مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی
سال ۲۰، شماره پیاپی ۳۶، شماره ٤، زمستان ۱۳۸۸
وصول: ۱۳۸۷/۹/۱۰ پذیرش: ۱۳۸۸/٦/۹
صص ۸٤-۷۳

کاربست توزیع‌های پواسن و دو جمله‌ای منفی در برآورد احتمالات رخداد روزهای تگرگ مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی

سید حسین میرموسوی، استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان[1]
یونس اکبرزاده؛ دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه زنجان

چکیده

این مطالعه در جهت ایجاد زمینه برای برنامه‌ریزی به منظور کاهش خسارات تگرگ در مناطق آسیب‌پذیر استان آذربایجان شرقی صورت گرفته است. برای این منظور، از اطلاعات روزانه مربوط به بارش تگرگ شش ایستگاه هواشناسی استان آذربایجان شرقی در طی دوره آماری بین سال‌های ۲۰۰٦- ۱۹۸۷ استفاده شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی بارش تگرگ در محدوده جنوب غربی استان (شهرستان مراغه) و کمترین فراوانی آن در شمال غربی استان (شهرستان جلفا) اتفاق افتاده است و توزیع پواسن، برازش مناسبی را نسبت به داده‌های تگرگ در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: مخاطره، تگرگ، آذربایجان‌شرقی، خسارت، توزیع پواسن، توزیع دوجمله‌ای منفی.

۱ نویسنده مسؤول: ۰۹۱۲٤٤۲۰۱۱۷ E-mail: www.yas@hotmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

یکی از مخاطرات اقلیمی مهم در محیط طبیعی و انسانی، پدیدهٔ تگرگ است. این پدیده خسارات زیادی به محصولات کشاورزی، صنعتی و نیز زندگی انسانی و حیات جانوری وارد می‌سازد[۱] (لوتگنز ، ۱۹۹۵). میزان خسارت تگرگ بسته به اندازه تگرگ و شدت رگبار آن، متفاوت است. شناخت روشهای مقابله با این پدیده، مستلزم بررسی ماهیت رخداد توزیع زمانی و مکانی آن در مناطق مهم است. پیش‌بینی و پیش آگاهی از رخداد این پدیده مخرب جهت کاهش خسارات وارده بر محصولات کشاورزی و سایر فعالیتهای اقتصادی آنان ضروری به نظر می‌رسد (راستگو ،۱۳٦۹). هدف این مطالعه، بررسی احتمال وقوع تگرگ در استان آذربایجان‌شرقی به منظور زمینه سازی برای برنامه‌ریزان، به خصوص در زمینه فعالیت‌های کشاورزی است تا از طریق نتایج حاصل از این مطالعه و مطالعات مکمل دیگر، خسارات وارد بر بخش کشاورزی توسط این پدیده به حداقل ممکن کاهش داده شود.

۱-۱ - پیشینهٔ تحقیق

پژوهش‌های مختلفی در جهان و ایران در ارتباط با این موضوع صورت گرفته است که برای نمونه می‌توان به مواردی چند اشاره نمود: استنلی[۲] و چنگنون[۳] (۱۹٦۲)، مطالعه‌ای با عنوان فراوانی‌های منطقه‌ای روزهای همراه با تگرگ و توفان رعد و برق در ایلی نویز آمریکا را انجام داده‌اند. این تحقیق بر روی سالهای آماری ۱۹۵۱-۱۹٦۰ صورت پذیرفته و به این نتیجه رسیده است که در ماههای مارس و اکتبر که فصل وقوع توفان‌های رعد و برق است، به طور متوسط در نیمی از روزها، توفان‌های رعد و برق و در یک سوم از آنها توفان‌های تگرگ پدیدار می‌گردد. ساکاموتو[٤](۱۹۷۳) در تحقیق خود به برازش احتمالی توزیع پواسون و دو جمله‌ای منفی در رابطه با توفانهای تندری و پدیده تگرگ در نوادا پرداخته است که برای برخی از مناطق نوادا (مناطق شمالی و غربی نوادا)، توزیع پواسون را برازش مناسبی برای داده‌های سالانه تگرگ تشخیص داده است. ریتالاک[۵] (۱۹۷۸) در پژوهش خود، به چگونگی تشکیل تگرگ و عوامل مؤثر بر آن پرداخته و مناطق خاصی را برای بارش تگرگ بیشتر مناسب دانسته و معتقد است که یک ساز و کار مانع وجود دارد که در نواحی گرمتر و مناطق دیگر در طول ماههای گرم تابستان مانع بارش تگرگ می شود.

اتکین[٦] و بران[۷] (۲۰۰۱)، مطالعه‌ای با عنوان اقلیم شناسی بارش تگرگ در کانادا طی دوره (۱۹۷۷-۱۹۹۳) انجام دادند و در این تحقیق، به این نتیجه رسیدند که بالاترین فراوانی رخداد تگرگ در داخل شهرهای بریتیش کلمبیا و آلبرتا اتفاق می‌افتد و همچنین توپو گرافی نقش مؤثری در توزیع مکانی بارش تگرگ ایفا می‌کند. در زمینهٔ پژوهش‌های انجام یافته در کشورمان نیز، هاشمی (۱۳۵۱) به بررسی صدمات بارش تگرگ بر محصولات کشاورزی پرداخته و به این نتیجه رسیده است که می‌توان با استفاده از فناوریهای جدید و تدابیر هواشناسی کشاورزی و اتخاذ روشهای مختلف تگرگ زدایی، به امر کاهش خسارات ناشی از این پدیده اقدام نمود. سیف(۱۳۷۵) در پایان نامه خود با عنوان **توزیع بارش تگرگ در ایران** به بررسی پدیده تگرگ به روشهای آماری و همدیدی پرداخته و نشان داده است که بیشترین

۱. Lutgens
2. Stanley
3 .Changnon

4. Sakamoto
5 . Retallack
6. Etkin
7. Brun

Archive of SID

www.SID.ir

فراوانی تگرگ در شمال غربی، غرب، شمال شرقی، شرق و در جنوب شرقی دریای خزر محتمل است و کم فشاری‌های غربی را که با فرارفت هوای گرم و مرطوب همراه می‌شود، عامل اصلی ناپایداریها شدید در شمال ایران می‌داند. صناعی و همکارانش (۱۳۸۲) در پژوهش خود، به بررسی مدل آماری پدیده تگرگ در کشور پرداخته و دو توزیع پواسون و دوجمله‌ای منفی را ارزیابی نموده‌اند. جهانگیری و همکارانش (۱۳۸٤) در مطالعه خود، وضعیت بارش تگرگ را از نظر زمانی و مکانی و خسارت‌های ناشی از آن در ایران بررسی نموده‌اند و نواحی شمال غربی و شمال شرقی کشور را به عنوان بیشترین فراوانی ریزش تگرگ در کشور شناسایی کرده و راهکارهایی برای مقابله با این پدیده و کاهش آثار زیانبار آن معرفی کرده‌اند. حاج بابایی و همکارانش (۱۳۸٤) در پژوهش خود به تحلیل سینوپتیکی و دینامیکی یک مورد تگرگ در تاریخ ۲٦ اکتبر ۱۹۹۰ پرداخته و ضمن این که شمال غرب و غرب کشور را به عنوان منطقه‌ای با بیشترین فراوانی ریزش تگرگ معرفی نموده‌اند، علت اصلی این پدیده را وجود رطوبت کافی و فرازش توده‌های هوا دانسته‌اند. نجفی نیک(۱۳۸٤) در پژوهش خود به بررسی پراکندگی مکانی و زمانی وقوع پدیده تگرگ و خسارت‌های ناشی از آن بر کشاورزی استان خراسان پرداخته و با استفاده از روش‌های آماری نشان داده است که تگرگ با عامل سنگ شناسی حوزه دارای همبستگی بیشتری است. قربانی (۱۳۸۵)، در پژوهشی با عنوان تحلیل و بررسی پدیدهٔ تگرگ و طبقه بندی ابر با استفاده از اطلاعات گمانه زدن RS و GIS در حوضهٔ زاینده رود، به مطالعه پدیده تگرگ در سالهای آماری ۱۹۹۲ تا ۲۰۰٤ میلادی پرداخته و به وسیلهٔ بررسی‌های آماری و ترسیم نمودارهای Skew-t ، محاسبه شاخص‌های نا پایداری KI , Si و تحلیل نقشه‌های سینوپتیکی ، پدیده تگرگ را بررسی نموده است.

۱-۲- منطقه مورد مطالعه

استان آذربایجان شرقی، یکی از مناطق مهم کشور در بخش‌های کشاورزی و صنعتی است. بیشتر مواقع، پدیدهٔ تگرگ خسارات قابل توجهی بر این بخش از کشور وارد می‌کند (پژوهشکده هواشناسی، ۱۳۸۱). با توجه به کافی نبودن پژوهش‌ها در این زمینه در سطح استان ، انجام مطالعه‌ای دقیق ضروری به نظر می‌رسد. نتایج به دست آمده از این مطالعه می‌تواند زمینه‌های مناسبی را برای برنامه ریزی‌های دقیق، در جهت کاهش خسارات ناشی از این پدیده در فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی استان فراهم سازد.

۲- روش‌ها و داده‌ها

۲-۱- روش پژوهش

در این پژوهش از روش دو جمله‌ای منفی پواسن برای برازش داده‌های تگرگ استفاده شده است .

محور فعالیتهای آماری در این بررسی عبارتند از :

۱- آزمون نیکویی برازش به روش χ^2 و بررسی نتایج حاصل از محاسبه آماری آزمون به منظور تشخیص مناسب بودن مدل. طبق فرض صفر H_0 تعداد روزهای همراه با تگرگ دارای توزیع پواسون است. در صورتی که اندازهٔ χ^2 محاسبه شده بزرگتر از اندازهٔ χ^2 با درجه آزادی n-1 در سطح معناداری ۹۵ درصد باشد، فرض مناسب بودن توزیع پواسون (P) رد شده و باید از توزیع مناسب دیگری استفاده نمود (عبداله زاده، ۱۳۸۲).

۲- تعیین سطح معناداری آزمون χ^2 با استفاده از تابع توزیع مشخص شده.

Archive of SID

www.SID.ir

۳- تخمین و برآورد تعداد روزهای همراه با پدیده تگرگ در نقاط درصدی انتخابی برای تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه با روشهای توزیع پواسون و دو جمله‌ای منفی.

برای محاسبه توزیع پواسون از رابطه زیر استفاده شده است (اسدی و بزرگ نیا،۱۳۸۲):

(۷):

$$F(x)=\frac{u^x.e^{-u}}{xi} \quad x=0,1,2,...$$

در توزیع پواسون $\overline{X}$ با V مساوی است.

$e \cong$ ۲/۷۲ عدد پایه لگاریتم نپری است.

$u=$ میانگین متوسط رخ دادن پیشامد مورد نظر در واحد زمان (یا واحد مکان) است .

X= تعداد روزهای همراه با تگرگ است.

برای محاسبه توزیع دو جمله‌ای منفی نیز از رابطه زیر استفاده شده است(حجام،۱۳۷۵):

(۸):

$$f(x)=\frac{\Gamma(x+k)}{\Gamma(x+1)\Gamma(k)}\times\frac{p^x}{(1+p)^{k+x}}$$

که در آن :

(۹):

$$p=\frac{\delta^2}{\overline{x}}-1 \quad \text{و} \quad P>0$$

(۱۰):

$$k=\frac{\overline{x}}{p} \quad \text{و} \quad k>0$$

همچنین رابطهٔ زیر باید بین p و k وجود داشته باشد تا بتوان از فرمول یاد شده استفاده کرد:

(۱۱):

$$(1+\frac{1}{p})(k+2)\rangle 20$$

مقادیر $\Gamma(x+k)$ و $\Gamma(k)$ را اگر به طور کلی به صورت $\Gamma(a)$ نشان داده شود، می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

(۱۲):

$$\Gamma(a)=\int_{01}^{\infty} x^{a-1}.e^{-x}.dx$$

۲-۲- داده‌های پژوهش

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، اطلاعات روزانه مربوط به بارش تگرگ ایستگاه‌های همدید استان آذربایجان شرقی است که دارای آمار بالای ۲۰ سال هستند. از میان ده ایستگاه سینوپتیک موجود در این استان، تعداد شش ایستگاه که داده‌های مربوط به آنها کامل است، انتخاب شده است(جدول شماره ۱).

جدول(۱): اطلاعات مربوط به ایستگاه‌های سینوپتیک استان آذربایجان‌شرقی

ردیف	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول دوره آماری	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع
۱	اهر	سینوپتیک	۱۹۸۷-۲۰۰٦	٤۷° ٤۰´E	۳٦° ۳٦´ N	۱۳۹۰/۵
۲	تبریز	سینوپتیک	۱۹۸۷-۲۰۰٦	٤۷° ۱٤´ E	۳۸° ۵۰´ N	۱۳٦۰
۳	جلفا	سینوپتیک	۱۹۸۷-۲۰۰٦	٤۵ °٤۰´E	۳۸° ٤۵´ N	۷۳٦/۲
٤	سراب	سینوپتیک	۱۹۸۷-۲۰۰٦	٤۷° ۳۲´E	۳۷° ۵٦´ N	۱٦۸۲
۵	مراغه	سینوپتیک	۱۹۸۷-۲۰۰٦	٤٦° ۱٦´ E	۳۷° ۲٤´ N	۱٤۷۷/۷
٦	میانه	سینوپتیک	۱۹۸۷-۲۰۰٦	٤۷° ٤۲´ E	۳۷° ۲۷´ N	۱۱۱۰

Archive of SID

www.SID.ir

مواردی از نقص داده‌ها در سال‌های آماری، با استفاده از روش تفاضل‌ها برطرف گردید (علیزاده،۱۳۸۰) .آزمون همگنی داده‌ها نیز با استفاده از روش Run Test بر روی داده‌ها انجام شده و به این طریق، داده‌های انتخاب شده برای انجام روش‌های مورد نظر آماده گردید (اسماعیلیان، ۱۳۸۵).

۳- یافته‌های پژوهش

آزمون نیکویی برازش تعداد روزهای همراه با بارش تگرگ به توزیع پواسون:

آزمون نیکویی برازش به کمک آماره آزمون χ^2 با درجه آزادی n-1 برای ایستگاه‌های مورد مطالعه انجام شده است .(جدول شماره۲).

جدول (۲): آزمون نیکویی برازش تعداد روزهای همراه با بارش تگرگ به توزیع پواسون در استان آذربایجان‌شرقی طی دوره آماری (۲۰۰۶-۱۹۸۷)

آزمون فرض H_0	$X^2_{(1-\alpha),df}$	سطح معناداری	درجه آزادی df	$\chi^2 = \sum \frac{(Oi-Ei)^2}{Ei}$	نام ایستگاه
٦/٦٨٧(٩/٤٩	٩/٤٩	٠/٠٥	٤	٦/٦٨٧	اهر
٠/٦١(٣/٨٤	٣/٨٤	٠/٠٥	١	٠/٦١	جلفا
٣/٥٥٢(٧/٨١	٧/٨١	٠/٠٥	٣	٣/٥٥٢	میانه
٥/٢٢٥(١٢/٦	١٢/٦	٠/٠٥	٦	٥/٢٢٥	مراغه
٣/٦١٦(٧/٨١	٧/٨١	٠/٠٥	٣	٣/٦١٦	سراب
٣/٧٢٥(٩/٤٩	٩/٤٩	٠/٠٥	٤	٣/٧٢٥	تبریز

بررسی نتایج حاصل از آزمون χ^2 بر روی ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که در تمامی شش ایستگاه مورد بررسی، اندازه χ^2 محاسبه شده کوچکتر از اندازه χ^2 با درجه آزادی n-1 و سطح معناداری ۰/۰۹۵است. بنابراین، با توجه به نتایج به دست آمده، توزیع پواسون(p) برازش مناسبی برای داده‌ها سالانه تگرگ است.

جدول (۳): پارامترهای آماری بارش سالانه تگرگ در استان آذربایجان‌شرقی طی دوره آماری (۲۰۰۶-۱۹۸۷)

نام ایستگاه	میانگین	انحراف معیار	واریانس	چولگی	کشیدگی
اهر	١/٢	١/٣٩٩	١/٩٥٨	١/٣٩٩	١/٩٠
جلفا	٠/٢	٠/٤١	٠/١٦٨	١/٦٢٤	٠/٦٩٩
میانه	١/١٥	١/٠٤	١/٠٨٢	٠/٩١٩	١/٣٧٧
مراغه	١/٨٥	١/٧٢٥	٢/٩٧٦	٠/٩٤	٠/٣٩٨
سراب	١/٣	٠/٨٦٥	٠/٧٤٧	٠/٤٢٤	-٠/١٠٥
تبریز	١/٤	١/٢٧٣	١/٦٢١	٠/٦٧٣	-٠/١٨٨

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی پارامترهای آماری بارش سالانه تگرگ در استان آذربایجان‌شرقی (جدول شماره ۳) نیز نشان می‌دهد که در سه ایستگاه (اهر، مراغه و تبریز) مقدار میانگین کوچکتر از واریانس است. اگرچه میانگین تعداد روزهای همراه با تگرگ در این ایستگاهها کمتر از واریانس است(مبنی بر مساوی بودن $\overline{X}$ با V در توزیع پواسون)، ولی آماره آزمون خی دو χ^2 نشان می‌دهد که توزیع پواسون برازش مناسبی برای داده‌های این پدیده است(Thom,1957) . این واقعیت نشان می‌دهد که تنها بررسی چشمی میانگین و واریانس برای انتخاب مدل مناسب، کافی نیست. بنابراین، احتمال تجمعی برای تعیین تعداد روزهای همراه با تگرگ سالانه محاسبه شده است (جدول شماره ٤).

جدول (٤): احتمال تجمعی محاسبه شده C (Calculated) و مشاهده شده O (Observed) تعداد روزهای همراه با بارش تگرگ در استان آذربایجان‌شرقی (۲۰۰٦-۱۹۸۷)

تعداد روز	اهر		جلفا		میانه		مراغه		سراب		تبریز	
	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O
۰	۰/۳۰۱	۰/٤۰	۰/۸۱۹	۰/۸۰	۰/۳۱۷	۰/۳۰	۰/۱٦۰	۰/۲٥	۰/۲۷۳	۰/۱٥	۰/۲٤۷	۰/۳۰
۱	۰/٦٦۳	۰/٦٥	۰/۹۸۲	۱/۰۰	۰/٦۸۱	۰/٦٥	۰/٤٤۹	۰/٥۰	۰/٦۲۷	۰/٦٥	۰/٥۹۲	۰/٥٥
۲	۰/۸۷۹	۰/۹۰	۰/۹۹۹		۰/۸۹۰	۰/۹٥	۰/۷۱۸	۰/۷۰	۰/۸٥۷	۰/۹۰	۰/۸۳۳	۰/۸٥
۳	۰/۹٦٦	۰/۹۰	۱/۰۰		۰/۹۷۰	۰/۹٥	۰/۸۸۳	۰/۸٥	۰/۹٥۷	۱/۰۰	۰/۹٤٦	۰/۹۰
٤	۰/۹۹۲	۰/۹٥			۰/۹۹٤	۰/۹٥	۰/۹٦۰	۰/۹۰	۰/۹۸۹		۰/۹۸٦	۱/۰۰
٥	۰/۹۹۸	۱/۰۰			۰/۹۹۹	۱/۰۰	۰/۹۸۹	۰/۹٥	۰/۹۹۸		۰/۹۹۷	
٦	۱/۰۰				۱/۰۰		۰/۹۹۷	۱/۰۰	۱/۰۰		۰/۹۹۹	
۷							۰/۹۹۹				۱/۰۰	
۸							۱/۰۰					

احتمال محاسبه شده برای تعداد روزهای همراه با تگرگ نشان می‌دهد که شانس رخ ندادن تگرگ در هریک از ایستگاه‌های مورد مطالعه وجود دارد. برای مثال، با توجه به جدول شماره(٤)، در ایستگاه جلفا احتمال روزهای بدون تگرگ ۰/۸۲ است. نتایج حاصل از محاسبه احتمال تجمعی روزهای همراه با تگرگ در منطقه مورد مطالعه نشان دهنده آن است که بیشترین تعداد روزهای همراه با تگرگ ، ٦ روز در سال بوده که مربوط به ایستگاه مراغه است. ایستگاه مراغه با بیشترین فراوانی بارش تگرگ در کل استان، دارای کمترین اختلاف بین حداکثر و حداقل احتمال بارش تگرگ (۰/۲۸=۰/۰۱- ۰/۲۹) بوده، از طرف دیگر، ایستگاه جلفا با کمترین بارش تگرگ دارای بیشترین اختلاف بین حداکثر و حداقل احتمال بارش تگرگ (۰/۸= ۰/۰۲ – ۰/۸۲) است. در بین ایستگاه‌های مورد بررسی، ایستگاه مراغه دارای کمترین احتمال روزهای بدون تگرگ (۰/۱٦) و ایستگاه جلفا دارای بیشترین احتمال روزهای بدون تگرگ (۰/۸۲) است (جدول شماره ٤).

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه احتمال رخداد تعداد روزهای همراه با تگرگ در ایستگاه‌های مورد مطالعه:

احتمال دقیق روزهای همراه با بارش تگرگ محاسبه شده برای هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که در ایستگاه اهر، بیشترین احتمال رخداد مربوط به یک روز همراه با پدیده تگرگ (۰/۳۶) و کمترین احتمال رخداد مربوط به پنج روز همراه با بارش تگرگ است. احتمال تجمعی این پدیده در ایستگاه مربوطه نشان می‌دهد که بیش از ۷۸ درصد (حدود ۸۸ درصد) احتمال رخ داد دو روز یا کمتر همراه با بارش تگرگ در سال وجود دارد. و احتمال وقوع بیش از دو روز این پدیده ۱۲ درصد است.

در ایستگاه جلفا بیشترین احتمال رخداد روزهای همراه با تگرگ(۰/۸۲) مربوط به صفر روز (عدم وقوع بارش تگرگ) بوده و کمترین احتمال رخداد در ایستگاه مربوطه (۰/۰۲)، دو روز همراه با این پدیده است. احتمال تجمعی در این ایستگاه نشان می‌دهد که ۸۲ درصد احتمال رخداد تعداد روزهای بدون تگرگ و ۱۲ درصد احتمال رخداد یک روز یا بیشتر همراه با این پدیده وجود دارد.

در ایستگاه میانه، بیشترین احتمال رخداد مربوط به یک روز همراه با پدیده تگرگ و کمترین احتمال مربوط به پنج روز همراه با این پدیده (۰/۰۱) است. بنابراین، با توجه به احتمال‌های تجمعی این ایستگاه، مشاهده می‌شود که ۸۹ درصد احتمال بارش سالانه دو روز یا کمتر همراه با پدیده تگرگ ۱۱ درصد احتمال بیش از دو روز بارش سالانه این همراه با این پدیده وجود دارد.

در ایستگاه مراغه ۰/۲۹ رخداد یک روز بارش همراه با تگرگ دارای بیشترین احتمال رخداد (۰/۲۹) و رخداد شش روز همراه با این پدیده، دارای کمترین احتمال رخداد (۰/۰۱) است. احتمال تجمعی رخداد این پدیده در ایستگاه مراغه نشان می‌دهد که ۸۹ درصد احتمال رخداد سه روز بارش همراه با تگرگ یا کمتر از آن و ۱۱ درصد احتمال رخداد بیش از سه روز بارش همراه با این پدیده وجود دارد.

جدول (۵): نتایج برآورد سالانه تعداد روزهای همراه با تگرگ با استفاده از توزیع پواسون

تبریز	سراب	مراغه	میانه	جلفا	اهر	احتمال
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵.
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۵
۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰/۲۰
۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰/۲۵
۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰/۳۰
۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰/۳۵
۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰/٤۰
۱	۱	۲	۱	۰	۱	۰/٤۵
۱	۱	۲	۱	۰	۱	۰/۵۰
۱	۱	۲	۱	۰	۱	۰/۵۵
۲	۱	۲	۱	۰	۱	۰/٦۰
۲	۲	۲	۱	۰	۱	۰/٦۵
۲	۲	۲	۲	۰	۲	۰/۷۰
۲	۲	۳	۲	۰	۲	۰/۷۵
۲	۲	۳	۲	۰	۲	۰/۸۰
۳	۲	۳	۲	۱	۲	۰/۸۵
۳	۳	٤	۳	۱	۳	۰/۹۰
٤	۳	٤	۳	۱	۳	۰/۹۵
۵	٤	٦	٤	۲	٤	۰/۹۹

Archive of SID

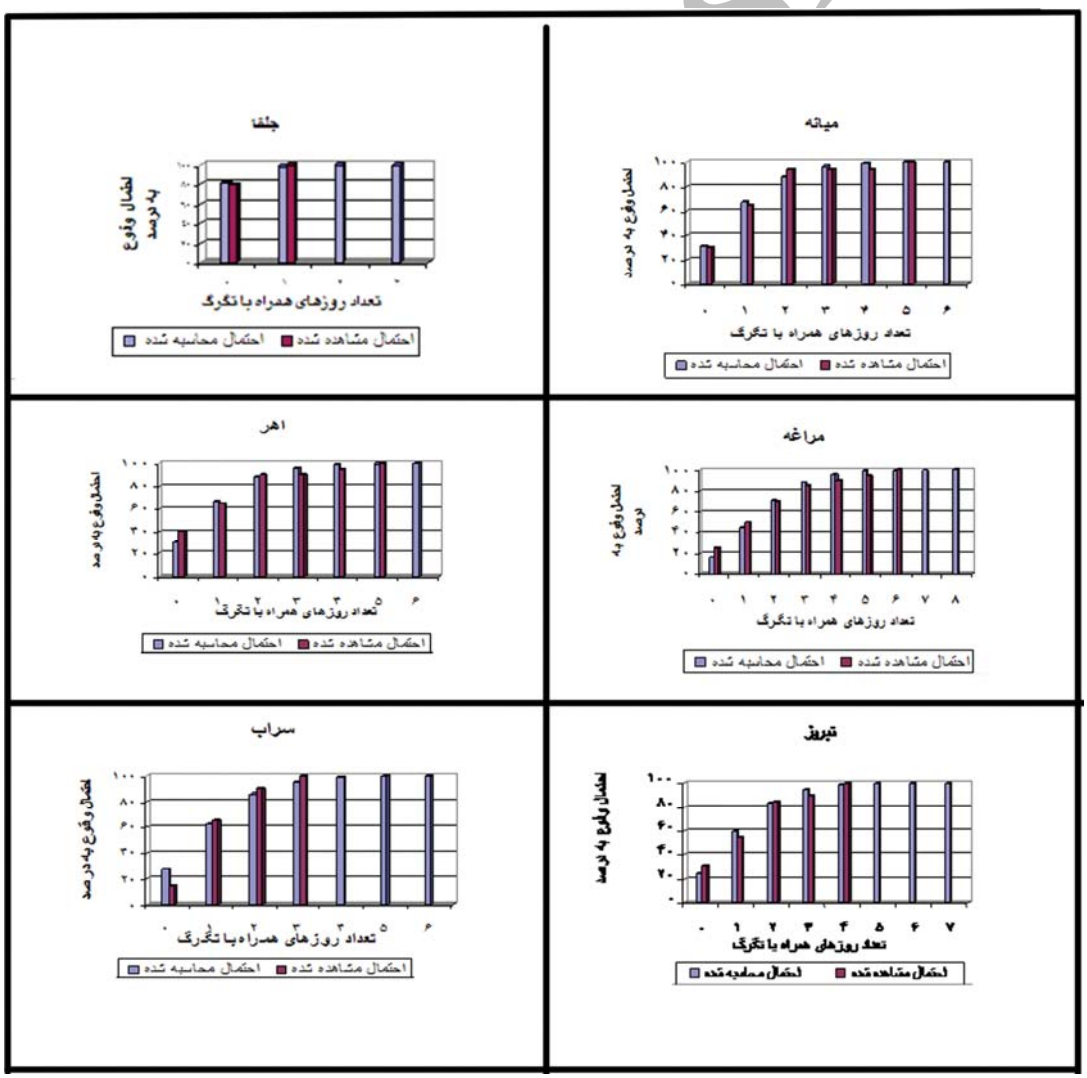
www.SID.ir

در ایستگاه سراب احتمال رخداد یک روز بارش همراه با تگرگ دارای بیشترین احتمال (۰/۳۵) و احتمال پنج روز بارش همراه با این پدیده دارای کمترین احتمال (۰/۰۱) است. با توجه به احتمال تجمعی این پدیده در ایستگاه سراب مشاهده می‌شود که احتمال رخداد دو روز یا کمتر روز بارش همراه با تگرگ ۸۵ درصد بوده و احتمال رخداد بیش از دو روز ۱۵ درصد است.

بیشترین احتمال رخداد بارش همراه با تگرگ در ایستگاه تبریز یک روز در سال (۰/۳۵) بوده، کمترین احتمال رخداد این پدیده پنج روز در سال (۰/۰۱) است.

با توجه به احتمال تجمعی محاسبه شده، مشاهده می‌شود که ۸٤ درصد احتمال رخداد سه روز بارش همراه با تگرگ یا کمتر و ۱٦ درصد احتمال رخداد بیش از دو روز بارش همراه با این پدیده وجود دارد.

با استفاده از نتایج به دست آمده، تعداد روزهای همراه با بارش تگرگ برای نقاط درصدی انتخابی با استفاده از توزیع پواسون محاسبه گردید که در جدول (۵) آورده شده است.



نمودار (۱): مقایسه احتمال تجمعی محاسبه شده با احتمال مشاهده شده بارش تگرگ در استان آذربایجان‌شرقی

SID
www.SID.ir

۳-۱آزمون نیکویی برازش تعداد روزهای همراه با بارش تگرگ با توزیع دو جمله‌ای منفی پواسون:

برای آزمون نیکویی برازش تعداد روزهای همراه با بارش تگرگ با توزیع دو جمله‌ای منفی پواسون، پارامترهای P و K استخراج شده است. بر این اساس، شرایط استفاده توزیع دو جمله‌ای منفی برای این داده‌ها مورد سنجش قرار گرفته است (جدول شماره ٦).

جدول (٦): مقادیر به دست آمده برای توزیع دو جمله‌ای منفی برای تعداد روزهای همراه با بارش تگرگ

پارامترها / ایستگاه	P > 0	K > 0	$\left(1+\frac{1}{P}\right)(K+2)>20$
اهر	۰/٦۳	۱/۹	۱۰/۱ <۲۰
جلفا	-۰/۱٦	-۱/۲۷	-۳/۸ <۲۰
مراغه	۰/٦۱	۳/۰٤	۱۳/۳ <۲۰
میانه	-۰/٦	-۱۹/۳۳	۲۷۱/۵ >۲۰
سراب	-۰/٤۳	-۳/۰٦	۱/٤ <۲۰
تبریز	۰/۱٦	۸/۸۹	۷۸/۹ >۲۰

نتایج حاصل از آماره آزمون خی دو χ^2 نشان می‌دهد که توزیع دو جمله‌ای تنها برای پدیدهٔ تگرگ در ایستگاه تبریز برازش مناسبی دارد و برای سایر ایستگاهها نمی‌تواند مدل مناسبی برای استفاده باشد. بر این اساس، احتمال تجمعی برای تعداد روزهای همراه با بارش تگرگ سالانه برای ایستگاه تبریز محاسبه گردید(جدول شماره ۷). بررسی نتایج حاصل در ایستگاه تبریز نشان می‌دهد که شانس رخداد یک روز همراه با بارش تگرگ بیش از بقیه بوده (۰/۳۳) و کمترین احتمال رخداد این پدیده هفت روز در سال است.

جدول (۷): نتایج آزمون نیکویی برازش بر اطلاعات سالیانه تگرگ در استان آذربایجان‌شرقی

آزمون فرض H_0	$\chi^2_{(1-\alpha),df}$	سطح معناداری	درجه آزادی df	$\chi^2=\sum\frac{(Oi-Ei)^2}{Ei}$	نام ایستگاه
۳/۳۳<۹/٤۹	۹/٤۹	۰/۰۵	٤	۳/۳۳	تبریز

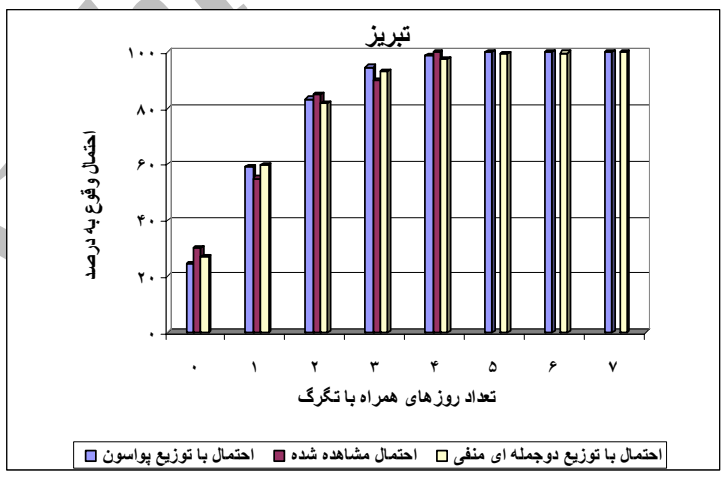
Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۸): حتمال تجمعی محاسبه شده توزیع دوجمله‌ای منفی (Calculated) و مشاهده شده (Observed) تعداد روزهای همراه با بارش تگرگ در استان آذر بایجان‌شرقی (۲۰۰٦-۱۹۸۷)

تعداد روز	تبریز	
	C	O
۰	۰/۲۷	۰/۳۰
۱	۰/٦۰	۰/۵۵
۲	۰/۸۲	۰/۸۵
۳	۰/۹۳	۰/۹۰
٤	۰/۹۷۵	۱/۰۰
۵	۰/۹۹۱	
٦	۰/۹۹٦	
۷	۱/۰۰	

با استفاده از نتایج به دست آمده از دو توزیع مورد بررسی (پواسون و دوجمله‌ای منفی پواسون)، این توزیع‌ها با یکدیگر مورد مقایسه شده است. بر این اساس، نتایج نشان می‌دهد که هر دو توزیع پواسون و دو جمله‌ای منفی برازش مناسبی برای داده‌های سالیانه تگرگ در ایستگاه تبریز هستند ولی در بقیه ایستگاه‌ها فقط توزیع پواسون برازش مناسب تشخیص داده شد (نمودار ۲).



نمودار (۲): مقایسه احتمال محاسبه شده بارش تگرگ با دو توزیع دوجمله‌ای منفی و پواسون در ایستگاه تبریز طی دوره آماری (۲۰۰٦-۱۹۸۷)

Archive of SID

www.SID.ir

٤- نتایج تحقیق

آزمون نیکویی برازش تعداد روزهای همراه با تگرگ در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که توزیع پواسون برازش مناسبی برای داده‌های سالانه تگرگ است، ولی بر اساس بررسی‌های انجام گرفته توزیع دو جمله‌ای منفی برای داده‌های سالانه تگرگ برازش مناسب تشخیص داده نشده است، به طوری که استفاده از توزیع دو جمله‌ای منفی برای همهٔ ایستگاه‌های مورد مطالعه به‌استثنای ایستگاه تبریز نامناسب تشخیص داده شده است. احتمال دقیق روزهای همراه با بارش تگرگ محاسبه شده با استفاده از توزیع پواسون نشان می‌دهد که بیشترین تعداد روزهای همراه با تگرگ هشت روز در سال بوده است که مربوط به ایستگاه مراغه است. بین ایستگاه‌های مورد بررسی، ایستگاه مراغه دارای کمترین احتمال روزهای بدون تگرگ (۰/۱٦) و ایستگاه جلفا دارای بیشترین احتمال روزهای بدون تگرگ (۰/۸۲) است . ایستگاه مراغه با بیشترین فراوانی بارش تگرگ در کل استان، دارای کمترین اختلاف بین بیشینه و کمینه احتمال بارش تگرگ (۰/۲۸=۰/۰۱ – ۰/۲۹) داشته و از طرف دیگر، ایستگاه جلفا با کمترین بارش تگرگ دارای بیشترین اختلاف بین بیشینه و کمینه احتمال بارش تگرگ (۰/۸=۰/۰۲ – ۰/۸۲)است. بررسی توزیع مکانی بارش تگرگ در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی بارش تگرگ طی دوره آماری (۲۰۰٦-۱۹۸۷) در قسمت جنوب غرب استان، بویژه ایستگاه مراغه (۳۷ بار) و کمترین فراوانی بارش تگرگ مربوط به شمال غرب استان، بویژه در مجاورت ایستگاه جلفا (٤ بار) رخ داده است.

منابع و ماخذ

۱- اسماعیلیان، مهدی.(۱۳۸۵). راهنمای جامع Spss ، تهران: مؤسسهٔ فرهنگی هنری دیباگران.

۲- پژوهشکده هواشناسی.(۱۳۸۱). گزارش شماره۳، جلد دوم، تعیین پتانسیل وقوع بلایای طبیعی در کشور، سازمان هواشناسی کشور.

۳- جهانگیری، زهره، مژده پدرام و مهرزاد سیف.(۱۳۸٤). «بررسی توزیع مکانی و زمانی بارش تگرگ و خسارت‌های ناشی از آن در ایران»، مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی مخاطرات زمین، بلایای طبیعی و راه کارهای مقابله با آنها، دانشگاه تبریز.

٤- حاج بابایی، نوید، آزاده نصیری و مینا معزی.(۱۳۸٤).«بررسی همدیدی بارش تگرگ»، مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی مخاطرات زمین، بلایای طبیعی و راه کارهای مقابله با آنها، دانشگاه تبریز.

۵- حجام، سهراب.(۱۳۷۵). آمار در هواشناسی، تهران: انتشارات موسسه ژئوفیزیک.

٦- راستگو، غ.(۱۳٦۹). ارتباط توفان رعد و برق با ارتفای دمای تر صفر درجه سانتیگراد، پایان نامه کارشناسی، سازمان هواشناسی کشور.

۷- سیف، مهرزاد.(۱۳۷۵). بررسی توزیع بارش تگرگ در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۸- صناعی، بهرام، خداداد باستانی و فاطمه رفیع بخش.(۱۳۸۲). «بررسی مدل آماری پدیده تگرگ در کشور»، **نشریه نیوار**، ش٤۸و٤۹.

۹- عبدالله زاده، کاوه.(۱۳۸۲). مفاهیم کاربردی آمار و احتمالات، انتشارات آییژ.

۱۰- علیزاده، امین.(۱۳۸۰). اصول هیدرولوژی کاربردی، دانشگاه امام رضا، چاپ سیزدهم.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱- قربانی، اعظم.(۱۳۸۵). مطالعه پدیده تگرگ در حوضه زاینده رود، پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه تربیت معلم.

۱۲- نجفی نیک، زهرا.(۱۳۸٤). «بررسی پراکندگی مکانی و زمانی وقوع پدیده تگرگ و خسارت‌های آن در کشاورزی»، مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی مخاطرات زمین، بلایای طبیعی و راه کارهای مقابله با آنها، دانشگاه تبریز.

۱۳- هاشمی، فریدون.(۱۳۵۱). «صدمه تگرگ در کشاورزی و مبارزه با آن»، نشریه نیوار.

14.Etkin and S. E. Brun (2001) Canada's Hail Climatology: 1977-1993.

15.Stanley A. and Changnon, JR. (1962)areal frequencies of hail and thunderstorm days in Illinois.

16.sakamoto,c.m.,(1973),application of the poisson and negative Binomial models to thunderstorm and hail days probabilities in Nevada, mon. wea. Rev./101.

17. Retallack,B.J.,(1978),Aeronautical Meteorology:WMO.

18.Lutgens, F.K.,and Tarbuck, E.J.,(1995), The atmosphere: prentice Hall, New Jersey.

19.Thom,h.c.s.,(1957),The frequency of hail Occurrence»,Arch, Meteor. Geophysics. Bioklim., B8, No.2.

Archive of SID

www.SID.ir