فصلنامه مطالعات محیط زیست، منابع طبیعی و توسعه پایدار
سال هفتم، شماره ۳ (پیاپی: ۲۵)، پاییز ۱۴۰۲
ISSN: 2588-4255

بررسی وضعیت میانگین غلظت ذرات معلق (PM2.5) در دوره ۵ ساله (۱۳۹۷-۱۴۰۱) در سطح استان البرز

ذبیح اله شریفی[۱]، نفیسه پناهی[۲]، زهرا کیوان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۲
کد مقاله: ۳۸۳۴۶

چکـیده

آلودگی هوا از بحران های زیست محیطی جهان امروز بوده و از علل تشکیل دهنده آن ذرات معلق بخصوص ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرو ن می باشد که ناشی از تغییر اقلیم،خشکسالی،کمبود منابع آب سطحی، فعالیت های صنعتی،افزایش جمعیت،توسعه می باشد. بر اساس بررسی‌های بعمل آمده در خصوص داده‌های ثبت شده در ایستگاه ها، از تعداد ۱۱ ایستگاه صرفاً تعداد ۶ ایستگاه دارای داده های با کمیت و کیفیت لازم در بازه زمانی مورد مطالعه می باشد.در این پژوهش میزان میانگین غلظت ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون در فصل های مختلف و در طی دوره زمانی ۵ سال (از سال ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۱) بررسی گردید که در ابتدا با استخراج و اخذ داده های ذرات معلق روزانه و میانگین ماهانه ایستگاههای سنجش آلودگی هوا مورد مطالعه در سطح استان البرز از سازمان حفاظت محیط زیست،و همچنین میزان بارندگی و جهت باد غالب استان از ایستگاه‌های هواشناسی استان پس از صحت سنجی و محاسبه میانگین فصلی در محیط Excel روندتغییرات در بازه زمانی مورد مطالعه بررسی و سپس در محیط نرم افزار GIS نقشه پهنه بندی ذرات در سطح منطقه مورد مطالعه تهیه گردید.بر اساس بررسی ها و نتایج حاصله، از آلاینده های اصلی در آلودگی هوای استان البرز می توان به ذرات معلق اشاره کرد.و به استناد نمودارهای حاصله، روند میانگین تغییرات این ذرات در فصول مختلف معمولاً افزایش داشته که بیشترین میزان افزایش در فصول سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ مشاهده شده است و این افزایش تغییرات در مناطق شهری استان بویژه شهر کرج بیشترین میزان افزایش میانگیت غلظت در ایستگاه سنجش آلاینده مترو کرج را نشان می دهد. با عنایت به شرایط اقلیمی،کمبود منابع آب سطحی(خشک شدن تالاب صالحیه در غرب استان)، خشکسالی و همچنین واقع گردیدن اغلب شهرک‌ها و پهنه‌های صنعتی در جنوب و غرب استان و وجود بزرگراه کرج- قزوین به تنهایی به عنوان یک منبع فعال تولید آلاینده ذرات عمل نموده ونیز رشته کوه البرز در ضلع شمالی و شرقی استان که مانع در جهت انتقال و جابجایی آلاینده بوده به دلیل وزش باد غالب از جهت غرب به شرق استان باعث افزایش تراکم غلظت آلاینده‌ها در شهرهای استان بویژه در شهر کرج گردیده و نیز موجبات افزایش تعداد روزهای ناسالم و چه بسا بسیار ناسالم گردیده است.

واژگـان کلـیدی: آلودگی هوا، میانگین غلظت ذرات، روند تغییرات

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه یزد و کارشناس حفاظت محیط زیست استان البرز.
۲- دانش آموخته کارشناس ارشد دانشگاه تهران و کارشناس حفاظت محیط زیست استان البرز.
۳- دانش آموخته دانشگاه یزد و کارشناس حفاظت محیط زیست استان البرز.

۱- مقدمه

مشکل آلودگی هوا در ایران نیز همچون بسیاری از نقاط دیگر کره زمین، یکی از چالشهای اصلی کشور است.آلودگی هوا مخلوطی از ذرات معلق و گازهایی است کهبه محدوده مضر برای انسان رسیده‌است که می‌تواند هم در داخل ساختمان و هم در خارج ساختمان باشد. ذرات معلق هوا (PM: Particulate Matter) بیش از هر نوع آلاینده دیگر هوا مردم را تحت تأثیر قرار می‌دهند. اجزای اصلی تشکیل دهنده ذرات معلق هوا عبارتند از سولفات‌ها، نیترات‌ها، آمونیوم، سدیم کلرید، کربن سیاه، ذرات معدنی و آب. بعبارت دیگر ذرات معلق هوا یک مخلوط پیچیده از ذرات جامد و مایع متشکل از مواد آلی و معدنی معلق در هوا هستند. مواجهه مزمن با ذرات معلق هوا سبب بیماری‌های قلبی ـ عروقی، ریوی و همچنین سرطان ریه می‌گردد.

ذرات معلق هوا اصطلاحی است که برای توصیف ذرات جامد و مایع پراکنده شده در هوا به کار می‌رود که بزرگتر از مولکول‌های مجزا (مولکول‌هایی با قطر تقریباً ۱نانومتر) و کوچک‌تر از ۵۰۰ میکرومتر می‌باشند. ذرات در این رنج دارای زمان ماندگاری به حالت تعلیق متغیری از چند ثانیه تا چندین ماه می‌باشند. ذرات بزرگتر از ۱ میکرومتر و کوچک‌تر از ۲۰ میکرومتر تمایل به پیروی از حرکت سیالی دارند که آنها را حمل می‌کند. ذراتی که قطر آنها تقریباً بالای۲۰ میکرومتر است، سرعت‌های ته‌نشینی بزرگ‌تری دارند و توسط نیروی ثقل و دیگر فرآیندهای اینرسی از هوا حذف می‌شوند. لازم به ذکر است که قطر موی انسان حدود ۶۰ میکرومتر می‌باشد.

سازمان بهداشت جهانی آلودگی هوا را به عنوان یکی از مهمترین مخاطرات سلامت انسانها اعلام کرده است. بر اساس اعلام این سازمان، از هر ۱۰ نفر در جهان ۹ نفر هوای با سطوح آلودگی بالاتر از حدود مجاز تعیین شده توسط این سازمان تنفس میکنند. بر اساس بررسیهای انجام شده توسط این سازمان مرگ سالانه ۷ میلیون نفر در اثر آلودگی هوا در جهان رقم میخورد. اثرات مخرب مذکور توسط مطالعات متعدد دیگری نیز در مناطق مختلف به اثبات رسیده است.

استان البرز با جمعیتی تقریباً برابر با ۲/۵ میلیون نفر، در غرب تهران و دامنه جنوبی رشته کوه البرز قرار گرفته استوجود کارگاههای متعدد و صنایع کوچک مقیاس در محدوده این شهر نیز از دیگر موارد قابل ملاحظه تولید آلایندههای هوا در محدوده این شهر به حساب میآیند.شهر کرج با آلایندههای هوای متعددی مواجه بوده که به طور کلی میتوان آنها را به دو دسته آلایندههای فصول گرم و سرد تقسیم کرد. ازن، آلایندهایاست که در فصول گرم افزایش یافته و تقریباً در شش ماهه نخست سال، آلاینده معیار میباشد. ماهیت ازن به گونه ایست که هیچ منبع گسیل مستقیمی برای آن وجود نداشته و طی واکنشهای فتوشیمیایی با حضور پیش سازهای آن)عمدتاً ترکیبات آلی فرار و اکسیدهای نیتروژن و نور خورشید تولید میگردد (۱).

مهمترین مطالعه انجام شده در زمینه آلودگی هوا در کلانشهر کرج را میتوان مطالعه تدوین سیاهه انتشار آلایندهها توسط سازمان محیط زیست بر مبنای سال ۱۳۹۶ دانست. این مطالعه انتشار آلایندههای مهم از جمله ذرات معلق، اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای گوگرد، منوکسید کربن و ترکیبات آلی فرار را برای منابع اصلی انتشار از جمله ناوگان حمل و نقل، صنایع، بخش خانگی و تجاری، نیروگاهها و جایگاههای سوخت تدوین و ارائه نموده است.بر اساس مقادیر ارائه شده در گزارش فوق، به طور کلی در سال ۱۶۰۷۴۲ تن آلایندههای مختلف در کلانشهر کرج تولید میگردد که منابع متحرک با تولید بیش از ۱۲۷ هزار تن سهم ۷۹ درصدی و منابع ثابت با تولید تقریباً ۳۳ هزار تن، سهم ۲۱ درصدی از انتشار آلایندهها را به خود اختصاص میدهند. مقادیر سهم منابع در مورد آلایندههای مختلف، مقادیر متفاوتی را نشان میدهند. به طور مثال در مورد آلاینده ذرات معلق، منابع متحرک با ۱۷۵۲ تن سهم ۱۵درصدی و منابع ثابت با ۹۸۶۴ تن، سهم ۸۴درصدی را به خود اختصاص میدهند البته لازم به ذکر است که در مورد ذرات معلق، سهم های گزارش شده مربوط به کل ذرات معلق میباشد که بخش عمده آنها در منابع ثابت را ذرات فرآیندی تشکیل میدهند که اندازه نسبتاً بزرگی داشته و در بازه زمانی کوتاهی از انتشار، نشست میکنند، در این خصوص نیز اگر ذرات معلق کوچکتر از ۲/۵ میکرون ملاک قرار گیرد، منابع متحرک نقش غالب را ایفا خواهند کرد(۲).

ذرات معلق کوچکتر از(۲/۵ میکرون) در شش ماه دوم سال با کاهش دما و کاهش ارتفاع لایه مرزی، به آلاینده معیار بسیاری از کلانشهرها، از جمله کلانشهر کرج تبدیل میشود (۳).وفا حمید با همکاران با ارزیابی اثرات بهداشتی ناشی از ذرات PM2.5در هوای شهر کرج از سال ۱۳۹۱ تا سال۱۳۹۴دریافتند که میانگین غلظت سالیانه ذرات هوای شهر کرج بیشتراز رهنمودهای جهانی می باشد و غلظت آلاینده در طی مطالعه کاهش یافته است.به علاوه بالاترین جز منتسب در سال ۱۳۹۱ برآورد شده است که (۵۹ درصد برای اثرات ناشی از مواجهه بلند مدت و ۵درصد یرای مواجهه کوتاه مدت)برآوردشد مواجهه با Pm2.5به ترتیب منجر به۲۷۵ و۶۰ مرگ ناشی از اثرات مواجهه بلند مدت و کوتاه مدت در سال ۱۳۹۱ شده است(۴).

با بررسی تغییرات غلظت ذرات معلق در ماههای مختلف ۴ سال، مشخص شد در شهر کرج بیشترین غلظت آلایندهها مربوط به ماههای گرم سال است و در تیر ماه حداکثر مقدار ذرات معلق ً به دلیل شدت گرفتن در هواگزارش شده است که این امر احتمالا طوفانهای گردوغبار در بهار و تابستان است(۵).

آلاینده ذرات معلق کوچکتر از ۲/۵ میکرون دارای ماهیتی بسیار پیچیده بوده که میتواند از منابع مختلف طبیعی، احتراقی و فرایندی تولید گردد. همچنین این آلاینده دارای دو بخش اولیه و ثانویه بوده که شناسایی منابع گسیل و ارائه سناریوهای کاهش آن را با چالش همراه میکندذرات معلق دارای قطر آئرودینامیک برابر یا کمتر از ۱۰ میکرون به علت توانایی نفوذ به داخل آلوئولهای ریوی، دارای بیشترین اثرات بهداشتی بوده و خود به دو دسته درشت (۲,۵–۱۰ میکرون)و ریز (کمتر از ۲,۵ میکرون) تقسیم می شوند (۶).

–بیشترین سهم و مشارکت در انتشار ذارت معلق در شهر کرج از ناوگان های اتوبوس (۴۴درصد)اتوبوسهای واحد (۳۸٪) ومینی بوس (۱۲٪) می باشد. میزان حداکثرانتشارسالانه ذرات معلق به ۱۲۰/۵۴ تن می رسد در حال حاضر حدود ۵۰ هزار خودروفرسوده و ۹۰ هزاردستگاه وسیله نقلیه عمومی فرسوده دراستان در حال ترددهستند (۷).

– شهر کرج در حال حاضریکی ازقطب های مهم صنعت به شمار می رود. شهرکهای صنعتی زیادی، از جمله بهارستان با مساحتی معادل ۲۲۰ هکتار در اطراف آن وجود دارد. همچنین حدود ۱۲۰۰ واحد تولیدی، صنعتی و خدماتی در قالب یک ناحیه صنعتی هشتگرد) وواحدهای صنعتی که به صورت پراکنده درسطح استان مشغول به فعالیت می باشند، باعث شده اند که استان البرز نقش ویژهای را در صنعت کشور ایفاکند و همچنین آلودگی های زیادی نیزواردمحیط زیست این استان شود (۸).

طبق پایش های انجام شده در مطالعه کریمی و همکاران، در اثر هجوم ذرات معلق اخیر در تیر و مرداد ماه ۱۳۸۸ میزان این ذرات درهوای تهران به حدود ۹ برابر حد مجازودربرخی ازشهرها مانند اهواز این میزان به ۱۵ برابر، در اراک به ۱۰ برابر و قم به ۷ برابر حد مجاز رسید (۹).

غلامپور و همکاران در شهر تبریز از شهریور ۱۳۹۱ تا مرداد ۱۳۹۲ متوسط غلظت سالیانه PM2.5را ۳۸ میکروگرم بر متر مکعب گزارش دادند. تعداد کل مرگ های منتسب به TSP(کل ذرات معلق)، ۲۳۷ مورد برآورد شد که از این تعداد، ۲۰۲ مورد مرگ در اثر بیماری‌های قلبی – عروقی و ۹۹ مورد در اثر بیماری‌های تنفسی بوده است (۱۰).

استان البرز به لحاظ همجواری تنگاتنگ با استان تهران، متأسفانه با سرنوشت آلودگی هوای پایتخت گره خورده است و روزهای پنجشنبه که ادارات استان تهران تعطیل است، حجم قابل توجهی ازگردشگران عازم مناطق استان البرزواستانهای شمالی می شوند. باعبوربیش از ۲۰۰ هزار خودروازبزرگراه های تهران– کرج به سمت شمال و یا غرب کشور، استان البرز ۱۸٪ ﻧِبارترافیک کشوررا بردوش می کشد وسهم آن نیزازتردداافزایش آلودگی است (۱۱).درطی سالهای ۲۰۱۳–۲۰۱۴ در جنوب غربی چین، بیشترین غلظت ذرات در روزهای دوشنبه و پایین ترین میزان در پنجشنبه ها مشاهده شد. اثرات ً مربوط به فعالیتهای انسانی آخر هفته نیز واضح بود که عمدتا بود (۱۲).مطالعات دیگر یافته ها را در شمال غربی آلمان نیز تأیید کرد. در روزهای هفته، با کاهش ترافیک حدودا ۹۹٪ درساعت های آخرشب،میزان ذرات معلق به میزان ۱۲٪ نسبت به میانگین روزانه کاهش یافت (۱۳).

در مطالعه مشابه رحیمی و همکاران در سنندج که تغییرات زمانی ذرات معلق را مورد توجه قرار دادند، نتایج کلی حاکی ازورود منطقه به یک روند خشکی زیست محیطی در سالهای اخیر بود. در واقع می توان گفت کمبود بارندگی ورطوبت هوا همراه با الگوهای فصلی باد در منطقه خاورمیانه، شرایط آلودگی ذرات معلق را در سنندج، به ویژه در فصلهای گرم سال ایجاد کرده است (۱۴).

خانم اعظم شاه بیک و همکاران با بررسی روندهای زمانی و مکانی تغییرات آلایندههای هوا در کلانشهر کرج (مجله محیط زیست و توسعه فرابخشی)در بازه زمانی یک ساله(بهمن ماه ۱۳۹۹ الی بهمن ماه ۱۴۰۰)دریافتند آلایندههای ازن و PM۲,۵ به عنوان آلایندههای اصلی شهر کرج در فصول گرم و سرد سال به شمار میآیند و سایر آلایندهها به ندرت وضعیت شاخص کیفیت هوا را از حد مجاز فراتر میبرند. در بازه زمانی یک ساله مورد بررسی، آلایندههای PM۲,۵ و ازن به ترتیب، ۴۴ و ۰۱ روز هوای شهر کرج را در وضعیت با شاخص در محدوده ناسالم قرار دادند. با توجه به ماهیت ثانویه بودن آلایندههای اصلی شهر کرج شامل ازن در فصل گرم سال و بخش عمده PM2.5در فصل سرد سال، لازم است برنامه کاهش آلودگی هوا در این کلانشهر بر مبنای مدلسازی آلودگی هوا با قابلیت پیاده سازی واکنشهای فتوشیمیایی در جو توسعه یابد.(۱۵).

علی سجادی و همکاران با ارزیابی روش های قطعی و زمین آمار در پهنه بندی غلظت ذرات معلق (PM10,PM2.5) در محیط نرم افزاری ARC GIS توسط افزونه زمین آماری در منطقه مورد مطالعه (شهر سبزوار) ب ا استفاده از روش های درون یابی روش های کریجینگ (Kriging)، وزن دهی فاصله معکوس (IDW) پهنه بندی و ارزیابی انجام داده و نشان دادند که بین روش های زمین آمار و قطعی تفاوت چندانی بین روش های قطعی و زمین آمار به لحاظ مقادیر مربع میانگین ریشه دوم (Root Mean Squared (RMSE) و همچنین میانگین قدر مطلق درصد خطا (Mean Absolute Percentage Error (MAPE)) وجود ندارد هر چند که این میزان برای روش های قطعی کم¬تر می باشد. و مناسب¬ترین روش میان¬یابی برای پهنه بندی غلظت ذرات معلق۲,۵ PMو۱۰ PMروش قطعی با تابع IDW می باشد(۱۶).

بهاری روح الامین و همکاران با پهنه بندی آلودگی ذرات معلق با استفاده از مدل های آماری محلی درمحیطGIS برای شهر تهران با مدلسازی مکانی غلظت آلاینده PM2.5 با بهره گیری از مدل رگرسیون وزندار جغرافیایی از خانواده مدلهای آماری محلی پرداخته و نشان دادند با مقایسه نقشه های پهنه بندی شده با مقادیر مشاهده شده و بررسی پارامترهای آماری ضریب تعیین (R2=0.75-0.80) جذر میانگین مربعات خطا (RMSE=7.1-8.5) مشخص گردید که مدل پیشنهادی توانایی بالایی در تخمین غلظت در مناطق مختلف در سطح شهر تهران دارد(۱۷).

سحر حیدری اصل و همکاران با مدل سازی پراکنش ذرات معلق هوای شهر اصفهان با بهره گیری از روش های IDW وCokriging دریافتند نتایج به دست آمده در مورد توزیع آلاینده ها با منابع انتشار مهم ازجمله مناطق با ترافیک بالا و بعضی از مناطق نزدیک به مسیر رودخانه ی زاینده رود مطابقت داشته و روش Cokriging از نظر مقادیر RMSE کم تر از روش IDW عملکرد بهتری داشت اگرچه در فرآیند صحت سنجی, بین برازش روش های IDW و Cokriging اختلاف چندانی مشاهده نشد.(۲۰)

۲- مواد و روش‌ها

استان البرزبامساحتی بالغ بر ۵،۱۲۲ کیلومترمربع، کوچک‌ترین استان کشور محسوب می‌شود و دارای جمعیت بیش از ۲۷۱۲۴۰۰ نفر(سرشماری سال ۱۳۹۵) می باشد. پل ارتباطی و گلوگاه بسیار مهمی در حد فاصل تهران- قزوین- چالوس و کلیه شهرها و شهرستان‌های همجوار خود بوده است. از نظر اقلیمی این استان، به علت وجود رشته‌کوه‌های البرز دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های معتدل است. در قسمت جنوبی استان به دلیل همجواری آن با دشت‌های وسیع دارای آب و هوای خشک و گرم می‌باشد.

شکل۱- محدوده مورد مطالعه استان البرز

موقعیت مکانی و عبور راه‌های اصلی و پر تردد مثل اتوان کرج قزوین و جاده چالوس از محدوده استان موجب شده حدود ۲۲ درصد ترافیک برون شهری کشور در این استان صورت گیرد که می تواند به عنوان یک منبع آلودگی هوا در نظر گرفته شود. علاوه بر این، استقرار تعداد ۱۳ شهرک صنعتی و منطقه صنعتی در سطح استان البرز و فعالیت تعداد تقریبی .... واحد صنعتی،فعالیت نیروگاه منتظر قائم، معادن شن وماسه در منطقه تهراندشت،خشک سالی و کم آبی در تالاب صالحیه در غرب استان از دیگر عوامل آلایندگی هوای استان شناخته شده است. در سطح استان البرز تعداد ۱۱ ایستگاه سنجش آلودگی هوا مستقر می باشد که اغلب این ایستگاه ها در سطح شهر کرج می باشد. بر اساس بررسی های بعمل آمده در خصوص داده های ثبت شده در ایستگاه ها، از تعداد ۱۱ ایستگاه صرفاً به تعداد ۶ ایستگاه دارای داده های با کمیت و کیفیت لازم در بازه زمانی مورد مطالعه می باشد. خلاصه ای از مشخصات ایستگاه ها به همراه آلاینده های مورد سنجش در آن ها در جدول ۱ ارائه شده است.

در اغلب ایستگاه های سنجش آلودگی هوا در سطح استان، پارامترهای آلایندهای هوا شامل ازن، منواکسید کربن،NOx،SO2،ذراتPM10، PM2.5) مورد سنجش قرار می گرد. اما داده های اخذ شده به دلایل مختلف از جمله نقص تجهیزات دستگاه و ... فاقد کمیت و کیفیت لازم بوده و تنها پارامتر آلاینده در ۶ ایستگاه و بازه زمانی مورد مطالعه که دارای داده های کامل می باشد، صرفاً ذرات pm2.5 بوده است.

بر اساس محاسبه شاخص برای آنالیز ذرات PM2.5 در ایستگاه های سنجش آلودگی هوا، نحوه گزارش دهی بر اساس میانگین ۲۴ ساعته (روزانه)می باشد. به منظور اطمینان از صحت داده ها و نتایج حاصله، میانگین داده های ماهانه و فصلی اخذ و در بازه زمانی پنج ساله (۱۳۹۷-۱۴۰۱) در محیط نرم افزار EXCEL مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت.

به منظور نمایش غلظت آلاینده ذرات PM2.5 در سطح استان البرز، با استفاده از روش های دورن یابی (کریجینگ، IDW و REF) در نرم افزار GIS داده ها مورد تحلیل قرار گرفت و نقشه های پهنه بندی در فصول مختلف و در بازه زمانی مورد مطالعه تهیه گردید.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه به همراه آلاینده مورد سنجش (سایت سازمان حفاظت محیط زیست)

ردیف	نام ایستگاه	UTM_X	UTM_Y	آلاینده مورد سنجش
۱	متروکرج	500200	3960377	CO-O3-PM2.5
۲	فرهنگسرا کرج	498955	3962605	CO-O3-NO2-SO2-PM10-PM2.5
۳	هشتگرد	471249	3979739	Pm2.5-O3
۴	نظرآباد	465033	3980258	Pm2.5
۵	اشتهارد	442208	3953116	O3-NO2-SO2-Pm2.5
۶	فردیس	499741	3953663	O3-Pm2.5

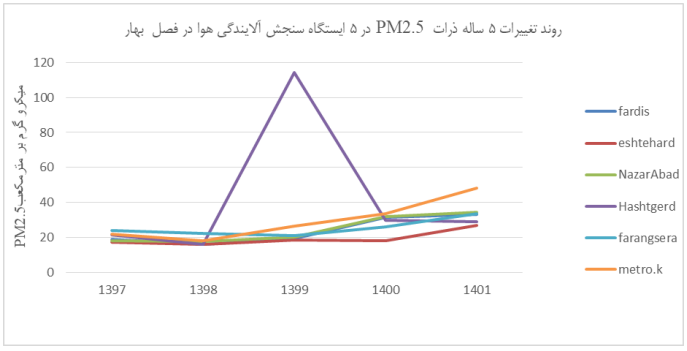
۳- یافته‌ها

با توجه به تهیه روند تغییرات در محیط Excelنمودار های ۱، ۲، ۳ و ۴ روند تغییرات ۵ ساله میانگین غلظت ذرات PM2.5 در ۵ ایستگاه سنجش آلودگی هوا در فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان را نشان می دهد. بر اساس نمودار خطی، میزان ذرات PM2.5 در کلیه ایستگاه های نمونه برداری در طول ۵ سال، روند افزایشی را نشان می دهد. به طوریکه در فصل بهار، بیشترین میزان تغییرات برای ایستگاه هشتگرد بین سال های ۱۳۹۸ الی ۱۴۰۰ می باشد و بیشترین میزان غلظت در سال ۱۳۹۹ به میزان تقریبی ۱۱۲ میکرو گرم بر متر مکعب گزارش شده است.

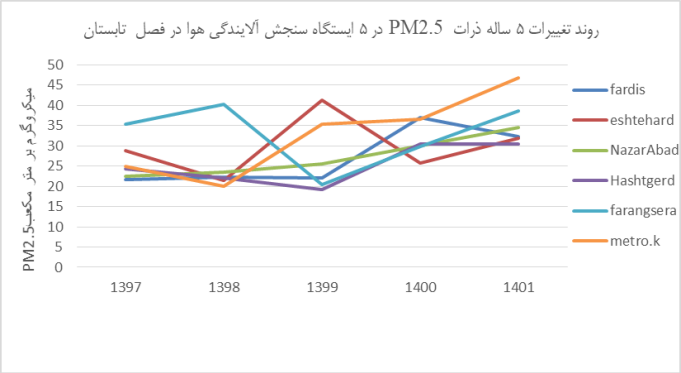
در فصل تابستان، به غیر از دو ایستگاه اشتهارد و فرهنگسرا، که روند تقریبا غیر منظمی را نشان می دهند، بقیه ایستگاه ها روند افزایشی تقریباً منظمی دارند. به طوریکه ذرات PM2.5 در ایستگاه اشتهارد در سال ۱۳۹۸ کمترین میزان و در سال ۱۳۹۹ بیشترین مقدار را نشان می دهد.این در حالی است که در ایستگاه فرهنگسرا کاملاً متفاوت بوده و بیشترین میزان غلظت در سال ۱۳۹۸ و کمترین میزان در سال۱۳۹۹ گزارش شده است.

همچنین بر اساس شکل ۳، نمودار خطی ایستگاه اشتهارد تغییرات نامنظمی داشته و بیشترین میزان غلظت ذرات مربوط به سال ۱۳۹۸ می باشد.

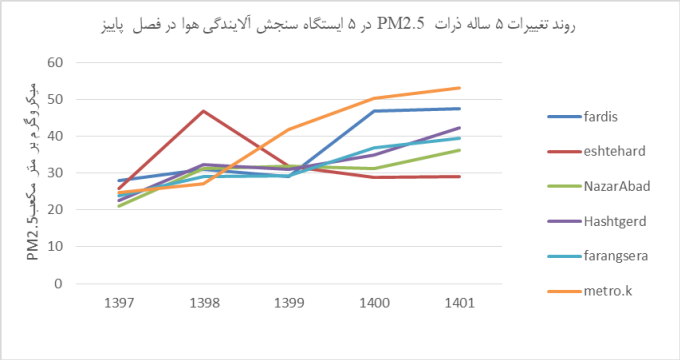
بر اساس نمودارهای شکل ۴، میزان ذرات PM2.5در طی ۵ سال در ایستگاه اشتهارد روند تقریبا ثابتی را نشان می دهد. تنها در ایستگاه هشتگرد، روند کاملا غیر منظم بوده و میزان تغییرات ذرات در سال ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ بیشترین تغییرات را داشته به طوریکه غلظت ذرات در سال ۱۳۹۸ به بیشترین میزان خود رسیده و میزان ۸۵ میکرو گرم بر متر مکعبرا نشان می دهد.



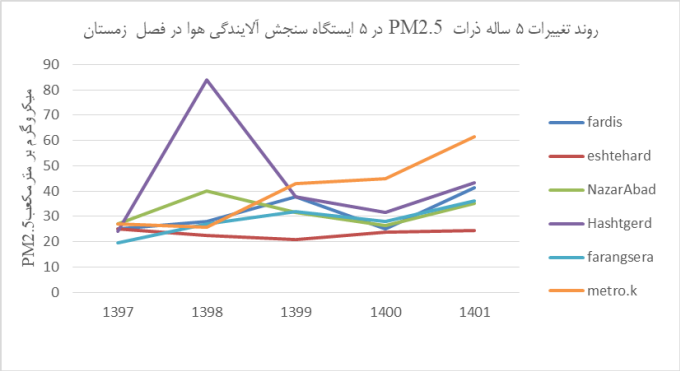
نمودار۱: روند تغییرات میانگین غلظت ذرات در ایستگاه‌های سنجش الودگی هوا در فصل بهار



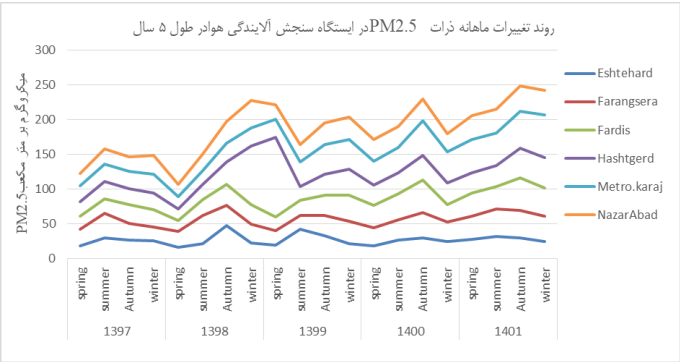
نمودار۲: روند تغییرات میانگین غلظت ذرات در ایستگاه‌های سنجش الودگی هوا در فصل تابستان



نمودار۳: روند تغییرات میانگین غلظت ذرات در ایستگاه‌های سنجش الودگی هوا در فصل پاییز



نمودار٤: روند تغییرات میانگین غلظت ذرات در ایستگاه‌های سنجش الودگی هوا در فصل زمستان



نمودار۵: روند تغییرات میانگین ذرات در ایستگاه‌های سنجش الودگی هوا در فصل های مختلف بازه زمانی مورد مطالعه

نمودار شماره ۵ روند تغییرات میانگین غلظت ذرات در ایستگاه های مورد مطالعه و در فصول مختلف بازه زمانی مورد مطالعه (۱۳۹۷-۱۴۰۱) نشان می دهد. بر اساس این نمودار، روند افزایشی کاملا نامنظمی را نشان می دهد. بیشترین میزان غلظت ذرات مربوط به فصل بهار سال ۱۳۹۹ می باشد که به مقدار ۱۷۰ میکرو گرم بر متر مکعبمی رسد.

روندتغییرات میزان ذراتPm2.5 در ایستگاه فرهنگ سرا کرج در طول سال های مورد مطالعه روند تقریباً ثابتی را نشان می دهد.به طوریکه بیشترین میزان ذرات در سال ۱۳۹۷ در فصل تابستان، در سال ۱۳۹۸ در فصل پاییز ، در سال ۱۳۹۹ در فصل تابستان ، در سال ۱۴۰۰ در فصل پاییز و در سال ۱۴۰۱ در فصل تایستان دیده شده است.

تغییرات میزان غلظت ذرات Pm2.5در ایستگاه اشتهارد نیز روند تقریبا ثابتی را نشان می دهد . تنها در پاییز ۱۳۹۸ و تابستان ۱۳۹۹ میزان کمی از تغییرات در غلظت دیده می شود.

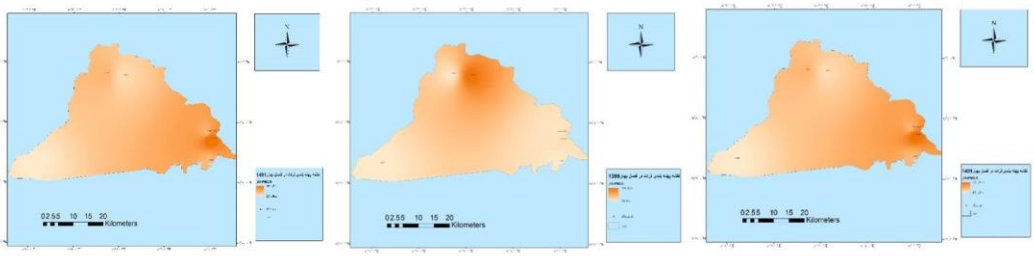
میزان تغییرات ذرات Pm2.5 در ایستگاه نظرآباد نیز در فصول مختلف روند افزایشی را نشان می دهد. به طوریکه میزان ذرات از ۱۲۰ به ۲۴۵ میکرو گرم بر متر مکعب رسیده است. بیشترین میزان این تغییرات در فصل زمستان سال ۱۳۹۸ مشاهده شده است.

میزان غلظت ذرات Pm2.5در ایستگاه فردیس نیز روند افزایشی نامنظمی را در فصول مختلف سال های مورد مطالعه نشان می دهد. بیشترین میزان ذرات در سال ۱۳۹۷ در فصل تابستان، در سال ۱۳۹۸ در فصل پاییز، در سال ۱۳۹۹ مربوط به فصل پاییز، در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در فصل پاییز مشاهده شده است.

میزان تغییرات ذرات Pm2.5 در ایستگاه مترو کرج، روند افزایشی کاملا نامنظمی را نشان می دهد. به طوریکه میزان ذرات از میزان ۱۰۰ به میزان ۲۱۰ میکرو گرم بر متر مکعب رسیده است. بیشترین میزان این تغییرات مربوط به سال ۱۳۹۸ بوده که ماکزیمم میزان در فصل زمستان مشاهده شده است.

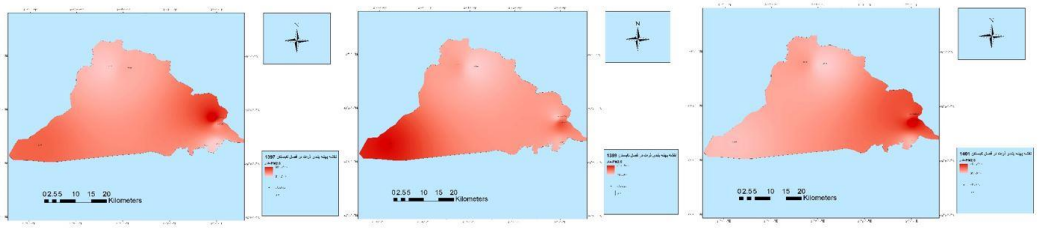
با عنایت به پهنه بندی میزان غلظت ذراتPm2.5 با روشهای درون یابی در محیط نرم افزارArcGIS ، نشان می دهد پراکنش ذرات در فصول و در سال های مختلف متفادت می باشد و افزایش ذرات در محیط های شهری و صنعتی افزایشی است.

با بررسی نقشه پهنه بندی ذراتPm2.5در فصول بهار در پنج ساله گذشته ،افزایش غلظت ذراتPm2.5 در محیط های شهری و صنعتی بیشترین میزان را دارد. هرچه از جهت غرب به سمت شرق استان پیش می رویم میزان تراکم غلظت افزایش می باشد. این غلظت در محدوده ایستگاه مترو کرج و ایستگاه هشتگرد بیشترین غلظت و تراکم افزایش نشان می دهد.



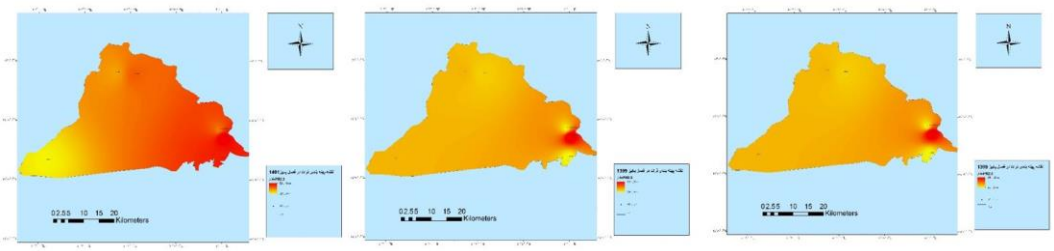
شکل ۲- روند تغییرات ذرات PM2.5 در فصل بهار سال های ۱۳۹۷-۱۳۹۹ و ۱۴۰۱

پهنه بندی ذرات Pm2.5 در فصول تابستان ۵ سال گذشته نشان می دهد علاوه بر افزایش غلظت ذرات در محیط های شهری و صنعتی این افزایش غلظت درمناطق دشتی بویژه دشت اشتهارد، حاشیه رودخانه شور و تالاب صالحیه نیز مشاهده می شود.



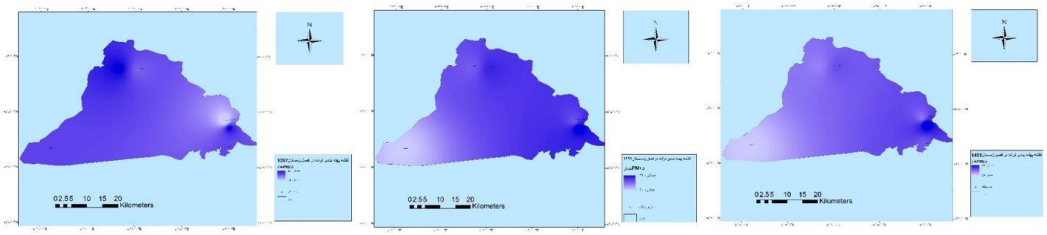
شکل۳- روند تغییرات ذرات PM2.5 در فصل تابستان سال های ۱۳۹۷-۱۳۹۹ و ۱۴۰۱

پهنه بندی ذرات Pm2.5در فصل پاییز در طی بازه زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد بر خلاف سایر فصول، بیشترین میزان پراکنش ذرات مربوط به فصل پاییز سال ۱۳۹۷ است.

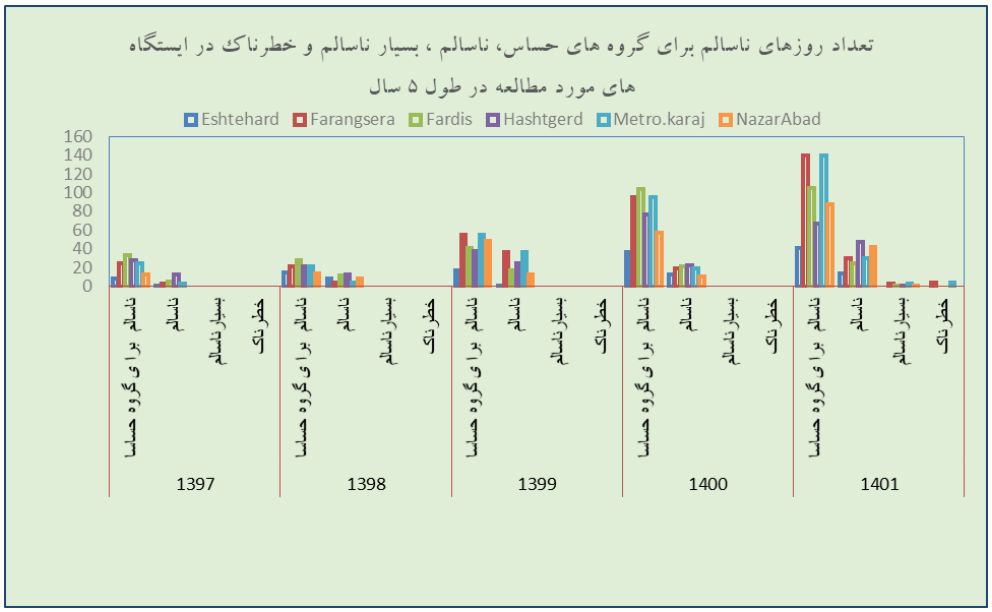


شکل ٤- روند تغییرات ذرات PM2.5 در فصل پاییز سال های ۱۳۹۷-۱۳۹۹ و ۱٤۰۱

پهنه بندی ذرات Pm2.5 در فصل زمستان در ۵ سال گذشته نشان می دهد که میزان پراکندگی غلظت ذرات از جهت غرب به شرق بیشتر بوده و این پراکنش بیشتر در محدوده مناطق شهری و سکونتگاهی مشاهده می شود.



شکل۵- روند تغییرات ذرات PM2.5 در فصل زمستان سال های ۱۳۹۷-۱۳۹۹ و ۱٤۰۱



نمودار ٦-تعداد روزهای ناسالم درطی دوره مورد مطالعه

با توجه به نمودار ۶ ، تعداد روزهای ناسالم در طی دوره زمانی مورد مطالعه در حال افزایش بوده به طوریکه بر اساس داده های امای اخذ شده از ایستگاه های مورد مطالعه در سال ۱۴۰۱ ، روزهای بسیار ناسالم و خطرناک نیزثبت شده است.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه ، ابتدا داده های غلظت روزانه پارامتر PM2.5 بر حسب میکرو گرم بر مترمکعب از ایستگاه های مورد مطالعه سطح استان استخراج شد و پس از صحت سنجی داده ها، با توجه به هدف مطالعه، میانگین فصلی داده ها در طول پنج سال مورد مطالعه (۱۳۹۷-۱۴۰۱) تهیه و نمودارهای روند تغییرات در طی زمان مورد مطالعه رسم گردید. سپس در محیط نرم افزار ARC GISپس از تحلیل و انتخاب روش درون یابی مناسب، روش دورن یابی براساس کمترین مجموع مربعات خط(RMSE) وبالاترین میزان همبستگی (R2)از میان روشهای درون یابی(انواع کریجینگ،RBF،Spline) روش (IDW) انتخاب و نقشه پهنه بندی ذرات در سطح استان(مناطق دشتی) بجز شهرستان طالقان تهیه شد.

با توجه به داده های اخذ شده از نمودارها، به طور کلی روند تغییرات غلظت ذرات در دوره زمانی مورد مطالعه، روند افزایشی داشته که غلظت ذرات در ایستگاه هشتگرد در فصل زمستان۱۳۹۸ و فصل بهار سال ۱۳۹۹ دارای تغییرات بیشتری بوده است.

با توجه به گلباد استان البرز جهت باد غالب غربی،شمال غربی و جهت غرب بوده و بیشترین سرعت های باد نیز از همین جهات وزش می یابد. که نقش بسزایی در جهت حرکت و انتقال ذرات در منطقه را دارد.

و از طرفی قرار گرفتن تالاب صالحیه و مناطق بیابانی خشک و بیابانی در غرب استان و واقع گردیدن اتوبان کرج قزوین در امتداد جهت باد غالب و نهایتا وجود مناطق صنعتی و مناطق شهری در پیرامون این راه های دسترسی که از منابع عمده تولید آلاینده ها بویزه ذرات معلق بوده لذا این جهت با د غالب باعث افزایش و پراکنش این ذرات و افزایش تراکم می شود.

براساس نقشه های پهنه بندی تهیه شده شواهد نشان از روند افرایشی میزان و گسترش توزیع ذرات در سطح استان می باشداین افزایش در فصول مختلف متفاوت بوده به طوری که در فصل سرد سال این مقدار کمتر و در فصل خشک روند افرایش داشته است.

دراین مطالعه بررسی ها نشان می دهد که روندتغییرات میزان غلظت پارامتر ذرات PM2.5 برحسب میکرو گرم بر مترمکعب بویژه در محدوده های شهری بویژه محدوده راههای اصلی اتوبان کرج قزوین و مناطق صنعتی روند افزایش داشته و این امر نشان می هد منشا اصلی ذرات در فصول زمستان ناشی از فعالیت های انسانی تردد ماشین آلات،فعالیت های صنعتی و ... می باشد..

موقعیت استان البرز از نظر جغرافیایی منطقه ای و همجواری پایتخت ودر مسیر شاهراه اصلی قرار دارد که وجود بزرگراه کرج قزوین .خط ریل سراسری ، خط متروی روی زمینی ، جاده قدیم کرج قزوین ، معادن شن وماسه واقع در تهراندشت کرج، وجود شهرک های صنعتی بهارستان، سیمین دشت، شهرک دارویی برکت، مناطق صنعتی علیخان سلطانی، شعرک صنعتی تخصصی ماموت، شهرکهای صنعتی نظرآباد و شهرک صنعتی هشتگرد، و واحدهای تولید آسفالت در فی مابین کرج و شهرهای ساوجبلاغ و نظرآباد و حاشیه اتوبان از جمله مراکز تاثیر گذار و انتشار ذرات گردو غبار بوده همچنین نباید خشکی تالاب صالحیه در تولید و انتشار با توجه به جهت باد غالب منطقه از غرب به شرق به سمت سکونتگاههای شهری بی تاثیر باشد.

براساس شاخص کیفیت هوا، سطح اهمیت بهداشتی در شش طبقه تقسیم بندی شده است که دامنه بالاتر از عدد ۱۰۰ از نظر سطح اهمیت بهداشتی ناسالم برای گروه حساس، ناسالم،بسیار ناسالم و خطرناک می باشد. با توجه به مطالعات انجام شده توسط خانم اعظم شاه بیک و همکاران در خصوص بررسی روندهای زمانی و مکانی تغییرات آلاینده های هوا در کلانشهر کرجدر بازه زمانی یک ساله(بهمن ماه ۱۳۹۹ الی بهمن ماه ۱۴۰۰)دریافتند آلایندههای ازن و PM۲,۵ به عنوان آلایندههای اصلی شهر کرج در فصول گرم و سرد سال به شمار میآیند و سایر آلایندهها به ندرت وضعیت شاخص کیفیت هوا را از حد مجاز فراتر میبرند.

بر اساس داده های بدست آمده نیز این موضوع مجدداً تایید گردیده و لذا افزایش غلظت میزان پارامتر ذراتPM۲,۵ در طی روند مورد مطالعه نشان می دهد که این پارامتر در ثبت تعداد روزهای ناسالم تاثیر داشته به طوریکه درتمامی ایستگاههای مورد مطالعه روند آن در سالههای ۱۴۰۰ و۱۴۰۱ افزایش چشم گیر داشته و تعداد روزهای ناسالم و حتی خطرناک ثبت گردیده است.

افزایش غلظت ذرات در طی ۵ سال گذشته و رشد چشم گیر آن در سال های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ و نیز ثبت روز های بسیار ناسالم و خطرناک آلودگی هوا در استان البرز ،شرایط زندگی برای افراد جامعه و همچنین موجودات زنده بویژه گیاهان و درختان سخت تر و احتمال از بین رفتن پوشش و فضای سبز شهری را افزایش می دهد.

با توجه به افزایش روند مهاجرت به این استان و افزایش میزان حمل و نقل جاده ای،قرارگیری در مسیر های راههای اصلی و در نتیجه انتشار سوخت های فسیلی، کاهش منابع آبی سطحی وخشک شدن تالاب صالحیه، افزایش میانگین غلظت ذرات در شهر کرج بویژه پیرامون تقاطع پل فردیس و پیرامون اتوبان کرج قزوین به وضوح قالب رویت است.بنابراین، منشأیابی وکنترل این ذرات برای حفظ سلامتی شهروندان وکاهش اثرات بهداشتی آلایندهها امری بسیار ضروری است. به دلیل اثرات زیانبار ذرات معلق برسلامت افراد جامعه بهخصوص کودکان و سالمندان، آموزش نحوه مواجهه مردم با پدیده آلودگی هوا، توسعه فضای سبزشهری، جلوگیری از تخریب منابع طبیعی، کنترل و نظارت دقیق بر مراکز معاینه فنی خودروها، رعایت استانداردهای زیست محیطی در

مدیریت حمل ونقل درونشهری و بهینه سازی سیستم حمل و نقل عمومی از جمله نوسازی ناگان دیزلی و تجهیز آن به فیلتر دوده، اعمال طرح های ترافیکی جهت محدود کردن تردد ناوگان دیزل در شهر در ساعات اوج غلظت ذرات معلق و تجهیز صنایع در محدوده شهر (کارخانه های تولید بتن و...) به تجهیزات پایش کیفیت هوا از مهمترین راهکارهای پیشنهادی برای کاهش آلودگی هواواثرات زیانبارآن می باشند.

منابع

1. Seinfeld, J. and Atmospheric Chemistry Pandis, S., 2008. and Physics. 1997. New York.
2. Ohadi, A.R., Habibian, M., Khorsandi, B., Ghasabzadeh, M., Fallah, N, Karaj air pollution emission inventory, Departement of environment, Iran..2019. In Persian.
3. Kermani, M., Jafari, A.J., Gholami, M., Fanaei, F. and Arfaeinia, H. Association between meteorological parameter and PM2. 5 concentration in Karaj, Iran. International Journal of Environmental Health Engineering, 9(1), p.4. 8.2020. In Persian.
4. Wafa Hamid and colleagues by evaluating the health effects caused by PM2.5 particles in the air of Karaj city from 2013 to 2014 (Quarterly Journal of Research in Environmental Health, fifth term, spring 2018. In Persian.
5. Pope III CA, Burnett RT, Thun MJ, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. Jama, 2002; 287(9): 1132-1141.
6. Halek F, Kianpour M, Pirmoradi A, Kavousi A, et al. Estimation of urban suspended particulate air pollution concentration. 2010; 6(33): 617-620. (In Persian)
7. Moeinaddini M. Spatial modelling of air pollutants emission from mobile sources in Karaj metropolis. Journal of Natural Environment. 2017;70(4): 935-947. (In Persian)
8. Sohrabinia M, Khorshiddoust AM. Application of satellite data and GIS in studying air pollutants in Tehran. HabitatInt. 2007; 31: 268-275. (In Persian).
9. Mohammad Naser, Mohsen HK, Ali K. Investigating the environmental effects of suspended particles and dust (aerosols) in the air. in The 14th Iranian Geophysical Conference. 2010; 141, In Persian
10. Gholampour A, Nabizadeh R, Hassanvand MS, et al. Investigation of the ambient particulate matter concentration changes and assessing its health impacts in Tabriz. Iranian Journal of Health and Environment. 2015; 7(4): 541-556. (In Persian).
11. Shahbazi H , Taghvaee S, Hosseini V, et al. A GIS based emission inventory development for Tehran. Urban Climate. 2016; 17: 216-229. (In Persian).
12. Gong DY, Ho CH, Chen D, et al. Characterizing spatial distribution and temporal variation of PM10 and PM2.5 mass concentrations in an urban area of Southwest China. Atmospheric Pollution Research. 2015; 6(5): 842-848.
13. Gietl JK, Klemm O. Analysis of traffic and meteorology on airborne particulate matter in Münster, Northwest Germany. Journal of the Air & Waste Management Association. 2009; 59(7): 809-818.
14. Rahimi M. Investigating the Air Pollution of Sanandaj with emphasis on temporal variation of PM10 concentration. Urban Ecology Research. 2015; 6(11): 99-116. (In Persian).
15. Azam Shahbeyk ,et al. by examining the temporal and spatial trends of changes in air pollutants in Karaj metropolis,Environment and Transsectoral Development Magazine(25-38). 2021. In Persian
16. Ali Sajjadi et al., Evaluation of deterministic methods and geostatistics in zoning the concentration of suspended particles (PM2.5 and PM10) in the GIS software environment, Sabzevar city case study, Environmental Science and Technology Quarterly, 2018. In Persian.
17. Behar, Rooh El-Amin et al. with the zoning of suspended particulate matter pollution using local statistical models in GIS environment for Tehran, Journal of Mapping Science and Technology, 1394-165-173.
18. Sahar Heidi Asl et al., Modeling the distribution of suspended particles in the air of Isfahan using IDW and Cokriging methods, Journal of Environmental Science and Technology, 187-200 of 1400. In Persian.

Investigating the average concentration of suspended particles .(PM2.5) in a period of 5 years (1397-1401) in Alborz province

Zabihallah Sharifi[1], Nafiseh Panahi[2], Zahra Keyvan[3]

1- Master's degree from Yazd University and environmental protection expert of Alborz province

2- A graduate of Tehran University and an environmental protection expert of Alborz province

3- Graduate of Yazd University and environmental protection expert of Alborz province

Abstract

Air pollution is one of the environmental crises of today's world and its causes are suspended particles, especially suspended particles less than 2.5 microns, which are caused by climate change, drought, lack of surface water resources, industrial activities, population increase, It is development. Based on the investigations carried out regarding the data recorded in the stations, out of 11 stations, only 6 stations have the necessary quantity and quality data in the studied time period. In this research, the average concentration of suspended particles is less than 2.5 microns in different seasons and during a period of 5 years (from 1397 to 1401) were investigated, firstly by extracting and obtaining data of suspended particles daily and monthly average of air pollution measurement stations studied in Alborz province from Environmental Protection Organization, as well as the amount of rainfall and the prevailing wind direction of the province from the meteorological stations of the province, after verification and calculation of the seasonal average in the Excel environment, the trends of changes in the studied time period are checked and then in the GIS software environment, the particle zoning map at the regional level The subject of study was prepared. Based on the investigations and the results, suspended particles can be mentioned as the main pollutants in the air pollution of Alborz province. Based on the resulting graphs, the average trend of changes of these particles in different seasons usually increases, with the largest increase It has been observed in the seasons of 1400 and 1401 and this increase in changes in the urban areas of the province, especially in the city of Karaj, shows the highest increase in the mean concentration in the pollutant measurement station of the Karaj Metro. Due to the climatic conditions, the lack of surface water resources (drying Salihiya Lagoon in the west of the province), drought, as well as the location of most of the towns and industrial areas in the south and west of the province and the existence of the Karaj-Qazvin highway alone act as an active source of particle pollutant production, as well as the Alborz mountain range in the north and East of the province, which is an obstacle to the transfer and movement of pollutants due to the prevailing wind blowing from the west to the east of the province, has caused an increase in the concentration of pollutants in the cities especially in the city of Karaj, and has also caused an increase in the number of unhealthy and very unhealthy days.

Keyword: Air pollution, average concentration of particles,trend change,