

فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۵۸، پاییز ۱۴۰۰، صص ۱۷-۲۹

مقایسه میزان و روند غلظت ذرات گرد و غبار در ارتباط با متغیرهای اقلیمی در نیمه غربی ایران

ناهید محمودی مه‌پاش^{۱*}

Mahmoodimahpash@yahoo.com

بابک سوری^۲

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۲۲

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۱۹

چکیده

زمینه و هدف: امروزه یکی از مشکلات و بحران‌های اساسی جوامع بشری وقوع پدیده گرد و غبار است. بنابراین در پژوهش حاضر به مقایسه غلظت گردوغبار در ارتباط با متغیرهای اقلیمی در سه شهر سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک واقع در عرض‌های جغرافیایی مختلف در نیمه غربی ایران پرداخته شده است.

روش بررسی: به منظور سنجش غلظت گرد و غبار از روش نمونه‌برداری غیر فعال استفاده شد. جهت ارزیابی روند تغییرات و ارتباط آنها با برخی از پارامترهای هواشناسی به ترتیب از روش آزمون من‌کنندال و همبستگی پیرسون استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد بیشترین میانگین غلظت گرد و غبار شهرهای سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک به ترتیب به میزان $(1/65 \pm 1/07)$ و $(1/0 \pm 1/41, 84/0 \pm 45/48)$ میلی‌گرم بر متر مربع بدست آمد. بررسی روند تغییرات غلظت گرد و غبار نشان داد در میان ایستگاه‌های مختلف ایستگاه سنندج دارای روند کاهشی در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد ($P\text{-value} = 0/047$) می‌باشد. نتایج ارزیابی همبستگی بین مقادیر گرد و غبار سه ایستگاه با پارامترهای هواشناسی نشان داد، در ایستگاه سنندج بین غلظت گرد و غبار و میانگین دما رابطه مثبت وجود دارد ($r = 0/61, p < 0/05$). اما بین غلظت گرد و غبار با رطوبت نسبی ($r = 0/71, p < 0/05$) و بارش ($r = 0/61, p < 0/05$) رابطه منفی مشاهده شد. بین غلظت گرد و غبار و سرعت باد در ایستگاههای خرم‌آباد ($r = 0/61, p < 0/05$) و اندیمشک ($r = 0/72, p < 0/001$) رابطه مثبت و معنادار وجود داشت.

بحث و نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های توان نتیجه گرفت مقادیر گرد و غبار در مناطق مختلف بسته به موقعیت جغرافیایی، شرایط توپوگرافی، اقلیمی، پارامترهای هواشناسی و همچنین منشاء آنها نیز متفاوت است.

واژگان کلیدی: غلظت گرد و غبار، تغییرات اقلیمی، نیمه غربی ایران

۱- کارشناس ارشد علوم و مهندسی محیط زیست دانشگاه کردستان

۲- دانشیار گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان

Comparison of Concentration and Trend of Dust Particles in Relation to Climatic Variables in the Western Half of Iran

Nahid Mahmoodimahpash^{1*}

Mahmoodimahpash@yahoo.com

Bubak Souri²

Received: May 8, 2020

Accepted: September 12, 2020

Abstract

Background and Purpose: Today one of the issues and essential crises of human societies is incidence of dust phenomenon. Therefore, in researches, the dust concentration has been compared in relation to climatic variables in Sanandaj, Khoramabad and Andimeshk cities located in different geographical areas in the western half of Iran.

Material and Methodology: Inactive sampling was done for measuring dust density. Menkendal test and Pierson cohesion were done for assessment of changes process and their relation with some meteorology parameters.

Results: Results showed that the most average density of dust in Sanandaj, Khoramabad and Andimeshk cities were $(1.45 \pm 0.48, 1.14 \pm 0.84 \text{ \& } 1.65 \pm 1.07)$ mg to m^2 . Checking changes process of dust density showed that Sanandaj station has decreasing process in meaningful level 95 percent ($P\text{-value}=0.047$) between different station. Results of cohesion assessment among dust amounts in 3 stations with metrology parameters showed that in Sanandaj station there was positive relation between dust density and temperature average ($p < 0.05, r = 0.61$), but there was negative relation between dust density with comparative damp ($p < 0.05, r = 0.71$) and downfall ($p < 0.05, r = 0.61$) In Khoramabad ($p < 0.05, r = 0.61$) and Adimeshk ($p < 0.001, r = 0.72$) stations there was positive and meaningful relation between dust density and wind speed.

Discussion and Conclusion: By these findings it can be concluded that dust amounts in different areas depends on geographical condition, topography requirements, continental, metrology parameters and also their origins are various.

Keywords: Dust Concentration, Climate Change, Western Half of Iran

1- M.Sc., Environmental Sciences and Engineering, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran

2- Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran

مقدمه

معضلات ناشی از تغییرات اقلیمی از مهم ترین بحران‌ها و تهدیدات محیط زیست حال حاضر جامعه‌ی بشری بخصوص در محیط‌های شهری، است (۱). این بحران عامل تشدید و بوجود آمدن پدیده گرد و غبار که از جنبه‌های مهم آلودگی هوا است، می‌باشد. حضور و افزایش آلاینده‌های منتج از این پدیده با افزایش اثرات حاد و مزمن بهداشتی نظیر خطر افزایش شدت مرگ و میر، افزایش شیوع آسم و برونشیت و افزایش میزان عفونت‌های سیستم تنفسی، قلبی -عروقی، افزایش دردهای شدید و مزمن، حساسیت‌های شدید، ضعف در بینایی و بیماری‌های پوستی، سرطان و مرگ و میر انسان -ها همراه است (۲، ۳). با وجود سابقه طولانی شناسایی انواع آلاینده هوا، منابع تولید کننده و عوامل موثر بر آن با رشد سریع جمعیت، توسعه شهرنشینی و انجام فعالیتهای گسترده صنعتی و حمل و نقل روز به روز بر شدت آن افزوده شده است (۴). همچنین علاوه بر اثرات بهداشتی گرد و غبارهای اتمسفری، می‌توان به اختلال در فعالیتهای انسانی، کشاورزی، زیرساختهای اجتماعی، حمل و نقل و صنایع، محیط زیست، اقتصاد، و نیز مصرف انرژی، کاهش دید افقی، مختل کردن زندگی مردم، تعطیلی مدارس، فرودگاهها و ادارات و غیره اشاره نمود (۵). از اینرو آلودگی هوا به ذرات گرد و غبار همچنان یک مشکل جدی در سراسر جهان محسوب می‌گردد (۶). وقایع گرد و غبار به عنوان یک پدیده طبیعی با غلظتهای قابل توجه ذرات معلق تعریف می‌شوند که معمولاً در مناطق خشک، نیمه خشک و صحراها اتفاق می‌افتند و اثرات آنها مختص به یک مکان یا زمان خاص نیست (۷). از نظر شیمیایی ذرات گرد و غبار مخلوطی از مواد آلی و معدنی هستند اما اغلب این ذرات اغلب بر مبنای اندازه طبقه‌بندی می‌شوند. که اندازه ذرات نقش بسیار مهمی در سلامتی افراد ایفا می‌کنند (۸، ۹). پژوهشگران گرد و غبار را بر اساس تاثیر آن بر قابلیت رویت و شدت گرد و غبار به سه گروه تقسیم‌بندی می‌کنند. که به ترتیب بر اساس شدت و تاثیر آن: طوفان گرد و غبار، گرد و غبار وزشی و گرد و غبار معلق می‌باشند (۵).

اگرچه پدیده گرد و غبار به عنوان یکی از پدیده‌های مهم اقلیمی بیشتر در مناطق خشک و بیابانی رخ می‌دهد اما مطابق شواهد موجود این پدیده در تمام شرایط آب و هوایی می‌تواند رخ دهد (۱۰). در این راستا در چند دهه اخیر فراوانی پدیده گرد و غبار در سطح منطقه‌ای و جهانی افزایش یافته است. اصولاً پدیده گرد و غبار وقتی به وجود می‌آیند که مجموع بارش سالانه به طور قابل توجهی از میزان بارش میانگین بلند مدت یک منطقه کمتر باشد. در مناطق خشک و بیابانی نظیر شبه جزیره عربستان با افزایش دما بخصوص در بهار و تابستان دمای هوای مجاور سطح خاک افزایش می‌یابد، این افزایش دما موجب بروز تلاطم و وزش باد در لایه‌های زیرین اتمسفر می‌گردد. در این راستا اگر سرعت وزش باد از سرعت آستانه فرسایش فزونی یابد مقدار قابل توجهی از ذرات خاک از بستر خود جدا شده و به صورت گرد و غبار به داخل جو وارد می‌گردد (۱۱). وقوع پدیده گرد و غبار ارتباط نزدیکی با شرایط اقلیمی محلی مثل بارندگی، دما و همچنین ویژگی‌های سطح زمین مثل پوشش گیاهی، پوشش برف روی سطح زمین و بافت خاک دارد. در این راستا مطالعات محققان مختلف حاکی از تاثیر و ارتباط پارمترهای مختلف اعم از اقلیمی، هواشناسی، زمین‌شناسی و حتی انسانی در وقوع این پدیده دارند. از جمله می‌توان به تحقیقات Naddafi و همکاران (۲۰۰۶)، مهرابی و همکاران (۱۳۹۴) Bauer و همکاران (۲۰۱۹) نیز اشاره نمود (۱۱-۱۳). Yoshino (۲۰۰۰) در پژوهشی گزارش نمودند تغییرات اقلیمی منطقه‌ای نقش مهمی بر وقوع پدیده گرد و غبار بازی می‌کنند. ایشان همچنین نشان دادند که دمای بالای هوا، بارندگی کم، پوشش گیاهی فقیر و سرعت زیاد باد شرایط مساعدی برای وقوع پدیده گرد و غبار را فراهم می‌نمایند (۱۴). در این راستا کشور ایران به دلیل قرارگیری ایران در کمربند خشک و نیمه خشک جهان و از جهت دیگر همجواری با محدوده‌ی وسیعی از گستره‌های بیابانی و کشورهایی چون عربستان، عراق و سوریه که دارای فقر پوشش گیاهی بوده و به دلیل بارش اندک و دمای

و انسانی نظیر پارمترهای اقلیمی و هواشناسی در وقوع آن بسیار ضروری است. از اینرو در پژوهش حاضر به مقایسه میزان غلظت ذرات گرد و غبار در ارتباط با متغیرهای اقلیمی از جمله میانگین ماهیانه دمای هوا، سرعت باد، رطوبت نسبی، نقطه شبنم، بارش و فشار هوا در سه شهر سنندج، خرم آباد و اندیمشک واقع در عرض-های جغرافیایی مختلف در نیمه غربی ایران پرداخته شده است.

مواد و روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه در پژوهش حاضر سه ایستگاه سنندج، خرم آباد و اندیمشک است (شکل، ۱)، در این پژوهش به منظور سنجش غلظت گرد و غبار، و محاسبه روند تغییرات آن در طول سال از روش نمونه برداری غیر فعال در طول ماههای سال استفاده شد. همچنین به منظور تعیین روند تغییرات گرد و غبار در هر ایستگاه آزمون من کندال (Mann-Kendall) استفاده شد. این آزمون ابتدا توسط Mann در سال ۱۹۴۵ ارائه و در سال ۱۹۶۶ توسط کندال (Kendall) بسط و توسعه یافت. مراحل مختلف اجرای این آزمون به صورت زیر می باشد.

گام اول؛ محاسبه اختلاف بین تک تک داده ها با همدیگر و اعمال توابع علامت و استخراج پارامتر S مطابق رابطه (۱)؛

$$s = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (1)$$

n: تعداد مشاهده یا داده های سری، X_k و X_j به ترتیب داده های زام و Kام سری می باشند. تابع علامت (sgn) به صورت زیر محاسبه می شود رابطه (۲).

$$\text{Sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{Sgn}(x_j - x_k) = 0$$

$$0 \text{ if } (x_j - x_k) = 0$$

$$-1 \text{ if } (x_j - x_k) < 0$$

بنابراین تمامی مقادیر بدست آمده از تابع علامت صفر، ۱ و یا -۱ است.

گام دوم؛ محاسبه واریانس براساس رابطه (۳) صورت می گیرد.

بالا تحت تاثیر شرایط بیابانی، ناپایداری جوی و جریان باد قرار دارند، که این عوامل سبب بلند شدن گرد و غبار از این نواحی شده و کشور ایران بخصوص نواحی جنوب غربی و غربی آن را به شدت تحت تاثیر این پدیده نامطلوب قرار می دهد (۸، ۱۰). به گونه ای که این پدیده همواره در بیشتر مواقع سال برخی از نواحی کشور بویژه غرب و جنوب غرب کشور را تحت تاثیر خود قرار می دهد. علاوه بر این مطابق شواهد موجود استفاده نامطلوب از منابع طبیعی توسط انسان در داخل کشور و کشورهای همسایه سبب تشدید رخداد این پدیده شده است. به گونه ای که در پاره ای از مواقع غلظت قابل ملاحظه و بالای گرد و غبار، محیط زیست و جوامع انسانی این نواحی را با مشکلات جدی مواجه می کند. و موجب اختلال در زندگی مردم و پیدایش عوارض نامطلوب اقتصادی، بهداشتی و محیط زیستی می شود. در حقیقت این پدیده به عنوان یک پدیده ی با منشاء داخلی و خارجی کشور را تحت تاثیر قرار می دهد که این امر لزوم پایش بررسی روند تغییرات آنها در طی دوره های زمانی مختلف، و همچنین آگاهی از عوامل موثر بر وقوع آن در نواحی مختلف را نشان می دهد. در این راستا محققان مختلفی نظیر قهری و همکاران (۱۳۹۰)، Zarasvandi و همکاران (۲۰۱۱)؛ Bauer و همکاران (۲۰۱۹)؛ Goudarzi و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی این امر پرداخته اند اشاره نمود (۸، ۱۲، ۱۵، ۱۶). بر اساس تحقیقات انجام شده، مسأله پدیده گردوغبار به علت توزیع منشاء آنها، توپوگرافی و ریخت شناسی مکان وقوع پدیده، دارای یک طبیعت چند متغیره و دارای تغییر پذیری زمانی- مکانی زیادی است (۶). که متغیرهای گوناگونی همچون پارمترهای هواشناسی، توپوگرافی، فرآیندهای شیمیایی جو و تابش خورشیدی در بروز آن نقش دارند. اهمیت نسبی چنین فاکتورهایی بستگی به مناطق جغرافیایی، منابع انتشار اطراف مناطق، ویژگیهای آب و هوایی مربوطه و همچنین فصل سال دارد (۱۷). بنابراین با توجه به مطالب بیان شده بررسی غلظت گرد و غبار، روند تغییرات آنها در مناطق در معرض گرد و غبار و همچنین تاثیر پارمترهای مختلفی طبیعی

$$Var(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^m t(t-1)(2t+5)}{18} \quad \text{if } s > 10 \quad (3)$$

n

تعداد داده‌ها m؛ تعداد سری که حداقل برای یک داده تکراری است، و t؛ فراوانی داده‌هایی با ارزش یکسان

گام چهارم؛ استخراج آماره آزمون Z با استفاده یکی از روابط زیر:

$$Z = \frac{s-1}{\sqrt{var(s)}} \quad \text{if } s > 0$$

$$Z = 0 \quad s=0 \quad (4)$$

$$\frac{s-1}{\sqrt{var(s)}} \quad \text{if } s < 0 \quad (5)$$

S؛ پارامتر محاسبه شده در رابطه (۱) می‌باشد.

$$Z = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_i - x_k) \quad (6)$$

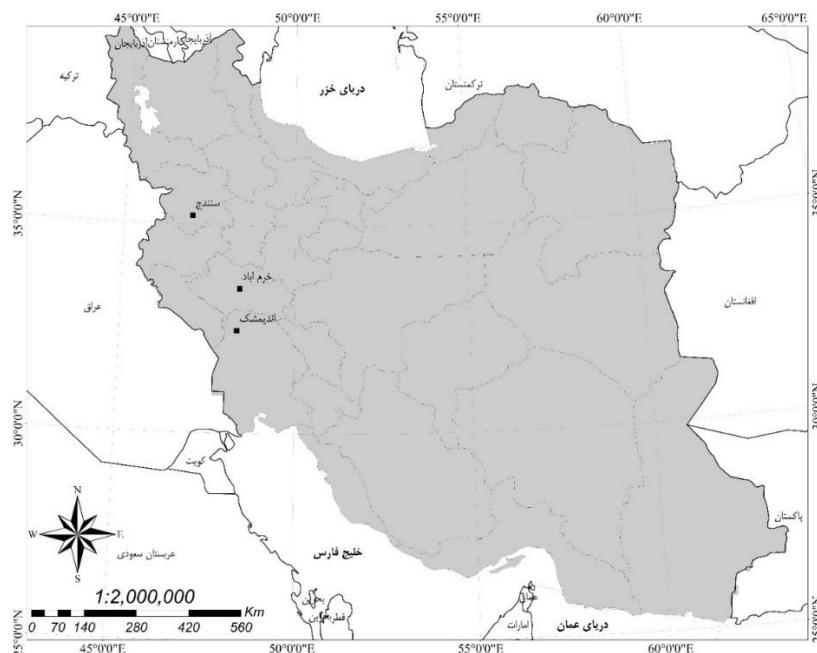
صفر پذیرفته می‌شود یعنی روند وجود ندارد و داده‌ها تصادفی هستند، اما در صورتی که رابطه برقرار نبود، فرض یک پذیرفته می‌شوند که دلالت بر وجود دارد.

در این رابطه اگر آماره Z مثبت باشد روند صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می‌شود. قدر مطلق Z بدست آمده را در نظر می‌گیریم. در این صورت باید توجه نمود که آیا رابطه (۷) برقرار است یا خیر؟ اگر رابطه (۷) برقرار باشد، فرض

$$|Z| \leq \frac{za}{2} \quad (7)$$

غلظت ذرات گرد و غبار ایستگاه‌ها با پارامترهای هواشناسی شامل میانگین ماهیانه دمای هوا، سرعت باد، رطوبت نسبی، نقطه شبنم، بارش و فشار هوا از روش همبستگی پیرسون در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

در این رابطه a همان سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود. Za آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معناداری a می‌باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، از a/2 استفاده می‌شود (۱۸). همچنین جهت ارزیابی همبستگی بین



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های سنجش غلظت ذرات گرد و غبار سه ایستگاه (سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک)

نتایج

و بهمن ماه به میزان $2/35$ و $0/86$ میلی‌گرم بر متر مربع؛ در خرم-آباد به ترتیب بیشترین و کمترین میزان غلظت در ماههای فروردین و آبان ماه به میزان $2/79$ و $0/13$ ؛ و در اندیمشک بیشترین و کمترین میزان غلظت در ماههای تیر و دی ماه به میزان $4/35$ و $0/57$ میلی‌گرم بر متر مربع بدست آمد. همچنین یافته‌های سنجش غلظت کل ذرات گرد و غبار در بازه زمانی یکساله ایستگاه سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک به میزان $17/42$ ، $13/74$ و $19/82$ میلی‌گرم بر متر مربع بدست آمد.

نتایج حاصل از بررسی میزان غلظت ذرات گرد و غبار سه شهر سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک در ماه‌های مختلف سال در جدول (۱) ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین میانگین غلظت گردوغبار در شهرهای سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک به ترتیب به میزان $(1/65 \pm 1/07)$ و $1/14 \pm 0/1$ ، $84/45 \pm 0/48$ میلی‌گرم بر متر مربع بدست آمد. همچنین یافته‌های بررسی روند تغییرات میزان گردوغبار در شهرهای مختلف نشان داد که در سنندج به ترتیب بیشترین و کمترین میزان غلظت در ماه‌های مرداد

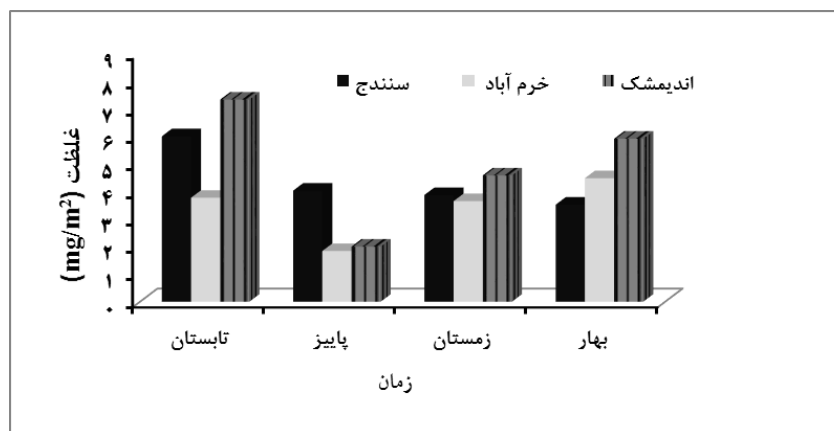
جدول ۱- نتایج میزان غلظت ذرات گرد و غبار سه شهر سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک در ماه‌های مختلف

ماه	سنندج	خرم‌آباد	اندیمشک
تیر	۲/۲۷	۱/۰۴	۴/۳۵
مرداد	۲/۳۵	۱/۴	۲/۲
شهریور	۱/۳۸	۱/۳۳	۰/۷۸
مهر	۲/۰۳	۱/۵۷	۰/۶۶
آبان	۱/۱	۰/۱۳	۰/۷۶

۰/۵۸	۰/۱۴	۰/۹	آذر
۰/۵۷	۰/۲۸	۱/۴۵	دی
۱/۴۹	۰/۶۹	۰/۸۶	بهمن
۲/۵۲	۲/۶۸	۱/۵۶	اسفند
۲/۳۱	۲/۷۹	۱/۲۶	فروردین
۱/۴۵	۰/۸	۱/۲۲	اردیبهشت
۲/۱۵	۰/۸۹	۱/۰۴	خرداد
۱/۶۵±۱/۰۷	۱/۱۴±۰/۸۴	۱/۴۵±۰/۴۸	میانگین+ انحراف استاندارد
۱۹/۸۲	۱۷/۴۲	۱۳/۷۴	غلظت کل (سالانه)

و در سه فصل بهار، تابستان و زمستان به ترتیب بیشترین میزان غلظت ذرات در ایستگاه اندیمشک اندازه‌گیری شده و ایستگاه سنندج و خرم‌آباد در رتبه بعدی قرار دارند (شکل ۲).

یافته‌های بررسی مقایسه غلظت گرد و غبار در طی فصول مختلف سال در ایستگاه‌های سنجش ذرات گرد و غبار نشان داد در فصل پاییز بیشترین میزان غلظت ذرات مربوط به ایستگاه سنندج بوده



شکل ۲- نمودار غلظت گرد و غبار در طول در فصول مختلف سال در سه ایستگاه سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک

($r=0/71, p < 0/05$) و بارش ($r=0/61, p < 0/05$) رابطه معنادار و منفی مشاهده شد (جدول ۲). علاوه بر این یافته‌ها نشان داد که در ایستگاه‌های خرم‌آباد ($r=0/61, p < 0/05$) و اندیمشک ($r=0/72, p < 0/001$) بین میزان غلظت گرد و غبار و سرعت باد رابطه مثبت و معنادار وجود دارد (جدول ۳ و ۴).

نتایج حاصل از ارزیابی همبستگی غلظت ذرات گرد و غبار سه ایستگاه (سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک) با پارامترهای هواشناسی شامل میانگین ماهیانه دمای هوا، سرعت باد، رطوبت نسبی، نقطه شبنم، بارش و فشار هوا نشان داد، در ایستگاه سنندج بین غلظت گرد و غبار و میانگین دما رابطه مثبت و معنادار وجود دارد ($p < 0/05$). اما بین غلظت گرد و غبار با رطوبت نسبی

جدول ۲- نتایج بررسی همبستگی بین غلظت ذرات گرد و غبار با پارامترهای هواشناسی در ایستگاه سنندج

فشار	بارش	نقطه شبنم	سرعت باد	رطوبت نسبی	دما	غلظت	فشار
						۱	غلظت گرد و غبار
					۱	*۰/۶۱۴	دما
				۱	**۰/۹۲۲	*۰/۷۰۰	رطوبت نسبی
			۱	-۰/۲۴۶	۰/۰۶۵	۰/۲۷۸	سرعت باد
		۱	-۰/۲۵۴	-/۴۵۰	**۰/۷۲۶	۰/۲۶۹	نقطه شبنم
		۰/۱۱۱	-۰/۲۹۲	*۰/۷۰۰	-۰/۴۸۳	*۰/۶۱۰	بارش
۱	۰/۴۲	-۰/۵۵۸	-۰/۳۶	**۰/۷۸۲	**۰/۸۴۸	-۰/۴۲۰	فشار

(*) معنی داری در سطح ۵ درصد؛ (** معنی داری در سطح ۱ درصد)

جدول ۳- نتایج بررسی همبستگی بین غلظت ذرات گرد و غبار با پارامترهای هواشناسی در ایستگاه خرم آباد

فشار	بارش	نقطه شبنم	سرعت باد	رطوبت نسبی	دما	غلظت	فشار
						۱	غلظت گرد و غبار
					۱	۰/۱۹۵	دما
				۱	**۰/۹۵۲	۰/۳۳۰	رطوبت نسبی
			۱	۰/۵۰۷-	۰/۴۷۱	*۰/۹۶۱	سرعت باد
		۱	۰/۰۵۸	۰/۴۰۱	-۰/۱۴۴	-۰/۱۴۶	نقطه شبنم
		۰/۵۱۷	-۰/۱۵۵	**۰/۷۸۵	*۰/۷۰۶	-۰/۳۴۷	بارش
۱	-۰/۲۹۳	-۰/۲۸۸	-۰/۰۴۷	۰/۲۶۰-	۰/۱۵۳	۰/۱۵۱	فشار

(*) معنی داری در سطح ۵ درصد؛ (** معنی داری در سطح ۱ درصد)

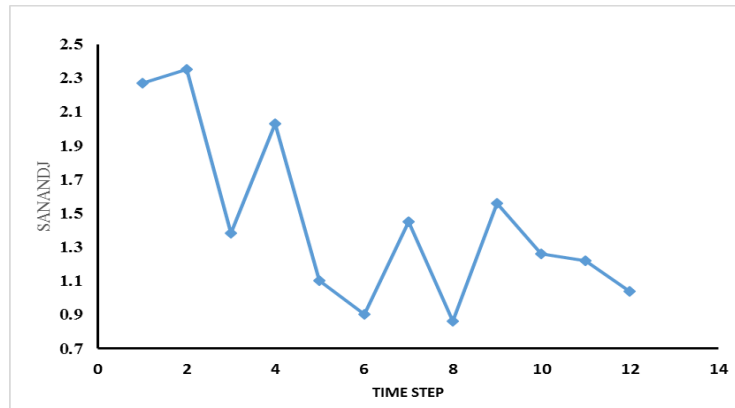
جدول ۴- نتایج بررسی همبستگی بین غلظت ذرات گرد و غبار با پارامترهای هواشناسی در ایستگاه اندیمشک

فشار	بارش	نقطه شبنم	سرعت باد	رطوبت نسبی	دما	غلظت	فشار
						۱	غلظت گرد و غبار
					۱	۰/۴۵۲	دما
				۱	**۰/۹۵۵	-۰/۵۱۱	رطوبت نسبی
			۱	**۰/۸۳۹	**۰/۷۶۷	**۰/۷۲	سرعت باد
		۱	-۰/۳۳۷	۰/۱۹۵	-۰/۰۴۲	-۰/۵۶۶	نقطه شبنم
		۰/۴۲۷	*۰/۶۱۴	**۰/۸۱۰	**۰/۷۱۰	-۰/۵۰۴	بارش
۱	-۰/۲۵۵	۰/۰۹۰	۰/۲۹۷	-۰/۱۸۳	۰/۱۵۹	-۰/۲۷۹	فشار

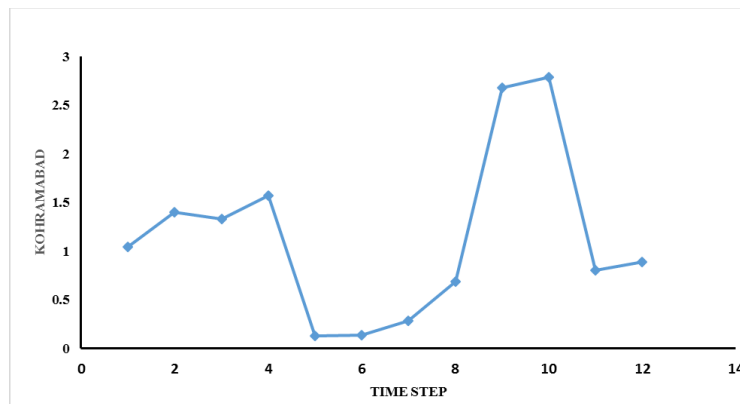
(*) معنی داری در سطح ۵ درصد؛ (** معنی داری در سطح ۱ درصد)

های سالانه فقط ایستگاه سنندج دارای روند معنی دار منفی در سطح معنی داری ۵ درصد ($P\text{-value}=0/047$) می باشد. و برای دو ایستگاه دیگر این روند معنی دار نبوده است.

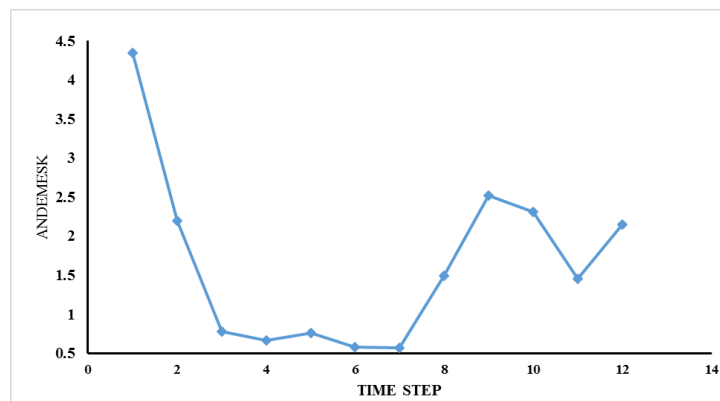
یافته های حاصل از بررسی روند تغییرات غلظت گرد و غبار در هر ایستگاه با استفاده از آزمون من کندال در شکل (۳) نشان داده شده است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که از مجموع ۳ سری داده



الف-سنندج



ب-خرم آباد



ج- اندیمشک

شکل ۳- نتایج بررسی روند تغییرات ذرات گرد و غبار در ایستگاههای مختلف در دوره نمونه برداری با استفاده از آزمون من کندال

بحث و نتیجه‌گیری

به منظور درک بهتر تاثیرات منفی پدیده گرد و غبار لازم است به صورت منظم و مداوم مقادیر غلظت و روند تغییرات آن و در مقیاس‌های مختلف محلی، منطقه‌ای و جهانی مورد پایش قرار گیرد. علاوه بر تعیین میزان غلظت ذرات گرد و غبار، بررسی تاثیر عوامل مختلف اعم از هواشناسی، تغییرات اقلیمی، محیطی، انسانی و غیره در وقوع و گسترش آنها نیز حائز اهمیت است (۱۵). در این راستا نتایج اندازه‌گیری میزان غلظت ذرات گرد و غبار در سه ایستگاه سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک در ماههای مختلف سال نشان داد بیشترین میانگین غلظت گردوغبار به ترتیب در شهرهای سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک، به میزان $1/0 \pm 14/1, 84/0 \pm 45/48$ و $1/65 \pm 1/07$ میلی‌گرم بر متر مربع بدست آمد. همچنین یافته‌های سنجش غلظت کل ذرات گرد و غبار در بازه زمانی یکساله ایستگاه سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک به میزان $17/42$ ، $13/74$ و $19/82$ میلی‌گرم بر متر مربع بدست آمد. بنابراین می‌توان بیان کرد بیشترین غلظت پدیده گرد و غبار طی دوره نمونه‌برداری یکساله در ایستگاه اندیمشک، بوده است. از دلایل این امر می‌توان به موقعیت جغرافیایی و مکانی این ایستگاه اشاره نمود؛ چرا که این ایستگاه در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تری نسبت به دو ایستگاه دیگر قرار دارد و علت همجواری خوزستان با کشورهای عربی تولید کننده گرد و غبار ورودی به نیمه غربی ایران و اینکه ذرات درشت هنگام انتقال از منبع تولید به علت وزن خود و نیروی گرانشی زودتر از حالت تعلیق درآمده و ته نشین می‌شوند در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر غلظت ذرات رسوبی افزایش می‌یابد (۱۹). همچنین باتوجه به اینکه ایستگاه اندیمشک در مسیر ورودی طوفانهای با منشأ عراق و عربستان است درحالی که ایستگاه خرم‌آباد و سنندج در مسیر مستقیم طوفان‌های مذکور قرار ندارد علاوه براین از دیگر دلایل غلظتهای متفاوت گرد و غبار در این ایستگاههای مختلف می‌توان به موقعیت جغرافیایی، منشأ داخلی با قدرت و پتانسیل متفاوت آنها اشاره نمود. همچنین از دیگر دلایل وقوع پدیده گرد و غبار در بخشهای مختلف کشور عدم مدیریت صحیح آبی و

خشکسالی‌های اخیر ناشی از عوامل انسانی و طبیعی باعث اضافه شدن این منبع به منابع گرد و غبار کشور شده است (۸). غلظت ذرات گرد و غبار در خرم‌آباد در طول دوره نمونه‌برداری کمتر از دو ایستگاه دیگر بدست آمد. اصولاً ذرات گرد و غبار هر چه از منبع تولید در فواصل بیشتری منتقل شوند اندازه ذرات آنها کوچکتر می‌شوند که ممکن است در ایستگاه خرم‌آباد توزیع اندازه ذرات Bimodal باشد و سهم بیشتری متعلق به ذرات ریزتر باشد به همین دلیل غلظت کل غبار در دوره نمونه‌برداری کاهش یافته باشد. به طور کلی غلظت ذرات گرد و غبار اتمسفری در هر منطقه تحت تأثیر فاکتورهای بسیاری از جمله شرایط آب و هوایی، شرایط جغرافیایی و منابع تولید ذرات مانند منابع صنعتی، ترافیک و فعالیت‌های کشاورزی است که موجب ایجاد تفاوت در میزان غلظت این پدیده نیز می‌گردد (۲۰).

نتایج حاصل از بررسی آزمون من‌کنندال بر روی سری داده‌های غلظت گرد و غبار نشان داد درمیان ایستگاه‌های مطالعه شده فقط ایستگاه سنندج دارای روند کاهشی در سطح معنی‌داری ۹۵ ($P\text{-value}=0/047$) می‌باشد. و برای دو ایستگاه دیگر این روند معنی‌دار نبوده است. از مهمترین دلایل روند کاهش در ایستگاه سنندج می‌توان به موقعیت جغرافیایی آن، میزان بسیار کم پدیده گرد و غبار محلی در این منطقه، شرایط توپوگرافی آن و عرض جغرافیایی نسبتاً بالاتر سنندج نسبت به دو ایستگاه دیگر که از گرد و غبارهای فرا منطقه‌ای که در بستر سامانه‌های سینوپتیکی از مناطق بیابانی غرب کشور منتقل می‌شوند نیز کمتر متاثر می‌گردد. از دیگر مسائل مهم و موثر در وقوع این امر می‌توان به پوشش گیاهی و میزان بارندگی آن اشاره نمود که محیط چندانی مساعدی برای وقوع پدیده گرد و غبار نمی‌باشد (۱۵، ۲۱).

نتایج حاصل از ارزیابی همبستگی بین غلظت ذرات گرد و غبار سه ایستگاه (سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک) با پارامترهای هواشناسی شامل میانگین ماهیانه دمای هوا، سرعت باد، رطوبت نسبی، نقطه شبنم، بارش و فشار هوا نشان داد، در ایستگاه سنندج بین غلظت

جغرافیایی، شرایط توپوگرافی، اقلیمی و همچنین منشاء آنها اعم از داخلی و خارجی متفاوت است. از طرفی در منطقه غرب و جنوب کشور از لحاظ مقادیر غلظت گرد و غبار و چگونگی روند آن دارای نظام همگنی نیستند. همچنین در یک ایستگاه در ماه‌ها یا فصول مختلف سال میزان غلظت ذرات گرد و غبار متفاوت می‌باشد. و این پدیده اقلیمی است بر روی دیگر پارامترهای اقلیمی هم اثرات متعددی گذاشته و هم اثرات متعددی از آن‌ها می‌پذیرد.

منابع

- 1- Hatami-Manesh M, Mortazavi S, Solgi E, Mohtadi A. Assessing the capacity of trees and shrubs species to accumulate of particulate matter (PM10, PM2.5 and PM0.2). Iranian Journal of Health and Environment. 2019;12(1):1-16. eng.
- 2- Brignole D, Drava G, Minganti V, Giordani P, Samson R, Vieira J, et al. Chemical and magnetic analyses on tree bark as an effective tool for biomonitoring: A case study in Lisbon (Portugal). Chemosphere. 2018;195:508-14.
- 3- Song C, He J, Wu L, Jin T, Chen X, Li R, et al. Health burden attributable to ambient PM2. 5 in China. Environmental pollution. 2017;223:575-86.
- 4- Su Y, Liang Y. The foliar uptake and downward translocation of trichloroethylene and 1, 2, 3-trichlorobenzene in air-plant-water systems. Journal of hazardous materials. 2013;252:300-5.
- 5- Shahsavani A, Yarahmadi M, Jafarzade Haghghifard N, Naimabadie A, Mahmoudian MH, Saki H, et al. Dust Storms: Environmental and Health impacts. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences.

گرد و غبار و میانگین دما رابطه مثبت و معنادار وجود دارد ($r=0/05$, $p < 0/01$) یعنی با افزایش دما میزان غلظت گرد و غبار نیز افزایش می‌یابد. اما بین غلظت گرد و غبار با رطوبت نسبی ($r=0/05$, $p < 0/01$) و بارش ($r=0/01$, $p < 0/05$) رابطه معنادار و منفی مشاهده شد. Ta و همکاران (۲۰۰۴) در استان گان سو در چین رابطه منفی بین بارندگی و غلظت گرد و غبار گزارش نمودند. بطوری‌که هنگام بارش گرد و غبارها شسته شده و غلظت گرد و غبار کاهش پیدا می‌کند (۲۲). علاوه بر این یافته‌ها نشان داد که در ایستگاههای خرم آباد ($r=0/01$, $p < 0/05$) و اندیشک ($r=0/01$, $p < 0/01$) بین میزان غلظت گرد و غبار و سرعت باد رابطه مثبت و معنادار وجود دارد. Naddafi و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند با افزایش سرعت باد میزان غلظت گرد و غبار در محیط‌های شهری نیز افزایش یافته که با این نتایج همسو می‌باشد (۱۳)، به طور کلی در تبیین این نتایج می‌توان گفت گرد و غبار یک پدیده اقلیمی است که بر روی دیگر پارامترهای اقلیمی هم اثرات متعددی گذاشته و هم اثرات متعددی از آنها می‌پذیرد. در سال‌های اخیر تغییرات اقلیمی با اثر بر سیستم‌های بارشی باعث تشدید بیابانزایی و خشک شدن تالاب‌ها و رودخانه‌ها در سطح منطقه‌ای شده و پدیده گرد و غبار به امری ملموس در چند دهه اخیر تبدیل گردیده است. Feng و همکاران (۲۰۱۶) در شرق آسیا با کمک مدل اقلیمی و مدل گرد و غبار به بررسی اثر تغییرات اقلیمی بر پدیده گرد و غبار پرداختند نشان دادند که گرمایش جهانی باعث انتشار بیشتر پدیده گرد و غبار خواهد شد. همچنین مطالعات گذشته که به بررسی همبستگی بین پارامترهای اقلیمی و وقوع گرد و غبار پرداخته‌اند بسته به نوع پارامتر و موقعیت جغرافیایی مناطق مختلف همبستگی‌های مثبت و منفی را گزارش نمودند. همچنین قابل ذکر است این نتایج با یافته‌های مهرابی و همکاران (۱۳۹۴) و زینالی (۲۰۱۶) نیز همسو می‌باشد (۱۱، ۱۸).

بطور کلی براساس یافته‌های تحقیق می‌توان نتیجه گرفت میزان غلظت ذرات گرد و غبار در مناطق مختلف بسته به موقعیت

- 12- Bauer SE, Im U, Mezuman K, Gao CY. Desert Dust, Industrialization, and Agricultural Fires: Health Impacts of Outdoor Air Pollution in Africa. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2019;124(7):4104-20.
- 13- Nadafi K, Nabizadeh N, Soltanianzadeh Z, Ehrampoush M. Evaluation of dustfall in the air of Yazd. 2006.
- 14- Masatoshi Y. Climatology of yellow sand (Asian sand, Asian dust or Kosa) in East Asia. *Science in China Series D: Earth Sciences*. 2002;45(1):59-70.
- 15- Zarasvandi A, Moore F, Nazarpour A. Mineralogy and morphology of dust storms particles in Khuzestan Province: XRD and SEM analysis concerning. *Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy*. 2011;19 (3): 511-8.
- 16- Ghahri F, Ranjbar Saadat Abadi A, Katiraie PS. A study on weather patterns and dust sources associated with severe dust events in the summer in the south west of Iran. *Scientific Journal Management System*. 2012;7 (1): 74-93.
- 17- Kayet N, Pathak K, Chakrabarty A, Kumar S, Chowdary V, Singh C, et al. Assessment of foliar dust using Hyperion and Landsat satellite imagery for mine environmental monitoring in an open cast iron ore mining areas. *Journal of Cleaner Production*. 2019;218:993-1006.
- 18- Zeinali B. Investigation of frequency changes trend of days with dust storms in western half of Iran. *Journal of Natural Environmental Hazards*. 2016;5 (7): 87-100.
- 19- Hojati S, Khademi H, Cano AF, Landi A. Characteristics of dust deposited along a transect between central Iran and the 2011;2(4):45-56. eng.
- 6- Griffin DW. Atmospheric movement of microorganisms in clouds of desert dust and implications for human health. *Clinical microbiology reviews*. 2007;20(3):459-77.
- 7- Wang Y, Stein AF, Draxler RR, Jesús D, Zhang X. Global sand and dust storms in 2008: Observation and HYSPLIT model verification. *Atmospheric environment*. 2011;45(35):6368-81.
- 8- Goudarzi G, Shirmardi M, Naimabadi A, Ghadiri A, Sajedifar J. Chemical and organic characteristics of PM_{2.5} particles and their in-vitro cytotoxic effects on lung cells: The Middle East dust storms in Ahvaz, Iran. *Science of The Total Environment*. 2019;655:434-45.
- 9- Sielicki P, Janik H, Guzman A, Namieśnik J. The progress in electron microscopy studies of particulate matters to be used as a standard monitoring method for air dust pollution. *Critical reviews in analytical chemistry*. 2011;41(4):314-34.
- 10- Fallah zazuli M, Vafaeinezhad A, Kheirkhah zarkesh MM, Ahmadi dehka F. Source routing of dust haze phenomenon in the west and southwest of Iran and its synoptic analysis by using remote sensing and GIS. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*. 2014;5(4):61-78.
- 11- Mehrabi S, Soltani S, Jafari R. Analyzing the Relationship Between Dust Storm Occurrence and Climatic Parameters. *Journal of Water and Soil Science*. 2011;19(1):69-81. eng.

-
- 22- Ta W, Xiao H, Qu J, Xiao Z, Yang G, Wang T, et al. Measurements of dust deposition in Gansu Province, China, 1986–2000. *Geomorphology*. 2004;57 (1-2):41-51.
- 23- Feng-D Zh, Jie-X G, Zakey A, Giorgy F. Effects of climate changes on dust aerosol over East Asia from RegCM3. *Advances in Climate Change Research*. 2016. 1-9.
- Zagros Mountains. *Catena*. 2012; 88 1:27-36.
- 20- Verma SK, Deb MK, Suzuki Y, Tsai YI. Ion chemistry and source identification of coarse and fine aerosols in an urban area of eastern central India. *Atmospheric Research*. 2010;95 (1):65-76.
- 21- Gao Z, Wang X, Shen L, Xiang H, Wang H. Characteristics of Aerosol Chemical Compositions and Size Distributions during a Long-Range Dust Transport Episode in an Urban City in the Yangtze River Delta. *Atmosphere*. 2019;10(2):68.