

## اثر مواجهه شغلی فرمالدئید بر پلاکت‌های خون کارکنان یک شرکت صنعت چوب

ابوالفضل رحیمی<sup>۱</sup> - محمد جواد جعفری<sup>۲\*</sup> - محمد حسن بهزادی<sup>۳</sup> - محمد حسن رجبی<sup>۴</sup>

m\_jafari@sbm.ac.ir

### چکیده

مقدمه: نظریه‌های موجود بیانگر این است که میزان مواجهه شغلی با فرمالدئید سبب کاهش مقادیر پلاکت‌های خون افراد مواجهه یافته می‌گردد. در این مطالعه ضمن تعیین میزان مواجهه شغلی شاغلین یک کارخانه صنعت چوب با فرمالدئید، تأثیر میزان مواجهه شغلی با این ماده بر مقادیر پلاکت‌های خون آنان مورد مطالعه قرار گرفت.

**روش کار:** در این مطالعه موردی میزان مواجهه شغلی تمام شاغلین شرکت صنعت چوب شمال با فرمالدئید مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان مواجهه شغلی با فرمالدئید براساس روش ۲۵۴۱ توصیه شده توسط انستیتوی ملی ایمنی و بهداشت آمریکا (NIOSH) تعیین گردید. تعداد پلاکت‌های خون نیز با استفاده از روش معمولی شمارش سلول‌های خونی و اندکس‌های مربوطه اندازه‌گیری شد. ضمناً به منظور جمع‌آوری اطلاعات دموگرافیکی شامل سن، سابقه کار، میزان تحصیلات و هم‌چنین علایم ناشی از مواجهه با فرمالدئید یک پرسشنامه تهیه شد که کلیه کارگران شرکت کننده در طرح پس از توجیه هدف مطالعه به‌وسیله مسوول اجرای طرح به سوالات مندرج در پاسخنامه جواب دادند. کلیه مندرجات اعلامیه هلسینکی در خصوص جنبه‌های اخلاقی مطالعات پژوهشی بر روی انسان رعایت گردید. طرح حاضر قبل از اجرا توسط کمیته اخلاق دانشگاه مورد تأیید قرار گرفت. کلیه افراد قبل از آزمایش از مراحل آن مطلع شدند و از آنان رضایت نامه کتبی مبنی بر تمایل بر شرکت در مطالعه دریافت گردید.

**یافته‌ها:** میزان مواجهه شغلی کارکنان بخش‌های گوناگون خط تولید نئوپان بین ۰/۵-۱/۵۲ پی‌پی‌ام اندازه‌گیری شد که از میزان مجاز توصیه شده (۰/۳ پی‌پی‌ام) بیشتر بود. شیوع کلیه علایم تحریکی تماس با فرمالدئید مثل سوزش چشم، سوزش بینی، سوزش گلو و ... در شاغلین خط تولید به صورت معنی‌داری نسبت به کارکنان اداری بیشتر بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که میزان شیوع هر یک از علایم تحریکی در بین نمونه‌های هر دو گروه مورد و شاهد نیز با هم تفاوت دارند، به گونه‌ای که در گروه مورد شیوع اشک‌ریزش با میانگین رتبه ۸/۹۸ دارای بیشترین امتیاز و درد قفسه سینه با میانگین رتبه ۳/۲۰ دارای کمترین امتیاز بود، ولی در نمونه‌های شاهد، شیوع سرفه با میانگین رتبه ۶/۶۲ دارای بیشترین امتیاز و درد قفسه سینه با میانگین رتبه ۵/۵۳ دارای کمترین امتیاز بود. میانگین و انحراف معیار پلاکت در گروه مورد،  $4179 \pm 20733$  هزار در میلی‌متر مکعب و در گروه شاهد،  $25460 \pm 71105$  هزار در میلی‌متر مکعب بود که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وجود داشت ( $P > 0.05$ ). بررسی ضریب همبستگی بین مواجهه با فرمالدئید و تعداد پلاکت‌های خون در گروه مورد نشان داد که بین دو متغیر فوق رابطه معنی‌داری وجود ندارد ( $P < 0.05$ ) به عبارتی افزایش میزان مواجهه باعث کاهش بیشتر تعداد پلاکت‌های خون نمی‌شود.

**نتیجه‌گیری:** کاهش تعداد پلاکت‌های خون در افراد در معرض مواجهه با فرمالدئید نسبت به گروه شاهد بیشتر بوده است.

### کلمات کلیدی: فرمالدئید، پلاکت خون، علایم، مواجهه شغلی

- ۱- کارشناس ارشد، مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
- ۲- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
- ۳- استادیار، گروه ریاضیات و آمار، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
- ۴- استادیار، آزمایشگاه تشخیص پزشکی، بیمارستان شهید، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گنبد، ایران.

## مقدمه

فرمالدئید یک ترکیب تک کربنی با فرمول شیمیایی  $O=C-H_2$  ماده‌ای شدیداً واکنش‌زا و یک محرک قوی است (Celick, et al., 2001). در مواجهه طولانی مدت با این ماده مواردی از سرطان بینی، گلو (Noisel., 2007) و خون (Shiraishi., 2006, Dimenstein., 2009) در انسان مشاهده شده است. سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا در سال ۱۹۹۵ (NCI., 2011) و مرکز بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) در سال ۲۰۰۴، فرمالدئید را به‌عنوان یک ماده سرطان‌زای گروه یک برای انسان معرفی کردند (Tang, et al., 2009, Hauptmann, et al., 2003).

سؤالاتی در این مورد مطرح شده که آیا فرمالدئید با توجه به ماهیت بسیار واکنش پذیرش به مغز استخوان می‌رسد، و اینکه آیا به سلول‌های پیشرو یا بنیادی خون‌سازی که هدف سرطان‌زایی هستند آسیب می‌رساند (Cole and Axten., 2004, Pyatt, et al., 2008). یکی از پیامدهای بالینی ناشی از آسیب به سلول‌های بنیادی خون‌ساز یا سلول‌های پیشرو، کاهش گردش سلول‌های قرمز خون، گلبول‌های سفید خون و تعداد پلاکت‌ها می‌باشد. سرطان‌زایی در انسان سبب کاهش مشخصی در تعداد گلبول‌های سفید، پلاکت‌ها و سلول‌های قرمز خون با دوز بالا می‌شود و توانایی سلول‌های پیشرو را برای تکثیر کاهش می‌دهد (Lan, et al., 2004).

در مطالعات گذشته، بیشتر تحریکات آلرژیک و تنفسی فرمالدئید مد نظر بوده است ولی در پی تحقیقات مختلف تأثیر این ماده بر روی سیستم ایمنی و سپس سرطان‌زایی آن مورد بررسی بیشتر قرار گرفت. با توجه به بالاتر بودن حد تماس حرفه‌ای فرمالدئید از حد سرطان‌زایی آن در انسان، کوشش‌های زیادی جهت شناسایی بیومارکرها جهت کنترل بهتر تماس با این

ماده صورت گرفته است تا از این طریق بتوان درک بهتری از شروع تأثیرات زیان‌آور فرمالدئید بر روی انسان به‌دست آورد. مطالعه Zhang و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان داد که تعداد پلاکت‌های خون کارگران کارخانجات مورد مطالعه فوق که در معرض سطوح بالای فرمالدئید قرار داشتند، کمتر از تعداد پلاکت‌های خون گروه شاهد بود که در معرض قرار نداشتند. در مطالعات آزمایشگاهی مشخص شد که مواجهه با فرمالدئید سبب کاهش چشمگیری در تشکیل کلنی سلول‌های اجدادی می‌شود (Zhang, et al., 2010). پیش‌تر Tang و همکاران نیز در سال ۲۰۰۹ طی مطالعاتی که در مورد تأثیر فرمالدئید بر پارامترهای خونی انسان انجام دادند، به نتایج قابل فهم و جدیدی رسیدند که احتیاج به تفکر و آزمایشات فراوان دارد. این امر عمدتاً در مجلات چینی منتشر شده است و حاکی از آن که در اثر مواجهه با فرمالدئید احتمالاً پلاکت‌ها و هموگلوبین در حال کاهش هستند (Tang, et al., 2009).

در فرایندهایی نظیر تولید نئوپان و تخته سه‌لا، مقادیر قابل توجهی فرمالدئید منتشر می‌شود و شاغلین خطوط تولید این‌گونه صنایع را در معرض مواجهه قرار می‌دهد. مطالعات گذشته میزان مواجهه شاغلین صنایع تولید نئوپان و نظایر آن را از ۰/۱ تا بالاتر از ۱/۰ پی‌پی‌ام گزارش کرده‌اند (O' Doneghue., 1985). با توجه به اینکه اغلب مطالعات نشان داده‌اند که میزان مواجهه شغلی کارگران ساخت نئوپان و نظایر آن از حدود تعیین شده برای پیشگیری از سرطان خون بالاتر است، لذا احتمال دارد سبب تغییر در تعداد پلاکت‌های خون این شاغلین گردد. هدف از مطالعه حاضر بررسی ارتباط بین تعداد پلاکت‌های خون شاغلین شرکت صنعت چوب شمال و میزان مواجهه شغلی آنان با فرمالدئید است.

## روش کار

این مطالعه موردی بر روی کلیه شاغلین (شامل ۳۰ نفر از کارکنان خط تولید و ۳۰ نفر از پرسنل اداری) شرکت صنعت چوب شمال واقع در استان گلستان در خرداد ماه سال ۱۳۹۱ انجام شد. شرایط ورود به مطالعه، شاغل بودن تمام وقت در شرکت صنعت چوب شمال برای مدت حداقل یک سال، عدم اعتیاد به سیگار، عدم ابتلا به بیماری‌های تأثیرگذار بر تعداد پلاکت‌های خون در نظر گرفته شد. شرایط خروج از مطالعه نیز عدم تمایل به همکاری افراد شرکت کننده در مطالعه تعیین گردید. افراد تعمیر کار و غیره که به صورت دایم در خط تولید حضور نداشتند از مطالعه حذف شدند. برای حذف مخدوش کننده‌های احتمالی، از کارکنان امور اداری همان کارخانه که تا حد زیادی از لحاظ روش زندگی و رژیم غذایی مشابه افراد گروه مورد بودند به عنوان گروه شاهد استفاده شد. به همین منظور، کلیه کارگران واجد شرایط شاغل در خط تولید شرکت صنعت چوب شمال که به صورت تمام وقت (شیفت ۸ ساعته) در خط تولید مشغول به کار بودند، به عنوان گروه مورد و کلیه کارکنان واجد شرایط اداری شرکت صنعت چوب شمال نیز که به صورت تمام وقت (شیفت ۸ ساعته) در ساختمان اداری مشغول به کار بودند و تا حد زیادی از لحاظ روش زندگی و رژیم غذایی با افراد گروه مورد شباهت داشتند، به عنوان گروه شاهد انتخاب شدند.

اطلاعات دموگرافیکی افراد شامل سن، سابقه کار، مصرف یا عدم مصرف سیگار، چگونگی بروز علائم ظاهری تماس با فرمالدئید و هم‌چنین سالم بودن و یا ابتلا به بیماری‌های تأثیرگذار بر تعداد پلاکت‌های خون به وسیله پرسشنامه جمع‌آوری شد. بدین منظور پس از تهیه پرسشنامه، هدف مطالعه توسط پژوهشگر برای تمام کارگران توجیه و سپس پاسخ‌سؤالات از مشارکت‌کنندگان دریافت و در پاسخنامه درج گردید.

جهت نمونه‌برداری هوا، از روش ۲۵۴۱ توصیه شده توسط انستیتو ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا (NIOSH) استفاده شد. برای نمونه‌گیری از گاز فرمالدئید در منطقه تنفسی افراد نیز از پمپ‌های نمونه‌گیری فردی مدل SKC انگلستان که از طریق یک لوله پلی‌اتیلنی به لوله جاذب نوع 2-Hydroxymethyl piperidine (XAD-2) شرکت SKC انگلستان متصل بود، استفاده گردید. ابتدا کلیه پمپ‌های نمونه‌برداری در دبی ۰/۱ لیتر در دقیقه توسط روماتر کالیبره شد و برای شروع نمونه‌برداری به خروجی هولدر نگهدارنده لوله جاذب متصل گردید. سپس طبق روش توصیه شده، نمونه‌برداری در محدوده حجم ۱ تا ۳۶ لیتر در ایستگاه‌های مختلف انجام گرفت. نمونه برداری هوا در شیفت صبح که بیشترین حجم فعالیت کاری در آن قرار داشت، از ساعت ۸/۳۰ صبح تا ۱۴/۳۰ بعد از ظهر و به مدت ۶ ساعت انجام شد. جمعاً ۶۰ نمونه هوا به صورت فردی از ناحیه تنفسی کارگران برداشته شد. پس از اتمام نمونه‌برداری، جاذب مربوطه از مدار جدا و درپوش‌های آن گذاشته شد. کلیه نمونه‌ها در پوشش و نگهدارنده ویژه (فلاکس یخ) قرار گرفته و به دور از هرگونه رطوبت، ضربه و نور به آزمایشگاه منتقل گردید. برای آنالیز نمونه‌های هوا از دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC: 6890) شرکت Agilent Technologies با آشکار ساز یونش شعله‌ای (FID Detector) استفاده شد.

نمونه‌های خون کارگران یک ساعت قبل از پایان هر شیفت کاری در مرکز بهداشت کارخانه، توسط پرستار و در حضور پزشک از سیاهرگ بازوی آنان در حالت نشسته گرفته و تا زمان انجام آزمایش در یخچال نگهداری شد. برای اندازه‌گیری سلول‌های خون محیطی از دستگاه سل کانتر مدل Sysmex ساخت کشور ژاپن استفاده گردید. جهت بررسی سلول‌های خون محیطی از روش معمولی شمارش سلول‌های خونی و اندکس‌های مربوطه

کاملاً محرمانه تلقی شده و تنها به مسوولین ذیربط اعلام گردید. کلیه نمونه‌های خون و هوا به‌طور همزمان جمع‌آوری شد. نمونه‌های خون و متغیرهای مورد بررسی در آزمایشگاه هماتولوژی بیمارستان شهدای شهرستان گنبد و نمونه‌های هوا در آزمایشگاه دانشکده شیمی دانشگاه تهران مورد اندازه‌گیری واقع شد.

### یافته‌ها

مشخصات دموگرافیک: گروه مورد در رده سنی ۲۷ تا ۵۵ سال با میانگین و انحراف معیار  $37/23 \pm 9/07$  سال قرار داشتند. گروه شاهد نیز در رده سنی ۲۵ تا ۵۸ سال با میانگین و انحراف معیار  $41/53 \pm 7/86$  سال قرار داشتند. توزیع سنی گروه مورد و شاهد در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمون آماری T نشان داد که میانگین سن گروه مورد و شاهد اختلاف معنی‌دار ندارد ( $P=0/055$ ).

سابقه کار گروه مورد در محدوده ۲ تا ۲۲ سال با میانگین و انحراف معیار  $10/57 \pm 6/91$  سال بود. سابقه کار گروه شاهد در محدوده ۳ تا ۲۶ سال با میانگین و انحراف معیار  $7/24 \pm 15/27$  سال بود. توزیع سابقه کار در نمونه‌های مورد و شاهد نیز در جدول ۱ ارائه شده است. آزمون آماری T نشان داد که سابقه کار گروه شاهد و مورد اختلاف معنی‌داری دارند ( $P=0/013$ ).

سطح تحصیلات دوگروه مورد و شاهد در جدول ۲ نشان داده شده است. آزمون آماری من - ویتنی (آزمون U) نشان داد که سطح تحصیلات گروه شاهد و مورد اختلاف معنی‌داری دارند ( $P=0/001$ ).

علایم ظاهری مواجهه با فرمالدئید:

نتایج آزمون من - ویتنی (آزمون U) نشان داد که میانگین علایم ناشی از مواجهه با فرمالدئید در دو گروه مورد و شاهد اختلاف معنی‌داری دارند ( $P=0/000$ ) (جدول ۳).

استفاده شد. خون لازم برای شمارش سلول‌های خونی ۲ میلی لیتر بود که برای جلوگیری از انعقاد آن، بر روی اتیلن دی‌آمین تترا استیک اسید EDTA گرفته شد. تعداد طبیعی پلاکت‌های خون انسان ۴۰۰ - ۲۰۰ هزار در هر میلی متر مکعب خون و عمر آن‌ها ۱۱ - ۸ روز می‌باشد. کار اصلی پلاکت‌ها جلوگیری از خونریزی است که این عمل با چسبیدن پلاکت‌ها به همدیگر در محل آسیب دیده رگ و ترشح مواد دخیل در انعقاد انجام می‌گیرد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS16 استفاده شد. با استفاده از آزمون T، معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین متغیرهای مورد نظر در طرح در بین دو گروه مورد و شاهد بررسی گردید. ضریب همبستگی کلیه متغیرها نیز در دو گروه مورد و شاهد تعیین و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

شیوع کلیه علایم تحریکی تماس با فرمالدئید براساس مقیاس لیکرت از ۱ تا ۵ به صورت (هرگز = ۱، به‌ندرت = ۲، گاهگاهی = ۳، اغلب اوقات = ۴ و همیشه = ۵) درجه بندی شد. به منظور مقایسه میانگین رتبه‌ها در بین ۱۱ متغیر مربوط به شیوع علایم تحریکی ناشی از تماس با فرمالدئید از آزمون فریدمن استفاده گردید، یعنی از ۶۰ نفر نمونه انتخاب شده خواسته شد که در مورد ۱۱ متغیر ذکر شده براساس میزان شیوع علایم و طبق درجه بندی انجام شده نظر بدهند. سپس میانگین امتیازات با هم مقایسه و بررسی شد که اگر اختلاف امتیازات داده شده معنی‌دار است، کدام علامت بیشترین امتیاز و کدام علامت کمترین امتیاز را کسب کرده است.

کلیه مندرجات اعلامیه هلسینکی در خصوص جنبه‌های اخلاقی مطالعات پژوهشی بر روی انسان رعایت گردید. طرح قبل از اجرا توسط کمیته اخلاق دانشگاه مورد تأیید قرار گرفت. کلیه افراد قبل از آزمایش از مراحل آن مطلع شده و از آنان رضایت نامه کتبی مبنی بر تمایل به شرکت در مطالعه دریافت گردید. ضمناً نتایج آزمایش‌ها

جدول ۱: توزیع فراوانی سن و سابقه کار گروه شاهد و مورد

سن و سابقه کار (سال)	گروه شاهد				گروه مورد			
	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی مطلق	فراوانی تجمعی نسبی	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی مطلق	فراوانی تجمعی نسبی
۲۰-۳۰	۳	۰/۱۰	۳	۰/۱۰	۱۱	۰/۳۷	۱۱	۰/۳۷
۳۰-۴۰	۱۰	۰/۳۳	۱۳	۰/۴۳	۷	۰/۲۳	۱۸	۰/۶۰
۴۰-۵۰	۱۴	۰/۴۷	۲۷	۰/۹۰	۹	۰/۳۰	۲۷	۰/۹۰
۵۰-۶۰	۳	۰/۱۰	۳۰	۰/۱۰	۳	۰/۱۰	۳۰	۰/۱۰
مجموع	۳۰	۱	-	-	۳۰	۱	-	-
<۵	۶	۰/۲	۶	۰/۲	۱۲	۰/۴	۱۲	۰/۴
۵-۱۰	۱	۰/۰۴	۷	۰/۲۳	۶	۰/۲	۱۸	۰/۶
۱۰-۱۵	۷	۰/۲۳	۱۴	۰/۴۷	۲	۰/۰۶	۲۰	۰/۶۷
۱۵-۲۰	۹	۰/۳	۲۳	۰/۷۷	۹	۰/۳	۲۹	۰/۹۷
>۲۰	۷	۰/۲۳	۳۰	۰/۱۰	۱	۰/۰۴	۳۰	۰/۱۰
مجموع	۳۰	۱	-	-	۳۰	۱	-	-

جدول ۲: فراوانی سطح تحصیلات در دو گروه مورد و شاهد

سطح تحصیلات	گروه شاهد				گروه مورد			
	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی مطلق	فراوانی تجمعی نسبی	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی مطلق	فراوانی تجمعی نسبی
ابتدایی	۱	۰/۰۳	۱	۰/۰۳	۳	۰/۱۰	۳	۰/۱۰
راهنمایی	۲	۰/۰۷	۳	۰/۱۰	۷	۰/۲۳	۱۰	۰/۳۳
دیپلم	۱۱	۰/۳۷	۱۴	۰/۴۷	۱۶	۰/۵۳	۲۶	۰/۸۷
کاردان	۴	۰/۱۳	۱۸	۰/۶۰	۰	۰	۲۶	۰/۸۷
کارشناس	۱۱	۰/۳۷	۲۹	۰/۹۷	۴	۰/۱۳	۳۰	۰/۱۰
کارشناس ارشد	۱	۰/۰۳	۳۰	۰/۱۰	۰	۰	۳۰	۰/۱۰
مجموع	۳۰	۱	-	-	۳۰	۱	-	-

دارای بیشترین امتیاز و درد قفسه سینه با میانگین رتبه ۵/۵۳ دارای کمترین امتیاز می‌باشد (جدول شماره ۴). در واقع تفاوت جدول ۳ و ۴ در این است که در جدول ۳ معنی دار بودن اختلاف شیوع علائم تحریکی در بین دو گروه مورد و شاهد بررسی و مقایسه شده است اما در جدول شماره ۴ اختلاف شیوع علائم تحریکی در داخل هر گروه و به صورت مجزا مورد بررسی و مقایسه قرار

هم‌چنین نتایج حاصل از آزمون فریدمن نشان داد که میزان شیوع هر یک از علائم تحریکی نیز در هر دو گروه مورد و شاهد باهم تفاوت معنی‌دار دارند ( $P=0/00$ ). براین اساس، در نمونه‌های مورد، اشک‌ریزش با میانگین رتبه ۸/۹۸ دارای بیشترین امتیاز و درد قفسه سینه با میانگین رتبه ۳/۲۰ دارای کمترین امتیاز می‌باشد، در صورتی که در نمونه‌های شاهد، سرفه با میانگین رتبه ۶/۶۲

جدول ۳: آماره‌های توزیع علائم مواجهه با فرمالدئید و نتایج بررسی مقایسه هر یک در دو گروه مورد و شاهد

اختلاف	P	گروه شاهد				گروه مورد				علامت
		max	$\bar{x} \pm s$	min	n	max	$\bar{x} \pm s$	min	n	
دارد	۰/۰۰	۵	۱/۳۷±۰/۸۰۹	۱	۳۰	۵	۴/۳۷±۰/۸۰۹	۱	۳۰	سوزش چشم
دارد	۰/۰۰	۵	۱/۱۷±۰/۵۳۱	۱	۳۰	۵	۳/۹۷±۱/۱۵۹	۱	۳۰	سوزش بینی
دارد	۰/۰۰	۵	۱/۲۳±۰/۶۲۶	۱	۳۰	۵	۳/۷۷±۱/۱۶۵	۱	۳۰	سوزش گلو
دارد	۰/۰۰	۵	۱/۲۰±۰/۴۰۷	۱	۳۰	۵	۲/۶۷±۱/۱۵۵	۱	۳۰	خارش بینی
دارد	۰/۰۰	۵	۱/۱۷±۰/۵۹۲	۱	۳۰	۵	۲/۴۷±۱/۰۷۴	۱	۳۰	خارش گلو
دارد	۰/۰۰	۵	۱/۳۳±۰/۵۴۷	۱	۳۰	۵	۲/۷۷±۱/۲۵۱	۱	۳۰	سرفه
دارد	۰/۰۰	۵	۱/۲۰±۰/۴۸۴	۱	۳۰	۵	۴/۳۷±۰/۸۵۰	۱	۳۰	ریزش اشک
دارد	۰/۰۰	۵	۱/۳۰±۰/۷۰۲	۱	۳۰	۵	۲/۲۳±۱/۰۷۳	۱	۳۰	ریزش آب از بینی
دارد	۰/۰۰	۵	۱/۲۰±۰/۵۵۱	۱	۳۰	۵	۳/۴۷±۱/۰۰۸	۱	۳۰	اشکال در تنفس
دارد	۰/۰۰	۵	۱/۱۰±۰/۳۰۵	۱	۳۰	۵	۲/۰۰±۱/۱۷۴	۱	۳۰	درد قفسه سینه
دارد	۰/۰۰	۵	۱/۲۰±۰/۵۵۱	۱	۳۰	۵	۲/۴۷±۱/۱۰۶	۱	۳۰	خس خس تنفسی

جدول ۴: میانگین رتبه‌های شیوع علائم تحریکی مواجهه با فرمالدئید در دو گروه شاهد و مورد

ردیف	علامت	گروه مورد	گروه شاهد
۱	سوزش چشم	۸/۸۸	۶/۴۲
۲	سوزش بینی	۷/۹۰	۵/۶۲
۳	سوزش گلو	۷/۲۳	۵/۹۳
۴	خارش بینی	۵/۰۸	۶/۰۷
۵	خارش گلو	۴/۴۰	۵/۷۰
۶	سرفه	۴/۹۸	۶/۶۲
۷	اشک ریزش	۸/۹۸	۵/۹۰
۸	ریزش آب از بینی	۳/۹۰	۶/۲۳
۹	اشکال در تنفس	۶/۹۳	۵/۹۸
۱۰	درد قفسه سینه	۳/۲۰	۵/۵۳
۱۱	خس خس تنفسی	۴/۵۰	۶/۰۰

نشان داد که میانگین مواجهه گروه شاهد با میانگین گروه مورد اختلاف معنی‌داری دارد ( $P=0/00$ ). این مطالعه نشان داد که میزان مواجهه کلیه نمونه‌های شاهد (پرسنل اداری شرکت) از حد توصیه شده سرطان‌زایی یعنی  $0/1$  پی‌پی‌ام کمتر بوده است. براساس جدول فراوانی نتایج تماس گروه مورد با فرمالدئید (جدول ۵)، کلیه نمونه‌های مورد (کارکنان خط تولید) دارای میزان مواجهه بالاتر از حد مجاز تماس ( $0/3$  پی‌پی‌ام) بوده‌اند.

گرفته و مشخص گردیده است که در هر گروه کدام علامت بیشترین شیوع و کدام علامت کمترین شیوع را دارا می‌باشد. مواجهه با فرمالدئید: نتایج این بررسی نشان داد که میزان مواجهه گروه شاهد به میزان صفر پی‌پی‌ام می‌باشد. در حالی که میزان مواجهه گروه مورد در محدوده  $0/50$  تا  $1/52$  پی‌پی‌ام با میانگین و انحراف معیار  $0/30 \pm 1/18$  پی‌پی‌ام بوده است (شکل ۱). مقایسه آماری میانگین نمونه‌های گروه شاهد و مورد

جدول ۵: فراوانی نتایج تماس گروه مورد با فرمالدئید

دامنه ppm	فراوانی مطلق تعداد	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی تعداد	فراوانی تجمعی نسبی
۰-۰/۱	۰	۰	۰	۰
۰/۱-۰/۳	۰	۰	۰	۰
۰/۳-۰/۵	۱	۰/۰۳	۱	۰/۰۳
۰/۵-۰/۷۵	۴	۰/۱۳	۵	۰/۱۷
۰/۷۵-۱	۲	۰/۰۷	۷	۰/۲۳
۱-۱/۲۵	۵	۰/۱۷	۱۲	۰/۴۰
۱/۲۵-۱/۵	۱۷	۰/۵۷	۲۹	۰/۹۷
۱/۵-۱/۷۵	۱	۰/۰۳	۳۰	۱
مجموع	۳۰	۱	-	-

جدول ۶: آماره‌های توزیع فاکتورهای احتمالی اثرگذار بر تعداد پلاکت‌های خون در دو گروه مورد و شاهد

فاکتورهای تأثیر گذار	گروه مورد			گروه شاهد		
	Beta	t	P	Beta	t	p
سن	-۰/۰۶۹	-۰/۱۷۹	۰/۸۵۹	-۰/۳۸۹	-۰/۸۴۶	۰/۴۰۵
سابقه کار	-۰/۱۷۸	-۰/۴۶۵	۰/۶۴۶	-۰/۰۵۷	-۰/۱۶۶	۰/۸۷۰
سطح تحصیلات	-۰/۳۱۳	-۱/۶۰۶	۰/۱۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۹۹۶

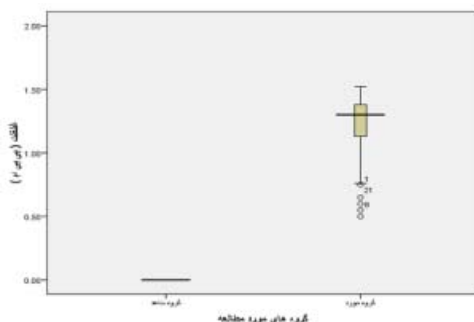
جدول ۷: آماره‌های توزیع رابطه بین میزان مواجهه با فرمالدئید و تعداد پلاکت‌های خون در دو گروه مورد و شاهد

متغیرها	گروه مورد			گروه شاهد		
	n	$\bar{x} \pm s$	P	n	$\bar{x} \pm s$	P
مواجهه با فرمالدئید	۳۰	۱/۱۸±۰/۳۰	۰/۷۰۲	۳۰	۰/۰±۰/۰۰	-
تعداد پلاکت‌های خون	۳۰	۲۰۷/۳۳ ± ۴۱/۷۹	-	۳۰	۲۵۴/۶۰ ± ۷۱/۰۵	-

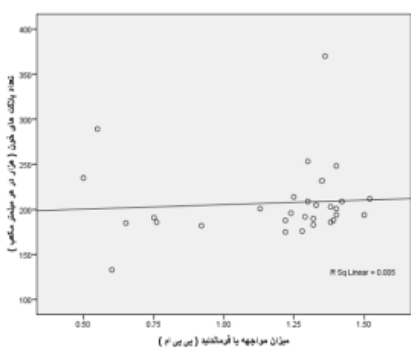
جدول شماره ۶ نشان دهنده فاکتورهای احتمالی تأثیرگذار بر روی تعداد پلاکت‌های خون در دو گروه مورد و شاهد می‌باشد. این فاکتورها عبارتند از سن، سابقه کار و سطح تحصیلات که با استفاده از آزمون رگرسیون چندگانه رابطه آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس روشن شد که بین فاکتورهای اشاره شده فوق و تعداد پلاکت‌های خون در هر دو گروه مورد و شاهد رابطه معنی‌داری وجود ندارد ( $P < ۰/۰۵$ ).

تعداد پلاکت‌های خون: مقدار کمینه، بیشینه، میانگین و انحراف معیار تعداد پلاکت‌های خون گروه شاهد به ترتیب مساوی ۱۷۱، ۴۹۹ و  $۲۵۴/۶۰ \pm ۷۱/۰۵$  هزار در هر میلی‌متر مکعب بود. مقدار این متغیرها در گروه مورد به ترتیب مساوی ۱۳۳، ۳۷۰ و  $۴۱/۷۹ \pm ۲۰۷/۳۳$  هزار در هر میلی‌متر مکعب شمارش گردید (شکل ۲). آزمون آماری T نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین تعداد پلاکت‌های خون در گروه مورد و شاهد وجود دارد ( $P = ۰/۰۰۳$ ).

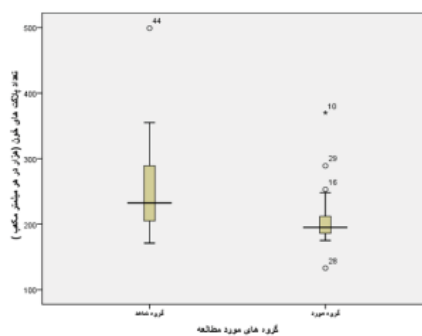




شکل ۱: نمودار مقایسه میانگین میزان مواجهه شغلی با فرمالدئید در دو گروه مورد و شاهد



شکل ۳: نمودار رابطه بین میزان مواجهه با فرمالدئید و تعداد پلاکت های خون در گروه مورد



شکل ۲: نمودار مقایسه میانگین تعداد پلاکت های خون در دو گروه مورد و شاهد

### بحث

افراد شرکت کننده در این مطالعه همگی از یک کارخانه و از لحاظ شرایط اجتماعی، اقتصادی و ویژگی های دموگرافیک مانند جنس، سن، روش زندگی و رژیم غذایی مشابه هم بودند، اما سابقه کار و سطح تحصیلات افراد گروه مورد و شاهد با هم اختلاف معنی دار داشت ( $P < 0.05$ ). این اختلاف در سابقه کار و سطح تحصیلات ناشی از به کارگیری افراد تحصیل کرده و با تجربه بیشتر در امور اداری و استفاده از افراد با تجربه کمتر و سطح سواد کمتر در مشاغل اپراتوری خط تولید می باشد.

سازمان ایمنی و بهداشت حرفه ای آمریکا (OSHA) حد تماس شغلی با این ماده را برای ۸ ساعت کار به ۰/۷۵ پی پی ام کاهش داده و میزان

بررسی رابطه بین مواجهه با فرمالدئید و تعداد پلاکت های خون در دو گروه مورد و شاهد:

با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، رابطه میانگین میزان مواجهه با فرمالدئید و میانگین تعداد پلاکت های خون در دو گروه مورد و شاهد مورد بررسی قرار گرفت. در گروه شاهد با توجه به اینکه میانگین میزان مواجهه با فرمالدئید صفر است، عملاً محاسبه ضریب همبستگی امکان پذیر نمی باشد ولی محاسبه این ضریب در گروه مورد (جدول ۷) نشان می دهد که بین دو متغیر فوق رابطه معنی داری وجود ندارد ( $P < 0.05$ ) معادله رگرسیون این رابطه به شرح ذیل می باشد:

$$y = 431/195x + 078/10 \quad (1)$$

$$R^2 = 005/0 \quad (2)$$



دارد (NIOSH., 1988, Main, et al., 1983). از این یافته‌ها می‌توان چنین نتیجه گرفت که علائم تحریکی و آلرژیک نظیر اشک‌ریزش که ماندگاری کمتری دارند، نسبت به علائمی نظیر درد قفسه سینه که از ماندگاری بیشتری برخوردارند شیوع بیشتری دارند.

نتایج آنالیز آماری فاکتورهای احتمالی اثرگذار بر تعداد پلاکت‌های خون با آزمون رگرسیون چندگانه که در آن اثر متغیرهای مستقلی مانند سن، سابقه کار و سطح تحصیلات در دو گروه مورد و شاهد مورد بررسی قرار گرفت نشان داد که بین فاکتورهای اشاره شده و تعداد پلاکت‌های خون در هر دو گروه مورد و شاهد رابطه معنی‌داری وجود ندارد ( $P < 0.05$ ) (جدول ۵). این به آن معناست که هیچ‌گونه همبستگی نه از نوع مستقیم و نه از نوع معکوس بین این دو متغیر وجود ندارد. مقایسه میانگین تعداد پلاکت‌های خون در گروه مورد و شاهد نشان داد که مواجهه شغلی با فرمالدئید به‌طور معنی‌داری ( $P = 0.003$ ) سبب کاهش تعداد پلاکت‌های خون شاغلین می‌شود. این نتیجه با نتیجه مطالعات Tang و همکاران (۲۰۰۹) و Zhang و همکاران (۲۰۱۰) تطابق دارد. در مطالعات فوق نیز نتیجه گرفته شده بود که افزایش مواجهه شغلی با فرمالدئید سبب کاهش تعداد پلاکت‌های خون می‌شود (Tang, et al., 2009, Zhang, et al., 2010). البته بررسی ضریب همبستگی بین مواجهه با فرمالدئید و تعداد پلاکت‌های خون در گروه مورد نشان می‌دهد که بین دو متغیر فوق رابطه معنی‌داری وجود ندارد ( $P < 0.05$ ) (جدول ۶) که نشان می‌دهد افزایش میزان مواجهه سبب کاهش بیشتر تعداد پلاکت‌های خون نمی‌شود.

### نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که میزان مواجهه شاغلین خط تولید شرکت مورد مطالعه از حد تماس شغلی

حد تماس کوتاه مدت آن را ۲ پی‌پی‌ام تعیین کرده است. همچنین انستیتو ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا (NIOSH) سقف سرطان‌زایی فرمالدئید را برای انسان ۰/۱ پی‌پی‌ام اعلام نموده است (Hauptmann, et al., 2003). انجمن دولتی بهداشت حرفه‌ای آمریکا (ACGIH) برای میزان مواجهه شغلی فرمالدئید، حد تماس ۸ ساعته تعیین نکرده، بلکه حد مجاز ۰/۳ پی‌پی‌ام را اعلام نموده است (ACGIH., 2010). یافته‌ها نشان داد که میزان مواجهه کارگران خط تولید این شرکت (گروه مورد) با میزان مواجهه پرسنل اداری این شرکت (گروه شاهد) اختلاف معنی‌دار داشته ( $P > 0.05$ ) و با توجه به نتایج به دست آمده، سطح تماس کارگران گروه مورد با فرمالدئید قابل استنشاق از حد مجاز توصیه شده (۰/۳ پی‌پی‌ام) بیشتر بود. لذا با توجه به اعلام فرمالدئید به‌عنوان یک ماده سرطان‌زای گروه یک برای انسان (Hauptmann, et al., 2003, Tang, et al., 2009) و با توجه به یافته‌های این مطالعه می‌توان چنین نتیجه گرفت که کارگران خط تولید این شرکت (گروه مورد) در معرض ریسک جدی ناشی از مخاطرات تماس با فرمالدئید می‌باشند.

از طرفی با توجه به حلالیت بالای فرمالدئید در آب و تحریک مخاط لوله‌های تنفسی و چشم و ایجاد علائمی هم‌چون ریزش اشک از چشم، ریزش آب از بینی، سرفه و خس‌خس کردن در هنگام تنفس (Vossoghi., 2012)، در این مطالعه این علائم تحریکی نیز مورد بررسی قرار گرفت و چنانچه در بخش نتایج ذکر شده است شیوع کلیه علائم تحریکی دارای اختلاف معنی‌داری با شیوع همین علائم در گروه شاهد بود ( $P = 0.00$ )، به‌گونه‌ای که در گروه مورد شیوع اشک‌ریزش با میانگین رتبه ۸/۹۸ دارای بیشترین امتیاز و درد قفسه سینه با میانگین رتبه ۳/۲۰ دارای کمترین امتیاز بود که این نتیجه با یافته‌های برخی مطالعات که در این زمینه انجام شده شباهت

- Science., 306, 1774-6.
7. Main, D. M., Hogan, T. J., (1983). Health effects of low level exposure to formaldehyde, *Journal of occupational medicine.*, 25, 896-900.
  8. NIOSH., (1988). Guidelines for protecting the health and safety of health care workers. National Institute for Occupational Health and Safety,
  9. Noisel, N., Bouchard, M. I., Carrier, G. t., (2007). Evaluation of the health impact of lowering the formaldehyde occupational exposure limit for Quebec workers, *Regulatory Toxicology and Pharmacology.*, 48,118-27.
  10. O' Donoghue, J. L., (1985). Neurotoxicity of Industrial and Commercial Chemicals, Volume I, Boca Raton, FL, CRC Press, Inc., 59.
  11. Pyatt, D., Natelson, E., Golden, R., (2008). Is inhalation exposure to formaldehyde a biologically plausible cause of lympho-hematopoietic malignancies? *Regul Toxicol Pharmacol.*, 51, 119-33.
  12. Shiraiishi, N., (2006). Levels of Formaldehyde, Phenol and Ethanol in Dissection Room Air and Measures for Reduction, *JJOMT.*, 54(1),1-10.
  13. Tang, X., Bai, Y., Duong, A., Smith, M. T., Li, L., Zhang, L., (2009). Formaldehyde in China: Production, consumption, exposure levels, and health effects, *Environment International.*, 35, 1210-24.
  14. Vosooghi, S., (2012). Investigation of simultaneous effects from exposure to formaldehyde and noise on testicular histology and sperm quality in mice, A thesis presented for the degree of PhD, supervised by Ali Khavanin, Occupational health Eng Dept, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
  15. Zhang, L., Tang, X., Rothman, N., (2010), Occupational exposure to formaldehyde, hemato-toxicity, and leukemia-specific chromosome changes in cultured myeloid progenitor cells, *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*, 19, 80-88.

بالتر است. میانگین تعداد پلاکت‌های خون گروه مورد به‌طور معنی داری از گروه شاهد کمتر است. افزایش میزان مواجهه سبب کاهش بیشتر تعداد پلاکت‌ها نشده است و علائم ظاهری مواجهه با فرمالدئید در گروه مورد به‌طور معنی داری بیش از گروه شاهد است.

### تشکر و قدردانی

این طرح با هزینه شرکت صنعت چوب شمال اجرا گردید. بدین وسیله از حمایت‌های مالی شرکت یادشده و همچنین کمک‌های علمی و فنی بیمارستان شهدای گنبد تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

### منابع

1. ACGIH., (2010). Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices (TLVs® and BEIs), Cincinnati, Ohio, USA.
2. Çelik, H. H., Sargon, M. F., Çelik, M. H., Uslu, S. S., Çelik, T. H., (2001). A Review of the Health Effects of Formaldehyde Toxicity, *Morphology J.*, 9, 1-12.
3. Cole, P., Axten, C., (2004). Formaldehyde and leukemia: an improbable causal relationship, *Regul Toxicol Pharmacol.*, 40, 107-12.
4. Dimenstein, I. B., (2009). A Pragmatic Approach to Formalin Safety in Anatomical Pathology, *Labmedicine.*, 40(12), 740-6.
5. Hauptmann, M., Lubin, J. H., Stewart, P. A., Hayes, R. B., (2003). Mortality from Lympho-hematopoietic Malignancies Among Workers in Formaldehyde Industries, *Journal of the National Cancer Institute.*, 95(21), 1615-23.
6. Lan, Q., Zhang, L., Li, G., (2004). Hemato-toxicity in workers exposed to low levels of benzene,