

جغرافیا و توسعه شماره ۲۸ پاییز ۱۳۹۱

وصول مقاله : ۱۳۹۰/۳/۱۸

تأیید نهایی : ۱۳۹۱/۴/۲۸

صفحات : ۵۵-۶۶

تحلیل زمانی و مکانی بارش تگرگ در ایران

دکتر منوچهر فرج‌زاده^۱، طاهر مصطفی پور^۲

چکیده

این مقاله به بررسی توزیع زمانی و مکانی پدیده‌ی بارش تگرگ در ایران پرداخته شده است. بدین منظور از آمار مشاهده‌ای در ۶۷ ایستگاه سینوپتیک کشور در یک دوره‌ی آماری ۲۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۸۶) استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کانون‌های اصلی رخداد این پدیده در ایران بیشتر در نواحی غرب و شمال غرب می‌باشد. همچنین ایستگاه‌های با فراوانی بالای بارش تگرگ ایستگاه‌های ایلام، آبدلی و مراغه در غرب و شمال غرب کشور (به ترتیب دارای میانگین سالانه ۴/۷، ۴/۳ و ۳/۲ مورد) و همچنین ایستگاه‌های تربت حیدریه و بیرجند در شمال شرق و شرق کشور (دارای میانگین سالانه به ترتیب ۱/۵ و ۱/۳ مورد) می‌باشند. کانون واقع شدن این ایستگاه‌ها نسبت به این پدیده، احتمالاً با وجود رشته کوه‌های مرتفع زاگرس و البرز در غرب و شمال کشور و نحوه‌ی عملکرد توده هواها هنگام برخورد با این ارتفاعات، در ارتباط است. از نظر توزیع زمانی نیز، فصل بهار دارای بیشترین فراوانی رخداد این پدیده می‌باشد. فراوانی بارش تگرگ در این فصل ۱۹/۱ می‌باشد و بیشترین فراوانی رخداد تگرگ در کشور در ماه‌های مارس و آوریل می‌باشد. کلیدواژه‌ها: اقلیم‌شناسی، تگرگ، توزیع زمانی و مکانی، ایران.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

تگرگ یکی از پدیده‌های مرتبط با طوفان‌های تندری است که در اتمسفر ناپایدار با رطوبت فراوان و در حضور بادهای قوی و همراه با مکانیزم‌هایی که باعث افزایش ناپایداری می‌شوند رخ می‌دهد که این شرایط به وسیله‌ی توپوگرافی محلی و اقلیم‌شناسی توده‌های هوا تحت تأثیر قرار می‌گیرند (علیزاده، ۱۳۸۵: ۳۵).

در زمینه‌ی بارش تگرگ تاکنون در دنیا پژوهش‌های نسبتاً زیادی صورت گرفته و با رویکردهای متفاوتی به مطالعه و شناخت این پدیده پرداخته شده است.

فریزبای^۱، (۱۹۶۱: ۷۴) در مطالعه‌ی رابطه تیپ‌های سینوپتیک الگوهای آسیب ناشی از تگرگ در دشت‌های ایالات متحده آمریکا، با استفاده از یافته‌های تگرگ، الگوهای آسیب ناشی از تگرگ را به ۴ گروه اصلی تقسیم‌بندی کرده است و در تحلیل و بررسی هر یک از این الگوها از نقشه‌های سینوپتیک بهره گرفته است. هاف^۲ (۱۹۶۴: ۲۴۲)، در یک دوره‌ی ۵۰ ساله نقش توزیع طوفان‌های تندری، بارش ماکزیمم، درجه حرارت، نقطه شبنم و جبهه‌های هوا و تأثیرات آنها را در توزیع بارش تگرگ بررسی کرده است. وی معتقد بود که توزیع بارش تگرگ در ناحیه‌ی کوچک نیز می‌تواند تحت تأثیر عناصر مختلف اقلیمی قرار گیرد. وینت^۳ (۲۰۰۰: ۳۱۱)، با استفاده از یک سری شبکه‌های اندازه‌گیری بارش تگرگ اقدام به تهیه‌ی نقشه‌ی پهنه‌بندی بارش تگرگ کرده است. وی برای این منظور آمار ثبت شده به وسیله‌ی ۱۷۸۵ لایه تگرگ^۴ در یک دوره‌ی آماری ۱۰ ساله (۱۹۸۷ تا ۱۹۹۶) مورد استفاده قرار داد. سپس نقشه‌ی خطر بارش تگرگ را از نظر فراوانی بارش و شدت سقوط دانه‌های تگرگ استخراج نمود. در کشور کانادا نیز، دیوید و بوران^۵ (۲۰۰۱: ۳)

مطالعاتی بر روی کلیماتولوژی بارش تگرگ انجام دادند. بدین منظور داده‌های روزانه‌ی بارش تگرگ را در دوره‌ی آماری ۱۷ ساله استخراج کرده و از آنجا که در ماه‌های سرد گلوله‌های یخ بعضی اوقات به عنوان دانه تگرگ ثبت گردیده‌اند و در تحلیل‌های نهایی ایجاد خطا می‌کنند بنابراین در این مطالعه فقط ماه‌های گرم از ماه می تا سپتامبر گنجانده شده است و جهت انجام مطالعات کوچک مقیاس تحلیل‌ها به صورت استانی صورت گرفته است.

در کشور ایتالیا، جیاوتی و همکاران^۶ (۲۰۰۳: ۲۴۹) به مطالعه کلیماتولوژی بارش تگرگ در حوضه‌ی (FVG)^۷، پرداخته‌اند. چارلز و داسول^۸ (۲۰۰۳: ۳۵)، به ارائه‌ی روش‌های علمی برای پیش‌بینی‌های بسیار کوتاه طوفان‌های همرفت شدید آمریکا پرداخته‌اند، آنها معتقدند که توجه به همه‌ی عوامل ایجاد وقایع هوایی ویژه و شدید باعث تمرکز و دقت بیشتری در فرآیند پیش‌بینی می‌شود، که استفاده از این روش با ورود تکنولوژی‌های جدید و مجهز شدن ایستگاه‌های هواشناسی رو به فزونی می‌باشد.

لوپز^۹ (۲۰۰۵: ۲۹)، به ارائه‌ی یک مدل پیش‌بینی کوتاه‌مدت برای تگرگ پرداخته است. به همین منظور از داده‌های ۱۶۹ لایه تگرگ^{۱۰} در منطقه‌ای به مساحت ۲۷۰۰ کیلومترمربع و داده‌های تهیه شده به وسیله‌ی شبکه متراکم ایستگاه هواشناسی. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مدل پیش‌بینی در این منطقه احتمال ۰/۸ و نسبت هشدار غلط (FAR)^{۱۱} ۰/۱۸ را دارد. چانگنون^{۱۲} (۲۰۰۰: ۴۸) در مطالعه‌ای به بررسی میزان خسارات بارش تگرگ بر محصولات کشاورزی در ایالات متحده پرداخته است. وی به این منظور از آمار بارش تگرگ در یک دوره‌ی آماری ۵۰ سال (۱۹۹۸-۱۹۴۸) و

6-Giaiotti et al
7- Friuli Venezia Giulia
8-Charles & Doswell
9-Lopez
10-Hailpad
11-False Alarm Ratio
12-Changnon

1-Frisby
2-Huff
3-Vinet
4-Hailpad
5-David&Brun

تحلیل میزان خسارت تگرگ بر محیط‌های کشاورزی و مسکونی صورت گرفته است که از جمله آنها می‌توان به کار چانگنون (۲۰۰۹: ۱۷) در کشور آمریکا اشاره نمود. وی توانسته با بررسی خود میزان خسارت رخداد تگرگ ۱۳ و ۱۴ آوریل ۲۰۰۶ آمریکا را ۱.۸۲۲ میلیارد دلار برآورد نماید. در ایران، قربانی (۱۳۸۵: ۲۵)، در مطالعه‌ای به تحلیل و بررسی پدیده تگرگ و طبقه‌بندی ابر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوضه رودخانه‌ی زاینده‌رود پرداخته است. بدین منظور وی به بررسی داده‌های بارش تگرگ ۷ ایستگاه سینوپتیک واقع در حوضه‌ی زاینده‌رود در یک دوره‌ی آماری ۱۳ ساله پرداخته است. سپس روند تغییرات سالانه، فصلی، ماهانه و ساعتی و همچنین وضعیت بارش تگرگ و فراوانی آن در ۳ کد مطالعاتی (۲۷، ۹۶، ۹۹) را به دست آورده است. نتایج مطالعه‌ی وی نشان می‌دهد که بالاترین فراوانی بارش تگرگ در حوضه‌ی زاینده‌رود در ایستگاه کوه‌رنگ می‌باشد که بالاترین بارش در ساعت ۱۵ الی ۱۸ در ماه مارس و در فصل زمستان می‌باشد. سیف (۱۳۷۵: ۲۹) با استفاده از تحلیل داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک در یک دوره سی‌ساله (۱۹۹۰-۱۹۶۱) ۳۵ ایستگاه سینوپتیک کشور فراوانی و چگونگی توزیع بارش تگرگ بر روی ایران را به دست آورده است. وی از میان کدهای پدیده مربوط به هوای حاضر، کدهای ۲۷، ۸۷ تا ۹۱، ۹۳، ۹۴، ۹۶ و ۹۹ را استخراج کرده است. ایشان ابتدا داده‌های موجود را به ۳ دوره‌ی زمانی ۳۰ ساله تقسیم‌بندی به این نتیجه رسیده است که کانون‌های بارش تگرگ در کشور بیشتر در غرب و شمال غرب کشور قرار دارند. صنایعی و همکاران (۱۳۸۲: ۹) در بررسی مدل آماری پدیده‌ی تگرگ با استفاده از روش‌های استاندارد آماری، فراوانی رخداد پدیده‌ی تگرگ در سطح استان‌های کشور را مورد شناسایی قرار داده‌اند. امینی و بروجنی (۱۳۸۲: ۱۱۱) به بررسی هم‌دیدگی ترمودینامیکی بارش تگرگ در استان اصفهان پرداخته‌اند. در این تحقیق بر

آمار میزان خسارات محصولات کشاورزی در اثر بارش تگرگ استفاده کرده است. شوستر^۱ (۲۰۰۵: ۳۹)، به بررسی کلیماتولوژی بارش تگرگ در سیدنی پرداخته است. به همین منظور از داده‌های بارش تگرگ از سال ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۳ استفاده کرده است. وی در این تحقیق فراوانی رخداد طوفان‌های تندری که منجر به بارش تگرگ شده‌اند را استخراج کرده و روندهای آن را در طول دوره‌های مختلف مورد مطالعه قرار داده است. جیواتی^۲ (۲۰۰۶: ۳۸)، به بررسی تأثیر مقدار بخار آب محیط بر اندازه دانه تگرگ پرداخته است. به همین منظور وی از داده‌های بارش تگرگ از سال ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۹ استفاده کرده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد اختلاف در متوسط نسبت مخلوط تأثیراتی را بر اندازه دانه‌های تگرگ دارد که نسبی هستند. دلدن و گرونمجر^۳ (۲۰۰۷: ۴۷۸) به بررسی تگرگ‌ها و تورنادوهای بزرگ در کشور هلند با استفاده از داده‌های رادیو سوند پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که با استفاده از داده‌های مذکور امکان پیش‌بینی این پدیده‌ها وجود دارد. در طی سال‌های اخیر کوشش‌های زیادی برای بررسی ویژگی پدیده تگرگ از طریق رادار صورت گرفته است که از جمله می‌توان به کار آمبروسو و همکاران^۴ (۲۰۰۷: ۳۰۸) در کشور اسپانیا اشاره نمود. آنها با استفاده از داده‌های مشاهداتی سال ۲۰۰۳ توانستند داده‌های حاصل از رادار را کالیبره نموده و از آن برای پیش‌بینی رخداد تگرگ استفاده نمایند. کار مشابهی توسط آرن و همکاران^۵ (۲۰۰۷: ۳۲۰) در شبه‌جزیره ایبری انجام گرفته و آنها توانسته‌اند از داده‌های کالیبره شده رادیوسوند برای پیش‌بینی رخداد تگرگ استفاده کنند. علاوه بر مطالعات صورت گرفته برای ارائه‌ی یک مدل پیش‌بینی تگرگ، مطالعاتی نیز در جهت بررسی و

1-Schuster

2-Giaioti

3-Delden&Groenemeijer

4-Ambrosio et al

5-Aran et al

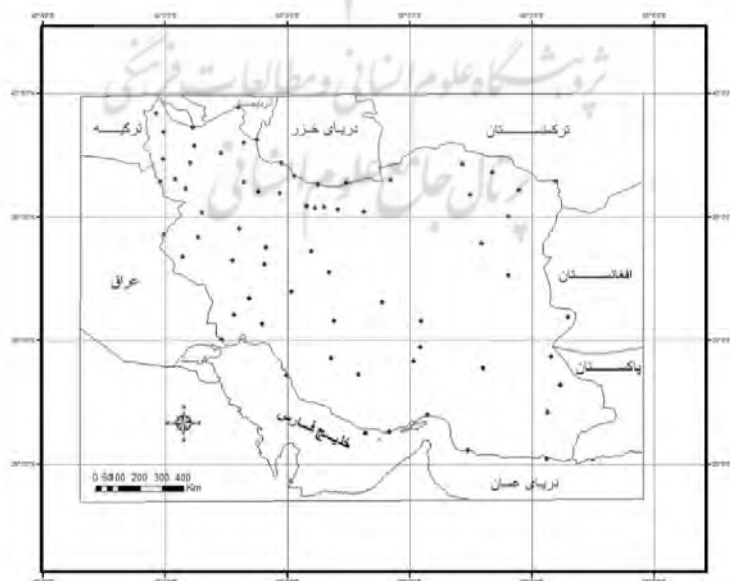
پرداخته و همچنین میرموسوی و اکبرزاده (۱۳۸۱: ۵۲) در مطالعه دیگری به پیش‌بینی رخداد تگرگ در استان آذربایجان شرقی بر مبنای روش‌های آماری پرداخته‌اند. با توجه به پیشینه‌ی تحقیق مشاهده می‌شود که مطالعات انجام گرفته در کشور در زمینه‌ی بارش تگرگ بیشتر به صورت موردی بوده و تحقیق جامعی صورت نگرفته است. بنابراین هدف این مقاله تبیین ویژگی‌های این پدیده در سطح کشور با بهره‌گیری از آمار ایستگاه‌های سینوپتیک بیشتر در سطح کشور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این تحقیق، داده‌های بارش تگرگ در مقیاس‌های زمانی سال، ماه، روز و ساعت برای ۶۷ ایستگاه سینوپتیک کشور در یک دوره‌ی آماری ۲۰ ساله از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۵ مورد استفاده قرار گرفته است. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد استفاده در شکل ۱ نشان داده شده است.

اساس نقشه‌های ترازهای مختلف جو، نمودارهای جوشناختی و اطلاعات جو بالای اصفهان به تجزیه و تحلیل دینامیکی و همدیدی بر روی این پدیده پرداخته شده است. عبدمنافی (۱۳۸۳: ۴۸)، در بررسی مناطق ناپایدار، به مطالعه ۱۵ مورد وقوع تگرگ در شهر تهران پرداخته است. از نتایج این مطالعه می‌توان به تمرکز بیشتر بارش تگرگ در فصل بهار و در ماه‌های اسفند تا اردیبهشت و در ساعت‌های ۶ تا ۱۸ اشاره کرد. عزتیان (۱۳۸۲: ۱۲۴) نقش فرایندهای فیزیکی را در تشدید ناپایداری‌های جوی مورد مطالعه قرار داده است.

گزارش پژوهشکده‌ی هواشناسی (۱۳۸۵: ۴۹) به بررسی تفاوت مناطق مختلف از نظر این نوع بارش و علت تفاوت‌های احتمالی موجود و همچنین تأثیر بارش تگرگ بر رویش گیاهان در کشور پرداخته است. در این گزارش نیز مناطق با فراوانی بالای بارش تگرگ قسمت‌های شمال غرب و غربی کشور شناخته شده‌اند. میرموسوی و اکبرزاده (۱۳۸۱: ۱۰۹) نیز به بررسی شاخص‌های ناپایداری تشکیل تگرگ در ایستگاه تبریز



شکل ۱: توزیع جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

مأخذ: نگارندگان

روش انجام تحقیق

در این تحقیق جهت بررسی توزیع زمانی و مکانی از روش آماری استفاده شده است. مراحل انجام کار به ترتیب در زیر شرح داده شده است.

۱- استخراج کدهای هوای حاضر مربوط به بارش تگرگ شامل کدهای ۲۷، ۸۷، ۸۸، ۸۹، ۹۴، ۹۳، ۹۶، ۹۹، ۲- وارد کردن کدهای استخراج شده در نرم افزار SPSS و استخراج پارامترهای آماری برای هر یک از ایستگاهها (فراوانی و درصد فراوانی) در دوره های زمانی سال، فصل، ماه و ساعت.

۳- ورود فراوانی های استخراج شده در نرم افزار ArcGIS و نشان دادن چگونگی توزیع بارش تگرگ در سطح کشور بر روی نقشه. برای تهیه نقشه پراکندگی در سیستم اطلاعات جغرافیایی از روش میان یابی Invers Distance weighting (IDW) که یکی از روش های میان یابی است استفاده شده است.

نتایج و بحث

فراوانی بارش تگرگ در کشور

مجموع، میانگین، انحراف معیار، حداکثر و حداقل روزهای همراه با بارش تگرگ در ایستگاههای مورد مطالعه طی دوره آماری ۲۰ ساله (۱۹۸۶-۲۰۰۵) در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به جدول مشاهده می شود که بیشترین میانگین سالانه بارش تگرگ با ۴/۷ روز در ایستگاه ایلام می باشد. در ایستگاههای جاسک، کنارک چابهار و سیرجان طی دوره آماری مورد مطالعه هیچ بارش تگرگی مشاهده

نشده است. به غیر از این ۳ ایستگاه کمترین میانگین بارش مربوط به ایستگاههای کیش، بندرعباس، آبادان و یزد با ۰/۱ روز در سال می باشد. در کل می توان گفت که دامنه میانگین سالانه بارش تگرگ در کل ایستگاهها بین ۰ تا ۴/۷ روز در سال متغیر می باشد.

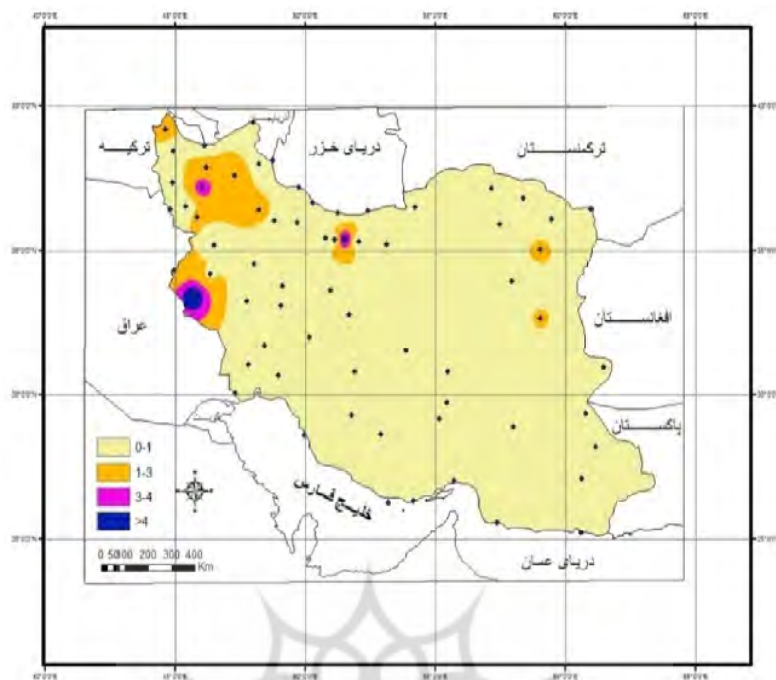
در ایستگاه ایلام انحراف معیار سالیانه بیشتر از سایر ایستگاهها می باشد بطوری که انحراف معیار آن برابر با ۳/۴ می باشد و صرف نظر از ایستگاههایی که دارای فراوانی بارش صفر بودند، کمترین انحراف معیار سالانه بارش در ایستگاههای انار، رامسر، بندرلنگه و ایرانشهر برابر با ۰/۲۲ می باشد.

شکل (۲) توزیع بارش تگرگ در کشور را نشان می دهند. نقشه ی مربوطه نشان می دهد که بیشتر مناطق کشور که تاحدودی با مناطق خشک کشور انطباق دارد حداقل رخداد بارش تگرگ را تجربه می کنند. از مهمترین دلایل این موضوع این است که در این مناطق بارشها عمدتاً به صورت باران بوده و بارش تگرگ در آنها بنا به عدم وجود زمینه مناسب نادر می باشد. منطقه ی دوم که انطباق با مناطق غربی و شمال غربی کشور دارد سالانه بطور میانگین ۱ تا ۳ روز رخداد بارش تگرگ را تجربه می کنند و در همین مناطق، نقاطی از کشور وجود دارد که به صورت جزیره ای و بنا به شرایط محلی بیشترین روزهای بارش تگرگ را دارند که شمال سه ایستگاه مراغه، ایلام و آبدلی می گردد.

جدول ۱: میانگین، انحراف معیار، حداکثر و حداقل روزهای همراه با بارش تگرگ (۲۰۰۵-۱۹۸۶)

| ایستگاه | مجموع | میانگین | انحراف معیار | حداکثر | حداقل | ایستگاه | مجموع | میانگین | انحراف معیار | حداکثر | حداقل |
|-----------|-------|---------|--------------|--------|-------|--------------|-------|---------|--------------|--------|-------|
| انار | ۱ | ۰/۱ | ۰/۲ | ۱ | ۰ | ترتت حیدریه | ۲۹ | ۱/۵ | ۱/۹ | ۷ | ۰ |
| اراک | ۷ | ۰/۴ | ۰/۷ | ۲ | ۰ | جلفا | ۵ | ۰/۳ | ۰/۴ | ۱ | ۰ |
| مهرآباد | ۱۳ | ۰/۷ | ۲/۸ | ۳ | ۰ | خاش | ۸ | ۰/۴ | ۰/۸ | ۳ | ۰ |
| جاسک | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | خرم دره | ۲۲ | ۱/۱ | ۱/۲ | ۳ | ۰ |
| خرم آباد | ۱۲ | ۰/۶ | ۱ | ۳ | ۰ | خوربیبانک | ۷ | ۰/۴ | ۰/۶ | ۲ | ۰ |
| آبعلی | ۸۶ | ۴/۳ | ۲/۳ | ۹ | ۰ | سبزووار | ۷ | ۰/۴ | ۰/۹ | ۴ | ۰ |
| اهواز | ۴ | ۰/۲ | ۰/۴ | ۱ | ۰ | سرپل ذهاب | ۲۵ | ۱/۳ | ۱/۵ | ۵ | ۰ |
| زاهدان | ۸ | ۰/۴ | ۰/۹ | ۳ | ۰ | سرخس | ۷ | ۰/۴ | ۰/۷ | ۲ | ۰ |
| آباده | ۱۱ | ۰/۶ | ۰/۸ | ۳ | ۰ | سقز | ۲۶ | ۱/۳ | ۱/۵ | ۶ | ۰ |
| زنجان | ۳۰ | ۱/۵ | ۱/۱ | ۳ | ۰ | سمنان | ۱۲ | ۰/۶ | ۰/۸ | ۲ | ۰ |
| اصفهان | ۴ | ۰/۲ | ۰/۵ | ۲ | ۰ | سنندج | ۱۰ | ۰/۵ | ۰/۸ | ۳ | ۰ |
| اردبیل | ۲۰ | ۱ | ۱/۳ | ۵ | ۰ | سیرجان | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ارومیه | ۱۲ | ۰/۶ | ۱ | ۳ | ۰ | شهرکرد | ۱۶ | ۰/۸ | ۱/۱ | ۴ | ۰ |
| آستارا | ۵ | ۰/۳ | ۰/۶ | ۲ | ۰ | شیراز | ۵ | ۰/۳ | ۰/۴ | ۱ | ۰ |
| آبادان | ۲ | ۰/۱ | ۰/۳ | ۱ | ۰ | فردوس | ۱۰ | ۰/۵ | ۰/۶ | ۲ | ۰ |
| آغاچاری | ۶ | ۰/۳ | ۰/۷ | ۲ | ۰ | فسا | ۸ | ۰/۴ | ۰/۸ | ۳ | ۰ |
| اهر | ۳۵ | ۱/۸ | ۲ | ۷ | ۰ | قزوین | ۲۱ | ۱/۱ | ۱/۵ | ۵ | ۰ |
| الیگودرز | ۱۵ | ۰/۸ | ۱/۱ | ۴ | ۰ | قوچان | ۱۲ | ۰/۶ | ۰/۶ | ۲ | ۰ |
| ایرانشهر | ۱ | ۰/۱ | ۰/۲ | ۱ | ۰ | کاشان | ۴ | ۰/۲ | ۰/۵ | ۲ | ۰ |
| اصفهان | ۴ | ۰/۲ | ۰/۵ | ۲ | ۰ | سنندج | ۱۰ | ۰/۵ | ۰/۸ | ۳ | ۰ |
| انزلی | ۱۰ | ۰/۵ | ۰/۸ | ۲ | ۰ | کرج | ۱۳ | ۰/۷ | ۰/۷ | ۲ | ۰ |
| بابلسر | ۱۱ | ۰/۶ | ۰/۸ | ۲ | ۰ | کرمانشاه | ۲۱ | ۱/۱ | ۱/۱ | ۴ | ۰ |
| پارس آباد | ۳ | ۰/۲ | ۰/۵ | ۲ | ۰ | کنارک چابهار | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| بجنورد | ۱۸ | ۰/۹ | ۱ | ۴ | ۰ | کیش | ۲ | ۰/۱ | ۰/۳ | ۱ | ۰ |
| بم | ۱ | ۰/۱ | ۰/۲ | ۱ | ۰ | گرگان | ۳ | ۰/۲ | ۰/۵ | ۲ | ۰ |
| پیرانشهر | ۱۴ | ۰/۷ | ۰/۸ | ۲ | ۰ | گرمسار | ۵ | ۰/۳ | ۰/۴ | ۱ | ۰ |
| بندرعباس | ۲ | ۰/۱ | ۰/۳ | ۱ | ۰ | ماکو | ۳۰ | ۱/۵ | ۱/۲ | ۴ | ۰ |
| بندرلنگه | ۱ | ۰/۱ | ۰/۲ | ۱ | ۰ | مراغه | ۶۴ | ۳/۲ | ۲/۶ | ۱۰ | ۰ |
| ایلام | ۹۴ | ۴/۷ | ۳/۴ | ۱۴ | ۰ | مسجدسلیمان | ۸ | ۰/۴ | ۰/۹ | ۳ | ۰ |
| انزلی | ۱۰ | ۰/۵ | ۰/۸ | ۲ | ۰ | کرج | ۱۳ | ۰/۷ | ۰/۷ | ۲ | ۰ |
| خوی | ۱۶ | ۰/۸ | ۰/۹ | ۳ | ۰ | مشهد | ۵ | ۰/۳ | ۰/۵ | ۲ | ۰ |
| رامسر | ۱ | ۰/۱ | ۰/۲ | ۱ | ۰ | مهاباد | ۱۰ | ۰/۵ | ۰/۷ | ۲ | ۰ |
| بوشهر | ۲ | ۰/۱ | ۰/۳ | ۱ | ۰ | نوشهر | ۵ | ۰/۳ | ۰/۶ | ۲ | ۰ |
| زابل | ۲ | ۰/۱ | ۰/۳ | ۱ | ۰ | همدان نوژه | ۱۰ | ۰/۵ | ۰/۹ | ۳ | ۰ |
| بیرجند | ۲۵ | ۱/۳ | ۱/۴ | ۵ | ۰ | یزد | ۲ | ۰/۱ | ۰/۳ | ۱ | ۰ |
| تبریز | ۳۷ | ۱/۹ | ۱/۵ | ۵ | ۰ | ** | ** | ** | ** | ** | ** |

مأخذ: نگارندگان



شکل ۲: توزیع جغرافیایی فراوانی بارش تگرگ در کشور
مأخذ: نگارندگان

توزیع فصلی بارش تگرگ

۱- فصل بهار

توزیع بارش تگرگ در فصل بهار در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که فقط در ایستگاههای اهر، آبعلی و مراغه متوسط بارش در فصل بهار بیشتر از ۱ مورد بوده است و در سایر ایستگاهها فراوانی کمتر از ۱ می‌باشد. بالاترین فراوانی در این فصل مربوط به ایستگاه آبعلی با متوسط ۱/۷ می‌باشد. کمترین فراوانی نیز صفر بوده که در ۱۴ مورد از ایستگاهها مشاهده شده است.

۲- فصل تابستان

توزیع بارش تگرگ در فصل تابستان در ایستگاههای مورد مطالعه در جدول (۳) نشان داده شده است. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که فراوانی بارش تگرگ در این فصل نسبت به فصل بهار شدیداً کاهش یافته و در اکثر ایستگاهها (۵۴ ایستگاه) فراوانی بارش به صفر می‌رسد. بیشترین فراوانی مشاهده شده نیز در ایستگاههای سمنان، تبریز و اهر برابر با ۰/۲ می‌باشد.

۳- فصل پاییز

توزیع بارش تگرگ در فصل پاییز در جدول ۴ نشان داده شده است. همانطور که از ارقام جدول مشخص است فراوانی بارش تگرگ در این فصل در اکثر ایستگاهها (۲۷ ایستگاه) برابر با ۰/۱ می‌باشد. بیشترین فراوانی مربوط به ایستگاه ایلام برابر با ۱/۷ می‌باشد. کمترین فراوانی نیز برابر صفر می‌باشد که در ۱۶ مورد از ایستگاهها مشاهده شده است.

۴- فصل زمستان

توزیع بارش تگرگ در فصل زمستان در جدول ۵ نشان داده شده است. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که فراوانی بارش تگرگ در این فصل افزایش یافته و حداکثر بارش در ایستگاههای ایلام و آبعلی به ترتیب ۲/۵ و ۱/۵ مورد می‌باشد که در مقایسه با سایر ایستگاهها از فراوانی بیشتری برخوردار هستند. کمترین فراوانی نیز برابر صفر بوده که در ۹ مورد از ایستگاه مشاهده شده است.

جدول ۲: توزیع بارش تگرگ در فصل بهار (۲۰۰۵-۱۹۸۶)

| ایستگاه | میانگین | تعداد کل | ایستگاه | میانگین | تعداد کل | ایستگاه | میانگین | تعداد کل | ایستگاه | میانگین | تعداد کل |
|------------|---------|----------|--------------|---------|----------|-----------|---------|----------|-------------|---------|----------|
| کرج | ۰/۳ | ۶ | خرم آباد | ۰/۳ | ۶ | کیش | ۰ | ۰ | جاسک | ۰ | ۰ |
| گرمسار | ۰/۲ | ۴ | جلفا | ۰/۲ | ۴ | مشهد | ۰/۱ | ۲ | کاشان | ۰ | ۰ |
| خاش | ۰/۱ | ۲ | فردوس | ۰/۱ | ۲ | ارومیه | ۰/۳ | ۶ | کرمانشاه | ۰/۳ | ۶ |
| خرمدره | ۰/۷ | ۱۴ | قوچان | ۰/۴ | ۸ | رامسر | ۰/۱ | ۲ | همدان نوزه | ۰ | ۰ |
| خوربیابانک | ۰ | ۰ | تربت حیدریه | ۰/۴ | ۸ | سبزوار | ۰/۱ | ۲ | آبادان | ۰ | ۰ |
| ماکو | ۰/۹ | ۱۸ | تبریز | ۰/۷ | ۱۴ | سمنان | ۰/۲ | ۴ | اهواز | ۰/۱ | ۲ |
| شیراز | ۰/۱ | ۲ | مهرآباد | ۰/۴ | ۸ | سقز | ۰/۹ | ۱۸ | انزلی | ۰ | ۰ |
| مراغه | ۱/۶ | ۳۲ | آغاچاری | ۰/۱ | ۲ | سنندج | ۰/۵ | ۱۰ | اراک | ۰/۱ | ۲ |
| مهاباد | ۰/۴ | ۸ | یزد | ۰/۱ | ۲ | سیرجان | ۰ | ۰ | اردبیل | ۰/۷ | ۱۴ |
| نوشهر | ۰ | ۰ | زابل | ۰/۱ | ۲ | پارس آباد | ۰/۱ | ۲ | بابلسر | ۰/۱ | ۲ |
| سرپل ذهاب | ۰/۴ | ۸ | زاهدان | ۰/۳ | ۶ | بوشهر | ۰ | ۰ | بم | ۰/۱ | ۲ |
| آبعلی | ۱/۷ | ۳۴ | بجنورد | ۰/۵ | ۱۰ | اصفهان | ۰/۱ | ۲ | آستارا | ۰/۱ | ۲ |
| آباده | ۰/۲ | ۴ | الیگودرز | ۰/۲ | ۴ | فسا | ۰/۱ | ۲ | بندر لنگه | ۰ | ۰ |
| ایلام | ۰/۶ | ۱۲ | انار | ۰ | ۰ | قزوین | ۰/۲ | ۴ | بیرجند | ۰/۲ | ۴ |
| زنجان | ۰/۷ | ۱۴ | اهر | ۱/۳ | ۲۶ | گرگان | ۰ | ۰ | شهرکرد | ۰/۱ | ۲ |
| پیرانشهر | ۰/۵ | ۱۰ | کنارک چابهار | ۰ | ۰ | بندرعباس | ۰/۱ | ۲ | مسجد سلیمان | ۰/۱ | ۲ |
| سرخس | ۰/۲ | ۴ | خوی | ۰/۷ | ۱۴ | ایرانشهر | ۰ | ۰ | ** | ** | ** |

مأخذ: نگارندگان

جدول ۳: توزیع بارش تگرگ در فصل تابستان (۲۰۰۵-۱۹۸۶)

| ایستگاه | میانگین | تعداد کل | ایستگاه | میانگین | تعداد کل | ایستگاه | میانگین | تعداد کل | ایستگاه | میانگین | تعداد کل |
|------------|---------|----------|--------------|---------|----------|-----------|---------|----------|-------------|---------|----------|
| کرج | ۰/۱ | ۲ | خرم آباد | ۰ | ۰ | کیش | ۰ | ۰ | جاسک | ۰ | ۰ |
| گرمسار | ۰ | ۰ | جلفا | ۰ | ۰ | مشهد | ۰ | ۰ | کاشان | ۰ | ۰ |
| خاش | ۰ | ۰ | فردوس | ۰ | ۰ | ارومیه | ۰ | ۰ | کرمانشاه | ۰/۱ | ۲ |
| خرمدره | ۰ | ۰ | قوچان | ۰ | ۰ | رامسر | ۰ | ۰ | همدان نوزه | ۰ | ۰ |
| خوربیابانک | ۰ | ۰ | تربت حیدریه | ۰ | ۰ | سبزوار | ۰ | ۰ | آبادان | ۰ | ۰ |
| ماکو | ۰ | ۰ | تبریز | ۰/۲ | ۴ | سمنان | ۰/۲ | ۴ | اهواز | ۰ | ۰ |
| شیراز | ۰/۱ | ۲ | مهرآباد | ۰ | ۰ | سقز | ۰/۱ | ۲ | انزلی | ۰ | ۰ |
| مراغه | ۰/۱ | ۲ | آغاچاری | ۰ | ۰ | سنندج | ۰ | ۰ | اراک | ۰ | ۰ |
| مهاباد | ۰ | ۰ | یزد | ۰/۱ | ۲ | سیرجان | ۰ | ۰ | اردبیل | ۰ | ۰ |
| نوشهر | ۰ | ۰ | زابل | ۰ | ۰ | پارس آباد | ۰ | ۰ | بابلسر | ۰/۱ | ۲ |
| سرپل ذهاب | ۰ | ۰ | زاهدان | ۰ | ۰ | بوشهر | ۰ | ۰ | بم | ۰ | ۰ |
| آبعلی | ۰ | ۰ | بجنورد | ۰ | ۰ | اصفهان | ۰ | ۰ | آستارا | ۰/۱ | ۲ |
| آباده | ۰/۱ | ۲ | الیگودرز | ۰ | ۰ | فسا | ۰ | ۰ | بندر لنگه | ۰ | ۰ |
| ایلام | ۰ | ۰ | انار | ۰ | ۰ | قزوین | ۰ | ۰ | بیرجند | ۰ | ۰ |
| زنجان | ۰/۱ | ۲ | اهر | ۰/۲ | ۴ | گرگان | ۰ | ۰ | شهرکرد | ۰ | ۰ |
| پیرانشهر | ۰ | ۰ | کنارک چابهار | ۰ | ۰ | بندرعباس | ۰ | ۰ | مسجد سلیمان | ۰ | ۰ |
| سرخس | ۰ | ۰ | خوی | ۰/۱ | ۲ | ایرانشهر | ۰ | ۰ | ** | ** | ** |

مأخذ: نگارندگان

جدول ۴: توزیع بارش تگرگ در فصل پاییز (۱۹۸۶-۲۰۰۵)

| ایستگاه | میانگین | تعداد کل | ایستگاه | میانگین | تعداد کل | ایستگاه | میانگین | تعداد کل | ایستگاه | میانگین | تعداد کل |
|------------|---------|----------|--------------|---------|----------|-----------|---------|----------|-------------|---------|----------|
| کرج | ۰/۲ | ۴ | خرم آباد | ۰/۱ | ۲ | کیش | ۰/۱ | ۲ | جاسک | ۰ | ۰ |
| گرمسار | ۰ | ۰ | جلفا | ۰/۱ | ۲ | مشهد | ۰ | ۰ | کاشان | ۰/۱ | ۲ |
| خاش | ۰ | ۰ | فردوس | ۰/۱ | ۲ | ارومیه | ۰/۱ | ۲ | کرمانشاه | ۰/۳ | ۶ |
| خرمدره | ۰/۳ | ۶ | قوچان | ۰/۲ | ۴ | رامسر | ۰ | ۰ | همدان نوزه | ۰/۲ | ۴ |
| خوربیابانک | ۰ | ۰ | ترت حیدریه | ۰/۴ | ۸ | سبزوار | ۰/۱ | ۲ | آبادان | ۰/۱ | ۲ |
| ماکو | ۰/۲ | ۴ | تبریز | ۰/۳ | ۶ | سمنان | ۰/۱ | ۲ | اهواز | ۰/۱ | ۲ |
| شیراز | ۰/۱ | ۲ | مهرآباد | ۰/۲ | ۴ | سقز | ۰/۲ | ۴ | انزلی | ۰/۳ | ۶ |
| مراغه | ۰/۵ | ۱۰ | آغاچاری | ۰/۱ | ۲ | سنندج | ۰ | ۰ | اراک | ۰/۱ | ۲ |
| مهاباد | ۰/۱ | ۲ | یزد | ۰ | ۰ | سیرجان | ۰ | ۰ | اردبیل | ۰/۱ | ۲ |
| نوشهر | ۰/۲ | ۴ | زابل | ۰ | ۰ | پارس آباد | ۰/۱ | ۲ | بابلسر | ۰/۳ | ۶ |
| سرپل ذهاب | ۰/۵ | ۱۰ | زاهدان | ۰ | ۰ | بوشهر | ۰/۱ | ۲ | بم | ۰ | ۰ |
| آبعلی | ۱/۲ | ۲۴ | بجنورد | ۰/۲ | ۴ | اصفهان | ۰/۱ | ۲ | آستارا | ۰ | ۰ |
| آباده | ۰/۱ | ۲ | الیگودرز | ۰/۲ | ۴ | فسا | ۰/۲ | ۴ | بندر لنگه | ۰/۱ | ۲ |
| ایلام | ۱/۷ | ۳۴ | انار | ۰ | ۰ | قزوین | ۰/۳ | ۶ | بیرجند | ۰/۳ | ۶ |
| زنجان | ۰/۳ | ۶ | اهر | ۰/۱ | ۲ | گرگان | ۰/۱ | ۲ | شهرکرد | ۰/۵ | ۱۰ |
| پیرانشهر | ۰/۱ | ۲ | کنارک چابهار | ۰ | ۰ | بندرعباس | ۰/۱ | ۲ | مسجد سلیمان | ۰/۱ | ۲ |
| سرخس | ۰/۱ | ۲ | خوی | ۰ | ۰ | ایرانشهر | ۰/۱ | ۲ | ** | ** | ** |

مأخذ: نگارندگان

جدول ۵: توزیع بارش تگرگ در فصل زمستان (۱۹۸۶-۲۰۰۵)

| ایستگاه | میانگین | تعداد کل | ایستگاه | میانگین | تعداد کل | ایستگاه | میانگین | تعداد کل | ایستگاه | میانگین | تعداد کل |
|------------|---------|----------|--------------|---------|----------|-----------|---------|----------|-------------|---------|----------|
| کرج | ۰/۲ | ۴ | خرم آباد | ۰/۳ | ۶ | کیش | ۰/۱ | ۲ | جاسک | ۰ | ۰ |
| گرمسار | ۰/۱ | ۲ | جلفا | ۰/۱ | ۲ | مشهد | ۰/۲ | ۴ | کاشان | ۰/۲ | ۴ |
| خاش | ۰/۳ | ۶ | فردوس | ۰/۴ | ۸ | ارومیه | ۰/۳ | ۶ | کرمانشاه | ۰/۵ | ۱۰ |
| خرم دره | ۰/۲ | ۴ | قوچان | ۰/۱ | ۲ | رامسر | ۰ | ۰ | همدان نوزه | ۰/۴ | ۸ |
| خوربیابانک | ۰/۴ | ۸ | ترت حیدریه | ۰/۷ | ۱۴ | سبزوار | ۰/۳ | ۶ | آبادان | ۰/۱ | ۲ |
| ماکو | ۰/۳ | ۶ | تبریز | ۰/۸ | ۱۶ | سمنان | ۰/۳ | ۶ | اهواز | ۰/۱ | ۲ |
| شیراز | ۰/۱ | ۲ | مهرآباد | ۰/۲ | ۴ | سقز | ۰/۲ | ۴ | انزلی | ۰/۲ | ۴ |
| مراغه | ۱ | ۲۰ | آغاچاری | ۰/۲ | ۴ | سنندج | ۰ | ۰ | اراک | ۰/۲ | ۴ |
| مهاباد | ۰/۱ | ۲ | یزد | ۰ | ۰ | سیرجان | ۰ | ۰ | اردبیل | ۰/۳ | ۶ |
| نوشهر | ۰/۱ | ۲ | زابل | ۰/۱ | ۲ | پارس آباد | ۰/۱ | ۲ | بابلسر | ۰/۱ | ۲ |
| سرپل ذهاب | ۰/۴ | ۸ | زاهدان | ۰/۲ | ۴ | بوشهر | ۰/۱ | ۲ | بم | ۰ | ۰ |
| آبعلی | ۱/۵ | ۳۰ | بجنورد | ۰/۳ | ۶ | اصفهان | ۰/۱ | ۲ | آستارا | ۰/۱ | ۲ |
| آباده | ۰/۳ | ۶ | الیگودرز | ۰/۴ | ۸ | فسا | ۰/۲ | ۴ | بندر لنگه | ۰ | ۰ |
| ایلام | ۲/۵ | ۵۰ | انار | ۰/۱ | ۲ | قزوین | ۰/۶ | ۱۲ | بیرجند | ۰/۸ | ۱۶ |
| زنجان | ۰/۵ | ۱۰ | اهر | ۰/۲ | ۴ | گرگان | ۰/۱ | ۲ | شهرکرد | ۰/۳ | ۶ |
| پیرانشهر | ۰/۱ | ۲ | کنارک چابهار | ۰ | ۰ | بندرعباس | ۰ | ۰ | مسجد سلیمان | ۰/۳ | ۶ |
| سرخس | ۰/۱ | ۲ | خوی | ۰/۱ | ۲ | ایرانشهر | ۰ | ۰ | ** | ** | ** |

مأخذ: نگارندگان

توزیع ماهانه‌ی بارش تگرگ

بررسی فراوانی بارش تگرگ در هر یک از ماههای سال برای ایستگاههای مورد مطالعه نشان می‌دهد که تمرکز بارش تگرگ در بیشتر ایستگاهها در ماههای مارس، آوریل و می می‌باشد و فراوانی این ۳ ماه نسبت به ماههای دیگر سال طی دوره‌ی آماری ۲۰ساله (۲۰۰۵-۱۹۸۶) بسیار بیشتر است و در ماههای آگوست و سپتامبر این فراوانی در همه ایستگاهها به حداقل خود می‌رسد. حداکثر رخداد در ماه مارس برابر با ۲۲ مورد و سپس در ماههای آوریل و دسامبر ۲۱ مورد بوده که در ایستگاههای ایلام و آبعلی می‌باشد. علت این موضوع این است که در این ماهها حداکثر ناپایداری‌ها بویژه در مناطق کوهستانی غرب و شمال غرب کشور وجود داشته که باعث صعود سریع توده‌ی هوا تحت تأثیر توپوگرافی در این مناطق می‌گردد.

توزیع ساعتی بارش تگرگ

تحلیل توزیع بارش تگرگ طی ساعات شبانه‌روز نشان می‌دهد که از نظر توزیع بارش تگرگ طی ساعات مختلف شبانه‌روز، در ایستگاههای مورد مطالعه، حداکثر وقوع آن در ساعات بین ۶ تا ۱۵ به وقت گرینویچ (۹/۵ تا ۱۸/۵ به وقت محلی) می‌باشد و در ساعات بین ۹ تا ۱۲ (۱۲/۵ تا ۱۵/۵ به وقت محلی) به حداکثر می‌رسد. ولی در ساعات ۱۸ تا ۳ (۲۱/۵ تا ۶/۵ به وقت محلی) به حداقل می‌رسد. دلیل رخداد بارش تگرگ در طی ایام روز ناشی از این موضوع است که در طی روز به دلیل تابش آفتاب و گرمای حاصل از آن، ناپایداری‌ها رخ داده و به لحاظ وجود سایر شرایط زمینه‌ساز از جمله وجود لایه سرد در لایه‌ی زیرین توده هوای در حال ریزش باران و صعود سریع توده هوای مرطوب، بارش تگرگ رخ می‌دهد.

نتیجه

بررسی و تحلیل حاضر نشان می‌دهد که توزیع رخداد تگرگ در سطح کشور به صورت یک پدیده‌ی

عمومی که در همه جای کشور بطور یکسان رخ دهد نبوده بلکه در کانون‌های خاصی از کشور رخ می‌دهد. دلیل این موضوع به شرایط و ویژگی‌های اقلیمی کشور و همچنین شرایط توپوگرافی محل رخداد کانون‌های حداکثری برمی‌گردد که شرایط را برای صعود یکبار سیستم‌های جوی فراهم نموده و رخداد ناگهانی تگرگ را باعث می‌شود. شرایط زمانی حداکثری رخداد این پدیده عمدتاً در اواخر ماه اسفند و اوایل بهار است که در این زمان کشور تحت تأثیر سیستم‌ها مدیترانه‌ای ورودی از غرب قرار گرفته و رخداد بارش‌های سنگین بهاره را موجب می‌شوند. در این مدت اختلافات دمای هوا در مناطق دشتی و مناطق کوهستانی که هنوز دارای برف هستند بسیار قابل توجه بوده و در کنار آن شرایط توپوگرافی مناطق اصلی رخداد تگرگ، شرایط را برای صعود ناگهانی فراهم می‌نماید و از طرف رخداد تگرگ اختصاصاً در ساعات اولیه بعد از ظهر که اختلافاتی حرارتی بین منطقه‌ی دشتی و کوهستان در خور توجه می‌باشد می‌تواند دلیلی برای رخداد تگرگ در این ساعات باشد. با توجه به جداول و شکل‌های ارائه شده می‌توان گفت که تمرکز بارش تگرگ بیشتر در دامنه‌های شرقی رشته‌کوه زاگرس از شمال غرب کشور تقریباً در یک امتداد مستقیم به سمت جنوب تا مرز پایینی استان ایلام و همچنین دامنه‌ی جنوبی کوههای البرز مرکزی کشیده شده است و از این ناحیه به بعد با حرکت به سمت شرق و علی‌الخصوص جنوب کشور از میزان بارش تگرگ کاسته می‌شود و در بعضی از ایستگاههای واقع در قسمت‌های جنوبی کشور نیز دو ایستگاه بیرجند و تربت‌حیدریه نسبت به ایستگاههای مجاور دارای فراوانی بالاتری از بارش تگرگ هستند که علت این امر احتمالاً با وجود رشته‌کوههای مرتفع در منطقه مانند رشته‌کوههای قاینات و بیرجند در ارتباط است.

منابع

- ۱۰- میرموسوی، سیدحسین؛ یونس اکبرزاده (۱۳۸۸). مطالعه شاخص‌های ناپایداری در تشکیل تگرگ در ایستگاه هواشناسی تبریز، فضای جغرافیایی. شماره ۹-۲۵.
- ۱۱- میرموسوی، سیدحسین؛ یونس اکبرزاده (۱۳۸۸). کاربست توزیع‌های پواسن و دوجمله‌ای منفی در برآورد احتمالات رخداد روزهای تگرگ مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی، جغرافیا و برنامه-ریزی محیطی (مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان) شماره ۳۶.
- 12- Ambrosio Ismael San, Martin Francisco, Elizaga Fermin (2007). Development and behavior of radar-based operational tool for hailstorm identification, Atmospheric Research, No. 83.
- 13- Aran M., Sairouni A., Bech J., Toda J., Rigo T., Cunillera J., More J (2007). Pilot project for intensive surveillance of hail events in Terres de Ponent (Ileida), Atmospheric Research, No. 83.
- 14- Changnon, S (2000). Trends in hail in the United state, Atmospheric Research ,No 64.
- 15- Changnon Stanley A (2009). Increasing major losses in the U.S, Climatic Change, No. 4.
- 16- Charles, A.& Doswell, C, A (1993). Scientific Approches for very short range forcasting of severe convective storms in the united state of America.
- 17- David Etkin, Brun Erik (2001). Canada's Hail Climatology:1977-1993,LCLR Research, No 14.
- 18- Frisby, E.m (1961). Relationship of ground hail damage patterns to features of synoptic map in the upper Great plain of the united state. J.Appl. meteorology. No1.
- ۱- امینی، لیلیا؛ محمدرضا بروجنی (۱۳۸۲). بررسی همدیدی- ترمودینامیکی بارش تگرگ در استان اصفهان، یازدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران.
- ۲- پژوهشکده هواشناسی (۱۳۸۵). بررسی وقوع پدیده-های بهممن، طوفان تندری و تگرگ در مناطق مختلف ایران، گزارش سوم. جلد اول. تعیین پتانسیل وقوع بلایای جوی و اقلیمی در کشور.
- ۳- سیف، مهرزاد (۱۳۷۵). بررسی توزیع بارش تگرگ در ایران و مطالعه موردی آن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
- ۴- صناعی، بهرام؛ خداداد باستانی؛ فاطمه رفیع‌بخش (۱۳۸۲). بررسی مدل آماری پدیده تگرگ در کشور، نیوار ۴۸ و ۴۹.
- ۵- عبدمنافی، دینا (۱۳۸۳). بررسی شاخص‌های ناپایداری، برش قائم باد و وضعیت‌های رطوبتی در هنگام نزول تگرگ در تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. مؤسسه ژئوفیزیک. دانشگاه تهران.
- ۶- عزتین، ویکتوریا (۱۳۸۲). نقش فرایندهای فیزیکی در تشدید ناپایداری‌های جوی، یازدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران.
- ۷- علیزاده، امین (۱۳۸۵). اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد.
- ۸- قربانی، اعظم (۱۳۸۵). تحلیل و بررسی پدیده‌ی تگرگ و طبقه‌بندی ابر با استفاده از RS و GIS در حوضه‌ی زاینده‌رود، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت معلم.
- ۹- کاویانی، محمدرضا؛ بهلول علیجانی (۱۳۸۵). مبانی آب و هواشناسی، سمت.

- Associated climatological events. J.Appl. meteorology, No 3.
- 23- Lopez, L (2007). A short- term forecast model for hail, Atmospheric Research, No 83.
- 24- Schuster, S, A climatology of the greater Sydney area, international journal of climatology, No25.
- 25- Sioutas, M & Flocas, Ha (2004). Hailstorms in northern Greece: synoptic patterns and thermodynamic environment, Appl. Climatology, No 75.
- 26- Vinet, Freddy (2001). Climatology of hail in France, Atmospheric Research, No 56.
- 19- Giaiotti, D (2003). The climatology of hail in the plain of Friuli Venezia Giulia, Atmospheric Research, No 67 -68.
- 20- Giaiotti, D, Stel, F (2006). The effects of environmental water vapor on hailstone size distributions, Atmospheric Research, No 82.
- 21- Groenemeijer P. H, Delden A. Van (2007). Sounding-derived parameters associated with large hail and tornadoes in the Netherland, Atmospheric Research, No. 83.
- 22- Huff, f. a (1964). correlation Between summer hail patterns in Illinois and

