

## اثر گازها و بخارات حاصل از جوشکاری بر سلامت کارگران جوشکار

غلامحسین پورتقی<sup>۱</sup>، حسین کاکوئی<sup>۲</sup>، علی اکبر کریمی زارچی<sup>۳</sup>

**Title:** *The effects of welding fumes and gases on the health of welders.*

**Authors:** *Pourtaghi GH, (MSc); Kakoi H, (PhD); Karimizarchi AA (PhD).*

**Abstract:** *There are many pollutants in welding process and surveying their effects on human health are very important. During welding operation many pollutants are produced; various gases such as CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> and nitrogen oxides and also metal fumes like Fe, Mn, Pb, Cr, and Zn which are the most important and can cause several diseases in welding workers.*

*This study was conducted on 152 welders as the case group and 86 workers who were not exposed to welding as the controls. All of the workers were interviewed and examined, then a spirometry and chest radiography were obtained to investigate probable diseases.*

*Problems including abnormal breathing, cough, sputum, wheezing and also reduction in pulmonary function were the most common findings in some of the welders. Statistical analysis revealed lesser pulmonary functions in the case group than in the control group ( $p < 0.05$ ).*

*The most diminished parameter was observed in FEV1 though it was decreased from 4.4 liters in the controls to 3.7 liters in the case group.*

*Some cases of lung cancer due to presence of chromium-6 has been reported through similar studies. But in this survey, looking forward to cancer was not as the main purpose of the study, although no patient with cancer was seen based on their medical records and it seems necessary that more investigation should be done in this regard.*

**Keywords:** *welding fumes, respiratory volumes, effects.*

- ۱- گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه... (عج)
- ۲- گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
- ۳- گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه... (عج)

Archive of SID

**چکیده:**

با توجه به وجود تعداد زیاد آلاینده‌ها در اثر عملیات جوشکاری، بررسی اثرات زیان‌آور این گازها و بخارات از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. وجود گازهای مختلفی مانند گاز کربنیک، منواکسید کربن، گاز ازن و اکسیدهای نیتروژن و همچنین بخار فلزاتی مانند اکسیدهای آهن، منگنز، سرب، کروم، مس، روی و همچنین اکسید سیلیس می‌تواند باعث بیماری‌های زیادی در ریه‌ها و خون شاغلین در بخشهای جوشکاری شود.

این مطالعه بر روی ۱۵۲ کارگر جوشکار، بعنوان گروه مورد و ۸۶ کارگر که در معرض جوشکاری نبودند بعنوان کنترل انجام گرفت. تمام کارگران مورد مصاحبه و معاینه فیزیکی قرار گرفتند سپس از هر کدام اسپرومتری و رادیوگرافی ریوی جهت تحقیق بیمارهای احتمالی بعمل آمد.

وجود علائم اختلال تنفسی مانند سرفه، خلط، تنگی نفس و خس خس سینه و همچنین کاهش ظرفیتهای ریوی از مهمترین علائم ایجاد بیماری در افراد مورد بررسی بودند. آنالیز آماری انجام شده نشان می‌دهد که میانگین ظرفیتهای ریوی گروه جوشکاران از ظرفیتهای ریوی گروه شاهد کمتر می‌باشد ( $p < 0/05$ ). بیشترین کاهش حجم‌های ریوی در FEV1 یا هوای بازدمی خروجی در ثانیه اول می‌باشد. بطوریکه مقدار فوق در گروه مورد ۳/۰۷ لیتر و برای گروه شاهد ۴/۴۰ لیتر بوده است.

در مطالعات مشابه در برخی موارد وجود سرطان‌های ریوی مشاهده شده است که ناشی از وجود کروم شش ظرفیتی می‌باشد. ولی در این مطالعه هرچند که وجود سرطان جزء موارد بررسی نبوده است، در پرونده پزشکی هیچ یک از کارگران نیز وجود این بیماری ثبت نشده است و لازم است در این خصوص مطالعات بیشتری انجام پذیرد.

**کل واژگان: بخارات جوشکاری، ظرفیتهای تنفسی، اثرات.****مقدمه:**

اختلالات ایجاد شده معمولا با مصرف سیگار زودتر بروز نموده و تشدید می‌گردند (۸ و ۷).

اختلالات تهویه ریوی که از عوارض تماس با گرد و غبارهای زیان‌بخش می‌باشند شامل دو دسته اختلالات محدود کننده ریه (restrictive) و اختلالات مسدود کننده (obstructive) می‌باشند (۹).

اختلالات تحدیدی که همان کاهش حجم‌های ریوی می‌باشند، در آزمایشات اسپرومتری قابل تشخیص می‌باشند و اختلالات انسداد ریه شامل مقاومت در مقابل عبور هوا می‌باشد که با رادیوگرافی ریه و همچنین تست اندازه‌گیری سرعت هوای بازدمی قابل تشخیص است (۹).

در مجموع در این تحقیق در صورت وجود علائم انسداد ریه‌ها و علائم پنوموکونیوز ریه در تصویرهای رادیوگرافی به عنوان رادیوگرافی غیرطبیعی و کاهش ظرفیتهای تنفسی در آزمایشات اسپرومتری به عنوان اسپرومتری غیر طبیعی در نظر گرفته شده است.

**روش کار:**

از آنجا که کارگران جوشکار همواره در معرض تماس با گازها و بخارات حاصل از جوشکاری می‌باشند، می‌توان انتظار داشت که مجموعه‌ای از عوارض ناشی از استنشاق این گازها و بخارات در افراد جوشکار یافت شود. وجود گاز مسموم کننده منواکسید کربن می‌تواند باعث مسمومیت و ایجاد متهموگلوبینمی گردد، گازهای ازن و اکسیدهای نیتروژن بر روی سیستم تنفسی مؤثر هستند (۱).

بخارات اکسید آهن می‌تواند سبب سیدروزیس شود و وجود ترکیبات کروم بخصوص کروم شش ظرفیتی خطر بالقوه سرطان زائی دارد (۲). همچنین ثابت شده است که دی اکسید نیتروژن در سالمونلاها ایجاد جهش ژنی می‌نماید (۳) و وجود سرب می‌تواند آسیبهای جدی به سیستم خون و اعصاب وارد نماید (۴).

چنانچه سطح جوشکاری آغشته به روغن‌ها و ئیدروکربن‌ها و ترکیبات حاوی فسفر باشد و در هنگام جوشکاری احتمال ایجاد گازهای مختلفی از جمله گاز فسژن وجود دارد (۵).

وجود ذرات گرد و غبار و بخارات فلزی می‌توانند باعث بیماری‌های ریوی از قبیل فیبروز ریه و تنگی نفس گردد (۶). ذرات گرد و غبار با قطر کمتر از ۱۰ میکرون می‌توانند همراه با هوای تنفسی وارد ریه‌ها گردند و در مجاری ریوی ته‌نشین شوند.

می‌باشد. آزمون انجام شده نشان دهنده اختلاف معنی‌دار و کاهش ظرفیت‌های ریوی در گروه جوشکاری نسبت به گروه شاهد می‌باشد ( $p < 0.05$ ).

جدول ۱- میزان ظرفیت‌های تنفسی اندازه‌گیری شده در دو گروه مورد و شاهد

گروه	مورد		شاهد	
	میانگین (لیتر)	انحراف معیار (لیتر)	میانگین (لیتر)	انحراف معیار (لیتر)
V.C	۴/۶۵	۰/۱۶۵	۴/۸۸	۰/۹۵
F.V.C	۴/۷۳	۰/۷۱	۴/۹۵	۰/۹۰
FEV1	۳/۷۰	۰/۷۴	۴/۴۰	۰/۸۷
FEF%25-75	۳/۵۴	۱/۱۸	۳/۷۰	۱/۰۲

نتایج بررسی اثرات بیماری‌زائی گازها و بخارات جوشکاری نشان داد که علائم بیماری در رادیوگرافی ریه در ۱۳/۷ درصد جوشکاران قابل مشاهده می‌باشد. درحالی که این علائم در گروه شاهد فقط ۲/۵ درصد می‌باشد. همچنین در آزمایشات اسپرومتری ۳۱/۹ درصد افراد جوشکار دچار کاهش در ظرفیت‌های ریوی خود بوده‌اند. در حالی که این مقدار در گروه شاهد ۸/۸ درصد می‌باشد. علائم اختلال تنفسی شامل سرفه، خلط، تنگی نفس و سوزش گلو می‌باشد. بطور کلی علائم فوق در گروه مورد بیش از سه برابر گروه شاهد می‌باشد. این مقادیر در جدول شماره ۲ قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۲- نسبت وجود علائم اختلال تنفسی در دو گروه مورد و شاهد

علائم	سرفه %	خلط %	تنگی نفس %	سوزش گلو %
مورد	۴۲	۴۶	۳۷	۱۸
شاهد	۱۳	۱	۸	۴/۵

آزمون آنالیز رگرسیون نشان دهنده رابطه معنی‌دار بین سن و قد افراد مورد بررسی با ظرفیت‌های تنفسی آنها می‌باشد ( $P < 0.001$ ). براساس این آزمون می‌توان یک مدل خطی برای پیش‌بینی ظرفیت‌های تنفسی هر دو گروه مطابق زیر تعیین نمود: عدد ثابت - (سن × ضریب سن) - (قد × ضریب قد) = ظرفیت تنفسی

برای بررسی اثرات زیان آور گازها و بخارات حاصل از جوشکاری ۱۵۲ نفر از کارگران جوشکار به عنوان نمونه انتخاب گردیدند. این افراد در قسمتهای مختلف کارخانه ماشین سازی اراک مانند کارگاه دیگ‌های بخار و کارگاه پل‌سازی مشغول بکار بودند.

اثرات زیان آور ایجاد شده طی چهار مرحله شامل تکمیل پرسشنامه، اندازه‌گیری ظرفیت‌های ریوی، رادیوگرافی ریه و معاینه توسط پزشک مورد بررسی قرار گرفتند. برای مقایسه اثرات ایجاد شده در کارگران جوشکار از یک گروه (۸۶ نفر) شاهد استفاده گردید. گروه شاهد از بین شاغلین در همان کارخانه که در معرض گازها و بخارات جوشکاری نبودند ولی سایر شرایط کاری مشابهی داشتند، انتخاب شدند. علت کمتر بودن افراد گروه شاهد بدین خاطر بود که افرادی که شرایط انتخاب شدن به عنوان گروه شاهد را داشتند محدود بوده و فقط ۸۶ نفر در دسترس بودند که دارای همه شرایط لازم بودند.

افرادی که دارای سابقه بیماری‌های خاص مانند ناراحتی قلبی بودند و همچنین تعدادی کارگر غیر ایرانی موجود از نمونه‌ها حذف گردیدند. در پرسشنامه، مشخصات کلی افراد مانند سن و سابقه کار و استعمال دخانیات و وجود برخی علائم مانند سرفه و تنگی نفس و همچنین میزان آگاهی آنها از خطرات موجود و میزان استفاده از وسایل حفاظت فردی مشخص گردید. اندازه‌گیری ظرفیت‌های ریوی با استفاده از دستگاه ویتالوگراف انجام شد و چهار مشخصه عمده اندازه‌گیری شد.

در رادیوگرافی ریه وجود علائم پنوموکونیوز ناشی از بخارات فلزی مد نظر قرار گرفت که عدم وجود علائم فوق در تصویر رادیوگرافی ریه به عنوان رادیوگرافی طبیعی اطلاق گردید و در نهایت وجود یا عدم وجود بیماری در معاینات مستقیم پزشک با بررسی موارد فوق تعیین گردید. کلیه مراحل فوق برای گروه شاهد نیز انجام شد.

برای مقایسه نتایج اندازه‌گیری ظرفیت‌های ریوی در دو گروه مورد و شاهد و همچنین مقایسه در بین گروه‌ها از آزمون تست دانشجویی و آنالیز رگرسیون استفاده شد. همچنین نتایج اندازه‌گیری شده با نتایج پیش‌بینی شده که از جدول موربیس و کاتس به دست می‌آید نیز مقایسه گردیدند.

### یافته‌ها:

نتایج ظرفیت‌های ریوی اندازه‌گیری شده شامل V.C<sup>۱</sup>، F.V.C<sup>۲</sup> و FEV.1 و FEF 25-75% در جدول شماره (۱) قابل مشاهده

<sup>۱</sup> - V.C= vital capacity

<sup>۲</sup> - F.V.C= forced vital capacity

<sup>۳</sup> - F.E.F25-75%= forced mid expiratory function

که در این رابطه ظرفیت تنفسی به لیتر، قد به سانتیمتر و سن به سال است (جدول ۳ و ۴). این مدلها نشان دهنده کاهش بیشتر ظرفیتهای ریوی در اثر افزایش سن در گروه جوشکار نسبت به گروه شاهد می باشد.

آزمون توزیع مربع کای نشان دهنده ارتباط کامل بین نتایج

نمودار ۱- مقایسه ظرفیتهای تنفسی اندازه گیری شده در دو

رادیوگرافی ریه و علائم سرفه، خلط، تنگی نفس و خس خس سینه می باشد ( $P < 0.05$ ). بطور کلی از بین ۲۲ نفر افرادی که

جدول ۳- میانگین ضرایب قد، سن، و عدد ثابت در دو گروه جوشکار و شاهد

نام متغیر	ضریب قد		ضریب سن		جزء ثابت	
	جوشکار	شاهد	جوشکار	شاهد	جوشکار	شاهد
VC	۰/۰۵۷۳	۰/۰۳۸۷	۰/۰۴۲۷	۰/۰۱۹۴	۳/۵۳۷	۱/۲۳۰
FVC	۰/۰۶۶۵	۰/۰۳۱۹	۰/۰۳۱۲	۰/۰۲۲۱	۵/۴۰	۰/۱۰
1FEV <sub>1</sub>	۰/۰۵۷۹	۰/۰۴۳۴	۰/۰۴۱۱	۰/۰۲۵۸	۴/۱۶۰	۳/۷۴۹
FEF%25-75	۰/۰۴۷	۰/۰۵۶	۰/۰۴۴۶	۰/۰۴۲۸	۲/۸۳۳	۵/۴۵۳

جدول ۴- محدوده‌های اطمینان ۹۵٪ ضرایب قد و سن در دو گروه جوشکار و شاهد

نام متغیر	قد		سن	
	جوشکار	شاهد	جوشکار	شاهد
VC	۰/۰۳۱۹-۰/۰۸۸۱	۰/۰۱۸۸-۰/۰۶۰۲	۰/۰۲۲۷-۰/۰۹۳۱	۰/۰۳۶۷-۰/۰۸۱
FVC	۰/۰۵۲۱-۰/۰۷۹۲	۰/۰۲۳۹-۰/۰۵۴۴	۰/۰۲۰۶-۰/۰۵۲۰	۰/۰۱۱۹-۰/۰۴۴۸
FEV <sub>1</sub>	۰/۰۳۸۰-۰/۰۷۲۱	۰/۰۲۶۳-۰/۰۷۱۵	۰/۰۲۹۷-۰/۰۶۰۹	۰/۰۱۳۸-۰/۰۴۲۶
FEF%25-75	۰/۰۳۲۴-۰/۰۶۱۰	۰/۰۳۳۷-۰/۰۶۹۸	۰/۰۳۱۹-۰/۰۶۳۷	۰/۰۶۲۳-۰/۰۲۷۸

#### گروه مورد بررسی با مقادیر پیش‌بینی شده آنها

مقایسه ظرفیتهای ریوی اندازه‌گیری شده در دو گروه جوشکاران و گروه شاهد با مقادیر پیش‌بینی شده آنها که از رابطه موریس به دست آمده است نشان دهنده کاهش این مقادیر در گروه جوشکاران می باشد ولی هر دو مورد با مقادیر پیش‌بینی شده فاصله زیادی دارند (نمودار ۱).

همچنین آزمون مربع کای نشان دهنده این مطلب است که جوشکارانی که اعتیاد به سیگار دارند، دچار صدمات بیشتری در ریه‌های خود گردیده‌اند ( $P < 0.05$ ).

نتیجه رادیوگرافی غیرطبیعی داشته‌اند، ۸۶ درصد آنها دارای علائم سرفه و ۸۵ درصد خلط و ۹۰ درصد تنگی نفس و ۸۱ درصد دارای خس خس سینه بوده‌اند. همین آزمون هیچ ارتباط معنی داری بین علائم اختلال تنفس و نتایج رادیوگرافی ریه در گروه شاهد نشان نمی‌دهد و بطور کلی علائم فوق در گروه شاهد بسیار کمتر می باشد.

در خصوص میزان علائم تنفسی و رابطه آن با افزایش سن، سابقه کار و سابقه استعمال دخانیات، آزمون انجام شده نشان دهنده وجود رابطه معنی دار ( $P < 0.05$ ) در گروه جوشکاران می باشد. ولی در گروه شاهد رابطه معنی داری وجود ندارد.

#### بحث و نتیجه‌گیری:

تماس جوشکاران در طی سالهای متمادی با گازها و بخارات حاصل از جوشکاری باعث ایجاد عوارض نامطلوب بر سلامتی آنها می‌گردد. با افزایش سن و سابقه کار جوشکاران میزان این تأثیر نامطلوب بیشتر می‌گردد و همچنین استعمال به دخانیات نیز باعث می‌گردد که صدمات بیشتری در سلامتی جوشکاران ایجاد شود.

بررسی ظرفیتهای تنفسی جوشکاران کاهش زیادی را گزارش نموده است.

در این تحقیق برای تغییرات در ظرفیتهای ریوی از مقایسه آنها با ظرفیتهای گروه شاهد استفاده شد که از نظر آماری روش بسیار معتبری می باشد. ولی در برخی تحقیقات (۱۴ و ۱۵) از مقایسه آن با مقادیر پیش بینی شده استفاده شده است که این مقادیر با کمک جدول موریس و کاتس قابل محاسبه می باشند و باتوجه به اینکه این جداول برای نژادهای غیرایرانی تهیه شده اند، نمی توانند مبنای معتبری برای مقایسه مرزسلامتی و بیماری باشند. پیشنهاد می گردد یک بررسی تحقیقاتی در خصوص تعیین ظرفیتهای ریوی پیش بینی شده برای ایرانیان انجام پذیرد.

در مطالعات مشابه انجام گرفته در برخی موارد، وجود سرطانهای ریوی مشاهده شده است که ناشی از وجود کروم شش ظرفیتی بوده است (۱۶) ولی در این مطالعه هرچند که وجود سرطانها جزء موارد بررسی نبوده است، ولی در پرونده پزشکی هیچ یک از کارگران نیز وجود این بیماری ثبت نشده است و پیشنهاد می گردد در این خصوص مطالعات بیشتری انجام گیرد.

در نهایت با توجه به عوارض زیان آور گازها و بخارات حاصل از جوشکاری، بکارگیری سیستم تهویه موضعی (۱۷) و استفاده از ماسک تنفسی و انجام مراقبتهای ویژه و معاینات دوره ای منظم برای شاغلین در این بخشها پیشنهاد می گردد.

برادشا و همکارانش نیز در تحقیقات مشابهی به همین نتیجه رسیده اند (۱۰). در این بررسی نیز مشاهده گردید در افرادی که عادت به استعمال دخانیات دارند میزان علائم اختلال تنفسی بیشتر از سایر افراد بوده است و لذا سیگار می تواند به عنوان یک عامل مهم در افزایش عوارض ناشی از جوشکاری در نظر گرفته شود. در یک بررسی که در ژاپن توسط ناکادانا و آیزاوا (۱۱) انجام شده است افراد سیگاری تشویق به ترک سیگار شده اند و پس از چند ماه مشاهده کردند که افزایش قابل توجهی در ظرفیتهای ریوی آنها ایجاد شده است. لذا استعمال دخانیات می تواند به عنوان یک عامل افزایش دهنده اثرات زیان آور جوشکاری مورد بررسی قرار گیرد.

میزان افزایش علائم اختلال تنفسی با درجه مهارت جوشکاری ارتباط دارد، بطوری که جوشکاران درجه یک بیشتر از سایرین دچار اختلال می باشند. در توجیه این مسئله باید گفت این افراد در واقع سابقه کار بیشتری دارند و به همین علت مدت بیشتری در معرض گازها و بخارات جوشکاری بوده اند.

ازدمیر (۱۲) در تحقیقات خود تغییرات ظرفیتهای تنفسی را در حین کار مورد بررسی قرار داده است. وی پس از ۱۵ دقیقه کار کردن، ظرفیتهای تنفسی را اندازه گیری نموده و در این حالت افت ظرفیتهای تنفسی را در حین کار کردن ثابت نموده است. بطور کلی میزان کاهش ظرفیتهای تنفسی در کلیه موارد در جوشکاران بیشتر از گروه شاهد می باشد. روزیگنول (۱۳) نیز در

## منابع: References

- 1- دکتر قضائی، صمد. "بیماریهای ناشی از کار". انتشارات تهران، ۱۳۷۰.
- 2- دکتر ثنائی، غلامحسین. "سم شناسی صنعتی". انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۸.
- 3- Karen Hand Richard M. Welding Fumes Chromium Compound in cell transformation Journal of Applied Toxicology, 1995, Vol 1-5, 5: 306-14.
- 4- Frank A patty. Patty Industrial Hygien and Toxicology Text Book; 1995: 332-9.
- 5- Danielsen TE., Lang rd s. Andersen A Incidence of lung Cancer amongshipyard among shipyard Welders investigated for siderosis. Int- J - Occupation- Environment Health. 1998, 4(2): 85-8.
- 6- Saito H, Ojima J, Takaya M, et al. Laboratory measurement of hazardous fumes and gases at a point corresponding to breathing zone of welder during a CO<sub>2</sub> arc welding: Ind Health 2000 Jan; 38(1): 69-78.
- 7- Tuschi H, Weber, Kovac R. Investigations on immune parameters in welders. J Appl- Toxic 1997; 17(6): 377-83.
- 8- Van den, Heever DJ. Quantification of by pass leakage in two different filtercassettes during welding fume sampling. Am Indust Hyg Assoc J 1994; 55(10).
- 9- دکتر زحمتکش، محمدمهدی. ترجمه طب داخلی سیسیل پ ۱۳۷۶، انتشارات بیان.
- 10- Bradshaw LM, Ifishwich D. Chronic bronchitis, work related respiratory symptoms, and pulmonary function in welders in New Zeland. Occup Environ Med 1998; 55(3): 150-4.
- 11- Nakadate T, Aizawa Y, Yagami T, et al. Change in obstructive pulmonary function as a result of cumulative exposure to welding fumes as determined by

16- Milatou Smith R, Gustavsson A, Sjogren B. Mortality among welders Exposed to High and low Levels of

Hexavalent Chromium and Followed for More Than 20 Years: J Environmental Health 1997 APR; 3(2): 128-31.

17- Ojima J, Shibata N, Iwasaki T. Laboratory evaluation of welder's exposure and efficiency of air duct ventilation for welding work in a confined space: Industrial Health J. 2000 Jan; 38(1): 24-9.

magnetopneumography in Japanese welders: Occupation - Environment 1998 Oct; 55 (10): 673-678.

12- Ozdemir O, Numonaglu N. Chronic effects of welding exposure on pulmonary function tests and respiratory symptoms. Occupation - Environment - Medicine Vol 52, ISS 12, 1995: 800-803.

13- Rossingnol M, Segvin P. Evaluation of the utility of spirometry in a regional public health Screening. program for workers exposed to welding fumes. J -Occupational - Environmental - Medicine Vol 38, Iss 12, 1996: 59-63.

14- Hewett P. Estimation of regional pulmonary deposition and Exposure for from SMA. W ang GMA. W mild and stainless consumables. American Industrial Hygiene Association - J; Vol 56, ISS 2, 1995, 136-142.

15- Teras GR, Chan yeung M. Bronchial reactions to exposure to welding fumes. Occupation - Environment - medicine 1997 ; 54 (11): 836-9.

#### ظرفیت تنفسی

۲۲

- ۱- دکترای ویروس شناسی، دانشکده بهداشت، دانشگاه ...  
 ۲- گواهی عالی بهداشت، اداره کل پیشگیری و مبارزه با بیماریها

Archive of SID