محیط‌شناسی، دورهٔ ٤١، شمارهٔ ٢، تابستان ١٣٩٤، صفحهٔ ٣٨٧-٣٧٣

بررسی آثار محیط‌زیستی کارخانهٔ ایران خودرو دیزل به روش تلفیقی Entropy و LINMAP

سیدعلی جوزی[1]*، صدف عطائی[2]

۱. دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکدهٔ فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد تهران شمال

۲. کارشناس ارشد علوم محیط‌زیست- ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکدهٔ محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران sadaf_ataee@yahoo.com

تاریخ وصول مقاله: ۹۲/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۹٤/۰۵/۱۹

چکیده

این مطالعه به منظور تجزیه و تحلیل آثار محیط زیستی کارخانهٔ ایران خودرو دیزل واقع در شهرستان چهاردانگه صورت گرفته است. هدف از این تحقیق، شناسایی، طبقه‌بندی و بررسی آثار محیط‌زیستی کارخانهٔ ایران خودرو دیزل به دو روش Entropy و LINMAP است. ابتدا با توجه به بازدیدهای میدانی، مصاحبه با بومیان منطقه و مطالعهٔ اطلاعات پایه، آثاری که کارخانه بر سه محیط ایجاد می کند، شناسایی شد. آثار محیط زیستی مربوط به آن مشخص و در مرحلهٔ بعدی برای تجزیه و تحلیل و اولویت‌بندی آثار محیط‌زیستی شناسایی‌شده، از روش تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل و اولویت‌بندی سه محیط با استفاده از روش LINMAP، محیط فیزیکی و شیمیایی با وزن ۰/۶ در اولویت اول و پس از آن محیط بیولوژیک با وزن ۰/۳۸ در رتبهٔ دوم و محیط اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی با وزن ۰/۱ در رتبهٔ آخر قرار گرفت. در مهم‌ترین راهکار در زمینهٔ کاهش آثار شناسایی‌شده، ایجاد یک سیستم مدیریت محیط‌زیستی مبتنی بر تولید پاک شامل کاربرد مستمر راهبرد محیط‌زیستی فراگیر پیشگیری در فرایندها، محصولات و خدمات به منظور افزایش کارایی و کاهش مخاطرات انسانی و محیط‌زیستی است.

کلیدواژه

آثار محیط‌زیستی، روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM)، روش Entropy، روش LINMAP، کارخانهٔ ایران خودرو دیزل.

۱. سرآغاز

ارزیابی آثار محیط‌زیستی[1] به شناسایی و ارزیابی سیستماتیک پیامدها و آثار پروژه‌ها، برنامه‌ها و طرح‌ها در اجزای فیزیکی، بیولوژیکی و فرهنگی- اقتصادی و اجتماعی محیط‌زیست می‌پردازد (Canter, 1996). ارزیابی آثار محیط‌زیستی به طور کلی حداقل دو گزینه و گاهی تا بیش از پنجاه گزینه را شامل می‌شود. به طور معمول مطالعات بر سه تا پنج گزینه تمرکز دارند (Asian Development Bank, 1997). آثار محیط‌زیستی شامل آن دسته از فاکتورهایی است که در قالب آلودگی یا تخریب در انسان، حیوان، گیاه، آب، خاک، هوا، آثار فرهنگی، باستانی، تاریخی، کیفیت دید، کیفیت صدا و ارتعاش و منابع اقتصادی و اجتماعی تأثیر می‌گذارند (مخدوم، ۱۳۷۶). تکامل صنعت خودرو با نوآوری های مختلف در سوخت، قطعات خودرو، زیرساخت‌های اجتماعی و شیوه‌های تولید و تغییرات در بازار، تأمین‌کنندگان و سازه‌های کسب و کار را تحت تأثیر قرار داده است (Alan, 2005). صنایع خودروسازی از بزرگ ترین صنایع جهان و در کشور ما نیز از اهمیت خاصی برخوردارند. صنایع خودروسازی از نظر طبقه بندی بانک جهانی می توانند جزو پروژه‌هایی باشند که آثار محیط زیستی دارند. لذا بررسی و تجزیه و تحلیل آثار محیط‌زیستی به منظور شناسایی آثار

* نویسنده مسئول: ۹۱۲۶۱۹۴۶۷۶ Email: sajozi@yahoo.com

مهم و برجستهٔ آلاینده‌های ایجادشدهٔ ناشی از فعالیت‌های فاز بهره‌برداری و ارائهٔ راهکارهای منطقی برای تقلیل آثار سوء و ارتقای کیفیت محیط‌زیست با هدف اطمینان‌یافتن از اجرای مناسب و صحیح فعالیت‌های یک کارخانه انجام می‌شود (محمدرضایی و همکاران، ۱۳۸۴).

شرفی و همکاران (۱۳۸۷) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی آثار محیط زیستی احداث کارخانهٔ خودروسازی به روش روی‌هم‌گذاری، مطالعهٔ موردی: احداث کارخانهٔ خودروسازی در غرب تاکستان» ارزیابی آثار محیط زیستی احداث و بهره‌برداری از کارخانهٔ خودروسازی را با تأکید بر کاربرد روش روی‌هم‌گذاری نقشه‌های موضوعی در تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و مکان‌دارکردن نتایج ماتریس سریع، بررسی کرده‌اند (شرفی و همکاران، ۱۳۸۷).

گیتی‌پور و همکاران (۱۳۸۵) در مقاله‌ای با عنوان «خودروسازی و راهکار بهره‌وری مواد» واحد لوازم تکمیلی شرکت ایران خودرو را به‌منزلهٔ یکی از واحدهای تولیدکنندهٔ مواد زاید این شرکت انتخاب کرده‌اند و به آنالیز کمّی و کیفی مواد زاید آن به منظور ارائهٔ راهکارهای مناسب مدیریتی پرداخته و در انتها راهکارهای مدیریتی ارائه داده‌اند (گیتی‌پور و همکاران، ۱۳۸۵).

خراسانی و همکاران (۱۳۸۴) در مقاله ای تحت عنوان «مدیریت مواد زاید جامد صنایع خودروسازی کشور، مطالعهٔ موردی: شرکت ایران خودرو» واحد لوازم تکمیلی و تزئینی شرکت ایران خودرو را به‌منزلهٔ یکی از واحدهای تولیدکنندهٔ مواد زاید این شرکت انتخاب کرده‌اند که نتایج این تحقیق نشان می داد که آنالیز کمّی و کیفی مواد زاید در واحد لوازم تکمیلی و تزئینی شرکت ایران خودرو، موجبات شناخت لازم برای مدیریت زایدات تولیدی را فراهم آورده است و به‌منزلهٔ نمونه‌ای از راهکارهای مدیریتی زایدات می‌توان از روش‌های کاهش مصرف مواد اولیه در مبدأ، بازیافت یا استفادهٔ مجدد زایدات و پردازش آن‌ها استفاده کرد (خراسانی و همکاران، ۱۳۸۴).

نصیری و همکاران (۱۳۸۵) در مقالهٔ «اندازه‌گیری و مدل‌سازی تراز معادل صدا (Leq) تعیین نقاط بحرانی از نظر آلودگی صوتی، مطالعهٔ موردی: در یک کارخانهٔ خودروسازی» نتایج اندازه‌گیری ترازهای صوتی ماشین‌آلات در فرکانس‌های اکتاوباندی، نقشهٔ صوتی و کانتورهای رنگی ناشی از مدل‌سازی آن‌ها را ارائه و نقاط بحرانی سالن از نظر آلودگی صوتی و میزان خطای نرم‌افزار با استفاده از اندازه‌گیری میدانی را تعیین کردند. در نهایت راهکارهای کنترلی مناسبی با توجه به نوع فرایندهای تولید، شکل و ابعاد سالن و دستگاه‌ها و سایر عوامل مرتبط ارائه دادند (نصیری و همکاران، ۱۳۸۵).

عبدالله (۱۳۹۰) در پایان‌نامهٔ خود با عنوان «بررسی آلودگی لجن رنگ صنایع خودروسازی امکان‌سنجی استخراج آلومینا از آن، مطالعهٔ لجن رنگ کارخانهٔ خودروسازی سایپا»، آلایندگی لجن رنگ صنایع خودروسازی را تعیین و راهکارهای جدیدی برای ارزیابی لجن یادشده ارائه داد. در این تحقیق برای پی بردن به میزان آلایندگی لجن رنگ آزمایش های متعددی مبتنی بر تعیین نوع و غلظت عناصر و ترکیبات موجود در این لجن، در جهت اثبات آلودگی آن نسبت به استانداردهای محیط‌زیستی انجام داد (عبدالله، ۱۳۹۰).

رهبران دادبخش (۱۳۸۷) در پایان نامهٔ خود با عنوان «بررسی میزان انتشار ذرات معلق در عملیات جوشکاری در صنایع خودروسازی و ارائهٔ راهکار کنترلی مناسب، مطالعهٔ موردی: کارخانهٔ محورسازان ایران خودرو»، با هدف ارزیابی میزان آلاینده‌های ذره‌ای (فیوم‌های جوشکاری) در یک صنعت فلزی تولید قطعات خودرو با حجم نسبتاً بالای عملیات جوشکاری را طراحی و انجام داد (رهبران دادبخش، ۱۳۸۷).

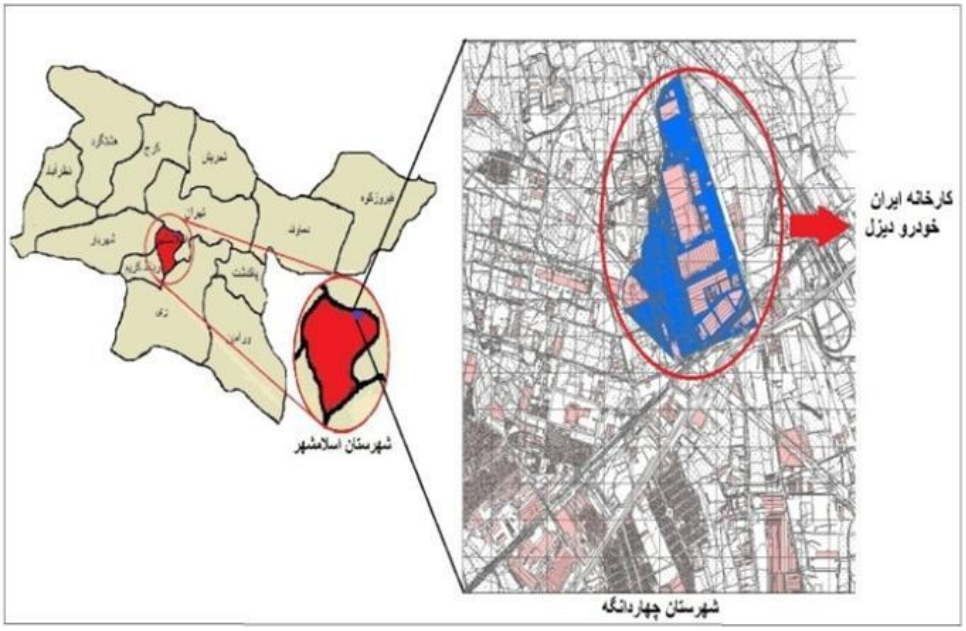
جوزی و همکاران (۱۳۸۸) در مقالهٔ «کاربرد روش های تصمیم گیری چندشاخصه در تجزیه و تحلیل مخاطرات محیط زیستی مناطق حفاظت شده، مطالعهٔ موردی: منطقهٔ حلهٔ بوشهر»، با استفاده از انتروپی شانون به شاخص ها (مخاطرات شناسایی‌شده)، وزن‌دهی و اولویت‌بندی کرده‌اند (جوزی و همکاران، ۱۳۸۸).

برکتلی و همکاران (۲۰۱۱) در مقالهٔ خود با عنوان «ارزیابی استراتژی های رفتار WEEE با استفاده از روش LINMAP[1] فازی» برای تصمیم‌گیری از یک روش خطی برای تجزیه و تحلیل چندبعدی اولویت‌ها در یک محیط فازی استفاده کرده‌اند. هدف این مقاله گسترش استفاده از روش LINMAP به منظور حل مسائل MADM[2] تحت یک محیط فازی بوده است. در این روش متغیرهای زبانی برای کسب اطلاعات تصمیم‌گیری فازی و فرایند تصمیم‌گیری با استفاده از ماتریس فازی تصمیم‌گیری مورد توجه قرار داده شده است. این روش بر اساس مقایسهٔ گزینه‌های ارائه‌شده از سوی تصمیم‌گیرنده و انتخاب بهترین گزینه می‌تواند به‌منزلهٔ راه‌حلی باشد که کوتاه‌ترین فاصله را با بهینه دارد (Bereketli, et al., 2011).

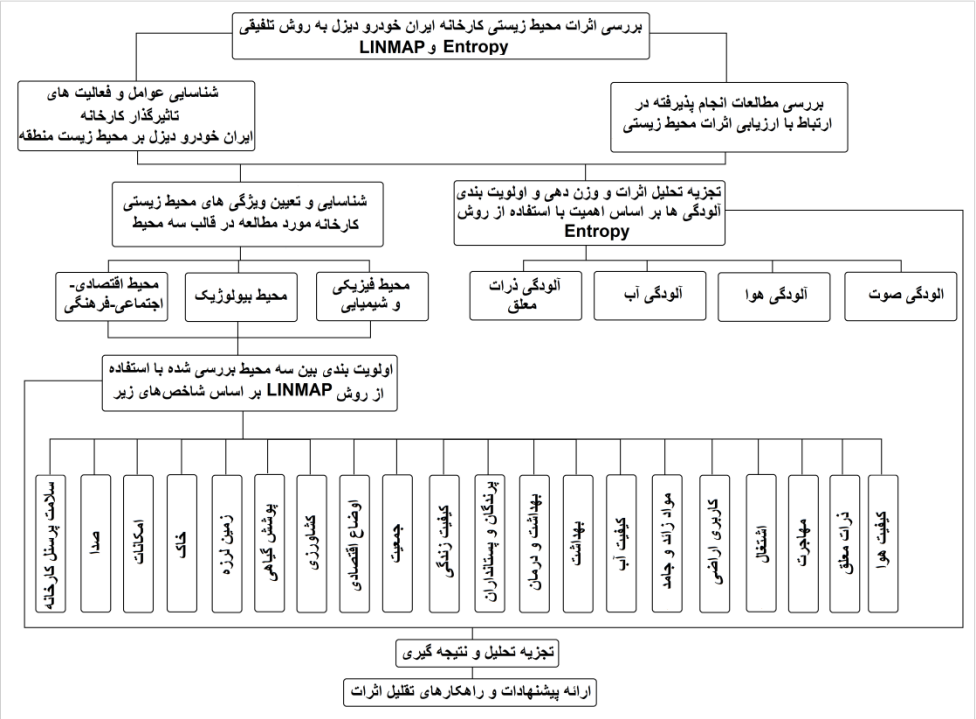
۲. مواد و روش‌ها

کارخانهٔ ایران خودرو دیزل با موقعیت ۵۱ درجه و ۸۱ دقیقهٔ شرقی و ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقهٔ شمالی در کیلومتر ۸ جادهٔ ساوه، شمال‌شرقی چهاردانگه از توابع اسلام‌شهر با بیش از ۵۰۰ هزار متر مربع فضای تولیدی، انبار و ساختمان قرار دارد. این کارخانه در حال حاضر با ادامهٔ روند رو به رشد خود به‌منزلهٔ بزرگ‌ترین تولیدکنندهٔ خودروهای کار در کشور و سطح خاورمیانه مطرح است. همچنین، این کارخانه تولید انواع کامیون، اتوبوس، مینی‌بوس و ون را با کاربری‌های گوناگون در برنامه قرار داده است و با بهره‌گیری از توان بیش از ۵۰۰۰ نفر نیروی کارآمد خطوط تولید پیشرفته، خط رنگ، بخش‌های فعال کیفیت، آموزش، مهندسی و ... می‌رود تا با تولید محصولات باکیفیت نام ایران را در کرانه‌های بازار داخلی و خارجی سربلند کند (ایران خودرو دیزل، ۱۳۹۱). در شکل ۱ موقعیت کارخانهٔ ایران خودرو دیزل نمایش داده شده است.

پس از بررسی پیشینه و مروری بر ادبیات تحقیق، جمع‌آوری اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، عملیات میدانی شامل بازدید از کارخانهٔ ایران خودرو دیزل و شهرستان چهاردانگه صورت گرفت. در ادامه به بررسی آلودگی‌های ناشی از سالن‌های مختلف در کارخانهٔ مورد مطالعه پرداخته شد. در جدول ۱ فعالیت‌های مربوط به هر سالن مشخص شده است.



شکل ۱. موقعیت کارخانهٔ ایران خودرو دیزل



نمودار ۱. مراحل انجام مطالعات بررسی آثار محیط‌زیستی کارخانهٔ ایران خودرو دیزل

جدول ۱. فعالیت‌های مربوط به هر سالن

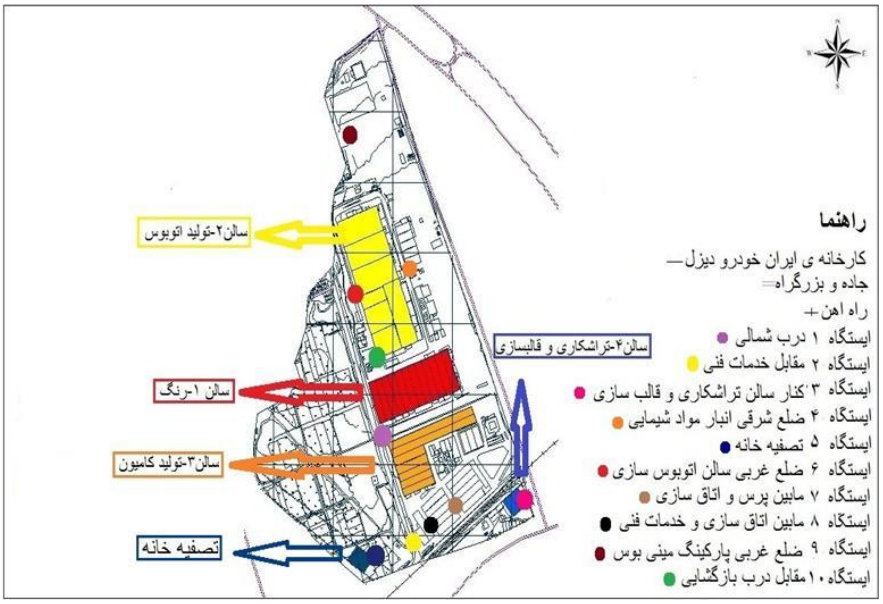
سالن	فرایند سالن
سالن رنگ	آستر و رنگ اولیهٔ دیزل‌ها؛
سالن تولید اتوبوس	تولید مدل‌های مختلف اتوبوس؛
سالن تولید کامیون	تولید مدل‌های مختلف کامیون؛
سالن تراشکاری و قالب‌سازی	قالب‌سازی و تراشکاری قطعات مربوط به تمام مدل‌های دیزل.

با انجام آزمایش ها، میزان آلودگی آب، هوا، صوت، ذرات معلق، در بخش‌های مختلف کارخانه آغاز شد. اندازه‌گیری آلاینده‌ها طی سه دورهٔ سه ماهه، در ماه‌های اسفند ۱۳۹۰، خرداد و شهریور ۱۳۹۱ صورت گرفت و میانگین این اندازه‌گیری‌ها به دست آمد. در جدول ۲ ایستگاه‌های اندازه‌گیری آلاینده‌ها بیان و در شکل ۲ این ایستگاه‌ها مشخص شده است.

برای شناسایی و اولویت‌بندی آثار محیط‌زیستی سالن‌ها و تجزیه و تحلیل آثار موجود از روش دلفی استفاده شد. در این روش پرسش‌نامهٔ مرحلهٔ اول از سوی گروه تحقیق تنظیم شد. پس از تنظیم پرسش نامه و اصلاح نهایی آن یک گروه دلفی ۱۴ نفره (Ludwig & Starr, 2005) که شامل ۷ کارشناس محیط زیست کارخانه، ۵ کارشناس ارشد ایمنی بهداشت کارخانه و ۲ کارشناس محیط زیست ادارهٔ حفاظت محیط‌زیست اسلامشهر بودند، شکل گرفت. سپس، پرسش‌نامهٔ مرحلهٔ اول بین آن‌ها توزیع شد. مهم‌ترین شاخص های تأثیرگذار در آب، هوا، صوت و ذرات معلق مشخص و از آن‌ها خواسته شد تا بر اساس جدول ۳ آثار تمامی شاخص‌ها را در محیط‌زیست کل، محیط بیولوژیک و سلامت و بهداشت افراد، امتیاز دهند و نظرهای خود را در خصوص آثار محیط‌زیستی آن‌ها بیان کنند.

جدول ۲. ایستگاه‌های نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری آلاینده‌ها

ایستگاه	محل ایستگاه
بسته	
سالن ۱	سالن رنگ؛
سالن ۲	سالن تولید اتوبوس؛
سالن ۳	سالن تولیدکامیون؛
سالن ۴	سالن تراشکاری و قالب‌سازی؛
روباز؛	
۱	در شمالی؛
۲	مقابل خدمات فنی؛
۳	کنار سالن تراشکاری و قالب‌سازی؛
۴	ضلع شرقی انبار مواد شیمیایی؛
۵	تصفیه‌خانه؛
۶	ضلع غربی سالن اتوبوس‌سازی؛
۷	مابین پرس و اتاق‌سازی؛
۸	مابین اتاق‌سازی و خدمات فنی؛
۹	ضلع غربی پارکینگ مینی‌بوس؛
۱۰	مقابل در بازگشایی.



شکل ۲. موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری آلاینده‌ها

جدول ۳. نحوهٔ امتیازدهی به آثار محیطزیستی

میزان تأثیر	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
امتیاز	۵	۴	۳	۲	۱

(Kulas & Stachowski, 2009)

روش انتروپی[۳] برای ارزیابی وزن‌ها به کار می‌رود. انتروپی در نظریهٔ اطلاعات یک معیار عدم اطمینان است که به وسیلهٔ توزیع احتمال مشخص p_i بیان می‌شود (آذر و همکاران، ۱۳۸۹). انتروپی مفهومی بسیار با اهمیت در علوم اجتماعی، فیزیک و تئوری اطلاعات است. با مشخص‌کردن ماتریس تصمیم‌گیری، می‌توان از این روش برای ارزیابی وزن‌ها استفاده کرد. ایدهٔ این روش این است که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد، آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است (مؤمنی، ۱۳۸۹). به دلیل اینکه شاخص‌های مد نظر پراکندگی زیادی دارند، از این روش برای وزن‌دهی به شاخص‌ها استفاده شد. این روش نشان می‌دهد که معیارها چقدر اطلاعات سیستم را بازتاب می‌دهند و عدم قطعیت معیارها چقدر بزرگ است.

روش LINMAP به دنبال یافتن گزینه‌ای است که کمترین فاصله را با ایده‌آل‌ترین حالت ممکن داشته باشد. در این روش m گزینه و n شاخص از یک مسئلهٔ مفروض به صورت m نقطه‌برداری در یک فضای n بعدی مورد توجه است که از طریق یافتن فاصلهٔ اقلیدسی گزینه‌ها با بهترین گزینه، ارجح‌ترین گزینه انتخاب می‌شود (مؤمنی، ۱۳۸۹).

در ادامهٔ مراحل تجزیه و تحلیل، ابتدا تمامی ۱۴ پرسش‌نامه با استفاده از میانگین هندسی با یکدیگر تلفیق شدند و یک ماتریس نهایی شامل ۲۰ ستون (شاخص‌ها) و ۳ سطر (محیط‌ها) به دست آمد که به آن ماتریس تصمیم ماتریس (D) اطلاق شد. با روش LINMAP اولویت‌بندی بین سه محیط بررسی‌شده صورت گرفت. در نمودار ۱ مراحل انجام مطالعات بررسی آثار محیط زیستی در این تحقیق آمده است.

۱.۲. تجهیزات مورد نیاز برای اندازه‌گیری و آنالیز آب

برای آزمایش میکروبی آب، حدود ۱۰۰ سی سی نمونهٔ آب که در شرایط استریل از خروجی تصفیه خانه که تمامی فاضلاب‌های کارخانه اعم از صنعتی و بهداشتی از طریق سیستم لوله‌کشی کارخانه به این تصفیه‌خانه منتقل می‌شود، در ظروف استریل تهیه شد. این تصفیه خانه در شکل ۲ مشخص شده است.

۲.۲. تجهیزات مورد نیاز برای آنالیز و پایش آلاینده‌های هوا

دستگاه استفاده‌شده برای سنجش گازهای خروجی دودکش و استک های Testo-350-XL بود که شامل یک دستگاه آنالیزر و یک واحد کنترل Control unit است که به سادگی قابل حمل[۵] بود. اندازه گیری هوا در دو محیط باز (شامل ۱۰ ایستگاه در محوطهٔ کارخانه) و بسته (چهار سالن مورد مطالعه) صورت گرفت.

۳.۲. تجهیزات مورد نیاز برای اندازه‌گیری و آنالیز میزان صوت

دستگاه اندازه‌گیری‌شده برای آنالیز صدای محیط‌زیستی TES 1358 دارای سه پایه، باتری، کالیبراتور بود که اندازه‌گیری در رنج ۳۰ تا ۱۳۰ دسی‌بل در ۱۰ ایستگاه مشخص‌شده اندازه گرفته شد.

۴.۲. تجهیزات مورد نیاز برای اندازه‌گیری و آنالیز میزان ذرات معلق

برای اندازه گیری ذرات معلق موجود در هوای محیط از دستگاه غبارسنج Dust Trak 8520 ساخت شرکت TSI استفاده شد که توانایی اندازه گیری ذرات با قطر PM_{10} را دارا بود و اندازه‌گیری با روش IR در همان ۱۰ ایستگاه انجام شد.

۳. روش Entropy

توزیع احتمال داده‌ها به صورت زیر محاسبه می‌شود

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}} \quad ;\forall_{i,j} \qquad (1)$$

سپس مقدار آنتروپی شاخص ها (E_j) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$E_j = -k\sum_{i=1}^{m}\left[p_{ij}\ln p_{ij}\right] \quad ; \quad \forall_j \qquad (۲)$$

در ادامه مقدار عدم اطمینان (d_j) محاسبه شد. عدم اطمینان یا درجهٔ انحراف (d_j) از اطلاعات به‌دست‌آمده برای شاخص j، بیان می‌کند که شاخص مربوطه (j)، چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. مقدار (d_j) به صورت زیر به دست می‌آید:

$$d_j = 1 - E_j \quad ; \quad \forall_j \qquad (۳)$$

در نهایت اوزان شاخص ها (wj) با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود (Chang Hung & Hsuan Chen , 2009):

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \quad ; \quad \forall_j \qquad (۴)$$

۴. روش LINMAP

ورودی در LINMAP به صورت روابط رتبه‌بندی‌شده از زوج مقایسه‌ها از طریق DM و خروجی از آن به صورت یک مجموعه از اوزان است (Hwang & Paul Yoon, 1981). دلیل انتخاب این روش نیز همین ویژگی این روش بود. فرض بر این است که DM از دو گزینهٔ مفروض نیز نزدیک‌ترین به ایده‌آل را انتخاب خواهد کرد و فاصله از ایده‌آل به صورت فاصلهٔ اقلیدسی وزنی (d_i) برای گزینهٔ A_i مورد توجه قرار می‌گیرد، همچنان اوزان W_j به منظور تبدیل مقیاس‌های موجود به مقیاس‌های یکسان است که ضمناً درجهٔ اهمیت از هر شاخص را هم نشان می‌دهد. به طوری که r_j نشان‌دهندهٔ ایده‌آل از شاخص jام است (اصغرپور، ۱۳۸۵).

(۵)

$$t_i = d_i^2 = \sum_{j=1}^{n} w_j\left(r_{ij} - r_j^*\right)^2 \quad , \quad i = 1,2,...,m$$

بردار (w,r) را مشخص می‌کند به طوری که کمترین تجاوز از $t_k \le t_l$ اتفاق افتد. اگر $t_k \le t_l$ باشد می‌توان گفت، فاصلهٔ اقلیدسی گزینهٔ k با گزینهٔ ایده‌آل از فاصلهٔ اقلیدسی گزینهٔ l با گزینهٔ ایده‌آل کمتر است. در صورتی که $t_k > t_l$ باشد و انحراف از خاصیت $t_k \le t_l$ را ($t_l - t_k$) بدانیم، یک عبارت ناهمخوانی پدید می‌آید که آن را درجهٔ ناهمخوانی می‌نامیم و عبارت است از:

(۶)

$$\left(t_l - t_k\right)^- = \begin{cases} 0 & \text{اگر } t_k \le t_l \\ \left(t_k - t_l\right) & \text{اگر } t_k > t_l \end{cases} \} = Max\left\{0,\left(t_k - t_l\right)\right\}$$

به ازای $m(m-1)/2$ زوج از گزینه‌های l و k در مجموعهٔ S، مجموع عبارات ناهمخوانی که آن را با p نشان می‌دهیم، عبارت است از:

$$P = \sum_{(k,l)\in S}\left(t_l - t_k\right)^- = \text{درجهٔ ناهمخوانی} \qquad (۷)$$

طبیعتاً عبارت p هرچه کوچک تر باشد، بهتر است و بهترین حالت این است که p، صفر باشد. به همین طریق می‌توان عبارت همخوانی را نیز تعریف کرد که برای زوج l و k درجهٔ همخوانی عبارت است از:

$$\left(t_l - t_k\right)^+ = \begin{cases} \left(t_k - t_l\right) & \text{اگر } t_k \le t_l \\ 0 & \text{اگر } t_k > t_l \end{cases} \} \qquad (۸)$$

مجموع عبارات همخوانی عبارت است از:

$$G = \sum_{(k,l)\in S}\left(t_l - t_k\right)^+ \qquad (۹)$$

تدوین مدل برنامه‌ریزی خطی:

بر اساس تعریف t_i مشخص است که مدل فوق یک مدل درجهٔ دو است.

$$t_k = \sum_{j=1}^{n} w_j\left(r_{kj} - r_j^*\right)^2 \qquad (۱۰)$$

مدل نهایی یک مدل برنامه‌ریزی خطی خواهد بود که به کمک تکنیک سیمپلکس قابل حل است که فرم عمومی آن به صورت زیر خواهد بود (اصغرپور، ۱۳۸۵).

(۱۱)

$$\left(t_l - t_k\right) = \sum_{j=1}^{n} w_j\left(r_{ij}^2 - r_{kj}^2\right) - 2\sum_{j=1}^{n} v_j\left(r_{lj} - r_{kj}\right)$$

۵. نتایج

۱.۵. نتایج آزمایش‌های محیط‌زیستی کارخانه

پساب: نتایج آزمایش‌های انجام‌شده روی آلاینده‌های آب و تمامی پارامترهای اندازه‌گیری‌شده بسیار کمتر از استاندارد سازمان محیط زیست و برای ورود به سیستم فاضلاب شهری مناسب است. نتایج این اندازه‌گیری در جدول ۴ آمده است.

هوا: اندازه‌گیری آلاینده‌های هوای کارخانه نشان داد که با توجه به نوع صنعت مورد مطالعه و ویژگی‌های آن و مجهزبودن هر سالن به هواکش، آلودگی هوا ناچیز است. میزان انتشار آلاینده‌های مختلف شامل NO_X، CO_2، H_2S، SO_2، NO_2 و O_2 است که هم در محیط‌های باز و هم در سالن‌های اندازه‌گیری‌شده، تمامی پارامترهای اندازه‌گیری‌شده، کمتر از حد استاندارد است. این اندازه‌گیری‌ها در دو بخش روباز و محیط بسته صورت گرفت و در جدول‌های ۵ و ۶ آمده است.

جدول ۴. میانگین اندازه‌گیری پساب خروجی

ایستگاه	فاکتورها									
	کلی فرم MPN/100	BOD Ppm	COD ppm	TDS ppm	TOC ppm	ss ppm	pH	TSS ppm	کدورت MTV	دترجنت ppm
تصفیه‌خانه	۹۳	۴۵	۷۶/۸	۹۰۱	۱۶	۰	۶/۶۰	۶۶	۵۰/۵	<۰/۱

جدول ۵. میانگین اندازه‌گیری هوا در سالن‌های کارخانه

ایستگاه	محل ایستگاه	پارامترها								واحد
		O_3	CO_2	CO	NO_2	NO	NO_X	H_2S	SO_2	
۱	سالن رنگ	۴/۹۷	۸/۹۳	۳	۰/۸	۳۶	۳۷	۵/۵	۱	ppm
۲	سالن اتوبوس	۲/۸۳	۱۰/۱۲	۲۶	۱/۵	۵۰	۵۲	۶/۱	۰	ppm
۳	سالن کامیون	۱۴/۴۸	۳/۶۱	۲۹	۰/۷	۱۹	۲۰	۸/۵	۰	ppm
۴	سالن تراشکاری و قالب‌سازی	۴/۴۶	۹/۲۱	۱۳۱	۷/۹	۵۶	۶۴	۵/۸	۱۳	ppm

جدول ۶. میانگین اندازه‌گیری هوا در محیط باز کارخانه

ایستگاه	محل ایستگاه	پارامترها								واحد
		O_3	CO_2	CO	NO_2	NO	NO_X	H_2S	SO_2	
۱	در شمالی	۰/۰۳	۰	۷	۰/۰۳	۰	۰	۰	۰	ppm
۲	مقابل خدمات فنی	۰/۰۲	۰	۳/۳	۰	۰	۰	۰	۰	ppm
۳	کنار سالن تراشکاری و قالب‌سازی	۰/۰۴	۰	۵/۲	۰	۰/۰۲	۰	۰	۰	ppm
۴	ضلع شرقی انبار مواد شیمیایی	۰	۰	۳/۴	۰	۰	۰	۰	۰	ppm
۵	تصفیه‌خانه	۰/۰۱	۰	۳/۳	۰	۰/۱	۰	۰	۰	ppm
۶	ضلع غربی سالن اتوبوس‌سازی	۰/۰۴	۰	۳/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۱	ppm
۷	مابین پرس و اتاق‌سازی	۰/۰۳	۰	۲/۹	۰	۰/۱	۰	۰	۰/۰۱	ppm
۸	مابین اتاق‌سازی و خدمات فنی	۰/۳	۰	۳/۹	۰	۰	۰	۰	۰	ppm
۹	ضلع غربی پارکینگ مینی‌بوس	۰/۰۴	۰	۲/۲	۰	۰	۰	۰	۰	ppm
۱۰	مقابل در بازگشایی	۰/۰۲	۰	۳/۳	۰	۰	۰	۰	۰	ppm

ذرات معلق: ذرات معلق با قطر کمتر از ۱۰ میکرون از لحاظ بهداشتی اهمیت بسیار بیشتری دارند، زیرا تعداد آن‌ها زیاد است و مساحت سطحی بیشتری دارند و می‌توانند آلاینده‌های سمی مثل فلزات سنگین و ترکیبات آلی را با خود حمل کنند. میانگین میزان انتشار ذرات معلق کارخانه همان‌طور که در جدول ۷ آمده است، کمتر از استاندارد سازمان محیط‌زیست که ۲۵۰ ug/m^3 است، بود.

صوت: بر اساس اینکه کارخانهٔ مورد مطالعه از لحاظ منطقه‌بندی در منطقهٔ مسکونی- صنعتی قرار دارد نتایج بررسی آلودگی صوتی محیط کارخانه در ۱۰ ایستگاه انتخابی، به غیر از دو ایستگاه: تصفیه‌خانه (به دلیل رو بازبودن تصفیه‌خانه) و ضلع غربی سالن اتوبوس‌سازی (بزرگ‌ترین سالن تولیدکنندهٔ خودرو دیزلی در خاورمیانه) کمتر از میزان استاندارد سازمان محیط‌زیست (Leq(30)dB70) است. در جدول ۸ نتایج اندازه‌گیری صوت آورده شده است.

جدول ۷. میانگین اندازه‌گیری ذرات معلق در کارخانه

ایستگاه	محل ایستگاه	Max	Min	PM_{10}	واحد
۱	در شمالی	۲۰۳	۵۷	۱۰۲	ug/m3
۲	مقابل خدمات فنی	۷۸	۳۰	۴۹	ug/m3
۳	کنار سالن تراشکاری و قالب‌سازی	۸۲	۳۲	۴۹	ug/m3
۴	ضلع شرقی انبار مواد شیمیایی	۷۳	۲۸	۴۶	ug/m3
۵	تصفیه‌خانه	۷۲	۲۹	۴۵	ug/m3
۶	ضلع غربی سالن اتوبوس‌سازی	۶۸	۳۰	۴۱	ug/m3
۷	مابین پرس و اتاق‌سازی	۶۱	۲۵	۳۹	ug/m3
۸	مابین اتاق‌سازی و خدمات فنی	۷۵	۳۲	۴۶	ug/m3
۹	ضلع غربی پارکینگ مینی‌بوس	۶۴	۳۰	۴۰	ug/m3
۱۰	مقابل در بازگشایی	۷۴	۳۱	۴۶	ug/m3

جدول ۸. میانگین اندازه‌گیری صوت در کارخانه

ایستگاه	محل ایستگاه	میزان اندازه‌گیری شده	واحد
۱	در شمالی	۵۵/۱	Leq(30)dB
۲	مقابل خدمات فنی	۶۷/۳	Leq(30)dB
۳	کنار سالن تراشکاری و قالب‌سازی	۵۹/۴	Leq(30)dB
۴	ضلع شرقی انبار مواد شیمیایی	۵۷/۲	Leq(30)dB
۵	تصفیه‌خانه	۷۰/۴	Leq(30)dB
۶	ضلع غربی سالن اتوبوس‌سازی	۷۱/۱	Leq(30)dB
۷	مابین پرس و اتاق‌سازی	۶۳/۷	Leq(30)dB
۸	مابین اتاق‌سازی و خدمات فنی	۶۱/۳	Leq(30)dB
۹	ضلع غربی پارکینگ مینی‌بوس	۵۹/۸	Leq(30)dB
۱۰	مقابل در بازگشایی	۶۶/۲	Leq(30)dB

۶. اولویت‌بندی و تجزیه و تحلیل شاخص‌ها بر اساس روش Entropy

با استفاده از روش Entropy به تحلیل و اولویت بندی شاخص‌های تحت بررسی پرداخته شد که مطابق با آن، برای شاخص‌های آلایندهٔ آب، وان شست‌وشو با وزن ۰/۳۱۸ در اولویت و اهمیت اول و در بخش لکه گیری به دلیل استفادهٔ کمتر مواد شیمیایی با وزن ۰/۰۴۴ آخرین اولویت آلایندگی آب را به خود اختصاص داده است.

در سالن‌های کارخانهٔ مورد مطالعه علاوه بر سیستم تهویهٔ هوا در بالای هر سالن، بسته به نوع دستگاه، برای کارگرانی که با آن دستگاه کار می‌کنند و برای کمترشدن آلاینده‌های هوا داخل سالن تهویهٔ موضعی تعبیه شده است. با این حال نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که خروجی سیستم‌های تهویهٔ هوا در حد مجاز استاندارد است.

اسکلت‌بندی و مونتاژ شاسی و محفظهٔ PVC و عایق‌کاری به دلیل آلایندهٔ زیاد هوا در روند فرایندشان، با وزن ۰/۲۶۸ در اولویت اول و لکه‌گیری و جوشکاری- نقطهٔ جوش، با وزن ۰/۰۱۷ آخرین اولویت آلایندگی هوا را به خود اختصاص داده‌اند.

برای شاخص های تأثیرگذار در ذرات معلق ناشی از کارخانه، آهن شویی با وزن ۰/۳۴۲، به دلیل پخش مواد شوینده در اولویت اول و قالب‌سازی با وزن ۰/۰۰۲، آخرین اولویت آلایندهٔ ذرات را به خود اختصاص داده است. نتایج اندازه‌گیری‌ها نیز نشان داد که صوت ناشی از کارخانه در اکثر ایستگاه‌ها مقادیری کمتر از حد استاندارد است. در قسمت رول تست به دلیل صدای ابتدایی حاصل از تست دیزل‌ها که بسیار بلند است با وزن ۰/۲۷۹ در اولویت اول و قالب سازی با وزن ۰/۰۱۴، آخرین اولویت آلایندهٔ صوت را به خود اختصاص داده است. اولویت های هر پارامتر در جدول ۹ آمده است.

۷. اولویت‌بندی و تجزیه و تحلیل محیط‌های بررسی‌شده بر اساس روش LINMAP

به منظور اولویت‌بندی بین سه محیط بررسی‌شده، ابتدا تمامی ۱۰ پرسش‌نامه با استفاده از میانگین هندسی با یکدیگر تلفیق شدند و یک ماتریس نهایی شامل ۲۰ ستون (شاخص ها) و ۳ سطر (محیط های بررسی‌شده) به دست آمد که به آن ماتریس تصمیم (ماتریس D) اطلاق شد، سپس با روش LINMAP اولویت‌بندی صورت گرفت. در جدول ۱۰ ماتریس تصمیم نشان داده شده است.

جدول ۹. اولویت‌بندی شاخص‌ها با روش Entropy

پارامتر	اولویت اول	وزن	اولویت آخر	وزن
آب	وان شست‌وشو	۰/۳۱۸	لکه‌گیری	۰/۰۴۴
هوا	(اسکلت‌بندی و مونتاژ شاسی)- (محفظهٔ PVC و عایق‌کاری)	۰/۲۶۸	نقطهٔ جوش- لکه‌گیری و جوشکاری	۰/۰۱۷
ذرات معلق	آهن‌شویی	۰/۳۴۲	قالب‌سازی	۰/۰۰۲
صوت	رول تست	۰/۲۷۹	قالب‌سازی	۰/۰۱۴

جدول ۱۰. ماتریس تصمیم (D)

گزینه / شاخص	خاک	کیفیت آب	کیفیت هوا	ذرات معلق	صدا	مواد زائد و جامد	پوشش گیاهی	پرندگان و پستانداران	کشاورزی	زمین‌لرزه	اشتغال	کاربری اراضی	بهداشت	جمعیت	کیفیت زندگی	مهاجرت	بهداشت و درمان	اوضاع اقتصادی	امکانات	سلامت پرسنل کارخانه
محیط فیزیکی و شیمیایی	۴	۴	۵	۲	۳	۲	۲	۱	۲	۳	۴	۳	۲	۳	۲	۴	۲	۳	۳	۱
محیط بیولوژیک	۳	۳	۴	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۳	۴	۲	۳	۳	۴	۳	۳	۴	۱
محیط اجتماعی و اقتصادی	۲	۱	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۲	۵	۵	۳	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴

با استفاده از روش LINMAP فرموله‌کردن این مسئله تطابق زیر خواهد بود:

Minimize F= F0.201+F0.301+F0.302
S.t:
(1)
+7*W1+7*W2+9*W3+5*W5-5*W6-3*W8+7*W11-7*W12-5*W15-5*W17
7*W19+2*V1+2*V2+2*V3+2*V5-2*V6-2*V8+2*V11-2*V12-2*V15-2*V17-2*V19+F0201>=
(2)
+12*W1+15*W2+21*W3+3*W4+8*W5+3*W7+5*W10-9*W11-16*W12-5*W13-16*W14-21*W15-9*W16-21*W17-16*W18-16*W19-15*W20+4*V1+6*V2+6*V3+2*V4+4*V5+2*V7+2*V10-2*V11-4*V12-2*V13-4*V14-6*V15-2*V16-6*V17-4*V18-4*V19-6*V20+F0301>=0.0
(3)
+5*W1+8*W2+12*W3+3*W4+3*W5+5*W6+3*W7+3*W8+5*W10-16*W11-9*W12-5*W13-16*W14-16*W15-9*W16-16*W17-16*W18-9*W19-
15*W20+2*V1+4*V2+4*V3+2*V4+2*V5+2*V6+2*V7+2*V8+2*V10-4*V11-2*V12-2*V13-4*V14-4*V15-2*V16-4*V17-4*V18-2*V19-6*V20+F0302>=0.0
(∑)
+24*W1+30*W2+42*W3+6*W4+16*W5+6*W7+10*W10-18*W11-32*W12-10*W13-32*W14-42*W15-18*W16-42*W17-32*W18-32*W19-30*W20-8*V1-12*V2-12*V3-4*V4-8*V5-4*V7-4*V10+4*V11+8*V12+4*V13+8*V14+12*V15+4*V16+12*V17+8*V18+8*V19+12*V20+=1.0

طبق مدل حل‌شده، جواب بهینه عبارت است از:

Wj>=0
Vj Free
W3=0.02381

در نهایت مطابق جدول ۱۱ این نتیجه به دست آمد: همان‌طور که مشاهده شد، محیط فیزیکی و شیمیایی با وزن ۰/۶۰ در اولویت اول و پس از آن محیط بیولوژیک با وزن ۰/۳۸ در رتبهٔ دوم و محیط اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی با وزن ۰/۱۰ در رتبهٔ آخر است.

در واقع آثار محیط‌زیستی کارخانهٔ مورد مطالعه بر سه محیط تأثیرپذیر بر اساس اولویت‌بندی حاصل از نتایج این روش، سبب می‌شود به منظور کاهش یا حذف آن دسته از آثاری که دارای آثار سوء در پارامترهای مختلف محیط های تحت بررسی محدودهٔ مطالعاتی‌اند، اقدام به ارائهٔ روش‌های تقلیل آثار سوء و کنترل فعالیت‌های مربوطه بر اساس این اولویت‌بندی شود.

جدول ۱۱. اولویت‌های اول تا سوم محیط‌ها حادث از روش LINMAP

گزینه	وزن
محیط فیزیکی و شیمیایی	۰/۶۰
محیط بیولوژیک	۰/۳۸
محیط اجتماعی و اقتصادی	۰/۱۰

۸. بحث و نتیجه‌گیری

طرح‌ها و پروژه‌های کارخانه‌های خودروسازی نیز از جمله پروژه‌هایی به شمار می‌روند که نیاز به استفاده از فنون ارزیابی آثار محیط‌زیستی برای اطمینان یافتن از اجرای مناسب و صحیح آن‌ها دارند. روش‌های کاربردی مرسوم و معمول بررسی آثار محیط‌زیستی در ایران که بیشتر انواع مختلف روش ماتریس را شامل می‌شوند، به واسطهٔ در نظر گرفتن چند معیار مشخص برای اثر، لحاظ کردن مجموعهٔ معیارها در قالب اهمیت آثار محیط زیستی است. اطلاعات استفاده‌شده برای تحلیل اهمیت آثار معمولاً شامل اطلاعاتی است که از نتایج بررسی های میدانی و در اغلب موارد از آرای تخصصی کارشناسان جمع‌آوری شده است.

از آنجا که ویژگی مشکلات EIA اغلب تعداد زیاد عوامل محیط‌زیستی شناسایی شده است، اکثر آن‌ها ماهیتی کیفی دارند و تنها می‌توان آن‌ها را بر اساس داوری‌های انسانی ارزیابی کرد. روش های EIA باید قادر باشند تا به عدم قطعیت‌های گوناگونی (که به واسطهٔ ناتوانی انسان در ارائهٔ داوری‌های صحیح، نداشتن اطلاعات یا ابهام معنایی به لحاظ عوامل محیط‌زیستی و ارزیابی‌های آن‌ها) که ناگزیر در قضاوت‌های ذهنی وجود دارد بپردازند (Dempster, 1987). آشکارا این نیاز احساس می‌شود که

روش‌هایی توسعه یابند که قادر باشند همزمان عدم قطعیت‌های گوناگونی همچون جهل و نادانی و نامعلوم‌بودن را اداره کنند.

هدف این مقاله کشف روش EIA بر پایهٔ رویکرد استدلال مبنی بر مدرک بود که خود بر اساس تصمیم گیری چندشاخصه به سرانجام رسید. در این پژوهش بررسی آثار محیط‌زیستی کارخانهٔ ایران خودرو دیزل با استفاده از روش تلفیقی Shannon's Entropy و LINMAP پرداخته شد.

شهرستان چهاردانگه از جمله مناطقی است که دچار افزایش جمعیت و تغییر کاربری‌های کشاورزی به بخش های دیگر از جمله بخش صنعت است. پراکندگی واحدهای صنعتی در سطح شهرستان و استقرار آن‌ها در فضاهای مسکونی شهری یا حاشیهٔ مراکز جمعیتی، موجب بروز پیامدهای محیط زیستی متعددی شده که یکی از این صنایع، کارخانهٔ ایران خودرو دیزل است.

در این تحقیق با استفاده از میانگین اندازه‌گیری‌های سه دورهٔ سه ماههٔ آب، هوا، ذرات معلق و صوت، به تحلیل آثار محیط‌زیستی ناشی از کارخانهٔ ایران خودرو دیزل پرداخته شد. یافته های این تحقیق نشان داد که کارخانهٔ مورد مطالعه از لحاظ نشر آلاینده‌ها در وضعیت مناسبی قرار دارد و با ارائهٔ راهکارها و پیشنهادهایی در زمینهٔ کنترل و نشر آلاینده‌ها می‌توان آن‌ها را به حداقل رساند.

در استفاده از روش های ارزیابی، مهم است که تنها یک پارامتر مورد توجه نباشد بلکه همزمان آثار متقابل تمام پارامترها و آثار محیط‌زیستی ناشی از آن‌ها در نظر گرفته شود. در این مطالعه با توجه به پیشرفت روش‌های ارزیابی، به ویژه استفاده از روش های ریاضی، از دو روش Entropy و LINMAP برای وزن‌دهی و اولویت‌بندی بین پارامترهای محیط‌زیستی و محیط های سه‌گانهٔ تحت تأثیر، به‌منزلهٔ جدیدترین روش‌های به کار گرفته‌شده در مسائل محیط زیستی استفاده شد. هر کدام از شاخص های ذکرشده دارای اهمیت نسبی بودند، بنابراین وزن این شاخص‌ها با استفاده از روش Shannon's Entropy به دست آمد تا نتایج اولویت‌بندی را دقیق‌تر نشان دهد و برای اولویت‌بندی بین گزینه‌ها از روش LINMAP به دلیل توانایی وزن‌دهی و اولویت‌بندی همزمان این روش استفاده شد.

همانند نظر شرفی و همکاران (۱۳۸۷) می توان از طریق انجام اقدامات مدیریتی در منطقه‌ای که کارخانهٔ خودروسازی قرار دارد آثار محیط زیستی ناشی از کارخانه را به حداقل رساند.

مطابق نتیجهٔ جوزی و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از روش Entropy شاخص‌ها را وزن‌دهی، سپس بر اساس آن شاخص‌ها ارزیابی شدند.

همانند برکتلی و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از روش LINMAP مقایسهٔ بین گزینه‌های ارائه‌شده از سوی تصمیم‌گیرندگان و انتخاب مهم‌ترین گزینه بین آن‌ها صورت گرفت.

در انتها بر اساس وزن‌دهی شاخص‌ها و قرارگرفتن هر شاخص در اولویت اول، بیشترین راهکار ابتدا برای آن شاخص در نظر گرفته شد. اولویت بین محیط‌ها بدین صورت به دست آمد که محیط فیزیکی و شیمیایی با وزن ۰/۶ در اولویت اول برای ارائهٔ راهکارهای تقلیل آثار محیط‌زیستی ناشی از کارخانهٔ ایران خودرو قرار گرفت.

نتایج نشان داد که بر اساس اندازه‌گیری و بررسی شاخص‌های تأثیرگذار در تمامی پارامترهای محیط‌زیستی کارخانهٔ مورد مطالعه با ایجاد تمهیدات بخش محیط زیست کارخانه، سعی شد با ارائهٔ برنامهٔ پایش محیط‌زیستی آلاینده‌های پروژه به حداقل برسد. در جدول ۱۲ اهم آثار سوء محیط‌زیستی کارخانه و برنامه‌ها و اقدامات کاهش آثار سوء خلاصه شده است. دورهٔ زمانی پایش به صورت سه ماهه و عهده‌دار فعالیت های کنترلی آزمایشگاه معتمد کارخانه و سازمان حفاظت محیط زیست است. عهده‌دار پایش و مرجع تحویل گیرندهٔ گزارش‌ها بخش محیط‌زیست و HSE کارخانه است.

جدول ۱۲. برنامهٔ پایش محیطزیستی آلاینده‌های کارخانهٔ ایران خودرو دیزل

محیط اثرگذار	نوع آلاینده	منبع انتشار آلاینده	راهکارهای کاهش آثار	دورهٔ زمانی پایش
کیفیت هوا	H_2S، SO_2، NO_X، CO_2 و CO	لکه‌گیری، آهن‌شویی، محفظهٔ PVC و عایق‌کاری، فاضلاب انسانی، رول تست، وان رنگ، اسکلت‌بندی و مونتاژ شاسی، پاشش مادهٔ سیلر، تراشکاری، جوشکاری	– استفادهٔ بیشتر از تهویه‌های موضعی با قدرت تصفیهٔ بالا؛ – استفاده از تکنیک‌هایی که امکان احتراق کامل را به وجود می‌آورند، بازدهی انرژی سوختی به‌کاررفته را افزایش می‌دهند و از بروز آلودگی هوا جلوگیری می‌کنند؛ – تجهیز کارخانه به دودکش‌های بلند؛ – استفاده از فیلترهای جاذب مواد سمی در دودکش‌ها؛ – استفاده از تجهیزات کنترل آلودگی هوا نظیر جمع‌کنندگان گردبادی، رسوب‌دهندگان الکتروستاتیکی، سیکلون‌ها، غبارگیرهای مرطوب با در نظر گرفتن آلاینده‌ها؛ – نظارت بر تهویه‌های هر سالن؛ – خارج‌کردن تهویه‌های از کار افتاده و جایگزین تهویه‌های جدید؛ – نصب حسگرهای ویژه در سالن‌ها به منظور هشدار در مواقع نشت‌های خارج از حدود مجاز؛ – توسعهٔ فضای سبز برای جذب آلاینده‌های مختلف هوا و پالایش هوا؛	مستمر و مداوم مستمر و مداوم مستمر و مداوم مستمر و مداوم مستمر و مداوم بازدید دوره‌ای شش ماه یک بار مستمر و مداوم فصلی
	ذرات معلق	لکه‌گیری، آهن‌شویی، وان شست‌وشو، جوشکاری و نقطهٔ جوش، تراشکاری، محفظهٔ PVC و عایق‌کاری		
کیفیت آب	BOD، COD، TDS، TOC، ss، pH، TSS، کدورت، دترجنت	وان شست‌وشو، رول تست، فاضلاب انسانی، آهن‌شویی، لکه‌گیری	– جلوگیری و نظارت از ورود مواد به‌کاررفته در وان‌ها به پساب خروجی؛ – جلوگیری از نشت مواد شیمیایی و استفاده از مواد با خطرهای کمتر؛ – احداث لوله‌هایی در زیر قسمت رول تست برای جمع‌آوری مواد نشتی؛ – تعمیر و نظارت بر عملکرد سرویس‌های بهداشتی؛	بازدید مستمر بازدید دوره ای مستمر و مداوم شش ماهه
کیفیت خاک	مواد شیمیایی و روغن	جوشکاری، پاشش مادهٔ سیلر، محفظهٔ PVC، وان رنگ، آهن‌شویی، لکه‌گیری، رول تست.	– قراردادن صفحات در ابعاد بزرگ در زیر دستگاه‌های جوش؛ – ایزوله‌کردن مخازن مواد شیمیایی و اطمینان از نشت‌نداشتن آن‌ها در سایت؛ – جمع‌آوری و هدایت مواد حاصل از نشت وان‌ها به داخل محفظه‌های تعبیه‌شده؛ – احداث لوله‌هایی در زیر قسمت رول تست برای جمع‌آوری مواد نشتی؛	مستمر و مداوم مستمر و مداوم مستمر و مداوم مستمر و مداوم
محیط شنوایی	آلودگی صدا	جوشکاری، تراشکاری، قالب‌سازی، کوره، اسکلت‌بندی، مونتاژ، تزئینات، رول تست.	– عایق‌کاری دور موتورهای پر سر و صدا؛ – ایجاد حصار در اطراف دستگاه‌های مستقر ایجادکننده سر و صدای زیاد؛ – حذف ارتعاشات از طریق نصب برزنت یا پشم شیشه در فواصل بین دیتگاه‌ها، لوله‌ها و اتصالات؛ – از دور خارج‌کردن دستگاه‌های معیوب و جایگزین‌کردن دستگاه‌هایی با تولید صدای کمتر؛ – رعایت فاصلهٔ دستگاه‌ها از یکدیگر.	مستمر و مداوم مستمر و مداوم مستمر و مداوم شش ماه یک بار مستمر و مداوم

تشکر و قدردانی

در پایان از استادان بزرگوار سرکار خانم دکتر لعبت تقوی، جناب آقای مهندس سیاوش آزاد، سرکار خانم مهندس نازنین لطفی و زنده‌یاد مهندس مهرزاد اخلاقی کتابچی که در ارائهٔ اطلاعات مهم و ذی‌قیمت خود، گروه مطالعاتی را یاری فرمودند صمیمانه تشکر می‌شود.

یادداشت‌ها

1. EIA (Environment Impact Assessment)
2. LINMAP (Linear Programming for Multi dimensional of Preference)
3. MADM (Multi Attribute Decision Making)
4. Shannon's Entropy
5. portable

منابع

آذر، ع. رجب‌زاده، ع. ۱۳۸۹. تصمیم‌گیری کاربردی رویکرد چندمعیاره MADM، نشر نگاه دانش.

اصغرپور، م، ج. ۱۳۸۵. تصمیم‌گیری چندمعیاره، دانشگاه تهران.

ایران خودرو دیزل. ۱۳۹۱. گزارشات بخش محیط‌زیست و HSE، منتشرنشده.

جوزی، س، ع. شفیعی، م. صفاریان، ش. ۱۳۸۸. کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در تجزیه و تحلیل مخاطرات محیط‌زیستی مناطق حفاظت‌شده (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ حلهٔ بوشهر)، پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، ۴(۳):۲۱-۳۶.

خراسانی، ن، ا. گیتی‌پور، ع. لرستانی، ب. ۱۳۸۴. مدیریت مواد زاید جامد صنایع خودروسازی کشور (مطالعهٔ موردی: شرکت ایران خودرو)، مجلهٔ منابع طبیعی ایران پاییز، ۵۸(۳):۶۱۵- ۶۲۱.

رهبران دادبخش، ع. ۱۳۸۷. بررسی میزان انتشار ذرات معلق در عملیات جوشکاری در صنایع خودروسازی و ارائهٔ راهکار کمترلی مناسب، مطالعهٔ موردی: کارخانهٔ محورسازان ایران خودرو، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

شرفی، س، م. مخدوم، م. غفوریان بلوری مشهد، م. ۱۳۸۷. ارزیابی اثرات محیط‌زیستی احداث کارخانهٔ خودروسازی به روش روی‌هم‌گذاری (مطالعهٔ موردی: احداث کارخانهٔ خودروسازی در غرب تاکستان)، مجلهٔ علوم محیطی.

عبدالله، ف. ۱۳۹۰. بررسی آلودگی لجن رنگ صنایع خودروسازی امکان‌سنجی استخراج آلومینا از آن، مطالعهٔ لجن رنگ کارخانهٔ خودروسازی سایپا، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

گیتی‌پور، س. نبی‌بیدهندی، غ. ۱۳۸۵. بررسی اثر شیرابه بر ضریب نفوذپذیری و ساختمان خاک‌های رسی بنتونیتی، مجلهٔ محیط‌شناسی.

محمدرضایی، ش. اسکافی، ف. ۱۳۸۴. موانع و راهکارهای مشارکت کارکنان در سیستم مدیریت محیط‌زیستی شرکت ایران خودرو، مجلهٔ محیط‌شناسی، شمارهٔ ۳۷، صفحهٔ ۱۱۳- ۱۲۲.

مخدوم، م. ۱۳۷۶. شالودهٔ آمایش سرزمین، دانشگاه تهران.

مؤمنی، م. ۱۳۸۹. مباحث نوین تحقیق در عملیات، دانشگاه تهران.

نصیری، پ. مهرآوران، ح. قوسی، ر. ۱۳۸۵. اندازه‌گیری و مدل‌سازی تراز معادل صدا (Leq) و تعیین نقاط بحرانی از نظر آلودگی صوتی (مطالعهٔ موردی: در یک کارخانهٔ خودروسازی)، مجلهٔ علوم و تکنولوژی محیط‌زیست زمستان، ۹(۴ (مسلسل ۳۵):۴۷-۵۶.

Alan, F.2005. Automotive Industry Analysis",(www.srl.gatech.edu.com)

Asian Development Bank. 1997. Environmental Impact Assessment for Developing Countries in Asia, Asian Development Bank Publications, p349,(www.adb.org)

Bereketli,I. Erol Genevois,M. Esra Albayrak,Y. Ozyol,M . 2011. WEEE Ttreatment Strategies' Evaluation using Fuzzy LINMAP Method"Expert Systems with Applications,(www.sciencedirect.com)

Canter, L,W. 1996. Scientific Uncertainty and the Environmental Impact Assessment Process in the United States," pp. 298-326,(www.eiatraining.com)

Chang Hung,C. Hsuan Chen,L. 2009. A Fuzzy TOPSIS Decision Making Model with Entropy Weight under Intuitionistic Fuzzy Environment, Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, Vol I,P.18 – 20.

Dempster,A,P .1987. Upper and lower probabilities induced by a multi-valued mapping. Annals of Mathematical Statistics 38, 325–339.

Hwang C, L. Paul Yoon, K .1981. Lecture Notes in Economics and Mathematical System, pp154-168.

Kulas ,J. Stachowski ,A .2009. Middle Category Endorsement in Odd-Numbered Likert Response Scales: Associated Item Characteristics, Cognitive Demands, and Preferred Meanings. Journal of Research in Personality; 43: 489–493.

Ludwig,L. Starr,S .2005. Library as place: results of a Delphi study, Journal of the Medical Library Association; 93(3): 315-326.