

# بررسی علایم بالینی ناشی از مواجهه با سطوح پایین اسید کلریدریک در کارگران آبکار

امید امینیان<sup>۱</sup>، خسرو صادق نیت حقیقی<sup>۱</sup>، سید حمیدرضا زین الدین<sup>۲\*</sup>

۱. متخصص طب کار، دانشیار و عضو مرکز تحقیقات بیماری‌های شغلی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲. دستیار تخصصی طب کار، دانشگاه علوم پزشکی تهران

تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۵

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۸

## چکیده

**مقدمه:** گالوانیزاسیون، فرآیندی است که قطعات فولادی را با لایه نازکی از فلز روی پوشانیده تا مقاومت آنها در مقابل فرسایش و خوردگی افزایش یابد. مواجهه حاد با اسید کلریدریک سبب علائم تحریکی مخاطی و تغییر رنگ موقت دندان شده و مواجهه مزمن سبب تغییرات عملکرد ریه، برونشیت مزمن، زخم بینی و تغییر رنگ دائم دندان می‌گردد. هدف از انجام این مطالعه بررسی فراوانی علایم بالینی ناشی از مواجهه با اسیدکلریدریک در آبکاران است.

**روش بررسی:** در این بررسی که در سال ۱۳۸۸ در یک کارخانه گالوانیزاسیون در شهرستان اراک صورت گرفت، ۸۰ کارگر آبکار که مواجهه با اسید کلریدریک داشتند به عنوان گروه مورد و ۱۱۱ نفر از سایر واحدها به عنوان شاهد انتخاب شدند. اطلاعات از طریق پرسشنامه تنفسی ATS و پرسشنامه علایم تحریکی و تنفسی فوقانی و معاینه بالینی جمع‌آوری و میزان مواجهه در محل کار با روش NIOSH7030 اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** غلظت اسیدکلریدریک در نمونه‌های فردی (منطقه تنفسی کارگر) و نمونه‌های محیطی پایین‌تر از حد مجاز مواجهه شغلی برآورد گردید (TLV - 8hr = 5 PPM). فراوانی علایم تحریکی و تنفسی شامل سوزش بینی و گلو، تنگی نفس، سوزش چشم (در محل کار)، گرفتگی صدا، تغییر رنگ و حساسیت دندان در گروه مواجهه با اسید به طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر از گروه بدون مواجهه بود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج مطالعه نشان می‌دهد که پس از کنترل اثر متغیرهایی نظیر سن و مدت مواجهه، رابطه‌ای بین مواجهه با اسیدکلریدریک و شیوع علایم تحریکی مخاطی و تنفسی و مراحل ابتدایی خوردگی دندان وجود دارد.

**کلیدواژه‌ها:** گالوانیزاسیون، اسیدکلریدریک، علائم تحریکی مخاطی و تنفسی، تغییر رنگ و حساسیت دندان

\*نویسنده مسئول: آدرس پستی: دانشگاه علوم پزشکی تهران، مرکز تحقیقات طب کار و بیماری‌های شغلی، تلفن: ۰۹۱۲۶۸۷۷۳۱۴

## مقدمه

گالوانیزاسیون فرآیندی است که قطعات فولادی را با لایه نازکی از فلز روی پوشش داده تا مقاومت آنها را در برابر فرسایش و خوردگی افزایش دهد (۱). گالوانیزاسیون به دو روش گرم (حرارتی) و سرد (با استفاده از جریان برق) انجام می‌شود که در این مطالعه روش گرم مورد نظر بوده است. قطعات فولادی باید کاملاً تمیز بوده و زنگ‌زدگی نداشته باشد تا پوشش به خوبی روی آن بچسبد، بنابراین تمام قطعات باید چندین بار مراحل مشابهی را قبل از ورود به حوضچه آبکاری بگذرانند. مرحله اول چربی‌زدایی با حلال آلی است، مرحله بعد اسیدشویی با اسیدهای غیرآلی شامل اسیدسولفوریک یا اسید کلریدریک است.

معمولاً در کشور ما در مرحله اسیدشویی از اسیدکلریدریک استفاده می‌شود. حوضچه‌های اسیدکلریدریک در درجه حرارتی معادل ۶۵ تا ۶۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند و غلظت اسید بین ۱۰ تا ۲۰ درصد متغیر است. قطعات سپس با آب یا محلول هیدروکسیدسدیم جهت خنثی نمودن اسید باقی مانده شسته می‌شوند. در مرحله آخر قطعات فولادی در حوضچه‌های گالوانیزه غوطه‌ور می‌شوند، ترکیب وان مذاب شامل روی ۹۹/۵٪، سرب ۰/۲۴٪، قلع ۰/۱۳٪، آهن ۰/۱۵٪، مس و کادمیوم ۰/۰۱٪ و آلومینیوم ۰/۰۰۱٪ می‌باشد (۱، ۲). مهمترین مواجهه شغلی در صنعت گالوانیزاسیون، ترکیبات روی و اسید (در اینجا اسید کلریدریک) می‌باشد.

گاز کلرید هیدروژن شدیداً محرک مخاط بینی، گلو، سیستم تنفسی و چشم است. به علت حلالیت زیاد این گاز در آب، سریعاً در قسمت‌های فوقانی سیستم تنفسی حل شده و در همان محل اثرات تحریکی ایجاد می‌نماید و همین مسئله سبب آگاهی فرد و در نتیجه دوری از مواجهه بیش‌تر می‌گردد و همچنین سبب می‌گردد که گاز به قسمت‌های تحتانی سیستم تنفسی نفوذ ننماید (۳، ۴). اثرات حاد اسیدکلریدریک به صورت سوزش بینی و گلو،

چشم، آبریزش بینی، سرفه، تنگی نفس و درد قفسه‌سینه، گرفتگی صدا و در موارد شدید ادم ریه است (۳، ۵، ۶). مواجهه مزمن باعث تغییرات عملکرد ریوی، التهاب مزمن برونش، زخم بینی و علائم تحریکی و التهاب پوست و تغییر رنگ و خوردگی دندان و التهاب مخاط چشم و زخم قرنیه می‌شود (۷، ۸)، چندین مورد Reactive Airway Dysfunction Syndrome (RADS) و آسم تحریکی نیز گزارش شده است (۸). همچنین علائم شبیه به عفونت ویرال حاد (URT) نیز روی می‌دهد (۹). عوارض مواجهات شغلی اسیدکلریدریک بالاتر از TLV/5PPM بررسی و تایید شده است (۱۱)، ولی اطلاعات فعلی برای ارزیابی اثر اسیدکلریدریک بر سیستم تنفسی در غلظت‌های پایین‌تر از TLV کم است و مطالعات در این زمینه ادامه دارد (۱۰). هدف از انجام این مطالعه بررسی علائم تحریکی و تنفسی در اثر مواجهه با اسیدکلریدریک، پایین‌تر از حد مجاز مواجهه شغلی است.

## روش بررسی

این مطالعه از نوع کوهورت تاریخی است و در پاییز ۱۳۸۸ انجام شده است. همه کارگران شرکت‌کننده در مطالعه از واحدهای گالوانیزه و غیرگالوانیزه یکی از کارخانجات بزرگ گالوانیزاسیون انتخاب شدند. ۸۰ کارگر واحد گالوانیزه در گروه مواجهه یافته با اسیدکلریدریک و ۱۱۱ نفر از سایر واحدهای کارخانه در گروه غیر مواجهه وارد مطالعه شدند. کلیه کارگران مرد بودند و شرط ورود به مطالعه حداقل ۲ سال سابقه کاری در واحد گالوانیزه بود. با استفاده از پرسشنامه استاندارد ATS (۱۲) و معاینه بالینی توسط متخصص طب کار اطلاعات افراد جمع‌آوری شد. همچنین پرسشنامه‌ای شامل اطلاعات دموگرافیک، سابقه خدمت، سابقه سیگار کشیدن، سابقه رینیت آلرژیک و سابقه علایم تحریکی مخاطی در محل کار نیز تکمیل شد. غلظت اسیدکلریدریک در محل کار با استفاده از روش NIOSH 7030 در دو روز مختلف اندازه‌گیری

### یافته‌ها

نتایج نمونه‌گیری شخصی از منطقه تنفسی کارگر (PBZ) و نمونه‌گیری محیطی برای اسیدکلریدریک، کمتر از حد مجاز بود (TLV-TWA= 5 PPM). اطلاعات دموگرافیک در جدول ۱ ارائه گردیده است که از نظر سنی گروه مواجهه داشته با اسید از گروه بدون مواجهه جوان‌تر بودند، میانگین سنی گروه مواجهه ۲۹/۶۵ و میانگین سنی گروه بدون مواجهه ۳۳/۱۶ بود (تفاوت معنی‌دار).

گردید، نمونه‌های فردی (منطقه تنفسی کارگر) با استفاده از پمپ SKC مدل ۵۰۰۱ - ۲۱۰ و نمونه‌های محیطی با پمپ SKC مدل ۲۳۰۱ - ۲۱۲ انجام شد. اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 15 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، تفاوت متغیرهای کیفی در دو گروه با تست Chi-square و تفاوت متغیرهای کمی بین دو گروه مواجهه‌دار و بدون مواجهه با اسید با t-test مورد بررسی قرار گرفت و جهت حذف متغیرهای مخدوش‌کننده از آنالیز رگرسیون لجستیک استفاده شد.  $P < 0/05$  به عنوان ارتباط معنی‌دار در نظر گرفته شد.

جدول ۱: اطلاعات دموگرافیک در کارگران مواجهه داشته با اسید و مقایسه آن با گروه بدون مواجهه

P-value	بدون مواجهه تعداد(درصد)/انحراف معیار ± میانگین	مواجهه تعداد(درصد)/انحراف معیار ± میانگین	متغیر
۰/۰۰۱	۳۳/۱۶ ± ۷/۷۰	۲۹/۶۵ ± ۵/۴۰	سن(سال)
۰/۶۸	۴۰(۳۶/۷)	۲۷(۳۳/۸)	مصرف سیگار
۰/۰۰۸	۶/۱۹ ± ۴/۷۳	۴/۴۷ ± ۳/۸۷	سابقه خدمت
۰/۴۴	۲۱(۱۹/۳)	۱۲(۱۵)	سابقه رینیت آلرژیک

جدول ۲: فراوانی علایم تحریکی و تنفسی در گروه مواجهه داشته با اسید و مقایسه آن با گروه کنترل

P-value	OR(CI/۹۵)	بدون مواجهه تعداد: ۱۱۱	مواجهه داشته تعداد: ۸۰	علامت
۰/۶۶۵	۱/۱۷(۰/۵۸-۲/۳۲)	۲۳(۲۰/۷)	۱۹(۲۳/۷)	سرفه
۰/۱۹	۱/۵۰(۰/۸۲-۲/۷۰)	۳۵(۳۱/۵)	۳۳(۴۱/۳)	خلط
۰/۰۰۲	۳/۱۷(۱/۴۹-۶/۷۰)	۱۳(۱۱/۷)	۲۴(۳۰)	تنگی نفس (محل کار)
۰/۰۰۶	۲/۳۰(۱/۲۷-۴/۲۰)	۳۳(۲۹/۷)	۴۰(۵۰)	سوزش چشم (محل کار)
۰/۰۰۰	۴/۰۸(۲/۱۰-۷/۹۰)	۱۹(۱۷/۱)	۳۷(۴۶/۳)	سوزش بینی و گلو (محل کار)
۰/۰۱۱	۲/۵۷(۱/۲۲-۵/۴۲)	۱۴(۱۲/۶)	۲۲(۲۷/۵)	گرفتگی صدا
۰/۲۰	۱/۷۳(۰/۷۳-۴/۰۹)	۱۱(۹/۹)	۱۳(۱۶/۳)	التهاب پوست
۰/۴۰	۱/۳۶(۰/۶۵-۲/۸۵)	۱۸(۱۱/۹)	۱۷(۲۱/۳)	خس خس سینه
۰/۰۰۰	۶/۹۵(۳/۶۴-۱۳/۳۰)	۲۴(۲۱/۶)	۵۳(۶۶/۳)	تغییر رنگ یا حساسیت دندان

سیگار و سابقه حساسیت فصلی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت.

میانگین سابقه خدمت در گروه مواجهه داشته به طور معنی‌داری کمتر از گروه بدون مواجهه بود، از نظر مصرف

در گروه مواجهه با اسیدکلریدریک بالاتر از گروه بدون مواجهه است. بعد از حذف متغیرهای مخدوش کننده شامل سن و سابقه خدمت (با استفاده از آنالیز رگرسیون لوجستیک) ارتباط معنی داری بین مواجهه با اسید و علائم فوق الذکر باقی ماند. نتایج مربوط به حذف اثر متغیرهای سن و سابقه خدمت در جدول ۳ ارائه شده است.

اطلاعات مربوط به یافته‌های بالینی در جدول ۲ نشان داده شده است. از بین علائم مورد بررسی، فراوانی سرفه و خلط و خس خس سینه و التهاب پوست در بین دو گروه تفاوت معنی داری را نشان نداد. فراوانی سایر علائم مورد بررسی، شامل تنگی نفس، سوزش چشم، سوزش بینی و گلو، گرفتگی صدا، تغییر رنگ و حساسیت دندان

جدول ۳: حذف اثر متغیرهای مخدوش کننده در مطالعه شامل سن و سابقه خدمت

P-Value	OR(CI/۹۵)		علامت
	بعد از حذف اثر متغیرها	قبل از حذف اثر متغیرها	
۰/۰۰۰	۶/۹۹(۳/۵۶-۱۳/۷)	۶/۹۵(۳/۶۴-۱۳/۳۰)	تغییر رنگ و حساسیت دندان
۰/۰۲۰	۲/۰۸(۱/۱۲-۳/۸۵)	۲/۳۰(۱/۲۷-۴/۲۰)	سوزش چشم
۰/۰۰۰	۳/۸۹(۱/۹۶-۷/۷۰)	۴/۰۸(۲/۱۰-۷/۹۰)	سوزش بینی و گلو
۰/۰۱۶	۲/۵۸(۱/۱۹-۵/۶۰)	۲/۵۷(۱/۲۲-۵/۴۲)	گرفتگی صدا
۰/۰۰۵	۳/۳۴(۱/۵۳-۷/۳۰)	۳/۱۷(۱/۴۹-۶/۷۰)	تنگی نفس

## بحث

مدت ۱ ساعت حداکثر غلظتی است که عوارض جدی ندارد (۱۰). این درحالی است که EPA به علت عدم اطمینان از مطالعات فعلی برای اسیدکلریدریک غلظت مرجع پیشنهاد نمی کند (۱۳).

در این مطالعه تغییر رنگ و حساسیت دندان در گروه مواجهه با اسیدکلریدریک به طور قابل ملاحظه‌ای از گروه بدون مواجهه بیشتر بود. Arowojolu و همکاران در مطالعه‌ای بر روی کارگران شارژ باطری که با اسید مواجهه داشتند شیوع خوردگی دندان را ۷۲٪ گزارش کردند که شبیه به مطالعه حاضر است (۶۶/۳٪) (۱۴). همچنین Hyun-duck و همکاران در مطالعه‌ای جهت بررسی تاثیر مواجهه شغلی با اسیدکلریدریک و تغییر رنگ و خوردگی دندان نتایج مشابهی را گزارش نمودند (۱۷). حساسیت و زرد رنگ شدن دندان از اولین و شایع ترین علائمی است که پیش از شروع و در مراحل

در این مطالعه علائم تحریکی مخاطی و تنفسی در گروه مواجهه با اسید به طور معنی دار بالاتر از گروه بدون مواجهه بود. مطالعات انجام شده توسط سایر محققین نتایج تقریباً مشابهی را گزارش کردند (۱۰). Heyroth در مطالعه‌ای که جهت بررسی علائم بالینی در مواجهه با غلظت‌های مختلف اسیدکلریدریک انجام داد گزارش کرد که بیشتر افراد قادر به تشخیص اسید در هوا در غلظت PPM ۱-۵ هستند و غلظت PPM ۵-۱۰ برای آنها غیرقابل تحمل می گردد. در مطالعه Elkins مواجهه با اسیدکلریدریک در غلظت حدود ۵ PPM باعث تحریک شدید بینی، گلو و چشم گردید (۱۰). در مطالعه دیگر Sayers و همکاران تاثیر غلظت‌های مختلف اسیدکلریدریک بر مخاطات و سیستم تنفسی را بررسی و گزارش کردند که مواجهه با اسید در غلظت PPM ۱-۵ سبب علائم مختصری شده و مواجهه با PPM ۱۰-۵ به

خوردگی دندان وجود نداشت. به علت کم بودن طول مدت مواجهه کارگران با اسید که میانگین آن  $4/47 \pm 3/87$  بود احتمال ارزیابی عوارض ناشی از مواجهه مزمن با اسید کمتر بود.

### نتیجه گیری

به نظر می‌رسد مواجهه با اسید کلریدریک حتی در سطوح پایین‌تر از  $TLV=5$  PPM با بروز علایم تحریکی مخاطی و خصوصاً شروع خوردگی دندان مرتبط است که جهت بررسی رابطه علیتی انجام مطالعات بیشتر به صورت کوهورت توصیه می‌گردد.

ابتدایی خوردگی دندان در اثر مواجهه با اسید روی می‌دهد که در این مرحله مداخله می‌تواند از پیشرفت خوردگی جلوگیری کند (۱۷).

سایر مواجهات در صنعت گالوانیزاسیون تأثیری بر دندانها نداشته و باعث تغییر رنگ و خوردگی دندان نمی‌گردد (۱۵). با توجه به نتایج به دست آمده ارتباطی بین مواجهه با اسید کلریدریک و خوردگی دندان مشاهده شد که جهت تعیین رابطه علیتی، مطالعه‌ای با حجم نمونه بیشتر و همچنین بررسی علل غیرشغلی تغییر رنگ دندان توصیه می‌گردد. به علت محدودیت در انجام معاینه دندان توسط دندانپزشک و عدم دسترسی به دندانپزشک مجرب در این زمینه، امکان بررسی دقیق مراحل مختلف

### منابع

1. El Safty A, El Mahgoub K, Helal S, Abdel Maksoud N. Zinc toxicology among galvanization workers in the iron and steel industry. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 2008: 256– 62.
2. NIOSH, Health hazard evaluation report, UNR– Rohn manufacturing, PEORIA ILLINOIS, 1994.
3. Harrison R. chemicals Ladou Jo. *Current occupational and environmental medicine*, third edition, USA, McGraw Hill companies 2004: 439 –41.
4. Schwartz D. Acute Inhalational Injury, Rosenstock L. Cullen M. Brodtkin C. *Textbook of clinical occupational and environmental medicine*, Elsevier saunders, second edition 2005: 337.
5. Levy BS. Davis F. Johnson B. Respiratory symptoms among glass bottle makers exposed to stannic chloride solution & other potentially hazardous substances. *J Occup Med* 1985; 24(4):277- 82.
6. Ridely J. and Channing J. *Safety at Work*, Sixth edition, Butterworth Heineman Ltd. 2007: 467.
7. Lipman M. Respiratory system (Chapter 10), Editor Harber P. Schenker MB. *Occupational and Environmental Respiratory Disease*. Mosby– Year book Publishers. 1995.
8. Stevens B. Koeing J. Robolledo V, Covert D. Respiratory effects from the inhalation of Hydrogen Chloride in young adult asthmatics *J. Occup. Med.* 34: 923 –9.
9. Agency for toxic substances and disease Registers (US) Hydrochloric acid Medical management Guidelines. US Department of Health and Human Services. Atlanta 2007.
10. National Research Council Authoring Organizations. *Assessment of Exposure – Response Functions for Rocket – Emission toxicants*; Washington D.C. 2001 1998.
11. Kilburn H. Effects of HCL Spill on Neurobehavioral and Pulmonary Function. *JOEM Med.* 1996; 38(10): 1018 –31.
12. Recommended Respiratory Disease Questionnaire foe use with adult and children in epidemiological research. *Am Rev Respire Dis* 1978; 118 (6, Pt. 2): 7– 53.
13. U.S. Environmental Protection Agency, Hazard Summary-Created in April 1992; Revised in January 2000, <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/hydrochl.html>
14. Arowojolu Mo. Erosion of tooth enamel surfaces among battery chargers and automobile mechanics in Indian: A comparative study. *Afr I Med Med Sci* 2001; 30: 5– 8.

15. Remijn B, Koster P, et al. Zincchloride, zinc oxide, hydrochloric acid Exposures Dental erosion in a zinc galvanizing plant in the Netherland. Am Occup. Hyg1982; 25: 299 – 307.
16. Occupational Dental Erosion from Exposure to Acids – a review occupational medicine 2007; 57: 169 –76.
17. Hyun- duck K., Yun- chul H. Occupational exposure to acidic chemicals and Occupational Dental Erosion. Journal of public health Dentistry 2006; 6 (3): 205 –8.