

## بررسی نحوه پراکنش ذرات سرب در هوای شهر همدان از آذرماه ۷۶ تا خردادماه ۷۷

محمد تقی صمدی\*، دکتر عبدالرحمان بهرامی\*\*

### چکیده:

به منظور تعیین وضعیت پراکنش ذرات سرب در هوای شهر همدان یکصد و دو نمونه از خیابانهای مختلف، پمپ بنزین ها و پارکینگ عمومی شهر در میدان آرامگاه بوعلی از آذرماه ۷۶ تا خردادماه ۷۷ تهیه گردید. برای انجام عملیات نمونه برداری خیابان های شهر را به سه منطقه پرتراфик، تراфик متوسط و کم تراфик تقسیم بندی نموده و نمونه برداری با استفاده از پمپ نمونه برداری قابل حمل و فیلتر استرسولوزی انجام گرفت. نمونه ها به آزمایشگاه منتقل و پس از آماده سازی، به وسیله دستگاه جذب اتمی آنالیز گردید. نهایتاً داده های بدست آمده با آزمون آماری پارامتری بارتلنت و آزمون غیر پارامتری Kruskal-Wallis مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

میانگین ذرات سرب در مناطق پرتراфик، تراфик متوسط و کم تراфик بترتیب ۷/۹۹، ۴/۶۳ و ۳/۸۰ میکرو گرم در مترمکعب بود و بین غلظت ذرات سرب در مناطق کم تراфик با غلظت ماده مذکور در پمپ بنزین ها و پارکینگ عمومی شهر که در جوار مراکز پرتراфик واقع گردیده اختلاف آماری معنی داری وجود داشت. مطالعه حاضر نشان داد که غلظت سرب در هوای شهر همدان بیش از حد مجاز توصیه شده بوسیله سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) برای هوای آزاد می باشد.

کلیدواژه ها: آلوده سازی هوا / سرب

### مقدمه:

اتومبیل ها غلظت این ماده نیز در هوای شهرها رو به افزایش است. در استان همدان میزان بنزین مصرفی در سال ۱۳۷۱ معادل ۱۱۱۰۰۰ مترمکعب بوده که این رقم در سال ۱۳۷۵ به ۱۸۵۷۷۶ متر مکعب افزایش یافته و از این رقم ۹۶۸۵۳ متر مکعب در شهر همدان به مصرف رسیده است که مقدار ترکیبات سربی منتشره از آن نیز رقم قابل

استفاده از بنزین سرب دار جهت سوخت وسایل نقلیه موتوری باعث افزایش غلظت ترکیبات سرب در هوای شهرها می گردد. با توجه به اینکه منابع عمده تولید آلاینده های هوا در محیط شهری وسایل نقلیه موتوری بنزین سوز می باشند لذا به تدریج و با افزایش تعداد

\* عضو هیات علمی گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان

\*\* استادیار گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان

توجهی خواهد بود(۱).

بعنوان تست مقدماتی در مکانهای مختلف تهیه گردید سپس با توجه به دامنه تغییرات و انحراف معیار بدست آمده در هر منطقه و با محاسبات آماری تعداد نمونه در مناطق مختلف برآورد گردید و با استفاده از روش نمونه گیری طبقه بندی شده متناسب با حجم ترافیک چند مکان انتخاب گردید. از مناطق پرتراфик؛ میدان امام خمینی، آرامگاه، میدان دانشگاه و چهار راه شریعتی ۲۱ نمونه و از مناطق با ترافیک متوسط؛ قلیانی، بلوار دانشگاه، تختی و میدان فلسطین ۳۱ نمونه و نیز از مناطق کم ترافیک؛ سعیدیه، بلوار دانشگاه، شهید زمانی و خیابان کرمانشاه ۲۵ نمونه از پارکینگها ۱۱ نمونه و پمپ بنزین ۱۴ نمونه با روش فوق تهیه گردید.

با توجه به نتایج پیش آزمون در مجموع از مکان های مختلف ۱۰۲ نمونه در فاصله زمانی ساعت ۷ الی ساعت ۱۹ که بیشترین بار ترافیک شهری را دارا می باشد در ارتفاع ۱/۵ تا ۲ متری از سطح زمین برداشته شد. تعداد نمونه های تهیه شده در طول شب به علت پایین بودن غلظت ذرات سرب و محدود بودن دامنه تغییرات محدود بوده است. جهت نمونه برداری از پمپ های نمونه برداری قابل حمل SKC به همراه فیلتر استرسلوژی با خلل و فرج ۰/۸ میکرون استفاده شده است پمپهای مورد استفاده در هر ۸ ساعت استفاده بایستی شارژ شده بنابر این مدت زمان نمونه برداری در این مطالعه محدود به حداکثر ۸ ساعت بوده و در طی سه دوره زمانی ۷ تا ۱۱ (صبح)، ۱۱ تا ۱۵ (ظهر) و ۱۵ تا ۱۹ (عصر) جمع آوری شده است. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه و آماده سازی از طریق هضم فیلتر در اسید نیتریک با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل SMITH-HIEFT JE22 مورد تجزیه قرار گرفتند (۱۱-). جهت اندازه گیری سرعت وزش باد از دستگاه باد سنج بره ای مدل CA-6000VT شرکت AIR FLOW استفاده شد.

### نتایج:

جدول ۱ میانگین غلظت سرب در مناطق مختلف شهر همدان را نشان میدهد. بطوریکه در جدول مشاهده میگردد میانگین غلظت سرب در مناطق پرتراфик، ترافیک متوسط و کم ترافیک به ترتیب ۷/۹۹، ۴/۶۳ و ۳/۸۰ میکروگرم در مترمکعب می باشد. نتایج آزمون آماری نشان می دهد که بین

ترکیبات سربی منتشره از اگزوز اتومبیل ها شامل ترکیبات معدنی مانند اکسید سرب و ترکیبات آلی نسوخته مانند تتراتیل سرب میباشد. تأثیر ترکیبات سرب بر روی سیستم خونساز بدن و کاهش متابولیسم آهن از مدتها پیش شناخته شده (۴-۲) و مطالعات اخیر بوسیله لاندبرگ (Lundberg) نشان می دهد که ترکیبات سرب حتی بر روی رفتار انسانها نیز تأثیر گذاشته و باعث آسیب بر اعصاب محیطی می گردد(۵). مطالعات انجام یافته توسط لانفیر (Lanfhear) و همکاران تأثیر سرب استنشاقی را بر روی صدمات کلیوی به اثبات رسانده است (۶) سرب موجود در هوا جذب درختان گردیده و در متابولیسم آنها نیز اختلالاتی بوجود می آورد(۴).

همچنین مطالعات انجام یافته توسط روبرت (Robert) و همکاران مشخص میسازد که غلظت سرب در منازل کنار خیابان ها در فصل تابستان افزایش می یابد که علت این مسئله افزایش تردد وسائط نقلیه و بازبودن پنجره ها می باشد(۷). سرب موجود در هوا بوسیله نزولات آسمانی میتواند آبهای جاری را نیز آلوده نماید. مطالعات آدچی (Adachi) و همکاران در ژاپن افزایش غلظت سرب در آب باران را نشان میدهد(۸). علیرغم اثرات مختلف ترکیبات سربی بر روی انسان و محیط زیست تا کنون مطالعه دقیقی بر روی مقادیر سرب در هوای شهر همدان انجام نیافته است. با توجه به مطالب فوق الذکر این مطالعه با هدف تعیین مقادیر غلظت سرب در مناطق مختلف شهر انجام پذیرفت و به لحاظ ورود ترکیبات سربی از طریق تبخیر از کاربراتور اتومبیل ها و پمپ بنزین ها به هوا، مقادیر این ماده در پارکینگ عمومی شهر و پمپ بنزین ها نیز اندازه گیری گردید.

### روش کار:

از آذر ماه سال ۷۶ لغایت خردادماه ۷۷ جهت انجام عملیات نمونه برداری، شهر از لحاظ ترافیکی به سه منطقه با ترافیک بالا (تردد وسائط نقلیه بیش از ۱۲۰۰ دستگاه در ساعت) با ترافیک متوسط (بین ۵۰۰ تا ۱۲۰۰ دستگاه در ساعت) و کم ترافیک (کمتر از ۵۰۰ دستگاه در ساعت) تقسیم بندی گردید. جهت تعیین تعداد نمونه و طول مدت زمان نمونه برداری، ۱۵ نمونه

میکروگرم در متر مکعب خواهد بود.

جدول ۲ میانگین غلظت سرب در ساعات مختلف ماههای نمونه برداری را نشان می دهد و بیشترین غلظت مربوط به ساعات عصر می باشد. نتایج آزمون های آماری نشان داد که بین غلظت ذرات سرب در مناطق کم ترافیک با غلظت این ماده در پمپ بنزین ها و نیز بین غلظت ذرات سرب در ماههای مختلف اختلاف آماری معنی دار وجود دارد ( $P < 0/0002$ )، ولی غلظت این ماده در پمپ بنزین ها با مناطق پر ترافیک، ترافیک متوسط و پارکینگ ها اختلاف آماری معنی داری را نشان نمی دهد (به ترتیب  $P < 0/59250$ ،  $P < 0/5025$  و  $P < 0/7007$ ).

غلظت ذرات سرب در مناطق کم ترافیک و پارکینگ عمومی نیز اختلاف آماری معنی داری وجود دارد. ( $P < 0/0002$ ). ولی بین مقادیر غلظت ذرات سرب در مناطق پر ترافیک و ترافیک متوسط و پمپ بنزین ها با غلظت این ماده در پارکینگ عمومی اختلاف آماری معنی دار وجود ندارد (به ترتیب  $P < 0/2445$  و  $P < 0/4435$ ). همچنین طبق نتایج بدست آمده در جدول ۱ غلظت ذرات سرب در پمپ بنزین ها و پارکینگ های عمومی شهر بیش از مناطق کم ترافیک است و در ساعات شب کاهش چشمگیری داشته است. حتی با احتساب غلظت این ماده در ساعات شب (۰/۲۱ تا ۰/۹۳) نیز مقادیر میانگین معادل ۱ تا ۵

جدول ۱: میانگین غلظت سرب در ماههای مختلف سال در مناطق مختلف شهر همدان بر حسب میکروگرم بر متر مکعب\*

میانگین کل ***	شب **	روز			پارکینگ	پمپ بنزین	منطقه / ماه
		کم ترافیک	ترافیک متوسط	پر ترافیک			
۲/۹۰	۰/۹۲	۲/۴۸	۳/۴۷	۸/۷۰	۶/۲	۳/۴۴	آذر
۲/۳۰	۰/۵	۲/۰۶	۳/۳۸	۶/۹۹	۴	۳/۱۲	دی
۲/۳۴	۰/۶۱	۲/۱۷	۳/۷۰	۵/۷۴	۵/۵	۵/۶	بهمن
۲/۵۷	۰/۵۶	۳/۱۷	۴/۲۲	۶/۴۳	۸/۷	۸/۷	اسفند
۳/۰۶	۰/۴۷	۲/۸	۴/۵۲	۹/۶۱	۷/۵	۹/۹۷	فروردین
۳/۲۱	۰/۲۱	۳/۲۸	۵/۵۰	۱۰/۲۷	۶/۲	۷/۲۱	اردیبهشت

\* حد مجاز ماهانه پیشنهاد شده توسط EPA و WHO: ۱/۵ میکروگرم بر متر مکعب جهت ذرات سرب (سرب بصورت ترکیبات معدنی) است.

\*\* نمونه بصورت تصادفی از مناطق مختلف شهر تهیه شده است.

\*\*\* میانگین کل سرب در ۲۴ ساعت با احتساب سرب در شب (مدت ۱۲ ساعت) و میانگین غلظت سرب در مناطق کم ترافیک، پر ترافیک و ترافیک متوسط در روز (مدت ۱۲ ساعت) محاسبه شده است.

جدول ۲: میانگین غلظت سرب در ساعات مختلف ماههای نمونه برداری بر حسب میکروگرم بر متر مکعب

ساعات عصر	ساعات ظهر	ساعات صبح	زمان / منطقه
۷/۱۵	۷/۰۲	۹/۷۹	پر ترافیک
۷/۲۳	۳/۷۶	۵/۰۶	ترافیک متوسط
۱/۴۸	۳/۱۲	۳/۳۵	کم ترافیک
۶/۶۶	۶/۷۵	۳/۱۰	پارکینگ
۱۰/۰۴	۳/۱۲	۶/۲۲	پمپ بنزین
۶/۵۵	۴/۷۵	۵/۵۰	میانگین کل

است که حد مجاز برای هوای آزاد می باشد (۱۲). این حد توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) توصیه شده است. ولی چنانچه میانگین مقادیر محاسبه شده با حد مجاز جهت ۸ ساعت کار روزانه که ۵۰ میکروگرم در متر مکعب است و بوسیله آتستیتوی بهداشت و ایمنی آمریکا توصیه شده مقایسه گردد میانگین غلظت ذرات سرب حتی در طول روز کمتر از این مقدار خواهد بود (۱۲). تردد وسائط نقلیه موتوری فرسوده حتی با عمر بیش از ۳۰ سال، استفاده از اتومبیل های دارای نقص فنی، عدم تنظیم به موقع موتور و استفاده از بنزین سرب دار از عوامل مهم افزایش غلظت سرب در هوا به شمار می آیند.

وجود اختلاف آماری معنی دار بین غلظت ذرات سرب در مناطق کم ترافیک و پارکینگ عمومی با توجه به اختلاف قابل توجه در تعداد وسائط نقلیه ای که در مناطق مذکور تردد می نمایند قابل قبول است، زیرا پارکینگ عمومی در منطقه با ترافیک بالا واقع گردیده و آلاینده های هوا از خیابان به آنجا منتقل می گردد ولی مناطق کم ترافیک معمولاً در قسمتهای دور از مسرکز شهر قرار دارند و رفت و آمد وسائط نقلیه محدود است.

بین مقادیر غلظت ذرات سرب در مناطق پر ترافیک و ترافیک متوسط و پمپ بنزین ها با غلظت این ماده در پارکینگ عمومی اختلاف آماری معنی دار وجود ندارد که این نتیجه نیز با توجه به مشابهت نسبی تردد وسائط نقلیه در مناطق مذکور با پارکینگ عمومی نتیجه قابل قبولی محسوب می گردد. وجود اختلاف آماری معنی دار بین غلظت ذرات سرب در مناطق کم ترافیک با غلظت این ماده در پمپ بنزین ها، به محل پمپ بنزینها می تواند ارتباط داشته باشد از آنجا که پمپ بنزینها در مجاورت مناطق پر ترافیک و یا مناطق با ترافیک متوسط قرار داشته و علاوه بر تردد وسائط نقلیه در این مناطق مواد آلاینده از خیابان مجاور نیز به پمپ بنزین انتقال می یابد.

وجود اختلاف آماری معنی دار بین غلظت ذرات سرب در ماههای مختلف به عوامل مختلف بستگی دارد اولین عامل بارندگی نسبتاً قابل توجه در زمستان سال ۷۶ و کاهش بارندگی در اوایل سال ۷۷ می باشد. بارش

جدول ۳ میانگین غلظت سرب در ماههای پژوهش را با توجه به سرعت باد نشان می دهد. همراه با افزایش سرعت باد غلظت نمونه در هوا کاهش می یابد.

علی رغم اختلاف عددی در مقادیر غلظت های تعیین شده برای نمونه های هم جهت و خلاف جهت باد، به جزء پارکینگ عمومی در سایر مناطق اختلاف آماری معنی داری بین دو متغیر مذکور مشاهده نگردید (برای پارکینگ  $P < 0.0228$ ، مناطق پر ترافیک  $P < 0.02167$ ، مناطق کم ترافیک  $P < 0.1096$  و پمپ بنزین ها  $P < 0.03989$ ).

جدول ۳: میانگین غلظت سرب در ماههای پژوهش بر حسب میکروگرم بر مترمکعب در مقایسه با سرعت باد در هنگام نمونه برداری

مکان	پر ترافیک	ترافیک متوسط	کم ترافیک	پمپ بنزین	پارکینگ
سرعت باد بر حسب m/s	۱۰/۱۸	۵/۳۲	۳/۴۱	۸/۰۲	۷/۹۰
۰/۱۵	۷/۲۸	۵/۰۳	۲/۱۵	۵/۵۵	۶/۰۹
۰/۱۶-۰/۱۷	۶/۳۹	۳/۵۶	۱/۴۸	۲/۵	۳/۷۵
۰/۱۸-۰/۱۹					

جدول شماره ۴ نیز میانگین غلظت سرب در ماههای پژوهش بر اساس فاصله محل نمونه برداری از خیابان را مشخص می نماید.

جدول شماره ۴: میانگین غلظت سرب بر اساس فاصله محل نمونه برداری از خیابان

فاصله از خیابان	میانگین غلظت ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
۲	۹/۹
۳-۵	۷/۳۷
۶-۸	۵/۰۸

### بحث:

غلظت متوسط ذرات سرب در هوای شهر همدان در کلیه مناطق مورد پژوهش ( کم ترافیک، پر ترافیک، ترافیک متوسط، پارکینگ عمومی و پمپ بنزین ها) بیش از  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  میکروگرم در متر مکعب میانگین ماهانه

کاهش می یابد.

مطالعات انجام گرفته توسط Esterman و همکاران در شهر Port Pirie در ۲۳۰ کیلومتری مرکز شمال استرالیا نشان داد که نمونه برداری در فواصل معین از منبع انتشار آلودگی یک نوع نسبت بین جهت وزش باد و غلظت آلاینده ها در هوا را نشان می دهد و با افزایش فاصله غلظت سرب کاهش یافته و همبستگی نیز کاهش می یابد (۱۷).

### سپاسگزاری:

از زحمات بی شائبه آقایان فرهاد قمری، فرشید قربانی و نیز جناب آقای خزائی که مشاوره آماری این پژوهش را به عهده داشته اند صمیمانه سپاسگزاریم.

### منابع:

۱. سازمان برنامه و بودجه استان همدان، گزیده آمار استان همدان. همدان: سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۵.
۲. صاحبقدم لطفی عباس. متابولیسم سرب و مسمومیت های ناشی از آن. تهران: دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۱.
3. Lippman M. Lead and human health. *Environ Res.* 1995; 71(1): 1-24.
4. Corn M. Handbook of hazardous materials. London: Academic Press, 1993.
5. Lundberg A. Psychiatric aspects of air pollution. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1996; 114(2): 227-231.
6. Lanphear B, Weitzman M, Winter N, et al. Lead contaminated house dust and urban children's blood lead levels. *Am J Public Health* 1996; 86(10): 1416-1421.
7. Roberts J, Dicky P. Exposure of children to pollutants in house dust and indoor air. *Rev Environ Contam Toxicol* 1995; 143: 59-78.
8. Adachi A, Okiayu M, Nishikawa A, et al. Metal levels in rain water from Kobe city in Japan. *Bull Environ Contam Toxicol* 1998; 60(6): 892-897.
9. National Institute Occupational Safety and Health, Manual of analytical methods. Cincinnati: NIOSH, 1997.
10. United States Environmental Protection Agency (USEPA). Methods for determination of

برف در طی ماههای دی و بهمن و وجود یخبندان باعث کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی شده در نتیجه میزان آلودگی در طی این ماهها کاهش می یابد. از طرف دیگر کاهش یخبندان در اسفند ماه و افزایش تردد وسایل نقلیه در فصل بهار باعث افزایش آلودگی این ماده در اسفند ماه و فصل بهار شده است.

مطالعات انجام شده توسط Brown و همکاران در شهر Semarang و اطراف آن در کشور اندونزی نشان داد که غلظت سرب بستگی به منابع منتشر کننده متفاوت و در مناطق مسکونی ۰/۹۵، در مناطق تجاری ۰/۹۹ و در مناطق صنعتی ۸/۴۱ میکرو گرم در متر مکعب گزارش شده است (۱۳).

مقادیر سرب در هوای مکزیکو  $435 \text{ ng/m}^3$  توسط Rivero و همکاران در سال ۱۹۹۷ گزارش شده و مقادیر در مناطق مختلف به ترافیک وسایل نقلیه بستگی داشته است (۱۴). مطالعات انجام شده توسط Ponka و همکاران نشان می دهد که همراه با کاهش مصرف سرب از سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۶ غلظت سرب در هوا نیز و در نتیجه در خون کودکان نیز کاهش یافته است (۱۵).

مطالعه انجام شده توسط Zaitseva و همکاران نشان داد که غلظت سرب در بدن افراد بستگی به ترافیک وسایل نقلیه افزایش یافته و در بازرسان وسایل نقلیه که بطور دائم در معرض هوای آلوده هستند بیشتر از دیگر افراد است (۱۶).

اختلاف آماری معنی دار بین غلظت ذرات سرب از نمونه هایی که هم جهت و خلاف جهت وزش باد اخذ گردیده اند در مناطق مختلف مشاهده نگردید. بدیهی است در جایی که منبع انتشار آلودگی معین و ساکن باشد و باد آلودگی را از منبع انتشار به سمت محل نمونه برداری منتقل نماید جهت وزش باد عامل مهمی در غلظت است ولی در داخل شهرها منابع آلودگی متحرک بوده و در جای خاص قرار ندارد بنابراین بین داده ها اختلاف معنی دار وجود ندارد. کانسلیزه بودن جریان هوا در مناطق شهری می تواند علت دیگر این مساله باشد. در مناطقی غیر از پارکینگ ها به لحاظ وجود ساختمانهای متراکم امکان پراکندگی گسترده آلاینده ها در یک جهت خاص کمتر می باشد.

بدیهی است که همراه با افزایش فاصله از منبع آلودگی غلظت آلاینده در هوا رقیق شده و مقادیر اندازه گیری

- inorganic particulate in ambient air. Washington: USEPA, 1983.
11. Lodge J. Methods of air sampling and analysis. Washington: LEWIS, 1989.
  12. United States Environmental Protection Agency, Air quality criteria of lead. Environmental criteria and assessment office, 1995.
  13. Browne D, Husni A, Risk M. Airborne lead and particulate levels in Semarang, Indonesia and potential health impacts. *Sci Total Environ* 1999; 227(2-3): 145-154.
  14. Rivero H, Pfeifer G, Lynam D, et al. Personal exposure to element in Mexico City air. *Sci Total Environ*. 1997;198(1): 79-96.
  15. Ponka A. Lead in the ambient air and blood of children in Helsinki. *Sci Total Environ* 1988;12, 219(1): 1-5.
  16. Zaitseva N, Tyrykina T, Zemlianova M, et al. The effect on the health of the population of the lead exhaust from vehicular traffic. *Gig Sanit* 1999 Jun;(3): 3-4.
  17. Easterman A, Maynard E. Change in airborne lead particulate in port pirie South Australia 1986-1996. *Environ Res* 1998;79(2): 122-132.