بررسی کمی غلظت ذرات $PM_{2.5}$ وPM_{10} در هوای اطراف کارخانه سیمان گالیکش و اثر عوامل جوی : تهیه ی نقشه های پراکنش ذرات با GIS

یوسف دادبان شهامت[۱،۲]، عبدالمحمود سقلی [۳] ، زهره مقیسه[۴]، مینا قهرچی[۵*]

[۱] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

[۲] مرکز تحقیقات بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

[۳] موسسه آموزش عالی لامعی گرگانی ، گرگان ، ایران

[۴] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی شوشتر، شوشتر، ایران

[۵*] گروه مهندسی بهداشت محیط ، دانشکده علوم پزشکی تربت جام ، تربت جام ، ایران

نویسنده مسئول : مینا قهرچی، m.ghahrechi69@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۰۰/۷/۳۰ تاریخ پذیرش نهایی:۰۰/۸/۳۰)

زمینه و هدف: صنایع سیمان از دیرباز به عنوان یکی از مهمترین منابع آلودگی محیط زیست مطرح هستند. از اینرو، پایش و کنترل آلودگی های زیست محیطی در این صنعت از اهمیت خاصی برخوردار است. ذرات موجود در هوای اطراف کارخانجات سیمان از مهمترین اثرات محیطی این صنعت می باشد.

مواد و روش ها: در این مطالعه، پس از شناسایی منطقه بر اساس نقشه های توپوگرافی از لحاظ نقاط شهری و روستایی و با توجه به داده های سازمان هواشناسی استان گلستان نسبت به تعیین ۲۰ ایستگاه در نقاط مختلف منطقه ی اطراف کارخانه سیمان اقدام گردید. نمونه برداری ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10} از ایستگاه ها بصورت ماهیانه از مهرماه ۱۳۹۹ تا فروردین ماه ۱۴۰۰ توسط دستگاه کیفیت سنج هوا بنتک مدل GM8803 صورت گرفت و داده های هواشناسی نیز از سایت سازمان هواشناسی در هنگام نمونه برداری استخراج گردید. سپس میانگین ماهیانه ذرات تعیین و با استانداردهای کشور مقایسه شد و در نرم افزار Arc GIS ver10.8 مدلسازی گردید.

یافته‌ها: : بر اساس نتایج بدست آمده، میانگین غلظت $PM_{2.5}$ و PM_{10} ، به ترتیب حدود ۲۸/۹۸ و ۷۰/۶۳ میکروگرم در متر مکعب سنجش شد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی، میانگین اکثر داده ها کمتر از حد استاندارد زیست محیطی بود، هرچند در بعضی از نمونه ها غلظت های سنجش شده بیش از حد استاندارد بود که علت آن وزش باد شدید بود. بررسی انجام شده در خصوص تاثیر پارامترهای هواشناسی بر انتشار آلودگی نشان داد که دما اثر عکس بر غلظت ذرات داشته، به طوری که در روزهای سرد و ابری شاهد افزایش غلظت ذرات بودیم.

کلید واژه ها: صنعت سیمان، گالیکش، ذرات، GIS، عوامل جوی

مقدمه :

آلودگی هوا یکی از مهم ترین معضلات زیست محیطی بوده که همواره تهدیدی جدی برای سلامت و بهداشت جامعه بوده است. صنعتی شدن، شهرسازی و رشد مداوم جمعیت، افزایش آلودگی هوا و محیط زیست را به دنبال داشته است(۱, ۲). تماس مزمن با آلاینده های هوا یک مشکل گسترده جهانی می باشد. سازمان جهانی بهداشت گزارش داد که سالانه بیش از ۲/۷ میلیون مرگ در رابطه با آلودگی هوا رخ می دهد(۳, ۴) . ذرات معلق، اصطلاح عمومی گرد و غبار موجود در هوا است و جزء مهم ترین آلاینده ها شناخته می شود که کیفیت هوای بسیاری از شهرهای جهان را تحت تاثیر قرار داده است (۵, ۶) . در مطالعات اپیدمیولوژیک پیشین، رابطه نزدیک ذرات معلق و شیوع مشکلات تنفسی، قلبی- عروقی، انواع سرطان و مرگ و میر مشخص شده و گزارش گردیده است که فضای شهر حاوی آلاینده های منابع ساکن و متحرک می باشد(۷) . از دیدگاه بهداشت عمومی ذرات معلق یکی از آلاینده های اصلی هوا می باشد. این ذرات می توانند در دو کلاس شامل ذرات درشت (PM≤10) و ذرات ریز(PM≤2/5) طبقه بندی گردند که $PM_{2.5}$ و PM_{10} به ترتیب، به ذرات معلق با قطر آئرودینامیکی کم‌تر از ۲/۵ و ۱۰ میکرون اطلاق می گردد(۸). تقریباً ۴۰ ٪ ذرات با اندازه بین ۱ـ۲ میکرون در برونش ها و کیسه های هوایی باقی می مانند(۹). بخش ذرات ریز دارای پتانسیل بالایی برای نفوذ به عمق سیستم تنفسی می باشد. مطالعات اپیدمیولوژی نشان داده که سالانه بیش از ۵۰۰۰ آمریکایی به دلیل بیماری هایی قلبی- عروقی مرتبط با PM≤2/5 می میرند(۱۰). هم چنین طی تحقیقاتی که سازمان بهداشت جهانی در شهرهای رم و گپنهاک انجام داده بود به این نتیجه رسیدکه افزایش هر $10\ \mu g/m^3$ در میزان غلظت $PM_{2.5}$ سبب افزایش ۱۲درصد بیماری های قلبی- عروقی و ۱۴ درصد سرطان ریه می‌شود(۱۱). ذرات معلق توسط باد منتقل می گردند و به وسیله حرکت توربولانت در اتمسفر پراکنده می گردند (۱۲).

صنایع سیمان به عنوان یکی از صنایع مهم آلاینده با تولید آلاینده های مختلف از جمله ذرات غبار که به طور معمول حاوی فلزات سنگین هستند، محسوب می شود. غلظت - های بالای گرد و غبار در هوای اطراف کارخانجات سیمان از جمله مهمترین اثرات محیطی صنعت سیمان می باشد که این غبار روزنه های گیاهان را می بندد، از گرده افشانی آنها جلوگیری میکند و فتوسنتز گیاهان را کاهش می دهد (۱۳). این صنعت از زمان های گذشته همواره موجب بروز مشکلات زیست محیطی شده است. اثرات کارخانجات سیمان بر محیط زیست به صورت منطقه ای است که اغلب تا فاصله چندین کیلومتر، اطراف را در بر می گیرد (۱۴) . فعالیت های صنعتی بخصوص کارخانجات سیمان بر روی جنگل های طبیعی باعث شده است که این جنگل ها حالت اولیه شان را از دست بدهند و این گونه ها با مرگ روبه رو شوند (۱۵).

از طرفی غبار تولیدی کارخانجات سیمان و انباشته شدن حجم زیادی از آن در محیط اطراف کارخانه، بر حسب جنس، اندازه ذرات و طول مدت استنشاق، عوارض و بیماری های مختلفی در انسان، حیوانات و گیاهان ایجاد می کند، به اشیاء و لوازم آسیب می رساند، موجب کاهش

میدان دید شده و همچنین اثر هم افزایی روی سایر آلاینده های هوا دارد. بنابراین، غبارگیری، علاوه برکنترل آلودگی هوا، از نظر بازیابی مواد خام اهمیت زیادی دارد (۱۶). عمده ترین آلاینده ناشی از کارخانه های سیمان گرد و غبار، ترکیبات کربندار و اکسیدهای گوگرد و ازت می باشند که از این بین ذرات گرد و غبار ($PM_{2.5}$ و PM_{10}) به دلیل تولید و انتشار بیشتر در محیط زیست از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند (۱۷).

طبق استاندارد هوای پاک، غلظت مجاز $PM_{2.5}$ و PM_{10} در مواجهه ی ۲۴ ساعت به ترتیب ۳۵ و ۱۵۰ میکرو گرم در متر مکعب اعلام شده است (۱۸). همچنین سازمان حفاظت محیط زیست با همکاری وزارت صنعت، معدن و تجارت حدود مجاز انتشار آلاینده ها از صنایع را تدوین و ابلاغ نمودند. طبق آخرین استانداردهای ابلاغ شده در سال ۱۳۹۷ ، غلظت مجاز انتشار ذرات در صنعت سیمان، ۱۰۰ میلی گرم در یک نرمال متر مکعب (درجه ۱) و ۱۳۰ میلی گرم در یک نرمال متر مکعب (درجه ۲) عنوان شده است. علت انتخاب واحد میلی گرم در یک نرمال متر مکعب (mg/Nm^3) در این استاندارد نرمال نمودن شرایط دما و فشار می باشد(۱۹).

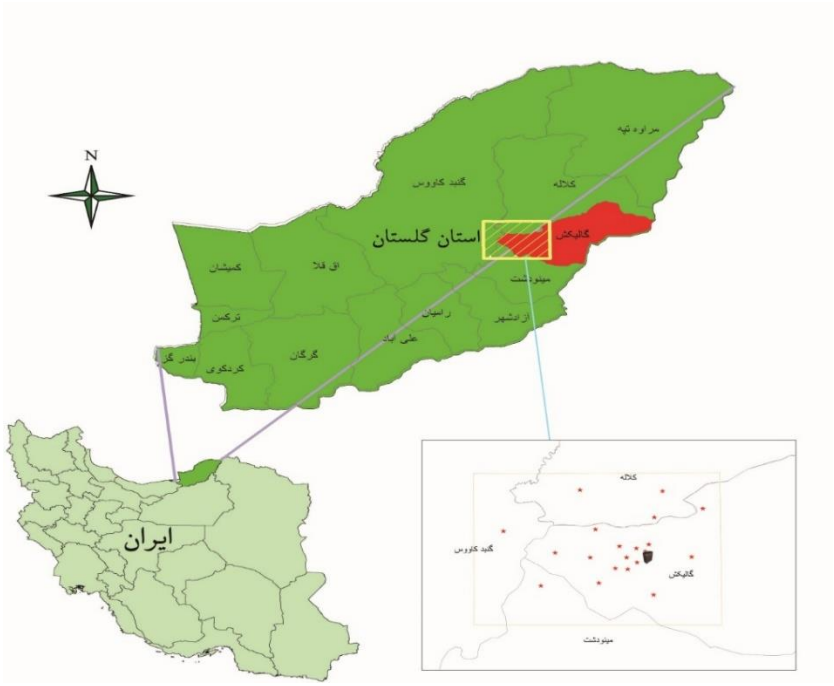
بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، در این مطالعه غلظت ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10} در شرایط مختلف جوی در اطراف کارخانه سیمان شهرستان گالیکش سنجش و با استانداردهای موجود مقایسه شد. و توسط نرم افزار GIS نقشه ی پراکنش این ذرات در منطقه ی مورد مطالعه تهیه شد.

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع مقطعی – تحلیلی می باشد که با هدف سنجش غلظت ذرات معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10}) در هوای اطراف کارخانه سیمان شهرستان گالیکش در فصول پاییز و زمستان سال ۱۳۹۹ انجام شد.

۲-۱ - منطقه ی مورد مطالعه

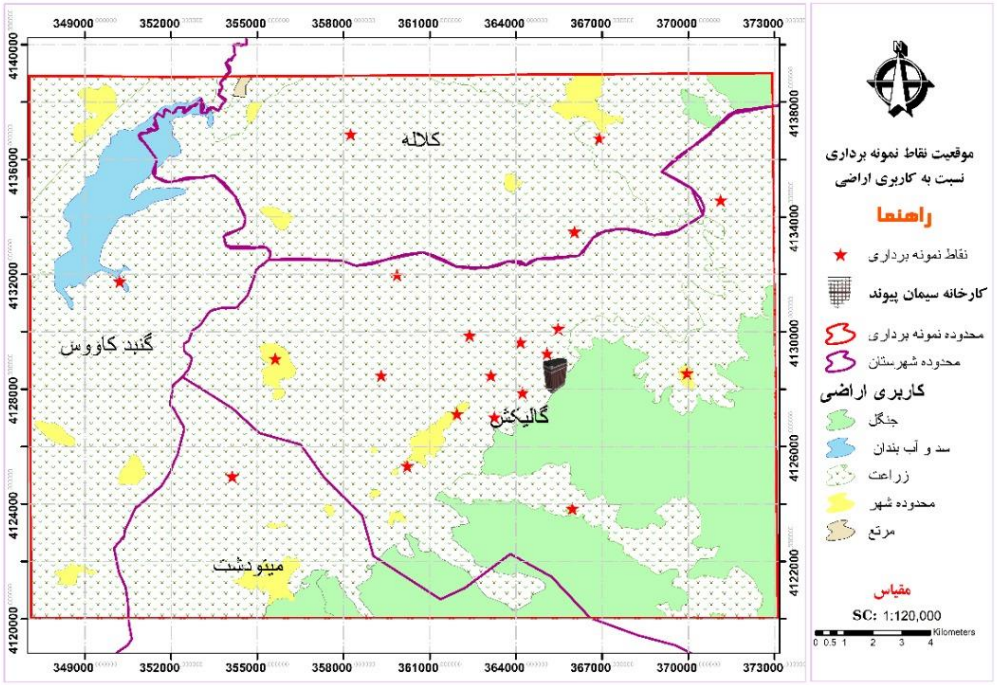
کارخانه ی تولید سیمان شهرستان گالیکش، در استان گلستان کیلومتر ۵ جاده گالیکش به مشهد در دامنه نیلکوه در جوار روستای تراجیق به مساحت ۷۳ هکتار واقع گردیده است. از نظر طبیعی و موقعیت جغرافیایی یکی از زیباترین کارخانجات سیمان کشور بوده و معادن و مواد اولیه آن شامل خاک رس و سنگ آهن از نیلکوه و دامنه آن تأمین و با ظرفیت تولید یک میلیون و پنجاه هزار تن سیمان در سال فعالیت می نماید. شکل ۱ موقعیت کارخانه ی تولید سیمان را نشان می دهد.



شکل ۱ – موقعیت کارخانه ی تولید سیمان گالیکش

۲-۲ - جامعه آماری

مناطق اطراف کارخانه سیمان به شعاع پانزده کیلومتر به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب گردید. پس از شناسایی منطقه بر اساس نقشه های توپوگرافی از لحاظ نقاط شهری و روستایی و با توجه به داده های سازمان هواشناسی استان گلستان نسبت به تعیین ۲۰ ایستگاه در نقاط مختلف منطقه ی اطراف کارخانه سیمان اقدام گردید. این مناطق شامل روستاهای تراجیق، کمال آباد، تلوستان، کریم آباد، سرچشمه، انتهای شهر گالیکش، ابتدای شهر گالیکش، پزشگیان، میرزاپانگ، پاسنگ بالا، گیلان تپه، اجن قره خوجه، کلاله، کنگور، عرب بوران، ینقاق، آبپران، کارخانه سیمان، سارجه کر و شرکت صحرا مینودشت می باشند. تعداد ۲۴۰ نمونه طی ۱۲ روز در ماه های مختلف از روستاهایی که در فاصله ی ۱۵کیلومتری از کارخانه قرار داشتند، جمع آوری شد و غلظت ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10} در نمونه ها سنجش شد. لازم به ذکر است در نمونه برداری جهت وزش باد غالب و شرایط جوی مختلف (ابری، آفتابی، آفتابی بعد از بارندگی و نیمه ابری) نیز مورد توجه قرار داده شد که در این راستا نمونه ها در نزدیک ترین منطقه مسکونی و در جهت وزش باد غالب برداشت شد. در شکل ۲ محدوده و نقاط نمونه برداری قابل مشاهده می باشد. همچنین جدول ۱ نام نقاط نمونه برداری را نشان می دهد.



شکل ۲. موقعیت نقاط نمونه برداری نسبت به اراضی شهرستان

بر اساس میانگین غلظت بدست آمده در طول شش ماه برای ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10} در نقاط مختلف نمونه برداری، نقشه های پهنه بندی توسط نرم افزار Arc GIS ver 10.3 ، با بهره گیری از روش درون یابی عکس فاصله وزنی (IDW) تهیه شد. این روش از مهم ترین روش های درون یابی است که در آن فرض بر این است که در یک سطح میان یابی، اثر پارامتر مورد بررسی بر نقاط اطراف یکسان نیست. به طوری که نقاط نزدیک بیشتر و نقاط دورتر کمتر تحت تأثیر قرار می گیرند و هر چه فاصله از مبدأ بیشتر شود، اثر پارامتر کمتر میشود (۲۰).

جهت تعیین ارتباط شرایط جوی با غلظت ذرات توسط آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) بررسی شد. همچنین، همبستگی داده های هواشناسی با غلظت ذرات (PM2.5 و PM10) موجود در هوای نقاط نمونه برداری، با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون بررسی شد.

جدول ۱ – نام نقاط نمونه برداری

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	شماره ایستگاه	نام ایستگاه	شماره ایستگاه	نام ایستگاه	شماره ایستگاه	نام ایستگاه
۱	تراجیق	۶	انتهای شهر گالیکش	۱۱	گیلان تپه	۱۶	ینقاق
۲	کمال آباد	۷	ابتدای شهر گالیکش	۱۲	اجن قره خوجه	۱۷	آبپران

۳	تلوستان	۸	پزشگیان	۱۳	کلاله	۱۸	کارخانه
۴	کریم آباد	۹	میرزاپانگ	۱۴	کنگور	۱۹	سارجه کر
۵	سرچشمه	۱۰	پاسنگ بالا	۱۵	عرب بوران	۲۰	شرکت صحرا

۲-۳- ابزار گرد آوری داده ها

نمودنه برداری از ذرات معلق در روستاهای اطراف کارخانه سیمان توسط دستگاه کیفیت سنج هوا بنتک مدل GM8803 انجام شد. کیفیت سنج هوای بنتک مدل یک آنالایزر پیشرفته هوای محیط و قابل حمل می باشد که به کمک آن می توان میزان ذرات معلق موجود در هوا را با دقت بالا اندازه گیری کرد و میزان کیفیت هوای محیط را تشخیص داد. از ویژگی های بارز این دستگاه مواردی همچون اندازه گیری سریع، روش های مختلف نمایش، نمایش مقادیر ماکسیمم و مینیمم، هشدار دهنده صوتی و نوری می باشد. شکل و مشخصات دستگاه کیفیت سنج هوا بنتک مدل GM8803 به ترتیب در شکل ۳ و جدول ۲ نشان داده شده است.

شکل ۳- تصویر دستگاه کیفیت سنج هوا بنتک مدل GM8803

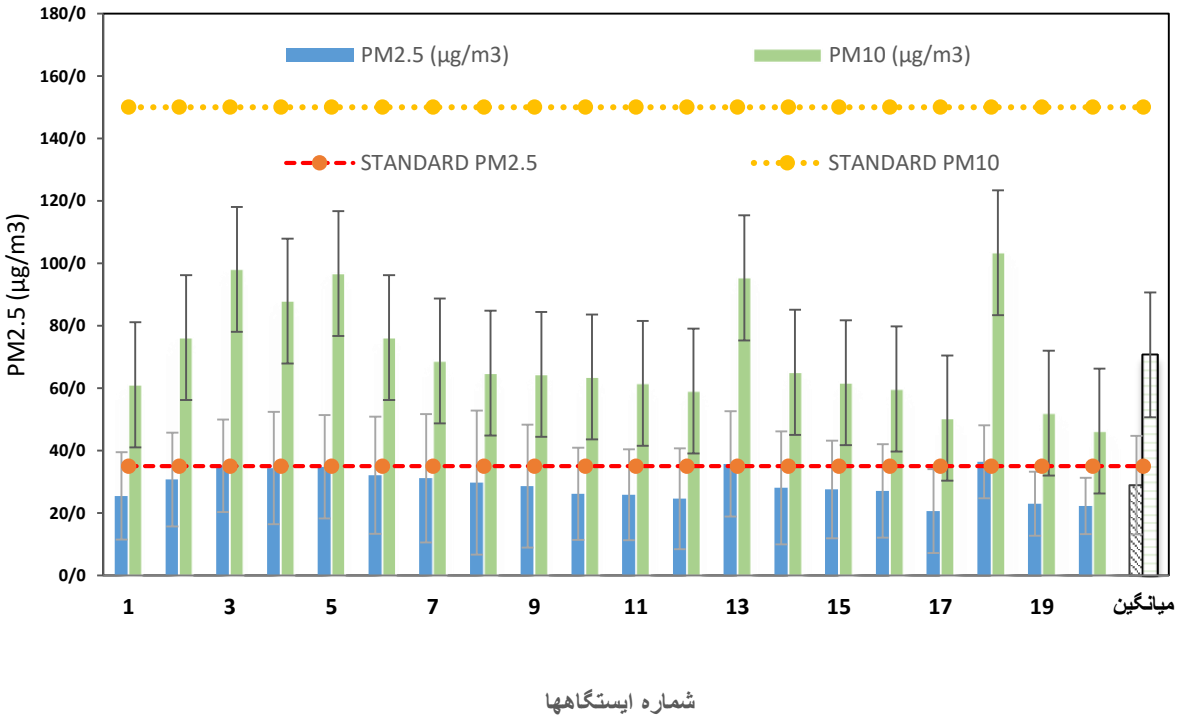
جدول ۲ - مشخصات دستگاه کیفیت سنج هوا بنتک مدل GM8803

ویژگی	توضیحات
مشخصه‌ی اصلی	کیفیت سنج هوای محیط
صفحه نمایشگر	دارد
ضد آب	خیر
سیستم خاموشی خودکار	بله
منبع تغذیه	آداپتور و باتری
بازه اندازه گیری	0-5000 $\mu g/m^3$
زمان پاسخگویی	کمتر از ۱۰ ثانیه
دمای کارکرد	۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد

بحث و نتیجه گیری

۱- اندازه گیری ذرات معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} در هوای مناطق اطراف کارخانه سیمان و روستاهای اطراف آن

شکل ۴، میانگین غلظت ذرات $PM_{2.5}$ ، PM_{10} و میزان استاندارد این ذرات را نشان می دهد. طبق نتایج، میانگین غلظت ذرات $PM_{2.5}$ همه ی ایستگاه ها به جز ایستگاه ۳، ۱۳ و ۱۸ کمتر از غلظت استاندارد یعنی ۳۵ میکرو گرم در متر مکعب می باشد که علت آن می تواند قرار گرفتن در حاشیه جنگل باشد. ماکسیمم و مینیمم غلظت موجود این ذرات به ترتیب در ایستگاه های ۱۸ و ۱۷ معادل ۳۶/۴ و ۲۰/۷ میکروگرم در مترمکعب سنجش شده است.



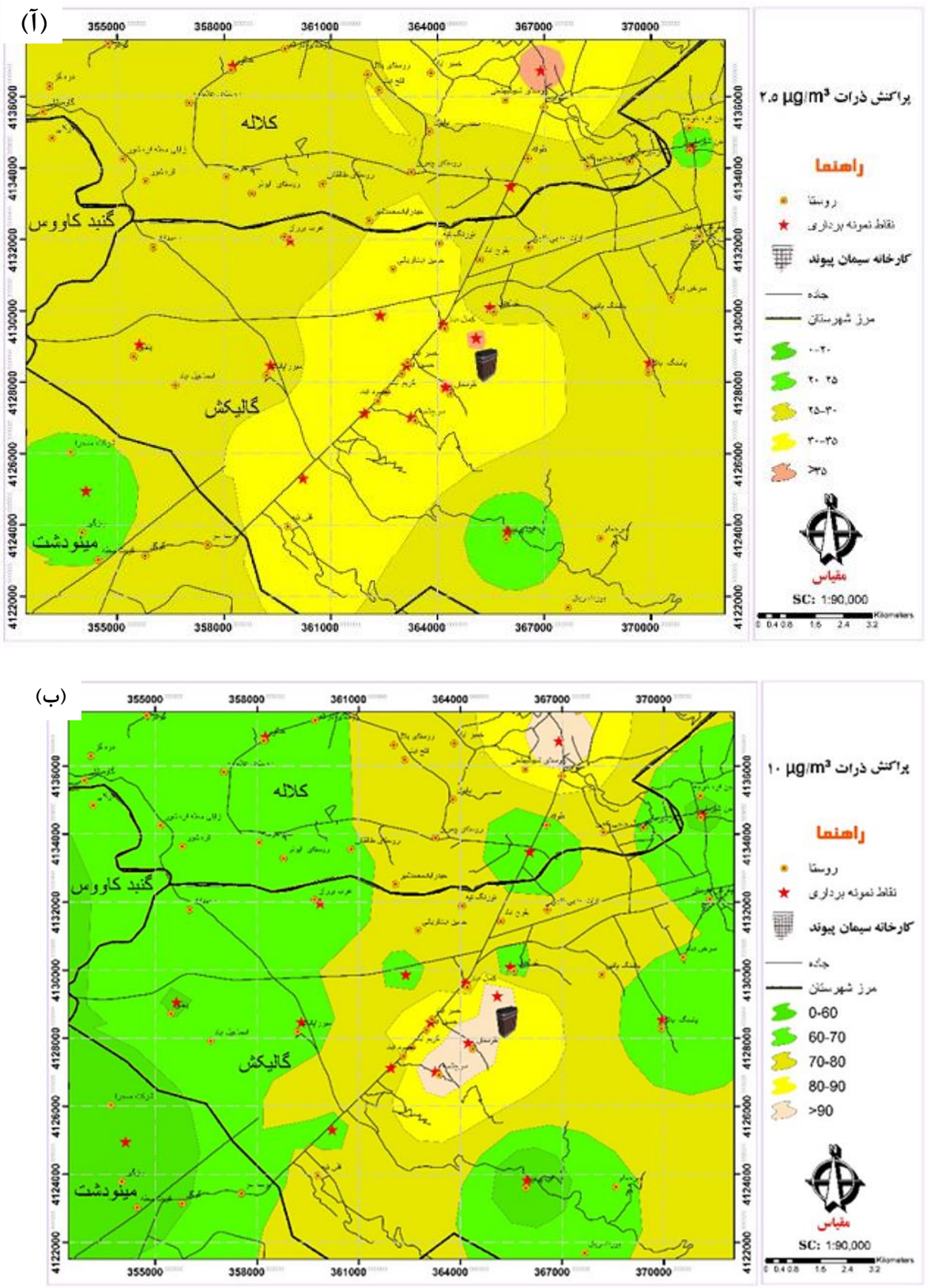
شکل ۴ - میانگین غلظت ذرات $PM_{2.5}$ ، PM_{10} و میزان استاندارد این ذرات در ایستگاه های مختلف

اما همانطور که مشاهده می گردد میانگین غلظت ذرات PM_{10} در تمامی ایستگاه ها کمتر از غلظت استاندارد می باشد و حداکثر و حداقل غلظت ذرات PM_{10} به ترتیب در ایستگاه های ۱۸ و ۲۰، معادل ۱۰۳/۴۱ و ۴۶/۲۷ میکروگرم در مترمکعب اندازه گیری شده است که موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، توپوگرافی آن و عوامل جوی می تواند در تغییرات غلظت موثر باشد. در مطالعه ای حضرتی و همکاران (۱۳۸۸ شمسی) غلظت گرد و غبار در کارخانه سیمان اردبیل را سنجش نمودند که در آن متوسط غلظت گرد و غبار قابل استنشاق و قابل تنفس برای نمونه های فردی به ترتیب معادل ۱۳ و ۵۸ میلی گرم بر متر مکعب و برای نمونه های محیطی

بـه ترتیب معادل ۲۷ و ۱۵۴ میلی گرم بر متر مکعب برآورد گردیده اسـت. آنها گزارش نمودند بطور متوسـط غلظت گرد و غبار در ۹۰ درصـد مونه های محیطی و بیش از ۸۰ درصـد نمونه های فردی، بیشـتر از مقادیر استاندارد ایران بوده است (۲۱).

ذرات کمتر از ۲/۵ میکرون دارای پتانسیل بالایی در نفوذ به اعماق ریه و اثرات تنفسـی و قلبی - عروقی می باشـند که از این جهت بسـیار حائز اهمیت می باشـند. در این راسـتا، وانگ و همکاران یک ارتباط آماری قابل توجهی بین غلظـت گرد و غبـار و میزان مرگ و میر به علت بیماری های قلبی- عروقی و تنفسـی در کره گزارش نمودند (۲۲). در مطالعه ای دیگر که توسـط بداق پور و همکاران (۱۳۸۸ شـمسـی) تحت عنوان بررسـی آلاینده های تولیدی صـنایع سـیمان در اطراف تهران و روشهای کنترل آلودگی انجام شـده اسـت، میزان غبار تولیدی از صـنایع سـیمان اطراف شـهر تهران پایین تر از حد مجاز اسـتاندارد گزارش شده است، اما میزان گازهای آلاینده را به مقدار جزئی بالاتر از اسـتاندارد اعلام نموده اسـت (۲۳) که با نتایج بدسـت آمده در این مطالعه همخوانی دارد. در مقایسه ای دیگر، حداکثر میانگین PM_{10} در این مطالعه کمتر از نتایج مطالعه احرامپوش و امینی پور در یزد با حـداکثر میزان ۴۳۱ میکروگرم در متر مکعب می باشـد (۲۴).

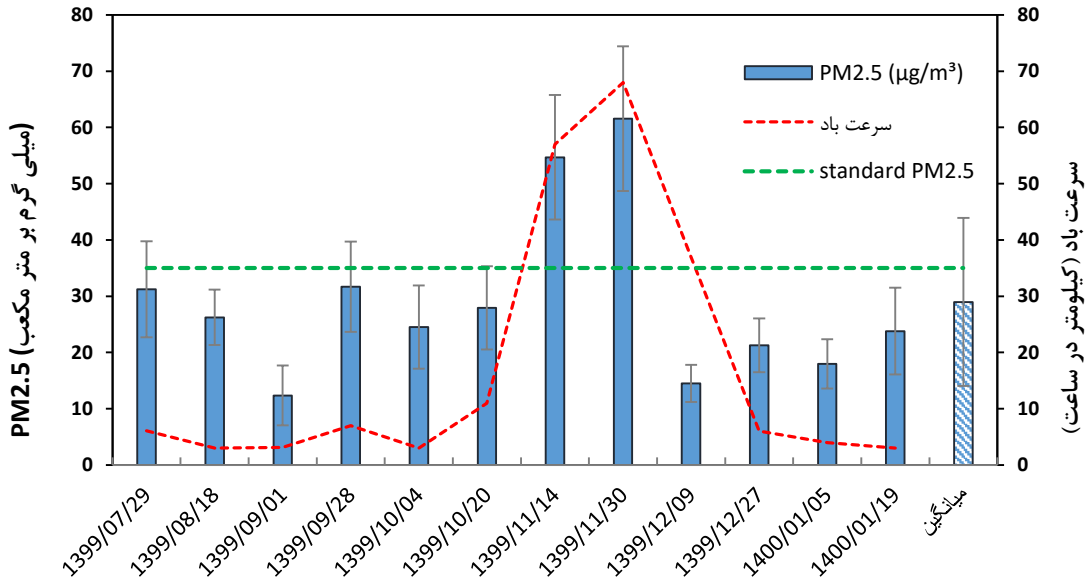
شـکل ۵ نقشـه پراکنش ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10} را در ایسـتگاه های مختلف اطراف کارخانه سـیمان نشـان می دهد. غلظت این ذرات در مناطق اطراف کارخانه بیشتر می باشـد. در مجموع، بیشـترین میانگین غلظت $PM_{2.5}$ و PM_{10} اندازه گیری شـده در ایسـتگاه ۱۸ حاصـل شـده اسـت کـه در مورد ذرات $PM_{2.5}$ این عـدد از میزان اسـتاندارد مواجهه روزانه با ذرات معلق رهنمودی توسـط WHO بیشـتر می باشـد، این در حالی که در مطالعه الماسی و همکاران بر روی ذرات گرد و غبار محیط اطراف کارخانه سـیمان سـامان کرمانشاه میانگین غلظت این دو آلاینده در تمامی ایسـتگاه ها از مقدار اسـتاندارد پایین تر بوده است (۲۵).



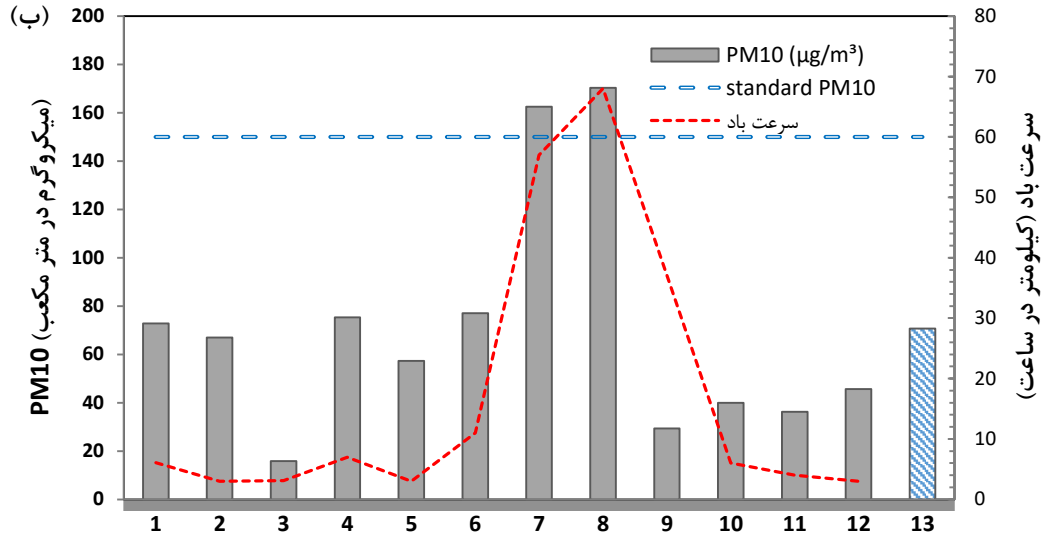
شکل ۵ – نقشه پراکنش ذرات $PM_{2.5}$ (آ) و PM_{10} (ب) در ایستگاه های مختلف اطراف کارخانه سیمان

۳-۲- انـدازه گیری میزان ذرات معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} و سـرعت باد در هوای مناطق اطراف کارخانه سـیمان و روستاهای اطراف آن

جهت دستیابی به این هدف، میانگین غلظت ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10} در تمـامی ایسـتگـاه هـا و در روزهای انتخابی محاسبه و سرعت باد نیز در این روزها اندازه گیری شد که نتایج بدسـت آمده در شـکل ۶ (آ و ب) نشـان داده شـده اسـت. با مشـاهده ی شـکل ۶ (آ) می توان دریافت که با افزایش سـرعـت بـاد میـانگین غلظـت ذرات $PM_{2.5}$ نیز افزایش یافته اسـت، به طوری که در روزهای چهاردهم و سـی ام بهمن ماه ۱۳۹۹ که سرعت باد حداکثر بوده است، میـانگین غلظت این آلاینده نیز حداکثر و به ترتیب حدود ۵۴/۷ و ۶۱/۶۵ میکروگرم در متر مکعب بدست آمده است.

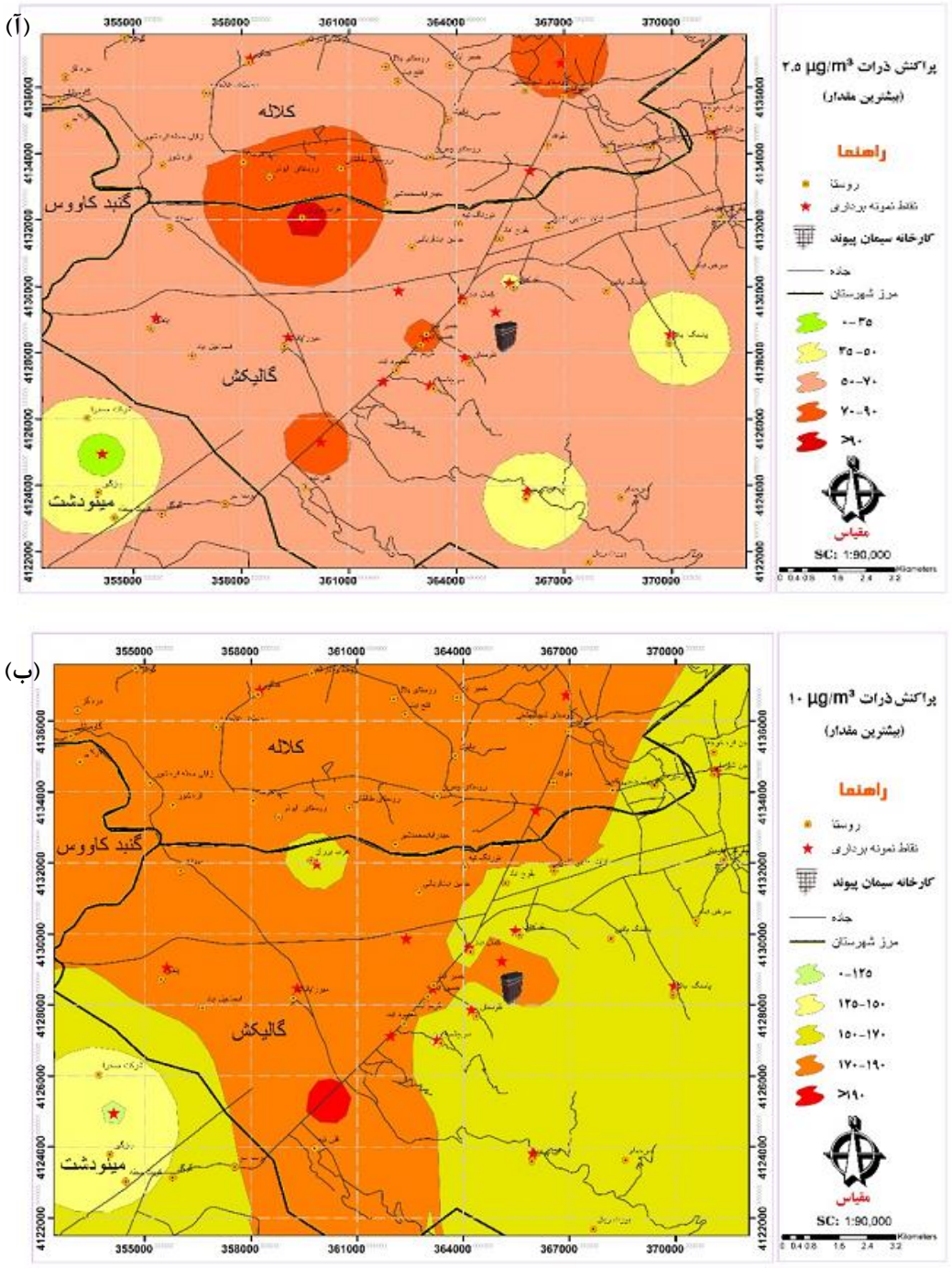


(آ)



شـکل ۶- میانگین غلظت ذرات $PM_{2.5}$ (آ) و PM_{10} (ب) و سـرعت باد در ایستگاه های تعیین شده در روزهای مختلف نمونه برداری

شـکل ۶ (ب)، میانگین غلظت ذرات PM_{10} را در روزهای انتخابی برای ذرات $PM_{2.5}$ و همچنین سرعت باد را نشان می دهد. با مشاهده ی نتایج می توان دریافت که میانگین غلظت این ذرات نیز، با افزایش سـرعت باد افزایش یافته است، به طوری که در روزهایی که سرعت باد حداکثر بوده اسـت، میـانگین غلظت این آلاینده نیز در حداکثر میزان خود و بیش از میزان اسـتاندارد قرار داشـته است. شکل ۷ (آ)، نقشـه پراکنش غلظت ذرات $PM_{2.5}$ را در روز بادی (سی ام بهمن ماه) نشان داده است که به طور کلی گویای غلظت های بالاتر این ذرات می باشـد، اما در ایستگاه های مینودشـت (۲۰) ، آبپران(۱۷) و پاسـنگ (۱۰) میانگین غلظـت $PM_{2.5}$ حداکثر و بیش از ۷۰ میکروگرم در متر مکعب می باشـد. با توجه به نتایج می تواند به اثر مثبت وزش بـاد در تعلیق ذرات پی برد. در مطـالعه ای مشـابه، بـاروتیان و همکاران با بررسـی غلظت ذرات ($PM_{2.5}$ و PM_{10}) در هوای اطراف کارخانه سـیمان کرمان گزارش نمودند میانگین غلظت ذرات در پایین دسـت جهت باد از میانگین سـالیانه WHO و نتایج حاصـل از این مطالعه بالاتر بوده اسـت (۲۶). شـکل ۷ (ب) نیز نقشـه پراکنش غلظـت ذرات PM_{10} را در روز بـادی نشـان می دهد که بیانگر غلظت های بالاتر ذرات PM_{10} در مناطق غربی می باشـد. با توجه به تراکم ذرات در اطراف کارخانه، وزش باد منجر بـه افزایش غلظت این ذرات در هوای مناطق اطراف کارخانه و در جهت وزش باد شده است. عامل وزش باد در مطالعات بسیاری مورد بررسی قرار گرفته است. در زاهدان عتـابی و همکاران آلاینده های موجود در هوا را در سـال ۲۰۱۶ میلادی ارزیابی نمودند. نتایج آنها نشـان داده که به طور کلی هوای شـهر زاهدان از لحاظ غلظت ذرات در اکثر مواقع در محدوده غیربهداشتی قرار داشته و در تابستان از شـدت بیشـتری برخوردار است. با توجه به موقعیت خاص شهرستان زاهدان و قرارگیری آن در مناطق بیابانی یکی از عوامل جدی بسیار مهم و تأثیرگذار در منطقه ، پدیده گرد و غبار اسـت که اثر مستقیم بر سلامت انسان داشته است. در اکثر ایام سـال در سیستان و بلوچستان باد می وزد، اما شـدت آن در تابستان، با توجه به وزش بادهای ۱۲۰ روزه در ماه های خرداد تا شـهریور بیشـتر بوده، بنابراین غلظت ذرات در این ایام بیشتر می باشد (۲۷).



شکل ۷ – پراکنش ذرات $PM_{2.5}$ (آ) و PM10 (ب) در روز بادی

۳-۳- انـدازه گـیری میزان ذرات معلق($PM_{2.5}$ و PM_{10})در هوای منـاطق اطراف کارخانه سـیمان و روسـتاهای اطراف آن در وضعیت های مختلف جوی شهرستان

میانگین غلظت ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10} در شرایط مختلف اتمسـفر (ابری، آفتابی، آفتابی بعد از بارندگی و نیمه ابری)

اندازه گیری و ارتباط شـرایط جوی با غلظت ذرات توسـط آنالیز واریانس یکطرفه بررسـی شـد که نتایج در جدول ۳ قابل مشاهده می باشد.

جدول ۳- جدول آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) برای تعیین ارتباط نوع وضعیت جوی بر مقدار ذرات

Maximum	Minimum	95% Confidence Interval for Mean		Std. Error	Std. Deviation	Mean	N		
		Upper Bound	Lower Bound						
94	38	67.5751	55.5249	2.87866	12.87378	61.55	20	Cloudy	PM2.5
71	4	28.6115	24.7218	0.98559	13.22305	26.667	180	Sunny	
22	8	16.0448	12.9552	0.73806	3.30072	14.5	20	Sunny After Rain	
49	20	35.2411	27.2589	1.90688	8.52782	31.25	20	partly cloudy	
94	4	30.9982	26.8852	1.04394	16.1726	28.942	240	Total	
194	124	178.3192	162.2808	3.83138	17.13445	170.3	20	Cloudy	PM10
210	4	70.9247	56.8087	3.57674	47.98701	63.867	180	Sunny	
42	14	33.0964	25.5036	1.81384	8.11172	29.3	20	Sunny After Rain	
154	35	89.5841	55.9159	8.04294	35.9691	72.75	20	partly cloudy	
210	4	77.4023	63.7894	3.45516	53.52713	70.596	240	Total	

طبق نتایج بدسـت آمده در جدول، تغییرات غلظت ذرات $PM_{2.5}$ بـه ترتیـب در روزهای ابری، نیمه ابری، آفتابی و آفتابی بعد از باران از بیشـتر به کمتر می باشـد. همچنین، در خصـوص ذرات PM_{10}، نتایج مشابه بدست آمده است. بر اساس نتایج بدست آمده مطالعات، اینورژن حرارتی و به دام افتادن ذرات، تشـکیل آئروسـل های ثانویه و اسـتفاده بیشـتر از سـوخت های فسـیلی می توانند از دلایل این افزایش غلظت ذرات در روزهای سـردتر که شرایط ابری و نیمه ابری حاکم اسـت، باشـند. نتایج پژوهشی که در شهر تیانجین چین توسـط Jinxia Gu و همکاران (۲۰۱۰ میلادی) انجام شـده نیز نشان می دهد که غلظت ذرات در روزهای سـردتر بیشـتر بوده اسـت، به طوریکه حداکثر غلظـت $PM_{2.5}$ و PM_{10} در روزهای زمسـتانی و معادل ۲۹۶/۸ و ۴۶۲/۳ میکروگرم درمترمکعب بدسـت آمده که بسیار بالاتر از مقادیر استاندارد USEPA می باشد (۲۸).

جدول ۴، همبسـتگی داده های هواشناسی با مقادیر ذرات ($PM_{2.5}$ و PM_{10}) را با اسـتفاده از آزمون همبسـتگی پیرسون نشان می دهد. براساس نتایج بدست آمده در این جدول می توان موارد زیر را اسـتنباط نمود که بین میزان غلظت $PM_{2.5}$ و دما همبستگی وجود دارد و جهت رابطه بین میزان غلظت $PM_{2.5}$ و دما منفی و شدت همبستگی به دسـت آمده معکوس اسـت (P =-۰/۱۶۷ و n =۲۴۰ و r =۰/۰۰۹) و بین میزان غلظـت $PM_{2.5}$ و شـدت بـاد همبسـتگی وجود دارد و جهـت رابطـه بین میزان غلظت $PM_{2.5}$ و باد مثبت و شـدت همبسـتگی به دسـت آمده مسـتقیم می باشـد (P = ۰/۶۹۵ و n =۲۴۰ و r = ۰). همچنین بین مقـادیرغلظـت $PM_{2.5}$ و غلظـت PM_{10} همبسـتگی وجود دارد و جهـت رابطـه بین میزان غلظت $PM_{2.5}$ و غلظت PM_{10} مثبت و شـدت همبسـتگی به دست آمده مستقیم می باشد (P = ۰/۹۳۲ و n =۲۴۰ و r = ۰). اسـتنبـاط دیگر این اسـت که بین میزان غلظت PM_{10} و دما همبسـتگی وجود دارد و جهت رابطه بین میزان غلظت PM_{10} و دما منفی و شدت همبستگی به دسـت آمده معکوس اسـت (P =-۰/۲۱۶ و n =۲۴۰ و r =۰/۰۰۱).

آزمون همبسـتگی پیرسون نشان داد که بین میزان غلظت PM_{10} و بـاد همبسـتگی وجود دارد و جهت رابطه بین میزان غلظت PM_{10} و باد مثبت و شـدت همبسـتگی به دست آمده مستقیم می باشد (P = ۰/۷۰۰ و n=۲۴۰ و r = ۰)

جدول ۴ – جدول همبستگی (ارتباط) داده های هواشناسی با مقادیر ذرات

Correlations

wind	temperature	PM10	PM2.5		
.695**	-.167**	.932**	1	Pearson Correlation	PM2.5
0	0.009	0		Sig. (2-tailed)	
240	240	240	240	N	
.700**	-.216**	1	.932**	Pearson Correlation	PM10
0	0.001		0	Sig. (2-tailed)	
240	240	240	240	N	
-0.056	1	-.216**	-.167**	Pearson Correlation	temperature
0.387		0.001	0.009	Sig. (2-tailed)	
240	240	240	240	N	
1	-0.056	.700**	.695**	Pearson Correlation	wind
	0.387	0	0	Sig. (2-tailed)	
240	240	240	240	N	

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

در بررسی هایی که در شهرهای مختلف انجام شده است مشخص می شود که تغییرات غلظت آلاینده ها متأثر از تغییرات دما نیز می باشد. در شهر گرگان که از شهرهای شمالی کشور می باشد، آب و هوای معتدل حاکم است، هرچند که تابستان های گرم و شرجی دارد. در فصل پاییز و زمستان با کاهش دما، استفاده از خودروها و همچنین مصارف سوخت های فسیلی برای مقاصد گرمایشی بیشتر از سایر ماه ها می باشد. از طرفی در این فصول پدیده اینورژن حرارتی نیز رخ می دهد که باعث به دام افتادن ذرات در لایه ی پایین تر شده و ممکن است دلیل افزایش غلظت این آلاینده ها باشد. این تحقیق با هدف اندازه گیری غلظت ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10} در هوای اطراف کارخانه سیمان پیوند گالیکش انجام شد. نتایج نشان داد که غلظت آلاینده ها در نقاط مختلف هوای اطراف کارخانه سیمان پیوند گالیکش متفاوت بوده و میانگین ماهانه غلظت آلاینده ها در فصول مختلف سال نیز متغیر می باشد، به طوریکه حداکثر غلظت ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10} مربوط به بهمن ماه در زمان باد شدید فصلی شهرستان و کمترین غلظت آنها متعلق به پایان آذر ماه می باشد. میانگین سالانه ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10} از استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست کمتر بود، ولی غلظت ذرات $PM_{2.5}$ و PM_{10}، بخصوص در ماه بهمن از میزان استاندارد بیشتر سنجش شد. نتایج بدست آمده در این مطالعه نشان دهنده ی اثر منفی دما بر غلظت ذرات بود. به طوری که در روزهای سردتر غلظت ذرات موجود در هوا افزایش یافته بود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از نتایج پایان نامه کارشناسی ارشد با کد طرح ۱۱۲۳۶۸ در موسسه آموزش عالی لامعی گرگانی می باشد که نویسندگان از حمایت مالی این مجتمع قدردانی می نمایند.

تعارض منافع

همچنین نویسندگان این مقاله اظهار می دارند، هیچگونه تعارض منافعی وجود ندارد.

References

1. Perez P, Reyes JJAe. An integrated neural network model for PM10 forecasting. 2006;40(16):2845-51.

2. velayatzadeh m, shahri e. The Study of PM2.5 and PM10 Particulate Matter Concentration in the Ambient Air Pollution of Khash Cement Company (Sistan and Balouchestan Province). Paramedical Sciences and Military Health. 2020;15(2):37-46.

3. Nourmoradi H, Goudarzi G, Daryanoosh SM, Omidi-Khaniabadi F, Jourvand M, Omidi-Khaniabadi YJJobrims. Health impacts of particulate matter in air using AirQ model in Khorramabad city, Iran. 2015;2(2):44-52.

4. Daryanoosh SM, Goudarzi G, Khaniabadi YO, Armin H, Bassiri H, Khaniabadi FOJIJoH, Safety, et al. Effect of exposure to PM10 on cardiovascular diseases hospitalizations in Ahvaz, Khorramabad and Ilam, Iran during 2014. 2016;3(1):428-33.

5. Taiwo AM, Harrison RM, Shi ZJAe. A review of receptor modelling of industrially emitted particulate matter. 2014;97:109-20.

6. N, Heshmat, Omidi Khaniabadi Y, Goudarzi G, Jourvavd M, Nikmehr K. Investigation on the Dust Dispersion (PM10 and PM2.5) by Doroud Cement Plant and Study of Its Individual Exposure Rates. journal of ilam university of medical sciences. 2016;24(1):64-75.

7. Khani MR, Dadban Shahamat Y, Shahidi Z, Kor YJJohric. Monitoring and Modeling of the Concentration and Quality Index of Dust Particles in the Air of Gorgan City in 1396. 2019;5(1):79-94.

8. Sajjadi SA, Delsouz M, Zolfaghari G, Mir Mohammadi M, Adab HJJoES, Technology. Evaluatin of Deterministic and Geostatistics Methods for Particulate Matter Concentration (PM2. 5 and PM10) Zoning Using GIS: case study, Sabzevar City. 2019;21(10):1-13.

9. Alm S, Jantunen MJ, Vartiainen MJJoES, Epidemiology E. Urban commuter exposure to particle matter and carbon monoxide inside an automobile. 1999;9(3):237-44.

10. Goudarzi G, Rashidi R, Keishams F, Moradi M, Sadeghi S, Masihpour F, et al. An assessment on dispersion of carbon monoxide from a cement factory. 2017.

11. Abril GA, Wannaz ED, Mateos AC, Pignata MLJAE. Biomonitoring of airborne particulate matter emitted from a cement plant and comparison with dispersion modelling results. 2014;82:154-63.

12. Yazdanparast T, Salehpour S, Masjedi MR, Azin SA, Seyedmehdi SM, Boyes E, et al. Air pollution: the knowledge and ideas of students in Tehran-Iran, and a comparison with other countries. 2013:487-93.

13. Işıklı B, Demir TA, Akar T, Berber A, Ürer SM, Kalyoncu C, et al. Cadmium exposure from the cement dust emissions: a field study in a rural residence. 2006;63(9):1546-52.

14. Naddafi K, Ahrampush M, Jafari V, Yonesyan MJUoMSHSoS, s martyr of Yazd. Investigation of total suspended particles and its ingredients in the central area of Yazd. 2008;16(4):25-21.

15. Ade-Ademilua O, Umebese C. The growth of Phaseolus vulgaris L. cv. Ife Brown (Leguminosae) in a cement site rich in heavy metals. 2007.

16. Khaniabadi YO, Sicard P, Taiwo AM, De Marco A, Esmaeili S, Rashidi RJJoECE. Modeling of particulate matter dispersion from a cement plant: upwind-downwind case study. 2018;6(2):3104-10.

17. Sowunmi KO. The Physiological and Microbiological Characteristics of Cement Dust Polluted Soil Around Cement Industry. 2021.

18. Ghahrchi M, Bazrafshan E, Kor Y, Khani M, Sarmadi M, Shahamat YJIJoEHE. Investigation variations of particulate matter and volatile organic compounds concentration in gorgan city and the effect of atmospheric factors in emission these pollutants: Estimation of spatial distribution of air quality index by GIS. 2020;9(1).

19. Ahmadi Asour A, Pouransari M, Mohammadyan M, Fasih Ramandi F, Hokmabadi R, Akrami R, et al. Risk Assessment of Occupational Exposure to Cement Respirable Particles and Crystalline Silica in a Cement Factory. 2021;12(4):10-17.

20. Dadban Shahamat Y, Mohammadi H, Sangbari N, Roshandel G, Ghahrchi M. Investigation of Pb and Cd concentrations in drinking water samples of Gorgan water supply network: preparation of zoning maps by geographic information system. Iranian Journal of Health and Environment. 2022;15(1):181-92.

21. Hazrati SJJAUoMS. rezazadeh azari m, sadeghi h, Evaluation of Cement dust in workplace air Ardabil. 2009;9(4):292-98.

22. Wang C, Tu Y, Yu Z, Lu RJIjoer, health p. PM2. 5 and cardiovascular diseases in the elderly: an overview. 2015;12(7):8187-97.

23. Boudaghpour S, Jadidi AJIJoPS. Investigation of the effect of outlet pollutants of cement production industries around Tehran and approaches to control and eliminate pollutants. 2009;4(9):486-95.

24. Ehrampoosh M, Aminipoor MJJoSSUoMS, Services H. Determin of some pollutant in Yazd city. 1999;7:27-32.

25. Almasi A, Moradi M, Sharafi K, Abbasi SJJoH. Seasonal variation in air quality of Kermanshah city in terms of PM10 Concentration over a four-year period (2008-2011). 2014;5(2):149-58.

26. Baroutian S, Mohebbi A, Goharrizi ASJJohm. Measuring and modeling particulate dispersion: A case study of Kerman Cement Plant. 2006;136(3):468-74.

27. Atabi F, Erfani M, Bazrafshan EJJoES, Technology. Assessment of air pollutants and determination of air quality index in Zahedan. 2016;18(3):485-500.

28. Gu J, Bai Z, Liu A, Wu L, Xie Y, Li W, et al. Characterization of atmospheric organic carbon and element carbon of PM2. 5 and PM10 at Tianjin, China. 2010;10(2):167-76.

Journal of Student Research Committee
Sabzevar University of Medical Sciences

Prevalence of medication errors in nursing and emergency medical students of Qaen School of Nursing and Midwifery

Yousef Dadban Shahamat [1,2], Abdolmahmoud saghali [3], Zohreh Moghiseh[4], Mina Ghahrchi[5*]

1 Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran

2 Environmental Health Research Center, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Golestan, Iran

3 Lamei Gorgani Institute of Higher Education, Gorgan, Iran

4 Department of Environmental Health Engineering, Shoushtar Faculty of Medical Sciences, Khuzestan, Iran

5* Department of Environmental Health Engineering, Torbat Jam Faculty of Medical Sciences, Torbat Jam, Iran

*Corresponding author: **Mina Ghahrchi,** m.ghahrechi69@gmail.com

Mahdihadi97@yahoo.com

(Received:october 21, 2021 Accepted:November 21, 2021)

Abstract

Abstract

The cement industry has long been one of the most important environmental pollutants. For this reason, monitoring and control of environmental pollution in this industry is of particular importance. Particles in the air around cement factories are one of the most important environmental effects of this industry. In this study, after identifying the area based on topographic maps in terms of urban and rural areas and according to the data of the Meteorological Organization of Golestan Province, 20 stations were determined in different parts of the area around the cement factory. Sampling of $PM_{2.5}$ and PM_{10} particles from stations was performed monthly from October 2020 to April 2021 by Bentek air quality meter and meteorological data were extracted from the web of the Meteorological Organization in during sampling. Then the monthly mean of particles was determined and compared with the standards of the country and zoned in Arc GIS ver10.8 software. Based on the results, the mean concentrations of $PM_{2.5}$ and PM_{10} were about 28.98 and 70.63 µg/m^3, respectively. In general, the average of most data was below the environmental standard, although in some samples the measured concentrations were above the standard due to strong winds. The study of the effect of meteorological parameters on the emission of pollution showed that temperature had the opposite effect on the concentration of particles, so that on cold and cloudy days we saw an increase in the concentration of particles.

Keywords: Cement industry, Galikesh, particles, GIS, atmospheric factors