

## ارزیابی تهویه در کارگاه‌های تعمیر رادیاتور تهران

دکتر حسین کاکویی\*

### Evaluation of the efficiency of ventilation system in Tehran's radiator repair plants

H. Kakooyee

#### Abstract

**Background :** Airborn lead level in Tehran's radiator repair plants is six times higher than the standard level. This high percentage necessitates evaluating engineering controls and efficient ventilation system in these plants.

**Objective :** To evaluate a cost-effective ventilation enclosure made of a flexible silicone sheet that forms a tent-like structure verthe water bath that is used to leak test radiators.

**Methods :** Through an experimental study , the samples were gathered from 10 radiator repair plants which had no technical control. The effectiveness of this ventilation enclosure was evaluated by collecting short-term and time-weighted average personal samples for lead data (controlled work-station) that used the enclosure. In addition , similar Personal breathing zone samples for lead were collected at a work-station in the same facility without the enclosure (uncontrolled).

**Finding :** Lead exposure during radiator repair at the controlled work-station was  $24\mu\text{g}/\text{m}^3$  (50% of OSHA PEL). Personal breathing zone samples taken at uncontrolled work-stations averaged  $143\mu\text{g}/\text{m}^3$  which was 7 times higher than controlled stations.

**Conclusion :** The results demonstrated an excellent control of lead fumes using this ventilation enclosure.

**Keywords :** Radiator Repair Shops , Airborne Lead Level , Enclosure Ventilation.

#### چکیده

**زمینه :** وجود سطح سرب در حدود ۶ برابر استاندارد در هوای کارگاه‌های تعمیر رادیاتور تهران ، انجام اقدام‌های کنترلی و ارزیابی یک سیستم تهویه مؤثر در این کارگاه‌ها را ضروری می‌سازد.

**هدف :** این مطالعه به منظور ارزیابی یک سیستم تهویه محصور از جنس ورقه قابل ارتجاع که به شکل چادری بر روی وان آب تست نشستی رادیاتور قرار می‌گیرد ، اجرا شد.

**مواد و روش‌ها :** در این پژوهش تجربی ، نمونه‌های مورد مطالعه ۱۰ کارگاه تعمیر رادیاتور بدون هیچ نوع کنترل فنی بودند. مؤثر بودن تهویه محصور به وسیله جمع‌آوری اطلاعات از میانگین نمونه‌های سرب جمع‌آوری شده از منطقه تنفسی کارگران در یک محیط کنترل شده (دارای محیط محصور) مورد ارزیابی قرار گرفت. به علاوه در همان کارگاه از منطقه تنفسی همان افراد بدون استفاده از محیط محصور نیز از بخارات سرب نمونه‌برداری شد.

**یافته‌ها :** میانگین مواجهه با سرب در نمونه‌های جمع‌آوری شده از هوای تنفسی کارگران در ایستگاه کاری دارای تهویه محصور  $24\mu\text{g}/\text{m}^3$  میکروگرم بر متر مکعب (۵۰٪ استاندارد) بود. در صورتی که میانگین مواجهه با سرب در ایستگاه کاری فاقد تهویه محصور  $143\mu\text{g}/\text{m}^3$  میکروگرم بر متر مکعب (۷ برابر منطقه دارای تهویه) بود.

**نتیجه‌گیری :** این نتایج نشان دهنده کنترل عالی بخارات سرب با استفاده از محیط‌های محصور است.

**کلید واژه‌ها :** کارگاه‌های تعمیر رادیاتور - سرب - تهویه محصور

## □ مقدمه :

استفاده بودند. تعداد انگشت شماری از کارگاه‌ها نیز دارای سیستم تهویه موضعی بودند که اغلب این سیستم‌ها به خوبی استفاده نمی‌شدند. این مطالعه به منظور ارزیابی مؤثر یک سیستم تهویه محصور از جنس ورقه قابل ارتجاع که تقریباً به شکل چادری روی روان آب تست نشستی رادیاتور قرار می‌گیرد اجرا شد.

## □ مواد و روش‌ها:

به منظور شناخت میزان تماس و آلودگی کارکنان شاغل در کارگاه‌های تعمیر رادیاتور تهران به سرب، در تابستان ۱۳۷۵ عملیات بررسی کیفی و کمی این کارگاه‌ها در جریان فعالیت‌های روزمره شروع شد. بیشتر این کارگاه‌ها کوچک بودند و حداکثر ۳ نفر کارگر و بین ۱ تا ۲ ایستگاه کاری داشتند. مطالعه مقدماتی نشان داد که در منطقه تنفسی کارگران کارگاه‌های نمونه برداری شده، میزان آلودگی به سرب بیش از حد مجاز (۵۰ میکروگرم بر متر مکعب) بود و بیشترین غلظت اندازه گیری شده ۳۳۰ میکروگرم بر متر مکعب بود.

در این بررسی ابتدا پس از تهیه آمار کلی از کارگاه‌های تعمیر رادیاتور تهران و تعیین نمونه‌های تصادفی، ایستگاه‌های کاری بررسی شدند. سپس برای تعیین میزان آلودگی به سرب با استفاده از پمپ نمونه برداری فردی و فیلترهای دارای غشاء سلولزی و پورسایز ۰/۸ میکرومتر در قطرهای ۳۷ و ۲۵ میلی‌متر، نمونه‌های مورد لزوم از هوای عمومی و منطقه تنفسی

تعداد کارگران شاغل در کارگاه‌های تعمیر رادیاتور شهر تهران بالغ بر ۱۰۰۰ نفر تخمین زده می‌شود. این کارگاه‌ها معمولاً کوچک هستند و به طور میانگین ۳ نفر پرسنل دارند. کارگران در طی عملیات تعمیر رادیاتور در معرض بیش از حد مجاز سرب قرار دارند که به علت پایین بودن سطح آموزش از وضعیت موجود خود آگاه نیستند.

در مطالعه مقدماتی، میانگین سرب در هوای محیط‌های کار نمونه برداری شده به مقدار ۳۳۰ میکروگرم بر متر مکعب بود که ۷ برابر سطح مجاز است. به علاوه سازمان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای (OSHA) لازم می‌داند کارگرانی که دارای سطح سرب خون بالاتر از ۶۰ میکروگرم بر دسی لیتر هستند، تا زمانی که سطح سرب خون آنها به میزان ۴۰ میکروگرم بر دسی لیتر بازگردد از مواجهه با سرب دور شوند. (۲ و ۱)

اگرچه منابع زیادی ضررهای مواجهه با سرب برای تعمیرکارهای رادیاتور و نیاز به تهویه مؤثر را شرح می‌دهند، اما تعداد معدودی از منابع علمی به اثر یک تخلیه کننده اشاره می‌کنند. (۷ و ۵)

تهویه عمومی کارگاه‌ها معمولاً از طریق فن‌های سقفی و دیواری اعمال می‌شود که اثر این نوع تهویه غیر قابل اعتماد است. بررسی‌های کیفی به روش مشاهده و بازدید از کارگاه‌های تعمیر رادیاتور شهر تهران نشان داد که بالغ بر ۹۰ درصد کارگاه‌ها فاقد تمیزکننده‌های هوای محیط کار بودند و بقیه نیز به علت نصب نامناسب فن محوری و نگهداری بد آنها، اغلب بدون

شعله گاز طبیعی اکسیژن با دمایی نزدیک به ۵۰۰۰ درجه فارنهایت استفاده می‌شد که این عملیات با تولید مقدار زیادی بخار سرب همراه بود.

برای پیشنهاد یک سیستم تهویه مؤثر، ابتدا یک سیستم مناسب به صورت آزمایشی در یک کارگاه نصب شد، به طوری که تمام منطقه تولید بخارها و گازهای آلوده‌کننده را پوشش می‌داد. سپس با انجام نمونه‌برداری، صحت بازده کنترل تهویه مورد ارزیابی قرار گرفت. (۴)

نمونه‌های جمع‌آوری شده بعد از کنترل مربوط به حالتی بود که عملیات تعمیر رادیاتور در ایستگاه کاری دارای تهویه در حال انجام بود و هیچ‌گونه عملیاتی در منطقه فاقد تهویه انجام نمی‌شد. میانگین زمان هر نمونه‌برداری ۶۰ دقیقه بود.

#### □ شرح سیستم تهویه جدید :

بازدهی میزان تخلیه با افزایش فاصله به شدت کاهش می‌یابد. هرگاه فاصله قرار گرفتن محل فن تخلیه‌کننده نسبت به منبع تولید بخارها و گازهای سمی بیش از چند متر باشد، فن تخلیه‌کننده قابل صرف نظر است. به منظور کنترل مؤثر آلاینده‌ها، باید سرعت تهویه در نقطه تولید بخارها و گازهای آلوده‌کننده به میزان کافی و مناسب نگه داشته شود. لذا یک محفظه محصور جدید طراحی گردید تا کل منطقه تولید آلاینده‌ها را بپوشاند و در نقاطی دارای غلظت بالای بخارها و گازهای آلوده‌کننده، سرعت کنترل مناسب جهت خروج آلاینده را دارا باشد. (۶)

دیواره این محفظه پرده‌ای است از جنس فیبر

کارگران در شدت جریان هوای ۲ تا ۳/۵ لیتر در دقیقه جمع‌آوری شد.

با استفاده از دستگاه جذب اتمی و به کارگیری روش ۷۰۸۲ انجمن ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای (NIOSH)، میزان سرب در نمونه‌های جمع‌آوری شده به روش تجزیه تعیین گردید. (۴) نمونه‌برداری در جریان انجام عملیات تعمیر رادیاتور به شرح زیر انجام گرفت:

الف - ارزیابی کیفی و تکمیل پرسش‌نامه مشخصات  
ب - اندازه‌گیری آلاینده‌ها به روش نمونه‌برداری با فیلتر قبل از نصب تهویه آزمایشی  
ج - اندازه‌گیری آلاینده‌ها به روش نمونه‌برداری با فیلتر بعد از نصب تهویه آزمایشی.

در کارگاه‌های مورد نظر معمولاً یک دستگاه کاری شامل مشعل گاز طبیعی و یک وان آب جهت تست نشستی رادیاتور قرار داشت. عملیات تعمیر اساسی رادیاتور در این کارگاه‌ها به این ترتیب بود که ابتدا رادیاتور در داخل وان آب قرار داده می‌شد تا از نظر نشستی و همچنین سالم بودن کل رادیاتور مورد آزمایش قرار گیرد. سپس مخزن بالا و پایین (مخازن چپ و راست) با حرارت دادن لحیم آن توسط مشعل و ذوب لحیم از شبکه جدا می‌شد. پس از ترمیم نشستی‌ها با استفاده از آلیاژ قلع و سرب (۴۰ - ۶۰)، مخازن مجدداً با استفاده از لحیم قلع و سرب (۴۰ - ۶۰) که باعث تولید بخار سرب اضافی می‌شود به روی شبکه نصب می‌شد.

جهت حرارت دادن رادیاتور و ذوب لحیم به منظور جدا نمودن مخازن و سایر قطعات متصل به شبکه از

طراحی و ساختمان محفظه پیش‌بینی شده است. این هواکش مجهز به یک موتور با قدرت ۰/۰۲ کیلووات است که قدرت تخلیه آن در هوای آزاد معادل ۹۲۰ متر مکعب در ساعت است (شکل شماره ۱).

برای استفاده مؤثر از محفظه تهویه فوق یا هنگام تعمیر باید رادیاتور درون آن قرار گیرد. این محفظه باید به نحوی طراحی شود که رادیاتور را بتوان توسط یک گیره درون آن جابه‌جا کرد. این مسأله باعث می‌شود که بتوان همیشه در هنگام کار شعله را به صورت مستقیم بر روی رادیاتور اعمال نمود.

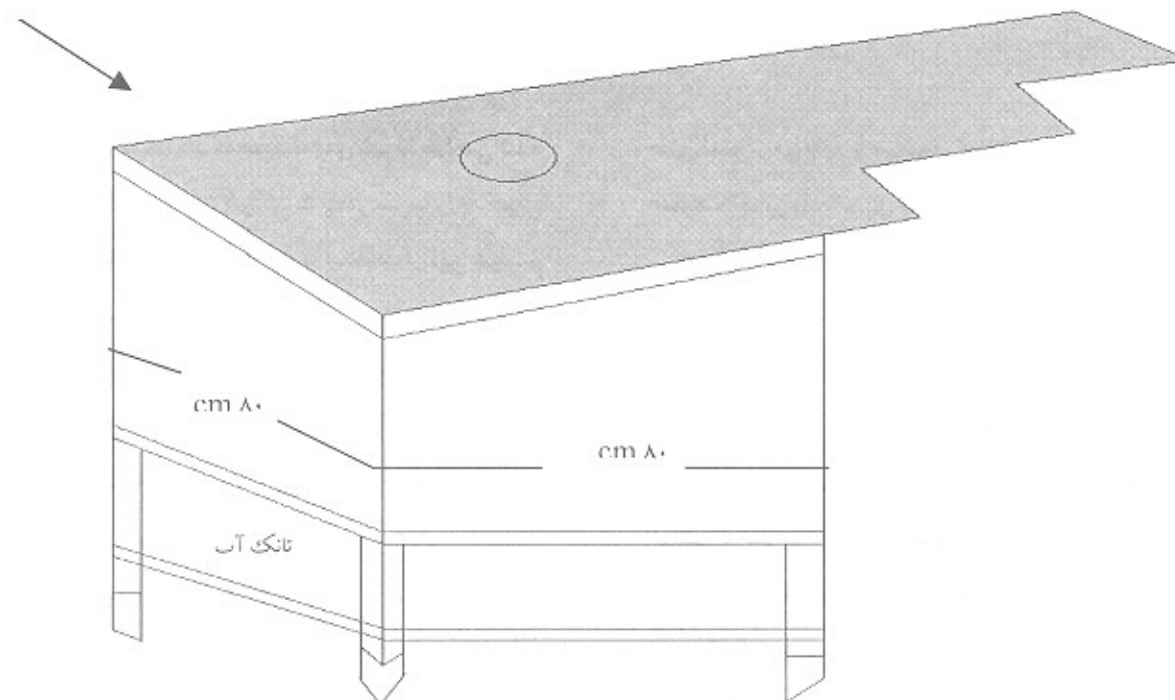
چهارچوب این محفظه به نحوی است که به راحتی می‌توان آن را در بالای حمام آب نصب نمود.

شیشه‌ای به ضخامت ۲ میلی‌متر و مقاومت حرارتی حدود ۵۰۰۰ درجه فارنهایت به نحوی که از احتراق جلوگیری می‌کند، با شعله مشتعل نمی‌شود و در برابر خوردگی مقاوم است. این پوشش از سقف به سمت لبه بیرونی حمام آب قرار می‌گیرد و به این ترتیب دیواره‌های جانبی آن را تشکیل می‌دهد.

دیواره جلویی محفظه باز در نظر گرفته شده که بهتر است به منظور کاهش بیشتر مقدار هوای خروجی مورد نیاز که خود کنترل‌کننده میزان آلودگی است، با ورقه‌هایی با طول مناسب و شکاف و ارتفاع طراحی شده تا حدودی مسدود شود.

یک هواکش محوری به قطر ۲۵۰ میلی‌متر (۱۰ اینچ) در سقف و بالای تهویه محصور و با توجه به

فن



شکل ۱: تصویر تهویه محصور

### ۵ یافته‌ها :

یافت (جدول شماره ۱).  
در ضمن میانگین مقدار سرب در نمونه‌های جمع‌آوری شده از داخل کارگاه ۳۶ میکروگرم بر متر مکعب بود. میزان غلظت سرب موجود در نمونه‌های برداشته شده از داخل کارگاه (نمونه‌هایی که در مناطق دور از انجام فرآیند تعمیر در کارگاه گرفته شد) نشان داد که محوطه داخل کارگاه و همچنین قسمت‌های دور از محل کاری نیز آلوده شده‌اند.

دو نمونه از نمونه‌های گرفته شده مربوط به حالتی بود که عملیات تعمیر رادیاتور در ایستگاه کاری فاقد تهویه انجام شده بود. میانگین مواجهه با سرب در نمونه‌های فوق قبل از کنترل ۱۲۳ میکروگرم بر متر مکعب بود که این میزان در نمونه‌های جمع‌آوری شده بعد از کنترل به ۲۴ میکروگرم بر متر مکعب (۵۰ درصد استاندارد سازمان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای) کاهش

### جدول ۱ :

مقایسه نتایج نمونه‌برداری از بخار سرب در ایستگاه‌های کاری با تهویه و بدون تهویه

بعد از کنترل			قبل از کنترل			
تاریخ	زمان نمونه‌برداری	غلظت (میکروگرم بر متر مکعب)	تاریخ	زمان نمونه‌برداری	غلظت (میکروگرم بر متر مکعب)	محل نمونه‌برداری
۷۷/۷/۱۰	۶۰	۲۴	۷۶/۷/۴	۶۰	۱۲۳	۲
۷۷/۷/۱۰	۶۰	۲۵	۷۶/۷/۴	۶۰	۳۳۰	۱۱

### ۵ بحث و نتیجه‌گیری :

حتی کمتر از مواجهه با سرب در حالتی بود که هیچ‌گونه عملیات تعمیر رادیاتوری در حال انجام نبود.  
میزان غلظت سرب موجود در نمونه‌های برداشت شده از داخل کارگاه نشان داد که محوطه داخل کارگاه و همچنین قسمت‌های اداری نیز آلوده بودند. چنانچه کلیه ایستگاه‌های کاری به تهویه مجهز شوند و داخل کارگاه نیز به دقت تمیز و رنگ‌آمیزی گردد میزان آلودگی به سرب به میزان قابل توجهی کمتر از ۲۴ میکروگرم بر متر مکعب خواهد رسید.  
در کارگاه‌های دارای چنین ایستگاه تعمیر رادیاتور می‌توان سیستم تهویه را به نحوی طراحی نمود که عمل

یافته‌ها نشان داد که محفظه‌های تهویه طراحی شده در این مطالعه، میزان آلودگی به بخار سرب را به خوبی کنترل می‌نماید، به طوری که با استفاده از این سیستم تهویه میانگین غلظت آلودگی سرب در افراد  $\frac{1}{4}$  استاندارد بود. به علاوه در مقایسه با زمان قبل از نصب محفظه میزان مواجهه با سرب به حد قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت (تقریباً ۷ برابر کمتر از حالتی است که محفظه‌های فوق ایجاد نشده بود).  
همچنین میانگین مواجهه با سرب در ایستگاه‌های کاری دارای تهویه به مراتب کمتر از مقدار مواجهه با سرب در نمونه‌های برداشت شده از داخل کارگاه و

July 314 (4) : 214-7

3. Gunter BJ , Pryor RD. Denver radiator and shutter service , Health Hazard Evaluation Report No HHE 80-89-723. National institute for occupational safety and health , Cincinnati , OH 1980

4. Lyssenhop DH , Parker DL , Barklind A , Mcjilton C. Lead exposure and radiator repair work. Am J Public Health 1989 November 79 (11): 1558-60

5. Puzak JC , Mc Elroy FF. The EPA role in the quality assurance of ambient air pollutant measurements , sampling and calibration for atmospheric measurements ASTM stp 957. Taylor , JK ED. American society for testing and Materials , Philadelphia , 1987 , 87-100

6. Tola S , Hernberg S , Vesanto R. Lead exposure in Finland VI. Scand J Work Environ Health 1976; 2 (2) : 115-27

7. Tupta G BN et al. Study of respiratory morbidity and plumonary function among solderes in the electronics industry. Am Ind Hyg Assoc J 1991 ; 52 (2) : L5

تهویه کارگاه به راحتی انجام شود. در این نوع کارگاه می توان از یک کانال از جنس فیبر شیشه ای تقویت شده با الیاف پلاستیک جهت متصل نمودن محفظه های مربوط به ایستگاه های کاری به یک فن سانتریفیوژ استفاده نمود. در طول ماه های گرم سال به منظور جلوگیری از کاهش مقدار هوا در ایستگاه هایی که تعمیر در آنها صورت نمی گیرد ، می توان از دریچه های مسدودکننده استفاده نمود.

به طور کلی این سیستم کنترل تهویه با صرفه ترین سیستمی است که می توان برای کارگاه های کوچک یا متوسط تعمیر رادیاتور به کار گرفت. تجربه نشان داده است که استفاده از تهویه محصور در کارگاه تعمیر رادیاتور ، میزان هوای مورد نیاز و همچنین نیاز به تهویه را به مراتب کاهش می دهد.

#### □ مراجع :

1. Burroughs, GE. Baumer Radiator Works, Health Hazard Evaluation Report No HHE 79- 115-650. National Institute for occupational safety and health , Cincinnati , OH 1980

2. Gold Man RH , Baker EL , Hannan M , Kamerow DB. Lead poisoning in automobile (radiator mechanics. N Engl J Med 1987