تغییرات مکانی و فصلی نرخ فرونشست گرد و غبار در شهر تهران و ارتباط آن با برخی پارامترهای اقلیمی

سمانه سادات آریاپاک[۱]،احمد جلالیان[۲]، ناصر هنرجو[۳]
۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و استادیار گروه خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اصفهان

چکیده
در این پژوهش توزیع مکانی نرخ فرونشست گرد و غبار فصلی با برخی فاکتورهای اقلیمی مؤثر بر آن در شهر تهران مطالعه شد. گرد و غبار توسط تله های شیشه ای مستقر در بام ساختمان های یک یا دو طبقه در ۴۴ نقطه شهر تهران، طی چهار فصل، نمونه برداری شد. نتایج نشان داد، بیشترین نرخ فرونشست به فصل تابستان و کمترین آن به زمستان اختصاص دارد. همبستگیهای معنی دار منفی میان نرخ فرونشست گرد و غبار با میزان بارش و رطوبت نسبی و مثبت با میانگین دما وجود دارد. به نظر می رسد، افزایش نرخ فرونشست گرد و غبار در تابستان به دلیل دمای بالا، بیشتر شدن تبخیر سطحی از خاک ها، وجود بادهای غالب و در نتیجه خشک شدن سطح خاک باشد.

واژه های کلیدی: نرخ فرونشست گرد و غبار،پارامتر اقلیمی،شهر تهران.

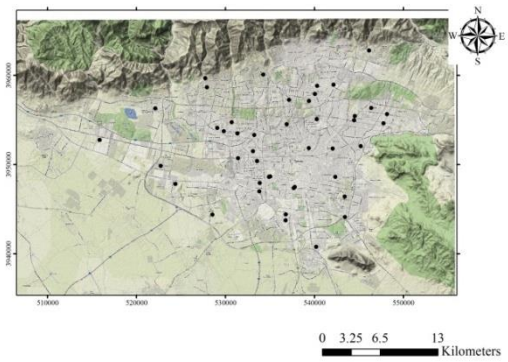
مقدمه

یکی از مهمترین بلایای زیست محیطی که یک معضل منطقه ای و بین المللی نیز محسوب می شود پدیده گرد و غبار است (Prospero & Lamb, 2003). کشور ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان، مکرراً در معرض سیستمهای گرد و غبار متعدد است (رسولی ،۱۳۸۹). این ذرات معلق علاوه بر کاهش کیفیت هوا (Zhang et al., 2002)، منجر به تغییرات اقلیمی و تغییر در چرخه های بیولوژیکی، شیمیایی و محیط زیست (Krueger et al., 2004)، موجب بروز و تشدید مشکلاتی همچون بیماری های تنفسی، قلبی، چشمی (ذوالفقاری و عابدزاده،۱۳۸۴)، ترافیک هوایی، زمینی، کشاورزی و ... می شوند. سازمان جهانی بهداشت (WHO) برآورد نموده است که سالانه حدود ۵۰۰۰۰۰ نفر بر اثر مواجهه با ذرات معلق هوابرد موجود در هوای آزاد دچار مرگ زودرس می شوند (WHO, 2006 ؛ Krzyzanowski, 2008). گرد و غبار می تواند در مسافتی بیش از هزاران کیلومتر منتقل شود و در طول انتقال، این ذرات به طور مداوم طی فرآیندهای فرو نشست خشک و مرطوب از اتمسفر جدا شده و بر سطح فرو می نشینند. اهمیت نسبی هر یک از مکانیسمهای فرو نشست گرد و غبار بسته به زمان و مکان تغییر می کند و فاکتورهایی از قبیل، فصل وقوع، طوفانهای گرد و غبار، توزیع اندازه ذرات منتقل شده و شرایط اقلیمی منطقه روی غالبیت هر یک از این مکانیسم ها تاثیر می گذارند. فرو نشست گرد و غبار به میزان زیادی در مقیاس محلی و منطقه ای متفاوت می باشد. شار جرمی ذرات گرد و غبار در مناطق نزدیک به منبع تولید گرد و غبار بیشترین مقدار خواهد بود، زیرا ذرات بزرگ شن و سیلت به علت گرانش، سریع از اتمسفر حذف شده و فرومی نشینند، در حالی که ذرات معلق، از محل منشاء به مناطق دوردست تر منتقل می شوند و در آنجا فراوانی ذرات درشت و سنگین کاهش می یابد (Lawrence & Neff, 2009). از آنجایی که تهران در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده و با توجه به افزایش شدت آلودگی هوا، همچنین افزایش ذرات معلق، 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 فصلی و مکانی فرو نشست گرد و غبار در شهر تهران در چهار فصل سال ۱۳۹۵ و ارتباط آن با برخی پارامترهای اقلیمی می باشد.

مواد و روش ها

- **مشخصات و موقعیت منطقه مطالعاتی**

شهر تهران با وسعتی حدود ۷۳۰ کیلومترمربع بین ۳۴ دقیقه و ۳۵ درجه تا ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. میانگین سالانه دما این شهر۱۷/۳ سانتی گراد و میانگین میزان بارش سالانه آن ۱۸۳ میلی متر است (سالنامه آماری شهر تهران، ۱۳۹۳). جهت وزش باد غالب تهران غربی (۲۷۰ درجه) و متوسط سرعت آن ۵/۵ متر بر ثانیه است. به منظور بررسی نرخ فرونشست گرد و غبار در شهر تهران، ۴۴ نقطه به نحوی که پوشش خوبی در کل منطقه داشته باشد، به صورت تصادفی انتخاب شد. مختصات جغرافیایی و ارتفاع نقاط با استفاده از دستگاه GPS مشخص شد (شکل۱).



شکل ۱- توزیع نقاط نمونه برداری گرد و غبار در شهر تهران

نمونه برداری گرد و غبار

در این مطالعه تله شیشه ای پیشنهادی توسط Menendez و همکاران (۲۰۰۷) که قبلاً توسط حجتی و همکاران (۲۰۱۲)، محمودی و خادمی (۱۳۹۲)، نوروزی و خادمی (۱۳۹۴) نیز استفاده شده بود، برای جمع آوری گرد و غبار به کار گرفته شد. این تله متشکل از دو صفحه شیشه -ای مسطح به ابعاد ۱×۰/۵ متر است که روی آن یک مِش پلاستیکی به ابعاد ۲ میلی متر مربع توسط نگهدارنده به شیشه متصل شد. جهت جلوگیری از شستشوی ذرات فرونشسته روی شیشه در فصول با بارندگی زیاد، لبه شیشه ای به ارتفاع ۱۰ میلیمتر دور شیشه چسبانده شد، تا در مواقع بارندگی، آب باران موجود روی سطح شیشه از راه یک منفذ خروجی کوچک که توسط اسفنج پوشانده شده بود، خارج شود، ولی اسفنج مانع خروج ذرات فرونشسته گردد. هر تله روی بام ساختمان در ارتفاع یک یا دو طبقه به نحوی که توسط دیوار یا مانع دیگری تحت تاثیر قرار نگیرند، قرار داده شد. نمونه برداری از گرد و غبار به صورت فصلی، در چهار فصل، بهار، تابستان، پاییز و زمستان سال ۱۳۹۵ انجام شد. در انتهای هر فصل گرد و غبار موجود روی هر صفحه با کاردک جمع آوری و سطح تله با آب مقطر شسته شد. نمونه در کیسه های پلاستیکی جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. تعداد نمونه های گرد و غبار در این مطالعه ۱۷۶ نمونه بود.

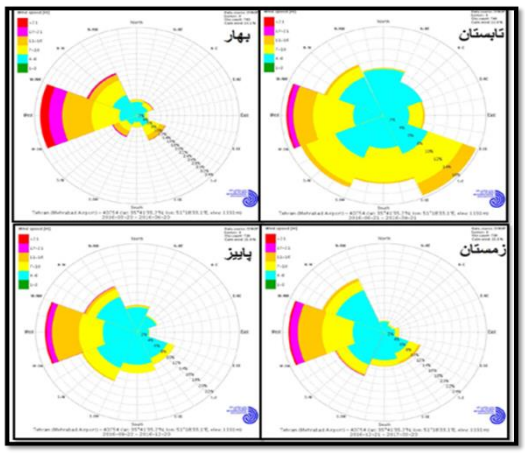
مطالعات آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل داده ها

پس از جمع آوری نمونه ها و عبور دادن آنها از الک ۲ میلیمتری، نمونه ها به دقت توزین شده و نرخ فرونشست گرد و غبار بر اساس واحد جرم در واحد سطح در واحد زمان گزارش شد. داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS 22 مورد تجزیه و تحلیل آماری و نمودارها نیز با استفاده از نرم افزارهای SPSS 22 و Excel 2010 رسم شدند. نقشه های توزیع مکانی نرخ فرونشست گرد و غبار با استفاده از نرم افزار Arc GIS 10.4.1 و با روش وزن دهی عکس فاصله (Inverse Distance

Weighting) ترسیم شدند. اطلاعات اقلیمی منطقه مورد مطالعه شامل دما، بارش، رطوبت نسبی، بیشینه سرعت باد و گلبادها در طول دوره نمونه برداری از ایستگاه سینوپتیک فرودگاه مهرآباد تهیه و استفاده شد(جدول ۱، شکل۲).

جدول ۱- میانگین برخی پارامترهای جوی طی فصل های مورد مطالعه در شهر تهران

فصل نمونه برداری	میانگین دما (°C)	بارش (mm)	میانگین رطوبت نسبی ٪	بیشینه سرعت باد (m/s)
بهار	21.6	51.2	32.66	20
تابستان	29.8	0	24.0	15
پاییز	14	25.6	37.3	15
زمستان	6.8	118.4	51.0	14



شکل ۲- الگوی جریان باد در چهار فصل سال ۱۳۹۵ در شهر تهران

نتایج و بحث

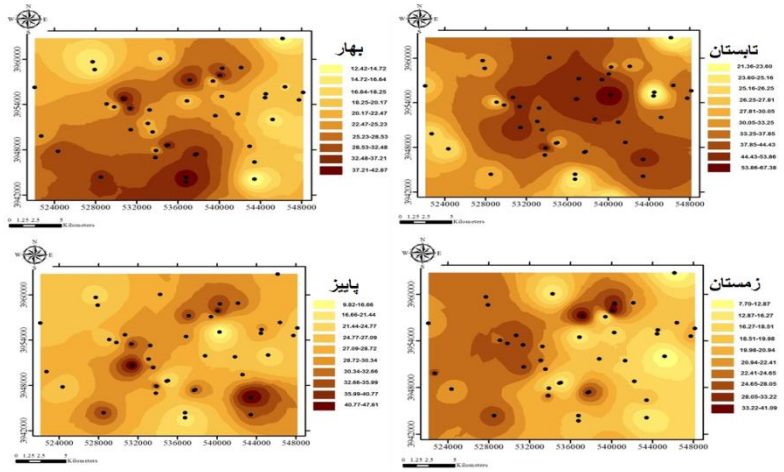
بررسی روند نرخ فرونشست گرد و غبار اتمسفری طی چهار فصل نمونه برداری در شهر تهران، نشان داد که کمترین نرخ فرونشست مربوط به زمستان با میانگین ۲۰/۲۵ گرم بر متر مربع در فصل می باشد، در حالی که بیشترین میزان آن با میانگین ۳۲/۲۲ گرم بر متر مربع در فصل، به تابستان اختصاص دارد. به نظر می رسد این جریان همسو با تغییر جهت باد غالب منطقه طی فصل های مورد مطالعه می باشد. در جدول ۲ برخی از خصوصیات آماری فصلی نرخ فرونشست گرد و غبار شهر تهران در سال ۱۳۹۵ ارائه شده است.

جدول ۲- خصوصیات آماری فصلی نرخ فرونشست گرد و غبار (گرم بر متر مربع در فصل) در منطقه مورد مطالعه

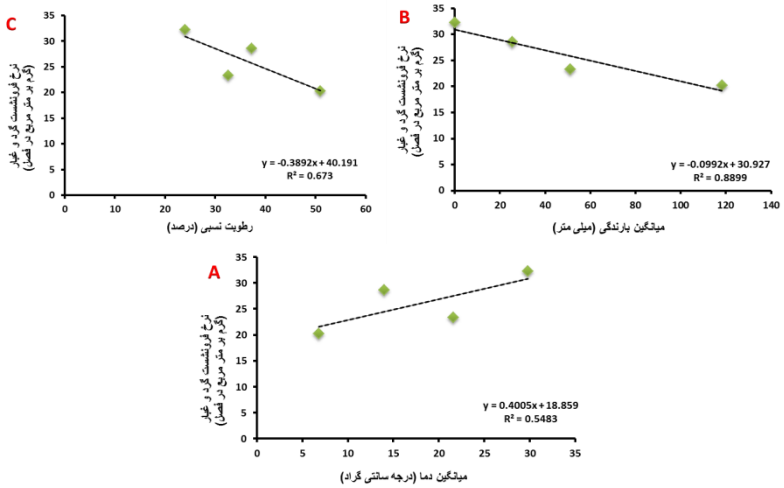
فصل نمونه برداری	میانگین فصلی	حداقل	حداکثر	چولگی	کشیدگی	واریانس
بهار	23.28	12.42	42.87	0.748	-0.659	8.53
تابستان	32.22	21.37	67.39	1.624	2.991	9.86
پاییز	28.6	9.83	47.62	0.096	0.332	7.95
زمستان	20.25	7.71	41.09	0.628	0.536	7.78

به منظور بررسی توزیع مکانی نرخ فرونشست گرد و غبار در شهر تهران، نقشه پهنه بندی فصلی این پارامتر در شکل ۳ ارائه شده است. در این شکل، فصل تابستان دارای بیشترین مقدار فرونشست در بین سه فصل دیگر است که در این شکل میزان این فرونشست ها در بخش های مرکزی دارای بیشترین مقدار است. به نظر می رسد میزان این افزایش به دلیل دمای زیاد هوا، خشک شدن سطح خاک، وجود بادهای غالب، کم بودن بارندگی و رطوبت نسبی باشد. در مطالعه ای نرخ فرونشست گرد و غبار در نیوزیلند، بین ۰/۰۲۱ تا ۱۱/۸۹ گرم بر متر مربع در ماه و بالاترین نرخ فرونشست گرد و غبار در فصل تابستان و به سبب فراوانی بادهای منطقه و کاهش بارش گزارش شده است (Marx & McGowan, 2005). فصلی که بعد از تابستان دارای بیشترین میزان نرخ فرونشست در بین فصلهای دیگر است، پاییز می باشد. بیشتر این فرونشست ها کشیدگی است، از جنوب غرب به سمت شمال شرقی و بیشترین آن در جنوب شرقی ست. به نظر می رسد علت این افزایش کمتر بودن بارندگی در مناطق جنوبی، نزدیکتر بودن آن به کویر، کم بودن پوشش گیاهی، وجود بادهای غالب و وجود کارخانه ها در قسمت های جنوب و جنوب غربی اشاره کرد. محمودی (۱۳۹۰)، با مطالعه نرخ فرونشست گرد و غبار در شهرهای اصفهان، خمینی شهر، زرین شهر و مبارکه طی دوره ۴ ماهه (مرداد تا آذر ۱۳۸۹)، حداقل نرخ فرونشست گرد را در مهرماه و حداکثر آن را در دوره آبان - آذر گزارش نمود. اما در فصل های بهار و زمستان میزان فرونشست ها کمتر است و به نظر می رسد که زیادتر بودن بارندگی به صورت باران و یا برف، زیاد بودن رطوبت نسبی، کاهش دما و بادهای غالب از عوامل موثر در این رویداد است. مشاهده می شود که میزان فرونشست در بخشهای غربی، جنوب غرب و مرکزی، بیشتر، و میزان فرونشست به سمت بخشهای شرقی کمتر می شود. احتمالا از دیگر عوامل تاثیر گذار وجود کارخانه هایی است (به طور مثال کوره های آجرپزی) که در قسمت های جنوب غربی قرار گرفته است.

شکل ۴، نمودارهای همبستگی بین نرخ فرونشست گرد و غبار با میانگین دما (A)، میزان بارندگی (B) و رطوبت نسبی (C) را در هر فصل نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود همبستگی قویی (۰/۷۴۰) بین نرخ فرونشست گرد و غبار با میانگین دما وجود دارد. به این معنی که با افزایش درجه حرارت در منطقه مورد مطالعه نرخ فرونشست گرد و غبار نیز افزایش می یابد. افزایش دما در منطقه به طور طبیعی با کاهش میزان بارندگی و رطوبت نسبی مرتبط است. اما همبستگی بین میزان بارندگی و رطوبت نسبی با نرخ فرونشست گرد و غبار ۰/۹۴۳- و ۰/۸۲۰- می باشد، به این معنی که، با افزایش مقادیر این دو پارامتر در منطقه میزان فرونشست گرد و غبار بر سطح کاهش چشمگیری پیدا می کند. 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 منشاء و در نهایت کاهش آن در منطقه فرونشست میگردد (Ta, et al., 2004). از دیگر عوامل جوی تاثیر گذار بر نرخ فرونشست گرد و غبار، بیشینه سرعت باد منطقه می باشد. در مطالعه حاضر همبستگی معنی داری میان نرخ فرونشست گرد و غبار با میزان حداکثر سرعت باد طی چهار فصل نمونه برداری مشاهده نشد (شکل نشان داده نشده است). Kutiel & Furman (2003)، گزارش نمودند که بارندگی و حضور پوشش گیاهی به خاطر تأثیری که بر سرعت باد و اندازه ذرات خواهند داشت، مقدار گرد و غبار هوا را به طور قابل ملاحظه ای کاهش میدهند. Ta و همکاران (2004)، نیز نتیجه گرفتند که رابطه معکوسی میان بارندگی و نرخ فرونشست گرد و غبار وجود دارد و در یک سرعت مشخص باد، با افزایش بارندگی میزان گرد و غبار کاهش چشمگیری پیدا می کند.



شکل ۳- نقشه توزیع مکانی نرخ فرونشست گرد و غبار (گرم بر متر مربع در فصل) طی چهار فصل در شهر تهران



شکل ۴- همبستگی میانگین نرخ فرونشست گرد و غبار با برخی پارامترهای جوی طی فصلهای مورد مطالعه در شهر تهران

تفاوت در نرخ فرونشست گرد و غبار بستگی به میزان تأمین گرد و غبار از منشاء، میزان بارندگی، اغتشاشات جوی و شرایط اقلیمی در منطقه منبع و مقصد دارد (Hojati et al., 2012). عوامل متعددی از جمله تردد، ترافیک و عملیات عمرانی نیز در توزیع مکانی نرخ فرونشست گرد و غبار در سطح شهر اثر گذار هستند. تعامل پیچیده میان عوامل جوی حاکم بر منطقه در طول سال تعیین کننده نرخ فرونشست گرد و غبار می باشند و فعالیت های انسانی در نقاط مختلف شهری نیز تأثیری دو چندان بر مقدار این پارامتر می گذارند (نوروزی و خادمی ۱۳۹۴).

منابع

ذوالفقاری ح، عابدزاده ح. ۱۳۸۴، تحلیل سینوپتیک سیستم های گرد وغبار در غرب ایران، مجله- جغرافیا و توسعه پاییز و زمستان ۸۴ ، صفحه های ۱۸۷-۱۷۳.

رسولی ع. ۱۳۸۹. تحلیل روند وقوع پدیده اقلیمی گرد وغبار در غرب کشور در ۵۵ سال اخیر با استفاده از روش های آماری ناپارامتری، فصلنامه- جغرافیایی طبیعی، سال سوم، شماره ۹، صفحه های ۲۸-۱۵.

سالنامه آماری شهر تهران. ۱۳۹۳. فصل اول "سرزمین آب و هوا".
محمودی ز. و خادمی ح. ۱۳۹۲. استفاده از پذیرفتاری مغناطیسی در پیش بینی آلودگی فلزات سنگین در گرد و غبار اتمسفری اصفهان و شهرهای اطراف، محیط شناسی، سال ۳۹، شماره ۲، صفحه های ۱۳۲-۱۲۳.
محمودی ز. ۱۳۹۰. بررسی خصوصیات ژئوشیمیایی و کانی شناسی گرد و غبار اتمسفری اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
نوروزی س. و خادمی خ. ۱۳۹۴. تغییرات مکانی و زمانی نرخ فرونشست گرد و غبار در شهر اصفهان و ارتباط آن با برخی پارامترهای اقلیمی، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال ۱۹، شماره ۷۲، صفحه های ۱۶۱-۱۴۹.
Hojati S., Khademi H., Faz Cano A., and Landi A. 2012. Characteristics of dust deposited along a Transect between central Iran and the Zagros Mountains. Catena, 88: 27-36.
Krueger B.J., Grassian V.H. Cowin J.P. and Laskin A. 2004. Heterogeneous chemistry of individual mineral dust particles from different dust source regions: The importance of particle mineralogy. Atmospheric Environment, 38(36):6253-61.
Krzyzanowski M. 2008."WHO Air Quality Guidelines for Europe", J.Toxicol.Environ.Health, 71: 47-50.
Kutiel H. and Furman H. 2003. Dust storms in the Middle East: sources of origin and their temporal characteristics. Indoor Built Environ, 12: 419-426.
Lawrence C.R. and Neff J.C. 2009. The contemporary physical and chemical flux of aeolian dust, A synthesis of direct measurements of dust deposition, Chem. Geol., 267: 46-63.
Marx S.A. and McGowan H.A. 2005. Dust transportation and deposition in a superhumid environment, West Coast, South Island, New Zealand, Catena, 59: 147-171.
Menendez I. J. L., Diaz-Hernandez J., Mangas I., Alonso P.J. and Sanchez-Soto. 2007. Airborne dust accumulation and soil development in the North-East sector of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). J. Arid. Environ, 71: 57-81.
Prospero J. M. and Lamb P.J. 2003. African droughts and dust transport to the caribbean: Climate change implications. Science, 302(5647):1024-27.
Ta W. H., Xiao J., Qu Z., Xiao G., Yang T., and Zhang X. 2004. Measurements of dust deposition in Gansu Province, China, 1986-2000. Geomorphology, 57: 41-51.
WHO. 2006. "WHO's global air-quality guidelines", Lancet, vol. 368, no. 9544, p. 1302.
Zhang X.Y., Cao J.J., Li L.M., Arimoto R., Cheng Y., and Huebert B. 2002. Characterization of atmospheric aerosol over XiAn in the south margin of the Loess Plateau, China. Atmospheric Environment, 36(26):4189-99.

Spatio- Seasonal variation of dust deposition rate in Tehran City and its relationship with climatic parameters

S.S. Ariapak [1], A. Jalalian[2], N. Honarjoo[3]
1. Ph.D. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Islamic Azad University Isfahan
2. Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Islamic Azad University Isfahan
3. Assistant Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Islamic Azad University Isfahan

Abstract
In this research, spatial distribution of seasonal dust subsidence and affected climatic factors in Tehran were evaluated. Dust samples were gathered from 44 building roofs by glass traps at 4 seasons of the year. The most magnitudes of dust subsidence was seen at summer and the least ones were at winter. Statistical analysis revealed significant regression between dust magnitudes and precipitation, relative humidity, wind speed and temperature. It seems that high temperature, more evaporation, and more dryness of surface soils in summer lead to the most dust formation in this region.

Keywords: dust subsidence, climatic parameters, Tehran city