

## بررسی غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار کارگران مواجه با بنزن در یک واحد کک سازی

محسن رحیمی نژاد\*، دکتر سید قوام میرستاری\*\*، دکتر عبدالرحمن بهرامی\*\*\*، مهندس بهروز اکبری\*\*\*\*

دریافت: ۸۴/۶/۲۸ ، پذیرش: ۸۴/۱۲/۴

### چکیده:

**مقدمه و هدف:** بنزن مایعی بی رنگ تا زرد کم رنگ و با بوی معطر می باشد. در تماس مزمن کارگران با بنزن در محیط کار یکی از مهمترین و خطرناکترین عوارض نامطلوب بهداشتی، مسمومیت سیستم خونساز یا سرطان خون است که در ابتدا به صورت آئمی، لوکوپنی، ترومبوسیتوپنیا و ... بروز می کند. هدف از انجام این مطالعه پایش بیولوژیکی تماس افراد با بنزن از طریق اندازه گیری ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار پایان نوبت کار در یک واحد کک سازی بود.

**روش کار:** نوع مطالعه مورد - شاهدهی بود. نمونه های ادرار پایان نوبت کاری از ۴۲ کارگر شاغل در یک واحد کک سازی و پالایشگاه بنزول مربوط به آن ( گروه مواجهه یافته با بنزن ) و ۴۰ نفر از کارگران خدماتی واحد ادراری (گروه مواجهه نیافته با بنزن) جمع آوری شد. جهت استخراج ترانس، ترانس - موکونیک اسید ادرار از روش استخراج فاز جامد تجزیه با کارتریج تبادل آنیونی قوی (SAX) استفاده گردید. با تزریق محلول حاصل از استخراج به دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد عالی غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید اندازه گیری شد. کراتینین ادرار نیز با روش ژافه و توسط دستگاه اتوآنالیز مدل kone-Pro تعیین مقدار شد.

**نتایج:** میانگین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار کارگران مواجهه یافته و مواجهه نیافته به ترتیب برابر با  $3/33 \pm 3/83$  و  $0/1007 \pm 0/091$  میلی گرم بر گرم کراتینین بود. میانگین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار کارگران مواجهه یافته در پالایشگاه بنزول  $0/64$  میلی گرم بر گرم کراتینین و در واحد کک سازی برابر با  $3/68$  میلی گرم بر گرم کراتینین بود.

**نتیجه نهایی:** مطالعه حاضر نشان داد که میانگین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار کارگران مواجهه با بنزن ۶ تا ۷ برابر شاخص بیولوژیکی تماس با این آلاینده است؛ بنابراین می توان گفت ریسک ابتلا به سرطان های خونی و دیگر عوارض نامطلوب ناشی از تماس در این افراد وجود دارد و باید با استفاده از روش های کنترل مهندسی و مدیریتی میزان تماس را تا کمتر از حد مجاز کاهش داد.

**کلید واژه ها:** بنزن / تجزیه ادرار / ترانس، ترانس - موکونیک اسید

### مقدمه:

گوارشی و پوستی وارد بدن انسان می گردد و پس از ورود به خون، بدلیل چربی دوست بودن این ماده، توزیع آن در بدن بستگی به مقادیر چربی اندامها دارد(۲). در تماس

بنزن مایعی بی رنگ تا زرد کم رنگ و با بوی معطر می باشد (۱). این ترکیب شیمیایی از راههای تنفسی،

\* دانشجوی دوره دکتری بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران (rahiminejad@Razi.tums.ac.ir)

\*\* استادیار گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

\*\*\* دانشیار گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان

\*\*\*\* دانشجوی دوره دکتری شیمی تجزیه دانشکده علوم دانشگاه تهران

در سالهای اخیر جهت پایش بیولوژیکی تماس با بنزن، اندازه گیری بیومارکر ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار پایان شیفیت کاری توسط ACGIH ارائه شده است (۷).

مطالعات متعددی در خصوص اندازه گیری ترانس، ترانس - موکونیک اسید ادراری افراد مواجه با بنزن در صنایع گوناگون جهان انجام پذیرفته (۱۲-۸)، ولی انجام این مطالعات در صنایع کک سازی جهان بسیار محدود بوده است (۱۳، ۱۴). در کشور ما نیز دو پژوهش در این زمینه انجام شده است (۱۵، ۱۶).

هدف از انجام این مطالعه، اندازه گیری غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار پایان نوبت کاری کارگران مواجه با بنزن و پایش بیولوژیکی تماس با این ماده سرطان زا در یک واحد کک سازی بود.

### روش کار:

نوع مطالعه در پژوهش حاضر مورد - شاهدهی بود. افراد مورد مطالعه را ۴۲ نفر از کارگران یک واحد تولیدی کک و پالایشگاه بنزول مربوط به آن (گروه مورد) و ۴۰ نفر از افرادی که هیچگونه مواجهه ای با بنزن نداشتند، (گروه شاهد) تشکیل می دادند. در انتخاب این افراد از روش نمونه گیری تصادفی ساده استفاده شد. باید خاطر نشان نمود که این دو گروه از نظر سن و جنس همسان سازی شدند.

در زمان نمونه گیری با استفاده از یک پرسشنامه اطلاعات مربوط به هر فرد شامل سن، سابقه کار، استعمال سیگار، وظیفه و محل انجام کار از طریق مصاحبه جمع آوری گردید. در پایان شیفیت کاری نمونه ادرار افراد در ظروف نمونه گیری پلی اتیلنی با گنجایش ۷۰ میلی لیتر جمع آوری و پس از انتقال به آزمایشگاه تا زمان تجزیه در فریزر نگهداری شد.

در استخراج ترانس، ترانس - موکونیک اسید نمونه های ادرار از روش توسعه یافته و جدید استخراج فاز جامد تجزیه با کارتریج مبادله کننده آنیونی قوی (SAX) Strong Anion Exchanger استفاده شد. در این روش ابتدا با استفاده از محلول سود یک مولار، pH ادرار بین ۷ تا ۸ تنظیم گردید. سپس ۱ میلی لیتر از این نمونه ادرار از داخل کارتریج شستشو شده با ۳ میلی لیتر آب و ۳ میلی لیتر متانول عبور داده شد. آنگاه به منظور حذف عوامل مداخله کننده از کارتریج ۳ میلی لیتر اسید استیک

حاد با بنزن اثرات مخدر و خواب آور بر روی سیستم اعصاب مرکزی ایجاد می گردد (۳). در تماس مزمن با بنزن مهمترین اثر زیان آور، مسمومیت سیستم خونساز یا بروز سرطان خون ناشی از تماس با بنزن است. از این رو کنفرانس متخصصین دولتی بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) American Conference of Governmental Industrial Hygiene بنزن را در گروه A مواد سرطانزا قرار داده است. مواجهه مزمن انسان با بنزن در محیط کار منجر به آسیب سلولهای خونساز مغز استخوان می شود که در ابتدا به صورت آنمی، لوکوپنی و یا ترومبوسیتوپنیا بروز می کند. اگر مواجهه ادامه یابد، ممکن است باعث پانسیتوپنی شود که در اثر آپلازیا مغز استخوان ایجاد می شود. بنزن در صنایع تولید چرم، کفش، لاستیک، دترجنت ها، چسب، حشره کش ها، حلال ها، رنگ بر و برخی از صنایع دیگر استفاده می گردد (۴).

بنزن یکی از مشتقات نفت خام بوده و طی فرایند تقطیر از نفت خام استخراج می گردد. در فرایند کک سازی نیز، بنزن طی فرایند تقطیر از گاز کک خارج شده از سلول های پخت زغال سنگ استخراج می شود. در صنایع ذوب آهن، کک ماده ای لازم و ضروری برای احیاء اکسید آهن مذاب به آهن ناخالص می باشد. در طی فرایند کک سازی، زغال سنگ در کوره های سربسته به نام سلول در اثر حرارت به زغال متخلخلی به نام کک تبدیل می شود. زغال سنگ حاوی گازها و بخارات گوناگونی است که در حین فرایند کک سازی آزاد و مقادیری از آنها به صورت آلاینده از طریق دریچه های بارگیری، درب های تخلیه و دودکش ها خارج و وارد هوای محیط کار می گردد. این آلاینده ها حاوی ترکیباتی مانند بنزن، تولوئن، زایلن، نفتالین، آنتراسن، بنزوالفاپیرن و ... هستند که از طریق هوای تنفسی وارد بدن کارگران می شوند (۵).

بنزن در کبد توسط آنزیم سیتوکروم P450 2E1 به دو ماده حد واسط بنزن اکسی پین و اکسید بنزن تبدیل می شود. این دو ماده حد واسط، پس از تشکیل با یکدیگر در حال تعادل شیمیایی بوده و توسط آنزیم هیدرولاز اپوکسید به بنزن گلیکول تبدیل می شوند. بنزن گلیکول طی واکنش آنزیمی دیگر به کاتکول و ترانس، ترانس - موکون آلدهید که پیش ساز ترانس، ترانس - موکونیک اسید است تبدیل و بدین ترتیب ترانس، ترانس - موکونیک اسید تولید می شود (۶).

میانگین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در نمونه های ادرار کارگران مواجه با بنزن و مواجهه نیافته به ترتیب برابر با  $3/33 \pm 3/83$  و  $0/1007 \pm 0/091$  میلی گرم بر گرم کراتینین ادرار بود. در جدول ۱ می توان میانگین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار کارگران را به تفکیک محل کار مشاهده نمود.

جدول ۱: نتایج اندازه گیری t,t-MA در ادرار کارگران به تفکیک محل کار و مقایسه با شاخص بیولوژیکی تماس

گروه شاهد	پالایشگاه	واحد کک سازی	تعداد کارگر
۴۰	۷	۳۵	میانگین غلظت t,t-MA در ادرار (mg / g creatinine)
۰/۱۰۰۷	۰/۶۴	۳/۶۸	انحراف معیار غلظت (mg / g creatinine)
۰/۰۹۱	۰/۲۴	۳/۹۱	* سطح معنی داری
--	۰/۰۵	۰/۰۱	سطح معنی داری مقایسه با شاخص بیولوژیک تماس (۰/۵ میلی گرم بر گرم کراتینین)
>۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۱	

\* سطح معنی داری جهت مقایسه گروه های مورد با گروه شاهد

همانطور که در جدول فوق مشاهده می شود نتایج آزمون مقایسه میانگین غلظت t,t- ma با شاخص بیولوژیک تماس نشانگر اختلاف معنی دار بود ( $P\text{-value} < 0/05$ ).

در جدول ۲ میانگین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک در ادرار کارگران مواجهه یافته در دو گروه سیگاری و غیر سیگاری آورده شده است. مقایسه میانگین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار این دو گروه اختلاف معنی دار مشاهده نشد.

جدول ۲: میانگین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک در ادرار کارگران مواجهه یافته در دو گروه سیگاری و غیر سیگاری

تعداد	میانگین	انحراف معیار	ارزش P*
۱۶	۲/۷۶	۳/۵۴	سیگاری
۲۶	۳/۳۰	۳/۶۷	غیر سیگاری

\* سطح معنی داری آزمون t- استیودنت جهت مقایسه دو گروه

در جدول ۳ میانگین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک در ادرار کارگران گروه مواجهه یافته بر حسب وظایف کاری مختلف آورده شده است. بیشترین غلظت ادراری ترانس،

۱ درصد از آن عبور و محلول حاصل دور ریخته شد. در نهایت، با عبور ۳ میلی لیتر اسیداستیک ۱۰٪ از کارتریج و جمع آوری آن در یک لوله آزمایش مجزا ترانس، ترانس - موکونیک اسید از ستون استخراج گردید. ۲۰ میکرولیتر از محلول حاصل به دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد عالی (High Performance Liquid Chromatography) HPLC تزریق و مساحت زیر پیک هر نمونه مجهول محاسبه و با استفاده از منحنی استاندارد غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید محاسبه شد (۶،۱۷).

دستگاه HPLC مورد استفاده در این پژوهش ساخت کمپانی واترز، مجهز به آشکارساز ماوراء بنفش تنظیم شده در طول موج ۲۵۹ نانومتر و ستون غیر قطبی  $C_{18}$  (طول ستون ۲۵ سانتیمتر با قطر داخلی ۴/۶ میلیمتر) بود. از محلول متانول / اسید استیک / آب با نسبت های حجمی ۳۰:۱:۶۹ و سرعت ۱ ml/min به عنوان فاز متحرک استفاده گردید.

کراتینین نمونه های ادرار بر مبنای روش استاندارد ژافه در آزمایشگاه تشخیص طبی صنعت نفت شهر اصفهان و با دستگاه اتوآنالایزر مدل Kone-Pro در طول موج ۵۰۵ نانومتر اندازه گیری شد (۱۸). دستگاه اتوآنالایزر مدل Knoe-Pro دارای دو بخش نرم افزاری و روباتیک بود که با برنامه ریزی بخش نرم افزاری، بخش روباتیک فعال شده و کلیه مراحل آزمایش ژافه را بطور اتوماتیک انجام می داد. جهت آنالیز آماری داده ها از آزمونهای مقایسه میانگین با عدد ثابت، آزمون t استیودنت و همبستگی در نرم افزار آماری SPSS استفاده شد.

## نتایج:

میانگین سنی کارگران در گروه مواجهه با بنزن  $35/3 \pm 7/7$  سال و در گروه مواجهه نیافته  $34/5 \pm 5/34$  سال بود. ۳۲ نفر (۵۲٪) از این کارگران در گروه سنی ۲۷ تا ۳۷ سال و تنها ۴ نفر (۵٪) از این افراد در گروه سنی بیشتر از ۴۷ سال قرار داشتند. میانگین سابقه کار کارگران مواجهه با بنزن  $10 \pm 0/96$  سال بود. ۶۲٪ از این کارگران غیرسیگاری و بقیه سیگاری بودند. میانگین سنی افراد در گروه مواجهه نیافته  $34/18 \pm 6/22$  بود. همچنین ۷۰ درصد از افراد این گروه سیگاری و بقیه غیر سیگاری بودند. ۷ نفر از کارگران مواجهه با بنزن در پالایشگاه بنزول و ۳۵ نفر دیگر در واحد کک سازی شاغل بودند. این کارگران دارای وظایف کاری مختلف بودند.

**بحث:**

بنزن به علت ایجاد آنمی آپلاستیک مهلک و لوکمی حاد با منشاء استخوانی در انسان، بعنوان یکی از خطرناکترین عوامل شیمیایی زیان آور در محیط کار شناخته شده است. نظر به اینکه صنایع کک سازی از صنایعی است که کارگران در تماس بالا با بنزن قرار می گیرند بررسی میزان مواجهه کارگران با این آلاینده ضروری است و اندازه گیری ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار کارگران می تواند به عنوان یک شاخص مناسب در ارزیابی مواجهه شغلی با این آلاینده محسوب گردد.

در این پژوهش بین میانگین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید ادراری افراد مواجه با بنزن و شاخص بیولوژیکی تماس اختلاف معنی دار مشاهده گردید، ذکر این نکته ضروری است که در پی تحقیقات ACGIH مشخص شد که تماس افراد با غلظت ۰/۵ پی پی ام بنزن در هوا به مدت ۸ ساعت کاری میتواند بطور متوسط، غلظتی برابر با ۰/۵ میلی گرم ترانس، ترانس - موکونیک اسید بر گرم کراتینین در ادرار پایان شیفت کاری افراد ایجاد کند، حال با مشاهده این تفاوت معنی داری می توان دریافت که افراد مورد مطالعه با مقادیر بیش از ۰/۵ پی پی ام بنزن در حین کار مواجه بوده اند و از آنجایی که مقدار حد آستانه شغلی تماس با بنزن ۰/۵ پی پی ام و در برخی از مراجع کمتر از ۰/۵ پی پی ام بیان شده است ریسک ابتلا به عوارض نامطلوب ناشی از تماس با بنزن در این افراد وجود دارد.

در این مطالعه گروه مواجهه نیافته با بنزن به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد تا بتوان اثر تداخلی تماس با بنزن در بیرون از محیط کار (ناشی از آلودگی هوا در شهرها)، مصرف مواد غذایی دارای نگهدارنده سوربیک اسید (سوسیس، کالباس، همبرگر، سس مایونز و ...)، سن، مصرف برخی از مواد دارویی و ... را تا حد امکان حذف نمود (۱۴، ۴).

در این مطالعه انحراف معیار غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار افراد مواجه با بنزن بالا بود که نشانگر تفاوت کارگران در میزان مواجهه با بنزن، محل کار متفاوت، توزیع نابرابر غلظت بنزن در هوای محیط های کاری و همچنین گوناگونی فیزیولوژیکی و دیگر شرایط افراد می باشد.

در مطالعه لو وریز و همکارانش بر روی کارگران یک واحد کک سازی مشخص شد که تماس افراد با غلظتهای

ترانس موکونیک اسید در کارگران پالایشگاه بنزول مربوط به سرپرست شیفت پالایشگاه بنزول و کمترین غلظت مربوط به تعمیرکاران ارشد مکانیک بود. همچنین در مورد افراد شاغل در واحد کک سازی، بیشترین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید ۷/۵۶ میلی گرم بر گرم کراتینین بود که مربوط به سرکارگر باتری ها و پس از آن بیشترین غلظت مربوط به اپراتورهای تنظیم دمای گاز سلول بود.

**جدول ۳: میانگین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار گروه های شغلی مختلف**

میانگین غلظت t,t-ma در ادرار mg / g creatinine	تعداد	وظایف کاری
		پالایشگاه بنزول
۰/۴۶±۰/۱۸	۲	تعمیرکار ارشد مکانیک
۰/۷۲±۰/۳۸	۲	تعمیرکار مکانیک
۹/۲۲	۱	سرپرست شیفت
۰/۶۴	۱	پمپ چی مخازن
۰/۸۵	۱	اپراتور ارشد تنظیم دمای برج تقطیر
		واحد کک سازی
۶/۱±۵/۳۳	۷	اپراتور تنظیم دمای گاز خروجی از سلول
۴/۲۰±۳/۲۹	۵	ماشینست شارژ باتری
۳/۴۷±۲/۴۲	۲	کارگر تعمیر نسوز باتری
۳/۰۴±۳/۸۶	۸	کارگر بالای باتری
۰/۶۶±۰/۲۱	۴	کارگر جلوی درب تخلیه
۴/۲۸±۵/۷۰	۲	ماشینست الکتروفوز
۰/۷۷	۱	کارگر جلوی درب کک
۱/۲۵	۱	سرپرست شیفت باتری
۵/۵۵	۱	ماشینست تخلیه
۷/۵۶	۱	سرکارگر باتری
۰/۲۴	۱	جوشکار باتری
۳/۴۰±۳/۵۰	۲	تکنسین برق باتری

در جدول ۴ وضعیت همبستگی بین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار کارگران مواجهه یافته با سن و سابقه کار آورده شده است. همبستگی بین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید با سن و سابقه کار معنی دار نبود ( $P > 0.05$ ).

**جدول ۴: وضعیت همبستگی بین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار کارگران مواجهه یافته با سن و سابقه کار**

وضعیت همبستگی بین غلظت t,t-ma	ضریب همبستگی پیرسون (r)	ارزش P
سن	۰/۲۳	NS
سابقه کار	۰/۲۹	

**منابع:**

1. Raymond D. Hamilton & Hardy's industrial toxicology. St. Louis: Mosby, 1998.
2. Sieg H, Schafer G. Toxicology. California: Academic Press, 1999.
3. Harri R. Patty's industrial hygiene & toxicology. New York: Inter science, 2000.
4. Klaassen CD. Casarett & Doull's toxicology: the basic science of poisons. New York: McGraw-Hill, 2001.
5. Mei-Lein Chen, I-Fang Mao. Assessment of coke oven emission exposure among coking workers. Am Industrial Hyg Assoc J 1999; 60: 105-110.
6. Scherer G, Renner T, Meger M. Analysis and evaluation of trans, trans- muconic acid as a biomarker for benzene exposure. J Chromatography B 1998; 717: 179-199.
7. American Conference Of Governmental Industrial Hygienist. Threshold limit values for substances in workroom air. Cincinnati: ACGIH, 2000.
8. Boogard PJ, Nice J. Suitability of s-phenyl mercaptoric acid and t,t - ma as biomarkers for exposure to low concentrations of benzene. Environment Health Press 1996; 104: 1151-1157
9. Ghittori S, Maestri L, Rolandi L. The determination of trans, trans - muconic acid in urine as an indicator of occupational exposure to benzene. Appl Occup Environ Hyg 1996; 11: 187-191
10. Liu, Lzhang Q, Feng J. Urine level of trans, trans - muconic acid used as an index of internal dose of exposure to benzene. Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi 1996; 30: 148-50.
11. Fang, Minki Shin. Analysis of urinary S-phenylmercapturic acid and trans, trans - muconic acid as exposure biomarkers of benzene in petrochemical and industrial areas of Korea. Scan J Work Environ Health 2000; 26: 62-66.
12. Viroj Wiwanitki, Jamsai Suwansaksri. Urine trans, trans - muconic acid as a biomarker for benzene exposure in gas station attendants in bangkok, Thailand. Ann Clin Laboratory Sci 2001; 31: 399-401
13. Lauwerys RR, Buchet JP. Muconic acid in urine: a predictor of occupational exposure to benzene. Am J Sympathetic Nerve Discharge Med 1994; 25: 279-300.
14. Kivisto H, Peuari K, Peltonen K. Biological monitoring of exposure to benzene in the production of benzene and in a cokery. Sci Total Environ 1997; 199: 49-63.

۱۵. قمری فرهاد. بررسی عوامل مؤثر بر آماده سازی نمونه های ترانس، ترانس - موکونیک اسید بعنوان یک شاخص

۰/۵ و ۱ پی پی ام بنزن در ۸ ساعت کاری می تواند به ترتیب ۰/۸ و ۱/۴ گرم ترانس، ترانس - موکونیک اسید بر گرم کراتینین در ادرار پایان نوبت کاری این افراد ایجاد کند (۱۳)، لذا با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر می توان گفت که مواجهه افراد با بنزن در این واحد کک سازی به مراتب بالاتر بوده است که با توجه به مصرف وسیع و گسترده از کک در صنایع ذوب آهن این موضوع یک امر اجتناب ناپذیر است.

عدم مشاهده همبستگی معنی دار بین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار کارگران با سن و سابقه کار شاید به این دلیل باشد که بنزن قابلیت تجمع پذیری در بدن انسان را نداشته و مانند سرب در بدن تجمع نمی یابد. اگرچه بنزن در دود سیگار وجود دارد ولی ممکن است به دلایلی که در ادامه بدان اشاره خواهد شد بین غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار افراد سیگاری با افراد غیر سیگاری اختلافی مشاهده نگردد: اول اینکه بدلیل توزیع نابرابر بنزن در هوای قسمت های مختلف فرایند تولید، افراد سیگاری در مکانهایی با غلظت کم بنزن مشغول به کار بوده اند. دوم اینکه غلظت بنزن در هوای واحد کک سازی به حدی بالا بوده است که اثر تماس با بنزن ناشی از استعمال دخانیات را ناچیز گردانده است. سوم اینکه به دلیل مشغله کاری، افراد سیگاری در روز نمونه گیری، کمتر سیگار استعمال نموده اند.

**نتیجه نهائی:**

بطور کلی می توان گفت که غلظت ترانس، ترانس - موکونیک اسید در ادرار کارگران این واحد کک سازی بیش از حد مجاز تعیین شده توسط سازمانهای مربوطه می باشد، لذا با توجه به خطرات بالقوه ناشی از تماس با بنزن ضروری است با استفاده از روش های مختلف از جمله کنترل های مهندسی و مدیریتی میزان مواجهه این کارگران با بنزن را به کمتر از حد مجاز کاهش داد.

**سپاسگزاری:**

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مهندس حسن زاده (مشاور آماری طرح)، مهندس جولازاده، مهندس توکل و مهندس اشراقی (مسئولین واحد تولید کک و مواد شیمیایی) ابراز می نمایند. همچنین از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان جهت تأمین منابع مالی و تجهیزات مورد نیاز اجرای طرح قدردانی می شود.

حرفه ای ، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی  
همدان، ۱۳۸۳.

17. Melikian AA, Oconnor R. Prahalad AK. Determination of the benzene metabolites s-phenyl mercapturic acid and trans , trans- muconic acid by liquid chromatography – tandem mass spectro-metry. *Carcinogenesis* 1999; 20: 719-726
18. Carl AB. Tietz text book of clinical chemistry. Philadelphia:W.B Saunders, 1994.

بیولوژیکی در ارزشیابی مواجهه شغلی با بنزن با استفاده از  
فازهای جامد. پایان نامه کارشناسی ارشد بهداشت  
حرفه ای ، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی  
تهران، ۱۳۸۲.

۱۶. احمدی حسن. بررسی رابطه بین غلظت ترانس، ترانس-  
موکونیک اسید ادراری با بنزن استنشاقی در رانندگان  
تاکسی و پمپ بنزین. پایان نامه کارشناسی ارشد بهداشت