

تجزیه و تحلیل آماری

توفانهای تندری و گرد و خاک وزیده شده

در طی دوره آماری ۰۴ - ۰۲ - ۱۴۴

در استان همدان^(۱)

دکتر حسن لشکری

دانشیار دانشکده علوم زمین دانشگاه شهیدبهشتی

قاسم کیخسروی

کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه شهیدبهشتی

چکیده

بادهای شدید تحت عنوان توفان نامگذاری شده اند که به شکل های متفاوتی و با سرعت زیاد برای مدت کوتاهی می وزند و معمولاً با هوای ناپایدار همراه هستند. اگر هوای ناپایدار رطوبت داشته باشد توفان رعد و برق (تندری) و اگر خشک باشد توفان گرد و خاک ایجاد می شود (علیجانی، ۱۳۷۹). عمده توفان های تندری در تمام ایستگاه های استان همدان در فصل بهار رخ می دهد. در این فصل از سال بدلیل افزایش انرژی تابشی خورشید که با رطوبت قابل ملاحظه جوی حاصل از تبخیر و پوشش گیاهی، زمین مرطوب و سیستم های ترمودینامیکی انتقالی که از غرب و جنوب غرب کشور همراه است، بیشترین تعداد توفان های تندری اتفاق افتاده است. فصل پاییز از لحاظ تعداد توفان های تندری در رتبه دوم قرار دارد. در این فصل نیز به دلیل بالا بودن انرژی تابشی و ورود سیستم های ناپایدار با منشاء رطوبتی مناسب تعداد توفان های تندری قابل توجه می باشد. کمترین تعداد توفان های تندری به فصل زمستان تعلق دارد. معدل بیشینه توفان های گرد و خاک عمدتاً در نواحی خشک و بدون پوشش گیاهی اتفاق می افتد و تعداد این توفان ها در مناطق کوهستانی همدان کمتر است.

بیشترین فصل وقوع توفان های گرد و خاک در ایستگاه های اکباتان، همدان نوزده و ملایر در فصل بهار و تابستان و در ایستگاه ها و ندفصل تابستان می باشد. بررسی روند تغییرات ساعتی وقوع توفان ها نشان می دهد که بیشینه وقوع این توفان ها از ساعت ۹ صبح به بعد است و در ساعت ۱۸ (بعد از ظهر) از شدت و تعداد آنها کاسته می شود، و فراوانی این توفان ها در روز هنگام در کلیه ایستگاه ها بیشتر از شب هنگام می باشد. با توجه به بررسی های انجام شده بیشترین فعالیت توفان های گرد و خاک در فصل بهار و تابستان است. چون در این دوره از سال بدلیل وجود انرژی تابشی بالا و شرایط توپوگرافی مناسب زمینه برای وقوع ناپایداری های محلی فراهم است، ولی به دلیل فقدان رطوبت کافی انرژی سامانه ها بصورت توفان های گرد و غبار تخلیه می شود. واژه های کلیدی: توفان های تندری، توفان های گرد و خاک، همدان.

مقدمه

استان همدان با ۱۹۵۴۷ کیلومتر مربع وسعت، ۱/۲ درصد از مساحت

کشور را دربر گرفته است. این استان از سمت شمال با استان زنجان، از شمال شرقی به استان قزوین، از شرق با استان مرکزی، از جنوب به استان لرستان و از غرب با استانهای کرمانشاه و کردستان محدود می شود. از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین ۳۴ درجه تا ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی و بین ۴۷ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی واقع شده است (اطلس راهنمای استان های ایران، ۱۳۸۴).

جدول ۱: مکانیزم انتشار ذرات خاک به هنگام توفان (Yaping Shao, 2005)

اندازه ذره ها به میکرون	مکانیزم انتشار
$d \leq 2$	حرکت آئرو دینامیکی
$2 \leq d \leq 11$	حرکت آئرو دینامیکی، جهش ناگهانی
$11 < d \leq 22$	حرکت آئرو دینامیکی، جهش ناگهانی، از هم پاشیدگی توده های متراکم
$22 < d \leq 52$	جهش ناگهانی، از هم پاشیدگی توده های متراکم
$52 < d \leq 90$	از هم پاشیدگی توده های متراکم
$90 < d \leq 125$	از هم پاشیدگی توده های متراکم

در میان پدیده های آب و هوایی پدیده هایی همرفتی با توجه به شرایط دینامیکی و ترمودینامیکی حاکم بر آنها و اثرات تخریبی که می توانند داشته باشند از گذشته های دور مورد توجه بوده اند. (قندھاری، ۱۳۸۵)

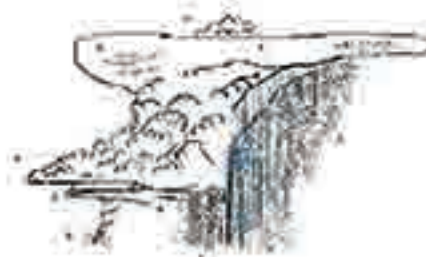
افزایش نسبتاً شدید سرعت باد که با تغییر جهت آن همراه است اسکوال نامیده می شود، سرعت باد هنگام وقوع اسکوال از سرعت باد گرادیان به مراتب بیشتر بوده و به ۲۰ تا ۴۰ متر بر ثانیه و بیشتر هم می رسد. مدت ادامه این پدیده چند دقیقه است البته گاهی ممکن است چندین اسکوال پس از دیگری در یک محل روی دهد. مکانیزم انتشار ذرات خاک به هنگام وقوع توفان ها و باد های شدید بصورت جدول (۱) می باشد. به طور کلی توفان ها به دو نوع توفان گرد و خاک (شن) و توفان تندری تقسیم می شود.

توفان گرد و خاک (سن)

انتقال مقدار زیادی گرد و خاک (سن، ذرات خشک خاک) را که اغلب سبب کاهش شدید دید به وسیله باد می‌شود توفان گرد و خاک می‌نامند. فاصله افقی منطقه توفان گرد و خاک از ۱۰۰ کیلومتر تا هزاران کیلومتر و بیشتر و فاصله عمودی آن از چندین متر تا چندین کیلومتر می‌باشد. گاهی تبار هوادر توفان‌های گرد و خاک تا ارتفاع ۶-۷ کیلومتر بالا می‌رود. ارتفاع گرد و خاک بلند شده به نیروی باد و درجه توسعه سلاطیم‌های چرخشی یعنی به پایداری‌های توده‌های هوا در لایه مجاور زمین و سطوح بالا بستگی دارد (مرجاس، ۱۳۷۲). الکتروسیته جزئی مربوط به توفان‌های گرد و خاک بر روی ارتباطات رادیویی تأثیر می‌گذارد. لایه هوای گرد و خاک اغلب در ساعت روز شدت گرم شده و پتانسیل رطوبت نسبی آن به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. توفان‌های گرد و خاک به صورت کلی به دو نوع درون توده هوایی و جبهه‌ای تقسیم می‌گردد. توفان گرد و خاک درون توده‌های هوایی در منطقه بادهای قوی و در جنوب و جنوب غربی مراکز پرفشارها و مرکز کم فشار در حال تقویت رخ می‌دهند. توفان‌های گرد و خاک جبهه‌ای عمدتاً در منطقه تقویت باد در جلو جبهه سرد اتفاق می‌افتند. پیش‌بینی حرکت توفان گرد و خاک جبهه‌ای همزمان با پیش‌بینی حرکت جبهه مربوطه و پیش‌بینی حرکت توفان گرد و خاک درون توده هوا مطابق با پیش‌بینی حرکت منطقه انجام می‌گیرد. پیش‌بینی تضعیف و یا تقویت توفان گرد و خاک بر اساس تغییرات کل میدان فشار و میدان باد انجام می‌گیرد.

توفان‌های تندری

بر اساس توافق سازمان جهانی هواشناسی هرگاه در ایستگاهی صدای تندر شنیده شد توفان تندری گزارش می‌شود. این صدا به علت ارتعاش ناشی از انبساط سریع هوا در مسیر یک آذرخش است و علت غریزین آن این است که صدا از مکان‌های مختلفی در طول یک آذرخش که سه دو کیلومتر می‌رسد صادر شده و به گوش می‌رسد. توفان تندری، توفانی از تکرک و باران است که توأم با صدای رعد و درخشش برقی در آسمان می‌باشد. این توفان بیشتر در نواحی استوایی و مداری که هوای گرم و مرطوب دارند دیده می‌شود. در این توفان‌ها ابرها از نوع کومولوتیموس می‌باشد. و همچنین این توفان‌ها با عبور جبهه سرد همراه هستند. توفان‌های تندری نیازمند به: ۱- رطوبت ۲- ناپایداری هوا ۳- مکانیسم صعود می‌باشد. تکراره (۱) اجراء تشکیل دهنده توفان‌های تندری را نشان می‌دهد.



نگاره ۱، ساختار توفان‌های تندری (Sh. 2014)

<http://www.ijerph.com/issue/2014/issue201404.html>

•• سندان (بخش بالایی ایر کمولوتیموس که پهن و گسترده شده است) (۱) •• خط کناری تندر که با چرخشی پایدار به طرف بالا روبروست (۳) •• محور تکرک (۲) •• نوعی ایر کمولوس (۵) •• رأس ابر (۴) •• محور باران (۶) •• ایر کم عمق (۸) •• ترنادو (۹) •• خطی از بارش از قبیل آب و ذرات یخ که از ابر فرود می‌آید، اما قبل از رسیدن به سطح زمین بخار می‌شود. (۱۰) •• دماواره ابر (۱۱)

مطالعات متعددی در زمینه توفان‌ها انجام شده است. از جمله علی حامد علی (۱۱) (۱۹۹۰) به مطالعه بررسی سینوپتیکی وقوع خاک در نواحی شبه جزیره عربستان پرداخت.

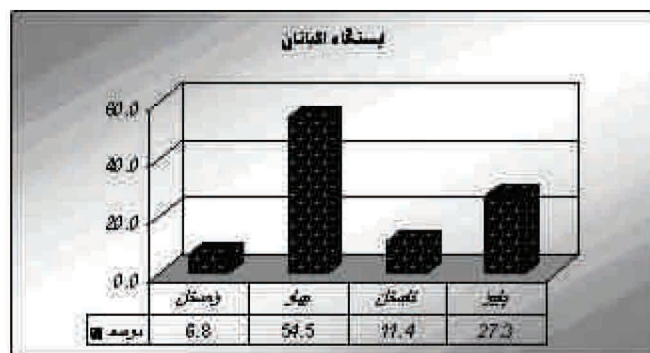
سه زدکیتا (۱۲) (۱۹۶۰) بیان داشت که یکی از پدیده‌های هواشناسی هنگام وقوع توفان‌های گرد و خاک، پدیده واپکوف (۱۳) می‌باشد، که باعث افزایش دمای هوا می‌شود. وی معتقد بود که ذرات گرد و خاک و ماسه در گرم کردن خاک و جز مؤثر هستند.

شالوکین (۱۵) در سال ۱۹۶۳ در تحقیقی بیان نمود که هنگام وقوع توفان‌های گرد و خاک میدان الکتریکی هوا افزایش می‌یابد، که وی آن را به نام electrically charged dust نامید.

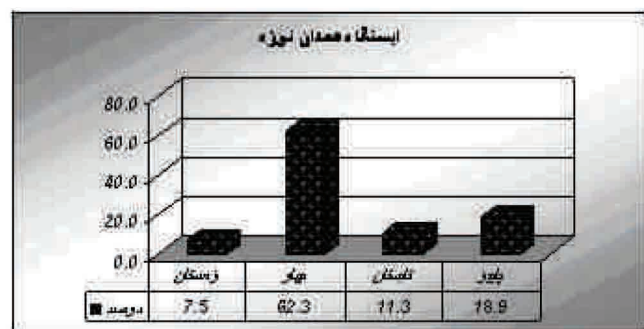
کارسون (۱۶) در سال ۱۹۷۹ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نشان داد که غبار صحرائی صحارا که بر روی اقیانوس اطلس منتقل می‌شود و مقدار خاک آن در روی اقیانوس سطحی به وسعت $4 \times 10^9 \text{ km}^2$ را می‌پوشاند و شامل ۱۰ مکانی بوده و حرم ذراتی که قطر آنها بیشتر از $4 \times 10^4 \mu\text{m}$ است، در دو تراز فشاری ۷۸۰ و ۹۰۰ هکتوپاسکال به ترتیب $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ تخمین زده شد.

سهرت‌گری (۱۷) و همکاران در سال ۲۰۰۲ به بررسی و تحلیل توفان‌های گرد و خاک و زنده شده از سال ۱۹۳۷ تا ۱۹۹۹ در مغولستان پرداختند. در ابتدا مابروت به ترسیم نقشه توفان‌های گرد و خاک نمودند و آن این مطالعه نتیجه گرفتند که تعداد توفان‌های گرد و خاک کمتر از ۵ روز در کوهستان‌های آلتای، بخش، خاتگایی (۱۸) اتفاق می‌افتد و در صحرائی گبی و نواحی نیمه بیابانی تعداد توفان‌ها در سال بین ۲۷-۲۰ مورد در سال اتفاق می‌افتد. و در نهایت نتیجه گرفتند که ۶۱ درصد توفان‌های گرد و خیار در فصل بهار که ۶۵/۵ درصد آن در هنگام روز و ۳۴/۵ درصد آن در شب هنگام اتفاق می‌افتد. ۷۰ درصد توفان‌های گرد و خاک در زمانهایی که خاک و هوا خشک است اتفاق می‌افتد و در زمان وقوع توفان‌های گرد و خاک رطوبت نسبی بین ۲۰ تا ۲۰ درصد در مغولستان می‌رسد. حقیقت کاشانی (۱۳۷۰) با بررسی وضعیت ایستگاه‌های ۳۸ گانه در ایران به توزیع توفان‌ها در ماه‌های مختلف سال برای ایران دست یافت. در نتیجه این محاسبه، مشاهده نمود که در فصل گرم انتقالی از مارس تا ژوئن با ماکزیمم در ماه مه و انتقالی سرد از اکتبر تا دسامبر یا ماکزیمم در اکتبر قابل تشخیص است. در نهایت نتیجه گرفت که ۵۹/۷ درصد توفان‌های ایران در فصل انتقالی گرم و ۲۱ درصد توفان‌ها در فصل انتقالی سرد اتفاق می‌افتد.

ساعات وقوع آنها دست یافت. جدول (۲) توزیع فصلی توفان‌های تندری را در ۲۴ ساعت شبانه روز و نمودار (۵ تا ۲) توزیع فصلی توفان‌های تندری را در منطقه مورد مطالعه، به درصد نشان می‌دهد.



نمودار ۲: توزیع فصلی توفان‌های تندری در ایستگاه اکباتان



نمودار ۳: توزیع فصلی توفان‌های تندری در ایستگاه همدان نوژه

با بررسی آماری وقوع توفان‌های تندری اطلاعات ۴ ایستگاه یاد شده براساس جدول (۲) مشاهده می‌شود که فراوانی وقوع توفان‌های تندری در ساعت ۱۵ بعد از ظهر می‌باشد. با بررسی و تحلیل جدول (۲) و نمودارها نتایج زیر به دست می‌آید:

الف) ایستگاه اکباتان در فصل بهار با مقدار ۵۴/۵ درصد بیشترین تعداد روزهای توفان را دارا می‌باشد که از این مقدار ۱۲/۴۶ درصد آن در شب و ۸۷/۵ درصد آن در روز اتفاق می‌افتد. و کمترین تعداد روزهای وقوع توفان تندری در فصل زمستان با مقدار ۶/۸ درصد می‌باشد که کلیه توفان‌های آن در روز هنگام اتفاق می‌افتد.

ب) در ایستگاه همدان نوژه بیشترین روزهای وقوع توفان در فصل بهار با مقدار ۶۲/۳ درصد می‌باشد. بطور کلی ۷۳/۶ درصد توفان‌های همدان نوژه در فصل گرم و ۲۶/۴ درصد توفان‌های تندری در فصل‌های سرد اتفاق می‌افتد، و تعداد وقوع این توفانها در ساعات روز بیشتر از شب است.

پ) در ایستگاه ملایر بیشینه فصلی وقوع توفان مربوط به بهار با مقدار ۵۸/۳ درصد که ۳۳/۱ درصد آن در شب و ۶۶/۹ درصد آن در روز اتفاق می‌افتد و کمترین وقوع توفان‌های تندری مربوط به فصل تابستان با مقدار ۱۱/۱ درصد می‌باشد.

مرجانی (۱۳۷۲) با بررسی وضعیت سینوپتیکی و توپوگرافی خراسان عوامل مؤثر بر وقوع توفان‌های گرد و خاک را در مناطق مورد مطالعه را به صورت زیر دسته‌بندی نموده است:

۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه از نظر توپوگرافی و شرایط اقلیمی آن منطقه به خصوص از نظر کوهستانی بودن و یا همجوار بودن با دریاچه یا همجوار بودن با صحرای استپی و خشک.

۲- وجود مرکز کم فشار گرمایی در قسمت‌های مرکزی و جنوبی ایران و شمال عربستان و پاکستان و هندوستان در طی دوره توفان.

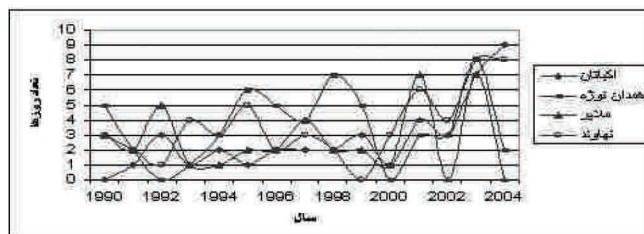
۳- وجود و حرکت زیانه پرفشار در قسمت‌های مرکزی و جنوبی سیبری به سمت شمال خراسان در فصل انتقالی بهار و وجود زیانه پرفشار جنب حاره‌ای که در فصل تابستان به سمت جنوب خراسان کشیده شده است.

۴- افزایش فشار در منطقه شمال تا جنوب خراسان (شرق کشور) در روزهای وقوع توفان به واسطه نفوذ زیانه پرفشار جنب حاره‌ای (در فصل تابستان)

۵- ثابت بودن تقریبی فشار در ساعات یکسان در روزهای وقوع پدیده توفان در منطقه مطالعه (در فصل تابستان).

توفان‌های تندری

داده‌های مورد استفاده در این قسمت براساس گزارش‌های وضعیت هوای حاضر، که به طور ساعتی گزارش می‌شود، استفاده شد. برای این منظور ۴ ایستگاه استان همدان که گزارش ۲۴ ساعته آن در دسترس بود در نظر گرفته شد. سپس کدهایی که برای توفان‌های تندری (۹۵،۹۶،۹۷،۹۹) مشخص شده بود، محاسبه گردید (علیچانی، ۱۳۸۱). نمودار (۱) تعداد روزهای وقوع توفان‌های تندری را از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۴ نشان می‌دهد. براساس این نمودار در ایستگاه همدان نوژه در سال ۲۰۰۳ با بیشترین روزهای وقوع توفان‌های تندری با تعداد ۸ روز می‌باشد. در ایستگاه نهاوند سالهای ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ دارای بیشترین روز وقوع توفان‌های تندری با مقدار ۸ روز می‌باشد. میانگین وقوع توفان‌های تندری در طی دوره آماری مشترک در ایستگاه اکباتان و ملایر ۳ روز و در ایستگاه همدان نوژه و نهاوند ۴ روز می‌باشد.



نمودار ۱: تعداد روزهای وقوع توفان‌های تندری در استان همدان در دوره آماری (۲۰۰۴-۱۹۹۰)، سازمان هواشناسی

تغییرات فصلی و روزانه توفان‌های تندری

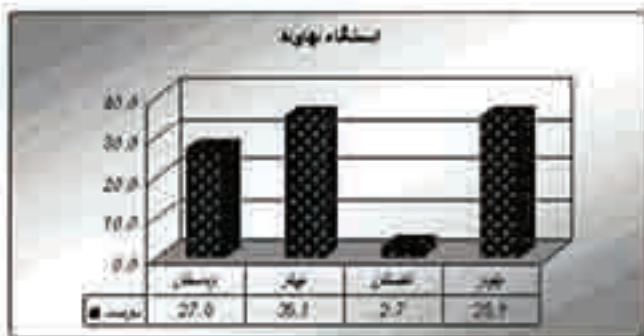
از بررسی نقطه به نقطه هیستوگرام‌های تهیه شده از ایستگاه‌های ۴ گانه می‌توان به توزیع توفان‌های تندری در فصل‌های مختلف سال همراه با



جدول ۲. تغییرات فصلی و درصد توفان‌های تندری وزیده شده در ساعت‌های مختلف در استان همدان در طی دوره آماری ۲۰۰۴-۱۹۹۰. سازمان هواشناسی

ایستگاه	فصل	فاصله زمانی به ساعت برحسب درصد								
		۱۱	۱۸	۲۵	۳۲	۴۰	۴۷	۵۴	۶۱	
اکباتان	زمستان	-	۳۳/۳	۶۶/۶	-	-	-	-	-	-
	بهار	۱۲/۲۶	۸۷/۵	۲/۱۶	۲۹/۱	۲۹/۱	۲۰/۸	۸/۳	-	۸/۳
	تابستان	-	-	۴۰	۲۰	۲۰	۲۰	-	-	-
همدان نوزه	پاییز	۵۸/۲	۹۱/۸	۸/۳	-	۲۵	۸/۳	۸/۳	۲۵	۱۶/۶
	زمستان	-	-	۲۵	۲۵	۵۰	-	-	-	-
	بهار	۲۱/۱۹	۷۸/۶	۹/۰۹	۱۸/۱	۳۳/۳	۲۱/۲	۶/۰۶	-	۱۳/۱
ملایر	تابستان	-	-	-	۵۰	۵۰	-	-	-	-
	پاییز	۳۶/۲	۶/۲۵	۱۸/۱	-	۲۷/۲	۱۸/۱۸	۱۸/۱۸	۱۸/۱۸	-
	زمستان	-	-	۴۰	۶۰	-	-	-	-	-
تهانود	بهار	۳۳/۱	۶۶/۹	۹/۷	۱۲/۲	۱۹	۴/۷	۲۸/۵	۲/۷	۱۴/۲
	تابستان	-	-	۵۰	-	۲۵	۲۵	-	-	-
	پاییز	۶۶/۵	۲۲/۵	-	-	-	۱۶/۶	۱۶/۶	۱۶/۶	۳۳/۳
تهانود	زمستان	-	-	-	-	۳۰	۳۰	۱۰	۲۰	۱۰
	بهار	۳۰/۵۸	۶۹/۲۲	۷/۶	۷/۶	۲۸/۲	۱۵/۳	۷/۶	-	۱۵/۳
	تابستان	-	-	-	-	۱۰۰	-	-	-	-
	پاییز	۶۶/۰۵	۵۳/۹۵	۷/۶	-	۲۳	۷/۶	۲۲/۰۷	۱۵/۳	۲۲/۰۷

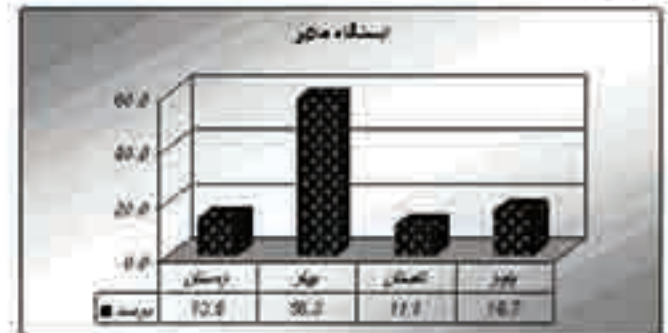
منظور ۴ ایستگاه استان همدان که گزارش ۲۴ ساعته آن در دسترس بود در نظر گرفته شده و سپس کدهای مربوط به توفانهای گرد و خاک (۰۷، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵) مشخص شد. در بررسی این کدها فقط کد ۰۷ بیشترین همه رخ داده بود.



نمودار ۵. توزیع فصلی توفان‌های تندری در ایستگاه تهانود

نمودار (۶) تعداد روزهای وقوع طوفان‌های گرد و خاک را از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۴ نشان می‌دهد. براساس این نمودار ایستگاه همدان نوزه دارای بیشترین وقوع توفان می‌باشد. در این ایستگاه سال ۱۹۹۹ با ۱۳۷ روز دارای بیشترین فراوانی وقوع توفان‌های گرد و خاک می‌باشد. ایستگاه اکباتان از همه ایستگاهها دارای روزهای وقوع توفان گرد و خاک کمتر است. بطوری که بیشترین سال وقوع آن در سال ۱۹۹۰ با تعداد ۱۸ روز در سال می‌باشد.

نامدار ایستگاه تهانود بیشترین وقوع توفانها در فصل بهار و پاییز با ۳۵/۱ درصد و تابستان با ۳۳/۱ درصد می‌باشد که فراوانی وقوع توفان‌های تندری در این فصل پاییز در اوقات شب و روز تقریباً مساوی است. و در فصل بهار در روز هنگام ۶۹/۴ درصد و در هنگام شب ۳۰/۵ درصد می‌باشد. بطورکلی تغییرات روزانه توفان‌های تندری در هنگام روز افزایش و در شب کاهش می‌یابد. در طول روز گرم شدن سطح زمین و ایجاد شرایط ناپایداری در هوا سبب شکل‌گیری توفان، و در ساعات شب برعکس آن اتفاق می‌افتد.



نمودار ۴. توزیع فصلی توفان‌های تندری در ایستگاه ملایر

توفان‌های گرد و خاک

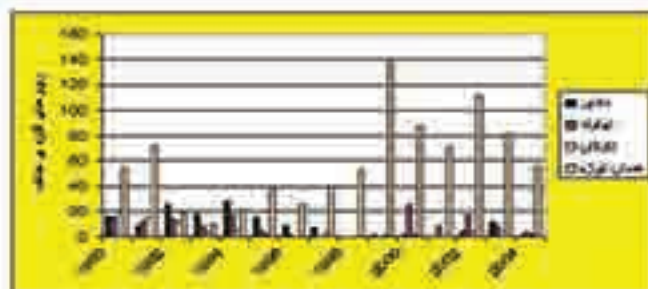
داده‌های مورد استفاده در این قسمت نیز براساس گزارش‌های وضعیت هوای حاضر که به طور ساعتی گزارش می‌کنند استفاده شد. برای این

با بررسی و تحلیل جدول (۳) و نمودارها نتایج زیر به دست می آید.
الف) ایستگاه اکباتان در فصل بهار با مقدار ۵۸/۳ درصد بیشترین تعداد روزهای توفان را دارا می باشد که از این مقدار ۹/۴۸ درصد آن در روز اتفاق می افتد و کمترین تعداد روزهای وقوع توفان گرد و خاک در فصل زمستان با مقدار ۱۱/۷ درصد می باشد که از این مقدار حدود ۲۷/۲ درصد آن در شب و ۷۲/۶ درصد آن در روز اتفاق می افتد.

ب) در ایستگاه همدان نوزده بیشترین روزهای وقوع توفان به ترتیب در فصل بهار و تابستان با مقدار ۲۲/۷ و ۲۹/۸ درصد می باشد بطور کلی ۷۲/۵ درصد توفانهای همدان نوزده در فصل گرم و ۲۷/۵ درصد توفانهای گرد و خاک در فصل های سرد می افتد و تعداد وقوع این توفانها در ساعات روز بیشتر از شب است.

ج) در ایستگاه ملایر بیشترین فصلی وقوع توفان مربوط به بهار با مقدار ۲۶ درصد که ۱۸/۲ درصد آن در شب و ۸۱/۲ درصد آن در روز اتفاق می افتد و کمترین وقوع توفانهای گرد و خاک مربوط به فصل پاییز با مقدار ۱۰/۴ درصد می باشد.

د) در ایستگاه نهاوند بیشترین وقوع توفانها در فصل تابستان با ۴۴/۳ درصد و بهار یا ۲۹/۹ درصد می باشد. که فراوانی وقوع توفانهای گرد و خاک در این دو فصل در اوقات شب به ترتیب با ۲۱/۱ و ۱۷/۳ درصد و ایام روز به ترتیب برابر با ۵۸/۶ و ۸۸/۸ درصد می باشد.





جدول ۳، تغییرات فصلی و درصد توفان‌های گرد و خاک وزیده شده در ساعات‌های مختلف در استان همدان در طی دوره آماری ۲۰۰۴-۱۹۹۰

شبه هنگام	روز هنگام	فاصله زمانی به ساعت برحسب درصد								فصل	ایستگاه	
		۱۱	۱۸	۱۵	۱۹	۸	۵	۴	۰			
اکتبان	۷۷/۱	۷۷/۲	-	-	-	۳۶/۲	۳۶/۳	۱۸/۱	۰	۹/۱۹	زمستان	ایستگاه
	۹/۲۸	۹/۱۹	-	-	۳۰/۱	۳۶/۲	۱۳/۸	۷/۹	۱/۵	-	بهار	
	۱۱/۱	۸۸/۸	-	-	۲۰/۷	۲۵/۹	۲۱/۲	۱۲/۱	-	-	تابستان	
	-	۱۰۰	-	-	۱۹/۶	۵۷/۱	۲۸/۵	-	-	-	پاییز	
همدان نوزه	۱۲/۱۹	۷۵/۷	۵/۵	۷/۷	۱۹/۹	۳۰/۱۵	۲۱/۲	۱۱/۱۵	۹/۳۸	۲/۲	زمستان	ایستگاه
	۱۵/۴	۸۲/۸	۳/۲۴	۲/۷	۲۵/۱	۳۱/۱	۲۲/۲	۸/۳	۱/۶	۱/۷	بهار	
	۱۸/۲۹	۸۱/۲	۳/۷	۱۰/۳	۲۸/۸	۲۷/۲	۱۷/۲	۱۱/۱۷	۲/۹	۰/۲۹	تابستان	
	۱۲/۳	۸۷/۵	۱/۵	۳/۵	۱۸/۳	۳۹/۸	۲۵/۸	۹/۳	۱/۶	۲/۲۹	پاییز	
ملایر	۱۹/۳	۸۰/۵	-	۶/۶	۶/۲	۲۹/۱۳	۳۸/۷	۱۹/۱	۳/۲	-	زمستان	ایستگاه
	۱۹/۹	۸۱/۲	-	۳/۱۹	۱۸/۵	۲۸/۸	۳۰/۹	۱۵/۲	۲/۰۴	۱/۱۳	بهار	
	۱۳/۲	۸۲/۷	-	۲/۹	۱۹/۲	۳۲/۲	۲۷/۸	۸/۱	۲/۹	-	تابستان	
	۲۲/۳	۷۷/۲	-	-	۲/۵	۲۵/۲	۲۷/۲	۱۸/۱	۲/۵	-	پاییز	
نهاوند	۲۱/۱	۸۸/۸	-	-	۲۱/۱	۲۲/۲	۳۳/۳	۲۲/۱	-	-	زمستان	ایستگاه
	۱۷/۳	۸۲/۵	-	-	۱/۳	۳۹/۱	۳۰/۶	۱۷/۳	-	-	بهار	
	۲۱/۱	۵۸/۷	-	-	۶/۹	۲۰/۵	۳۵/۳	۳۶/۱	۲/۹	-	تابستان	
	۹/۱۹	۹/۲۹	-	-	۹/۱۹	۳۷/۲	۵۴/۵	۹/۱۹	-	-	پاییز	

است. بیشترین تعداد توفان‌های تندری اتفاق افتاده است. فصلی پاییز از لحاظ تعداد توفان‌های تندری در رتبه دوم قرار دارد. در این فصل نیز به دلیل بالای بودن انرژی تابشی و ورود سیستم‌های ناپایدار با متشابه رطوبتی مناسب تعداد توفان‌های تندری قابل توجه می‌باشد. کمترین تعداد توفان‌های تندری به فصل زمستان تعلق دارد.

با توجه به رابطه بین ارتفاع ایستگاهها و تعداد روزهای وقوع اینگونه توفانها در منطقه می‌توان نتیجه گرفت که مرکز بیشینه توفان‌های تندری در نواحی کوهستانی همدان بیشتر از توفان‌های گرد و خاک می‌باشد. برای اینکه در منطقه کوهستانی رطوبت و عامل ناپایداری وجود دارد اما در نواحی پست همدان فقط عامل صعود همرفتی آن هم در ارتفاع کمی در اتمسفر وجود دارد.

با بررسی کدهای مربوط به توفان‌های گرد و خاک در منطقه، فقط کد ۰۷ به وفور تکرار می‌شود. در بین ایستگاهها، ایستگاه همدان نوزه با میانگین ۵۸ روز در سال دارای بیشترین روز وقوع تعداد توفان‌های گرد و خاک در منطقه است. فراوانی این توفانها نسبت به توفان‌های تندری در منطقه بیشتر است. معدل بیشینه توفان‌های گرد و خاک همدان در نواحی خشک و بدون پوشش گیاهی اتفاق می‌افتد و تعداد این توفانها در مناطق کوهستانی همدان کمتر است. بیشترین فصل وقوع توفان‌های گرد و خاک در ایستگاههای اکتبان، همدان نوزه و ملایر در فصل بهار و تابستان و در ایستگاه نهاوند در فصل تابستان و در مرتبه دوم فصل بهار قرار دارد. بررسی روند تغییرات ساعتی وقوع توفانها نشان می‌دهد که بیشینه

بطور کلی تغییرات روزانه توفان‌های گرد و خاک در هنگام روز افزایش و در شب کاهش می‌یابد. در طول روز گرم شدن سطح زمین و ایجاد شرایط ناپایداری در هوا سبب شکل‌گیری توفان، و در ساعات شب برعکس آن اتفاق می‌افتد. اوج توفان‌های گرد و خاک از ساعت ۹ به بعد است. این بدان معنی است که با افزایش ارتفاع خورشید و جذب انرژی تابشی فراوان به دلیل وجود جزئی شفاف در منطقه، دمای هوا رو به قزوینی گذاشته و بواسطه شرایط پوششی خاک ناپایداری‌های محلی ایجاد می‌گردد. در صورتی که این پدیده با گرمایی قابل توجه در منطقه ایجاد شود منجر به وزش بادهای نسبتاً شدید در آن می‌گردد.

نتیجه‌گیری

توفان‌های تندری پدیده‌های جزوی و پرتوای می‌باشند که در شرایط ترمودینامیکی خاصی شکل می‌گیرند. برای وقوع چنین پدیده‌ای انرژی قابل ملاحظه‌ای لازم است که با این انرژی در صورت وجود بخار آب کافی، همرفت‌های جزوی شدید فراهم می‌شود. در نتیجه می‌تواند در مدت زمان کوتاهی بارش‌های شدید و سیل‌آسای را ایجاد کند که بسیاری از سازه‌ها، آمد و شد را تحت تأثیر خود قرار دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود عمده توفان‌های تندری در تمام ایستگاههای استان در فصل بهار رخ می‌دهد. در این فصل از سال بدلیل افزایش انرژی تابشی خورشید که با رطوبت قابل صلاحتهی جزوی حاصل از تبخیر و پوشش گیاهی، زمین مرطوب و سیستم‌های ترمودینامیکی انتقال از غرب و جنوب غرب کشور همراه



- ۶- علیجانی، بهلول، ۱۳۷۹، آب و هوای ایران، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور
- ۷- قندهاری، شهرزاد (۱۳۸۵)، بررسی امکان شبیه سازی بارش های رگباری شدید حاصل از سلولهای همرفتی با استفاده از مدل MMS و مقایسه نتایج به صورت موردی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد، واحد علوم تحقیقات تهران
- ۸- مرجانی، سیدصدرالدین (۱۳۷۲)، بررسی سینوپتیکی بادهای شدید بیش از ۱۵ متر بر ثانیه (طوفان) در خراسان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده ژئوفیزیک

- 9- Ali Hamed Ali, Wind Regime of the Persian Gulf, 1990.
- 10- Carlson, L. Monthly Weather, review Volume, no, 1992.
- 11- Seredkin, E. N., 1960. Dust Storms in Kazakhstan. Scientific issue Hydro-Meteorological Scientific Research Institute of on Kazakhstan. No. 15, 5pp. Nauka, Leningrad. pp. 17.
- 12- Natsagdorj, L. D. Jugder, Y. Schung. Analysis of dust Storms observed Mongolia during 1937-1999, 12 July 2002. in
- 13- Nalivkin, D. V., 1963. Typhon, Hurricane, Dust Storms and Sand drylands, United Nations. Spout.
- 14- Lin Zhaohui, Lei Hang, Sun Jianhua, 2005, Impact of face processes on the Simulation of dust Strom activities over northern 15-18, Zhuhai, Guangdong province, China. china, noreMBER
- 15- LCDR Bill nisley, thunderstorm anatomy and dynamics, naval School, monterey, California. postgraduate

پی نوشت

۱- این پژوهش بخشی از پروژه مطالعات مکان یابی محل دفع و دفن پسماندهای ویژه در استان همدان می باشد.

- 2- Anvil
- 3- Flanking line
- 4- Hail shaft
- 5- Mammatus
- 6- Overshooting top
- 7- Rain Shaft
- 8- Shelf Cloud
- 9- Tornado
- 10- Virga
- 11- Wall Cloud
- 12- Ali hamed ali
- 13- Sered kina
- 14- Voikov
- 15- Nalivkin
- 16- Karlson
- 17- Natsagdari
- 18- Altai, Khentei, Khangai

وقوع این توفان ها از ساعت ۹ صبح به بعد است و در ساعت ۱۸ بعد از ظهر شدت و تعداد آنها کاسته می شود. فراوانی این توفان ها در روز هنگام در کلیه ایستگاهها بیشتر از شب هنگام می باشد. با توجه به بررسی های انجام شده بیشترین فعالیت توفان های گرد و خاک در فصل بهار و تابستان است زیرا که در این فصل ها ناپایداری های محلی به حداکثر می رسند در صورتی که در فصل زمستان به علت ساکن شدن سیستم های فشار زیاد و ثابت بودن آنها در منطقه، فراوانی توفان های خاک در ایستگاههای مورد مطالعه به حداقل خود می رسد. بی شک یکی از پیامدهای ناشی از توفان های گرد و خاک و بادهای شدید فرسایش می باشد. فرسایش خاک از جمله فرایندهایی است که منابع خاک و آب را به صورت مستقیم و غیرمستقیم شدیداً تهدید می کند. لذا حد آستانه سرعت اصطحکاک برای ذرات وزیده شده بوسیله توفان ها و بادهای از رابطه (۱) بدست می آید.

$$u_t^* = RH(t) \mu_{to}^* = RH(t) M \sqrt{a_1 (\varphi_p g d + \frac{a_2}{pd})} \quad (1) \text{ رابطه (۱)}$$

(Yaping Shao, 2005)

u_{to} = حد آستانه سرعت اصطحکاک برای ذرات وزیده شده بوسیله باد

g = شتاب جاذبه زمین

d = قطر ذرات

p = جرم مخصوص هوا (چگالی)

φ_p = نسبت جرم ذره و هوا

a_1, a_2 = معبر تونل مانندی که هوا با فشارهای مختلف از آن عبور می کند

$$(a_1 = 0/0123, a_2 = 3 \times 10^{-4} \text{ kgs}^{-2})$$

M, H, R = ناهمواری (زبری سطح زمین)، رطوبت خاک، بافت (تراکم) خاک

بر اساس رابطه (۱) ضوابط سودمند در فرسایش بادی عبارتند از:

۱- هنگامی که u بزرگتر از u_t^* برای اندازه ذره معین در یک ناحیه گرد و

خاک بلند می شود.

۲- سرعت اصطحکاک (u)، تعیین نمودن توانایی (قدرت) باد در

فرسایش که به سرعت باد و ناهمواری سطح زمین وابسته است.

۳- حد آستانه سرعت اصطحکاک (u_t^*)، تعیین نمودن توانایی سطح

زمین در مقابل فرسایش که به بافت خاک، رطوبت خاک و پوشش گیاهی

وابسته است.

منابع و مآخذ

- ۱- آل احمد، مهرداد (۱۳۷۶)، سمینار بررسی بادهای شدید سواحل جنوبی خزر، دانشگاه تهران، مؤسسه ژئوفیزیک
- ۲- سازمان هواشناسی کشور، اداره کل خدمات ماشینی و کاربرد کامپیوتر (۱۳۸۵)
- ۳- حسینی، سیدباقر (۱۳۷۹)، مطالعه سینوپتیکی طوفان های شدید در تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی
- ۴- حقیقت کاشانی، خسرو، ۱۳۷۰، فرکانس توفان های تندری در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ژئوفیزیک دانشگاه تهران
- ۵- اطلس راهنمای استانهای ایران، ۱۳۸۴، انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی