

ارتباط برخی پارامترهای اقلیمی با روند نرخ فرونشست گرد و غبار در نیمه غربی و شرقی کلان‌شهر تهران

سمانه سادات آریاپاک^۱، احمد جلالیان^{*۱} و ناصر هنرجو^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۷)

چکیده

در این پژوهش، توزیع زمانی و مکانی نرخ فرونشست گرد و غبار در نیمه غربی و شرقی شهر تهران و پارامترهای اقلیمی مؤثر بر آن مطالعه شدند. در ۳۴ نقطه از شهر، گرد و غبار توسط تله‌های شیشه‌ای مستقر روی بام، طی ۱۲ ماه نمونه‌برداری و داده‌های اقلیمی از ادارات مربوطه، تهیه و آنالیز شدند. بیشترین میزان نرخ فرونشست مربوط به نیمه غربی شهر و میزان کل آن از ۵۴/۵۲ تا ۱۲۱/۲۱ گرم بر مترمربع در سال متغیر بوده است. در هر دو نیمه شهر فصل تابستان دارای بیشترین میزان نرخ فرونشست و مناطق مرکزی آن دارای بیشترین مقدار است. همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری میان نرخ فرونشست با دما و سرعت متوسط باد و همبستگی‌های منفی معنی‌داری میان نرخ فرونشست با بارندگی و رطوبت نسبی در تمام ماه‌ها مشاهده شد، که توجیه‌کننده زیاد بودن نرخ فرونشست در فصول خشک سال بوده است. نتایج رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد، بارندگی مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر نرخ فرونشست در هر دو نیمه از شهر بوده است. شهر تهران دارای موقعیت خاص جغرافیایی است وجود سدهای کوهستانی مانع خروج گرد و غبار از شهر و کریدور جریان هوای شهر تهران، با گسترش ساخت و ساز و بلند مرتبه‌سازی دچار مشکل شده است. از دیگر عوامل تأثیرگذار بر نرخ فرونشست در این شهر علاوه بر فاصله از منبع برداشت، پارامترهای جوی می‌توان به وجود اراضی سایر اطراف شهر، پوشش گیاهی، عملیات عمرانی و ترافیک اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: نرخ فرونشست گرد و غبار، پارامترهای اقلیمی، رگرسیون گام‌به‌گام، اثر بلندمرتبه‌سازی، نیمه‌غربی و شرقی کلان‌شهر تهران

۱. گروه خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: jalalian24@yahoo.com

مقدمه

ذرات معلق یکی از آلاینده‌های مهم شهری است، که علاوه بر منابع تولید طبیعی شامل طوفان‌های شن، گرد و غبار و ... در مقیاس قابل توجهی توسط منابع متحرک (مانند خودروهای بنزینی و گازوئیلی) و منابع ساکن شهری (مانند کارخانه‌ها) انتشار می‌یابند (۱). یکی از مهم‌ترین بلاهای زیست‌محیطی و یک معضل منطقه‌ای و بین‌المللی پدیده گرد و غبار است (۲۰). کشور ایران به‌طور پیاپی در معرض سیستم‌های گرد و غبار محلی و سینوپتیکی متعدد قرار دارد که علت این امر به‌دلیل قرار گرفتن آن در کمربند خشک و نیمه‌خشک، جهان است (۲۲).

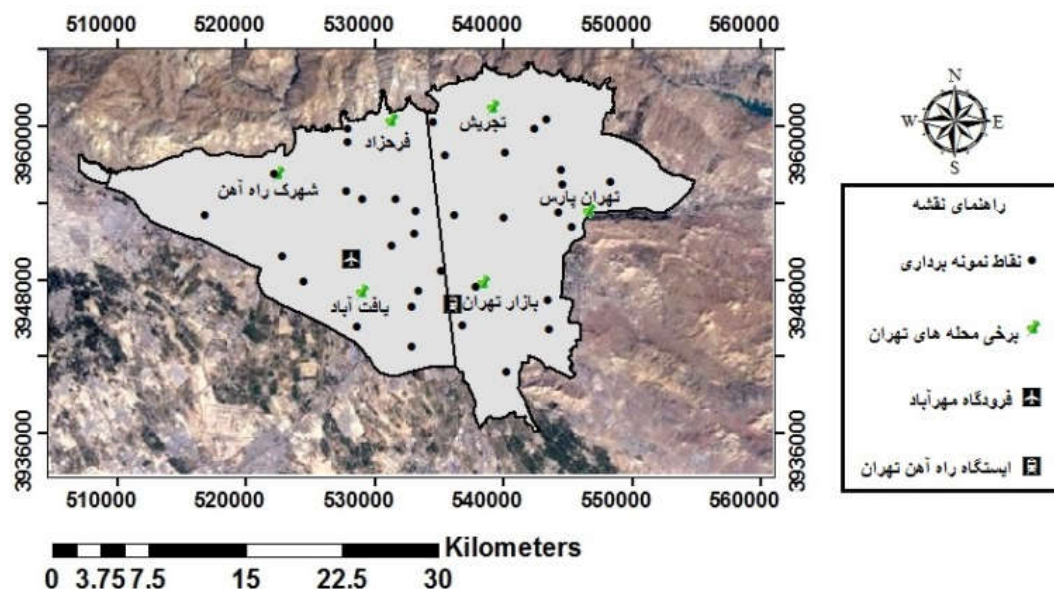
این ذرات معلق علاوه بر کاهش کیفیت هوا (۳۲) مانع از نفوذ نور خورشید شده (۱۶) و می‌توانند بر تشکیل خصوصیات ابر و میزان نزولات جوی اثر بگذارد (۶) و به‌طور کلی پدیده گرد و غبار با منشأ طبیعی می‌تواند منجر به تغییرات اقلیمی و تغییر در چرخه‌های بیولوژیکی، شیمیایی و محیط زیست شود (۱۴) و موجب بروز و تشدید مشکلاتی همچون بیماری‌های تنفسی، قلبی، چشمی (۳۴)، ترافیک هوایی، زمینی و تهدید گردشگری، کشاورزی و ... شود.

سازمان بهداشت جهانی (WHO) برآورد کرده است که سالانه ۵۰۰۰۰۰ نفر بر اثر مواجهه با ذرات معلق هوای موجود در هوای آزاد دچار مرگ زودرس می‌شوند. همچنین این سازمان برآورد کرده است که هزینه سالانه صرف شده برای بخش سلامتی و بهداشت ناشی از آلودگی هوا در اتریش، فرانسه و سوئیس حدود ۳۰ میلیارد پوند بوده و معادل ۶ درصد از کل مرگ و میرها است. در حدود نیمی از این رقم ناشی از وسایل نقلیه است (۳۰). در مطالعه‌ای که میری و همکاران (۱۸) در شهر زابل ایران انجام دادند طی سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۹۹ هزینه ناشی از بیماری‌های تنفسی بیش از ۷۳/۵ میلیون دلار برآورد شد.

در مسافتی بیش از هزاران کیلومتر گرد و غبار می‌تواند منتقل شود و در طول این انتقال، ذرات به‌طور مداوم طی فرایندهای فرونشست مرطوب و خشک از اتمسفر جدا شده و

بر سطح فرو می‌نشینند. بسته به زمان و مکان فرونشست گرد و غبار، اهمیت نسبی هر یک از مکانیسم‌های تغییر می‌کند و روی غالبیت هر یک از این مکانیسم‌ها فاکتورهایی از قبیل توزیع اندازه ذرات منتقل شده، فصل وقوع طوفان‌های گرد و غبار، شرایط اقلیمی منطقه تأثیر می‌گذارند. فرونشست مرطوب، نتیجه مهار ذرات توسط برف و باران است و به توزیع عمودی برف و باران و میزان کل بارندگی در اتمسفر بستگی دارد و فرونشست خشک از طریق خروج گرانشی ذرات از اتمسفر حاصل می‌شود. در مقیاس محلی و منطقه‌ای به‌میزان زیادی فرونشست گرد و غبار متفاوت است. بیشترین مقدار شار جرمی ذرات گرد و غبار در مناطق نزدیک به منبع تولید آن خواهد بود، زیرا گرانش زمین ذرات بزرگ شن و سیلت را سریع از اتمسفر حذف کرده و فرو می‌نشانند و فراوانی ذرات درشت و سنگین منتقل شده از منبع به مناطق دوردست کاهش می‌یابد (۱۵). حجتی و همکاران (۱۱) عوامل اثرگذار بر نرخ فرونشست و سایر خصوصیات گرد و غبار را فاصله از منبع تولید گرد و غبار، اختلاف بین منابع محلی و برون مرزی تولید گرد و غبار و شرایط اقلیمی در منطقه فرونشست معرفی کردند. ضیایی و همکاران (۳۳) از عوامل تأثیرگذار بر میزان نرخ فرونشست در فصل بهار را بالا بودن سرعت باد و خشک‌تر بودن خاک و در نتیجه بالا بودن رخداد طوفان دانسته‌اند که موجب شده است مقدار بیشتری گرد و غبار توسط باد تا فواصل طولانی، حمل شده باشد و آن را به منابع محلی و برون مرزی نسبت داده‌اند.

از آنجایی که تهران در منطقه خشک و نیمه‌خشک واقع شده و با توجه به افزایش شدت آلودگی هوا و همچنین افزایش ذرات معلق در سال‌های اخیر و ورود توده‌های بزرگ گرد و غبار در سال‌های گذشته و آثار سوء غبارهای آلوده بر سلامت شهروندان، بهداشت و محیط زیست گذاشته است. بنابراین هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی میزان کمی و تعیین توزیع زمانی و مکانی نرخ فرونشست گرد و غبار در نیمه‌غربی و نیمه‌شرقی شهر تهران در سال ۱۳۹۵ و ارتباط آن با برخی پارامترهای اقلیمی است.



شکل ۱. نقاط نمونه برداری گرد و غبار در شهر تهران

نمونه برداری گرد و غبار

در این پژوهش کلان شهر تهران در جهت باد غالب (غربی) به منظور مطالعه دقیق تر نرخ فرورنشست گرد و غبار، به دو نیمه غربی و شرقی تقسیم شد. به این منظور در هر نیمه ۱۷ نقطه (در مجموع ۳۴ نقطه در شهر تهران) انتخاب شد، این نقاط به طور تصادفی، به نحوی انتخاب شدند که، حداقل یک نقطه در هر یک از مناطق ۲۲ گانه شهرداری شهر تهران موجود و پوشش به نسبت یکنواختی در کل منطقه داشته باشند (شکل ۱). تله های مورد استفاده در این مطالعه متشکل از صفحه های شیشه ای مسطح به مساحت یک مترمربع بود که روی هر یک از آنها یک مش پلاستیکی به ابعاد ۲ میلی متر مربع به منظور به دام انداختن ذرات معلق روی تله های شیشه ای، قرار داشت (۳، ۱۱، ۱۷ و ۱۹). لبه شیشه ای به ارتفاع ۱۰ میلی متر دور تله شیشه ای چسبانده شد تا در فصول با بارندگی زیاد از شستشوی ذرات فرورنشسته روی شیشه جلوگیری کند. هر تله روی بام ساختمان در ارتفاع یک یا دو طبقه به نحوی قرار گرفته بود که توسط دیوار یا مانع دیگری تحت تأثیر قرار نگیرند. نمونه برداری از گرد و غبار، از فروردین سال ۱۳۹۵ تا پایان اسفند ماه همان سال به مدت ۱۲ ماه انجام شد. در پایان هر ماه گرد و

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

تهران بزرگ ترین کلان شهر ایران با وسعتی حدود ۷۰۰ کیلومتر مربع بین ۳۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۴ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است (۲۷). این شهر از نظر شکل، موقعیت و توسعه تابع قرار گرفتن بین دو وادی کوه و کویر است. شهر تهران از جنوب به کوه های ری و بی بی شهربانو و دشت های هموار شهریار و پاکدشت و از شمال و شمال شرق توسط رشته کوه البرز محصور شده است. تنوع ارتفاعی منجر به داشتن شرایط آب و هوایی متمایز می شود به طوری که در شمال تهران دارای آب و هوای خشک و سرد و در جنوب آن دارای آب و هوای گرم و خشک است (۵). با توجه به ناهموار بودن محدوده شهر، دمای سالانه بین ۱۵ تا ۱۸ درجه سانتی گراد متغیر است و بارش سالانه بیشتر متأثر از تغییرات ارتفاعی بوده و بین حداکثر ۴۲۲ میلی متر در شمال تهران تا ۱۴۵ میلی متر در جنوب شرق تهران است (۹) و باد غالب در جهت غربی (۲۷۰ درجه) بوده و متوسط سرعت آن ۵/۵ متر بر ثانیه است (۲۹).

به‌طور کلی توزیع نرخ فرونشست گرد و غبار در تمام فصل‌های این نیمه از توزیع نرمال پیروی می‌کند و کمترین مقدار نرخ فرونشست با مقدار میانگین $۱۱/۰۸$ گرم بر مترمربع، در فصل زمستان و بیشترین مقدار نرخ فرونشست گرد و غبار با میانگین $۳۰/۸۲$ گرم بر مترمربع، در فصل تابستان است. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۴، همبستگی قوی و مثبتی (در سطح $۰/۰۱$) میان تابستان با پاییز و بهار با زمستان وجود دارد ولی میان تابستان و زمستان همبستگی مثبت و متوسطی در سطح آماری $۰/۰۵$ را نشان می‌دهد.

اما در نیمه شرقی این شهر میزان کل نرخ فرونشست از $۴۷/۷۹$ تا $۸۹/۳۷$ گرم بر مترمربع در سال متغیر بوده و کمترین مقدار نرخ فرونشست با میانگین $۹/۳۶$ گرم بر مترمربع، در فصل زمستان و بیشترین آن با مقدار میانگین $۲۴/۲۸$ گرم بر مترمربع، در فصل تابستان است (جدول ۳) و همبستگی مثبت و متوسطی در سطح $۰/۰۱$ میان تابستان با زمستان وجود دارد (جدول ۴).

در هر دو نیمه شهر تهران روند توزیع نرخ فرونشست گرد و غبار از بیشتر به کمتر به ترتیب برابر است با؛ تابستان، پاییز، بهار و زمستان (جدول ۳). شکل ۳ نرخ فرونشست، تغییرات زمانی قابل مشاهده‌ای را طول ۱۲ ماه نمونه‌برداری نشان می‌دهد. بیشترین میزان نرخ فرونشست در هر دو نیمه این شهر در طی ماه‌های نمونه‌برداری مربوط به مرداد ماه (با میانگین $۱۴/۳۳$ گرم بر مترمربع در ماه در نیمه غربی و $۱۳/۳۲$ گرم بر مترمربع در ماه در نیمه شرقی) درحالی که کمترین میزان آن در هر دو نیمه مربوط به بهمن ماه (با میانگین $۲/۴۳$ گرم بر مترمربع در ماه در نیمه غربی و $۱/۹۱$ گرم بر مترمربع در ماه در نیمه شرقی) است.

ارتباط برخی پارامترهای جوی با نرخ فرونشست گرد و غبار ضریب همبستگی متوسط و معنی‌داری در سطح ۱ درصد میان نرخ فرونشست گرد و غبار با میانگین، بیشینه و کمینه دما وجود دارد (شکل ۴). به این معنا که، در سطح متوسط با

غبار موجود روی هر تله با کاردک جمع‌آوری و سطح آن با آب مقطر شسته شد. نمونه‌ها در کیسه‌های پلاستیکی جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. تعداد کل نمونه‌های گرد و غبار در هر نیمه شهر ۲۰۴ نمونه (در کل شهر ۴۰۸ نمونه) بوده است.

مطالعات آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از جمع‌آوری نمونه‌ها، به‌منظور جداسازی ذرات خار و خاشاک نمونه‌ها از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و نرخ فرونشست گرد و غبار بر اساس واحد جرم در واحد سطح در واحد زمان گزارش شد. نتایج داده‌های به‌دست آمده برای توصیف، تجزیه، تحلیل آماری، تعیین همبستگی بین ویژگی‌های دارای توزیع طبیعی توسط ضریب پیرسون و تجزیه رگرسیون گام به گام به‌منظور تعیین پارامترهای جوی که دارای بیشترین تأثیر بر نرخ فرونشست گرد و غبار هستند، از نرم‌افزار SPSS 22.0 استفاده شد. ترسیم نقشه‌های توزیع مکانی نرخ فرونشست گرد و غبار با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 10.4.1 و با روش وزن‌دهی عکس فاصله (Inverse Distance Weighting) انجام شد. به‌منظور مطالعه دقیق‌تر تأثیر پارامترهای جوی روی شهر تهران از پنج ایستگاه سینوپتیک فرودگاه مهرآباد، چیتگر، ژئوفیزیک، فرودگاه امام خمینی و شمیران استفاده شد که اطلاعات اقلیمی این ایستگاه‌ها شامل دما، بارش، رطوبت، سرعت باد و گلبادها در طول دوره نمونه‌برداری از اداره کل هواشناسی استان تهران و سالنامه آماری شهر تهران تهیه شدند (جدول‌های ۱ و ۲ و شکل ۲).

نتایج

توزیع زمانی نرخ فرونشست گرد و غبار

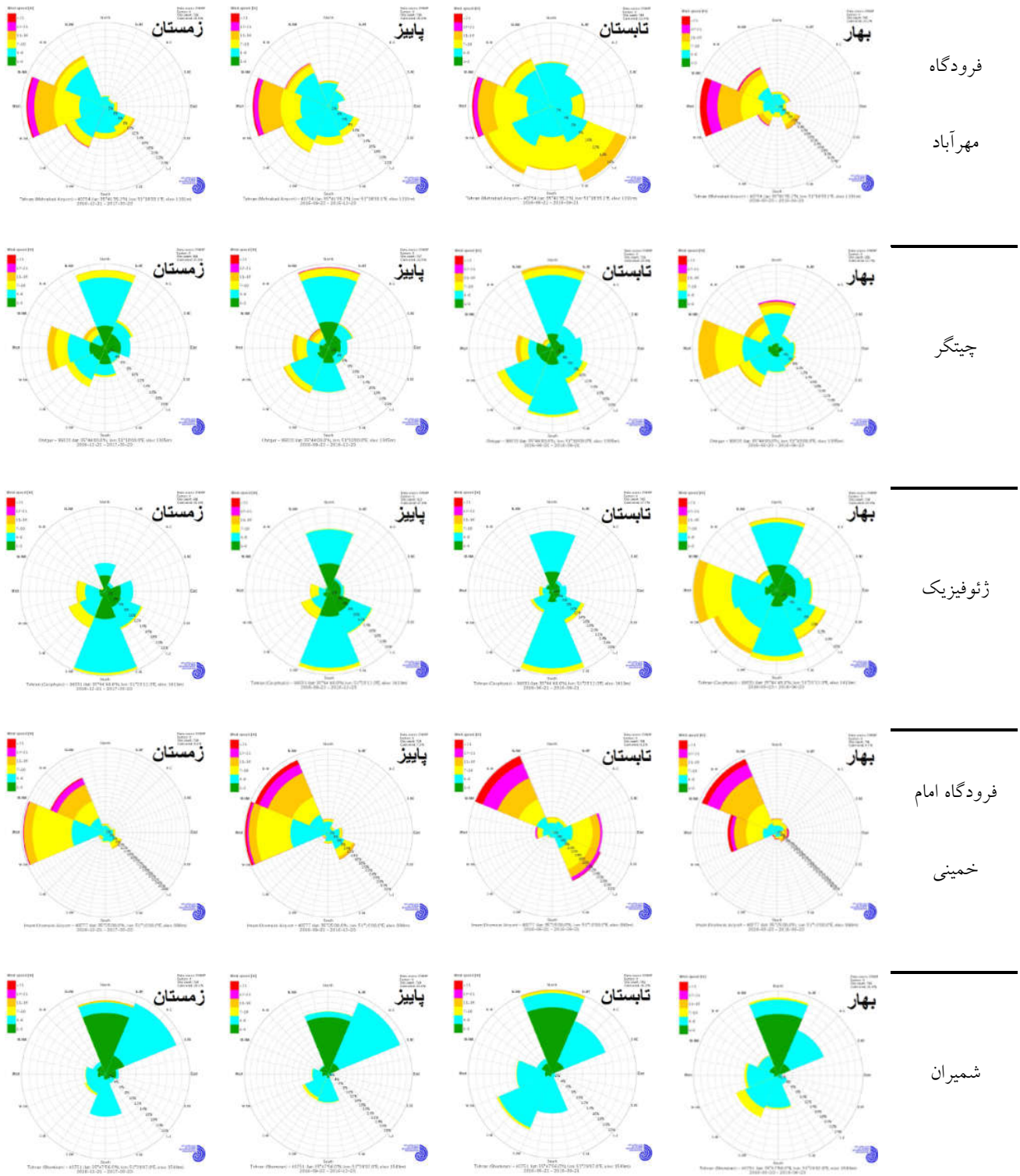
بیشترین میزان نرخ فرونشست در سال در نیمه غربی شهر تهران است و میزان کل نرخ فرونشست در سال از $۵۴/۵۲$ تا $۱۲۱/۲۱$ گرم بر مترمربع متغیر است. با توجه به جدول ۳،

جدول ۱. مشخصات و اطلاعات اقلیمی برخی از ایستگاه‌های سینوپتیک استان تهران در سال ۱۳۹۵
(منبع: اداره کل هواشناسی استان تهران و سالنامه آماری شهر تهران)

ماه نمونه برداری	محل استقرار	ارتفاع (m)	میانگین دما (C°)	بارندگی ماهانه (mm)	رطوبت نسبی (%)	حداکثر سرعت وزش باد (m/s)	تعداد روزهای همراه با گرد و غبار
فرودگاه مهرآباد	تهران	۱۱۹۱	۱۸	۱۹۵/۴	۳۶	۲۰	۱۸
چیتگر	تهران	۱۳۰۵	۱۷/۵	۲۰۳/۲	۴۰	۱۶	۰
ژئوفیزیک	تهران	۱۴۱۵	۱۶/۹	۱۹۳/۸	۳۸	۱۸	۰
فرودگاه امام خمینی	ری	۹۹۰	۱۷/۶	۱۶۴/۶	۳۸	۲۵	۲۲
شمیران	شمیران	۱۵۴۹	۱۶/۱	۳۳۸/۳	۴۲/۵	۲۰	۱

جدول ۲. میانگین برخی پارامترهای جوی طی ماه‌های نمونه برداری گرد و غبار بر اساس داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک فرودگاه مهرآباد، چیتگر، ژئوفیزیک، فرودگاه امام خمینی و شمیران در سال ۱۳۹۵

ماه نمونه برداری	بیشینه دما (C°)	کمینه دما (C°)	میانگین دما (C°)	بارندگی (mm)	حداکثر رطوبت نسبی (%)	حداقل رطوبت نسبی (%)	بیشینه سرعت باد (m/s)	سرعت متوسط باد (m/s)
فروردین	۲۳/۶	۱/۸	۱۳/۴	۵۴	۷۲	۲۷/۲	۱۷/۲	۲
اردیبهشت	۳۴/۲	۷/۶	۲۲/۴	۱۴/۷	۵۳/۴	۱۴/۲	۱۷/۸	۲/۴
خرداد	۳۷/۲	۱۴/۵	۲۶/۲	۰	۳۶	۱۰	۱۷	۲/۶
تیر	۴۰/۹	۱۹/۶	۲۹/۹	۰/۴	۳۹/۸	۱۳/۲	۱۲/۸	۲/۹
مرداد	۴۰/۱	۱۹/۹	۲۹/۴	۰	۳۷/۲	۱۲/۲	۱۰/۶	۳/۳
شهریور	۳۷/۵	۱۶/۴	۲۷/۴	۰	۳۹	۱۲/۸	۱۳/۴	۳/۱
مهر	۳۴/۲	۹/۹	۲۱/۱	۰/۸	۴۱/۸	۱۴/۴	۱۳	۲/۹
آبان	۲۴/۳	۳/۳	۱۴/۲	۱۱/۴	۵۹/۲	۲۴	۱۳/۸	۲/۲
آذر	۱۷	-۸/۴	۴/۶	۱۷/۸	۶۸/۴	۲۷/۲	۱۲/۲	۲/۷
دی	۱۵/۷	-۲	۵/۵	۴۲/۹	۷۶/۸	۳۵/۸	۱۱/۶	۲/۲
بهمن	۱۲/۷	-۵/۳	۳/۹	۵۷/۲	۷۹/۸	۴۱/۲	۱۲/۴	۲
اسفند	۱۸/۴	-۴/۶	۹	۱۹/۷	۶۷/۴	۲۶	۱۴/۶	۲



شکل ۲. الگوی جریان باد در طی فصل‌های نمونه‌برداری گرد و غبار بر اساس داده‌های برخی از ایستگاه‌های سینوپتیک استان تهران در سال ۱۳۹۵
(منبع: اداره کل هواشناسی استان تهران)

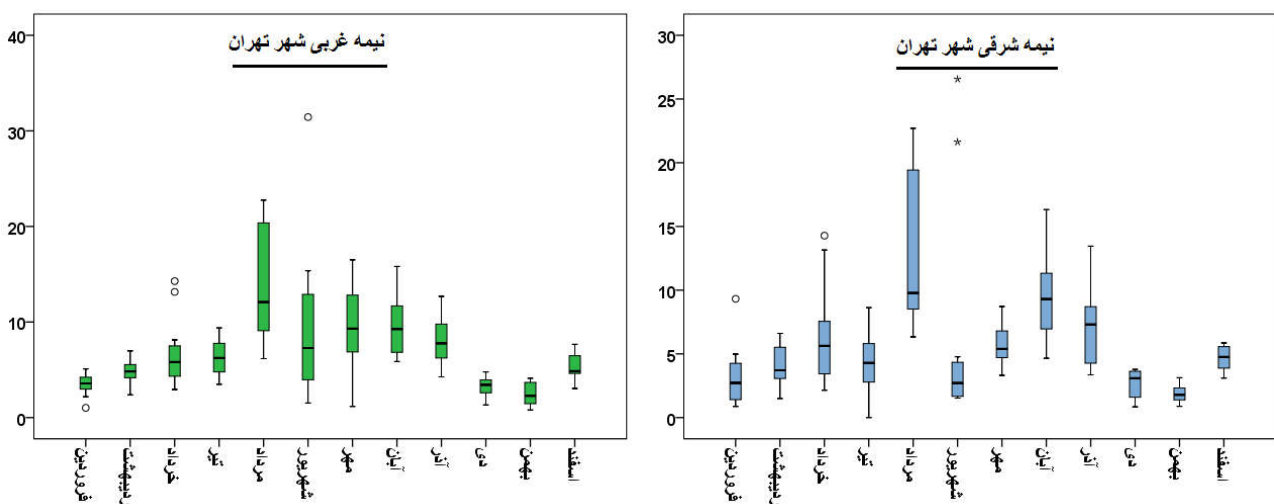
جدول ۳. خصوصیات آماری نرخ فرونشست گرد و غبار (گرم بر مترمربع در فصل) طی فصل‌های نمونه‌برداری در نیمه غربی و شرقی شهر تهران

فصل نمونه‌برداری	میانگین	حداقل	حداکثر	چولگی	کشیدگی	واریانس
بهار	۱۴/۲۶	۶/۳۴	۲۳/۳۸	۰/۴۳	-۰/۷۲	۲۷/۰۰
تابستان	۳۰/۸۲	۱۶/۲۶	۴۹/۹۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۷۴/۶۳
پاییز	۲۷/۸۷	۱۶/۶۶	۴۳/۹۹	۰/۶۹	۱/۱۳	۴۳/۶۵
زمستان	۱۱/۰۸	۵/۱۵	۱۶/۳۳	-۰/۱۸	-۱/۱۵	۱۳/۰۱
بهار	۱۳/۷۵	۴/۴۸	۲۳/۰۴	-۰/۰۳	-۱/۴۰	۴۱/۰۸
تابستان	۲۴/۲۸	۱۰/۹۶	۵۲/۷۶	۱/۲۳	۲/۶۳	۱۰۵/۴۲
پاییز	۲۲/۳۰	۱۱/۱۶	۳۴/۰۳	۰/۱۱	-۱/۰۴	۵۹/۱۴
زمستان	۹/۳۶	۵/۰۶	۱۲/۴۸	-۰/۴۴	-۱/۰۳	۵/۸۰

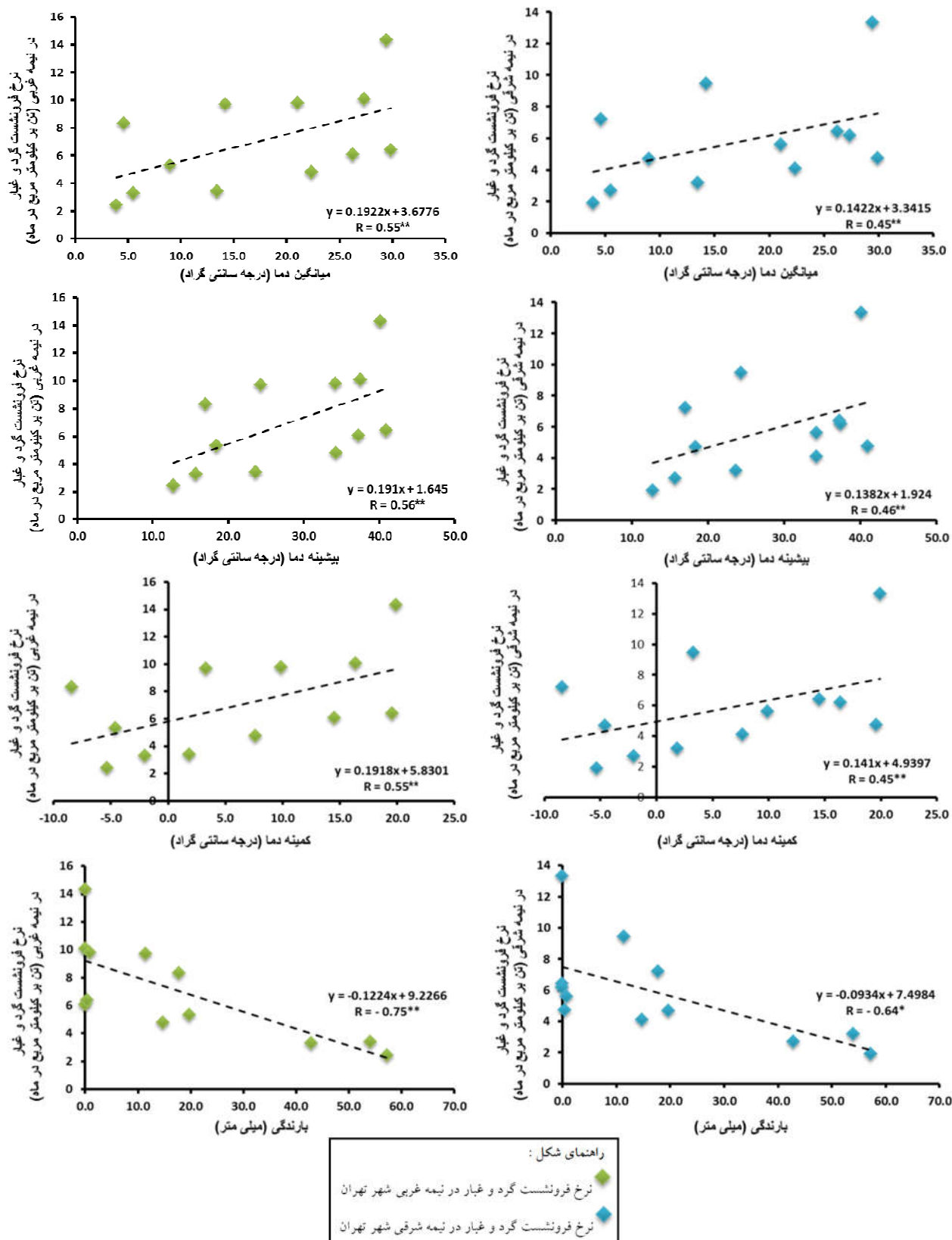
جدول ۴. ضرایب همبستگی پیرسون بین میزان فرونشست گرد و غبار در فصل‌های مطالعاتی در دو نیمه غربی و شرقی شهر تهران

نیمه غربی				نیمه شرقی			
زمستان	پاییز	تابستان	بهار	زمستان	پاییز	تابستان	بهار
			۱				۱
		۱	۰/۳۱			۱	۰/۰۶
	۱	۰/۷۱**	۰/۰۷		۱	-۰/۲۶	-۰/۳۸
۱	۰/۳۴	۰/۶۰*	۰/۷۳**	۱	۰/۰۶	۰/۶۲**	۰/۴۸

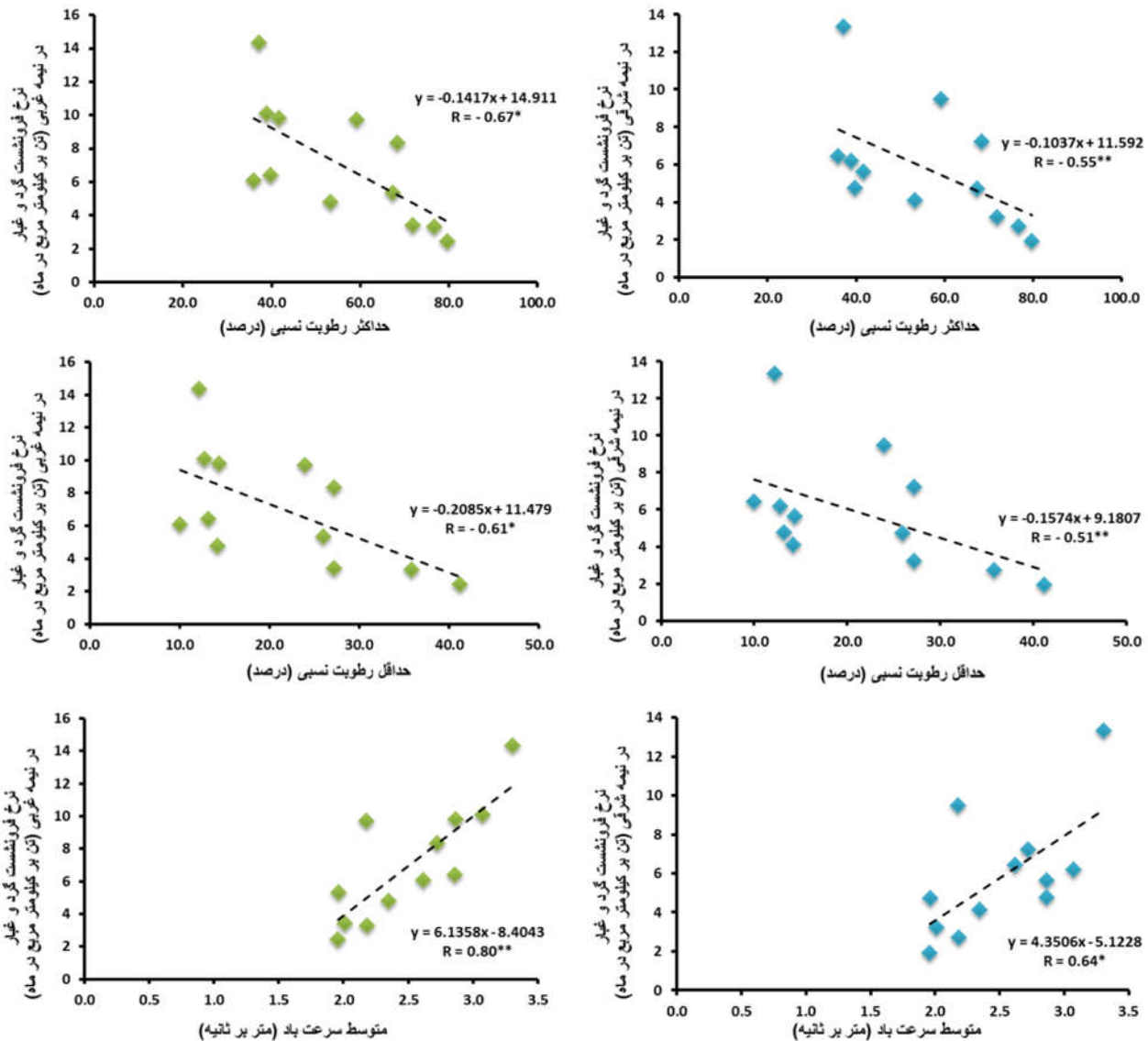
** و * به ترتیب بیانگر معنی‌داری همبستگی در سطح آماری ۰/۰۱ و ۰/۰۵ هستند.



شکل ۳. نمودار جعبه‌ای میانگین نرخ فرونشست گرد و غبار در طی ۱۲ ماه نمونه‌برداری گرد و غبار در دو نیمه غربی و شرقی شهر تهران



شکل ۴. همبستگی میانگین نرخ فرونشست گرد و غبار با برخی پارامترهای جوی طی ۱۲ ماه نمونه برداری در دو نیمه غربی و شرقی شهر تهران (** و * به ترتیب بیانگر معنی داری همبستگی در سطح آماری ۰/۰۱ و ۰/۰۵ هستند) (رنگی در نسخه الکترونیکی)



ادامه شکل ۴.

وجود دارد. وجود همبستگی منفی و معنی داری میان نمودارهای نرخ فرودنشست گرد و غبار با بارندگی، حداکثر و حداقل رطوبت نسبی (در شکل ۴) در هر دو نیمه شهر تهران نشان می‌دهد که با افزایش میزان بارندگی و رطوبت نسبی، نرخ فرودنشست گرد و غبار کاهش می‌یابد. البته در نیمه غربی این شهر میان نرخ فرودنشست گرد و غبار با بارندگی، ضریب همبستگی بالا و منفی ($r = -0.75$) وجود دارد که می‌تواند یک عامل مهم کاهش گرد و غبار با شروع فصل بارندگی در نیمه غربی

افزایش این سه فاکتور در دو نیمه این شهر، نرخ گرد و غبار حمل شده نیز افزایش می‌یابد. معمولاً در ماه‌های گرم سال افزایش درجه حرارت در منطقه با کاهش بارندگی و رطوبت نسبی مرتبط است. با افزایش دما میزان تبخیر و تعرق زیاد می‌شود سطح خاک خشک‌تر شده و خاک مستعد فرسایش می‌شود. جمالی‌زاده و همکاران (۱۲) در دشت سیستان دمای هوا را از عوامل مؤثر بر شدت گرد و غبار می‌دانند. کاسکائوتیس و همکاران (۱۳) در مطالعه خود بیان داشتند که رابطه مثبتی بین نرخ فرودنشست گرد و غبار با درجه حرارت

میان نرخ فرونشست گرد و غبار با حداکثر سرعت باد در فصول خشک نیز مشاهده نشد.

تحلیل نتایج رگرسیون خطی چندگانه به روش گام به گام

همه پارامترهای جوی مورد مطالعه بر نرخ فرونشست گرد و غبار با استفاده از تحلیل رگرسیون گام به گام مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۵). در خروجی نهایی رگرسیون گام به گام، از بین ۷ متغیر مستقل، فقط بارندگی در هر دو نیمه شهر تهران در مدل نهایی باقی ماند که به عنوان موثرترین پارامتر جوی در تغییرات نرخ فرونشست گرد و غبار مشخص شد. ضریب تعیین $0/47$ در نیمه غربی و $0/34$ در نیمه شرقی شهر به ترتیب نشان می‌دهد که ۴۷ درصد و ۳۴ درصد از نرخ فرونشست گرد و غبار (متغیر وابسته مطالعه)، تحت تأثیر متغیر بارندگی قرار داشته است. همچنین معنی‌دار بودن تحلیل رگرسیونی انجام شده، به وسیله آماره F محاسبه شده است که در سطح ۹۹ درصد ($Sig = 0/000$) معنی‌دار است.

توزیع مکانی نرخ فرونشست گرد و غبار

در شکل ۵ توزیع مکانی نرخ فرونشست گرد و غبار در دو نیمه غربی و شرقی شهر تهران طی چهار فصل نمونه برداری ارائه شده است. به طور کلی در نیمه غربی این شهر به نظر می‌رسد میزان فرونشست گرد و غبار از غرب به شرق کاهش می‌یابد و در فصل‌های بهار، تابستان و زمستان مناطق غربی و مرکزی شهر و در فصل پاییز مناطق جنوب شرقی و مرکز شهر دارای بیشترین میزان نرخ فرونشست گرد و غبار هستند.

اما در نیمه شرقی شهر تهران در فصل‌های بهار و پاییز مناطق شمال شرقی و جنوب شرقی، زمستان مرکز و جنوب شرقی و فصل تابستان مناطق مرکزی دارای بیشترین میزان فرونشست گرد و غبار هستند.

بحث

بررسی توزیع نرخ فرونشست گرد و غبار در دو نیمه شهر

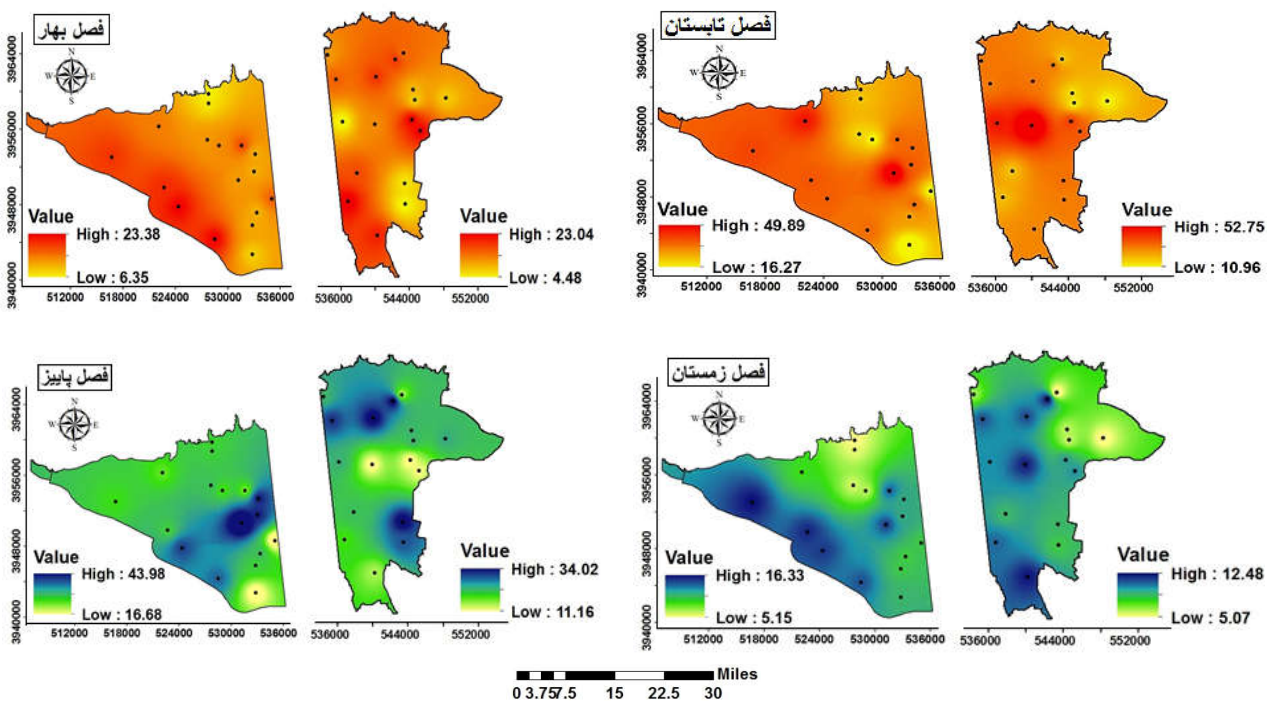
باشد. این عامل در شکل ۳ به خوبی نمایان است که از فروردین ماه با افزایش دما و کاهش بارندگی میزان فرونشست گرد و غبار افزایش یافته تا شروع بارندگی از آبان ماه میزان فرونشست کاهش می‌یابد. با افزایش بارندگی و رطوبت نسبی احتمالاً چسبندگی ذرات در مناطق تولید گرد و غبار افزایش یافته و منجر به کاهش تولید گرد و غبار در منطقه منشأ و در نهایت کاهش آن در منطقه فرونشست می‌شود (۲۸). زنگنه (۳۱) با واکاوی آماری میزان رخداد طوفان گرد و خاک در دوره آماری سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۷ علت افزایش چشمگیر پدیده طوفان گرد و خاک را عواملی مانند خشک بودن برخی مناطق بیابانی (نواحی جنوب عراق، شمال صحرای عربستان، جنوب شرق سوریه و شمال آفریقا) به علت کمبود بارندگی بیان کرد.

سرعت باد در منطقه مورد مطالعه یکی دیگر از پارامترهای جوی تأثیرگذار بر نرخ فرونشست گرد و غبار است. نتایج شکل ۴، نشان می‌دهد که بین نرخ فرونشست گرد و غبار با متوسط سرعت باد در هر دو نیمه شهر تهران رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. اما این ضریب همبستگی در نیمه غربی شهر بالا ($r = 0/80$) و در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. شکل ۳ به خوبی تأثیر سرعت باد روی فرونشست گرد و غبار را نشان می‌دهد که با افزایش سرعت متوسط باد در منطقه، میزان فرونشست گرد و غبار نیز افزایش می‌یابد حداکثر سرعت متوسط باد در مرداد ماه است که بیشترین میزان فرونشست را دارد. اما در مطالعه حاضر همبستگی معنی‌داری میان نرخ فرونشست گرد و غبار با میزان حداکثر سرعت باد طی ۱۲ ماه نمونه برداری مشاهده نشده است (شکل نشان داده نشده است). نوروزی و خادمی (۱۹) در شهر اصفهان، همبستگی معنی‌داری میان نرخ فرونشست گرد و غبار با میزان میانگین حداکثر و متوسط سرعت باد طی ۱۲ ماه نمونه برداری گرد و غبار مشاهده نکرده‌اند؛ اما همبستگی معنی‌داری میان نرخ فرونشست گرد و غبار با این دو پارامتر جوی در ماه‌های خشک سال (خرداد تا مهر ماه) گزارش کردند. اما در این مطالعه، همبستگی معنی‌داری

جدول ۵. خروجی آماره رگرسیون گام به گام بین نرخ فرونشست گرد و غبار و پارامترهای جوی در نیمه غربی و شرقی شهر تهران

پارامترهای جوی	β		t		sig	
	نیمه شرقی	نیمه غربی	نیمه شرقی	نیمه غربی	نیمه شرقی	نیمه غربی
بارندگی	-۰/۵۹	-۰/۶۹	-۵/۵۰	-۷/۲۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
حداکثر رطوبت	-۰/۱۰	-۰/۲۲	-۰/۴۵	-۱/۱۵	۰/۶۶	۰/۲۶
حداقل رطوبت	-۰/۰۴	-۰/۰۷	-۰/۲۱	-۰/۳۹	۰/۸۴	۰/۷۰
میانگین دما	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۳۹	۰/۷۷	۰/۷۰	۰/۴۵
بیشینه دما	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۲۴	۰/۷۷	۰/۸۱	۰/۴۵
کمینه دما	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۷۸	۱/۳۲	۰/۴۴	۰/۱۹
متوسط سرعت باد	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۱۷	۰/۴۵	۰/۸۶	۰/۶۵

متغیرهای منتخب	ضریب همبستگی (R)	ضریب تعیین (R ²)	F	سطح معناداری (Sig)	ضریب دوربین-واتسون
نیمه غربی	۰/۶۹	۰/۴۷	۵۱/۷۸	۰/۰۰۰	۱/۷۴
نیمه شرقی	۰/۵۹	۰/۳۴	۳۰/۲۷	۰/۰۰۰	۲/۴۵



شکل ۵. توزیع مکانی نرخ فرونشست گرد و غبار (گرم بر مترمربع) در دو نیمه غربی و شرقی شهر تهران طی فصل‌های مورد مطالعه

به دلیل زیاد بودن دما، نداشتن بارندگی، کاهش رطوبت خاک و هوا که باعث خشکی ذرات و فرسایش و توزیع هر چه بیشتر آنها می‌شود، باشد. وجود روزهای همراه با گرد و غبار از دیگر عواملی است که حجم بیشتری از گرد و غبار را در این فصل وارد شهر می‌کند. اما کمترین مقدار نرخ فرونشست گرد و غبار در هر دو نیمه شهر تهران در فصل زمستان است. مهم‌ترین عاملی که روی مقدار نرخ فرونشست اثر می‌گذارد مطابق نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون گام به گام، بارندگی است. بیشترین میزان بارندگی در فصل زمستان و بعد از آن در فصل بهار مشاهده می‌شود؛ که تأییدی است بر نتایج حاصل از فرونشست گرد و غبار، زیادتر بودن بارش به صورت باران یا برف موجب چسبندگی ذرات شده و مانع از فرسایش آنها می‌شود، از عوامل دیگر می‌توان به بیشتر بودن رطوبت نسبی و کمتر بودن درجه حرارت در این فصول نسبت به سایر فصول اشاره کرد. کمتر بودن میزان نرخ فرونشست گرد و غبار در فصل زمستان و بیشتر بودن آن در تابستان، تأثیر نقش عوامل اقلیمی بر نرخ فرونشست گرد و غبار را به خوبی نمایان می‌سازد. آریپاک و همکاران (۳) با مطالعه گرد و غبار فرونشسته در شهر تهران گزارش کردند که بیشترین میزان نرخ فرونشست مربوط به فصل تابستان و کمترین آن مربوط به فصل زمستان است. ضیایی و همکاران (۳۳) طی تحقیقی در استان خراسان رضوی نشان دادند که بین متوسط فرونشست گرد و غبار در ۱۲ دوره نمونه‌برداری رابطه مثبت و معنی‌داری با حداقل و حداکثر دما، سرعت باد و رابطه منفی با رطوبت نسبی در سطح ۵ درصد وجود داشته است.

شهر تهران توسط رشته کوه البرز از شمال و شمال شرق و از جنوب و جنوب شرقی توسط کوه‌های ری و بی‌بی شهربانو محصور شده است. ارتفاع شهر به گونه‌ای است که شمال شهر حدود ۱۸۰۰ متر و جنوب شهر حدود ۹۰۰ متر از سطح دریا بلندتر است (۹). اگر چه دشتی که تهران بر آن گسترده شده دارای شیب ملایمی با جهت شمالی - جنوبی است ولی داخل شهر نیز دارای ناهمواری‌های بسیاری (۲۴) است. وجود رشته

تهران طی ۱۲ ماه نمونه‌برداری نشان داد که، بیشترین نرخ فرونشست گرد و غبار در این شهر مربوط به نیمه غربی است، اما کمتر بودن نرخ فرونشست در نیمه شرقی شهر در تمام فصول نسبت به نیمه غربی آن می‌تواند به دلیل فاصله این شهر از منبع برداشت و مهم‌تر از آن قرار نگرفتن این شهر در مسیر دالان گرد و غبار (به دلیل وجود موانعی که در مسیر باد منطقه قرار دارد) باشد.

گرچه در این مطالعه میان نرخ فرونشست گرد و غبار و حداکثر سرعت باد منطقه همبستگی معنی‌داری حاصل نشد، اما با توجه به بیشتر بودن میزان فرونشست در نیمه غربی آن و به دلیل داشتن ساختار پیچیده طراحی شهری، موقعیت خاص این شهر، تراکم، معماری، توسعه متراکم ساختمانی، اثر بلندمرتبه سازی و ... نمی‌توان گفت هیچ گونه همبستگی با حداکثر سرعت باد ندارد و در این مورد نیاز به مطالعات بیشتر است. در این زمینه فرجی (۷) بیان می‌کند که باد تحت تأثیر عواملی نظیر ناهمواری زمین، وضع زمین، منابع گرما و وجود ساختمان‌ها و غیره تغییر می‌یابد. حیدرزاد و رنجیر فردویی (۱۰) نیز بیان کردند برخی نقاط توسعه شهرسازی استان لرستان، باعث کاهش شدت پدیده گرد و غبار شده است. آریپاک و همکاران (۳) نیز در شهر تهران رابطه آماری معنی‌داری میان نرخ فرونشست گرد و غبار با حداکثر سرعت باد مشاهده نکرده‌اند. نتایج صالحی و همکاران (۲۵) در رابطه با اثر بلندمرتبه سازی بر جریان باد در سطح منطقه ۲۲ کلان‌شهر تهران (این منطقه در غرب شهر تهران و در مسیر جریان باد غالب شهر و کریدور ورودی جریان هوا به شهر قرار گرفته است) نشان داد که به دلیل مکان‌یابی نادرست و غیر اصولی ساختمان‌های بلند در این منطقه الگوی طبیعی وزش باد تغییر یافته و در نتیجه موجب بروز اثرات ثانویه ناشی از رکود یا تشدید جریان باد شده و کریدور ورودی هوا به شهر تهران را با مشکل جدی مواجه ساخته است.

بیشترین میزان نرخ فرونشست، هم در نیمه غربی و هم در نیمه شرقی شهر تهران مربوط به فصل تابستان است، که احتمالاً

نقاط، وجود واحدهای صنعتی و کارخانه‌های بزرگ (به‌طور مثال کوره‌های آجرپزی، کارخانه‌های سیمان‌سازی) که ۳۰ درصد آن در غرب شهر تهران (۲۴) در جهت باد غالب منطقه واقع شده‌اند، اشاره کرد.

اما عامل دیگری که می‌توان به آن اشاره کرد و احتمالاً می‌تواند زمینه‌ساز افزایش نرخ فرودنشست در شهر تهران شود جزیره حرارتی است. به دلیل تفاوت در کاربری و پوشش اراضی در کلان‌شهرها نسبت به حومه‌های آنها سبب شده که متوسط درجه حرارت در شهر چند درجه بیشتر از حومه آن باشد که این پدیده به نام جزیره حرارتی شناخته می‌شود (۲۶). بررسی تغییرات زمانی دمای سطحی در مطالعه صادقی‌نیا و همکاران (۲۳) نشان داد که الگوی توزیع دمای سطحی در کلان‌شهر تهران دچار تغییر شده، مقدار مساحت دماهای متوسط و بسیار خنک شهر کاسته و برعکس مقدار مساحت دماهای بسیار بالا (نواحی بسیار گرم) افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. جزیره حرارتی تهران به سمت بخش‌هایی گسترش یافته است (غرب و جنوب غرب تهران) که با کاهش شدید پوشش گیاهی و بیشترین گسترش کاربری‌های صنعتی-کارگاهی انبارداری مواجه شده‌اند و کانون اصلی آن فرودگاه مهرآباد است. به نظر می‌رسد جزایر حرارتی یکی از عوامل افزایش میزان فرودنشست گرد و غبار در قسمت‌های غربی، جنوب غربی و اطراف فرودگاه مهرآباد باشد. آروین (۴) در مطالعات خود در شهر اصفهان در خصوص بررسی جزیره حرارتی در ارتباط با آلودگی هوا، بیان کرد نواحی آلوده‌تر دارای دماهای بالاتری بوده و همچنین روابط همبستگی بین نقشه توزیع آلودگی و نقشه جزیره حرارتی سطح معناداری تأیید شده است.

در کلان‌شهر تهران عوامل گوناگونی نظیر موقعیت شهر، بافت شهر، ساخت‌وساز (که در سطح شهر زیاد است)، عملیات عمرانی، وجود ترافیک زیاد در سطح شهر، مراکز شلوغ و پرتردد (به‌طور مثال بازار بزرگ تهران)، تجمع صنایع، کم بودن پوشش گیاهی، نزدیکی به کانون‌های تولید گرد و غبار و حتی

کوه البرز و همراه شدن با پدیده وارونگی‌های دمایی و بادهای غالب غربی در سطح شهر تهران در فصل پاییز میزان فرودنشست گرد و غبار را در شمال شرقی شهر زیادتر کرده اما میزان فرودنشست در این قسمت شهر با بیشتر شدن بارش به‌صورت باران و برف در فصل زمستان کاهش چشمگیری پیدا کرده است.

وجود کوه‌ها که عامل محدود شدن شهر تهران می‌شوند، همراه با عواملی چون کمتر بودن میزان بارش در قسمت‌های جنوبی، وجود پدیده وارونگی‌های دمایی، استمرار سامانه‌های پرفشار همراه با هوای پایدار در فصل‌های سرد (۲۴)، زمین‌های مستعد فرسایش (مانند ایردژ ورامین (۸)) و نیز بادهای غربی، فصلی و محلی (مانند بادهای کوه به دشت و دشت به کوه) میزان فرودنشست گرد و غبار را در فصل زمستان در مناطق جنوبی و مرکزی شهر افزایش داده است. این افزایش میزان فرودنشست گرد و غبار حتی با گرم‌تر شدن دما نیز ادامه یافته است. رنجبر سعادت‌آبادی و درویش‌زاده (۲۱) طی دوره آماری حدود ۱۰ ساله اشاره می‌کنند که مناطق بیابانی کویری، مجاور تهران مانند کویر سمنان و قم نیز می‌توانند به‌عنوان چشمه‌های تولید‌کننده ذرات گرد و غبار مؤثر باشند.

به دلیل اینکه بخش غربی شهر تهران چندین مرتفع نیست (۲۴) و نزدیکی آن به اراضی بایر (به‌خصوص حومه تهران و دشت شهریار (۷۰ درصد این دشت در کلاس خطر متوسط فرسایش بادی قرار دارد (۲)) و کانون‌های بحرانی فرسایش بادی استان تهران و استان‌های مجاور (مانند ماهدشت استان البرز و نجم‌آباد ساوجبلاغ (۸)) و وجود بادهای غالب غربی در تمام فصول؛ این بخش دارای بیشترین میزان فرودنشست گرد و غبار است و بسته به جهت بادهای فصلی و محلی میزان فرودنشست در قسمت‌های مختلف این بخش تغییر می‌کند.

اما سایر دلایل احتمالی که می‌تواند منجر به بیشتر شدن نرخ فرودنشست در مناطق غربی و جنوب غربی شهر تهران شود، قرار گرفتن در راه‌های پر تردد به‌خصوص ورودی‌های به شهر (به‌طور مثال آزاد راه تهران کرچ) و زیاد بودن ترافیک در این

وجود منابع تولید کننده گرد و غبار برون مرزی (۲۱) در کنار ساکنان شهر نیازمند مطالعات بیشتر در زمینه منشأ گرد و غبار عوامل ذکر شده بالا می‌تواند بر میزان فرونشست گرد و غبار در این شهر و اقدامات عملی به منظور کاهش گرد و غبار در تأثیرگذار باشد. با توجه به اثرات زیانبار گرد و غبار بر زندگی سطح شهر است.

منابع مورد استفاده

1. Afrughi, M. and V. Hosseini. 2015. Study of temporal and spatial variations of microparticles in Tehran city (2014-2015), Report had provided by the Air Quality Control Company affiliated to Tehran Municipality. Report code QM/94/09/10(U-01). <http://air.tehran.ir>. Accessed 1 DECEMBER 2015. (In Farsi).
2. Akhzari, D., J. Mostafaei and P. Lotfi Anari. 2009. Wind erosion zonation with IRIFR model. National Seminar on Watershed Management Science and Engineering of Iran, Iran. April 22. (In Farsi).
3. Ariapak, S. S., A. Jalalian and N. Honarjoo. 2017. Spatio- Seasonal variation of dust deposition rate in Tehran City and its relationship with climatic parameters. 15th Iranian Soil Science Congress, Isfahan, Iran, August 28-30. (In Farsi).
4. Arvin, A. A. 2017. An Investigation of the Relationship between Urban Heat Island and Air Pollution in the City of Isfahan. *Journal of Geography and Environmental Hazards* 7(1): 115-129. (In Farsi).
5. Bokaie, M., M. Kheirkhah Zarkesh, P. Daneshkar Arasteh and A. Hosseini. 2016. Assessment of urban heat island based on the relationship between land surface temperature and land use/land cover in Tehran. *Journal of Sustainable Cities and Society* 23: 94-104.
6. Engelstaedter, S., I. Tegen and R. Washington. 2006. North African dust emissions and transport. *Journal of Earth-Science Reviews* 79(1-2): 73-100.
7. Faraji, A. 2008. Air and Climatology. Carno Publications, Tehran, 131. (In Farsi).
8. Golbabaie, H., Khalilpour, A. and A. M. Tahmasebi Beyragani. 2004. Identification of critical wind erosion area in Tehran province. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research* 11(3): 255-274. (In Farsi).
9. Habibi, M. and B. Hourcade. 2005. Atlas of Tehran Metropolis. Chapter One, Land of Tehran. Geographic Information Center of Tehran Municipality. (In Farsi).
10. Heidarnejad, S. and A. Ranjbar fardoie. 2016. Statistical analysis of dust phenomenon in Lorestan province (2001-2010 period). First International Conference on Dust. Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran, March 2-4. (In Farsi).
11. Hojati, S., H. Khademi, A. Faz Cano and A. Landi. 2012. Characteristics of dust deposited along a Transect between central Iran and the Zagros Mountains. *Journal of Catena* 88(1): 27-36.
12. Jamalizadeh, M. R., A. Moghaddamnia, J. Piri, V. Arbabi, M. Homayounifar and A. Shahryari. 2008. Dust storm prediction using ANNs technique (A case study: Zabol city). *World Academy of Science, Engineering and Technology* 33: 529-537.
13. Kaskaoutis, D. G., A. Rashki, E. E. Houssos, A. Bartzokas, P. Francois, M. Legrand and H. D. Kambezidis. 2016. The Caspian Sea-Hindu Kush Index (CasHKI): definition, meteorological influences and Dust activities over southwest Asia. The First of International Conference on Dust, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. March 2-4 2016. (In Farsi).
14. Krueger, B. J., V. H. Grassian, J. P. Cowin and A. Laskin. 2004. Heterogeneous chemistry of individual mineral dust particles from different dust source regions: The importance of particle mineralogy. *Journal of Atmospheric Environment* 38(36): 6253-6261.
15. Lawrence, C. R. and J. C. Neff. 2009. The contemporary physical and chemical flux of aeolian dust, A synthesis of direct measurements of dust deposition. *Journal of Chemical Geology* 267(1-2): 46-63.
16. Liu, X., Z. Y. Yin, X. Zhang and X. Yong. 2004. Analyses of the spring dust storm frequency of northern China in relation to antecedent and concurrent wind, precipitation, vegetation, and soil moisture conditions. *Journal of Geophysical Research* 109(D16): 1-16.
17. Menéndez, I., J. L. Díaz-Hernández, J. Mangas, I. Alonso and P. J. Sánchez-Soto. 2007. Airborne dust accumulation and soil development in the North-East sector of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). *Journal of Arid Environments* 71(1): 57-81.
18. Miri, A., H. Ahmadi, A. Ghanbari and A. Moghaddamnia. 2007. Dust Storms Impacts on Air Pollution and Public Health under Hot and Dry Climate. *International Journal of Energy and Environment* 1(2): 101-105.
19. Norouzi, S. and H. Khademi. 2015. Spatial and temporal variations of dust subsidence rate in Isfahan city and its relation to some climatic parameters. *Journal of Water and Soil Sciences (Agriculture & Natural Sciences &*

- Technologies*) 19(72): 149-161. (In Farsi).
20. Prospero, J. M. and P. J. Lamb. 2003. African droughts and dust transport to the caribbean: Climate change implications. *Journal of Science* 302(5647): 1024-1027.
 21. Ranjbar Saadat Abadi, A. and S. Darvishzadeh. 2013. Water quality assessment/zonation of Zarivar Lake using NSFQI, OWQI and CWQI indexes. *Journal of Environmental Researches* 4(7): 147-160. (In Farsi).
 22. Rasouli, A. A., B. Sasi Sarraf and G. H. Mohammadi. 2011. Long term trend analysis of observed dusty days in the west of Iran, applying non-parametric statistics. *Journal of Physical Geography* 4(11): 1-16. (In Farsi).
 23. Sadeghinia, A. R., B. Alijani and P. Ziaeiian. 2013. Analysis of spatial - temporal structure of the urban heat island in Tehran through remote sensing and geographical information system. *Journal of Geography and Environmental hazards* 1(4): 1-17. (In Farsi).
 24. Safavi, S. Y. and B. Alijani. 2007. Geographical Factors in Tehran Air Pollution. *Journal of Geographical Research* 58: 99-112. (In Farsi).
 25. Salehi, E., A. M. Yavari, F. Vakili and P. Parivar. 2016. Assessing the impact of urban high-rise building on wind flow performance, case study: Tehran, District 22. *Biannual Journal of Urban Ecology Researches* 7(1): 67-80. (In Farsi).
 26. Sasanpour, F., P. Ziaeiian, and M. Bahadori. 2013. Investigation of the relationship among land use and land cover and urban heat island in Tehran. *Journal of Geography* 11(39): 256-270. (In Farsi).
 27. Statistical Yearbook of Tehran Province. 2015-2016. Chapter One Land of Weather. Available online at: <http://amar.thmporg.ir/>. 5 APRIL 2020. (In Farsi).
 28. Ta, W., H. Xiao, J. Qu, Z. Xiao, G. Yang, T. Wang and X. Zhang. 2004. Measurements of dust deposition in Gansu Province, China, 1986-2000. *Journal of Geomorphology* 57(1-2): 41-51.
 29. Tehran Province Meteorological Administration. 2013. Climate Features. Available online at: <http://www.tehranmet.ir/>. 27 JANUARY 2013.
 30. WHO. 2006. WHO's global air-quality guidelines, Lancet (London, England). 368(9544): 1302.
 31. Zangeneh, M. 2014. Climatological analysis of dust storms in Iran. *Applied Climatology* 1(1): 12. (In Farsi).
 32. Zhang, X. Y., J. J. Cao, L. M. Li, R. Arimoto, Y. Cheng, B. Huebert and D. Wang. 2002. Characterization of atmospheric aerosol over XiAn in the south margin of the Loess Plateau, China. *Journal of Atmospheric Environment* 36(26): 4189-4199.
 33. Ziyae A., A. R. Karimi Karviyeh, A. Lakzian and H. Khademi. 2018. Dust deposition rate and its relationship to climatic parameters in Khorasan Razavi Province. *Journal of Geography and Environmental Hazards* 7(2): 95-114. (In Farsi).
 34. Zoualfaghari, H. and M. Abedzadeh. 2006. A synoptic analysis of dust systems at the west part of Iran. *Journal of Geography and Development* 3(6): 173-188. (In Farsi).

Relationship of Some Climatic Parameters to the Dust Deposition Trend in the Western and Eastern Half of Tehran Metropolis

S. S. Ariapak¹, A Jalalian*¹ and N. Honarjoo¹

(Received: April 22-2020; Accepted: October 28-2020)

Abstract

In this study, spatial-temporal variation of dust deposition rate in the western and eastern half of Tehran and its climatic parameters affecting were studied. At 34 points in the city, dust samples were collected by glass traps from the roof, for twelve months, and the climatic data were obtained and analyzed from relevant organizations. The highest deposition rate is in the western half of the city and its total amount has varied from 54.52 to 121.21 g/m²/y. In both halves of the city, summer has the highest dust deposition rate and its central areas have the highest amount. There were significant positive correlations between dust deposition rate with temperature and medium wind speed, and there were significant negative correlations between dust deposition rate with rainfall and relative humidity in all months, which justifies the high dust deposition rate in the dry seasons of the year. The results of stepwise regression showed that rainfall was the most important factor affecting the dust deposition rate in both halves of the city. The city of Tehran has a special geographical location the presence of mountains like a barrier has prevented dust from leaving the city and the air inlet corridor of Tehran has faced problems due to the expansion of building construction and high-rise building. Other factors affecting the rate of dust deposition in this city, in addition to the distance from the main source of dust production, atmospheric parameters can be mentioned the existence of barren lands around the city, vegetation cover, construction operations, and traffic.

Keywords: Dust deposition rate, Climatic parameters, Stepwise regression, High-rise building effects, The western and eastern half of Tehran metropolis

1. Department of Soil Science, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

*: Corresponding author, Email: jalalian24@yahoo.com