

## بررسی شیوع علائم تنفسی و تغییرات پارامترهای عملکرد ریوی در کارگران شاغل در فرآیند اسیدشویی یک صنعت فولاد

حمیدرضا حیدری<sup>۱</sup>، هدی رحیمی فرد<sup>۲</sup>، محمدرضا خاکسار<sup>۱</sup>، احمدسلطان زاده<sup>۱\*</sup>، ابوالفضل محمدبیگی<sup>۲</sup>،  
محدثه دارابی<sup>۲</sup>، آرزو عینی<sup>۲</sup>

### چکیده

**مقدمه:** مواجهه با اسید کلریدریک در واحدهای صنعتی می‌تواند با مخاطراتی برای سیستم تنفسی انسان همراه باشد. این مطالعه با هدف بررسی علائم تنفسی و اختلالات عملکرد ریوی ناشی از مواجهه با اسید کلریدریک در واحد اسیدشویی یک صنعت فولاد انجام شده است.

**روش بررسی:** این مطالعه، مقطعی و از نوع توصیفی تحلیلی است که در یک واحد اسیدشویی در سال ۱۳۹۵ انجام شده است. گروه مواجهه یافته شامل ۴۵ نفر کارگر مرد و گروه مرجع شامل ۴۱ نفر کارمند اداری مرد بودند. به منظور جمع‌آوری اطلاعات فردی و شغلی از پرسشنامه استفاده شد و برای تعیین ظرفیت‌های ریوی کارگران، آزمون عملکرد ریوی با همکاری یک پزشک متخصص طب کار انجام شد. شاخص‌های عملکرد ریوی مورد بررسی شامل  $FVC$ ،  $FEV_1$  و  $FVC/FEV_1$  بود؛ جهت توصیف و تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری  $t$  تست و مجذور کای در محیط SPSS استفاده گردید. سطح معنی‌داری در این مطالعه ۰/۰۵ تعیین گردید.

**نتایج:** کلیه پارامترهای عملکرد ریه در افراد مواجهه یافته کمتر از گروه مرجع بود و این تفاوت برای پارامترهای  $FVC$  و  $FEV_1$  از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ ). نتایج بررسی آسیب‌های تنفسی نشان داد که میزان این آسیب‌ها در افراد مواجهه یافته بیشتر از افراد مواجهه نیافته بود ( $p < 0/05$ ). بر اساس نتایج مدل رگرسیونی، مواجهه با اسید کلریدریک شانس بروز این آسیب‌ها را تا ۷/۴ برابر افزایش داد.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های مطالعه نشان داد که مواجهه با اسید کلریدریک به تنهایی می‌تواند شانس بروز آسیب تنفسی و اختلالات عملکرد ریوی را افزایش دهد. بنابراین، مدیریت خطر در مواجهه با این ترکیب بایستی مورد توجه قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** اسید کلریدریک، علائم تنفسی، اختلالات عملکردی ریه، اسید شویی، نشانگان اختلال واکنشی راه‌های هوایی (RADS)

۱- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران  
۲- بهداشت حرفه‌ای، پژوهشگر مرکز آلاینده‌های محیطی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران  
۳- دانشیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران  
\* نویسنده مسئول: استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران  
تلفن: ۰۹۱۲۰۱۸۷۴۸۶، ایمیل: soltanzadeh.ahmad@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۲۲

## مقدمه

تنفس و استنشاق عمده‌ترین راه ورود مواد معلق در مواجهات شغلی محسوب می‌شود؛ بنابراین از دیدگاه بهداشت شغلی، سیستم تنفسی یکی از مهم‌ترین دستگاه‌های بدن است که می‌تواند تحت تأثیر عوارض، اختلالات و پیامدهای نامطلوب قرار گیرد (۱-۳). اختلالات و نشانه‌های تنفسی شغلی ممکن است در نتیجه تکرار مواجهات، مواجهه طولانی مدت یا مواجهه با یک یا چند ماده شیمیایی خطرناک، بخارات یا گازها ایجاد شوند. مواجهه با مواد و آلاینده‌های شیمیایی در طیف گسترده می‌تواند منجر به آسیب‌های ریوی حاد و مزمن گردد (۵-۳).

مواد استنشاقی ممکن است باعث ایجاد آسیب در لایه سطحی پوشش مجاری تنفسی در سطوح مختلف مجرای تنفسی شوند که نرخ وسیعی از اختلالات، از عوارض تنفسی ساده و برونشیت تا ادم ریوی و رینیت آلرژیک و غیر آلرژیک را شامل می‌شوند. رینیت شغلی آلرژیک می‌تواند در اثر مواجهه با مواد شیمیایی با اوزان مولکولی کم و زیاد ایجاد شود و رینیت شغلی غیر آلرژیک می‌تواند در اثر مواجهه حاد با غلظت‌های بالای یک ماده محرک همچون اسید هیدروکلریک ایجاد گردد و در اثر توسعه آن منجر به نشانگان اختلال واکنشی راه‌های هوایی یا Reactive airways dysfunction syndrome (RADS) گردد (۶).

یکی از مهم‌ترین اقدامات در شناسایی بیماری‌های شغلی، شناسایی دقیق محیط کاری و عوامل زیان‌آوری است که شاغلین در معرض مواجهه با آنها قرار دارند. بر اساس معیارهای سازمان OSHA (Occupational Safety and Health Administration)، سطح استاندارد مواجهه برای اسید کلریدریک در ۸ ساعت حدود ۵ ppm و تراز عمل در سطح ۷ ppm قرار دارد. این در حالی است که EPA (Environmental Protection Agency) به علت عدم اطمینان از مطالعات فعلی برای اسید کلریدریک، غلظت مرجع پیشنهاد نمی‌کند (۷). در کشور ایران نیز حد مجاز شغلی (OEL-C) ppm در نظر گرفته شده که این مقدار با مقادیر ارائه شده توسط سازمان American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) مطابقت دارد.

اسیدشویی به عنوان نوعی فرآیند پوسته‌برداری، یکی از متداول‌ترین فرآیندهای صنعتی در صنایع فولاد می‌باشد که خطر مواجهه و آسیب‌های ناشی از آن، سیستم تنفسی را تهدید می‌کند؛ زیرا از طریق این فرآیند، اکسیدها و جرم‌های سطح فلزی به طریق شیمیایی و با غوطه‌ور ساختن فلز در یک اسید معدنی رقیق که معمولاً اسید سولفوریک یا هیدروکلریک است، برطرف می‌شوند (۸).

چندین مطالعه، اثرات سمی ناشی از مواجهه با گاز کلرید هیدروژن را گزارش نموده‌اند. به دلیل انحلال‌پذیری بالا، این گاز محرک شدید مخاط بینی، گلو، سیستم تنفسی و

چشم بوده و عمدتاً در بخش‌های فوقانی دستگاه تنفسی اثرات تحریک‌کنندگی ایجاد می‌نماید (۹). اسید کلریدریک در گروهی از مواد شیمیایی طبقه‌بندی می‌شود که می‌تواند اثرات حاد (سوزش چشم، مجاری تنفسی و ادم ریوی) و مزمن (برونشیت مزمن، درماتیت و حساسیت به نور) به‌جای بگذارد (۷). بعلاوه، برخی مطالعات، التهابات چشمی، سردرد، سرفه، خس‌خس سینه، تنگی نفس، و همچنین چند مورد RADS و آسم تحریکی را نیز گزارش نموده‌اند (۱۰).

با توجه به آنچه بیان شد، استفاده و کاربرد وسیع اسید کلریدریک و از سوی دیگر نشانه‌های تنفسی ناشی از استنشاق این اسید، محققین را بر آن داشت تا مطالعه حاضر را با هدف بررسی شیوع نشانه‌های تنفسی و اختلالات عملکرد ریوی ناشی از مواجهه با اسید کلریدریک در یکی از واحدهای اسیدشویی صنعت فولاد طراحی و به اجرا درآورند.

## مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر با طراحی مقطعی از نوع توصیفی تحلیلی در واحد اسیدشویی یکی از صنایع فولادی نورد سرد گرفته‌است. افراد مورد مطالعه شامل کارگران سالم، دارای حداقل یک سال سابقه کار در واحد اسیدشویی (مورد) و کارمندان بخش‌های اداری صنعت فولاد که هیچ‌گونه مواجهه با اسید و سایر عوامل شیمیایی در محیط کار خود نداشتند به عنوان گروه مرجع وارد مطالعه شدند. انتخاب افراد به صورت سرشماری بود و همه افراد شاغل در واحد اسیدشویی شرکت به صورت کاملاً داوطلبانه و با اعلام رضایت قبلی در پژوهش وارد شدند. کل گروه مواجهه یافته ۵۳ نفر بود که از آن بین ۴۵ نفر بصورت داوطلبانه وارد پژوهش شدند و گروه مواجهه‌نیافته شامل ۱۲۴ نفر بودند که ۴۱ نفر از آنها که جزء کارمندان اداری مرد شرکت بودند به‌صورت تصادفی انتخاب و پس از کسب رضایت وارد مطالعه شدند. همچنین معیارهای ورود این مطالعه شامل سیگاری نبودن، عدم پیشینه بیماری تنفسی، آسیب ریوی، جراحی قفسه سینه، موارد منع انجام تست اسپیرومتری از قبیل سکتته و درد قلبی در ۶ هفته قبل از مطالعه، دفع خلط خونی فعال، فشارخون کنترل نشده و یا ابتلا به سرماخوردگی در چند روز قبل از مطالعه بود.

## جمع‌آوری داده‌های مطالعه و تست اسپیرومتری

در ابتدا پس از مشخص‌سازی اهداف تحقیق برای شرکت‌کنندگان و ایجاد اطمینان از محرمانه ماندن نتایج مطالعه، اطلاعات دموگرافیک دو گروه مورد مطالعه شامل سن، سابقه کار، سابقه رینیت آلرژیک و همچنین علائم و نشانه‌های تنفسی شامل سرفه، خلط، تنگی نفس در محل کار، سوزش بینی و گلو، گرفتگی صدا و خس‌خس سینه از طریق پرسشنامه استاندارد انجمن متخصصین قفسه صدری آمریکا (ATS) جمع‌آوری

معنی داری در این مطالعه ۰/۰۵ بوده و به منظور تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری مجذور کای و تی مستقل استفاده شد. برای پیشگیری از مداخله اثر متغیرهای مخدوش کننده مانند سن، سابقه کار و شاخص توده بدنی در تحلیل علائم تنفسی ناشی از مواجهه با اسیدکلریدریک از مدل‌سازی بر مبنای رگرسیون لجستیک استفاده شد.

### نتایج

نتایج تحلیل داده‌های دموگرافیک افراد شرکت‌کننده در این مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که در این جدول مشخص شده است گروه مواجهه یافته شامل ۴۵ نفر کارگر مرد شاغل در واحد اسیدشویی با میانگین و انحراف معیار سنی  $29/9 \pm 3/3$  سال و گروه مرجع شامل ۴۱ نفر کارمند اداری مرد با میانگین و انحراف معیار سنی  $31/4 \pm 5/5$  سال بودند. میانگین پارامترهای دموگرافیک شامل سن، سابقه کار، وزن و قد افراد شرکت‌کننده در مطالعه در دو گروه مواجهه یافته و بدون مواجهه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری ندارد ( $p > 0/05$ ). شاخص توده بدنی (BMI) تنها پارامتری بود که در دو گروه از لحاظ آماری معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ ).

یافته‌های مربوط به ارزیابی علائم تنفسی افراد مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس پرسشنامه ATS، درصد بروز ۶ عارضه تنفسی شامل سرفه، خلط، تنگی نفس، سوزش بینی و گلو، گرفتگی صدا و خس‌خس سینه در دو گروه مورد مطالعه ارزیابی و مقایسه شد. بر اساس این نتایج، همه نشانه‌های تنفسی به جز گرفتگی صدا، دارای تفاوت معناداری بین دو گروه مواجهه یافته و مرجع بودند ( $p < 0/05$ ).

بررسی فرکانس بروز این علائم در سه سطح همیشه، گهگاهی و بندرت در دو گروه مواجهه یافته و بدون مواجهه نشان می‌دهد که بین دو گروه از لحاظ آماری اختلاف معناداری مشاهده می‌شود ( $p < 0/05$ ). دو عارضه خلط و گرفتگی صدا در این مورد مستثنی می‌باشند (جدول ۳).

مقایسه مقادیر مربوط به چهار پارامتر عملکرد ریوی FEV<sub>1</sub>، FVC، نسبت FEV<sub>1</sub> به FVC و PEF در دو گروه مورد مطالعه

گردید (۱۱).

به‌منظور بررسی عملکرد ریوی و تعیین میزان شیوع علائم تنفسی در بین افراد دو گروه مواجهه یافته و مرجع، تست اسپرومتری در محل انجام شد. لازم به ذکر است که پیش از شروع تست تنفسی، با ارائه متغیرهای سن، وزن، قد، در حالت ایستاده و جنس و نژاد مربوط به هر فرد دستگاه اسپرومتر تنظیم شده و در ادامه، دستگاه با توجه به مقادیر ورودی، درصد میانگین مربوط به هر یک از پارامترهای عملکرد ریوی را پیش‌بینی می‌نماید. پارامترهای عملکرد ریوی افراد گروه نمونه بلافاصله پس از دو ساعت مواجهه، توسط دستگاه اسپرومتر پرتابل مدل ویتالوگراف آلفا ساخت کشور انگلستان تعیین و ثبت گردید. به منظور یکسان‌سازی شرایط، تست اسپرومتری افراد گروه مرجع نیز پس از گذشت دو ساعت از شروع کار انجام شد. پارامترهای اندازه‌گیری شامل ظرفیت حیاتی (VC)، ظرفیت حیاتی اجباری (FVC)، حجم بازدمی اجباری در ثانیه اول (FEV<sub>1</sub>)، نسبت FEV<sub>1</sub> به FVC و قله جریان بازدم (PEFR یا PEF) بود که به منظور محاسبه آن‌ها، برای هر فرد حداقل سه تست قابل قبول انجام گرفت (۱۲). در صورت بالا بودن تفاوت بین مقادیر حاصل (بیش از ۲۰۰ میلی‌لیتر برای تست FVC و بیش از ۱۰۰ میلی‌لیتر برای تست FEV<sub>1</sub>)، تست‌ها تا ۵ مرتبه تکرار و سپس بیشترین مقدار به دست آمده انتخاب و ثبت گردید.

لازم به ذکر است که پیش از اقدام به اسپرومتری، آموزش‌های لازم در رابطه با نحوه صحیح انجام مانور تنفسی به افراد ارائه و از عدم مصرف سیگار توسط افراد مورد مطالعه اطمینان حاصل گردید. همچنین به افراد شرکت‌کننده در پژوهش اجازه داده شد که در هر زمان از اجرای تست اسپرومتری دچار مشکل یا ناتوانی گردیدند، از ادامه اجرای تست و یا مطالعه انصراف دهند. در نهایت، درصد پیش‌بینی شده برای پارامترهای عملکرد ریوی، توسط دستگاه اسپرومتر محاسبه گردید.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سطح

جدول ۱. اطلاعات دموگرافیک افراد شرکت‌کننده در مطالعه

| متغیر دموگرافیک | گروه مواجهه یافته (n=۴۵) | گروه مرجع (n=۴۱) | p-value* |
|-----------------|--------------------------|------------------|----------|
| سن (سال)        | 29/3 ± 3/3               | 31/4 ± 5/5       | 0/06     |
| سابقه کار (سال) | 5/2 ± 1/5                | 5/2 ± 2/0        | 0/99     |
| وزن (کیلوگرم)   | 82/1 ± 12/2              | 77/2 ± 13/4      | 0/08     |
| قد (متر)        | 177/6 ± 5/1              | 177/9 ± 5/9      | 0/80     |
| شاخص توده بدنی  | 26/3 ± 0/3/7             | 24/3 ± 3/6/7     | 0/042    |

\* آزمون آماری تی

جدول ۲. مقایسه بروز علائم تنفسی بین افراد شرکت کننده در مطالعه

| متغیر           | گروه مواجهه یافته (n=۴۵) |           | گروه مرجع (n=۴۱) |            | p-value* |
|-----------------|--------------------------|-----------|------------------|------------|----------|
|                 | بلی (%)**                | خیر (%)   | بلی (%)          | خیر (%)    |          |
| سرفه            | ۱۰ (۲۲/۲)                | ۳۵ (۷۷/۸) | ۲ (۴/۹)          | ۳۹ (۹۵/۱)  | ۰/۰۲     |
| خلط             | ۹ (۲۰/۰)                 | ۳۶ (۸۰/۰) | ۱ (۲/۴)          | ۴۰ (۹۷/۶)  | ۰/۰۱     |
| تنگی نفس        | ۱۳ (۲۸/۹)                | ۳۲ (۷۱/۱) | ۲ (۴/۹)          | ۳۹ (۹۵/۱)  | ۰/۰۰۱    |
| سوزش بینی و گلو | ۱۵ (۳۳/۳)                | ۳۰ (۶۶/۷) | ۰ (۰/۰)          | ۴۱ (۱۰۰/۰) | ۰/۰۰۱    |
| گرفتگی صدا      | ۲ (۴/۴)                  | ۴۳ (۹۵/۶) | ۷/۳              | ۳۸ (۹۲/۷)  | ۰/۵۳     |
| خس خس سینه      | ۹ (۲۰/۰)                 | ۳۶ (۸۰/۰) | ۰ (۰/۰)          | ۴۱ (۱۰۰/۰) | ۰/۰۰۱    |

\* آزمون آماری مجذور کای

\*\* اعداد ذکر شده در جدول مقادیر فراوانی و درصد در داخل پرانتز می باشد.

نشان داد که این مقادیر در گروه مواجهه یافته، از گروه مرجع کمترند و این اختلاف برای دو پارامتر FEV<sub>1</sub> و FVC از نظر آماری معنادار می باشد (p < ۰/۰۵).

مورد مطالعه حاکی از این بود که میزان انتشار اسید کلریدریک در واحد اسیدشویی بالاتر از حدود مجاز تعریف شده است. به همین منظور، در این مطالعه، کارگران شاغل در واحد اسیدشویی که در

جدول ۴. مقادیر شاخص های عملکرد ریوی در بین افراد شرکت کننده در مطالعه

| متغیر                 | گروه مواجهه یافته (n=۴۵) | گروه مرجع (n=۴۱) | p-value* |
|-----------------------|--------------------------|------------------|----------|
| FVC (L)               | ۴/۵۸±۰/۶۱                | ۴/۹±۰/۵۱         | ۰/۰۱     |
| FEV <sub>1</sub> (L)  | ۳/۸۲±۰/۵                 | ۴/۰۶±۰/۴۸        | ۰/۰۲     |
| FEV <sub>1</sub> /FVC | ۸۲/۷۴±۵/۰                | ۸۳/۴۹±۵/۲        | ۰/۴۹     |
| PEF (L/s)             | ۹/۸۵±۱/۵۳                | ۹/۹۳±۱/۳۷        | ۰/۷۸     |

\* آزمون آماری تی

در این مطالعه ابتدا به حداقل یکی از علائم تنفسی در ۲۷/۹٪ از افراد مورد مطالعه گزارش شد و ابتدا به حداقل یکی از علائم به عنوان متغیر وابسته در مدل رگرسیون لجستیک چندگانه مورد استفاده واقع شد. متغیرهای سابقه کار، شاخص توده بدنی و مواجهه با اسید کلریدریک به عنوان متغیرهای هم‌نوسان وارد مدل شدند و به روش گام به گام شرطی مورد تحلیل قرار گرفت. بر اساس نتایج مدل رگرسیونی، تنها مواجهه با اسید کلریدریک، علائم تنفسی را تا ۷/۴ برابر افزایش می دهد (جدول ۵)؛ اما تأثیر متغیرهای دیگر شامل سن، سابقه کار و BMI معنی دار نبود و از مدل آماری حذف شد. به عبارتی در مدل چندمتغیره، مهم ترین عامل در بروز علائم تنفسی، مواجهه با اسید کلریدریک بوده است و سایر متغیرها به عنوان متغیر مخدوش کننده از مدل خارج شدند.

جدول ۵. ارتباط بین مواجهه با اسید کلریدریک و بروز علائم تنفسی

| متغیر                   | B     | p-value | OR (CI <sub>95%</sub> ) |
|-------------------------|-------|---------|-------------------------|
| مواجهه با اسید کلریدریک | ۲/۰۰۱ | ۰/۰۰۱   | ۷/۴ (۲/۲۷-۵۶/۲۶)        |

## بحث

ارزیابی مستندات و سوابق اندازه گیری این آلاینده در صنعت

معرض مواجهه با اسید کلریدریک قرار داشتند از منظر تغییرات عملکرد ریوی و بروز علائم تنفسی در مقایسه با شاغلین واحدهای اداری و فاقد مواجهه با هر نوع آلاینده شیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس یافته های مطالعه، اختلاف معنی داری بین میانگین ویژگی های دموگرافیک بین دو گروه مواجهه یافته و بدون مواجهه مشاهده نشد. این یافته از این جهت که نقش متغیرهای دموگرافیک را در شیوع نشانه های تنفسی و اختلالات ریوی کم رنگ می کند بسیار حائز اهمیت خواهد بود (۱، ۴، ۱۳).

بر اساس نتایج پرسشنامه استاندارد تنفسی ATS و با توجه به یافته های حاصل از آزمون های آماری می توان نتیجه گرفت که میزان بروز علائم تنفسی در گروه مواجهه یافته در مقایسه با گروه بدون مواجهه به طور معنی داری بیشتر می باشد. این یافته، با نتایج برخی از مطالعات همخوانی دارد که نشان داده اند استنشاق اسید کلریدریک در مواجهات کوتاه مدت می تواند به سوزش چشم، مجاری تنفسی و ادم ریوی، سرفه، خس خس سینه، تنگی نفس و در مواجهات مزمن به گاستریت، برونشیت مزمن، درماتیت، نشانگان واکنش راه هوایی ناشی از اختلال عملکرد (RADS)، آسم، تحریکی و حساسیت به نور منجر شود (۹، ۱۰).

ارزیابی ظرفیت های تنفسی یکی از روش های مهم نتیجه گیری

- A. Respiratory symptoms and functional impairments induced by occupational exposure to formaldehyde. *Iran Occupational Health*. 2010;7(2):66-58.
2. Neghab M, Soltanzadeh A, Alipour A. Relationship between spirometry results and respiratory complaints to flour dust in flour mill workers. *Iran Occupational Health*. 2010;7(2):45-51.
  3. Neghab M, Abedini R, Soltanzadeh A, ILOON KA, GHAYOUMI S. Respiratory health of digging and excavating workers involved in constructing a dam in Fars province following occupational exposure to very high concentrations of dolomite dust. 2013.
  4. Neghab M, Soltanzadeh A, Choobineh A. Respiratory morbidity induced by occupational inhalation exposure to formaldehyde. *Industrial health*. 2011;49(1):89-94.
  5. Neghab M, Abedini R, Soltanzadeh A, Kashkooli AI, Ghayoomi S. Respiratory disorders associated with heavy inhalation exposure to dolomite dust. *Iranian Red Crescent Medical Journal*. 2012;14(9):549.
  6. Grammer LC. Occupational Rhinitis. *Immunology and allergy clinics of North America*. 2016;36(2):333-41.
  7. LaDou J, Harrison R. *Current occupational & environmental medicine*: McGraw-Hill New York; 2007.
  8. Kabiri M, Vaez P. An Efficient Heuristic Algorithm for Pickling Line in Esfahan's Mobarakeh Steel Company. *Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems*. 2017;4(9):229-37.
  9. Rosenstock L, Cullen M, Brodtkin C, Redlich C. *Textbook of clinical occupational and environmental medicine*. 2004.
  10. Stevens B, Koenig JQ, Rebolledo V, Hanley QS, Covert DS. Respiratory effects from the inhalation of hydrogen chloride in young adult asthmatics. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 1992;34(9):923-9.
  11. Ferris BG. Epidemiology Standardization Project (American Thoracic Society). The American review of respiratory disease. 1978;118(6 Pt 2):1-120.
  12. Wanger JS, Culver BH. Quality Standards in Pulmonary Function Testing: Past, Present, Future. *Am Thoracic Soc*; 2016.
  13. Neghab M, Soltanzadeh A, Alipour A, Hasanzadeh J, Alipour H. Respiratory morbidity induced

درباره مواجهه با مواد و آلاینده‌های مختلف شیمیایی می‌باشد (۳-۱). بر اساس یافته‌های برخی از مطالعات، کاهش ظرفیت پارامترهای عملکرد ریوی در مواجهه با اسیدکلریدریک می‌باشد. نتایج این مطالعه نیز بیانگر این یافته مهم بود که میزان پارامترهای عملکرد ریوی در افراد دارای علائم تنفسی در مقایسه با افراد بدون علائم، کمتر برآورد شده است (جدول ۴). بنابراین، با توجه به مشاهدات و نتایج حاصل، قابل انتظار است که مواجهه تنفسی اسیدکلریدریک سبب بروز علائم تنفسی و همچنین کاهش ظرفیت‌های عملکردی ریوی شود (۱۰).

در نهایت، نتایج حاصل از آزمون گام‌به‌گام شرطی بر اساس تحلیل و مدل‌سازی رگرسیون لجستیک نیز نشان داد که قریب به یک‌سوم از افراد شرکت‌کننده در مطالعه، حداقل به یکی از نشانه‌های تنفسی دچار بوده‌اند و با توجه به نتایج حاصل از مدل رگرسیونی، مواجهه با اسیدکلریدریک به تنهایی می‌تواند موجب افزایش بروز علائم تنفسی تا حدود ۷/۴ برابر شود. نتایج مطالعه امینیان و همکاران بر روی کارگران آبکار نشان می‌دهد که پس از کنترل اثر متغیرهایی نظیر سن و مدت مواجهه، رابطه‌ای بین مواجهه با اسیدکلریدریک و شیوع علائم تحریکی مخاطی و تنفسی و مراحل ابتدایی خوردگی دندان وجود دارد (۱۴).

لازم به ذکر است که هرچند در طراحی این مطالعه سعی شد همه فاکتورهای یک مطالعه جامع در نظر گرفته شود، اما عدم همکاری و یا عدم امکان همکاری افراد در اجرای برنامه‌ریزی شده پروژه، به دلایلی همچون وقفه در تولید، وجود علل و نواقص سازمانی نظیر فقدان امنیت شغلی که می‌تواند منجر به عدم داشتن صداقت در بیان مشکلات تنفسی از طرف افراد شرکت‌کننده در پژوهش شود، عدم امکان بررسی دقیق مراحل افت ظرفیت‌های عملکردی، عدم امکان ارزیابی نشانه‌های ناشی از مواجهه مزمن با اسیدکلریدریک از جمله عوامل محدودکننده در این مطالعه به شمار می‌روند.

### نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه، اثرات تنفسی مواجهه با اسیدکلریدریک را تأیید نموده و نشان داد که مواجهه با این ترکیب می‌تواند تأثیرات مخربی بر سیستم تنفسی بگذارد. لذا، نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند در جهت آگاهی بیشتر از وضعیت بهداشت شغلی در این واحدها، برنامه‌ریزی به منظور اقدامات اصلاحی، بهبود شرایط کاری و همچنین ارائه الگوهای پیشگیری، یاری رساننده باشد.

### سپاس‌گزاری

نویسندگان از همکاری اجرایی مدیریت و پرسنل واحد صنعتی مورد مطالعه، کمال تشکر و قدردانی را به عمل می‌آورند.

### منابع

1. Neghab M, Soltanzadeh A, Choobineh

by occupational inhalation exposure to high concentrations of wheat flour dust. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2012;18(4):563-9.

14. Aminian O SK, Zeinoddin HR, . Clinical manifestations of exposure to low levels of chloride acid in plumbers workers. Journal of Occupational Medicine. 2012;3(3):26-31.

# PREVALENCE OF RESPIRATORY SYMPTOMS AND PULMONARY FUNCTION CHANGES IN WORKERS OF AN ACID WASHING UNIT OF A STEEL INDUSTRY

Hamidreza Heidari<sup>1</sup>, Hoda Rahimifard<sup>2</sup>, Mohamadreza Khaksar<sup>1</sup>, Ahmad Soltanzadeh<sup>1\*</sup>, Abolfazl Mohammadbeigi<sup>3</sup>, Mohadese Darabi<sup>2</sup>, Arezoo Eini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Occupational Health Engineering Department, Health Faculty, Qom University of Medical Science, Qom, Iran.

<sup>2</sup> Occupational Health, Environmental Pollution Center, Faculty of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

<sup>3</sup> Associated Professor, Department of Epidemiology and Statistics, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

## Abstract

**Background:** Exposure to hydrochloric acid in industrial units can be associated with risks to the human respiratory system. The aim of this study was to investigate the respiratory symptoms and pulmonary dysfunction caused by exposure to hydrochloric acid washing unit of a steel industry.

**Methods:** This cross-sectional study was performed in a single acid washing unit of a steel industry in 2017. The exposed group included 45 male workers and a reference group of 41 unexposed office employees. A questionnaire was used to collect personal and occupational data and a pulmonary function test was conducted with the supervision of an occupational medicine specialist. Pulmonary function parameters included FVC, FEV1 and FEV1/FVC. T-test and chi-square test were used to analyze the data in SPSS. The significance level in this study was defined as less than 0.05.

**Results:** All lung function parameters in exposed subjects were lower than the reference group and this difference was statistically significant for FVC and FEV1 parameters ( $p < 0.05$ ). Respiratory symptoms were more prevalent in the exposed subjects than non-exposed ( $p > 0.05$ ). Based on the results of the regression model, exposures to hydrochloric acid increased the chance of these symptoms by up to 7.4 times.

**Conclusion:** This study showed that exposure to hydrochloric acid alone could increase the risk of respiratory symptoms and pulmonary function disorders. Therefore, risk management should be considered for the exposure to this chemical compound.

**Key words:** Hydrochloric Acid, Respiratory Symptoms, Functional Lung Disorders, Acid Washing, Reactive Airways Dysfunction Syndrome (RADS)

\*Corresponding author:

Tel: +98 912 018 7486

Email: soltanzadeh.ahmad@gmail.com

Received: 2015.11.18

Accepted: 2016.02.07