

## 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

جهانبفش هاشمی<sup>۱</sup>، دکتر غلاممسین ثنایی<sup>۲</sup>

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

### مکیده

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 از طرحهای 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 قرار دارند. 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 (OSHA (PEL-TWA 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 می باشد 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 (NIOSH (REL-CL ۱ پی 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 علائم و عوارض حاد و مزمن ناشی از بنزن، میانگین پارامترهای خونی و فنل ادرار گروه مواجهه (۴۹ نفر) با گروه شاهد (۵۰ نفر) مقایسه شد. ارزیابی علائم 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 ( $P < 0.05$ )، ولی شیوع سایر عوارض و علائم 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 سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی داری ندارند. میانگین مقدار فنل ادرار بعد از شیفت کار گروه مواجهه بیش از مقدار آن در گروه شاهد است ( $P < 0.05$ ).

همچنین میانگین مقدار فنل ادرار بعد از شیفت کار گروه مواجهه بیش از مقدار آن در قبل از شیفت کار همین گروه است ( $P < 0.05$ ).

**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 [۱ و ۲].

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 تلو تلو خوردن شخص. اگر تماس با بنزن شدید باشد علائم آن بسوی تاری دید، لرزش، تنفس سریع و کم 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 قرار دارند 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 در فاصله 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 انسیتوی ملی بهداشت حرفه ای و ایمنی آمریکا<sup>۱</sup> (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 می شود. سپس با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی دارای آشکار ساز یونیزاسیون شعله ای، تجزیه و تعیین مقدار می گردد [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.

**۱-۲: 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 دتکتوریوهای 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<sup>۱</sup> (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.

**۱-۳: تهیه و تکمیل پرسشنامه:** برای بررسی عوارض سایجکتیو 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 با کارکنان گروه شاهد و مواجهه با مراجعه تدریجی به واحدهای آنها انجام گرفت.

**۲-۳: 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 ۱۰۰۰-k 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، نمونه گیر و تکنسین آزمایشگاه در جدول (۲) و نتایج اندازه گیریهای کوتاه مدت در ناحیه تنفسی کارکنان گروههای شغلی هفت گانه 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.

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

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

جدول ۲: میزان تماس فردی کارکنان گروه های شغلی مختلف مجتمع

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

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

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

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

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

\* T-test

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

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

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

جدول ۶ : فراوانی علایم وافتلالات ماد در گروههای مورد مطالعه

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

\* P-value = Chisquare test

## بمٹ

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) ، باز یافت (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 (OSHA<sup>۱</sup> ( PEL<sup>۲</sup> - TWA<sup>۱</sup> ) (۱ پی پی ام) و در سایر واحدها کمتر از استاندارد مذکور می باشد. نمونه برداری فردی در طی 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 پی پی 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 در نمونه برداری های کوتاه مدت در منطقه تنفسی کارکنان گروههای شغلی مذکور مشاهده شد که در گروههای شغلی بارگیری مقادیر غلظت کوتاه مدت (۱۷ پی ام) و نمونه گیر آزمایشگاه (۱۲/۲ پی پی ام) بیش از استاندارد سقفی (REL<sup>۵</sup> - CL<sup>۴</sup>) NIOSH (۱ پی 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 کیف 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.

واحدباز یافت 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 پروس 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 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 پروس با تماس با بنزن قرار گرفته و در کوتاه مدت در معرض غلظتی برابر (۱۲/۲ پی پی ام) می باشند، اما در طول شیفت کاری چون تعداد دفعات نمونه گیری کم و مدت آن نیز کوتاه است، مقدار غلظت ۸ ساعته پائین است (TWA=0.65 ppm). تکنسین آزمایشگاه نیز در هنگام تریق نمونه های بنزن به دستگاه گاز کروماتوگراف 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 [۱۱ و ۱۰ و ۹ و ۵] همچنین بخارات بنزن در غلظت های بالا روی مخاط چشم، بینی، گلو و دستگاه تنفسی اثر محرک و سوزش آور دارد [۱۱ و ۱].

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 مقدار فنل 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 بعد از 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 ( $1/83 + 6/16$  سال) کم است نمی توان قضاوت قطعی نمود.

در مطالعه ای نیز که در پالایشگاه نگزاس بر روی کارکنان در معرض تماس با بنزن در غلظت  $0/5$  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) بایدار نبوده است. [۱۴ و ۱۳ و ۶] 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 است. بر اساس این عدم تفاوت به دلیل تماس فردی کارکنان گروه مواجهه با مقادیر بنزن کمتر از حد استاندارد و نیز 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 متغیر 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 بر روی سیستم ایمنی بدن [۱۵]، تغییرات کروموزومی و آسیب بر DNA [۱۶ و ۱۷] در تحقیقات آینده بررسی شود.

در پایان از مساعدت و راهنمایی های ویژه مدیریت محترم بهداشت و درمان صنعت نفت اصفهان جناب آقای دکتر کندی 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 ۲، ۱۳۷۱.

- ۲- دبیری اصفهانی ، حسن ، پتروشیمی ، دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی ، ۱۳۶۷ .
- ۳- برزگر شنگل ، اکبر ، بررسی میزان تراکم حلال های آروماتیک ، بویژه تولوئن و گزیلین و ارتباط آن با شیوع عوارض سابجکتیو در کارگران صنعت رنگسازی (پایان نامه 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, 4<sup>th</sup> 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 longitudinal 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. 4<sup>th</sup> 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.