Journal of Health in the Field, Vol.9, No.2, Summer 2021 Research Article

Relative Risk Assessment of Irritating Effects in Occupational Exposure to Metalworking Fluids Mists in Selected Lathes in Tehran

Elham Asgari Gandomani[1], Rezvan Zendehdel[2], Masoomeh Vahabi Shekarloo[3*], Alireza Ebrahimi Hariri[4], Fahimeh Haji Esmaeil Hajjar[5], Masoud Mirzaei[6]

1- MSc Student, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2- Associate Professor,, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3- PhD Candidate, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4- Occupational Health Administrator, Vice-Chancellor for Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
5- Occupational Health Administrator, East Health Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
6- Occupational Health Expert, Khajeh Nouri Comprehensive Health Service Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background and Objectives: Occupational exposure to metalworking fluid mist causes respiratory irritation. This study aimed to assess the relative risk of irritating effects in occupational exposure to metalworking fluids of lathe process.

Materials and Methods: Sixty-five subjects exposed to oil mist as exposed group and 65 administrative staff of the same industry as control group were selected. Health and Safety Executive/Health and Safety Laboratory (HSE/HSL) questionnaire was used for irritating effects. The US National Institutes of Health and Safety (NIOSH) method 5026 was used to monitoring respiratory exposure to oil mist. We also calculated the relative risk of irritating symptoms using MedCalc software. The study was approved by the ethics committee and conducted with the consent of participants.

Results: The mean time-weighted exposure to mineral oil mist in lathe workers was 7.10±3.49 mg/m3. The amount of throat irritation in machinists was significantly higher than the control group (p-value = 0.044).The relative risk of irritating effects in the eyes, nose, mouth and throat in machinists is slightly higher than control subjects (p-value = 0.05).

Conclusion: In this study, the occupational exposure in 67% of lathe workers is higher than recommended exposure limit in Iran. Subjects by oil mists exposure represented a risk of irritating effects in the respiratory tract, especially the throat. For this reason, continuous assessment and control of exposure is are needed to reduce the risk of chronic diseases.

Keywords: Lathe workers, Metalworking fluids, Irritating effects, Occupational exposure, relative risk

Please Cite this article as: Asgari Gandomani E, Zendehdel R, Vahabi Shekarloo M, Ebrahimi Hariri A, Fahimeh Haji Esmaeil Hajjar F, Masoud Mirzaei M.Relative Risk Assessment of Irritating Effects in Occupational Exposure to Metalworking Fluids Mists in Selected Lathes in Tehran. Journal of Health in the Field. 2021; 9(2):54-62.

Corresponding Author: PhD Candidate, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Email: vahabimasume@Yahoo.com

DOI: https://doi.org/10.22037/jhf.v9i2.36025
Received: 4 September 2021
Accepted: 2 December 2021

مقاله پژوهشی

فصلنامه بهداشت در عرصه
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- دانشکده بهداشت و ایمنی
دوره ۹ شماره۲، تابستان ۱۴۰۰، صفحات ۵۴ تا ۶۲

ارزیابی ریسک نسبی اثرات تحریکی در تراشکاران مواجهه یافته با میست مایعات فلزکاری منتخب از شهر تهران

الهام عسگری گندمانی [۱]، رضوان زنده‌دل [۲]، معصومه وهابی شکرلو [۳]*، علیرضا ابراهیمی حریری [۴]، فهیمه حاجی اسمعیل حجار [۵]، مسعود میرزایی [۶]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴- مسئول بهداشت حرفه‌ای، معاونت بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۵ - مسئول بهداشت حرفه‌ای، مرکز بهداشت شرق، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۶-کارشناس بهداشت حرفه‌ای، مرکز خدمات جامع سلامت خواجه‌نوری، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و اهداف: مواجهه شغلی با میست مایعات فلزکاری باعث بروز اثرات تحریکی در مجاری تنفسی می‌گردد. هدف مطالعه حاضر ارزیابی ریسک نسبی اثرات تحریکی در مواجهه شغلی با میست مایعات فلزکاری در تراشکاری است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه ۶۵ نفر از تراشکاران مواجهه یافته با میست روغن به‌عنوان گروه مواجهه و ۶۵ نفر از کادر اداری همان صنعت به‌عنوان گروه کنترل انتخاب گردیدند. جهت بررسی اثرات تحریکی میست روغن از پرسشنامه آژانس ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست/آزمایشگاه ایمنی و بهداشت HSE/HSL و جهت پایش میزان مواجهه تنفسی با میست روغن از روش ۵۰۲۶ انستیتو ملی ایمنی و بهداشت آمریکا (NIOSH) استفاده شد. میزان ریسک نسبی علائم تحریکی نیز با استفاده از نرم‌افزار MedCalc محاسبه شد. مطالعه حاضر دارای تاییدیه کمیته اخلاق بوده و با کسب رضایت از شرکت‌کنندگان انجام‌شده است.

یافته‌ها: میانگین مواجهه وزنی-زمانی با میست روغن معدنی در کارگران تراشکاری ۳/۴۹ ± ۷/۱۰ میلی‌گرم در مترمکعب ارزیابی شد. تحریک حلق در ماشینکاران به‌طور معناداری بالاتر از گروه شاهد است (p-value=۰/۰۴۴). ریسک نسبی عوارض تحریک در چشم، بینی، دهان و حلق در ماشینکاران اندکی بالاتر از افراد گروه شاهد محاسبه شد (p-value=۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: در این مطالعه مواجهه شغلی در ۶۷٪ از کارگران تراشکاری بالاتر از حد توصیه‌شده در ایران است. ریسک اثرات تحریکی در مجاری تنفسی به‌ویژه حلق در ماشینکاران دارای مواجهه با میست مایعات فلزکاری نسبت به گروه کنترل بالاتر است. به همین دلیل ضرورت ارزیابی و کنترل مداوم مواجهه در جهت کاهش ریسک و پیشگیری از بروز بیماری‌های مزمن مدنظر قرار دارد.

کلیدواژه‌ها: تراشکاران، مایعات فلزکاری، اثرات تحریکی، مواجهه شغلی، ریسک نسبی

* **نویسنده مسئول:** دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
Email: vahabimasume@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳ شهریور ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۱ آذر ۱۴۰۰

مقدمه

ازجمله اهداف بهداشت حرفه‌ای شناسایی، ارزیابی و کنترل مخاطرات بهداشتی محیط کار است. میست روغن‌های معدنی از جمله مواد شیمیایی محیط کار هستند که توسط آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان IARC در گروه مشکوک به سرطان‌زای انسانی قرار می‌گیرند [۱]. به‌طورکلی مایعات فلزکاری به چهار دسته روغن‌های خالص، روغن‌های محلول، مصنوعی و نیمه مصنوعی [۲] تقسیم می‌شوند. ولی در ارزیابی ریسک‌ها همه این دسته‌بندی‌ها به‌عنوان یک گروه واحد در نظر گرفته می‌شوند [۳]. مصرف سالانه مایعات فلزکاری در جهان بیش از ۲×۱۰^{۹} لیتر تخمین زده می‌شود [۳]. این مایعات مخلوطی از مواد مختلفی هستند که به‌طور گسترده در فرایندهای مختلف صنعتی نظیر فرز، تراشکاری، سنگ‌زنی مورد استفاده قرار می‌گیرند و در طی این فرایندها به‌صورت اسپری یا جریان مایع در سطوحی که برش فلز صورت می‌گیرد به‌عنوان روان کننده، خنک‌کننده و برای از بین بردن تراشه‌های فلزی استفاده می‌شوند. درنتیجه پاشش و تولید میست مایعات فلزکاری در طی فرایند تراشکاری سبب می‌شود افراد با میست، گردوغبار مواجهه تنفسی پیدا کنند [۴, ۵]. مایعات فلزکاری در اصل همان روغن هستند که با آب مخلوط شده و امولسیون تشکیل می‌دهند. پایداری این امولسیون‌ها به ایجاد یک لایه الکتریکی بین روغن و آب بستگی دارد. نیروهای دافعه در میان ذرات از ادغام آن‌ها جلوگیری می‌کند. آب موجود در امولسیون باعث خوردگی فلز می‌شود و برای جلوگیری از این امر، از مواد افزودنی ضد خوردگی همچون نیترات سدیم استفاده می‌شود. به‌غیراز پایداری، امولسیون‌ها مستعد حملات باکتریایی و رشد میکروبی هستند که ممکن است منجر به خوردگی و تضعیف خواص روانکاری آن‌ها شود. رشد میکروب‌ها با افزودن ۰/۱۵ درصد وزنی از آفت‌کش‌ها کاهش می‌یابد [۶].

هر یک از محتویات مایعات فلزکاری ممکن است موجب بروز اثرات بهداشتی شود، ازاین‌رو ماهیت و شدت اثرات بهداشتی مایعات فلزکاری تا حدودی به ترکیب ماده و نوع عملیات فلزکاری بستگی دارد [۷,۸]. مایعات فلزکاری ممکن است حاوی هیدروکربن‌های آروماتیک و آلیفاتیک و هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) باشند که بر سیستم تنفسی و عصبی در اپراتور دستگاه اثرات منفی می‌گذارند و باعث بروز واکنش‌های آلرژیک و تأثیر بر سیستم تنفسی شده و تماس طولانی‌مدت با آن‌ها ممکن است منجر به بروز سرطان شود [۹]. بررسی‌ها نشان داده است استنشاق آئروسل‌های مایعات فلزکاری می‌تواند باعث تحریک گلو (درد، سوزش گلو) [۷]، بینی (آبریزش، گرفتگی و خون‌دماغ) [۱۰] و ریه‌ها (سرفه، تنگی نفس، افزایش تولید مخاط) [۱۱] شود. بیماری‌های آلرژیک شغلی ازجمله بیماری‌های شایع در بین کارگران کشورهای صنعتی است [۱۲]. علیرغم بسیاری از مطالعات که کاهش موارد جدید تشخیص داده شده به‌عنوان بیماری‌های شغلی را نشان می‌دهند همچنان عوامل جدید و مرتبط با بیماری‌های آلرژیک شغلی یافت می‌شوند. همچنین مطالعات اخیر نشان داده است که بیماری‌های آلرژیک شغلی در برخی مشاغل مانند کارگران صنایع فلزی و کارگران خودروسازی رو به افزایش است. بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد حدود ۲۵-۱۵٪ از آسم‌های بزرگ‌سالان مربوط به‌مواجهه شغلی بوده است [۱۳]. مطالعات نشان می‌دهد مواجهه طولانی‌مدت با میست‌های بر پایه روغن باعث بروز اثرات تحریکی در مجاری ناحیه تنفسی گردیده است [۹] قطرات بزرگ‌تر میست می‌توانند به داخل بینی نفوذ کرده از مجاری تنفسی عبور کنند و بلعیده شوند. قطرات کوچک‌تر هم می‌توانند در ریه‌ها رسوب کنند. استنشاق میست، بخارت و دود مایعات فلزکاری در طی زمان می‌تواند آسم [۱] یا پنومونی ازدیاد حساسیتی [۱۵] ایجاد کند. مواجهه با همه‌ی انواع مایعات فلزکاری باعث بروز علائم تنفسی و کاهش عملکرد تنفسی و حساسیت برونشیال می‌شود [۱۶].

بر اساس تعریف شورای تحقیقات ملی آمریکا (NRC)، ارزیابی ریسک به معنای تعیین اثرات بهداشتی بالقوه نامطلوب در مواجهه با خطرات محیط است [۱۷]. فرایند تجزیه‌وتحلیل ریسک شیمیایی شامل موارد زیر است: ۱) شناسایی خطر، ۲) ارزیابی مواجهه، ۳) ارزیابی اثرات، ۴) ارزیابی ریسک [۱۸]. روش‌های زیادی برای ارزیابی ریسک وجود دارد ، اما یک روش مفید علاوه بر سادگی باید مطابق با ماهیت فعالیت‌ها، فرایندها، فرهنگ و سایر ویژگی‌های سازمان باشد [۱۹]. هدف از مطالعه حاضر

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

ارزیابی ریسک اثرات تحریکی در مواجهه شغلی با میست مایعات فلزکاری در کارگران یک کارگاه تراشکاری واقع در یک صنعت منتخب شهر تهران است. در این مطالعه پس از شناسایی مواجهه با میست روغن به‌عنوان یک خطر شیمیایی در کارگاه‌های تراشکاری، ارزیابی مواجهه با این ماده در بین گروهی از کارکنان دارای مواجهه انجام شد. در نهایت پس از ارزیابی اثرات تحریکی ناشی مواجهه با میست روغن با استفاده از پرسشنامه، ریسک نسبی این اثرات ارزیابی گردید.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در یک کارگاه تراشکاری واقع در یکی از صنایع شهر تهران و در ابتدای فصل زمستان انجام شد. افراد سالم و بدون علائم بیماری تنفسی یا آلرژی (طبق معاینات طب کار در پرونده‌ی پزشکی و خود اظهاری بر اساس پرسشنامه علائم تحریکی) وارد مطالعه شدند. جهت تعیین حجم نمونه از رابطه (۱) استفاده شد:

$$N = \frac{۲(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta})^2 S^۲}{\Delta^2} \qquad (۱)$$

بر اساس محاسبات ۵۳ نفر شاهد و ۵۳ نفر مواجهه یافته در نظر گرفته شد. به دلیل احتمال از دست رفتن اطلاعات حجم نمونه در هر گروه ٦٥ نفر در نظر گرفته شد؛ بنابراین جمعیت موردمطالعه شامل ۱۳۰ نفر بود که از این تعداد ٦٥ نفر به‌عنوان گروه مواجهه یافته با میست روغن‌های معدنی در کارگاه تراشکاری و ٦٥ نفر از کارکنان اداری همان صنعت نیز به‌عنوان گروه کنترل انتخاب شدند. افراد شرکت‌کننده در مطالعه بر اساس سن، سابقه‌ی کار، مصرف سیگار و شاخص توده‌ی بدنی (BMI) در دو گروه مواجهه یافته و کنترل همگن گردیدند.

تعیین مواجهه تنفسی

مدار نمونه‌برداری شامل پمپ نمونه‌بردار فردی، شلنگ اتصال، فیلتر ممبران و نگه‌دارنده‌ی فیلتر استفاده شد. ورودی هوا در سیستم نمونه‌برداری به منطقه تنفسی فرد متصل شد. نمونه‌برداری بر اساس روش انستیتو ملی ایمنی و بهداشت آمریکا NIOSH-5026 با نرخ حجم هوای ۹۰ لیتر به مدت ٤٥ دقیقه انجام شد. در این مطالعه از روتامتر به عنوان استاندارد ثانویه برای کالیبراسیون پمپ نمونه‌بردار فردی استفاده شد. برای کالیبراسیون روتامتر هم از یک وسیله استاندارد اولیه به نام فلومتر حباب صابون استفاده و ضریب خطای روتامتر محاسبه گردید. همچنین دما و فشار اتمسفر در هنگام کالیبراسیون و نمونه‌برداری سنجش شده و درنهایت بر اساس رابطه (۲) حجم واقعی هوای نمونه‌برداری شده محاسبه گردید:

$$V_{std} = V_{meas} \times \frac{P}{760} \times \frac{298}{T} \qquad (۲)$$

V_{std} = حجم استاندارد هوای نمونه‌برداری شده (لیتر)

V_{meas} = حجم واقعی هوای نمونه‌برداری شده (لیتر)

P = تفاضل فشار بخار اشباع آب در دمای T و فشار جو (mmHg)

T = دمای هوا در مدت‌زمان نمونه‌برداری (کلوین)

با استفاده از روتامتر کالیبره شده، پمپ نمونه‌بردار فردی به همراه سایر ابزارهای متصل به آن در محل نمونه‌برداری بر اساس دبی واقعی تنظیم و نمونه‌برداری انجام شد. به ازای هر ۱۰ عدد نمونه‌های میست روغن تنفسی دو نمونه به‌عنوان نمونه شاهد در محیط کار قرار گرفت و در پایان نمونه‌برداری به آزمایشگاه منتقل شد. تمامی مراحل نمونه‌برداری و تجزیه برای نمونه شاهد هم مشابه سایر نمونه‌ها انجام گرفت با این تفاوت که هوایی از روی فیلتر نمونه شاهد عبور داده نشد. به‌منظور بازیافت نمونه مجهول مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از تتراکلرید کربن به نمونه‌ها اضافه و نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در شیکر قرار داده شد. تعیین مقدار کمی آلاینده‌ها با دستگاه طیف‌سنج FT-IR در ناحیه‌ی طول‌موجی cm^{-1} ۲۷۹٦-۳۰۳۱ انجام شد. برای محاسبه غلظت نمونه‌های مجهول مقدار جذب هر نمونه را در معادله منحنی استاندارد در محدوده ۰/۱ تا ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر نمونه قرار داده و غلظت هر نمونه مجهول محاسبه شد. مقدار حد تشخیص (LOD) و حد تعیین مقدار کمی (LOQ) برای روش به ترتیب ۰/۰۷ و ۰/۲۵ میلی‌گرم به ازای هر نمونه محاسبه گردید.

تعیین اثرات تحریکی

جهت بررسی اثرات تحریکی میست روغن در چشم و مسیر تنفسی فوقانی از پرسشنامه آژانس ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست / آزمایشگاه ایمنی و بهداشت (HSE/HSL) [۲۰]

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

استفاده شد. این پرسشنامه در طول شیفت کاری برای همه افراد تکمیل و مشخصات دموگرافیک افراد شامل سن، سابقه کار و مصرف سیگار ثبت گردید. اطلاعات دموگرافیک کارگران (سن، سابقه‌ی کار، وزن، قد و...) هموژن گردید. تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها با نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۲ صورت گرفت. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف بررسی گردید سپس جهت مقایسه متغیرهای کمی از آزمون‌های student sample t-test، من ویتنی استفاده شد. همچنین متغیرهای کیفی با استفاده از آزمون کای اسکور و آزمون دقیق فیشر بررسی گردیدند. میزان ریسک نسبی علائم تحریکی مختلف نیز با استفاده از نرم‌افزار MedCalc نسخه 20.0.14 شرکت MedCalc Software Ltd محاسبه شد(۲۱,۲۲). در این نرم‌افزار میزان ریسک نسبی با استفاده از رابطه‌ی (۳) محاسبه شد و با استفاده از آزمون Z سطح معنی‌داری ریسک بررسی گردید. اگر P-value کمتر از ۰/۰۵ باشد به این معنی است که ریسک نسبی به‌طور معناداری بالاتر از یک می‌باشد و یک ریسک افزایش‌یافته در گروه مواجهه وجود دارد. اگر ریسک نسبی برابر ۱ باشد به این معنا است که ارتباطی بین مواجهه و بروز علائم وجود ندارد و اگر ریسک نسبی کمتر از ۱ باشد، نشان‌دهنده‌ی کاهش ریسک بیماری در گروه مواجهه یافته می‌باشد.

$$RR=\frac{\frac{a}{(a+b)}}{\frac{c}{(c+d)}} \qquad (۳)$$

RR = ریسک نسبی

a = تعداد افراد با نتایج مثبت (بد) در گروه مواجهه یافته

b = تعداد افراد با نتایج منفی (خوب) در گروه مواجهه یافته

c = تعداد افراد با نتایج مثبت (بد) در گروه کنترل

d = تعداد افراد با نتایج منفی (خوب) در گروه کنترل

یافته‌ها

داده‌های دموگرافیک افراد شرکت‌کننده شامل سن، BMI، سابقه کار و مصرف سیگار در جدول ۱ ارائه گردیده است. نتایج آزمون آماری من ویتنی نشان داد که دو گروه مواجهه و کنترل از نظر سن و سابقه‌ی کار همگن می‌باشند. همچنین اختلاف معناداری از نظر مصرف سیگار با استفاده از آزمون کای اسکور در دو گروه مشاهده نشد.

جدول ۱ – مشخصات دموگرافیک افراد مورد مطالعه

Table 1 - Demographic characteristics of the studied subjects

متغیر		گروه مواجهه انحراف معیار ± میانگین	گروه مواجهه نیافته انحراف معیار ± میانگین	p-value
سن (سال)		۳۷/۴۹ ± ۶/۷۹	۳۷/۷۶ ± ۶/۶۴	۰/۸۱۹
سابقه کار (سال)		۹/۵۱ ± ۶/۴۵	۹/۳۱ ± ۶/۷۲	۰/۸۶۴
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)		۲۵/۳۹ ± ۳/۰۲	۲۶/۷۵ ± ۴/۰۵	۰/۱۲۵
مصرف سیگار	سیگاری	۳	۴	۰/۳۲
	غیر سیگاری	۶۲	۶۱	

مواجهه تنفسی با روغن معدنی

نمونه‌برداری در این مطالعه در دو هفته انجام شد. نتایج ارزیابی پارامترهای شرایط جوی همچون دما و فشار در محل نمونه‌برداری از میست روغن تفاوت معنی‌داری را در دو هفته نشان نداد (جدول ۲).

گروه شاهد از پرسنل اداری صنعت مربوطه انتخاب‌شده و مواجهه تنفسی آن‌ها با میست روغن برابر صفر در نظر گرفته شد. میانگین مواجهه وزنی–زمانی با میست روغن در کارگران تراشکاری برابر با ۳/۴۹ ± ۷/۱۰ میلی‌گرم بر مترمکعب ارزیابی شد. مواجهه با میست روغن در دو سالن ماشین‌کاری (۳۳ نفر) و دنده زنی (۳۲ نفر) از ۰/۸ تا ۱۳/۹ میلی‌گرم بر مترمکعب

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

متفاوت بود. میانگین مواجهه در افراد شاغل در سالن دنده زنی از ماشین‌کاری بالاتر مشاهده شد ولی این تفاوت ازلحاظ آماری معنی‌دار نبود (p-value=۰/۳). نتایج آزمون Man Whitney U نشان داد تعداد افراد با مواجهه‌ی بالاتر از حد مجاز کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای ایران در سالن دنده زنی به شکل معنی‌داری بیشتر از مواجهه‌ی ماشینکاران می‌باشد.

جدول ۲ – شرایط جوی در زمان‌های ارزیابی

Table 2 - Atmospheric condition during evaluation times

مشخصات	هفته اول انحراف معیار ± میانگین	هفته دوم انحراف معیار ± میانگین	p-value
فشار هوا (mmHg)	٦٦٤/٥ ± ۰/۹۲	٦٦٥ ± ۱/۵۸	۰/٤٧
دما (سانتی‌گراد)	۳۰/۱۸ ± ۱/۲	۳۰ ± ۱/٤	۰/٦٨

جدول ۳ – میانگین مواجهه وزنی–زمانی کارگران با میست روغن معدنی

Table 3 - Average time-weighted exposure of workers to mineral oil mist

کارگاه	انحراف معیار ± میانگین(mg/m^3)	تعداد مواجهه‌های بالاتر از ۵ mg/m^3
دنده زنی	۷/۳±۳۸/٤٦	۲۲
ماشین‌کاری	٦/۳±۸۳/۵۵	۱۷
p-value	۰/۳	۰/۰٤

ارزیابی ریسک اثرات تحریکی

در این مطالعه اثرات محرک میست روغن در چشم و مسیر تنفسی فوقانی با استفاده از پرسشنامه آژانس ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست/آزمایشگاه ایمنی و بهداشت (HSE/HSL) [۲] بررسی گردید. درصد شیوع اثرات تحریکی در چشم، بینی، دهان و حلق در گروه مواجهه و کنترل در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج آزمون کای اسکوار و آزمون دقیق فیشر نشان می‌دهد که میزان تحریک چشم، بینی و دهان در دو گروه اختلاف معنی‌داری ندارد (p-value> ۰/۰۵) اما میزان تحریک حلق در ماشینکاران به‌طور معناداری بالاتر می‌باشد (p-value=۰/۰٤).

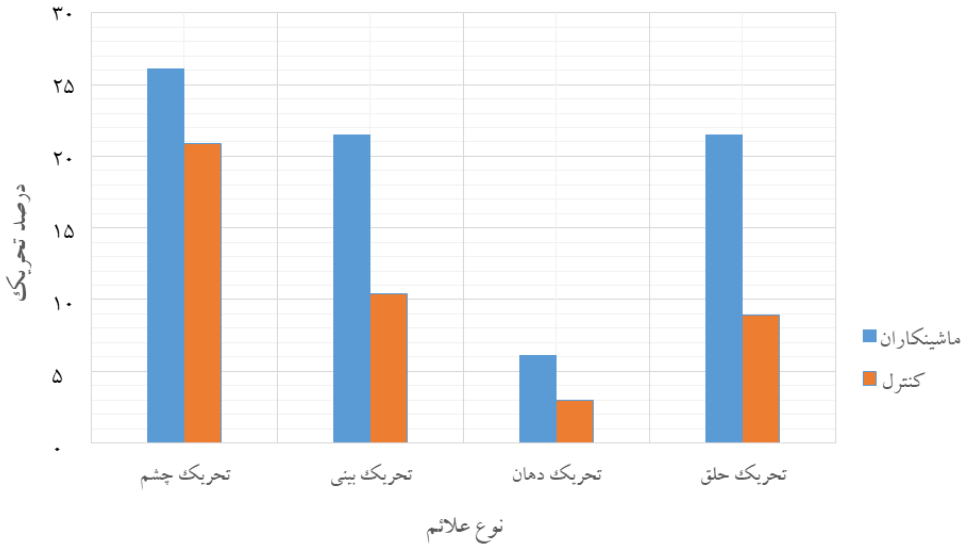
میزان ریسک نسبی علائم مختلف با استفاده از نرم‌افزار Medcalc محاسبه گردید. نتایج نشان داد ریسک عوارض تحریک در چشم، بینی، دهان در ماشینکاران اندکی بالاتر از افراد کنترل می‌باشد؛ بااین‌حال این ریسک معنادار نمی‌باشد و تنها در اثرات محرک در ناحیه حلق ریسک معنادار محاسبه گردید (جدول ٤).

بحث

مایعات فلزکاری، مخلوط پیچیده‌ای از مواد شیمیایی هستند و میست روغن معدنی در فرآیندهای صنعتی براثر ضربه، نیروی گریز از مرکز و تبخیر یا تراکم تولید می‌شود. این موضوع منجر به‌مواجهه شغلی کارکنان با میست روغن معدنی و بروز مشکلات تنفسی و پوستی در آن‌ها شود. انستیتو ملی ایمنی و بهداشت آمریکا NIOSH برآورد کرده است که ۱/۲ میلیون نفر در آمریکا با روغن معدنی مواجهه دارند[۲۳]. مقدار حد مجاز میانگین وزنی زمانی برای مواجهه با روغن معدنی توسط کنفرانس دولتی بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) و همچنین کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای ایران برابر با ۵ میلی‌گرم بر مترمکعب تعیین‌شده است. بررسی میزان مواجهه تنفسی در تراشکاران مطالعه شده بالاتر از حد مجاز تنفسی است. نتایج پایش هوا نشان داد که مواجهه شغلی ٦٧٪ از کارگران بالاتر از حد توصیه‌شده است. همچنین تعداد افرادی که در سالن دنده زنی در مواجهه بالاتر از حد مجاز قرار داشتند به‌طور قابل‌توجهی بیشتر از کارگران سالن

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

ماشین‌کاری مشخص شد (p-value= ۰/۰٤). بالاترین میانگین غلظت میست روغن در سالن دنده زنی مربوط به وظیفه دنده زنی اصلی بوده است ولی تفاوت معناداری بین وظایف مختلف این کارگاه وجود ندارد. در مطالعه‌ی گلبابایی و همکاران در واحدهای ماشین‌کاری ، میزان مواجهه تنفسی با آب ماستیک که نوعی از مایعات روان کننده است بر مبنای روش NIOSH5524 ارزیابی شد. در یافته‌های این مطالعه میانگین مواجهه کارگران با ذرات میست‌های روغن معدنی برابر ۰/۹۲±۲/۱۹ میلی‌گرم بر مترمکعب گزارش شده است [۲٤]. در مطالعه Fornander و همکاران مقادیر میست روغن ناشی از مایعات فلزکاری در بین ۲۷۱ نفر از کارگرانی که در مواجهه با مایعات فلزکاری هستند اندازه‌گیری شد. میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده برابر با ۰/٤٦ میلی‌گرم بر مترمکعب به دست آمد [۲۵]. این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل به‌کارگیری کنترل‌های مهندسی در صنایع مطالعه شده، تفاوت در پروسه‌های تولید و بار تولید هر صنعت ایجادشده باشد.



شکل ۱- درصد علائم تحریکی در دو گروه

Figure 1 - Percentage of irritating symptoms in both groups

جدول ٤- میزان ریسک علائم مختلف بر اساس مدل ریسک نسبی

Table 4 - The amount of risk for different symptoms based on the relative risk model

ریسک / نوع تحریک	ریسک نسبی (CL 95%)	P-value
تحریک چشم	۱/۲۵ (۰/٦۷ – ۲/۳۲)	۰/۵
تحریک بینی	۲/۰٦ (۰/۸۹ – ٤/۷۷)	۰/۰۹
تحریک دهان	۲/۰٦ (۰/۳۹ – ۱۰/۸۷)	۰/۳۹
تحریک حلق	۲/٤ (۰/۹۸ – ۵/۹)	۰/۰٤

مواجهه با مایعات فلزکاری می‌تواند موجب تحریک بافت مخاطی و بروز علائم تحریکی شود که به‌مراتب شایع‌تر از آسم شغلی یا پنومونی ازدیاد حساسیتی است. مطالعات مقطعی که اخیراً انجام‌شده است، بروز علائم تحریکی را در سطوح مواجهه‌ی نسبتاً کم با مایعات فلزکاری نشان داده‌اند [۵]. میست روغنی که در حین کار با دستگاه‌های برش ایجاد می‌شود از

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

دستگاه تنفسی عبور کرده و باعث ایجاد تغییراتی در ریه‌ها می‌شود که ازجمله این تغییرات واکنش‌های تحریک‌کننده و آلرژیک است [۹,۲۶]، چراکه مایعات فلزکاری شامل ترکیبات مختلفی است که برخی از آن‌ها می‌توانند اثرات تحریکی بیشتری را نسبت به سایرین ایجاد کنند [۲۷].

تحقیقی که بر روی علائم تنفسی و روابط مواجهه-پاسخ کارگران در مواجهه با مایعات فلزکاری انجام شده نشان می‌دهد که مواجهه با آئروسل‌های مایعات فلزکاری منجر به بروز علائم بالینی در ناحیه تنفسی فوقانی و تحتانی می‌شود [۲۸]. التهاب، فرایند مهمی در توجیه پیامدهای بهداشتی ناشی از مایعات فلزکاری است که درنهایت منجر به بروز اثرات بهداشتی جدی بر سلامت افراد خواهد شد. مواجهه با ذرات بسیار ریز اثرات زیان‌آوری بر سلامتی دارد و میست روغن در میان همین گروه از ذرات قرار می‌گیرد [۲۹]. مواجهه طولانی‌مدت با میست روغن‌های معدنی باعث بروز اثرات تحریکی در تراشه‌های ناحیه تنفسی است [۹] و هنگامی‌که این مایعات در طی فرآیند ماشین‌کاری به میست تبدیل می‌شوند، می‌توانند موجب تحریک چشم، بینی و گلو شوند. قطرات بزرگ‌تر میست می‌توانند به داخل بینی نفوذ کرده از تراشه‌های تنفسی عبور کنند و بلعیده شوند. قطرات کوچک‌تر هم می‌توانند در ریه‌ها رسوب کنند [۳۰]. در مطالعه حاضر نیز ریسک بروز اثرات تحریکی در حلق برای کارگران ماشین‌کاری به شکل معناداری از افراد گروه کنترل بیشتر بود.

ارزیابی مواجهه با مایعات فلزکاری و بررسی اثرات مواجهه با این آئروسل‌ها در کارگاه‌های ماشین‌کاری ابتلای کارگران ماشین‌کاری به علائم مرتبط با بینی و گلو، سرفه، خس‌خس، تنگی نفس و آسم حتی در محدوده‌هایی که سطوح مواجهه‌ی با میست مایعات فلزکاری رو به افزایش است را نشان داده است [۳۱]. در مطالعه‌ای هم که جهت بررسی ارتباط استفاده از مایعات فلزکاری ترکیبی (Synthetic Metal Working Fliuids) با ریسک بروز علائم مرتبط با رینیت (Rhinitis) در کارگران صنایع قطعه‌سازی خودرو انجام‌شده، مشخص شد که ارتباط چشم‌گیری بین مصرف مایعات فلزکاری ترکیبی با بروز علائم مرتبط با رینیت دیده‌شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد کارگرانی که از مایعات فلزکاری ترکیبی استفاده می‌کنند ریسک بسیار بالاتری برای ابتلا به گرفتگی بینی، کر بویی، خارش و آب‌ریزش بینی و سردرد دارند [۱۱]. در مطالعه حاضر میزان بروز علائم تحریکی در چشم، بینی و دهان در کارگران ماشین‌کاری بیشتر از گروه کنترل نشان داده شد ولی این تفاوت معنادار نبود (p-value>۰/۰۵).

در این مطالعه ریسک عوارض تحریک در چشم، بینی، دهان در ماشینکاران اندکی بالاتر از افراد کنترل می‌باشد؛ بااین‌حال این ریسک معنادار نمی‌باشد (p-value>۰/۰۵) و تنها در اثرات محرک در ناحیه حلق ریسک معنادار محاسبه گردید (P-value=۰/۰٤). مطالعه‌ای هم که باهدف بررسی رابطه بین مواجهه شغلی در کارگاه‌های ماشین‌کاری و بروز علائم التهابی مانند علائم تنفسی فوقانی و تحتانی، آسم و برونشیت مزمن انجام شد نشان داد علی‌رغم رعایت استانداردهای بهداشتی بالا در شرکت‌های موردبررسی، کارگران ماشینکار در مقایسه با کارکنان اداری، در معرض ریسک بالاتری برای بروز علائم دستگاه تنفسی فوقانی، سرفه، نفس‌نفس زدن و آسم قرار دارند [۳۱].

نبود زمان کافی برای تکرار مطالعه در شرایط جوی مختلف و عدم بررسی اثرات تحریکی در مواجهه با میست روغن در بین جنسیت‌های مختلف از محدودیت‌های مطالعه حاضر بود. پیشنهاد می‌شود در آینده مطالعات بیشتری درزمینه‌ی مکانیسم‌های ایجاد اثرات تحریکی ناشی از مواجهه با میست روغن انجام شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد ریسک بروز اثرات تحریکی در مجاری تنفسی به‌ویژه حلق در ماشینکاران دارای مواجهه با میست مایعات فلزکاری بالاتر از گروه کنترل می‌باشد. به همین دلیل ضرورت ارزیابی و کنترل مداوم مواجهه در جهت کاهش ریسک و پیشگیری از بروز بیماری‌های مزمن احساس می‌شود. اجرای روش‌های کنترل مهندسی و مدیریتی برای کاهش مواجهه افراد با عوامل زیان‌آور شیمیایی موجب حفظ سلامت نیروی کار و کاهش هزینه‌های بهداشتی و درمانی می‌گردد.

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر توسط کمیته اخلاق تحقیقاتی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی با کد IR.SBMU.PHNS.REC.1399.080 تأیید شده است. بدین‌وسیله از گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و همچنین از تمامی افراد شرکت‌کننده در این پژوهش کمال تشکر به عمل می‌آید.

Refrences

1- Kazerouni N, Thomas TL, Petralia SA, Hayes RB. Mortality among workers exposed to cutting oil mist: update of previous reports. American Journal of Industrial Medicine 2000; 38(4):410-6.
2- Koller MF, Pletscher C, Scholz SM, Schneuwly P. Metal working fluid exposure and diseases in Switzerland. International Journal of Occupational and Environmental Health 2016; 22(3):193-200.
3- Park RM. Risk Assessment for metalworking fluids and respiratory outcomes. Safety and Health at Work 2019; 10(4):428-36.
4- Thornburg J, Leith D. Mist generation during metal machining. Journal of Tribology 2000; 122(3):544-9.
5- Rosenman K. Occupational diseases in individuals exposed to metal working fluids. Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology 2015; 15(2):131-6.
6- Nune MMR, Chaganti PK. Development, characterization, and evaluation of novel eco-friendly metal working fluid. Measurement 2019; 137:401-16.
7- Gerulová K, Buranská E, Soldán M. Human Health Concenrs of the Metalworking Fluid Components. Vedecké Práce Materiálovotechnologickej Fakulty Slovenskej Technickej Univerzity v Bratislave so Sídlom v Trnave 2017; 25(40):33.
8- Schwarz M, Dado M, Hnilica R, Veverková D. Environmental and Health Aspects of Metalworking Fluid Use. Polish Journal of Environmental Studies 2015; 24(1):37-45.
9- Nowak P, Kucharska K, Kamiński M. Ecological and health effects of lubricant oils emitted into the environment. International Journal of Environmental Research and Public Health 2019; 16(16):3002.
10- Park DU, Jin KW, Koh DH, Kim BK, Kim KS, Park DY. Association between use of synthetic metalworking fluid and risk of developing rhinitis-related symptoms in an automotive ring manufacturing plant. Journal of Occupational Health 2008; 50(2):212-20.
11- Eisen EA, Bardin J, Gore R, Woskie SR, Hallock MF, Monson RR. Exposure-response models based on extended follow-up of a cohort mortality study in the automobile industry. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health 2001; 27(4):240-9.
12- Kurt E, Demir AU, Cadirci O, Yildirim H, Ak G, Eser TP. Occupational exposures as risk factors for asthma and allergic diseases in a Turkish population. International Archives of Occupational and Environmental Health 2011; 84(1):45-52.
13- Kurt OK, Basaran N. Occupational exposure to metals and solvents: allergy and airway diseases. Current Allergy and Asthma Reports 2020; 20:1-8.
14-Rosenman KD. Asthma, hypersensitivity pneumonitis and other respiratory diseases caused by metalworking fluids. Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology 2009; 9(2):97-102.
15- Burge PS. Hypersensitivity pneumonitis due to metalworking fluid aerosols. Current Allergy and Asthma Reports 2016; 16(8):1-7.
16- Fox J, Anderson H, Moen T, Gruetzmacher G, Hanrahan L, Fink J. Metal working fluid-associated hypersensitivity pneumonitis: an outbreak investigation and case-control study. American Journal of Industrial Medicine 1999; 35(1):58-67.
17- Sadeghi Yarandi M, Golbabaei F, Karimi A, Sajedian AA, Ahmadi V. Comparative assessment of carcinogenic risk of respiratory exposure to 1, 3-Butadiene in a petrochemical industry by the US Environmental Protection Agency (USEPA) and Singapore Health Department methods. Health and Safety at Work 2020; 10(3):237-50
18- Hanekamp JC, Calabrese EJ. Reflections on chemical risk assessment or how (not) to serve society with science. Science of The Total Environment 2021:148511.
19- Rezaee MJ, Yousefi S, Eshkevari M, Valipour M, Saberi M. Risk analysis of health, safety and environment in chemical industry integrating linguistic FMEA, fuzzy inference system and fuzzy DEA. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment 2020; 34(1):201-18.

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

20- Bell J. Laboratory S. HSE/HSL Irritancy Questionnaire: A Validation and Reliability Study. Health and Safety Laboratory 2000.
21- Gajamer VR, Singh AK, Pradhan N, Kapil J, Sarkar A, Tiwari HK. Prevalence and Antibiogram Profile of Uropathogens Isolated from Symptomatic and Asymptomatic Female Patients with Urinary Tract Infections and its Associated Risk Factors: Focus on Cephalosporin. Research and Reviews: Journal of Medical Science and Technology 2018; 7:32-41.
22- Nam H-S, Park JW, Ki M, Yeon M-Y, Kim J, Kim SW. High fatality rates and associated factors in two hospital outbreaks of MERS in Daejeon, the Republic of Korea. International Journal of Infectious Diseases 2017; 58:37-42.
23- Asgari M, Azari M, Zandehdel R, Khodakarim S, Rafieepour A, Tavakol E, et al. Development of a New Method for Analysis of Oil Mists. Health Scope 2017; 6(3). doi.org/10.5812/jhealthscope.15114.
24-Golbabaei F, Mokhtari A, Rahimi FA, Shahtaheri S. Evaluation of workers exposure to metalworking fluid (MWF) mist factors affecting Its dispersion in av automobile manufacturing factory. Journal of Kermanshah University of Medical Sciences (BEHBOOD) 2009; 4(39):413-423.
25- Fornander L, Graff P, Wåhlén K, Ydreborg K, Flodin U, Leanderson P, et al. Airway symptoms and biological markers in nasal lavage fluid in subjects exposed to metalworking fluids. PLoS One 2013;8(12):e83089. doi.org/10.1371/journal.pone.0083089.
26- Semanová P, Kučera M, editors. Health effects from occupational exposure to metalworking fluid mist. Key Engineering Materials 2013; 581:112-118.
27- Gordon T. Metalworking fluid—the toxicity of a complex mixture. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A 2004; 67(3):209-19.
28- Lillienberg L, Andersson EM, Järvholm B, Torén K. Respiratory symptoms and exposure–response relations in workers exposed to metalworking fluid aerosols. Annals of Occupational Hygiene 2010; 54(4):403-11.
29- Hopf NB, Bourgkard E, Demange V, Hulo S, Sauvain J-J, Levilly R, et al. Early effect markers and exposure determinants of metalworking fluids among metal industry workers: Protocol for a field study. JMIR Research Protocols 2019; 8(8):e13744. doi.org/ 10.2196/13744
30- Gauthier SL. Metalworking fluids: oil mist and beyond. Applied Occupational and Environmental Hygiene 2003; 18(11):818-24.
31- Kazerouni N, Thomas TL, Petralia SA, Hayes RB. Mortality among workers exposed to cutting oil mist: update of previous reports. American Journal of Industrial Medicine.2000; 38(4):410-6.

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.