DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578 Published by Vesnu Publications

Journal of Health System Research Vol. 21, No. 1, Spring

Received: 14.08.2023 Accepted: 01.10.2023 Published: 04.04.2025

Investigating Factors Affecting the Occupational Health of Welding Operators in Small Workshops: A Narrative Review

Roghayeh Bazgir[1], Masoud Rismanchian[2], Mahnaz Shakerian[3]

Review Article

Abstract

Background: The welding process is indispensable in the development of job trends, especially in small industries. In the meantime, welders are faced with various harmful factors such as chemical, physical, and ergonomic factors, which increases the possibility of them contracting various acute and chronic occupational diseases. The principal aim of the current review was to contribute a better understanding of chemical, physical, and ergonomic hazards threatening the occupational health of the workers.

Methods: In the current narrative review, Web of Science, PubMed, and Scopus as international databases, and SID, and Magiran as national databases in era of 2010 to 2023 were searched. Keywords such as "welding, workplace hazard, harmful agents, physical hazard, heat stress, noise, chemical hazard, and ergonomic hazard" were used to form the search strategy.

Findings: In total, 53 articles were collected, among which 31 articles were in the field of chemical harmful factors, 9 were in the field of occupational diseases, 8 were in the field of physical harmful factors, and 5 were in the field of ergonomic harmful factors.

Conclusion: Welding is a process in which people may suffer chronic or even acute illnesses or health disorders due to the use of tools and exposure to different harmful factors. In the meantime, lack of access to health equipment, personal protective equipment, and ergonomic facilities, as well as inappropriate training can put people at different levels of risk of exposure to harmful factors.

Keywords: Welding; Hazardous chemicals; Workplace conditions; Physical ergonomics; Occupational exposure; Occupational health; Workshops

Citation: Bazgir R, Rismanchian M, Shakerian M. **Investigating Factors Affecting the Occupational Health of Welding Operators in Small Workshops: A Narrative Review.** J Health Syst Res 2025; 21(1): 19-31.

1- Student Research Committee AND Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2- Associate Professor, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
3- Assistant Professor, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Masoud Rismanchian; Associate Professor, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: m_risman@yahoo.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.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]

DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578 Published by Vesnu Publications

بررسی عوامل مؤثر بر سلامت شغلی اپراتورهای جوشکار در کارگاه‌های کوچک: یک مرور روایتی

رقیه بازگیر[1]، مسعود ریسمانچیان[2]، مهناز شاکریان[3]

مقاله مروری

چکیده

مقدمه: نقش فرایند جوشکاری در پیشرفت ادامه روندهای شغلی به ویژه در صنایع کوچک غیر قابل اغماض است. در این بین، جوشکاران با عوامل زیان‌آور مختلفی همچون عوامل شیمیایی، فیزیکی و ارگونومیکی مواجهه دارند که احتمال ابتلای آن‌ها به بیماری‌های شغلی حاد و مزمن متفاوت را افزایش می‌دهد. هدف از انجام پژوهش حاضر، کمک به درک بهتر خطرات شیمیایی، فیزیکی و ارگونومیکی تهدیدکننده سلامت شغلی کارگران بود.

روش‌ها: در این مطالعه مروری، پایگاه‌های داده بین‌المللی مانند Web of Science، PubMed و Scopus و پایگاه‌های داده داخلی Scientific Information Database (SID) و Magiran جهت بررسی مقالات مرتبط در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ مورد بررسی قرار گرفت. از کلید واژه‌های « Welding، Workplace hazard، Harmful agents، Physical hazard، Heat stress، Noise، Chemical hazard، Ergonomic hazard» استفاده گردید.

یافته‌ها: در مجموع، ۵۳ مقاله به دست آمد که ۳۱ مقاله در زمینه عوامل زیان‌آور شیمیایی، ۹ مقاله در زمینه بیماری‌های شغلی، ۸ مقاله در زمینه عوامل زیان‌آور فیزیکی و ۵ مقاله در زمینه عوامل زیان‌آور ارگونومیکی بود.

نتیجه‌گیری: جوشکاری فرایندی است که افراد به دلیل استفاده از ابزارها و مواجهه با عوامل زیان‌آور متفاوت، ممکن است دچار بیماری و یا اختلالات سلامتی مزمن و یا حتی حاد شوند. در این میان، عدم دسترسی به تجهیزات بهداشتی، وسایل حفاظت فردی، ارگونومیکی و همچنین، آموزش نامناسب می‌تواند افراد را در معرض سطوح متفاوتی از خطر مواجهه با عوامل زیان‌آور قرار دهد.

واژه‌های کلیدی: جوشکاری؛ مواد شیمیایی زیان‌آور؛ شرایط محیط کار؛ ارگونومی محیطی؛ مواجهه شغلی؛ سلامت شغلی؛ کارگاه‌ها

ارجاع: بازگیر رقیه، ریسمانچیان مسعود، شاکریان مهناز. **بررسی عوامل مؤثر بر سلامت شغلی اپراتورهای جوشکار در کارگاه‌های کوچک: یک مرور روایتی.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۴۰۴؛ ۲۱ (۱): ۳۱-۱۹

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۵/۲۳ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۷/۹ تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۱/۱۵

مقدمه

به طور کلی بهداشت حرفه ای بر محل کار به عنوان محیطی ویژه برای اجتناب از خطرات شغلی، حفاظت و ارتقای سلامت و همچنین، دسترسی به خدمات بهداشتی و ایمنی در محل کار تأکید دارد (۱). مطابق با گزارش سازمان جهانی بهداشت (World Health Organization یا WHO)، اهداف عمده خدمات بهداشت حرفه‌ای، حفاظت از سلامت شغلی کارگران در برابر خطرات مختلف شغلی و همچنین، ارتقای سلامت جسمی، روانی و اجتماعی آن‌ها با کاهش و محدود کردن عوامل مخاطره‌آمیز است (۲). در این میان، عوامل مخاطره‌آمیز همچون ایمنی، شیمیایی، فیزیکی و ارگونومیکی به عنوان متداول‌ترین مخاطرات در کارگاه‌های صنعتی به ویژه کارگاه‌های کوچک شناخته می‌شوند.

در تمام نقاط جهان بیماری‌های ناشی از کار به عنوان علت اصلی مرگ‌های ناشی از کار شناخته می‌شوند. در این بین، پژوهش‌ها نشان می‌دهند که کشورهای در حال توسعه بار بیشتری از بیماری‌ها و مرگ و میرهای ناشی از کار را نسبت به کشورهای توسعه یافته تجربه می‌کنند (۳). اگر این آمار به شیوه دقیق‌تری بیان شود، احتمال خطر ابتلا به حوادث یا بیماری‌های شغلی حدود ۱۰ تا ۲۰ برابر نسبت به کشورهای توسعه یافته بیشتر است (۴). در مطالعه‌ای به شیوع ۸۸ درصدی بیماری‌های تنفسی در بین تکنسین‌های جوشکاری در کشور تانزانیا به عنوان یک کشور در حال توسعه اشاره شده است (۴).

فرایند جوشکاری یکی از فرایندهای صنعتی است که در آن قطعات فلزی با استفاده از حرارت و فشار به یکدیگر متصل می‌شوند و این فرایند می‌تواند به صورت دستی یا با استفاده از دستگاه‌های خاص صورت گیرد (۵). سنگ‌زنی، پرداخت و پوشش نهایی یا رنگ‌آمیزی محصولات فلزی تولید شده، از جمله فعالیت‌های مهم این فرایند به شمار می‌روند. برای اطمینان از کیفیت قطعات جوش داده شده، باید بررسی‌های کیفیتی متفاوتی مانند بررسی‌های فنی، انتخاب روش مناسب، برقراری دما و فشار مناسب، جوش‌دهی، پس‌جوشکاری، آزمایش‌های غیر مخرب و آموزش‌های مناسب برای جوشکاران انجام شود (۶، ۷). در صنایع مختلف با توجه به تکنولوژی خاص آن‌ها، ممکن است از انواع

۱- کارشناس ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: مسعود ریسمانچیان؛ دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: m_risman@yahoo.com

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]

مختلف جوشکاری استفاده گردد که خود می‌تواند شدت مخاطرات شغلی را به تناسب افزایش دهد.

در یک تحقیق مقطعی، به آمار بالای سوختگی (۹۳ درصد) و قطع اعضای بدن (۸۹ درصد) در بین تکنسین‌های جوشکاری در کارگاه‌های کوچک اشاره شده است (۸). تحصیلات، آموزش ایمنی، تجربه کاری کم و عدم استفاده درست از وسایل حفاظت فردی به عنوان مهم‌ترین عوامل خطر مؤثر بر شدت آسیب‌های وارد آمده به ویژه چشم در بین تکنسین‌های جوشکاری در صنایع کوچک شناخته می‌شود (۹).

مخاطرات شیمیایی جوشکاری یکی از نگرانی‌های مهم در صنایع به شمار می‌رود. فرایند جوشکاری ممکن است با تولید گازها و بخارات مختلف همراه باشد که می‌تواند برای جوشکاران و سایر افراد حاضر در محل کار، مخاطرات سلامتی به همراه داشته باشد. مونوکسیدکربن و دی‌اکسیدکربن از جمله گازهایی هستند که در اثر سوختن مواد موجود در پوشش الکترود و به علت ایجاد گرما در ناحیه قوس الکتریکی ایجاد می‌شوند و افراد در صورت مواجهه ممکن است با کاهش اکسیژن در هوای تنفسی یا با ترکیب مونوکسیدکربن با هموگلوبین خون، دچار کربوکسی هموگلوبین شوند (۱۰). ازن از دیگر گازهای تولیدی می‌باشد که در اثر قوس الکتریکی جوشکاری با برق تولید می‌شود و می‌تواند باعث تحریک مخاط بینی و چشم‌ها و یا ادم شدید ریوی گردد (۱۱). وجود قوس الکتریکی و همچنین، آغشته بودن سطوح جوشکاری به روغن به خصوص گریس و ترکیبات هیدروکربنی، می‌تواند سبب تولید گاز سمی فسژن گردد (۱۳، ۱۲). این گاز به نوبه خود می‌تواند سبب تحریک ریه و ایجاد سوزش چشم و بینی و در غلظت بالاتر باعث ایجاد خفگی در افراد شود.

علاوه بر مخاطرات شیمیایی، مخاطرات فیزیکی نیز در فرایندهای جوشکاری دارای اهمیت می‌باشد. مواجهه جوشکاران با صدا در فرایند جوشکاری می‌تواند یکی از موارد آسیب‌رسان در این حرفه باشد. صدا در فرایند جوشکاری از دو منبع اصلی «جریان الکتریکی در محیط جوشکاری و دیگری در اثر ضربه‌های ابزارهای جوشکاری به صفحات فلزی» تولید می‌شود. ناراحتی‌های مزمن، سرگیجه، افزایش حساسیت نسبت به صداهای محیطی، خستگی شنوایی، افسردگی، اضطراب و در برخی موارد نیز افزایش خطر ابتلا به ناشنوایی دایم از جمله اثرات مواجهه با صداهای ناشی از فرایند جوشکاری به شمار می‌رود (۱۶-۱۴).

مواجهه با پرتوها از جمله پرتوهای غیر یونیزان از جمله مخاطرات فیزیکی حین فرایند جوشکاری محسوب می‌شود. از جمله این پرتوها می‌توان به پرتو فرابنفش و مادون قرمز اشاره نمود که در صورت مواجهه می‌توانند باعث ایجاد تحریک چشم، آب مروارید، سوزش پوست و در برخی موارد سرطان گردند (۱۸، ۱۷). از دیگر پرتوهای غیر یونیزان، پرتو مرئی می‌باشد که در صورت تماس مستقیم با چشم می‌تواند باعث تحریک، خشکی و التهاب چشم گردد (۱۹، ۱۷). تنش‌های حرارتی موجود در فرایند جوشکاری از دیگر مخاطرات تهدیدکننده سلامت کارگران در محیط‌های شغلی به شمار می‌رود. جراحات چشمی به دلیل تماس با خاکستر داغ، تراشه‌های فلزات، الکترودها و جرقه‌ها می‌تواند رخ دهد. گرمازدگی نیز می‌تواند در اثر مواجهه با گرمای بیش از حد در محیط‌های جوشکاری رخ دهد (۲۱، ۲۰).

در فرایند جوشکاری عوامل مخاطره‌آمیز ایجادکننده اختلال اسکلتی-عضلانی مانند وضعیت‌های بدنی نامطلوب و بلند کردن بارهای سنگین به وفور مشاهده می‌شود. طبق نتایج پژوهش‌ها، شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در اندام‌های فوقانی در حرفه جوشکاری نسبت به سایر بخش‌های صنعتی بالاتر می‌باشد (۲۳، ۲۲). از جمله عوامل خطر دیگر ایجادکننده ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در بین جوشکاران، می‌توان به چمباتمه زدن، زانو زدن یا خم شدن به علت محدود بودن فضای کاری، بلند کردن بارهای سنگین، نگهداشتن شانه‌ها و دست‌ها برای مدت طولانی در وضعیت استاتیک و فشار بر مهره‌های گردن به علت وزن کلاه ایمنی و ماسک جوشکاری اشاره نمود (۲۵، ۲۴).

جوشکاری با خطرات بالقوه متفاوتی می‌تواند همراه باشد که ممکن است منجر به عواقب شدید بر سلامت تکنسین‌هایی شود که این کار را انجام می‌دهند. در این میان، اطلاعات بسیار کمی در مورد خطرات بهداشتی و نحوه کنترل آن‌ها در میان جوشکاران وجود دارد. با توجه به مطالب عنوان شده، هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی عوامل مؤثر بر سلامت شغلی اپراتورهای جوشکار در کارگاه‌های کوچک بود.

روش‌ها

پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی شامل PubMed، Web of Science و Scopus با استفاده از عبارات و کلمات کلیدی مرتبط با مخاطرات شیمیایی، فیزیکی و ارگونومیکی در کارگاه‌های جوشکاری کوچک مورد جستجو قرار گرفت. عبارات جستجو شده شامل ترکیبی از کلمات «Welding، Workplace hazard، Harmful agents، Physical hazard، Heat stress، Noise، Lighting، Glare، Chemical hazard، Ergonomic hazard، Small workshops» بود. پایگاه‌های فارسی Magiran و Scientific Information Database (SID) نیز با استفاده از عباراتی همچون «جوشکاری، مخاطرات شغلی، عوامل آسیب‌رسان، مخاطرات فیزیکی، استرس حرارتی، صدا، روشنایی، خیرگی، مخاطرات شیمیایی، مخاطرات ارگونومیکی و کارگاه‌های جوشکاری» جستجو شدند. این عبارات به شکل جداگانه‌ای توسط نویسندگان مورد تأیید قرار گرفتند. پایگاه‌های داده در بازه زمانی ژانویه سال ۲۰۱۰ تا دسامبر سال ۲۰۲۳ جستجو گردید.

معیارهای واجد شرایط بودن: غربالگری اولیه مقالات بر اساس تحلیل عناوین و چکیده انجام گردید. با توجه به معیارهای ورود «سال انتشار مطالعات باید مطابق با دوره تحقیق باشد، محل اجرای مطالعه (کارگاه‌های کوچک) باشد، جزییات مربوط به روش‌شناختی مربوط به ارزیابی مخاطرات عوامل شیمیایی، فیزیکی و ارگونومیکی را ارایه دهد و حاوی اطلاعاتی در مورد اندازه‌گیری مخاطرات مربوط به جوشکاری در کارگاه‌های کوچک باشد» مقالات انتخاب شدند.

در پژوهش حاضر هیچ‌گونه محدودیتی در زمینه جنسیت افراد، سن، نژاد و عوامل اجتماعی- اقتصادی در نظر گرفته نشد. همچنین، تنها مقالاتی که به زبان انگلیسی و یا فارسی منتشر شده و به گزارش و یا سنجش میزان مخاطرات شیمیایی، فیزیکی و یا ارگونومیکی پرداخته بودند، مورد بررسی قرار گرفتند. مواردی همچون مقالات مروری، سرمقاله، نامه به سردبیر، مقالات ارایه شده در سمینارها و کنفرانس‌ها و گزارش‌ها و کتب از چرخه بررسی حذف شدند.

استخراج داده‌ها: مقالات توسط دو نفر از نویسندگان به شکل جداگانه‌ای جهت بررسی انطباق با معیارهای ورودی مورد بررسی قرار گرفتند. تیم پژوهشی مقالات را بر اساس مخاطرات شیمیایی، فیزیکی و ارگونومیکی تهدیدکننده سلامت جوشکاران در کارگاه‌های کوچک مورد ارزیابی و دسته‌بندی قرار داد. هنگام بررسی مقالات، مطالعاتی که در زمینه بررسی بیماری‌های شغلی مرتبط با

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]

جوشکاری مطالبی ارایه داده بودند نیز در یک دسته جداگانه قرار گرفتند. پس از توافق تیم پژوهشی بر روی معیارهای ورود، مقالات شناسایی شده وارد مرحله بررسی محتوایی شدند.

یافته‌ها

در مجموع، ۵۳ مقاله جمع‌آوری گردید که در این بین، ۳۱ مقاله در زمینه عوامل زیان‌آور شیمیایی، ۹ مقاله در زمینه بیماری‌های شغلی، ۸ مقاله در زمینه عوامل زیان‌آور فیزیکی و ۵ مقاله در زمینه عوامل زیان‌آور ارگونومیکی بود.

مخاطرات جوشکاری: جوشکاران با عوامل زیان‌آور مختلف فیزیکی، شیمیایی و ارگونومیکی در محیط‌های شغلی مواجهه دارند و میزان این مواجهه در انواع جوشکاری متفاوت است. از عوامل زیان‌آور جوشکاری می‌توان به گازها و فیوم‌ها، استرس حرارتی، سر و صدا، پرتوهای غیر یونیزان و مواجهات ارگونومیکی اشاره کرد. به دلیل این مواجهات، جوشکاران در معرض خطر ابتلا به انواع بیماری‌ها همچون بیماری‌های تنفسی و بیماری‌های ناشی از عوامل زیان‌آور قرار دارند (۲۶). نتایج تحلیل پژوهش Mufaidah و Dwiyanti نشان داد که خطرات شناسایی شده در فعالیت‌های جوشکاری در فضاهای محدود شامل خطرات مکانیکی، ارگونومیکی، خطر سقوط، خطرات فیزیکی، خطرات شیمیایی و خطرات الکتریکی می‌باشد (۲۷).

با توجه به مخطرات زیادی که جوشکاران با آن روبه‌رو هستند، توجه به مقوله بهداشت و ایمنی شغلی در این شغل بسیار حایز اهمیت است. Joseph و همکاران در مطالعه خود گزارش کردند که ۱۹/۴ درصد از جوشکاران بیش از ۸ ساعت در روز کار می‌کنند و در ۲۵/۹ درصد از مواقع محیط کار وضعیت تهویه مناسبی ندارد. عدم استفاده از تجهیزات حفاظتی اساسی مانند شیلد صورت، ماسک و یا عینک بینایی در ۱۱/۶ درصد از جوشکاران مشاهده شده است. میانگین تعداد بیماری‌ها در یک ماه منتهی به تحقیق نیز نسبت به حالت معمول افزایش داشته است (۲۸). نتایج پژوهش Kipkiror و همکاران نشان داد که جنسیت، سن، سطح تحصیلات، نوع استخدام و آگاهی از استفاده درست از تجهیزات حفاظت فردی، از جمله عوامل مرتبط با سطح مواجهه با خطرات بهداشت شغلی می‌باشد (۲۹).

مخاطرات عوامل شیمیایی: مواجهه با گازها و فیوم‌های فلزی، یکی از مخاطرات جدی شیمیایی در فرایند جوشکاری است. در طول فرایند جوشکاری مواد شیمیایی همچون فلزات سنگین (سرب، روی، نیکل، کادمیوم و...)، بنزن، مونوکسیدکربن، مونوکسید نیتروژن و بسیاری دیگر از مواد شیمیایی ممکن است که تولید شوند. این گازها و فیوم‌ها اگر با تنفس وارد سیستم تنفسی و ریوی گردد، می‌توانند باعث بروز مشکلاتی مانند سرطان، بیماری‌های کبدی و کلیوی، افت فشار خون، سرگیجه، ضعف عضلانی و حتی مرگ شوند.

فیوم فلزات: فیوم‌ها مهم‌ترین و زیان‌آورترین عوامل مورد مواجهه جوشکاران می‌باشد (۳۰) و شامل ترکیبی از اکسیدهای پیچیده فلزی هستند. در میان فیوم‌های فلزی، فلزاتی همچون منگنز، کبالت، کروم، سرب، مس، مولیبدن، کبالت، کادمیوم، روی و آلومینیوم هستند که از الکترود، فلز پایه، مواد فلاکس و روکش‌ها، باقی‌مانده‌ها، روغن‌ها، زنگ‌زدگی‌ها، رنگ‌های با پایه حلال و بتونه‌های روی فلز اصلی متصاعد می‌شوند (۳۰). در مطالعه‌ای گزارش شد که روزانه حدود ۵ میلیون جوشکار در سراسر دنیا با فیوم‌های فلزی به نوعی مواجهه دارند (۳۱). از دیگر آسیب‌های مواجهه با فیوم‌های فلزی می‌توان به تغییرات در پاسخ‌های ارادی قلب اشاره کرد (۳۲) و در این زمینه می‌توان نتایج مشابهی را نیز در دیگر تحقیقات یافت (۳۴، ۳۳). همچنین، نتایج پژوهشی نشان داد که فلزاتی مانند آلومینیوم، کلسیم، مس، آهن، پتاسیم، منیزیم، منگنز و سدیم در محیط‌های شغلی جوشکاری می‌توانند بیشتر از حد معمول باشند (۳۵).

نتایج مطالعه Stanislawska و همکاران حاکی از آن بود که غلظت ترکیبات فیوم جوشکاری در ناحیه تنفسی جوشکاران نسبت به نمونه شاهد بیشتر بوده است. همچنین، غلظت بیش از حد مجاز کروم شش ظرفیتی، کروم سه ظرفیتی و منگنز در محیط‌های شغلی جوشکاری می‌تواند جوشکاران را با چالش‌های جدی سلامتی مواجه سازد (۳۶). نتایج تحقیق Weiss و همکاران نشان داد که سطوح کروم و نیکل در هوای قابل تنفس حدود نصف سطح هوای قابل استنشاق می‌باشد. همچنین، سطوح کروم و نیکل در ادرار با هم همبستگی داشتند و تحلیل‌های رگرسیون نشان داد که عوامل مؤثر بر سطوح این فلزات در ادرار شامل نوع الکترود و مواد پایه استفاده شده در جوشکاری، روش جوشکاری و شرایط محیط کاری است. استفاده از ماسک‌های تنفسی باعث کاهش سطح کروم و نیکل در ادرار پس از شیفت شده بود (۳۷).

در مواردی که از فن‌آوری جوشکاری پیشرفته‌تری همچون Flux cored arc welding (FCAW) استفاده می‌شود، غلظت ذرات فیوم جوشکاری بیشترین مقدار خود را نسبت به مواقع استفاده از جوشکاری‌های عادی دارند. همچنین، نتایج نشان داده شد که عواملی مانند کار در فضاهای محدود و عدم کارایی سیستم تهویه مطبوع محیط کار، عامل افزایش مواجهه با ذرات فیوم جوشکاری می‌باشند. در این‌گونه مواقع، استفاده از تکنیک‌هایی مانند Powered air purifying respirator (PAPR) می‌تواند کارا باشد (۳۸).

گازها: گازها به عنوان دومین عامل آسیب‌زا در میان عوامل شیمیایی مورد مواجهه جوشکاران شناخته می‌شوند. گاز کربنیک، مونوکسیدکربن، گاز ازن و اکسیدهای نیتروژن رایج‌ترین گازها در فرایند جوشکاری به شمار می‌روند که قابلیت ایجاد بیماری‌های ریوی و خونی دارند (۳۹). در پژوهش مشابهی بیان شد که مواد شیمیایی که در محیط کار جوشکاران به ناحیه تنفسی کارگران می‌رسد، بیشتر شامل گازهای اکسید کربن، ازن، اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسیدکربن و فلزات (منگنز، آهن، کروم) می‌باشد (۴۰). در مطالعات دیگر ارتباط معنی‌داری بین بیماری‌های متفاوتی همچون بیماری‌های کبدی، قلبی- عروقی و کاهش میزان فیلتراسیون کلیوی یافت شده است (۳۸).

نتایج تحقیق مهری‌فر و همکاران نشان داد که جوشکاران در صنعت فولادسازی بیشتر در معرض مواجهه با گازهای مختلفی مانند CO_2، CO، NO_2، NO و O_3 قرار دارند که در این میان، بیشترین مواجهه در فرایند جوشکاری Metal inert gas (MIG) مشاهده شده است. ارزیابی خطرات این گازها نشان داد که از بین گازهای مورد بررسی از نظر میزان خطر، نیتروژن و اکسید نیتروژن از اهمیت کمتر و ازن و دی‌اکسید نیتروژن از اهمیت نسبی بیشتری برخوردار می‌باشند (۴۱). پژوهش دیگری گزارش کرد جوشکارانی که با فرایندهای جوشکاری MIG و Shielded metal arc welding (SMAW) سر و کار دارند، نسبت به جوشکاران Gas tungsten arc welding (GTAW) با غلظت‌های بیشتری از فیوم‌ها و گازهای سمی حین جوشکاری مواجهه دارند (۴۲). همچنین، مواجهه همزمان با سطوح بالاتری از فیوم‌های جوشکاری، غبار تنفسی و منگنز، با علایم شدید تنفسی ارتباط معنی‌داری داشت (۴۳). مطالعه دیگری نیز که بر روی فرایندهای جوشکاری Plasma arc welding

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]

(PAW)، SAW و GTAW انجام گرفت، گزارش کرد که غلظت گازهای CO_2، CO، NO، NO_2 و O_3 از حد مجاز بیشتر است (۴۴).

مواجهه با نانوذرات: جوشکاران در فرایند جوشکاری ممکن است که با ذرات نانومتری مواجهه داشته باشند. ذرات نانویی شامل ذرات با ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر می‌باشد که به دلیل اندازه کوچکشان، به راحتی قابل تنفس و جذب توسط بدن هستند و می‌توانند به سلول‌ها و بافت‌های بدن آسیب برسانند (۴۵). Zhang و همکاران در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که در فرایندهای جوشکاری با گاز، سطوح قابل توجهی از ذرات نانو آزاد می‌گردد و ممکن است که جوشکاران با آن مواجهه داشته باشند. همچنین، در پژوهش آنان ذرات نانومتری مانند آهن، منگنز و روی دارای توزیع بیشتری بودند (۴۵).

نتایج مطالعه Cena و همکاران نشان داد که جوشکاران با غلظت‌های بالایی از ذرات نانومتری در فرایند جوشکاری مواجهه دارند. در مقایسه ذرات نانومتری با ذرات بزرگ‌تر، می‌توان بیان نمود که تماس ذرات نانو در سطوح سلولی با اثرات سمی بیشتری از جمله اختلال در فعالیت‌های آنزیمی همراه است (۴۶). بر اساس نتایج تحقیق Graczyk و همکاران، مواجهه با ذرات نانویی جوشکاری Tungsten inert gas (TIG)، باعث افزایش استرس اکسیداتیو در جوشکاران غیر سیگاری می‌شود. همچنین، غلظت ذرات نانویی جوشکاری TIG بسیار کمتر از سایر فرایندهای جوشکاری است، اما با توجه به این که ذرات نانویی جوشکاری TIG با تولید گونه‌های فعال اکسیژنی (Reactive oxygen species یا ROS) و افزایش استرس اکسیداتیو همراه می‌باشند، کنترل آن حایز اهمیت فراوان است (۴۷). نتایج مشابهی از دخالت ذرات نانویی بر فرایندهای بیولوژیک را می‌توان در پژوهش Bakri و همکاران (۴۸) یافت. در جدول ۱ شرح مختصری از مطالعات در زمینه عوامل شیمیایی در فرایند جوشکاری ارایه شده است. جدول ۲ به بیان وزن مولکولی، حدود مجاز مواجهه و مبانی تعیین حد مجاز مواجهه برای برخی آلاینده‌ها در فرایند جوشکاری پرداخته است.

بیماری‌های شغلی در میان جوشکاران

بیماری تنفسی محتمل: گزارش‌ها نشان می‌دهد که شیوع علایم تنفسی مانند سرفه مزمن، خلط، تنگی نفس، سفتی سینه و بلغم در جوشکاران بسیار بالاست. همچنین، نتایج ارزیابی عملکرد ریوی حاکی از آن است که جوشکاران این بخش صنعت در مقایسه با کارگران غیر جوشکار، نقص عملکرد ریوی بیشتری دارند (۶۳، ۵۳). ساعات کاری طولانی، سطح آموزش پایین، شرایط کاری ناایمن و عدم اجرای درست قوانین و دستورالعمل‌های شغلی، جوشکاران را در معرض خطرات بهداشتی و ایمنی قرار می‌دهد (۶۴).

در پژوهشی گزارش شد که در افراد سالم و جوان، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در عملکرد ریه یا نشانگرهای التهابی اندازه‌گیری شده در نمونه‌ها پس از مواجهه با فیوم جوشکاری MAG در کوتاه‌مدت یافت نشده است (۵۰). نتایج مطالعه Jarvela و همکاران نشان داد که مواجهه با فیوم جوشکاری و ذرات برد در محیط کار، باعث ایجاد اثر التهابی حاد و محدودی در بدن کارگران می‌شود. بر اساس نتایج مطالعه آن‌ها، تعداد کل لوکوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها در خون کارگران پس از شیفت کاری افزایش و میزان Interleukin-1 beta (IL-1β) و E-selectin به شکل قابل توجهی کاهش یافته است، اما هیچ تغییر معنی‌داری در مقادیر Forced expiratory volume 1 (FEV1)، حداکثر جریان بازدمی (Peak expiratory flow یا PEF) و یا Heart rate variability (HRV) مشاهده نشد (۵۱).

بیماری غیر تنفسی محتمل: نتایج تحقیق Galarneau و همکاران نشان داد که خطر از دست دادن جنین بر اثر تماس با اشیای سنگین، ارتعاش کل بدن، شدت صدای محیط کار و کمبود تهویه مطبوع در محیط کار افزایش می‌یابد. وزن نوزادان در صورتی که جوشکاران با ارتعاش کل بدن مواجهه داشته باشند، از حد معمول کمتر است. همچنین، مقدار ذرات و فلزات موجود در محیط کار بر زمان بارداری و وزن نوزاد تأثیری نداشت؛ در صورتی که ارتباط معنی‌داری میان مواجهه با آلومینیوم در محیط شغلی و سقط جنین گزارش گردید (۶۵).

در مطالعه‌ای عنوان شد که آسیب‌های DNA در جوشکاران قوسی، آرگون و دی‌اکسیدکربن نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بوده است (۶۶). به شکل دقیق‌تری می‌توان بیان نمود که میانگین سطح آسیب‌های DNA در جوشکاران قوسی بیشتر از جوشکاران آرگون و دی‌اکسیدکربن و سطح آسیب‌های DNA در جوشکاران آرگون بیشتر از جوشکاران دی‌اکسیدکربن می‌باشد. بر اساس نتایج تحقیق Hossain و همکاران، مواجهه با فیوم جوشکاری می‌تواند با کاهش متیلاسیون ژن F2RL3 همراه باشد. همچنین، غلظت بیشتر گرد و غبار قابل تنفس در جوشکاران با کاهش متیلاسیون CpG-4، CpG-2 و CpG-5 همراه بوده است. همچنین، مشخص گردید که سابقه استعمال دخانیات، کاهش متیلاسیون CpG-4، CpG-2 و CpG-5 را شدت می‌بخشد (۵۴).

در پژوهش دیگری بیان شد که مواجهه با گرد و غبارهای جوشکاری حتی در میزان‌های کم و متوسط، باعث اختلال در طول تلومر، نشانگرهای استرس اکسیداتیو و متیلاسیون DNA می‌شود (۵۷).

اختلالات ریوی: طبق گزارش مرکز تحقیقات ملی بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا (National Institute for Occupational Safety and Health یا NIOSH)، احتمال ابتلا به سرطان ریه در میان جوشکاران ۴۰ درصد بیشتر از افراد عادی می‌باشد (۶۷). در مطالعه دیگری عنوان شد که در جوشکاری MIG آلومینیوم، غلظت‌های بالایی از ازن در اطراف محوطه جوشکاری یافت شد و این در حالی است که این میزان در لحیم‌کاری MIG ازن قابل توجه نبوده است. همچنین، نتایج اسپیرومتری جوشکاران MIG آلومینیوم، کاهش معنی‌داری در PEF طی مدت هفت روز پس از مواجهه نشان داده شد (۵۲).

در تحقیقی، ارتباط معنی‌داری بین مواجهه با فیوم‌های جوشکاری و کاهش عملکرد ریوی یافت نشد (۵۴). این در حالی است که ۱۵ درصد از جوشکاران مورد بررسی دارای نسبت FEV1/FVC کمتر از حد پایین طبیعی بودند. در پژوهش دیگری ارتباط معنی‌داری میان افزایش غلظت کروم و منگنز در منطقه تنفسی جوشکاران و اختلال در عملکرد ریوی مشاهده نشد (۵۹). همچنین، ارتباط معنی‌داری بین مواجهه جوشکاران با ذرات PM2.5 و کاهش عملکرد ریوی، کاهش سروتونین ادراری، اختلال در کیفیت خواب و بروز بیماری‌های مرتبط با خواب گزارش گردید (۵۸).

پرفشاری خون: در مطالعه‌ای مشخص گردید که مواجهه با فیوم‌های جوشکاری، به طور معنی‌داری با افزایش فشارخون مرتبط است. به طور میانگین، فشار خون جوشکاران مورد مواجهه با فیوم‌های فلزی نسبت به گروه شاهد حدود ۵ میلی‌متر جیوه بیشتر بوده است (۵۶).

اختلال در سیستم عصبی: نتایج تحقیقی نشان داد که منگنز موجود در فیوم‌های جوشکاری، می‌تواند سبب نوروتوکسینی و کاهش عملکرد سیستم عصبی مرکزی به خصوص کاهش قدرت شناختی شود (۲۶). در جدول ۳ پژوهش‌هایی در زمینه بیماری‌های شغلی در میان جوشکاران ارایه شده است.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]

جدول ۱. مطالعات مربوط به عوامل زیان‌آور شیمیایی در فرایند جوشکاری

هدف مطالعه	منابع
بررسی غلظت ترکیبات دود جوشکاری	Stanislawska و همکاران (۳۶)
بررسی عوامل مؤثر مواجهه با غبار جوشکاری با تمرکز بر اندازه ذرات مختلف	Lehnert و همکاران (۴۹)
بررسی علایم عصبی- رفتاری جوشکاران در معرض مواجهه با منگنز	حسنی و همکاران (۳۰)
بررسی تأثیر مواجهه با ذرات فیوم جوشکاری و اثرگذاری بر عملکرد ریه و واکنش‌های التهابی	Brand و همکاران (۵۰)
بررسی پاسخ‌های قلبی- تنفسی و التهابی در مواجهه با دود جوشکاری و ذرات هوایی	Jarvela و همکاران (۵۱)
بررسی سطوح و عوامل مؤثر بر میزان کروم و نیکل در هوا و ادرار جوشکاران	Weiss و همکاران (۳۷)
بررسی آلاینده‌های نانومتری تولید شده از فرایند جوشکاری	Zhang و همکاران (۴۵)
بررسی سطح ریسک مخاطرات شغلی	Reinhold و Pallon (۴۰)
بررسی میزان مواجهه جوشکاران با ذرات نانومتری در فرایند جوشکاری و تعیین روشی برای برآورد نفوذ ریوی ذرات	Cena و همکاران (۴۶)
بررسی اثرات بیولوژیکی و خطرات سلامتی به دلیل مواجهه با دود جوشکاری MIG	Hartmann و همکاران (۵۲)
بررسی شیوع علایم بیماری مرتبط با کار و مواجهه شغلی با دود جوشکاری	Hedmer و همکاران (۵۳)
بررسی ارتباط بین مواجهه با فیوم جوشکاری و کاهش متیلاسیون ژن F2RL3 در خون و ارتباط آن با بیماری‌های قلبی- عروقی	Hossain و همکاران (۵۴)
بررسی تأثیر مواجهه با فیوم جوشکاری بر شاخص‌های عملکرد ریوی	Lehnert و همکاران (۵۵)
بررسی اثرات قلبی- عروقی مواجهه با فیوم جوشکاری	Li و همکاران (۵۶)
بررسی رابطه بین مواجهه شغلی با ذرات جوشکاری و نشانگرهای بیماری مرتبط با سرطان	Li و همکاران (۵۷)
بررسی تغییرات استرس اکسیداتیو نسبت به مواجهه باذرات نانو در فرایند جوشکاری	Graczyk و همکاران (۴۷)
ارزیابی مقایسه‌ای مواجهه جوشکاران با فیوم‌های فلزی جوشکاری بر اساس غلظت جرمی و عددی	ساجدی‌فر و همکاران (۳۱)
ارزیابی ریسک مواجهه با گازهای متصاعد هنگام جوشکاری	کریمی زوردگانی و همکاران (۴۴)
بررسی اثرات مواجهه با ذرات نانویی جوشکاری TIG بر استرس اکسیداتیو در جوشکاران غیر سیگاری و ارزیابی میزان خطرات شغلی	Bakri و همکاران (۴۸)
بررسی میزان تأثیر ذرات کوچک فلزی (PM2.5) در محیط کار بر کیفیت خواب کارگران جوشکاری	Chuang و همکاران (۵۸)
ارزیابی مواجهه با عناصر فلزی در منطقه تنفسی جوشکاران و نمونه‌های ناخن پا	حریری و همکاران (۵۹)
تعیین غلظت فلزات سنگین در منطقه تنفسی و نمونه‌های ناخن پا	Bakri و همکاران (۶۰)
بررسی مواجهه جوشکاران با گازهای تولید شده در فرایند جوشکاری	مهری‌فر و همکاران (۴۱)
تعیین سطح بی‌اثر التهاب سیستمیک ناشی از مس و روی در مواجهه با گازهای جوشکاری	Brand و همکاران (۶۱)
بررسی وضعیت ریوی، کلیوی و کبدی جوشکاران شهری رفسنجان	طاهری‌فرد و همکاران (۳۸)
ارزیابی ریسک سلامت جوشکاران در معرض مواجهه با گازها و فیوم‌های فلزی در صنعت کشتی‌سازی	مهری‌فر و همکاران (۳۲)
بررسی غلظت و ارزیابی خطر مواجهه با گازها و فیوم جوشکاری	مهری‌فر و همکاران (۴۲)
ارزیابی مواجهه با فیوم‌های متفاوت فلزی در میان جوشکاران	کریمی زوردگانی و همکاران (۳۵)
بررسی اختلالات تنفسی در میان جوشکاران	Abdel-Rasoul و همکاران (۴۳)
بررسی نشانگرهای بیولوژیکی مناسب برای تخمین میزان مواجهه با ذرات معدنی	Cargonja و همکاران (۳۳)
بررسی میزان مواجهه با فیوم‌های جوشکاری و گازهای جوشکاری و ارتباط آن با بیماری‌های تنفسی	Fikayo و همکاران (۶۲)

MIG: Metal Inert Gas: TIG: Tungsten inert gas

مخاطرات عوامل فیزیکی

استرس حرارتی: طراحی نامناسب ایستگاه‌های کاری و برنامه کاری نامنظم به همراه انجام کار بیش از قابلیت و توانایی فیزیکی جوشکاران، می‌تواند سبب ایجاد استرین حرارتی و بروز مشکلاتی همچون گرمازدگی، سنکوب حرارتی و بثورات حرارتی گردد که این شرایط می‌تواند سلامت جوشکاران و همچنین، عملکرد شغلی آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد (۷۰).

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]

جدول ۲. وزن مولکولی، حدود مجاز مواجهه و مبانی تعیین حد مجاز مواجهه برای برخی آلاینده‌ها در فرایند جوشکاری

نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
		STEL/C	TWA	
دی‌اکسید نیتروژن	٤٦/٠١	٠/٢ppm	-	تحریک قسمت تحتانی تنفسی
دی‌اکسید کربن	٤٤/٠١	٥٠٠٠ppm	٣٠٠٠ppm	خفگی
مونوکسید کربن	٢٨/٠١	٢٥ppm	-	کربوکسی هموگلوبین
کروم فلزی	متفاوت	٠/٥ میلی‌گرم بر مترمکعب	-	تحریک دستگاه تنفسی
کروم سه ظرفیتی و ترکیبات محلول در آب	متفاوت	٠/٠٠٣ میلی‌گرم بر مترمکعب	–	تحریک دستگاه تنفسی و آسم
کروم شش ظرفیتی و ترکیبات	متفاوت	٠/٠٠٠٢ میلی‌گرم بر مترمکعب	٠/٠٠٠٥ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، سرطان ریه و سینوس‌ها، آسم
نیکل	٥٨/٧١	١/٥ میلی‌گرم بر مترمکعب	–	درماتیت، پنوموکونیوزیس
منگنز	٥٩/٩٤	٠/٠٢ میلی‌گرم بر مترمکعب	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
آرگون			٣٩/٩٥	خفگی
سرب	٢٠٧/٢٠	٠/٠٥ میلی‌گرم بر مترمکعب	–	اختلالات سیستم اعصاب محیطی و مرکزی، اثرات خونی
کادمیوم	١١٢/٤٠	٠/٠١ میلی‌گرم بر مترمکعب	–	آسیب‌های کلیوی
ازون	٤٨/٠٠	٠/٠٠٥-٠/٢ppm	–	عملکرد واکنشی ریوی
آلومینیوم	٢٦/٩٨	١ میلی‌گرم بر مترمکعب	–	پنوموکونیوزیس، تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی، سمیت عصبی
نیتروژن			١٤/٠١	خفگی
بریلیوم	٩/٠١	٠/٠٠٠٥ میلی‌گرم بر مترمکعب	–	
مس	٦٣/٥٥	٠/٢ میلی‌گرم بر مترمکعب	–	
اکسیدهای آهن	١٥٩/٧	٥ میلی‌گرم بر مترمکعب	–	
مولیبدن ترکیبات	٩٥/٩٥	١٠-٠/٥ میلی‌گرم بر مترمکعب	–	
وانادیوم	–	١ میلی‌گرم بر مترمکعب	٣ میلی‌گرم بر مترمکعب	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم
اکسیدهای روی	٨١/٣٧	٢ میلی‌گرم بر مترمکعب	١٠ میلی‌گرم بر مترمکعب	تب دمه فلزی
هیدروژن فلوراید	٢٠/٠١	٠/٥ میلی‌گرم بر مترمکعب	٢ میلی‌گرم بر مترمکعب	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، تحتانی، پوست و چشم، فلوروزیس
فسژن	٩٨/٩٢	٠/١ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، ادم ریه، آمفیزم ریه
فسفین	٣٤/٠٠	٠/٠٥ppm	٠/١٥Ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، سردرد، اختلال سیستم اعصاب مرکزی

TWA: Time weighted average; STEL/C: Short-term exposure limit/ Celiling

از عوامل فیزیکی مهم که جوشکاران ممکن است با آن مواجه شوند، دمای بالا می‌باشد. در فرایند جوشکاری اغلب از حرارت استفاده می‌شود تا قطعات فلزی را به هم متصل کنند و این حرارت ممکن است به دمای بسیار بالایی برسد و اگر جوشکاران محافظت کافی در برابر این دماهای بالا نداشته باشند، امکان دارد با مشکلاتی مانند سوختگی پوست، آسیب به چشم‌ها و یا آسیب به ریه‌ها دچار شوند. در این زمینه، نتایج مطالعه Lutz و همکاران نشان داد که وظایف برشکاری و جوشکاری با افزایش معنی‌دار در دمای مرکزی بدن، حداکثر ضربان قلب و چگالی ادرار پس از شیفت همراه بوده است (۷۱).

صدا: علاوه بر مشکل گرما، در فرایند جوشکاری از ابزارهایی مانند الکترودها و یا لیزرها برای گرم کردن قطعات فلزی استفاده می‌شود. آسیب به دستگاه شنوایی، اختلالات عصبی- روانی، استرس، بی‌خوابی، عدم تمرکز، ناراحتی، خستگی، کاهش توانایی کاری و اختلال در سیستم بینایی را می‌توان از جمله آسیب‌های رایج مواجهه با صدای بیش از حد مجاز در فرایند جوشکاری ذکر کرد (۷۲).

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]

جدول ۳. مطالعات مربوط به بیماری‌های شغلی در میان جوشکاران

هدف مطالعه	منابع
تحلیل داده‌های توصیفی و ویژگی‌های زخم چشمی مرتبط با کار (WREI) که وارد بخش اورژانس شده‌اند.	Serinken و همکاران (٦٤)
ارزیابی مدت زمان مواجهه با خطر شغلی و ارتباط آن با علایم در بین جوشکاران	Chauhan و همکاران (٦٨)
بررسی اثر مواجهه با آلومینیوم بر عملکرد شناختی در گروهی از جوشکاران نیروی دریایی	Giorgianni و همکاران (٦٩)
بررسی الگوی بیماری، آگاهی از خطرات شغلی و روش‌های استفاده از تجهیزات حفاظتی بین جوشکاران	Joseph و همکاران (٢٨)
ارزیابی عوامل مرتبط با قرار گرفتن جوشکاران در معرض خطرات شغلی در طول وظایفشان	Kipkiror و همکاران (٢٩)
بررسی شیوع علایم تنفسی، عوامل مرتبط با آن‌ها و نقص عملکرد ریه	Dev و همکاران (٦٣)
بررسی تأثیر تماس با ذرات و فولاد مورد استفاده در جوشکاری بر نتایج بارداری زنانی که در دوره بارداری به عنوان جوشکار فعالیت می‌کردند.	Galarneau و همکاران (٦٥)
شناسایی خطر در فعالیت‌های جوشکاری در فضاهای محدود	Mufaidah و همکاران (٢٧)
بررسی آسیب‌های DNA به دلیل تماس با ذرات فلزی، گازها، نویز و تشعشعات ناشی از فعالیت جوشکاری	سلطان‌پور و همکاران (٦٦)

WREI: Work-related eye injuries

در فرایند جوشکاری از ابزارهایی مانند چکش‌ها و پرس‌ها برای شکل دادن به قطعات فلزی استفاده می‌شود که باعث ایجاد ارتعاش و سر و صدای فراوان می‌شود. استفاده از تجهیزاتی همچون جرثقیل‌ها، دستگاه‌های جوشکاری و یا دستگاه‌های برش و شکل‌دهی که پتانسیل ایجاد صدا و ارتعاش زیاد دارند، می‌تواند به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم بر سلامتی جوشکاران تأثیر گذارد (۷۷). در صورت استفاده درست از تجهیزات جوشکاری همراه با اصلاح استفاده از تجهیزات دستی و مدت زمان مواجهه، شتاب ارتعاشی و به دنبال آن، شدت آسیب‌پذیری نیز می‌تواند تا ۵۰ درصد کاهش یابد (۷۳).

نتایج تحقیق Sriopas و همکاران نشان داد که شدت مواجهه با بیش از ۹۰ دسی‌بل صدا، می‌تواند خطر ابتلا به اختلال شنوایی را به میزان معنی‌داری افزایش دهد. همچنین، شیوع اختلالات شنوایی در میان جوشکاران سیگاری به شکل معنی‌داری نسبت به افراد غیر سیگاری بیشتر است. از دیگر یافته‌های پژوهش مذکور می‌توان به سابقه کاری اشاره نمود. افراد با بیش از ده سال سابقه کاری، تقریباً به طور حتم با نوعی از اختلالات شنوایی دست و پنجه نرم می‌کردند (۱۴).

در مطالعه دیگری مشخص شد که میانگین دامنه Standard deviation of normal-to-normal R-R interval (SDNN)، Root mean square of successive heartbeat interval (RMSSD) difference و High frequency (HF) در جوشکاران به طور قابل توجهی بیشتر از کارکنان فرودگاه می‌باشد. در واقع، تنها برای گروه جوشکاران، اندازه‌گیری‌های HRV، Low frequency (LF)، HF و SDNN با مقادیر میانگین صوت به طور قابل‌توجهی افزایش یافته بود (۷۴).

نتایج تحقیق Conte و همکاران نشان داد که مایعات فلزکاری با وجود صدا، فرایند بهبود حالت‌های مختلف ضعف شنوایی را به تأخیر می‌اندازد و تأثیری کاملاً متضاد با آنچه توسط دود جوشکاری ایجاد و باعث تسریع آن حالت‌ها می‌شود، دارد. عادت به سیگار کشیدن به عنوان عاملی در ایجاد کاهش شنوایی اولیه تأثیر دارد. همچنین، انفجار صدای خارج از محیط کار، در ایجاد کاهش شنوایی پیشرفته تأثیر دارد (۷۵).

میدان‌های الکترومغناطیسی: مواجهه با پرتوهای الکترومغناطیسی را می‌توان به عنوان یکی دیگر از موارد آسیب‌زای عوامل فیزیکی در فرایند جوشکاری دانست. سطوح بالایی از مواجهه با پرتوهای فرابنفش و مادون قرمز هنگام قوس الکتریکی در فرایند جوشکاری ایجاد می‌شود (۷۶). عوارضی مانند تغییرات خونی، تأثیر بر سیستم عصبی، دگرگونی‌های ژنتیکی و رشد سلول‌های سرطانی را می‌توان به مواجهه مکرر با پرتوهای الکترومغناطیسی ارتباط داد (۷۶). در جدول ۴ شرح مختصری از مطالعات در زمینه مخاطرات فیزیکی در فرایند جوشکاری ارایه شده است.

جدول ۴. مطالعات مربوط به مخاطرات فیزیکی در فرایند جوشکاری

هدف مطالعه	منابع
بررسی استرس حرارتی بر روی کارگران خط لوله در یک صنعت نفتی	Salleh Zabm (۷۰)
بررسی میزان مواجهه با ارتعاش و تعیین تغییرات در یک بازه زمانی مشخص	Reinhold و Pallon (۳۹)
بررسی تأثیر هم‌زمان تلفات شنوایی مرتبط با کار ناشی از صدا، آلاینده‌های فیزیکی و شیمیایی و برخی عادت‌های شخصی	Conte و همکاران (۷۵)
بررسی رابطه بین وظیفه شغلی، نوع فیزیکی بدن، شیفت کاری و تنش حرارتی	Lutz و همکاران (۷۱)
بررسی میزان مواجهه شغلی باپرتوهای غیر یون‌ساز و اثربخشی تجهیزات حفاظت فردی	علی‌آبادی و همکاران (۷٦)
ارزیابی سطح افت شنوایی ناشی از سر و صدای شغلی و بررسی عوامل خطرزای ایجاد کم‌شنوایی	Sriopas و همکاران (۱٤)
بررسی سطوح مواجهه با صدا و اختلالات شنوایی در میان جوشکاران	عمویی و همکاران (۷۲)
ارزیابی تأثیر تماس با ذرات فلزی، نویز و ترکیب WF و نویز بر سیستم عصبی خودکار به ویژه متغیر ضربان قلب	Lucas و همکاران (۷٤)

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]

جدول ۵. مطالعات مربوط به مخاطرات ارگونومیکی در فرایند جوشکاری

هدف مطالعه	منابع
تعیین شیوع و عوامل خطر برای اختلالات عضلانی- اسکلتی مرتبط با کار	Hossein و همکاران (۷۸)
ارزیابی ارگونومیک خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی در جوشکاران	طایفه رحیمیان و همکاران (۷۹)
عارضه‌یابی و طراحی ارگونومیک ایستگاه کار جوشکاری اکسی‌گاز به روش RULA	پورنگ و همکاران (۷۷)
بررسی شیوع اختلالات عضلانی- اسکلتی در جوشکاران در مقایسه با غیر جوشکاران	Lourenco و Luis (۸۰)
بررسی شیوع، شدت و عوامل خطر برای اختلالات عضلانی- اسکلتی مرتبط با کار	Chiboyiwa و همکاران (۸۱)

مخاطرات عوامل ارگونومیک

جوشکاری از جمله مشاغل کاری نامناسب با حرکات تکراری فراوان است که باعث به وجود آمدن اختلالات عضلانی- اسکلتی مرتبط با کار (Work-related Musculoskeletal Disorders یا WRMDs) می‌شود. این اختلالات شامل درد در ناحیه گردن، شانه، کمر، مچ دست و دیگر نواحی بدن می‌باشد که می‌تواند منجر به محدودیت کاری، کاهش کیفیت زندگی و از بین رفتن قابلیت‌های کاری افراد شود.

اختلالات اسکلتی- عضلانی در بین جوشکاران می‌تواند در اثر وضعیت‌های غیر معمول همچون چمباتمه زدن، زانو زدن یا خم شدن به علت محدود بودن فضا یا کار در فضاهای بسته، بلند کردن بارهای سنگین، نگهداشتن شانه‌ها و دست‌ها در وضعیت استاتیک برای مدت طولانی و نیز فشار بر مهره‌های گردن به علت وزن کلاه ایمنی و ماسک جوشکاری باشد (۷۷). پژوهشی اختلالات اسکلتی- عضلانی در میان جوشکاران را به وضعیت نامناسب بلند کردن و حمل دستی بار، خمش و پیچش کمر نسبت دادند (۷۹، ۷۸).

نتایج مطالعه Lourenco و Luis نشان داد که شیوع علایم اختلالات عضلانی- اسکلتی بیشتر در نواحی گردن، پشت، کمر، دست و مچ می‌باشد. همچنین، اختلالات عضلانی- اسکلتی به ویژه در ناحیه کمر، می‌تواند با افزایش درد بدنی و کاهش کیفیت زندگی همراه باشد (۸۰). در تحقیق دیگری حدود ۵۰ درصد از جوشکاران دارای اختلالات اسکلتی- عضلانی، میزان دردهای فیزیکی خود را شدید اعلام کردند. همچنین، عواملی مانند کشیدن سیگار و ساعات کاری طولانی مدت، به عنوان عوامل خطر مؤثر بر رخداد اختلالات اسکلتی- عضلانی بیان شده است (۸۱). در جدول ۵ شرح مختصری از پژوهش‌ها در زمینه مخاطرات ارگونومیکی در فرایند جوشکاری ارایه شده است.

نتیجه‌گیری

جوشکاری فعالیتی است که ممکن است افراد در آن از ابزارهای نامناسبی استفاده کنند یا در مواجهه با مواد شیمیایی گوناگون و ابزارآلات فیزیکی قرار گیرند. همچنین، امکان دارد به دلیل فضای کوچک کارگاه‌های جوشکاری، عدم دسترسی به تجهیزات بهداشتی، وسایل حفاظت فردی و ارگونومیکی جوشکاران در معرض سطوح متفاوتی از مخاطرات شیمیایی، فیزیکی و ارگونومیکی قرار گیرد. اقداماتی که به منظور کاهش خطرات در فرایند جوشکاری می‌توان انجام داد شامل آموزش و آگاهی از اصول ایمنی و بهداشت شغلی در فرایند جوشکاری است.

با توجه به این موارد، لازم است که مسؤولان کارگاه‌های جوشکاری به مسایل بهداشتی، ایمنی و ارگونومیکی شغلی توجه نمایند و تجهیزات مناسبی مانند ماسک‌های حفاظتی برای محافظت از کارگران در برابر خطرات موجود مانند مواجهه با فیوم‌های فلزی را فراهم سازند (۸۲). همچنین، کارگران باید آموزش‌های لازم در زمینه بهداشت، ایمنی و ارگونومی را دریافت کنند تا بتوانند از مواجهه با مخاطرات در فرایند جوشکاری جلوگیری به عمل آورند. استفاده از تجهیزات محافظ مانند ماسک‌های حفاظتی، دستکش‌های مناسب جوشکاری، لباس‌های محافظ و سایر تجهیزات محافظ، می‌تواند به حفاظت از جوشکاران در برابر خطرات فیزیکی و شیمیایی کمک کند.

تجهیزات حفاظتی جوشکاری باید به‌روز باشند و دوره‌های بازبینی و نگهداری منظم انجام تا از ایمنی و کارایی آن‌ها اطمینان حاصل شود. محیط کار باید به شکل مستمر پایش و در صورت وجود هرگونه خطر، اقدامات لازم به منظور کاهش و یا حذف مواجهه با آن انجام گردد. استفاده از تکنولوژی‌های جدید مانند روش‌های جوشکاری لیزری و جوشکاری اصطکاکی، می‌تواند به کاهش خطرات در فرایند جوشکاری کمک کند. استفاده از مواد پایه باکیفیت و تأیید شده توسط مراجع معتبر، می‌تواند منجر به کاهش مواجهه با خطرات در فرایند جوشکاری شود. در مجموع، برای کاهش خطرات در فرایند جوشکاری، باید به ایمنی و بهداشت در این شغل توجه ویژه‌ای داشت و اقدامات لازم را انجام داد تا خطرات جانی و غیر جانی در این شغل به حداقل برسد و سطح ایمنی و بهداشتی در فرایند جوشکاری بهبود یابد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با شماره ۳۴۰۰۸۰۷ و کد اخلاق IR.MUI.RESEARCH.REC.1400.481، مصوب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. بدین وسیله از دانشگاه مذکور به جهت حمایت‌های مالی تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Santos CS, Moreira S. National Occupational Health Program: 2nd Cycle 2013/2017: Annual Report 2015. Peshawar, Pakistan: Directorate-General of Health; 2016.
2. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Br J Sports Med 2020; 54(24): 1451-62.
3. International Labour Organization. Safety and health at work: A vision for sustainable prevention: XX world

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]

congress on safety and health at work. Geneva, Switzerland: International Labour Organization; 2014.
4. Mersha H, Mereta ST, Dube L. Prevalence of occupational injuries and associated factors among construction workers in Addis Ababa, Ethiopia. J Public Health Epidemiol 2017; 9(1): 1-8.
5. Pereira AB, De Melo FJ. Quality assessment and process management of welded joints in metal construction—A review. Met 2020; 10(1): 115.
6. Da Silveira-Júnior C, Simamoto-Júnior PC, Davi LR, Castro MGD, Neves FDD, Simamoto VRN. Welding techniques in dentistry. In: Kovacevic R, Editor. Welding Processes. Rijeka, Croatia: IntechOpen; 2012.
7. Phillips DH. Welding engineering: an introduction. 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2023.
8. Magoolo TS. Occupational health and safety problems of welding work among small scale welders in Dar es salaam. Dar es Salaam, Tanzania: Muhimbili University of Health and Allied Sciences; 2020.
9. AlMahmoud T, Elkonaisi I, Grivna M, AlNuaimi G, Abu-Zidan FM. Eye injuries and related risk factors among workers in small-scale industrial enterprises. Ophthalmic Epidemiol 2020; 27(6): 453-9.
10. Dehghan SF, Mehrifar Y. Occupational exposure to fumes and gases during different arc welding processes. Int J Occup Hyg 2019; 11(2): 136-45.
11. Schoonover T, Conroy L, Lacey S, Plavka J. Personal exposure to metal fume, NO2, and O3 among production welders and non-welders. Ind Health 2011; 49(1): 63-72.
12. Tomkow J, Fydrych D, Rogalski G, Łabanowski J. Effect of the welding environment and storage time of electrodes on the diffusible hydrogen content in deposited metal. Rev Metal 2019; 55(1): e140.
13. Mistry PKJ. Impact of welding processes on environment and health. Int J Adv Res Mech Eng & Technol 2015; 1(1): 17-20.
14. Sriopas A, Chapman RS, Sutammasa S, Siriwong W. Occupational noise-induced hearing loss in auto part factory workers in welding units in Thailand. J Occup Health 2017; 59(1): 55-62.
15. Korczynski RE. Occupational health concerns in the welding industry. Appl Occup Environ Hyg 2000; 15(12): 936-45.
16. Čudina M, Prezelj J. Evaluation of the sound signal based on the welding current in the gas—metal arc welding process. Proc Inst Mech Eng Pt C J Mechan Eng Sci 2003; 217(5): 483-94.
17. Tenkate TD. Optical radiation hazards of welding arcs. Rev Environ Health 1998; 13(3): 131-46.
18. Gursel A, Kurt A. The effect of materials on radiation exposure during the GTAW process. Weld J 2014; 93(11): 439-42.
19. Gourzoulidis GA, Achtipis A, Topalis FV, Kazasidis ME, Pantelis D, Markoulis A, et al. Artificial Optical Radiation photobiological hazards in arc welding. Phys Med 2016; 32(8): 981-6.
20. Hemmatjo R, Zare S, Heydarabadi AB, Hajivandi A. Investigation of heat stress in workplace for different work groups according to ISO 7243 standard in Mehr Petrochemical Complex, Assaluyeh, Iran. Arch Adv Biosci 2013; 4(2).
21. Motamedzade M, Eshaghi M, Sepehr P. Evaluation of the workers exposure to heat and presenting intervention to control heat stress in profile factory. J Occup Hyg Eng 2014; 1(3): 53-9. [In Persian].
22. Törner M, Zetterberg C, Andén U, Hansson T, Lindell V. Workload and musculoskeletal problems: a comparison between welders and office clerks (with reference also to fishermen). Ergonomics 1991; 34(9): 1179-96.
23. Weyh C, Pilat C, Krüger K. Musculoskeletal disorders and level of physical activity in welders. Occup Med (Lond) 2020; 70(8): 586-92.
24. Marras WS, Karwowski W. Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics. 1st ed. Boca Raton, FL: Crc Press; 2006.
25. Krüger K, Petermann C, Pilat C, Schubert E, Pons-Kühnemann J, Mooren FC. Preventive strength training improves working ergonomics during welding. Int J Occup Saf Ergon 2015; 21(2): 150-7.
26. Loukzadeh Z, Torab Jahromi M. Occupational hazards in welding industry. Occup Med Q J 2013; 5(3): 95-114. [In Persian].
27. Mufaidah VR, Dwiyanti E. Hazard Identification of Welding In Confined Space Of The Cement Production Company. Indones J Public Health 2022; 17(1): 132-44.
28. Joseph N, Venkatesh V, Akash SK, Hegde S, Moras E, Shenoy NP. Occupation Hazards - Pattern, Awareness and Preventive Measures among Welders from an Unorganized Sector in India. J Clin Diagn Res 2017; 11(5): Lc23-lc8.
29. Kipkiror B, Mangeni J, Musyoki S. Factors associated with workers' exposure to occupational hazards at North Rift Jua Ka Li Enterprises in Eldoret Town, Kenya. East African Medical Journal 2018; 95(10): 2005-13.
30. Hassani H, Golbabaei F, Shirkhanloo H, Rahimi Foroushani A. A survey of neurobehavioral symptoms of

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]

welders exposed to manganese. J Health Saf Work 2013; 3(1): 39-46. [In Persian].
31. Sajedifar J, Kokabi AH, Azam K, Farhang Dehghan S, Karimi A, Golbabaei F. The comparative assessment of welders' exposure to welding fumes based on mass and number concentration. J Health Saf Work 2017; 6(4).
32. Mohebian Z, Mehrifar Y, Bidel H. Exploring the risk of welders' exposure to the gases and metal fumes in a shipbuilding industry: A case study. J Health Saf Work 2020; 10(2): 15-8.
33. Čargonja M, Mekterović D, Žurga P, Ravlić-Gulan J, Radović IB, Žauhar G. Deposition of heavy metals in biological tissues of workers in metal workshops. Environ Sci Pollut Res Int 2023; 30(13): 36794-806.
34. Fikayo BE, Chimezie OV, John SK, Omotola OJ, Mbon IC, Eleonu PC, et al. Occupational Exposure to Welding Fumes and Associated Respiratory Morbidities among arc Welders in Ikenne, Nigeria. Ethiop J Health Sci 2023; 33(2): 373-82.
35. Zeverdegani SK, Rismanchian M, Mehrifar Y. Estimation of inhalation exposure to metals among welders of a steel company using MEASE model as a screening tool for estimates of occupational exposure. Int J Model Identif Control 2020; 34(2): 163-70.
36. Stanisławska M, Janasik B, Trzcinka-Ochocka M. Assessment of occupational exposure of welders based on determination of fumes and their components produced during stainless steel welding. Med Pr 2011; 62(4): 359-68.
37. Weiss T, Pesch B, Lotz A, Gutwinski E, Van Gelder R, Punkenburg E, et al. Levels and predictors of airborne and internal exposure to chromium and nickel among welders--results of the WELDOX study. Int J Hyg Environ Health 2013; 216(2): 175-83.
38. Taheri Fard A, Ahmadinia H, Kafi M, Sheikh Fathollahi M, Ghaffarian A, Rezaeian M. The Study of Pulmonary, Renal and Hepatic Status in Door and Window Welders in Rafsanjan in 2018: A Short Report. J Rafsanjan Univ Med Sci 2020; 18(10): 1065-72. [In Persian].
39. Pourtaghi G, Kakoi H, Karimizarchi A. The effect of welding fumes and gases on the health of welders. Persian Hakim 2002; 5(4): 285-91. [In Persian].
40. Reinhold K, Pallon L. Metal workers: Exposure to chemicals and noise caused by using incorrect safety measures. Iran J Public Health 2014; 43(Supple 3): 186-93.
41. Mehrifar Y, Karimi Zeverdegani S, Faraji M, Rismanchian M. Risk assessment of welders exposure to the released contaminated gases in different types of welding processes in a steel industry. Health Scope 2019; 8(1): e58267.
42. Mehrifar Y, Zeverdegani SK, Rismanchian M. Chemical pollutants in the respiratory zone of welders: Determination of concentrations and hazard analysis. Work 2020; 67(3): 591-8.
43. Abdel-Rasoul GM, El-Sayed Abu-Salem M, Abdel-Azeem Salem E, Younis FE, Abdel-Monaem AM, Allam HK. Respiratory health disorders among workers in some Egyptian welding enterprises. Toxicol Ind Health 2022; 38(1): 53-62.
44. KarimiZeverdegani S, Mehrifar Y, Faraji M, Rismanchian M. Occupational exposure to welding gases during three welding processes and risk assessment by SQRCA method. J Occup Health Epidemiol 2017; 6(3): 144-9.
45. Zhang M, Jian L, Bin P, Xing M, Lou J, Cong L, et al. Workplace exposure to nanoparticles from gas metal arc welding process. J Nanoparticle Res 2013; 15(11): 2016.
46. Cena LG, Keane MJ, Chisholm WP, Stone S, Harper M, Chen BT. A novel method for assessing respiratory deposition of welding fume nanoparticles. J Occup Environ Hyg 2014; 11(12): 771-80.
47. Graczyk H, Lewinski N, Zhao J, Sauvain JJ, Suarez G, Wild P, et al. Increase in oxidative stress levels following welding fume inhalation: a controlled human exposure study. Part Fibre Toxicol 2016; 13(1): 31.
48. Bakri SFZ, Hariri A, Ismail M, Abdullah S, Kassim NI. Evaluation of respiratory symptoms, spirometric lung patterns and metal fume concentrations among welders in indoor air-conditioned building at Malaysia. Int J Integr Eng 2018; 10(5): 109-21.
49. Lehnert M, Pesch B, Lotz A, Pelzer J, Kendzia B, Gawrych K, et al. Exposure to inhalable, respirable, and ultrafine particles in welding fume. Ann Occup Hyg 2012; 56(5): 557-67.
50. Brand P, Bischof K, Siry L, Bertram J, Schettgen T, Reisgen U, et al. Exposure of healthy subjects with emissions from a gas metal arc welding process: part 3--biological effect markers and lung function. Int Arch Occup Environ Health 2013; 86(1): 39-45.
51. Järvelä M, Kauppi P, Tuomi T, Luukkonen R, Lindholm H, Nieminen R, et al. Inflammatory response to acute exposure to welding fumes during the working day. Int J Occup Med Environ Health 2013; 26(2): 220-9.
52. Hartmann L, Bauer M, Bertram J, Gube M, Lenz K, Reisgen U, et al. Assessment of the biological effects of welding fumes emitted from metal inert gas welding processes of aluminium and zinc-plated materials in humans. Int J Hyg Environ Health 2014; 217(2-3): 160-8.
53. Hedmer M, Karlsson JE, Andersson U, Jacobsson H, Nielsen J, Tinnerberg H. Exposure to respirable dust and

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]

manganese and prevalence of airways symptoms, among Swedish mild steel welders in the manufacturing industry. Int Arch Occup Environ Health 2014; 87(6): 623-34.
54. Hossain MB, Li H, Hedmer M, Tinnerberg H, Albin M, Broberg K. Exposure to welding fumes is associated with hypomethylation of the F2RL3 gene: a cardiovascular disease marker. Occup Environ Med 2015; 72(12): 845-51.
55. Lehnert M, Hoffmeyer F, Gawrych K, Lotz A, Heinze E, Berresheim H, et al. Effects of Exposure to Welding Fume on Lung Function: Results from the German WELDOX Study. Adv Exp Med Biol 2015; 834: 1-13.
56. Li H, Hedmer M, Kåredal M, Björk J, Stockfelt L, Tinnerberg H, et al. A Cross-Sectional Study of the Cardiovascular Effects of Welding Fumes. PLoS One 2015; 10(7): e0131648.
57. Li H, Hedmer M, Wojdacz T, Hossain MB, Lindh CH, Tinnerberg H, et al. Oxidative stress, telomere shortening, and DNA methylation in relation to low-to-moderate occupational exposure to welding fumes. Environ Mol Mutagen 2015; 56(8): 684-93.
58. Chuang HC, Su TY, Chuang KJ, Hsiao TC, Lin HL, Hsu YT, et al. Pulmonary exposure to metal fume particulate matter cause sleep disturbances in shipyard welders. Environ Pollut 2018; 232: 523-32.
59. Hariri A, Mohamad Noor N, Paiman NA, Ahmad Zaidi AM, Zainal Bakri SF. Heavy metals found in the breathing zone, toenails and lung function of welders working in an air-conditioned welding workplace. Int J Occup Saf Ergon 2018; 24(4): 646-51.
60. Bakri SFZ, Hariri A, Ismail M, Damanhuri AAM. Evaluation of industrial workplace exposure to metal fumes using toenail as bio-indicator. Int J Integr Eng 2019; 11(5): 133-9.
61. Brand P, Beilmann V, Krichel T, Merizian J, Schmidt K, Kraus T, et al. No observed effect level (NOEL) for systemic inflammation by copper and zinc in welding fumes. J Occup Environ Med 2020; 62(9): 718-23.
62. Fikayo BE, Chimezie OV, John SK, Omotola OJ, Mbon IC, Eleonu PC, et al. Occupational Exposure to Welding Fumes and Associated Respiratory Morbidities among arc Welders in Ikenne, Nigeria. Ethiop J Health Sci 2023; 33(2): 373-82.
63. Dev M, Bhardwaj A. Respiratory symptoms and spirometric abnormalities among welders in the welding workplace of the Indian unorganized sector. Work 2021; 69(3): 885-94.
64. Serinken M, Turkcuer I, Cetin EN, Yilmaz A, Elicabuk H, Karcioglu O. Causes and characteristics of work-related eye injuries in western Turkey. Indian J Ophthalmol 2013; 61(9): 497-501.
65. Galarneau JM, Beach J, Cherry N. Pregnancy Outcome in Women Exposed to Metal Fume in Welding: A Canadian Cohort Study. Ann Work Expo Health 2022; 66(9): 1099-110.
66. Soltanpour Z, Rasoulzadeh Y, Ansarin K, Seyedrezazadeh E, Jafarpour M, Mohammadian Y, et al. Micronucleus assay of DNA damage among welders: Effects of welding processes. Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen 2023; 887: 503598.
67. Ashby HS. Welding fume in the workplace. Prof Saf 2002; 47(4): 55-63.
68. Chauhan A, Anand T, Kishore J, Danielsen TE, Ingle GK. Occupational hazard exposure and general health profile of welders in rural Delhi. Indian J Occup Environ Med 2014; 18(1): 21-6.
69. Giorgianni CM, D'Arrigo G, Brecciaroli R, Abbate A, Spatari G, Tringali MA, et al. Neurocognitive effects in welders exposed to aluminium. Toxicol Ind Health 2014; 30(4): 347-56.
70. Zuan Azhary MS. Heat stress on 500-660 Mm pipe workers in oil rig jackets assembly welding works. Kuala Lumpur, Malaysia Universiti Teknologi Malaysia; 2010.
71. Lutz EA, Reed RJ, Turner D, Littau SR. Occupational heat strain in a hot underground metal mine. J Occup Environ Med 2014; 56(4): 388-96.
72. Amouei AI, Talebian F, Fallah SH, Asgharnia HA, Aghalari Z. Study of sound levels in the welding centers of babol and Its health effects on the welders in 2018: A short report. J Rafsanjan Univ Med Sci 2019; 18(9): 959-66. [In Persian].
73. Burström L, Hagberg M, Liljeind I, Lundström R, Nilsson T, Pettersson H, et al. A follow-up study of welders' exposure to vibration in a heavy engineering production workshop. J Low Freq Noise Vib Act Control 2010; 29(1): 33-9.
74. Lucas D, Guerrero F, Jouve E, Hery S, Capellmann P, Mansourati J. Effect of occupational exposure to welding fumes and noise on heart rate variability: An exposed-unexposed study on welders and airport workers' population. Front Public Health 2022; 10: 937774.
75. Solano JC, Gracia AI, Felipe AI, Calvo ER, Prados AP. Cox regression model of hearing loss in workers exposed to noise and metalworking fluids or welding fumes. An Sist Sanit Navar 2010; 33(1): 11-21.
76. Aliabadi A, Hesam G, Moradpoor Z. Study of occupational exposure to non-ionizing radiations and the effectiveness of personal protective equipment in common arc welding processes. Iran J Ergon 2015; 2(4): 1-10.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]

77. Poorang H, Sadeghinaeini H, Ghousi R. Diagnosis and ergonomic design of oxy gas welding workstation by RULA method. Case study: welding workshops. Occup Med Q J 2019; 11(1): 72-81. [In Persian].
78. Abolfazl M, Hossein E, Reza K. Comparative survey of work related musculoskeletal disorders (WRMDs) prevalence and related factors in Iranian welders. Pak J Med Sci 2011; 27(2): 277-80.
79. Tayefe Rahimian J, Choobineh A, Dehghan N, Tayefe Rahimian R, Kolahi H, Abbasi M, et al. Ergonomic evaluation of exposure to musculoskeletal disorders risk factors in welders. Iran J Ergon 2014; 1(3): 18-26. [In Persian].
80. Lourenço L, Luís S. Musculoskeletal disorders in Portuguese welders: Effects on bodily pain and health-related quality of life. Front Public Health 2021; 9: 660451.
81. Elvis C, France N, Patience E. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders among welders in the informal sector under resource constrained settings. Work 2022; 72(1): 239-52.
82. Shokrolahi I, Rismanchian M, Zeverdegani SK. Investigation of efficiency of Iranian respiratory mask used in welding process for controlling exposure to toxic metal fumes. Int J Env Health Eng 2020; 9(1): 5.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.48305/jhsr.v21i1.1578]