

تاریخ دریافت: ۸۴/۹/۱۲

تاریخ پذیرش نهایی: ۸۵/۲/۲۴

توفان های تندری و بارش های ناشی از آن در محدوده‌ی شهر اهر

اورج جلالی*

دکتر علی اکبر رسولی**

دکتر بهروز ساری صراف***



چکیده

بارش های ناشی از توفان تندری از مهم ترین پدیده های آب و هوایی منطقه اهر محسوب می شوند. این نوع بارش ها در مواقعی از سال ضمن تامین بخشی از آب مورد نیاز زراعی، بویژه در فصول گرم، تأثیرات فاجعه باری نیز بر روی محیط طبیعی، مردم و اقتصاد کشاورزی بر جای می گذارند. به علاوه، بارش های تندری به لحاظ سرشت برای وقوع سیلاب های شدید محلی از پتانسیل بالایی برخوردار هستند. به عنوان مثال پدیده های همراه توفان تندری نظیر تگرگ و سیل از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۴ بالغ بر ۸۲ میلیارد ریال خسارت بر روستاهای تابعه‌ی شهرستان اهر وارد کرده اند. بنابراین هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی تغییرات بلند مدت در فراوانی و میزان بارش های حاصله از پدیده توفان تندری در منطقه

* دانش آموخته ی دکتری جغرافیای طبیعی (گرایش اقلیم شناسی) دانشگاه تبریز.

** دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز.

*** دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز.

مورد مطالعه است. تحلیل آماری بارش‌های ثبت شده از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۰ این واقعیت را نشان می‌دهد که اغلب بارش‌های مذکور در فصل‌های بهار و تابستان و طی ساعات بعد از ظهر و اوایل شب رخ می‌دهند. مدل‌های شبیه‌سازی شده نظریه احتمال تاثیرات مشترک سامانه‌های جوی سینوپتیک و عوامل فیزیوگرافیک بر توزیع بارش‌های شدید و به تبع آن وقوع سیلاب‌های مخرب را تقویت می‌نمایند.

واژگان کلیدی

توزیع زمانی، بارش‌های توفان تندری، NRM شهر اهر.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

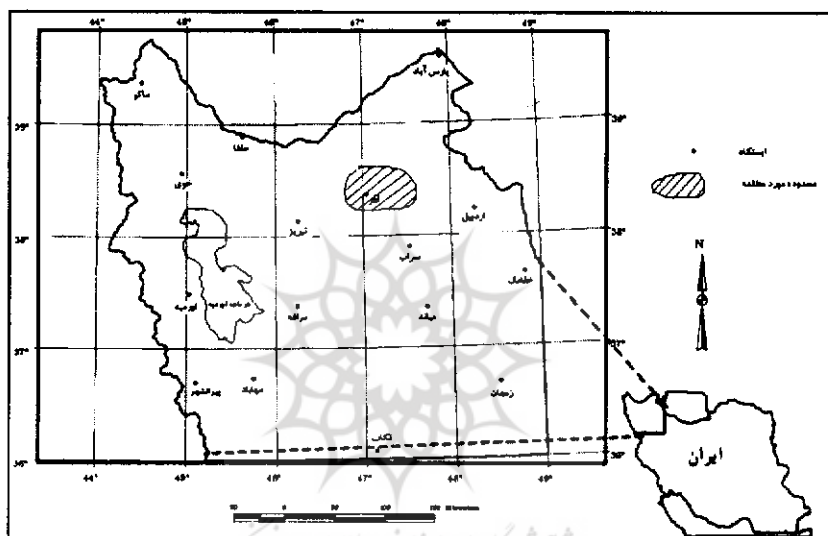
توفان های تندری یکی از اجزای آب و هوا بوده و عنصر کلیدی چرخه آب و الکتریسیته جو به حساب می آید. در نتیجه جهت ارزیابی ماهیت طبیعی توفان های تندری، پیش بینی و رژیم آب و هواشناسی آنها مطالعات زیادی صورت گرفته است (چانگنون، ۲۰۰۱). توفان های تندری و پدیده های همراه آنها نظیر آذرخش، پیچند، تگرگ، بادهای شدید و بارش سنگین به دلیل خسارت بسیاری که به وجود می آورند، توجه زیادی را به خود جلب کرده اند. به عنوان مثال توفان های تندری در طی سال های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۴ بالغ بر ۸۲۰۰۰ میلیون ریال به اقتصاد کشاورزی شهر اهر و روستاهای تابعه خسارت وارد کرده است (استانداری آذربایجان شرقی، ۱۳۸۴).

این در حالی است که در ۶ سال نخست (۱۳۷۵-۱۳۸۰) میزان خسارت بیش از ۱۸۰۰۰ میلیون ریال برآورد شده اما در طی ۴ سال (۱۳۸۴-۱۳۸۱) بعدی میزان خسارت از مرز ۶۴۰۰۰ میلیون ریال فراتر رفته که نشانگر افزایش فعالیت پدیده توفان تندری و آثار تخریبی آن در سال های اخیر است. در ضمن در طول دوره آماری ۱۶ ساله (۱۳۸۰-۱۳۶۵) تعداد ۸۸ توفان تندری همراه با بارش ثبت شده که مجموعاً ۴۷۳ میلی متر بارش به دنبال داشته است. با این وجود تا به حال در مورد مقادیر بارش های ناشی از توفان تندری و اثرات محیطی آن در سطح ایران و بویژه منطقه شمال غرب کشور مطالعاتی صورت نگرفته است؛ در صورتی که سهم بارش های توفان تندری در جریان سالانه آب در حوضه های رودخانه ای (اسبورن و رینولدز، ۱۹۶۳) و همچنین در فصل رویش گیاهان قابل توجه است. بر این اساس مطالعه حاضر توزیع زمانی بارش های ناشی از توفان تندری را با استفاده از روش های مختلف آماری از جمله روش NRM در شهر اهر مورد بررسی قرار می دهد.

-
1. Changnon
 2. Tornado
 3. Osborn and Reynolds

موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های آب و هوایی

ایستگاه هواشناسی اهر در ۳۸ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه شرقی در شمال غرب ایران قرار گرفته است (شکل شماره ۱). ارتفاع شهر اهر در محل ایستگاه هواشناسی حدود ۱۳۹۰/۵ متر است.



شکل شماره ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه شمال غرب کشور و محدوده مورد مطالعه

فلات آذربایجان که شهرستان اهر نیز در آن واقع شده، بنا به موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی ویژه خود در فصل‌های مختلف سال تحت تاثیر توده‌های هوایی گوناگون قرار می‌گیرد (جهانبخش اصل و ذوالفقاری، ۱۳۸۱). اثرات زمانی و مکانی متفاوت و ناهمگون این سامانه‌ها در گستره منطقه بر رژیم‌های بارش سالانه، فصلی، ماهانه و حتی روزانه بسیار چشمگیر است. یکی از این نوع بارش‌ها، بارش‌های تندری منطقه است (رسولی، ۱۳۸۴). در یک نگاه کلی، توده‌های هوایی نظیر توده‌های سرد سیبری در فصل زمستان و هوای مرطوب شمال غرب و غرب در فصل بهار از سامانه‌های عمده‌ی سینوپتیکی هستند که در طول سال اقلیم منطقه را متاثر می‌سازند (جهانبخش اصل و ذوالفقاری، ۱۳۸۱). مطالعات قبلی نشان می‌دهند که ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور خشک‌ترین ماه‌های

سال و ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت به عنوان مرطوب‌ترین ماه‌های شمال غرب کشور شناخته می‌شوند. توزیع ماهانه مقادیر بارش با هماهنگی نسبی مقادیر دمای هوا در طول سال مشخصه‌ی نوعی آب و هوای نیمه خشک، البته متأثر از شرایط محلی است (رسولی، ۱۳۸۰).

داده‌ها و روش‌ها

در این تحقیق سعی بر این است تا تغییرات زمانی بارش‌های توفان تندری اهر بر اساس روش‌های آماری توصیف شود. برای انجام تحلیل آماری داده‌های مربوط به بارش توفان تندری در طول دوره آماری ۱۶ ساله (۱۳۶۵-۱۳۸۰) از سازمان هواشناسی اخذ گردید. سپس با استفاده از کدهای (۹۹-۹۱) بارش‌های فوق در مقیاس ساعتی استخراج شده و میانگین‌های ماهانه، فصلی و سالانه محاسبه گردید. کدهای مذکور در ایستگاه‌های سینوپتیک هواشناسی به تندرهای توام با بارش اختصاص دارد. نتایج بهره‌گیری از روش‌های مختلف آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها به صورت جدول‌ها و نمودارها ارائه شده و از روش ریاضی - گرافیکی NRM جهت تعیین روند سالانه داده‌ها استفاده گردید.

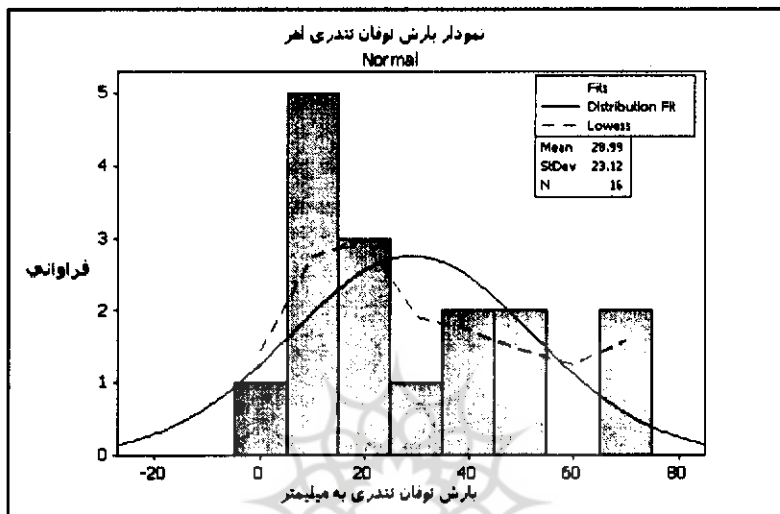
یافته‌های تحقیق

توزیع سالانه بارش

بررسی‌های آماری نشانگر تغییرات زیاد بارش‌های تندری در مقیاس سالانه است. با وجود اینکه در سال ۱۳۷۰ هیچگونه بارش تندری ثبت نشده، در مقابل ۲۶ درصد بارش‌های شهر اهر در سال ۱۳۷۶ ناشی از توفانهای تندری بوده است.

هم پوشی هیستوگرام داده‌ها با منحنی نرمال جهت تشخیص نرمال بودن داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. همان‌طور که در شکل شماره‌ی ۲ مشاهده می‌گردد، هیستوگرام داده‌ها از منحنی نرمال تبعیت نمی‌کند زیرا بیشتر داده‌ها با فاصله از میانگین اتفاق افتاده است. همچنین دامنه تغییرات بارش در دو طرف میانگین زیاد بوده و فراوانی بارش‌های پایین‌تر از میانگین بیشتر از فراوانی بارش‌های بالاتر از میانگین است. مقادیر میانگین نیز از میانه بزرگتر است که این نشان دهنده چولگی مثبت داده‌ها است علاوه بر این برآزش اسموتر

لویس^۱ با داده‌های مشاهداتی وجود چولگی مثبت را در بارش سالانه نشان می‌دهد. منحنی اسموتر لویس جهت کشف رابطه بین دو متغیر بدون استفاده از برازش مدل خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد (مینی تب^۲ نسخه ۱۴).



شکل شماره ۲- توزیع نگار بارش توفان تندری سالانه شهر اهر در طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۶۵

ضریب تغییرات شاخص مناسب‌تری برای بیان میزان نوسانات سال به سال بارش‌های تندری است. همان گونه که در جدول شماره ۱ دیده می‌شود، بارش تندری اهر از ضریب تغییرات بالایی (۷۹/۷ درصد) برخوردار است. به عبارت دیگر در این شهر بارش تندری می‌تواند نسبت به میانگین سالانه حداکثر ۷۹/۷ درصد کمتر یا بیشتر شود.

جدول شماره ۱- ویژگی عمومی مقادیر بارش سالانه توفان تندری در ایستگاه اهر در طی سال‌های ۱۳۸۰-

۱۳۶۵

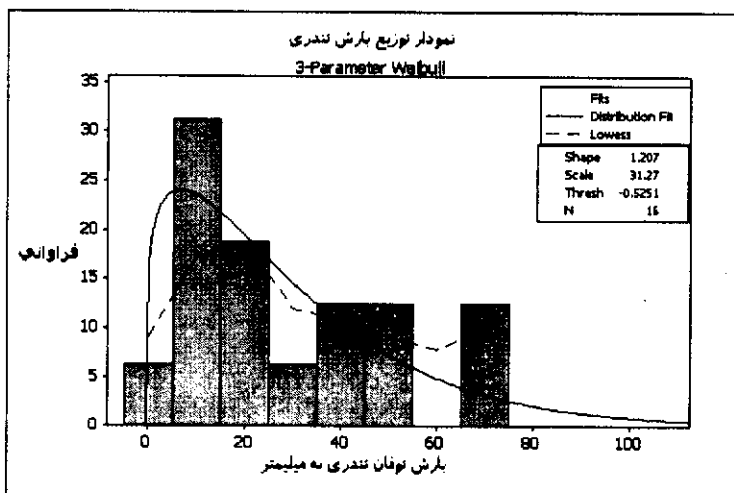
کمیابی	چولگی	ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	دامنه نوسان سالانه	حداقل بارش به میلیمتر	حداکثر بارش به میلیمتر	میانگین بارش به میلیمتر	جمع کل بارش به میلیمتر	بارش
-۰/۵	۰/۷۳	۷۹/۷۲	۲۳/۱۲	۲۱/۲۵	۷۴/۲	۰	۷۱/۲	۲۹	۴۶۳/۹	بارش

معمولاً ضریب تغییرات کم معرف پایداری و ثبات در تغییرپذیری و افت و خیزهای آب و هوایی بوده که بیانگر قابلیت اعتماد بیشتر است، در حالی که ضریب تغییرات بالا معرف ناپایداری و عدم اعتماد است (عساکره، ۱۳۸۳).

دو عامل چولگی و کشیدگی برای نمایش شکل توزیع فراوانی به کار می‌رود. چولگی درجه تقارن توزیع داده‌ها در اطراف میانگین را نشان می‌دهد. در توزیع کاملاً متقارن مقدار آن صفر است و برای آزمون نرمال بودن داده‌ها به کار می‌رود (شاو و ویلر^۱، ۱۹۸۵؛ مینی تب نسخه ۱۴). چولگی مثبت در ایستگاه اهر نشانگر آن است که توزیع با یک دنباله نامتقارن در طرف مقادیر مثبت واقع شده است. به عبارت دیگر فراوانی تعداد مقادیر کمتر از متوسط، بیشتر از فراوانی تعداد مقادیر بزرگتر از متوسط است (وحیدی اصل، ۱۳۸۱).

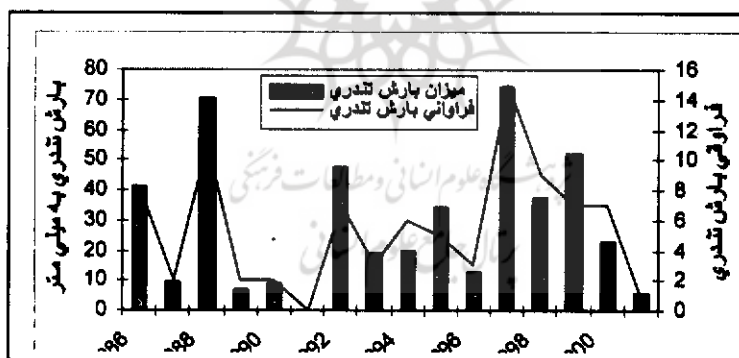
کشیدگی، یک توزیع را در مقایسه با توزیع نرمال مشخص می‌کند. کشیدگی مثبت نشان دهنده توزیع نسبتاً نوک دار و کشیدگی منفی توزیع نسبتاً پهن را نشان می‌دهد (وحیدی اصل، ۱۳۸۱). مقدار کشیدگی توزیع بارش‌های تندری در ایستگاه اهر منفی است که نشانگر عدم تبعیت این گونه بارش‌ها از توزیع نرمال است بنابراین بهتر است جهت برازش داده‌ها از توزیع احتمالاتی مناسب استفاده گردد.

همچنان که در شکل شماره ۳ دیده می‌شود، کشیدگی بارش سالانه توفان تندری و اسموتر لوئیس و همچنین منحنی ویبول سه پارامتری به طرف سمت راست نمودار است. این نمودار ضمن اثبات چولگی مثبت داده‌ها، برازش مناسب این گونه داده‌ها با توزیع احتمالاتی ویبول سه پارامتری را نشان می‌دهد.



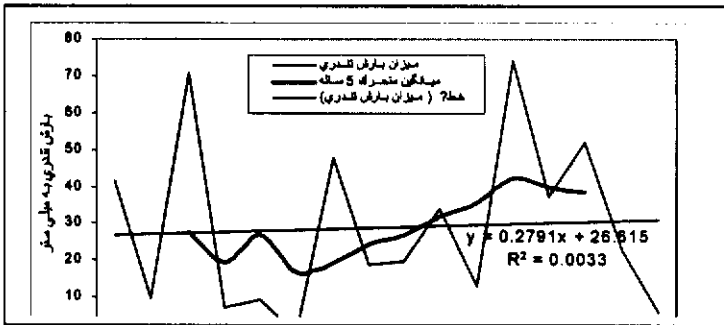
شکل شماره ۳- برآزش بارش تندری با توزیع احتمالاتی ویبول سه پارامتری

تغییرات سال به سال، نوسانات دوره‌ای فراوانی و میزان بارش تندری را می‌توان در شکل شماره ۴ مشاهده کرد.



شکل شماره ۴- تغییرات سالانه فراوانی و میزان بارش تندری ایستگاه اهر در دوره ۱۳۸۰-۱۳۷۵

در شکل شماره ۵ با استفاده از میانگین متحرک ۵ ساله یک دوره با فعالیت تندری کمتر و یک دوره با فعالیت تندری بیشتر قابل مشاهده است. از طرفی هم خط روند مسیر آرام رو به بالایی را طی می‌کند که تاییدی است بر این نکته که در آینده هم، با وجود نوسانات دوره‌ای و تغییرات سال به سال در فعالیت سامانه‌های تندری، همچنان وقایع ناشی از توفان تندری غیر منتظره نخواهد بود.



شکل شماره ۵- نوسان میانگین متحرک ۵ ساله و روند بارش تدریجی در ایستگاه اهر در دوره ۱۳۸۰-

۱۳۶۵

جهت به دست آوردن تغییرات بلند مدت فراوانی و میزان بارش رعد و برقی، داده-های دوره آماری ایستگاه اهر با استفاده از باقیمانده نرمال شده تجمعی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تکنیک گرافیکی - ریاضی NRM تغییرات معنی دار در روند مقادیر بارش در مقیاس سالانه را نشان می دهد. در واقع NRM را می توان به عنوان اختلاف تجمعی بین مقادیر واقعی بارش در هر سال و متوسط مقادیر مشاهده شده در طول دوره آماری در نظر گرفت که بر ضرایب حاصله تقسیم شده اند. به عنوان مثال، مقادیر NRM برای سال های اول و دوم از طریق معادلات زیر محاسبه شده است:

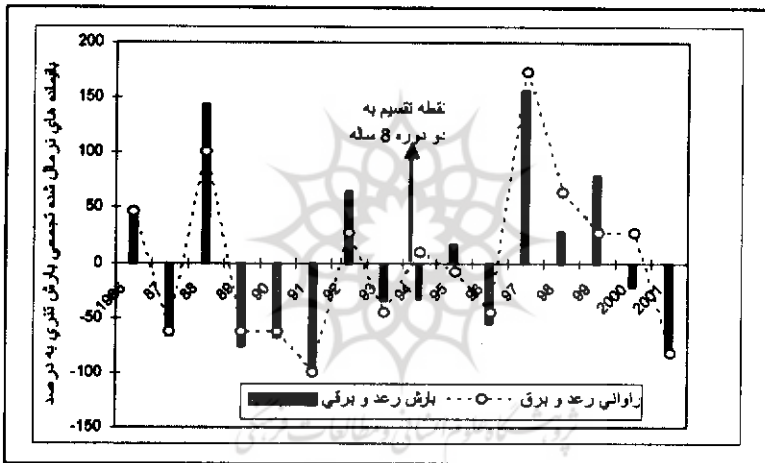
$$NRM_{Pr_1} = \frac{\text{sum}(P_{i_1} - P_m)}{P_m}$$

$$NRM_{Pr_2} = \frac{\text{sum}[NRM_{Pr_1} + (P_{i_2} - P_m)]}{P_m}$$

اما برای محاسبه NRM همه سال های آماری باید به معادله کلی زیر استناد نمود:

$$NRM_{Pr_n} = \frac{\text{Sum}[NRM_{Pr_{n-1}} + (P_{i_n} - P_{i_{n-1}})]}{P_m} \times 100$$

در معادله کلی sum مجموع P_m معرف میانگین بارش تندری است. P_i نشان دهنده مقدار مشاهدات بارش در هر سال می‌باشد، به طوری که P_i نشان دهنده مقدار بارندگی مشاهده شده در سال اول و P_i معرف بارندگی ثبت شده در سال دوم خواهد بود. بدین ترتیب NRM_{PT_1} معرف مقدار NRM در سال اول و در نهایت $NRM_{PT_{n-1}}$ نشان دهنده مقدار NRM در سال ماقبل آخر می‌باشد. در کل تغییرات مقادیر به ازای زمان می‌تواند بیانگر دو نوع رفتار چرخه‌ای و وجود نوعی روند افزایشی و یا کاهششی در داده‌های مشاهداتی باشد (رسولی، ۱۳۸۰).



شکل شماره ۶- منحنی NRM فراوانی و میزان بارش تندری شهر اهر در سال‌های ۱۳۶۰-۱۳۸۰

نتیجه اعمال این روش در شکل شماره ۶ نشان داده شده است. با تقسیم نمودار به دو دوره مساوی در ایستگاه اهر از سال ۱۹۶۵ الی ۱۹۷۳ (دوره اول) و از سال ۱۹۷۴ الی ۲۰۰۱ (دوره دوم)، مشخص می‌شود که در دوره اول تعداد دفعاتی که میزان NRM از حد نرمال (خط صفر به عنوان شاخص فرض شده است) پایین‌تر است، بیشتر از دوره دوم است. با شمارش تعداد نقاط بالاتر و پایین‌تر از شاخص، اختلاف معنی‌دار در دو دوره فوق مشخص می‌شود. در واقع نقش منحنی NRM آشکار ساختن وجود تغییرات در مشاهدات مقادیر بارش سالانه توفان تندری شهر اهر در بلند مدت است که به نحوی روند ضعیف افزایشی در فعالیت سامانه‌های تندری و بارش‌های ناشی از آن را نمایان می‌سازد.

توزیع فصلی

فصل بهار زمان اوج فعالیت سامانه‌های توفان تندری در منطقه مورد مطالعه است. چنانکه بالاترین درصد فراوانی و میزان بارش‌های تندری را به خود اختصاص داده است. از آنجا که هوای مرطوب مدیترانه بر اثر گسترش بادهای غربی در فصل زمستان به این منطقه وارد می‌شود و پس از پس‌روی بادهای غربی در آنجا باقی می‌ماند، این هوای مرطوب در فصل بهار بر اثر تابش زیاد خورشید بر روی دامنه‌های آفتابگیر و ایجاد ناپایداری صعود و ایجاد بارش می‌کند (علیجانی، ۱۳۷۱).

جدول شماره ۲- وضعیت فراوانی و میزان بارش‌های تندری فصلی در محدوده شهر اهر

بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
۶۹	۱۶	۱۳/۸	۱/۲	۱۰۰
۷۱/۶	۱۸/۲	۶/۸	۳/۴	۱۰۰
۱۷/۹	۱۶/۹	۴/۹	۰/۵	۴۰/۲
۵/۸	۴/۶	۱۰/۶	۱/۹	

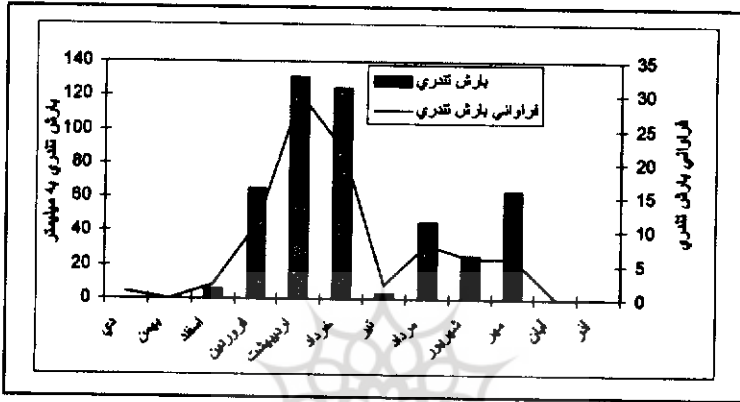
با

فرارسیدن انقلاب تابستانی به شدت از دامنه فعالیت سامانه‌های توفانزاکاسته می‌شود، به طوری که به ۲۵ درصد فعالیت سامانه‌های فصل بهار می‌رسد. زیرا تفاوت گرمایی بین هوای روی دامنه و اتمسفر

مجاور آن در فصل تابستان کاهش می‌یابد. برای اینکه اولاً ارتفاع خورشید زیاد است در نتیجه اختلاف زاویه تابش بر روی دامنه و بر سطح مسطح خیلی کم است؛ ثانیاً هوا تا ارتفاع خیلی بالا گرم می‌شود (علیجانی، ۱۳۷۱). فعالیت سامانه‌های توفان تندری در دو فصل سرد سال مخصوصاً زمستان در منطقه چندان قابل توجه نیست. نقطه جالب توجه در نسبت بارش تندری به بارش کل است. با اینکه بیشترین فعالیت این سامانه‌ها در فصل بهار اتفاق می‌افتد، اما سهم آن در بارش کل به ۱۷/۹ درصد می‌رسد. در تابستان نیز به ۱۶/۹ درصد بالغ می‌شود که نشانگر اهمیت بارش تندری در این فصل است و فصول پاییز و زمستان از این نظر اهمیت چندان ندارند.

توزیع ماهانه

فعالیت بارش تندری با شروع فصل بهار آغاز شده و در هر سه ماه آن تداوم دارد. اما در آغاز فصل تابستان (تیرماه) فعالیت سامانه‌های تندری افت کرده و دوباره از مرداد ماه به فعالیت می‌پردازند. این فعالیت تا پایان مهر ماه ادامه می‌یابد (شکل شماره ۷).



شکل شماره ۷- میانگین ماهانه فراوانی و میزان بارش تندری در شهر اهواز در سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۸۰

مطالعه جدول شماره ۳ موارد زیر را در ارتباط با تعامیل مرکزی و پراکنندگی داده-

های ماهانه نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳- ویژگی‌های عمومی بارش تندری ماهانه در شهر اهواز در طی سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۸۰

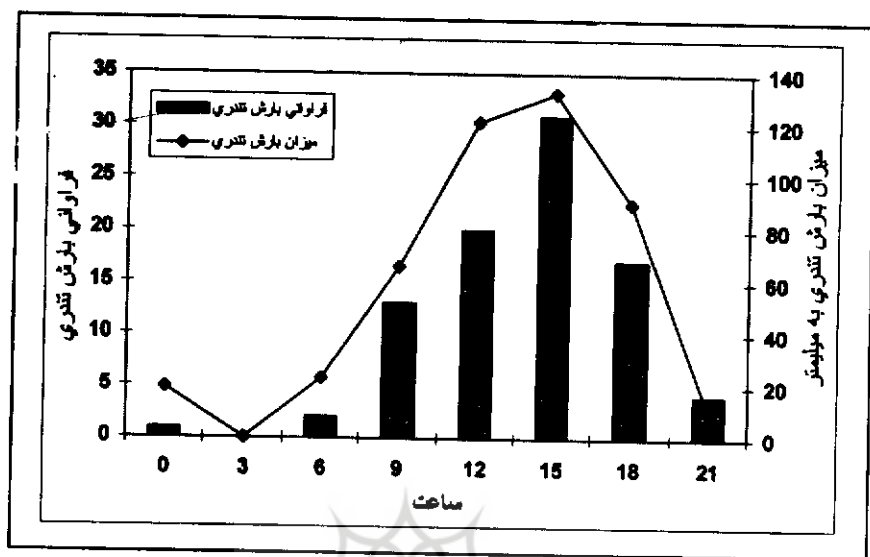
اسفند	مهرمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	
*	*	*	*	*	۱۰/۶	۴/۳	۵/۶۴	*	۵/۶۵	۴/۳۷	۵/۹	میانگین
					۲۵	۹	۲۱/۵		۱۸	۱۹	۱۸	حداکثر
					۱/۸	۰/۴	۰/۱		۰/۱	۰/۴	۱/۱	حداقل
					۲۳/۲	۸/۶	۲۱/۴		۱۷/۹	۱۸/۶	۱۶/۹	دامنه
					۹/۵	۳/۲	۱/۳		۵/۶	۳	۴	بیانه
					۶۹/۷۷	۱۵/۸۴	۷۳/۹۴		۲۵/۷۲	۱۶/۲۴	۲۱/۴۲	واریانس
					۸/۳۵	۳/۹۸	۸/۶		۵/۱۷	۴/۰۳	۴/۶۳	انحراف معیار
					۷۸/۷۷	۹۲/۵۶	۱۵۲/۴۸		۸۹/۷۳	۹۲/۲۲	۷۸/۴۷	ضریب تغییرات
					۰/۹۷	۰/۴۲	۱/۴۶		۰/۷۳	۱/۹۵	۱/۹۵	چولگی
					۱/۰۴	-۲/۳۵	۰/۴		۰/۱۹	۵/۰۱	۴/۷۶	کشیدگی

* ماه‌هایی که تعداد داده‌های ثبت شده آنها در طول دوره آماری کمتر از ۲ است.

۱- مقادیر بالای میانگین نسبت به میانه بیانگر چولگی مثبت داده هاست. ۲- اختلاف کم در دامنه‌ی داده‌های ماه‌های فصل بهار نسبت به دو فصل تابستان و پاییز نشانگر یکنواخت‌تر بودن فعالیت سامانه‌های توفان تندری در فصل بهار است. ۳- انحراف معیار و واریانس داده‌ها در ماه‌های بهار نسبت به فصل تابستان و پاییز کمتر است. به عبارت دیگر بارش تندری در فصل بهار از قابلیت اعتماد بیشتری برخوردار است. ۴- میزان چولگی در دو ماه اول فصل بهار و همچنین مرداد ماه بیشتر است و ظاهراً با شروع فعالیت سامانه‌های تندری مقدار چولگی افزایش یافته و با کاهش فعالیت این سامانه میزان چولگی نیز کاهش می‌یابد. ۵- کشیدگی نیز مانند چولگی در ماه‌های فروردین و اردیبهشت و مرداد ماه بیشتر است اما در شهریور ماه منفی می باشد.

توزیع روزانه

با وجود اینکه در ایستگاه اهر سامانه‌های تندری در کلیه ساعات شبانه روز (ب) استثنای ساعت ۳ بامداد) فعال هستند، اما بیشترین فراوانی در ساعت ۱۵ اتفاق می‌افتد (شکل شماره ۸). بررسی شکل شماره ۸ نشان می‌دهد که در ایستگاه اهر فعالیت سامانه‌های تندری از ساعت ۶ شروع شده و سیر صعودی را ادامه می‌دهد تا اینکه در ساعت ۱۵ در اوج گرمای محیط به بالاترین حد خود می‌رسد. سپس سیر نزولی آغاز شد و در ساعت ۳ فعالیت سامانه‌ها قطع می‌گردد. به عبارت دیگر در ساعات گرم روز با وجود رطوبت و ساز و کار صعود، این پدیده بیشتر رخ می‌دهد. به نظر والاس^۱ (۱۹۷۵) در آب هوای بری درصد بالایی از بارندگی‌ها ناشی از رگبارهای همرفتی است که در طی ساعات بعد از ظهر پدید می‌آیند.



شکل شماره ۸- میانگین ساعتی بارش تندری در شهر اهر در دوره ۱۳۸۰-۱۳۷۵

نتیجه گیری

بررسی‌های آماری نشان می‌دهد که بارش‌های تندری در اهر از لحاظ زمان وقوع و میزان بارش به شدت چوله مثبت بوده و نشانگر آن است که مقادیر نسبتاً زیاد بارندگی می‌تواند حاصل وقوع چند سامانه تندری باشد. اوج فعالیت تندر و در نتیجه مقادیر زیاد بارش‌های ناشی از آن در منطقه در دوره‌ای متمرکز است که با سامانه‌های همرفتی قوی همراه می‌باشد.

بارش‌های تندری منطقه مورد مطالعه در دوره گرم سال یا متأثر از سامانه‌های تندری توده هوایی هستند که در خود ناحیه و در اثر تابش مستقیم خورشید به وجود می‌آیند و یا با عبور هوای سرد بر روی سطوح گرم و افزایش دما، ناپایدار شده و به طور محلی بارندگی‌هایی را موجب می‌گردند. در طی فصل‌های انتقالی و سرد سال عبور جبهه سرد در مقیاس سینوپتیک از روی منطقه سبب ریزش بارش‌های تندری به صورت گسترده می‌شوند. گاهی نیز با تحریک هوای سطوح پایین جو که رطوبت کافی دارند، باعث ناپایداری شدید شده و سبب ایجاد بارش‌های تندری می‌شوند.

منابع

- ۱- استانداری آذربایجان شرقی (۱۳۸۴)، گزارشات گروه مطالعات ستاد حوادث و سوانح غیر مترقبه.
 - ۲- رسولی، علی اکبر (۱۳۸۰)، مدل سازی از عناصر آب و هوایی شمال غرب کشور پیش‌بینی مقادیر درجه حرارت ماهانه شهر تبریز به روش مدل آریمما، نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
 - ۳- رسولی، علی اکبر (۱۳۸۴)، مدل سازی بارش های رعد و برقی محدوده شهر تبریز از دیدگاه ریسک وقوع سیلاب، کنفرانس بین المللی بلایای طبیعی ۷-۵ مهر ۱۳۸۴ دانشگاه تبریز.
 - ۴- جهانبخش اصل، سعید و حسن، ذوالفقاری (۱۳۸۱)، بررسی الگوهای سینوپتیک بارش های روزانه در غرب ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره پیاپی ۶۳-۱۴ زمستان ۱۳۸۰ و بهار ۱۳۸۱.
 - ۵- عساکره، حسین (۱۳۸۳)، تحلیلی آماری بر تغییرات میانگین سالانه دمای شهر زنجان طی دهه های اخیر، نیوار، بهار و تابستان ۱۳۸۳.
 - ۶- علیجانی، بهلول و محمدرضا، کاویانی (۱۳۷۱)، مبانی آب و هوا شناسی، انتشارات سمت، تهران، ۵۵۷ ص.
 - ۷- وحیدی اصل، محمد قاسم (۱۳۸۱)، آمار و احتمال در جغرافیا، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- Changnon, A. S. (2001), Thunderstorm Rainfall in the Conterminous United States, **Bull. Amer. Meteor. Soc.** 82: 1925-1940.
 - Osborn, H. B., and W. Reynolds, (1963), Convective Storm Patterns in the Southwestern U.S., **Bull. Int. Assoc. Sci. Hydrol**, 8(3): 71-83.

- 10-Shaw, G. and Wheeler, D. (1985), **Statistical Techniques in Geographical Analysis**, John Wiley & Sons Ltd, New York.
- 11-Wallace, M. J. (1975), Diurnal Variations in Precipitation and Thunderstorm Frequency over the Conterminous United States, **Monthly Weather Review** 103: 406-419.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی