ارزیابی میزان بخارات بنزن در هوا و متابولیت آن در ادرار و ارتباط احتمالی آن با برخی فاکتورهای خونی در یکی از صنایع تولید کننده هیدروکربن های آروماتیک با ارایه روشهای کنترلی لازم

جهانبخش هاشمی[۱] ، دکتر غلامحسین ثنایی[۲]

۱- کارشناس ارشد ایمنی و بهداشت حرفه ای بهداشت و درمان صنعت نفت اصفهان بهداشت و درمان صنعت نفت اصفهان

۲- مدیر سابق گروه های بهداشت حرفه ای دانشگاههای علوم پزشکی تهران و تربیت مدرس

چکیده

بنزن یکی از مواد شیمیایی بسیار سمی است که توسط سازمانهای مختلف بعنوان یک ماده سرطان زای انسانی شناخته شده است. با توجه به اینکه در حال حاضر در کشور اسلامی ما تولید انواع محصولات پتروشیمی اعم از آروماتیک و غیره ازطرحهای ملی هستند، احداث اینگونه صنایع سریعاً در حال رشد و توسعه بوده و چندین واحد مشابه در شهرهای مختلف کشور در حال راه اندازی است. بنابراین با در نظر گرفتن درجه سمیت بالا و سطح وسیع کاربرد بنزن در صنعت و کثرت کارکنانی که در مواجهه با آن قراردارند. ضروری بود هرچه سریعتر تحقیقی در این خصوص انجام گیرد.

نتایج حاصل از این تحقیق به شرح زیر می باشد:

نتایج ارزیابی بنزن نشان می دهد که میانگین تماس محیطی آن در واحد بارگیری (۳/۹۹ پی پی ام) بیش از استاندارد (PEL-TWA) OSHA (۱ پی پی ام) و در سایر واحدها کمتر از حد استاندارد می باشد.

میانگین تماس فردی با بنزن در طی شیفت کاری کارکنان گروههای شغلی مختلف مجتمع کمتر از استاندارد PEL-TWA می‌باشد و فقط میانگین تماس فردی کارکنان گروه شغلی بارگیری(۴/۸۲ پی پی ام) بیش از حد استاندارد PEL-TWA است.

هم چنین تماس کوتاه مدت کارکنان گروه های شغلی بارگیری(۱۷ پی پی ام) و نمونه گیر آزمایشگاه (۱۲/۲ پی پی ام) در مواقع مواجهه حداکثر،بیش از استاندارد سقفی (REL-CL) NIOSH (۱پی پی ام)و در سایر گروههای شغلی کمتر از استاندارد مذکور می باشد.

به منظور ارزیابی اثرات احتمالی بنزن بر روی کارکنان در تماس، درصد شیوع علایم و عوارض حاد و مزمن ناشی از بنزن، میانگین پارامترهای خونی و فنل ادرار گروه مواجهه (۴۹نفر) با گروه شاهد(۵۰نفر) مقایسه شد. ارزیابی علایم و عوارض حاصل از بنزن نشان می دهد که از میان عوارض حاد، احساس بوی غیر عادی و احساس گلو درد در بین افراد گروه مواجهه شایع تر از گروه شاهد است($P< ۰/۰۵$) ، ولی شیوع سایر عوارض و علایم حاد و مزمن در دو گروه در سطح ۰/۰۵ با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارد.

نتایج آزمایشات خونی و فنل ادرار نشان می دهد که میانگین پارامترهای خونی در دو گروه مواجهه و شاهد با یکدیگر در سطح۰/۰۵ اختلاف معنی داری ندارند. میانگین مقدار فنل ادرار بعد از شیفت کار گروه مواجهه بیش از مقدار آن در گروه شاهد است ($P< ۰/۰۵$).

همچنین میانگین مقدار فنل ادرار بعد از شیفت کار گروه مواجهه بیش از مقدار آن در قبل از شیفت کار همین گروه است($P< ۰/۰۵$).

کلمات کلیدی: بنزن-اثرات خونی-شاخص تماس بیولوژیکی بنزن- کنترل آلودگی هوا-صنعت پتروشیمی.

مقدمه

بسیاری از ترکیبات آروماتیک مانند استیرن، فنل، سیکلوهگزان، نیترو بنزن و مواد پاک کننده بعنوان ماده اولیه در تولید استفاده می شود. بنزن بعنوان حلال برای مومها، رزین ها،لاستیک ،پلاستیک، لاک، رنگها، چسبها و غیره بکار می رود[۲و۱].

به علت سمیت آن در سالهای اخیر کاربردش بصورت حلال، در بسیاری از کشورها محدود یا ممنوع شده است. باید دانست که در کلیه مصارف مذکور ممکن است کم و بیش بنزن باعث ایجاد مسمومیت شده و سبب اثرات زیان آوری روی سیستم خونساز شود[۱].

تماس حاد با مقادیر زیاد بنزن از طریق بلعیدن یا استنشاق بخارات زیاد، اثر سمی مهمی روی سیستم عصب مرکزی دارد. علائم ناشی از تماس ملایم و متوسط با بنزن عبارتند از :سرگیجه، ضعف، سرخوشی، سردرد، تهوع، استفراغ، فشار روی قفسه سینه و تلوتلو خوردن شخص . اگر تماس با بنزن شدید باشد علایم آن بسوی تاری دید، لرزش، تنفس سریع وکم عمق ، بی نظمی های بطنی ،فلج و بالاخره از دست رفتن هوشیاری پیش می رود[۵].

بنزن به عنوان یک سم حاد اثری خواب آور و مخدر همانند تولوئن را باعث می شود که خیلی قوی تر از آلکانها و نفتن‌هایی است که دارای نقطه جوش یکسان و مشابه هستند. اما اثرات بیماری ناشی از تماس مداوم با این ماده بسیار جدی تر از تماس با سایر حلالهای هیدروکربوری مشابه است. اثرات آن بر روی مغز استخوان می تواند باعث تغییرات محسوسی در آن شود که در بعضی موارد باعث بیماری آنمی آپلاستیک (کم خونی ناشی از عدم رشد سلولهای مغز استخوان) می شود[۶].

بنابراین با توجه به سمیت بالا و کثرت کارکنانی که در مواجهه با آن قراردارند ضروری بود تحقیقی به منظور تعیین غلظت بخارات بنزن در هوا و متابولیت آن در ادرار (فنل ادرار) و تأثیرات احتمالی آن در یکی از صنایع تولید کننده هیدروکربن های آروماتیک انجام گیرد.

مواد و روشها

برای انجام این مطالعه کلیه کارکنان در تماس با بنزن در واحدهای مختلف مجتمع که ۴۹ نفر بودند بعنوان گروه مواجهه و ۵۰ نفر از کارکنان اداری این مجتمع نیز بعنوان گروه شاهد مورد بررسی قرار گرفتند. روش مطالعه به صورت مقطعی(موردی) بوده است که مراحل انجام آن به شرح ذیل درفاصله زمانی اسفند ۱۳۷۶ لغایت مهرماه ۱۳۷۷ اجرا شد.

۱- روش نمونه برداری و اندازه گیری بنزن در هوای محل کار (محیطی) و ناحیه تنفسی کارکنان(نمونه برداری فردی): روش نمونه برداری و سنجش بنزن از هوا به روش انستیتوی ملی بهداشت حرفه ای و ایمنی آمریکا [1] (NIOSH) شماره ۱۵۰۱ (هیدروکربن های آروماتیک) انجام شد.

در این روش بخارات بنزن روی لوله جاذب حاوی کربن فعال(پوست نارگیل) جمع آوری و با دی سولفید کربن بازیافت می‌شود. سپس با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی دارای آشکار ساز یونیزاسیون شعله ای،تجزیه و تعیین مقدار می‌گردد[۷].

۱-۱: نمونه برداری از هوای محل کار(محیطی) :برای جمع آوری نمونه های محیطی ، لوله های نمونه بردار کربن فعال بوسیله سه پایه ای در حدود ارتفاع منطقه تنفسی افراد در نظر گرفته و توسط لوله های رابط به پمپ متصل می گردید. نمونه برداری محیطی در نقاط مختلف واحدها به خصوص در محل های رفت و آمد پرسنل طبق روش ۱۵۰۱ توصیه شده (NIOSH) در فواصل زمانی ۲ ساعته با دبی ۰/۲ لیتر در دقیقه در طول شیفت کاری انجام می شد.

1. National Institute for occupational Safety and Health.

۲-۱: نمونه برداری از هوای منطقه تنفسی(نمونه برداری فردی) : برای نمونه برداری فردی، کارکنان در معرض با بنزن به هفت گروه شغلی که افراد هر گروه، کار مشابهی داشتند شامل کارمندان بارگیری ،مخازن ، سایت بازیافت، سایت شل، مراقب دستگاه شل، نمونه گیر آزمایشگاه و تکنسین آزمایشگاه تقسیم شدند و نمونه برداری فردی طبق روش «NIOSH» شماره ۱۵۰۱ برای حداقل دو نفر از هر گروه شغلی در فواصل زمانی بر حسب مورد ۲-۲/۵ ساعته و در دبی ۰/۲ لیتر در دقیقه انجام گردید. ضمناً هر روز یک نمونه کوتاه مدت از منطقه تنفسی کارکنان با استفاده از دتکتورتیوبهای کوتاه مدت و دستگاه کوانتی متر نیز در هنگامی که مواجهه فرد به حداکثر مقدار خود می رسید تهیه می شد.

۲- اندازه گیری و تعیین مقدار متابولیت بنزن(فنل) در ادرار کارکنان

نمونه های ادرار کارکنان هر روز قبل و بعد از شیفت کاری در ظروف پلی اتیلنی جمع آوری می شد.

برای اندازه گیری فنل ادرار از روش انجمن بهداشت عمومی امریکا [1] (APHA) شماره ۲۰۹ استفاده شد. در این روش ابتدا برای هیدرولیز ،به نمونه ادرار اسید سولفوریک اضافه می شود. پس از حرارت لازم، فنل و سایر مواد آلی ادرار با اتیل استات استخراج و با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکار ساز یونیزاسیون شعله ای تجزیه و تعیین مقدار می شود[۸].

ضمناً به دلیل اینکه ستون کروماتوگرافی توصیه شده روش مذکور موجود نبود. بعد از بررسی های لازم ستون کاپیلاری

0.32mm ID CP-SIL 19 CB,df=1.2µm*WCOT FUSED SILICA 50m

در دستگاه کروماتوگرافی گازی استفاده شد.

۳- بررسی اثرات بنزن

برای بررسی اثرات بنزن از دو روش تکمیل پرسشنامه و انجام آزمایشات خونی استفاده شد.

۳-۱: تهیه و تکمیل پرسشنامه : برای بررسی عوارض سابجکتیو بنزن بر روی کارکنان در معرض، پرسشنامه ای بر اساس تحقیقات انجام شده تهیه شد[۳]. این پرسشنامه حاوی سئوالاتی در رابطه با مشخصات فردی، شغلی ، عوارض و اثرات احتمالی بنزن بود. تکمیل پرسشنامه از طریق مصاحبه باکارکنان گروه شاهد و مواجهه با مراجعه تدریجی به واحدهای آنها انجام گرفت.

۳-۲: آزمایشات خونی: پارامترهای خونی که در اثر تماس با بنزن متأثر می شوند از قبیل تعداد گلبولهای قرمز، سفید و پلاکتها، مقدار هموگلوبین، هماتوکریت ، حجم میانگین سلولی و ... توسط دستگاه کولترکانتر مدل k-۱۰۰۰ در آزمایشگاه طبی با مراجعه تدریجی کارکنان شاهد و مواجهه اندازه گیری شد.

نتایج

نتایج میزان تماس محیطی کارکنان در محل های کاری که کارکنان در تماس با بنزن هستند شامل واحد مخازن، واحد بارگیری، واحد بازیافت ، واحد شل سالفولین و آزمایشگاه در جدول(۱) نتایج تماس فردی کارکنان گروههای شغلی بارگیری، مخازن ، سایت بازیافت ،سایت شل، مراقب دستگاه شل، نمونه‌گیر و تکنسین آزمایشگاه در جدول (۲) و نتایج اندازه‌گیریهای کوتاه مدت در ناحیه تنفسی کارکنان گروههای شغلی هفت‌گانه مذکور در جدول شماره (۳) آورده شده است.همچنین برای بررسی اثرات بنزن همانطوری که قبلاً بیان شد به دو طریق انجام آزمایشات خونی و تکمیل پرسشنامه اقدام شد که نتایج آنها به شرح ذیل می باشد.

نتایج میانگین مقادیر پارامترهای خونی و فنل ادرار اندازه گیری شده در گروههای مواجهه و شاهد در جدول(۴) ، میانگین نتایج پایش بیولوژیکی بنزن(فنل ادرار) در قبل و بعد از شیفت کاری در گروههای مورد مطالعه در جدول (۵) و فراوانی علائم و اختلالات حاد در گروههای مورد مطالعه در جدول(۶) نشان داده شده است.

1. American Public Health Association.

جدول ۱ : میزان تماس محیطی کارکنان در محل های کاری مختلف مجتمع

غلظت بنزن درمحیطهای کاری / محلهای کار	TWA (ppm)	استاندارد OSHA PEL-TWA (ppm)	استاندارد OSHA PEL-STEL (ppm)
۱- مخازن	۰	۱	۵
۲- بارگیری	۳/۹۹		
۳- بازیافت	۰/۹۶		
۴- شل- سالفولین	۰		
۵- آزمایشگاه	۰		

جدول ۲ : میزان تماس فردی کارکنان گروههای شغلی مختلف مجتمع

غلظت بنزن درنمونه های فردی / گروههای شغلی	TWA (ppm)	استاندارد OSHA PEL-TWA(ppm)	استاندارد OSHA PEL-STEL(ppm)
۱- کارمند بارگیری	۴/۸۲	۱	۵
۲- کارمند مخازن	۰		
۳-کارمند سایت شل	۰/۴۸		
۴- کارمند سایت شل	۰		
۵- کارمند مراقب دستگاه شل	۰		
۶- کارمند نمونه گیر آزمایشگاه	۰/۵۵		
۷-کارمند تکنسین آزمایشگاه	۰/۳۹		

جدول ۳: نتایج اندازه گیری های کوتاه مدت در نامیه تنفسی کارکنان

غلظت بنزن / گروههای شغلی	کوتاه مدت (ppm)	استاندارد NIOSH REL-CL(ppm)
۱-کارمند بارگیری	۱۷	۱
۲-کارمند مخازن	۰	
۳- کارمند سایت بازیافت	۱	
۴- کارمند سایت شل	۰	
۵- کارمند مراقب دستگاه شل	۰	
۶- کارمند نمونه گیرآزمایشگاه	۱۲/۲	
۷- کارمند تکنسین آزمایشگاه	۰/۵	

جدول ۴: میانگین مقادیر پارامترهای اندازه گیری شده در گروههای مورد مطالعه

گروههای مطالعه		مواجهه		شاهد		* P-VALUE
پارامترهای آماری / پارامترهای اندازه گیری شده		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
WBC ×1000/µl		۶/۲۷	۱/۰۵	۶/۰۴	۱/۴۴	۰/۳۴۹
RBC×1000000/µl		۵/۳۶	۰/۲۸	۵/۴۰	۰/۳۴	۰/۴۵۵
HGB	g/dl	۱۶/۴۵	۰/۸۶	۱۶/۵۶	۱/۰۱	۰/۵۴۴
HCT	%	۴۶/۵۶	۱/۹۷	۴۶/۹۵	۲/۵۰	۰/۴۰۳
MCV	fl	۸۷/۰۲	۳/۴۶	۸۷/۰۷	۴/۰۹	۰/۹۴۸
MCH	pg	۳۰/۷۵	۱/۳۰	۳۰/۶۷	۱/۴۶	۰/۷۷۶
MCHC	g/dl	۳۵/۲۷	۱/۰۳	۳۵/۲۸	۰/۹۹	۰/۹۹۸
PLT	×1000/µl	۲۱۴/۸۸	۴۹/۵۵	۱۹۸/۴۸	۳۹/۲۴	۰/۰۷۱
LYMPH	%	۳۷/۶۲	۶/۲۳	۳۷/۱۰	۷/۸۳	۰/۷۱۵
MXD	%	۹/۳۷	۴/۶۷	۹/۵۸	۳/۹۰	۰/۸۱۵
NEUT	%	۵۳/۰۱	۷/۷۳	۵۳/۵۴	۹/۲۳	۰/۷۵۶
RDW-CV	%	۱۲/۰۱	۰/۶۰	۱۲/۱۴	۰/۸۳	۰/۳۵۵
PDW	fl	۱۲/۱۵	۱/۴۷	۱۲/۰۹	۱/۶۶	۰/۸۵۷
MPV	fl	۹/۵۹	۰/۷۳	۹/۶۸	۰/۸۸	۰/۶۲۳
P-LCR	%	۲۳/۵۳	۵/۵۲	۲۴/۰۱	۶/۳۵	۰/۶۹۰
PHENOL (mg/g Cr.)	قبل از شیفت کار	۴/۹۰	۲/۱۶	۳/۴۸	۲/۲۲	۰/۰۰۲
	بعد از شیفت کار	۶/۱۶	۳/۶۴	۳/۴۶	۲/۳۱	۰/۰۰۰

* T-test

جدول ۵ : میانگین نتایج پایش بیولوژیکی بنزن (فنل‌ادرار) در قبل و بعد از شیفت کاردوگروه مواجهه و شاهد

وضعیت		قبل از شیفت کار		بعد از شیفت کار		* p-value
پارامترهای آماری / گروه مطالعه / پارامترهای اندازه گیری		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
Phenol mg/g Cr.	مواجهه	۴/۹۰	۲/۱۶	۶/۱۶	۳/۶۴	۰/۰۱۲
	شاهد	۳/۴۸	۲/۲۲	۳/۴۶	۲/۳۱	۰/۹۰۳

* آزمون T- تست زوجها T-TEST(PAIRED-SAMPLES)

جدول ۶ : فراوانی علایم واختلالات حاد در گروههای مورد مطالعه

گروه مطالعه	مواجهه		شاهد		* P-value
علائم حاد / پاسخ مثبت	تعداد	درصد	تعداد	درصد	
۱- احساس سوزش در چشم	۱۳	۲۶/۵۳	۱۱	۲۲	۰/۵۹۸۹۴
۲- احساس سوزش در بینی	۴	۸/۲	۲	۴	۰/۳۸۵۴۰
۳- احساس بوی غیر عادی	۱۰	۲۰/۴	۲	۴	۰/۰۱۲۳۸
۴- احساس گلو درد	۱۰	۲۰/۴	۳	۶	۰/۰۳۳۸۲
۵- احساس عدم تعادل	۵	۱۰/۲	۱	۲	۰/۰۸۷۱۸
۶- احساس برافروختگی یاسوزش	۵	۱۰/۲	۲	۴	۰/۲۲۸۵۸
۷- احساس سرگیجه	۹	۱۸/۴	۶	۱۲	۰/۳۷۷۰۰
۸- احساس طعم غیرعادی در دهان	۵	۱۰/۲	۳	۶	۰/۴۴۲۸۶
۹- تاری دید	۹	۱۸/۴	۸	۱۶	۰/۷۵۴۸۳
۱۰- احساس سنگینی در سر	۵	۱۰/۲	۱۰	۲۰	۰/۱۷۴۱۱
۱۱- احساس سردرد	۱۷	۳۴/۷	۱۶	۳۲	۰/۷۷۶۱۹

* P-value = Chisquare test

بحث

بحث و تفسیر نتایج حاصل از این تحقیق به شرح زیر می باشد :

الف - تفسیر نتایج حاصل از اندازه گیری میزان بنزن در هوا

غلظت بنزن در هوای محیط واحدهای مختلف مجتمع شامل واحد بارگیری (۳/۹۹ پی پی ام) ، بازیافت (۰/۹۶ پی پی ام) و واحدهای مخازن ، شل سالفولین و آزمایشگاه در حد صفر پی پی ام بود. لذا در واحد بارگیری بیش از استاندارد (TWA[1] - PEL[2]) OSHA[3] (۱ پی پی ام) و در سایر واحدها کمتر از استاندارد مذکور می باشد. نمونه برداری فردی درطی شیفت کاری برای هر یک از گروههای شغلی نشان داد که میانگین تماس فردی کارکنان گروههای شغلی بارگیری (۴/۸۲ پی پی ام) بیش از استاندارد OSHA (PEL-TWA) (۱ پی‌پی ام) و میانگین تماس فردی کارکنان سایر گروههای شغلی کمتر از استاندارد یاد شده می باشد .

1- Time weighted average
2- Permissible exposure limit
3- Occupational safety and health administration
4- Ceiling value
5- Recommended exposure limit
6- National Institute for occupational safety and health

همچنین درنمونه برداری های کوتاه مدت درمنطقه تنفسی کارکنان گروههای شغلی مذکور مشاهده شد که در گروههای شغلی بارگیری مقادیر غلظت کوتاه مدت (۱۷پی پی ام) و نمونه گیر آزمایشگاه (۱۲/۲ پی پی ام) بیش از استاندارد سقفی (REL [۵] – CL [۴]) NIOSH [۶] (۱پی پی ام) و در منطقه تنفسی کارکنان سایر گروههای شغلی کمتر از استاندارد سقفی مذکور می باشد از جمله دلایل غلظت بیش از حد استاندارد واحد بارگیری عبارتست از جفت و جور نشدن دریچه تانکر با قیف بازو ، همچنین گاهی اوقات بدلیل بی دقتی کارکنان بارگیری در تخلیه باقیمانده بنزن مایع موجود در بازو و زانوهای آن یا نقص فنی سیستم بارگیری ، بعد از پرکردن تانکر و جدا کردن بازو از آن ، بنزن مایع به مقدار کم و بعضی مواقع به صورت قطره قطره بر روی زمین ریخته و سبب آلودگی محیط می شود .

واحدبازیافت به علت اینکه در مجاورت واحد بارگیری واقع شده و در مسیر بادهای قرارداد که از طرف محوطه بارگیری می وزد و نیز به علت تبخیر شدن مقداری از بنزن تخلیه شده از واحدهای پروسس به این واحد از طریق مجاری فاضلاب ، آلودگی هوای بنزنی دارد . در واحد مخازن به منظور رعایت اصول ایمنی و زیست محیطی تانکهای موجود در آن تحت پوشش نیتروژن بوده و علاوه بر آن تانک بنزن که دارای فشار بخار بالایی است با سقف شناور داخلی ساخته شده است . لذا در این واحد و همچنین در واحد شل - سالفولین به علت بسته بودن سیستم ، آلودگی بخارات بنزن وجود نداشت . در هوای محوطه آزمایشگاه نیز به دلیل وجود سیستم تهویه موضعی (هود) و عمومی و انجام کارهای آزمایشگاهی در زیر هود آلودگی هوا وجود نداشت . لیکن کارمندان نمونه گیر آزمایشگاه در حین نمونه گیری از قسمتهای مختلف واحدهای پروسس که با بنزن قرار گرفته و در کوتاه مدت در معرض غلظتی برابر (۱۲/۲پی پی ام) می باشند، امّا در طول شیفت کاری چون تعداد دفعات نمونه گیری کم و مدت آن نیز کوتاه است ، مقدار غلظت ۸ ساعته پائین است (TWA=0.05 ppm) . تکنسین آزمایشگاه نیز در هنگام تزریق نمونه های بنزن به دستگاه گازکروماتوگراف در تماس با بخارات بنزن قرار می گیرد . لیکن به علت کشیدن نمونه به داخل سرنگ در زیر هود ، این مقدار پائین است (TWA=0.39 ppm) .

ب - تفسیر نتایج حاصل از بررسی عوارض و اثرات بنزن

ارزیابی علایم و عوارض حاصل از بنزن نشان میدهد که از میان عوارض حاد، احساس بوی غیرعادی و احساس گلودرد در بین افراد گروه مواجهه شایع تر از گروه شاهد است (P(0.05) ولی شیوع سایر عوارض و علایم حاد و مزمن از قبیل سوزش در چشم و بینی ، عدم تعادل ، سرگیجه و سردرد علی رغم اینکه درصد فراوانی آنها در گروه مواجهه بیشتر از گروه شاهد بود لیکن در دو گروه در سطح ۰/۰۵ ارتباط معنی داری نداشتند .

براساس تحقیقات انجام شده نیز بخارات بنزن در غلظت های متوسط و بالا (مسمومیت حاد) روی سیستم عصب مرکزی تاثیر گذاشته و باعث علایمی از قبیل سرگیجه ، ضعف ، سرخوشی ، سردرد ، تهوع ، استفراغ ، عدم هماهنگی اعضای بدن ، تاری دید ، کاهش هوشیاری و آشفتگی می شود [۱۱و۱۰و۹و۵] همچنین بخارات بنزن در غلظت های بالا روی مخاط چشم ، بینی ، گلو و دستگاه تنفسی اثر محرک و سوزش آور دارد [۱۱و۱].

با این وجود به دلیل استفاده صحیح کارکنان گروه مواجهه از وسایل حفاظت فردی مناسب از قبیل دستکش، ماسک و فیلتر مناسب جذب بخارات آلی و پشت به باد بودن در حین انجام کار ، اکثر علایم و عوارض مذکور در دو گروه تفاوت معنی نشان ندادند .

ج - تفسیر نتایج حاصل از اندازه گیری فنل ادرار و آزمایشات خونی :

نتایج آزمون T نشان میدهد که میانگین مقدارفنل ادرار بعد از شیفت کار گروه مواجهه بیش از مقدار آن در گروه شاهد است ($p<0.05$) ولی با این حال از مقدار مجاز (۱۰ میلی گرم فنل در هر گرم کراتینین) کمتر است .

نتایج آزمون T تست زوجها نشان می دهد که میانگین مقدار فنل ادرار بعداز شیفت کار گروه مواجهه بیش از مقدار آن در قبل از شیفت کار همین گروه است (P<0.05) ولی میانگین مقدار فنل ادرار قبل و بعد از شیفت کار گروه شاهد اختلافی ندارند که نشان می دهد علی رغم اینکه تماس با بنزن در گروه مواجهه وجود دارد ولی به دلیل استفاده از وسایل حفاظت تنفسی فردی مناسب ، دستکش و همچنین وجود سیستم کنترل مهندسی (تهویه موضعی) در محلهای مورد نیاز و رعایت اصول بهداشت حرفه ای ، متابولیت آن در ادرار بیش از اندازه مجاز نیست. طبق نتایج آزمون T میانگین هیچکدام از پارامترهای خونی گروه مواجهه با گروه شاهد اختلافی را نشان نداد که علت آن اقدامات فوق بوده است . با این حال چون هنوز مدت تماس (۱/۸۳ + ۶/۱۶ سال) کم است نمی توان قضاوت قطعی نمود .

در مطالعه ای نیز که در پالایشگاه تگزاس بر روی کارکنان در معرض تماس با بنزن در غلظت ۰/۵ پی پی ام به مدت ۱ تا ۲۱ سال انجام شد . هیچگونه تغییراتی در اریتروسیت ها ، لکوسیت ها ، ترومبوسیت ها ، هموگلوبین و هماتوکریت آنها دیده نشد [۱۲].

همچنین نتایج تحقیقات گذشته دیگر نیز نشان دادند که وقتی تماس با بنزن به غلظت های پائین کاهش یافته ، تغییرات سیستم خونی (کاهش تعداد سلولهای خونی) پایدار نبوده است . [۱۴و۱۳و۶]

نتایج آنالیز واریانس یک طرفه برای مقایسه میانگین پارامترهای خونی و فنل اندازه گیری شده در بین گروههای شغلی و محلهای کاری مختلف حاکی از عدم تفاوت معنی دار میانگین این پارامترها در سطح 0.05 هم در گروههای شغلی و هم در محلهای کاری مختلف بود که دلیل این عدم تفاوت به دلیل تماس فردی کارکنان گروه مواجهه با مقادیر بنزن کمتر از حد استاندارد بوده و در گروه شغلی بارگیری هم که میزان تماس فردی بیش از حد استاندارد است به علت استفاده از وسایل حفاظتی و دیگر اقدامات ذکر شده ، این گروه نیز با مقداری در حد مجاز تماس دارد . نتایج آزمون همبستگی بین متغیرها در گروه مواجهه حاکی از همبستگی ناقص ضعیف مستقیم بین متغیر تماس فردی با بنزن (TWA) و درصد لنفوسیت ، همچنین همبستگی ناقص معکوس بین سابقه کار و فنل بعد از شیفت کار است . نتایج آزمون رگرسیون چند گانه در گروه مواجهه نشان میدهد که بین متغییر مستقل میزان تماس فردی با بنزن (TWA) و درصد لنفوسیت و همچنین بین متغیر مستقل سابقه کار و فنل بعد از شیفت کار رابطه خطی وجود دارد (P<0.05)

علیهذا همانطوری که قبلا بیان شد به دلیل وجود سیستم های کنترلی مهندسی در محل های مورد نیاز و استفاده کارکنان گروه مواجهه از وسایل حفاظت فردی مناسب و رعایت اصول بهداشت حرفه ای ، آنها در معرض تماس با مقادیر جزیی بنزن قرار دارند و چون براساس نتایج مطالعات انجام شده ، در مواقعی که کارکنان با غلظت های پائین بنزن تماس داشته باشند آزمایشات خون کافی و مفید نیست [۹] بنابراین لازم است علاوه بر اندازه گیری و پایش مداوم معرفهای بیولوژیک تماس با بنزن و غلظت آن در هوا ، اثراتش نیز برروی سیستم ایمنی بدن [۱۵] ، تغییرات کروموزومی و آسیب بر DNA [۱۷و۱۶و۹] در تحقیقات آینده بررسی شود .

در پایان از مساعدت و راهنمایی های ویژه مدیریت محترم بهداشت و درمان صنعت نفت اصفهان جناب آقای دکتر کندری و رئیس ستاد بهداشت حرفه ای و طب صنعتی جناب آقای دکتر شریعتی و همچنین اساتید محترم گروه بهداشت حرفه ای دانشگاه تربیت مدرس آقایان دکتر مرتضوی ، دکتر خوانین ، دکتر معتمد زاده و آقای مهندس سلیمانیان تشکر و قدردانی می نمایم .

منابع

۱- ثنایی ، غلامحسین ، سم شناسی صنعتی ، دانشگاه تهران : جلد ۱و۲ ، ۱۳۷۱.

۲- دبیری اصفهانی ، حسن ، پتروشیمی ، دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی ، ۱۳۶۷ .
۳- برزگر شنگل ، اکبر ، بررسی میزان تراکم حلال های آروماتیک ، بویژه تولوئن و گزیلن و ارتباط آن با شیوع عوارض سابجکتیو در کارگران صنعت رنگسازی (پایان‌نامه کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، ۷۴-۱۳۷۳.

4- Frank A.Patty, Industrial Hygiene and Toxicology, vol 1& 2. 1981.
5- OSHA Regulated Hazardous Substances, Occupational safety and Health Administration U.S.Department of Labor.1990.
6- ACGIH, Documentation of the Threshold Limit Values. Fourth edition.1980.
7- NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed.vol.2.1997.
8- Theodore J.Kneip, John V.Carble, Methods for Biological Monitoring, first edition;American Public Health Association.1988.
9- Toxicological Profile for Benzene. (TP-92/03).Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Public Health Service, U.S.Department of Health and Human Services.1995.
10- CHEMINFO, Canadian Centre for Occupational Health and Safety,Issue: 98-1 (February, 1998).
11- Midzenski M.A, et al. Acute high dose exposure to benzene in shipyard workers, American Journal of industrial Medicine. 22:553-565.1992.
12- Tsai SP, Wen CP, Weiss NS, et al Retrospective mortality and medical surveillance studies of workers in benzene areas of refineries. J Occup Med 25: 685-692.1983
13- Kipen HM, Cody RP, Goldstein BD. Use of longitudial analysis of peripheral blood counts to validate historical reconstructions of benzene exposure. Environ Health Perspect 82:199-206.1989.
14- Aksoy M, Ozeri S, Sabuncu H, et al. Exposure to benzene in Turkey between 1983 and 1985: A hematological study on 231 workers. Br J Ind Med 44:785-787.1987.
15- Cavender, F.Aromatic hydrocarbons. In: Patty's industrial hygiene and toxicology . Edited by G.D.Clayton, et al. 4th edition. Vol II, part B. Toxicology. John wiley and sons. 1994.
16- Yardley – Jones A,et al. Analysis of chromosomal aberrations in workers exposed to low level benzene. Brithish Journal of Industrial Medicine vol 47.1990.
17- Popp W,et al. Investigations of the frequency of DNA strand breakage and cross-linking and of sister chromatid exchange frequency in the lymphocytes of female workers exposed to benzene and toluene. Carcinogenesis. Vol 13,no.1.1992.