



## ارزیابی ریسک اثرات تحریکی در مواجهه شغلی با فرمالدئید در کارگران کارگاه‌های سازنده ظروف ملامین منتخب از شهر تهران

معصومه وهابی شکرلو<sup>۱</sup>، محمد زینبانی<sup>۲</sup>، سهیلا خداکریم<sup>۳</sup>، منصور رضازاده آذری<sup>۴</sup>، هما خیری<sup>۵</sup>، علی اصغر موسوی مهربان<sup>۶</sup>، رضوان زنده‌دل<sup>۷</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۱۴

تاریخ ویرایش: ۹۴/۰۴/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۱/۲۶

### چکیده

**زمینه و هدف:** ملامین ماده‌ای شیمیایی با کاربرد گسترده در صنعت است و در تولید صفحات روکش‌دار پلاستیکی، چسب، ترکیبات قالب‌گیری و ظروف ملامین سازی استفاده می‌شود. فرمالدهید به‌عنوان یک ماده محرک در صنعت تهیه ظروف غذاخوری تولید می‌گردد و باعث ایجاد عوارضی در کارگران این صنایع می‌شود. این مطالعه با هدف ارزیابی ریسک اثرات تحریکی فرمالدهید در کارگاه‌های سازنده ظروف ملامین انجام گردید.

**روش بررسی:** در این مطالعه ۵۴ کارگر از کارگاه‌های سازنده ظروف ملامینی به‌عنوان گروه مواجهه یافته با فرمالدهید و ۳۰ کارگر از صنایع مواد غذایی و بدون مواجهه با عوامل زیان‌آور به‌عنوان گروه کنترل بررسی گردیدند. نمونه‌برداری از هوای تنفسی با استفاده از روش شماره ۳۵۰۰ سازمان NIOSH انجام گردید. اثرات تحریکی فرمالدهید با استفاده از پرسشنامه آژانس ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست/آزمایشگاه ایمنی و بهداشت بررسی گردید و میزان ریسک نسبی برای هر پاسخ تحریکی محاسبه گردید.

**یافته‌ها:** میانگین غلظت فرمالدهید در کارگاه‌های سازنده ظروف ملامین  $0.44 \pm 0.11$  ppm ارزیابی شد. نتایج آزمون آماری کای دو نشان داد که میزان بروز علائم تحریکی در چشم و مسیر تنفسی فوقانی در گروه مواجهه یافته به‌صورت معنی‌داری بالاتر از گروه کنترل می‌باشد ( $P < 0.05$ ). میزان ریسک نسبی برای تمامی اثرات تحریکی بالاتر از ۱ محاسبه گردید. نتایج نشان داد در بین گروه‌های شغلی مختلف پرس‌کاران بیشترین میزان مواجهه با فرمالدهید را دارند و اثرات تحریکی در چشم پرس‌کاران بالاتر از سایر گروه‌های شغلی است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج اندازه‌گیری هوای تنفسی حاکی از بالا بودن میزان مواجهه کارگران با فرمالدهید در مقایسه با حد آستانه مجاز TWA از سازمان NIOSH می‌باشد. بررسی تحریک‌پذیری در کارگران مشخص می‌سازد که در غلظت‌های پایین‌تر از حدود مجاز توصیه شده در ایران تحریک چشم و مسیر تنفسی قابل توجه است. از این رو با توجه به بالا بودن میزان ریسک نسبی تحریک‌پذیری در کارگاه‌های ملامین سازی نیاز به برنامه‌های جامع جهت مدیریت ریسک اثرات تحریکی وجود دارد.

**کلیدواژه‌ها:** صنعت ظروف ملامین، فرمالدهید، ریسک نسبی، اثرات تحریکی.

### مقدمه

مصرف ملامین ۱/۲۶ میلیون تن تخمین زده شد [۳]. از جمله موارد کاربرد این ماده در تولید انواع ظروف غذاخوری ملامینی می‌باشد. در این صنعت پس از این که پودر ملامین - فرمالدهید در دستگاه پرس ریخته می‌شود با حرارت حدود ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به حالت خمیری درمی‌آید و با فشار به داخل قالب تزریق می‌شود و پس از سرد شدن در داخل قالب دوباره به‌صورت جامد درآمده و سخت می‌گردد. در نتیجه فرایند حرارتی در دستگاه پرس

ملامین نام رایج ماده شیمیایی 1,3,5-Triazine-2,4,6-triamine است و ملامین - فرمالدهید با وزن مولکولی ۱۲۶ و فرمول  $C_3H_6N_6$  به دو شکل پودر و محلول غلیظ وجود دارد [۱]. پودر ملامین - فرمالدهید که از متراکم شدن ملامین و فرمالدهید به وجود می‌آید در برابر شکستگی بسیار مقاوم است و کاربردهای بسیاری در صنعت داراست [۲]. در سال ۲۰۱۰ میزان

۱- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۲- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۳- گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۴- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۵- معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی ایران، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، تهران، ایران.

۶- معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی ایران، امور آزمایشگاه‌ها، تهران، ایران.

۷- نویسنده مسئول) گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. zendehdel76@yahoo.com

کاهش در ظرفیت تنفسی و علایم ریوی از قبیل سرفه، آسم و برونشیت مشاهده شده است [۱۸].  
ریسک نسبی فاکتور آماری مهمی است که برای ارائه خطر بروز یک پیامد ارائه می‌گردد و نسبت احتمال وقوع یک حادثه در افراد مواجهه یافته به احتمال وقوع آن حادثه در افراد مواجهه نیافته است [۲۲]. با توجه به اهمیت اثرات تحریکی فرمالدهید بر روی انسان، در این مطالعه به بررسی مواجهه شغلی با بخارات فرمالدهید و تعیین ریسک نسبی وقوع اثرات تحریکی فرمالدهید بر کارگران چند کارگاه سازنده ظروف ملامینی پرداخته شده است.

### روش بررسی

این مطالعه در ۴ کارگاه سازنده ظروف ملامین واقع در تهران و در فصل پاییز انجام گردید. جمعیت مورد مطالعه شامل ۸۴ نفر بود که از این تعداد ۵۴ نفر به‌عنوان گروه مواجهه یافته در ۴ گروه شغلی به شرح پرسکاری، سنگ‌زنی، آبکاری - برش گل و بسته‌بندی - انبار در کارگاه‌های ملامین سازی مشغول به فعالیت بودند. ۳۴ نفر از کارگران صنایع مواد خوراکی که مواجهه شغلی با فرمالدهید یا مواد تحریک‌کننده نداشتند به‌عنوان گروه کنترل انتخاب گردیدند. برای تمامی افراد فرم رضایت‌نامه شرکت در مطالعه تکمیل گردید و اصول بیابیه هلسینکی در تمامی مراحل رعایت شد. جهت بررسی اثرات تحریکی فرمالدهید در چشم و مسیر تنفسی فوقانی از پرسشنامه آژانس ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست / آزمایشگاه ایمنی و بهداشت (HSE/HSL) استفاده شد [۱۹]. این پرسشنامه در زمان فعالیت کارگران و در شیفت صبح برای تمامی افراد تکمیل گردید. مشخصات دموگرافیک افراد شامل سن، سابقه کار، مصرف سیگار و وضعیت سلامت افراد در فرم مشخصات وارد گردید.

<sup>2</sup>. Health and Safety Executive/ Health and Safety Laboratory

فرمالدهید به هوای محیط کار آزاد می‌شود؛ بنابراین به دلیل مواجهه شغلی کارگران با فرمالدهید برای سلامت آنها مشکلاتی ایجاد می‌گردد.

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که فرمالدهید در تماس با بافت‌های موجودات زنده یک ماده سمی به حساب می‌آید [۴]. از جمله اثرات حاد فرمالدهید می‌توان به خاصیت تحریک‌کنندگی پوست، مخاط چشم و دستگاه تنفسی اشاره نمود. تأثیر این ماده بر کاهش ظرفیت‌های تنفسی انسان در تماس طولانی مدت در تحقیقات متعددی تأیید گردیده است [۵-۷]. تماس مزمن سبب سرطان‌زایی در بینی و قسمت‌های فوقانی دستگاه تنفس می‌گردد [۵، ۶، ۸]، آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان<sup>۱</sup> (IARC) بر اساس شواهد و مدارک کافی در انسان و حیوانات آزمایشگاهی فرمالدهید را در گروه یک سرطان‌زای انسانی طبقه‌بندی کرده است [۹-۱۱]. حد آستانه مجاز به شکل میانگین وزن یافته زمانی سازمان OSHA، ۰/۷۵ ppm می‌باشد [۱۲]. میانگین وزن یافته زمانی سازمان NIOSH ۰/۰۱۶ ppm است [۱۳]. سازمان ACGIH نیز حد سقف ۰/۳ ppm را بر اساس اثرات محرک فرمالدهید در نظر گرفته است [۱۴].

ایجاد اثرات تحریکی در مسیر تنفسی فوقانی در غلظت ۱ پی‌پی‌ام در انسان گزارش شده است [۱۲]. فرمالدهید در گستره‌ی غلظتی ۰/۱- ۱/۱ mg/m<sup>3</sup> تغییرات سیتوژنیک و پاتوژنیک در غشای بینی ایجاد می‌کند [۱۳]. مواجهه با بخارات فرمالدهید ممکن است باعث سوختگی چشم، اشک ریزش و تحریک راه‌های تنفسی فوقانی در غلظت‌های خیلی کم (۰/۱ ppm) گردد [۱۴]. استنشاق فرمالدهید با تراکم زیاد سبب تورم شدید و از بین رفتن بافت‌های سطحی مخاط در دستگاه تنفسی فوقانی می‌شود [۱۵، ۱۶].

گزارش‌های متعدد نشان داده است که علائمی مانند سرفه و دفع خلط در کارگرانی که با فرمالدهید در تماس هستند نسبت به سایرین بیشتر است [۱۷]. همچنین در افرادی که با ۱/۱۳ پی پی ام فرمالدهید در تماس بودند

<sup>1</sup>. International Agency for Cancer Research

دقیق فیشر بررسی گردید. میزان ریسک اثرات تحریکی به شکل میزان ریسک نسبی برای علائم مختلف تحریکی و با استفاده نرم افزار Med Calc محاسبه گردید و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### یافته‌ها

مشخصات دموگرافیک: جدول ۱ تعداد افراد شاغل در هر گروه شغلی را مشخص نموده است. میانگین و انحراف معیار سن، سابقه‌ی کار، مصرف سیگار و جنس در گروه مواجهه یافته و شاهد در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج آزمون آماری t-test نشان داد که میانگین سن در دو گروه اختلاف معنی‌داری ندارد. همچنین بر اساس آزمون آماری من ویتنی هیچ اختلاف معنی‌داری بین میانگین سابقه کار گروه مورد و شاهد یافت نشد. همگن‌سازی دو گروه از لحاظ مصرف سیگار و جنسیت نیز با استفاده از آزمون کای دو صورت گرفت. پایش مواجهه تنفسی: در این مطالعه میانگین میزان بازیافت در روش آنالیز  $4/5 \pm 100$  درصد و میزان حد تشخیص کمی (LOQ) و حد تشخیص کیفی (LOD) به ترتیب  $0/13$  ppm و  $0/38$  ppm تعیین شد. در جدول ۳ ضریب تغییرات بررسی‌های

جدول ۱- تعداد شاغلین در گروه‌های شغلی مختلف در کارگاه‌های سازنده ظروف ملامین

عنوان شغل	تعداد افراد
پرسکاری	۴۱
سنگ زنی	۷
بسته بندی- انبار	۳
آبکاری و برش گل	۳

جدول ۲- مشخصات دموگرافیک افراد مورد مطالعه

مشخصات	گروه مواجهه	گروه کنترل	P
سن	$30/35 \pm 9/06$	$28/36 \pm 7/06$	۰/۳۹
سابقه‌ی کار	$5/23 \pm 6/56$	$3/23 \pm 4/01$	۰/۲۹
تعداد افراد سیگاری	۱۰	۶	۰/۵۴
تعداد افراد غیرسیگاری	۴۴	۲۴	
تعداد زنان	۵	۲	۰/۵۱
تعداد مردان	۴۹	۲۸	

جهت تعیین میزان مواجهه تنفسی با استفاده از رویکرد تمام شماری از همه‌ی کارگران مشغول در کارگاه‌های تحت مطالعه نمونه‌برداری انجام یافت؛ سپس با کمک روش شماره ۳۵۰۰ موسسه ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا (NIOSH) میزان مواجهه تنفسی در گروه‌های شغلی مختلف تعیین گردید. بدین منظور نمونه‌برداری با استفاده از پمپ نمونه‌بردار فردی مدل 224-PC EX8 ساخت شرکت SKC انگلستان و دو بطری گاز شوی استاندارد (ایمپینجر) ساخت شرکت SKC انگلستان و به صورت سری انجام گردید. قابل ذکر است که طبق روش شماره ۳۵۰۰ موسسه ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا از فیلتر پلی تترا فلورو اتیلنی PTFE در مسیر نمونه‌برداری جهت حذف تداخل گردوغبار موجود در محیط استفاده شد.

پس از پایان نمونه‌برداری محتوی ایمپینجرها به فالكون ۵۰ میلی‌لیتری منتقل شد و نمونه‌ها تا زمان آنالیز در جای خنک نگهداری شدند. آنالیز نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل CE 2021 انجام شد.

بدین منظور ابتدا ۴ میلی‌لیتر از محتوی نمونه‌ها به بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری منتقل و سپس با ۶ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ و ۱۰۰ میکرولیتر اسید کروموتروپیک ۰/۱ درصد واکنش داده شد و نهایتاً با آب مقطر به حجم رسانده شد و در طول موج ۵۸۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر قرائت گردید. جهت تعیین غلظت نمونه‌های فرمالدهید از منحنی کالیبراسیون در رنج غلظتی ۰/۰۵ تا ۰/۹ پی پی ام با رگرسیون ۰/۹۹ استفاده شد. با در نظر گرفتن شرایط دما و فشار در محل نمونه‌برداری حجم هوای نمونه‌برداری شده در شرایط استاندارد تعیین و میزان مواجهه تنفسی تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۶ انجام گردید. جهت مقایسه متغیرهای کمی از آزمون t-test، من ویتنی و کروسکال والیس و متغیرهای کیفی با استفاده از آزمون کای دو و آزمون

<sup>1</sup>. National Institute for Occupational Safety & Health

جدول ۶- میزان ریسک نسبی در علائم مختلف

علائم	*RR (LCI-HCI)	p
سوزش چشم	۲۰ (۲/۹ - ۱۳۸/۶)	۰/۰۰۲
آبکی شدن چشم	۱۳/۹ (۱/۹۸ - ۹۷/۵)	۰/۰۰۸
سوزش بینی	۱۹/۷ (۱/۲ - ۳۱۶/۹)	۰/۰۳۵
سوزش حلق	۲۵/۴ (۱/۶ - ۴۰۳)	۰/۰۲
سرفه	۳/۳ (۱ - ۱۰/۴)	۰/۰۳۸

\*Relative risk (RR), Higher Confidence Interval (HCI), Lower Confidence Interval (LCI)

جدول ۷- درصد شیوع علائم تحریکی در گروه‌های شغلی مختلف

گروه شغلی	سوزش چشم	آبکی شدن چشم	سوزش بینی	سوزش حلق	سرفه
پرسکار	٪۷۸	٪۵۸/۵	٪۳۹	٪۴۱/۵	٪۳۴
سنگ‌زن	٪۱۴/۳	۰	٪۱۴/۳	٪۱۴/۳	٪۶۶/۶
بسته‌بندی - انبار	۰	٪۳۳/۳	۰	٪۶۶/۶	٪۶۶/۶
برش گل	٪۱۰۰	۰	۰	٪۶۶/۶	۰
p	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۲۲۳	۰/۲۷	۰/۰۸

مواجهه تنفسی با فرمالدهید در پرس‌کاران و کمترین میزان در برش گل وجود دارد.

ارزیابی ریسک اثرات تحریکی: درصد شیوع اثرات تحریکی در چشم، بینی، دهان و حلق و در گروه‌های شغلی مختلف در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج آزمون دقیق فیشر نشان می‌دهد که میزان تحریک چشم و بینی در گروه‌های شغلی مختلف اختلاف معنی‌داری دارد بطوریکه تحریک چشم به ترتیب در برشکاران گل و پرس‌کاران و تحریک بینی در پرس‌کاران بیشترین مقدار است اما میزان تحریک دهان و حلق در میان گروه‌های شغلی مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد.

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد ریسک عوارض تحریک در چشم و بینی و حلق در کارگران ملامین سازی بیشتر از افراد کنترل می‌باشد (جدول ۶). همچنین میزان سرفه در کارگران مواجهه یافته با فرمالدهید افزایش داشته است. نتایج آزمون دقیق فیشر نشان داد که سوزش و آبکی

جدول ۳- درصد ضریب تغییرات درون روز و برون روز روش آنالیز فرمالدهید

غلظت (ppm)	درون روز (سه بار تکرار)	برون روز (سه بار تکرار)
۰/۰۵	۸/۸	۳
۰/۰۸	۲/۷	۸/۸
۰/۱	۳/۹	۳/۸
۰/۹	۱/۷	۲/۲

جدول ۴- میزان مواجهه تنفسی در گروه‌های شغلی مختلف در کارگاه‌های سازنده ظروف ملامین

گروه شغلی	انحراف معیار میانگین $\pm$ غلظت فرمالدهید (ppm)	p
پرسکار	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۰۴۶	۰/۰۳۵
سنگ‌زن	۰/۰۸۴ $\pm$ ۰/۰۱۲	
بسته‌بندی و انبار	۰/۰۹۵ $\pm$ ۰/۰۰۹	
برش گل	۰/۰۴۳ $\pm$ ۰/۰۱۷	

جدول ۵- میزان شیوع علائم تحریکی در گروه‌های شغلی مختلف

عنوان شغل	تحریک چشم (درصد)	تحریک بینی (درصد)	تحریک دهان (درصد)	تحریک حلق (درصد)	p
پرسکار	۸۲/۹	۶۸/۳	۳۶/۶	۶۸/۳	
سنگ‌زن	۱۴/۳	۴۲/۸	۱۴/۳	۲۸/۶	
بسته‌بندی - انبار	۳۳/۳	۳۳/۳	۰	۶۶/۶	
برش گل	۱۰۰	۰	۰	۶۶/۶	
p	۰/۰۰۱	۰/۰۳۹	۰/۳۶	۰/۲	

درون روز<sup>۱</sup> و برون روز<sup>۲</sup> برای روش آنالیز در غلظت‌های مختلف از فرمالدهید مشخص شده است.

نتایج اعتباربخشی نشان می‌دهد که روش بکار گرفته شده صحت و تکرارپذیری مناسبی برای اندازه‌گیری فرمالدهید دارا است. میانگین مواجهه تنفسی با فرمالدهید در کارگاه‌های مطالعه شده ppm  $0.1 \pm 0.044$  ارزیابی شد. جدول ۴ میزان مواجهه تنفسی با فرمالدهید را در گروه‌های شغلی مختلف نشان می‌دهد. مقایسه مواجهه شغلی در گروه‌های شغلی مختلف از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد ( $p=0.035$ ). نتایج نشان می‌دهد بیشترین میزان

1. Intra-day assay

2. Inter-day assay

نمی‌تواند یک اثر محافظت‌کننده در برابر اثرات تحریکی در کارگران کارگاه‌های سازنده ظروف ملامینی ایجاد نماید. علاوه بر این با توجه به اینکه فرمالدئید به‌عنوان سرطان‌زای انسانی مطرح است باید همواره در کاستن میزان مواجهه با این ماده تا پایین‌ترین حد ممکن برنامه‌ریزی نمود و پیشنهاد می‌شود حدود مجاز سقف پیشنهاد شده برای فرمالدئید در ایران بازبینی گردد.

با بررسی علایم تحریک در زنان نسبت به مردان نتایج آزمون دقیق فیشر اختلاف معنی‌داری در بروز علائم تحریکی در دو جنس نشان نداد ( $p > 0/05$ ). Thomas J. Kulle نیز در مطالعه‌ای بر روی کارگران مواجهه یافته با فرمالدئید هیچ اختلافی در بروز علائم تحریکی در میان زنان و مردان مشاهده نکرد [۲۴]. همچنین نتایج آزمون آماری کای دو نشان داد که میزان تحریک چشم در افراد سیگاری به‌طور معنی‌داری بالاتر می‌باشد ( $p < 0/03$ ) اما اختلافی در علائم تحریکی مسیر تنفسی (بینی، حلق و دهان) در میان افراد سیگاری و غیرسیگاری وجود نداشت ( $p > 0/05$ ). در مطالعه Maya Lyapina و همکاران نیز هیچ اختلافی در بروز علائم تحریکی مسیر تنفسی در افراد سیگاری و غیرسیگاری مشاهده نگردید [۲۵]. این نتایج را می‌توان به دلیل حساسیت بیشتر غشای مخاطی چشم نسبت به مواد محرک به‌ویژه دود سیگار دانست. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد تحریک چشم برای درصد بالایی از افراد شاغل در کارگاه‌های ملامین سازی قابل مشاهده است. همچنین در مسیر تنفسی فوقانی تحریک حلق بیشتر از بینی و دهان رخ داده است.

میزان مواجهه تنفسی گروه شغلی پرسکار با فرمالدئید در این مطالعه بالاتر از سایر گروه‌های شغلی مشاهده گردید. نتایج تحریک‌پذیری دردهان، بینی و حلق و همچنین آبکی شدن چشم در پرس‌کاران بیشتر از گروه‌های دیگر مشاهده شد؛ بنابراین به نظر می‌رسد در بین گروه‌های شغلی ملامین سازان پرس‌کاری بیشترین ریسک تحریک‌پذیری را دارا می‌باشد.

در این مطالعه همگی علائم گزارش شده برای تحریک‌پذیری دارای ریسک نسبی بالاتر از ۱ می‌باشند

شدن در گروه‌های شغلی مختلف معنی‌دار می‌باشد به‌گونه‌ای که در پرس‌کاران بالاترین میزان سوزش و آبکی شدن چشم گزارش گردیده است (جدول ۷).

این مطالعه با هدف بررسی میزان مواجهه شغلی و بررسی اثرات تحریکی فرمالدئید در کارگاه‌های سازنده ظروف ملامین انجام شد. میزان بخارات فرمالدئید در کارگاه‌های اندازه‌گیری شده  $0/1 \pm 0/044 \text{ ppm}$  ارزیابی شد که پایین‌تر از حدود مجاز سقف (TLV- =  $0/3 \text{ ppm}$ ) تعیین شده در ایران می‌باشد. از طرفی با توجه به اینکه فرمالدئید در فرآیند پرس مرتباً تولید می‌گردد و در تمامی کارگاه‌های بررسی شده پرس‌کاران و سایر گروه‌های شغلی در یک سالن فعالیت داشته‌اند لذا مواجهه شغلی تمامی کارگران با فرمالدئید ۸ ساعت در روز می‌باشد و میزان مواجهه تنفسی اندازه‌گیری شده در تمامی کارگاه‌ها بیشتر از حد آستانه تماس شغلی (ppm)  $0/16$  (TWA=) پیشنهاد شده توسط سازمان NIOSH می‌باشد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میزان تحریک چشم و مسیر تنفسی فوقانی در گروه مواجهه یافته به‌طور معنی‌داری بالاتر از گروه کنترل بود. رفیع پور و همکاران در مطالعه‌ای بر روی کارگران کارخانه تولید رزین که در مواجهه با غلظت  $0/9$  پی پی ام فرمالدئید قرار داشتند تحریک مسیر تنفسی فوقانی را گزارش نمودند [۱۷]. در مطالعه Hogan و Main نیز علائمی از تحریک چشم، حلق و بینی در افرادی که با غلظت  $1/6 - 0/12$  پی پی ام فرمالدئید مواجهه داشتند گزارش گردید [۲۰]. اثرات تحریکی فرمالدئید در مواجهه حاد با میانگین غلظت  $0/7$  پی پی ام مشاهده شده است [۲۱] اما در مواجهه‌ی مزمن این اثرات در غلظت‌های پایین‌تر ( $0/3 - 0/1$  پی پی ام) گزارش گردیده است [۲۲]. حد مجاز سقف پیشنهاد شده توسط ACGIH که مورد قبول در ایران نیز می‌باشد بر اساس مدارکی از اثرات تحریکی فرمالدئید در محیط‌های شغلی تصویب شده است [۲۳]. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در غلظت‌های پایین‌تر از حد مجاز سقف ACGIH نیز شکایات مرتبط با تحریک چشم و مسیر تنفسی فوقانی قابل توجه است و غلظت  $0/3$  پی پی ام

exposure estimation, hazard characterization, and exposure-response analysis. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B: Critical Reviews*. 2003;7(1):85-114.

6. Hauptmann M, Lubin JH, Stewart PA, Hayes RB, Blair A. Mortality from Solid Cancers among Workers in Formaldehyde Industries. *American Journal of Epidemiology*. 2004;159(12):1117-30.

7. Neghab M, Soltanzadeh A, Choobineh AR. Respiratory symptoms and functional impairments induced by occupational exposure to formaldehyde. *Iran Occupational Health*. 2010;7(2):55-63

8. Fransman W, Mclean D, Douwes J, Demers PA, Leung V, Pearce N. Respiratory Symptoms and Occupational Exposures in New Zealand Plywood Mill Workers. *Annals of occupational hygiene*. 2003;47(4):287-95.

9. IARC, Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-Butoxy-2-propanol. *Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. 2006; 88.

10. Zhang L, Steinmaus C, Eastmond DA, Xin XK, Smith MT. Formaldehyde exposure and leukemia: A new meta-analysis and potential mechanisms. *Mutation Res*. 2009;681:150-68.

11. Viegas S, Ladeira C, Nunes C, Malta-Vacas J, Gomes M, Brito M, et al. Genotoxic effects in occupational exposure to formaldehyde: A study in anatomy and pathology laboratories and formaldehyde-resins production. *J Occup Med Toxicol*. 2010;5(1):25.

12. Rudzki E, Rebandel P, Grzywa Z. Patch tests with occupational contactants in nurses, doctors and dentists. *Contact Dermatitis*. 1989;2(4):247-50.

13. Rydberg B, Johanson KJ. Estimation of DNA strand breaks in single mammalian cells. *DNA repair mechanisms*. 1978 (03):465-8.

14. Rafeei pour A, Ranjbarian M, Dehghani A, Kalantari S. The prevalence of pulmonary functional impairments workers induced by occupational exposure to Formaldehyde in a resin factory. *Journal of Health in The Field*. 2014;1(4):1-6.

15. Viegas S, Ladeira C, Nunes C, Malta-Vacas J, Gomes M, Brito M, et al. Genotoxic effects in occupational exposure to formaldehyde: A study in anatomy and pathology laboratories and formaldehyde-resins production. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2010; 5(1):25.

16. American conference of governmental industrial hygienists: *Notic of intended change formaldehyde Appl Occup Environ Hyg*. 1992;

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در گروه مواجهه یافته با فرمالدهید در غلظت‌های پایین‌تر از حدود مجاز تصویب شده در ایران تحریک‌پذیری به میزان بیشتری نسبت به گروه کنترل بروز یافته است و فرمالدهید به‌عنوان یک عامل خطر در کارگاه‌های ملامین سازی مطرح می‌باشد. مطالعه‌ی Maya Lyapina و همکاران نیز افزایش ریسک نسبی علائم تحریکی در مسیر تنفسی فوقانی و سیستم تنفسی دندان‌پزشکانی مواجهه یافته با فرمالدهید را گزارش کردند [۲۵].

نتایج ارزیابی ریسک در این مطالعه نشان داد که ریسک بروز اثرات تحریکی در افراد شاغل در کارگاه‌های ملامین سازی به‌ویژه در پرس‌کاران بالا می‌باشد که این امر ضرورت اجرای برنامه‌های کنترلی در جهت مدیریت و کاهش ریسک را آشکار می‌سازد تا بدین‌وسیله هدف نهایی حفظ سلامت و تندرستی نیروی کار تأمین گردد.

### تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از همکاری دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی دانشکده بهداشت برای فراهم کردن هزینه‌های لازم جهت اجرای پروژه تشکر می‌گردد. همچنین از کارگران شرکت‌کننده در این پژوهش و از کارشناسان آزمایشگاه دانشکده بهداشت شهید بهشتی کمال تشکر به عمل می‌آید.

### منابع

1. IARC. *Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man*. 2004.
2. Final Report on Carcinogens Background Document for Formaldehyde. Republic Carcinogen Background Document. National Toxicology Program. 2010.
3. Møller P. Assessment of reference values for DNA damage detected by the comet assay in human blood cell DNA. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*. 2006;612(2):84-104.
4. Naya M, Nakanishi J. Risk assessment of formaldehyde for the general population in Japan *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2005; 43(3):232-43.
5. Liteplo R, Meek M. Inhaled formaldehyde:

7(12).

17. International agency for Research on Cancer world health organization (IRAC) Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans, wood dust and formaldehyde. 1995;62:336-49.

18. Malaka T, Kodama AM. Respiratory health of plywood workers occupationally exposed to formaldehyde. Arch Environ Health. 1990; 45(5):288-94.

19. Bell J, Health, Laboratory S. HSE/HSL Irritancy Questionnaire: A Validation and Reliability Study: Health and Safety Laboratory; 2000.

20. Main DM ,Hogan TJ. Health effects of low-level exposure to formaldehyde. Journal of Occupational and Environmental Medicine. 1983; 25(12):896-900.

21. Kriebel D, Sama SR, Cocanour B. Reversible pulmonary responses to formaldehyde. A study of clinical anatomy students. The American review of respiratory disease. 1993 Dec;148(6 Pt 1):1509-15.

22. Ritchie IM, Lehnen RG. Formaldehyde-related health complaints of residents living in mobile and conventional homes. American Journal of Public Health. 1987;77(3):323-8.

23. U.S. EPA (Environmental Protection Agency), 1995a. Use of benchmark dose approach in health risk assessments. Risk Assessment Forum, Washington, DC; EPA/630/R-94/007. Available from the National Technical Information Service, Springfield, VA, PB95-213765.

24. Kulle TJ. Acute odor and irritation response in healthy nonsmokers with formaldehyde exposure. Inhalation toxicology. 1993;5(3):323-32.

25. Lyapina M, Krasteva A, Dencheva M, Tzekova M, Deliverska M, Kisselova-Yaneva A. Health risk assessment of exposure to formaldehyde in dental materials. Central European Journal of Medicine. 2014;9(2):332-8.

## Irritation risk assessment of occupational exposure to formaldehyde from Melamine dinnerware workshops in Tehran

Masoomeh Vahhabi Shekarloo<sup>1</sup>, Mohammad Mazinani<sup>2</sup>, Soheila Khodakarim<sup>3</sup>  
Mansoor Rezazadeh Azari<sup>4</sup>, Homa Kheyri<sup>5</sup>, Ali-Asghar Mousavi Mehraban<sup>6</sup>, Rezvan Zendeheel<sup>7</sup>

Received: 2015/04/15

Revised: 2015/07/02

Accepted: 2015/10/06

### Abstract

**Background and aims:** Melamine is a chemical widely used in the industries. It is being used in the production of plastic-coated plates, glue, molding compounds and melamine dinnerware. Formaldehyde as an irritant is produced in the melamine dinnerware production and creates some health problem. In this study irritant risk assessment of formaldehyde was assessed in Melamine dinnerware industry.

**Methods:** In this study 54 workers were selected from melamine dinnerware workshops as exposed groups. Also 30 workers from dairy production workshops were evaluated who were not occupationally exposed to irritants. The personal monitoring of workers was performed according to the NIOSH instruction No. 3500. Irritant effects of formaldehyde were evaluated using HSE/HSL questionnaire. Relative risk was calculated for each response.

**Results:** Mean (SD) occupational exposure of workers to formaldehyde was  $0.1 \pm 0.044$  ppm. The results of Chi-square test showed in the exposed group irritation of respiratory tract and eyes was higher than controls ( $p < 0.05$ ). Also, relative risk of all irritation effect was more than 1. Maximum eye irritation was evaluated by pressing workers when formaldehyde exposure was more than others.

**Conclusion:** Occupational exposure of workers to formaldehyde was higher than the respective NIOSH Threshold Limit Values–Time Weighted Average (TLV-TWA). It seems irritation of respiratory tract and eyes occur in the lower concentration of formaldehyde TWA of Iran standards. Due to irritation relative risk in the melamine dinnerware workshops, a program of risk management required.

**Keywords:** Melamine dinnerware industry, Formaldehyde, Relative risk, Irritation effect.

1. Department of Occupational Hygiene Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. Department of Occupational Hygiene Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3. Department of Epidemiology, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4. Department of Occupational Hygiene Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

5. Vice-Chancellor for Health, Department of Occupational Hygiene Engineering, Iran University of Medical Sciences, Laboratory Affairs, Tehran, Iran.

6. Vice-Chancellor for Health, Iran University of Medical Sciences, Laboratory Affairs, Tehran, Iran.

7. (Corresponding author) Department of Occupational Hygiene Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Zendeheel76@yahoo.com