

## بررسی ترکیبات تک حلقه‌ای آروماتیک منتشره در محیط پمپ بنزین‌ها و هوای شهر همدان

**دکتر عبدالرحمان بهرامی\***، دکتر حسین محجوب\*\*، مهندس محمدجواد عصاری\*\*

### پنجه:

سابقه و هدف: ساخت ناقص در موتور وسائط نقلیه، تبخیر بنزین در جایگاههای توزیع بنزین و کاربراتور ماشین باعث انتشار هیدروکربنهای نسخته در هوای شهرها و جایگاههای بنزین می‌گردد. در میان هیدروکربنهای نسخته، ترکیبات تک حلقه‌ای آروماتیک برروی سالمتی ساکنین شهرها تأثیر گذاشته و بنزون بعنوان یک ترکیب سلطانزای شناخته شده از جمله این ترکیبات است. هدف از این مطالعه بررسی پراکنش ترکیبات بنزون، تولوئن، پاراومتائیزیلن و ارتوگزیلن در هوای محیط پمپ بنزینها و نیز در هوای مناطق مختلف شهر همدان می‌باشد.

روش کار: با استفاده از زغال فعال و پمپ نمونه برداری فردی، ۵۰ نمونه از هوای محیط پمپ بنزین‌ها و محله‌ای مختلف شهر تهیه و پس از حمل نمونه‌ها به آزمایشگاه با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی مجهز به آشکارساز یونی شعله ای نمونه‌ها تجزیه گردید.

نتایج: آزمون آماری اختلاف معنی داری بین میانگین غلظت هیدروکربنهای آروماتیک در پمپ بنزین‌ها و هوای محیط شهرها را نشان می‌دهد ( $P=0.005$ ). میانگین غلظت ترکیبات آروماتیک در بهار و تابستان در محیط پمپ بنزین‌ها و نقاط مختلف شهری پیش از پائیز و زمستان بوده است ( $P=0.005$ ).

نتیجه نهایی: ساخت ارزان، تکنولوژی پایین در ساخت وسائط نقلیه سبب انتشار گازها و ذرات در هوای شهرها می‌گردد. عوامل دیگر انتشار آلودگی کوتاه بودن طول مسافت‌های درون شهری، بالا بودن عمر وسائط نقلیه و نیز استفاده از وسائط نقلیه معیوب می‌باشد.

کلید واژه‌ها: آلودگی هوا / هیدروکربن‌ها

نقلیه درون شهری بنزین می‌باشد که حاوی ترکیبات آروماتیک است (۱). ترکیبات آروماتیک موجود در بنزین در نتیجه ساخت ناقص ساخت مصرفی در موتور ماشین از طریق اگزوز و همچنین در نتیجه تبخیر بنزین از کاربراتور

افزایش چشمگیر وسائل نقلیه موتوری در شهرهای مختلف باعث انتشار آلودگی ناشی از احتراق ساختهای فسیلی می‌گردد بیش از ۹۰٪ ساخت مصرفی وسائل

### مقدمه:

\* دانشیار گروه بهداشت حرفه‌ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان  
\*\* استادیار گروه آمار و اپیدمیولوژی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان  
\*\*\* عضو هیأت علمی گروه سم شناسی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان

نمونه برداری فردی (مدل SKC) و زغال فعال با منشاء پوست نارگیل و مش ۴۰-۲۰، نمونه در پمپ بنزین ها و مناطق مختلف شهر همدان تهیه گردید. دبی پمپ نمونه برداری ۲۵۰-۱۰۰ میلی لیتر در دقیقه و مدت زمان نمونه برداری ۳ تا ۱ ساعت تنظیم گردید. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از دی سولفید کربن بازیافت شده سپس به کمک گاز کروماتوگرافی (مدل UNICAM-4800) مجهر به آشکار ساز یونی شعله ای تجزیه گردید. جهت انجام مراحل پژوهش، برنامه عملیات نمونه برداری از مهرماه ۱۳۷۸ تا شهریور ۱۳۷۹ تنظیم و پس از تجزیه نتایج حاصل از نمونه برداری اولیه، شهر از لحاظ ترافیکی به دو منطقه ترافیک بالا (تردد وسائط نقلیه بیش از ۱۰۰۰ دستگاه در ساعت) و ترافیک متوسط (۳۰۰ تا ۱۰۰۰ دستگاه در ساعت) تقسیم بندی گردید سپس از مناطق فوق و هوای محیط کلیه پمپ بنزینها بصورت برنامه ریزی شده نمونه برداری از ساعت ۷ الی ۱۹ و در ارتفاع ۱/۵ تا ۲ متری از سطح زمین تهیه گردید.

دماه سنتون ابتدا در  $40^{\circ}\text{C}$  بمدت ۱ دقیقه نگه داشته شده سپس با درجه حرارت  $30^{\circ}\text{C}$  در دقیقه  $16.0^{\circ}\text{C}$  افزایش یافته تا ترکیبات با برنامه ریزی با زمان ماندهای مختلف جدا گردند.

نتایج با استفاده از نرم افزارهای آماری SPSS و Minitab مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

#### نتایج :

میانگین غلظت هیدروکربنهای آروماتیک همراه با سرعت جریان باد در پمپ بنزین ها و هوای محیط شهر همدان در طول روز نشان میدهد که غلظت هیدروکربنهای

ماشین وارد هوای شهرها می شوند (۲) علاوه بر این تبخیر بنزین در جایگاههای سوخت گیری منبع دیگر آلودگی ناشی از ترکیبات آروماتیک است (۲). ترکیبات آروماتیک بر سلامتی انسان تأثیر می گذارند. سازمان بهداشت جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست در کانادا بر اساس نتایج مطالعات اپیدمیولوژیکی بنزن را عنوان یک ماده سرطانزا معرفی کرده اند (۳). بطور کلی مطالعات دو دهه گذشته نشان داده که ترکیبات آروماتیک بر روی سلولهای خون تأثیر داشته منجمله مطالعه اپیدمیولوژیکی نشان داده است که تولوئن بر پوست تأثیر گذاشته و آسیبهای واردہ به DNA ناشی از تولوئن در محیط های کاری دیده شده است (۴). اتحادیه اروپا در سال ۱۹۹۳ قوانینی را جهت کاهش مواد آروماتیک در بنزین به تصویب رسانده و قوانینی در مورد حد مجاز این مواد در سوخت و هوا تعیین نموده است. علاوه بر ساکین شهرها که این ترکیبات زیان آور را استنشاق می نمایند، کارگران پمپ بنزینها به علت ماهیت کارشان مواجهه بیشتری با این ترکیبات دارند علی رغم اثرات زیان آور ترکیبات آروماتیک مطالعه ای در کشور ما در مورد غلظت این ترکیبات در هوای شهرها و مناطق پمپ بنزین انجام نشده است. در این مطالعه ترکیبات بنزن، تولوئن، گزیلن در هوای محیط پمپ بنزین ها و نیز هوای مناطق مختلف شهر همدان اندازه گیری شده و نتایج مورد بررسی قرار گرفته است.

#### مواد و روش کار :

روش نمونه برداری و تجزیه بر اساس توصیه ملی بهداشت و ایمنی شغلی در آمریکا متد شماره ۱۸۰۰ بوده است (۵) و بر همین اساس با استفاده از پمپ

هوای شهر همدان مناطق با ترافیک کمتر از ۳۰۰ وسیله نقلیه در ساعت و ساعات شب را در بر نمی گیرد چون غلظت کمتر از ۵/۰ میکروگرم در مترمکعب بوده که عملاً اندازه گیری با دستگاه گاز کروماتوگرافی امکانپذیر نبوده است (جدول ۱).

تک حلقه ای آروماتیک در پمپ بنزین ها بیش از هوای مناطق شهر همدان می باشد. آزمون آماری اختلاف معنی دار بین میانگین غلظت نشان می دهد ( $P < 0.005$ ) و نتایج مربوط به اندازه گیری نشان می دهد که تولوئن بیش از سایر ترکیبات تک حلقه ای آروماتیک می باشد. میانگین مورد نظر، غلظت ترکیبات تک حلقه ای در

جدول ۱: میانگین غلظت ترکیبات تک حلقه ای آروماتیک در محیط پمپ بنزینها و هوای شهر همدان طی سال ۱۳۷۸-۷۹

بنزن (PPb)		تولوئن (PPb)		پارا و متاگزیلن (PPb)		ارتوگزیلن (PPb)		پارامتر	دما (°C)	مکان
میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار			
۳۱/۶۵	۱۲/۴۷	۱۳۲/۷۷	۵۱/۹۶	۶۰/۲	۲۲/۳۶	۶۴/۲۱	۳۳/۹۷	۲۰/۶۲	نقاط شهری	
۱۱۳/۴۹	۱۹/۹۵	۱۲۶/۲۸	۱۲۸/۶۴	۵۱/۹۷	۶۱/۸۲	۱۴/۹۰	۲۵/۵۶	۱۶/۷۱	پمپ بنزینها	

آروماتیک در ساعت صبح بیش از ساعات عصر است. نتایج آزمون آماری اختلاف معنی داری بین میانگین غلظت در ساعت صبح و عصر نشان نداده است.

جدول ۲ میانگین غلظت هیدروکربنهای تک حلقه ای آروماتیک را در مناطق پمپ بنزین در ساعت صبح و عصر نشان میدهد بطوریکه غلظت ترکیبات تک حلقه ای

جدول ۲: میانگین غلظت ترکیبات تک حلقه ای آروماتیک در شیفت های کاری پمپ بنزینهای شهر همدان طی سال ۱۳۷۸-۷۹

بنزن (PPb)		تولوئن (PPb)		پارا و متاگزیلن (PPb)		ارتوگزیلن (PPb)		پارامتر	دما (°C)	شیفت
میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار			
۹۹/۶۵	۱۰۶/۷۳	۱۳۰/۸۳	۱۲۴/۱۶	۵۱/۹۳	۷۵/۴۶	۱۶/۹۶	۲۸/۰۴	۱۸/۸	صبح	
۲۹/۷۱	۴۲/۱۷	۵۴/۰۲	۸۶/۵۶	۲۰/۱۴	۴۸/۱۷	۸/۱۱	۲۰/۴۴	۱۴/۷	عصر	
۱۹۳/۹۳	۲۱۷/۸۹	۲۰۴/۱۶	۲۹۴/۸۸	۹۳/۹۷	۷۰/۰۲	۲۴/۵۴	۳۷/۷۶	۱۷/۷	شب	

بنزینها در شش ماهه اول و دوم نشان می دهد. ( $P = 0.035$ )، ( $P = 0.019$ ) (پارا و متاگزیلن) و ( $P = 0.019$ ) (ارتوگزیلن) و ( $P = 0.025$ ) اما آزمونهای آماری اختلاف معنی داری بین میانگین غلظت ترکیبات آروماتیک در نقاط شهری در شش ماهه اول و دوم نشان آروماتیک در شش ماهه اول و دوم نشان نداد علی رغم آنکه میانگین ترکیبات آروماتیک در شش ماهه دوم کمتر از شش ماهه اول است (جدول ۳).

میانگین غلظت ترکیبات آروماتیک در پمپ بنزینها و نقاط مختلف شهری در شش ماهه اول و دوم سال نشان میدهد که میانگین غلظت ترکیبات آروماتیک در شش ماهه اول سال بیش از شش ماهه دوم سال میباشد. آزمون غیر پارامتری کروسکال والیس (Kruskal - Wallis) اختلاف معنی داری را بین میانگین غلظت ترکیبات آروماتیک در پمپ

جدول ۳: میانگین غلظت ترکیبات تک حلقه ای آروماتیک در شش ماهه اول و دوم سال در محیط پمپ بنزینهای شهر همدان  
طی سال ۱۳۷۸-۷۹

مکان		پارامتر		زمان (ماه)	ارتogزیلن (PPb)	پارا و متاگزیلن (PPb)	تولوئن (PPb)	بنزن (PPb)
پمپ	بنزین	داخل	شهر					
شش ماهه اول	۲۹/۰۶	۱۷/۲۶	۷۱/۱۵	۶۲/۴۶	۱۵۲/۳۶	۱۵۴/۲۸	۱۲۶/۲۶	۱۳۴/۹۵
شش ماهه دوم	۱۷/۸۶	۵/۳۰	۴۱/۶۶	۲۲/۴۳	۹۴/۷۸	۲۹/۷۴	۵۴/۶۹	۴۱/۱۳
شش ماهه اول	۱۱/۸۱	۲۲/۸۹	۲۹/۲۲	۶۹/۷۳	۸۵/۹۳	۱۵۴/۲۳	۱۶/۳۰	۳۶/۵۰
شش ماهه دوم	۸۹/۳۵	۱۱۸/۵۴	۱/۸۰	۰/۷۳	۱۱/۵۲	۱۰/۷۱	۱/۰۱	۰/۳۳

سوختگیری هستند و بطور متوالی تا رسیدن به محل پمپ بنزین در ایست و حرکت هستند. تغییر شتاب ماشین باعث میگردد که هیدروکربنهای نسوخته بیشتری از اگزوز ماشین خارج گردند. از طرفی مقداری از بنزین در حین سوختگیری به زمین پاشیده شده که تبخیر این بنزین همراه تبخیر بنزین از دستگاههای پمپ باعث میگردد که غلظت ترکیبات تک حلقه ای آروماتیک در هوای محل پمپ بنزینها بمراتب افزایش یابد. سرعت وسائط نقلیه در داخل خیابانهای شهر به مراتب یکنواخت تر از وسائط نقلیه ای هستند که در نوبت سوختگیری بوده بنابراین با وجود آنکه ترکیبات آروماتیک در هوای شهرها نیز منتشر میباشند ولی کمتر از غلظت این ترکیبات در هوای محل پمپ بنزینها است.

غلظت ترکیبات تک حلقه ای آروماتیک در هوای مناطق پمپ بنزین در ساعت صبح بیش از غلظت ترکیبات آروماتیک در ساعت عصر است که این مساله ممکن است بعلت بالا بودن ترافیک وسائط نقلیه در حال سوختگیری در ساعت صبح بوده که بیش از ساعت عصر است.

بالا بودن غلظت ترکیبات آروماتیک در شش ماهه

غمضت ترکیبات تک حلقه ای آروماتیک تعیین شده در پمپ بنزینها و نقاط پرترافیک شهر کمتر از حد استانداردی که جهت ۸ ساعت کار توسط موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی جهت ترکیبات بنزین، تولوئن و گزیلن پیشنهاد شده است. حد استاندارد تعیین شده توسط این سازمان جهت بنزین ، تولوئن ، پاراو متاگزیلن و ارتogزیلن بترتیب ۸۰۰ و ۱۰۰ و ۱۰۰ قسمت در میلیون میباشد(۶). در میان ترکیبات اندازه گیری شده موسسه بهداشت هوا در انگلستان جهت بنزین حدسلامتی کامل  $PPb$  ۵ میانگین ۲۴ ساعته تعیین نموده است(۷) که مقادیر اندازه گیری شده در پمپ بنزینها در ترافیک بالا بمراتب بالاتر از مقدار فوق میباشد ولی با احتساب طول ساعات شب و مناطق کم ترافیک در طول روز که مقادیر اندازه گیری شده کمتر از  $1/۰$  میکروگرم در متر مکعب بوده میانگین غلظت بنزین به کمتر از حد فوق خواهد رسید (بدون احتساب میانگین غلظت بنزین در پمپ بنزینها).

میانگین غلظت ترکیبات تک حلقه ای آروماتیک هوا در پمپ بنزینها بیش از هوای محیط داخل شهر است در پمپ بنزینها همیشه تعدادی از وسائط نقلیه در نوبت

نتایج این مطالعه نشان می دهد که ترکیبات آروماتیک در هوای شهرها و محیط پمپ بنزینها منتشر شده و می توانند سلامتی شهروندان را به خطر اندازند. استفاده از وسائل نقلیه معیوب ، بالا بودن عمر وسائل نقلیه کم بودن تعداد پمپ بنزینها در شهرهای ایران ، استفاده از تکنولوژی پایین در ساخت وسائل نقلیه و سوخت ارزان از عوامل مهم بالا بودن آلودگی و بخصوص ترکیبات آروماتیک در مناطق شهری است که میتواند سلامت ساکنین را به خطر اندازد که در این میان دولت می باشد با برنامه ریزی ، کیفیت تکنیکی موتور وسائل نقلیه را بالا برده و با مدیریت صحیح آلودگی های محیطی را کنترل نماید.

#### قدرتانی :

بدینوسیله لازم می دانیم از دانشگاه علوم پزشکی همدان که طرح تحقیقاتی فوق را حمایت مالی نموده تشكر و قدردانی نمائیم و همچنین از تلاشهای آقایان حسین ابراهیمی و علیرضا باقرزاده در جمع آوری نمونه ها سپاسگزاری می گردد.

اول سال ممکن است بعلت بالا بودن دمای محیط بوده که باعث تبخیر بنزین از جایگاههای پمپ بنزین می گردد و نیز بعلت افزایش ترافیک وسائل نقلیه با توجه به استفاده مردم از وسائل نقلیه و نیز مسافرتها توریستی باشد در حالیکه در شش ماهه دوم بعلت بارش نزولات آسمانی تراکم آلینده ها کاهش یافته و نیز بعلت یخbandان مردم از وسائل نقلیه کمتری نسبت به شش ماهه اول استفاده می نمایند.

مقایسه این مطالعه با مطالعات انجام شده در لندن ، ایتالیا ، لوس آنجلس (۱۲-۸) نشان میدهد که میانگین ترکیبات آروماتیک در هوای داخل شهر همدان کمتر از سایر نقاط دنیا است . ولی ماکزیمم مقدار در نقاط پرترافیک بیش از میانگین ترکیبات آروماتیک در ایتالیا میباشد (۱۰) . تراکم ترکیبات آروماتیک در پمپ بنزینها اروپا و آمریکا بمراتب کمتر از میانگین آلینده ها در پمپ بنزینهای ایران میباشد چون تعداد پمپ بنزینها در شهرهای پیشرفته جهانی زیاد بوده و وسائل نقلیه در نوبت سوختگیری قرار نمی گیرند و دستگاههای پمپ بنزین نیز پیشرفته هستند.

#### منابع :

۱. سازمان برنامه و بودجه استان همدان. گزیده آمار استان همدان . همدان : سازمان برنامه و بودجه ، ۱۳۷۹ .
2. Hughes K, Meek ME , Bartlett S. Benzene evaluation of risks to health from environmental exposure in Canada. *J Environ Sci Health* 1994; **12**(2): 161-168.
3. Raymond DH. *Hamilton & Hardys industrial toxicology*. Philadelphia: Mosby, 1998.
4. Parmeggiani L. *Occupational health and safety*. Geneva: International labour office, 1993.
5. Ireland B, Collins J, Buckley CF, et al. Cancer mortality among workers with benzene exposure. *Epidemiology* 1997; **8**(3): 318-320.
6. National Institute for Occupational Safety and Health. *Manual of analytical methods*. Washington D.C : NIOSH ,1997.
7. American Conference Governmental Industrial Hygiene. *Threshold limit values for chemical substances and physical agents biological Exposure indices*. Cincinnati : ACG

8. Gill G , Scursatone E, Bono R. Benzene, toluene and xylene in air, geographical distribution in the Piedmont region (Italy) and personal exposure. *Sci Total Environ* 1994; **148**(1): 49-56.
9. Lofgren L. Determination of benzene and toluene in urban air with differential optical absorption spectrometry. *Intern J Environ Chem* 1992; **47**: 69-74.
10. Bini G, Di-Vaio V, Liguori E , et al. Carcinogens in the urban environment of Italian cities benzene and benzo(a)pyrenes. *Med Lav* 1998; **89**(2): 177-187.
11. Clark A, McIntyre A, Perry R, et al. Monitoring and assessment of ambient atmospheric concentrations of aromatic and halogenated hydrocarbons at urban,rural and motorway locations. *Environ Pollution* 1984; **7**: 141-158.
12. Wester R, Maibach H, Gruenke L, et al. Benzene levels in ambient air and breath of smokers and nonsmokers in urban and pristine environments. *J Technol Environ Health* 1986; **18**: 567-573.