

بررسی اثرات محیط‌زیستی صنایع چدن با استفاده از روش‌های TOPSIS و TOPSIS فازی

سحر رضایان^۱؛ مروارید سادات مسعودی^۲؛ سیدعلی جوزی^{۳*}

۱- استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، s_rezaian@yahoo.com

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط‌زیست- ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات masoudi.morvarid@yahoo.com

۳- دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، sajozi@yahoo.com

(دریافت ۱۵ اسفند ۱۳۹۲، پذیرش ۱۰ اسفند ۱۳۹۴)

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثرات محیط‌زیستی صنایع چدن با استفاده از روش TOPSIS و TOPSIS فازی انجام شد. بدین منظور صنایع چدن پارس ساوه واقع در ۱۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان ساوه به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب شد. در این پژوهش، در ارزیابی پیامدهای محیط‌زیستی از مدل‌های TOPSIS و F-TOPSIS که از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره هستند استفاده شد. نتایج رتبه‌بندی آثار حاکی از آن است که در هر دو روش افت کیفیت هوا با شاخص شباهت برابر با ۰/۷۴۸ و میزان CLi برابر با ۰/۷۴۳؛ کاهش سطح آب زیر زمینی با شاخص شباهت برابر با ۰/۷۳۷ و میزان CLi برابر با ۰/۵۴۸؛ و افزایش تراز صوت و ارتعاش با شاخص شباهت برابر با ۰/۷۳۲ و میزان CLi برابر با ۰/۵۲۹ هر سه با ماهیت منفی در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند. در روش TOPSIS، ایجاد شغل و رفاه با میزان CLi برابر ۰/۴۳۶ با ماهیت مثبت و اختلالات تنفسی و ریوی با میزان CLi برابر با ۰/۴۲۹ با ماهیت منفی و در F-TOPSIS، بیماری‌های چشمی با شاخص شباهت برابر با ۰/۷۳۲ و اختلال در مهاجرت حیات‌وحش با شاخص شباهت برابر با ۰/۷۳۱ هر دو با ماهیت منفی در رتبه چهارم و پنجم قرار دارند. مزیت TOPSIS در ارزیابی آثار محیط‌زیستی، رتبه‌بندی آثار مثبت و منفی با استفاده از معیارهای متفاوت است. هنگامی که قضاوت‌ها و نظرات مبهم و نادرست است، F-TOPSIS، تکنیک ارجح است.

کلمات کلیدی

بررسی اثرات محیط‌زیستی، تصمیم‌گیری چندمعیاره، منطق فازی، TOPSIS، F-TOPSIS، صنایع چدن پارس ساوه

۱- مقدمه

با وجود کاهش قابل توجه در تولید چدن‌ها در طول دهه گذشته، این مواد به‌عنوان مهم‌ترین آلیاژهای ریخته‌گری مورد توجه بوده‌اند. چدن مذاب را به‌صورت خام یا پس از افزودن فلزهای آلیاژ دهنده (برای بهبود خواص آن)، در قالب‌هایی از ماسه یا فلز ریخته و بر حسب نوع مصرف، آن‌ها را به‌صورت اشکال مختلف در می‌آورند. با پدیدار شدن آثار زیان‌بار فعالیت‌های بشری، برای ایجاد تعادل و سازگاری بین فعالیت‌ها و محیط‌زیست ابزارها و روش‌های مختلفی ابداع و مورد استفاده قرار گرفته است [۷]. ارزیابی اثرات محیط‌زیستی (EIA¹) به‌منظور تعیین، پیش‌بینی و تفسیر اثرات محیط‌زیستی یک پروژه، بر کل محیط‌زیست، بهداشت عمومی و سلامت اکوسیستم‌هایی است که زندگی بشر به آن وابسته است. ارزیابی اثرات محیط‌زیستی همچنین برای اطمینان یافتن از این‌که اثرات احتمالی پروژه‌های توسعه در محیط کاملاً مورد شناسایی و در تصمیم‌گیری‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند، به‌کار می‌رود [۱۱]. فرآیند EIA در وهله اول برای کمک به برنامه‌ریزی صحیح توسعه پایدار و سپس وسعت بخشیدن به پروژه‌های توسعه موجود پایه‌ریزی شده است [۹]. هدف این مطالعه شناسایی و بررسی اثرات حاصل از کارخانجات چدن با استفاده از منطق فازی و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است.

از جمله روش‌های مورد استفاده در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی می‌توان به ماتریس، شبکه، چک‌لیست، تحلیل‌های داده- ستاده، ارزیابی چرخه حیات، منطق فازی، ماتریس سریع ارزیابی اثرات، تصمیم‌گیری چندمعیاره/ چندشاخصه (MCDM/MADM)² و AHP³ یا AHP فازی اشاره کرد [۱۰]. نکته مهم در کاربرد این روش‌ها آن است که هر روش منابع و زمینه‌های اطلاعاتی مربوط به خود را نیاز دارد، در نتیجه کارایی ویژه‌ای برای ارزشیابی طرح‌های مشخص دارد. از این‌رو تمامی روش‌ها به یک اندازه در ارزشیابی یک طرح یا محیط‌زیست مؤثر نخواهد بود [۷]. در دهه‌های اخیر توجه محققین به مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده معطوف شده است [۱۱]. در ادامه به برخی از مطالعات مرتبط اشاره می‌شود.

در مطالعه نصیری، کاربرد مدل AHP در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی بررسی شد. هدف از این پژوهش تعیین

ارزش وزنی تعدادی از معیارهای تصمیم‌گیری برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی طراحی و نصب موانع محیط‌زیستی ضد صدا در بزرگراه‌های تهران در چارچوب مدل AHP بوده است [۶]. سید حمزه از تلفیق AHP با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نسبت به مکان‌دار نمودن اثرات طرح راه‌آهن تهران- همدان اقدام کرد. پس از شناسایی پارامترهای محیط‌زیستی تحت اثر، وزن‌دهی به آن با استفاده از روش بردار ویژه و نرم‌افزار Expert choies صورت پذیرفت. پس از آن با استفاده از روی هم‌گذاری نقشه پارامترهای مؤثر، اثرات مکان‌دار شدند [۱]. در مطالعه جعفریان مقدم آلاینده‌های تولیدی صنایع پتروشیمی تولیدکننده اسید ترفتالیک خالص و پلی اتیلن ترفتالات و آثار سوء محیط‌زیستی ناشی از آن‌ها شناسایی، اولویت‌بندی و راهکارهایی جهت تقلیل اثرات سوء آلاینده‌های شاخص بر محیط‌زیست منطقه ارائه شده است. برای اولویت‌بندی آلودگی‌ها و تعیین شاخص‌های آلاینده محیط‌زیستی بر اساس اهمیت، از AHP استفاده شده است [۴]. بنی سعید و همکاران (۱۳۸۹) در انتخاب گزینه برتر محیط‌زیستی از روش‌های SAW⁴، TOPSIS⁵ و ELECTRE⁶ استفاده کردند. در این مطالعه شاخص‌هایی انتخاب شدند که در محیط‌های مختلف امتیازهای مختلف و درجه اهمیت بالاتری داشتند [۲]. در مطالعه خدابخشی و جعفری، کاربرد مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی طرح‌های توسعه منابع آب بررسی شد. در این تحقیق برای نخستین بار در فرآیند ارزیابی اثرات محیط‌زیستی در ایران، از مدل Electre_TRI به‌منظور تعیین اهمیت اثرات محیط‌زیستی طرح‌های توسعه منابع آب، استفاده شد [۵]. مکوندی و همکاران در ارزیابی پیامدهای محیط‌زیستی پالایشگاه‌های نفت از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره TOPSIS بهره برده‌اند. در این مطالعه پس از شناسایی اثرات، رتبه‌بندی با استفاده از روش TOPSIS صورت پذیرفت. جهت وزن‌دهی به شاخص‌ها از روش AHP استفاده شده است [۳]. در مطالعه رامنتن ارزیابی اثرات اقتصادی- اجتماعی با استفاده از روش AHP شرح داده شده است. در این تحقیق یک کارخانه بازیافت LPG⁷ در یک منطقه محروم در ایالت مهاراشتر واقع در کشور هند مطالعه شده است [۲]. در تحقیق انگ و همکاران روش AHP برای استنتاج یک نمره محیط‌زیستی بر اساس مواد منتشره و

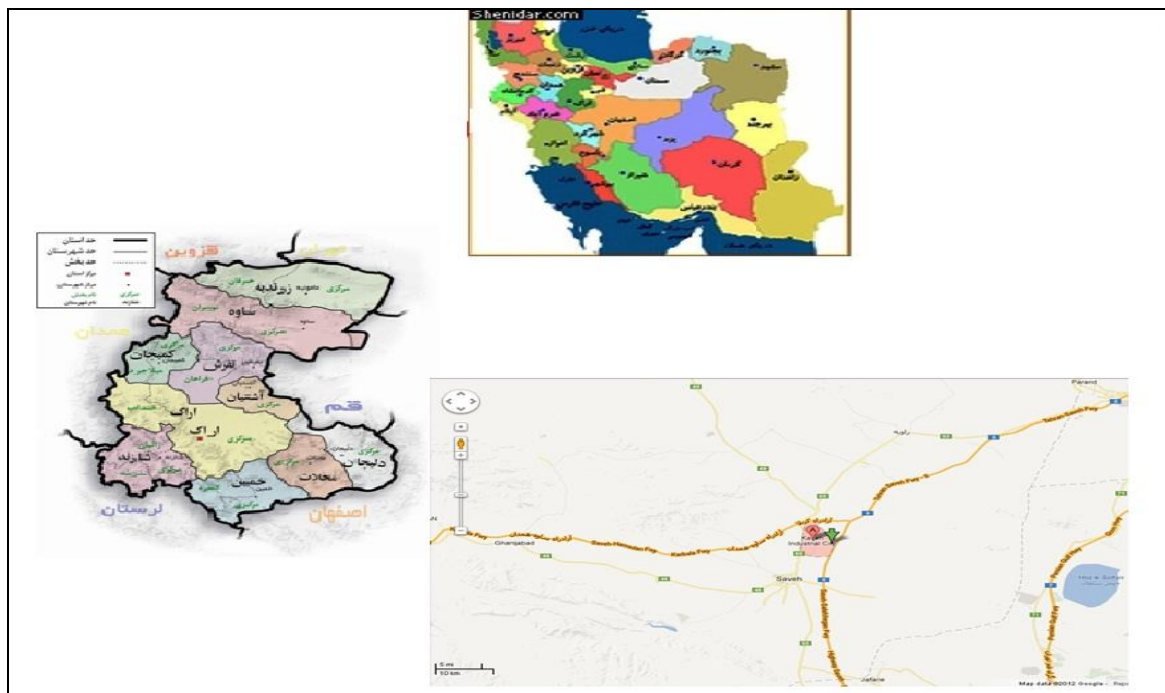
ثانیه قرار دارد. مساحت زمین کارخانه ۹۵۰۰ متر مربع است که ۶۰۰۰ مترمربع آن به سالن تولید اختصاص دارد. آب مصرفی ماهانه از آب‌های زیرزمینی محدوده تأمین می‌شود. خط تولید این کارخانه شامل شش دستگاه کوره ذوب القایی، خط قالب‌گیری نیمه‌اتوماتیک، دو دستگاه میکسر ماسه و دو دستگاه ماشین ماهیچه‌گیری است. شهرستان ساوه را بیشتر نقاط هموار و دشتی تشکیل می‌دهد و از نظر طبقه‌بندی اقلیمی، در اقلیم نیمه‌بیابانی قرار گرفته است. در تمام پهنه شهرستان، میزان بارندگی سالانه از ۴۰۰ میلی‌متر فراتر نمی‌رود. بر اساس آمار ایستگاه سینوپتیک ساوه، باد غالب اول و دوم به ترتیب از جنوب به شمال و از شرق به غرب است. مهم‌ترین منبع آبی محدوده مطالعاتی رودخانه قره‌چای است. به دلیل دشتی بودن محدوده مطالعاتی به‌ویژه در مناطق غیرمسکونی آن، تنوع جانوری حیات‌وحش مشاهده می‌شود. در گستره مورد مطالعه شرایط مناسب برای ایجاد پوشش جنگلی و نیز مراتع با پوشش خوب وجود ندارد. همچنین در داخل محدوده مطالعاتی هیچ‌کدام از مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست وجود ندارد.

فرآیند تولید استفاده شد. در این تحقیق تولیدات (گزینه‌ها) بر اساس مواد منتشره در طی فرآیند تولید با توجه به مسائل محیط‌زیستی ارزش‌گذاری شدند [۸]. در مقاله آتاناسیوس و همکاران ۱۰ نیروگاه بر اساس تأثیر آنها بر استاندارد زندگی جوامع پیرامون بررسی شدند. هدف این مطالعه ارزیابی این نیروگاه‌ها و اندازه‌گیری تمامی اثرات آنها بر استاندارد زندگی جوامع اطراف آنها بوده است و اثرات منفی و مثبت در نظر گرفته شدند [۱]. در تحقیق حاضر، رتبه‌بندی آثار محیط‌زیستی ناشی از کارخانه صنایع چدن پارس با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، Topsis و F-Topsis صورت پذیرفته است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- معرفی منطقه مطالعاتی

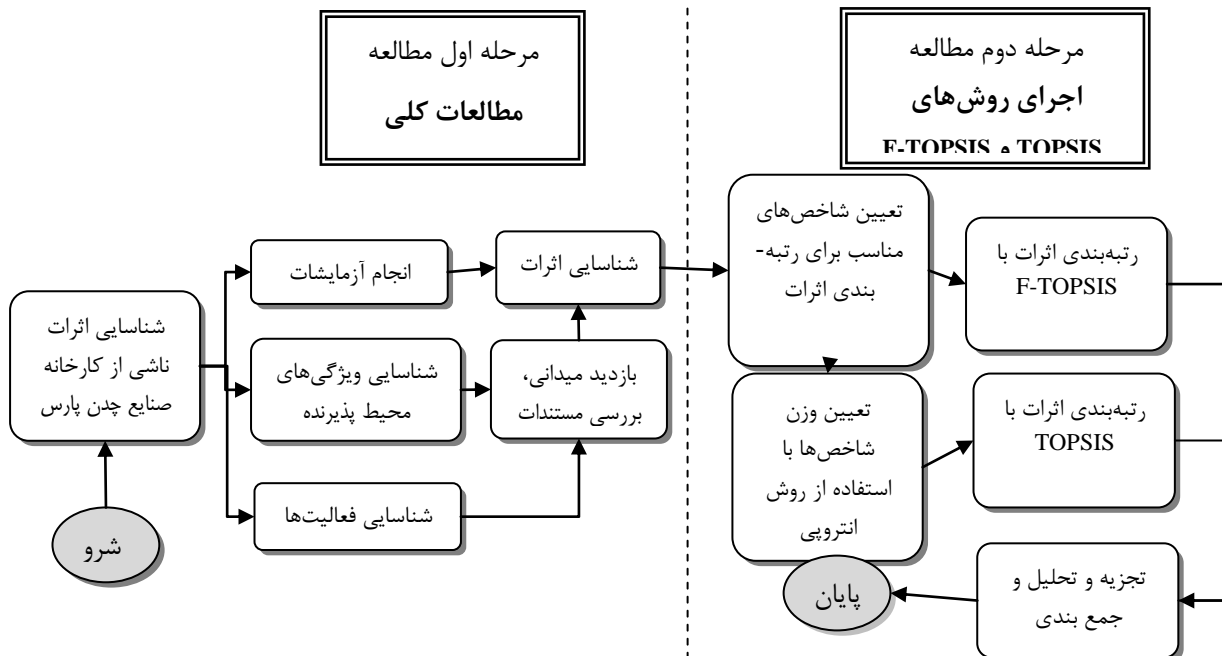
شرکت صنایع چدن پارس، در شهرک صنعتی کاوه در ۱۲۰ کیلومتری جنوب‌غربی تهران و در ۱۰ کیلومتری شمال‌شرقی شهرستان ساوه واقع شده است (شکل ۱). محدوده مورد مطالعه در طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۲۴ دقیقه و ۳۵ ثانیه و عرض ۳۵ درجه و ۰۶ دقیقه و ۰۲



شکل ۱: موقعیت قرارگیری شرکت صنایع چدن پارس

۳- روش پژوهش

در این تحقیق به منظور بررسی اثرات محیط‌زیستی صنایع چدن پارس ساوه از روش‌های Topsis و F-Topsis استفاده شده است. این پژوهش طی دو مرحله، شامل مطالعات کلی و اجرای روش‌های Topsis و F-Topsis⁸ صورت پذیرفته است (شکل ۲). مطالعات کلی شامل شناسایی اثرات ناشی از کارخانه صنایع چدن با استفاده از بازدیدهای میدانی، مرور سوابق پژوهشی و انجام آزمایش‌ها؛ و در مرحله بعد تعیین محدوده و شناسایی محیط



شکل ۲: مراحل انجام بررسی اثرات محیط‌زیستی کارخانه چدن مورد مطالعه در این پژوهش

NO_x, CO, SO₂ و CO₂ و گازهای آلاینده و ذرات محیطی شامل PM₁₀, PM_{2.5} می‌باشند. این آلاینده‌ها به ترتیب با استفاده از دستگاه XL testo 350 و Isostack basic در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ اندازه‌گیری و با روش گراویمتری مورد سنجش قرار گرفتند. آزمایشات در بخش عوامل شیمیایی شامل آزمایش گرد و غبار سیلیس و منیزیم موجود در محیط است که به وسیله دستگاه پمپ نمونه‌بردار فردی مدل SKC اندازه‌گیری شده‌اند. هدف از این بخش تعیین میزان مواجهه فردی افراد شاغل در کارخانه با مواد شیمیایی محیطی ناشی از کار، بر اساس استاندارد AOE¹² می‌باشد. پارامترهای آلاینده صوت ناشی از کارخانه مورد مطالعه توسط دستگاه Cell450 اندازه‌گیری شدند. مشخصات نقاط نمونه‌برداری،

۳-۱- آزمایش‌های انجام شده در بخش محیط‌زیستی شرکت صنایع چدن پارس

پس از شناسایی محیط‌زیست منطقه مورد مطالعه و بررسی فعالیت‌های صنایع چدن پارس، آزمایشات برای تعیین مهم‌ترین اثرات انجام شد. برای شناسایی منابع انتشار آلاینده در واحدهای مختلف صنعت مورد مطالعه، بازدید میدانی انجام شد. پارامترهای آلاینده حاصل از کارخانه چدن در سه بخش آلاینده‌های آب، هوا و صوت تقسیم‌بندی می‌شوند. پارامترهای پساب خروجی کارخانه مانند BOD₅⁹, COD¹⁰, EC¹¹, pH، کدورت، نیترات، فسفات و فلزات سنگین در دو سال متوالی ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ به وسیله دستگاه‌های مختلفی نظیر BOD Trak و COD Reactor مورد سنجش قرار گرفته‌اند. آلاینده‌های هوا در دو بخش گازهای خروجی منابع ثابت که شامل O₂،

دستگاه نمونه‌برداری و روش نمونه‌برداری در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: مشخصات نقاط انجام نمونه‌برداری، نوع دستگاه و روش نمونه‌برداری

ردیف	نوع آلاینده مورد اندازه‌گیری	مکان ایستگاه نمونه‌برداری	دستگاه نمونه‌برداری	مؤلفه‌های مورد اندازه‌گیری	روش نمونه‌برداری	دفعات و زمان نمونه‌گیری
۱	گازهای خروجی منابع ثابت و ذرات محیطی	دودکش کوره‌های القایی	XL testo 350 vario plus industrial	O ₂	سل الکتروشیمیایی	۴۰ دقیقه (سال ۹۱)
				No _x	محاسباتی	
				No	سل الکتروشیمیایی	
				Co	سل الکتروشیمیایی	
				NO ₂	سل الکتروشیمیایی	
				C _x H _y	سل الکتروشیمیایی	
				H ₂ S	سل الکتروشیمیایی	
	خروجی کوره ۱ تا ۶	XL testo 350	سل الکتروشیمیایی	محاسباتی	Co ₂	
۲	ذرات محیطی	بگ فیلتر واگنر	Isostack basic	PM ₁₀	ایزوکنیتیک-	۴۰ دقیقه (سال ۹۱)
				PM _{2.5}	گراویمتریک	
۳	صوت	سالن تولید سنگ‌زنی	Cell450	L _{max}	----	۳ ساعت
				L _{min}	----	۱۵ دقیقه
				L _{eq}	----	۳ ساعت
				L _{max}	---	۱۵ دقیقه
۴	عوامل شیمیایی* (گردوغبار و سلیس و منیزیم)	سالن تولید (قسمت واگنر)	پمپ نمونه‌بردار فردی مدل SKC	گرد و غبار حاصل از تولید	اسپکتروفوتومتری	۴۰ دقیقه (سال ۹۱)
				گرد و غبار حاصل از تولید		
				گرد و غبار شات‌بلاست و سنگ‌زنی		
	سلیس	سالن تولید (قسمت کوره)	پمپ نمونه‌بردار فردی مدل SKC	تولید مذاب نشکن	اسپکتروفوتومتری	۴۰ دقیقه (سال ۹۱)
				تولید مذاب نشکن	اسپکتروفوتومتری	۴۰ دقیقه ۹۱/۷/۱۶
۵	آلاینده‌های آب	فاضلاب بخش‌های مختلف	COD, BOD Trak, Sension سری Reactor و Sension 5 و 1 و Hach مدل Sension 6	BOD ₅ , COD, Fe, Cu, ss, Tss, pH, TDS, EC, Oil, Do, Zn, کدورت، دما، نیترات، فسفات	فتومتری، جذب اتمی	سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰

۳-۲- اولویت‌بندی اثرات محیط‌زیستی شرکت صنایع چدن پارس در این مطالعه به منظور اولویت‌بندی اثرات محیط‌زیستی شرکت صنایع چدن پارس از روش‌های تصمیم‌گیری

چندمعیاره استفاده شده است. به‌طور کلی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند که شامل مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه (MODM) و مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) می‌شوند

w_i وزن شاخص A_m است، جمع اوزان شاخص‌ها برابر ۱ می‌باشد.

۳- تعیین راه‌حل ایده‌آل مثبت (A^+) و منفی (A^-) به صورت زیر:

(۳)

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\} = \{(\max_j v_{ij} | i \in I'), (\min_j v_{ij} | i \in I'')\},$$

(۴)

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \{(\min_j v_{ij} | i \in I'), (\max_j v_{ij} | i \in I'')\},$$

۴- میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی را تعیین می‌کنیم. فاصله هر گزینه تا ایده‌آل مثبت (D_j^+) به صورت:

(۵)

$$D_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad j = 1, \dots, J$$

فاصله هر گزینه تا ایده‌آل منفی (D_j^-) به صورت:

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad j = 1, \dots, J \quad (۶)$$

۵- تعیین نزدیکی نسبی (C_j^*) یک گزینه به راه‌حل ایده‌آل:

$$C_j^* = \frac{D_j^-}{D_j^+ + D_j^-}, \quad j = 1, \dots, J \quad (۷)$$

۶- رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس (C_j^*) [۲۶]، گزینه‌ای که (C_j^*) آن بزرگ‌تر باشد، بهتر است.

روش آنتروپی

به منظور وزن‌دهی به شاخص‌ها در مدل TOPSIS روش آنتروپی انتخاب شد که در ادامه تشریح می‌گردد [۴]:

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}}; \forall_{i,j} \quad ۱- \text{محاسبه } P_{ij}$$

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m [p_{ij} \ln p_{ij}] \quad ; \forall_j \quad ۲- \text{محاسبه مقدار آنتروپی } E_j$$

$$d_j = 1 - E_j \quad ; \forall_j \quad ۳- \text{محاسبه مقدار عدم اطمینان } d_j$$

[۳]. به طوری که مدل‌های چندهدفه به منظور طراحی به کار گرفته می‌شوند. در حالی که مدل‌های چندشاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می‌شوند [۱۱]. از میان مدل‌های چندمعیاره، از آنجایی که روش‌های MADM قادر به در نظر گرفتن شرایط و متغیرهای کمی و کیفی مسئله به طور هم‌زمان می‌باشند، کاربرد و گسترش چشمگیری یافته‌اند [۸]. روش‌های تصمیم‌گیری مانند AHP و TOPSIS فقط قادرند در شرایط اطمینان و با اطلاعات دقیق نتایج مطلوبی را ارائه کنند؛ اما گاهی اطلاعات دقیق در دست نیست. در این حالت، بهترین روش برای تصمیم‌گیری روش مقایسه‌ای از تصمیم‌گیری فازی است. نظریه فازی از زمان ارائه تاکنون، گسترش و تعمیق زیادی یافته و کاربردهای گوناگونی در زمینه‌های مختلف پیدا کرده است [۱۲]. روش TOPSIS نیز بر اساس اعداد فازی استفاده شده است [۳]. در این مطالعه از روش نزدیکی به حالت ایده‌آل (TOPSIS) از مدل‌های چندشاخصه و F-TOPSIS استفاده شده است. به منظور وزن‌دهی به شاخص‌ها در مدل TOPSIS، روش آنتروپی انتخاب شد. در ادامه این روش‌ها تشریح می‌شوند.

روش نزدیکی به حالت ایده‌آل (TOPSIS)

در این روش m گزینه (A_1, A_2, \dots, A_m) به وسیله n شاخص (C_1, C_2, \dots, C_n)، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. اساس این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کم‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی داشته باشد [۵]. حل مسأله با این روش، مستلزم طی گام‌های زیر است:

۱- بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم با استفاده از بی‌مقیاس‌سازی نورم:

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^J f_{ij}^2}} \quad j = 1, \dots, J \quad i = 1, \dots, n \quad (۱)$$

۲- تشکیل ماتریس بی‌مقیاس موزون (v_{ij}) با ضرب ماتریس بی‌مقیاس شده (r_{ij}) در ماتریس قطری وزن‌ها (w_i):

$$v_{ij} = w_i \times r_{ij} \quad j = 1, \dots, J \quad i = 1, \dots, n \quad (۲)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \begin{cases} \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{b_j^*}, \frac{c_{ij}}{a_j^*} \right); i=1,2,\dots,m, j \in B \\ \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}^-}, \frac{b_j^-}{b_{ij}^-}, \frac{c_j^-}{a_{ij}^-} \right); i=1,2,\dots,m, j \in C \end{cases}$$

جنبه منفی

$$C_j^* = \text{Max} C_{ij}, j \in B$$

$$a_j^- = \text{Min} a_{ij}, j \in C$$

۳- محاسبه ماتریس استاندارد وزن دار از طریق تابع (۳)
(۴).

$$V_{ij} = r_{ij} w_{ij} \quad \text{تابع (۳)}$$

۴- محاسبه جواب ایده‌آل مثبت (A^+) و جواب ایده‌آل منفی (A^-) برای اعداد فازی مثلثی از طریق تابع (۴).

$$M(V_{ij}) = \frac{-a_{ij}^2 + c_{ij}^2 - a_{ij}^2 \cdot b_{ij} + c_{ij} \cdot b_{ij}}{3(-a_{ij} + c_{ij})} \quad \text{تابع (۴)}$$

۵- محاسبه فاصله هر گزینه از ایده‌آل مثبت (S^+) و منفی (S^-) که این مرحله به صورت ذیل محاسبه می‌شود. اگر $V_i^+ = (a^+, b^+, c^+)$ و $V_j^- = (a^-, b^-, c^-)$ باشند، آن‌گاه می‌توان اعداد مثلث فازی را به صورت توابع (۵) و (۶) تعمیم داد [۶].

$$\tilde{r}_{ij} = \begin{cases} 1 - \frac{c_{ij} - a^+}{b^+ + c_{ij} - a^+ - b_{ij}} & \text{برای } (b_{ij} < b^+) \\ 1 - \frac{c^+ - a_{ij}}{b_{ij} + c^+ - a_{ij} - b^+} & \text{برای } (b^+ < b_{ij}) \end{cases}$$

تابع (۶)

$$\tilde{r}_{ij} = \begin{cases} 1 - \frac{c^- - a_{ij}}{b_{ij} + c^- - a_{ij} - b^-} & \text{برای } (b < b^+) \\ 1 - \frac{c_{ij} - a^-}{b^- + c_{ij} - a^- - b_{ij}} & \text{برای } (b_{ij} < b^-) \end{cases}$$

۶- در مرحله نهایی می‌توان نزدیکی نسبی هر گزینه به ایده‌آل‌ها را که از طریق تابع (۷) برآورد می‌شود، محاسبه کرد [۲]. گزینه‌ای برتری دارد که C_j^+ بزرگ‌تری داشته باشد.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}; \forall_j \quad \text{۴- محاسبه اوزان}$$

$$w'_j = \frac{\lambda_j w_j}{\sum_{j=1}^n \lambda_j w_j}; \forall_j \quad \text{گام ۴- محاسبه اوزان تعدیل‌شده}$$

روش نزدیکی به حالت ایده‌آل فازی

فازی روشی است که در آن عناصر ماتریس یا وزن‌های متعلق به هر شاخص به صورت فازی بیان می‌شوند. برای انجام عملیات به شیوه TOPSIS فازی می‌توان از روش‌های متفاوتی بهره گرفت که از متداول‌ترین آن‌ها روش وضع‌شده به وسیله Chen & Hwang است. در این روش مراحل زیر به اجرا گذاشته می‌شود [۷].

۱- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری (D) که یک ماتریس $m \times n$ است.

۲- استانداردسازی داده‌ها: بدین منظور لازم است ابتدا حداکثر میزان هر ستون X_j^+ و حداقل آن X_j^- مشخص گردد [۲۴]. اگر اعداد فازی به صورت مثلثی باشند، به طوری که $\tilde{X}_j^+ = (a_j^+, b_j^+, c_j^+)$ بیشترین و $\tilde{X}_j^- = (a_j^-, b_j^-, c_j^-)$ کمترین امتیازات را به خود اختصاص داده باشند، می‌توان به دو شیوه ذیل و با بهره‌برداری از توابع (۱) و (۲) اقدام به استانداردسازی ماتریس تصمیم کرد.

تابع (۱)

جنبه مثبت

$$\tilde{r}_{ij} = \begin{cases} \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{b_j^*}, \frac{c_{ij}}{a_j^*} \right); i=1,2,\dots,m, j \in B \\ \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}^-}, \frac{b_j^-}{b_{ij}^-}, \frac{c_j^-}{a_{ij}^-} \right); i=1,2,\dots,m, j \in C \end{cases}$$

جنبه منفی

تابع (۲)

جنبه مثبت

میزان SS، BOD₅ و COD کاهش و سایر پارامترها بدون تغییر باقی مانده‌اند. پارامترهای COD، BOD₅ و SS بالاتر از حد استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی سازمان محیط‌زیست است که با توجه به انتقال فاضلاب به تصفیه‌خانه، اثرات آن بر محیط ناچیز می‌شود. (جدول ۲). در مورد آلاینده‌های هوا، بیشترین میزان تغییر مربوط به NO_x است که میزان این آلاینده در سال ۹۱ نسبت به سال قبل در حال افزایش بوده است و H₂S در رتبه بعدی قرار دارد. بر اساس مطالعات انجام‌گرفته، بیشترین آلاینده‌های کارخانه چدن پارس که تولید اثر می‌کند مربوط به آلاینده‌های هوا است؛ اما به دلیل فقدان داده‌ها در سال‌های متمادی، به داده‌های آخرین مطالعات استناد شده است (جدول ۳). همان‌طور که جدول ۴ نشان می‌دهد میزان خروجی ذرات دودکش به‌طور فزاینده‌ای در حال افزایش است که بیشترین آلاینده هوا و بیشترین پتانسیل تولید اثر را دارد. اندازه‌گیری میزان صوت نیز نشان داد که میزان صوت در بیشتر مناطق فراتر از حد مجاز است (جدول ۵). با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در ناحیه اطراف پرسنل، غلظت مواد اندازه‌گیری شده برای اپراتور در سالن تولید، قسمت واگنر و کنترل نهایی و سنگ‌زنی فراتر از حد مجاز می‌باشد؛ فقط در سالن تولید قسمت کوره، غلظت منیزیم در حد مجاز می‌باشد (جدول ۶). در نهایت نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آلاینده‌های متفاوت کارخانه چدن پارس نشان می‌دهد که بیشترین آلاینده مربوط به آلاینده‌های هوا است.

جدول ۲: نتایج آنالیز پساب خروجی واحد تولیدی صنایع چدن پارس

Zn	Fe	Cu	Oil	DO	SS	BOD ₅	COD	pH	مکان نمونه برداری	سال
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	-		
<۰/۴	<۰/۵	<۰/۳	۵	۰	۴۱۰	۳۹۰	۷۴۰	۶/۵	منهول خروجی واحد تولیدی	۱۳۸۹
<۰/۲	<۰/۵	<۱	۱۰	۰	۲۰۰	۱۸۰	۴۵۰	۷	منهول خروجی واحد تولیدی	۱۳۹۰
۲	۳	۱	۱۰	۲	۰	۳۰	۶۰	۶/۵-۸/۵	استاندارد محیط‌زیست*	

جدول ۳: نتایج گازهای خروجی از دودکش واحد تولیدی صنایع چدن پارس

Zn	Fe	Cu	Oil	DO	SS	BOD ₅	COD	pH	مکان نمونه برداری	سال
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	-		
<۰/۴	<۰/۵	<۰/۳	۵	۰	۴۱۰	۳۹۰	۷۴۰	۶/۵	منهول خروجی واحد تولیدی	۱۳۸۹
<۰/۲	<۰/۵	<۱	۱۰	۰	۲۰۰	۱۸۰	۴۵۰	۷	منهول خروجی واحد تولیدی	۱۳۹۰
۲	۳	۱	۱۰	۲	۰	۳۰	۶۰	۶/۵-۸/۵	استاندارد محیط‌زیست*	

$$C_j^+ = \frac{S_i^+}{S_i^+ + S_i^-} \quad \text{تابع (۷)}$$

۴- بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی ارزیابی اثرات محیط‌زیستی، در نظر گرفتن کلیه عوامل محیط‌زیستی ممکن یک فعالیت و استنتاج نتایج، تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری در مورد فعالیت اقتصادی است در مطالعه حاضر از روش‌های Topsis و F-Topsis و با در نظر گرفتن شاخص‌های متفاوت برای رتبه‌بندی اثرات حاصل از کارخانه‌های چدن پارس استفاده گردید. نتایج نشان داد که روش‌های پیشنهادی به‌صورت عملی قادر به انجام رتبه‌بندی اثرات می‌باشند. در این مطالعه Topsis روش عملی برای رتبه‌بندی اثرات است؛ مزیت Topsis در ارزیابی آثار محیط‌زیستی، رتبه‌بندی آثار مثبت و منفی با استفاده از معیارهای متفاوت است. هنگامی که قضاوت‌ها و نظرات مبهم و پیچیده است، F-Topsis تکنیک ارجح است.

چون یکی از مهم‌ترین اهداف مطالعات بررسی اثرات محیط‌زیستی کاهش پیامدهای سوء ناشی از یک پروژه بر محیط‌زیست است، در ادامه سعی شده با ارائه روش‌ها و راه‌حل‌هایی، اثرات مخرب ناشی از کارخانه چدن پارس بر محیط‌زیست منطقه کاهش یابد.

پس از بررسی‌های میدانی، نقاط تولیدکننده آلاینده به‌منظور انجام نمونه‌برداری مشخص شدند. نتایج آزمایشات فاضلاب کارخانه چدن پارس در دو سال متوالی ۸۹ و ۹۰ نشان داد که میزان pH و روغن افزایش،

جدول ۴: نتایج ذرات خروجی از دودکش واحد تولیدی صنایع چدن پارس

سال	محل نمونه برداری	میزان ذرات خروجی دودکش mg/ Nm3
۱۳۹۰	بگ فیلتر واگنر	۱۵۹
۱۳۹۱	بگ فیلتر واگنر	۱۷۴
استاندارد محیط‌زیست*		۲۵۰

جدول ۵: ارزیابی نهایی دوزیمتری در قسمت‌های مختلف صنایع چدن پارس

سال	محل نمونه برداری	میزان ذرات خروجی دودکش mg/ Nm3
۱۳۹۰	بگ فیلتر واگنر	۱۵۹
۱۳۹۱	بگ فیلتر واگنر	۱۷۴
استاندارد محیط‌زیست*		۲۵۰

جدول ۶: نتایج نمونه برداری عوامل شیمیایی صنایع چدن پارس

محل نمونه برداری	سالن تولید	سالن تولید	سنگ‌زنی	سالن تولید	سالن تولید
	(قسمت واگنر)	(قسمت کنترل نهایی)		(قسمت کنترل نهایی)	(قسمت کوره)
نوع ماده	گرد و غبار سیلیس	گرد و غبار سیلیس	گرد و غبار سیلیس	گرد و غبار سیلیس	منیزیم
نوع فعالیت اپراتور	اپراتور مونتاژ واگنر	اپراتور کنترل نهایی	اپراتور شات بلاست	اپراتور کوره	اپراتور کوره
منابع مولد آلودگی	گرد و غبار حاصل از تولید	گرد و غبار حاصل از تولید	گرد و غبار شات بلاست و سنگ‌زنی	فیوم مذاب حاصل از کوره	فیوم مذاب حاصل از کوره
غلظت اندازه‌گیری شده (mg/m ³)	۰/۵۸	۰/۱۶	۰/۲۹	۰/۲۱	۰/۶۸
AOE-TWA* (mg/m ³)	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۱۰

آماده‌سازی آن و ذخیره‌سازی مواد اولیه (C2)، ذوب مواد (C3)، سرپاره‌گیری (C4)، خروج مواد مذاب و قالب‌گیری ریخته‌گری (C5)، رنگ‌کاری انجماد و تمیزکاری (C6)، تولید پساب بهداشتی (C7)، تولید پساب صنعتی (C8)، حمل و نقل جهت ارسال به بازار (C9)، مصرف انرژی (C10) و استخدام و اشتغال (C11) می‌شوند. از آن‌جا که لازم است ارزش کلیه شاخص‌ها به صورت کمی وارد ماتریس تصمیم Topsis پیشنهادی شود، در این تحقیق بر اساس روش‌های موجود، مقیاس عددی (۹-۱) برای امتیازدهی به شاخص‌ها تعریف شد. به این ترتیب اثراتی که اهمیت خیلی کمی دارند، نمره "۱" و اثراتی که اهمیت خیلی زیادی دارند، نمره "۹" را دریافت می‌نمایند؛ و به ترتیب اثرات با اهمیت کم، متوسط و زیاد نمرات "۳"، "۵" و "۷" را دریافت می‌نمایند.

اولین مرحله در Topsis و F-Topsis، تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری است. در ردیف‌های این ماتریس گزینه‌ها و در ستون‌ها شاخص‌هایی که گزینه‌ها بر اساس آن‌ها رتبه‌بندی می‌شوند، قرار دارند. در این مطالعه اثرات شامل کاهش کیفیت آب سطحی (A1)، افت کیفیت هوا (A2)، کاهش کیفیت آب زیر زمینی (A3)، کاهش سطح آب زیر زمینی (A4)، کاهش کیفیت خاک (A5)، اختلال در مهاجرت و تولید مثل حیات وحش (A6)، از بین رفتن پوشش گیاهی (A7)، افزایش تراز صوتی و ارتعاش (A8)، اختلال در مهاجرت پرندگان (A9)، ایجاد رفاه (A10)، جلوگیری از مهاجرت افراد (A11)، بیماری‌های چشمی (A12)، ناراحتی‌های عصبی (A13)، اختلالات تنفسی و ریوی (A14) می‌باشند. مهم‌ترین فعالیت‌های کارخانه چدن که ایجاد اثر می‌کنند به‌عنوان شاخص انتخاب شدند که شامل جابه‌جایی و حمل و نقل مواد اولیه (C1)،

در ادامه پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری در روش TOPSIS، با نظر کارشناسان، با استفاده از رابطه ۱ بی‌مقیاس شد و پس از ضرب در اوزان شاخص‌ها با استفاده از رابطه ۲ ماتریس بی‌مقیاس موزن تشکیل شد (جدول ۷). برای ایده‌آل مثبت، بیشترین مقدار عددی هر ستون و برای ایده‌آل منفی، کمترین مقدار عددی هر ستون از ماتریس بی‌مقیاس موزون در نظر گرفته شده است. فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی با استفاده از رابطه‌های (۵ و ۶) محاسبه شد (جدول ۸). در نهایت با تعیین نزدیکی نسبی (C_j^*) هر یک از گزینه‌ها به راه‌حل ایده‌آل (رابطه ۷)، رتبه‌بندی آثار حاصل از کارخانه چدن پارس انجام شد که در جدول ۸ ارائه شده است. جداول مورد استفاده برای امتیازدهی در روش FTOPSIS، با استفاده از نظر کارشناسان تنظیم شد. این روش شامل مراحل زیر است: قبل از شروع الگوریتم این روش، باید ماتریس تصمیم D که یک ماتریس $M*N$ است و بردار وزن شاخص‌ها نسبت به هدف (W)، به عنوان ورودی الگوریتم، تشکیل شد. برای تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و تشکیل بردار وزن شاخص‌ها از جدول ۹، استفاده شد. در این روش نیز پس از تشکیل ماتریس F -TOPSIS و بی‌مقیاس‌سازی آن با استفاده از تابع ۲، اوزان شاخص‌ها در این ماتریس ضرب شده و ماتریس بی‌مقیاس موزون با استفاده از تابع ۳ به دست آمد. اکنون می‌توان جواب ایده‌آل مثبت (A^+) و جواب ایده‌آل منفی (A^-) را برای اعداد فازی مثلثی از طریق تابع ۴ به دست آورد؛ در نهایت شاخص شباهت محاسبه شد و بر اساس آن، اثرات رتبه‌بندی شدند (جدول ۱۰).

جدول ۷: ماتریس بی‌مقیاس موزون و ایده‌آل‌های مثبت و منفی در TOPSIS

وزن	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
A1	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۲۵	۰/۰۰۹	۰/۰۲۸	۰/۰۰۹	۰/۰۴۶	۰/۰۴۰	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰
A2	۰/۰۲۱	۰/۰۳۷	۰/۰۴۲	۰/۰۴۷	۰/۰۴۷	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۲۴	۰/۰۴۶	۰/۰۶۲	۰/۰۲۹
A3	۰/۰۰۹	۰/۰۲۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۲۸	۰/۰۲۴	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰
A4	۰/۰۰۹	۰/۰۲۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۷	۰/۰۴۷	۰/۰۲۸	۰/۰۴۶	۰/۰۲۴	۰/۰۲۸	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰
A5	۰/۰۱۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۲۸	۰/۰۲۴	۰/۰۲۸	۰/۰۱۲	۰/۰۲۹
A6	۰/۰۰۹	۰/۰۲۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۲۸	۰/۰۴۰	۰/۰۲۸	۰/۰۳۷	۰/۰۱۰
A7	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۴۰	۰/۰۲۸	۰/۰۳۷	۰/۰۲۹
A8	۰/۰۲۱	۰/۰۲۲	۰/۰۵۹	۰/۰۴۷	۰/۰۰۹	۰/۰۲۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۴۶	۰/۰۳۷	۰/۰۱۰
A9	۰/۰۱۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۲۸	۰/۰۱۲	۰/۰۲۹
A10	۰/۰۰۹	۰/۰۲۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۶۲	۰/۰۱۰
A11	۰/۰۰۹	۰/۰۲۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰
A12	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۴۲	۰/۰۴۷	۰/۰۲۸	۰/۰۴۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	۰/۰۲۹
A13	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰
A14	۰/۰۰۳	۰/۰۲۲	۰/۰۲۵	۰/۰۴۷	۰/۰۴۷	۰/۰۴۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰
A*	۰/۰۲۱	۰/۰۳۷	۰/۰۵۹	۰/۰۴۷	۰/۰۴۷	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۴۰	۰/۰۴۶	۰/۰۶۲	۰/۰۱۰
A-	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	۰/۰۲۹

جدول ۸: ایده‌آل‌های مثبت و منفی حاصل از ماتریس بی‌مقیاس شده وزین

رتبه	CLi value	d-	d +	گزینه‌ها (اثرات)
۸	۰/۳۶۲	۰/۰۵۵	۰/۰۹۷	A1 کاهش کیفیت آب سطحی
۱	۰/۷۴۳	۰/۱۰۱	۰/۰۳۵	A2 افت کیفیت هوا
۱۳	۰/۲۱۰	۰/۰۲۹	۰/۱۰۹	A3 کاهش کیفیت آب زیر زمینی
۲	۰/۵۴۸	۰/۰۸۰	۰/۰۶۶	A4 کاهش سطح آب زیر زمینی
۱۰	۰/۲۶۶	۰/۰۳۸	۰/۱۰۵	A5 کاهش کیفیت خاک
۹	۰/۳۵۰	۰/۰۵۰	۰/۰۹۴	A6 اختلال در مهاجرت حیات وحش
۷	۰/۴۱۲	۰/۰۵۸	۰/۰۸۳	A7 از بین رفتن پوشش گیاهی
۳	۰/۵۲۹	۰/۰۸۲	۰/۰۷۳	A8 افزایش تراز صوت و ارتعاش
۱۲	۰/۲۳۳	۰/۰۳۳	۰/۱۱۰	A9 اختلال در مهاجرت پرندگان
۴	۰/۴۳۶	۰/۰۶۳	۰/۰۸۱	A10 ایجاد شغل و رفاه
۱۱	۰/۲۵۴	۰/۰۳۵	۰/۱۰۴	A11 جلوگیری از مهاجرت ساکنین ساوه و اطراف آن
۶	۰/۴۱۹	۰/۰۶۵	۰/۰۹۰	A12 بیماری‌های چشمی
۱۴	۰/۰۴۶	۰/۰۰۵	۰/۱۲۰	A13 ناراحتی‌های عصبی
۵	۰/۴۲۹	۰/۰۶۸	۰/۰۹۱	A14 اختلالات تنفسی و ریوی

جدول ۹: متغیر زبانی برای رتبه‌بندی گزینه‌ها و معیارها

متغیر زبانی برای رتبه‌بندی معیارها		متغیر زبانی برای رتبه‌بندی گزینه‌ها	
عدد فازی متناظر	متغیر زبانی	عدد فازی متناظر	متغیر زبانی
(۰، ۰، ۰/۱)	بسیار کم اهمیت	(۱، ۰، ۰)	بسیار کم
(۰، ۰/۱، ۰/۳)	کم اهمیت	(۳، ۱، ۰)	کم
(۰/۱، ۰/۳، ۰/۵)	تا حدودی کم اهمیت	(۱، ۳، ۵)	تا حدودی کم
(۰/۳، ۰/۵، ۰/۷)	بی تفاوت	(۳، ۵، ۷)	مناسب
(۰/۵، ۰/۷، ۰/۹)	تا حدودی با اهمیت	(۹، ۵، ۷)	تا حدودی زیاد
(۰/۷، ۰/۹، ۱)	با اهمیت	(۷، ۹، ۱۰)	زیاد
(۰/۹، ۱، ۱)	بسیار با اهمیت	(۹، ۹، ۱۰)	بسیار زیاد

جدول ۱۰: محاسبه شاخص شباهت در F-TOPSIS

رتبه	شاخص شباهت	گزینه	
۱۳	۰/۳۷۸	A1	کاهش کیفیت آب سطحی
۱	۰/۷۴۸	A2	افت کیفیت هوا
۱۲	۰/۴۰۲	A3	کاهش کیفیت آب زیر زمینی
۲	۰/۷۳۷	A4	کاهش سطح آب زیر زمینی
۱۱	۰/۴۱۳	A5	کاهش کیفیت خاک
۵	۰/۷۳۱	A6	اختلال در مهاجرت حیات وحش
۱۰	۰/۴۱۵	A7	از بین رفتن پوشش گیاهی
۳	۰/۷۳۲	A8	افزایش تراز صوت و ارتعاش
۹	۰/۴۱۸	A9	اختلال در مهاجرت پرندگان
۶	۰/۷۳۰	A10	ایجاد شغل و رفاه
۷	۰/۴۲۰	A11	جلوگیری از مهاجرت ساکنین ساوه و اطراف آن
۴	۰/۷۳۲	A12	بیماری‌های چشمی
۸	۰/۴۱۹	A13	ناراحتی‌های عصبی
۱۴	۰/۳۷۸	A14	اختلالات تنفسی و ریوی

۵- نتیجه گیری

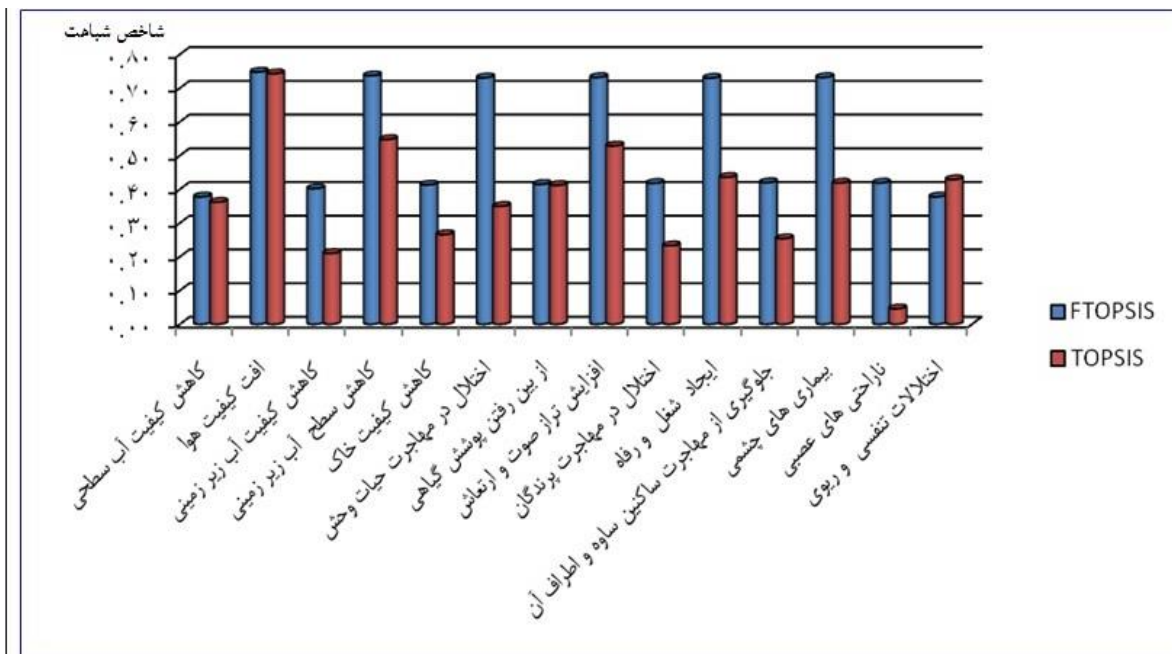
چدن پارس نشان می‌دهد که بیشترین آلاینده مربوط به آلاینده‌های هوا است. ذرات معلق خطرناکی که از دودکش این کارخانه در هوا پخش می‌شود، ضمن این‌که بر ماشین‌آلات و دستگاه‌ها تأثیر می‌گذارد باعث اختلال در سیستم تنفسی افراد می‌شود؛ هم‌اکنون برخی پرسنل شرکت‌ها دچار افت تنفسی و بیماری‌های ریوی شده‌اند. این کارخانه برای تأمین آب مورد نیاز خود، از منابع آب زیرزمینی استفاده می‌کند؛ بنابراین باعث کاهش کمیت و سطح آب زیر زمینی می‌شود. به علاوه با توجه به این‌که کارخانه چدن در بخش شرقی شهرستان ساوه قرار دارد و

نتایج اجرای روش‌های Topsis و F-Topsis در برخی موارد با هم تفاوت داشتند. در شکل ۳ رتبه‌بندی اثرات با استفاده از روش‌های Topsis و F-Topsis ارائه شده است. نتایج رتبه‌بندی آثار کارخانه چدن پارس با استفاده از Topsis و F-Topsis حاکی از آن است که در هر دو روش افت کیفیت هوا (A2)، کاهش سطح آب زیر زمینی (A4) و افزایش تراز صوت و ارتعاش (A8) با ماهیت منفی در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند. عامل اصلی انتشار انواع آلاینده‌ها به هوا، کوره ذوب قراضه‌ها است. نتایج تجزیه و تحلیل آلاینده‌های متفاوت کارخانه

در مهاجرت حیات وحش (A6) با ماهیت منفی در رتبه چهارم و پنجم قرار دارند. کارخانه چدن پارس با جذب افراد و ایجاد فرصت‌های شغلی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم ضمن تغییر الگوهای مصرف و بهبود سطح رفاه و کیفیت زندگی خانوارها، در افزایش سطح تبادلات منطقه‌ای جهت صدور و ورود کالا نیز مؤثر بوده است. محوطه کارگاه، مملو از گرد و غبار SiO_2 است که بسیار سرطان‌زا است و عملاً هر ماه یک نفر به سرطان و یا مشکلات ریوی مبتلا می‌شود. در خصوص بیماری‌های چشمی، می‌توان به نتایج اندازه‌گیری عوامل شیمیایی که در بیشتر مناطق کارخانه فراتر از حد مجاز بوده و انتشار بخارات فلزی، انتشار گازهای مختلف (CO ، SO_x ، PM_{10} ، NO_x) اشاره کرد. همچنین آلودگی صوتی در کارخانه تولید چدن، موجب کاهش امنیت زیستگاه حیات وحش و در نهایت اختلال در مهاجرت حیات وحش منطقه می‌شود.

جهت جریان آب‌های زیر زمینی در دشت ساوه از شمال غربی به جنوب شرقی و از غرب به شرق است، عدم رعایت ملاحظات محیط‌زیستی، باعث افت کیفیت و آلودگی آب‌های زیر زمینی محدوده مطالعاتی خواهد شد. با توجه به نتایج اندازه‌گیری‌ها، میزان صوت در بیشتر مناطق فراتر از حد مجاز است. تولید آلودگی صوتی ناشی از فعالیت‌های فرآیندی کارخانه چدن پارس در مرحله حمل و نقل مواد اولیه، قالب‌گیری ماهیچه، شات بلاست، سنگ‌زنی قطعات و تمیزکاری و مانند آن می‌باشد. این میزان آلودگی صوتی برای کارگران درون و بیرون کارخانه مشکلات فراوانی ایجاد می‌کند.

در روش Topsis، ایجاد شغل و رفاه (A10) با ماهیت مثبت و اختلالات تنفسی و ریوی (A14) با ماهیت منفی و در F-Topsis، بیماری‌های چشمی (A12) و اختلال



شکل ۳: رتبه‌بندی اثرات با استفاده از روش‌های Topsis و F-Topsis

- multiple criteria decision making. Applied Mathematics and Computation. doi:10.1016/j.amc.2008.05.047.
- [5]. Ong S.K , Koh T.H , Nee A.Y.C.2001. Assessing the environmental impact of materials processing techniques using an analytical hierarchy process method. *Journal of Material Processing Technology*, 113:424–431.
- [6]. Opricovic, S. & Tzeng, G. T. 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *Operational Research*, 156: 445- 455.
- [7]. Ramanathan, R. 2001. A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment. *Journal of Environmental Management*, 63:27–35.
- [8]. Van Haaren, R; , Fthenakis, V; 2015. «GIS-Based Wind Farm Site Selection Using Spatial Multi-Criteria Analysis, Case For New York State». *Renewable And Sustainable Energy Reviws* 15, 3332-3340.
- [9]. Wang Y.M, Yang J.B , Xu D.L .2005. Environmental impact assessment using the evidential reasoning approach. *European Journal of Operational Research*, 174:1885–1913.
- [10]. Yang T. and Hung C. 2007. Multiple-attribute decision making methods for plant layout design problem. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23(1), 126–137.
- [11]. Yen J. and Langari R. 1999. *Fuzzy Logic: Intelligence, Control, and Information*. Prentice Hall.
- [12]. Yue, C. D; Wang, S. S; 2013. «GIS-based evaluation of multi farious local renewable energy sources: a case study of the Chigu area of southwestern Taiwan». *Energy Policy* 34, 730–742.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان مقاله نهایت تشکر و قدرشناسی خود را از کارکنان محترم کارخانه چدن پارس و دفتر محیطزیست شهرستان ساوه که ما را در انجام این مطالعه یاری دادند، ابراز می‌دارند.

پی نوشت

- 1.Environmental Impact Assessment
- 2.Multi-criteria decision making (MCDM)
- 3.Analytical hierarchy process
- 4.Simple additive weighting
- 5.Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
- 6.ELimination and Choice Expressing Reality
- 7.Liquefied petroleum gas
- 8.Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
- 9.Biological Oxygen Demand
- 10.Chemical oxygen demand
- 11.Electrical conductivity
- 12.Allowable Occupational Exposure

مراجع

- [1]. Kahraman, C; Cebi S; 2014. «A comparative analysis for multi attribute selection among renewable energy alternatives using fuzzy axiomatic design and fuzzy analytic hierarchy process». *Energy*;34:1603-1617.
- [2]. Kaya, T; , Kahraman,C; 2013. «Multi criteria Renewable Energy Planning Using An Integrated Fuzzy VIKOR & AHP Methodology, The Case Of Istanbul». *Energy* 35, 2517-2527
- [3]. Kwang-Jae, K., Moskowits, H., 2000, *Theory and Methodology Fuzzy Multicriteria Models for Quality Function Deployment*, *European Journal of Operational Research*, 121.
- [4]. Mahdavi, I., Mahdavi-Amiri, N., Heidarzade, A., & Nourifar, R. (2008). *Designing a model Of fuzzy TOPSIS in*