

## تحلیل روند پدیده هواشناختی گردوغبار در ایستگاه هواشناسی تبریز طی دوره ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۱

عاطفه حسینی صدر<sup>۱</sup>، غلام حسن محمدی<sup>۲</sup>، منیژه حسینی صدر<sup>۳</sup>

۱- مربی گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵ تهران، ایران

۲- دانشجوی دوره دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه تبریز و کارشناس هواشناسی استان آذربایجان شرقی

۳- کارشناسی ارشد جغرافیا، دبیر آموزش و پرورش استان آذربایجان غربی، شهرستان خوی

### چکیده

به منظور مطالعه روند تغییرات سالانه و فصلی وقوع گرد و غبارها در شهر تبریز از داده‌های ۶۱ ساله تعداد روزهای گرد و غباری ایستگاه هواشناسی تبریز استفاده شد. در ابتدا به منظور ارائه اطلاعات اولیه از شرایط و اقلیم گرد و غبار در ایستگاه مورد مطالعه، تغییرات فراوانی سال به سال و پراکندگی درصد فراوانی ماهانه روزهای همراه با گرد و غبار با استفاده از نمودار مورد تحلیل قرار گرفت. به منظور بررسی روند وقوع این پدیده مخاطره‌آمیز اقلیمی از روش آماری ناپارامتری من-کندال و سن استیمیتور استفاده شد. در این مطالعه مشخص گردید که علیرغم اینکه شرایط اقلیمی ایستگاه تبریز برای ایجاد گرد و غبار چندان مساعد نیست؛ فراوانی روزهای همراه با گرد و غبار روند افزایشی معنی‌داری داشته است. همچنین بکارگیری آزمون رتبه‌ای من-کندال مشخص کرد که فراوانی روزهای گرد و غباری تبریز از سال ۱۹۵۶ جهش یافته و روند افزایشی را طی کرده است. در بررسی روند تغییرات فصلی فراوانی روزهای همراه با گرد و غبار نیز مشخص گردید که استثنای فصل زمستان روند تغییرات روزهای گرد و غباری در تمامی فصول سال دارای روند افزایشی معنی‌داری می‌باشند.

**کلمات کلیدی:** تحلیل روند، پدیده گردوغبار، آماره‌ی من-کندال و سنس استیمیتور، تبریز.

## مقدمه

پدیده گرد و غبار یکی از بلایای جوی-اقليمی است که وقوع آن باعث وارد شدن خسارت‌هایی در زمینه زیست-محیطی و بروز یا تشدید بیماری‌های تنفسی و قلبی، ترافیک هوایی و زمینی، گردشگری، کشاورزی و ... می‌گردد. کشور ما به دلیل واقع شدن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان، مکرراً در معرض سامانه‌های گرد و غباری محلی و فرامحلی متعددی می‌باشد. در سال‌های اخیر به نظر می‌رسد تغییراتی در فراوانی وقوع این پدیده مخاطره‌آمیز اقلیمی صورت گرفته که باعث بروز مشکلاتی در برخی از مناطق کشورمان از جمله شهر تبریز شده است. فراوانی وقوع گرد و غبار در یک منطقه علاوه بر شدت، سرعت باد و خشکی ذرات خاک به اندازه و قطر ذرات نیز بستگی دارد. پوشش گیاهی و نوع آن نیز در شدت وقوع گرد و غبار نقش موثری دارند.

پدیده گرد و غبار به عنوان یکی از مهمترین اشکال آلودگی‌های جوی در ابعاد مختلف مورد توجه محققان قرار گرفته است. بررسی رابطه گرد و غبار در هوای مناطق مرکزی ایران و مشکلات بهداشتی و پزشکی مثل بروز بیماری‌های ریوی، تنفسی و بیماری‌های چشمی، آسیب‌های ناشی از گرد و غبار جوی بر نما و زیبایی ساختمان‌ها، کاهش قدرت دید و پیامدهای زیست محیطی و حمل و نقل این پدیده از موارد قابل استفاده در این رابطه می‌باشند. از مطالعات اقلیمی اولیه در این زمینه می‌توان به مطالعه علیجانی در مورد فراوانی روزهای گردوغبار کشور می‌توان اشاره کرد. ایرانمنش و همکاران مناطق برداشت ذرات گرد و غبار و ویژگی‌های انتشار آنها در طوفان‌های منطقه سیستان را با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای بررسی کرده‌اند. ذوالفقاری و همکاران شرایط پیدایش و منشاء سامانه‌های گرد و غبار غرب ایران را در بازه زمانی ۵ ساله از سال ۱۹۸۳ تا ۱۹۸۷ بررسی کرده و مشخص کرده‌اند که پرفشار آזור همراه با سامانه‌های مهاجر بادهای غربی، مهمترین عوامل همدیدی تاثیرگذار بر سامانه‌های گرد و غبار منطقه هستند.

لشکری و همکاران توفان‌های گرد و غبار استان خراسان رضوی را در سیزده ایستگاه در فاصله زمانی ۲۰۰۵-۱۹۹۳ به صورت آماری و همدیدی بررسی کرده است. مطالعات متعددی در سطح جهان در زمینه توفان‌های گرد و خاک و اثرات آنها انجام شده است. انگلستان در ارتباط با پهنه‌بندی مکانی فراوانی وقوع گرد و غبارهای جهان بر نقش بستر خشک دریاچه‌ها و صحرای کبیر آفریقا به عنوان تولید کنندگان اصلی گرد و غبار تاکید دارد. از مطالعاتی که اخیراً در زمینه گرد و غبار صورت گرفته می‌توان به مطالعه یانگ شینگ چن و همکاران در مورد تاثیر وقوع توفان‌های گرد و خاک در مرگ و میر روزانه در تایوان، یوکاری هارا و همکاران در زمینه ارتباط بین تغییرات طولانی مدت گرد و غبارهای آسیا را با فاکتورهای اقلیمی بزرگ مقیاس و ولف گانگ و همکاران در مورد علل هواشناختی وقوع گرد و غبار هارماتان اشاره نمود.

بررسی متون علمی موجود در ایران و جهان در مورد روزهای گرد و غباری نشان می‌دهد که اکثر مطالعات در زمینه‌ی تاثیر گرد و غبارها در کیفیت هوا، بررسی‌های همدیدی وقوع توفان‌های گرد و غبار، مدل‌سازی و پایش این پدیده توسط تصاویر ماهواره‌ای متمرکز شده است. در این بررسی مشخص گردید که مطالعه‌ای در زمینه تعیین روند تغییرات فصلی روزهای گرد و غباری انجام نشده است. در این مطالعه قصد داریم ضمن بررسی فراوانی وقوع و روند حوث گرد و غبارهای سالانه و فصلی ایستگاه تبریز طی ۶۱ سال گذشته، زمان جهش فراوانی روزهای گرد و غباری این شهر شناسایی گردد.

## مواد و روش‌ها

ایستگاه هواشناسی همدیدی مورد مطالعه در داخل فرودگاه بین‌المللی تبریز واقع در شمال غرب آن شهر و در موقعیت جغرافیایی ۴۶/۱۷ درجه طول شرقی و ۳۸/۰۵ درجه عرض شمالی قرار دارد. روز گرد و غباری در این مطالعه به روزی گفته می‌شود که یکی از پدیده‌های مربوط به کدهای ۰۶، ۰۷، ۰۸، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵ و ۹۸ در حداقل دو گزارش جوی (سینوپ) در

که  $n$  تعداد مشاهدات سری، و  $X_j$  و  $X_k$  به ترتیب داده‌های  $Z$ ام و  $k$  ام سری می‌باشند. تابع علامت نیز به شرح زیر قابل محاسبه است:

ب- به دلیل اینکه همه ایستگاه‌ها دارای بیش از ۲۰ سال آمار هستند از رابطه زیر برای محاسبه واریانس استفاده شده است:

$$Var(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{t=1}^m t(t-1)(2t+5)}{18}$$

که  $n$  تعداد داده‌های مشاهده‌ای و  $m$  معرف تعداد سری‌هایی است که در آنها حداقل یک داده تکراری وجود دارد.  $t$  نیز بیانگر فراوانی داده‌های با ارزش یکسان می‌باشد.

ج- استخراج آماره‌ی  $Z$  به کمک یکی از روابط زیر: در یک آزمون دو دامنه جهت روندیابی سری داده‌ها، فرض صفر در صورتی پذیرفته می‌شود که رابطه زیر برقرار باشد:

$$|Z| \leq Z_{\alpha/2}$$

که  $\alpha$  سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود و  $Z_{\alpha}$  آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی‌دار  $\alpha$  می‌باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، از  $\alpha/2$  استفاده شده است. در این آزمون سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صورتی که آماره  $Z$  مثبت باشد روند داده‌ها صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی خواهد بود. در روش سنس استیمیتور اسلوب<sup>۱</sup> نیز همانند روش من-کندال از تحلیل تفاوت بین مشاهدات یک سری زمانی بهره گرفته می‌شود. اساس این روش بر محاسبه یک شیب میانه برای سری زمانی و قضاوت نمودن در مورد معنی‌داری شیب بدست آمده در سطوح اعتماد مختلف استوار است. مراحل کلی انجام این آزمون به شرح زیر است:

الف- محاسبه شیب بین هر جفت داده‌ی مشاهده‌ای با استفاده از رابطه زیر:

پدیده‌های هوای حاضر گزارش شده باشد. به منظور ارائه دیدگاه کلی از شرایط و فراوانی وقوع گرد و غبارها در ایستگاه مورد مطالعه نوسانات فراوانی سال به سال و درصد فراوانی ماهانه از روش توصیفی ترسیم نمودار استفاده شد. دوره‌ی آماری مورد استفاده فاصله سال‌های ۱۹۵۱ میلادی تا ۲۰۱۱ (۶۱ سال) انتخاب گردید. همچنین برای آشکارسازی زمان یا دوره‌ی جهش در فراوانی روزهای گرد و غباری از

آزمون رتبه‌ای من-کندال و نهایتاً برای آزمون معنی‌داری یا عدم معنی‌داری روند تغییرات از آماره‌های ناپارامتریک من-کندال و سنس استیمیتور اسلوب استفاده شد. آزمون من-کندال ابتدا توسط مان (یا من)<sup>۱</sup> (۱۹۴۵) ارائه و سپس توسط کندال<sup>۲</sup> (۱۹۷۵) بسط و توسعه یافت. از نقاط قوت این روش می‌توان به مناسب بودن کاربرد آن برای سری‌های زمانی‌ای که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند اشاره نمود. اثرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌گردند نیز از دیگر مزایای استفاده از این روش است. فرض صفر ( $H_0$ ) این آزمون بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد و پذیرش فرض یک ( $H_1$ ) دال بر وجود روند در سری داده‌ها است. مراحل محاسبه آماره این آزمون به شرح زیر است:

الف- محاسبه اختلاف بین تک تک مشاهدات با همدیگر و اعمال تابع علامت و استخراج پارامتر  $S$  به شرح زیر:

1- Mann  
3- Sen's Estimator Slope

2- Kendall

زمانی دارای روند معنی داری در سطح اعتماد مورد آزمون می- باشد.

### بحث و نتایج

در این بخش در ابتدا به منظور ارائه دیدگاه کلی از شرایط و فراوانی وقوع گردوغبارها در ایستگاه مورد مطالعه تغییرات سال به سال و ماهانه آن‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که در شکل نیز مشخص است میانگین روزهای گرد و غباری تبریز حدود ۲۰ روز در سال محاسبه شده است. سال‌های ۱۹۵۴ و ۱۹۹۸ با ۱ و ۲ روز کمترین فراوانی روزهای گرد و غباری در شهر تبریز بوده است در حالیکه فراوانی وقوع این پدیده در سال‌های ۱۹۷۷ و ۲۰۰۹ به ۵۲ و ۷۰ روز رسیده است. در بررسی فراوانی وقوع گرد و غبارها در شهر تبریز در ۶۱ سال گذشته؛ ۲ دوره‌ی کاهش؛ ۲ دوره‌ی افزایش و ۲ دوره با فراوانی متوسط قابل شناسایی است. در سال‌های دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۹۰ تعداد روزهای گرد و غباری در حداقل بوده (کمتر از میانگین) است. ولی در دو دوره‌ی (۱۹۷۷ تا ۱۹۸۷) و چهار سال آخر دوره آماری مورد مطالعه (۲۰۰۸ تا ۲۰۱۱) فراوانی روزهای گرد و غباری به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از میانگین بوده است. در این میان سال ۲۰۰۹ با داشتن ۷۰ روز گرد و غباری بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است به طوری که می‌توان سال ۲۰۰۹ را سال گرد و غباری شهر تبریز نامید. دوره‌های (۱۹۶۰ تا ۱۹۷۶) و (۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷) دوره‌های گرد و غباری متوسط تبریز بوده‌اند.

بررسی درصد فراوانی ماهانه روزهای گردوغباری تبریز نتایج تامل برانگیزی را نشان می‌دهد. برخلاف تصور بیشترین درصد فراوانی (به ترتیب) مربوط به ماه‌های می، ژوئن و آوریل (اردیبهشت، خرداد و فروردین) می‌باشد. کمترین درصد فراوانی هم در ماه‌های دسامبر و ژانویه محاسبه شده است. با این توصیف می‌توان گفت که تغییرات فراوانی ماهانه گرد و غبارها در منطقه تبریز بیشتر از هر چیز دیگر از شرایط اقلیم همدید حاکم در منطقه در ماه‌های سال تبعیت می‌کند.

برای ایستگاه همدیدی هواشناسی تبریز در ابتدا آماره‌های دو آزمون ناپارامتری من-کندال و سن استیمیتور برای جمع تعداد

که در آن  $X_t$  و  $X_s$  به ترتیب داده‌های مشاهده‌ای در زمان‌های  $t$  و  $s$  که  $t$  یک واحد زمانی بعد از زمان  $s$  است. با اعمال رابطه (۶) برای هر جفت داده مشاهده‌ای، یک سری زمانی از شیب‌های محاسبه شده حاصل می‌شود که از محاسبه میانه این سری زمانی شیب خط روند ( $Q_{med}$ ) بدست می‌آید. مقدار مثبت  $Q_{med}$  حاکی از روند صعودی و مقدار منفی آن دال بر نزولی بودن روند می‌باشد.

ب- محاسبه پارامتر  $C_a$  در سطوح اعتماد مورد آزمون به کمک رابطه زیر:

$$C_a = Z_1 - \frac{a}{2} \sqrt{\text{Var}(s)}$$

که در آن  $Z$  آماره توزیع نرمال استاندارد می‌باشد و در یک آزمون دو دامنه بسته به سطوح اعتماد مورد آزمون می‌تواند مقادیر مختلفی را به خود بگیرد. این آماره برای سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ به ترتیب برابر با ۱/۹۶ و ۲/۵۸ در نظر گرفته می‌شود.

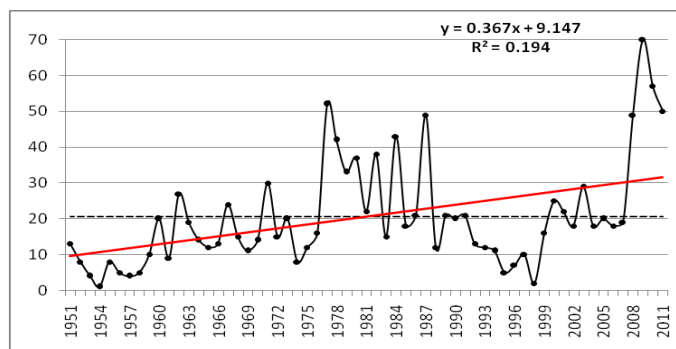
ج- محاسبه حدود اعتماد بالا و پایین ( $M_1$  و  $M_2$ ) از طریق رابطه زیر:

که  $N'$  تعداد شیب‌های محاسبه شده در بند (الف) می‌باشد.

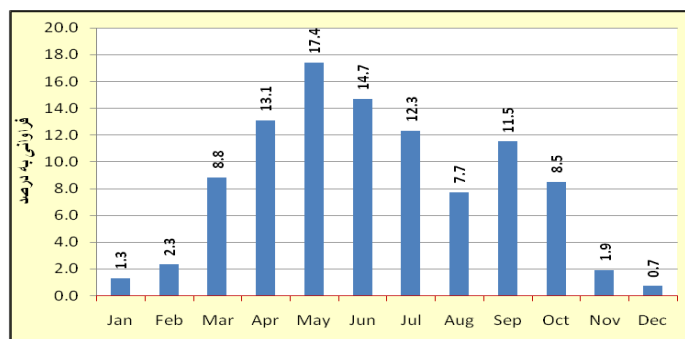
د- مرحله نهایی این روش، آزمون نمودن حدود اعتماد محاسبه شده است. به این ترتیب که از بین شیب‌های محاسبه شده توسط رابطه (۶)  $M_1$  امین و  $(M_2+1)$  امین شیب‌ها استخراج می‌گردند. در صورتی که عدد صفر در دامنه بین دو شیب استخراج شده فوق قرار بگیرد فرض صفر پذیرفته شده و بر سری زمانی مورد آزمون نمی‌توان هیچ‌گونه روندی را در سطح اعتماد بکار گرفته شده نسبت داد. در غیر این صورت فرض صفر رد شده و می‌توان پذیرفت که سری

روزهای گرد و غباری در مقیاس سالانه و فصلی محاسبه گردیدند. سپس معنی‌داری نتایج این آماره‌ها در سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ مورد آزمون قرار گرفت که نتیجه آن در جدول ۱ درج گردیده است. چنانچه در جدول نیز مشخص

است روزهای گرد و غباری سالانه‌ی شهر تبریز بر اساس هر دو روش آماری مورد مطالعه، روند افزایشی در سطح معنی‌داری ۹۹٪ را اثبات می‌کنند



الف



ب

شکل شماره ۱- نمودار تغییرات سال به سال فراوانی روزهای گرد و غباری (الف) و ماهانه (برحسب درصد، ب) ایستگاه تبریز در فاصله زمانی ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۱ (در نمودار الف: خط پربیانگر جمع تعداد روزهای گرد و غبار و خط چین بیانگر میانگین است) (در تهیه نمودار ب از درصد فراوانی روزهای گرد و غباری مشاهده شده برای هر ماه استفاده شده است).

جدول شماره ۱- نتایج حاصل از اجرای آزمون من-کندال و سن استیمیتور در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد (\*\* وجود روند در سطح اطمینان ۹۹ درصد و ° وجود روند در سطح اطمینان ۹۵ درصد) برای ایستگاه هواشناسی تبریز

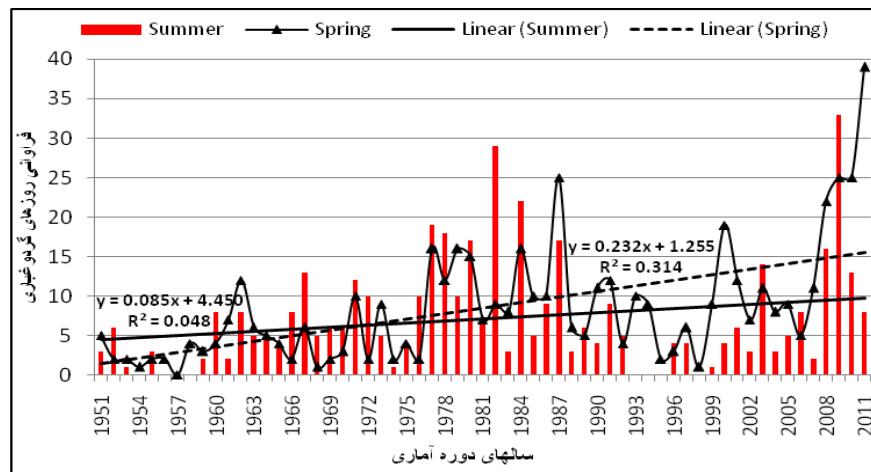
Sen Estimator slope				Mann- Kendall	روش آماری	
۹۹%		۹۵%				مقیاس زمانی
M2+1	M1	M2+1	M1	Qmed		
۰/۷۳	۰/۲۲	۰/۶۱	۰/۲۶	۰/۲۲**	۳/۹**	سالانه
۰/۲۹	۰/۱۸	۰/۲۷	۰/۱۹	۰/۱۸**	۴/۹**	بهار
۰/۲۹	۰/۰۵۴	۰/۲۵	۰/۰۶۸	۰/۰۶*	۱/۹۸*	تابستان
۰/۰۷۹	-۰/۰۰۶	۰/۰۷۷	۰/۰۵۷	۰/۰۲*	۲/۰۵*	پاییز
۰/۰۵۹	۰	۰/۰۵	۰	۰	۱/۶۸	زمستان

آماره‌ها مشخص کرد که فراوانی این پدیده در فصل بهار روند افزایشی را در سطح اطمینان ۹۹٪ و در فصول تابستان و پاییز روند

در بررسی روند تغییرات فراوانی گرد و غبارها در فصول مختلف سال به نتایجی خلاف تصور دست می‌یابیم. نتایج

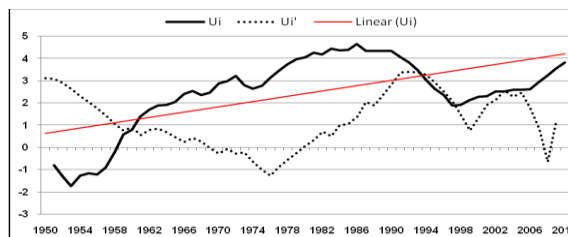
افزایشی را در سطح اطمینان ۹۵٪ دارند. در این میان فصل زمستان با وجود اینکه روند افزایشی را پیموده است ولی از نظر آماری معنی دار تشخیص داده نشده است. به لحاظ اینکه تغییرات فراوانی روزهای گرد و غباری شهر تبریز در فصول بهار و تابستان از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد در این بخش به بررسی تغییرات فراوانی و روند تغییرات آنها از طریق ترسیم نمودار شکل ۲ پرداخته شد. میانگین فراوانی روزهای گرد و غباری شهر تبریز در فصل بهار حدود ۹ روز (گرد و غباری‌ترین فصل سال) و در تابستان ۷ روز محاسبه شده است. همانطور که در شکل ۲ نیز مشخص است بیشترین فراوانی روزهای گرد و غباری بهار در سال‌های ۲۰۱۱ و ۱۹۸۷ به ترتیب ۲۵ و ۳۹ روز گزارش شده است. در حالیکه بیشترین فراوانی گرد و غبارهای تابستانه در سال‌های

۲۰۰۹ و ۱۹۸۲ به ترتیب ۲۹ و ۳۳ روز محاسبه شده است. موضوع تامل برانگیزی که می‌توان در بررسی و مقایسه تغییرات فراوانی روزهای گرد و غباری شهر تبریز در فصول بهار و تابستان به آن اشاره کرد افزایش قابل ملاحظه‌ی فراوانی روزهای گرد و غباری بهار این شهر نسبت به تابستان از اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ به بعد می‌باشد. بطوریکه در ۳۰ سال اول دوره‌ی آماری فراوانی روزهای گرد و غباری تابستانه بیشتر از گرد و غبارهای بهار بوده است ولی از سال ۱۹۸۷ به بعد این روند به شکل محسوسی تغییر کرده و با افزایش فراوانی گرد و غبارهای بهار مواجه شده است. همچنین اشاره می‌گردد که شیب خط روند روزهای گرد و غباری بهار در منطقه مورد مطالعه بسیار تندتر از تابستان می‌باشد که حاکی از وقوع فرایندهای خاص اقلیمی در شرایط آب و هوایی فصل بهار در این منطقه می‌باشد.



شکل شماره ۲- نمودار تغییرات فراوانی روزهای گرد و غباری فصول بهار و تابستان در ایستگاه تبریز در فاصله زمانی ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۱

چنانچه قبلاً نیز اشاره شد محیطی که شهر تبریز در آن واقع شده است از نظر اقلیمی و محیطی برای تولید گرد و غبارها چندان مناسب نیست ولی در این منطقه وقوع خشکسالی‌های پی در پی در سال‌های اخیر، رشد و توسعه شهری بویژه توسعه صنعتی و تغییر کاربری اراضی در اطراف شهر؛ و علی‌الخصوص افزایش فراوانی گرد و غبارهای انتشار یافته از مناطق دیگر به این منطقه از عوامل دخیل در افزایش روزهای گرد و غباری است. برای روشن شدن زمان (سال) افزایش قابل ملاحظه‌ی فراوانی روزهای گرد و غباری سالانه تبریز؛ نمودار جهش ۶۱ ساله روزهای گرد و غباری به روش رتبه‌ای من-کندال در شکل شماره ۴ ارائه شده است. چنانچه در شکل نیز مشخص است در ایستگاه تبریز از سال ۱۹۵۶ جهش صعودی (روند افزایشی) در فراوانی وقوع گرد و غبارها مشاهده می‌گردد. در تهیه شکل ۳ از روش رتبه‌ای مان-کندال استفاده گردیده است. علت وقوع آنها به مطالعه بیشتری نیازمند است، ممکن است این امر ناشی از توسعه و گسترش شهر یا افزایش فراوانی گرد و غبارهای انتشار یافته از مناطق دور و نزدیک از سال‌های مذکور باشد.



شکل شماره ۳- نمودار تعیین نقاط جهش ۶۱ ساله‌ی روزهای گرد و غباری به روش رتبه‌ای من-کندال در ایستگاه تبریز

## نتیجه‌گیری

ایجاد دوره‌های افزایش و کاهش گرد و غبارها؛ عوامل فرامحلی تاثیر بیشتری در مقایسه با عوامل محلی دارند.

موضوع مهم دیگر در این زمینه می‌توان به افزایش معنی‌دار فراوانی روزهای گرد و غباری در فصول بارشی (بهار و پاییز) اشاره کرد که این مسئله موضوعات تامل برانگیزی را در شرایط اقلیمی شمال غرب ایران مطرح می‌نماید. اینکه چه تغییراتی در شرایط آب و هوایی و اقلیم‌شناسی همدیدی شمال غرب کشور اتفاق افتاده که باعث شده است سامانه‌های جوی بجای ایجاد بارندگی؛ گرد و غبارها را به این بخش از کشور به ارمغان می‌آورند.

در پایان چنانچه قبلاً نیز اشاره شد روند تغییرات سالانه فراوانی وقوع پدیده گرد و غباری شهر تبریز دارای دوره‌های افزایشی و کاهشی مشخصی است. شناسایی منشأ این عامل یا عوامل می‌تواند موضوعات علمی بسیار ارزشمندی را در زمینه مطالعه پدیده اقلیمی گرد و غبار در شمال غرب کشور آشکار نماید.

## منابع

- ۱- ایرانمنش، فاضل و عرب خدری، محمود و اکرم، مجتبی؛ "بررسی مناطق برداشت ذرات گرد و غبار و ویژگی انتشار آن‌ها در طوفان‌های منطقه سیستان با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای" مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۶۷، تابستان ۱۳۸۴، صفحات ۳۳-۲۵.
- ۲- حبیبی نوخندان، مجید: "اقلیم و معماری با تاکید بر معماری خاورمیانه" فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۴، ۱۳۷۶.

در این مطالعه مشخص گردید که روش‌های آماری ناپارامتری من-کندال و سنس استیمیتورکارایی بسیار مناسبی برای تحلیل روند روزهای گرد و غباری دارند. نتایج حاصل از دو روش مذکور تقریباً در همه موارد یکسان است. اجرای روش‌های آماری مذکور بر روی داده‌های فراوانی روزهای گرد و غباری ایستگاه تبریز نشان از وجود روند افزایشی معنی‌دار در مقیاس سالانه و فصلی (به استثنای فصل زمستان) دارد. با توجه به نتایج حاصل از محاسبه توزیع درصد فراوانی ماهانه روزهای گرد و غباری و نتایج حاصل از اجرای آمارهای ناپارامتری مورد استفاده در این تحقیق (جدول شماره ۱) عوامل موثر در تغییرات فراوانی گرد و غبارهای تبریز را می‌توان به دو دسته عوامل محلی و فرامحلی تقسیم نمود. عوامل محلی می‌تواند با کاهش میزان بارندگی‌ها، وقوع خشکسالی‌های پی در پی در منطقه، تغییر کاربری اراضی، کاهش سطح تراز آب دریاچه ارومیه و غیره شکل گیرد. عوامل فرامحلی نیز بیشتر می‌تواند در اثر تغییر در فراوانی و محدوده تاثیرگذاری سامانه‌های همدیدی ایجاد کننده و یا انتقال دهنده‌ی گرد و غبارها، فعال‌تر شدن بیابان‌های همجوار شمال غرب ایران از جمله عراق، تغییر در مسیر حرکت جریانات جوی انتقال دهنده

گرد و غبار، وقوع چند جنگ منطقه‌ای در سال‌های اخیر، تغییر در نوسانات بزرگ مقیاس جوی و غیره ایجاد شود. به نظر می‌رسد در ایجاد روند افزایشی روزهای گرد و غباری تبریز و

- (1921-2000)", J. of Physics and Chemistry of the earth, No. 31, PP. 1201-1211, 2006.
- 11- Engelstadler, S., "Dust storm frequencies and their relationships to land surface conditions", Freidrich-Schiller University press. Jena. Germany, 2001.
- 12- Juraj M., Cunderlik, Taha B. M. J. Ouarada "Trends in the timing and magnitude of floods in Canada", Journal of Hydrology, No. 375, 471-480, 2009.
- 13- Serrano, A., Mateos, V.L., and Garcia, J.A., "Trend Analysis of Monthly Precipitation over the Iberian Peninsula for the Period 1921-1995", phys. Chem. EARTH (B), VOL. 24, NO. 1-2: PP. 85-90, 1999.
- 14- Squires, Victor, R., "Dust and sand storms: an early warning of impending disaster", Global Alarm: Dust and Sand Storms from the world, PP. 160-170, 2002.
- 15- Turgay, P. and Ercan K. "Trend Analysis in Turkish Precipitation data", Hydrological processes published online in wiley Inter Science, 2005, (www.Interscience.wiley.com).
- 16- Vicente de Paulo, "On Climate Variability in Northeast of Brazil", J. of Arid Environment, No.58, PP. 575-596, 2004.
- 17- Wolfgang, Brigitta schat, "Meteorological Causes of Harmattan dust in West Africa", J. of Geomorphology, No. 95, 412-428, 2008.
- 18- Yong- Shing chen, Pai-ching Sheen, "Effects of Asian dust storm events on daily mortality in Taipei Taiwan", J. of Environmental research, No. 95, PP. 151-155, 2004.
- 19- Yukari Hara, Itsushi Uno, Zifa Wang, "Long-term Variation of Asian dust and related climate factors", J. of Atmospheric Environment, No. 40, PP. 6730-6740, 2006.
- ۳- حجام، سهراب و خوشخو، یونس و شمس‌الدین‌وندی، رضا: "تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری" پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، تابستان ۱۳۸۷، صفحات ۱۶۸-۱۵۷.
- ۴- حسین زاده، سیدرضا: "بادهای ۱۲۰ روزه سیستان" فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۴، ۱۳۷۶.
- ۵- ذولفقاری، حسن و عابد زاده، حیدر: "تحلیل سامانه‌های همدیدی گرد و غبار در غرب ایران" مجله جغرافیا و توسعه، پاییز و زمستان ۱۳۸۴، صفحات ۱۸۷-۱۷۳.
- ۶- زاهدی، مجید و ساری صراف، بهروز و جامعی، جاوید: "تحلیل تغییرات زمانی-مکانی دمای منطقه شمال غرب ایران" مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۰، پاییز و زمستان ۱۳۸۶، صفحات ۱۸۳-۱۹۸.
- ۷- علیجانی، بهلول: "آب و هوای ایران" انتشارات دانشگاه پیام نور تهران، ۱۳۷۶.
- ۸- لشکری، حسن و کیخسروی قاسم: "تحلیل آماری سینوپتیکی توفانهای گرد و غبار استان خراسان رضوی در فاصله زمانی (۲۰۰۵-۱۹۹۳)" پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۵، پاییز ۱۳۸۷، صفحات ۳۳-۱۷.
- ۹- نوحی، احمد: "هواشناسی عمومی" (ترجمه)؛ انتشارات علمی و فرهنگی تهران، ۱۳۷۶.
- 10- Cannarozzo, M., Noto, L. V., Viola, F., "Spatial distribution of rainfall trends in Sicily