

## Blood Factors Changes due to Formaldehyde Exposure Study in Melamine Manufactures Workers

Zendehdel R<sup>1</sup>, Hoseinabadi S<sup>1\*</sup>, Rafeepour A<sup>3,1</sup>, Fazli Z<sup>1</sup>, Vahaji N<sup>2</sup>

1. Occupational Health Engineering Department, Health School of Shahid Behesti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Occupational Health Engineering Department, Health Assistance of Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Student Research committee, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.

---

### Abstract

**Background and Objectives:** Millions of workers in the production or using of different chemicals such as melamine formaldehyde resin are exposed by formaldehyde. In spite of Widespread formaldehyde usage, there are too concerns about its toxicity effects. This study aimed to assess the workers occupational exposure to formaldehyde in some melamine production workshops and blood factors change in the exposed workers.

**Materials and Methods:** This cross-sectional study was performed on 66 workers in Tehran. 40 melamine manufactures workers as exposed group and 26 food industry workers as unexposed group was selected. Occupationally exposure to formaldehyde was assessed by NIOSH 3500 method. Hematological parameters including White Blood Cell, Red Blood Cell, Platelet Count, Lymphocytes Percent and Volume of Red Blood Cells was evaluated. Ethical considerations in this study were adhered based on the Helsinki guidelines.

**Results:** occupationally median exposure to formaldehyde in melamine manufactures was evaluated 0.0896 ppm (0.03-0.2ppm), which is lower than the permitted ceiling limit (TLVc =0.3ppm) in Iran and more than the NIOSH threshold exposure limit (TWA= 0.016 ppm).The results show, in exposed group, workers with unmoral count of white and red blood cells are significantly higher than unexposed people.

**Conclusion:** Occupationally exposure to formaldehyde cause adverse effects on the hematopoietic system. Exposures to formaldehyde in the concentration lower than approved standard limit in Iran probably induce toxicity effect on the blood cells. Because of the few number of people surveyed in this study, broader studies suggested. In addition assessing blood cells, more specific tests are necessary to evaluate the toxicity effect of formaldehyde on the blood.

**Keywords:** melamine manufacture, exposure to formaldehyde, blood cells

---

#### How to cite this article:

Zendehdel R, Hoseinabadi S, Rafeepour A, Fazli Z, Vahaji N. Blood Factors Changes due to Formaldehyde Exposure Study in Melamine Manufactures Workers. J Saf Promot Inj Prev.2016;4(3):201-6.

## تغییرات فاکتورهای خونی ناشی از مواجهه با فرمالدئید در کارگران کارگاه‌های ملامین سازی

رضوان زنده‌دل<sup>۱</sup>، صدیقه حسین‌آبادی<sup>۱\*</sup>، آتنا رفیعی پور<sup>۱،۲</sup>، زهره فضلی<sup>۱</sup>، نرگس وهاجی<sup>۲</sup>

۱. گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران  
 ۲. گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران  
 ۳. مرکز تحقیقات دانشجویی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

## چکیده

**سابقه و هدف:** میلیون‌ها کارگر به هنگام تولید یا بکارگیری ترکیبات مختلفی همچون رزین ملامین فرمالدئید، در مواجهه با فرمالدئید هستند. باوجود کاربرد گسترده‌ی این ماده، نگرانی‌های زیادی درباره اثرات سمی فرمالدئید وجود دارد. این مطالعه باهدف ارزیابی میزان مواجهه شغلی کارگران با فرمالدئید در چند کارگاه ملامین سازی و تغییر فاکتورهای خونی در آن‌ها انجام شد.

**روش بررسی:** این مطالعه مقطعی در شهر تهران بر روی ۶۶ کارگر انجام یافت. ۴۰ کارگر شاغل در چند کارگاه ملامین سازی و ۲۶ کارگر شاغل در صنایع مواد خوراکی و بدون تماس با آلاینده شیمیایی به‌عنوان گروه کنترل انتخاب شدند. میزان مواجهه شغلی با فرمالدئید بر اساس روش NIOSH ۳۵۰۰ ارزیابی گردید و فاکتورهای خونی شامل تعداد گلبول قرمز، تعداد گلبول سفید، تعداد پلاکت‌ها، درصد لنفوسیت‌ها و حجم گلبول‌های قرمز تعیین شد. ملاحظات اخلاقی هلسینکی در این مطالعه رعایت شد و شرکت آزمودنی‌ها در مطالعه با آگاهی و داوطلبانه بود.

**یافته‌ها:** بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میانگین تماس شغلی با فرمالدئید در کارگاه‌های ملامین سازی  $0.0896 \text{ ppm}$  ( $0.03-0.2 \text{ ppm}$ ) بود که پایینتر از حدود مجاز سقفی ( $\text{TLV-C} = 0.3 \text{ ppm}$ ) در ایران و بیشتر از حد آستانه تماس شغلی ( $\text{TWA} = 0.16 \text{ ppm}$ ) پیشنهادشده توسط انستیتو ملی ایمنی و بهداشت شغلی می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد در افراد دارای مواجهه با فرمالدئید، تعداد افراد با دامنه غیر نرمال از گلبول‌های سفید و قرمز به شکل معنی‌داری بیشتر از گروه مواجهه نیافته است.

**نتیجه‌گیری:** تماس شغلی با فرمالدئید در صنعت ملامین سازی می‌تواند بر روی سیستم خون‌ساز اثرات نامطلوب بگذارد. به نظر می‌رسد مواجهه با فرمالدئید در غلظت‌های پایین‌تر از حدود مجاز توصیه‌شده در ایران، اثرات سمی بر سلول‌های خونی ایجاد می‌نماید. با توجه به کوچک بودن تعداد افراد بررسی‌شده در این مطالعه پیشنهاد می‌گردد مطالعاتی وسیع‌تر بر روی افراد دارای مواجهه با فرمالدئید انجام یابد. همچنین علاوه بر ارزیابی سلول‌های خونی از آزمون‌ها اختصاصی‌تر جهت بررسی سمیت فرمالدئید بر خون استفاده گردد.

**واژگان کلیدی:** ملامین سازی، مواجهه با فرمالدئید، فاکتورهای خونی

## مقدمه

ترکیبات فنل، ملامین و پلی استال می‌باشد. این محصولات به‌عنوان چسب در تولید تخته چن‌دلا، نئوپان، مبلمان و محصولات چوبی دیگر بکار گرفته می‌شوند. فرمالدئید همچنین در ساخت لوازم‌آرایی استفاده می‌گردد و کاربرد مهمی به‌عنوان ضدعفونی‌کننده داراست. بیش از ۶۵ درصد کل فرمالدئید تولیدی در جهان (۳۱۹۱۲ کیلو تن) برای تولید رزین استفاده می‌شود. این رزین‌ها شامل اوره-فرمالدئید، فنل فرمالدئید و ملامین-فرمالدئید می‌باشد. این رزین‌ها در ساختمان‌سازی به‌کاربرده می‌شوند همچنین رزین ملامین فرمالدئید در تهیه ظروف ملامین سازی استفاده می‌گردد (۳،۴). در فرایند تولید ظروف ملامینی رزین ملامین-فرمالدئید تحت فشار و دما بخارات فرمالدئید تولید می‌نماید که منجر به تماس شغلی کارگران

فرمالدئید و محصولات حاوی این ماده شیمیایی بیش از ۵ درصد از تولید سالانه ناخالص ملی آمریکا با ارزش حدود ۵ میلیارد دلار را به خود اختصاص داده‌اند (۱). اداره کل ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا تخمین زده است که بیش از ۲۲ میلیون نفر کارگر در ایالات متحده و بسیاری از کشورهای در حال توسعه، با فرمالدئید مواجهه دارند (۲).

یکی از گسترده‌ترین موارد کاربرد فرمالدئید در تولید رزین با

۱. Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

\*آدرس نویسنده مسئول مکاتبات: dh.abadi@gmail.com

مواجهه یافته با فرمالدئید در مقایسه با کارگران مواجهه نیافته، بیشتر گزارش شده است (۱۷).

چندین مطالعه در حیوانات آزمایشگاهی سطوح افزایش یافته‌ای از آسیب سیتوتوکسیک در مغز استخوان را نشان داده‌اند (۱۸). با توجه به ریسک ایجاد آسیب به سیستم خون‌ساز در تماس با فرمالدئید و وجود نتایج متناقض در مطالعات مختلف، هدف از این مطالعه بررسی میزان مواجهه شغلی در کارگران چند کارگاه ملامین سازی و ارزیابی فاکتورهای خونی در این کارگران بوده است.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه مقطعی در شهر تهران بر روی ۶۶ نفر انجام یافت. افراد مورد مطالعه شامل ۴۰ کارگر شاغل در ۴ کارگاه ملامین سازی، به‌عنوان گروه مواجهه یافته با فرمالدئید بود. ۲۶ نفر کارگر شاغل در صنایع مواد خوراکی و بدون تماس با مواد شیمیایی زیان‌آور به‌عنوان گروه مواجهه نیافته در نظر گرفته شد. این مطالعه با کسب رضایت کتبی از افراد مورد مطالعه و با تضمین عدم افشای نتایج به همراه نام یا مشخصات افراد یا سوءاستفاده از نتایج به‌دست‌آمده و در راستای معاینات دوره‌ای طب کار انجام یافت. گروه مواجهه نیافته از لحاظ سن، جنس و سابقه کار با افراد مواجهه یافته همسان‌سازی شدند. مشخصات دموگرافیک افراد شامل سن، سابقه کار، مصرف سیگار وضعیت سلامت و مصرف دارو برای افراد در فرم مشخصات وارد گردید. تمامی افراد مورد مطالعه فاقد بیماری‌های عفونی، مشکلات خونی و آلرژی بودند و در زمان مطالعه داروی خاصی مصرف نمی‌کردند. افراد مورد مطالعه فرم رضایت‌نامه شرکت در مطالعه را تکمیل نموده و اصول بیانیه هلسینکی در مطالعه لحاظ گردید. تجزیه و تحلیل یافته‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و ویرایش ۱۶ انجام گردید.

تعیین میزان مواجهه تنفسی با فرمالدئید برای کارگران شاغل در کارگاه‌های ملامین سازی بر اساس روش استاندارد NIOSH ۳۵۰۰ انجام گردید (۱۹) جهت نمونه‌برداری از هوای تنفسی پمپ نمونه‌بردار فردی مدل PC EX۸-۲۴ شرکت SKC انگلستان و دو بطری گازشوی استاندارد (ایمپینجر) SKC، به‌صورت سری استفاده گردید. پس از پایان نمونه‌برداری محتوی ایمپینجرها به فالكون ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و تا زمان آنالیز در جای خنک نگهداری شد. آنالیز نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل CE ۲۰۲۱ انجام یافت. با در نظر گرفتن شرایط دما و فشار در محل نمونه‌برداری، حجم هوای نمونه‌برداری شده در شرایط استاندارد تعیین گردید. با توجه به توصیه روش استاندارد نمونه‌برداری به مدت ۱۲۰ دقیقه و با دبی ۰/۸ لیتر بر دقیقه انجام یافت و حجم هوای نمونه‌برداری ۹۶ لیتر در

با فرمالدئید در این صنایع می‌شود (۱،۵). موارد دیگر از تماس‌های شغلی با فرمالدئید، مواجهه کارکنان مراکز مراقبت‌های بهداشتی و سالنهای تشریح است (۱). همچنین در تولید محصولاتی مانند پوشش تلویزیون، کامپیوتر، وسایل ورزش و ظروف آشپزخانه کاربرد دارد (۶،۷).

بوجود استفاده بسیار گسترده فرمالدئید، نگرانی‌هایی درباره اثرات بهداشتی مواجهه با این ماده، از جمله سرطان‌زایی (۱) اثرات سیتوتوکسیک و ایمونولوژیک (۸) وجود دارد. در سال ۲۰۰۶ این ماده توسط سازمان بین‌المللی تحقیقات بر سرطان<sup>۲</sup>، به‌عنوان سرطان‌زای نازوفارنکس طبقه‌بندی شده است (۹). مطالعات بسیار زیاد انجام شده در مورد تأثیر فرمالدئید بر سیستم تنفسی، تاکنون نشان‌دهنده بیشتر شدن ریسک ایجاد سرطان حلق و بینی در اثر تماس با این ماده است (۱۰-۱۲). این ماده به‌عنوان عامل ایجاد سرطان خون شناخته شده است (۱۳). بر اساس مطالعات اپیدمیولوژیک مواجهه با فرمالدئید مرتبط با افزایش ریسک ابتلا به لوسمی است (۱۴). مکانیسم‌های متعددی جهت سرطان‌زایی فرمالدئید پیشنهاد شده است که شامل التهاب، استرس اکسیداتی و مرگ سلولی است و یا از طریق آسیب به مغز استخوان ایجاد می‌شود. داده‌های منتشر شده درباره سمیت خونی فرمالدئید محدود و متناقض است. نتایج یک تحقیق نشان داد که مواجهه با فرمالدئید منجر به افزایش تعداد سلول‌های B و کاهش سلول‌های T کل (CD۳) و سلول‌های T سرکوب‌کننده<sup>۳</sup> در خون کارگران مواجهه یافته شد، در حالی که سلول‌های T-helper (CD۴) بدون تغییر باقی ماندند (۱۵). در یک مطالعه مقطعی محققین، قابلیت فرمالدئید برای تخریب سیستم خون‌ساز بر روی دو گروه از افراد شامل ۵۱ کارگر بدون مواجهه و ۴۳ کارگر در مواجهه با فرمالدئید مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه شمارش کامل سلول‌های خون و جمع‌آوری اطلاعات در مورد سلول‌های بنیادی محیطی<sup>۴</sup> و سلول‌های پیش‌ساز<sup>۵</sup> انجام شد. علاوه بر این در سلول‌های میلوئید پیش‌ساز، تغییرات ژنتیکی منجر به سرطان خون، با کشت سلولی مورد بررسی قرار گرفت. در بین کارگران مواجهه یافته، تعداد سلول‌های خونی محیطی به‌طور چشمگیری کم شد که نشان‌دهنده اثرات سمی بروی مغز استخوان بود. نتایج این مطالعه نشان داد که در انواع سلول‌های لنفوسیت، تعداد سلول‌های کشنده طبیعی<sup>۶</sup> حدود ۲۴ درصد و T cell حدود ۱۶ درصد کاهش معنی‌داری نسبت به گروه کنترل داشت (۱۶). از طرفی در مطالعه‌ای سلول‌های B و NK (CD۵۶+) در بین کارگران

۲. International Agency for Research on Cancer (IARC)

۳. T-suppressor (CD۸)

۴. peripheral stem cells

۵. progenitor cells

۶. natural killer (NK) cell

## یافته‌ها

در جدول ۱ مشخصات دموگرافیک افراد مورد مطالعه شامل ۴۰ کارگر ملامین سازی (گروه مواجهه یافته) و ۲۶ کارگر صنایع مواد خوراکی (گروه بدون مواجهه) آورده شده است. آزمون من ویتنی برای مقایسه سن و سابقه کار در دو گروه مورد و شاهد استفاده شد. همچنین همگن‌سازی دو گروه از لحاظ مصرف سیگار و جنسیت با استفاده از آزمون کای دو صورت گرفت.

نظر گرفته شد و میزان مواجهه تنفسی تخمین زده شد. به منظور بررسی پارامترهای خونی ۲ سی‌سی نمونه خون وریدی از افراد تحت مطالعه تهیه شد و تا زمان انتقال به آزمایشگاه در محیط سرد نگهداری شد. فاکتورهای خونی شامل: تعداد گلبول‌های سفید و گلبول‌های قرمز، حجم گلبول‌های قرمز، پلاکت‌ها و درصد لنفوسیت‌ها بود که تعیین آن‌ها توسط دستگاه شمارشگر سلول‌های خونی Cell Counter Sysmex Model K۱۰۰۰ انجام گرفت.

جدول (۱) مشخصات دموگرافیک افراد مطالعه شده

مشخصات	گروه مواجهه		گروه بدون مواجهه		P-value
	Min-max	Median	Min-max	Median	
سن	۲۲-۴۷	۲۶	۴۸-۱۷	۲۸	۰/۶۴ (p>۰.۰۵)
سابقه کار	۰/۰۷-۲۲	۲/۲	۰/۲۵-۲۳	۳	۰/۴ (p>۰.۰۵)
تعداد افراد سیگاری	۳۴		۲۱		۰/۶۵۲ (p>۰.۰۵)
تعداد افراد غیر سیگاری	۶		۵		
تعداد زن	۴		۲		۰/۷۵ (p>۰.۰۵)
تعداد مرد	۳۶		۲۴		

کارگران در این کارگاه‌ها پایینتر از حدود مجاز سقف پیشنهاد شده (TLV-C=۰/۳ ppm) در ایران و بیشتر از حد آستانه وزن یافته زمانی (TWA=۰/۰۱۶ ppm) پیشنهاد شده توسط مؤسسه ملی بهداشت و ایمنی آمریکا می‌باشد.

دامنه طبیعی گلبول‌های سفید<sup>۷</sup>، گلبول‌های قرمز<sup>۸</sup> و پلاکت‌ها<sup>۹</sup> در جدول ۲ ارائه شده است (۱۸). با توجه به این دامنه نتایج شمارش سلول‌های خونی در افراد مورد بررسی، به سه گروه کمتر از دامنه نرمال، در دامنه نرمال و بیشتر از دامنه نرمال تقسیم‌بندی گردیدند.

مقادیر p-value به دست آمده از آزمون Chi-Square نشان داد که گروه مواجهه یافته و گروه کنترل اختلاف معنی‌داری در توزیع جنسیت و سن و سابقه کار ندارند؛ بنابراین دو گروه همگن‌سازی خوبی باهم داشته‌اند.

با در نظر گرفتن توزیع غیر نرمال نتایج، میزان میانه مواجهه تنفسی با فرمالدئید در کارگاه‌های ملامین سازی مطالعه شده ۰/۲۵۰ (۰/۰۳-ppm) ارزیابی شد. میانه مواجهه جمعی ۰/۲۱ ppm با حداکثر ۶۵/۵۲ ppm و حداقل ۶/۲۸ ppm محاسبه گردید. این مقادیر اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد، میزان مواجهه

جدول (۲) دامنه طبیعی تغییرات تعداد، حجم یا درصد گلبول‌های سفید، قرمز و پلاکت‌ها در انسان‌ها

دامنه نرمال سلول‌های خونی	گلبول‌های قرمز* ۱۰۰۰۰۰	حجم گلبول‌های قرمز (cuum)	گلبول‌های سفید* ۱۰۰	پلاکت‌ها* ۱۰۰۰۰	درصد لنفوسیت‌ها
مرد	۴۲-۶۲	۷۸-۱۰۲	۴۱-۱۰۰	۱۴-۴۵	۲۰-۴۵
زن	۳۸-۵۵	۷۸-۱۰۰			

۷. White blood cells

۸. Red blood cells

۹. Platelets

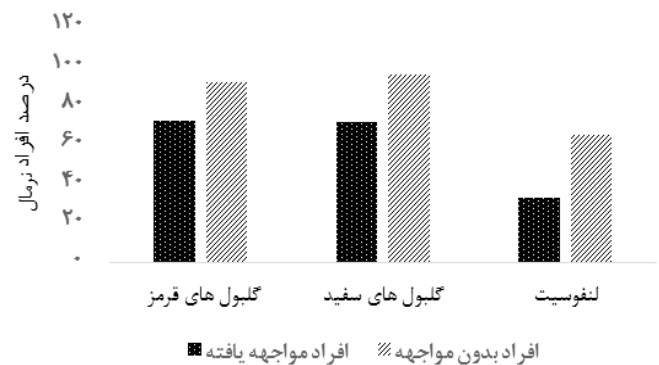
جدول ۳ تعداد افراد با گلبول‌های سفید و قرمز بالاتر و پایین‌تر از حدود نرمال را در بین افراد مواجهه یافته و بدون مواجهه نشان می‌دهد.

جدول ۳) تعداد افراد غیر نرمال از لحاظ پارامترهای خونی

افراد مطالعه شده	گلبول‌های قرمز		گلبول‌های سفید		درصد لنفوسیت
	مواجهه یافته	مواجهه نیافته	مواجهه یافته	مواجهه نیافته	
بالاتر از نرمال	۱۱	۲	۱۱	۱	۰
پایین‌تر از نرمال	۰	۰	۰	۱	۲۶

حدود ۳۰ درصد از افراد مواجهه یافته دارای گلبول‌های قرمز و سفید بالاتر از حد نرمال بودند. شانس بروز تغییر در فاکتورهای خونی، با دسته‌بندی افراد مواجهه یافته و بدون مواجهه به دو دسته نرمال و غیر نرمال و با استفاده از آزمون chi-square محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۴ آمده است.

با توجه به دامنه استاندارد برای وضعیت نرمال در پارامترهای مختلف خونی (جدول ۲) درصد افراد با فاکتورهای نرمال در افراد مطالعه شده تعیین گردید. نتایج آزمون pearson Chi-square نشان داد که از لحاظ تعداد گلبول‌های قرمز ( $p=0/048$ ) و گلبول‌های سفید ( $p=0/033$ ) و لنفوسیت‌ها ( $p=0/003$ ) درصد افراد نرمال در بین کارگران ملابین سازی به شکل معنی‌داری پایین‌تر از درصد افراد مواجهه نیافته بود (نمودار ۱).



نمودار ۱) درصد افراد نرمال از لحاظ پارامترهای خونی

جدول ۴) میزان محاسبه‌شده شانس وقوع پیامد تغییر در فاکتورهای خونی در افراد مورد مطالعه

نوع پارامتر مورد بررسی	گلبول‌های سفید	گلبول‌های قرمز خون	حجم گلبول‌های قرمز خون	پلاکت‌های خون	درصد لنفوسیت‌ها
میزان شانس وقوع (odds ratio)	۸,۱۵	۴,۳۴	۰,۹۵	۱,۳۴	۳,۳۷

کلینیکی آسیب به سیستم خون‌ساز است؟

نتایج این مطالعه نشان داد که کاهش معنی‌داری در تعداد گلبول‌های سفید، گلبول‌های قرمز خون و پلاکت‌های کارگران مواجهه یافته با فرمالدئید در مقایسه با گروه مواجهه نیافته وجود دارد. علاوه بر این افرادی با پارامترهای خونی خارج از دامنه نرمال (کمتر یا بیشتر از دامنه نرمال) در گروه مواجهه یافته بیشتر از گروه مواجهه نیافته است. قابل‌ذکر است که در گروه مواجهه یافته، تعداد افراد با گلبول‌های سفید و قرمز کمتر از دامنه نرمال در مقایسه با افراد دارای گلبول‌های سفید و قرمز نرمال، بیشتر است. به عبارت دیگر در افرادی که با فرمالدئید مواجهه داشتند، تعداد گلبول‌های سفید و قرمز خون کاهش یافته است. شانس وقوع کاهش تعداد گلبول‌های قرمز در افراد دارای مواجهه با فرمالدئید نسبت به افراد گروه کنترل تقریباً ۵ برابر است. این کاهش در بعضی از مطالعات دیگر و برای تأثیر مواجهه با فرمالدئید (۱,۱۵,۱۶,۲۱) بر سلول‌های خونی مورد تأیید قرار گرفته است.

نتایج تعیین مقدار Odds ratio با توجه به تعداد افراد نرمال و غیر نرمال نشان می‌دهد که میزان شانس بروز وضعیت غیر نرمال در گلبول‌های سفید و گلبول‌های قرمز بالاتر از حد انتظار می‌باشد. همچنین میزان ارتباط بین مواجهه تجمعی فرمالدئید در کارگران ملابین سازی بر حسب تعداد سلول‌های خونی با استفاده از آزمون رگرسیون خطی بررسی شد لیکن از لحاظ آماری نتایج معنی‌داری به دست نیامد ( $p \text{ value} > 0/05$ ).

## بحث

بر اساس مطالعات اپیدمیولوژیک مواجهه با فرمالدئید مرتبط با افزایش ریسک لوسمی است (۲۰). اگرچه داده‌های اپیدمیولوژیکی رابطه علت و معلولی بین سرطان خون و مواجهه شغلی با فرمالدئید را در سلول‌های خونی کارگران مواجهه یافته نشان داده است (۱). این سؤال مطرح می‌شود که آیا تغییر در پارامترهای خونی همچون تغییر در تعداد سلول‌های قرمز، سفید خون و پلاکت‌ها یکی از پیامدهای

به گروه مواجهه نیافته کاهش معنی‌داری داشته است، ولی تعداد لنفوسیت‌ها که یکی از گروه‌های مهم گلبول‌های سفید می‌باشند و با وجود کاهش معنی‌دار در مطالعات دیگر (۱،۱۵)، در این مطالعه تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. مقطعی بودن این مطالعه، از جمله محدودیت‌های این مطالعه است. مطالعه دقیق‌تر برای بررسی فرمالدئید نیاز به نمونه‌گیری‌های بیشتر در فواصل زمانی مختلف و در جامعه‌ای بزرگ‌تر دارد.

بر اساس مقادیر اندازه‌گیری شده در کارگاه‌های مورد بررسی در این تحقیق، میزان مواجهه کارگران با فرمالدئید پایین‌تر از حدود مجاز مواجهه بوده است؛ بنابراین بر اساس یافته‌های این مطالعه، مواجهه با فرمالدئید حتی در غلظت‌های پایین‌تر از حدود مجاز تصویب شده در ایران، می‌تواند بر روی سلول‌های خونی تأثیر بگذارد. از آنجا که بر اساس مکانیسم تأثیر فرمالدئید بر سیستم خون‌ساز، سلول‌های بنیادی مغز استخوان در اثر مواجهه با فرمالدئید تأثیر می‌پذیرند پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آینده برای رسیدن به نتایج دقیق‌تر علاوه بر سلول‌های خون محیطی، سلول‌های مغز استخوان نیز مورد مطالعه قرار گیرند.

### 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 کمال تشکر به عمل می‌آید.

یکی از مکانیسم‌های بررسی شده برای سمیت فرمالدئید بر سلول‌های خونی آسیب این ترکیب بر سلول‌های بنیادی هماتوپوئیتیک یا سلول‌های پیش‌ساز اولیه واقع در خون محیطی است (۸). نتایج این مطالعه هم‌راستا با این مکانیسم می‌باشد و ایجاد تعداد غیر نرمال از سلول‌های خونی همچون کاهش گلبول‌های قرمز در گردش خون سلول‌های سفید و لنفوسیت در این مطالعه تأکیدی بر این اثر است که در تحقیقات اخیر نشان داده شده است (۸،۱۶). به نظر می‌رسد پایش مداوم فاکتورهای خونی یک بررسی کلینیکی اولیه برای ارزیابی کارگران مواجهه یافته با فرمالدئید است. با مشاهده وضعیت غیر نرمال در تعداد سلول‌های خونی می‌توان افراد غربالگری شده را برای ارزیابی‌های دقیق‌تر و آزمایش‌های اختصاصی‌تر پایش نمود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میزان شمارش گلبول‌های قرمز و سفید در حدود یک‌سوم از کارگران ملامین‌سازی بیش‌ازحد نرمال است؛ که این نتیجه با نتایج به‌دست‌آمده در بعضی از مطالعات همسو بوده است (۱۷). این نتیجه با مکانیسم اثر فرمالدئید بر سیستم خون‌ساز در تناقض است چراکه بر اساس مکانیسم‌های شناخته شده تغییرات ژنی منجر به سرطان خون در اثر مواجهه با سموم سیتوتوکسیک و ایمونوتوکسیک باعث کاهش آشکاری در شمارش سلول خونی سفید، پلاکت و سلول‌های قرمز در دوزهای بالا می‌شود و این قضیه منجر به کمتر شدن توانایی سلول‌های پیش‌ساز برای تقسیم سلولی و کاهش سلول‌های خونی می‌شود؛ بنابراین به نظر می‌رسد یافتن علت این ناهم‌سوایی نیازمند مطالعات بیشتر است. همچنین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه، اگرچه میانگین تعداد گلبول‌های سفید کارگران ملامین‌سازی نسبت

### References

- 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 and Prevention*. 2010;19(1):80–8. [pubmed]
- Njoya HK, Ofusori DA, Nwangwu SC, Amegor OF, Akinyeye AJ, Abayomi TA. Histopathological effect of exposure of formaldehyde vapour on the trachea and lung of adult wistar rats. *International Journal of Integrative Biology*. 2009;7(3):160–5.
- Viegas S, Nunes C, Malta-Vacas J, Gomes M, Brito M, Mendonça P, 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 [Internet]*. 2010;5(1):25–32. [pubmed]
- Zendehdel R, Fazli Z, Mazinani M. Neurotoxicity effect of formaldehyde on occupational exposure and influence of individual susceptibility to some metabolism parameters. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2016;188(11):1–21.
- Shekarloo MV, Mazinani M, Khodakarim S, Azari MR, Kheyri H, Mehraban AAM, et al. Irritation risk assessment of occupational exposure to formaldehyde from Melamine dinnerware workshops in Tehran. *Iran Occupational Health*. 2016;13(2):50–7.

## تغییرات فاکتورهای خونی ناشی از مواجهه....

- 6 .Mazinani M1, Vahabi Shokrlou M1, Khodakarim S2, Kheiry H3, Mosavi Mehraban AA3 ZRA. OriginaEvaluation of occupational exposure to formaldehyde from selected manufactures of dinnerware melamine production in Tehranl Article. Journal of Safety Promotion and Injury Prevention. 2015;3(2):111-6. [J saf promot inj prev]
- 7 .Petteffi GP, Basso da Silva L, Antunes M V. Wilhelm C, Valandro ET, Glaeser J, et al. Evaluation of genotoxicity in workers exposed to low levels of formaldehyde in a furniture manufacturing facility. Toxicology and Industrial Health [Internet]. 2015;32(10):1-11. [pubmed]
- 8 .Seow WJ. Circulating immune/inflammation markers in Chinese workers occupationally exposed to formaldehyde. Carcinogenesis. 2015;36(8):852-7.
9. Available From: Volume 100 of the Iarc Monographs, A Review Of Human Carcinogens, Covers All Agents Previously Classified By.
- 10 .Pak VM, Powers M, Liu J. Occupational Chemical Exposures among Cosmetologists: Risk of Reproductive Disorders. Workplace Health & Safety [Internet]. 2013 Dec 1 [cited 2016 Dec 8];61(12):529-529. [Pubmed]
- 11 .Raja DS, Sultana B. Potential health hazards for students exposed to formaldehyde in the gross anatomy laboratory. Journal of environmental health [Internet]. 2011 [cited 2016 Dec 8];74(6):36-40. [pubmed]
- 12 .Tang X, Bai Y, Duong A, Smith MT, Li L, Zhang L. Formaldehyde in China: Production, consumption, exposure levels, and health effects. Environment International [Internet]. 2009 Nov [cited 2016 Dec 8];35(8):1210-24. [pubmed]
- 13 .IARC Monographs- Monographs available in PDF format [Internet]. Available from: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol88/index.php>
- 14 .Jakab MG, Klupp T, Besenyei K, Biró A, Major J, Tompa A. Formaldehyde-induced chromosomal aberrations and apoptosis in peripheral blood lymphocytes of personnel working in pathology departments. Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. 2010;698(1-2):11-7. [pubmed]
- 15 .Ye X, Yan W, Xie H, Zhao M, Ying C. Cytogenetic analysis of nasal mucosa cells and lymphocytes from high-level long-term formaldehyde exposed workers and low-level short-term exposed waiters. Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. 2005;588(1):22-7. [pubmed]
- 16 .Hosgood HD, Zhang L, Tang X, Vermeulen R, Hao Z, Shen M, et al. Occupational exposure to formaldehyde and alterations in lymphocyte subsets. American Journal of Industrial Medicine. 2013;56(2):252-7. [pubmed]
- 17 .Jia X, Jia Q, Zhang Z, Gao W, Zhang X, Niu Y, et al. Effects of Formaldehyde on Lymphocyte Subsets and Cytokines in the Peripheral Blood of Exposed Workers. plos one journal. 2014;9(8):e104069. [pubmed]
- 18 .Tao X, Yu S, Kang L, Huang H, Wei A. [Study on the genetic damage in mice induced by the volatile organic compounds of decoration materials]. journal of industrial hygiene and occupational diseases [Internet]. 2004 Jun [cited 2016 Dec 8];22(3):194-6. [pubmed]
- 19 .National Institute for Occupational Safety and Health. Formaldehyde: Method 3500. In: Manual of Analytical Methods. 1994. p. 3-5.
- 20.Bassig Brayan A, LUOPING Zhang E. Comparison of hematological alterations and markers of B-cell activation in workers exposed to benzene, formaldehyde, and trichloroethylene Accepted. Carcinogenesis. 2015;4723:1-17.
- 21 . Seow WJ, Zhang L, Vermeulen R, Tang X, Hu W, Bassig BA, et al. Circulating immune/inflammation markers in Chinese workers occupationally exposed to formaldehyde. Carcinogenesis [Internet]. 2015 Aug [cited 2016 Dec 8];36(8):852-7. [Pubmed]