

بررسی میزان آلاینده‌گی و تأثیر ماشین آلات ساختمانی پروژه‌های عمرانی در آلودگی هوا

(مطالعه موردی: پروژه احداث ایستگاه قطار شهری شیراز)

مقاله علمی - پژوهشی

الهام اسراری، دانشیار، گروه فنی مهندسی، دانشگاه پیام نور، ایران

محمد رضا حاجتی*، دانش آموخته کارشناسی ارشد، عمران محیط زیست، دانشگاه پیام نور شیراز، شیراز، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: rezahajaty@yahoo.com

دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۵ - پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۵

صفحه ۱۲۲-۱۱۳

چکیده

فعالیت‌های روز افزون انسان در جهت پیشرفت و توسعه از قبیل انجام پروژه‌های عمرانی و عملیات ساختمانی و تأثیرات این گونه فعالیت‌ها بر محیط‌زیست از اهمیت زیادی برخوردار است. پروژه‌های عمرانی به عنوان یکی از منابع آلاینده هوا می‌تواند در دو بخش دوده‌های ناشی از کارکرد ماشین‌آلات و دستگاه‌های به کار گرفته شده در پروژه‌ها و ذرات گرد و غبار تولیدی ناشی از این گونه فعالیت‌ها مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق میزان آلاینده‌گی و تأثیر ماشین‌آلات ساختمانی در آلودگی هوا در پروژه احداث ایستگاه قطار شهری شیراز واقع در میدان امام حسین شیراز مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. داده‌ها و پارامترهای آلودگی هوا از ایستگاه سنجش سازمان حفاظت محیط زیست مستقر در میدان و نزدیک اجرای پروژه شامل PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 , CO , O_3 , NO_2 ، در مقاطع زمانی فعالیت پروژه جمع‌آوری گردید. اطلاعاتی از مدت زمان فعالیت پروژه، نوع، تعداد ماشین‌آلات فعال در پروژه و ساعات فعالیت آن‌ها از سازمان قطار شهری جمع‌آوری گردید. ضمن توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده از اداره هواشناسی وضعیت جوی و میزان گرد و غبار در مقاطع زمانی موردنظر مشخص گردید. سوخت مصرفی ماشین‌آلات و تجهیزات کارگاهی با توجه به میزان فعالیت کارگاهی روزانه هر دستگاه محاسبه و میزان آلاینده‌گی براساس میزان سوخت مصرفی مشخص گردید. در تجزیه و تحلیل و بررسی همه اطلاعات میزان و درصد آلاینده‌های هوا ناشی از فعالیت پروژه عمرانی مشخص گردید. در مقایسه میانگین آلاینده‌گی، هرکدام از آلاینده‌ها ناشی از فعالیت کارگاهی با میانگین آلاینده‌های اندازه‌گیری توسط ایستگاه سنجش، درصد آلاینده‌گی ناشی از فعالیت کارگاهی به این صورت می‌باشد: $CO=46/56\%$ ، $O_3=46/48\%$ ، $NO_2=49/53\%$ ، $SO_2=60/68\%$ ، $PM_{10}=39/22\%$ ، $PM_{2.5}=56/08\%$. ارتباط مستقیمی بین میزان آلاینده‌های اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه سنجش و میزان فعالیت کارگاهی مشاهده گردید. به طوری که در ماه‌هایی که فعالیت کارگاهی حداکثر وجود داشت شاخص فعالیت کارگاهی ماشین‌آلات بالاترین اعداد را نشان می‌دهد و به همان نسبت ایستگاه سنجش آلودگی هوا نیز اعداد بیشتری برای آلاینده‌ها در این ماه‌ها نشان می‌دهد. دستگاه‌هایی که شاخص فعالیت کارگاهی بالاتری دارند، مصرف سوخت بیشتر و میزان سهم بیشتری در آلودگی هوا دارند.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، ماشین‌آلات ساختمانی، پروژه‌های عمرانی، محیط‌زیست

۱-مقدمه

آلودگی هوا از اهمیت زیادی برخوردار است. مشکلات ناشی از آلودگی هوا در شهرهای بزرگ و در حال توسعه و گسترش روز افزون پروژه‌های عمرانی در این شهرها و بکارگیری

فعالیت‌های آلوده‌کننده هوا که توسط انسان بوجود می‌آیند بسیارند و شناخت منابع آلودگی هوا و عوامل تأثیرگذار بر میزان غلظت آلاینده‌های هوا در جهت جلوگیری و کنترل

ماشین‌آلات عمرانی از جمله ماشین‌آلات دیزل که سهم پرننگی در آلودگی هوا دارند باید مورد توجه قرار گیرد. از اصلی‌ترین آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های عمرانی می‌توان به ذرات معلق اشاره کرد. بخش عمده ذرات خروجی از آگزوز تجهیزات و ماشین‌آلات دیزلی از نوع $PM_{2.5}$ است. در حالی که گرد و غبار مربوط به ساخت‌وساز اغلب در دسته‌بندی ذرات PM_{10} قرار می‌گیرند. از عوامل اصلی بی‌توجهی به انتشار آلاینده‌های این ماشین‌آلات می‌توان به کمتر بودن جامعه آماری آن‌ها نسبت به سایر وسایل نقلیه جاده‌ای اشاره نمود. فعالیت‌های عمرانی در شهرهای بزرگ به دو دسته اصلی عملیات راه‌سازی و ساختمانی تقسیم‌بندی می‌شوند. نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که شاخص دودزایی این ماشین‌آلات در محدوده ۴ تا ۷ بر متر مربع است که در مقایسه با مقادیر ذکر شده در استانداردهای جهانی اعداد بسیار بالایی است، همچنین مقادیر به دست آمده نشان می‌دهد که سیستم تعمیر و نگهداری در تجهیزات عمرانی بسیار ضعیف است و به تبع آن حجم بسیار بالای ذرات $PM_{2.5}$ از این دسته تجهیزات منتشر می‌شود که لزوم برنامه‌ریزی برای کنترل و نظارت همه جانبه بر میزان انتشار این دسته از آلاینده‌ها را می‌افزاید. مطالعات صورت گرفته از آنالیز نوع ذرات خروجی از موتورهای دیزلی ماشین‌آلات عمرانی، نشان از درصد بالای ذرات کربن سیاه در ذرات $PM_{2.5}$ دارد. این ذرات به سبب سمی بودن اصلی‌ترین بخش آلاینده‌های ذرات $PM_{2.5}$ هستند که نیازمند کنترل و حذف از خروجی موتورهای دیزلی می‌باشند.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از داده‌های اندازه‌گیری شده توسط پایگاه سنجش آلودگی هوا مستقر در میدان امام حسین شیراز متعلق به سازمان حفاظت از محیط‌زیست شهر شیراز که تقریباً در مرکز شهر شیراز و با طول جغرافیایی $52^{\circ}31'5''$ و عرض جغرافیایی $29^{\circ}37'25''$ و ارتفاع ۱۵۴۸ متر از دریا استفاده شده است. از اطلاعات و نمودارها و برنامه زمان‌بندی اخذ شده از پروژه احداث ایستگاه قطار شهری و نیز اطلاعات داده‌های هواشناسی اداره هواشناسی شیراز استفاده شده است. مهمترین موضوع در گام نخست تطبیق زمانی اطلاعات جمع‌آوری شده از نظر کامل بودن و موجود بودن اطلاعات اخذ شده از اداره حفاظت محیط‌زیست و سازمان قطار شهری و اداره هواشناسی می‌باشد. لذا، در تطابق همه داده‌ها بازه زمانی مورد بررسی از تاریخ ۹۶/۲/۱ الی ۹۷/۶/۳۱ انتخاب گردید.

اطلاعات ایستگاه سنجش آلودگی هوا مستقر در میدان امام حسین شیراز شامل پارامترهای آلاینده هوا PM_{10} , $PM_{2.5}$

۱- میزان مصرف سوخت ماشین‌آلات دیزل کارگاهی: با استفاده از جدول‌های و اطلاعات کارگاهی مربوط به فعالیت ماشین‌آلات که از سازمان قطار شهری اخذ گردید. ابتدا ماشین‌آلات دیزل متحرک و ثابتی که در گزارش‌های روزانه کارگاهی پروژه فعالیت داشتند و در گزارش‌ها بصورت تعداد ماشین‌آلات با واحد دستگاه در روز مشخص گردید. ماشین‌آلات و تجهیزات مورد بررسی شامل بیل مکانیکی، باب‌کت، لودر، جرثقیل، تانکر آب، دیزل ژنراتور، کامیون، مینی‌بیل، پمپ بتن، تراکمیکسر، کمپرسی می‌باشد. در اقدام بعد با هماهنگی‌های به عمل آمده و بازدید میدانی از محل کارگاه اطلاعات مربوط به نوع دستگاه‌ها و توان و ساعت کاری دستگاه‌ها و تجهیزات جمع‌آوری شد.

اطلاعات نهایی در جدول‌های با عنوان بررسی میزان فعالیت کارگاهی ماشین‌آلات در دوره زمانی مورد تحقیق آورده شد. به منظور مشخص نمودن ارتباط بین میزان فعالیت کارگاهی و میزان آلاینده‌ها از فرمول زیر میزان شاخص فعالیت هر دستگاه بدست آمد و در جدول و نمودار آورده شد.

تعداد کارکرد روزانه هر دستگاه \times توان هر دستگاه \times ضریب مصرف سوخت هر دستگاه

که در شهریور و مهر و آبان با شاخص ۹۱۰۵۹ حداکثر فعالیت کارگاهی مشخص گردید که به همان نسبت میزان آلاینده‌های در این دوره نیز حداکثر می‌باشد.

به منظور مشخص شدن میزان آلاینده‌های هر دستگاه دیزل ابتدا میزان سوخت مصرف شده هر دستگاه محاسبه گردید.

$$Q = 0.15 \times P \times K$$

P: قدرت موتور اسب بخار

K: ضریب مصرف سوخت

Q: سوخت مصرفی

مثال: برای بیل مکانیکی در دوره زمانی اردیبهشت ۹۶

$$Q = 0.15 \times 180 \times 0.5 = 13.5 \text{ لیتر}$$

میزان سوخت مصرفی ماهیانه = (ساعت کارکرد در یک روز)

$$8 \times \text{تعداد دستگاه در ماه موردنظر} \times Q$$

$$13.5 \times 210 \times 8 = 22680 \text{ لیتر}$$

سوخت کل مصرفی در اردیبهشت ۹۶:

با توجه به این که معیار سنجش آلاینده‌ها از پایگاه سنجش

میانگین ساعتی است لذا

میلی گرم CO تولید شده برای ۱ ساعت

$$19010 : 8 = 2376$$

میزان هرکدام از آلاینده‌ها محاسبه ردید و در جدول‌های

مربوط آورده شد.

۳- روش‌های محاسباتی مربوط به مقایسه آلاینده ناشی از

فعالیت کارگاهی با آلاینده اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه

سنجش:

به عنوان مثال: برای آلاینده CO

میانگین میزان آلاینده ناشی از فعالیت کارگاهی

$$2/03 \text{ PPM}$$

میانگین اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه سنجش

$$4/36 \text{ PPM}$$

نسبت آلاینده کارگاه به ایستگاه سنجش:

$$\frac{2/03}{4/36} = 0.465$$

میانگین آلاینده اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه سنجش :

$$100 \times \left(\frac{\text{میانگین میزان آلاینده ناشی از فعالیت کارگاهی و مصرف سوخت دیزلی}}{0.465} \right)$$

درصد آلاینده ناشی از فعالیت کارگاهی

$$CO \text{ درصد آلاینده} = \frac{2/03}{4/36} \times 100 = 46.5\%$$

جدول ۱. میانگین اعداد پارامترهای آلاینده هوا در دوره زمانی مورد بررسی از ایستگاه سنجش آلودگی هوا- تاریخ ۹۶/۲/۱ الی ۹۷/۶/۳۱

PM _{2.5} (mg/mg)	PM ₁₀ (mg/mg)	SO ₂ (ppb)	NOx (ppb)	NO ₂ (ppb)	NO (ppb)	O ₃ (ppb)	CO (ppm)	میانگین میزان آلاینده
۱۸.۰۱	۹۲.۱۶	۲۱.۷۲	۲۵.۶۱	۶.۴۰	۱۴.۸۶	۳۸.۲۷	۴.۴۴	اردیبهشت ۹۶
۱۷.۳۳	۹۱.۳۲	۲۶.۱۸	۲۱.۴۶	۶.۷۱	۱۴.۷۵	۳۹.۹۳	۴.۳۹	خرداد ۹۶
۱۹.۲۰	۹۳.۴۱	۲۵.۷۲	۴.۴۶	۶.۶۵	۱۴.۸۰	۴۰.۷۴	۴.۳۹	تیر ۹۶
۱۷.۶۳	۹۲.۵۱	۲۳.۳۹	۲۱.۴۷	۶.۶۹	۱۴.۷۸	۴۰.۶۸	۴.۳۷	مرداد ۹۶
۲۲.۴۵	۹۹.۸۴	۲۹.۳۴	۲۶.۴۸	۶.۹۱	۱۵.۷۶	۴۴.۶۱۴	۴.۷۵	شهریور ۹۶
۲۲.۱۳	۹۹.۸۱	۲۹.۵۰۶	۲۶.۳۰	۶.۹۰	۱۴.۸۹	۴۴.۸۷	۴.۷۶	مهر ۹۶
۲۲.۰۲	۹۸.۳۲	۲۸.۹۰	۲۵.۴۱	۶.۸۲	۱۴.۶۳	۴۳.۹۱	۴.۶۸	آبان ۹۶
۲۰.۱۴	۹۲.۱۵	۲۶.۱۴	۲۲.۱۳	۶.۳۹	۱۴.۸۵	۴۰.۱۴	۴.۳۲	آذر ۹۶
۱۹.۵۱	۹۱.۹۱	۲۵.۱۳	۲۱.۹۰	۶.۴۰	۱۴.۰۷	۴۰.۰۲	۴.۳۹	دی ۹۶
۱۹.۹۴	۹۳.۳۸	۲۵.۷۳	۲۱.۸۳	۶.۴۲	۱۴.۱۵	۳۹.۱۵	۴.۲۵	بهمن ۹۶
۱۸.۱۴	۹۱.۴۲	۲۵.۳۹	۲۱.۴۳	۶.۶۴	۱۴.۳۲	۳۸.۷۹	۴.۱۳	اسفند ۹۶
۱۸.۰۳	۹۰.۵۴	۲۵.۱۷	۲۱.۹۵	۶.۶۵	۱۴.۱۹	۳۸.۹۹	۴.۲۲	فروردین ۹۷
۱۸.۰۲	۹۱.۳۳	۲۶.۱۳	۲۱.۸۳	۶.۶۳	۱۴.۱۵	۳۹.۹۲	۴.۱۱	اردیبهشت ۹۷
۱۷.۹۱	۹۲.۱۰	۲۵.۱۴	۲۱.۱۵	۶.۰۵	۱۴.۷۸	۳۹.۸۷	۴.۲۳	خرداد ۹۷
۱۷.۸۲	۹۱.۸۳	۲۲.۱۳	۲۱.۰۵	۶.۱۵	۱۴.۱۳	۳۹.۴۱	۴.۲۳	تیر ۹۷
۱۸.۳۱	۹۱.۴۲	۲۲.۱۵	۲۲.۱۴	۶.۳۸	۱۴.۰۵	۴۰.۱۴	۴.۲۹	مرداد ۹۷
۱۸.۶۳	۹۰.۳	۲۱.۹۱	۲۱.۱۳	۶.۱۴	۱۴.۳۳	۳۹.۸۱	۴.۲۹	شهریور ۹۷
۱۹.۱۳	۹۳.۱۶	۲۵.۲۸	-	۶.۵۲	-	۴۰.۴۹	۴.۳۶	میانگین آلاینده در طول دوره

$$+ 1008 + 29232 + 3240 + 4454 + 7920 = 68534$$

$$22680$$

$$\times \frac{1}{1000} M^3 \times 860 \frac{Kg}{M^3} = 58'939$$

$$68534$$

۲- روش‌های محاسباتی تعیین میزان آلاینده براساس

سوخت مصرفی در دوره زمانی مورد بررسی

به عنوان مثال:

در اردیبهشت ۹۶ میزان سوخت مصرفی ۶۸۵۳۴ لیتر سوخت

(لیتر در ماه) می‌باشد دانسیته گازوئیل $860 \frac{Kg}{M^3}$ و 1.2

استاندارد انتشار مونوکسیدکربن (CO) طبق جدول استاندارد

مرجع، ۸ ساعته معادل $10 \frac{Mg}{M^3}$ می‌باشد.

گازوئیل مصرفی اردیبهشت ۹۶

$$68534 \text{ lit} \times \frac{1}{1000} m^3 \times 860 \frac{Kg}{m^3} = 58939 kg$$

گازوئیل مصرفی روزانه

$$58'939 \div 31 = 1901 Kg$$

مونوکسیدکربن تولید شده برای ۸ ساعت کاری

$$1901 \times 10 = 19010 Mg$$

جدول ۲. استانداردهای آلودگی هوا

غلظت مجاز صنعتی (TWA and STEL)	غلظت مجاز در هوای محیط (NAAQS)	ماده
۸ ساعته: ۲ ppm ۱۵ دقیقه‌ای: ۵ ppm	سالانه: $۰/۰۳ \text{ ppm} = ۸۰ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ۲۴ ساعته: $۰/۱۴ \text{ ppm} = ۵۶۳ \mu\text{g}/\text{m}^3$	دی‌اکسید گوگرد (SO ₂)
۸ ساعته: ۰/۱ ppm	۸ ساعته: $۰/۸۰ \text{ ppm} = ۱۵۷ \mu\text{g}/\text{m}^3$	اُزن (O ₃)
۸ ساعته: ۳ ppm ۱۵ دقیقه‌ای: ۵ ppm	سالانه: $۰/۰۵۳ \text{ ppm} = ۱۰۰ \mu\text{g}/\text{m}^3$	دی‌اکسید نیتروژن (NO ₂)
۸ ساعته: ۲۵ ppm	۸ ساعته: $۹ \text{ ppm} = ۱۰ \mu\text{g}/\text{m}^3$ یک ساعته: $۳۵ \text{ ppm} = ۴۰ \mu\text{g}/\text{m}^3$	مونواکسید کربن (CO)
استاندارد، برای نوع خاص ذرات وجود دارد لیکن برای PM ₁₀ موجود نیست.	سالانه: $۵۰ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ۴۲ ساعته: $۱۵۰ \mu\text{g}/\text{m}^3$	ذرات ریز (PM ₁₀)
استاندارد، برای نوع خاص ذرات وجود دارد لیکن برای PM _{2.5} موجود نیست.	سالانه: $۲۵ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ۴۲ ساعته: $۶۵ \mu\text{g}/\text{m}^3$	ذرات بسیار ریز (PM _{2.5})
۸ ساعته: $۵۰ \mu\text{g}/\text{m}^3$	میانگین فصلی: $۱/۵ \mu\text{g}/\text{m}^3$	سرب (Pb)
یک استاندارد خاص عبارت است از تعداد فیبرهای موجود در یک سی سی است.	-----	آزبست
۸ ساعته: ۱۰ ppm	-----	بنزین

میزان سوخت مصرفی هر دستگاه با توجه به ضریب مصرف سوخت و توان هر دستگاه با استفاده از فرمول زیر بدست می‌آید.

$$Q = 0.15 \times P \times K$$

جدول ۳. محاسبه سوخت مصرفی هر دستگاه

ماشین آلات	K (ضریب مصرف سوخت)	P (قدرت موتور بخار)	Q (سوخت مصرفی لیتر بر ساعت)
بیل مکانیکی	۰/۵	۱۸۰	۱۳/۵۰
باب کت	۰/۲	۱۴۰	۴/۲۰
لودر	۰/۳۵	۱۹۵	۱۰/۲۳
جرثقیل	۰/۴۰	۲۹۰	۱۷/۴
تانکر آب	۰/۳	۱۵۰	۶/۷۵
دیزل ژنراتور	۰/۴۵	۲۷۵	۱۸/۵۶
کامیون	۰/۲۰	۲۲۰	۶/۶۰
مینی بیل	۰/۳۰	۱۴۰	۶/۳۰
پمپ بتن	۰/۲۵	۲۱۰	۷/۸۷
تراک میکسر	۰/۲۰	۱۸۰	۵/۴۰
کمپرسی	۰/۲۰	۲۳۰	۶/۹۰

(میزان ساعت کاری روزانه هر دستگاه) ۸ × تعداد دستگاه × (سوخت مصرفی لیتر بر ساعت) Q

جدول ۴. میزان سوخت مصرف شده هر دستگاه بر حسب لیتر از تاریخ ۹۶/۲/۱ الی ۹۷/۶/۳۱

تعداد دستگاه در روز	بیل مکانیکی (لیتر)	باب کت (لیتر)	لودر (لیتر)	جرثقیل (لیتر)	تانکر آب (لیتر)	دیزل ژنراتور (لیتر)	کامیو ن (لیتر)	مینی بید ل (لیتر)	پمپ بتن (لیتر)	تراک میکسر (لیتر)	کمپرسور (لیتر)	جمع کل سوخت مصرفی (لیتر)	تاریخ
اردیبهشت ۹۶	۲۲۶۸۰	۱۰۰۸	۰	۲۹۲۳۲	۳۲۴۰	۴۴۵۴	۷۹۲۰	۰	۰	۰	۰	۶۸۵۳۴	
خرداد ۹۶	۲۲۶۸۰	۱۰۰۸	۰	۲۹۲۳۲	۳۲۴۰	۴۴۵۴	۷۹۲۰	۰	۰	۰	۰	۶۸۵۳۴	
تیر ۹۶	۱۱۳۴۰	۱۰۰۸	۱۷۱۸۶	۱۶۷۰۴	۳۲۴۰	۴۴۵۴	۱۵۸۴	۱۰۵۸۴	۰	۰	۰	۶۶۱۰۰	
مرداد ۹۶	۱۲۹۶۰	۱۰۰۸	۱۷۱۸۶	۱۶۷۰۴	۳۲۴۰	۷۴۲۴	۱۵۸۴	۱۰۵۸۴	۰	۰	۵۵۲۰	۷۶۲۱۰	
شهریور ۹۶	۲۲۶۸۰	۱۰۰۸	۱۷۱۸۶	۲۹۲۳۲	۳۲۴۰	۸۹۰۹	۷۹۲۰	۱۰۵۸۴	۰	۰	۸۲۸۰	۱۰۹۰۳۹	
مهر ۹۶	۲۲۶۸۰	۱۰۰۸	۱۷۱۸۶	۲۹۲۳۲	۳۲۴۰	۸۹۰۹	۷۹۲۰	۱۰۵۸۴	۰	۰	۸۲۸۰	۱۰۹۰۳۹	
آبان ۹۶	۲۲۶۸۰	۱۰۰۸	۱۷۱۸۶	۲۹۲۳۲	۳۲۴۰	۸۹۰۹	۵۲۸۰	۹۰۷۲	۶۳	۸۶۴	۲۲۰۸	۹۹۷۴۲	
آذر ۹۶	۹۰۷۲	۱۸۸۲	۴۶۶۵	۲۱۹۹۳	۴۱۵۸	۱۰۵۴۲	۲۳۳۳	۵۶۴۵	۶۳	۹۵۰	۲۴۲۹	۶۳۷۲۲	
دی ۹۶	۹۰۷۲	۱۸۸۲	۴۶۶۵	۲۱۹۹۳	۳۷۸۰	۱۰۵۴۲	۲۱۱۲	۵۰۴۰	۶۳	۸۶۴	۲۲۰۸	۶۲۲۲۱	
بهمن ۹۶	۹۰۷۲	۱۸۸۲	۴۶۶۵	۲۱۹۹۳	۴۱۵۸	۱۰۵۴۲	۲۳۳۳	۵۶۴۵	۶۳	۹۵۰	۲۴۲۹	۶۳۷۲۲	
اسفند ۹۶	۹۰۷۲	۱۸۸۲	۴۶۶۵	۲۱۹۹۳	۴۱۵۸	۸۳۱۴	۲۳۳۳	۵۶۴۵	۶۳	۹۵۰	۲۴۲۹	۶۱۴۹۴	
فروردین ۹۷	۹۰۷۲	۱۸۸۲	۴۶۶۵	۲۱۹۹۳	۴۱۵۸	۸۳۱۴	۲۳۳۳	۵۶۴۵	۶۳	۹۵۰	۲۴۲۹	۶۱۴۹۴	
اردیبهشت ۹۷	۹۰۷۲	۱۸۸۲	۴۶۶۵	۲۱۹۹۳	۴۱۵۸	۸۳۱۴	۲۱۱۲	۵۶۴۵	۶۳	۹۵۰	۲۴۲۹	۶۱۲۸۳	
خرداد ۹۷	۶۴۸	۳۳۶۰	۰	۲۶۴۴۸	۱۴۴۷۲	۸۳۱۴	۱۵۸۴	۲۹۷۴	۳۱۵	۱۴۶۸	۳۰۳۶	۶۲۶۱۴	
تیر ۹۷	۶۴۸	۳۳۶۰	۰	۲۶۴۴۸	۱۴۴۷۲	۸۳۱۴	۲۹۵۷	۲۵۲۰	۳۱۵	۱۴۶۸	۳۰۳۶	۶۳۵۳۳	
مرداد ۹۷	۶۴۸	۳۳۶۰	۰	۲۶۴۴۸	۱۴۴۷۲	۸۳۱۴	۲۶۴۰	۲۹۷۴	۳۱۵	۱۲۹	۳۰۳۶	۶۲۳۳۱	
شهریور ۹۷	۶۴۸	۹۷۴	۰	۳۸۹۷	۱۴۴۷۲	۸۳۱۴	۲۱۱۲	۱۴۶۲	۱۸۹	۵۱۸	۰	۳۲۵۸۶	

جدول ۵. میزان هر آلاینده بر اساس سوخت مصرفی ماهیانه از تاریخ ۹۶/۲/۱ الی ۹۷/۶/۳۱

تاریخ	سوخت مصرفی (لیتر)		سوخت مصرفی (کیلوگرم)				PM _{2.5} (m ³ /mg)	PM ₁₀ (m ³ /mg)
	litre × 0/86	litre × 0/86	CO (ppm)	O ₃ (ppb)	NO ₂ (ppb)	SO ₂ (ppb)		
اردیبهشت ۹۶	۶۸۵۳۴	۵۸۹۳۹	۲،۰۸	۱۸،۰۴	۳،۱۶	۱۵،۰۷	۳۵،۷۱	۱۱،۴۷
خرداد ۹۶	۶۸۵۳۴	۵۸۹۳۹	۲،۰۸	۱۸،۰۴	۳،۱۶	۱۵،۰۷	۳۵،۷۱	۱۱،۴۷
تیر ۹۶	۶۶۱۰۰	۵۶۸۴۶	۲،۰۶	۱۷،۳۹	۳،۰۵	۱۵،۰۶	۳۴،۴۴	۱۱،۰۶
مرداد ۹۶	۷۶۲۱۰	۶۵۵۴۰	۲،۳۱	۲۰،۰۶	۳،۵۱	۱۶،۷۵	۳۹،۷۰	۱۲،۷۵
شهریور ۹۶	۱۰۹۰۳۹	۹۳۷۷۳	۳،۳۱	۲۸،۷۰	۵،۰۳	۲۳،۰۷	۵۶،۸۱	۱۸،۲۴
مهر ۹۶	۱۰۹۰۳۹	۹۳۷۷۳	۳،۳۱	۲۸،۷۰	۵،۰۳	۲۳،۰۷	۵۶،۸۱	۱۸،۲۴
آبان ۹۶	۹۹۷۴۲	۸۵۷۷۸	۳،۰۳	۲۶،۲۵	۴،۵۹	۲۱،۹۳	۵۱،۹۷	۱۶،۶۹
آذر ۹۶	۶۳۷۲۲	۵۴۸۰۱	۱،۹۳	۱۶،۲۷	۲،۹۳	۱۴،۰۱	۳۳،۲۰	۱۰،۶۶
دی ۹۶	۶۲۲۲۱	۵۳۵۱۰	۱،۸۹	۱۶،۳۷	۲،۸۶	۱۳،۶۸	۳۲،۴۲	۱۰،۴۱
بهمن ۹۶	۶۳۷۲۲	۵۴۸۰۱	۱،۹۳	۱۶،۱۷	۲،۹۳	۱۴،۰۱	۳۳،۲۰	۱۰،۶۶
اسفند ۹۶	۶۱۴۹۴	۵۲۸۸۴	۱،۸۶	۱۸،۸۲	۲،۸۳	۱۳،۵۲	۳۲،۰۴	۱۰،۲۹
فروردین ۹۷	۶۱۴۹۴	۵۲۸۸۴	۱،۸۶	۱۸،۸۲	۲،۸۳	۱۳،۵۲	۳۲،۰۴	۱۰،۲۹
اردیبهشت ۹۷	۶۱۲۸۳	۵۲۷۰۳	۱،۸۵	۱۶،۱۳	۲،۸۲	۱۳،۴۷	۳۱،۹۳	۱۰،۲۵
خرداد ۹۷	۶۲۶۱۴	۵۳۷۴۸	۱،۹۰	۱۶،۴۸	۲،۸۸	۱۳،۷۶	۳۲،۶۲	۱۰،۴۷
تیر ۹۷	۶۳۵۳۳	۵۴۶۳۸	۱،۹۳	۱۶،۷۲	۲،۹۲	۱۳،۹۷	۳۳،۱۰	۱۰،۶۳
مرداد ۹۷	۶۲۳۳۱	۵۳۶۰۴	۱،۹۲	۱۶،۴۰	۲،۸۷	۱۳،۷۰	۳۲،۴۷	۱۰،۴۳
شهریور ۹۷	۳۲۵۸۶	۲۸۰۲۳	۰،۹۹	۸،۵۷	۱،۵۰	۷،۱۶	۱۶،۹۷	۵،۴۵
میانگین آلاینده			۲،۰۳	۱۸،۸۲	۳،۲۳	۱۵،۳۴	۳۶،۵۴	۱۰،۷۳

جدول ۶. بررسی مقایسه میانگین آلاینده ناشی از فعالیت کارگاهی با آلاینده اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه سنجش

آلاینده	میانگین دوره ناشی از فعالیت کارگاهی	میانگین دوره اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه سنجش	نسبت آلاینده کارگاه به ایستگاه	درصد آلاینده ناشی از فعالیت کارگاهی
CO (ppm)	2/03	4/36	$\frac{2/03}{4/36} = 0/46$	46/56
O ₃ (ppb)	18/82	40/49	$\frac{18/82}{40/49} = 0/464$	46/48
NO ₂ (ppb)	3/23	6/52	$\frac{3/23}{6/52} = 0/495$	49/53
SO ₂ (ppb)	15/34	25/28	$\frac{15/34}{25/28} = 0/606$	60/68
PM ₁₀ (m ³ /mg)	36/54	93/16	$\frac{36/54}{93/16} = 0/392$	39/22
PM _{2.5} (m ³ /mg)	10/73	19/13	$\frac{10/73}{19/13} = 0/56$	56/08
			میانگین	49/75

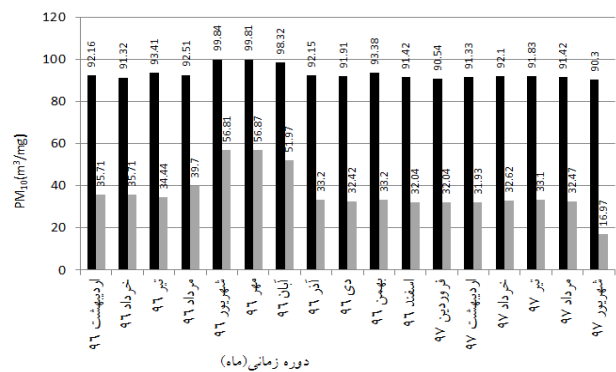
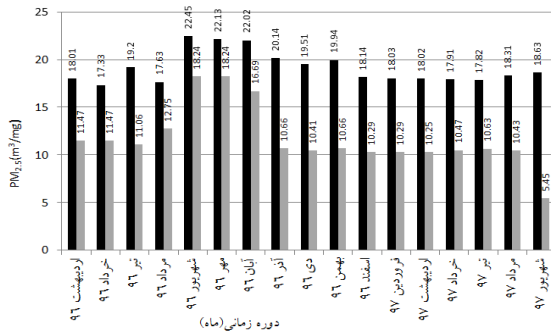
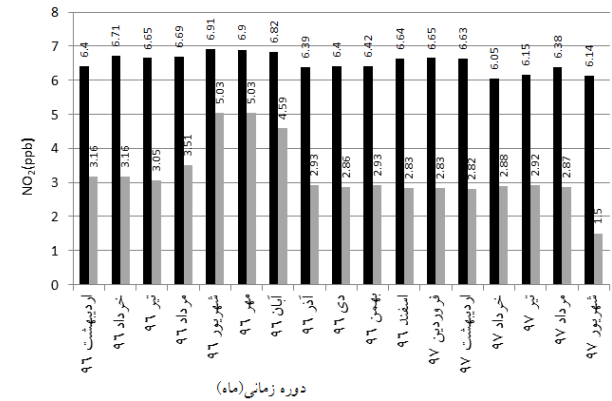
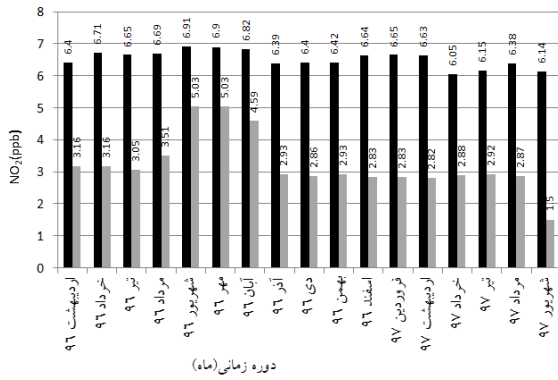
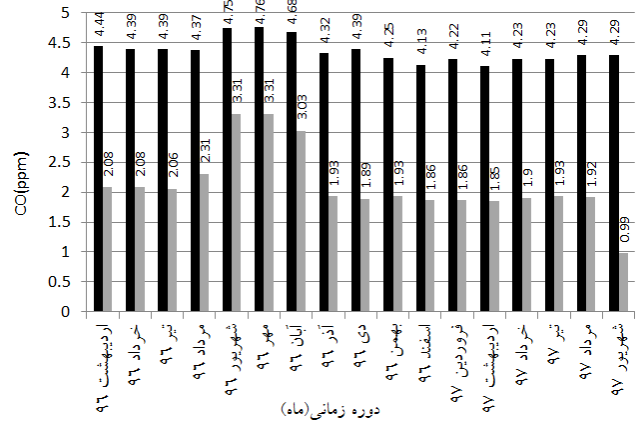
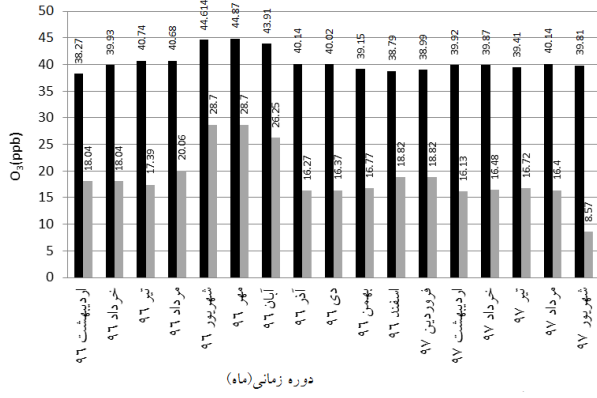
۱۰۰ × (میانگین میزان آلاینده ناشی از فعالیت کارگاهی و مصرف سوخت دیزل) = درصد آلاینده ناشی از فعالیت کارگاهی

میانگین آلاینده اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه سنجش

نمودارهای مقایسه پارامترهای آلاینده هوا ناشی از فعالیت کارگاهی با میزان پارامترهای آلاینده هوا اندازه گیری شده توسط ایستگاه سنجش

■ میزان آلاینده‌گی اندازه گیری شده توسط ایستگاه سنجش

■ میزان آلاینده‌گی براساس سوخت مصرفی کارگاه



۱- ارتباط مستقیمی بین میزان آلاینده‌های اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه سنجش و میزان فعالیت کارگاهی مشاهده گردید، به طوری که در ماه‌هایی که فعالیت کارگاهی حداکثر وجود داشت شهریور و مهر و آبان ۹۶ شاخص فعالیت کارگاهی ماشین‌آلات بالاترین اعداد را در طول دوره مورد

۵- نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از تعیین میزان آلاینده‌گی هوای ماشین‌آلات و تجهیزات و فعالیت پروژه عمرانی مورد بررسی در این تحقیق عبارتند از:

- آب پاشی ذرات معلق ناشی از عملیات خاکی کارگاه
- تغییر ساعات کاری کارگاه در ساعات اوج آلودگی هوای شهر

- به کارگیری قوانین استاندارد کنترل آلودگی هوا در کارگاه‌های ساختمانی و ملزوم نمودن پیمانکاران به رعایت ضوابط کنترل آلودگی هوا
- ۴- درصد آلاینده SO_2 ناشی از فعالیت کارگاهی با میزان $60/68$ که بالاترین درصد را به خود اختصاص داده است حائز اهمیت است.

با توجه به وجود گوگرد در گازوئیل کاهش میزان گوگرد در سوخت‌های دیزلی ضروری است مطابق استاندارد یورو ۴ میزان گوگرد حداقل 50 PPM باشد. استانداردسازی سوخت دیزلی می‌توان میزان SO_2 ناشی از احتراق گازوئیل را کاهش دهد.

۵- پروژه کارگاهی مورد تحقیق به دلیل نزدیک بودن به ایستگاه سنجش آلودگی هوا و نیز در اختیار بودن اطلاعات کارگاهی ماشین‌آلات به عنوان نمونه یک پروژه عمرانی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت، خوشبختانه پروژه مورد نظر با هدف ایجاد و توسعه حمل‌ونقل ریلی شهر شیراز در راستای کاهش آلودگی هوای شهر شیراز و استفاده بیشتر از وسایل حمل و نقل عمومی نقش به‌سزایی ایفاء می‌کند.

۶- مراجع

- اسلامی بجنوردی، ب. اسراری، ا. (۱۳۹۸)، "مطالعه روند تغییرات غلظت آلاینده‌های SO_2 ، NO_2 ، O_3 و ارتباط آن با پارامترهای هواشناسی در شهر شیراز با رویکرد آنالیز رگرسیون طی سال‌های ۹۲ الی ۹۷"، ششمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران، محیط زیست.

- بیات، ر.، (۱۳۸۳)، "سهم‌بندی منابع تولید آلودگی هوای شهر تهران"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، - پوربابک، ا.ر.، (۱۳۸۵)، "هوایی که تنفس می‌کنیم"، نگارش قم.

- جمشیدی، پ.، (۱۳۹۴)، "گازوئیل سوخت دیزل"، اتحادیه صادرکنندگان فرآورده‌های نفت، گاز و پتروشیمی ایران.

- خراسان‌زاده، ع.ا. بحری‌ها، س. و یاری، ف.، (۱۳۹۵)، "راه تولید سوخت پاک"، انتشارات روابط عمومی شرکت‌های پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی.

بررسی نشان می‌دهد و به همان نسبت ایستگاه سنجش آلودگی هوا نیز اعداد بیشتری برای آلاینده‌ها در این ماه‌ها نشان می‌دهد.

۲- با توجه به اعداد بدست آمده از شاخص فعالیت دستگاه‌های دیزل کارگاه مشخص گردید. تعدادی از دستگاه‌ها دارای شاخص بالاتری هستند که به همان نسبت مصرف سوخت بیشتری و نیز آلاینده‌گی بیشتری بوجود می‌آورند و میزان سهم بیشتری در آلودگی هوا دارند و باید توجه بیشتری در ارتباط با کاهش مصرف سوخت آنها از جمله بازدیدهای دوره‌ای و سرویس‌های مورد نیاز انجام گیرد.

دستگاه دیزلی ژنراتور با عدد شاخص ۱۲۴ بالاترین میزان مصرف سوخت $18/56$ لیت در ساعت و بعد از آن جرتقیل کارگاهی با عدد شاخص ۱۱۶ و مصرف سوخت $17/40$ لیتر در ساعت و بیل مکانیکی با عدد شاخص ۹۰ و مصرف سوخت $13/50$ لیتر در ساعت به ترتیب در جایگاه اول تا سوم مصرف سوخت و تولید گازهای آلاینده قرار دارند.

۳- در مقایسه میانگین آلاینده‌گی، هرکدام از آلاینده‌ها ناشی از فعالیت کارگاهی با میانگین آلاینده‌های اندازه‌گیری توسط ایستگاه سنجش، درصد آلاینده‌گی ناشی از فعالیت کارگاهی به این صورت می‌باشد.

$CO: 6/56$ درصد، $O_3: 6/48$ درصد، $NO_2: 9/53$ درصد، $SO_2: 60/68$ درصد، $PM_{10}: 39/22$ درصد، $PM_{2.5}: 56/08$ درصد سهم آلاینده‌گی میانگین برای آلاینده‌های بررسی شده ناشی از فعالیت کارگاهی $49/75$ درصد می‌باشد که حائز اهمیت است و می‌توان راهکارهایی در جهت کنترل و کاهش آلودگی هوا ناشی از فعالیت‌های کارگاهی و عمرانی به شرح زیر بیان نمود:

- استفاده از سوخت‌های جایگزین بیودیزل به جای سوخت دیزل

- بهسازی سوخت دیزل با افزودن نانوکاتالیت‌ها و نیز کاهش میزان گوگرد سوخت دیزل

- الزامی نمودن استفاده از فیلترهای جاذب دود دیزل جهت ماشین‌آلات کارگاهی **Disel Particalate Filter**

- بازدید و سرویس دوره‌ای ماشین‌آلات و تجهیزات کارگاهی به‌منظور کاهش مصرف سوخت

- جایگزینی دستگاه‌های فرسوده با تجهیزات و دستگاه‌های نو و با تکنولوژی جدید

محیط زیست، تهران، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون
بنیادین،

-ملک، م.، (۱۳۹۶)، "راه‌های پیشگیری از آلودگی هوا در کلان
شهرها"، مجله مطالعات علوم زیستی و زیست فناوری، پاییز،
دوره سوم، شماره ۸.

- "تصویب‌نامه هیأت وزیران، حد مجاز استانداردهای
خروجی از کارخانجات و کارگاه‌های صنعتی"، شماره
۹۵۰۵/ت ۴۹۰۶۵ هـ مورخ ۱۳۹۵/۱/۳۱.

-معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری،
(۱۳۸۸)، معرفی ماشین‌آلات عمرانی، نشریه شماره ۴۴۶.

- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری،
(۱۳۸۸)، "مدیریت بهره‌برداری ماشین‌آلات عمرانی"، نشریه
شماره ۴۴۹.

-Asif Faiz, Christopher S. Weaver,
Michael P. Walsh, (1996), "Air Pollution
from Motor Vehicles Standards and
Technologies for Controlling Emissions",
World Bank Publications.

- Hatami, Morteza, Mitra Mohammadi;
Reza Esmaeli & Mohamadi, Mandana,
(1396), "Assessing the Relationship
Between Meteorological Parameters, Air
Pollution And Cardiovascular Mortality of
Mashhad City Based on Time Series
Model", Iranian journal of health, safety
and environment 5 (1) .

- Mazlouni Tabrizi, Maral; Seyed Ahmad
Hosseini; Afrooz Ahmadi & Zahra
Keykhaee, (1396), "Exposure to air
pollution and risk of cancer in children A
case control study Running".

- Peter Brimblecombe, (2003), "The Effects
of Air Pollution on the Built
Environment", World Scientific
Publishing Company .

- Sadeghian, Mohammad Mehdi, (1397),
"monitoring of traffic air pollution using
magnetic properties of tree leaves in
Isfahan".

-Zolghadry, Shaghayegh; Mehrdad
Ghodskhah Daryae & Javad Torkaman,
(1394), "Pollution on Spread Velocity of
Dutch Elm Disease".

- رجایی، ع.، (۱۳۹۷)، "ارایه راهکارهایی جهت کاهش
آلودگی هوای شهر تهران"، مجله نخبگان علوم و مهندسی،
فروردین ۱۳۹۷، شماره ۱۰.

- سعیدان، م.، (۱۳۹۵)، "بررسی عددی احتراق بیودیزل بدست
آمده از روغن کلزا بر عملکرد آلاینده‌های خروجی موتور
دیزل"، مجله مهندسی مکانیک مدرس، تیر ۱۳۹۶، دوره ۱۷
شماره ۴.

-شمسی‌زاده، ر.، (۱۳۹۵)، "بررسی و مدل‌سازی غلظت ذرات
معلق در هوای شیراز"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه
پیام‌نور شیراز.

-شفیعی پورمطلق، م.، (۱۳۹۱)، "مهندسی آلودگی هوا"، موسسه
نشر شهر، چاپ دوم.

-طاهری، ا. علی‌اصغری، پ. و حسینی، و.، (۱۳۹۶)، "بررسی
اثر خودروهای دیزلی در حال تردد در تهران بر آلودگی کربن
سیاه"، دهمین همایش بین‌المللی موتورهای درون‌سوز، تهران،
انجمن علمی موتور ایران.

- طاهری‌زاده، ع.ر. طاهری‌زاده، ع.ر. و عباسی، م.، (۱۳۹۵)،
"راهکارهای جلوگیری از آلودگی هوای حاصل از طرح‌های
عمرانی توسط مدیریت HSE".

-عبدی علمی، ا. و یوسفوند، ح.، (۱۳۹۲)، "مقایسه‌سوخت‌های
جایگزین در سیستم خودروهای حمل‌ونقل عمومی"، دومین
همایش ملی انرژی‌های نو و پاک، همدان،

- علیدادی، ح. رستمی، ن. نجف پور، ع.ا. و فاطمی، ج.،
(۱۳۹۱)، "بررسی میزان آلودگی خودروهای دیزلی و بنزینی
مورداستفاده در حمل‌ونقل عمومی شهرمشهد"، (۱۳۸۹)، اولین
کنفرانس مدیریت آلودگی هوا و صدا، تهران، دانشگاه صنعتی
شریف.

-عزیزی، و. و اسراری، ا.، (۱۳۹۸)، "بررسی و مقایسه
آلاینده‌های هوای تهران در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۶"، دومین
همایش تدبیر، معماری، شهرسازی، عمران و جغرافیا در توسعه
پایدار.

-کنت وارک، و. و این. (۱۹۹۰م)، "آلودگی هوا"، ترجمه کاظم
ندافی، حسونند، حیدری، نقی زاده، موسسه علمی فرهنگی
نص، چاپ چهارم، بهار ۱۳۹۶.

-لقمانی، ف. محمدی، ا. و رحیمی، ک.، (۱۳۹۳)، "مروری بر
اثرات استفاده از بیودیزل‌ها در وسایل نقلیه"، اولین کنفرانس
بین‌المللی یافته‌های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و

Investigating the Pollution and Influence of Civil Projects Construction Machinery in Air Pollution (Case Study: Shriaz Urban Train Station Construction Project)

Elham Asrari, Associate Professor, Payame Noor University, Iran.

Mohamadreza Hajaty, M.Sc., Grad., Shiraz Payame Noor University, Shiraz, Iran.

E-mail: rezahajaty@yahoo.com

Received: August 2021-Accepted: November 2021

ABSTRACT

Increasing human activities for development such as civil projects and construction operations and the impacts of such activities on the environment is of great importance. Construction projects as one of the sources of air pollutants can be named as such activities. This pollution can be divided in two parts, emissions from the operation of the machinery, and equipment used in the projects and the other dust particles generated by such activities on air pollution. In this study, the amount of pollution and impact of construction machinery was studied on air pollution in the project of construction of Shiraz Urban Train Station, located in Imam Hussein Square of Shiraz. Air pollution data and parameters were collected and extracted from the EPA station which is near the project implementation site, where the project activity was timed, including PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO₂, O₃, CO. Some pieces of information were collected from the Urban Train Organization. Such as the duration of the project activity, the type and number of machines involved in the project and their hours of operation from. According to the data collected from the Meteorological Office, the weather and the amount of dust were determined during the time periods. Workshop equipment and fuel consumption were calculated based on the daily workshop activities of each machine and the amount of contamination was determined based on the amount of fuel consumed. As well as analysis, review and the percentage of air pollutants caused by the construction project activity were specified. In compared to the average of the pollutants, each of the pollutants caused by the workshop activity with the average pollutants measured by the measurement station, the percentage of pollution caused by the workshop activity is CO=46/56%, O₃=46/48%, NO₂=49/53%, SO₂=60/68%, PM₁₀=39/22, PM_{2.5}=56/08. There was a direct relationship between the pollutants measured by the measuring station and the activity level of the workshop, with the highest activity index in the months when the workshop showed the highest number of pollutants, and at the same time, the air pollution monitoring station had higher numbers of pollutants in these months. It shows. Devices that have a higher workshop activity index have higher fuel consumption and a higher share of air pollution.

Keywords: The Environment, Civil Projects, Construction Machinery, Air Pollution

