DOI: 10.48305/jhsr.v21i2.1602 Published by Vesnu Publications

Journal of Health System Research Vol. 21, No. 2, Summer

Received: 18.12.2023 Accepted: 24.01.2024 Published: 06.07.2025

Investigating the Quantitative and Qualitative Indicators of Sperm and Glutathione Peroxidase in Male Rats Exposed to Heavy Metals

Mina Janghorban[1], Masoud Rismanchian[2], Adel Mohammadalipour[3], Sara Karimi-Zeverdegani[2]

Original Article

Abstract

Background: Examining the composition of heavy metals emitted from welding fumes and related adverse effects on the health status of exposed workers is one of the most important topics in the field of occupational health and toxicology. This study was conducted to investigate the effects of oxidative stress and measure the quantitative and qualitative sperm indices of male Wistar rats exposed to welding fumes containing heavy metals.

Methods: In this experimental study, the welding operation was performed manually by an operator for 8 consecutive days and 30 minutes daily in a designed chamber. The generated fumes were transferred to the exposure chamber of the rats through a connecting tube. The rats of the experimental group were exposed to an average of 44.48 mg/m^3 of fumes daily, and the control group was in the same physical conditions without exposure to fumes. Finally, the effects of oxidative stress and quantitative and qualitative indicators of sperm were investigated in rats of both groups.

Findings: The composition of heavy metals identified in fumes contained iron > manganese > lead > aluminum in order of highest average concentration. According to the findings, daily exposure to metal fumes has been associated with a significant decrease in the average activity of glutathione peroxidase (GPx) as well as a significant decrease in the quantitative and qualitative indicators of sperm in exposed rats compared to the control group.

Conclusion: Exposure to heavy metals has decreased the activity of antioxidant enzymes and caused oxidative stress, and can lead to reproductive disorders in rats, such as reducing the number and quality of sperms.

Keywords: Welding fume; Heavy metals; Oxidative stress; Spermatozoa

Citation: Janghorban M, Rismanchian M, Mohammadalipour A, Karimi-Zeverdegani S. **Investigating the Quantitative and Qualitative Indicators of Sperm and Glutathione Peroxidase in Male Rats Exposed to Heavy Metals.** J Health Syst Res 2025; 21(2): 235-40.

1- MSc Student, 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- Associate Professor, Department of Clinical Biochemistry AND Isfahan Pharmaceutical Sciences Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Sara Karimi Zeverdegani; Associate Professor, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: s_karimi@hlth.mui.ac.ir

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 2026-06-25]

[DOI: 10.48305/jhsr.v21i2.1602]

DOI: 10.48305/jhsr.v21i2.1602 Published by Vesnu Publications

بررسی شاخص‌های کمی و کیفی اسپرم‌ها و شاخص گلوتاتیون پراکسیداز در رت‌های نر مواجهه یافته با فلزات سنگین

مینا جانقربان[1]، مسعود ریسمانچیان[2]، عادل محمد علی‌پور[3]، سارا کریمی زوردگانی[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: بررسی ترکیب فلزات سنگین منتشر شده از فیوم‌های جوشکاری و اثرات نامطلوب ناشی از آن بر سلامت افراد مورد مواجهه، یکی از موضوعات مطرح در زمینه بهداشت و سم‌شناسی شغلی می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات استرس اکسیداتیو و سنجش شاخص‌های کمی و کیفی اسپرم رت‌های نر نژاد ویستار مواجهه یافته با فیوم‌های جوشکاری محتوی فلزات سنگین انجام شد.

روش‌ها: در این مطالعه تجربی، عملیات جوشکاری طی یک برنامه زمان‌بندی شده به صورت دستی و توسط یک اپراتور ماهر در یک محفظه طراحی شده انجام گرفت. فیوم‌های مولد توسط یک لوله رابط به اتاقک مواجهه رت‌ها منتقل گردید. رت‌های گروه مورد روزانه به صورت میانگین با ۴۴/۴۸ میلی‌گرم بر مترمکعب فیوم حاوی فلزات سنگین مواجهه داشتند و گروه شاهد در شرایط فیزیکی یکسان و بدون مواجهه با فیوم بودند. در پایان آزمایش، اثرات استرس اکسیداتیو و شاخص‌های کمی و کیفی اسپرم در رت‌های هر دو گروه بررسی گردید.

یافته‌ها: ترکیب فلزات سنگین شناسایی شده در فیوم‌ها به ترتیب بیشترین میانگین غلظت، شامل آهن، منگنز، سرب و آلومینیوم بود. مواجهه روزانه با فیوم‌های فلزی، با کاهش معنی‌دار میانگین فعالیت آنزیم استرس اکسیداتیو گلوتاتیون پراکسیداز (Glutathione peroxidase یا GPx) و کاهش معنی‌دار شاخص‌های کمی و کیفی اسپرم در رت‌های گروه مورد در مقایسه با گروه شاهد همراه بود.

نتیجه‌گیری: مواجهه با فلزات سنگین موجود در فیوم‌های جوشکاری، سبب کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و ایجاد استرس اکسیداتیو و بروز اختلالات تولید مثلی در رت‌ها همچون کاهش تعداد و کیفیت اسپرم‌ها می‌شود.

واژه‌های کلیدی: فیوم جوشکاری؛ فلزات سنگین؛ استرس اکسیداتیو؛ اسپرم

ارجاع: جانقربان مینا، ریسمانچیان مسعود، محمد علی‌پور عادل، کریمی زوردگانی سارا. **بررسی شاخص‌های کمی و کیفی اسپرم‌ها و شاخص گلوتاتیون پراکسیداز در رت‌های نر مواجهه یافته با فلزات سنگین.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۴۰۴؛ ۲۱ (۲): ۲۴۰-۲۳۵

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۹/۲۷ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۱۱/۴ تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۴/۱۵

مقدمه

جوشکاری یکی از فرایندهای رایج در صنایع کوچک و بزرگ است که طی آن دو قطعه فلزی به وسیله ذوب شدن قطعه دیگری به نام الکترود به یکدیگر متصل می‌شوند (۱). این فرایند تحت دما و فشار بالا صورت می‌گیرد و منجر به متصاعد شدن گاز و بخارات فلزی می‌شود (۲). در حالی که بیش از هشتاد روش برای انجام عملیات جوشکاری وجود دارد، اما متداول‌ترین آن جوشکاری قوس فلزی با الکترود پوشش‌دار (Shielded metal arc welding یا SMAW) است (۳). جوشکاری SMAW به لحاظ قابلیت اجرایی در محیط‌های صنعتی، توانایی اتصال فلزات و آلیاژهای رایج و ارزان بودن، در صنعت حایز اهمیت می‌باشد (۴). فیوم‌های حاصل از این نوع جوشکاری می‌تواند بسته به ترکیب فلز، محتوای یون‌های محلول و توانایی تولید رادیکال‌های آزاد از فلزات مختلفی همچون کروم، منگنز، بریلیوم، مس، کادمیوم، کبالت، آهن، مولیبدن، سرب، جیوه، آنتیموان، نیکل، وانادیوم و آلومینیوم تشکیل شده باشد (۶، ۵). مواجهه با فلزات سنگین موجود در فیوم‌های جوشکاری، منجر به مختل شدن سیستم‌های عملکردی در بخش‌های مختلف بدن می‌شود و در نتیجه، اهمیت ارزیابی این مواجهات را دو چندان می‌کند (۷). حیواناتی که در معرض فیوم‌های جوشکاری قرار می‌گیرند، دچار عوارض مختلفی مانند آسیب و التهاب ریوی، اختلال عملکرد لکوسیت‌ها و استرس اکسیداتیو می‌شوند (۸).

نتایج پژوهشی نشان داد، رت‌های نری که روزانه سه ساعت و به مدت سه روز با ۴۰ میلی‌گرم بر مترمکعب فیوم جوشکاری مواجهه داشتند، به طور معنی‌داری دچار آسیب ریوی و التهاب یافتی شدند (۹). بر اساس نتایج مطالعه‌ای، مواجهه با ۲۰ میلی‌گرم بر مترمکعب فیوم جوشکاری برای تماس

۱- دانشجوی کارشناسی 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- دانشیار، گروه بیوشیمی بالینی و مرکز تحقیقات علوم دارویی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: سارا کریمی زوردگانی؛ دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: s_karimi@hlth.mui.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-06-25]
[DOI: 10.48305/jhsr.v21i2.1602]

روزانه ۳ ساعت به مدت چهار روز در هفته و برای ۵ هفته متوالی، منجر به کاهش وزن بافت بیضه و کاهش میزان تولید اسپرم در رت‌های نر گردید (۱۰). تماس با فلزات سنگین منتشر شده از فیوم‌های جوشکاری همچون سرب و کروم، به ترتیب سبب تشکیل گونه‌های اکسیژن فعال (ROS یا Reactive Oxygen species) و به دنبال آن، استرس اکسیداتیو می‌شود (۱۱). استرس اکسیداتیو نشان دهنده نابرابری بین فرایند دفاع آنتی‌اکسیدانی سیستم بیولوژیک و تشکیل ROS می‌باشد (۱۲). عناصر مختلف فیوم‌های جوشکاری با DNA واکنش متقابل دارد و ترکیباتی می‌سازد که منجر به خوانش نادرست DNA و عدم ثبات ژنوم می‌گردد و زمینه‌های ابتلا به سرطان را ایجاد می‌کند (۱۳). سرطان بیضه یکی از انواع نادر سرطان است، اما در عین حال یکی از شایع‌ترین آنان در بین مردان جوان (۱۵ تا ۴۴ ساله) در کشورهای توسعه یافته به شمار می‌رود (۱۴). بیضه‌ها محل تولید اسپرم است و به دلیل وجود ROS و حجم عظیمی از اسیدهای چرب غیر اشباع، مستعد ایجاد استرس اکسیداتیو می‌باشد (۱۱). منقطع شدن DNA و پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از ROS، تحرک سلولی و توانایی سلول‌ها در حمایت از تکامل جنینی معمول در مرحله اسپرم‌سازی را مختل می‌کند (۱۵). بر اساس نتایج برخی تحقیقات، جوشکاران مرد کاهش عملکرد تولید مثلی مانند کاهش باروری، سطوح متغیر هورمون‌های جنسی، کیفیت پایین اسپرم و خطر بالای سقط ناگهانی جنین را در همسران خود نسبت به غیر جوشکاران از خود بروز دادند (۱۰). قرار گرفتن در معرض کادمیوم و مس می‌تواند باعث کاهش وزن بیضه و آسیب‌های هیستوپاتولوژیک و کاهش تحرک و کاهش تعداد اسپرم، کاهش باروری و ایجاد آپوپتوز بیضه در حیوانات آزمایشی نر گردد (۱۷، ۱۶).

با توجه به اثرات زیانبار متعدد ذکر شده فیوم‌های حاصل از جوشکاری SMAW و رواج آن در صنایع گوناگون، تعیین ترکیب و میزان فلزات منتشر شده توسط این فیوم‌ها ضروری به نظر می‌رسد. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی شاخص استرس اکسیداتیو گلوتاتیون پراکسیداز (GPx یا Glutathione peroxidase) و تعیین وضعیت کمی و کیفی اسپرم‌ها در رت‌های بالغ نر نژاد ویستار بود.

روش‌ها

در این مطالعه، ۱۴ رت نر نژاد ویستار ۸ هفته‌ای بالغ با وزن ۱۸۰ تا ۲۲۰ گرم تهیه شدند و به صورت تصادفی در دو گروه شاهد و آزمون قرار گرفتند. تحقیق با رعایت کلیه پروتکل‌های توصیه شده توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در راستای کار با حیوانات آزمایشگاهی در مطالعات علوم پزشکی انجام گردید. قفس‌های نگهداشت رت‌ها از جنس پلی‌اتیلن بود و حیوانات به آب و غذای مخصوص و استاندارد دسترسی داشتند. شرایط فیزیکی نگهداری رت‌ها شامل دمای (۲۸-۲۲ درجه سانتی‌گراد)، رطوبت نسبی (۵۵ درصد)، روشنایی (طبق چرخه نور/ تاریکی ۱۲ ساعت، ۳۲۵ لوکس در روز) بود (۱۸، ۱۲). فرایند جوشکاری SMAW بر روی یک قطعه فولادی انجام گردید و رت‌ها با فیوم‌های منتشر شده حاوی فلزات سنگین مورد مواجهه قرار گرفتند. برای نمونه‌برداری از هوای داخلی محفظه مواجهه، پمپ نمونه‌بردار فردی با دبی ۲/۵ لیتر در دقیقه مورد استفاده قرار گرفت. عملیات جوشکاری به صورت دستی توسط یک اپراتور ماهر مجهز به وسایل حفاظت فردی به مدت ۳۰ دقیقه در روز و برای ۸ روز متوالی زیر هود انجام شد. رت‌های گروه آزمون روزانه در اتاقک مواجهه و در معرض فیوم‌های مولد با میانگین غلظت ۴۴/۴۸ میلی‌گرم بر مترمکعب بودند؛ در حالی که رت‌های گروه شاهد در همان مکان و تحت شرایط محیطی مشابه، خارج از محفظه قرار گرفتند. شاخص‌های محیطی آزمایش مانند میانگین دما، رطوبت نسبی، روشنایی و صدا نیز با استفاده از ابزار مرتبط سنجیده و ثبت گردید (۱۹، ۱۰، ۲). مطابق روش NIOSH7302، ذرات در طی ۳۰ دقیقه جوشکاری بر روی فیلترهای Mixed cellulose ester (MCE) با اندازه منافذ ۰/۸ میکرومتر و در کاست‌های ۲۵ میلی‌متری جمع‌آوری گردید. فیلترهای مد نظر با استفاده از طیف‌سنجی نشری پلاسمای جفت شده القایی (ICP یا Inductively coupled plasma) مورد بررسی قرار گرفت (۹). به منظور بررسی شاخص استرس اکسیداتیو GPx از کیت سنجش GPx استفاده گردید و فعالیت آنزیم GPx با استفاده از رابطه ۱ مورد محاسبه قرار گرفت.

$$GPx\ Activity = \frac{\Delta 340/min}{0.00216\ \mu M-1} \times \frac{110}{\text{مقدار نمونه}(uL)} \times \text{ضریب رقت نمونه} \qquad \text{رابطه ۱}$$

به منظور آنالیز اسپرم، ۲۰ میکرولیتر منی با فشار ملایم از انتهای اپیدیدیم خارج شد و در محلول نرمال سالین که در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شد، رقیق گردید. سپس محلول حاصل شده با استفاده از لوله‌های موئین روی لام‌هایی که پیش‌تر روی صفحه گرم به دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد رسیده بودند، انتقال یافت و سریع میزان حرکت اسپرم‌ها ارزیابی گردید. جهت شمارش تعداد اسپرم، از لام هموسایتومتر استفاده شد. تنها اسپرم‌هایی که دارای سر، ناحیه میانی، و دم بودند، با استفاده از بزرگ‌نمایی ۴۰ میکروسکوپ نوری شمارش شدند. این شمارش برای هر نمونه دو بار صورت گرفت و میانگین آن اعلام گردید. نتایج به صورت تعداد اسپرم در یک میلی‌لیتر مایع منی گزارش شد (۲۰). به منظور ارزیابی زنده ماندن اسپرم‌ها، از Trypan blue استفاده گردید. لام‌گذاری فوری انجام گرفت و با استفاده از میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰، درصد اسپرم‌های زنده از تقسیم تعداد سلول‌هایی که رنگ نگرفته‌اند بر کل سلول‌ها ضربدر ۱۰۰ محاسبه شد. برای به دست آوردن درصد تحرک، در ۱۰ میدان میکروسکوپ با بزرگنمایی ۱۰ لام بررسی و میانگین کل اسپرم‌های متحرک در ۱۰ میدان میکروسکوپ به عنوان درصد تحرک گزارش گردید (۲۱). داده‌های استنباطی با استفاده از آزمون‌های One-way ANOVA و تعقیبی Tukey در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ (version 21, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

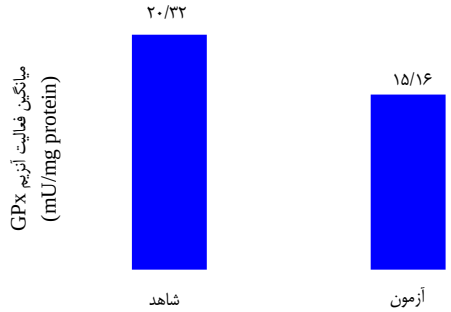
یافته‌ها

در پژوهش حاضر، با آنالیز فیلترهای MCE توسط دستگاه ICP، ترکیب فلزی ذرات تولید شده در طی فرایند جوشکاری SMAW مشخص شد. آهن، منگنز، آلومنیوم و سرب به عنوان ترکیب فلزی شناسایی شدند. بیشترین میانگین غلظت تعیین شده مربوط به آهن (۱۲/۰۶ میلی‌گرم بر مترمکعب) و کمترین آن مربوط به آلومینیوم (۰/۱۰ میلی‌گرم بر مترمکعب) بود. میانگین غلظت منگنز و سرب نیز به ترتیب ۲/۲۵ و ۰/۱۳ میلی‌گرم بر مترمکعب گزارش گردید.

یافته‌ها کاهش معنی‌داری را در فعالیت آنزیم GPx گروه آزمون نسبت به

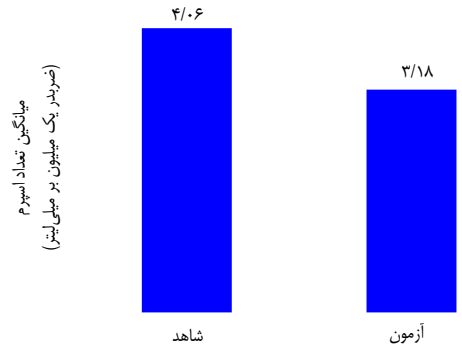
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-06-25]
[DOI: 10.48305/jhsr.v21i2.1602]

گروه شاهد نشان دادند ($P < ۰/۰۱$). میانگین فعالیت آنزیم GPx در گروه آزمون ۱۵/۱۶ (mU/mg protein) و در گروه شاهد ۲۰/۳۲ میلی واحد بر میلی‌گرم پروتئین بود. داده‌های به دست آمده ارتباط ثابتی را بین مواجهه با فلزات سنگین موجود در فیوم‌های جوشکاری و کاهش فعالیت GPx گزارش کرد که منجر به افزایش خطر ایجاد استرس اکسیداتیو می‌شود (شکل ۱).



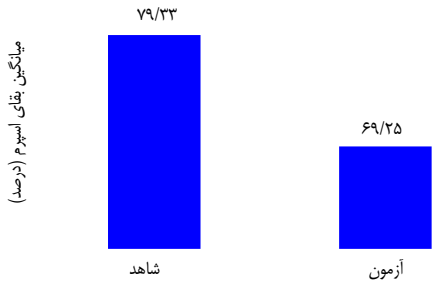
شکل ۱. میانگین فعالیت آنزیم Glutathione peroxidase (GPx) در دو گروه آزمون و شاهد

نتایج نشان داد که مواجهه با فیوم‌های جوشکاری حاوی فلزات سنگین، باعث به وجود آمدن تغییرات معنی‌داری در میانگین شاخص‌های کمی و کیفی اسپرم‌ها شد.



شکل ۲. میانگین تعداد اسپرم‌ها در دو گروه آزمون و شاهد

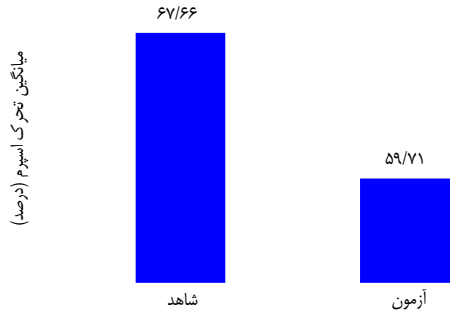
این تغییرات معنی‌دار شامل کاهش تعداد اسپرم در گروه آزمون (۰/۳۱ ± ۳/۱۸ ضربدر یک میلیون بر میلی‌لیتر) نسبت به گروه شاهد (۰/۳۵ ± ۴/۰۶ ضربدر یک میلیون بر میلی‌لیتر) و کاهش بقای اسپرم در گروه آزمون (۱/۹۷ ± ۶۹/۲۵ درصد) نسبت به گروه شاهد (۵/۳۹ ± ۷۹/۳۳ درصد) بود. علاوه بر این، کاهش تحرک اسپرم در گروه آزمون (۷۱/۰۷ ± ۵۹/۴ درصد) در مقایسه با گروه شاهد (۳/۹۳ ± ۶۷/۶۶ درصد) و کاهش پیشروی آن در گروه آزمون (۵/۸۸ ± ۵۲/۴۲ درصد) در مقایسه با گروه شاهد (۳/۰۸ ± ۶۲/۵۰ درصد) نمایان گردید ($P < ۰/۰۱$) (شکل‌های ۲ تا ۵).



شکل ۳. میانگین بقای اسپرم‌ها در دو گروه آزمون و شاهد

بحث

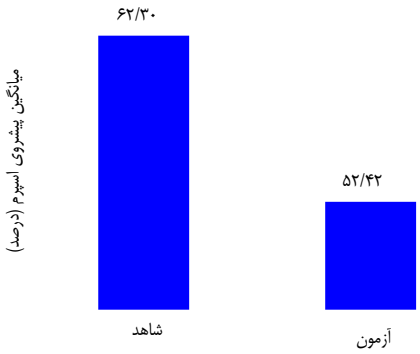
هدف از پژوهش حاضر، انجام فرایند جوشکاری SMAW در یک محفظه مخصوص و طراحی شده به منظور بررسی تأثیر فلزات سنگین منتشر شده از فیوم‌های جوشکاری بر روی بافت بیضه رت‌های نر بالغ نژاد ویستار با تمرکز بر استرس اکسیداتیو و آنالیز وضعیت اسپرم‌ها بود. نتایج نشان داد که میانگین فعالیت آنزیم GPx و نیز شاخص‌های سنجش کمیت و کیفیت اسپرم در گروه آزمون نسبت به گروه شاهد دچار افت گردید.



شکل ۴. میانگین تحرک اسپرم‌ها در دو گروه آزمون و شاهد

جوشکاری یکی از متعارف‌ترین فرایندهای ساخت است که در آن دو یا چند قطعه فلزی از طریق فشرده‌سازی، گرما یا هر دو و با به کارگیری یا بدون مصرف یک فلز ذوب‌کننده به نام الکترود به یکدیگر متصل می‌شوند (۳). این فرایند، فیوم‌های متشکل از ذرات فلزی در اندازه‌های مختلف را تولید می‌نماید که پتانسیل ایجاد اثرات منفی بر سلامتی افراد دارند. با وجود ارزیابی‌های انجام شده، آسیب‌های نشأت گرفته از فلزات سنگین کماکان یکی از معضلات بهداشتی جوشکاران در محیط‌های کاری بوده و این امر به ویژه در کشورهای در حال توسعه کاملاً مشهود است (۲۲). در میان اثرات نامطلوب ایجاد شده بر ارگان‌های مختلف، مواجهه محیطی و شغلی با فلزات سنگین می‌تواند منجر به شکل‌گیری نواقصی در سیستم تولید مثل انسان گردد (۲۳). نتایج مطالعات نشان داده‌اند که فلزات یافت شده در فیوم‌های جوشکاری همچون آهن، آلومینیوم و منگنز می‌توانند گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) مانند رادیکال‌های هیدروکسیل (OH)، آنیون سوپراکسید، اکسیژن منفرد و آب اکسیژنه تولید کنند و منجر به استرس اکسیداتیو شوند (۲۴).

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-06-25]
[DOI: 10.48305/jhsr.v21i2.1602]



شکل ۵. میانگین پیشروی اسپرم‌ها در دو گروه آزمون و شاهد

در همین راستا و مطابق تحقیقات پیشین، جوشکاران مرد در مقایسه با افراد بدون مواجهه، از کیفیت پایین‌تر اسپرم، باروری ضعیف و تغییر سطح هورمون‌های تولید مثلی رنج می‌برند (۲۳).

مطابق نتایج به دست آمده، آهن، منگنز، سرب و آلومینیوم به ترتیب بیشترین غلظت را در میان ترکیبات فیوم‌های جوشکاری به خود اختصاص دادند. میانگین غلظت آهن با ۱۲/۰۶ میلی‌گرم بر مترمکعب و منگنز با ۲/۲۵ میلی‌گرم بر مترمکعب نسبت به سایر فلزات سنگین، قابل توجه‌تر بود. مطابق دفترچه حدود مجاز مواجهه شغلی (Occupational exposure limit یا OEL)، حد مجاز مواجهه Threshold Limit Value-Time-Weighted Average (TLV-TWA) با فلزات آهن و منگنز به ترتیب ۵ میلی‌گرم بر مترمکعب و ۰/۰۲ میلی‌گرم بر مترمکعب می‌باشد. بنابراین، مقادیر گزارش شده بالاتر از حد مجاز است و در نتیجه، این عناصر فلزی نقش کلیدی در ایجاد استرس اکسیداتیو دارند (۲۵). در پژوهش پریدخت و همکاران نیز ذرات آهن بیشترین غلظت (۳/۰۴۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) را بین تمام فلزات سنگین نمونه‌برداری شده (آلومینیوم، سرب، روی و تیتانیوم) داشتند (۳). در مطالعه حاضر، فعالیت آنزیم GPx در بافت بیضه هر دو گروه شاهد و آزمون اندازه‌گیری شد و مقدار میانگین آن در شکل ۱ قابل مشاهده است. داده‌های موجود کاهش قابل توجهی را در میانگین فعالیت آنزیم GPx در گروه آزمون نسبت به گروه شاهد نشان داد. Fouad و Ramadan مطالعه‌ای را در زمینه تأثیرات مواجهه با فیوم‌های جوشکاری بر باروری مردان جوشکار انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که در نمونه خون گروه آزمون به نسبت گروه شاهد، غلظت بالایی از فلزات سنگین و غلظت پایینی از تستوسترون و آنتی‌اکسیدان موجود بود. همچنین، میان غلظت فلزات، سن، مدت زمان اشتغال و سطوح هورمون‌های تولید مثلی مانند Follicle-stimulating hormone (FSH) و Luteinizing hormone (LH) ارتباط و همبستگی مثبت و میان غلظت فلزات، سطوح تستوسترون، International Index of Erectile Function (IIEF-5) و Superoxide dismutase (SOD) ارتباط و همبستگی منفی یافت شد (۲۳). در تحقیق Ayinde و همکاران مشخص گردید که استات سرب یک اثر بازدارندگی قوی بر SOD و Catalase (CAT) و به طور کلی عملکرد تولید مثل رت‌های نر از طریق ایجاد استرس اکسیداتیو، مهار آنزیم و کاهش میزان روی در بافت بیضه دارد. این اثرات منفی، باعث ایجاد تغییر در ساختار طبیعی بیضه و کاهش تعداد اسپرم‌ها می‌شود و در نتیجه، وضعیت کیفی اسپرم از جمله میزان تحرک و مورفولوژی نیز کاهش می‌یابد (۱۲). دهقان و همکاران پژوهشی را با هدف بررسی تأثیر منفی فیوم‌های جوشکاری حاوی سرب بر سیستم تولید مثلی انجام دادند و دریافتند که افزایش میزان سرب در خون جوشکاران با ایجاد تغییرات در سطوح هورمون‌های جنسی به ویژه افزایش LH و FSH و کاهش تستوسترون مرتبط می‌باشد (۲۶). Skovmand و همکاران نیز در طی مطالعه‌ای نتیجه گرفتند که مواجهه با فیوم‌های جوشکاری، منجر به کاهش تولید اسپرم در رت‌ها می‌شود (۱۰).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مواجهه با فیوم‌های جوشکاری حاوی فلزات سنگین، به طور معنی‌داری سبب کاهش میانگین غلظت آنزیم آنتی‌اکسیدانی GPx و ایجاد استرس اکسیداتیو می‌شود. این فرایند به طور قابل توجه و معنی‌داری با ایجاد اختلال در فرایند باروری رت‌های نر انتخاب شده از جمله کاهش میانگین شاخص‌های تعداد، میزان پیشروی، تحرک و بقای اسپرم‌ها مرتبط است. با توجه به افزایش تأثیرات نامطلوب ناشی از مواجهه با فلزات سنگین، متخصصان بهداشت کار باید اقدامات کنترلی شامل نصب سیستم‌های تهویه مناسب، به حداقل رساندن مواجهه، انجام معاینات پزشکی منظم و پایش مداوم غلظت فلزات سنگین در هوا و بدن و همچنین، تحویل وسایل حفاظت فردی مناسب در جهت حصول اطمینان از سلامت کارکنان را در محیط کار پیگیری و اجرا نمایند. مطالعات آینده می‌توانند با برطرف‌سازی اندک محدودیت‌های تحقیق حاضر و با انجام مواجهات با مدت زمان متفاوت با این پژوهش، افزایش تعداد نمونه‌ها در گروه آزمون و شاهد، استفاده از حیوانات آزمایشگاهی ماده و تجویز مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی، بررسی‌های گسترده‌تری در این حیطه صورت دهند.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۳۴۰۰۸۹۷ و کد اخلاق IR.MUI.RESEARCH.REC.1400.455، مصوب معاونت تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد و تحت حمایت مالی معاونت مذکور صورت گرفته است. بدین وسیله از کلیه کارکنان دانشکده بهداشت و داروسازی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. 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.
2. Sani A, Abdullahi IL. Effects of welding fumes on haematological parameters of male albino rats (Rattus norvegicus). Biochem Biophys Reports 2019; 19(October 2018).

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-06-25]
[DOI: 10.48305/jhsr.v21i2.1602]

3. Paridokht F, Soury S, Karimi Zeverdegani S. The simulation of the emission of iron fumes caused by shielded metal arc welding using a computational fluid dynamics method. Toxicol Ind Health 2023; 39(1): 36-48.
4. 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. J Heal Saf Work 2020; 10(2): 15-8.
5. Aminian O, Eftekhari S, Mazaheri M, Sharifian SA, Sadeghniiat-Haghighi K. Urinary β 2 microglobulin in workers exposed to arc welding fumes. Acta Med Iran 2011; 49(11): 748-52.
6. Mehrifar Y, Zamanian Z, Pirami H. Respiratory exposure to toxic gases and metal fumes produced by welding processes and pulmonary function tests. Int J Occup Environ Med 2019; 10(1): 40-9.
7. Stanislawska M, Janasik B, Kuras R, Malachowska B, Halatek T, Wasowicz W. Assessment of occupational exposure to stainless steel welding fumes – A human biomonitoring study. Toxicol Lett [Internet]. 2020; 329(April): 47-55.
8. Samulin Erdem J, Arnoldussen YJ, Tajik S, Ellingsen DG, Zienolddiny S. Effects of mild steel welding fume particles on pulmonary epithelial inflammation and endothelial activation. Toxicol Ind Health 2020; 36(12): 995-1001.
9. Antonini JM, Roberts JR, Stone S, Chen BT, Schwegler-Berry D, Chapman R, et al. Persistence of deposited metals in the lungs after stainless steel and mild steel welding fume inhalation in rats. Arch Toxicol 2011; 85(5): 487-98.
10. Skovmand A, Erdely A, Antonini JM, Nurkiewicz TR, Shoeb M, Eye T, et al. Inhalation of welding fumes reduced sperm counts and high fat diet reduced testosterone levels; Differential effects in Sprague Dawley and Brown Norway rats. Part Fibre Toxicol 2020; 17(1): 1-14.
11. Buonaurio F, Astolfi ML, Pigini D, Tranfo G, Canepari S, Pietroiusti A, et al. Oxidative stress biomarkers in urine of metal carpentry workers can be diagnostic for occupational exposure to low level of welding fumes from associated metals. Cancers (Basel) 2021; 13(13): 1-15.
12. Ayinde OC, Ogunnowo S, Ogedegbe RA. Influence of Vitamin C and Vitamin E on testicular zinc content and testicular toxicity in lead exposed albino rats. BMC Pharmacol Toxicol 2012; 13(1): 1.
13. Krishnaraj J, Kowshik J, Sebastian R, Raghavan SC, Nagini S. Exposure to welding fumes activates DNA damage response and redox-sensitive transcription factor signalling in Sprague-Dawley rats. Toxicol Lett 2017; 274: 8-19.
14. Sedha S, Kumar S, Shukla S. Role of oxidative stress in male reproductive dysfunctions with reference to phthalate compounds. Urol J 2015; 12(5): 2304-16.
15. Su TY, Pan CH, Hsu YT, Lai CH. Effects of heavy metal exposure on shipyard welders: A cautionary note for 8-hydroxy-2'deoxyguanosine. Int J Environ Res Public Health 2019; 16(23).
16. Li Y, Chen H, Liao J, Chen K, Javed MT, Qiao N, et al. Long-term copper exposure promotes apoptosis and autophagy by inducing oxidative stress in pig testis. Environ Sci Pollut Res 2021; 28(39): 55140-53.
17. Wang L, Xu T, Lei WW, Liu DM, Li YJ, Xuan RJ, et al. Cadmium-induced oxidative stress and apoptotic changes in the testis of freshwater crab, Sinopotamon henanense. PLoS One 2011; 6(11): 1-7.
18. Antonini JM, Afshari A, Meighan TG, McKinney W, Jackson M, Schwegler-Berry D, et al. Aerosol characterization and pulmonary responses in rats after short-term inhalation of fumes generated during resistance spot welding of galvanized steel. Toxicol Reports 2017; 4: 123-33.
19. Abdullahi IL, Sani A. Welding fumes composition and their effects on blood heavy metals in albino rats. Toxicol Reports 2020; 7: 1495–501.
20. Nance DM, Bhargava M, Myatt GA. Further evidence for hypothalamic asymmetry in endocrine control of the ovary. Brain Res Bull 1984; 13(5): 651-5.
21. Rashidi I, Movahedin M, Tiraihi T. The effects of pentoxifylline on mouse epididymal sperm parameters, fertilization and cleavage rates after short time preservation. Int J Reprod Biomed 2012; 2(2): 51-7.
22. Tokaç D, Anlar HG, Bacanlı M, Dilsiz SA, İritaş S, Başaran N. Oxidative stress status of Turkish welders. Toxicol Ind Health 2020; 36(4): 263-71.
23. Fouad MM, Ramadan M. Effects of Exposure To Metal Fumes on the Reproductive Health of Male Welders. Egypt J Occup Med 2023; 47(1): 1-17.
24. 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): 1-14.
25. Authors' group of Center for Environment and Work Health with cooperation of Universities of medical sciences and healthcare services of the country, Occpational exposure limits Fifth editioin 1400. Environmental and Work Health Center, Ministry of Health, Treatment and Medical Education 1400; 1(1): 77-80.
26. Dehghan SF, Mehrifar Y, Ardalan A. The relationship between exposure to lead-containing welding fumes and the levels of reproductive hormones. Ann Glob Heal 2019; 85(1): 1-6.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.48305/jhsr.v21i2.1602]