مقاله اصلی
(Original Article)

مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها
e-ISSN:2383 -1901 p-ISSN:2345-2455
دوره ۲. شماره ۴. زمستان ۱۳۹۳، صفحات ۲۹۳ تا ۳۰۲

ارزیابی سمیت خونی بنزن، تولوئن، زایلن، اتیل بنزن و هگزان نرمال در کارگران در صنایع پتروشیمی

مسعود نقاب[۱]، جواد طایفه رحیمیان[۲*]، مهدی جهانگیری[۳]، علی کریمی[۳]، قدرت‌اله نصیری[۴]، ماندانا آقابیگی[۴]، جعفر حسن‌زاده[۳]، سودابه دشت بش پودنک[۳]، آزاده صفائیان[۳]

۱. مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۲. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۳. دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۴. مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی تهران، تهران، ایران

چکیده:

سابقه و هدف: آلاینده‌های مهم شیمیایی آلی موجود در مجتمع‌های پتروشیمی شامل بنزن، تولوئن، زایلن، اتیل بنزن و هگزان نرمال بوده و برخی از آن‌ها بالقوه توانایی ایجاد ناهنجارهای خونی را دارند. مطالعه حاضر باهدف پاسخ به این سؤال که آیا مواجهه پوستی و تنفسی کارگران صنایع پتروشیمی با این آلاینده‌ها تحت شرایط معمولی کاری یا پاسخ سمی سیستم خون‌ساز همراه است یا خیر طراحی و اجرا گردید.

روش بررسی: در این مطالعه مقطعی کارکنان شاغل در پتروشیمی‌ها (۴۱۹ نفر) به عنوان گروه دارای مواجهه و کارکنان تعدادی از ادارات دولتی (۱۰۱ نفر) به عنوان گروه مرجع مورد ارزیابی قرار گرفتند. نمونه خون برای آزمایش شمارش کامل خون شامل شمارش گلبول سفید، شمارش گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، حجم متوسط سلولی گلبول قرمز، هموگلوبین متوسط سلولی، غلظت متوسط هموگلوبین سلولی، تعداد پلاکت‌ها و آزمایش افتراقی گلبول‌های سفید انجام گرفت. جهت جلوگیری از انعقاد نمونه‌ها از ویال CBC حاوی ماده ضد انعقادی EDTA استفاده گردید و آزمایش‌های شمارش کامل گلبولی با دستگاه سل کانتر هماتولوژی مدل Celltac α ساخت شرکت NIHON KOHDEN ژاپن مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها: میانگین سن و سابقه کار گروه دارای مواجهه به ترتیب ۶/۴۱ ± ۳۳/۰۴ و ۴/۱۸ ± ۷/۲۹ سال و گروه مرجع ۷/۷۲ ±۳۲/۳۱ و ۲/۸۸ ± ۵ سال بود. میانگین هندسی غلظت هگزان نرمال، بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن به ترتیب ۲/۱۴، ۰/۴۶، ۱/۳۵، ۳/۶۱ و ۱/۴۸ پی پی‌ام به دست آمد. در آنالیزهای ساده آماری در همه موارد به غیر از حجم متوسط سلولی گلبول قرمز، تفاوت معنی‌داری بین میانگین پارامترها در گروه دارای مواجهه و مرجع وجود داشت، علاوه بر آن پس از کنترل عوامل مخدوش‌کننده مهم، تعداد گلبول قرمز، مقدار هموگلوبین و درصد هماتوکریت به شکل معنی‌داری در گروه مواجهه یافته بیش از گروه مرجع و تعداد پلاکت کمتر از گروه مرجع بود. غلظت حلال‌های آلی در هوا کمتر از TLV بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه حاکی از این واقعیت است که پس از کنترل نقش مخدوش کننده‌ها، ارتباط معنی‌داری بین مواجهه با حلال‌های آلی در غلظت کمتر از TLV و هماتوتوکسیسیتی وجود دارد.

واژگان کلیدی: *بنزن، تولوئن، زایلن، اتیل بنزن، هگزان نرمال، صنعت پتروشیمی*

مقدمه

حلال‌های آلی موادی هستند که توانایی حل مواد دیگر و ایجاد محلول یکنواخت را دارند. حلال‌ها کاربرد بسیار گسترده ای دارند و در بسیاری از حرف، مشاغل و صنایع نظیر پتروشیمی،

* نویسنده مسئول مکاتبات: Rahimianj@sums.ac.ir

ساخت رنگ و رنگ کاری، صنعت چاپ، پالایشگاه و غیره افراد در معرض حلال‌ها هستند (۱).

آلاینده‌های مهم شیمیایی آلی موجود در مجتمع‌های پتروشیمی شامل بنزن، تولوئن، زایلن، اتیل بنزن و هگزان نرمال بوده و برخی از آن‌ها بالقوه توانایی ایجاد ناهنجار های خونی را دارند. علت حساسیت سیستم خون‌ساز به آسیب ناشی از سمیت ترکیبات شیمیایی این است که این سیستم دارای فعالیت‌های متابولیکی بالایی بوده تا نیازهای مربوط به تکثیر سریع سلول‌ها در این بافت، فراهم گردد و علت مهم دیگر، وابستگی این سیستم به تعداد کمی از سلول‌های بنیادی با فعالیت تکثیری محدود می‌باشد(۲).

بنزن یک ماده شیمیایی آلی است که در گروه هیدروکربن‌های آروماتیک قرار گرفته است (۳). مواجهه مزمن با غلظت‌های بالای بنزن در انسان موجب مسمومیت خونی و لوسمی (لوسمی مزمن میلوژن و لوسمی غیر لنفوسیت)، صدمه به مغز استخوان و ایجاد آپلازی مغز استخوان (۴-۸)، لوسمی حاد میلوئید (۴, ۷)، آنمی آپلاستی (۵-۸)، آنمی، لوکوپنی، لنفوسیتوپنی، ترومبوسیتوپنی (۵-۷) و پانسیتوپنی (۴, ۶) می‌گردد. از طرفی باید توجه نمود که مغز استخوان طبیعی ذخیره خونی فراوانی دارد لذا مواجهه با مقادیر پایین ممکن است بدون اینکه موجب کاهش تعداد سلول‌های خونی شود باعث کاهش ذخیره مغز استخوان شود(۵).

در برخی از مطالعات تغییرات خونی در اثر مواجهه با بنزن در غلظت‌های کم را تایید نموده‌اند که از این میان می‌توان به افزایش مقدار هموگلوبین در غلظت‌های ۵ پی پی‌ام و کمتر و افزایش یک درصدی هماتوکریت (۹, ۱۰)، کاهش لنفوسیت ها، پلاکت‌ها، گلبول سفید، افزایش حجم متوسط سلولی گلبول قرمز در مواجهه با غلظت‌های ۱۰-۱ پی پی‌ام (۱۱)، کاهش غلظت متوسط هموگلوبین سلولی در مواجهه با غلظت‌های کمتر از ۰/۱ ppm، ۱-۰/۱ ppm و بیشتر از ۱ ppm (۱۲) و تغییر در مقادیر گلبول سفید، RBC و نوتروفیل ها در غلظت‌های حتی کمتر از ۰/۲۵ ppm (۱۳) اشاره نمود. برعکس در تعدادی از مطالعات هیچ‌گونه تغییرات خونی به علت مواجهه با غلظت‌های کم بنزن گزارش نشده (۱۴-۱۶) به عنوان مثال برخی محققین در مواجهه با ۰/۰۱ تا ۱/۴ پی پی‌ام هیچ نابهنجاری قابل کشفی در پارامترهای خونی پیدا نکردند و همچنین معاینات دوره ای کارگرانی که با بنزن با غلظت ۳۰-۱ پی پی‌ام همراه بودند هیچ‌گونه تغییرات خونی به جز تغییر مختصر موقت کاهش تعداد گلبول‌های قرمز همراه نبود (۸).

تولوئن دیگر آلاینده صنایع پتروشیمی، یکی از همولوگ های بنزن است که اثرات خونی مواجهه با نیز موضوعی است که مورد بحث و اختلاف نظر است، در حالی که برخی از مطالعات ثابت نکردند که تولوئن هماتوتوکسیسیتی ایجاد می‌کند (۱۷) یا شواهد قطعی دال بر آسیب خونی دائم و بیماری‌های خونی از مواجهه با تولوئن وجود ندارد (۱۵) نتایج متفاوتی، دیگران گزارش کرده‌اند (۱۶, ۱۸) به عنوان مثال لوکوپنی (۱۶)، لنفوسیتوز، ماکروسیتوزیس، ائوزینوفیلیا و در برخی موارد آنمی آپلاستیک طی تماس با تولوئن گزارش شده است (۱۸) هرچند که برخی اعتقاد دارند این آسیب‌ها احتمالاً به علت ناخالصی بنزن است (۶).

زایلن، دیگر آلاینده صنعت پتروشیمی، یکی از همولوگ های تولوئن است که دارای سه نوع ایزومر موضعی به نام‌های ارتو، متا و پارازایلن می‌باشد. پتانسیل سمیت خونی زایلن نیز محل مجادله است. در حالی که برخی مطالعات بر این باورند که زایلن ناهنجاری خونی مثل لوکوسیتوزیس، افزایش تعداد نوتروفیل ها، کاهش تعداد اریتروسیت ها، هماتوکریت و هماگلوبین در حیوانات یا آنمی و کاهش تعداد سلول‌های سفید در انسان ایجاد می‌کند (۱۹-۲۱) ولی معلوم نیست که آیا این تغییرات خونی منحصراً به زایلن مربوط هستند، یا دیگر حلال‌ها مثل بنزن دخالت دارند (۱۹, ۲۱) و مطالعه شغلی که در آن کارگران هیچ گونه تماسی با بنزن نداشتند هیچ گونه عوارض خونی ناشی از تماس با زایلن یافت نشد (۲۲).

هگزان نرمال با فرمول شیمیایی C_6H_{14} از ترکیبات هیدروکربن‌های آلیفاتیک اشباع شده می‌باشد. اثرات خونی پس از مواجهه مزمن با هگزان نرمال در انسان گزارش نشده است اما برخی تغییرات کوچک در مطالعات حیوانی که در مواجهه استنشاقی هگزان نرمال (۰، ۶، ۲۶ و ۱۲۹ پی پی‌ام) بود گزارش

شده است (۲۳).

آلاینده دیگر مورد مطالعه صنایع پتروشیمی اتیل بنزن است کــه مواجهه طولانی مدت و مزمن با اتیل بنزن در انســان باعث افزایش متوســط تعداد لنفوســیت ها و کاهش هموگلوبین‌ها در کارگران در معرض حلال‌های حاوی اتیل بنزن مشاهده شد و در مطالعه دیگری که شامل کنترل طولانی مدت از کارگران مواجهه یافتــه با اتیل بنزن (غلظت ۱/۶۴ پی پی‌ام) بود نشــان دادند که تعداد لنفوســیت ها افزایش و غلظت هموگلوبین کاهش می‌یابد (۲۴) بــا این حال در برخی از مطالعات عوارض خونی ناشــی از با غلظت‌های پایین اتیل بنزن دیده نشــده به طور مثال عوارض خونی در کارگران مرد شــاغل در مرکز تولید اتیل بنزن (غلظت ۶/۴ میلی گرم در متر مکعب) در طی یک دوره ۲۰ ســاله دیده نشد (۲۵).

اخیــراً نگرانی‌هایــی در مورد اثرات خونــی مواجهه کارگران صنایع پتروشیمی در مواجهه با حلال‌های آلی گزارش شده است و بــا توجــه به اختلاف نظرهایــی که در مورد اثــرات مواجهه با غلظت‌های کــم این حلال‌ها بر روی سیســتم خونی وجود داد، مطالعه حاضر با هدف پاســخ به این ســؤال که آیا واقعاً مواجهه پوستی و تنفسی با این آلاینده‌ها در شرایط عادی کاری می‌تواند پاسخ خونی سمی ایجاد کند یا خیر، طراحی شد.

همچنیــن در مورد توانایی بنزن، تولوئن، زایلن، اتیل بنزن و هگــزان نرمال در ایجاد ضایعات و اختلالات خونی در غلظت کم اتفاق نظر وجود ندارد و از طرفی هیچ‌گونه مطالعه اپیدمیولوژیکی که به شــکل جامع عوارض خونی ناشی از مواجهه با این حلال‌ها را در کارگران صنایع پتروشیمی مطالعه نموده باشد وجود ندارد. مطالعه حاضر با هدف پاسخ به ابهامات فوق از یک طرف و فراهم نمودن اطلاعات سم شناســی به منظور حفاظت از سلامتی این گروه از شاغلین طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

مطالعــه از نوع مقطعــی بود. در این مطالعه کارکنان شــاغل در پتروشیمی‌های عسلویه به عنوان گروه دارای مواجهه و کارکنان تعدادی از ادارات دولتی به عنوان گروه کنترل مورد ارزیابی قرار گرفتند.

حجــم نمونــه را ۱۰۱ نفر گروه مرجــع و ۴۱۹ نفر دارای مواجهه، تشــکیل می‌داد؛ و با توجه بــه هماهنگی‌های لازم با مدیریت بهداشــت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشــیمی، حجم نمونه‌های هر شرکت با توجه به نوع عوامل شــیمیایی، تعداد و نوع شغل کارکنان شرکت‌های پتروشیمی تعییــن گردید. همچنین گروه مواجهه یافته بر اســاس نوع و مقدار ماده شــیمیایی در تماس به ســه گروه بــا مواجهه زیاد (گروه ۱)، متوســط (گــروه ۲) و کم (گروه ۳) تقســیم بندی شدند.

گروه ۱ شــامل پرســنل بهره برداری و تعمیرات، گروه ۲ پرسنل مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست، آزمایشگاه و حراســت و گــروه ۳ پرســنل اداری بودند. مــلاک انتخاب کارگران داشتن حداقل یک سال سابقه مواجهه با حلال‌های آلــی صنایع پتروشــیمی و عدم تماس شــغلی با ســایر مواد شیمیایی بود.

افراد گروه کنتــرل برای مطالعه از بین کارکنان دفتری فاقد مواجهه و از نظر ســنی و جنســی مشــابه کارکنان شرکت‌های پتروشــیمی باشــند انتخاب و به مطالعــه وارد گردیدند. ملاک انتخــاب گروه کنترل علاوه بر شــباهت ســنی – جنســی عدم مواجهه شــغلی قبلی و فعلی با مواد شیمیایی به طور اعم و مواد شیمیایی هماتوتوکسیک به طور اخص خواهد بود.

قبــل از ورود به مطالعه، فرم رضایت آگاهانه توســط کلیه شــرکت کنندگان در مطالعه تکمیــل و امضا گردید. ضمناً در این مطالعه اطلاعات مربوط به ســابقه کار، استعمال دخانیات، بیماری‌هــای جســمی و روحی افــراد و یا ســابقه مواجهه با مواد شــیمیایی نیز از طریق پرسشــنامه جمع آوری شد. این پرسشــنامه ابتلا فعلی یا ســابقه قبلی ابتلا به بیماری‌هایی از قبیل تالاســمی، فشــارخون، بیماری‌های قلبــی - عروقی را بررسی نمود.

نمونه های خون از ۵۲۰ نفر افراد فوق توســط کارشــناس آزمایشــگاه و در بهداری‌های پتروشیمی‌ها تهیه گردید. جهت جلوگیــری از انعقــاد نمونه‌ها از ویال CBC حــاوی ماده ضد انعقادی EDTA استفاده گردید، سپس نمونه‌ها سریعاً با رعایت اســتانداردها و زنجیره سرما، برای آنالیز لازم به آزمایشگاه در

شـیراز منتقـل گردید. نمونه هـای خون در دمـای ۴ درجه سـانتی‌گراد نگهداری شده که در این شرایط حداکثر به مدت ۲۴ ساعت انجام آزمایش امکان پذیر می‌باشد (۲۶). آزمایشات شمارش کامل گلبولی با دسـتگاه سل کانتر هماتولوژی مدل Celltac α سـاخت شـرکت NIHON KOHDEN ژاپن مورد بررسی قرار گرفتند. دسـتگاه سل کانتر هم قبل از شروع کار با اسـتانداردهای CBC که تهیه شـده بود کالیبره می‌گردید. لازم به ذکر اسـت بـرای جلوگیری از خطای دسـتگاهی و یا اپراتور، کلیه آزمایشـات بیوشیمی با اسـتفاده از یک دستگاه سل کانتر و توسط یک کارشناس انجام شد و به صورت موازی در هـر RUN دسـتگاه حتماً از نمونه های اسـتاندارد کنترل برای حصول اطمینان از صحت مقادیر گزارش شـده استفاده گردید.

میـزان مواجهه افراد با آلاینده های مهم شـیمیایی آلی در شـرکت‌های پتروشـیمی از داده های مطالعـه ای که به صورت همزمان انجام گرفت (۲۷)، استفاده شد.

بـرای تجزیه و تحلیـل داده‌ها از نـرم افزار آمـاری SPSS نسـخه ۱۹ استفاده شد. برای تحلیل اطلاعات این مطالعه از آمار توصیفی و آزمون‌های T-Test برای مقایسه بین دو گروه، آزمون ANOVA برای مقایسـه بین بیـش از دو گروه و آزمون square Chi یا Fishers exact test برای مقایسـه نسبت‌ها استفاده شد. ضمناً برای ارزیابی ارتباط تطبیق شـده مواجهه شغلی با آلاینده های شـیمیایی آلـی و پیامد های کمی آن از مـدل Multiple Linear Regression استفاده شد.

یافته‌ها

به طور کلی تعداد ۴۱۹ نمونه خون از افراد دارای مواجهه و تعداد ۱۰۱ نمونه از گروه مرجع گرفته شـد. جدول۱، ویژگی‌های دموگرافیک

جدول ۱.توزیع دموگرافیکی افراد مورد مطالعه (n = ۵۲۰)

متغیر		گروه های مواجهه یافته				گروه مرجع (n=۱۰۱)
		گروه ۱ (n=۲۳۹)	گروه ۲ (n=۱۲۶)	گروه ۳ (n=۵۴)	کل (n=۴۱۹)	
جنسیت*	مرد	۲۳۹ (۱۰۰)	۱۲۳ (۹۷/۶)	۵۳ (۹۸/۱)	۴۱۵ (۹۹)	۱۰۱ (۱۰۰)
	زن	۰ (۰)	۳ (۲/۴)	۱ (۱/۹)	۴ (۱)	۰ (۰)
سن(سال) **		۳۳/۰۳ ± ۶/۴۹	۳۲/۶۴± ۵/۵۴	۳۴ ± ۷/۸۷	۳۳/۰۴ ± ۶/۴۱	۳۲/۳۱± ۷/۷۲
قد(cm)**		۱۷۴/۴۶ ± ۶/۹۴	۱۷۵/۸۵± ۶/۷	۱۷۴/۱۹± ۵/۴۹	۱۷۴/۸۴ ±۶/۷۲	۱۷۳/۴۸ ± ۶/۷۶
وزن (kg)**		۷۷/۸۲± ۱۱/۴۱	۷۹/۶± ۱۱/۲۹	۷۸/۵۲ ± ۱۳/۱۹	۷۸/۴۴ ± ۱۱/۶۱	۷۲/۲۸ ± ۸/۹۴
BMI		۳۵/۵۳± ۳/۱۸	۲۵/۶۸± ۲/۸۹	۲۵/۸۴ ± ۳/۸۹	۲۵/۶۲ ± ۳/۱۹	۲۴/۰۹ ± ۳/۳۲
سابقه کار(سال) **		۷/۴۵ ± ۴/۵۶	۷/۱۴ ± ۳/۲۵	۶/۹۳ ± ۴/۴	۷/۲۹ ± ۴/۱۸	۵ ± ۲/۸۸
استعمال کننده دخانیات*	بلی	۲۶ (۱۱)	۱۱ (۸/۹)	۷ (۱۳/۵)	۴۴ (۱۰/۷)	۷ (۶/۹)
	خیر	۲۱۱ (۸۹)	۱۱۲ (۹۱/۱)	۴۵ (۸۶/۵)	۳۶۸ (۸۹/۳)	۹۴ (۹۳/۱)
مدت زمان استعمال دخانیات افراد سیگاری (سال) **		۸/۶۹ ± ۶/۹۳	۸/۲۷ ± ۴/۱	۱۵/۷۱ ± ۱۰/۶۴	۹/۷ ± ۷/۳۹	۱۳/۸۶ ± ۶/۵۱
متوسط استعمال دخانیات افراد سیگاری (نخ در روز) **		۶/۰۸ ± ۵/۳۶	۵/۴۵ ± ۳/۶۹	۱۱/۴۳ ± ۵/۵۶	۶/۷۷ ± ۵/۳۳	۹/۸۶ ± ۷/۳۱
وضعیت تحصیلات*	دیپلم و زیر دیپلم	۱۱۴ (۴۸/۱)	۵۰ (۴۰/۷)	۲۰ (۳۸/۵)	۱۸۴ (۴۴/۷)	۹۳ (۹۲)
	فوق دیپلم	۴۶ (۱۹/۴)	۲۱ (۱۷/۱)	۱۰ (۱۹/۲)	۷۷ (۱۸/۷)	۴ (۴)
	لیسانس و بالاتر	۷۷ (۳۲/۵)	۵۲ (۴۲/۳)	۲۲ (۴۲/۳)	۱۵۱ (۳۶/۶)	۴ (۴)
	جمع	۲۳۷ (۱۰۰)	۱۲۳ (۱۰۰)	۵۲ (۱۰۰)	۴۱۲ (۱۰۰)	۱۰۱ (۱۰۰)
وضعیت تأهل*	مجرد	۴۱ (۱۷/۳)	۲۲ (۱۷/۹)	۸ (۱۵/۴)	۷۱ (۱۷/۲)	۲۳ (۲۲/۸)
	متأهل	۱۹۶ (۸۲/۷)	۱۰۱ (۸۲/۱)	۴۵ (۸۴/۶)	۳۴۱ (۸۲/۸)	۷۸ (۷۷/۲)

*تعداد (درصد) ** میانگین ± انحراف معیار

گروه های مورد مطالعه را نشـان می‌دهد. میانگین سن و سابقه کار گروه مواجهه یافته به ترتیب ۶/۴۱ ± ۳۳/۰۴ و ۴/۱۸±۷/۲۹ سـال و گروه مرجع ۷/۷۲ ±۳۲/۳۱ و ۲/۸۸ ±۵ سال بود.

همان‌گونه که جدول ۲، نشـان می‌دهد هیـچ تفاوت معنی داری بین متغیرهای سـن، قد، مدت و شدت استعمال دخانیات و وضعیت تأهل دو گروه وجود نداشـت هر چند که وزن، BMI، سـابقه کار و سطح سواد افراد مواجهه یافته و گروه مرجع دارای تفاوت معنی دار بود (P<۰/۰۵).

در مطالعـه ای که به طور همزمان با این پروژه انجام گردید (۲۷)، میانگین هندسی غلظت هگزان نرمال، بنزن، تولوئن، اتیل بنـزن و زایلن به ترتیـب ۲/۱۴، ۰/۴۶، ۱/۳۵، ۳/۶۱ و ۱/۴۸ پی پی‌ام گزارش شد.

آزمایشات کامل شمارش گلبولی خون شامل شمارش گلبول سـفید، شـمارش گلبول قرمز، اندازه گیری مقـدار هموگلوبین، انـدازه گیری مقدار هماتوکریت، حجم متوسـط سـلولی گلبول قرمز، هموگلوبین متوسـط سـلولی، غلظت متوسط هموگلوبین سـلولی، تعداد پلاکت‌هـا و آزمایش افتراقی گلبول‌های سـفید انجام گرفت (جدول۳).

همان‌گونـه کـه در جداول ۴ تـا ۶ آمده اسـت تجزیه و تحلیل‌های آماری ساده نشـان داد مقدار هموگلوبین متوسط سـلولی، غلظت متوسط هموگلوبین سلولی و تعداد لنفوسیت، مونوسـیت و گرانولوسیت به طور معنی داری در گروه مواجهه یافتـه بیش از گـروه مرجـع می‌باشـد (P<۰/۰۵) اما تعداد گلبول‌های سفید، گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، پلاکـت به طور معنـی داری در گروه مواجهـه یافته کمتر از گروه مرجـع می‌باشـد (P<۰/۰۵). در مورد حجم متوسـط سـلولی گلبول قرمز تفاوت معنی داری بین در گروه مواجهه و مرجع پیدا نشد.

جدول ۲. مقایسه آماری داده های دموگرافیکی در گروه های مختلف مواجهه یافته و گروه مرجع (n=۵۲۰)

متغیر		Pvalue			
		گروه ۱ و مرجع	گروه ۲ و مرجع	گروه ۳ و مرجع	کل و مرجع
سن(سال) **		* ۰/۹۵۷	* ۰/۹۹۹	* ۰/۷۴۷	ξ ۰/۳۸۲
قد(cm)**		* ۰/۷۸۲	* ۰/۰۵۴	* ۰/۹۸	ξ ۰/۰۶۸
وزن(kg)**		*P <۰/۰۰۱	* P<۰/۰۰۱	*۰/۰۱۸	ξP <۰/۰۰۱
نمایه توده بدنی		* ۰/۰۰۲	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۴	ξP <۰/۰۰۱
سابقه کار(سال) **		*P<۰/۰۰۱	* P<۰/۰۰۱	* ۰/۰۳۳	ξP <۰/۰۰۱
استعمال کننده دخانیات*	بلی	† ۰/۳۱۹	† ۰/۶۳	† ۰/۲۳۷	† ۰/۳۵۴
	خیر				
مدت زمان استعمال دخانیات افراد سیگاری (سال)**		* ۰/۴۰۴	* ۰/۳۱۹	* ۰/۹۹۹	ξ ۰/۱۶۸
متوسط استعمال دخانیات افراد سیگاری (نخ در روز) **		* ۰/۷۳۸	* ۰/۶۱۹	* ۰/۹۹۷	ξ ۰/۱۸۳
وضعیت تحصیلات*	دیپلم و زیر دیپلم	† P<۰/۰۰۱	† P<۰/۰۰۱	†P<۰/۰۰۱	† P <۰/۰۰۱
	فوق دیپلم لیسانس و بالاتر				
	جمع				
وضعیت تأهل*	مجرد	† ۰/۲۸۸	† ۰/۴۰۴	† ۰/۳۹۶	† ۰/۱۹
	متأهل				

*Independent sample t test ξ † Post HOC Test (Dunnett) * Chi-square or Fisher's Exact Test*

Pvalue (*Chi-square or Fisher's Exact Test*) در جدول۲ با توجه به ۴ مقایسه بین گروه‌ها از ۰/۰۱۲ احتساب شد.

جدول ۳. بررسی شمارش گلبولی در گروه‌های مختلف مواجهه یافته و گروه مرجع (n = ۵۲۰)

شاخص**	گروه های مواجهه یافته				گروه مرجع
	گروه ۱ (n=۲۳۹)	گروه ۲ (n=۱۲۶)	گروه ۳ (n=۵۴)	کل (n=۴۱۹)	(n=۱۰۱)
گلبول سفید	۶/۳ ±۱/۵۹	۶/۵۵ ±۲/۳۸	۶/۸۴ ±۱/۸۹	۶/۴۵ ±۱/۹	۷/۱۷ ±۱/۶۴
گلبول قرمز	۴/۶۷ ±۰/۵۱	۴/۷۲ ±۰/۶۲	۴/۸۸ ±۰/۷۲	۴/۷۱ ±۰/۵۸	۵/۴۴ ±۰/۵۶
هموگلوبین	۱۳/۶۹ ±۱/۲۴	۱۳/۶۷ ±۱/۴۱	۱۳/۷۲ ±۱/۳	۱۳/۶۹ ±۱/۳	۱۵/۱۱ ±۱/۴۲
هماتوکریت (%)	۳۸/۷ ±۳/۴۳	۳۸/۹۸ ±۳/۷۴	۳۹/۳۴ ±۳/۱۴	۳۸/۸۷ ±۳/۴۹	۴۵/۴ ±۳/۶۷
حجم متوسط سلولی گلبول قرمز (فمتولیتر)	۸۳/۲۹ ±۷/۱۶	۸۲/۶۴ ±۷/۵۸	۸۰/۹ ±۹/۱۶	۸۲/۷۸ ±۷/۵۹	۸۳/۸۶ ±۶/۸۶
هموگلوبین متوسط سلولی (پیکوگرم)	۲۹/۵۸ ±۲/۵۹	۲۹/۲۱ ±۳/۱۹	۲۸/۵۵ ±۳/۸۸	۲۹/۳۳ ±۲/۹۸	۲۷/۸۹ ±۲/۸۳
غلظت متوسط هموگلوبین سلولی (%)	۳۵/۵۲ ±۳/۷۲	۳۵/۱۱ ±۱/۳۴	۳۴/۸۹ ±۱/۷۶	۳۵/۳۲ ±۲/۹۸	۳۳/۲۴ ±۱/۶۸
پلاکت	۱۶۳/۶۹±۴۲/۲	۱۵۴/۴۱±۳۹/۸۹	۱۵۸/۸۸±۴۱/۱۵	۱۶۰/۲۷±۴۱/۴۹	۲۰۸/۹۱±۵۷/۹۲

**مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

جدول ۴. مقایسه آماری شمارش گلبولی در گروه‌های مختلف مواجهه یافته و گروه مرجع (n = ۵۲۰)

شاخص**	Pvalue			
	گروه ۱ و مرجع	گروه ۲ و مرجع	گروه ۳ و مرجع	کل و مرجع
گلبول سفید	*P <۰/۰۰۱	*۰/۱۲۶	*۰/۸۶۵	ξ ۰/۰۰۱
گلبول قرمز	*P <۰/۰۰۱	*P<۰/۰۰۱	*P <۰/۰۰۱	ξ P <۰/۰۰۱
هموگلوبین	*P <۰/۰۰۱	*P<۰/۰۰۱	*P <۰/۰۰۱	ξ P <۰/۰۰۱
هماتوکریت	*P <۰/۰۰۱	*P<۰/۰۰۱	*P <۰/۰۰۱	ξ P <۰/۰۰۱
حجم متوسط سلولی گلبول قرمز	*۰/۹۸۲	*۰/۷۴۴	*۰/۲۱۴	ξ ۰/۱۹۲
هموگلوبین متوسط سلولی	*P <۰/۰۰۱	*۰/۰۰۷	*۰/۸۴۹	ξ P <۰/۰۰۱
غلظت متوسط هموگلوبین سلولی	*P <۰/۰۰۱	*P <۰/۰۰۱	*P <۰/۰۰۱	ξ P <۰/۰۰۱
پلاکت	*P <۰/۰۰۱	*P <۰/۰۰۱	*P <۰/۰۰۱	ξ P <۰/۰۰۱

** Post HOC Test (Dunnett)* *ξ Independent sample t test*

جدول ۵. بررسی گلبول‌های سفید خون در گروه های مختلف مواجهه یافته و گروه مرجع (n۵۲۰ =)

شاخص**	گروه های مواجهه یافته				گروه مرجع
	گروه ۱ (n=۲۳۹)	گروه ۲ (n=۱۲۶)	گروه ۳ (n=۵۴)	کل (n=۴۱۹)	(n=۱۰۱)
گلبول سفید (mm^3 blood)	۶۳۰۸ ±۱۵۹۲	۶۵۵۲ ±۲۳۸۲	۶۸۴۶ ±۱۸۹۴	۶۴۵۲ ±۱۹۰۶	۷۱۷۰ ±۱۶۴۰
لنفوسیت (mm^3 blood)	۳۴۴۸/۹±۸۳۱/۳	۳۴۹۸/۶±۷۳۲/۳	۳۴۶۶/۶±۸۷۴/۲	۳۴۶۶/۵±۸۰۶/۱	۲۷۲۵/۱±۱۰۰/۲
مونوسیت (mm^3 blood)	۴۷۱ ±۳۴۵	۴۵۶/۷ ±۳۳۴/۳	۴۶۰/۲ ±۳۱۳/۳	۴۶۵/۲ ±۳۳۷	۲۹۵/۴ ±۱۱۹/۴
نوتروفیل (گرانولوسیت) (mm^3 blood)	۶۰۴۸ ±۹۰۰/۴	۶۰۴۳/۸±۸۲۸/۲	۶۰۷۳/۱±۹۹۸/۸	۶۰۵۰/۲ ±۸۹۰	۳۸۷۷/۳±۱۱۴

**مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

جدول ۶. مقایسه آماری گلبول‌های سفید خون در گروه های مختلف مواجهه یافته و گروه مرجع (n = ۵۲۰)

شاخص**	Pvalue*			
	گروه ۱ و مرجع	گروه ۲ و مرجع	گروه ۳ و مرجع	کل و مرجع
گلبول سفید	*P <۰/۰۰۱	*۰/۱۲۶	*۰/۸۶۵	ξ ۰/۰۰۱
لنفوسیت	*P <۰/۰۰۱	*P <۰/۰۰۱	*P <۰/۰۰۱	ξ P <۰/۰۰۱
مونوسیت	*P <۰/۰۰۱	*P <۰/۰۰۱	*۰/۰۰۵	ξ P <۰/۰۰۱
نوتروفیل (گرانولوسیت)	*P <۰/۰۰۱	*P <۰/۰۰۱	*P <۰/۰۰۱	ξ P <۰/۰۰۱

* Post HOC Test (Dunnett) ξ Independent sample t test

جدول ۷. بررسی تأثیر مواجهه با آلاینده‌ها میانگین وزن شده زمانی کل مواد شیمیایی بر پارامترهای خونی در مدل رگرسیون خطی (n۵۲۰ =)

شاخص‌های شمارش گلبولی	β	SE	P-Value*
گلبول سفید	۰/۰۰۹	۰/۰۲۲	۰/۶۸۷
گلبول قرمز	۰/۰۲۵	۰/۰۰۷	P <۰/۰۰۱
هموگلوبین	۰/۰۴۷	۰/۰۱۵	۰/۰۰۲
هماتوکریت	۰/۱۷۹	۰/۰۴	P <۰/۰۰۱
حجم متوسط سلولی گلبول قرمز	-۰/۰۶۴	۰/۰۸۱	۰/۴۳
هموگلوبین متوسط سلولی	-۰/۰۴۶	۰/۰۳۵	۰/۱۸۸
غلظت متوسط هموگلوبین سلولی	-۰/۰۴۷	۰/۰۳۳	۰/۱۵۵
پلاکت	-۱/۳۵۱	۰/۵۱۹	۰/۰۱
لنفوسیت	۰/۰۷۲	۰/۱۰۲	۰/۴۷۷
مونوسیت	-۰/۰۳	۰/۰۳۳	۰/۳۶۶
نوتروفیل (گرانولوسیت)	-۰/۰۶۸	۰/۱۱۴	/۵۴۹

*Linear Regression

نتایج مدل رگرسیون خطی پارامترهای خونی با وزن مواجهه تجمعی در مقایسه با TLV mixture در جدول ۷ ارائه شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود پس از کنترل عوامل مخدوش کننده سن، جنس، استعمال دخانیات، شغل کارکنان، سابقه کار و وضعیت تحصیلات، ارتباط معنی داری بین تعداد گلبول قرمز، مقدار هموگلوبین و هماتوکریت و تعداد پلاکت در گروه های مواجهه یافته و فاقد مواجهه وجود داشت به گونه ای که گلبول قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت به شکل معنی داری در گروه مواجهه یافته بیش از گروه مرجع و مقدار و پلاکت کمتر از گروه مرجع بود.

بحث

نتایج مطالعه نشان داد تفاوت معنی داری بین متغیرهای وزن، نمایه توده بدنی، سابقه کار و سطح سواد افراد مواجهه یافته و گروه مرجع وجود دارد. میانگین وزن گروه مواجهه یافته بیشتر از گروه مرجع بود که احتمالاً به دلیل نوع تغذیه (توزیع غذا های پر کالری و پر چرب در شرکت‌های پتروشیمی) می‌باشد.

میانگین هندسی غلظت هگزان نرمال، بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن به ترتیب ۲/۱۴، ۰/۴۶، ۱/۳۵، ۳/۶۱ و ۱/۴۸ پی پی‌ام بود. اگرچه اطلاعاتی در مورد میانگین غلظت این مواد شیمیایی در سال‌های گذشته در دسترس نیست اما با توجه به

این واقعیت که فرآیند تولید در گذشته و حال کم و بیش مثل هم بوده است، منطقی خواهد بود که بپذیریم سناریوی مواجهه در گذشته و حال مثل هم است، بنابراین با احتیاط می‌توان نتیجه گیری نمود که میانگین مواجهه با این مواد شیمیایی در گذشته و حال مثل هم و کمتر از TLV این مواد بوده است (۵۰، ۰/۵، ۲۰، ۲۰ و ۱۰۰ پی پی‌ام به ترتیب برای هگزان نرمال، بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن).

هنگامی که میانگین پارامترهای خونی در دو گروه مقایسه گردید، در تجزیه و تحلیل‌های ساده آماری تفاوت معنی داری بین بسیاری از پارامترها به غیر از حجم متوسط سلولی گلبول بین دو گروه مشاهده شد.

از آن جایی که در تجزیه و تحلیل‌های آماری ساده ممکن است تحت تأثیر عوامل مخدوش کننده ارتباطات معنی داری بین متغیرها پیدا شود که لزوماً از مصادیق رابطه علت و معلولی نباشد (۲۸). در این مطالعه تجزیه و تحلیل‌های پیشرفته آماری نیز صورت گرفت و با استفاده از مدل‌های رگرسیونی، پس از کنترل متغیرهای مخدوش کننده ای نظیر سن، جنس، نمایه توده بدنی، استعمال دخانیات و شغل کارکنان یافته های تجزیه و تحلیل‌های ساده مورد کنکاش بیشتر قرار گرفت (جدول ۷). نتایج آنالیز رگرسیونی حاکی از این واقعیت است که پس از کنترل متغیرهای مخدوش کننده تفاوت معنی داری بین تعداد پلاکت و گلبول‌های قرمز و مقدار هموگلوبین و هماتوکریت در دو گروه باقی ماند ($P<0/05$). جالب توجه اینکه طول مدت سیگار کشیدن گروه مرجع بیشتر بود، ولی شیوع عوارض خونی در گروه دارای مواجهه بیشتر بود که احتمالاً نشان دهنده اثر مواجهه با حلال‌های آلی است.

یافته‌های مطالعه حاضر همسو با یافته های برخی از دیگر مطالعات مشابه می‌باشد به عنوان مثال در مطالعه ای که توسط کانگ و همکاران وی بر روی ۴۴ نفر کارگر که دارای مواجهه با غلظت‌های کمتر از ۰/۱ ppm، ۰/۱-۱ ppm و بیشتر از ۱ ppm بنزن در مدت ۱۰ سال بودند مقدار غلظت متوسط هموگلوبین سلولی در گروه مواجهه یافته نسبت به گروه مرجع کاهش یافته بود (۱۲) اسچنتر و همکارانش ۱۰۴۶ نفر کارگر که دارای مواجهه با غلظت‌های ۱۰-۱ پی پی‌ام و بیش از ۱۰ پی پی‌ام بنزن بودند را بررسی و مشاهده نمود که این ماده موجب ترومبوسیتوپنی خفیف می‌گردد (۱۱).

همچنین لیو و همکارانش در مطالعه ای مشاهده نمودند که در اثر مواجهه با بنزن در غلظت‌های پایین (۵ ppm و کمتر) مقدار هموگلوبین افراد افزایش پیدا می‌کند (۹) زمانی پور و همکاران وی با مطالعه کارگرانی که با غلظت ۳/۹۹ پی پی‌ام بنزن دارای مواجهه بودند در مقایسه با گروه مرجع دریافتند که بنزن منجر به افزایش یک درصدی هماتوکریت در افراد دارای مواجهه می‌شود (۱۰).

اگر چه نتایج مطالعات فوق با یافته های مطالعه حاضر هم‌خوانی دارند ولی مطالعات دیگری نیز انجام شده که نتایج متفاوتی از آن گزارش شده است. مثلاً تسای و همکاران ایشان در مطالعه ای بر روی ۱۲۰۰ نفر کارگر پتروشیمی که با غلظت‌های متفاوتی از بنزن (۰/۶ تا ۰/۱۴ پی پی‌ام) مواجهه داشتند در مقایسه با ۳۲۲۷ نفر کنترل دریافتند که هیچ‌گونه موارد غیر طبیعی در شش پارامتر خونی گلبول‌های سفید، گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، لنفوسیت ها و حجم متوسط سلولی گلبول قرمز و پلاکت‌ها وجود ندارد (۱۵).

گرچه علت دقیق این تفاوت مشاهدات معلوم نیست اما تفاوت در مواجهه تجمعی، طول مدت مواجهه، مواجهه شغلی و غیر شغلی با دیگر مواد هماتوتوکسیک در گذشته، مواجهه همزمان فعلی با دیگر مواد شیمیایی، احتمال مواجهه با غلظت‌های بالاتر مواد شیمیایی در گذشته، عدم کنترل مخدوش کننده‌ها (مثل سن، جنس، سیگاری بودن و غیره)، استفاده یا عدم استفاده از وسائل حفاظت فردی، دقت آزمون‌ها و تفاوت در حجم نمونه های مطالعات مختلف ممکن است تا حدودی دلیل این تفاوت‌ها را توجیه کند.

گرچه تفاوت میانگین بسیاری از شاخص‌های خونی دو گروه مواجهه یافته و مرجع با هم معنی دار می‌باشد اما چون قدر مطلق میانگین‌ها عموماً در محدوده طبیعی است به نظر نمی‌رسد در حال حاضر از منظر پاتولوژیک حائز اهمیت باشد هرچند که long term consequence مواجهه با غلظت‌های کم مواد شیمیایی مستلزم انجام مطالعات طولی بیشتر می‌باشد.

از محدودیت‌های اجرایی این تحقیق، عدم همکاری کارگران و کارکنان شرکت‌های پتروشیمی بود که با هماهنگی‌های لازم

با مسـوولین امر، مشـکل حل شـد. همچنین انتقال نمونه‌ها در کمترین زمان ممکن به شیراز نیز یکی دیگر از مشکلات تحقیق بود که با مساعی محققین رفع شد.

نتیجه‌گیری

مواجهه با غلظت کم آلاینده‌های صنایع پتروشـیمی نیز می‌تواند سـبب تغییر معنی دار پارامترهای خونی در گروه مواجهه یافته در مقایسـه با گروه مرجع گردد. اینکـه آیا این تفاوت معنی دار گلبول‌هـای قرمز، هموگلوبین، هماتوکریـت و پلاکت بین گروه مواجهه یافته و مرجع نشـانه زودرس هماتوتوکسیتی بنزن است یا خیر نیازمند مطالعات بیشـتری اسـت قبل از اینکه به شـکل متقاعد کننده ای بتوان آن را اثبات نمود.

تشکر و قدردانی

ایـن پروژه در قالب طرح پژوهشـی ارتباط با صنعت با شـماره ۱۰۹/۳۰۹۹۵- ص پ معاونت محترم پژوهشـی دانشـگاه علوم پزشکی شیراز تصویب گردیده است و تمامی اعتبارات این پروژه توسـط مدیریت بهداشـت، ایمنی و محیط زیسـت شرکت ملی صنایع پتروشـیمی تأمین گردیده اسـت. بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی و مدیریت شرکت ملی صنایع پتروشیمی تشکر می‌گردد. ایـن مقاله برگرفته از پایان نامـه آقای مهندس جواد طایفه رحیمیان دانشـجوی مقطع کارشناسـی ارشـد مهندسی بهداشت حرفه ای می‌باشد که زیر نظر و به راهنمایی آقای دکتر مسعود نقاب انجام گردیده است.

REFERENCES

1. Lado J. Current Occupational and Environmental Medicine. third ed: Mc Graw- Hill companies INC; 2004.
2. Winder C, Stacey NH. Occupational toxicology: CRC Press; 2004.
3. Clayton GD, Clayton FE. Patty>s Industrial Hygiene and Toxicology. 2011.
4. Klaassen CD, Watkins JB. Casarett and Doull>s toxicology: the basic science of poisons: McGraw-Hill; 1999.
5. Lippmann M. Environmental Toxicants: human exposures and their health effects: John Wiley & Sons; 2009.
6. Bingham E, Cohrssen B, Powell CH. Patty>s toxicology. Volume 2: toxicological issues related to metals, neurotoxicology and radiation metals and metal compounds: John Wiley and Sons; 2001.
7. Neghab M, Hoseinzadeh K, Hasanzadeh J. Assessment of Hematotoxic effects of occupational exposure to unleaded petrol. Iran Occupational Health Journal. 2013;9(4):1-12.
8. Hunter D, Raffle A, Adams P. Hunter's diseases of occupations, 8th edition. 1994: 190-195.
9. Liu C-S, Tsai J-H, Kuo S-W. Comparisons of Complete Blood Counts and Urinary Benzene Metabolites After Exposure to Benzene. Mid-Taiwan Journal of Medicine. 2000;5(4):235-42.
10. Zamanipur SH, Mortazavi Y, Kaviani S. Occupational exposure to benzene and its associated hematologic side effects. The scientific journal of zanjan university of medical sciences. 2003 (39): 13-20.
11. Robert Schnatter A, Kerzic PJ, Zhou Y, Chen M, Nicolich MJ, Lavelle K, et al. Peripheral blood effects in benzene-exposed workers. Chemico-biological interactions. 2010;184(1):174-81.
12. Kang S-K, Lee M-Y, Kim T-K, Lee J-O, Ahn YS. Occupational exposure to benzene in South Korea. Chemico-biological interactions. 2005;153:65-74.
13. Qu Q, Shore R, Li G, Jin X, Chi Chen L, Cohen B, et al. Hematological changes among Chinese workers with a broad range of benzene exposures. American journal of industrial medicine. 2002;42(4):275-85.
14. Swaen GM, van Amelsvoort L, Twisk JJ, Verstraeten E, Slootweg R, Collins JJ, et al. Low level occupational benzene exposure and hematological parameters. Chemico-biological interactions. 2010;184(1):94-100.
15. Tsai SP, Fox EE, Ransdell JD, Wendt JK, Waddell LC, Donnelly RP. A hematology surveillance study of petrochemical workers exposed to benzene. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2004;40(1):673-7.
16. Bogadi-Šare A, Zavalić M, Turk R. Utility of a routine medical surveillance program with benzene exposed workers. American journal of industrial medicine. 2003;44(5):467-73.

17. World health organization. Environmental health criteria 52. Toluene. 1985.
18. Williams pL, Burson JL. Industrial Toxicology: Safety and Health Applications in the Workplace. New York: John Wiley & Sons; 1989.
19. d>Azevedo P, Tannhauser M, Tannhauser S, Barros H. Hematological alterations in rats from xylene and benzene. Veterinary and human toxicology. 1996;38(5):340-4.
20. Moszczynsky P, Lisiewicz J. Occupational exposure to benzene, toluene and xylene and the T lymphocyte functions. Haematologia. 1983;17(4):449-53.
21. Fay M, Risher J, Wilson JD. Toxicological profile for xylene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1995.
22. Uchida Y, Nakatsuka H, Ukai H, Watanabe T, Liu Y-T, Huang M-Y, et al. Symptoms and signs in workers exposed predominantly to xylenes. International archives of occupational and environmental health. 1993;64(8):597-605.
23. Inc. BD. 26 Week inhalation toxicity study of n-hexane in the rat. Unpublished report prepared for the American Petroleum Institute, Washington, DC. 1978.
24. Angerer J, Wulf H. Occupational chronic exposure to organic solvents. XI. Alkylbenzene exposure of varnish workers: effects on hematopoetic system. International archives of occupational and environmental health. 1985;56(4):307-21.
25. Bardodej Z, Cirek A. Long-term study on workers occupationally exposed to ethylbenzene. Journal of hygiene, epidemiology, microbiology, and immunology. 1988;32(1):1-5.
26. Pagana KD, Pagana TJ. Mosby>s manual of diagnostic and laboratory tests: Elsevier Health Sciences; 2009.
27. Karimi A. et al, Unpublished Data.
28. Nieto FJ, Szklo M. Epidemiology: beyond the basics. 1999.

Evaluation of hematotoxic potential of benzene, toluene, xylene, ethyl benzene and n-hexane in petrochemical industries

Neghab M[1], Tayefeh Rahimian J[2*], Jahangiri M[3], Karimi A[3], Nasiri GH[4], Aghabeigi M[4], Hassanzadeah J[3], Dasht Besh Podonak S[3], Safaiyan A[3]

Abstract

Background and Objective: Important organic chemical pollutants in petrochemical complexes include benzene, toluene, xylene, ethyl benzene and n-hexane, and some have the potential to induce blood dyscrasias. The present study was designed to investigate whether skin and respiratory exposure to these pollutants under normal occupational conditions is associated with hematotoxicity.

Materials and Methods: In this cross-sectional study, 419 petrochemical workers as exposed group and staff of governmental departments (101 subjects) were evaluated as referent group. Blood samples were taken and analyzed for white blood cell count, red blood cell count, hemoglobin, hematocrit, mean cell volume of red blood cells, mean corpuscular hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin concentration, platelet count and white cell differential. To prevent clotting of the samples CBC vials containing EDTA as an anticoagulant were used. CBC test was performed with a hematology cell counter (Celltac alpha model) manufactured by NIHON KOHDEN Japan. Additionally, level of exposure to important organic chemical pollutants in petrochemical companies was simultaneously measured by another group of researchers and its data were linked with the present study.

Results: Average age and length of exposure (employment) were 33.04±6.41 and 7.29±4.18 years for exposed group and 32.31 ±7.72 and 5 ±2.88 years, for referent subjects, respectively. Geometric mean concentration of n-hexane, benzene, toluene, ethyl benzene and xylene, were found to be 2.14, 0.46, 1.35, 3.61 and 1.48 ppm, respectively. In simplistic statistical data analysis, significant differences were noted between the mean values of most blood parameters of both groups but MCV. Furthermore, after controlling for important confounders, the red blood cells, hemoglobin and hematocrit were significantly higher in the exposed groups than in the referent subjects, while the platelet count was lower in the referent group. Atmospheric concentrations of organic solvents were generally lower than their recommened TLV values.

Conclusion: Our findings indicate that after adjusting for important confounders significant associations exist between exposure to sub-TLV levels of organic solvents and hematotoxicity.

Keywords: *benzene, toluene, xylene, ethyl benzene, n-hexane, petrochemical industry*

1. 1. Research Center for Health Sciences, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
2. Student Research Committee, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
3. School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
4. HSE Department National Petrochemical Company of Tehran, Tehran, Iran

*** Corresponding Author:** Rahimianj@sums.ac.ir