مقایسه ارزیابی ریسک بهداشتی هیدروکربن‌های سرطانزا در هوای محیط کار در یک صنعت وابسته به نفت به روش سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا (EPA) و روش دپارتمان منابع انسانی مالزی

سمیرا رحیم نژاد[۱]، عبدالرحمن بهرامی*[۲]، فرشید قربانی شهنا[۳]، رزاق رحیم‌پور[۴]

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۰۱ تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۱۰

چکیده

زمینه و هدف: ارزیابی ریسک سلامتی، فرایندی جهت برآورد احتمال تأثیر مواجهه مواد شیمیایی موجود در محیط کار در شرایط فعلی یا آینده بر سلامتی انسان می‌باشد. هدف مطالعه حاضر مقایسه روش سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) و دپارتمان منابع انسانی مالزی در ارزیابی ریسک هیدروکربن‌های سرطان‌زا می‌باشد.

روش بررسی: ترکیبات شیمیایی شامل بنزن، اپی کلروهیدرین، تری کلرواتیلن، استیرن و اتیل بنزن بوده که با توجه به انتشار در محیط کار و خطر سرطان زایی در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند. روش تجزیه‌ای بر اساس روش‌های نمونه‌برداری شماره ۲۵۴۹ و ۱۵۰۱ مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا بوده و تجزیه نمونه‌ها به روش گازکروماتوگرافی- طیف بین جرمی انجام گرفت و سپس روش EPA با روش دپارتمان منابع انسانی مالزی جهت ارزیابی ریسک سلامت کارگران که در مواجهه با ترکیبات سرطانزا بودند مورد مقایسه قرار گرفتند.

یافته‌ها: شاخص سرطان‌زایی طول عمر (LCR) در روش EPA با نتایج دپارتمان منابع انسانی مالزی مورد مقایسه قرار گرفته و بر اساس روش EPA ریسک خطر سرطان زایی جهت بنزن و تری کلرواتیلن در همه مجتمع‌ها و نیز در اپی کلروهیدرین، اتیل بنزن در اکثر مجتمع‌ها، بیش از حدود توصیه شده سازمان بهداشت جهانی ولی در مطالعه به روش دپارتمان منابع انسانی مالزی ریسک احتمالی می‌باشد.

نتیجه‌گیری: روش ارزیابی ریسک EPA برکاهش مقدار آلاینده به کمترین مقدار ممکن جهت حفاظت محیط زیست و سلامت انسان تاکید داشته و مورد تایید سازمان جهانی بهداشت است، نتایج ریسک منابع انسانی مالزی با نتایج روش EPA سازگاری یکسان ندارد.

کلیدواژه‌ها: هیدروکربن‌های سرطانزا، ارزیابی ریسک، روش دپارتمان منابع انسانی مالزی، روش سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا.

مقدمه

کار با مواد در صنایع مختلف، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مراحل چرخه حیات مواد شیمیایی می‌تواند خطرات جبران ناپذیری برای کارکنان داشته باشد، امروزه سلامت و ایمنی انسان ها در محیط کار نسبت به گذشته به دلیل وجود انواع مواد شیمیایی خطرناک از حساسیت و نگرانی بیشتری برخوردار است. ازاین‌رو برای پیشگیری و کاهش خطرات مواجهه با مواد شیمیایی در محیط کار ارزیابی ریسک انجام می‌شود.

ارزیابی ریسک بهداشتی فرایند شناسایی احتمال وقوع اثرات مضر بر سلامتی ناشی از مواجهه انسان با خطرات موجود در محیط می باشد [۱]. در آخرین ویرایش استاندارد سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی، ارزیابی ریسک به عنوان ابزاری جهت تعیین ریسک های ناشی از مخاطرات موجود در محیط کار با در نظر گرفتن اقدامات کنترلی موجود و تصمیم گیری در مورد پذیرش یا عدم پذیرش آن تعریف شده است. در ارزیابی ریسک مواد شیمیایی، میزان ریسک برای

۱- کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، قطب علمی مهندسی بهداشت حرفه‌ای کشور و مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۲- (نویسنده مسئول) استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، قطب علمی مهندسی بهداشت حرفه‌ای کشور و مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. a167r@yahoo.com

۳- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، قطب علمی مهندسی بهداشت حرفه‌ای کشور و مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۴- مربی و عضو هیات علمی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی لارستان، لارستان، ایران.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

استفاده‌کنندگان، مشخص‌شده و اقدامات لازم برای محافظت پرسنل در برابر مواد شیمیایی مخاطره آمیز پیشنهاد می‌گردد .همچنین بر اساس دستورالعمل ها و قوانین جاری کشور، کارمندان و کارگران صنایع باید در شرایط ایمن با مواد شیمیایی مواجهه داشته باشند [۲].

بدون یک سیستم ارزیابی که مخاطرات را بر اساس پتانسیل خطر آن‌ها رتبه‌بندی می‌کند، ممکن است زمان و منابع سازمان بر روی مواردی که ریسک پایین داشته معطوف شده و از مواردی که خیلی مهم تر هستند، غافل گردند [۳].

همچنین آنالیز خطر و ارزیابی ریسک یکی از ابزارهای مهم برای حفظ و ارتقا سطح ایمنی در صنعت بشمار می‌رود [۴].

روش‌های ارزیابی ریسک مواد شیمیایی، شامل ارزیابی کمی ریسک سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا و ارزیابی نیمه کمی دپارتمان مالزی می‌باشد. در روش مالزی به طور سیستماتیک خطرات مربوط به مواد شیمیایی را شناسایی، مواجهه یا احتمال مواجهه را ارزیابی، سطح ریسک را تعیین و اقدامات مربوط به بیان ریسک را اولویت بندی می‌نماید [۵] و در روش سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا به منظور برآورد ریسک هیدروکربن‌های سرطان‌زا، از شاخص ریسک سرطان طول عمر (LCR) استفاده می‌گردد،که به‌عنوان شاخص احتمال افزایش ابتلا به سرطان ناشی از مواجهه خاص معرفی می‌گردد[۱]. مطالعات متعددی در ارتباط با تعیین سطح آلاینده ها در مجتمع های وابسته به نفت در ایران انجام شده است. در سال ۲۰۰۹ مقصودی و همکاران تأثیر پارامترهای زیست‌محیطی مانند سرعت و جهت باد، درجه حرارت و رطوبت را بر توزیع هیدروکربن‌ها مورد بررسی قرار دادند و عنوان نمودند که جهت باد غالب و درجه حرارت نقش مهمی در توزیع آلاینده‌های مجتمع‌های وابسته به نفت دارد [۶]. در سال ۲۰۱۴ رحیم پور و همکاران بیومارکرهای ادراری افراد در مواجهه با هیدروکربن های فرار را بررسی و مشخص گردید که ترانس های ادراری، ترانس موکونیک اسید برخی از کارگران در مواجهه از حدود مجاز کشوری بیشتر بوده است. مرادپور و همکاران تأثیر فصل را بر غلظت هیدروکربن ها بررسی و مشخص گردید که غلظت آلاینده در هوای تابستان بالاتر از زمستان بود و در نهایت نگهبان و همکاران غلظت بنزن و اپی کلروهیدرین را اندازه‌گیری و مشخص گردید که غلظت مواجهه در برخی از کارگران از حدود توصیه شده کشوری بیشتر بوده است [۷-۹].

در رابطه با ارزیابی ریسک مواد شیمیایی مطالعات متعددی در ایران به روش دپارتمان منابع انسانی مالزی انجام گردیده من جمله مطالعه دکتر گلبابایی و آقای ملکوتی و همکاران[۱۰-۱۱]. با این وجود هیچ گونه مطالعه ی در خارج از ایران با این روش صورت نگرفته و بیشتر مطالعات ارزیابی ریسک در جهان به روش سازمان حفاظت محیط زیست امریکا انجام گردیده است. در مطالعه‌ای که توسط کلمن لرنر و همکاران در سال ۲۰۱۲ در آرژانتین به روش سازمان حفاظت محیط زیست امریکا انجام گردید، نتایج نشان داد که میزان شاخص سرطان‌زایی طول عمر(LCR) بنزن و تری کلرواتیلن در مراکز تعمیر و نقاشی خودرو بیشتر از سایر مکان ها بود[۱۲]. در مطالعه لی و همکاران مقدار شاخص سرطان زایی طول عمر(LCR) بنزن در چندین مرکز فتوکپی بیشتر از مقدار توصیه شده سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا (محدوده‌ی ۶-۱۰-۴-۱۰) می‌باشد[۱۳]. لذا با توجه به مطالب مذکور، برطبق بررسی های انجام شده، تاکنون هیچ گونه مطالعه ای در رابطه با ارزیابی ریسک به روش سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا و دپارتمان مالزی به صورت همزمان و مقایسه نتایج این دو روش در مجتمع‌های وابسته به نفت در جهان انجام نگردیده است. هدف از این مطالعه کاربرد روش های سازمان حفاظت محیط زیست امریکا و دپارتمان مالزی در تخمین ریسک هیدروکربن های سرطانزا و مقایسه نتایج حاصل از این دو روش به منظور صیانت از نیروی کار و جلوگیری از ایجاد اثرات نامطلوب ناشی از

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

مواجهه با هیدروکربن‌های سرطانزا در مجتمع‌های وابسته به نفت واقع در ماهشهرمی‌باشد.

روش بررسی

این مطالعه به صورت مقطعی در ۲۱ مجتمع واقع در جنوب ایران انجام گردید. روش نمونه گیری به صورت تصادفی ساده بود و حجم نمونه ها با توجه به انحراف معیار و حداکثر خطای مجاز در مطالعات گذشته و با در نظر گرفتن خطای نوع اول ۵ درصد، محاسبه گردید. در این مطالعه سعی گردید که تعداد نمونه های لازم در هر مجتمع بر حسب مساحت، تعداد کارگران و تعداد مشاغل هر مجتمع به صورت سهمیه ای تقسیم گردد. ارزیابی ریسک نمونه ها با دو روش دپارتمان منابع انسانی مالزی و روش EPA امریکا به شرح زیر انجام شد.

ارزیابی غلظت هیدروکربن‌های سرطانزا: غلظت ترکیبات در فصل زمستان و در طول شیفت ۸ ساعته بر اساس متد استاندارد NIOSH۲۵۴۹،۱۵۰۱ انجام شد و در مجموع از هوای استنشاقی ۱۶۹ شاغل نمونه برداری به عمل آمد، نمونه ها به وسیله جاذب زغال فعال با منشا پوست نارگیل (۱۵۰میلی گرم) ساخت شرکت SKC که توسط گیره به یقه کارگر (تقریبا در ناحیه تنفسی) وصل شد با استفاده از پمپ نمونه برداری فردی مدل ۲۲۲ساخت شرکت SKC با دبی ۲۰۰ میلی لیتر بردقیقه جمع آوری شد. پمپ نمونه برداری فردی توسط روتامتر مدل LZB-3WB کالیبر شد. آماده سازی نمونه های جمع آوری شده، به روش بازیافت شیمیایی و توسط محلول CS_2 انجام شد.۱میکرو لیتر از محلول آماده سازی شده را، توسط سرنگ ا میکرو لیتری ساخت شرکت Hamilton برداشته شد و به دستگاه GC-MS مدل CP3800 ساخت شرکت Varianتزریق گردید. دمای محل تزریق دستگاه ۱۸۰ درجه سانتیگراد و دمای اولیه ستون ۳۰ درجه سانتیگراد بود که به مدت ۱۲ دقیقه در این دما نگهداری شد و زمان خاموشی آشکارساز ۱/۹تا ۳/۵دقیقه وکل زمان تجزیه۲۵ دقیقه به طول انجامید. زمان افزایش دما به ازای هر دقیقه ۲۰ درجه سانتیگراد، افزایش دما تا دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد و سپس ۳۰ ثانیه توقف در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد تنظیم شد. مشخصات ستون مورد استفاده برای تفکیک هیدروکربن‌ها در مدت زمان ۲۵ دقیقه یک ستون مویین ۲۵ متری (SGE:25MM×0/22)، گاز حامل هلیوم، دبی گاز ۲/۵میلی‌لیتر بر دقیقه، حالت تزریق بدون تقسیم (Splitless)، محدوده‌ی جرم مورد بررسی توسط آشکار سازm/z۳۵۰ تا۳۵ و دمای لاین انتقال۲۸۰درجه سانتیگراد، فشار محل تزریق ۲۳/۳psi بود[۱۴].

ارزیابی ریسک هیدروکربن‌های سرطانزا به روش EPA امریکا: به منظور برآورد ریسک هیدروکربن‌های سرطان‌زا، از شاخص سرطان‌زایی طول عمر (LCR) استفاده می گردد،که به‌عنوان شاخص احتمال افزایش ابتلا به سرطان ناشی از مواجهه خاص معرفی می‌شود. LCR در ارتباط با بنزن (گروه ۱ سرطانزای قطعی)، اپی کلروهیدرین و تری کلرو اتیلن (گروه 2A) استیرن و اتیل بنزن (2B) در مناطق مورد مطالعه از حاصلضرب فاکتور تشدید (SF) در مقدار جذب روزانه به صورت مزمن (CDI) برای هر ترکیب محاسبه گردید[۱۲].

$$LCR= CDI\times SF$$

فاکتور تشدید(Slope Factor (SF محدوده قابل قبولی است که در آن احتمال ایجاد پاسخ به ازای مصرف یک واحد ماده شیمیایی در طول عمر،وجود دارد که واحد آن کیلوگرم در روز بر میلی گرم می‌باشد[۱]. مقدار جذب روزانه به صورت مزمن Chronic Daily Intake (CDI) عبارت است از قرار گرفتن در معرض یک توده از ماده در واحد وزن بدن در واحد زمان در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی[۱۵]. CDI برحسب میلی گرم برکیلوگرم در روز براساس فرمول زیر محاسبه شد[۱۶]:

$$CDI=(C\times IR\times ED\times EF\times LE)/(BW\times ATL\times NY)$$

که در آن C میانگین غلظت آلاینده برحسب میلی گرم برمتر مکعب، IR نرخ تنفس برحسب متر مکعب بر

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

ساعت، EDمدت زمان مواجهه بر حسب ساعت درهفته، EF فرکانس مواجهه برحسب هفته در سال، LE سابقه فرد برحسب سال،BW وزن بدن برحسب کیلوگرم، ATL متوسط طول عمر فرد، NY تعداد روزهای سال. اطلاعات مربوط به سابقه فرد، مدت زمان مواجهه و فرکانس مواجهه از طریق پرسشنامه برای هر فرد جمع آوری شد. IR نرخ تنفس برابر با ۰/۸۷۵متر مکعب برساعت [۱۷] و میانگین وزن بدن ۷۰ کیلوگرم، متوسط طول عمر ۷۰ سال و تعداد روزهای سال ۳۶۵روز درنظر گرفته شد[۱۶]. غلظت هیدروکربن‌ها به روش پیش گفت تعیین گردید[۱۴].

فاکتور تشدید توصیه شده برای هیدروکربن‌های مورد بررسی در این مطالعه در جدول۳ ذکر شده است.

سازمان جهانی بهداشت LCR را در محدوده بین 10^{-5} تا 10^{-6}و کمتر از این مقدار را پذیرفته است [۱، ۱۸]. برطبق مطالعات قبل مقدار LCR بیشتر از 10^{-4}به‌عنوان ریسک قطعی(Definite Risk)، LCR بین 10^{-4}تا 10^{-5}ریسک احتمالی(Probable Risk) و LCR بین 10^{-5} تا 10^{-6}به‌عنوان ریسک امکان پذیر (Possible Risk) دسته بندی شد[۱۹-۲۰].

همچنین به منظور ارزیابی تداخل مواد شیمیایی ریسک تجمعی هیدروکربن‌ها از طریق حاصل جمع LCR تک‌تک آلاینده‌ها طبق فرمول زیر محاسبه شد.

$$R= \sum LCR$$

ارزیابی ریسک هیدروکربن‌های سرطانزا به روش دپارتمان منابع انسانی مالزی: به منظور اجرای این روش، ابتدا گروه کاری تشکیل شد، این گروه متشکل از سرپرست و یا مسئول واحدها، مدیران ارشد، متخصص ایمنی و بهداشت حرفه ای بود. شناسایی محل نمونه برداری با توجه به مطالعات قبلی، پرسش از کارشناسان و مدیران انجام گردید. با توجه به مفهوم ریسک که عبارت است از احتمال مواجهه با عامل شیمیایی با در نظر گرفتن شدت خطر حاصل از این مواجهه، بعد از تعیین و شناسایی مواد شیمیایی مورد استفاده باید میزان یا شدت خطر تعیین گردد.

در این روش ارزیابی ریسک به منظور تعیین میزان خطر مواد شیمیایی می توان از اثرات سمی (LD_{50} و LC_{50}) یا عوارض زیان آور و سرطان‌زایی استفاده نمود. در این مطالعه برای محاسبه درجه خطر با توجه به خاصیت سرطان‌زایی هیدروکربن‌های مورد بررسی از اثرات سمی و گروه سرطان‌زایی (IARC) استفاده گردید با توجه به گروه سرطان‌زایی این هیدروکربن‌ها درجه خطر به شرح زیر می‌باشد: بنزن گروه (۱IARC) درجه خطر۵، اپی کلروهیدرین و تری کلرواتیلن گروه (2A IARC) درجه خطر۴، اتیل بنزن و استیرن گروه (2B IARC) درجه خطر۳.

به منظور تعیین درجه مواجهه می توان از نتایج پایش هوا و اندازه‌گیری میزان مواجهه با مواد شیمیایی یا استفاده از شاخص مواجهه با در نظر گرفتن فاکتورهایی مثل فشاربخار، آستانه بویایی به حد مجاز مواجهه، میزان کنترل آلاینده ، مقدار ماده مورد مصرف در هفته، ساعات کاری در هفته محاسبه نمود. در مرحله بعد پایش مواجهه فردی طبق روش پیش گفت انجام گردید و غلظت ها مشخص شد[۱۴]. تعیین درجه مواجهه (ER) از طریق تقسیم غلظت مواجهه(C) بر حد مجاز مواجهه کشوری(OEL) محاسبه و گروه بندی آن طبق جدول۱ انجام گردید.

$$ER=C/OEL$$

در نهایت پس از تعیین درجه خطر و درجه مواجهه

جدول ۱- تعیین درجه مواجهه

ER	C/OEL
۱	<۰/۱
۲	۰/۱-۰/۵
۳	۰/۵-۱
۴	۱-۲
۵	۲≤

جدول ۲- تعیین رتبه ریسک

درجه خطر	درجه مواجهه ۱	۲	۳	۴	۵
۱	۱	۱/۴۱	۱/۷۳	۲	۲/۲۳
۲	۱/۴۱	۲	۲/۴۵	۲/۸۲	۳/۱۶
۳	۱/۷۳	۲/۴۵	۳	۳/۴۶	۳/۸۷
۴	۲	۲/۸۲	۳/۴۶	۴	۴/۴۷

ممکن
احتمالی
قطعی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

میزان ریسک طبق رابطه زیر محاسبه شد. چنانچه سطح ریسک محاسبه شده یک عدد صحیح نباشد می بایست آن را به طرف بالا و نزدیک ترین عدد صحیح گرد کرد. علت جذر گرفتن از نتیجه حاصل بدست آوردن یک عدد در محدوده ۱تا ۵ می‌باشد.

$$RR = (HR \times ER)^{0.5}$$

رتبه‌بندی ریسک با توجه به جدول ۲ انجام گردید [۵].

یافته‌ها

جدول ۳ میانگین غلظت و فاکتور تشدید هیدروکربن‌های سرطانزا را به تفکیک مجتمع محل نمونه برداری نشان می‌دهد.

جدول ۴ و ۵ میانگین ریسک هیدروکربن‌های سرطانزا را به تفکیک مجتمع محل نمونه برداری در دو روش سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا و روش دپارتمان منابع انسانی مالزی نشان می دهد. در مقایسه مقدار ریسک بنزن با حد توصیه شده سازمان جهانی بهداشت (محدوده بین 10^{-5} تا 10^{-6}و کمتر از این مقدار) ۹۷/۶درصد ریسک بنزن غیر قابل پذیرش بود و این نتایج باعث ایجاد نگرانی درباره سلامتی افراد در مواجهه با بنزن می‌شود. بالاترین میانگین ریسک بنزن

جدول ۳- میانگین غلظت و فاکتور تشدید هیدروکربن های سرطانزا در مجتمع های محل نمونه برداری

پتروشیمی	بنزن (mg/m^3)	اپی کلروهیدرین (mg/m^3)	اتیل بنزن (mg/m^3)	تری کلرواتیلن (mg/m^3)	استیرن(mg/m^3)
مجتمع۱	۰/۵۶۲	۰/۱۰۶	-	–	–
مجتمع ۲	۰/۲۴۸	۰/۱۴۷	۰/۲۶۰	۰/۳۱	–
مجتمع ۳	۰/۴۲۴	–	–	-	-
مجتمع ۴	۰/۳۵۰	۰/۰۹۸	۰/۹۴۲	-	-
مجتمع ۵	۰/۷۳۲	۰/۲۰۱	۱۲/۹۸	-	-
مجتمع ۶	۰/۵۸۱	۰/۳۲۶	۰/۱۲۴	-	-
مجتمع ۷	۰/۲۳۶	۰/۰۶۷	۱/۳۲	۰/۲۰	-
مجتمع ۸	۰/۲۳۶	۰/۱۰۴	–	-	-
مجتمع۹	۰/۴۵۱	۰/۱۰۶	–	-	۷/۳۱
مجتمع ۱۰	۰/۴۸۶	۰/۱۷۱	۰/۰۸۴	-	-
مجتمع ۱۱	۰/۳۳۷	۰/۰۹۴	۰/۲۹۰	-	-
مجتمع ۱۲	۰/۵۹۴	۰/۱۶۱	۰/۱۱۸	۰/۲۴	-
مجتمع ۱۳	۰/۳۷۷	۱/۰۰۶	۰/۱۵۵	-	۰/۰۶
مجتمع ۱۴	۰/۵۲۱	۰/۰۸	۰/۱۹۳	-	-
مجتمع ۱۵	۰/۳۰۶	۰/۱۲۷	۰/۲۲۴	-	-
مجتمع ۱۶	۰/۴۶۹	۰/۶۳۸	۰/۱۱۵	-	-
مجتمع ۱۷	۰/۳۹۷	۰/۸۵۱	۰/۱۳۹	-	-
مجتمع ۱۸	۱/۳۲۳	۰/۳۳۴	۰/۱۵۲	۱/۵۴	-
مجتمع ۱۹	۰/۶۲۲	۰/۲۴۷	۰/۱۱۱	-	-
مجتمع ۲۰	۰/۳۴۸	۰/۰۸۵	-	-	-
مجتمع ۲۱	۰/۷۳۷	۰/۴۳۲	۰/۱۱۹	۰/۵۷	-
فاکتور تشدید $(mg/kg.day)^{-1}$	۰/ ۰۲۷۳[a]	۰/۰۰۹۹[b]	۰/۰۰۸۷[b]	۰/۰۰۷[b]	۰/۰۰۰۵۷[c]

a=RAIS:The Risk Assessment Information System
b= OEHHA: California Office of Environmental Health Hazard Assessment
c= USEPA: United States Environmental Protection Agency

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

جدول ۴- ریسک سرطانزایی طول عمر (LCR) هیدروکربن‌های سرطانزا به تفکیک مجتمع‌های محل نمونه برداری

پتروشیمی	بنزن	اپی کلروهیدرین	اتیل بنزن	تری کلرواتیلن	استیرن
مجتمع۱	$۱/۳۴\times۱۰^{-۴}$	$۸/۶۶\times۱۰^{-۶}$	–	–	–
مجتمع ۲	$۵/۱\times۱۰^{-۵}$	$۱/۰۴\times۱۰^{-۵}$	$۱/۷\times۱۰^{-۵}$	$۱/۶۶\times۱۰^{-۵}$	–
مجتمع ۳	$۱/۲۵\times۱۰^{-۴}$	–	–	–	–
مجتمع ۴	$۱/۳۲\times۱۰^{-۴}$	$۱/۳۴\times۱۰^{-۵}$	$۱/۱۴\times۱۰^{-۴}$	–	–
مجتمع ۵	$۱/۷۶\times۱۰^{-۴}$	$۱/۷۴\times۱۰^{-۵}$	$۹/۹۴\times۱۰^{-۴}$	–	–
مجتمع ۶	$۱/۹۹\times۱۰^{-۴}$	$۲/۳۱\times۱۰^{-۵}$	$۷/۹\times۱۰^{-۶}$	–	–
مجتمع ۷	$۴/۷۷\times۱۰^{-۵}$	$۴/۹۴\times۱۰^{-۶}$	$۸/۵۱\times۱۰^{-۵}$	$۱/۰۳\times۱۰^{-۵}$	–
مجتمع ۸	$۴/۲۴\times۱۰^{-۵}$	$۶/۴۸\times۱۰^{-۶}$	–	–	–
مجتمع۹	$۵/۷۷\times۱۰^{-۵}$	$۴/۶۳\times۱۰^{-۶}$	–	–	$۱/۹۵\times۱۰^{-۵}$
مجتمع ۱۰	$۱/۵۱\times۱۰^{-۴}$	$۱/۹۲\times۱۰^{-۵}$	$۸/۳۴\times۱۰^{-۶}$	–	–
مجتمع ۱۱	$۷/۴۲\times۱۰^{-۵}$	$۷/۵\times۱۰^{-۶}$	$۲/۰۴۱\times۱۰^{-۵}$	–	–
مجتمع ۱۲ا	$۱/۶۵\times۱۰^{-۴}$	$۱/۴۱\times۱۰^{-۵}$	$۹/۲۲\times۱۰^{-۶}$	$۱/۵\times۱۰^{-۵}$	–
مجتمع ۱۳	$۱/۰۵۳\times۱۰^{-۴}$	$۱/۰۱۸\times۱۰^{-۴}$	$۱/۳۸\times۱۰^{-۵}$	–	$۳/۶۷\times۱۰^{-۷}$
مجتمع ۱۴	$۲/۳۲\times۱۰^{-۴}$	$۱/۳\times۱۰^{-۵}$	$۲/۷۴\times۱۰^{-۵}$	–	–
مجتمع ۱۵	$۱/۰۳۹\times۱۰^{-۴}$	$۱/۴۷\times۱۰^{-۵}$	$۲/۴۲\times۱۰^{-۵}$	–	–
مجتمع ۱۶	$۶/۹۲\times۱۰^{-۵}$	$۳/۳۷\times۱۰^{-۵}$	$۵/۴۴\times۱۰^{-۶}$	–	–
مجتمع ۱۷	$۹/۵۷\times۱۰^{-۵}$	$۷/۴۱\times۱۰^{-۵}$	$۱/۰۷\times۱۰^{-۵}$	–	–
مجتمع ۱۸	$۳/۱۸\times۱۰^{-۴}$	$۲/۹۲\times۱۰^{-۵}$	$۱/۱۷\times۱۰^{-۵}$	$۹/۵۱\times۱۰^{-۵}$	–
مجتمع ۱۹	$۱/۹۸\times۱۰^{-۴}$	$۲/۸۶\times۱۰^{-۵}$	$۱/۱۲\times۱۰^{-۵}$	–	–
مجتمع ۲۰	$۳/۸۴\times۱۰^{-۵}$	$۳/۴\times۱۰^{-۶}$	–	–	–
مجتمع ۲۱	$۱/۴۸\times۱۰^{-۴}$	$۳/۱۵\times۱۰^{-۵}$	$۷/۰۵\times۱۰^{-۶}$	$۲/۹۴\times۱۰^{-۵}$	–

در هر دو روش مربوط به مجتمع ۱۸ می‌باشد. این مجتمع همچنین بالاترین میانگین غلظت بنزن را نیز به خود اختصاص داده است.اما در طبقه بندی ریسک میانگین ریسک بنزن مجتمع ۱۸ در روش دپارتمان منابع انسانی مالزی در گروه ریسک احتمالی ولی در روش سازمان حفاظت محیطزیست امریکا در گروه ریسک قطعی قرار داده می‌شود. مجتمع ۱۴ در روش سازمان حفاظت محیطزیست امریکا دارای بالاترین فراوانی ریسک بنزن در بین مجتمع ها می‌باشد و ۱۰۰ درصد ریسک بنزن در این مجتمع قطعی می‌باشد این در حالی است که در روش دپارتمان منابع انسانی مالزی، این مجتمع با وجود بالاترین فراوانی دارای ۳۸ درصد ریسک قطعی و ۶۲ درصد ریسک احتمالی می‌باشد.

در مورد سایر هیدروکربن‌های بررسی شده در این مطالعه نتایج نشان داد که بالاترین میانگین ریسک در هر دو روش در یک مجتمع دیده شد و در طبقه بندی گروه ریسک و مقایسه کیفی نتایج، عموما ریسک هیدروکربن‌ها در روش سازمان حفاظت محیطزیست امریکا نسبت به روش دپارتمان منابع انسانی مالزی در گروه بالاتری قرار گرفت.

جدول۶ میانگین و توزیع فراوانی ریسک تجمعی هیدروکربن‌های سرطانزا به تفکیک مجتمع‌های محل نمونه برداری به روش EPA را نشان می دهد مجتمع ۵ با وجود اینکه دارای بالاترین میانگین ریسک تجمعی می‌باشد ولی در گروه بندی ریسک فقط ۷۸ درصد ریسک آن قطعی می‌باشد. فراوانی ریسک تجمعی در مجتمع‌های ۳، ۱۴، ۱۹صد در صد قطعی می‌باشد..

جدول ۷ میانگین ریسک هیدروکربن‌های سرطانزا را به تفکیک مشاغل در دو روش دپارتمان منابع انسانی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

جـدول ۵- میـانگین ریسـک هیـدروکربن‌هـای سـرطانزا بـه تفکیـک مجتمع‌های محل نمونه برداری به روش دپارتمان منابع انسانی مالزی

نام پتروشیمی	ریسک بنزن	ریسک اتیل بنزن	ریسک اتیلن اکسید	ریسک تری کلرواتیلن	ریسک استیرن
مجتمع۱	۳/۴۱	۲	-	-	-
مجتمع ۲	۳/۰۳	۲/۲۷	۱/۷۳	۲	-
مجتمع ۳	۳/۵	-	-	-	-
مجتمع ۴	۳/۴۴	۲	۱/۷۳	-	-
مجتمع ۵	۳/۸۷	۲/۵۵	۲/۴۵	-	-
مجتمع ۶	۳/۵۴	۳/۱۱	۱/۷۳	-	-
مجتمع ۷	۳/۰۵	۳	۱/۷۳	۲	-
مجتمع ۸	۳/۱۶	۲	-	-	-
مجتمع۹	۳/۳۹	۲	-	-	۲/۴
مجتمع ۱۰	۳/۴۸	۲/۳۵	۱/۷۳	-	-
مجتمع ۱۱	۲/۲۶	۲	۱/۷۳	-	-
مجتمع ۱۲	۳/۵۶	۲/۲	۱/۷۳	۲	-
مجتمع ۱۳	۳/۴۸	۳/۴۶	۱/۷۳	-	۱/۷۳
مجتمع ۱۴	۳/۶	۲	۱/۷۳	-	-
مجتمع ۱۵	۳/۱۹	۲/۱۳	۱/۷۳	-	-
مجتمع ۱۶	۳/۵۱	۳/۱۴	۱/۷۳	-	-
مجتمع ۱۷	۳/۳	۳/۴۱	۱/۷۳	-	-
مجتمع ۱۸	۴/۲۱	۲/۸۲	۱/۷۳	۲/۴۱	-
مجتمع ۱۹	۳/۷۳	۲/۵	۱/۷۳	-	-
مجتمع ۲۰	۳/۲	۲/۴۸	-	-	-
مجتمع ۲۱	۳/۶	۳/۰۵	۱/۷۳	۲	-

جدول۶- میانگین و توزیع فراوانی(٪) ریسک تجمعی هیـدروکربن هـای سرطانزا به تفکیک مجتمع های محل نمونه برداری به روش EPA

نام پتروشیمی	ریسک تجمعی	ریسک قطعی	ریسک احتمالی	ریسک ممکن
مجتمع۱	$۱/۷۴\times۱۰^{-۴}$	۵۸	۴۲	-
مجتمع ۲	$۷/۱۲\times۱۰^{-۵}$	۱۵	۸۵	-
مجتمع ۳	$۱/۵۲\times۱۰^{-۴}$	۱۰۰	-	-
مجتمع ۴	۴×۱۰^{-۴}	۴۰	۶۰	-
مجتمع ۵	$۱/۷۷\times۱۰^{-۳}$	۷۸	۲۲	-
مجتمع ۶	$۲/۱۷\times۱۰^{-۴}$	۸۱	۱۹	-
مجتمع ۷	$۳/۴۸\times۱۰^{-۴}$	۵۰	۵۰	-
مجتمع ۸	$۴/۶۵\times۱۰^{-۵}$	-	۷۷	۲۳
مجتمع۹	$۲/۹۵\times۱۰^{-۴}$	۳۰	۷۰	-
مجتمع ۱۰	$۲/۵\times۱۰^{-۴}$	۷۶	۲۴	-
مجتمع ۱۱	$۷/۴\times۱۰^{-۵}$	۴۲	۵۸	-
مجتمع ۱۲	$۲/۱۷\times۱۰^{-۴}$	۸۰	۲۰	-
مجتمع ۱۳	$۲/۲۸\times۱۰^{-۴}$	۵۵	۴۵	-
مجتمع ۱۴	$۵/۶۶\times۱۰^{-۴}$	۱۰۰	-	-
مجتمع ۱۵	$۱/۵\times۱۰^{-۴}$	۶۳	۳۷	-
مجتمع ۱۶	$۱/۴۵\times۱۰^{-۴}$	۵۰	۵۰	-
مجتمع ۱۷	$۲/۴\times۱۰^{-۴}$	۸۰	۲۰	-
مجتمع ۱۸	$۵/۳۹\times۱۰^{-۴}$	۸۰	۲۰	-
مجتمع ۱۹	$۳/۱۲\times۱۰^{-۴}$	۱۰۰	-	-
مجتمع ۲۰	$۵/۷۶\times۱۰^{-۵}$	۱۰	۹۰	-
مجتمع ۲۱	$۲/۱۵\times۱۰^{-۴}$	۵۰	۵۰	-

مالزی و سازمان حفاظت محیطزیست امریکا نشان می‌دهد. در روش EPA در تمام مشاغل (بجز فنی و مامور گشت) ۱۰۰ درصد ریسک بنزن در مقایسه با حدود توصیه‌شده سازمان جهانی بهداشت غیرقابل پذیرش بود. نتایج نشان داد که بجز بنزن بالاترین میانگین ریسک هیدروکربن‌ها در هر دو روش در مشاغل یکسان بود ولی در طبقه بندی گروه ریسک و بیان کیفی نتایج ریسک هیدروکربن‌ها در روش سازمان حفاظت محیطزیست امریکا گروه بالاتری را به خود اختصاص داد. بالاترین میانگین ریسک بنزن در روش سازمان حفاظت محیطزیست امریکا مربوط به مشاغل فنی (با فراوانی ۶۰ درصد ریسک قطعی) ولی در روش دپارتمان منابع انسانی مالزی مربوط به مشاغل نمونه گیر (با فراوانی ۲۰ درصد ریسک قطعی) بود.

جدول ۸ مقایسه کیفی ریسک هیدروکربن‌ها را در دو روش دپارتمان منابع انسانی مالزی و سازمان حفاظت محیطزیست امریکا نشان می دهد. نتایج گویای این واقعیت می‌باشد که ریسک هیدروکربن‌ها در روش EPA گروه های بالاتر و با فراوانی بیشتری نسبت به روش دپارتمان منابع انسانی مالزی را به خود اختصاص داده است.

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف مقایسه دو روش ارزیابی ریسک در مجتمع‌های وابسته به نفت در جنوب ایران انجام

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

جدول ۷- ریسک هیدروکربن های سرطانزا در دو روش ارزیابی ریسک به تفکیک مشاغل

نوع شغل	ریسک بنزن		ریسک اپی کلروهیدرین		ریسک اتیل بنزن		ریسک تری کلرواتیلن		ریسک استیرن	
	EPA	مالزی	EPA	مالزی	EPA	مالزی	EPA	مالزی	EPA	مالزی
سایت من	$۱/۴۱\times۱۰^{-۴}$	۳/۴۳	$۲/۷۵\times۱۰^{-۵}$	۲/۵۳	$۱/۲۴\times۱۰^{-۵}$	۱/۷۳	$۲/۷\times۱۰^{-۵}$	۲	$۵/۹\times۱۰^{-۶}$	۱/۷۳
فنی	۵×۱۰^{-۴}	۳/۴۶	$۴/۹۷\times۱۰^{-۵}$	۲/۴۹	۴×۱۰^{-۵}	۱/۷۳	$۴/۲\times۱۰^{-۴}$	۲/۸۲	$۳/۴\times۱۰^{-۴}$	۳
نمونه گیر	$۴/۳\times۱۰^{-۴}$	۳/۵۶	$۱/۸\times۱۰^{-۴}$	۳/۰۶	$۲/۳\times۱۰^{-۴}$	۱/۸۷	$۱/۳\times۱۰^{-۵}$	۲	$۸/۱۷\times۱۰^{-۷}$	۱/۷۳
بهره بردار	$۱/۱\times۱۰^{-۴}$	۳/۴۷	$۱/۹۶\times۱۰^{-۵}$	۲/۴۱	$۳/۳\times۱۰^{-۶}$	۱/۷۳	–		–	
کارگر سایت	$۲/۷\times۱۰^{-۴}$	۳/۳۹	$۱/۹۵\times۱۰^{-۵}$	۲	۱×۱۰^{-۴}	۱/۷۳	–		–	
مامور گشت	$۱/۳۲\times۱۰^{-۴}$	۳/۱	$۹/۸۳\times۱۰^{-۵}$	۲/۹۶	$۶/۶\times۱۰^{-۵}$	۱/۷۳	$۱/۱\times۱۰^{-۵}$	۲	$۸/۵\times۱۰^{-۶}$	۲/۴۵

جدول ۸- مقایسه درصد فراوانی ریسک هیدروکربن های سرطانزا به صورت کیفی در دو روش مالزی و EPA(٪)

طبقه بندی ریسک		بنزن	اپی کلروهیدرین	تری کلرواتیلن	اتیل بنزن	استیرن
EPA	قطعی	۵۳	۱۲	۱۲	۱۰	۲۵
	احتمالی	۴۴	۶۷	۵۵	۴۹	–
	ممکن	۳	۲۱	۳۳	۴۱	۷۵
مالزی	قطعی	۸/۴	۳/۶	–	–	–
	احتمالی	۹۱/۶	۴۶/۴	۱۱	۱/۹	۵۰
	ممکن	–	۵۰	۸۸	۹۸	۵۰

شد. در روش مالزی مجتمع‌هایی که بالاترین غلظت هیدروکربن‌ها را دارا بودند، بالاترین میزان و فراوانی ریسک را نیز داشتند زیرا در این روش فاکتور اصلی و تاثیرگذار در میزان ریسک، غلظت هیدروکربن‌ها می‌باشد. در هیدورکربن های اتیل بنزن، تری کلرواتیلن و استیرن غلظت مواجهه در تمام افراد از حد مجاز مواجهه کشوری کمتر بود و ریسک این ترکیبات در روش دپارتمان منابع انسانی مالزی در بیشتر مجتمع ها و مشاغل در حد قابل چشم پوشی و احتمالی بود. این در حالی است که در روش سازمان حفاظت از محیط‌زیست امریکا در همین ترکیبات ریسک در گروه قطعی نیز قرار می گفت. در مجتمع ۵ ریسک اتیل بنزن در روش مالزی بالاترین فراوانی را به خود اختصاص داده و ۱۰۰ درصد احتمالی است و در روش EPA در همین مجتمع ۱۰۰ درصد ریسک قطعی می‌باشد، زیرا مدت زمان مواجهه، فرکانس مواجهه و سابقه افراد در این مجتمع بالا (۴۱ ساعت در هفته، ۳۸ هفته در سال، ۱۱/۵سال) می‌باشد. از ۲۱ مجتمع مورد مطالعه، در روش EPA در ۱۳ مجتمع ولی در روش مالزی در ۷ مجتمع ریسک بنزن قطعی بوده است.

بدیهی است که هر چقدر ضریب ریسک بیشتر باشد بایداقدامات دقیق تر و سختگیرانه تر باشد. یکی از دلایل بالا بودن ریسک بنزن درجه خطر بالای این ترکیب می‌باشد. در مطالعه‌ای که توسط کلمن لرنر و همکاران در سال ۲۰۱۲ در آرژانتین انجام گردید، نشان داده شد بنزن در مشاغل تعمیرات و آزمایشگاه به ترتیب دارای ریسک قطعی و احتمالی بود[۱۲]. در مطالعه حاضر در روش EPA ، نسبت به مطالعه کلمن لرنر و همکاران در مشاغل تعمیرات خودرو که دارای ریسک قطعی بود، غلظت مواجهه، سابقه و مدت زمان مواجهه بیشتر، ولی فرکانس مواجهه کمتر بود. همچنین در مطالعه‌ای که توسط تاناسورن و همکاران در سال ۲۰۱۲ در ایستگاه‌های پمپ بنزین در تایلند انجام شد، ریسک بنزن قطعی بود که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد [۲۱]. علی‌رغم اینکه فرکانس مواجهه و سابقه کاری در مطالعه تاناسورن و همکاران بیشتر از مطالعه حاضر بود ولی غلظت مواجهه در مطالعه ما، ۳/۵ برابر بیشتر بود ولی در نهایت ریسک بنزن در هر دو مطالعه قطعی و از حدود توصیه‌شده سازمان جهانی بهداشت بیشتر است. مواجهه مزمن با بنزن، موجب کم

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

کاری سلول‌های بنیادی در مغز استخوان می‌شود که موجب بروز اثرات سیتوکسینی بر روی سلول‌های خون‌ساز مادر می‌شود. البته گاهی اوقات این عوارض به صورت آسیب دیدن سلول‌های استرومای استخوان بروز می‌کنند[۲۲-۲۴]. از آنجا که امکان حذف بنزن از طریق جایگزینی با یک ماده کم خطر تر وجود ندارد، اقدامات کنترل مهندسی برای کنترل در منبع تولید و اقدامات کنترل مدیریتی مانند کاهش ساعت مواجهه از طریق افزایش تعداد کارگران و انجام معاینات شغلی به صورت سالانه برای شناسایی افراد با ریسک بالای بیماری در مراحل اولیه را می توان پیشنهاد داد.

نتایج مطالعه رامیرز و همکاران که در سال ۲۰۱۲ در ساکنین اطراف پتروشیمی انجام‌شده، نشان داد که ریسک اتیل بنزن در هر ۳ سایت مورد بررسی ممکن، اما در مطالعه حاضر در روش EPA از ۳۱/۹ درصد افراد دارای مواجهه در ۱۳ درصد افراد ریسک ممکن بود [۱۹]. نتایج مطالعه نادال و همکاران که در سال ۲۰۰۹ در تصفیه خانه‌های زباله شهری اسپانیا به روش EPA انجام‌شده نشان داد که ریسک اتیل بنزن در اتاقک جداسازی قطعی، در اتاقک دریافت و تونل کمپوست ریسک احتمالی و در اتاقک هضم بی‌هوازی، ریسک ممکن بود[۲۵].

نتایج مطالعه جیو و همکاران که در سال ۲۰۰۴ در هنگ‌کنگ به روش EPA انجام شده بود نشان داد که ریسک استیرن در محیط‌های شغلی داخل ممکن بود، در پژوهش ما نیز بجز مشاغل فنی در بقیه مشاغل ریسک استیرن در حد ممکن بود[۱۵]. ریسک استیرن در مطالعه لیزا و همکاران که در سال ۲۰۱۲ در ساکنین اطراف چاه گاز طبیعی به روش EPA انجام شده بود نیز ممکن و کمتر از حدود توصیه‌شده سازمان جهانی بهداشت بود، که با نتایج مطالعه موجود همخوانی دارد [۲۶].

همانطور که نتایج نشان داد در مقایسه ریسک کیفی در این دو روش، میزان ریسک در روش EPA گروه بالاتر و فراوانی بیشتری را به خود اختصاص داده است، زیرا این روش ارزیابی ریسک جامع بوده و پارامترهایی مثل غلظت آلاینده، مدت زمان مواجهه، فرکانس مواجهه، وزن بدن، سابقه کاری، نرخ تنفس را در محاسبه مقدار ریسک در نظر می گیرد.

روش ارزیابی ریسک EPA یک روش بین المللی بوده و برکاهش مقدار آلاینده به کمترین مقدار ممکن جهت حفاظت محیط‌زیست و سلامت انسان تاکید داشته و باعث می‌شود نیروی کار در شرایط ایمن تری به فعالیت روزانه در محیط کار بپردازند و مورد تایید سازمان جهانی بهداشت است ولی ارزیابی ریسک مالزی شرایط غلظتهای بالا را به‌عنوان ریسک قلمداد می نماید. در بین ترکیبات بررسی شده در این پژوهش بنزن بالاترین طبقه ریسک را به خود اختصاص داد و مجتمع ۱۴دارای بالاترین ریسک مواجهه با هیدرو کربن سرطانزای بنزن را دارا می‌باشد. با توجه به هدف ارزیابی ریسک که صیانت از نیروی انسانی در محیط کار می‌باشد و اقدامات کنترلی را نیز از ریسک هایی با مقدار و طبقه بیشتر آغاز می کنیم، پیشنهاد می‌شود در ارزیابی ریسک از روش EPAکه یک روش بین المللی است استفاده گردد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مدیریت HSE مجتمع‌های جنوب کشور و معاونت پژوهشی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان، جهت تامین منابع مالی، تجهیزات مورد نیاز و همکاری صمیمانه در به اتمام رساندن این پژوهش ابراز می نمایند.

منابع

1.WHO (World Health Organization). Air quality guidelines for Europe.Regional Office for Europe, Copenhagen, Copenhagen. 2n ed; 2000. [updated Accessed February 28, 2011]; Available from: http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf.

2. OHSAS 18002, occupational health and safety management systems.Guidlines for the implementation of ohsas 18001. 2007; Available

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

13.Lee CW, Dai YT, Chien CH, Hsu DJ. Characteristics and health impacts of volatile organic compounds in photocopy centers. Enviro Res. 2006;100(2):139-49.

14.National Institute for Occupational Safety and Health.(Niosh). NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM) USA: The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). 1996 [cited 2013 23 April]; Availablefrom: www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/2549.pdf.

15.Guo H, Lee SC, Chan L, Li W. Risk assessment of exposure to volatile organic compounds in different indoor environments. Enviro Res. 2004;94(1):57-66.

16.Gao Y, Zhang Y, Kamijima M, Sakai K, Khalequzzaman M, Nakajima T, et al. Quantitative assessments of indoor air pollution and the risk of childhood acute leukemia in Shanghai. Envirol Pollut. 2014;187(0):81-9.

17.Environment Protection Agency (US.EPA).Exposure Factors Handbook 2011 Edition.2th, editor. USA: US EPA; 2011.http://ofmpub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=522996. Available from: http://ofmpub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=522996.

18.US EPA. Methods for Derivation of Inhalation Reference Concentrations and Application of Inhalation Dosimetry. EPA/600/8-90/066F. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.

19.Ramírez N, Cuadras A, Rovira E, Borrull F, Marcé RM. Chronic risk assessment of exposure to volatile organic compounds in the atmosphere near the largest Mediterranean industrial site. Enviro Int. 2012;39(1):200-9.

20.Sexton K, Linder SH, Marko D, Bethel H, Lupo PJ. Comparative Assessment of Air Pollution–Related Health Risks in Houston. Enviro Health Perspect. 2007;115(10):1388.

21.Tunsaringkarn T, Prueksasit T, Kitwattanavong M, Siriwong W, Sematong S, Zapuang K, et al. Cancer risk analysis of benzene, formaldehyde and acetaldehyde on gasoline station workers. J Enviro Engin EcoloSci. 2012 2012;1(1).

22. Czaplicka M, Klejnowski kK. Determination of volatile organic compounds in ambient air: Comparison of methods. J Chromatogr Biomed Sci Appl. 2002;976(1):369-76.

23. Pyta H. BTX air pollution in Zabrze, Poland. Polish Journal of Environmental Studies. 2006;15(5):785.

24. Thammakhet C, Muneesawang V, Thavarungkul P, Kanatharana P. Cost effective from: www.bre.polyu.edu.hk/research/ConstrSafetyAtHeight/.../Fall.../OHSAS18002.

3. Zainali N, Abdolhamidzade B. Risk assessment. events of possible chain in two adjacent petrochemical. Proceedings of the 3rd National Conference on Health, Safety and Environment (HSE); 2009 March 6-8. Tehran, Iran. [Persian]

4. Health and Safety Executive of UK.Five steps to risk assessment: A brief guide to controlling risks in the workplace London. . Health and Safety Executive of UK 2005: Report No UKG156.

5. Department of Occupational Health and Safety. Assessing health risks arising from the use of hazardous chemicals in the work place. ministry of human Resource, Malasia. 2000.

6. Maghsoodi Moghadam R, Bahrami A, Ghorbani F, Mahjub H, Malaki D. Investigation of Qualitative and Quantitative of Volatile Organic Com-pounds of Ambient Air in the Mahshahr Petrochemical Complex. Journal of Research in Health Sciences JRHS. 2009;13(1):69-7. [Persian]

7. Rahimpoor R, Bahrami AR, Ghorbani F, Mohammad Javad Assari, Negahban AR, Rahimnejad S, et al. Evaluation of Urinary Metabolites of Volatile OrganicCompounds and Some Related Factors in Petrochemical Industry Workers. J Mazandaran Univ Med Sci. 2014;24(116):119-31. [Persian]

8.Moradpour Z, Bahrami A, Sultanian A, Ghorbani Shahna F, Negahban AR. Seasonal comparison of emissions of volatile organic compounds in the chemical industry based on oil during the years 2013 and 2014. Iran Occup Health. 2015;11(6):55-63. [Persian]

9.Negahban AR, Ghorbani Shahna F, Rahimpoor R, Jalali M, Rahiminejad S, Soltanian A, et al. Evaluating Occupational Exposure to Carcinogenic Volatile Organic Compounds in an Oil - Dependent Chemical Industry: a Case Study on Benzene and Epichlorohydrin. J Occup Hyg Engin. 2014;1(1):36-46. (Persian)

10.golbabaei F, al e. health risk assessment of chemical pollutant with emphasis on the risk of blood cancer in a petrochemical industry. Iran Occup Health. 2012;3(9). (Persian)

11.malakouti j. health risk assessment of occupational exposure to hazardous chemicals in laboratories of qom university of medical sciences. Iran Occup Health. 2014;5(2). (Persian)

12.Colman Lerner JE, Sanchez EY, Sambeth JE, Porta AA. Characterization and health risk assessment of VOCs in occupational environments in Buenos Aires, Argentina. Atmospher Enviro. 2012;55(0):440-7.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

passive sampling device for volatile organic compounds monitoring. Atmospheric Enviro. 2006;40(24):4589-96.

25. Nadal M, Inza I, Schuhmacher M, Figueras MJ, Domingo JL. Health risks of the occupational exposure to microbiological and chemical pollutants in a municipal waste organic fraction treatment plant. Int J Hyg Enviro Health. 2009;212(6):661-9.

26. McKenzie LM, Witter RZ, Newman LS, Adgate JL. Human health risk assessment of air emissions from development of unconventional natural gas resources. Sci Total Enviro. 2012;424(0):79-87.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

Comparison of health risk assessment carcinogenic hydrocarbons in Workplace air in an oil-dependent industry by the Environmental Protection Agency (EPA) and Human Resources of Malaysia

Samira Rahimnejad[1], Abdulrahman Bahrami*[2], Farshid Ghorbani Shanh[3], Razzagh Rahimpoor[4]

Received: 2016/10/22 Revised: 2017/05/03 Accepted: 2017/07/01

Abstract

Background and aims: A human health risk assessment is the process to estimate the nature and probability of adverse health effects in human who may be exposed to chemicals in contaminated workplaces, now or in the future. The objective of this study is to compare risk assessment of carcinogen hydrocarbons of Environmental Protection Agency (EPA) method and Human Resource of Malasia method.

Methods: The chemical compounds were benzene, epiclorohydrine, trichloroethylene, styrene, ethyl benzene and 1,3-butadiene, that were emitted in workplaces and have carcinogenity risk therefore were considered for risk calculation in this study.

The analytical procedure was based on method number 1501 and 2549 of National Institute Occupational Safety and Health, (NIOSH 1501 and 2549). Samples were analysed with gas chromatography-Mass spectrometry (GC–MS). The EPA method and Humun resources of Malasia were compared for health risk assessment of workers that exposed to carcinogen compounds in petrochemical complex.

Results: The lifetime cancer risk in EPA method was compared to results of Humun Resources of Malasia. The results of EPA method showed that carcinogen risk for benzene and trichloroethylene in all petrochemical complexes and epiclorohydrine and ethyl benzene in most of complex were more than values recommended by the World Health Organization (WHO) but the carcinogen risk for these compounds were probability risk according the Humun Resources of Malasia method.

Conclusion: The EPA health risk assessment emphasize on decrease of compounds in ambient air as they have not any hazardous on humun health and environment and methods confirm by Word Health Organization. The results of Humun Resources of Malasia method had not compatibility with EPA method.

Keywords: Carcinogenic hydrocarbons, Risk assessment, Human Resources of Malaysia method, Environmental Protection Agency methods.

1. MSc of Occupational Health Engineering, Center of Excellence Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

2. (**Corresponding author**) Master of Occupational Health Engineering, Center of Excellence Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. a167r@yahoo.com

3. Associate Professor, Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

4. Instructor of Department of Occupational Health Engineering, Larestan School Medical Sciences, Larestan, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]