ارزیابی آلاینده های بنزن، تولوئن و گزیلن در هوای مجتمع پتروشیمی بندر ماهشهر در سال ۸۸-۱۳۸۷

روح اله مقصودی مقدم[۱]، عبدالرحمان بهرامی[*۲]، حسین محجوب[۳]، فرشید قربانی[۲]

۱) گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایلام

۲) گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان

۳) گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۷

چکیده

مقدمه: ترکیبات آلی فرار از آلاینده های بسیار مهم هوا می باشند که در صنایع پتروشیمی و نفتی، باعث ایجاد مخاطراتی برای پرسنل شاغل در کارخانه ها و تاثیر بر محیط زیست می گردند. هدف از این مطالعه ارزیابی و تعیین مقدار آلاینده های بنزن، تولوئن و گزیلن(اورتو، پارا و متا) در هوای مجتمع پتروشیمی بندر ماهشهر می باشد.

مواد و روش ها: این تحقیق یک مطالعه مقطعی می باشد، به منظور تعیین حجم نمونه از نتایج حاصل از ارزیابی مقدماتی که در مطالعه مشابه در واحدهای پتروشیمی جهت اندازه گیری غلظت هیدروکربن ها انجام شده بود استفاده گردید و تعداد ۱۸۰ نمـــونه در فصل زمستان ۱۳۸۷ و تابستان ۱۳۸۸ جمع آوری شد. هم چنین جهت انجام نمونه برداری و تجزیه آلاینده ها روش ۱۵۰۱ ارائه شده به وسیله انستیتوی ملی ایمنی و بهداشت حرفه ای مورد استفاده قرار گرفت. از لوله نمونه گیر زغال فعال متصل به پمپ جهت نمونه برداری استفاده شد، پس از نمونه برداری، مراحل آماده سازی نمونه و استخراج آلاینده ها به وسیله حلال دی سولفید کربن انجام گرفت و تجزیه نمونه ها به وسیله دستگاه گاز کروماتوگرافی طیف سنج جرمی(مدل CP-3800, CP-338) مجهز به ستون های مویی انجام گردیده است. تحلیل داده ها با کمک نرم افزار SPSS-17 انجام گردید.

یافته های پژوهش: نتایج اندازه گیری ترکیبات نشان داد که غلظت بنزن در فصول تابستان و زمستان به ترتیب ۳۴ درصد و ۱۳ درصد از محل های نمونه برداری جمع آوری شده در مجتمع پتروشیمی بیشتر از مقادیر حدود آستانه مجاز توصیه شده به وسیله کمیته متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا و کمیته فنی بهداشت حرفه ای ایـــران می باشد. هم چنین نتایج نشان داد که بین مقادیر غلظت آلاینده ها در هوای محیطی داخل در زمستان و تابستان برای تـــــولوئن(۰/۲۸۵±۰/۱۱۱ و ۰/۵۰۲±۰/۲۷۱)، پـــــارا و متـــاگـــــزیلن(۰/۰۸۲±۰/۰۴۱ و ۰/۶۵±۰/۲۷۳) و اورتو گزیلن(۰/۰۳۳±۰/۰۱۶ و ۰/۲۵۳±۰/۱۱) و هوای محیطی خارج در زمستان و تابستان برای تولوئن(۰/۰۱۴±۰/۰۱۵ و ۰/۱۲۵±۰/۱۲۶)، پارا و متاگزیلن(۰/۰۱۹±۰/۰۰۹۷ و ۰/۱۲±۰/۰۶۴) و اورتو گزیلن(۰/۰۰۵±۰/۰۰۳ و ۰/۰۲±۰/۰۱۹) اختلاف معنی داری وجود دارد،(P<۰/۰۵). هم چنین بین غلظت آلاینده های بنزن در هوای محیطی داخل، خارج و منطقه تنفسی کارکنان واحدهای تولیدی زمستان و تابستان(۰/۱۴۳±۰/۱۵۴، ۱/۱±۰/۴۸ و ۰/۱۶۳±۰/۰۶۵، ۰/۲۳۱±۰/۱۷۸ و ۷/۱۵±۱/۶۳، ۸/۳±۲) اختلاف معنی داری وجود نداشت.(P>۰/۰۵)

بحث و نتیجه گیری: ارزیابی این ترکیبات نشان می دهد که بالاترین غلظت در تابستان و پایین ترین غلظت در فصل زمستان می باشد. افزایش غلظت در تابستان به دلیل افزایش تبخیر ترکیبات فرار آلی ناشی از منابع موقتی در اثر دمای بالا می باشد. تراکم غلظت ترکیبات آلی فرار عموماً در اثر افزایش دما و سرعت باد افزایش می یابد.

واژه های کلیدی: ترکیبات آلی فرار، پتروشیمی، هوای محیطی، گاز کروماتوگرافی

***نویسنده مسئول:** گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان

Email: a176r@yahoo.com

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

مقدمه

رشد فن آوری و صنعت، کشف و کاربرد ده ها هزار نوع ماده شیمیایی با خواص مختلف فیزیکی، شیمیایی و فیزیولوژیکی مختلف موجب آلودگی هوای شهرها و محیط های کاری گردیده است. در این میان صنعت پتروشیمی براساس یافته ها و درک انسان از اهمیت نقش پلیمر های نفتی شکل گرفت. این صنعت علی رغم دستاوردهای مثبتی که برای بشریت به ارمغان آورده است سبب تولید آلاینده های گازی، آئـــروسلی و پساب های صنعتی در مقیاس وسیعی می شود که به طور مستقیم و غیر مستقیم می تواند اثرات مخربی بر محیط زیست و زندگی انسان داشته باشد. یکی از مهم ترین خطرات این فرآیند که از هر سه جنبه بهداشت، ایمنی و محیط زیست حائز اهمیت است، انتشار هیدروکربن های آلی در هوا است. بدون شک اولین گام در راستای کنترل آلاینـــــده ها، اندازه گیری و تجزیه آن هاست، زیرا بدون آگاهی کامل از کیفیت و کمیت آلاینده ها امکان مقایسه با حدود مجاز و نهایتاً کنترل آن ها عملی نخواهد بود. در مطالعاتی که در سال های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ در مجتمع پتروشیمی تبریز در فصل تابستان و زمستان انجام گرفت، نشان دادند که در تمام قسمت های مجتمع میزان هیدروکربن های کل بیشتر از حد مجاز می باشد. هم چنین رابطه معنی داری بین غلظت آلودگی و فصل وجود نداشت و غالب انباشتگی آلاینده با وزش بادهای غالب ارتباط دارد،(۱،۲). هم چنین در مطالعه ای که در نزدیکی برج های بلند مرکز شهر هوستون جهـــت اندازه گیری ترکیبات فرار آلی و گازهای ناچیز صورت گرفت مشخص شد که بین انتشار بالای این ترکیبات در شهر هوستون و فعالیت های بالای پتروشیمی مخصوصاً در تابستان دارای رابطه معنی داری بوده و بالاترین غلظت این ترکیبات مربوط به این فصـــــل می بـــاشد،(۳). هم چنین در مطالعه ای که در پالایشگاه نفت در تایوان در سال ۲۰۰۴ صورت گرفت مشخص شد که جهت و سرعت باد های غالب منطقه نقش اصلی را در توزیع آلودگـــــی ترکیبات فرار آلی در هوا و انتشار آن از مجتمع های پتروشیمی منطقه داشته است،(۴). در مطالعه ای که از سپتامبر ۲۰۰۰ تا سپتامبر ۲۰۰۱ میلادی در ازمیر(Ezmir) ترکیه در یک پتروشیمی جهت تعیین غلظت اتمسفری ترکیبات آلی فرار انجام گرفت، غلظت این ترکیبات را ۲۰-۴ برابر بیشتر از مقدار اندازه گیری شده در حومه شهر ازمیر نشان داد،(۵). هدف از انجام این پژوهش ارزیابی آلاینده های بنزن، تولوئن، گزیلن(پارا، متا و اورتو) در هوای مجتمع پتروشیمی بندر ماهشهر می باشد. شنـــاخت سیستماتیک ویژگی های کیفی و کمی آلاینده های هوای مجتمع پتروشیمی و نحـوه توزیع آن ها در مناطق مختلف و رتبه بندی تحقیـــق اولویت ها، اولین توانایی است که می تواند اطلاعات لازم را برای برنامه ریزی واقع گرایانه مدیران کشور فراهم سازد.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر یک این مطالعه مقطعی می باشد که در سال ۸۸-۱۳۸۷ انجام پذیرفت. نمونه برداری در مجتمع پتروشیمی بندر ماهشهر و تجزیه آلاینده ها در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان انجام گرفت. به منظور نمونه برداری از آلاینده ها براساس رابطه آماری(۱) با سطح اطمینان ۹۵ درصد و وسعت واحدهای تولیدی پتروشیمی حداقل تعداد نمونه ها در هر فصل با نمونه گیرهای لوله جاذب زغال فعال ۹۰ عدد برای واحدهای تولیدی به دست آمد به منظور تعیین حجم نمونه، به طوری که گویای یکنواختی آلودگی در واحدهای تولید باشد، از نتایج حاصل از ارزیابی مقدماتی که در مطالعه مشابه انجام شده بود استفاده گردید.(۲)

رابطه(۱)

$$n = \frac{Z^2\sigma^2}{d^2}$$

d: دامنه تغییرات ۰/۵، $Z_1 - \frac{\alpha}{2}$: ۱/۹۶، σ : انحراف معیار ۰/۷۸

الف) روش نمونه برداری و تجزیه: جهـــت اندازه گیری بنزن، تولوئن، گزیلن(اورتو، متا و پارا) روش ۱۵۰۱ انستیتوی ملی ایمنی و بهداشت حرفه ای مورد استفاده قرار گرفت. به منظور نمونه برداری از هوای استنشاقی لوله جاذب زغال فعال(با منشاء پوست نارگیل

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

(۱۰۰/۵۰mgsection)) ساخت شرکت SKC استفاده شد، در محل نمونه برداری دو طرف لوله نمونه گیر را شکسته و با کمک لوله رابط به پمپ نمونه برداری فردی دبی پایین کالیبره شده مدل۳-۲۲۲ ساخت شرکت SKC متصل گردید، دبی ۲۰۰ میلی لیتر در دقیقه و مدت زمان نمونه برداری در این محل ها در واحدهای تولیدی در کل شیفت کاری صورت گرفت(برای جلوگیری از اشباع شدن نمونه گیر و نامعتبر شدن نمونه در هر محل مدت زمان نمونه برداری۳±۵ ساعت در نظر گرفته شد).(۷)

محل های نمونه برداری:

۱-نمونه برداری محیطی داخل واحد های تولیدی

۲-نمونه برداری محیطی خارج واحد های تولیدی

۳-نمونه برداری فردی

در هر روز از زمان نمونه برداری و بر حسب محل نمونه برداری نمونه شاهد گرفته شده، در محل دو طرف لوله نمونه گیر شاهد را شکسته و در یک لحظه در محیط نگه داشته و بعد از گذاشتن درپوش آن و برچسب زدن کد شناسایی آن، همراه دیگر نمونه ها به آزمایشگاه انتقال داده می شد تا مشابه با نمونه های اصلی مراحل آماده سازی و تجزیه بر روی آن صورت گیرد. جهت تجزیه نمونه ها از دستگاه گاز کروماتوگراف طیف سنجی جرمی(مدلCP-3800, CP-3380) ساخت شرکت Varian استفاده گردید. جهت تهیه محلول استاندارد مادر(۱۰۰۰ µg/ml) شامل ترکیبات بنزن، تولوئن، گزیلن(اورتو، پارا و متا) در حلال دی سولفید کربن از رابطه شماره(۲) استفاده گردید. در این رابطه m: غلظت محلول استاندارد مادر g/l ،p: چگالی ماده مورد نظر g/ml ،v: حجم قابل برداشت از ماده مورد نظر ml را محاسبه نموده و به بالن ژوژه یک لیتری اضافه و با حلال دی سولفید کربن به حجم می رسانیم:

رابطه شماره(۲)

$$v=m/p$$

سپس محلول های استاندارد کاربردی با غلظت های ۵۰۰،۸۰۰،۱۰۰،۲۰۰،۵،۱۰،۲۵،۵۰،۸۰ میکروگرم بر میلی لیتر نیز از محلول استاندارد مادر تهیه گردید. تهیه محلول استاندارد کاربردی بر اساس رابطه(۳) محاسبه می گردد. در این رابطه C1: غلظت محلول استاندارد مادر ۱۰۰۰ µg/ml، V1: حجم قابل برداشت از محلول استاندارد مادر ml، C2: غلظت محلول استاندارد کاربردی مورد نظر µg/ml، V2: حجم بالن ژوژه ml:

رابطه (۳)

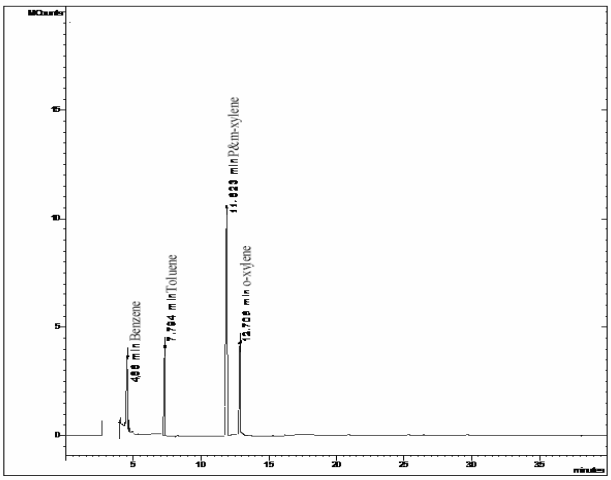
$$C1V1=C2V2$$

با تزریق ۱ میکرولیتر از هر کدام از استانداردهای کاربردی به دستگاه گازکروماتوگرافی-طیف سنج جرمی(مطابق با تنظیمات جدول ۱)، از کروماتوگرام خروجی از دستگاه(مشابه نمودار ۱) مقادیر سطح پیک هر ماده به دست آورده شد و با وارد کردن غلظت استاندارد کاربردی و سطح پیک مربوطه به نرم افزار Microsoft Office Excel 2007 نمودارهای منحنی استاندارد(کالیبراسیون) به دست آمد.

جدول شماره ۱ . شرایط تجزیه ای دستگاه گاز کروماتوگرافی-طیف سنجی جرمی جهت تجزیه نمونه های هوا(۷).

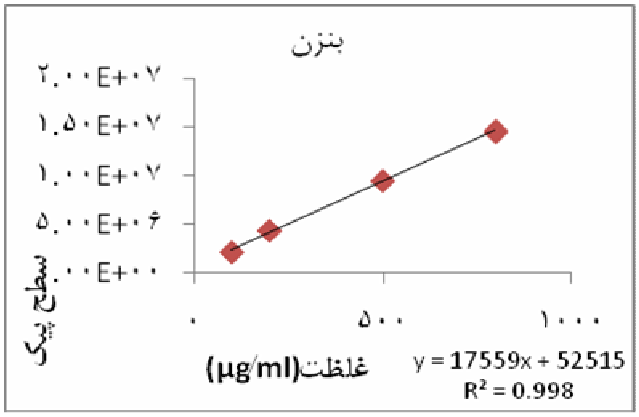
دستگاه گاز کروماتوگرافی- طیف سنجی جرمی	
Code: 25m×0.22mm ID BP10 0.25 Column capillary, Serial No:4792B09 P/N: 054253 Co. N: SGE	
زمان خاموشی Mass	۱/۹ تا ۳/۵ دقیقه
دمای محل تزریق نمونه	۱۸۰ °c
دمای اولیه ستون	۳۰ °c
زمان اولیه	۴ دقیقه
زمان / افزایش دما	۴ °C / min
بالاترین دما	۱۵۰°c
کل زمان	۳۴ دقیقه

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

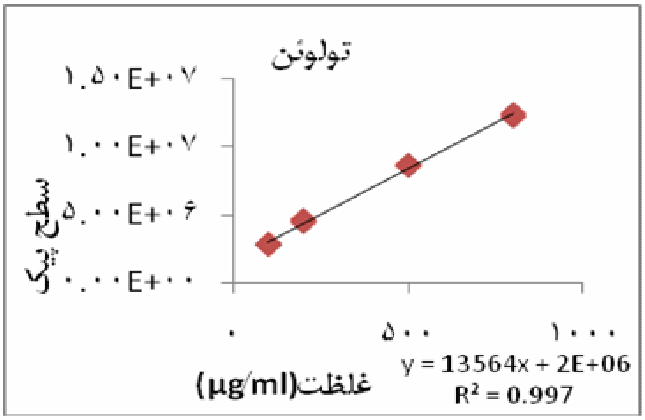


نمودار ۱. کروماتوگرام غلظت بنزن، تولوئن، گزیلن(پارا، متا و اورتو) تزریقی به دستگاه GC/MS

در زیر نمودار های شماره ۲ تا ۵ منحنی استاندارد برای کلیه مواد مورد نظر در این تحقیق آورده شده است:

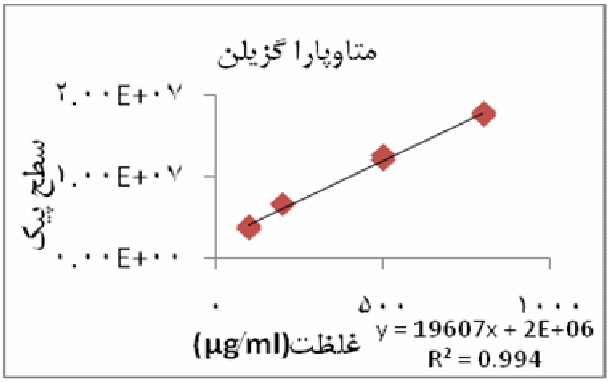


نمودار ۲. منحنی استاندارد بنزن

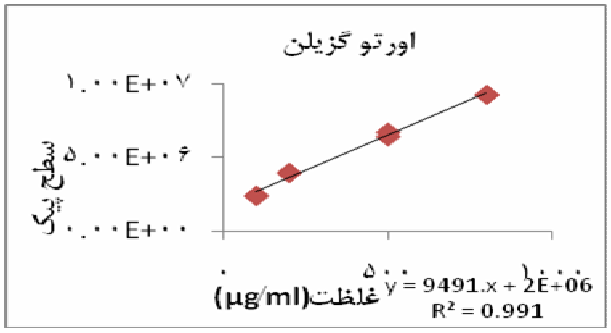


نمودار ۳. منحنی استاندارد تولوتن

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]



نمودار ٤. منحنی استاندارد متاوپارا گزیلن



نمودار ٥. منحنی استاندارد اورتو گزیلن

ب) آماده سازی و تجزیه ی نمونه ها: بعد از جمع آوری تعداد ۱۸۰ نمونه در دو فصل زمستان و تابستان و انتقال آن به آزمایشگاه، با برداشتن در پوش لاستیکی از سر لوله های جاذب و برش آن به وسیله دستگاه برش محتویات آن را در یک ویال خالی نموده سپس با اضافه نمودن یک میلی لیتر از حلال دی سولفید کربن به آن عمل اختلاط به مدت ۲۰ دقیقه انجام گردید. با تزریق یک میکرولیتر از محلول ویال به دستگاه GC/MS مطابق با مشخصات و تنظیمات موجود در جدول ۱، عمل تجزیه انجام گردید. براساس کروماتوگرام مربوطه و مقادیر سطح زیر پیک و رابطه به دست آمده از منحنی استاندارد(نمودارهای ۵-۲)، در نهایت محاسبات تعیین مقدار غلظت ترکیبات مذکور به وسیله رابطه (۴) انجام گردید(۷):

رابطه (۴) $$C = \frac{Wf + Wb - Bf - Bb}{v}$$

Wf : غلظت موجود در بخش جلویی لوله جاذب نمونه اصلی بر حسب µg

Wb: غلظت موجود در بخش عقبی لوله جاذب نمونه اصلی بر حسب µg

Bf: غلظت موجود در بخش عقبی لوله جاذب نمونه شاهد بر حسب µg

Bb: غلظت موجود در بخس عقبی لوله جاذب نمونه شاهد بر حسب µg

V : حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

C :غلظت ماده نمونه در هوا بر حسب mg/m3

ج) داده ها: جهت آنالیز داده های به دست آمده از این تحقیق از نرم افزار Spss-17 و آزمون های T-test و ANOVA استفاده شد.

یافته های پژوهش

نتایج نشان می دهد که در اکثر نمونه ها غلظت آلاینده ها در تابستان بیشتر از زمستان می باشد. نتایج حاصل از مقایسه مقادیر غلظت هر آلاینده با حدود تراکم مجاز توصیه شده نشان می دهد که غلظت آلاینده بنزن در محل های نمونه برداری هوای محیطی داخل در تابستان(۱/۱±۰/۴۸) و هوای

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

استنشاقی کارکنان در زمستان و تابستان(۷/۵±۱/۶۳ و ۸/۳±۲) بالاتر از حدود مجاز استاندارد است، که در این میان بالاترین غلظت بنزن در نمونه ی جمع آوری شده از هوای منطقه تنفسی کارکنان بخش بارگیری بنـــزن در فصل زمستان و تابستـــان می باشد که به تـــرتیب دارای مقـــادیر ۳۷/۰۳ و ppm ۴۳ می باشد. هم چنین نتایج نشان می دهد که غلظـــت تولوئن و گزیلن(هر سه ایزومر) از حدود تـــراکم مجاز استانداردها پـــایین تر بوده است.(جداول ۲، ۳)

جدول ۲. مقادیر حد تراکم مجاز آلاینده ها(ppm) بر اساس دستورالعمل سازمان های ارائه دهنده روش های نمونه برداری و تجزیه آلاینده ها(در سال ۲۰۰۹ میلادی)

آلاینده / استاندارد	ACGIH	ITCOH
بنزن	۰/۵	۰/۵
تولوئن	۲۰	۲۰
گزیلن (اورتو، متا و پارا)	۵۰	۵۰

نتایج حاصل از مقایسه میانگین غلظت آلاینده ها در هوای محیطی داخل، خارج و هوای منطقه تنفسی کارکنان واحدهای تولیدی در دو فصل نشان می دهد که میانگین غلظت بنزن در سه محل نمونه برداری در زمستان و تابستان با هم اختلاف معنی داری ندارند،(P>۰/۰۵). هم چنین میانگین غلظت تولوئن در هوای محیطی داخل واحد و هوای منطقه تنفسی کارکنان واحدها در زمستان و تابستان با هم اختلاف معنی داری ندارند(P>۰/۰۵)، اما غلظت این آلاینده در هوای محیطی خارج واحد در زمستان و تابستان اختلاف معنی داری وجود دارد(P< ۰/۰۵) و میانگین غلظت در تابستان بیشتر از زمستان می باشد. هم چنین نتایج گویای آن است که میانگین غلظت اورتو، متا و پارا گزیلن در هوای محیطی داخل و خارج واحدها در زمستان و تابستان با هم اختلاف معنی داری دارند(P< ۰/۰۵) و میانگین غلظت در تابستان بیشتر از زمستان می باشد، هم چنین غلظت این آلاینده ها در هوای منطقه تنفسی کارکنان واحدها در زمستان و تابستان با هم اختلاف معنی دار نـــدارند،(P>۰/۰۵). هم چنین نتایج نشان می دهد که میزان مواجهه فردی با ترکیبات مورد نظر در هر فصل به طور آشکاری بالاتر از غلظت در هوای محیطی داخل بوده و این دو به طور محسوسی بیشتر از هوای محیطی خارج واحد می باشد.(جدول ۳)

براساس یافته های مطالعه حاضر میانگین غلظت بنزن در این دو محل نمونه برداری در هر فصل اختلاف معنی داری ندارد(P>۰/۰۵)، اما بین میانگین غلظت تولوئن و پارا، متا و اورتو گزیلن در این دو محل در هر فصـــل اختـــــــلاف معنی دار مشـــاهده می شود.(P<۰/۰۵)

بررسی فراوانی آلاینده ها در نمونه برداری انجام گرفته در واحدهای پتروشیمی نشان می دهد که پارا و متاگزیلن در ۸۲ درصد، تولوئن ۷۵ درصد، اورتو گزیلن ۷۱ درصد و بنزن ۶۹ درصد نمونه ها شناسایی شده است. بررسی وضعیت انتشار آلاینده ها نشان داد که بیشترین تراکم غلظت آلاینده های تولوئن، پارا، متا و اورتو گزیلن، در زمستان و تـــابستان در طرف جنوب شرقی مجتمع و بیشترین میزان تراکم بنزن در طرف جنوب شرقی و شـــرق منطقه قرار دارد. بررسی ها نشان داد که حـــداقل تراکم غلظـــت ایـــن آلاینده ها در در طرف شمال غرب و غـــرب منطقه قرار دارند.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

جدول۳. مقایسه میانگین غلظت آلاینده ها در هوای محیطی داخل، خارج واحد و هوای منطقه تنفسی کارکنان مجتمع پتروشیمی بندر ماهشهر در فصول زمستان۸۷ و تابستان ۸۸

آلاینده	نوع نمونه برداری	فصل	تعداد	میانگین (ppm)	انحراف معیار	P-value
بنزن	هوای محیطی داخل واحد	زمستان	۱۸	۰/۱۵۴	۰/۱۴۳	۰/۱۶۳
		تابستان	۱۸	۰/۴۸	۱/۱	
	هوای محیطی خارج واحد	زمستان	۱۷	۰/۰۶۵	۰/۱۶۳	۰/۲۴۴
		تابستان	۱۷	۰/۱۷۸	۰/۲۳۱	
	هوای منطقه تنفسی کارکنان	زمستان	۲۷	۱/۶۳	۷/۱۵	۰/۸۶۷
		تابستان	۲۷	۲	۸/۳	
تولوئن	هوای محیطی داخل واحد	زمستان	۲۱	۰/۱۱۱	۰/۲۸۵	۰/۱۰۳
		تابستان	۲۱	۰/۲۷۱	۰/۵۰۲	
	هوای محیطی خارج واحد	زمستان	۱۷	۰/۰۱۵	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰
		تابستان	۱۷	۰/۱۲۶	۰/۱۲۵	
	هوای منطقه تنفسی کارکنان	زمستان	۲۹	۰/۱۳	۰/۳۴	۰/۷۹۸
		تابستان	۲۹	۰/۱۹	۰/۳۵	
پارا و متا گزیلن	هوای محیطی داخل واحد	زمستان	۲۱	۰/۰۴۱	۰/۰۸۲	۰/۰۰۴
		تابستان	۲۱	۰/۲۷۳	۰/۶۵	
	هوای محیطی خارج واحد	زمستان	۲۱	۰/۰۰۹۷	۰/۰۱۹	۰/۰۰۴
		تابستان	۲۱	۰/۰۶۴	۰/۱۲	
	هوای منطقه تنفسی کارکنان	زمستان	۳۱	۰/۶۳	۲/۷۲	۰/۳۱۷
		تابستان	۳۱	۰/۵۴	۲/۳۸	
اورتوگزیلن	هوای محیطی داخل واحد	زمستان	۱۸	۰/۰۱۶	۰/۰۳۳	۰/۰۱۳
		تابستان	۱۸	۰/۱۱	۰/۲۵۳	
	هوای محیطی خارج واحد	زمستان	۱۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰
		تابستان	۱۷	۰/۰۱۹	۰/۰۲	
	هوای منطقه تنفسی کارکنان	زمستان	۲۹	۰/۲	۰/۸۱	۰/۸۰۰
		تابستان	۲۹	۰/۱۹	۰/۷۲	

جدول ٤. مقایسه میانگین غلظت آلاینده ها در هوای محیطی داخل و خارج واحدهای تولیدی مجتمع پتروشیمی بندر ماهشهر به تفکیک فصول زمستان۸۷ و تابستان ۸۸

آلاینده	فصل	هوای محیطی داخل		هوای محیطی خارج		P-value
		میانگین(ppm)	انحراف معیار	میانگین(ppm)	انحراف معیار	
بنزن	زمستان	۰/۱۵۴	۰/۱۴۳	۰/۰۶۵	۰/۱۶۳	۰/۱۴۱
	تابستان	۰/۴۸	۱/۱	۰/۱۷۸	۰/۲۳۱	۰/۰۸۱
تولوئن	زمستان	۰/۱۱۱	۰/۲۸۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳
	تابستان	۰/۲۷۱	۰/۵۰۲	۰/۱۲۶	۰/۱۲۵	۰/۰۲۳
پارا و متا	زمستان	۰/۰۴۱	۰/۰۸۲	۰/۰۰۹۷	۰/۰۱۹	۰/۰۰۲
گزیلن	تابستان	۰/۲۷۳	۰/۶۵	۰/۰۶۴	۰/۱۲	۰/۰۰۷
اورتو گزیلن	زمستان	۰/۰۱۶۲	۰/۰۳۳	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱
	تابستان	۰/۱۱	۰/۲۵۳	۰/۰۱۹	۰/۰۲	۰/۰۱۱

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

بحث و نتیجه گیری

با توجه به اهداف سازمان منطقه ویژه، اندازه گیری و ارزیابی های دوره ای که در مجتمع پتروشیمی جهت کنترل تراکم غلظت آلاینده ها صورت می گیرد و هم چنین بازرسی های کارشناسان بهداشت حرفه ای، در مقایسه مقادیر غلظت آلاینده ها با حدود مجاز، تراکم غلظت حاکی از پایین بودن غلظت آلاینده های تولوئن و پارا، متا و اورتو گزیلن در هوای محیطی(داخل و خارج واحدها) و هوای منطقه تنفسی کارکنان واحدهای در مقایسه با استانداردهای موجود می باشد. به هر حال این نتایج نشان دهنده رعایت کردن سطح مواجهه در طول تولید ترکیبات آلی فرار و وابستگی آن با حدود مجاز است که باعث شده به ندرت از آن تجاوز نماید. هم چنان که نتایج نشان می دهد در اکثر نمونه ها غلظت آلاینده های تولوئن و گزیلن در تابستان به طور معنی داری بیشتر از زمستان می باشد. این نتایج در مطالعه ای که در سال های۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ میلادی در ازمیر ترکیه و هم چنین تحقیقی که در سال ۲۰۰۷ میلادی در نواحی صنعتی ترکیه انجام گرفت، غلظت ترکیبات آلی فرار در تابستان بیشتر از زمستان بوده است، مورد تایید است،(۵،۱۲). هم چنین مطالعاتی که در سال های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ در مجتمع پتروشیمی تبریز در فصل تابستان، پاییز و زمستان انجام گرفت و نشان دادند که رابطه معنی داری بین غلظت هیدروکربن های فرار(به جز بنزن و استیزن) و فصل وجود دارد،(۱،۲). هم چنین در مطالعه ای که در شهر هوستون صورت گرفت بین انتشار بالای آلودگی در شهر و فعالیت های بالای پتروشیمی مخصوصاً در تابستان ارتباط معنی داری وجود داشته و بالاترین غلظت این ترکیبات مربوط به این فصل می باشد.(۳)

با توجه به نتایج مطالعه حاضر میانگین غلظت بنزن در سه محل نمونه برداری در زمستان و تابستان با هم اختلاف معنی داری ندارند این نتیجه در مطالعاتی که در سال های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ در مجتمع پتروشیمی تبریز در فصل تابستان، پاییز و زمستان انجام گرفت و نشان دادند که رابطه معنی داری بین غلظت آلودگی بنزن و استیزن و فصل وجود نداشت نیز حاصل شده است،(۱،۲). هم چنین نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که میزان مواجهه فردی با ترکیبات مورد نظر در هر فصل به طور آشکاری بالاتر از غلظت در هوای محیطی داخل بوده و این دو به طور محسوسی بیشتر از هوای محیطی خارج واحد می باشد. این مورد در مطالعه ای که در کوکائیلی در سال های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ میلادی صورت گرفت تایید شده است،(۱۳). با توجه به اینکه منابع تولید آلودگی در داخل واحدهای تولیدی می باشند، در اثر انتشار آلاینده و جریان باد تراکم غلظت آلاینده ها با فاصله از منبع آلودگی کاهش می یابد و در نهایت تراکم غلظت در نمونه هوای محیطی داخل بیشتر از خارج واحد می باشد. هم چنین نتایج نشان می دهد که تراکم غلظت آلاینده ها تحت تاثیر جهت و سرعت باد و هم چنین فصول مختلف سال می باشد. مطالعات دیگر،(۱،۲،۴،۵،۱۴). نیز به نتایج مشابه ای دست یافته اند. با توجه به موارد گفته شده نتیجه گیری می شود که وجود باد غالب و سرعت باد در منطقه نقش اساسی را در توزیع آلودگی ها در واحدهای پتروشیمی بندر ماهشهر دارد. بر اساس اطلاعات جمع آوری شده از اداره بهداشت و محیط زیست مجتمع پتروشیمی، سرعت باد و جهت بادهای غالب عموماً از شمال غرب و غرب به طرف جنوب شرق و شرق می باشد. لذا آلاینده های واحدهایی که در شمال غرب و غرب منطقه قرار دارند در اثر جریان باد غالب منطقه جا به جا شده و بیشترین تراکم غلظت در واحدهایی است که در طرف جنوب شرقی و شرق منطقه قرار دارند. پس عامل اصلی در توزیع آلودگی در نقاط مختلف جهت و سرعت بادهای غالب منطقه می باشد.

تحقیقاتی که در سر تا سر دنیا در زمینه ارزیابی هیدروکربن های منتشره در مجتمع های پتروشیمی صورت گرفته در یکی از گروه های ارزیابی در هوای محیطی داخل یا هوای محیطی خارج و یا منطقه تنفسی کارکنان در فصول مختلف ارائه شده است، اما تحقیق حاضر مجموعه ای است که نه تنها در برگیرنده ارزیابی هیدروکربن های منتشره در مجتمع پتروشیمی در سه محل نمونه برداری در فصول زمستان و تابستان می باشد، بلکه در صنعتی صورت گرفته که از لحاظ

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

وسعت و تعداد واحدهای تولیدی نسبت به دیگر مجتمع ها در تحقیقات مشابه دارای وسعت بیشتری می باشند.

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر و با عنایت به این امر که بهداشت، سلامت و صیانت نیروی انسانی زحمت کش و پرتوان کشور امری ضروری است، لذا در ادامه روش های کنترلی جهت جلوگیری از انتشار هیدروکربن ها ارائه شده است، تا شاید بتواند نقطه آغازی جهت تحقیقات گسترده تر و ارائه راه حل های موثر و قابل اجرا در کشور برای پیش گیری از بروز عوارض ناشی از مواجهه با هیدروکربن های آلی فرار گردد.

منابع انتشار هیدروکربن ها در پتروشیمی به منابع نقطه ای(Spot Source) و منابع موقتی(Fugitive Source) تقسیم می شوند. منابع نقطه ای نظیر خروجی ها در نقاط مشخص از فرایند وجود دارند که به طور ثابت مقادیری از مواد را به بیرون تخلیه می کنند. در منابع موقتی، هیدروکربن ها از یک محل ویژه آزاد نمی شوند، این منابع در تمام فرایند پخش شده اند. برای مثال، در سیستم جمع آوری و تصفیه فاضلاب، انتشار هیدروکربن ها در نتیجه تبخیر از سطوح باز فاضلاب در حوضچه های جداسازی و تصفیه، کانال های انتقال، مجاری جمع آوری فاضلاب می باشند.(۱۱)

روش های کنترل هیدروکربن ها در پتروشیمی:

۱-بازیافت کربنی: یک تکنیک واسطه ای که در آن آلودگی ها توسط بازیافت فیزیکی بر روی دانه های زغال حذف می شوند.

۲-سوزاندن با شعله باز: استفاده از جریان گاز سوخت کمکی و بخارات ترکیبات هیدروکربنی را می سوزاند.

۳-سوزاندن در کوره: به دو شکل حرارتی و کاتالیستی وجود دارند. حرارتی در حذف ترکیبات هیدروکربنی هالوژنه و گوگردی و روش کاتالیستی جهت حذف و تصفیه هیدروکربن های آلی فرار می باشد.(۱۱)

References

1-Nikpey A. [The quantitative and qualitative of Total Hydrocarbons and benzene in Tabriz petrochemical and of proper controling Techniques]. MSc. Thesis, Tarbiat Modares University 2000. (Persian)

2-Setareh H. [The quantitative and qualitative evaluation of total hydrocarbons & styrene in ambient air at Tabriz petrochemical complex in olifne & styrene monomer units & persentation of proper controling]. MSc. Thesis, Tarbiat Modares University 2001.(Persian)

3-Gunnar W. Urban flux measurements of energy and trace gases from a tall lattice tower near central Houston, TX. A report to the Texas Air Research Center (TARC), Lamar University TX, October 2007.

4-Tsai-Yin L, Usha S, Sen-Hong T, Kong Hwa C, Chien-Hou W, Jiunn-Guang L. Volatile organic compound concentrations in ambient air of Kaohsiung petroleum refinery in Taiwan. J of Atmospheric Environment 2004:38:4111-22.

5-Cetin E, Odabasi M, Seyfioglu R. Ambient volatile organic compound (VOC) concentrations around a petrochemical complex and a petroleum refinery. J Science of The Total Environment 2003: 312:103-12.

6-Clayton GD, & Clayton F, editors. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 5rd ed. 2001:5:453.

7-National Institute Occupational Safety and Health, NIOSH Manual of Analytical Methods [on line]. 2008: Available from: *URL: http:// www.cdc.gov.*

8-Foo SC, Jeyaratnam J, Koh D. Chronic neurobehavioural effects of toluene. British J of Industrial Medicine 1990;47:480-4.

9-Gerarde HW, Ahlestrom D. Toxicologic studies on hydrocarbons. XI, the influence of dose on the metabolism of mono-n-alkylderivatives of benzene. J of Toxicology and Applied Pharmacology 1966:9(1):185-90.

10-Lee BK, Lee SH, Lee KM, Cho KS. Dose-dependent increase in subjective symptom prevalence among toluene – exposed workers. J of Industrial Health 1988;26:11-26.

11-Federal Remediation Technologies Round Tanble, editors. Common treatment technologies for non Halogenated VOCs in

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

air emissions. 2nd ed. 1994: Available From: *URL: http:// www.frtr.gov.*
12-Bozlaker A, Muezzinoglu A, Odabasi M. Atmospheric concentrations, dry deposition and air-soil exchange of polycyclic aromatic hydrocarbons(PAHs) in an industrial region in Turkey. J of Hazardous Materials 2008:153:1093-102.
13-Hakan P, Demet A. The relationship between indoor, outdoor and personal VOC concentrations in homes, offices and schools in the metropolitan region of Kocaeli. Turkey. J of Water Air Soil Pollut 2008:191:113-29.
14-Al-Awadhi L, Ahmed M, Khan A R. Measurements of Volatile Organic Compounds(VOCS) in ambient air in Kuwait. J of Emirates J for Engineering Research 2005:10(1):89-99.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

Evaluation of Benzene, Toluene And p,m&o-Xylene Contaminants at Mahshahr Petrochemical Complex During 2008-9

Maghsoodi Moghadam R[1], Bahrami A[2], Mahjoob H[3], Ghorbani F[2]*

(Received: 12 Jun. 2010 Accepted: 29 Jul. 2011)

Abstract

Introduction: Volatile Organic Compounds (VOCs) are from very important pollutants that cause some hazards for workers involving in oil and petrochemical industries. They also affect on the environment. The aim of this study was to assess and measure the Benzene, Toluene and Xylene(p,m&o) in the ambient air of Bandar Mahshahr Petrochemical Complex.

Materials and Methods: This research was a cross-sectional study. In order to measure the sample volume, we used results taken from primary evaluation, which was done in petrochemical units to determine Hydrocarbons concentration, through a similar research. In order to carry out the sampling and analyzing of pollutants, we used 1501 the method presented by National Institute of Occupational Safety and Health. A charcoal tube sampler connected to a pump was used for sampling air. Next, the compounds were extracted with solvent carbon disulfide and analyze of samples was achieved by gas chromatography- mass spectrometry (Model: CP-3800, CP-338) equipped with capillary columns. The data were analyzed by SPSS Ver. 17 software.

Findings: The results showed that Benzene concentration in the locations of sampling, in summer and winter were 34% and 13% respectively higher than the TLV-TWA Standard recommended by American Conference of Governmental Industrial Hygienists and Iran Technology Committee of Occupational Health Standards. Also, the results showed that there was a significance difference between the concentrations of pollutants in indoor environment, which was (0.111±0.285 & 0.271±0.502) for Toluene and (0.041±0.082 & 0.273±0.65) for p&m-Xylene and (0.016±0.033 & 0.11±0.253) ppm for o-Xylene in winter and summer respectively, (0.015±0.014 & 0.126±0.125) for Toluene and (0.0097±0.019 & 0.064±0.12) for p&m-Xylene and (0.003±0.005 & 0.019±0.02) ppm for o- Xylene in outdoor environment (P-value<0.05).The results also showed a insignificant difference between the concentrations of pollutants of Benzene at indoor , outdoor environmental air and respiration zones of staff of production in the winter and summer unites, (0.154±0.143 & 0.48±1.1 & 0.065±0.163 & 0.178±0.231 & 1.63±7.15 & 2±8.3) ppm (P-value>0.05).

Discussion & Conclusion: The evaluation of VOCs concentrations showed that the highest and lowest concentrations were in summer and winter respectively. The concentration increase in summer was due to evaporation increase of VOCs from temporary sources as a result of high temperature and density concentration up-gone mainly because of temperature increase and wind speed.

Keywords: volatile organic compounds, petrochemical, environmental air, gas chromatography

1. Dept of Occupational Health, Health School, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, Iran (corresponding author)
2. Dept of Occupational Health, Health School, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
3.Dept of Epedemiology & Statistics, Health School, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]