DOI: 10.22122/jhsr.v17i3.1429 Published by Vesnu Publications

Journal of Health System Research Vol. 17, No. 3, Autumn

Received: 03.04.2021 Accepted: 03.07.2021 Published: 07.10.2021

Identification and Assessment of Health Risks in Order to Provide Control Measures in a Bitumen Production Process from the Vacuum Batum of Oil Refineries

Neda Nikbakht[1], Habibalah Dehghan-Shahreza[2]

Original Article

Abstract

Background: In the process of bitumen production, the release of vapors and gases in a confined space can cause health hazards. These vapors contain aromatic hydrocarbons, smoke, and a very small amount of hydrogen sulfide. The aim of this study was to determine the level of health risk in occupational exposure of workers in a bitumen production industry using vacuum batum of oil refinery.

Methods: In this study, the health risk assessment method of chemicals included semi-quantitative assessment of Malaysia, Singapore Department, which systematically identified chemical hazards and then, the exposure or probability of exposure was calculated, the risk level was determined, and control measures necessary to reduce related risks were introduced and prioritized. The occupations of the guillotine and press operator, welding and cutting units, paint pool, vacuum discharge, laboratory, repairmen, and guard and office units were assessed in this study.

Findings: 65% of the people were working in the barrel making unit and bitumen production site and 79% of the people had less than 10 years of work experience. Workplace chemical agents included gasoline, toluene, orthoxylene, paraxylene, ethylbenzene, heptane, hexane, trichloroethylene, kerosene vapors, iron, zinc, copper, chromium fumes, asphalt fumes, and bitumen vapors. The highest risk coefficients were related to benzene, chromium fume, and bitumen vapors. In addition, in terms of location, the highest risk levels were related to the paint pool, cutting, pressing, and welding units, and laboratory, and about half of the exposure to metal fumes, organic solvents, and bitumen vapors had medium and high risk levels.

Conclusion: The highest level of health risk was obtained for benzene compounds, chromium fume, and bitumen vapors, for which appropriate control measures should be taken, including the installation of local vacuum cleaners, the use of appropriate personal protective equipment, reducing individuals' exposure time, mechanization of processes, sampling of workers' respiratory area, and paraclinical tests and biological monitoring of chemical contaminants, which can be used to control the exposure to these compounds.

Keywords: Risk factors; Risk assessment; Occupational exposure; Asphalt

Citation: Nikbakht N, Dehghan-Shahreza H. **Identification and Assessment of Health Risks in Order to Provide Control Measures in a Bitumen Production Process from the Vacuum Batum of Oil Refineries.** J Health Syst Res 2021; 17(3): 231-42.

1- Department of Chemical Engineering-Health, Safety and Environment AND Human Environment and Sustainable Development Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

2- Department of Chemical Engineering-Health, Safety and Environment, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad AND Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Habibalah Dehghan-Shahreza; Department of Chemical Engineering Health, Safety and Environment, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad AND Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: dehghan1344@gmail.com

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

DOI: 10.22122/jhsr.v17i3.1429 Published by Vesnu Publications

شناسایی و ارزیابی خطر بهداشتی به منظور ارایه راهکارهای کنترلی در یک فرایند تولید قیر از وکیوم باتوم پالایشگاه نفت

ندا نیکبخت[1]، حبیب‌اله دهقان شهرضا[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: انتشار بخارات و گازها در فرایند تولید قیر در یک فضای محدود و بسته، می‌تواند سبب بروز خطرات بهداشتی گردد. این بخارها حاوی هیدروکربن‌های آروماتیک (Polycyclic aromatic hydrocarbons یا PAHs)، دود و مقدار بسیار کمی سولفید هیدروژن می‌باشد. هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین میزان خطر بهداشتی در مواجهات شغلی کارگران یک صنعت تولید قیر از وکیوم باتوم پالایشگاه نفت بود.

روش‌ها: روش ارزیابی خطر بهداشتی مواد شیمیایی در این مطالعه، شامل ارزیابی نیمه کمی دپارتمان مالزی- سنگاپور بود که به طور سیستماتیک، خطرات مربوط به مواد شیمیایی شناسایی و سپس مواجهه یا احتمال مواجهه محاسبه و سطح خطر تعیین گردید و اقدامات کنترلی لازم برای کاهش خطرات مرتبط معرفی و اولویت‌بندی شد. مشاغل اپراتور برش گیوتین و دستگاه پرس، واحدهای جوشکاری و برشکاری، حوضچه رنگ، تخلیه وکیوم، آزمایشگاه، تعمیرکاران و واحدهای نگهبانی و اداری تحت ارزیابی خطر قرار گرفتند.

یافته‌ها: ۶۵ درصد نفرات در واحد بشکه‌سازی و سایت تولید قیر مشغول به کار بودند و سابقه کار ۷۹ درصد افراد کمتر از ۱۰ سال بود. عوامل شیمیایی محیط کار شامل بنزین، تولوئن، ارتوزایلن، پارازایلن، اتیل بنزن، هپتان، هگزان و تری‌کلرواتیلن (Trichloroethylene یا TCE)، بخارات نفت سفید، فیوم‌های آهن، روی، مس، کروم و فیوم‌های آسفالت و بخارات قیر بود. بیشترین ضریب مخاطره به بنزن، فیوم کروم و بخارات قیر اختصاص داشت. همچنین، بیشترین سطوح خطر از نظر مکانی مربوط به قسمت حوضچه رنگ، واحدهای برش و پرس‌کاری، جوشکاری و آزمایشگاه بود و حدود نیمی از مواجهه با فیوم‌های فلزی، حلال‌های آلی و بخارات قیر دارای سطح خطر متوسط و بالا بودند.

نتیجه‌گیری: بالاترین سطح خطر بهداشتی برای ترکیبات بنزن و فیوم کروم و بخارات قیر به دست آمد که باید اقدامات کنترلی مناسبی برای آن‌ها انجام گیرد. با انجام اقداماتی مانند نصب مکنده‌های موضعی، استفاده از لوازم حفاظت فردی مناسب، کاهش زمان مواجهه افراد، مکانیزه کردن فرایندها، نمونه‌برداری از منطقه تنفسی کارگران و آزمایش‌های پاراکلینیکی و پایش بیولوژیکی آلاینده‌های شیمیایی، می‌توان در کنترل میزان مواجهه با این ترکیبات اقدام کرد.

واژه‌های کلیدی: عامل خطر؛ ارزیابی خطر؛ مواجهات شغلی؛ قیر

ارجاع: نیکبخت ندا، دهقان شهرضا حبیب‌اله. **شناسایی و ارزیابی خطر بهداشتی به منظور ارایه راهکارهای کنترلی در یک فرایند تولید قیر از وکیوم باتوم پالایشگاه نفت.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۴۰۰؛ ۱۷ (۳): ۲۴۲-۲۳۱

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱/۱۴ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۴/۱۲ تاریخ چاپ: ۱۴۰۰/۷/۱۵

مقدمه

امروزه در سراسر جهان تعداد بسیار زیادی از افراد در مشاغل کاری مختلف در تماس با مواد شیمیایی گوناگون هستند که این قبیل مواجهات می‌توانند باعث بروز اثرات بهداشتی متعددی بر روی این افراد گردد (۱). پراکندگی آلودگی‌های شیمیایی در مجموعه کارخانجات صنعتی از مرز آلودگی‌های سنتی فراتر رفته است. امروزه بررسی خطرات بهداشتی و آلودگی‌های ناشی از پیشرفت این صنایع و تکنولوژی، به یکی از مهم‌ترین مباحث روز در علم ایمنی و بهداشت و محیط زیست تبدیل شده است (۲). بر اساس برآوردها، حدود ۴۰۰ هزار نفر از ایالات متحده اروپا و آمریکا با فیوم‌های قیر و آسفالت مواجهه دارند (۳) و تولید سالانه قیر در کشورهای صنعتی حدود ۶۰ میلیون تن می‌باشد (۴).

قیر نامی عمومی برای یک سیال سیاه رنگ با ویسکوزیته بالا است که از فرایند پالایش نفت خام حاصل می‌شود و یکی از مصارف عمده آن، روکش جاده‌ها با مخلوطی از سنگریزه‌ها تحت عنوان آسفالت می‌باشد (۶، ۵). در فرایند تولید قیر مواد شیمیایی گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرد. قیر حاوی کربن، هیدروژن، نیتروژن، گوگرد و فلزات سنگینی مانند روی، مس، نیکل، کروم و کادمیوم است (۴، ۳). برخی از این مواد شیمیایی خطرات بهداشتی بالقوه بسیار زیادی برای سلامتی دارد و مواجهه با آن‌ها می‌تواند باعث ایجاد اثرات مختلفی بر روی سلامتی کارگران گردد (۲). از جمله آلاینده‌های این صنعت می‌توان به

۱- گروه مهندسی شیمی- بهداشت، ایمنی و محیط زیست و مرکز تحقیقات محیط زیست انسانی و توسعه پایدار، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

۲- گروه مهندسی شیمی- بهداشت، ایمنی و محیط زیست، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد و دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده مسؤول: حبیب‌اله دهقان شهرضا؛ گروه مهندسی شیمی- بهداشت، ایمنی و محیط زیست، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد و دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: dehghan1344@gmail.com

ترکیبات Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene isomers (BTEX) شامل بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، زایلن (پارازایلن، ارتوزایلن)، هپتان، هگزان، تری‌کلرواتیلن (Trichloroethylene یا TCE)، بخارات نفت سفید، فیوم‌های جوشکاری شامل فیوم روی، فیوم آهن، فیوم کروم، فیوم مس، بخارات قیر و فیوم آسفالت اشاره کرد.

یکی از آلاینده‌های مهم در این صنعت، بنزن می‌باشد که ماده‌ای سمی و سرطان‌زا است و از نظر شاخص سرطان‌زایی در گروه A1 قرار می‌گیرد. این ماده در طولانی مدت باعث ناتوانی در سیستم ایمنی بدن می‌شود و همچنین، در مغز استخوان و کبد جذب می‌شود که می‌تواند منجر به سرطان خون، لوسمی، اختلالات تنفسی، فراموشی مزمن و صدمه به کبد گردد (۷).

خواص تولوئن شبیه به بنزن است، با این تفاوت که بسیار کم‌خطرتر از این ماده می‌باشد و سمیت کمتری نیز دارد (۸). زایلن مخلوطی است که اگر نکات ایمنی در حین کار کردن با آن رعایت نشود، منجر به آسیب‌هایی مانند سوزش بینی، گلو و گوش، سردرد، عدم هماهنگی عضلات، سرگیجه، تداخل در سیستم تنفسی ریه‌ها، افزایش دمای بدن و عوارض قلبی و در مواردی باعث ایجاد سرطان می‌شود. یکی از معمول‌ترین راه‌های مواجهه شغلی با این ماده، استنشاق بخارات آن می‌باشد (۹). اتیل بنزن از نظر سرطان‌زایی در گروه A3 قرار می‌گیرد. استنشاق بخارات و میست این ماده، سبب تحریک بینی و گلو و همچنین، حالت تهوع، سردرد و استفراغ می‌شود (۱۰). هپتان در سیستم هماهنگ جهانی و طبقه‌بندی برچسب‌گذاری مواد شیمیایی، در رده مواد خطرناک قرار دارد. این ماده دارای بخار و مایع بسیار قابل اشتعال می‌باشد که برای سلامتی انسان خطرناک تلقی می‌شود (۱۱). در خصوص سرطان‌زایی هگزان برای انسان اطلاعاتی شامل تومورزایی، سرطان‌زایی و یا بدخیمی گزارش شده است (۱۲).

استفاده از TCE در صنایع غذایی و دارویی به دلیل سمی بودن، از دهه ۷۰ میلادی در بسیاری از کشورها ممنوع شده است (۱۳). نفت سفید، نفت چراغ یا کروزن، مایعی قابل اشتعال است که در صورت استنشاق، باعث خفگی، سرفه، سردرد، سرگیجه، گلودرد و بیهوشی می‌شود. در صورت بلعیده شدن، منجر به اسهال، تهوع و استفراغ می‌شود و همچنین، جذب پوستی آن همراه با خشکی و زبری پوست می‌باشد (۱۴). دود جوشکاری مخلوطی از ذرات بسیار ریز (فیوم و گازها) و شامل آهن (Fe) روی (Zn)، مس (Cu)، و کروم (Cr) می‌باشد که تماس با فیوم فلزات می‌تواند منجر به بروز بیماری به نام تب فیوم فلزی گردد. مواجهه طولانی مدت با این دود می‌تواند منجر به سرطان ریه، سرطان حنجره و دستگاه ادراری شود (۱۵).

قیر ماده‌ای است که کاربرد فراوان و مختلفی به ویژه در فعالیت‌های عمرانی دارد. در نتیجه، تعداد زیادی از کارگران به واسطه این فعالیت‌ها در معرض بخارات قیر و آسفالت و فرآورده‌های نفتی قرار می‌گیرند (۱۶). کارگرانی که با آسفالت مواجهه دارند، هم از طریق تنفسی و هم از طریق جذب پوستی، در مواجهه با هیدروکربن‌های آروماتیک (PAHs یا Polycyclic aromatic hydrocarbons) قرار دارند (۱۸، ۱۷، ۳). شاخص سرطان‌زایی بخارات قیر و آسفالت در دسته B۲ قرار دارد (۱۹، ۳).

بخارات قیر حاصل از تجزیه مواد سازنده قیر می‌باشد. از جمله اثرات بهداشتی و سلامتی ناشی از تماس با بخارات آسفالت می‌توان به سردرد، بثورات پوستی، حساسیت‌زایی، خستگی، کاهش اشتها، تحریک گلو و چشم، سرفه و سرطان پوست را نام برد. این بخارات به آسانی توسط پوست جذب نمی‌شوند، اما در اثر تماس‌های درازمدت، ممکن است موجب جراحت‌های پوستی شوند و در برخی افراد امکان ایجاد آلرژی پوستی وجود دارد. تماس بخارات یا مایع قیر با چشم‌ها، سبب سوزش یا جراحت می‌گردد و در دماهای بالا احتمال وقوع احتراق می‌باشد (۱۶).

نتایج پژوهش Mo و همکاران نشان داد که فیوم‌های متصاعد از آسفالت از نظر کمیت و ترکیب فیوم‌ها تحت تأثیر نوع آسفالت و درجه حرارت است (۲۰). Olsen و همکاران نیز گزارش کردند که مواجهه با آلاینده‌ها در فرایندهای خیلی داغ آسفالت، به مراتب بیشتر از فرایندهایی با دمای پایین‌تر است (۲۱). در نتیجه؛ انجام مطالعات بیشتر در این زمینه امری ضروری به نظر می‌رسد.

در سال‌های اخیر نیز تحقیقات مختلفی به منظور ارزیابی خطرات بهداشتی مواجهه با آلاینده‌های هوابرد در محیط‌های شغلی صورت گرفته است.

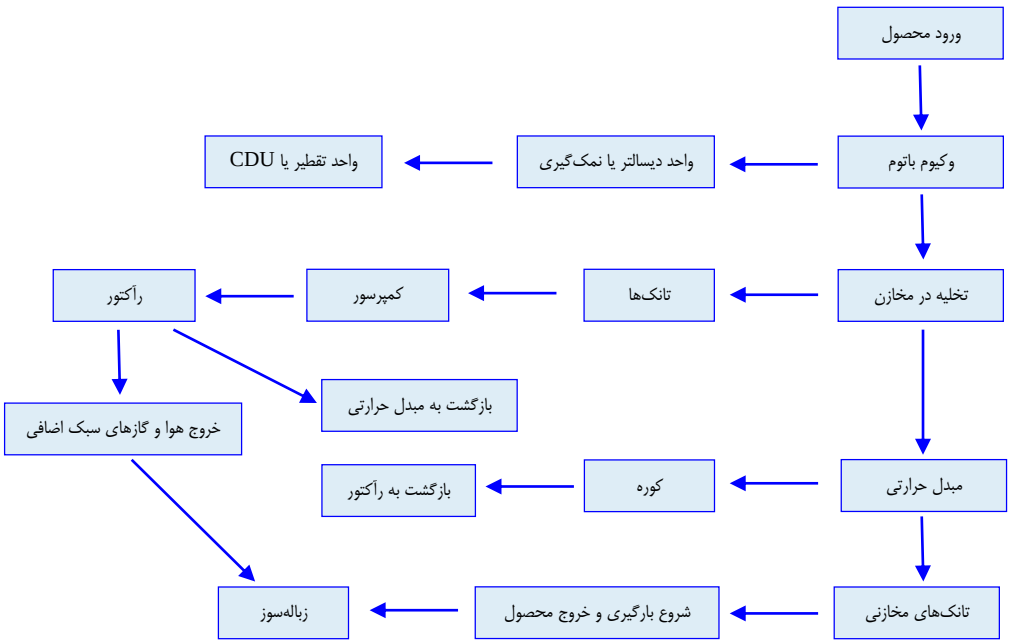
پاسکال Petit و همکاران (۲۲) و Rhomberg و همکاران (۳) دریافتند که خطر سرطان ریه در کارگران شاغل در صنایع مختلف از جمله صنعت قیر در کشورهای اتحادیه اروپا به دلیل وجود PAHs هنوز به عنوان یک معضل بهداشتی در محیط‌های شغلی مطرح است. Neghab و همکاران به این نتیجه رسیدند که مواجهه با فیوم‌های آسفالت می‌تواند اثرات سمی برای کبد کلیه و خون داشته باشد (۲۳). نتایج پژوهش دهقانی و همکاران نشان داد که مقدار غلظت بنزن در کابین رنگ یک صنعت خودروسازی بیشتر از مقدار مجاز مواجهه شغلی می‌باشد و خطر سرطان‌زایی بنزن و اتیل بنزن در پیش‌رنگ و سالن رنگ بالا به دست آمد (۲۴). فیض‌اله و همکاران با انجام مطالعه‌ای نتیجه‌گیری کردند ماده‌ای که بیشترین رتبه خطر را به خود اختصاص داده است، گرد و غبار سیلیس و همچنین، فیوم آهن حاصل از جوشکاری می‌باشد (۲۵). نتایج تحقیق Zainal Bakri و همکاران با ارزیابی خطر بهداشتی شغلی در فیوم‌های جوشکاری، ضریب مواجهه با فیوم کروم را معدل عدد ۵ محاسبه کردند (۲۶). نتایج پژوهش Clark و همکاران نشان داد که مایعات بخار قیر، باعث ایجاد تومور ضعیف در نمونه‌های موش‌های آزمایشگاهی شده است (۲۷).

در صنعت تولید قیر از وکیوم باتوم پالایشگاه نفت، کارگران شاغل با آلاینده‌های شیمیایی ذکر شده مواجهه دارند و تاکنون ارزیابی خطر بهداشتی در خصوص تعیین میزان مواجهه با این مواد در صنعت تولید قیر در داخل کشور اندک انجام شده است. در نتیجه، پرداختن به این موضوع از طریق انجام فرایند ارزیابی خطر به منظور اولویت‌بندی و پیاده‌سازی اقدامات کنترلی، امری مهم و ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی خطر مواجهه شغلی با مواد شیمیایی در یکی از صنایع تولید قیر به منظور محاسبه خطر مواد شیمیایی موجود در جهت ارایه راهکارهای کنترلی ساده و کاربردی بود.

روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی بود که بر روی تمام افراد شاغل (۵۳ نفر) در یک صنعت تولید قیر از وکیوم باتوم پالایشگاه نفت در سال ۱۳۹۹ انجام شد. فرایند تولید قیر از مرحله ورود مواد اولیه به مخازن تا انبار قیر در مخازن و بارگیری در شکل ۱ نشان داده شده است.

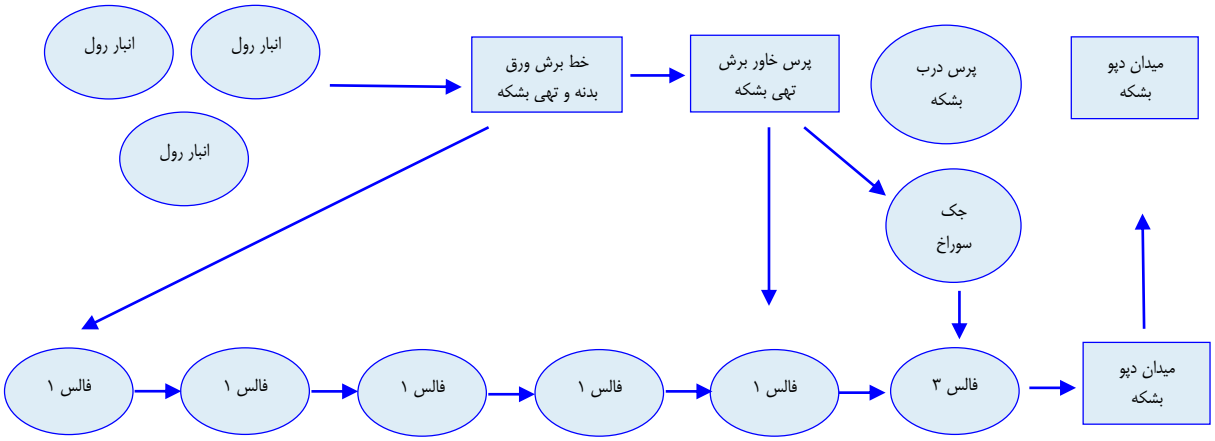
در این فرایند، در واحد تقطیر، نمک موجود در قیر را از آن می‌گیرند و وکیوم باتوم در مخازن تخلیه و به داخل تانک‌ها پمپ می‌شود که این مرحله شروع کار در کارخانه قیر می‌باشد.



شکل ۱. شماتیک فرایند تولید قیر

هم در ورودی و هم در خروجی پمپ‌ها، قسمت مکش وجود دارد که باعث ورود و خارج شدن وکیوم باتوم با فشار می‌شود. سپس وکیوم با دمای ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد وارد مبدل حرارتی می‌شود و در داخل کوره تا دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا می‌کند. در داخل رآکتورها، نرمی وکیوم کم می‌شود و نفوذپذیری آن بالا می‌رود. سپس هوای کمپرسور به وکیوم‌ها در رآکتور تزریق می‌شود و واکنش اکسیداسیون رخ می‌دهد. هوای اضافی و گازهای سبک به وسیله یک لوله جدا می‌گردد و در نهایت، وارد زباله‌سوز می‌شود و تا دمای ۶۵۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌سوزد. قیر آماده شده (با دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد) وارد مبدل‌ها می‌شود و مجدد به دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد و وارد مخازن و در نهایت، بارگیری می‌شود. در این کارخانه فرایند تولید بشکه فلزی دایر بود (شکل ۲).

در مطالعه حاضر به منظور ارزیابی خطر مواجهه افراد با عوامل زیان‌آور شیمیایی، از روش ارایه شده توسط دپارتمان بهداشت حرفه‌ای سنگاپور استفاده گردید (۲۸). برای انجام تحقیق، ابتدا نسبت به تشکیل یک گروه کاری متشکل از سرپرست واحدهای مورد بررسی، نماینده کارکنان، نماینده کارفرما و متخصص بهداشت حرفه‌ای و ایمنی اقدام شد. در مرحله بعد، کلیه مشاغل کارکنان در واحدهای مورد بررسی فهرست گردید و وظایف هر شغل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.



شکل ۲. شماتیک خط تولید بشکه

سپس تمام مواد شیمیایی (اعم از مواد خام، مواد واسطه، محصولات اصلی و محصولات جانبی) که در طی فرایند کاری مصرف یا تولید می‌شدند، صرف‌نظر از این که در مورد آن‌ها اقدامات کنترلی انجام می‌شود، از طریق بررسی فرایند، مطالعه نقشه‌های فرایندی، بررسی واکنش‌های شیمیایی، برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد (Material Safety Data Sheet یا MSDS)، برچسب ظروف مواد شیمیایی، بازرسی از سایت و کلیه محل‌هایی که مواد شیمیایی مصرف یا انبار می‌شوند، مشخص گردید. پس از شناسایی مواد شیمیایی مورد استفاده در فرایند تولید، درجه خطر هر کدام از مواد شناسایی شده تعیین گردید.

تعیین درجه مخاطره (Hazard rate): طبق روش ارایه شده توسط دپارتمان بهداشت حرفه‌ای سنگاپور، درجه خطر با توجه به اثرات سمی مواد شیمیایی و یا از طریق دز کشنده (Lethal Dose 50 یا LD50) و غلظت کشنده (Lethal Concentration 50 یا LC50) مواد شیمیایی و به صورتی که در روش توصیه شده از سوی این دپارتمان ارایه شده است، به دست آمد (۱) که در جداول ۱ و ۲ قابل مشاهده می‌باشد. در تحقیق حاضر، اطلاعات مورد نیاز از طریق شناسنامه ایمنی مواد شیمیایی به دست آمد و بزرگ‌ترین عدد به عنوان مبنای درجه مواجهه در نظر گرفته شد و برای تک‌تک مواد شناسایی شده ثبت گردید. در مرحله بعد، اقدام به تعیین درجه مواجهه مواد شناسایی شده گردید.

تعیین درجه مواجهه (Exposure rate): طبق راهنمای ارایه شده توسط دپارتمان بهداشت حرفه‌ای سنگاپور، درجه مواجهه را می‌توان با استفاده از اطلاعات موجود در رابطه با اندازه‌گیری غلظت مواد شیمیایی موجود (نتایج پایش هوا) و یا با استفاده از جدول ارایه شده در این راهنما به دست آورد. در مطالعه حاضر، از هر دو مورد ذکر شده استفاده گردید و درجه مواجهه با استفاده از جدول تعیین شاخص مواجهه (Exposure index) برای هر یک از مواد مربوط به دست آمد و ثبت گردید (۲۹) (جدول ۳).

تعیین سطح خطر (Risk level): در مرحله بعد، نمره خطر یا سطح خطر با توجه به درجه خطر ماده شیمیایی و درجه مواجهه با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$Risk\ Level = \sqrt{HR \times ER}$$ رابطه ۱

رتبه‌بندی خطر (Risk rating): پس از مشخص شدن نمره خطر برای هر یک از مواد مورد بررسی، برای رتبه‌بندی هر یک از مواد به منظور طراحی اقدامات کنترلی، رتبه‌بندی خطر به صورت صفر تا ۱/۷: ناچیز، ۲/۸–۱/۷: پایین، ۸/۵–۲/۳: متوسط، ۴/۵–۳/۵: بالا و ۵/۰–۴/۵: خیلی بالا در نظر گرفته شد.

جدول ۱. تعیین درجه خطر از طریق اثرات سمی یا عوارض زیان‌آور مواد شیمیایی

درجه خطر	تعیین درجه خطر از طریق اثرات سمی یا عوارض زیان‌آور مواد شیمیایی	مثال
۱	موادی که هیچ‌گونه اثر بهداشتی شناخته شده‌ای ندارند و به عنوان مواد سمی یا زیان‌آور طبقه‌بندی نشده‌اند. موادی که ACGIH آن‌ها را در طبقه A5 سرطان‌زاها قرار داده است.	کلرید سدیم، بوتان، استات بوتیل، کربنات
۲	موادی که اثرات برگشت‌پذیر روی پوست، چشم و غشای مخاطی دارند، اما اثراتشان آنقدر شدید نیست که بتواند اختلال جدی بر انسان ایجاد کنند. موادی که ACGIH آن‌ها را در طبقه A4 سرطان‌زاها قرار داده است. موادی که سبب ایجاد حساسیت و تحریک در پوست می‌شوند.	استون، بوتان، اسید استیک (۱۰ درصد)، املاح باریوم و...
۳	موادی که احتمالاً برای انسان یا حیوان سرطان‌زا یا موتاژن هستند، اما اطلاعات کافی در این مورد وجود ندارد. موادی که ACGIH آن‌ها را در طبقه A3 سرطان‌زاها قرار داده است. موادی که IARC آن‌ها در گروه B2 قرار داده است. مواد خورنده (pH < ۳ یا ۱۲ < pH < ۹) و مواد حساس‌کننده دستگاه تنفسی و ...	تولوئن، گزیلن، اتیل بنزن، آمونیاک، بوتانول، استالدئید، آنیلین، آنتیموان
٤	موادی که امکان سرطان‌زایی، موتاژنی (ایجاد جهش ژنی) و تراتوژنی (ناقص‌الخلقه زایی) آن‌ها بر طبق مطالعات انجام شده روی حیوانات بیشتر از دسته قبلی است. موادی که ACGIH آن‌ها را در طبقه A2 سرطان‌زاها قرار داده است موادی که IARC آن‌ها در گروه A2 قرار داده است. مواد خیلی خورنده (pH < ۲ یا ۱٤ < pH < ۱۱/۵)	فرمالدئید، کادمیوم، متیلن کلراید، اتیلن اکساید آکریلونیتریل
۵	موادی که اثر سرطان‌زایی، موتاژنی (ایجاد جهش ژنی) و تراتوژنی (ناقص‌الخلقه زایی) آن‌ها شناخته شده است. موادی که ACGIH آن‌ها را در طبقه A1 سرطان‌زاها قرار داده است. موادی که IARC آن‌ها در گروه ۱ قرار داده است. مواد شیمیایی خیلی سمی	بنزن، بنزیدین، سرب، آرسنیک، بریلیوم، برومین، وینیل کلراید، جیوه

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; IARC: International Agency for Research on Cancer

جدول ۲. تعیین درجه خطر از طریق سمیت حاد مواد شیمیایی

ضریب مخاطره	LD50 جذب شده از راه خوراکی در موش صحرایی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	LD50 جذب شده از راه پوستی در موش صحرایی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	LC50 جذب شده از راه تنفسی در موش صحرایی (میلی‌گرم در لیتر) در ساعت برای گاز و بخار	LC50 جذب شده از راه تنفسی در موش صحرایی (میلی‌گرم در لیتر) در ساعت برای ذرات هوابرد
۲	کمتر از ۲۰۰۰	کمتر از ۲۰۰۰	کمتر از ۲۰	کمتر از ۵
۳	۲۰۰۰ > تا > ۲۰۰	۲۰۰۰ > تا > ۴۰۰	۲۰ > تا > ۲	۵ > تا > ۱
٤	۲۰۰ > تا > ۲۵	۴۰۰ > تا > ۵۰	۲ > تا > ۰/۵	۱ > تا > ۰/۲۵
۵	کمتر از ۲۵	کمتر از ۵۰	کمتر از ۰/۵	کمتر از ۰/۲۵

LD50: Lethal Dose 50; LC50: Lethal Concentration 50

در نهایت، با توجه به رتبه خطر به دست آمده برای هر ترکیب و اولویت مشخص شده، اقدامات کنترلی لازم برای کاهش سطوح خطر ارایه گردید.

یافته‌ها

در پژوهش حاضر، ۵۳ نفر به ترتیب در مشاغل مختلف واحد بشکه‌سازی (شامل جوشکار، برشکار و پرسکار)، کارگر حوضچه رنگ، کارگر تخلیه وکیوم، مکانیک و تعمیرکار، کارمندان اداری و سرپرستان، مدیر کنترل کیفیت، مسؤولان آزمایشگاه، سرپرست و سرشیفت واحد تولید قیر، کارگر سایت تولید قیر (تخلیه مواد اولیه)، انبارداری و نگهبانی فعالیت داشتند (جدول ۴). بیشترین تکرار مواجهه در هفته مربوط به اپراتور سرشیفت واحد تولید قیر (مانیتورینگ)، مسؤولان آزمایشگاه، کنترل کیفیت و سرپرست واحد تولید قیر (۴ ساعت در ۶ روز هفته معادل ۲۴ ساعت در هفته) بود. بیشترین و کمترین میزان فراوانی به ترتیب به مشاغل سرشیفت واحد تولید قیر (مانیتورینگ) و مکانیک و تعمیرکار، انباردار و نیروی خدماتی تعلق گرفت. همچنین، بیشترین توزیع فراوانی محل کار افراد در سایت تولید قیر و کمترین توزیع فراوانی در تعمیرگاه و انبار بود.

درجه خطر، درجه مواجهه و رتبه خطر مواجهه با عوامل شیمیایی در مشاغل مورد بررسی در جداول ۴ و ۵ ارایه شده است. بیشترین میزان رتبه خطر را بخارات قیر با نمره ۴/۴۷ در همه مشاغل تولیدی به خود اختصاص داد که در مشاغل کارگر حوضچه رنگ و کارگر سایت تولید قیر (تخلیه مواد تولیدی در بشکه‌ها) به دلیل مواجهه مستقیم، بیشتر از بقیه مواد بود و رتبه خطر آن در ناحیه زیاد قرار گرفت. همچنین، کمترین رتبه خطر مربوط به ماده تولوئن و فیوم آسفالت با نمره ۱/۴۱ در مشاغل مورد بررسی با رتبه خطر ناچیز گزارش شد و بقیه ترکیبات در ناحیه خطر متوسط و کم قرار داشت.

بحث

مشاغل اپراتور برش گیوتین و دستگاه پرس، واحدهای جوشکاری و برشکاری، حوضچه رنگ، تخلیه وکیوم، آزمایشگاه، تعمیرکاران و واحدهای نگهبانی و اداری در پژوهش حاضر تحت ارزیابی خطر قرار گرفتند.

جدول ۳. تعیین شاخص مواجهه مواد شیمیایی موجود

شاخص مواجهه	۱	۲	۳	۴	۵
فشار بخار اندازه ذرات بر حسب قطر آئرودینامیک	کمتر از ۰/۱ میلی‌متر جیوه ذرات درشت حجیم یا مواد مرطوب	۰/۱ تا ۱ میلی‌متر جیوه مواد درشت و خشک	۱ تا ۱۰ میلی‌متر جیوه ذرات کوچک و خشک بیشتر از ۱۰۰ میکرومتر	۱۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر جیوه مواد ریز و خشک ۱۰ تا ۱۰۰ میکرومتر	بیشتر از ۱۰۰ میلی‌متر جیوه ذرات پودری، خشک و ریز از ۱۰ میکرومتر
نسبت OT/PEL	کمتر از ۰/۱	۰/۱ تا ۰/۵	۰/۵ تا ۱	۱ تا ۲	بیشتر از ۲
اقدامات کنترلی	کنترل کافی با تعمیر و نگهداری منظم	کنترل کافی با تعمیر و نگهداری منظم	کنترل کافی بدون تعمیر و نگهداری (گرد و غبار متوسط)	کنترل ناکافی (گرد و غبار زیاد)	بدون هیچ کنترل (گرد و غبار خیلی زیاد)
میزان مورد استفاده در هفته	میزان استفاده قابل صرف نظر است- کمتر از ۱ کیلوگرم یا لیتر	میزان استفاده اندک است. ۱ تا ۱۰ کیلوگرم یا لیتر	میزان مصرف متوسط است- کارگران در مورد حمل و نقل مواد شیمیایی آموزش دیده‌اند. ۱۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم یا لیتر	میزان مصرف زیاد است- کارگران در مورد کار با مواد شیمیایی آموزش دیده‌اند. ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم یا لیتر	میزان مصرف زیاد است- کارگران در مورد کار با مواد شیمیایی آموزش ندیده اند. بیشتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم یا لیتر
مدت زمان مواجهه در هفته	کمتر از ۸ ساعت	۸-۱۶ ساعت	۱۶-۲٤ ساعت	۲٤-۳۲ ساعت	۳۲-٤۰ ساعت

OT/PEL: Odor threshold/permissible exposure limit

جدول ۴. تعیین ضریب خطر نهایی مواد شیمیایی موجود در شرکت

وظیفه کاری	شاغل در بخش (تعداد)	مواجهه شیمیایی با مواد	ضریب مخاطره	ضریب مواجهه	میزان خطر	رتبه خطر
		فیوم کروم	٥	٢	٣/١٦	متوسط
		فیوم مس	٤	٢	٢/٨٢	متوسط
اپراتور برش گیوتین	سالن بشکه/ ١نفر	فیوم روی	٢	١	١/٤١	ناچیز
		فیوم آهن	٢	١	١/٤١	ناچیز
		بخارات و میست قیر	٥	٤	٤/٤٧	زیاد
		فیوم کروم	٥	٢	٣/١٦	متوسط
		فیوم مس	٤	٢	٢/٨٢	متوسط
اپراتور دستگاه پرس	سالن بشکه/ ٦ نفر	فیوم روی	٢	١	١/٤١	ناچیز
		فیوم آهن	٢	١	١/٤١	ناچیز
		بخارات و میست قیر	٥	٤	٤/٤٧	زیاد
		فیوم کروم	٥	٢	٣/١٦	متوسط
		فیوم مس	٤	٢	٢/٨٢	متوسط
جوشکاری نقطه زن واحد بشکه‌سازی	سالن بشکه/ ٢ نفر	فیوم روی	٢	١	١/٤١	ناچیز
		فیوم آهن	٢	١	١/٤١	ناچیز
		بخارات و میست قیر	٥	٤	٤/٤٧	زیاد
		فیوم کروم	٥	٢	٣/١٦	متوسط
		فیوم مس	٤	٢	٢/٨٢	متوسط
جوشکاری خطزن واحد بشکه‌سازی	سالن بشکه/ ٢ نفر	فیوم روی	٢	١	١/٤١	ناچیز
		فیوم آهن	٢	١	١/٤١	ناچیز
		بخارات و میست قیر	٥	٤	٤/٤٧	زیاد
		فیوم کروم	٥	٢	٣/١٦	متوسط
		فیوم مس	٤	٢	٢/٨٢	متوسط
برش‌کار	سالن بشکه/ ٦ نفر	فیوم روی	٢	١	١/٤١	ناچیز
		فیوم آهن	٢	١	١/٤١	ناچیز
		بخارات و میست قیر	٥	٤	٤/٤٧	زیاد
		بنزن	٥	٢	٣/١٦	متوسط
		تولوئن	٢	١	١/٤١	ناچیز
		ارتوزایلن	٣	١	١/٧٣	کم رو به ناچیز
		پارازایلن	٣	١	١/٧٣	کم رو به ناچیز
		اتیل بنزن	٣	١	١/٧٣	کم رو به ناچیز
کارگر حوضچه رنگ	سالن بشکه/ ١نفر	نفت سفید	٣	١	١/٧٣	کم رو به ناچیز
		فیوم آسفالت	٢	٣	٢/٤٤	کم
		بخارات و میست قیر	٥	٤	٤/٤٧	زیاد
		هگزان	٣	٢	٢/٤٤	کم
		هپتان	٤	٢	٢/٨٢	متوسط رو به کم
		TCE	٤	٢	٢/٨٢	متوسط رو به کم
		بنزن	٥	٢	٣/١٦	متوسط
		تولوئن	٢	١	١/٤١	ناچیز
		ارتوزایلن	٣	١	١/٧٣	ناچیز
		پارازایلن	٣	١	١/٧٣	ناچیز
کارگر تخلیه وکیوم	محوطه قیر/ ٢نفر	اتیل بنزن	٣	١	١/٧٣	ناچیز
		بخارات و میست قیر	٥	٤	٤/٤٧	زیاد
		هگزان	٣	١	١/٧٣	ناچیز
		هپتان	٤	١	٢/٠٠	کم
		TCE	٤	١	٢/٠٠	کم
مکانیک و تعمیرکار	تعمیرگاه/ ١ نفر	بخارات و میست قیر	٥	١	٢/٢٣	کم
کارمند اداری	واحد اداری/ ٦ نفر	بخارات و میست قیر	٥	١	٢/٢٣	کم

جدول ۴. تعیین ضریب خطر نهایی مواد شیمیایی موجود در شرکت (ادامه)

وظیفه کاری	شاغل در بخش (تعداد)	مواجهه شیمیایی با مواد	ضریب مخاطره	ضریب مواجهه	میزان خطر	رتبه خطر
سرپرست کارخانه	واحد اداری/ ۱نفر	بخارات و میست قیر	۵	۱	۲/۲۳	کم
		فیوم آسفالت	۲	۱	۱/۴۱	ناچیز
کارمند واحد بهداشت حرفه‌ای	واحد اداری/ ۱نفر	بخارات و میست قیر	۵	۱	۲/۲۳	کم
		فیوم آسفالت	۲	۱	۱/۴۱	ناچیز
نیروی خدماتی (آبدارچی)	واحد اداری/ ۱ نفر	بخارات و میست قیر	۵	۱	۲/۲۳	کم
مدیر کنترل کیفیت	آزمایشگاه/ ۱نفر	بنزن	۵	۲	۳/۱۶	متوسط
		تولوئن	۲	۱	۱/۴۱	ناچیز
		ارتوزایلن	۳	۱	۱/۷۳	ناچیز
		پارازایلن	۳	۱	۱/۷۳	ناچیز
		اتیل بنزن	۳	۱	۱/۷۳	ناچیز
		بخارات و میست قیر	۵	۲	۳/۱۶	متوسط
		فیوم آسفالت	۲	۳	۲/۴۴	کم
		نفت سفید	۲	۲	۳/۱۶	متوسط
مسؤول آزمایشگاه	آزمایشگاه/ ۳ نفر	بنزن	۵	۲	۳/۱۶	متوسط
		تولوئن	۲	۱	۱/۴۱	ناچیز
		ارتوزایلن	۳	۱	۱/۷۳	کم رو به ناچیز
		پارازایلن	۳	۱	۱/۷۳	کم رو به ناچیز
		اتیل بنزن	۳	۱	۱/۷۳	کم رو به ناچیز
		نفت سفید	۳	۲	۲/۴۴	کم
		بخارات و میست قیر	۵	۴	۴/۴۷	زیاد
		فیوم آسفالت	۲	۴	۲/۸۲	متوسط رو به کم
		هگزان	۳	۲	۲/۴۴	کم
		هپتان	۴	۲	۲/۸۲	متوسط رو به کم
		TCE	۴	۲	۲/۸۲	متوسط رو به کم
سرپرست واحد تولید قیر	سایت تولید قیر/ ۴ نفر	بخارات و میست قیر	۵	۲	۳/۱۶	متوسط
		فیوم آسفالت	۲	۲	۲/۰۰	کم
		بنزن	۵	۲	۳/۱۶	متوسط
		تولوئن	۲	۱	۱/۴۱	ناچیز
		ارتوزایلن	۳	۱	۱/۷۳	کم رو به ناچیز
		پارازایلن	۳	۱	۱/۷۳	کم رو به ناچیز
		اتیل بنزن	۳	۱	۱/۷۳	کم رو به ناچیز
سرشیفت واحد تولید قیر (مسؤول مانیتورینگ)	سایت تولید قیر/ ۹ نفر	نفت سفید	۳	۲	۲/۴۴	کم
		بخارات و میست قیر	۵	۴	۴/۴۷	زیاد
		فیوم آسفالت	۲	۴	۲/۸۲	متوسط رو به کم
		هگزان	۳	۲	۲/۴۴	کم
		هپتان	۴	۲	۲/۸۲	متوسط رو به کم
		TCE	۴	۲	۲/۸۲	متوسط رو به کم
کارگر سایت تولید قیر (تخلیه مواد تولیدی در بشکه)	سایت تولید قیر/ ۳ نفر	بنزن	۵	۲	۳/۱۶	متوسط
		تولوئن	۲	۱	۱/۴۱	ناچیز
		ارتوزایلن	۳	۱	۱/۷۳	ناچیز
		پارازایلن	۳	۱	۱/۷۳	ناچیز
		اتیل بنزن	۳	۱	۱/۷۳	ناچیز
		فیوم آسفالت	۲	۲	۲/۰۰	کم
		بخارات و میست قیر	۵	۴	۴/۴۷	زیاد
انباردار	انبار/ ۱ نفر	بخارات و میست قیر	۵	۱	۲/۲۳	کم
نگهبان	نگهبانی/ ۳ نفر	فیوم آسفالت	۵	۲	۳/۱۶	متوسط
		بخارات و میست قیر	۲	۲	۲/۰۰	کم

TCE: Trichloroethylene

http://hsr.mui.ac.ir

جدول ۵. تعیین ضریب خطر نهایی مشاغل و مواد شیمیایی موجود در شرکت

وظیفه کاری	شاغل در بخش	مواجهه شیمیایی با مواد	ضریب مخاطره	ضریب مواجهه	میزان خطر	رتبه خطر	رتبه کل
اپراتور برش گیوتین	سالن بشکه	فیوم کروم، مس، روی، آهن، بخارات و میست قیر	۳	۳	۳/۰۰	متوسط	۱
اپراتور دستگاه پرس	سالن بشکه	فیوم کروم، مس، روی، آهن، بخارات و میست قیر	۳	۳	۳/۰۰	متوسط	۱
جوشکاری نقطه‌زن واحد بشکه‌سازی	سالن بشکه	فیوم کروم، مس، روی، آهن، بخارات و میست قیر	۳	۳	۳/۰۰	متوسط	۱
جوشکاری خطزن واحد بشکه‌سازی	سالن بشکه	فیوم کروم، مس، روی، آهن، بخارات و میست قیر	۳	۳	۳/۰۰	متوسط	۱
برش‌کار	سالن بشکه	فیوم کروم، مس، روی، آهن، بخارات و میست قیر	۳	۳	۳/۰۰	متوسط	۱
کارگر حوضچه رنگ	سالن بشکه	بنزن، تولوئن، ارتوزایلن، پارازایلن، اتیل بنزن، نفت سفید، فیوم آسفالت، بخارات و میست قیر، هگزان، هپتان، تری کلرواتیلن	٤	۳	۳/۸٦	متوسط رو به بالا	۱
کارگر تخلیه وکیوم	محوطه قیر	بنزن، تولوئن، ارتوزایلن، پارازایلن، اتیل بنزن، بخارات و میست قیر، هگزان، هپتان، تری کلرواتیلن	٤	۲	۲/۸۲	متوسط رو به کم	۱
مکانیک و تعمیرکار	تعمیرگاه	بخارات و میست قیر	٥	۱	۲/۲۳	کم	۲
کارمند اداری	واحد اداری	بخارات و میست قیر	۳	۱	۱/۷۳	ناچیز	۳
سرپرست کارخانه	واحد اداری	بخارات و میست قیر، فیوم آسفالت	۳	۱	۱/۷۳	ناچیز	۳
کارمند واحد بهداشت حرفه‌ای	واحد اداری	بخارات و میست قیر، فیوم آسفالت	۳	۱	۱/۷۳	ناچیز	۳
نیروی خدماتی (آبدارچی)	واحد اداری	بخارات و میست قیر	۳	۱	۱/۷۳	ناچیز	۳
مدیر کنترل کیفیت	آزمایشگاه	بنزن، تولوئن، ارتوزایلن، پارازایلن، اتیل بنزن، بخارات و میست قیر، فیوم آسفالت، نفت سفید،	۳	۲	۲/٤٤	کم	۲
مسؤول آزمایشگاه	آزمایشگاه	بنزن، تولوئن، ارتوزایلن، پارازایلن، اتیل بنزن، نفت سفید، فیوم آسفالت، بخارات و میست قیر، هگزان، هپتان، TCE	۳	۳	۳/۰۰	متوسط	۱
سرپرست واحد تولید قیر	آزمایشگاه	بخارات و میست قیر، فیوم آسفالت	۳	۲	۲/٤٤	کم	۲
سرشیفت واحد تولید قیر (مسؤول مانیتورینگ)	سایت تولید قیر	بنزن، تولوئن، ارتوزایلن، پارازایلن، اتیل بنزن، نفت سفید، بخارات و میست قیر، هگزان، هپتان، تری کلرواتیلن، فیوم آسفالت	۳	۲	۲/٤٤	کم	۲
کارگر سایت تولید قیر (تخلیه مواد تولیدی در بشکه)	سایت تولید قیر	بنزن، تولوئن، ارتوزایلن، پارازایلن، اتیل بنزن، فیوم آسفالت، بخارات و میست قیر	۳	۳	۳/۰۰	متوسط	۱
انباردار	انبار	بخارات و میست قیر	٥	۱	۲/۲۳	کم	۲
نگهبان	نگهبانی	فیوم آسفالت، بخارات و میست قیر	۳	۲	۲/٤٤	کم	۲

TCE: Trichloroethylene

http://hsr.mui.ac.ir

بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین نفرات در واحد بشکه‌سازی و سایت تولید قیر مشغول به کار بودند (حدود ۶۵ درصد) و سابقه کار افراد (حدود ۷۹ درصد) کمتر از ۱۰ سال بود. بر اساس شناسایی عوامل شیمیایی محیط کار، مواد شیمیایی بنزین، تولوئن، ارتوزایلن، پارازایلن، اتیل بنزن، هپتان، هگزان و TCE، بخارات نفت سفید، فیوم‌های آهن، روی، مس، کروم و فیوم‌های آسفالت و بخارات قیر در محیط کار شناسایی شدند.

در مطالعه حاضر، رتبه خطر مواجهه با بخارات و میست‌های قیر در واحدهای برش گیوتین و پرس، جوشکاری و برشکاری، حوضچه رنگ و تخلیه وکیوم و قسمت‌های اداری و تعمیرات، نگهبان و آزمایشگاه و سایت تولید قیر با توجه به این که کل زمان کاری (۸ ساعت در روز و با تکرار ۴۰ ساعت در هفته) بیشترین مواجهه را داشت، ضریب مخاطره معادل ۵ و ضریب مواجهه در قسمت‌های تولیدی و آزمایشگاه معادل ۴ و در واحدهای اداری و خدماتی و کارگران سایت تولید قیر معادل ۱ گزارش گردید. مقادیر میزان خطر در واحدهای تولیدی و آزمایشگاه، ۴/۴۷ و در واحدهای اداری و خدماتی، ۲/۲۳ به دست آمد. با توجه به این که در فیوم‌ها و میست‌های قیر پلی‌هیدروکربن‌های آروماتیک و از جمله هیدروکربن‌های حلقوی وجود دارد و اغلب سمیت این نوع هیدروکربن‌ها بالا می‌باشد و بیشترین سطح خطر در واحدهای تولیدی مربوط به بخارات و میست قیر می‌باشد، نیاز است اقدامات کنترلی مناسب لحاظ شود.

در تحقیق حاضر، بالاترین رتبه خطر مواجهه با ترکیبات BTEX در ماده بنزن در قسمت حوضچه رنگ و واحد تخلیه وکیوم و واحد آزمایشگاه با ضریب مخاطره ۵، ضریب مواجهه ۲ و رتبه خطر ۳/۱۶ به دست آمد که میزان سطح خطر آن متوسط می‌باشد. با توجه به سمیت بالای بنزن و سرطان‌زایی قطعی آن، نیاز است که اقدامات کنترلی مناسبی صورت گیرد. همچنین، ضریب مخاطره، ضریب مواجهه و میزان خطر برای فیوم کروم به ترتیب ۵، ۲ و ۳/۱۶ بود که در واحدهای برش گیوتین، اپراتور دستگاه پرس، جوشکاری و برشکاری مشاهده گردید.

نتایج بسیاری از پژوهش نشان داده است که کاهش عملکرد ریه و افزایش اختلالات تنفسی در کارگرانی که در مواجهه با بخارات قیر قرار داشتند، در مقایسه با کارگرانی که مواجهه‌ای نداشتند، وجود دارد (۳۰، ۱۷). همچنین، مشخص گردید که مواجهه با آلاینده‌های متصاعد از قیر و فیوم‌های حاصل از آن، دارای اثراتی روی عملکرد ریه در کوتاه مدت هستند و شواهد محدودی در خصوص اثرات مخرب و آسیب‌زا بر روی DNA وجود دارد (۱۷). Lotz و همکاران مطالعه‌ای را بر روی کارگرانی که با قیر مواجهه داشتند، انجام دادند و دریافتند که PAHs در متابولیت‌های ادراری آن‌ها در مقایسه با گروه‌های شاهد بیشتر بود (۳۱). Roy و همکاران در تحقیق خود با بررسی جذب پوستی ترکیبات آروماتیک پلی‌سیکلیک، به این نتیجه رسیدند که جذب پوستی این ترکیبات برای بخارات متصاعد شده از آسفالت مطرح است (۱۸) که با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی داشت.

نتایج مطالعه شریفی و همکاران در خصوص ارزیابی خطر بهداشتی ناشی از مواجهه با ترکیبات بنزن، تولوئن و اتیل بنزن در یکی از شرکت‌های پتروشیمی ماهشهر، نشان داد که میزان سطح خطر و رتبه خطر مربوط به آلاینده‌های اتیل بنزن و تولوئن بیشتر از سایر مواد شیمیایی بود (۳۲) که با یافته‌های بررسی حاضر همسو بود. در تحقیق حاضر، سطح خطر بنزن در برخی از ایستگاه‌ها، ۴/۴۷ تعیین شد. هراتی و همکاران در ارزیابی خطر مواجهه با آلاینده مواد شیمیایی در یک صنعت خودروسازی، به این نتیجه رسیدند که درجه خطر و درجه مواجهه برای بنزن به ترتیب ۵ و۳ به دست آمد و سطح خطر، ۳/۸۷ محاسبه گردید که رتبه خطر به نسبت بالایی است (۳۳) و با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت.

مهری‌فر و همکاران در مطالعه خود با ارزیابی خطر مواجهه جوشکاران با گازها و فیوم‌های فلزی در صنعت کشتی‌سازی، میزان درجه خطر را ۲، درجه مواجهه را ۵ و رتبه خطر را ۳/۱۶ گزارش کردند (۳۴) که با یافته‌های بررسی حاضر هم‌راستا بود. در تحقیق Zainal Bakri و همکاران، خطر بهداشتی شغلی در فیوم‌های جوشکاری بررسی گردید و ضریب مواجهه کروم، ۵ گزارش گردید (۲۶) که با نتایج پژوهش حاضر مشابهت داشت.

با توجه به شرایط ایجاد شده ناشی از بیماری کووید ۱۹، محدودیت‌های رفت و آمد، تعطیلی شرکت و برخی از واحدهای کاری، منجر به طولانی شدن فرایند جمع‌آوری داده‌ها گردید. اطلاعات حاصل از پایش هوا برای برخی از واحدهای کاری و مواد شیمیایی انجام نشد که به ناچار برآورد آن‌ها به صورت کیفی صورت گرفت.

به دلیل واقع بودن محل انجام پروژه (شهرک قیر محمودیه) که همراه با کارخانجات تولید و فرآوری قیر بسیاری بود، به همین جهت می‌توان از این نتایج برای سایر شرکت‌های قیر و شهرک‌های مشابه بهره گرفت. همچنین، مطالعه حاضر و ارزیابی خطر، تمرکز ویژه‌ای بر روی سلامت کارگران و کارکنان داشت. در نتیجه، برای انجام اقدامات کنترلی و حفاظت فردی افراد مناسب می‌باشد.

به منظور انجام تحقیقات بیشتر در زمینه ارزیابی خطر بهداشتی، بهتر است میزان ارزیابی خطر بهداشتی با مقادیر اندازه‌گیری شده به صورت کمی مقایسه گردد. بهتر است برای مطالعات آینده، بر روی تولید مواد بینابینی که در صنایع شیمیایی تولید می‌شود نیز ارزیابی خطر بهداشتی صورت پذیرد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، بالاترین سطح خطر بهداشتی برای ترکیبات شیمیایی بنزن و فیوم کروم و بخارات قیر به دست آمد و همچنین، بیشترین سطوح خطر از نظر مکانی، مربوط به قسمت حوضچه رنگ و واحدهای برش و پرس‌کاری و جوشکاری و آزمایشگاه بود. حدود نیمی از مواجهه با فیوم‌های فلزی، حلال‌های آلی و بخارات قیر دارای سطح خطر متوسط و بالا بودند که اقدامات کنترلی مناسب برای این مشاغل و ترکیبات یافت شده، می‌تواند به میزان قابل توجهی باعث کاهش خطر مواجهه با این ترکیبات گردد.

در خصوص بخارات قیر، اقدامات کنترلی فنی مهندسی همچون نصب مکنده‌های موضعی، استفاده از وسایل حفاظت تنفسی مناسب، کاهش زمان مواجهه از طریق گردشی کردن کار و کاهش زمان کار کردن در این واحدهای کاری انجام گیرد. با توجه به بالا بودن سطوح خطر بهداشتی در واحد پر کردن بشکه‌های قیر جهت کاهش شدت مواجهه با آلاینده‌های شیمیایی، توصیه می‌شود که با استفاده از سیستم‌های تهویه موضعی، میزان مواجهه افراد با آلاینده‌ها کاهش یابد. همچنین، با مکانیزه کردن سیستم پر کردن بشکه‌های قیر، میزان مواجهه افراد با آلاینده‌ها به شدت کاهش می‌یابد. با توجه به بالا بودن سطوح خطر مواجهه با فیوم‌های فلزی، توصیه می‌شود که با نصب مکنده‌های موضعی، میزان مواجهه افراد با فیوم‌های فلزی ناشی از جوشکاری کاهش یابد. بهتر است که با توجه به بالا بودن سطوح خطر مواجهه با فیوم فلزی و بخارات قیر، از منطقه تنفسی

کارگران نمونه‌برداری انجام گیرد و میزان مواجهه فردی به آلاینده‌های محیطی بـه صورت کمی تعیین گردد. همچنین، با توجه به مواجهه‌های بالا و خطر بالا با انـواع فیوم‌های فلزی، بهتر است آزمایش‌های پـاراکلینیکی مـرتبط و پـایش بیولـوژیکی آلاینده‌های شیمیایی در برنامه معاینات سالیانه قرار کارگران گیرد. با توجه بـه بـالا بودن میزان خطر ماده بنزن در مطالعه حاضر، اقدامات فنی مهندسی همچون نصب مکنده‌های موضعی، استفاده از وسایل حفاظتی مناسب به ویژه ماسـک مخصـوص (ماسک با فیلتر مخصوص برای بخارات آلی) و کاهش مدت زمان مواجهـه بـا بـه کارگیری رویه‌های مدیریتی مانند گردش کاری بین افراد شاغل درون سالن تولید و شاغلین بیرون از سالن، می‌تواند تا حد زیادی باعث کاهش مواجهه شاغلین گردد.

تشکر و قدردانی

پـژوهش حاضـر برگرفتـه از پایان‌نامـه مقطـع کارشناسـی ارشـد بـا شـماره ۱۵۰۲۹۱۱۹۹۰۶۳۹۴۰۱۳۹۸۱۳۴۰۰۳، مصـوب دانشـگاه آزاد اسـلامی واحـد نجف‌آباد می‌باشد. بدین وسیله از مدیریت محتـرم و کلیـه کارکنـان زحمـتکش شرکت عایق اصفهان (واقع در شهرک قیر محمودیه) که در انجام مطالعه حاضر همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Jahangiri M, Jalali M, Saeidi CH, Mohammadpour H, Mardi H, Mehralipour J. Health risk assessment of harmful chemicals in order to provide control guidelines: Case study in a polyurethane foam industry. Occupational Medicine 2014; 5(4): 33-41. [In Persian].
2. Jalali M, Jalali S, Motlagh M, Negahban R, Faraji V, Jahangiri M. Health risk assessment of occupational exposure to BTEX compounds in petrol refueling stations in the Mashhad city. Journal of Neyshabur University of Medical Sciences 2014; 1(1): 15-25. [In Persian].
3. Rhomberg LR, Mayfield DB, Prueitt RL, Rice JW. A bounding quantitative cancer risk assessment for occupational exposures to asphalt emissions during road paving operations. Crit Rev Toxicol 2018; 48(9): 713-37.
4. Noroozi M, Akhgari M, Abdollahi A. Occupational exposure to paving asphalt fumes' impact on liver and kidney function test parameters. Int J Med Toxicol Forensic Med 2021; 11(1): 29730.
5. Weiss F, Baloh P, Pfaller C, Cetintas EC, Kasper-Giebl A, Wonaschütz A, et al. Reducing paving emissions and workers' exposure using novel mastic asphalt mixtures. Build Environ 2018; 137: 51-7.
6. Nilsson PT, Bergendorf U, Tinnerberg H, Nordin E, Gustavsson M, Strandberg B, et al. Emissions into the air from bitumen and rubber bitumen-implications for asphalt workers' exposure. Ann Work Expo Health 2018; 62(7): 828-39.
7. Petro-Canada. Our safety data sheets (SDS) [Online]. [cited 2015]; Available from: URL: https://www.petro-canada.ca/en/business/sds
8. Carl Roth GmbH + Co KG. Safety data sheet according to Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH): Toluene ROTISOLV® ≥99,8 %, UV/IR-Grade [Online]. [cited 2015 Sep 24]; Available from: URL: https://www.carlroth.com/medias/SDB-4445-IE-EN.pdf?context=bWFzdGVyfHNlY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyOTYyMjV8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNlY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oNjUvaDJjLzkwMzkyMDUxMDU2OTQucGRmfDIyZGNmZGRiNmY2NjgxYWQzMDgxZTVkODNmNWU0MTA3Y2JmOTI2ZTA2MDNlMmQyOGQ1ZDE2YWJjZGM0ZGI0ZjU
9. ValTech Diagnostics Inc. Xylenes Safety Data Sheet [Online]. [cited 2015]; Available from: URL: http://www.labchem.com/tools/msds/msds/VT910.pdf
10. Avantor Performance Materials Inc. Safety Data Sheet (Version: 1.1) [Online]. [cited 2014 Oct 9]; Available from: URL: https://us.vwr.com/assetsvc/asset/en_US/id/16490607/contents
11. Carl Roth. Safety data sheet. Safe Work Australia - Code of Practice. n-Heptane ≥99 %, for synthesis. Version: GHS 2.0. 2019.
12. Fischer Scientific. Safety Data Sheet: Hexane [Online]. [cited 2015]; Available from: URL: https://www.google.com/search?q=hexane+sds&rlz=1C5CHFA_enUS707US709&oq=Hexane+SDS&aqs=chrome.0.0l8.2186j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8
13. Fisher Scientific. Trichloroethylene Material Safety Data Sheet [Online]. [cited 2010]; Available from: URL: http://www.fishersci.com/ecomm/servlet/msdsproxy?productName=T4034&productDescription=TRICHLOROETHYLENE+ELEC+CR+4L&catNo=T403-4&vendorId=VN00033897&storeId=10652%5Cnhttp://www.fishersci.com/ecomm/servlet/msdsproxy?productName=T3404&productDescription=TRIC
14. CLS Cell Lines Service GmbH. Material Safety Data Sheet for Cell Cultures (Biosafety Level 1) [Online]. Available from: URL: https://clsgmbh.de/pdf/c2c12-msds.pdf
15. Du Pont. Material Safety Data Sheet [Online]. [cited 2011 Mar 10]; Available from: URL: https://pdf4pro.com/view/du-pont-material-safety-data-sheet-page-1-23ea4.html

16. Syncrude Canada Ltd. Material Safety Data Sheet Bitumen [Online]. [cited 2006 Mar 7]; Available from: URL: http://demo.rkmsuk.com/MSDS/5%20bitumen.pdf
17. Xu Y, Karedal M, Nielsen J, Adlercreutz M, Bergendorf U, Strandberg B, et al. Exposure, respiratory symptoms, lung function and inflammation response of road-paving asphalt workers. Occup Environ Med 2018; 75(7): 494-500.
18. Roy TA, Kriech AJ, Osborn LV. Percutaneous absorption of polycyclic aromatic compounds from fume condensates of paving and built up roofing asphalts. Polycycl Aromat Compd 2020; 40(4): 945-53.
19. Xu Y, Lindh CH, Jonsson BAG, Broberg K, Albin M. Occupational exposure to asphalt mixture during road paving is related to increased mitochondria DNA copy number: A cross-sectional study. Environ Health 2018; 17(1): 29.
20. Mo S, Wang Y, Xiong F, Ai C. Effects of asphalt source and mixing temperature on the generated asphalt fumes. J Hazard Mater 2019; 371: 342-51.
21. Olsen R, Graff P, Daae H, Bryngelsson IL, Molander P, Ellingsen D. Occupational exposure during asphalt paving comparison of hot and warm mix asphalt in field experiments. Ann Work Expo Health 2021; 65(4): 446-57.
22. Petit P, Maitre A, Persoons R, Bicout DJ. Lung cancer risk assessment for workers exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons in various industries. Environ Int 2019; 124: 109-20.
23. Neghab M, Derisi FZ, Hassanzadeh J, Dirin V, Heidari S. Toxic responses of different organs following occupational exposure to sub-threshold limit value levels of paving asphalt fumes. Toxicol Environ Chem 2017; 99(2): 331-9.
24. Dehghani F, Golbabaei F, Abolfazl Zakerian S, Omidi F, Mansournia MA. Health risk assessment of exposure to volatile organic compounds (BTEX) in a painting unit of an automotive industry. Journal of Health and Safety at Work 2018; 8(1): 55-64. [In Persian].
25. Feizollah H, Bababeipouya A, Mosavianasl Z. Chemical health risk assessment: A case study at a concrete product workplace. Journal of Occupational and Environmental Health 2017; 3(2): 105-11. [In Persian].
26. Zainal Bakri S, Hariri A, Ismail M. Occupational health risk assessment of inhalation exposure to welding fumes. Int J Emerg Trends Eng Res 2020; 8(1.2): 90-7.
27. Clark CR, Burnett DM, Parker CM, Arp EW, Swanson MS, Minsavage GD, et al. Asphalt fume dermal carcinogenicity potential: I. dermal carcinogenicity evaluation of asphalt (bitumen) fume condensates. Regul Toxicol Pharmacol 2011; 61(1): 9-16.
28. Ministry of Manpower, Occupational Safety and Health Division. A Semi-sal. Singapore: Ministry of Manpower; 2005.
29. Jahangiri M, Motovagheh M. Health risk assessment of harmful chemicals: Case study in a petrochemical industry. Iran Occup Health 2011; 7(4): 18-24. [In Persian].
30. Bywood P, McMillan J. Bitumen contents and fumes. Evidence Review 2009; 232: 1-29.
31. Lotz A, Pesch B, Dettbarn G, Raulf M, Welge P, Rihs HP, et al. Metabolites of the PAH diol epoxide pathway and other urinary biomarkers of phenanthrene and pyrene in workers with and without exposure to bitumen fumes. Int Arch Occup Environ Health 2016; 89(8): 1251-67.
32. Sharifi A, Amini Nasab AS, Delavar A. Assessment of health risk of exposure to chemical pollutants based on program of respiratory protection at a petrochemical company in Mahshahr. Occupational Hygiene and Health Promotion Journal 2020; 3(4): 331-4. [In Persian].
33. Harati B, Shahtaheri SJ, Karimi A, Azam K, Ahmadi A, Afzali Rad M, et al. Risk assessment of chemical pollutants in an automobile manufacturing. Journal of Health and Safety at Work 2017; 7(2): 121-30. [In Persian].
34. Mehrifar Y, Mohebian Z, Bidel H. Exploring the risk of welders' exposure to the gases and metal fumes in a shipbuilding industry: A case study. Journal of Health and Safety at Work 2020; 10(2): 129-37. [In Persian].