

ارزشیابی مواجهه شغلی کارگران با فرمالدئید در کارگاه‌های سازنده ظروف ملامینی منتخب از شهر تهران

محمد مزینانی^۱، معصومه وهابی شکرلو^۱، سهیلا خداکریم^۲، هماخیری^۳، علی اصغر موسوی مهربان^۳، رضوان زنده دل^{۱*}

۱. گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

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

۳. معاونت بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: رزین ملامین فرمالدئید با کاربردهای بسیاری در صنعت و از جمله در صنایع تولید ظروف ملامین مطرح می باشد. این رزین در صنایع ملامین سازی تحت فشار و دما فرمالدئید تولید می نماید. با توجه به خطراتی که تماس با فرمالدئید در سلامت انسان‌ها ایجاد می نماید مطالعه حاضر باهدف ارزشیابی مواجهه شغلی کارگران با فرمالدئید و ارزیابی خطر کمی جهت توجیه اقدامات کنترلی، انجام گردید.

روش بررسی: این مطالعه توصیفی و مقطعی، بر روی ۵۴ نفر از کارگران ۴ کارگاه ملامین سازی شهر تهران (A,B,C,D) انجام شد. برای تعیین غلظت فرمالدئید در هوای تنفسی، میزان مواجهه تنفسی کارگران بر اساس روش ۳۵۰۰ موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا ارزیابی شد. پارامترهای شرایط جوی هوا شامل دما، فشار، سرعت جریان و رطوبت نسبی همزمان با نمونه برداری اندازه‌گیری گردید. ارزیابی خطر کمی با کمک اطلاعات ریسک تجمعی از سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا انجام شد. تجزیه و تحلیل یافته‌ها با نرم افزار آماری SPSS انجام گرفت. یافته‌ها: میزان میانگین مواجهه شغلی با فرمالدئید در کارگران چهار کارگاه A, B, C و D به ترتیب برابر 0.094 ± 0.033 ، 0.091 ± 0.028 ، 0.048 ± 0.015 و 0.121 ± 0.049 برحسب پی پی ام بود. مواجهه شغلی ارتباط معنی‌دار و مثبتی را با دما ($P=0.035$) نشان داد. نتایج نشان داد بیشترین مواجهه با فرمالدئید در کارگاه‌های مختلف مربوط به پرسکاران و سپس سنگ زنان می‌باشد. بررسی‌ها مشخص کرد که میزان خطر بروز سرطان در مواجهه شغلی با فرمالدئید با استفاده از یافته‌های اطلاعات ریسک تجمعی در بین چهار کارگاه ملامین سازی از لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P=0.002$).

نتیجه گیری: مواجهه شغلی در تمامی کارگاه‌ها بیشتر از حد آستانه تماس شغلی وزن یافته زمانی (0.016 پی پی ام) پیشنهاد شده توسط موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا و کمتر از حد آستانه تماس وزن یافته زمانی (0.075 پی پی ام) پیشنهاد شده توسط سازمان ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا بود. نتایج ارزیابی مواجهه شغلی با فرمالدئید قابل قیاس با مطالعات سال‌های گذشته می باشد. پایش شغلی و ارزیابی خطر در این مطالعه مخاطرات شغلی در کارگران را یادآور می‌نماید. از این رو بررسی و کنترل شرایط محیط برای مدیریت خطر در سال‌های متوالی در کارگاه‌های یادشده توصیه می‌گردد.

واژگان کلیدی: صنعت ملامین، فرمالدئید، پایش شغلی، ارزیابی خطر

مقدمه

تولید شده در ساخت صفحات روکش‌دار پلاستیکی، ۲۹٪ در تولید مواد چسبناک، ۸٪ در تولید پوشش‌ها و ۸٪ نیز در تولید پودرهای قالب‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱). برای تولید این محصولات ملامین با فرمالدئید ترکیب می‌شود (۲). پودرهای قالب‌گیری ملامین فرمالدئید در کارگاه‌های سازنده ظروف ملامینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صنعت تولید ظروف ملامینی در نتیجه فرایند حرارتی در دستگاه پرس فرمالدئید به هوای محیط کار آزاد می‌شود بنابراین استفاده از پودر ملامین فرمالدئید به دلیل مواجهه با فرمالدئید برای

ملامین در صنایع مختلفی مانند اتومبیل‌سازی، ساختمان‌سازی، صنایع الکتریکی، کشاورزی و در تولید محصولات مانند پوشش تلویزیون، کامپیوتر، وسایل ورزشی، ظروف آشپزخانه، مبلمان و کاغذدیواری استفاده می‌شود. در سال ۲۰۱۰ میزان مصرف ملامین ۱/۲۶ میلیون تن تخمین زده شد (۱). تقریباً ۵۰٪ ملامین

سلامت کارگران مشکلاتی ایجاد می‌نماید.

SKC انگلستان و اسپکتروفتومتر مدل CE 2021 بود.

پس از نمونه‌برداری از بخارات فرمالدئید مطابق روش شماره ۳۵۰۰ از موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا محتوای ایمپینجر با محلول کروموتروپیک اسید ۰.۱٪ واکنش داده شد و سپس با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۸۰ نانومتر قرائت شد. با در نظر گرفتن شرایط دما و فشار در محیط نمونه‌برداری و شرایط استاندارد تصحیحات لازم انجام یافت. ارزیابی خطر کمی کارگران با استفاده از یافته‌های اطلاعات ریسک تجمعی از سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۹ با کمک آنالیز واریانس یکطرفه، آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس، ضریب همبستگی و رگرسیون خطی انجام گردید.

یافته‌ها

میانگین انحراف معیار سن و سابقه کار کارگران چهار کارگاه A, B, C و D در جدول ۱ آمده است. آزمون آماری آنالیز واریانس یکطرفه اختلاف معنی‌داری را در بین سن کارگران چهار کارگاه ملامین سازی نشان داد ($P=0/024$) ولی بر اساس آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس سابقه کار از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. شرایط آب و هوایی رطوبت نسبی (درصد)، دما (درجه سانتی‌گراد)، فشار (کیلو پاسکال) و سرعت جریان هوا (متر بر ثانیه) برای محل استقرار هر یک از افراد، اندازه‌گیری شد. بر اساس آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه، میزان فشار، دمای هوا، سرعت جریان هوا و رطوبت نسبی بین چهار کارگاه از لحاظ آماری معنی‌دار گردید (جدول ۲). میزان میانگین مواجهه تنفسی در ۵۴ ایستگاه بررسی‌شده $0/1 \pm 0/044$ پی پی ام ارزیابی شد. با توجه به اینکه مواجهه کارگران با فرمالدئید در کارگاه‌های بررسی‌شده در روز ۸ ساعت بود نتایج ارزیابی مواجهه شغلی در تمامی کارگاه‌ها بیشتر از حد آستانه تماس شغلی وزن یافته زمانی ($0/016$ پی پی ام) پیشنهاد شده توسط مؤسسه ملی بهداشت و ایمنی آمریکا و کمتر از حد آستانه تماس شغلی وزن یافته زمانی ($0/075$ پی پی ام) پیشنهاد شده توسط سازمان ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا بود. آنالیز نمونه‌های پایش فردی نشان داد که میزان مواجهه شغلی با فرمالدئید در کارگاه D بیشترین و در کارگاه C کمترین مقدار بوده است (جدول ۳). بر اساس آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس، میزان مواجهه شغلی استنشاقی با ترکیب نامبرده بین چهار کارگاه ملامین سازی از لحاظ آماری معنی‌دار بود. ($P=0/002$)

فرمالدئید با فرمول شیمیایی HCHO گازی بی‌رنگ، واکنش‌پذیر و با بوی تند در دمای اتاق است. این ماده شیمیایی به‌عنوان یک ترکیب آلی فرار و با ساختار آلدئیدی است (۳). فرمالدئید توسط آژانس بین‌المللی تحقیق بر سرطان به‌عنوان سرطان‌زای قطعی برای انسان‌ها (گروه ۱) دسته‌بندی شده است (۴). که ایجاد سرطان نازوفارنژیال، سینوزال و لنفوهماتوپوئیتیک می‌نماید (۵-۷). مواجهه با فرمالدئید همچنین سبب تحریک و سوزش چشم و مسیر تنفسی می‌گردد. مواجهه طولانی‌مدت با این ماده سبب ایجاد زخم در بدن، درد شکم و کم شدن اشتها می‌شود.

گزارش‌ها نشان می‌دهد در غلظت $37-60 \text{ mg/m}^3$ از فرمالدئید تنگی نفس و ادم ریوی ایجاد می‌شود و در غلظت بالای mg/m^3 باعث مرگ می‌گردد (۸). اثرات تحریکی در مسیر تنفسی فوقانی در غلظت $0/1$ پی پی ام در انسان گزارش شده است (۹). فرمالدئید در گستره غلظتی $1/1 - 0/1 \text{ mg/m}^3$ تغییرات سیتوژنیک و پاتوژنیک در غشای بینی ایجاد می‌کند (۱۰). چندین مطالعه نشان داده است که مواجهه کوتاه‌مدت (۸ هفته) با غلظت بالای فرمالدئید ($0/8 - 0/4$ پی پی ام) تعداد میکرونوکلئوئیدها را در سلول‌های اپیتلیال بینی افزایش می‌دهد (۱۱-۱۳).

ارزیابی خطر یک رویکرد مناسب در بررسی مواجهه شغلی کارگران با ترکیبات شیمیایی مخاطره‌آمیز است (۱۴).

از آنجاکه اثرات سمی وابسته به دوز هستند اطلاع از میزان مواجهه یک بخش جدانشدنی از فرآیند ارزیابی خطر است (۱۵). با توجه به خطراتی که تماس با فرمالدئید در سلامت انسانها ایجاد مینماید مطالعه حاضر باهدف ارزشیابی مواجهه شغلی کارگران با فرمالدئید و ارزیابی خطر کمی سرطان در تعدادی از کارگاه‌های سازنده ظروف ملامین انجام یافت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی و مقطعی می‌باشد و بر روی ۵۴ نفر از کارگران ۴ کارگاه ملامین سازی شهر تهران (A, B, C, D) با روش تمام شماری انجام یافت. تمامی پرسنل این کارگاه‌ها با عناوین شغلی پرسکار، سنگ زن، برش گل و بسته‌بندی انبار ارزیابی شدند. میزان مواجهه تنفسی کارگران بر اساس روش شماره ۳۵۰۰ از موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا با یک نوبت نمونه برداری در فصل پاییز ارزیابی شد (۱۶). وسایل مورد استفاده در این تحقیق پمپ نمونه‌بردار فردی مدل 224-PC EX8 ساخت شرکت SKC انگلستان، بطری‌های گازشوی استاندارد (ایمپینجر) ساخت شرکت

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک کارگران ملابین سازی بر اساس نوع کارگاه

P	کارگاه D		کارگاه C		کارگاه B		کارگاه A		مشخصات
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
۰/۰۲۴	۸/۴	۲۸/۴۷	۱۳/۴	۴۱/۸	۸/۰۶	۳۰/۱۱	۷/۳	۲۹/۵۲	سن (سال)
۰/۰۹۹	۶/۵	۵/۸۲	۱۱/۱	۷/۷۵	۴/۰۹	۴/۰۸	۶/۳	۴/۴۵	سابقه کار (سال)

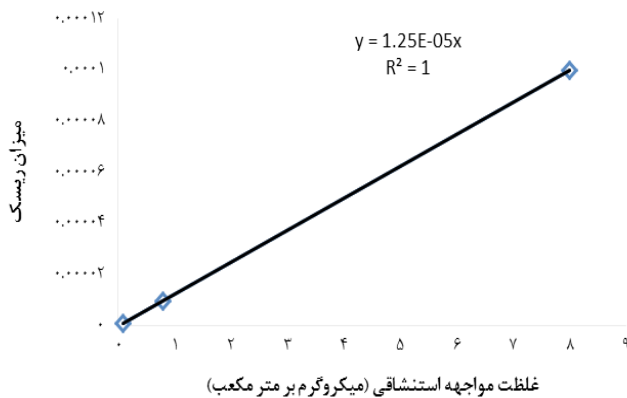
جدول ۲. شرایط جوی بر اساس نام کارگاه

P	کارگاه D		کارگاه C		کارگاه B		کارگاه A		شرایط جوی
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
<۰/۰۰۱	۰/۱۳	۰/۷۷	۰/۰۸	۰/۵۰	۰/۰۷	۰/۶۳	۰/۰۸	۰/۶۳	سرعت جریان هوا
<۰/۰۰۱	۰/۰۸	۹۰/۱۳	۰/۰۶	۸۹/۹۸	۰/۰۶	۹۰/۰۳	۰/۰۳	۹۰/۱۳	فشار
۰/۰۰۱	۱۰/۵۴	۵۴/۵۲	۸/۹۹	۶۹/۷۹	۴/۷۹	۴۶/۸۳	۱۰/۰۳	۵۱/۰۶	رطوبت نسبی
<۰/۰۰۱	۲/۰۵	۲۴/۷۴	۲/۱۹	۱۸/۶۰	۲/۰۰	۱۸/۶۷	۱/۸۵	۲۰/۷۴	دما

جدول ۳: غلظت هوا برد فرمالدئید (پی پی ام) در چهار کارگاه ملابین سازی

کارگاه	میانگین غلظت فرمالدئید	انحراف معیار	P
A	۰/۰۹۴	۰/۰۳۳	
B	۰/۰۹۱	۰/۰۲۸	
C	۰/۰۴۸	۰/۰۱۵	۰/۰۰۲
D	۰/۱۲۱	۰/۰۴۹	

در محیط های شغلی، می بایستی تصحیح غلظت مواجهه با توجه به ساعات کاری فرد و طول عمر متوسط (۷۰ سال) افراد جامعه محاسبه شود. بدین ترتیب با احتساب ۸ ساعت کاری کارگر در هر روز، ۵ روز در هر هفته و ۵۲ هفته در سال و ۳۰ سال مواجهه، نسبت این زمان به عمر متوسط جامعه (۷۰ سال) با ضریب تصحیح ۱۰ به دست آورده شد. بدین ترتیب که ابتدا نمودار میزان خطر سرطانزایی و غلظت مواجهه بر اساس داده های اطلاعات ریسک جمعیتی ترسیم گردید (نمودار ۱) سپس از روی معادله خط به دست آمده میزان بروز خطر سرطان بر اساس میزان مواجهه شغلی، برای هر فرد محاسبه شد. قابل ذکر است که غلظت های مواجهه شغلی (۸ ساعت کار روزانه به مدت ۳۰ سال) بر اساس مواجهه محیطی (۲۴ ساعت در روز و ۷۰ سال عمر متوسط) تصحیح گردید.



نمودار ۱. نمودار محاسبه میزان خطر سرطانزایی بر اساس اطلاعات ریسک جمعیتی

نتایج ارزیابی خطر مشخص کرد که بیشترین خطر در کارگاه D محاسبه شده است (جدول ۴). میزان بروز خطر سرطان در بین گروه های متناظر چهار کارگاه از نظر آماری معنی دار بود ($P=0/035$).

مقایسه مواجهه شغلی با ترکیب فرمالدئید در گروه های شغلی متناظر بین چهار کارگاه (پرسکاری، سنگ زنی، آبکاری و برش گل و بسته بندی انبار) با استفاده از آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس نشان داد که بین گروه های متناظر در چهار کارگاه اختلاف آماری معنی داری وجود داشت ($P=0/035$).

میانگین مواجهه شغلی در پرسکاران کارگاه D بیشترین مقدار $0/143 \pm 0/045$ پی پی ام و در برشکاران کارگاه C نسبت به کارگاه های دیگر کمتر مقدار $0/03 \pm 0/045$ پی پی ام مشاهده گردید. بررسی ارتباط خطی بین متغیرهای جوی و میزان مواجهه با فرمالدئید با استفاده از آزمون مدل رگرسیون خطی نشان داد که از میان پارامترهای شرایط جوی دما ارتباط معنی دار مثبت با میزان مواجهه فردی ایجاد کرده است ($P=0/035$).

برای تخمین کمی خطر بروز سرطانزایی در مواجهه شغلی با فرمالدئید از یافته های اطلاعات ریسک جمعیتی از سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا^۱ استفاده گردید (۱۷). جهت تعیین میزان مواجهه

فرمالدئید به هوا رها می شود. محدودیت‌های زمانی تکرار مطالعه در فصول مختلف سال از محدودیت‌های مطالعه است.

میزان حدود مجاز سقف پیشنهاد شده توسط انجمن دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا^۱ برای فرمالدئید از سال ۱۹۹۲ تاکنون ۰/۳ پی پی ام اعلام شده و این سازمان حدود مجاز وزن یافته زمانی برای این ترکیب اعلام نکرده است. مقادیر حدود مجاز در ایران نیز همانند سازمان انجمن دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا پیشنهاد گردیده است (۲۴). نتایج نشان داد که میانگین مواجهه تنفسی با فرمالدئید پایینتر از حدود مجاز سقف (۰/۳ پی پی ام) تعیین شده در ایران است. از طرفی با توجه به اینکه فرمالدئید در کارگاه‌های تولید ظروف ملامینی در فرآیند پرس مرتباً تولید می گردد لذا مواجهه شغلی تمامی کارگران با فرمالدئید ۸ ساعت در روز می باشد. میزان مواجهه کارگران در تمامی کارگاه‌ها و در تمامی گروه‌های شغلی بالاتر از حد آستانه تماس شغلی وزن یافته زمانی (۰/۱۶ پی پی ام) پیشنهاد شده توسط مؤسسه ملی بهداشت و ایمنی آمریکا است و پایین‌تر از حد آستانه تماس شغلی وزن یافته زمانی (۰/۷۵ پی پی ام) پیشنهاد شده توسط سازمان ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا است.

بنا بر گزارش محققان، میانگین سطح مواجهه در کارگاه‌های تولید ملامین همانند مطالعه حاضر بالاتر از حدود مجاز وزن یافته زمانی می باشد. بر اساس مطالعه گلبابایی و همکاران در صنعت تهیه ظروف ملامینی برای کارگران مواجهه یافته در نوبت صبح و بعدازظهر به ترتیب میزان غلظت فرمالدئید ۲۱ ± ۱/۴۴ و ۲۴ ± ۰/۲۱۷ پی پی ام به دست آمده است (۲۲). مطالعه زانگ و همکاران در کارگران چینی در دو کارخانه تولید رزین فرمالدئید- ملامین، غلظت فرمالدئید برای کارگران مواجهه یافته در این صنعت را ۱/۲۸ پی پی ام گزارش کرده است (۲۵). همچنین مطالعه نقاب و همکاران که در کارخانه تولید رزین ملامین- فرمالدئید انجام گرفته میزان غلظت فرمالدئید را ۰/۴۰ ± ۰/۷۸ پی پی ام گزارش کرده اند (۲۶).

ارزیابی خطر یک رویکرد مناسب برای کنترل مواجهه شغلی کارگران با ترکیبات شیمیایی مخاطره آمیز است. در بررسی مواجهه شغلی کارکنان، ارزیابی خطر کمی با استفاده از مدل‌های ریاضی و بر پایه مطالعات اپیدمیولوژیک انجام یافته است. از نقاط قوت این پژوهش ارزیابی خطر بروز سرطان فرمالدئید با استفاده از اطلاعات ریسک جمعی است.

برای تخمین کمی خطر سرطانزایی ناشی از مواجهه استنشاقی با فرمالدئید اطلاعات ریسک جمعی سطوح خطری را بر اساس غلظت مواجهه در طول عمر افراد تعریف کرده است. ارتباط بین خطر و غلظت به صورت خطی است. این واحد خطر نایستی در غلظت‌های هوای بیشتر از ۸۰۰ میکروگرم بر مترمکعب استفاده شود زیرا در این

مقایسه میزان خطر کمی در بین گروه‌های متناظر چهار کارگاه ملامین سازی نشان داد میزان خطر در پرسکاران کارگاه D بیشترین و در پرسکاران کارگاه C کمترین مقدار است.

جدول ۴. مقایسه خطر کمی در اثر مواجهه با فرمالدئید بر حسب یافته‌های

اطلاعات ریسک جمعی

کارگاه	خطر کمی		
	میانگین	انحراف معیار	حد اکثر
A	۰/۰۰۰۱۴۴	۰/۰۰۰۰۵۲	۰/۰۰۰۲۶۱
B	۰/۰۰۰۱۴۰	۰/۰۰۰۰۴۴	۰/۰۰۰۲۴۵
C	۰/۰۰۰۰۷۴	۰/۰۰۰۰۲۳	۰/۰۰۰۱۰۷
D	۰/۰۰۰۱۸۶	۰/۰۰۰۰۷۵	۰/۰۰۰۳۰۸

بحث

در این مطالعه میزان مواجهه با فرمالدئید در صنعت ساخت ظرف ملامینی از ۰/۰۳ تا ۰/۲۰۱ پی پی ام مشاهده شد. مطالعات مختلف اثرات سمی مواجهه شغلی با فرمالدئید را در مشاغل مثل صنعت تخته چندلا (۱۸)، آزمایشگاه‌های آناتومی-پاتولوژی (۱۹)، تولید رزین‌هایی بر پایه فرمالدئید (۲۰) و دیپارتمان پاتولوژی بیمارستان (۲۱) مشخص کرده اند. میزان مواجهه با فرمالدئید در این مطالعه از مقادیر به دست آمده در مطالعه گلبابایی (۲۲) در صنعت ملامین سازی کمتر بوده است. این تفاوت ممکن است به دلیل به کارگیری کنترل‌های مناسب مهندسی در صنایع مطالعه شده، تفاوت در فرایند تولید یا کم شدن میزان تولید باشد.

بررسی شرایط جوی محیط کار در کارگاه‌های A، B، C و D نشان داد که تفاوت در شرایط جوی محیط کار سبب ایجاد تفاوت در میزان مواجهه با فرمالدئید می گردد به طوری که میزان مواجهه با فرمالدئید به طور معنی داری با دمای هوا ارتباط مثبت داشت. این موضوع را میتوان به این شکل توجیه کرد که بالا رفتن دما موجب افزایش فراریت فرمالدئید و بالا رفتن میزان انتشار آلاینده می گردد (۲۳).

در بررسی گروه‌های شغلی دیده می شود که بیشترین مواجهه با فرمالدئید در کارگاه‌های مختلف مربوط به پرس کاران و سپس سنگ زنان می باشد و کمترین مواجهه در گروه شغلی برش قابل مشاهده است. به نظر می رسد ماهیت کار پرس کاران و نحوه به کارگیری رزین ملامین - فرمالدئید در انتشار فرمالدئید به هوای محیط کار مؤثر است. در فرآیند پرس کاری به دلیل اینکه رزین ملامین - فرمالدئید تحت دما و فشار پرس میگردد میزان بیشتری از بخارات

۱. American Conference of Governmental Industrial Hygienist

۲. Occupational Safety and Health Administration

ملازمین سازی را یادآور می‌نماید. از این رو بررسی و کنترل شرایط محیط برای کارگاه‌های یادشده توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله 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.

صورت شیب معادله خط برای محاسبه خطر تغییر خواهد کرد (۱۷). با توجه به اینکه خطر قابل قبول در محیط‌های شغلی، ۱ نفر به ازای ۱۰۰۰ نفر است (۲۷)، به نظر می‌رسد تمامی خطرهای به دست آمده در کارگاه‌های مورد بررسی قابل قبول است. میزان خطر بر اساس معیارهای اطلاعات ریسک تجمعی بین چهار کارگاه معنی دار بود، کاهش مواجهه با خطرهای بهداشتی و ارتقای شرایط کاری کارگران ملازمین سازی از طریق اقدامات کنترلی توصیه می‌گردد. مواجهه شغلی در تمامی گروه‌های شغلی در صنعت ملازمین سازی کمتر از حد مجاز سقف تعیین شده در ایران و بیشتر از حد آستانه تماس شغلی مؤسسه ملی بهداشت و ایمنی امریکا می‌باشد. نتایج پایش مواجهه با فرمالدئید مخاطرات شغلی در کارگران صنعت

References

1. National Energy Corporation of Trinidad and Tobago Limited (NEC). Profiles for Derivative Melamine Manufacturing Business Opportunities. Available from: <http://www.energy.tt/>. 2011.
2. Wikipedia, the free encyclopaedia. Formaldehyde. Available from: <http://en.m.wikipedia.org/wiki/Formaldehyde>. Accessed January 24, 2015.
3. National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH). (NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards & Other Databases CD-ROM. Department of Health & Human Services, Centers for Disease Prevention & Control, 2005.
4. International Agency for Research on Cancer. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. September 7, 2004.
5. Matanoski G. Risks of Pathologists Exposed to Formaldehyde School of Hygiene and Public Health. The National Institute for Occupational Safety and Health. 1989.
6. Luce D, Leclerc A, Bégin D, Demers PA, Gérin M, Orlowski E, et al. Sinonasal cancer and occupational exposures: a pooled analysis of 12 case-control studies. *Cancer Causes & Control*. 2002;13(2):147-57.
7. Hauptmann M, Lubin JH, Stewart PA, Hayes RB, Blair A. Mortality from lymphohematopoietic malignancies among workers in formaldehyde industries. *Journal of the National Cancer Institute*. 2003;95(21):1615-23.
8. Theakston F. Air quality guidelines for Europe. 2, editor: World Health Organization Regional Office for Europe Copenhagen; 2000.
9. Bingham E, Cochrane B, Powell CH. Patty's toxicology. 5, editor: John Wiley and Sons; 2001.
10. Edling C, Hellquist H, Odkvist L. Occupational exposure to formaldehyde and histopathological changes in the nasal mucosa. *British Journal of Industrial Medicine*. 1988;45(11):761-5.
11. Ballarin C, Sarto F, Giacomelli L, Bartolucci GB, Clonfero E. Micronucleated cells in nasal mucosa of formaldehyde-exposed workers. *Mutation research*. 1992 Jul;280(1):1-7.
12. Suruda A, Schulte P, Boeniger M, Hayes RB, Livingston GK, Steenland K, et al. Cytogenetic effects of formaldehyde exposure in students of mortuary science. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. 1993;2(5):453-60.
13. Kitaeva LV, Mikheeva EA, Shelomova LF, Shvartsman P. Genotoxic effect of formaldehyde in somatic human cells in vivo. *Genetika*. 1996;2(9): 1287-90
14. Azari MR, Nasermoaddeli A, Movahadi M, Mehrabi Y, Hatami H, Soori H, et al. Risk assessment of lung cancer and asbestosis in workers exposed to asbestos fibers in brake shoe factory in Iran. *Industrial health*. 2010;48(1):38-42.

15. Williams PL, James RC, Roberts SM. Principles of toxicology: environmental and industrial applications: John Wiley & Sons; 2015.
16. National Institute for Occupational Safety and Health, formaldehyde by vis No. 3500, in NIOSH Manual of Analytical Methods, August 1994. Available from: [http:// www.cdc.gov/niosh/docs/1994-154/pdfs/3500.pdf](http://www.cdc.gov/niosh/docs/1994-154/pdfs/3500.pdf).
17. Integrated Risk Information System (IRIS). Formaldehyde. (CASRN 50-00-0). 1991; Available from: [http:// cfpub.epa.gov/ncea/iris/index](http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index).
18. Jiang S, Yu L, Cheng J, Leng S, Dai Y, Zhang Y, et al. Genomic damages in peripheral blood lymphocytes and association with polymorphisms of three glutathione S-transferases in workers exposed to formaldehyde. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. 2010;695(1):9-15.
19. Costa S, Pina C, Coelho P, Costa C, Silva S, Porto B, et al. Occupational exposure to formaldehyde: genotoxic risk evaluation by comet assay and micronucleus test using human peripheral lymphocytes. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A. 2011;74(15-16):1040-51.
20. 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.
21. Shaham J, Bomstein Y, Gurvich R, Rashkovsky M, Kaufman Z. DNA-protein crosslinks and p53 protein expression in relation to occupational exposure to formaldehyde. Occup Environ Med 2003;6(60): 403-9.
22. Golbabaie F, Sanai GH, Bakand S. Fomnaldehyde Exposure and Its Health Hazards in a Melamine Dinnerware Manufacturing Industry. Medical Journal. 1997;11(2):143-7.
23. Qian H, Fiedler N, Moore DF, Weisel CP. Occupational exposure to organic solvents during bridge painting. Annals of Occupational Hygiene. 2010;54(4):417-26.
24. National Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. American Conference of Governmental Industrial Hygienists TLVs and BEIs 2012.
25. Zhang L, Tang X, Rothman N, Vermeulen R, Ji Z, Shen M, et al. Occupational exposure to formaldehyde, hematotoxicity, and leukemia-specific chromosome changes in cultured myeloid progenitor cells. Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention. 2010;19(1):80-8.
26. Neghab M, Soltanzadeh A, Choobineh A. Respiratory morbidity induced by occupational inhalation exposure to formaldehyde. Industrial health. 2011;49(1):89-94.
27. Rodricks JV, Brett SM, Wrenn GC. Significant risk decisions in federal regulatory agencies. Regul Toxicol Pharmacol. 1987; 7 (3): 307- 20.

Evaluation of occupational exposure to formaldehyde from selected manufactures of dinnerware melamine production in Tehran

Mazinani M¹, Vahabi Shokrlou M¹, Khodakarim S², Kheiry H³, Mosavi Mehraban AA³, Zendehtdel R^{*1}

Abstract

Background and Objectives: Melamine formaldehyde resin is proposed as commercial material in the industry such as melamine dinnerware manufactures. Formaldehyde is produced under the pressure and temperature in this industry. Because of health hurdle, the aim of this study was to conduct a thorough occupational monitoring of formaldehyde exposure in the dinnerware manufactures and quantitative risk assessment for control measuring.

Materials and Methods: 54 workers from 4 melamine workshops (A, B, C, D) in Tehran were investigated according to the NIOSH method No. 3500. Atmospheric condition including air temperature, pressure, the speed and relative humidity were measured. Quantitative risk assessment was conducted using the method of IRIS. Results were analyzed with SPSS statistical analysis software.

Results: Formaldehyde exposure in workers was evaluated 0.094 ± 0.033 , 0.091 ± 0.028 , 0.048 ± 0.015 and 0.121 ± 0.049 ppm in the A, B, C and D workshops, respectively. There are positive correlation between temperature and occupational exposure significantly. Pressing workers were exposed to maximum concentration of formaldehyde while grinding have minimum exposure. Result of risk assessment in the four melamine manufactures are different ($P=0.002$).

Conclusion: All workers exposure to formaldehyde are higher than the Time-weighted average TWA=0/016 ppm suggested by NIOSH and lower than the Time-weighted average TWA=0/75 ppm suggested by OSHA. The results of this study are comparable with other studies. Occupational monitoring and risk assessment remind occupational hazards of melamine dinnerware manufactures. Then, this study suggest further justify proceeding and engineering control measures.

Keywords: *melamine dinnerware industry, formaldehyde, occupational monitoring, risk assessment*

1. Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health, School of health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2. Epidemiology, Department of Occupational Health, School of health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3. Occupational Health Engineering, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

* **Corresponding Author:** Zendehtdel76@yahoo.com