Journal of Health

Vol. 14, No. 1, Spring 2023, Pages 22-32

Investigating the Concentration of Suspended Particles ($PM_{2.5}$, PM_{10}) and Assessing the Risk of Silica Dust around the Tile and Ceramic Factory

Taghizadeh AA[1], Gholami A[2], Khosravi R*[3]

1. MSc Student Research Committee, BirjandUniversity of Medical Sciences, Birjand, Iran
2. Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Social Determinants of Health Research Center, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran
3. Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Social Determinants of Health Research Center, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran

**** Corresponding author.*** Tel: +985632391658, Fax: +985632048321, E-mail: khosravi.r89@gmail.com

Received: Nov 17, 2022 Accepted: Jan 23, 2023

ABSTRACT

Background & objectives: Industrial air pollution is one of the most important environmental problems, and various industries are essential sources of air pollutants. This study aims to investigate the concentration of suspended particles ($PM_{2.5}$, PM_{10}) and assess the risk of silica dust around the tile and ceramics factory.

Methods: This study was conducted around a tile factory, where 48 environmental samples were collected. The NIOSH method 7601 was used to collect these samples with SKC individual sampling pumps. They were taken at a distance of 1.5 meters from the ground, using a TES-5200 Particle Mass Counter from Taiwan. The samples were analyzed in the laboratory by a DR6000UV-VIS spectrophotometer. The Environmental Protection Agency (EPA) method was employed to evaluate the health or non-carcinogenic risk. The risk of death due to lung cancer was assessed using the linear regression method of Rice et al.

Results: This study found that the highest average concentrations of $PM_{2.5}$, PM_{10}, and silica were 0.013, 0.206, and 0.285 mg/m3, respectively. The hazard quotient was calculated to be below one at all environmental stations, indicating a low risk. The study estimated 0.69 deaths per thousand people due to lung cancer.

Conclusion: At some of the environmental stations in the factory area, the level of suspended particles and silica exceeds the permitted limit. To stay safe, it is advised for everyone to take personal precautions when in or around the factory.

Keywords: Suspended Particles; Risk Assessment; Silica; Ceramic Tiles

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]

[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.2.7]

[DOI: 10.61186/j.health.14.1.22]

بررسی میزان ذرات معلق ($PM_{2.5}$، PM_{10}) و ارزیابی ریسک گرد و غبار سیلیس در اطراف کارخانه کاشی و سرامیک

علی اکبر تقی زاده [۱]، عبدالله غلامی [۲]، رسول خسروی [۳]*

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، کمیته تحقیقات دانشجویی،دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بیرجند، بیرجند، ایران

۲. گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر برسلامت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بیرجند، بیرجند، ایران

۳. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر برسلامت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بیرجند، بیرجند، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۵۶۳۲۳۹۱۶۵۸ فکس: ۰۵۶۳۲۰۴۸۳۲۱ ایمیل: khosravi.r89@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی هوای صنایع یکی از مهمترین معضلات زیست محیطی بوده و صنایع مختلف از منابع مهم آلاینده‌های هوا می‌باشند؛ لذا این مطالعه با هدف بررسی میزان ذرات معلق (PM_{10} ،$PM_{2.5}$) وارزیابی ریسک گرد و غبار سیلیس در اطراف کارخانه کاشی و سرامیک انجام شد.

روش کار: در این مطالعه مقطعی که در اطراف یک کارخانه کاشی انجام شد، در مجموع ۴۸ نمونه محیطی گرفته شد. نمونه های گرفته شده مطابق با روش NIOSH ۷۶۰۱ با استفاده از پمپ‌های نمونه برداری فردی SKC و در فاصله ۱/۵ متری از زمین انجام شد و برای سنجش ذرات از دستگاه Particle Mass Counter مدلTES-5200 ساخت کشور تایوان استفاده گردید. آنالیز نمونه ها در آزمایشگاه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر DR6000UV-VIS انجام گرفت. جهت ارزیابی ریسک بهداشتی یا غیرسرطانزایی از روش سازمان حفاظت محیط زیست (EPA) و ارزیابی ریسک موارد مرگ و میر بر اثر سرطان ریه از روش رگرسیون خطی رایس و همکاران استفاده شد.

یافته ها: نتایج مطالعه حاضر نشان داد بالاترین میانگین غلظت $PM_{2.5}$، PM_{10} و سیلیس به ترتیب برابر mg/m^3 ۰/۰۱۳، ۰/۲۰۶ و ۰/۲۸۵ بود. شاخص خطر در تمام ایستگاه های محیطی کمتر از یک برآورد گردید. محدوده موارد تخمینی مرگ و میر براثر سرطان ریه نیز در این مطالعه برابر ۶۹-۰ مرگ در هر هزار نفر بود.

نتیجه گیری: میانگین ذرات معلق و سیلیس در برخی از ایستگاه های محیطی که در محوطه کارخانه قرار گرفتند بیشتر از حد مجاز برآورد گردید. لذا توصیه می گردد کلیه افراد رعایت حفاظت فردی را در محوطه و پیرامون کارخانه داشته باشند.

واژه های کلیدی: ذرات معلق، ارزیابی ریسک، سیلیس، کاشی و سرامیک

دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۶ **پذیرش:** ۱۴۰۱/۱۱/۳

مقدمه

یکی از مهمترین معضلات زیست محیطی که بسیاری از کشورهای جهان با آن روبرو هستند، معضل آلودگی هوا می‌باشد. آلودگی هوا به دلیل ایجاد آثار نامطلوب بر سلامت بشر، یکی از مهمترین نگرانی‌های بهداشتی است (۱). مطالعات متعدد اپیدمیولوژیک ارتباط بین

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.2.7]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.22]

مواجهه با ذرات معلق و بروز عوارض حاد و مزمن تنفسی، سرطان ریه و بیماری‌های قلبی- عروقی را نشان داده اند (۲). ذرات معلق اصطلاح عمومی گرد و غبار موجود در هوا است. این ذرات می‌توانند در دو کلاس شامل ذرات درشت ($PM\leq۱۰$)[1] و ذرات ریز ($PM\leq۲/۵$) طبقه‌بندی گردند (۳). ذرات $PM_{2.5}$[2] و PM_{10}[3] در دسته ذرات قابل استنشاق قرار می‌گیرند، چرا که این ذرات قادرند به قسمت‌های عمقی ریه نفوذ کرده و اثرات نامطلوبی بر سلامتی انسان داشته باشند (٤). مطالعات اپیدمیولوژی نشان می‌دهد سالانه بیش از ۵۰۰۰ آمریکایی به دلیل بیماری‌های قلبی عروقی مرتبط با $PM\leq۲/۵$ می‌میرند (۵). از طرفی ۱۵/۵ درصد (۱/۷ میلیون) از کل علت‌های مرگ را در چین در سال ۲۰۱۵ ذرات معلق ریز شامل شده است (۶). حد مجاز مواجهه با ذرات معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} بر طبق رهنمود WHO به ترتیب برابر ۲۵ و ۵۰ میکروگرم بر مترمکعب می‌باشد (۳). سیلیس کریستالی یکی از متداول‌ترین آلاینده‌های هوا هم در محیط‌های شغلی و هم محیط زیست می‌باشد (۷). کارگران سرامیک‌سازی، تولید کاشی‌های دیواری و چینی‌آلات بهداشتی، در معرض تماس شغلی با گرد و غبار سیلیس هستند (۸). استنشاق طولانی مدت گرد و غبار سرامیک و کاشی طی فرایند تولید با افزایش ریسک ابتلا به پنوموکونیوزیس، برونشیت مزمن و پیشرفت بیماری سیلیکوزیس، سرطان ریه، بیماری‌های انسدادی ریوی مزمن و برخی بیماری‌های ریوی دیگر مرتبط هستند (۹). سیلیس کریستالی به عنوان یک ماده سرطانزای انسانی توسط سازمان بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC[4]) شناخته شده است که این امر اهمیت پایش ذره‌ای و ارزیابی خطر مواجهه آن را نشان می‌دهد (۱۰). مطالعه انجام شده توسط آذری و همکاران در صنایع دارای گرد و غبار سیلیس غرب تهران، نشان می‌دهد میانگین میزان مواجهه با سیلیس کریستالی در صنایع تولید کاشی و سرامیک این منطقه mg/m^3 ۰/۳۲۸ است (۱۱). در مطالعه دیگری عظیمی و همکاران به بررسی مواجهه کارگران یک صنعت کاشی با ذرات معلق پرداختند، ۹۲/٤۷ درصد از کارگران با غلظت کمتر از حد مجاز مواجهه با ذرات قابل استنشاق و ۳۹/۸ درصد کارگران با غلظت بیش از حد مجاز مواجهه با ذرات قابل تنفس مواجهه داشتند (۲). در حقیقت بدون یک سیستم ارزیابی که مخاطرات را بر اساس پتانسیل خطر آن‌ها رتبه بندی می‌کند، ممکن است زمان و منابع سازمان بر روی مواردی که ریسک پایین داشته معطوف شده و از مواردی که خیلی مهم تر هستند، غافل گردند (۱۲). ارزیابی خطر یکی از جدیدترین رویکردهای سم شناسی است که بر اساس خطر ماده سمی و میزان مواجهه، میزان بروز بیماری یا مرگ و میر در جمعیت مواجهه یافته تخمین زده می‌شود (۱۳). لذا این مطالعه با هدف بررسی میزان ذرات معلق ($PM_{2.5}$، PM_{10}) و ارزیابی ریسک گرد و غبار سیلیس در اطراف کارخانه کاشی و سرامیک انجام گرفت.

روش کار

این مطالعه به شکل مقطعی در اطراف یکی از کارخانجات تولید کاشی و سرامیک در استان خراسان جنوبی اجرا گردید. در این مطالعه تعداد ٤۸ نمونه محیطی برداشت شدکه حجم نمونه با توجه به فرمول $N = \frac{\delta^2}{d^2} \times Z^2$ با ضریب اطمینان ۹۵ درصد و انحراف معیار ۰/۱۳ بدست آمده از مطالعات مشابه برآورد گردید. مراحل انجام این مطالعه در سه بخش شامل نمونه‌برداری و اندازه‌گیری سیلیس محیطی، اندازه‌گیری TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$ و محاسبه ارزیابی ریسک انجام گرفت.

[1] Particulate Matter
[2] Particulate Matters Less than 2.5 μm
[3] Particulate Matters Less than 10μm
[4] International Agency for Research on Cancer

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.2.7]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.22]

مرحله اول: نمونه‌برداری و اندازه‌گیری سیلیس محیطی

روش تعیین محل نمونه‌برداری به شکل طبقه‌بندی شده و بر اساس فاصله از منبع ایجاد گرد و غبار بود که در فواصل ۱۰، ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ متر در جهت‌های اصلی با استفاده از پمپ نمونه‌برداری ساخت شرکت SKC ساخت کشور انگلستان با دبی ۰/۲ تا ۵ لیتر در دقیقه انجام گرفت. پمپ نمونه‌برداری قبل از انجام کار به وسیله فلومتر حباب صابون کالیبره می‌گردید (شکل ۱). نمونه‌های جمع‌آوری‌شده به آزمایشگاه منتقل شد و مطابق با روش NIOSH به کمک هضم اسیدی آماده سازی شد (۱٤). نمونه‌های آماده‌سازی‌شده با استفاده از اسپکتروفتومتری UV-VISDR6000 ساخت آمریکا در طول موج ٤۲۰ نانومتر مورد آنالیز قرار گرفت.

شکل ۱. موقعیت کارخانه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری محیطی

مرحله دوم: اندازه‌گیری $PM_{2.5}$,PM_{10} ,TSP

اندازه‌گیری TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$ توسط دستگاه Particle Mass Counter مدل TES-5200 ساخت کشور تایوان که قبل از هر نمونه‌برداری طبق دستورالعمل دستگاه کالیبره می‌گردید، انجام شد. بدین ترتیب که در هر ایستگاه کاری در کنار برداشت نمونه سیلیس، همزمان اطلاعات مربوط به ذرات به‌صورت آنلاین اندازه‌گیری و ثبت گردید.

مرحله سوم: ارزیابی ریسک

الف: ریسک غیرسرطانزایی

برای انجام ارزیابی ریسک غیرسرطانزایی سیلیس اندازه‌گیری شده از روش ارائه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (US-EPA)[1] استفاده شد. در این روش لازم است که مقدار شاخص جذب تنفسی مزمن[2] برای ترکیبات اندازه‌گیری شده

[1] EPA:Environmental Protection Agency
[2] Chronic Inhalation Intake

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.2.7]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.22]

محاسبه شود. ارزیابی ریسک بهداشتی به طور کل شامل چهار مرحله است: ۱) شناسایی خطر، ۲) ارزیابی دوز- پاسخ، ۳) ارزیابی مواجهه، و ٤) توصیف خطر است. ارزیابی مواجهه و تعیین مقدار دوز ورودی به بدن یکی از مهمترین مراحل ارزیابی ریسک به شمار می‌رود. در این مطالعه از معادله زیر جهت تعیین مقدار آلاینده وارد شده به بدن از طریق مواجهه استفاده گردید.

برای محاسبه این شاخص از فرمول ۱ استفاده شد (۱۵).

$$I = (C \times ET \times EF \times ED) / AT \quad (۱)$$

پارامترهای ذکرشده در فرمول فوق به ترتیب: $I\ (\mu g/m^3)$ متوسط دریافت استنشاقی روزانه، $C(\mu g/m^3)$ غلظت ترکیب مورد نظر در نمونه فردی اخذ شده، $ET(hr/day)$ زمان مواجهه، $EF(days/year)$ فرکانس مواجهه، $ED(years)$، $AT(hours)$ متوسط عمر فرد می باشند.

فرمول ۲ ریسک غیر سرطانزایی (۱۶):

$$\text{Hazard Quotient (HQ)} = I(\mu g/m^3)/RELs(\mu g/m^3) \quad (۲)$$

در صورتی که مقدار به دست آمده برای HQ بزرگتر از یک باشد به این مفهوم است که غلظت دریافتی از طریق تنفس بیشتر از سطح مواجهه رفرنس (REL) می‌باشد و اثر بهداشتی نامطلوب احتمالاً اتفاق می‌افتد.

ب: ریسک مرگ و میر بر اثر سرطان ریه

میزان مرگ و میر در اثر سرطان ریه (A) با استفاده از مدل رگرسیون خطی استنتاج شده از مطالعه رایس[1] و همکاران (فرمول ۳) محاسبه گردید که در آن GM میانگین هندسی مواجهه با کارگران با سیلیس می‌باشد (۱۱،۱۷).

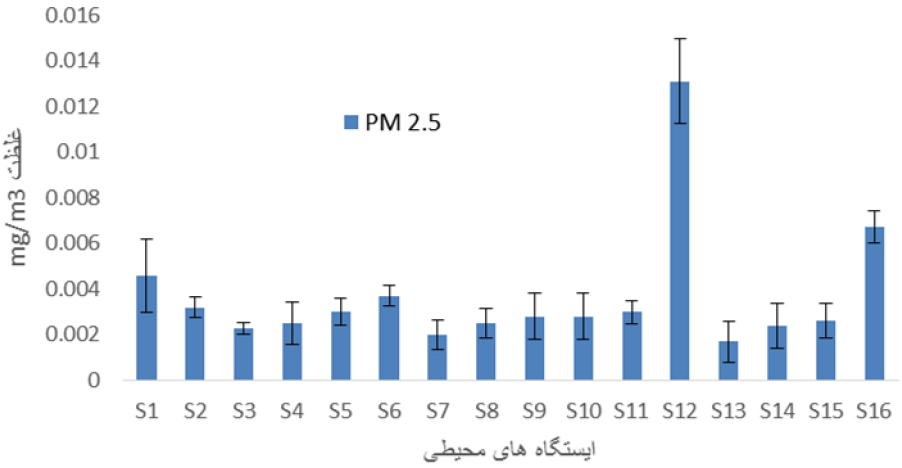
$$A=0.77+ 373.69 \times GM \quad (۳)$$

یافته‌ها

غلظت $PM_{2.5}$

همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود بالاترین غلظت $PM_{2.5}$ مربوط به ایستگاه S_{12} برابر با ۰/۰۱۳۱ میلی‌گرم بر مترمکعب و کمترین غلظت مربوط به ایستگاه S_{13} برابر ۰/۰۰۱۷ میلی‌گرم بر مترمکعب می‌باشد.

[1] Rice



نمودار ۱. میانگین غلظت $PM_{2.5}$ در ایستگاه‌های محیطی اطراف کارخانه کاشی و سرامیک

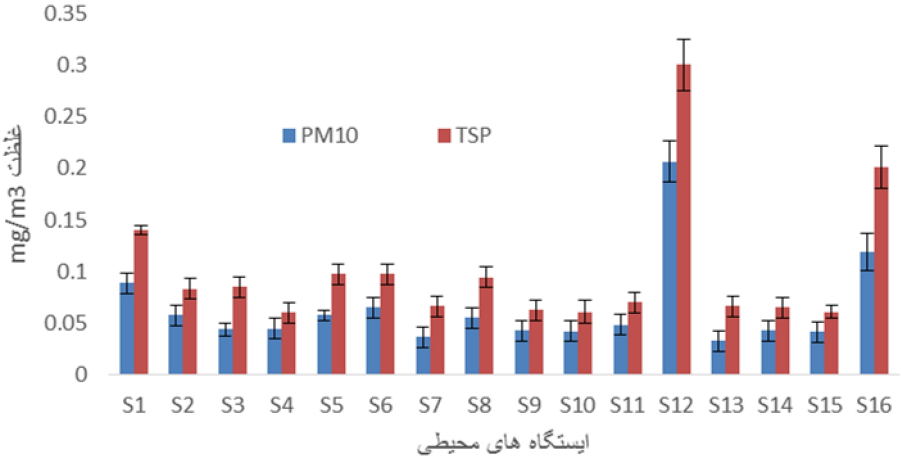
[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.2.7]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.22]

غلظت PM_{10}

میانگین غلظت PM_{10} در نمودار ۲ نشان داده شده است. میانگین غلظت PM_{10} در ایستگاه‌های (S_1، S_2، S_5، S_6، S_8، S_{12} و S_{16}) بالاتر از حد مجاز می‌باشد. بیشترین غلظت مربوط به ایستگاه ۱۲ برابر با ۰/۲۰۶ میلی‌گرم بر مترمکعب می‌باشد.

غلظت TSP

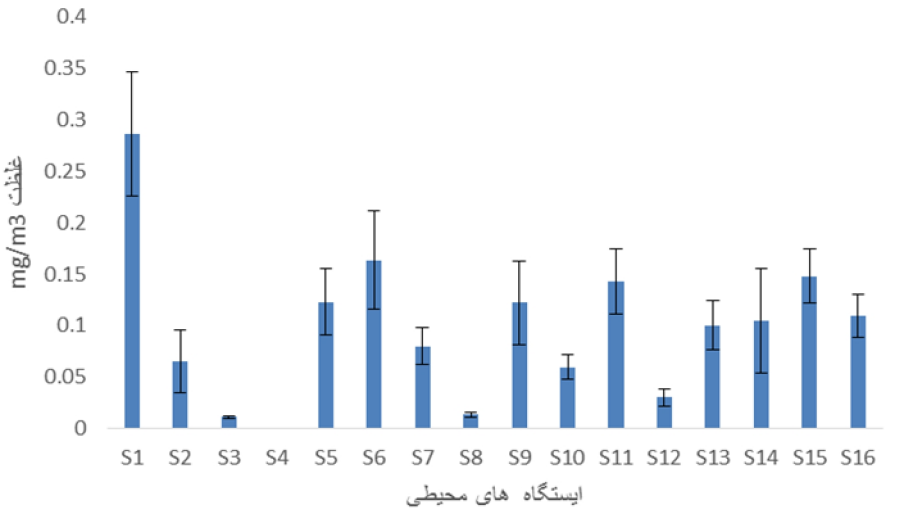
غلظت ذرات TSP طبق نمودار ۲ در محدوده ۰/۰۵۹ تا ۰/۳ میلی‌گرم بر مترمکعب می‌باشد که بیشترین غلظت TSP در S_{12} و کمترین آن در S_4 مشاهده گردید.



نمودار ۲. میانگین غلظت TSP و PM_{10} در ایستگاه‌های محیطی اطراف کارخانه کاشی و سرامیک

غلظت سیلیس

با توجه به نمودار ۳ بیشترین غلظت سیلیس در ایستگاه S_1 در فاصله ۱۰ متری و سمت غرب ثبت شد و کمترین سیلیس اندازه‌گیری شده مربوط به ایستگاه S_4 در فاصله ۱۰۰ متری در جهت غرب بود. در جهت شمال بیشترین غلظت سیلیس مربوط به ایستگاه S_6 در فاصله ۳۰ متری می‌باشد. در جهت شرق بیشترین غلظت مربوط به ایستگاه S_{11} در فاصله ۶۰ متری می‌باشد. ایستگاه S_{14} در سمت جنوب نیز دارای بیشترین غلظت سیلیس می‌باشد.



نمودار ۳. میانگین غلظت سیلیس در ایستگاه‌های محیطی اطراف کارخانه کاشی و سرامیک

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.2.7]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.22]

ارزیابی ریسک

با توجه به جدول ۱ بیشترین میانگین هندسی مربوط به ایستگاه S_1 و برابر ۰/۱۸۲ میلی‌گرم بر مترمکعب می‌باشد. دامنه تخمین مرگ و میر بر اساس سرطان ریه ۰ تا ۶۹ مورد در هر هزار نفر می‌باشد و بیشترین مرگ و میربر اثر سرطان ریه مربوط به ایستگاه S_1 به دست آمده است.

ارزیابی ریسک بهداشتی (غیرسرطانزایی) در هیچ ایستگاه نمونه‌برداری بالاتر از یک نمی‌باشد. بالاترین شاخص خطر مربوط به ایستگاه S_1 با عدد ۰/٤ می‌باشد.

جدول ۱. ریسک غیرسرطان‌زایی و ریسک مرگ و میر بر اثر سرطان ریه در اطراف کارخانه کاشی و سرامیک

ایستگاه‌های محیطی	تعداد نمونه	میانگین هندسی (mg/m^3)	تخمین مرگ و میر بر اثر سرطان ریه در هر هزار نفر	ریسک غیر سرطانزایی
S1	۳	۰/۱۸۲	۶۹	۰/٤
S2	۳	۰/۰٤۹	۱۹	۰/۰۹
S3	۳	۰/۰۱۱	۵	۰/۰۲
S4	۳	۰	۰	۰
S5	۳	۰/۱۰٤	۳۹	۰/۱۷
S6	۳	۰/۱٤۱	۵۳	۰/۲۳
S7	۳	۰/۰٤۸	۱۹	۰/۱۱
S8	۳	۰/۰۱۳	۶	۰/۰۲
S9	۳	۰/۰۹۱	۳۵	۰/۱۷
S10	۳	۰/۰۲	۸	۰/۰۸
S11	۳	۰/۰۹۷	۳۷	۰/۲
S12	۳	۰/۰۲۹	۱۲	۰/۰٤
S13	۳	۰/۰۶۲	۲٤	۰/۱٤
S14	۳	۰/۰۵۲	۲۰	۰/۱۵
S15	۳	۰/۰۷٤	۲۸	۰/۲۱
S16	۳	۰/۱۰۷	٤۱	۰/۱۵

بحث

با توجه به شکل ۱ ایستگاه‌های (S1، S5، S9، S13) در فاصله ۱۰ متری از دیوار کارخانه قرار می‌گیرند. مطابق نمودار ۱، در بین این ایستگاه‌ها، ایستگاه S1 واقع در غرب کارخانه دارای بیشترین غلظت $PM_{2.5}$ و برابر با ۰/۰۰٤۶ میلی‌گرم بر مترمکعب می‌باشد که بسیار پایین‌تر از استاندارد WHO (۰/۰۲۵) است. ایستگاه‌های (S2، S6، S10، S14) که در فاصله ۳۰ متری قرار دارند، ایستگاه S6 با غلظت $PM_{2.5}$ برابر با ۰/۰۰۳۷ میلی‌گرم بر مترمکعب بیشترین غلظت را به خود اختصاص داده است که با توجه به اینکه این ایستگاه در کنار خیابان و محل تردد ماشین‌آلات واقع شده است می‌تواند تحت تاثیر حرکت وسایل نقلیه قرار بگیرد. در بین ایستگاه‌های در فاصله ۱۰۰ متری S12 دارای بیشترین غلظت $PM_{2.5}$ می‌باشد. این ایستگاه در بیرون از محوطه کارخانه و در جهت شرق کارخانه واقع شده است و با توجه به نزدیکی به کارخانه موزاییک‌سازی و محل تردد ماشین‌ها می‌تواند تحت تاثیر این عوامل قرار گرفته باشد. علاوه بر موارد فوق با توجه به پایین‌بودن غلظت سیلیس در این ایستگاه (۰/۰۳ میلی‌گرم بر مترمکعب) (نمودار ۳) نیز می‌توان به این نکته پی برد که غلظت $PM_{2.5}$ تحت تاثیر خروجی‌های ناشی از کارخانه نمی‌باشد. به طور کلی در هیچ یک از نقاط

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.2.7]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.22]

نمونه‌برداری غلظت $PM_{2.5}$ بالاتر از استاندارد نمی‌باشد. حداکثر غلظت $PM_{2.5}$ در این مطالعه کمتر از مطالعه سبحان‌اردکانی و همکاران در مجتمع سیلیس کوبان اندریان در همدان با حداکثر میزان ۰/۰۹۷ بود (۱۸). در مطالعه نقدی و همکاران که به بررسی اثرات بهداشتی ذرات معلق $PM_{2.5}$ منتشرشده از صنایع خودروسازی پرداختند بالاترین میانگین غلظت $PM_{2.5}$ برابر ۱۰۱۵ میکروگرم بر مترمکعب اندازه‌گیری شد که ٤۰ برابر استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا است و از نتایج حاصل از این مطالعه بالاتر بود. درصنعت خودروسازی ذرات معلق در فرایند رنگ پاشی تولید می‌شوند و این ذرات به طور کامل به بدنه خودرو نمی‌چسبند و به‌صورت ذرات معلق ریز در هوا پراکنده می‌شوند و از طریق فن‌های مکنده جمع‌آوری و سپس وارد جو می‌شوند (۱۹).

در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری که در فاصله ۱۰ متری قرار دارند بیشترین میانگین غلظت PM_{10} و TSP به ترتیب مربوط به ایستگاه ۱ (S1) و برابر با ۰/۰۸۸ و ۰/۱٤میلی‌گرم بر مترمکعب می‌باشد. بالاترین غلظت PM_{10} و TSP در بین کل ایستگاه‌ها مربوط به ایستگاه ۱۲ (S12) به ترتیب برابر ۰/۲۰۶ و ۰/۳ میلی‌گرم بر مترمکعب می‌باشد. غلظت PM_{10} در ایستگاه‌های S1، S2، S5، S6، S8، S12 و S16 بالاتر از حد مجاز می‌باشد. میانگین غلظت PM_{10} در ایستگاه ۱۲، ٤ برابر حد استاندارد مجاز می‌باشد. در مطالعه‌ای که کریمی قوزلو و همکاران به بررسی ذرات معلق محیطی در مجتمع صنعتی سیمان تهران پرداختند بیشترین میانگین غلظت PM_{10} در فصل زمستان برابر با ۱۲۵/۲ میکروگرم بر مترمکعب و کمترین مربوط به فصل بهار با ۰/۱۷۸ میکروگرم بر مترمکعب گزارش شد که پایین‌تر از نتایج حاصله از این مطالعه می‌باشد (۲۰). مطالعه‌ای که حسین‌زاده و همکاران بر روی پراکنش ذرات معلق در ایستگاه‌های مرکزی اتوبوس شهری انجام دادند میانگین غلظت ذرات معلق کل، PM_{10}، $PM_{2.5}$ به ترتیب ۱۲۲۰/۹٤، ۵۲٤/۷۹ و ۳۸۶ بود که بسیار بالاتر از مطالعه حاضر است که از مهمترین دلایل استفاده از سوخت گازوئیل در اتوبوس‌هاس شهری می‌باشد به طوری که از ۲۲٤ اتوبوس شهری، ۲۰۰ اتوبوس از گازوئیل و مابقی گازسوز بودند (۲۱). در مطالعه‌ای که عسکری پور و همکاران به منظور ارزیابی خطر بهداشتی مواجهه شغلی با سیلیس در یک مجتمع کاشی و سرامیک انجام دادند، میانگین مواجهه کارگران با گرد و غبار کل ۷/۳۸ و قابل استنشاق ٤/۳۵ میلی‌گرم بر مترمکعب بدست آمد که در مقایسه در مطالعه حاضر بسیار بالاتر می‌باشد که از مهمترین دلایل به بسته‌بودن فضای کارخانه و مواجهه بیشتر کارگران می‌باشد (۱۰). میانگین غلظت سیلیس در تمام ایستگاه‌های نمونه‌برداری بجز ایستگاه‌های ۳، ٤، ۸ و ۱۲ بالاتر از حد مجاز می‌باشد. بالاترین میانگین غلظت سیلیس در ایستگاه شماره ۱ و برابر ۰/۲۸۵ میلی‌گرم بر مترمکعب است که ۵/۷ برابر استاندارد ایران می‌باشد. در مطالعه پارساسرشت و همکاران میانگین غلظت مواجهه سیلیس در کارگران ۰/۱۷۷ میلی‌گرم بر مترمکعب بدست آمد که از مطالعه حاضر بیشتر می‌باشد (۲۲). متوسط غلظت سیلیس در مطالعه احمدی آسور و همکاران در تمامی بخش‌های نمونه‌برداری شده ۰/۱۲ میلی‌گرم بر مترمکعب بدست آمد که در مقایسه با میانگین غلظت سیلیس در مطالعه حاضر ۰/۰۹۷ میلی‌گرم بر مکعب بالاتر بود که از مهمترین دلایل می‌توان به این مطلب اشاره کرد که در نمونه‌های محیطی نسبت نمونه‌های فردی می‌تواند پخش و ترقیق آلاینده در هوا صورت گیرد (۷). در مطالعه دیگری نقاب و همکاران به بررسی اختلالات تنفسی کارگران دارای مواجهه شغلی با مواد خام مورد استفاده در تولید سرامیک پرداختند تراکم گرد و غبار غیرقابل استنشاق و قابل استنشاق به‌ترتیب برابر ۷۱/۷ و ۲۶/۷ میلی‌گرم در مترمکعب در هوا برآورد گردید (۲۳).

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.2.7]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.22]

در این مطالعه برای ارزیابی ریسک غیرسرطان از شاخص نسبت خطر استفاده شد. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، نتایج ارزیابی ریسک غیرسرطانزایی نشان می‌دهد که بالاترین شاخص خطر[1] در ایستگاه شماره ۱ و برابر ۰/٤ می‌باشد. شاخص خطر در همه ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده کمتر از یک و در حد مجاز می‌باشد. اگر مقدار HQ بزرگتر از یک باشد، به این مفهوم است که غلظت دریافتی از طریق تنفس بیشتر از سطح مواجهه رفرنس (REL) می‌باشد و اثر بهداشتی نامطلوب احتمالاً اتفاق بیفتد. در مطالعه‌ای که عسکری پور و همکاران در رابطه ارزیابی ریسک بهداشتی سیلیس در صنعت کاشی و سرامیک انجام دادند بالاترین سطح خطر، مربوط به واحدهای سنگ شکن، پرس، بالمیر، اسپری و تولید لعاب گزارش شد (۱۰). یحییس[2] و همکاران در مطالعه‌ای که به ارزیابی خطرات بلندمدت (سرطانی و غیرسرطانی) کارگران ساختمانی در مواجهه با سیلیس کریستالی پرداختند شاخص خطر ۲۲ را گزارش کردند که بسیار بالاتر از مطالعه حاضر بود (۲٤).

همچنین در مطالعه حاضر ریسک مرگ و میر بر اثر سرطان ریه بر اساس مدل خطی رایس و همکاران در ایستگاه شماره ۱، برابر ۶۹ نفر در هر هزار نفر بدست آمد که با مطالعه محمدی و همکاران در مورد ارزیابی مواجهه با سیلیس کریستالی در صنعت مقره‌سازی نیز مطابقت دارد (۲۵).

در مطالعه دیگری که توسط آذری و همکاران بر روی کارگران شاغل در صنایع مختلفی که با سیلیس مواجهه داشتند انجام شد، نرخ ریسک مرگ و میر ناشی از سرطان ریه برای کارخانه تولید آجر سنتی ۱۲٤ نفر به ازای هر ۱۰۰۰ نفر و برای کارخانه تولید آجر ماشینی ۸۰ نفر به ازای هر ۱۰۰۰ نفر به دست آمد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد (۲۶).

از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به درنظرنگرفتن تاثیر باد، تغییر فصول در پراکندگی ذرات معلق به علت محدودیت زمانی اشاره کرد. از آنجا که عوامل مذکور می‌توانند نقش بسزایی در پراکندگی آلاینده‌ها داشته باشند، لذا پیشنهاد می‌گردد در مطالعات بعدی نمونه‌برداری‌ها در فصول مختلف و با بررسی باد منطقه انجام گیرد.

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ذرات معلق و سیلیس در تعدادی از ایستگاه‌های محیطی بالاتر از حد مجاز می‌باشد و همچنین ریسک مرگ و میر در اثر سرطان ریه نیز به طور کلی بالا است. افرادی که بخشی از اوقات روزانه خود را در این مکان‌ها می‌گذرانند در خطر آسیب‌های تنفسی ناشی از این گرد و غبار قرار دارند که در صورت استنشاق ممکن است مستقیماً روی بافت بدن ایجاد اثرات سوء کنند. لذا توصیه می‌گردد کلیه افرادی که در محوطه و پیرامون کارخانه مشغول به فعالیت هستند، حتماً از وسایل حفاظت فردی و به طور ویژه ماسک مناسب استفاده نمایند. علاوه بر آن اقدامات کنترلی فنی و مهندسی برای پارمترهای فوق و همچنین پایش عملکرد تنفسی شاغلین توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل پایان نامه (کد تصویب: ٤٥٦٤٠٨) در مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه علوم پزشکی بیرجند با کد اخلاق IR.BUMS.REC.1400.023 می‌باشد. بدینوسیله از حمایت‌های مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بیرجند و همکاری صمیمانه مدیریت محترم کارخانه کاشی و سرامیک تشکر و قدردانی می‌گردد.

[1] Hazard Quotient
[2] Yeheyis

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.2.7]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.22]

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]

[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.2.7]

[DOI: 10.61186/j.health.14.1.22]

References

1- Kermani M, Azarshab K, Dowlati M, Ghaderpoori M. A survey of air quality index and quantification of cardiovascular mortality due to exposure to particulate matter smaller than 2.5 micron in Boukan in 2015. 2017.

2- Azimi M, Mansouri Y, Rezai Hachasu V ,Aminaei F, MihanPour H, Zare Sakhvidi MJ. Assessment of respiratory exposure of workers with airborne particles in a ceramic tile industry: a case study. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2018;10 (1):45-53.

3- Nourmoradi H, Omidi KY, Goudarzi G, Jourvand M, Nikmehr K. Investigation on the dust dispersion (PM10 and PM2. 5) by Doroud Cement Plant and study of its individual exposure rates. 2016.

4- Mohammadyan M, Keyvani S, Yazdani-Charati J, Bahrami A, Yousefi-Nejad R. Indoor and ambient air concentrations of respirable particles between two hospitals in Kashan (2014-2015). KAUMS Journal (FEYZ). 2017;21 (1):66-73.

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

6- Song C, Wu L, Xie Y, He J, Chen X, Wang T, et al. Air pollution in China: status and spatiotemporal variations. Environmental pollution. 2017;227:334-47.

7- 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. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 2021;12 (۴):۱۰-۷.

8- M N, J HZ. Evaluation of Respiratory Disorders Associated with Occupational Inhalation Exposure to Raw Materials Used in Ceramic Production. Iranian Journal of Epidemiology. 2009;4 (3):27-33.

9- Golbabaei F, Abedinlou R, Fekri N, Shapasandi A, Mohammadi H. A study on the five-year change trend in pulmonary function of workers in tile and ceramic industry. Journal of Health and Safety at Work. 2020;10 (1):37-45.

10- Askaripoor T, Kermani A, Pahlavan D, Jandaghi J, Kazemi E. Health risk assessment of occupational exposure to crystalline silica in a tile & ceramic Industry. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2014;6 (2):44-53.

11- Azari MR, Rokni M, Salehpour S, Mehrabi YE, Jafari MJ, Naser MA, et al. Risk assessment of workers exposed to crystalline silica aerosols in the east zone of Tehran. 2009.

12- Rahimnejad S, Bahrami A, Ghorbani Shanh F, Rahimpoor R. Comparation of health risk assessment carcinogenic hydrocarbons in Workplace air in an oil-dependent industry by the Environmental Protection Agency (EPA) and the Department of Human Resources Malaysia. Iran Occupational Health Journal. 2017;14 (5):107-17.

13- Azari MR, Nasermoaddeli A, Movahadi M, Mehrabi Y, Hatami H, Soori H, et al. Risk assessment of lung cancer and asbestosis in workers exposed to asbestos fibers in brake shoe factory in Iran. Industrial health. 2010;48 (1):38-42.

14- Health NIoOSa. Silica, Crystalline, by VIS (7601). In: (NIOSH) NIoOSaH, editor. 4th ed2003.

15- Seyedyounes H, Mansour R-A, Raana T-R, Elaheh T. OccupationalRisk Assessment of Benzene in Rubber Tire Manufacturing Workers. International Journal of Occupational Hygiene. 2014;6 (.(۴

16- Wang DG, Alaee M, Byer JD, Brimble S, Pacepavicius G. Human health risk assessment of occupational and residential exposures todechlorane plus in the manufacturing facility area in China and comparison with e-waste recycling site. The Science of the total environment. 2013;445-446:329-36.

17- Rice F, Park R, Stayner L, Smith R, Gilbert S, Checkoway H. Crystalline silica exposureand lung cancer mortality in diatomaceous earth industry workers: a quantitative risk assessment. Occupational and environmental medicine. 2001;58 (1):38-45.

18- Sobhan Ardakani S, Nainian J. Survey of Particulate Matter Pollution in Ambient Air of Azandarian Stone Crushing Units. Human & Environment. 2017;15 (1):1-11.

19- Naghdi S, Mirmohammadi M, Karimzadegan H, Ghodui J. Atmospheric dispersion modeling and health effects of PM2. 5 released from automotive industries (case study of Saipa). Journal of Environmental Health Enginering. 2022;9 (2):189-206.

20- Karimi Ghoozlou R, Ahmadi A, Abbaspour M, Abbaszadeh N. Assessment of Environmental Pollutant Particles PM10 and PM2. 5 with Air Quality Index Method (Case Study: Tehran Industrial Cement Complex). Journal of Environmental Science and Technology. 2021;23 (8):155-67.
21- Hoseinzadeh E, Samarghandi MR, Ghorbani SF, Roshanaei G, Jafari J. Rate of suspended particulate distribution (PM2. 5, PM10 and TSP) in Hamadan main intercity bus stations and its exposurerate. 2012.
22- Parsaseresht G, Rezazadeh-Azari M, Zendehdel R, Hashemi-Nazari SS, Tavakol E. Evaluation of Occupational Exposure and Biological Monitoring of Sand Washing Workers Exposed to Silica Dusts. Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat. 2017;4 (3):135-4.۲
23- M N, J HZ. Evaluation of Respiratory Disorders Associated with Occupational Inhalation Exposure to Raw Materials Used in Ceramic Production. Iranian Journal of Epidemiology. 2009;4 (3):27-33.
24- Yeheyis M, Aguilar G, Hewage K, Sadiq R. Exposure to crystalline silica inhalation among construction workers: A probabilistic risk analysis. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 2012;18 (5):1036-50.
25- Mohammadi H, Golbabaei F, Farhang Dehghan S, Normohammadi M. Occupational exposure assessment to crystalline silica in an insulator industry: Determination the risk of mortality from silicosis and lung cancer. Journal of Health and Safety at Work. 2017;7 (1):45-52.
26- Azari M, Sahatfardi F, Zarei F, Ebrahimi Hariri A, Salehpour S, Sori H. Risk assessment of mortality from silicosis and lung cancer Workers in machine factories and traditional brick production workshops with crystalline silica. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2020;12 (3):26-34.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.23829710.1402.14.1.2.7]
[DOI: 10.61186/j.health.14.1.22]