Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol.8, No 1, spring, 2016
Pages: 34-42

فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵
صفحه: ۴۲-۳۴

کاربرد GIS و نقشه‌های هم تراز آلودگی ناشی از گرد و غبار در محیط کار با هدف ارزیابی مواجهات استنشاقی

سعیده محمدی کاجی[۱]، محمدجواد زارع سخویدی[*۲]، ابوالفضل برخورداری[۳]، مهرداد مستغاثی[۴]، فریبا زارع سخویدی[۵]، رضا قربانی[۶]، رضیه سلطانی گردفرامرزی[۷]

چکیده

مقدمه: مواجهه گرد و غبار در هوای تنفسی، از جمله عوامل زیان‌آور شایع محیطی در کارگاه‌ها بوده که می‌تواند تاثیرات مخربی بر سلامت داشته باشد. در این مطالعه، مواجهه کارگران با ذرات در هوای استنشاقی با شیوه‌های مرسوم و همچنین GIS مورد بررسی قرار گرفته است.

روش بررسی: پژوهش به‌صورت مقطعی-تحلیلی، انجام و حجم نمونه از طریق گروه‌های مواجهه همگن(SEG) تعیین و ارزیابی مواجهه محیطی و فردی بر اساس روش‌های استاندارد و شیوه نمونه‌برداری فردی و محیطی انجام گردید. داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار GIS برای تعیین نقشه‌های توزیع بررسی گردید.

نتایج: میانگین غلظت مواجهه با گرد و غبار برای هر فرد در گروه‌های مواجهه همسان ۸/۶۱ mg/m3 ارزیابی شد. بالاترین سطح مواجهه فردی در اپراتور پودرساز با مقدار ۲۱/۱۳ mg/m3 و کمترین در اپراتور مفتول ریز با مقدار ۱/۹۷ mg/m3 برآورد گردید. حداقل غلظت محیطی در سالن برش(۰/۰۵ mg/m3) و حداکثر مقدار آن در سالن پودر(۲۲ mg/m3) برآورد گردید. نتایج حاصل از ارزیابی با معیارهای AIHA در تمام روش‌ها نشان داد که سالن‌های پودر سازی، مواد سازی و بسته‌بندی بالاترین غلظت و سالن برش پایین‌ترین غلظت گرد و غبار را دارد. مقایسه با روش GIS نشان داد که در شیوه مذکور، تعداد افراد بیشتری در ناحیه خطر دسته‌بندی می‌گردند.

نتیجه‌گیری: استفاده از شیوه SEG می‌تواند در ارزیابی مواجهه تنفسی در صنایع با تعداد نفرات بالا مورد استفاده قرار گیرد. GIS در غربالگری آلودگی هوای محیط کار از طریق ارائه مجموعه خدمات از جمله امکان گروه‌بندی به نواحی مختلف، ایجاد گزارش بر اساس نقشه نقش مهمی ایفا می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: سیستم اطلاعات جغرافیایی، ارزیابی مواجهه، آلودگی هوا، بهداشت حرفه‌ای، درون‌یابی

۱،۵- کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۲،۳- عضو هیأت علمی گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۴- عضو هیأت علمی گروه طب کار، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۶- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی یزد
۷- کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، عضو مرکز تحقیقات بیماری‌های ناشی از صنعت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
* (نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۹۱۲۴۴۸۱۰۱۳، پست الکترونیکی: mjzs63@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۲۸

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

مقدمه

مواجهه بیش از حد مجاز با گرد و غبار در هوای تنفسی، از جمله عوامل زیان‌آور شایع محیطی در کارگاه‌ها بوده که می‌تواند تاثیرات مخربی بر سلامت کارگران داشته باشد. مواجهه بیش از حد با این دسته از آلاینده‌ها باعث تحریک و ناراحتی سیستم تنفسی و در مواردی سبب بیماری‌های ناتوان‌کننده و بدخیمی‌هایی مانند سرطان ریه می‌گردد(۱,۲). متاسفانه به‌علت عدم وجود نظام اصولی ثبت و گزارش بیماری‌ها در بیشتر کشورهای در حال توسعه، تخمین دقیقی از بار بیماری‌های ریوی شغلی در جهان، در دست نیست. تخمین‌های محدود انتشار یافته در زمینه بار بیماری‌های شغلی، بیماری‌های دستگاه تنفسی ناشی از کار را جزء شایع‌ترین بیماری‌های شغلی با سهم ۱۴/۱ درصد قلمداد می‌کنند(۳). بر این اساس، شناسایی به‌موقع مواجهات تنفسی در محیط‌های شغلی و مدیریت صحیح آنها می‌تواند نقش بسیار مهمی در کاهش ابتلا و غیبت ناشی از کار و مرگ و میر کارگران داشته باشد(۴).

استفاده از سیستم‌های مبتنی بر کامپیوتر در زمینه ارزیابی و مدیریت مواجهات، در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. سیستم‌های مبتنی بر موبایل و مبتنی بر مختصات جغرافیایی، از جمله این سیستم‌ها بوده که برای مدیریت و ارزیابی مواجهات در مقالات استفاده گردیدند(۵). تاکنون مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی(GIS) برای مدیریت و ارزیابی مواجهات شغلی استفاده نموده‌اند. فناوری‌های مبتنی بر GIS با استفاده از تکنولوژی درون‌یابی می‌تواند نقش مهمی در غربالگری مواجهات ایفا نماید. Mohammadpour و همکاران در مطالعه‌ای با هدف کاربرد GIS در بررسی آلودگی صوتی و کاهش شنوایی، با استفاده از خروجی نقشه‌های GIS به تجزیه و تحلیل آلودگی صوتی و ارائه راهکارهای کاهش صدا پرداختند(۶). Moussavi و همکاران نیز در مطالعه‌ای به بررسی نقش GIS در بهداشت حرفه‌ای و پتانسیل‌های کاربرد آن درکنترل آلودگی هوا و نقشه‌برداری مواجهه آلاینده‌های شغلی پرداختند(۷). مطالعات عمده انجام شده در این حیطه به‌طور خاص در بهداشت حرفه‌ای مربوط به آلودگی صوتی و در محیط زیست مربوط به آلاینده‌های ناشی از ترافیک و آلودگی‌های شهری بوده است (۱۰-۸). هر چند تاکنون کاربرد این شیوه و قابلیت‌های احتمالی آن در ارزیابی و مدیریت مواجهات تنفسی شغلی با استفاده از GIS انجام نگردیده است.

بر این اساس، هدف از این مطالعه تعیین میزان غلظت ذرات در هوای استنشاقی کارگران و غلظت محیطی با هدف ترسیم نقشه آلودگی هوا در بخش‌های مختلف یکی از صنایع الکترود کشور و نیز تعیین بهترین مکان برای اولویت اقدامات اصلاحی با استفاده از GIS می‌باشد. در این مطالعه قابلیت‌ها و پتانسیل‌های احتمالی استفاده از GIS در مقایسه با شیوه‌های معمول مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی

این پژوهش به‌صورت مقطعی-تحلیلی در چهار سالن کارخانه تولید الکترود جوشکاری شامل سالن قطع و کشش، سالن پرس، سالن بسته‌بندی و سالن پودرسازی که شامل ۹۵ نفر کارگر بود، صورت پذیرفت. هدف اصلی این پژوهش، ارزیابی مواجهه فردی کارگران در محل‌های استقرار آنها و قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی در مدیریت مواجهات بود. اندازه‌گیری غلظت آلاینده‌های هوا با استفاده از روش شبکه‌ای منظم برای تهیه نقشه آلودگی هوا صورت گرفت. در این شیوه در ابتدا، کارگاه به نواحی شطرنجی با ابعاد یکسان(۵ در ۵ متر) تقسیم‌بندی شده و مرکز هر ناحیه یک ایستگاه اندازه‌گیری بود. جمعاً ۲۳۶ ایستگاه مشخص گردید(۱۱). جهت صحت و دقت بیشتر در هر ایستگاه سه اندازه‌گیری و برای یکسان شدن غلظت آلاینده‌ها در هوای محیط کار، هر اندازه‌گیری با فاصله زمانی ۱۰ ثانیه انجام گردید. تمامی اندازه‌گیری‌ها در این مرحله با استفاده از دستگاه CasellaMicrodust PRO 880nm Aerosol Monitoring System Kit ساخت کشور انگلستان، با قابلیت اندازه‌گیری ذرات معلق کلی در دامنه صفر تا ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر متر مکعب انجام گردید. میانگین غلظت حاصل از سه نمونه‌برداری در هر ایستگاه، به‌عنوان غلظت آلودگی غباری در هر منطقه گزارش شد. ارزیابی مواجهه فردی کارگران، بر اساس شیوه تعیین گروه‌های مواجهه همسان صورت گرفت. در واقع اگر در موقعیت و شرایط کاری یکسان، نحوه و میزان مواجهه کارگران در آن موقعیت نیز یکسان باشد، می‌توان آنها را در یک گروه مواجهه همسان قرار داد و با ارزیابی مواجهه یک کارگر در آن گروه، مواجهه دیگر افراد در آن

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

گروه را پیش‌بینی نمود که موجب صرفه‌جویی در زمان و هزینه خواهد شد. تعداد حجم نمونه تعیین شده به روش گروه‌های شغلی همسان در گروه‌های شغلی مختلف، ۱۴ عدد تعیین گردید(۱۲). ارزیابی مواجهه فردی در گروه‌های مواجهه همسان تعیین شده، به روش NIOSH0600، جهت اندازه‌گیری مواجهه با غبارات قابل استنشاق صورت گرفت(۱۳). به‌طور خلاصه، برای نمونه‌برداری از گرد و غبار قابل استنشاق، از پمپ نمونه‌برداری SKC(مدل Universal ساخت کشور انگلستان) و فیلتر استر سلولزی با پور سایز ۰/۵ میکرون و قطر۳۷ میلی‌متر همراه با سیکلون با دبی تعیین شده استفاده شد. پس از نمونه‌برداری، غبارات نمونه‌برداری شده روی فیلترها به روش وزن‌سنجی تعیین مقدار گردیدند. در نهایت مقدار به‌دست آمده بر حسب میلی‌گرم بر مترمکعب با حدود مجاز مواجهه ارائه شده توسط موسسه بهداشت صنعتی آمریکا(ACGIH) مقایسه گردید(۱۳). داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شبکه‌بندی، وارد نرم‌افزار اکسل ۲۰۰۷ شد. از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ برای آنالیز آماری داده‌ها استفاده و نقشه شبکه‌بندی سالن‌های تولید نیز وارد نرم‌افزار GIS نسخه ۱۰ شد. داده‌های وارد شده در کاربرگ اکسل نیز به‌عنوان یک لایه با مختصات فرضی وارد نرم‌افزار GIS و لایه دیگر به نام جمعیت که بیانگر تعداد افراد مورد مواجهه در هر سالن است نیز تعریف گردید. نقشه آلودگی، خطوط همتراز آلودگی هوا و بهترین مناطق برای کنترل آلودگی هوا (بر اساس فرض‌های تعریف شده) برای بخش‌های مختلف سالن‌های تولید با استفاده از نرم‌افزار GIS10 ترسیم گردید. دسته‌بندی موجود در راهنمای نقشه‌ها جهت تعیین نقاط نیازمند کنترل بر اساس تقسیم‌بندی AIHA صورت گرفت(۱۴).

نتایج

با توجه به روش ارزیابی گروه‌های مواجهه همسان در سالن‌های تولید کارخانه الکترود جوشکاری جمعاً ۱۴ گروه شغلی به شرح زیر شناسایی گردید: اپراتور کشش۱۵۰، اپراتور قطع‌کن، اپراتور پودسازی، اپراتور سینی چین ۴۶۰، اپراتور گلوله‌کن ۴۵۰، اپراتور الک، اپراتور سیلو، اپراتور مفتول ریز ۴۵۰، اپراتور پرس ۴۵۰، اپراتور بسته‌بندی، اپراتور موادسازی، اپراتور توزین مواد، اپراتور تراشکاری و اپراتور دوزه‌سازی.

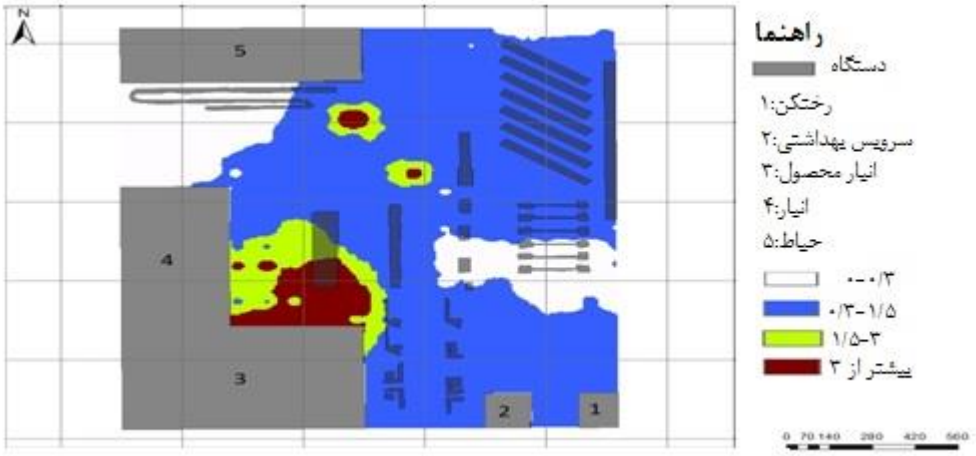
جدول ۱ نتایج حاصل از نمونه‌برداری در منطقه تنفسی کارگران هر گروه مواجهه همسان را نشان می‌دهد. غلظت گرد و غبار قابل استنشاق در ۱۲ گروه مواجهه همسان(۸۵٪ ایستگاه‌ها) بالاتر از حد مجاز و در ۲ گروه کمتر از حد مجاز TLV-TWA بود(TLV-TWA =3 mg/m3). در میان ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده، بیشترین غلظت گرد و غبار قابل استنشاق و بالاترین سطح مواجهه فردی مربوط به ایستگاه سالن پودرسازی و اپراتور پودرساز با مقدار ۲۱/۱۳ میلی گرم بر متر مکعب بود. کمترین مقدار مربوط به ایستگاه سالن پرس و اپراتور مفتول ریز پرس با مقدار ۱/۹۷ میلی‌گرم بر مترمکعب بود.

جدول ۱: نتایج ارزیابی میزان غلظت گرد و غبار قابل استنشاق در هوای منطقه تنفسی کارگران

شغل فرد	غلظت گردو غبار قابل استنشاق(mg/m^3)	ارزشیابی
قطع کن	۳.۸۹	بالاتر از حد مجاز
دوزه سازی	۳.۹	بالاتر از حد مجاز
کشش ۱۵۰	۵.۸	بالاتر از حد مجاز
پودر سازی	۲۱.۱۳	بالاتر از حد مجاز
توزین مواد	۱۷.۲۹	بالاتر از حد مجاز
گلوله کن ۴۵۰	۳.۹۴	بالاتر از حد مجاز
سینی چین ۴۶۰	۳.۹۱	بالاتر از حد مجاز
مواد سازی	۹.۶۶	بالاتر از حد مجاز
مفتول ریزی ۴۵۰	۱.۹۷	کمتر از حد مجاز
پرس۴۲۰	۳.۹۲	بالاتر از حد مجاز
سیلو	۱۵.۴۵	بالاتر از حد مجاز
بسته بندی	۷.۸۲	بالاتر از حد مجاز
الک	۱۹.۳۲	بالاتر از حد مجاز
تراشکاری	۲.۵۹	کمتر از حد مجاز
تعداد= ۱۴	میانگین کل=۸/۶۱	انحراف معیار= ۶/۷۵

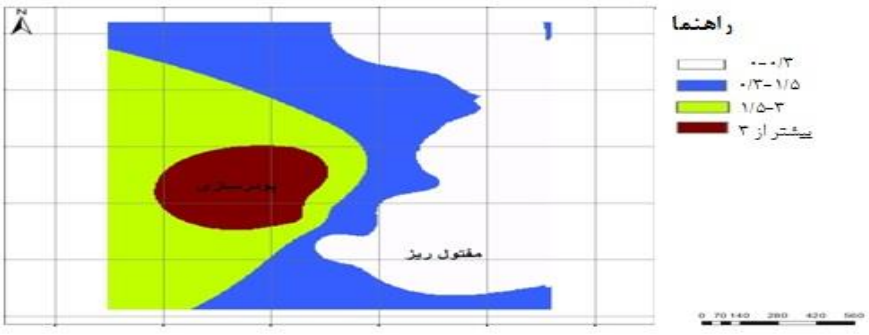
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

پراکندگی غلظت محیطی آلاینده‌های ذره‌ای: تعداد ۲۳۶ نمونه محیطی با دستگاه قرائت مستقیم در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین در تمامی نقاط فرآیند تولید با فاصله ۵ در۵ متر اخذ گردید. در شکل ۱ نقشه درون‌یابی فاصله معکوس وزن‌بندی شده برای سالن تولید با ابعاد ۱۳۸ در ۱۱۱ متر و همچنین غلظت گرد و غبار قابل استنشاق محیطی در سالن‌های تولید نشان داده شده است. مقادیر درون‌یابی شده در چهار گروه، بر اساس تقسیم‌بندی AIHA دسته‌بندی گردید. افزایش رنگ در نقشه ۱ افزایش شدت غلظت گرد و غبار را نشان داد. به‌طوری‌که رنگ قهوه‌ای نماینده غلظت بالای گرد و غبار(به‌عنوان منطقه خطر با غلظت بالاتر از ۳ میلی‌گرم بر مترمکعب($TLV>3mg/m^3$)) و رنگ سفید شاخص غلظت پایین گرد و غبار در محیط کار بود. حداقل و حداکثر غلظت در سالن‌های تولید mg/m^3 ۲۲ و mg/m^3 ۰/۰۵ بود. با هم‌افزایی نقشه‌های جانمایی کارگران، توزیع غلظت آلودگی مشخص گردید که تعداد ۴۰ کارگر در منطقه خطر و ۵۵ کارگر در منطقه هشدار قرار گرفته‌اند.



شکل۱: نقشه درون یابی غلظت محیطی گرد و غبا ر قابل استنشاق

پراکندگی غلظت فردی آلاینده‌های ذره‌ای: در شکل ۲، نقشه درون‌یابی فاصله معکوس وزن‌بندی شده غلطت گرد و غبار قابل استنشاق فردی در سالن‌های تولید، بر اساس نتایج نمونه‌برداری‌های فردی محقق و سابقه ارزیابی‌های فردی موجود در شرکت نشان داده شده است. در نقشه ۲ رنگ قهوه‌ای نماینده غلظت بالای گرد و غبار(به‌عنوان منطقه خطر با غلطت بالاتر از ۳ میلی‌گرم بر مترمکعب($TLV>3mg/m^3$) و رنگ سفید شاخص غلظت پایین گرد و غبار در گروه‌های شغلی مختلف بود. حداقل و حداکثر غلظت در گروه‌های شغلی مختلف mg/m^3 ۲۱/۱۳ برای اپراتور پودرسازی و mg/m^3 ۱/۹۷ برای اپراتور مفتول ریز تعیین گردید.

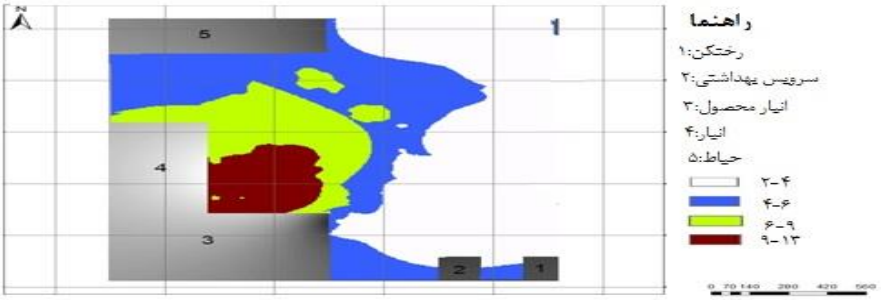


شکل۲: نقشه درون‌یابی غلظت فردی گرد و غبار قابل استنشاق

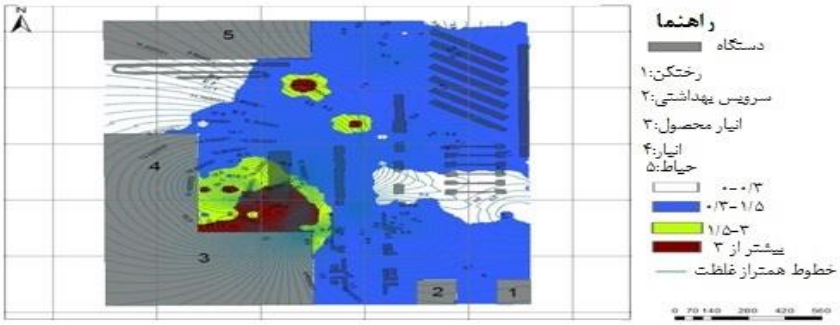
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

بهترین منطقه برای کنترل آلودگی هوا: در شکل ۴ بهترین منطقه کنترل سالن پودر می باشد که با امتیاز ۹-۱۳ و رنگ قهوه ای مشخص گردید.

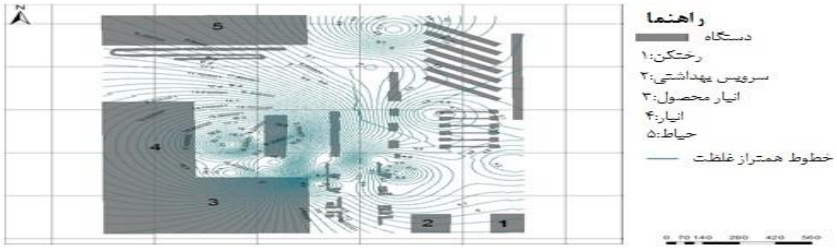
خطوط همتراز آلودگی و هم‌افزایی آلاینده‌ها: با هدف تعیین تاثیر همزمان انجام فعالیت‌ها و آلودگی زمینه‌ای موجود در سالن، هم‌افزایی نقشه‌های پراکندگی انجام گردید. در شکل ۴ نیز نقشه خطوط همتراز غلظت گرد و غبار قابل استنشاق محیطی در سالن‌های تولید نشان داده شده است. تراکم خطوط در ناحیه سالن پودر بیانگر اختلاف زیادی در میزان مواجهه در این محدوده می‌باشد(شکل ۵). نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری غلظت گرد و غبار، نقشه غلظت گرد و غبار به دست آمده از GIS، به‌ویژه نقشه خطوط همتراز غلظت گرد و غبار، نشان داد که بالاترین غلظت گرد و غبار، مربوط به سالن‌های پودر سازی، مواد سازی از سالن جدید و سالن بسته‌بندی محسوب می‌شوند.



شکل ۳: امتیاز بندی مناطق بر حسب افزایش غلظت



شکل۴: نقشه خطوط همتراز غلظت گرد و غبار قابل استنشاق محیطی



شکل۵: نقشه تراکم خطوط همتراز غلظت گرد و غبار قابل استنشاق محیطی

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

بحث

در مطالعه حاضر، پس از تعیین میزان غلظت ذرات در هوای استنشاقی کارگران و غلظت محیطی، به ترسیم نقشه آلودگی هوا و نقشه خطوط همتراز آلودگی در بخش‌های مختلف یکی از صنایع الکترود کشور و نیز تعیین بهترین مکان برای اولویت اقدامات اصلاحی با استفاده از GIS پرداخته شد. متوسط غلظت گرد و غبار قابل استنشاق برای نمونه‌های فردی در این مطالعه، معادل ۸/۶۱ میلی‌گرم بر مترمکعب برآورد گردید. بنابراین میانگین غلظت گرد و غبار در این مطالعه بیش از حد مجاز ($TLV>3mg/m^3$) می‌باشد. هر چند تاکنون، مطالعه مشابهی در این صنعت در زمینه ارزیابی میزان مواجهه با آلاینده‌های هوابرد انجام نشده است. با این حال، در صنایع مختلف به ارزیابی میزان مواجهه با آلاینده‌های هوابرد پرداختند که نتایج به‌دست آمده در این مطالعه با صنایعی با فرایند تولید نسبتاً مشابه دیگر همخوان می‌باشد(۱۵،۱۶). در مطالعه انجام شده توسط Golbabaie و همکاران در صنعت سیمان، گستره مواجهه کارگران با گرد و غبار قابل استنشاق در واحدهای مختلف تولیدی کارخانه در محدوده mg/m^3 ۱/۷۷-۱۸/۸۹ بود که با نتایج مطالعه فعلی که در واحدهای مختلف صنعت الکترود انجام گرفت و در محدوده mg/m3 ۱/۹۷-۲۱/۱۳بود، همخوانی داشت(۱۵). همچنین بر اساس مطالعه Kvhpayy که به بررسی غلظت گرد و غبار بر روی کارگران یک کارخانه کاشی پرداخته است، غلظت متوسط گرد و غبار در سالن پرس شماره یک این صنعت mg/m^3 ۵۲/۲۶۲ و در سالن پرس شماره دو mg/m^3 ۳۲/۱۵۸ به‌دست آمد که این غلظت چندین برابر غلظت حد استاندارد توصیه شده توسط ACGIH می‌باشد(۱۶). هر چند اطلاعاتی در مورد غلظت گرد و غبار در این صنعت در دسترس نیست اما مقایسه آن با سایر صنایع مشابه مثل سیمان نشان داد که غلظت گرد و غبار صنعت الکترود با صنعت سیمان مشابه و نسبت به صنعت کاشی، کمتر می‌باشد. می‌توان نتیجه گرفت صنعت الکترود با ریسک متوسط در حد صنعت سیمان قرار گرفته است و شاغلین در صنعت الکترود به‌طور نامناسبی در معرض مواجهه با آلاینده می‌باشند و لذا جهت حفظ سلامت شاغلین باید تمهیداتی برای کنترل آلاینده ها انجام شود.

در جدول ۱ حداکثر و حداقل میانگین غلظت گرد و غبار قابل استنشاق به‌ترتیب مربوط به اپراتور پودرساز و اپراتور مفتول ریز بود. موقعیت محل کار، نوع مواد مورد استفاده در محل کار، فرایند کار و نوع کنترل به‌کار گرفته شده در محل کار از جمله دلایلی هستند که می‌توان در حداقل و حداکثر بودن غلظت گرد و غبار در این گروه‌های شغلی توجیه کرد. با توجه به بالا بودن مواجهه در گروه شغلی پودرسازی بر حسب نتیجه کلی و نتیجه حاصل از نقشه ۴، اولویت کنترل برای این گروه شغلی تعیین گردید که می‌توان از کنترل‌های مهندسی و غیرمهندسی استفاده کرد. پیشنهاد می‌شود در زمینه کنترل‌های مهندسی نیز مجموعه‌ای از اقدامات تهویه‌ای و غیرتهویه‌ای انجام گردد.

با بررسی نقشه‌های ۲ و ۳، تقریباً بین شدت غلظت گرد و غبار در نواحی مختلف در این دو نقشه همخوانی وجود داشت. برای صرفه‌جویی در وقت و هزینه می‌توان از یکی از این روش‌ها یعنی نمونه‌برداری محیطی یا فردی برای تهیه نقشه آلودگی هوای محیط کار استفاده کرد.

بررسی نتایج با دو شیوه مرسوم شامل مقایسه با حدود مجاز مواجهه و دسته‌بندی مواجهه AIHA و همچنین روش مبتنی بر GIS نشان داد که دو روش همخوانی مناسبی در نتایج دارند. هر چند روش مبتنی بر GIS با ارائه مناطق در معرض خطر به جای نفرات درگیر می‌تواند در شرایطی که افراد در مناطق مختلف در حال حرکت بوده و فرایند کارها در طی زمان تغییر می‌کند، ابزار مناسب‌تری برای مدیریت مواجهات باشد. مطالعات متعدد دیگری نیز کارآیی این روش را در ارزیابی آلودگی‌های مختلف زیست محیطی مانند آلودگی هوا و آلودگی صدا مورد بررسی قرار داده‌اند(۹،۱۰). گسترش سریع بکارگیری GIS در حیطه‌های مذکور را می‌توان به توانایی بالای آن در ترکیب کردن منابع اطلاعاتی مختلف، تجزیه و تحلیل روند زمانی وقایع و ارزشیابی مکانی تاثیرات ناشی از توسعه نسبت

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

داد. با آنکه این شیوه به‌خوبی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار تحلیلی در کنار متخصصین بهداشتی و محیط زیست قرار بگیرد، انتخاب گزینه مدیریتی و اقدام اصلاحی در نهایت به‌عهده تحلیل‌گران و متخصصین صنعت می‌باشد. بر این اساس استفاده از تکنولوژی‌های نوین که می‌تواند جهت دستیابی آسان‌تر و دقیق‌تر اطلاعات و تسهیل فرآیند تصمیم‌گیری در سیستم مراقبت‌های بهداشتی–درمانی و ارتقاء سلامت و بهداشت آحاد جامعه موثر باشد، سیستم اطلاعات جغرافیایی است که باید کاربرد آن بیش از پیش توسط سیاستگذاران، مدیران و متولیان امر بهداشت و سلامت کشور مورد توجه قرار گیرد(۸).

فناوری GIS می‌تواند نقش مهمی در غربالگری غلظت گرد و غبار از طریق استفاده از تکنولوژی بسیار بالای درون‌یابی ایفا کند. در مطالعه انجام شده توسط Mousavi و همکاران، نقش GIS در بهداشت حرفه‌ای تشریح شده است. یکی از آیتم‌هایی که در این مقاله به آن توجه شده است کنترل آلودگی هوا و نقشه‌برداری مواجهه با آلاینده‌های شغلی است(۷). در مطالعه Mohammadpour و همکاران، GIS بر پایه آلودگی صوتی و کاهش شنوایی انجام گرفت. خروجی آن نقشه‌های خلاصه شده است که به تجزیه و تحلیل ساده آلودگی صوتی و کاهش صدا می‌پردازد(۶). زمینه کاربرد GIS در آلودگی صوتی، ترافیک شهری بوده و مربوط به محیط زیست می‌باشد(۹). در زمینه آلودگی هوا بررسی‌های انجام شده عمدتاً در زمینه ارزیابی‌های محیط زیستی از قبیل تحلیل فضایی-مکانی آلودگی و منابع آلاینده‌های هوا در کرمانشاه و تبریز بوده است(۱۰،۱۱). متاسفانه از آنجایی که هیچ مطالعه مشابهی درباره استفاده از GIS برای مطالعه غلظت گرد و غبار در صنایع وجود ندارد، مقایسه نتایج این مطالعه با سایر مطالعات در این زمینه امکان‌پذیر نمی‌باشد. از محدودیت‌های این مطالعه استفاده از سیستم مختصات فرضی برای رسم نقشه‌ها بود در حالی که نرم‌افزار GIS بر مبنای مختصات واقعی بنا شده است و با داشتن مختصات واقعی موقعیت ایستگاه‌ها، می‌توان نقشه‌های با کیفیت بهتر و واقعی‌تر در دسترس داشته باشیم همچنین به‌دلیل کم بودن نمونه‌های فردی، احتمال خطا در ارزیابی مواجهه فردی وجود دارد.

نتیجه‌گیری

باتوجه به اینکه میانگین غلظت گرد و غبار در این مطالعه بیش از حد مجاز($TLV=3mg/m^3$) می‌باشد، اجرای کنترل‌های مهندسی و برنامه‌های حفاظت تنفسی مناسب، ضروری است. همچنین ضرورت راه‌اندازی مطالعات جامع‌تر غربالگری غلظت گرد و غبار با استفاده از GIS در صنایع را آشکار می‌کند. همانطور که در مطالعات دیگر کاربرد موثر این روش را نشان داده‌اند به‌نظر می‌رسد استفاده از آن در حیطه ارزیابی مواجهات تنفسی در بهداشت حرفه‌ای نیز بتواند به بهبود و مدیریت مواجهات آن بیانجامد. با این حال هیچ‌گونه مطالعه مشابهی در این زمینه انجام نگرفته است. نتیجه کلی این مطالعه نشان داد که از این شیوه می‌توان برای شرایطی که کارکنان در زمان‌های مختلف در مکان‌های مختلف کاری مشغول کار هستند استفاده نمود و نتایج دقیق‌تری را در مورد مواجهات آنها به‌دست آورد هر چند در این مطالعه اندازه‌گیری‌های انجام شده برای ایجاد نقشه‌های GIS به‌صورت کوتاه مدت بود که می‌تواند به‌عنوان محدودیت در مقاله قلمداد گردد. استفاده از شیوه‌های دیگر مدل‌سازی انتشار نیز ممکن است بتواند نتایج قابل مقایسه‌ای را ایجاد نماید. با توجه به مشخص بودن منابع انتشار در این صنعت و امکان تعیین نرخ انتشار، استفاده از سایر شیوه‌های مدل‌سازی جهت تعیین توزیع آلودگی برای مطالعات بعدی و مقایسه با این یافته‌ها پیشنهاد می‌گردد.

References:

1- Hazrati S, RezazadehAzari M, Sadeghi H, Rahimzadeh S, Mostaed N. ***Dust Concentrations in an Ardabil Portland Cement Industry***. J Ardabil Uni Med Sci. 2009; 9(4): 292-98.[persian]

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

2- Khoramzadh MR, Ghlamnya R, Rzazadhazry M, Mansour M. ***Evaluate workplace air, dust and its effect on pulmonary function of workers in a modern cement factory.*** Cement Ind Magazine 2002; 72(7): 445-56. [persian]

3- International Labour Organization (ILO): Kluwer Law International; 2011.

4- Majdi M, Rafeemanesh E, Ehteshamfa S, Fahool MJ, Masoodi S. ***Analyzing occupational lung disease among turquoise miners.*** Iran Occupational Health J 2009; 6(2): 31-7.[persian]

5- Maisonneuve N, Stevens M, Niessen ME, Steels L. ***NoiseTube: Measuring and mapping noise pollution with mobile phones***. Information Techno Environ Engineering 2009 pp. 215-28.

6- Mohammadpour H, Najarkola SAM, Jalali M, Hosseini A. ***GIS-Based Noise and Hearing Loss Screening in Publishing Factory.*** Health Scope 2013; 2(3): 156-61.

7- MoussaviNajarkola SA, Mirzaei R. ***The Role of GIS in Occupational Health Practice: A New Approach***. Health Scope 2013; 2(3): 116-8.

8- Atashnafas M, Atashnafas E. ***Application of GIS and comprehensive map of the country in the field of health***. Uni Med Sci Islamic Repub Iran 2011; 8(4): 305-13. [persian]

9- Jafari H, Hassanpour S, Rahili KHorasani L, Pourahmad A. ***The application of geographical information system (GIS) in site selection and space place analyzes pollution and air pollution sources in the big city of Kermanshah***. Environ Studies 2014; 40(1): 51-64. [persian]

10- Ranjbar A, Shakeri M. ***Using the capabilities of GIS (GIS) in the management of air pollution in the city of Tabriz.*** Geomatics 85: National Cartographic Center; 2007. [persian]

11- Golmohammadi R. ***Noise and Vibration Engineering***. 3rd ed. Hamedan: Student Publications; 2008.

12- Mäkinen M, Kangas J, Kalliokoski P. ***Applicability of homogeneous exposure groups for exposure assessment in the chemical industry.*** Inter archives occupational environ health 2000; 73(7): 471-78.

13- NIOSH. ***NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM).*** 4th ed. US: Department of Health and Human Services Public Health Service; 1994

14- Association AIHA. ***Hygienic guide series:*** American Industrial Hygiene Association; 1969.

15- Golbabaie F, Faghihi Zarandi A, Ebrahim Nejad P, Banshy M, Mohseni Tklv H, Shukri A, et al. ***Assessment of occupational exposure to the respirable fraction of cement dust and crystalline silica. Modern Rehabilitation.*** 2012;2(3):17-28. [persian]

16- Kvhpayy A, Golbabai F, Shah Taheri SD, Nikpey A, Farzinnia B. ***Evaluation of the health effects of aerosols on workers at a tile factory.*** Qom Uni Med Sci J 2008; 2(2): 43-8. [persian]

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

Application of GIS and Alignment Maps of Dust Pollution in the Workplace in Order to Evaluate the Inhalation Exposures

Mohammadi Kaji S(Msc)[1], Zare Sakhvidi MJ(PhD)[2]*, Barkhordari A(PhD)[3], Mostaghaci M(MD)[4], Zare Sakhvidi F(Msc)[5], Ghorbani R(Msc)[6], Soltani Gerdefaramarzi R(Msc)[7]

[1,2,5] *Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran*

[3] *Department of Occupational Health, Faculty of Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran*

[4] *Department of Occupational Medicine, Faculty of Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran*

[6] *Islamic Azad University of Yazd, Iran*

[7] *Industrial Diseases Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran*

Received: *29/11/2014* ***accepted:*** *17/02/2015*

Abstract

Introduction: Inhalation exposure to dust is one of the most common adverse environmental factors that can have adverse effect on the health of employees. In this study, dust inhalation exposure of workers with different methods as well as GIS was investigated.

Methods: An analytical cross-sectional study was performed on the sample size based on results of homogeneous exposure groups (SEG). Environmental and personal exposure assessments were performed according to standard methods and personal and environmental sampling. The collected data were analyzed based on American industrial hygiene association (AIHA), and then analyzed by using GIS software for mapping the distribution.

Results: The average dust exposure by each individual among the workers within homogeneous exposure groups was 8.61 mg/m^3. The highest exposure by each individual was 21.13 mg/m3 that belonged to pulverizer operator and the lowest was 1.97 mg/m3, which was belonged to fine wire operator. The lowest environment concentration was observed in the cutting salon (0.05 mg/m^3), and the highest values found in powder salon (22 mg/m^3). Exposure management based on AIHA methods showed that the powder, packing and preparation sections have the highest concentration, and cutting section has the lowest values. Exposure management based on GIS techniques showed higher number of at risk employees in comparison with common strategies.

Conclusion: Use of SEG practices in combination with GIS can enhance the quality of respiratory exposure assessment in occupational environments. GIS plays an important role in the screening of air pollution in the working environment by providing a set of services including the possibility of classification into different areas and creating a report based on the map.

Keywords: GIS; Exposure Assessment; Air Pollution; Occupational Health; Interpolation

This paper should be cited as: Mohammadi Kaji S, Zare Sakhvidi MJ, Barkhordari A, Mostaghaci M, Zare Sakhvidi F, Ghorbani R, Soltani Gerdefaramarzi *R. **Application of GIS and Alignment Maps of Dust Pollution in the Workplace in Order to Evaluate the Inhalation Exposures***. Occupational Medicine Quarterly Journal 2016; 8(1): 34-42

Corresponding author: Tel: 09124481013, Email: mjzs63@gmail.com

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]