ویژگی‌های مهم ذرات معلق هوا از جنبه اثر بر سلامتی انسان

رامین سلماسی

استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، raminsalmasi@yahoo.com

چکیده

در حالی که مطالعه‌های اپیدمیولوژیکی، اثرات سوء مواجهه با ذرات معلق درهوا را بر روی سلامتی انسان اثبات کرده اند ساز و کار این اثر در پرده ابهام قرار دارد. ترکیب شیمیایی، میزان عناصرکمیاب، میزان اسید قوی و توزیع اندازه ذرات، چهار ویژگی موثر بر زهرناکی ذرات معلق هوا برای سلامتی انسان به‌شمار می‌روند. ترکیب شیمیایی و اندازه ذرات، از جنبه‌های مهم این زهرناکی ذرات معلق بشمار می‌روند. هدف از نوشتار حاضر بررسی یافته‌های برگزیده از ایران و سایر کشورها روی ترکیب ذرات معلق PM_{10} و $PM_{2.5}$، که نشان‌گر تغییرات جغرافیایی مناطق گوناگون است، می‌باشد. این بررسی نشان داد در شهرهایی که شرایط آلودگی متفاوت است، براساس درصد جرمی ذرات PM_{10} میزان هر یک از این آلاینده ها با رده‌ی بزرگی در شهرهای گوناگون، متفاوت می‌باشد. زمانی که مسئله بحرانی توزیع اندازه ذرات باشد داده‌ها خیلی وسیع بوده، رسم نتیجه‌گیری‌ها دشوار خواهد بود. به‌دلیل پراکندگی داده‌های توزیع اندازه ذرات، داوری دشوار بوده پژوهش‌های بیشتری لازم است که در این رابطه انجام گیرد.

واژه‌های کلیدی: ذرات معلق، ترکیب شیمیایی، کشاورزی

مقدمه

به منظور حفظ بهداشت عمومی، حکومت ها و سازمان های بین المللی برای ذرات معلق در هوا استانداردهای کیفیت هوا تنظیم نموده اند. آنان با این سوال مواجه هستند که چه ویژگی یا ویژگی‌هایی از ذرات معلق مسئول اثرات سمی این آلاینده‌ها می باشند و از این‌رو آیا ممکن است شیوه‌ای مقرون بصرفه جهت کاهش سمیت آن ها یافت؟ مقاله‌ی حاضر در این راستا تهیه شده-است تا عواملی که بر زهرناکی ذرات معلق برای سلامتی انسان موثرند را مورد بررسی و تحلیل قرار دهد.

مواد و روش‌ها

نوشتار حاضر با بهره‌گیری از بررسی‌های کتابخانه‌ای و یافته‌های پژوهشی انجام گرفته در ایران و سایر کشورهای جهان تهیه شده است.

عوامل موثر بر زهرناکی ذرات معلق هوا

ویژگی هایی که نمایان‌گر ویژگی‌های جغرافیایی یک منطقه هستند و بر سمیت ذرات اثر می گذارند، شامل موارد زیر می باشند:

- ترکیب شیمیایی
- میزان عناصرکمیاب
- میزان اسیدیته قوی
- توزیع اندازه ذرات

۱- ترکیب شیمیایی

ذرات معلق در هوا از اجزاء مهمی تشکیل شده اند که هر کدام چندین درصد کل جرم ذره را تشکیل می دهند، همراه با اجزا عناصر کمیاب که معمولا کمتر از یک درصد کل جرم ذره را شامل می شوند (Harrison و Jones، ۱۹۹۵). واژه ترکیب شیمیایی ذره، به فراوانی نسبی اجزا اساسی آن دلالت دارد. نمونه‌های هوای مناطق شهری در ساسر جهان یک نوع اجزا را نشان می دهند، گرچه بر اساس محل نمونه برداری هوا، تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای در نسبت این اجزا دیده می شود. اجزا اصلی تیپیک به صورت زیر می‌باشند:

سولفات

اکسیداسیون دی اکسید گوگرد در اتمسفر به تولید آن منجر می‌گردد. از آن جایی که اکسید گوگرد فقط کمی اکسیده می‌گردد، شیب فضایی سولفات در مقیاس ده ها مایل خیلی کم خواهد بود (Quarg، ۱۹۹۶)، در صدها مایل معنی دار و روی کل قاره خیلی بزرگ می باشد.

نیترات

این ترکیب از اکسیداسیون اکسید نیتروژن اتمسفری حاصل می شود و آمونیم نیترات، یک شکل آن، با گازهای آمونیاک بخار اسید نیتریک در تعادل می باشد (Harrison و Misibi، ۱۹۹۴). در برخی محیط ها، نیترات سدیم غالب می باشد.

آمونیاک

سولفات و نیترات در آغاز تشکیل شان در اتمسفر به شکل اسیدهای سولفوریک و نیتریک بوده اند. این ترکیبات به وسیله امونیاک آتمسفری که منجر به تولید نمک های اتمسفری گردیدند، خنثی شدند (Harrison و Kitto، ۱۹۹۲).

کلراید

سرچشمه های اصلی یون کلراید، پاشش های دریایی در مناطقی که حتی صدها مایل از ساحل دور می باشند و نیز نمک هایی که برای اب کردن یخ ها در طول زمستان مورد استفاده قرار می گیرند، می باشد. همچنین این یون در نتیجه خنثی شدن بخار اسید کلریدریک وارد اتمسفر می گردد که از منابعی مانند نیروگا های حرارتی متصاعد می گردد.

کربن عنصری و کربن آلی

فرآیند سوخت ناشی از ترافیک جاده، ذرات دوده را در فضا پخش می کند که شامل عنصر کربن می باشد و اغلب به صورت پوشش سطح ترکیبات آلی می باشد و از دود اگزوز ها به بیرون متصاعد می شود (Amann و Sigella، ۱۹۸۲). علاوه بر آن، در نتیجه فرآیندهای فوتوشیمیایی اتمسفری، که به ایجاد ترکیبات کربن با تبخیرپذیری کم منجر می گردد، کربن به فضا متشر می گردد.

مواد کریستالی

این مواد شامل گردو غبارهای خاکی و مواد ناشی از سنگ ها می باشند که با باد حمل شده اند. بنابراین، ترکیب ان ها گوناگون بوده، نمایان گر زمین شناسی منطقه و شرایط سطح می باشد. غلظت ان ها به اب و هوا وابسته است چون فرآیندهایی که این ذرات را به هوا پخش می کنند در سطوح خشک و بادهای تند مهم هستند. در استان خوزستان نمونه هایی از آن دیده می شود که به سمت تاسیسات صنعتی هجوم برده اند (شکل ۱) و یا در سطح شهر بیماری های تنفسی را برای مردم ایجاد نموده اند.

۲- مواد زیستی

این مواد ریزجاندارانی مانند باکتری ها و اسپورها و گرده ها و اجزا سلولزیک مواد گیاهی را شامل می شوند. به استثنا برخی ویروس ها، اندازه بزرگی دارند (Matthias-Maser و Jaenicke، ۱۹۹۴).

۱- میزان عناصرکمیاب

برخی فلزات سنگین مانند سرب، کادمیوم، و جیوه بسیار سمی می باشند ولی استنشاق ذرات موجود در هوای شهری برای اینکه اثرات سمی بر روی انسان داشته باشند، ناکافی می باشد. با این وجود، برخی گزارش ها نشان می دهند که فلزات انتقالی و به ویژه آهن، ممکن است از طریق مکانیسم‌هایی مانند ایجاد رادیکال های هیدروکسیل اثرات سوء بر سلامتی انسان داشته باشند. به استثناء فلزاتی مانند سرب که ترافیک جاده ای آن را هوای شهرها پخش می کند، سایر فلزات کمیاب که از منابع صنعتی سرچشمه می گیرند، از یکنواختی فضایی کمتری برخوردارند بنابراین داده های به محل دقیق اندازه گیری بسیار حساس می باشند. بررسی های انجام گرفته در شهرهای گوناگون کشور ایران (Razini و Darbandy، ۱۹۹۶) نشان داد که غلظت این فلزات در شهرهای مختلف، تغییرات چندانی نداشته است (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه غلظت متوسط فلزات سنگین در ذرات معلق مناطق گوناگون ایران(غلظت ها بر حسب نانوگرم بر مترمکعب)

فلز	اصفهان	شیراز	تبریز
کادمیوم	۰/۳	۰/۲	۰/۴
سرب	۱۴/۱	۱۲/۴	۱۵/۳
نیکل	۱/۲	۱/۶	۰/۸

۲- میزان اسیدیته قوی

زمانی که سولفات و نیترات در نتیجه اکسیداسیون دی اکسید نیتروژن و دی اکسید گوگرد در اتمسفر تشکیل می شوند، تشکیل اسیدهای قوی اسید نیتریک و سولفوریک را می دهند. اسید نیتریک بخاری است که وارد ذرات جو می شود که با جایگزین نمودن پروتون خود با سدیم نمک های دریایی و تشکیل نیترات سدیم و یا با تشکیل نیترات امونیوم، اسیدیته خود را از دست می دهد. اسید سولفویک تبخیر پذیر نمی باشد و بعد از تشکیل سریع وارد ذرات جامد می شود و به وسیله آمونیوم جو خنثی می گردد. با این وجود، در محیط هایی که سطح آمونیوم پایینی دارند، به دلیل خنثی نگردیدن اسید سولفوریک شان، قدرت اسیدی بالایی خواهند داشت. یافته های پژوهشی انجام گرفته بر روی ذرات معلق در ایالات متحده نشان داد در قسمت های غربی این کشور به دلیل وجود آمونیاک در جو، ذرات خنثی شده اند در حالی که در قسمت های شرقی، امونیک خیلی کمی وجود دشته، منجربه جو اسیدی در منطقه گردیده است (USEPA، ۱۹۹۶).

۳- توزیع اندازه ذرات

پژوهش انجام گرفته به وسیله Schwartz و همکاران در سال ۱۹۹۶ ارتباط بالا بین PM_{10} و وقوع مرگ و میر در شش شهر به اثبات رساند در حالی که این ارتباط برای ذرات درشت در دامنه ۲/۵ تا ۱۰ میکرومتر پایین بدست آمد. یافته های مشابهی توسط سایر پژوهشگران به دست آمده است. بنابراین توزیع اندازه ذرات معلق در جو، اثرهای مهمی بر روی سلامت انسان دارا می باشد. تفاوت بین توزیع اندازه ذرات در بین شهرها و در درون شهر ها وجوددارد. داده های بدست آمده از ذرات معلق در جو استان آذربایجان شرقی تاثیر قابل ملاحظه فصلی را بر روی نسبت ذرات درشت (۲/۵-۱۰ میکرومتر) در ذرات معلق PM_{10} نشان دادند. به طوری که این نسبت در ماه های زمستان ۲۰ درصد و در ماه های تابستان ۵۰ درصد بوده است (Kamrany، ۱۹۹۷).

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی ذرات معلق در هوا بین مناطق شهری به چند دلیل گوناگون متفاوت می باشد. عوامل آب و هوایی تاثیر بالایی بر غلظت مواد کریستالی می گذارند بنابراین در مناطق خشک، این اجزا اهمیت نسبی بالاتری دارا می باشند. ذرات سولفاتی به تصاعدات دی اکسید گوگرد بستگی دارند و که در بین کشورها و بخش های گوناگون یک کشور بزرگ، متغیر می باشد. میزان آمونیوم موجود در هوا بر غلظت آمونیوم ذرات معلق تاثیرگذارست واز آن جایی که سرچشمه اصلی تصاعدات آمونیاکی، کشاورزی متراکم می باشد، تغییرات فضایی مورد انتظار می باشد. بررسی ترکیب شیمیایی ذرات معلق هوا در مناطق گوناگون ایالات متحده (USEPA، ۱۹۹۶) نشان داد در مناطقی که سوخت فسیلی برای تولید الکتریسیته منبع آلودگی می باشد، دی اکسید گوگرد و در مناطقی که ترافیک جاده ای منشا آلودگی بشمار می رود، اکسیدهای نیتروژنی ترکیب اصلی ذرات را تشکیل می دهند.

گونه بندی شیمیایی بیشتر فلزات کمیاب بر روی زیست فراهمی و توانایی شان برای شرکت در واکنش های شیمیایی مانند واکنش فنتون، بر طبق منشا آن ها تفاوت زیادی می کند. از این‌رو اندازه گیری های ساده غلظت کل فلزات ذرات معلق در هوا نمی تواند نمایان گر توان آن ها برای شرکت در فرایندهای خطر افرین سلامتی انسان شمرده شود.

نتیجه گیری

در شهرهای گوناگون کشورهای توسعه یافته تشابه های زیاد ذرات معلق موجود در هوا وجود دارد. ترکیب شیمیایی و میزان عناصر کمیاب رد سطوح قابل مقایسه دیده می شوند. بار آلودگی بالا و ذرات درشت دانه زیاد باعث شده است در کشورهای کمتر توسعه یافته، وضعیت متفاوت باشد. در مورد میزان سولفات و اسیدهای قوی باید گفت در بین مناطق، تغییرات قابل ملاحظه ای وجود دارد. به عبارت دیگر، در شهرهایی که شرایط آلودگی متفاوت است، براساس درصد جرمی ذرات PM_{10}، میزان هر یک از این آلاینده ها، با یک رده بزرگی در شهرهای گوناگون، فرق خواهد نمود. زمانی که مسئله بحرانی توزیع اندازه ذرات باشد داده ها خیلی وسیع بوده، رسم نتیجه گیری‌ها دشوار خواهد بود.

منابع

- Amann CA, Siegla DC. 1982. Diesel particulates what they are and why. Aerosol Sci Technol;1:73-101.
- Burton RM, Su, H, Koutrakis P. 1996 .Spatial variation in partic-ulate concentrations within metropolitan Philadelphia. Environ Sci Technol;30:400-407.
- Harrison RM, Kitto AMN. 1992 .Estimation of the rate constant for the reaction of acid sulphate aerosol with NH gas from atmospheric measurements. J Atmos Chem;15:133-143.
- Harrison RM, Msibi IM. 1994. Validation of techniques for fast response measurement of HNO and NH and determination of the NH HNO concentration product. Atmos Environ 1994;28:247-255.
- Harrison RM, Jones M. 1995. The chemical composition of airborne particles in the UK atmosphere. Sci Total Environ;168: 195-214.
- Kamrany, M. 1997. Sources and processes affecting concentrations of PM_{10} and $PM_{2.5}$ in east Azarbayjan, Iran. Atmos Environ;31:4103- 4117.
- Matthias-Maser S, Jaenicke R. 1994. Examination of atmospheric bioaerosol particles with radii 0.2 mm. J Aerosol Sci; 25:1605-1613.
- QUARG. 1996. Airborne Particulate Matter in the United King-dom. The Third Report from the Quality of Urban Air Review Group. Department of the Environment. UK.
- Razini, H. Darbany, L. 1996. Concentrations of particulate airborne metals collected in different cities of Iran. Atmos Environ ;30:4031- 4040.

- USEPA. 1996. Review of the Ambient Air Quality Standard for Particulate Matter: Policy Assessment of Scientific and Technical Information. OAQPS Staff Paper. EPA-452_R-96-013. Research Triangle Park. North Carolina,