iran's Meteorological Organization. First precipitation with a value of at least 5 mm and duration of one to two consecutive days, associated with another precipitation occurring less than 10 days apart, was selected as the first effective precipitation. Then, the trend of first effective precipitation was investigated using Man-Kendall test and linear regression method. Finally, geopotential height, wind speed and humidity data (ERA-Interim) at 850 and 500 hPa levels were obtained from ECMWF website to identify synoptic patterns of the first effective precipitation by cluster analysis method. The findings reveal that more than 90% of the first effective precipitation has occurred during October. Accordingly, Ardebil, Sanandaj, Khorramabad, Kermanshah, Zanjan, Orumieh, Tabriz and Hamadan stations had earliest climatic average of the first effective precipitation date during the period of 1987 to 2016, respectively. Despite the high annual variations regarding the occurrence date of first effective precipitation, evaluating the trend of the first effective precipitation by Mann-Kendall test at the significant level of 5% show that there is no significant trend in all studied stations. Furthermore, synoptic patterns including the short trough, omega block, cutoff low and the Mediterranean long trough are identified as responsible patterns on the occurrence date of the first effective precipitation. Among the patterns, omega block has been associated with widespread rainfall at the studied stations due to greater access to moisture and unstable conditions caused by the cold weather.

*. Corresponding author E-mail address:

Mostafakarimi.a@ut.ac.ir



تحلیل آماری - همیدی تاریخ اولین بارش مؤثر در غرب و شمال غرب ایران

مصطفی کریمی^{۱*}، ایوب جعفری^۱، امیر بنی‌عامریان^۱، سیفاله کاکلی^۱

^۱گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مشخصات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله: پژوهشی</p> <p>تاریخچه مقاله:</p> <p>دریافت ۲ آذر ۱۳۹۸</p> <p>پذیرش ۱۷ اردیبهشت ۱۳۹۹</p> <p>دسترسی آنلاین ۲۴ خرداد ۱۳۹۹</p> <p>کلیدواژه‌ها:</p> <p>بارش مؤثر، الگوهای همیدی، کشت دیم، تاریخ کشت، شمال غرب ایران.</p> <p>استناد: کریمی، مصطفی، جعفری، ایوب؛ بنی‌عامریان، امیر؛ کاکلی، سیفاله (۱۳۹۹). تحلیل آماری - همیدی تاریخ اولین بارش مؤثر در غرب و شمال غرب ایران. <i>جغرافیا و پایداری محیط</i>. ۱۰ (۲)، ۱-۱۹. doi: 10.22126/GES.2020.4514.2117</p>	<p>یکی از مهم‌ترین مباحث درباره بارش و کشت گندم دیم، تاریخ رخداد اولین بارش مؤثر یا به عبارتی بارشی است که بتواند رطوبت خاک را به منظور کاشت فراهم سازد. پژوهش حاضر باهدف مطالعه تغییرپذیری و روند احتمالی در تاریخ اولین بارش مؤثر و شرایط همیدی منجر به رخداد آن در شمال غرب و غرب ایران انجام شده است. به این منظور، داده‌های بارش ایستگاه‌های منطقه از سازمان هواشناسی کشور گرفته شد. ابتدا اولین بارش یک یا دو روز متوالی حداقل ۵ میلی‌متر همراه با رخداد بارشی دیگر با فاصله زمانی کمتر از ده روز، به‌عنوان اولین بارش مؤثر انتخاب شد. در گام بعد، با استفاده از آزمون من-کندال و شیب‌خط روند در تاریخ رخداد اولین بارش مؤثر در منطقه بررسی شد. در ادامه، با استفاده از داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل، باد و رطوبت تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال نسخه ERA-Interim اخذشده از وبگاه ECMWF، الگوهای همیدی بارش‌های مؤثر با روش تحلیل خوشه‌ای شناسایی شد. نتایج نشان داد که بیش از ۹۰٪ اولین بارش‌های مؤثر در ماه اکتبر رخ داده است. ایستگاه‌های اردبیل، سنندج، خرم‌آباد، کرمانشاه، زنجان، ارومیه، تبریز و همدان به‌ترتیب زودترین میانگین اقلیمی شروع اولین بارش مؤثر در دوره (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۶) داشته‌اند. بیشترین و کمترین اختلاف بین سالیانه در تاریخ رخدادها به‌ترتیب در ایستگاه ارومیه و اردبیل مشاهده شد. گرچه نوسانات بین سالیانه بالایی در تاریخ رخداد وجود دارد؛ اما بررسی روند آن‌ها با آزمون من-کندال نشان داد که روند تغییرات همه ایستگاه‌های مورد مطالعه در دو دوره بررسی، در سطح ۵٪ معنی‌دار نیست. الگوهای همیدی ایجادکننده اولین بارش‌های مؤثر منطقه شامل ناوه کوتاه، بندال امگا و کم‌ارتفاع بریده و ناوه بلند مدیترانه بوده‌اند. در این میان، بندال امگا به‌دلیل دسترسی بیشتر به رطوبت و شرایط ناپایداری حاصل از ریزش هوای سرد، با بارش فراگیرتری در منطقه همراه بوده است.</p>

مقدمه

بارش یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی هر منطقه به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک است. از ویژگی‌های بارز این عنصر، تفاوت آن در قلمرو زمان و مکان به‌ویژه زمان شروع و خاتمه آن در دوره‌های بارشی فصلی و سالانه است (نادی و خلیلی، ۱۳۹۲). این تغییرپذیری‌ها تأثیر بسزایی در مسائلی از جمله فعالیت‌های کشاورزی، مراتع، مدیریت منابع آب، تأمین آب قابل شرب و مخاطراتی همانند خشکسالی، سیلاب و گردوغبار دارد (هایگ^۱، ۲۰۱۴؛ مرسی^۲، ۲۰۱۵؛ روشنی و پرک، ۱۳۹۷).

همان‌طور که گفته شد، یکی از ویژگی‌های مهم بارش به‌خصوص در بخش کشاورزی، زمان شروع آن در یک سال آبی است که از آن به‌مثابه اولین بارش مؤثر یاد می‌شود (توکلی و اوپس^۳، ۲۰۰۴). براساس این ویژگی، تاکنون در پژوهش‌های مختلف به‌منظور شناخت بارش مؤثر تعاریفی ارائه شده است. متخصصین کشاورزی قسمتی از کل باران را که به‌صورت مستقیم پاسخ‌گوی نیاز آبی گیاه است و نیز رواناب سطحی را که برای تولید محصول از برکه یا چاه به مزرعه پمپاژ می‌شود، به‌عنوان باران مؤثر در نظر می‌گیرند (عدنان و حیات خان^۴، ۲۰۰۸). در تعریف بارش مؤثر توجه به این موضوع بسیار مهم است که در هر نوبت از بارندگی، تنها بخشی از بارش که در خاک نفوذ کرده و در ناحیه توسعه ریشه قرار گرفته است، می‌تواند استفاده شود؛ اما آبی که بر اثر رواناب، تبخیر و چالاب در محدوده ریشه گیاه از مزرعه خارج می‌شود، غیر مؤثر است (ابراهیمی، ۱۳۹۶: ۲؛ سالاروند، ۱۳۹۶: ۱۲). مقدار این بارش با توجه به ویژگی‌های خاک، شیب و زمان کاشت متفاوت بوده و از مقدار ۵ میلی‌متر (کمالی، ۱۳۷۶) و گاهی تا ۲۰ میلی‌متر متغیر است (رسولی و همکاران، ۱۳۸۴).

براساس تجربیات گذشته، کشاورزان پس از آماده‌سازی زمین برای کشت در شروع سال آبی در بیشتر مناطق دیم‌خیز کشور منتظر رخداد اولین بارش مؤثر هستند (حق پرست، ۱۳۹۲: ۵۰). وقوع اولین بارش مؤثر در مناطق مختلف ایران، نوسانات زمانی دارد. این نوسانات می‌تواند باعث تغییر در شروع و خاتمه مراحل رشد و درنهایت کاهش و افزایش میزان عملکرد محصولات زراعی دیم شود (خیچر و نیواس^۵، ۲۰۰۶؛ موسوی و همکاران، ۱۳۹۵). از حدود یازده میلیون هکتار سطح کشت محصولات زراعی در کشور، حدود ۵۴٪ زمین‌ها کشت آبی و ۴۶٪ (۵۰۴۹۰۰۷ هکتار) اراضی کشت دیم است؛ که از این مقدار زمین‌های کشت دیم، ۳۵۱۸۹۶۸ هکتار آن در غرب و شمال غرب کشور است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۷). با توجه به مطالعات انجام‌شده و افزایش آمار سطح زیر کشت دیم می‌توان گفت که عملکرد محصولات زراعی دیم رابطه مستقیمی با نوسانات زمانی و مکانی بارش دارد (احمدوند و نجف‌پور، ۱۳۸۹). در این میان، یکی از مهم‌ترین شاخصه‌های این تفاوت وقوع اولین بارشی است که رطوبت خاک را به آستانه مناسب برای کشت رسانده و شرایط را برای کاشت به‌موقع فراهم می‌سازد (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹).

پژوهش‌های متعددی در مورد بارش و از جنبه‌های متفاوتی همانند تغییرات زمانی (موحدی و همکاران، ۱۳۹۱)، ناحیه‌بندی (نظری‌پور، ۱۳۹۳)، الگوهای همدید (رفعتی و همکاران، ۱۳۹۳)، سیلاب (شمسی‌پور و همکاران، ۱۳۹۷)، خشکسالی و ترسالی (کیانیان و همکاران، ۱۳۹۵) در کشور انجام گرفته است؛ اما بیشتر پژوهش‌های یادشده فارغ از اهمیت زمان رخداد بارش به‌ویژه برای فعالیت کشاورزی بوده است. با توجه به اینکه نوسان

1- Haigh

2- Mercy

3- Tavakkoli & Oweis

4- Adnan & Hayat Khan

5- Khichar & Niwas

زمانی بارش در مقیاس‌های زمانی متفاوت، یکی از ویژگی‌های بارشی است (ترامل^۱ و همکاران، ۲۰۱۶؛ کومار و همکاران^۲، ۲۰۱۳) و این موضوع در بخش کشاورزی بسیار تأثیرگذار است (مارتا^۳ و همکاران، ۲۰۱۵؛ دوبر^۴ و همکاران، ۲۰۱۶). در ایران پژوهش‌هایی با تأکید بر اهمیت زمان و مقدار بارش به‌خصوص اولین بارش رخداد در سال آبی به‌منظور تعیین تاریخ کاشت و پیش‌بینی تقویم زراعی انجام شده است. بیشتر پژوهش‌های داخلی با این رویکرد، بیشتر در مناطق دیم‌خیز ایران مانند مناطق غرب ایران (کمالی، ۱۳۷۶)، آذربایجان (کاضمی‌راد، ۱۳۷۷: ۱)، دشت سیلاخور استان خرم‌آباد (یاراحمدی، ۱۳۸۰: ۱)، استان کرمانشاه (مظفری و قائمی، ۱۳۸۱)، استان ایلام (محمدی، ۱۳۸۴)، شهرستان کرج (نوحی، ۱۳۸۴)، استان اردبیل (رسولی و سبحانی، ۱۳۸۶)، استان آذربایجان شرقی (کمالی و همکارانی، ۱۳۸۷) استان خراسان رضوی (موسوی بایگی، ۱۳۹۲) و مناطق عمده کشت گندم دیم ایران (عباسی و همکاران، ۱۳۹۷) انجام پذیرفته است. در این پژوهش‌ها به‌منظور مطالعه اهمیت اولین بارش‌های مؤثر در بخش کشاورزی، زمان بارش‌ها و مجموع آن به‌ویژه در ماه‌های اکتبر و نوامبر و به‌صورت فصلی و سالانه بررسی شده و فقط بر مقدار و زمان بارش تأکید شده و روند تغییرات سالانه تاریخ رخداد به‌همراه الگوهای گردش جو منجر به رخداد بارش‌ها، مورد تأکید نبوده است.

تغییرات سالانه بارش افزون بر شرایط جغرافیایی، ریشه در تغییرپذیری الگوهای جو به‌ویژه شرایط دینامیکی و انتقال رطوبت آن دارد. از آنجاکه دوره مرطوب در بیشتر مناطق ایران از پاییز آغاز می‌شود (کیانی و همکاران، ۱۳۹۸)؛ بنابراین تغییرپذیری سالانه رخداد اولین بارش‌های مؤثر و نتایج حاصل از آن به‌خصوص تقویم زراعی، تابع نوسانات زمانی الگوهای جوی است (خوشحال دستجردی و همکاران، ۱۳۹۴؛ بازگیر و همکاران، ۱۳۹۸). باتوجه به این ویژگی‌ها، برآورد دقیق بارش مؤثر در هر منطقه براساس الگوهای همدید و ویژگی‌های محیطی همچون بافت خاک و ویژگی‌های رطوبتی آن (بارکر^۵، ۲۰۰۵؛ هاوو^۶ و همکاران، ۲۰۱۹؛ عباسی، ۱۳۹۸: ۶) و ثبت تاریخ مراحل رشد و نمو محصولات وابسته به اولین بارش (سون^۷ و همکاران، ۲۰۰۷؛ لیو^۸ و همکاران، ۲۰۱۳؛ جعفری، ۱۳۹۶: ۶۱) اهمیت می‌یابد. براساس این دیدگاه‌ها در بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده، به نقش پارامترهای اقلیمی به‌خصوص توزیع زمانی و مقدار بارش در زمان مساعد برای رطوبت خاک اشاره شده است (ویلیامز و همکاران^۹، ۲۰۰۹؛ فالون^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۵؛ یوشیکا^{۱۱}، ۲۰۱۵؛ فلاوور و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۷)؛ بنابراین به‌منظور استفاده بهینه از این تغییرات و توزیع ناهمگن زمانی بارش در طول سال، نیازمند توجه به برنامه‌ریزی و مدیریت در زمینه‌های مختلف از جمله کشت سایر محصولات دیگر در زمان‌های مناسب با توجه به نوسانات بارش است (ویمالاسوریا^{۱۳} و همکاران، ۲۰۰۸؛ سدراس^{۱۴} و همکاران، ۲۰۰۳).

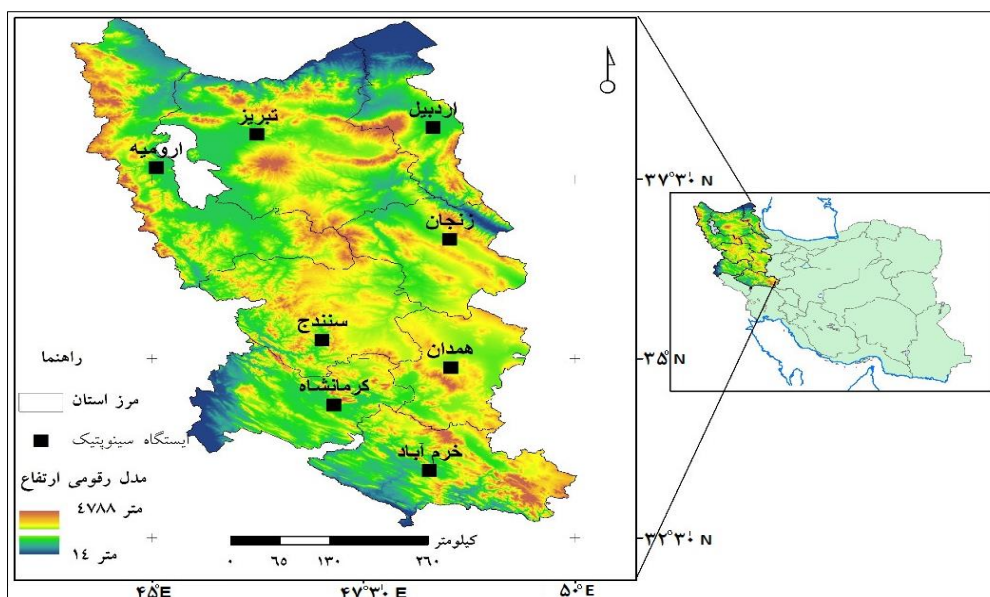
در پایان، نتایج حاصل از بررسی پژوهش‌های انجام‌شده نشان داد که در بیشتر مطالعات داخلی و خارجی، فقط

- 1- Trammell
- 2- Kumar
- 3- Marta
- 4- Dobor
- 5- Bakker
- 6- Hao
- 7- Sun
- 8- Liu
- 9- Williams
- 10- Falloon
- 11- Yoshioka
- 12- Flower
- 13- Wimalasuriya
- 14- Sadras

به اهمیت و ارتباط نوسانات زمانی وقوع اولین بارش با تاریخ کاشت محصولات زراعی به‌ویژه محصولات دیم پرداخته شده و الگوهای گردش جوی مؤثر در وقوع اولین بارش کمتر شناسایی شده است؛ همچنین در بیشتر مطالعات داخلی، دوره آماری مورد استفاده در بررسی بارش مؤثر محدود به پانزده تا بیست سال بوده است. در مجموع با توجه به افزایش سطح زیر کشت محصولات زراعی دیم به‌خصوص گندم در غرب و شمال غرب ایران، نوشتار پیش رو به بررسی آماری و شناخت سازوکارهای گردش جوی منجر به اولین بارش مؤثر و تغییرات سالانه آن پرداخته است؛ بنابراین با توجه به هدف پژوهش، اگر به شناخت مناسب از توزیع زمانی و سازوکارهای رخداد آن در قالب الگوهای همدیدی رسید، در عمل می‌توان براساس پیش‌بینی و نوسانات الگوهای سینوپتیکی، توزیع زمانی و مکانی اولین بارش مؤثر را پیش‌بینی کرد. در نهایت شناخت ویژگی‌های بارش، امکان اتخاذ برنامه‌ریزی بهتر کشت دیم را در کشور فراهم می‌سازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، شمال غرب و غرب ایران است که در عرض‌های جغرافیایی ۳۵ تا ۴۰ درجه شمالی و ۴۴ تا ۵۱ درجه طول‌های جغرافیایی شرقی قرار گرفته است. از نظر تقسیمات سیاسی، منطقه مورد بررسی شامل هشت استان (اردبیل، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، زنجان، کردستان، کرمانشاه، همدان و لرستان) است (شکل ۱). دو رویکرد عمده مطالعات آب‌وهواشناسی همدید، رویکردهای گردشی به محیطی و محیطی به گردشی است. در این مطالعه، از طبقه‌بندی و رویکرد محیطی به گردشی استفاده شد (یارنال^۱، ۱۹۹۳: ۱۰). با توجه به این رویکرد، ابتدا داده‌های ایستگاهی شامل بارش روزانه ایستگاه‌های مورد مطالعه، از زمان تأسیس ایستگاه‌های منتخب تا ۲۰۱۶ از سازمان هواشناسی کشور گرفته شد. در ادامه، برای شناسایی الگوهای همدید رخداد اولین بارش مؤثر و ترسیم نقشه‌های همدید مورد نظر، داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل^۲، رطوبت ویژه، مؤلفه‌مداری و نصف‌النهاری باد در ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در محدوده ۰ تا ۸۰ درجه شرقی و ۱۰ تا ۷۰ درجه شمالی با دقت مکانی ۲/۵ درجه قوسی از مرکز اروپایی پیش‌بینی میان‌مدت شرایط جوی (ECMWF) اخذ شد.



شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه و موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی منتخب

1- Yarnal

۲- در ادامه، واژه ژئوپتانسیل و هکتوپاسکال به‌منظور کوتاه‌نویسی، به‌صورت «ژ.پ.م.» و «ه.پ.» نوشته شده است.

در کشت گندم دیم، مقدار اولین بارش باید به اندازه‌ای باشد که بتواند رطوبت خاک را برای جوانه‌زنی و شروع مراحل بعد تأمین کند (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹). در نوشتار پیش رو با توجه به اهمیت تاریخ اولین بارش برای کشت دیم پاییزه به‌خصوص گندم (کشت در عمق پنج سانتی‌متر)، بارش مؤثر براساس اولین بارش‌های رخ داده در یک یا دو روز متوالی که حداقل پنج میلی‌متر بوده و پس از آن در فاصله زمانی کمتر از ده روز نیز روز بارشی‌ای رخ داده باشد، منظور شده است^۱ (کمالی، ۱۳۷۶؛ مظفری، ۱۳۸۰: ۱۷؛ بازگیر و همکاران، ۱۳۹۸)؛ اما با توجه به تغییرپذیری تاریخ رخداد اولین بارشی که چنین شرایطی را داشته باشد (اولین بارش مؤثر)، هدف پژوهش در گام نخست، استخراج این تاریخ در سال‌های مشاهداتی در منطقه مورد مطالعه و درگام بعد بررسی تغییرپذیری آن است. در مرحله اول، تاریخ‌های اولین بارش مؤثر مشخص و سپس تاریخ‌های استخراج‌شده به شماره روز ژولیزی^۲ تبدیل شده است؛ سپس به‌منظور بررسی تغییرات و روند احتمالی در سری‌های زمانی روزهای ژولیزی از آزمون تحلیل روند شامل آزمون ناپارامتری من-کندال (برای اطلاع بیشتر از مراحل محاسبه آن، به مطالعه کاریوز و همکاران^۱، ۲۰۱۰ مراجعه شود) و شیب خط رگرسیونی در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد. درنهایت، براساس میانگین اقلیمی و توزیع ویبول در سطح احتمال ۷۵٪ (علیزاده، ۱۳۹۷: ۷۹۷) محدوده رخداد تاریخ‌های اولین بارش مؤثر هر ایستگاه از رابطه ۱ به‌دست آمد.

$$P = \frac{m}{n+1} * 100$$

رابطه ۱

که در آن: P: احتمال وقوع؛ m: شماره ردیف؛ n: تعداد داده‌ها.

پس از مشخص شدن اولین بارش‌های مؤثر پنج میلی‌متر و بیش از پنج میلی‌متر، الگوهای همدید رخداد این بارش در تراز ۵۰۰ ه.ب. با استفاده از تحلیل خوشه‌ای - سلسله‌مراتبی بررسی شد. به‌منظور تعیین الگوها، ابتدا ماتریسی از داده‌های اولین بارش‌های مؤثر در ابعاد ۸۲۵×۹۵ تشکیل و در ادامه برای استخراج الگوهای نقشه‌ای از فاصله مبتنی بر همبستگی با ضریب آستانه همبستگی ۰/۶۵ استفاده شد. ضریب همبستگی آستانه که معرف درجه همانندی بین هر زوج نقشه است (یارنال^۳، ۱۹۹۳: ۶۶) با اعمال ضرایب متعدد و بررسی نتایج خوشه‌بندی به‌دست آمده است. در گام نهایی الگوهای استخراجی با روش چشمی پس‌پردازش‌شده و سپس با محاسبه ماتریس همبستگی درون‌گروهی، روزهای نماینده هر الگو برای نمایش شرایط همدید و سازوکار رخداد بارش استخراج و نقشه‌های همدیدی ترسیم شدند.

نتایج

فراوانی وقوع اولین روزهای بارش مؤثر در سال

در مجموع، ۲۳۹ مورد (روز) در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه به‌عنوان اولین بارش مؤثر در دوره آماری ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۶ شناسایی شد. از کل روزهای اولین بارش مؤثر، ۴۲ روز در یک ایستگاه و ۵۳ مورد به‌صورت مشترک در دو تا ۸ ایستگاه بوده است و درنهایت ۹۵ مورد به‌عنوان اولین بارش مؤثر برای تحلیل‌های آماری همدید انتخاب شدند. براساس نتایج، بیشترین وقوع اولین بارش مؤثر به‌صورت تک‌ایستگاهی بوده است؛ و پس از آن، بیشترین روزهای مشترک، به‌صورت دوا ایستگاهی و سه‌ایستگاهی به‌ترتیب فراوانی ۱۶ و ۱۵ مورد بوده است (شکل ۲).

۱- روز بارشی، روزی با حداقل ۰/۱ میلی‌متر بارش است.

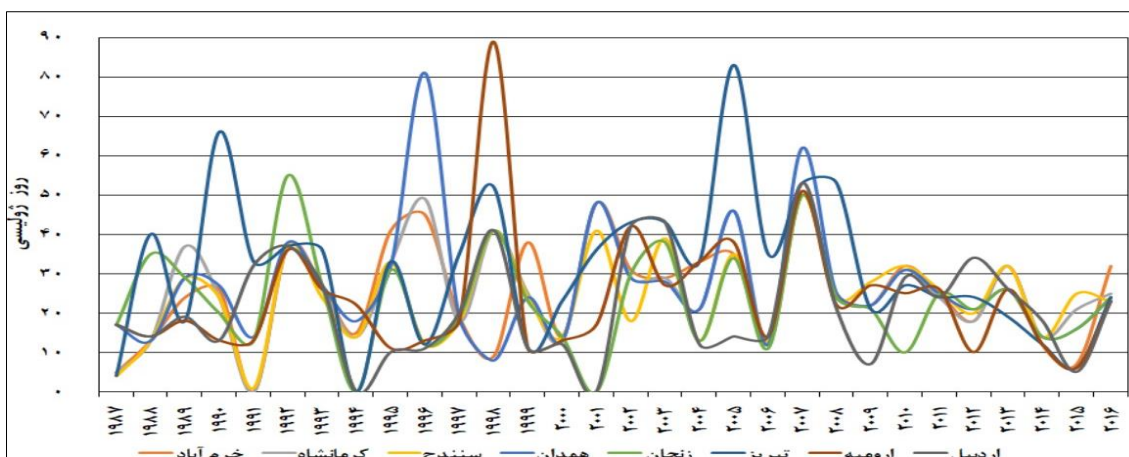
۲- عددی صحیح است؛ نشانگر تعداد روزهای گذرانده‌شده از مبدأ زمانی مشخصی است؛ در نوشتار پیش رو به‌علت اینکه شروع دروه بارشی ایران ماه اکتبر است، اول اکتبر مبدأ محاسبه شد.



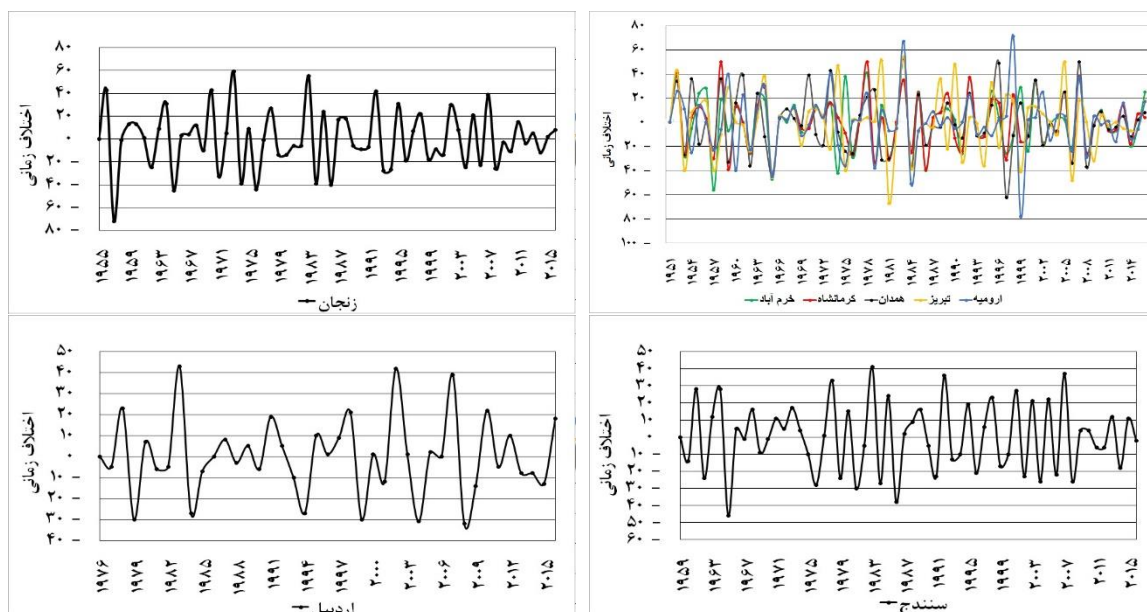
شکل ۲. نمودار ایستگاه‌های فراگیر دارای فراوانی روزهای مشترک ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۶

فروانی ماهانه رخداد اولین بارش‌های مؤثر در کل منطقه، ۶۳ مورد در ماه اکتبر، ۲۳ مورد در ماه نوامبر و ۱۱ مورد در ماه دسامبر بوده است.

سری زمانی سالانه (سی ساله دوره مشترک) روزهای ژولییستی (تاریخ) اولین بارش مؤثر ایستگاه‌ها، چند الگو را نشان می‌دهد. تغییرپذیری سالانه در دهه ۸۰، ۹۰ و دهه اول ۲۰۰۰ بالا بوده؛ اما در دهه اخیر قرن ۲۱ این تغییرپذیری به شکل محسوسی کاهش یافته است (شکل ۳)؛ همچنین نوسانات وقوع اولین بارش مؤثر (اختلاف زمانی وقوع اولین بارش مؤثر هر سال نسبت به سال قبل) نیز بررسی شد (شکل ۳). نتایج به دست آمده نشان داده که کمترین نوسانات سالیانه به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های اردبیل، سنندج، کرمانشاه، خرم‌آباد، همدان، تبریز و ارومیه است؛ همچنین این بررسی‌ها نشان داده که زمان رخداد اولین بارش مؤثر در بیشتر ایستگاه‌ها، با نوسانات بالا حاکم بوده و این نوسانات در طی این چند سال از میزان اختلافات هر سال نسبت به سال قبل کاسته است. برای نمونه در ایستگاه سنندج در سال‌های ۱۹۶۶ تا ۱۹۷۶ یا ایستگاه ارومیه در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۶ از میزان نوسانات سالانه وقوع اولین بارش مؤثر کاسته شده است. از دیگر نتایج قابل توجه، بررسی سری‌های زمانی و نوسانات آن، مشابه بودن روند تغییرات نوسانات زمانی شروع بارش‌های مؤثر هر سال نسبت به سال‌های قبل در همه ایستگاه‌ها در ده سال اخیر، یعنی از سال ۲۰۰۸ به بعد بوده است و از این سال به بعد، از شدت نوسانات نسبت به دو دهه قبل خود به شکل محسوسی کاسته شده است؛ همچنین از سال ۲۰۰۸ به بعد در همه ایستگاه‌ها، وقوع تاریخ‌های اولین بارش مؤثر به ماه اکتبر محدود شده است (شکل ۴).



شکل ۳. سری زمانی اولین روز وقوع بارش مؤثر سی ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۶)



شکل ۴. اختلاف بارش سالانه (یک سال نسبت به سال قبل) اولین روز وقوع بارش مؤثر در آمار بلندمدت (از بدو تأسیس تا ۲۰۱۶)

براساس نتایج آمار بلندمدت (از بدو تأسیس تا ۲۰۱۶)، روند تغییرات در ایستگاه‌های تبریز، سنندج و اردبیل مثبت بوده است. روند مثبت، بیانگر تغییرات افزایشی در زمان رخداد اولین روز بارشی است. بر این اساس، اولین بارش‌های مؤثر، با تأخیر زمانی همراه بوده و در زمانی دیرتر رخ داده‌اند؛ همچنین روند تغییرات در ایستگاه‌های همدان، زنجان، ارومیه، کرمانشاه و خرم‌آباد منفی است. روند منفی، تغییرات کاهش‌ی در زمان رخداد اولین روز بارشی را نشان می‌دهد و اولین بارش‌های مؤثر در این ایستگاه‌ها، با وقوع زود هنگام همراه بوده‌اند. بررسی وجود معنی‌داری روند روزهای ژولیزی با آزمون من-کندال در سطح ۵٪ نشان داد که روند تغییرات زمانی همه ایستگاه‌های مورد مطالعه، معنی‌دار نیست (جدول ۱). در ادامه، بررسی مطالعه نتایج سری زمانی و روند آماری سی‌ساله (دوره آماری مشترک) نشان داد که ایستگاه‌های سنندج، خرم‌آباد، اردبیل، کرمانشاه و ارومیه روند مثبت دارند؛ همچنین ایستگاه‌های تبریز، زنجان و همدان به ترتیب دارای روند منفی هستند (جدول ۱ و شکل ۳). بررسی معنی‌داری روند روزهای ژولیزی با آزمون من-کندال در سطح ۵٪ نشان داد که روند تغییرات در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه، معنی‌دار نیست (جدول ۱).

جدول ۱. روند زمانی روزهای ژولیزی از زمان بدو تأسیس ایستگاه‌ها تا سال ۲۰۱۶ و دوره آماری ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۶

ایستگاه	دوره آماری از بدو تأسیس		دوره آماری مشترک (سی‌ساله)	
	طول دوره آماری	شیب روند	معنی‌داری (٪)	شیب روند
ارومیه	۶۶	-۰/۰۳۲۸	فاقد روند	۰/۰۶۹
تبریز	۶۶	۰/۱۲۴۹	فاقد روند	-۰/۱۶۴۲
زنجان	۶۱	-۰/۱۷۲	فاقد روند	-۰/۱۴۷۹
همدان	۶۶	-۰/۱۹۹۹	فاقد روند	-۰/۰۲۰۲
سنندج	۵۸	۰/۱۰۸۹	فاقد روند	۰/۳۱۸۴
کرمانشاه	۶۶	-۰/۰۰۸۳	فاقد روند	۰/۱۳۹
خرم‌آباد	۶۶	-۰/۰۰۳۱	فاقد روند	۰/۱۴۳۸
اردبیل	۴۱	۰/۲۴۰۴	فاقد روند	۰/۱۴۲۶

نتایج بررسی سی ساله تاریخ‌های میانگین رخداد اولین بارش مؤثر هر ایستگاه مشخص کرد که زودترین زمان شروع بارش نسبت به میانگین، به ترتیب در ایستگاه‌های اردبیل، زنجان، ارومیه، سنندج، خرم‌آباد و کرمانشاه اتفاق افتاده؛ دیرترین زمان بارش نیز به ترتیب مربوط به ایستگاه تبریز و همدان است (جدول ۲). در ادامه، زودترین و دیرترین رخداد اولین بارش مؤثر و فاصله بین زودترین بارش و دیرترین بارش هر ایستگاه از زمان تأسیس تا ۲۰۱۶ (بلندمدت) و سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۶ (سی سال) مشخص شد. براساس نتایج به دست آمده از آمارهای سی ساله، بیشترین فاصله زمانی بین زودترین و دیرترین بارش‌ها به ترتیب در ایستگاه‌های ارومیه، تبریز و همدان و کمترین فاصله در ایستگاه‌های سنندج، اردبیل، خرم‌آباد، کرمانشاه و زنجان بوده است (جدول ۳).

الگوهای همدید اولین بارش مؤثر

همان‌طور که در بخش روش گفته شد، شناسایی الگوهای همدید اولین بارش مؤثر، براساس اولین روز بارشی یا دو روز متوالی با مقدار بارش پنج میلی‌متر و بیشتر به شرط رخداد حداقل یک روز بارشی در فاصله ده روز پس از آن انجام گرفته است. در مجموع ۹۵ روز مشترک و غیر مشترک در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه، به منظور شناسایی الگوهای همدید اولین بارش مؤثر مشخص شد (شکل ۵). مشخصه‌های هر خوشه به عنوان یک الگوی گردش جو شامل درصد رخداد، تعداد عضو، فراوانی رخداد در هر ماه، روز نماینده هر خوشه و میانگین بارش آورده شده است (جدول ۴). در نهایت، الگوهای همدید اولین بارش مؤثر فراگیر رخ داده در بیش از چهار ایستگاه مشخص شد (جدول ۵).

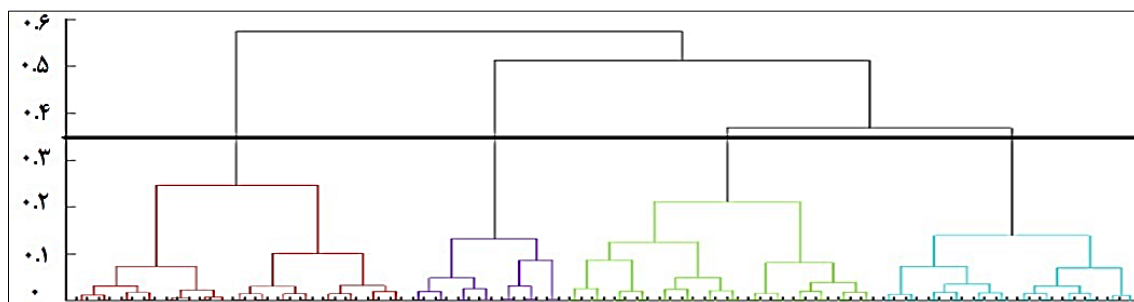
جدول ۲. تاریخ میانگین اقلیمی از زمان بدو تأسیس ایستگاه‌ها تا سال ۲۰۱۶ و دوره آماری ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۶

ایستگاه	دوره آماری از بدو تأسیس		دوره آماری مشترک (سی ساله)	
	میانگین اقلیمی	توزیع و بیول	میانگین اقلیمی	توزیع و بیول
اردبیل	۲۱ اکتبر	۱ نوامبر	۲۲ اکتبر	۲ نوامبر
سنندج	۲۲ اکتبر	۲ نوامبر	۲۵ اکتبر	۷ نوامبر
خرم‌آباد	۲۵ اکتبر	۷ نوامبر	۲۶ اکتبر	۸ نوامبر
کرمانشاه	۲۶ اکتبر	۸ نوامبر	۲۷ اکتبر	۱۰ نوامبر
زنجان	۲۶ اکتبر	۹ نوامبر	۲۴ اکتبر	۵ نوامبر
ارومیه	۲۷ اکتبر	۹ نوامبر	۲۵ اکتبر	۷ نوامبر
تبریز	۲۸ اکتبر	۱۱ نوامبر	۱ نوامبر	۱۷ نوامبر
همدان	۱ نوامبر	۱۷ نوامبر	۲۸ اکتبر	۱۱ نوامبر

جدول ۳. زودترین و دیرترین (روز ژولیس) رخداد اولین بارش مؤثر و فاصله بین (روز ژولیس) زودترین بارش و دیرترین بارش هر

ایستگاه از بدو تأسیس ایستگاه‌ها تا سال ۲۰۱۶ و دوره آماری ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۶

ایستگاه	دوره آماری از بدو تأسیس تا ۲۰۱۶ (بلندمدت)		دوره آماری مشترک (سی ساله)	
	دیرترین شروع	مجموع فاصله دیرترین و زودترین فاصله نسبت به میانگین	زودترین شروع	دیرترین شروع
اردبیل	۲۰	۳۳	۲۲	۳۱
ارومیه	۲۶	۶۳	۱۹	۶۴
تبریز	۲۷	۵۶	۳۲	۴۹
زنجان	۲۵	۶۳	۲۴	۳۱
همدان	۲۹	۵۰	۲۰	۵۳
کرمانشاه	۲۵	۴۱	۲۷	۲۸
خرم‌آباد	۲۴	۱۶	۲۶	۲۹
سنندج	۲۰	۲۹	۲۴	۲۵



شکل ۵. نمودار درختی خوشه‌ها و محل برش براساس ضریب همبستگی آستانه ۰/۶۵ (فاصله ۰/۳۵)

جدول ۴. مشخصه‌های خوشه‌های (الگوهای همدیدی) اولین بارش مؤثر

میانگین بارش	فراوانی رخداد			روز نماینده	تعداد عضو	درصد رخداد	الگو
	دسامبر	نوامبر	اکتبر				
۱۲/۴۹	۴	۱۰	۲۰	۱۱ نوامبر ۲۰۰۱	۳۴	۳۶	الگوی ۱ (ناوه کوتاه)
۹/۸۸	۰	۹	۱۶	۲ نوامبر ۲۰۱۰	۲۵	۲۶	الگوی ۲ (بندال امگا)
۹/۲	۰	۵	۱۵	۲۷ اکتبر ۲۰۱۳	۲۰	۲۱	الگوی ۳ (کم فشار بریده)
۱۶/۶۱	۰	۵	۱۱	۷ نوامبر ۱۹۹۲	۱۶	۱۷	الگوی ۴ (ناوه بلند مدیترانه)

جدول ۵. الگوهای همدیدی اولین بارش مؤثر به صورت فراگیر در ایستگاه‌های مورد مطالعه از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۶

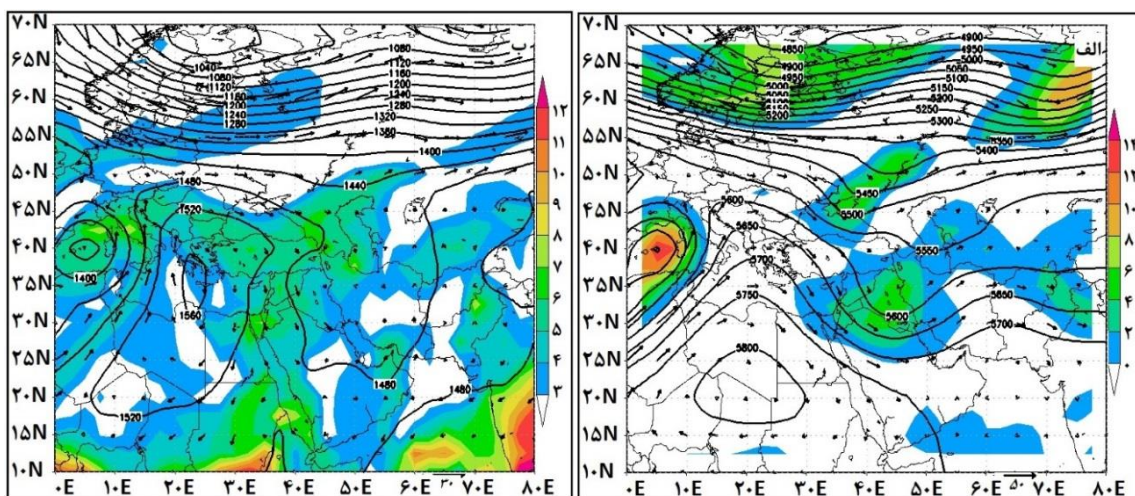
تعداد ایستگاه‌ها	سال	الگو	سال	الگو	سال	الگو	سال	الگو	سال	تعداد ایستگاه‌ها
۸	۲۰۱۱	الگو ۲	۱۹۹۳	الگو ۴						
۷	۲۰۱۴	الگو ۳	۲۰۰۶	الگو ۱	۲۰۰۰	الگو ۲	۱۹۹۷	الگو ۳	۱۹۹۲	الگو ۴
۶	۲۰۱۶	الگو ۲	۱۹۸۸	الگو ۲						
۵	۲۰۰۹	الگو ۱	۲۰۰۸	الگو ۲	۲۰۰۷	الگو ۱	۲۰۰۲	الگو ۴	۱۹۹۶	الگو ۳

الگوی همدیدی ناهه کوتاه

این الگو ۳۴ عضو دارد و با توجه به همبستگی میان روزهای این الگو، ۱۱ نوامبر ۲۰۰۱ به عنوان نماینده این الگو انتخاب شد. در تراز ۵۰۰ ه.پ، منطقه مورد مطالعه بین منحنی‌های پربندی ۵۵۵۰ و ۵۶۰۰ ژ.پ.م. شرق مدیترانه واقع شده است. منطقه مورد مطالعه، تحت تأثیر حرکت شرق سوی آن در روی عراق قرار گرفته است؛ همچنین وجود پرتافت بر روی جنوب اروپا ناشی از زبانه گسترش یافته پرتافت شمال آفریقا، شرایط را برای فرارفت هوای سرد و تقویت ناهه پیش گفته مهیا کرده است. در این نقشه، منطقه مورد مطالعه و شرق مدیترانه نسبت به مناطق اطراف خود در بیشینه تاوایی قرار گرفته‌اند و شرایط لازم به لحاظ دینامیکی، برای صعود هوا و ایجاد ناپایداری فراهم شده است (شکل ۶ الف). در تراز ۸۵۰ ه.پ. یک ناهه با راستای شمالی - جنوبی، تقریباً بیشتر مناطق شمال غرب ایران و عراق را دربر گرفته است. استقرار و اچرخند کشیده از شمال آفریقا و اروپای جنوبی باعث فرارفت هوای سرد داخل ناهه بر روی عراق و ایران شده است. در این الگو، ناهه کشیده تا عرض‌های جنوبی، از راه قسمت شرقی آن شرایط را برای تزیق هوای گرم و مرطوب دریای عمان و دریای سرخ فراهم کرده است. (شکل ۶ ب).

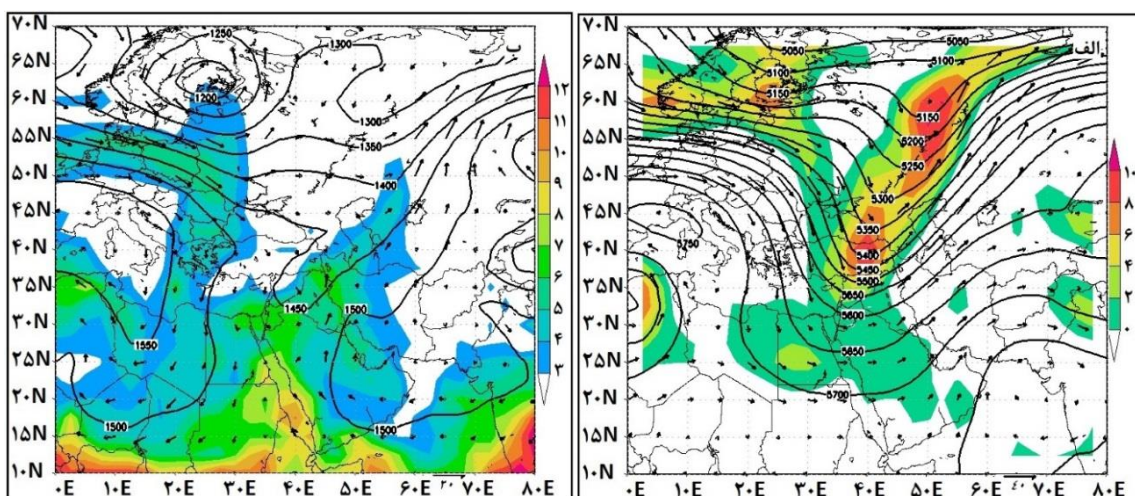
الگوی همدید بندال امگا

این الگو ۲۵ عضو دارد. با توجه به همبستگی میان روزهای این الگو، روز ۲۶ اکتبر ۲۰۱۱ به عنوان نماینده آن انتخاب شد که دارای همبستگی بالایی با روزهای دیگر است. نقشه ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ ه.پ، مشخص کننده الگوی بندال امگایی است و بارش منطقه بیشتر تحت تأثیر ناهه سمت راست آن قرار گرفته است. این ناهه با محور شمال شرقی - جنوب غربی از روی دریای آرال تا شرق مدیترانه کشیده شده است.



شکل ۶. الف: نقشه ترکیبی ارتفاع ژ.پ. (ژ.پ.م.) تراز ۵۰۰ ه.پ. (کنتور)، مقدار تاوایی (پهنه رنگی) و بردارهای سمت و سرعت باد (متر بر ثانیه)، ب: نقشه ترکیبی ارتفاع ژ.پ. (ژ.پ.م.) تراز ۸۵۰ ه.پ.، نم ویژه (گرم بر کیلوگرم) (پهنه رنگی) و بردارهای سمت و سرعت باد (متر بر ثانیه). تاریخ ۱۱ نوامبر ۲۰۰۱

در این الگو، پشته روی شمال آفریقا و اروپای شرقی به صورت یک سیستم مانع (بندال)، باعث انحراف بادهای غربی از مسیر حرکتشان شده است. فرارفت هوای سرد با این بندال باعث تقویت چرخندزایی بر روی مدیترانه شده است. در این الگو، به دلیل وجود بیشینه تاوایی مثبت در ناوه سمت راست بندال امگا و امتداد آن تا شرق مدیترانه و مناطق مورد مطالعه، شرایط لازم را به لحاظ دینامیکی برای صعود هوا و ایجاد ناپایداری فراهم کرده است (شکل ۷ الف). در نقشه تراز ۸۵۰ ه.پ. جهت جریانهای منطقه، جنوب و جنوب غربی است. در این تراز، قرارگیری یک چرخند روی شرق مدیترانه، باعث فرارفت هوای سرد عرضهای بالا به روی ایران شده است. در این الگو، به دلیل حرکت و اچرخندی روی عربستان از سمت جنوب دریای عرب و دریای عمان تا قسمت‌های مرکزی ایران، باعث انتقال هوای گرم و مرطوب دریاهای جنوبی به سمت غرب و شمال غرب ایران شده است (شکل ۷ ب).



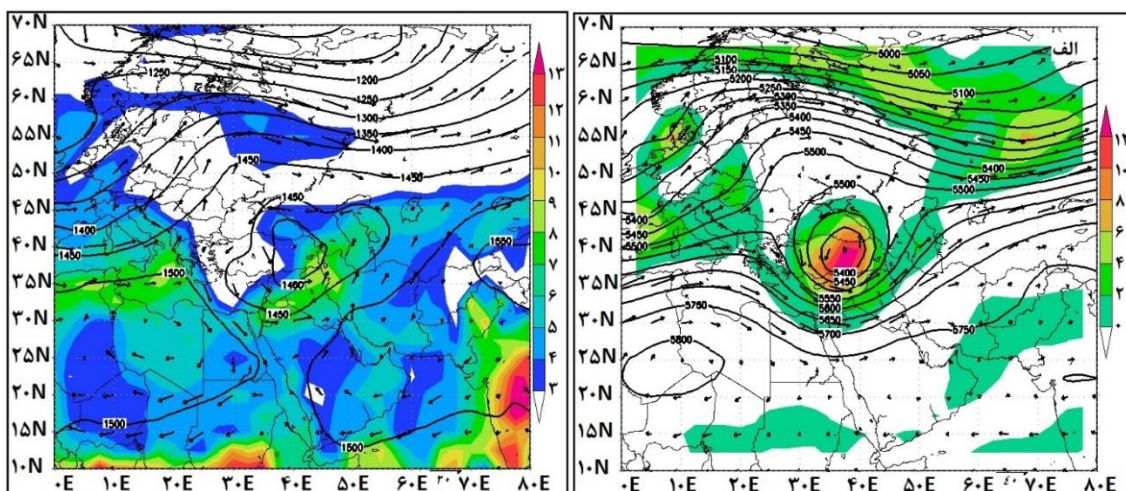
شکل ۷. الف: نقشه ترکیبی ارتفاع ژ.پ. (ژ.پ.م.) تراز ۵۰۰ ه.پ. (کنتور)، مقدار تاوایی (پهنه رنگی) و بردارهای سمت و سرعت باد (متر بر ثانیه)، ب: نقشه ترکیبی ارتفاع ژ.پ. (ژ.پ.م.) تراز ۸۵۰ ه.پ.، نم ویژه (گرم بر کیلوگرم) (پهنه رنگی) و بردارهای سمت و سرعت باد (متر بر ثانیه). تاریخ ۲۶ اکتبر ۲۰۱۱

الگوهای همدیدی کم فشار بریده

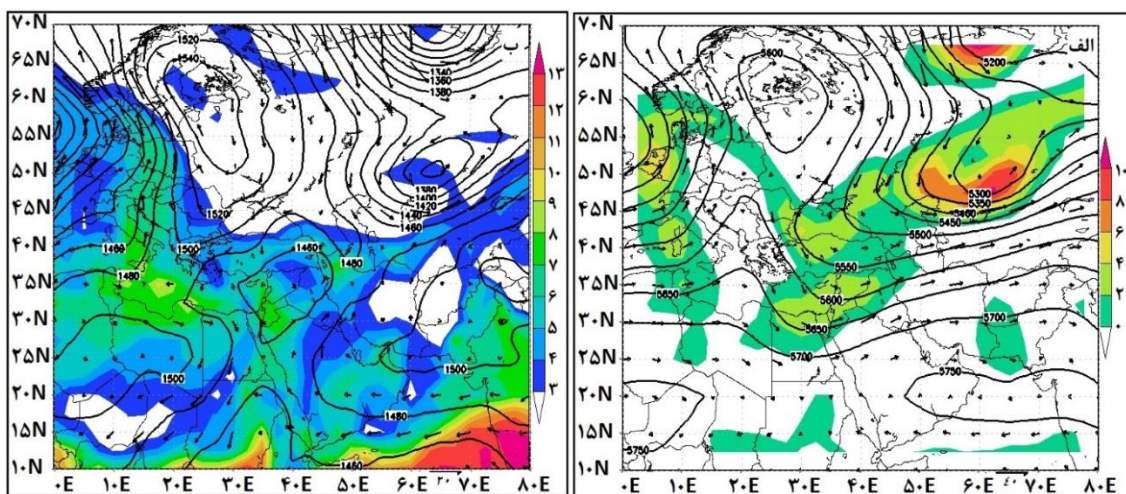
این الگو بیست عضو دارد. با توجه به همبستگی میان روزهای این الگو، روز ۲۹ اکتبر ۲۰۰۳ به عنوان نماینده آن انتخاب شد که دارای همبستگی بسیار بالایی با روزهای دیگر بود. در نقشه همدیدی تراز ۵۰۰ ه.پ.، کم فشار بریده در مرکز مدیترانه تشکیل شده و شمال غرب و غرب ایران در جلوی محور این ناوه واقع شده است. در این تراز، به دلیل وجود بیشینه تاوایی مثبت در شرق مدیترانه و امتداد آن تا مناطق مورد مطالعه، شرایط لازم به لحاظ دینامیکی برای صعود هوا و ایجاد ناپایداری فراهم شده است (شکل ۸ الف). در نقشه تراز ۸۵۰ ه.پ.، مرکز کم ارتفاعی با منحنی پربندی به ارتفاع ۱۴۰۰ ژ.پ.م. بر روی شرق مدیترانه، ترکیه و سوریه قرار گرفته که با حرکت چرخندی سبب فرارفت هوای سرد عرض‌های بالا به روی ایران شده است. در این تراز، منحنی پربندی ۱۵۰۰ ژ.پ.م. مناطق شرقی، مرکزی و جنوب غرب ایران را دربر گرفته و هوای گرم و مرطوب دریای جنوبی بر روی ایران فرارفت کرده است. در نتیجه شرایط لازم برای همگرایی رطوبت در شرق مدیترانه و شمال غرب و غرب ایران فراهم شده است (شکل ۸ ب).

الگوهای همدیدی ناوه بلند مدیترانه

این الگو ۱۶ عضو دارد. با توجه به همبستگی میان روزهای این الگو، روز ۷ نوامبر ۱۹۹۲ به عنوان نماینده آن انتخاب شد که دارای همبستگی بالایی با روزهای دیگر است. در نقشه ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ ه.پ.، ناوه کمابیش عمیق و بلندی از عرض‌های ۶۰ درجه تا عرض‌های ۲۰ درجه شمالی کشیده شده است و منطقه مورد مطالعه در قسمت جلوی محور ناوه قرار دارد؛ همچنین پشته روی اروپای شرقی با فرارفت هوای سرد عرض‌های بالا به روی دریای سیاه و مدیترانه باعث تقویت ناوه شکل گرفته مدیترانه شده است. در این تراز، به دلیل وجود بیشینه تاوایی مثبت از عرض‌های شمالی و شرق مدیترانه، شرایط لازم به لحاظ دینامیکی برای صعود هوا و ایجاد ناپایداری فراهم شده است (شکل ۹ الف). در تراز ۸۵۰ ه.پ. فرارفت هوای سرد از شمال اروپا به روی شرق مدیترانه و انتقال هوای گرم و مرطوب و اچرخند کشیده شده از عربستان به روی ایران، باعث تقویت جریانات ناپایداری شده است (شکل ۹ ب).



شکل ۸. الف: نقشه ترکیبی ارتفاع ژ.پ. (ژ.پ.م.) تراز ۵۰۰ ه.پ. (کنطور)، مقدار تاوایی (پهنه رنگی) و بردارهای سمت و سرعت باد (متر بر ثانیه). ب: نقشه ترکیبی ارتفاع ژ.پ. (ژ.پ.م.) تراز ۸۵۰ ه.پ.، نم ویژه (گرم بر کیلوگرم) (پهنه رنگی) و بردارهای سمت و سرعت باد (متر بر ثانیه). ۲۹ اکتبر ۲۰۰۳



شکل ۹. الف: نقشه ترکیبی ارتفاع ژ.پ. (ژ.پ.م.) تراز ۵۰۰ ه.پ. (کنتور)، مقدار تاوایی (پهنه رنگی) و بردارهای سمت و سرعت باد (متر بر ثانیه). ب: نقشه ترکیبی ارتفاع ژ.پ. (ژ.پ.م.) تراز ۸۵۰ ه.پ.، نم ویژه (گرم بر کیلوگرم) (پهنه رنگی) و بردارهای سمت و سرعت باد (متر بر ثانیه). ۷ نوامبر ۱۹۹۲

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی روند زمانی اولین بارش مؤثر و شناخت الگوهای هم‌دیدگی در غرب و شمال غرب کشور انجام گرفته است. ارتباط زمان شروع اولین بارش مؤثر با تاریخ کشت محصولات دیم به‌ویژه گندم دیم یکی از مهم‌ترین دلایل انتخاب این موضوع است. بررسی توزیع زمانی اولین بارش‌های مؤثر شمال غرب و غرب نشان داد که از کل روزهای بارشی شناسایی شده به‌منزله اولین بارش مؤثر، بیش از ۹۰٪ آن در ماه اکتبر (۹ مهر تا ۹ آبان) رخ داده است؛ همچنین براساس نتایج، بازه زمانی بهینه تاریخ‌های اولین بارش مؤثر در هر ایستگاه بدین‌صورت است که ایستگاه اردبیل از ۲۱ اکتبر تا ۲ نوامبر، ایستگاه ارومیه از ۲۵ اکتبر تا ۸ نوامبر، ایستگاه تبریز از ۲۹ اکتبر تا ۱۵ نوامبر، ایستگاه زنجان از ۲۵ اکتبر تا ۷ نوامبر، ایستگاه همدان از ۲۹ اکتبر تا ۱۵ نوامبر، ایستگاه کرمانشاه از ۲۵ اکتبر تا ۹ نوامبر، ایستگاه خرم‌آباد از ۲۵ اکتبر تا ۷ نوامبر و ایستگاه سنندج از ۲۳ اکتبر تا ۵ نوامبر. نتایج تاریخ‌های مشخص شده در هر ایستگاه با نتایج پژوهش‌های دین‌پژوه و موحدان‌ش (۱۳۷۵) در آذربایجان شرقی، غربی و اردبیل؛ کاظمی‌راد (۱۳۷۷) در آذربایجان غربی؛ کمالی (۱۳۷۶) در مناطق دیم‌خیز غرب کشور؛ یاراحمدی (۱۳۸۰) در دشت سیلاخور لرستان؛ محمدی (۱۳۸۴) در استان ایلام؛ رسولی و همکاران (۱۳۸۴) در استان اردبیل؛ نوحی (۱۳۸۴) در کرج؛ احمدالی و همکاران (۱۳۹۴) در کردستان؛ جعفری (۱۳۹۶) در شهرستان کرمانشاه و عباسی (۱۳۹۸) در تعیین تاریخ کاشت و شروع اولین بارش مؤثر در مناطق غرب و شمال غرب نزدیک است.

چهار الگوی هم‌دیدگی ایجادکننده اولین بارش مؤثر، براساس اولین روز بارشی یا دو روز متوالی با مقدار پنج میلی‌متر و بیشتر به‌شرط رخداد حداقل یک روز بارشی در فاصله ده روز از آن شناسایی شد. الگوهای مشخص شده در دوره مطالعاتی شامل ناوه کوتاه، بن‌دال امگا، کم‌ارتفاع بریده و ناوه بلند مدیترانه بوده‌اند. براساس نتایج به‌دست آمده، در الگوی ۱ منطقه مورد مطالعه در قسمت جلو محور ناوه کوتاه کشیده شده شرق مدیترانه است و این الگو از نظر بارشی با ویژگی‌هایی همچون بیشترین فراوانی روزهای بارش مؤثر، وقوع بارندگی‌های شدید و میانگین بالا روزانه همراه بوده است. الگوهای ۲ و ۳ به‌ترتیب به‌صورت تشکیل بلا کینگ امگایی و مرکز کم‌ارتفاع بریده بوده است. در این دو الگو، فرارفت هوای سرد عرض‌های شمالی و تزریق هوای گرم و مرطوب جنوبی بر

شدت و پایداری و فراگیر شدن بارش‌ها در ایستگاه‌ها افزوده است. نتایج بارش این دو الگو نشان داده که پس از الگوی ۱، بیشترین فراوانی روزهای بارشی را داشته‌اند؛ اما مقدار میانگین بارشی آن‌ها از الگوی اول و چهارم کمتر بوده است. این الگوها، بیشترین فراوانی روزهای بارش مؤثر را به صورت فراگیری هم‌زمان در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه دارند. الگوی ۴، ناشی از قرارگیری منطقه مورد مطالعه در قسمت جلو محور ناوه نسبتاً عمیق و کشیده شده شرق مدیترانه است. بارش در این الگو، دارای ویژگی‌هایی همچون فراوانی رخداد کم روزهای بارشی بوده و پس از الگو ۱ با بارندگی‌های روزانه شدید و با میانگین بالای روزانه همراه بوده است. مطالعات همدید الگوهای جوئی نشان داده که منبع رطوبت هر چهار الگو، دریا‌های شمالی اقیانوس هند (دریا‌های عرب و سرخ) و دریای مدیترانه بوده است.

در نهایت، الگوهای مشخص شده در نوشتار پیش رو با الگوهای همدید بارش‌زای پژوهش‌های دیگر به‌ویژه در منطقه مورد مطالعه مطابقت داده شد. نتایج این بررسی‌ها نشان داد که الگوی اول به دست آمده مشابه الگوی اول غیور و همکاران (۱۳۹۱) و الگوی دوم محمدی و مسعودیان (۱۳۸۶) است؛ همچنین الگوی دوم مشابه الگوی چهارم خورشیددوست و همکاران (۱۳۹۵)؛ الگوی پنجم رفعتی و همکاران (۱۳۹۳) و الگوی همدید مطالعه طاووسی (۱۳۹۵) بوده است. الگوی سوم نیز مشابه الگوی اول پروین (۱۳۹۴) و نتایج مطالعه امیدوار و همکاران (۱۳۸۹) است. در نهایت الگوی چهارم نیز با الگوی دوم مطالعه غیور و همکاران (۱۳۹۱)؛ الگوی سوم خورشیددوست و همکاران (۱۳۹۵) و الگو چهارم رفعتی و همکاران (۱۳۹۳) مشابه است.

نتیجه‌گیری

بارش یکی از مهم‌ترین متغیرهای اقلیمی است و از ویژگی‌های بارز این عنصر متغیر بودن آن در قلمرو زمان و مکان و به عبارتی تغییر در زمان شروع و خاتمه آن در مناطق گوناگون است؛ پس این موضوع تأثیر بسزایی در مسائلی از جمله فعالیت‌های کشاورزی، چراگاه‌ها، تأمین آب حوضه‌ها، تأمین آب قابل شرب، مدیریت منابع آب، بحران‌های خشک‌سالی، سیلاب، شرایط زیست‌محیطی و گردوخاک دارد. براساس مطالعات انجام شده، اولین بارش مؤثر نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای در تعیین تاریخ کشت محصولات دیم به‌خصوص گندم در مناطق مورد مطالعه دارد. در مجموع در پژوهش حاضر با هدف بررسی آماری و شناسایی الگوهای همدید تاریخ اولین روز با بارش مؤثر، متناسب با شرایط تاریخ کشت محصولات کشاورزی در فصل پاییز صورت گرفته است. بر این اساس، اولین بارش‌های با حداقل پنج میلی‌متر در یک یا دو روز متوالی و سپس وقوع بارش بعدی در فاصله زمانی کمتر از ده روز، به‌عنوان تاریخ اولین روز با بارش مؤثر تعیین شد. از مهم‌ترین نتایج قابل توجه نوشتار پیش رو، وجود کمترین نوسانات سالانه بارش و وقوع زود هنگام اولین روز با بارش مؤثر براساس میانگین اقلیمی در ایستگاه اردبیل و همچنین وجود بیشترین نوسانات سالانه بارش در ایستگاه ارومیه و تبریز و وقوع دیر هنگام اولین روز با بارش مؤثر براساس میانگین اقلیمی در تبریز بوده است. بررسی نوسانات زمانی رخداد اولین بارش مؤثر نشان داد که این نوسانات از الگوی خاصی پیروی نکرده و به صورت دوره‌ای صورت نگرفته است. تنها نکته قابل توجه در بررسی نوسانات اولین بارش مؤثر در همه ایستگاه‌ها، مشابه بودن و کم شدن تغییرات نوسانات در دهه اخیر، یعنی از سال ۲۰۰۸ به بعد بوده است و این بارش‌ها در این دهه اخیر، همه در ماه اکتبر رخ داده است.

در پایان این پژوهش پیشنهاد می‌شود که در بررسی‌های آتی به تعیین دقیق اندازه بارش مؤثر براساس ویژگی‌های دیگر مثل نوع بافت خاک، ارتفاع ایستگاه و سایر ویژگی‌های مؤثر دیگر در هر منطقه با توجه به روابط تجربی موجود در این نوع بارش‌ها، مدل‌سازی و استفاده از داده‌های سنجش از دوری پرداخته شود؛

همچنین با توجه به نتایج مربوط به شکل نوسانات اولین بارش مؤثر در این دهه اخیر (از ۲۰۰۸ به بعد) لازم است که علت همدید و شرایط جغرافیایی این تغییرات بارش نسبت به سال‌های قبل در هر ایستگاه بررسی شود. در مجموع، نتایج به دست آمده نشان داد که می‌توان با شناخت مناسب از توزیع زمانی و سازوکارهای رخداد اولین بارش مؤثر، به شناخت بهتر نوسانات شروع بارشی و برنامه‌ریزی بهتر در تعیین تقویم کشت محصول زراعی به‌ویژه کشت دیم رسید.

منابع

- ابراهیمی، قنبر (۱۳۹۶). برآورد بارش مؤثر و محاسبه نیاز آبی کشتزار برنج در استان مازندران و پهنه‌بندی آن بر اساس روش‌های *TOPSIS* و *VIKOR*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی.
- احمدالی، خالد؛ حسینی پزوه، نازگل؛ لیاقت، عبدالمجید (۱۳۹۴). تعیین زمان بهینه کشت گندم دیم در استان کردستان. *نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)*، ۲۸ (۴)، ۹-۱۸.
- احمدوند، محمدرحیم؛ نجف‌پور ذبیح‌اله (۱۳۸۹). بررسی سطح زیرکشت، تولید و سیاست‌های حمایتی گندم طی برنامه‌های اول تا چهارم توسعه. *پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۱۸ (۵۳)، ۷۳-۵۹.
- امیدوار، کمال؛ صفی‌پور، فرشاد؛ محمودآبادی، مهدی؛ الفتی، سعید (۱۳۸۹). تحلیل همدیدی اثرهای سردچال در وقوع بارش‌های شدید در نواحی مرکز و جنوب غرب ایران. *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۱۴ (۴)، ۱۶۱-۱۹۱.
- بازگیر، سعید؛ کریمی، مصطفی؛ جعفری، ایوب (۱۳۹۸). ارتباط الگوهای همدید بارش مؤثر با تاریخ کشت و عملکرد گندم دیم در کرمانشاه. *مجله جغرافیای طبیعی*، ۵۱ (۱)، ۷۳-۸۶.
- پروین، نادر (۱۳۹۴). بررسی الگوهای بزرگ‌مقیاس گردش جوی مرتبط با وقوع توفان‌های شدید حوضه آبریز زاب. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۵ (۳۹)، ۳۳-۵۵.
- جعفری، ایوب (۱۳۹۶). *تحلیل همدیدی تخمین عملکرد کشت گندم دیم در استان کرمانشاه*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران.
- حق‌پرست، رضا (۱۳۹۲). *اصول زراعت گندم دیم (آمیخته دانش جدید و بومی)*. تهران: آموزش و ترویج کشاورزی.
- خورشیددوست، علی‌محمد؛ مفیدی، عباس؛ رسولی، علی‌اکبر؛ آرم، کامل (۱۳۹۵). تحلیل همدیدی سازوکارهای وقوع بارش‌های سنگین بهاره در شمال غرب ایران. *مجله مخاطرات محیط طبیعی*، ۵ (۸)، ۵۳-۸۲.
- خوشحال دستجردی، جواد؛ نظری، عبدالقدیر؛ عبدالعظیم، فانقرمه؛ فلاحی، حسین‌علی (۱۳۹۴). پیش‌بینی آماری - سینوپتیکی وقوع ریزش باران در زمان کاشت و برداشت گندم دیم در شهرستان گنبد کاووس. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۵ (۱۶)، ۱۶۵-۱۸۱.
- دین‌پزوه، یعقوب؛ موحدانش، علی‌اصغر (۱۳۷۵). تعیین مناطق مساعد برای تولید غلات دیم با توجه به بارش‌های ماهانه (در آذربایجان شرقی، غربی، اردبیل). *نیوار*، ۳ (۳)، ۲۵-۳۸.
- رسولی، علی‌اکبر؛ قاسمی گلعدانی، کاظم؛ سبحانی، بهروز (۱۳۸۴). نقش بارش و ارتفاع در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (مورد مطالعه: استان اردبیل). *مجله جغرافیا و توسعه*، ۳ (۵)، ۱۸۳-۱۹۹.
- رسولی، علی‌اکبر؛ سبحانی، بهروز (۱۳۸۶). نقش بارندگی در تعیین مناطق مساعد و تاریخ مناسب کشت گندم دیم در استان اردبیل. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۲۰ (۳)، ۱۰۲-۱۱۷.
- رفعتی، سمیه؛ حجازی‌زاده، زهرا؛ کریمی، مصطفی (۱۳۹۳). تحلیل همدیدی شرایط رخداد سامانه‌های همرفتی با بارش بیش از ۱۰ میلی‌متر در جنوب غرب ایران. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۴۶ (۲)، ۱۳۷-۱۵۶.
- روشنی، احمد؛ پرک، فاطمه (۱۳۹۷). تحلیل واگرایی شار رطوبت از منابع رطوبتی اطراف ایران و اثرات آن بر توزیع فضایی نابرابر بارش در نیمه جنوبی ایران. *هواشناسی و علوم جو*، ۱ (۱)، ۲۵-۳۸.

- سالاروند، مسعود (۱۳۹۶). بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر بارش مؤثر و تولید گندم دیم در استان اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
- شمسی‌پور، علی‌اکبر؛ کاکلی، سیف‌اله؛ جعفری، ایوب؛ جاسمی، سید میثم (۱۳۹۷). واکاوی همدید - ترمودینامیکی بارش‌های سنگین غرب و جنوب غرب ایران (مطالعه موردی ۱۲ تا ۱۵ آوریل ۲۰۱۶). *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری*، ۲۲ (۶۴)، ۱۴۹-۱۶۷.
- طاووسی، تقی (۱۳۹۵). تحلیل الگوی همدید و نمایه قائم هوا در بارش‌های شدید مورد: بارش‌های شدید مهر ۱۳۹۰ جنوب شرق ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۳۱ (۲)، ۱۲۱-۱۲۹.
- عباسی، فائزه؛ محمدی، حسین؛ بازگیر، سعید؛ آزادی، مجید (۱۳۹۷). برآورد تاریخ بهینه کشت و مراحل حساس رشد به تنش آبی در مناطق عمده کشت گندم دیم ایران. *مدیریت آب و آبیاری*، ۸ (۲)، ۲۶۷-۲۸۷.
- عباسی، فائزه (۱۳۹۸). *رابطه تغییرات شار رطوبت و بارش مؤثر در مناطق عمده کشت گندم دیم ایران*. رساله دکتری دانشگاه تهران.
- علیزاده، امین (۱۳۹۷). *اصول هیدرولوژی کاربردی*. مشهد: دانشگاه امام رضا (ع).
- غیور، حسنعلی؛ حلبیان، امیرحسین؛ صابری، بیژن؛ حسنعلی پورجزی، فرشته (۱۳۹۱). بررسی رابطه بارش‌های سنگین با الگوهای گردشی جو بالا مطالعه موردی: استان خراسان جنوبی. *مخاطرات محیط طبیعی*، ۱ (۲)، ۱۱-۲۷.
- قربانی، محمدحسین؛ هارتونیان، هریک؛ سلطانی، افشین؛ کامکار، بهنام (۱۳۸۹). نقش پنجه‌ها بر عملکرد گندم در شرایط کشت دیم و خاک شور در فواصل ردیف و تراکم‌های مختلف. *تولید گیاهان زراعی*، ۳ (۴)، ۱۲۵-۱۴۲.
- کاظمی‌راد، مظفر (۱۳۷۷). *تعیین زمان و منطقه مساعد کشت گندم دیم در آذربایجان غربی براساس توزیع دما و بارش*. پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی دانشگاه تربیت معلم.
- کمالی، غلامعلی (۱۳۷۶). تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت گندم در مناطق دیم‌خیز غرب کشور با استفاده از داده‌های اقلیمی و شروع بارندگی. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۴۵ (۴۵)، ۱۳-۲۴.
- کمالی، غلامعلی؛ صدقیان‌پور، علی؛ صداقت‌کردار، عبدالله؛ عسگری، احمد (۱۳۸۷). بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان شرقی. *مجله آب‌و‌خاک*، ۲۲ (۲)، ۴۶۷-۴۸۳.
- کیانی، مهرداد؛ لشکری، حسن؛ قائمی، هوشنگ (۱۳۹۸). تحلیل آماری - همدیدی رخداد شدیدترین بارش‌های غرب ایران. *جغرافیا و پایداری محیط*، ۹ (۴)، ۱۷-۳۸.
- کیانیان، محمدکیا؛ صالح پورجم، امین؛ حاجی محمدی، حسن؛ رسولی، فهیمه (۱۳۹۵). بررسی و ارتباط خشکسالی و ترسالی‌های غرب ایران با الگوهای سینوپتیکی جو. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۶ (۲۲)، ۱۷۵-۱۹۲.
- محمدی، حسین (۱۳۸۴). تعیین تقویم مناسب کشت گندم دیم با استفاده از شاخص شروع بارندگی. *مجله پژوهش‌های جغرافیایی*، ۳۷ (۵۱)، ۱۵-۳۱.
- محمدی، حسین؛ مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۶). ارتباط تیپ‌های همدید هوای ایستگاه سنندج با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال. *مجله جغرافیا و توسعه*، ۹ (۹)، ۳۹-۵۶.
- مظفری، غلامعلی (۱۳۸۰). *ارزیابی قابلیت‌های محیطی کشت گندم دیم در استان کرمانشاه*. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.
- مظفری، غلامعلی؛ قائمی، هوشنگ (۱۳۸۱). تحلیل شرایط بارش در سطح نواحی دیم‌خیز مورد مطالعه: شرق کرمانشاه. *پژوهش‌های جغرافیایی*، ۳۴ (۳۲)، ۱۰۳-۱۱۹.
- موحدی، سعید؛ عساکره، حسین؛ سبزی‌پور، علی‌اکبر؛ مسعودیان، سید ابوالفضل؛ مریانجی، زهره (۱۳۹۱). بررسی تغییرات الگوی فصلی بارندگی در استان همدان. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۲۸ (۱۰۹)، ۳۸-۴۸.
- موسوی، سید سعید؛ کاراندیش، فاطمه؛ طبری، حسین (۱۳۹۵). تغییرات زمانی و مکانی بارش در ایران تحت تأثیر تغییر اقلیم تا سال ۲۱۰۰. *مجله مهندسی آبیاری و آب ایران*، ۷ (۲۵)، ۱۵۲-۱۶۵.

- موسوی بایگی، محمد؛ اشرف، بتول؛ رمضان زاده هژبر، فرشته (۱۳۹۲). شناسایی مناطق مستعد و تعیین تاریخ کشت مناسب گندم در مناطق دیم کاری استان خراسان رضوی. فصلنامه پژوهش های کاربردی زراعی، (۹۹)، ۱۳۱-۱۴۰.
- نادی، مهدی؛ خلیلی، علی (۱۳۹۲). طبقه بندی اقلیم بارش ایران با روش تحلیل عاملی - خوشه ای. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۴ (۳)، ۲۳۵-۲۴۲.
- نظری پور، حمید (۱۳۹۳). نواحی تداوم بارش ایران. فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۱۲ (۳۶)، ۱۹۵-۲۰۸.
- نوحی، کیوان (۱۳۸۴). تحلیل بارندگی کرج به منظور تعیین تاریخ کاشت گندم دیم. مجله نیوار، ۳۰ (۵۸-۵۹)، ۹۵-۱۰۳.
- وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۷). گزارش محصولات زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ معاونت برنامه ریزی و اقتصادی. تهران: مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- یاراحمدی، داریوش (۱۳۸۰). بررسی تأثیر اقلیم بر کشاورزی دشت سیلاخور با تأکید بر کشت گندم دیم. پایان نامه کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه تهران.
- یارنال، برنت (۱۳۸۵). اقلیم شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی. مترجم: سید ابوالفضل مسعودیان. اصفهان: دانشگاه اصفهان.

References

- Abbasi, F., Mohammadi, H., Bazgeer, S. & Azadi, M. (2018). Estimation of the optimum cultivation date and susceptible growth stages to water stress for major areas of rain-fed wheat in Iran. *Water and Irrigation Management*, 8 (2), 267-287. (In Persian)
- Abbasi, F. (2018). *The relationship between moisture flux changes and effective rainfall in major areas of rainfed wheat cultivation in Iran*. Ph.D. thesis, University of Tehran. (In Persian)
- Adnan, Sh. & Hayat Khan, A. (2008) Effective rainfall for irrigated agriculture plains of Pakistan. *Journal of Meteorology*, 6, 61-72.
- Agriculture-Jihad Ministry. (2018). *Crop Production Report 2016-2017 Deputy Minister of Planning and Economy*. Tehran: Information and Communication Technology Center. (In Persian)
- Ahmadali, Kh., Hosseini Pajouh, N. & Liaghat, A. (2015). Determination of optimal planting date of rainfed wheat in Kurdistan Province Iran. *Agronomy*, 4 (109), 9-18. (In Persian)
- Ahmadvand, M. R. & Najafpour, Z. (2010). Investigating the level of cultivation, production and supportive policies of wheat during the first to fourth development plans. *Economic Research and Policies*, 18 (53), 59-73. (In Persian)
- Alizadeh, A. (2018). *The principal of applied hydrology*. Mashhad: Emam Reza University. (In Persian)
- Bakker, M. M., Govers, G., Ewert, F., Rousevell, M. & Jones, R. (2005). Variability in regional wheat yield as a function of climate, soil and economic variable, Assessing the risk of confounding. *Agriculture, ecosystems & environment*, 110 (3-4), 195-209.
- Bazgeer, S., Karimi, M. & Jafari, A. (2019). Relationship of Synoptic Patterns of Effective Precipitation with Planting Date and Yield of Rain-fed Wheat in Kermanshah. *Physical Geography Research Quarterly*, 51 (1) 1, 73-86. (In Persian)
- Dinpajoh, Y. & Movaheddansh, A. (1997). Determination of favorable areas for dryland grains production considering the monthly rainfall of East Azarbaijan, West and Ardebil. *Geographical Research Quarterly*, (3), 25-38. (In Persian)
- Dobor, L., Barcza, Z., Hlásny, T., Árendás, T., Spitkó, T. & Fodor, N. (2016). Crop planting date matters, Estimation methods and effect on future yields. *Agricultural and Forest Meteorology*, 223, 103-115.
- Ebrahimi, Gh. (2017). *The Estimation of amount of Raining and the Computation of the need for water in the state Mazandaran and its deviation based on AHP TOPSIS and Vikor methods*. M.Sc. Thesis, University of Mohaghegh Ardabili. (In Persian)
- Falloon, P., Bebbber, D., Bryant, J., Bushell, M., Challinor, A. J., Dessai, S., Gurr, S. & Koehler, A. K. (2015). Using climate information to support crop breeding decisions and adaptation in agriculture. *World Agriculture*, 5 (1), 25-43.

- Flower, K. C., Ward, P. R., Cordingley, N., Micin, S. F. & Craig, N. (2017). Rainfall, rotations and residue level affect no-tillage wheat yield and gross margin in a Mediterranean-type environment. *Field Crops Research*, 208, 1-10.
- Gayoor, H. A., Halabian, A. H., Saberi B., Hossain, F. & Poorjazi, A. (2013). Investigating the Relation Between Heavy Precipitation and Circulation Patterns of the Upper Atmosphere case study, Southern Khorasan Province. *Natural Environment Hazards*, 1 (2), 11-27. (In Persian)
- Ghorbani, M. H., Harutyunyan, H., Soltani, A. & Kamkar, B. (2011). Tillers contribution on wheat yield in rainfed and saline soil in different row spacing and plant density. *Electronic Journal of Crop Production*, 3 (4), 125-142. (In Persian)
- Haghparsat, R. (2013). *Principles of rain-fed wheat cultivation (mixed with new and indigenous knowledge)*. Tehran: Agricultural Education and Promotion Publications. (In Persian)
- Haigh, M. J. (2014). Sustainable management of head water resources: The Nairobi headwater declaration (2002) and beyond. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 1 (1, 2), 17-28.
- Hao, Z., Zhao, H., Zhang, C., Wang, H. & Jiang, Y. (2019). Detecting Winter Wheat Irrigation Signals Using SMAP Gridded Soil Moisture Data. *Remote Sensing*, 11 (20), 2390.
- Jafari, A. (2017). *Synoptic Analysis of Yield Estimation for Rain-fed wheat in Kermanshah province*. M.Sc. Thesis, University of Tehran. (In Persian)
- Kamali, Gh. (1997). Determination of the most suitable data of plantation for wheat in dry land of the western regions of Iran with application of climatic potentials and start of rain, *Geographical Researches*, 12 (2), 13-24. (In Persian)
- Kamali, Gh., Sadaghianpour, A., Sedaghat, A. A. A. & Sghari, A. (2008). The climatic zoning of dryland wheat in Eastern Azerbaijan. *Water and Soil Science*, 22 (2), 467- 483. (In Persian)
- Karpouzou, D. K., Kavalieratou, S. & Babajimopoulos, C. (2010). Non parametric trend analysis of rainfall data in Pieria Region basin. Ethiopia. *Physics and Chemistry of the Earth*, 61-62, 32-42.
- Kazemirad, M. (1999). *Determining the time and favorable region for rainfed wheat cultivation in West Azerbaijan based on temperature distribution and precipitation*. M.Sc. Thesis, University of Tehran. (In Persian)
- Khichar, M. L. & Niwas, I. (2006). Microclimatic profiles under different sowing environment in wheat. *Agrometeo*, 8, 201-209.
- Khorshiddoust, A. M., Mofidi, A., Rasouli, A. A. & Azarm, K. (2016). A Synoptic analysis for the occurrence of springtime heavy rainfall in the Northwest of Iran. *Natural environment hazards*, 5 (8), 53-82. (In Persian)
- Khoshal Dastjerdi, J., Nazari, A. & Ghangharmeh, A. (2015). Predicting isometropia- rainfall in dry wheat implantation and cultivation in Gonbad Kavoos province. *Geographical Planning of Space Quarterly Journal*, 5 (16), 165-181. (In Persian)
- Kiani, M., Lashkari, H. & Ghaemi, H. (2020). Statistical - Synoptic Analysis of the Extreme Precipitation in Western Iran. *Geography and Sustainability of Environment*, 9 (4), 17-38. (In Persian)
- Kiyaniyan, M. K., Salehpour, A., Hajimohammadi, H. & Rasouli, F. (2017). Review and relationship between Western Iranian Wet years and drought and atmospheric synoptic patterns. *Geographical Planning of Space Quarterly Journal*, 6 (22), 175-192. (In Persian)
- Kumar, P. V., Bindi, M., Crisci, A. & Maracchi, G. (2013). Detection of variations in precipitation at different time scales of twentieth century at three locations of Italy. *Weather and Climate Extremes*, 2, 7-15.
- Liu, Z., Hubbard, K. G., Lin, X. & Yang, X. (2013). Negative effects of climate warming on maize yield are reversed by the changing of sowing date and cultivar selection in Northeast China. *Global Change Biology*, 19 (11), 3481-3492.
- Marta, A. D., Orlando, F., Mancini, M., Guasconi, F., Motha, R., Qu, J. & Orlandini, S. (2015). A simplified index for an early estimation of durum wheat yield in Tuscany (Central Italy). *Field Crops Research*, 170, 1-6.
- Mercy, I. C. (2015). Trend analysis of rainfall pattern in Enugu state, Nigeria. *European Journal of*

Statistics and Probability, 3, 12-18.

- Mohammadi, B. & Masoudian, S. A. (2007). The study on relationship of the synoptic weather types of Sanandaj station with circulation patterns of 500 hPa. *Geography and Development Iranian Journal*, (9), 39-56. (In Persian)
- Mohammadi, H. (2005). Determining the appropriate calendar for rain-fed wheat cultivation in Ilam province using rainfall start index. *Geographical Studies*, 37 (51), 15- 31. (In Persian).
- Mosavi Baygi, M., Ashraf, B. & Ramazanzadeh, H. F. (2013). The recognition of suitable region and determination of planting date of wheat in rain-fed region in Khorasan Razavi Province. *Field Crops Research*, (99),131-141 (In Persian)
- Mousavi, S. S., Karandish, F. & Tabari, H. (2016). Temporal and spatial variation of rainfall in Iran under climate change until 2100, *Irrigation & Water Engineering*, 7 (25), 152. (In Persian)
- Movahedi, S., Asakereh, H. & Maryanji, Z. (2014). Investigating the Changes of Seasonal rainfall pattern in Hamedan province. *Geographical Research*, 28 (2), 33-48. (In Persian)
- Mozafari, Gh. & Ghaemi, H. (2002). Analysis of precipitation conditions in the rainfed areas studied, East Kermanshah. *Geographical Research Quarterly*, 34 (42), 103-119. (In Persian).
- Mozafari, Gh. A. (2001). *The assessment of environmental suitability of rain-fed wheat cultivation in Kermanshah province*. PhD Thesis, Tarbiat Modares University. (In Persian)
- Nadi, M. & Khalili, A. (2013). Classification of Iran's precipitation climate using factor-cluster analysis method. *Irrigation Science and Engineering*, 44 (3), 235-242. (In Persian)
- Nazaripor, H. R. (2014). Iran is continuing areas. *Geography and Development*, 36, 208-195. (In Persian)
- Noohi, K. (2006). Analysis of Rainfall in order to Determine of Sowing Date of Wheat in Karaj Region. *Nivar*, 30 (58-59), 95-103. (In Persian)
- Omidvar, K., safarpour, F., mahmodabadi, M. & olfati, S. (2011). a synoptic analysis of cut-off low effects in the event of severe precipitations of central and southwestern regions of iran. *Spatial Planning (Modares Human Sciences)*, 4 (68), 161-189. (In Persian)
- Parvin, N. (2015) Large-scale atmospheric circulation patterns associated with the occurrence of severe storms Zab basin. *Researches in Geographical Sciences*, 15 (39), 33-55. (In Persian)
- Rafati Alashti, S., Hejazizadeh, Z. & Karimi, M. (2014). Synoptic Analysis of the Conditions for Occurrence of Mesoscale Convective Systems. *Physical Geography Research Quarterly*, 46 (88), 137-156. (In Persian)
- Rasouli, A. A., & sobhani, B. (2005). the role of precipitation in the determination of suitable areas and appropriate date for dryland wheat cultivation in ardebil province. *Geographical Research*, 3 (78), 102-117. (In Persian)
- Rasouli, A. A., Ghasemi, K. & Sobhani, B. (2006). The Role of Precipitation and Elevation in Determine of the Favorable Area for Dry-Farming Wheat with Usage of GIS Study Case, Ardebil Province. *Geography and Development Iranian Journal*, 3 (5), 183-200. (In Persian).
- Roshani, A., Parak, F. (2018). Divergence analysis of moisture flux originating from moisture sources around Iran and its effects on the unequal spatial distribution of precipitation in the southern part of Iran. *Meteorology and Atmospheric Sciences (JMAS)*, 1, 25-38. (In Persian).
- Sadras V., Rogeta D. & Krause K. (2003). Dynamic cropping strategies for risk management in dry-land farming systems. *Agricultural Systems*, 76 (3), 929-948.
- Salarvand, M. (2017). *Evaluation of the Influence of Climat Chang on effective rainfall and rain-fed Whea yIeld (Case study, Isfahan Province)*. M.Sc. Thesis, Sari. Agricultural Scienes and Natural Resources University. (In Persian)
- Shamsipoor, A., Kaki, S., Jafari, A. & Jasemi, S. M. (2018). Synoptic and Thermodynamic Analysis of Heavy rainfall in the west and southwest of Iran (Case Study, 12-15 April 2016). *Geography and Planning*, 22 (64), 149-167. (In Persian)
- Sun, H., Zhang, X., Chen, S., Pei, D. & Liu, C. (2007). Effects of harvest and sowing time on the performance of the rotation of winter wheat–summer maize in the North China Plain. *Industrial Crops and Products*, 25, 239-247.
- Tavakkoli, A. R. & T. Oweis (2004). The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. *Agricultural Water Management*, 65,225-236.

- Tavousi, T. (2016). Analysis of Synoptic Patterns and Vertical Profiles of Air in Heavy Rainfall in Transitional Periods: A Case Study of Heavy Rainfall Occure in South East of Iran, Oct. 2011. *Geographical Researches Quarterly Journal*, 31(2), 115-127. (In Persian)
- Trammell, J. H., Jiang, X., Li, L., Kao, A., Zhang, G. J., Chang, E. K. & Yung, Y. (2016). Temporal and spatial variability of precipitation from observations and models. *Climate*, 29 (7), 2543-2555.
- Williams, C. J., McNamara, J. P. & Chandler, D. G. (2009). Controls on the temporal and spatial variability of soil moisture in a mountainous landscape: the signature of snow and complex terrain. *Hydrology and Earth System Sciences*, 13 (7), 13-25.
- Wimalasuriya, R., Ha A., Tsafack E. & Larson K. (2008). Rainfall Variability and its Impact on Dryland Cropping in Victoria. In *Proceeding of the 52 Annual Conference of the Australian Agricultural and Resource Economics Society*, 5-8. Canberra: Australia.
- Yarahmadi, D. (2001). *The investigation of climatic impact on agricultural activity in Silakhor plain with emphasis on rain-fed wheat planting*. M.Sc. Thesis, University of Tehran. (In Persian).
- Yarnal, B. (1993). *Synoptic Climatology in Environmental Analysis*. Translatore: S. A. Masoudian, Isfahan: University of Isfahan. (In Persian)
- Yoshioka, M., Takakura, S., Ishizawa, T. & Sakai, N. (2015). Temporal changes of soil temperature with soil water content in an embankment slope during controlled artificial rainfall experiments. *Applied Geophysics*, 114, 134-145.

