تحلیلی بر آلودگی هوای ناشی از شهرک صنعتی رجه با استفاده از روش ماتریس (مطالعه موردی منطقه رجه بابل)

محمد معتمدی[۱]، احمد آراییان[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۴

چکیده

امروزه بحث آلودگی ناشی از شهرک‌های صنعتی، موضوع بسیار مهمی در مطالعات زیست‌محیطی است که تأثیر بسزایی در اکوسیستم منطقه‌ای که شهرک‌های صنعتی در آنجا احداث می‌شوند، دارند. در این پژوهش تأثیر آلودگی ناشی از کارخانه‌های شهرک صنعتی رجه بابل بر هوای شهرک بررسی می‌شود و سعی می‌شود با ارائه سناریوهای مناسب به راه‌حل‌هایی برای مقابله با آن برسیم. ابتدا مطالعات مشابه داخلی و خارجی مورد بررسی قرار گرفتند. شاخص‌های SPI و AQI معرفی شده و محدوده‌های آنها و طبقه‌بندی مربوطه تعیین شد. در نهایت با استفاده از مفهوم ماتریس لئوپولد سناریوهای ممکن برای به‌حداقل‌رساندن آلاینده‌ها در شهرک صنعتی رجه معرفی شدند.

نتایج نشان می‌دهد که با اعمال کنترل بر کیفیت دود خروجی از کارخانه‌های صنعتی - تولیدی و گسترش فضای سبز می‌توان اثرات مخرب ذرات معلق و آلاینده‌ها را به طرز چشمگیری کاهش داد. شاخص استانداردهای آلایندگی، اطلاعات مربوط به غلظت آلاینده ازن در سطح زمین، ذرات معلق، مونوکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن را فراهم می‌کند. نتایج پرسش‌نامه نشان می‌دهد که بدترین سناریوی ممکن جابه‌جایی واحد صنعتی - تولیدی است و بهترین سناریو استفاده از پوشش گیاهی و فضای سبز در نواحی شهرک صنعتی است. سناریوی مناسب دیگر اعمال کنترل بر دود خروجی از کارخانه‌ها از طریق بهینه‌سازی مصرف سوخت و استفاده از فیلترهای مناسب است.

کلیدواژه‌ها: شهرک صنعتی رجه، آلایندگی، شاخص آلایندگی، کیفیت هوا، ذرات معلق.

[۱] گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد شیروان، دانشگاه آزاد اسلامی،شیروان،ایران.(نویسنده و مسئول مکاتبات) motamedi45@gmail.com

[۲] آراییان، احمد، دانشجوی دکترا، دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد شیروان، mehran.abasnezhad1367@gmail.com

مقدمه

امروزه در اجرای هر پروژه کلان توجه به امر حفاظت از محیط‌زیست به‌عنوان یکی از الزامات و قوانین شمرده می‌شود. برآوردهای اتحادیه بین‌المللی حفاظت از محیط‌زیست از خساراتی که توسط صنایع به محیط‌زیست وارد می‌شود، زنگ خطری جدی را برای فعالان حوزه صنعت در دنیا به وجود آورده است (حاج کاظمی‌ها و همکاران، ۱۳۹۳، ۶). به‌طوری‌که کشورهای توسعه‌یافته با درنظرگرفتن الزامات سختگیرانه بر صنایع تا حد زیادی سعی در کنترل عواقب جبران‌ناپذیر ناشی از صنعت بر محیط‌زیست، دارند. (عباسپور و همکاران، ۱۳۷۹، ۳) در کشورهای درحال‌توسعه از جمله ایران، نبود برآورد دقیقی از این عوامل زیان‌زا، منجر به عدم آگاهی درست از میزان و نوع تأثیر آنها بر محیط‌زیست شده است (جواهری و همکاران، ۱۳۹۲، ۱).

رشد صنعت تأثیر به سزایی در اقتصاد یک کشور ایفا می‌کند، تجمیع صنایع مختلف در نقطه خاصی از شهر می‌تواند منجر به تسهیل زیرساخت‌ها شده و به مدیریت بهتر و متمرکزتر کمک کند (حاج کاظمی‌ها و همکاران، ۱۳۹۳، ۶). در ایران شهرک-های صنعتی زیر نظر شرکت شهرک‌های صنعتی به این منظور راه‌اندازی گردیدند. از طرف دیگر در کنار فواید صنعت و متمرکزکردن مراکز صنعتی باید گفت، تجمیع صنایع در نقطه خاصی از یک منطقه می‌تواند آثار زیست‌محیطی بدی به‌جای بگذارد، خصوصاً در شهرک‌هایی که فاصله زیادی با مناطق مسکونی ندارند؛ لذا توجه به تحت کنترل داشتن این پتانسیل مخرب حائز اهمیت است. تمرکز این پژوهش بر شهرک صنعتی رجه (بندپی) بابل است، ازآنجایی‌که این شهرک صنعتی درون منطقه حاصلخیز مازندران واقع شده است و پیش‌ازاین به لحاظ زیست‌محیطی مورد ارزیابی قرار نگرفته است، به‌عنوان مورد مطالعاتی این پژوهش انتخاب شد. شهرک صنعتی رجه در نزدیکی شهر خشرودپی واقع در شهرستان بابل قرار دارد که در آن صنایع مختلفی مشغول به کار هستند که البته هرچند از نظر اشتغال‌زایی و اقتصادی یاریگر مردم منطقه بوده، اما از لحاظ آلودگی‌های زیست‌محیطی، منطقه موردمطالعه را تحت‌تأثیر قرار داده است.

نوع و میزان آلودگی‌های زیست‌محیطی ایجاد شده، بسته به نوع کارخانه‌های و صنایع متفاوت است، این آلودگی‌ها می‌توانند به دسته‌های مختلفی از قبیل آلودگی هوا، آلودگی آب‌های زیرزمینی، ایجاد روان آب‌های صنعتی، بوی نامطبوع و غیره تقسیم شوند که هرکدام می‌تواند تأثیر بسزایی در اکوسیستم منطقه داشته باشد. در حال حاضر کارخانه‌های مختلفی همچون کارتن‌سازی، کارخانه‌های تزریق پلاستیک مثل تولید سیفون و سبد سازی، کارخانه‌های صنایع چوبی، صنایع خودروسازی و غیره در شهرک صنعتی رجه مشغول فعالیت هستند.

در این پژوهش آلاینده‌های هوای تولید شده توسط کارخانه‌های این شهرک اندازه‌گیری شده و نقش آن بر آلوده‌سازی هوای شهرک صنعتی رجه بررسی می‌شود. متغیرهای قابل‌اندازه‌گیری تحقیق عبارت‌اند از: مونوکسید کربن، دی‌اکسیدکربن، دی

سولفور و کلرین.

در راستای بهبود تأثیرات و پیامدهای منفی حاصل از این شهرک بر آلودگی‌های شهر خشرودپی، پس از بررسی میزان این آلایندگی‌ها طی مشورت و صحبت با مسئولان امر در شرکت شهرک‌های صنعتی استان مازندران وهمین‌طور اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان مازندران زیرساخت-های لازم جهت رفع عیوب احتمالی تهیه و همین‌طور قوانین بازدارنده برای شرکت‌هایی که پروتکل‌های محیط‌زیستی را رعایت نمی‌کنند، تصویب می‌گردد. در واقع سؤالی که در این پژوهش مطرح است این است که کارخانه‌های شهرک صنعتی رجه تا چه حد بر آلودگی هوای شهرک تأثیرداشته‌است و چگونه می‌توان میزان این آلودگی را کاهش داد؟

مکان مورد بررسی تحقیق

مکان مورد بررسی تحقیق شهرک صنعتی رجه (بندپی) واقع در دهستان صورت و کاشیکلا از توابع شهرستان بابل است، این شهرک صنعتی دارای ۱۴۶ هکتار وسعت و ۸۷ واحد بهره‌بردار بوده که فاصله آن با نزدیک‌ترین گمرک (ساری) ۷۰ کیلومتر، تا نزدیک‌ترین بندر (بابلسر) ۲۰ کیلومتر و تا نزدیک‌ترین مرکز راه‌آهن (قائم‌شهر) ۲۵ کیلومتر است. حجم سرمایه‌گذاری این شهرک صنعتی ۹۴۷ میلیارد ریال بوده که برای ۲۳۰۰ نفر اشتغال ایجاد کرده است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی این شهرک را نشان می‌دهد.

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهرک صنعتی رجه (بندپی)

مواد و یافته‌های پژوهش

شاخص اندازه‌گیری کیفیت هوا

شاخص استانداردهای آلایندگی (PSI)[3]

بر اساس قانون هوای پاک ایالات متحده، سازمان حفاظت محیط‌زیست این کشور USEPA در سطح ملی موظف به تهیه شاخص یکپارچه کیفیت هوا به‌منظور ارائه گزارش کیفیت آن است. در سال ۱۹۷۶، USEPA این شاخص را تهیه و سپس آن

[3] Pollutant Standards Index

را با نام شاخص استانداردهای آلایندگی یا PSI برای استفاده جوامع محلی و ایالتی در سراسر آن کشور معرفی نمود. شاخص استانداردهای آلایندگی، اطلاعات مربوط به غلظت آلاینده ازن در سطح زمین، ذرات معلق، مونواکسیدکربن، دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن را فراهم می‌کند (خانا، ۲۰۰۰، ۱۴). در حال حاضر شاخص PSI در سطح بین‌المللی به تصویب رسیده و در سراسر جهان مورداستفاده قرار می‌گیرد تا مردم و رسانه‌ها را به طور روزانه در جریان وضعیت آلاینده‌های هوا قرار دهد. گزارش روزانه باید دربرگیرنده موارد زیر باشد:

- منطقه مورد گزارش
- دوره گزارش
-آلاینده بحرانی
- زیرشاخص آلاینده بحرانی
—توصیف شاخص بر اساس جدول شرح ارقام

شاخص استانداردهای آلایندگی یا به عبارتی شاخص کیفیت هوا، به‌صورت عددی در مقیاس ۰ تا ۵۰۰ گزارش می‌شود (چنگ، ۲۰۰۴، ۱۵). اعداد این شاخص مردم را قادر به تعیین سطح آلودگی هوا در یک محل خاص در حد خوب، ناسالم، خطرناک و یا حتی بدتر می‌نماید. جدول ۱ معیارهای این شاخص را در کشور ایران نشان می‌دهد.

جدول۱: زیرمعیارهای شاخص PSI در ایران [3]

شاخص استانداردهای آلایندگی(PSI)					
طبقه	خوب	سالم	ناسالم	بسیار ناسالم	خطرناک
مقدار شاخص	۰–۵۰	۵۱–۱۰۰	۱۰۱–۲۰۰	۲۰۱–۳۰۰	۳۰۰>
آلاینده	دامنه غلظت				
CO	۰–۴/۵	۴/۵–۹	۹–۱۵	۱۵–۳۰	۳۰>
NO_2	--	--	--	۱/۲– ۶	۱/۲>
O_3 1-hour	۰/۰۶– ۰	۰/۱۲– ۰/۰۶	۰/۲۰– ۰/۱۲	۰/۴۰– ۰/۲۰	۰/۴۰>
PM ۱۰	۰–۵۰	۵۰–۱۵۰	۱۵۰–۳۵۰	۳۵۰–۴۲۰	۴۲۰>
SO_2	۰–۰/۰۳	۰/۰۳–۰/۱۴	۰/۱۴–۰/۳۰	۰/۶۰– ۰/۳۰	۰/۶۰>

آلاینده ها		
CO	منوکسید کربن	قسمت در میلیون
NO_2	دی اکسید نیتروژن	قسمت در میلیون
O_3 1-hour	ازن (متوسط غلظت ۱ ساعته)	قسمت در میلیون
O_3 8-hour	ازن (متوسط غلظت ۸ ساعته)	قسمت در میلیون
PM ۱۰	ذرات معلق (ذرات کمتر از ۱۰ میکرون)	میکروگرم بر متر مکعب
SO_2	دی اکسید گوگرد	قسمت در میلیون

شاخص کیفیت هوا یا AQI[4]

این شاخص نسخه ارتقا یافته شاخص استاندارد آلایندگی (PSI) یک سیستم یکنواخت توسعه‌یافته، توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست ایالات متحده است و می‌تواند اطلاعات روزانه در مورد کیفیت هوا را در اختیار عموم مردم قرار دهد. در ماه ژوئن سال 2000 سازمان حفاظت محیط‌زیست ایالات متحده شاخص استانداردهای آلایندگی را به‌روز نموده و نام آن را شاخص کیفیت هوا یا AQI گذارد. شاخص کیفیت هوا به تشریح تأثیرات سطوح مختلف آلودگی هوا به سلامت عمومی و به اقدامات احتیاطی در هنگام افزایش میزان آلودگی هوا به حد ناسالم می‌پردازد (جلیلیان و همکاران، ۱۳۹۷، ۲). شاخص کیفیت هوا شامل طبقه‌بندی جدید خطر سلامت ناسالم برای گروه‌های حساس و آلاینده دیگر ذرات زیر دو و نیم میکرون است. این شاخص پنج معیار اندازه‌گیری آلاینده‌های هوا (ذرات معلق، دی‌اکسید گوگرد، منوکسید کربن، دی‌اکسید نیتروژن (ازت) و ازن) را محاسبه نموده و غلظت آلاینده هوا را تبدیل به یک عدد در مقیاس ۰ تا ۵۰۰ می‌نماید. فواصل در مقیاس AQI مربوط به اثرات بهداشتی و سلامت بالقوه غلظت روزانه هر یک از این پنج آلاینده است (حاج کاظمی‌ها و همکاران، ۱۳۹۳، ۶). مهم‌ترین عدد در این مقیاس 100 است. چنانچه سطح AQI بیش از ۱۰۰ باشد بدان معنی است که در یک روز مشخص، آلایندگی در محدوده ناسالم قرار گرفته است و چنانچه سطح آن ۱۰۰ پایین‌تر باشد؛ یعنی میزان آلایندگی در محدوده سالم قرار دارد. لازم به ذکر است که هم اکنون در کشورهای اروپایی ذرات آلاینده زیر یک میکرون نیز به‌عنوان آلاینده مدنظر است و در آینده‌ای نزدیک به‌عنوان یک معیار جدید در شاخص AQI مورد سنجش قرار خواهد گرفت (نعمت شاهی و همکاران، ۱۳۹۵، ۷). جدول زیر توسط سازمان حفاظت از محیط‌زیست آمریکا برای شناسایی اثرات بهداشتی و سلامت مرتبط با سطوح مختلف آلودگی هوا تهیه شده است که همراه با ارائه راهکارهای احتیاطی هنگام آلودگی هوا در محدوده‌های ناسالم است (پای و همکاران،۲۰۱۷، ۱۹). ارزش شاخص‌ها علاوه بر محدوده اعداد، توسط رنگ‌ها نیز از هم تفکیک شده و مشخص‌تر گردیده‌اند و این موارد که در جدول ۲ قابل مشاهده است اکنون در سطح بین‌المللی و از جمله در کشور ایران مورداستفاده قرار می‌گیرد.

جدول۲: ارزش شاخص AQI در محدوده اعداد[17]

ارزش شاخص	وضعیت بر اساس AQI	اثرات مخرب بر روی سلامت
۵۰-۰ (سبز)	خوب	کیفیت هوا رضایت‌بخش بوده و آلودگی هوا کم یا بی‌خطر است.
۱۰۰-۵۱ (زرد)	متعادل یا سالم	کیفیت هوا قابل‌قبول است، بااین‌حال برخی از آلاینده‌ها ممکن است برای تعداد بسیار کمی از افراد که به طور غیرمنتظره‌ای نسبت به آلودگی هوا حساس هستند اندکی مشکل‌ساز باشند.
۱۵۰-۱۰۱ (نارنجی)	ناسالم برای گروه‌های حساس	تشدید خفیف علائم میان افراد مستعد، عموم مردم به‌احتمال زیاد تحت‌تأثیر قرار ندارند.

[4] Air Quality Index

۲۰۰-۱۵۱ (قرمز)	ناسالم	سلامتی همه مردم در معرض تهدید قرار دارد، گروه‌های حساس ممکن است با عوارض جدی‌تری مواجه شوند.
۳۰۰-۲۰۱ (بنفش)	بسیار ناسالم	هشدار - عموم مردم به‌احتمال زیاد با عوارض جانبی ناشی از آلودگی مواجه می‌شوند
۵۰۰-۳۰۱ (قرمز تیره)	خطرناک	شرایط اضطراری برای سلامتی عموم مردم

استانداردهای آلودگی هوا در جهان

تلفات مبتنی بر آلودگی هوا در جهان در سال ۱۹۹۹ بالغ بر یک میلیون نفر گزارش شده که این عدد تا سال ۲۰۱۱ به عدد تقریباً یک میلیون و چهارصد هزار نفر رسیده است (درگاهی و همکاران، ۱۳۸۷، ۸) که حدوداً نیمی از آن مربوط به قاره آسیا است. (بهمن‌پور و همکاران، ۱۳۹۹، ۹). طبق گزارش WHO، ریزگردهای کوچک‌تر از ۱۰ میکرون و همین‌طور آلاینده SO2 عامل اصلی بیماری‌های قلبی و عروقی و برونشیت، هستند. البته در کشورهای اروپایی تلفات اتفاق افتاده به دلیل ریزگردهای کوچک‌تر از ۹ میکرون به‌ازای هر میکروگرم افزایش چگالی آلاینده، ۶ درصد آمار تلفات را افزایش می‌دهد (کریپا، ۲۰۱۶، ۱۸). به دلیل ازدیاد تنوع آلاینده‌های موجود در هوا اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت علاوه بر مشخص کردن بازه استاندارد برای هر آلاینده، شاخص‌هایی را برای بیان وضعیت هوا از نظر وجود آلاینده‌ها در نظر می‌گیرد (امیریان و همکاران، ۱۳۸۸، ۱۰).

تأثیر هر آلاینده بستگی به غلظت و مدت‌زمان تماس دارد. برای مثال یک آلاینده مانند منو اکسید کربن با غلظت زیاد در مدت‌زمان کوتاه ممکن است اثر نامطلوبی نداشته باشد. درحالی‌که تنفس غلظت پایین‌تری از این آلاینده به مدت طولانی‌تر می‌تواند باعث بروز عوارض متعددی مانند سرگیجه و تهوع شود (پای و همکاران، ۲۰۰۷، ۱۹).

استانداردهای اولیه:

سطحی از غلظت آلاینده است که باعث محافظت حساس‌ترین افراد جامعه، شامل افراد مسن و آنهایی که دچار نارسایی‌های تنفسی هستند، می‌شود. مطابق این استاندارد، در یک ناحیه نباید غلظت‌های ارائه شده در جدول ذیل بیش از یکبار در طی یک سال نقض شود (دلاور و همکاران، ۱۳۹۹، ۱۱).

استانداردهای ثانویه:

این استانداردها به‌گونه‌ای وضع می‌شوند که باعث حفاظت بهداشت عمومی (ساختمان‌ها، مزارع و حیوانات) علاوه بر سلامتی افراد جامعه می‌شود. در شرایطی که دست‌یافتن به استانداردهای اولیه مشکل است، استانداردهای ثانویه، هیچ نقشی در سیاست‌گذاری‌های کنترل آلودگی هوا بازی نمی‌کنند. مقادیر این استانداردها توسط سازمان‌های مختلف از جمله سازمان بهداشت جهانی (WHO) و مؤسسه حفاظت محیط‌زیست آمریکا (USEPA) برای شش آلاینده اصلی در جدول ۳ ارائه شده است (دلاور و همکاران، ۱۳۹۹، ۱۱).

جدول۳: استانداردهای هوای آزاد به‌صورت راهنما برای اروپا[17]

Pollutant Value						
PSI	Descriptor	CO (8hr) mg/m3	SO2 (24hr) mg/m3	PM-10 (24hr) mg/m3	O3 (1hr) mg/m3	NO2 (1hr) mg/m3
0-49	Good	0-4.4	0-29	0-50	0-59	0 – 149
50-99	Moderate	4.5-9.4	30-139	50-150	60-119	150 – 299
100-199	Unhealthful	9.5-14.9	140-299	150-380	120-199	300 – 599
200-299	Very Unhealthful	16 – 29.9	300-599	380-420	200-399	600-1199
>=300	Hazardous	>=30	>=600	>=420	>=400	>=1200

استانداردهای هوای پاک ایران

یکی از مهم‌ترین ارکان برنامه‌های کاهش آلودگی هوا در دنیا، استانداردهای کیفیت هوای آزاد بوده است که نقش چشمگیری در ارزیابی برنامه‌های کاهش داشته است. در واقع شاید به‌جرئت بتوان گفت که تنها شاخص ارزشیابی برنامه‌ها و سیاست‌های مرتبط با آلودگی هوا، استانداردهای تدوین شده علمی بر مبنای سلامت است. نکته قابل‌توجه در تمامی استانداردهای کیفیت هوای کشورهای موفق این است که استانداردها بر پایه مطالعات سلامت و اثرات آلاینده‌ها بر انسان استخراج می‌شوند و همچنین روند کاهشی مقادیر استانداردها طی سال‌های مختلف است (مقدسی و همکار، ۱۳۹۰، ۱۲). به‌عبارت‌دیگر در هیچ کشور موفقی در زمینه کنترل آلودگی هوا، حدود استاندارد کیفیت هوا را با گذر زمان افزایش نمی‌دهند و در حقیقت حدود استاندارد به‌عنوان یک آرمان متعالی جهت دستیابی به آن در نظر گرفته می‌شود و برای نیل به آن برنامه‌ریزی طولانی‌مدت صورت می‌گیرد.

اما نگاه به استانداردهای کیفیت هوای آزاد در کشور ما با سایر کشورها متفاوت بوده است و تا حدودی، استانداردها را به شرایط موجود رساندن بر رسیدن به استاندارد ارجحیت داشته است. با نگاهی بر روند تغییرات حدود استانداردها طی سال جاری به این موضوع پی خواهیم برد.

در مردادماه سال ۱۳۸۸ شورای‌عالی حفاظت محیط‌زیست، اولین استانداردهای هوای پاک را برای سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ قابل‌مشاهده در جدول ۴ تصویب نمودند و به امضا رئیس‌جمهوری رسید. به‌هرحال استانداردهای در نظر گرفته شده برای سال ۱۳۹۰ تا حدود زیادی برگرفته از مقادیر رهنمودی WHO [1] بود که در حال حاضر اغلب کشورها در نظر دارند که حدود رهنمودی WHO را به‌عنوان استاندارد ملی خود انتخاب نمایند. سازمان حفاظت محیط‌زیست در سال ۱۳۹۵ اقدام به انتشار "استانداردهای کیفیت هوای پاک" کرد که به برخی از مشخصه‌های آن در ادامه اشاره خواهد شد (پناهی، ۱۳۹۵،۴).

نکته بسیار قابل‌تأمل این است که برخلاف سایر کشورها نه‌تنها مقادیر استانداردها نسبت به سال ۱۳۹۰ کاهش نیافته است؛ بلکه مقدار آنها افزایش

[1] World Health Organization

یافته است. به‌عبارت‌دیگر برای سال‌های آتی اگر نیاز به آمار تعداد روزهای بالاتر از استاندارد باشد، قطعاً بدون هیچ‌گونه برنامه‌ریزی تعداد روزهای بالاتر از استاندارد کاهش خواهد یافت و علت آن بالابردن مقدار عددی استاندارد کیفیت هوا است. همان‌طور که در جدول ۵ نشان‌داده‌شده است برای آلاینده SO2 مقادیر استاندارد ۲۴ ساعته بیشتر از مقادیر استاندارد یک‌ساعته و برای آلاینده سرب، مقادیر استاندارد سالیانه بالاتر از مقادیر استاندارد سه‌ماهه در نظر گرفته شده است که این نوع استاندارد در نوع خود بی‌نظیر است چرا که بر اساس اصول علمی هر چه زمان مواجهه کوتاه‌تر باشد میزان استاندارد آن بیشتر خواهد بود و هرچه زمان مواجهه طولانی‌تر باشد مقادیر استاندارد آن باید کمتر از مقادیر در نظر گرفته‌شده برای زمان‌های مواجهه کوتاه‌تر باشد.

به هرحال به علت تغییرات متعدد مقادیر استانداردهای ملی کیفیت هوای آزاد در طی سال‌های اخیر و فقدان یک استراتژی مشخص برای این استانداردها، در این مطالعه مقادیر غلظت آلاینده‌های هوا شهر تهران با مقادیر رهنمودی WHO مقایسه شده‌اند.

جدول۴: استانداردهای هوای پاک ایران مصوب مردادماه ۱۳۸۸[4]

نوع آلاینده	۱۳۹۰		حداکثر مجاز برای تکرار در یک سال
	$\mu g/m^3$	Ppm	
منوکسید کربن (CO)			-
حداکثر ۸ ساعته	۱۰۰۰۰	۹	-
حداکثر ۱ ساعته	۴۰۰۰۰	۳۵	-
دی‌اکسید گوگرد (SO_2)			-
سالیانه	۲۰	۰۰۷/۰	-
حداکثر ۲۴ ساعته	۱۰۰	۰۳۷/۰	۳ بار
دی‌اکسید نیتروژن (NO_2)			-
سالیانه	۴۰	۰۲۱/۰	-
PM.۱۰			-
سالیانه	۲۰	-	-
حداکثر ۲۴ ساعته	۵۰	-	۷ بار
$PM_{2.5}$			-
سالیانه	۱۰	-	-
حداکثر ۲۴ ساعته	۲۵	-	-
ازن (O_3)			-
حداکثر ۸ ساعته	-	-	-
حداکثر ۱ ساعته	۱۰۰	۰۵/۰	۲۰ بار
سرب (Lead)			-
سالیانه	۵/۰	-	-

بنزن			-
سالیانه	۵	-	-
بنزوآلفا پایرن			-
سالیانه	۱(ng/m^3)	-	-

جدول۵: استانداردهای هوای پاک ایران مصوب ۱۳۹۵[4]

نوع آلاینده	۱۳۹۵		حداکثر مجاز برای تکرار در یک سال
	$۳\mu g/m$	ppm	
منوکسید کربن (CO)			هیچ‌گونه شاخصی اعلام نشده است
حداکثر ۸ ساعته	۱۰۰۰۰	۹	
حداکثر ۱ ساعته	۴۰۰۰۰	۳۵	
دی‌اکسید گوگرد ($۲SO$)			
حداکثر یک‌ساعته	۱۹۶	۰/۰۷۵	
حداکثر ۲۴ ساعته	۳۹۵	۰/۱۴	
دی‌اکسید نیتروژن ($۲NO$)			
سالیانه	۱۰۰	۰/۰۵۳	
حداکثر یک‌ساعته	۲۰۰	۰/۱	
$۱۰PM$			
سالیانه	-	-	
حداکثر ۲۴ ساعته	۱۵۰	-	
$۲.۵PM$			
سالیانه	۱۲	-	
حداکثر ۲۴ ساعته	۳۵	-	
ازن ($۳O$)			
حداکثر ۸ ساعته	۱۵۹	۰/۰۷۵	
حداکثر ۱ ساعته	-	-	
سرب (Lead)			
سالیانه	۰/۵	-	
میانگین سه‌ماهه متحرک	۰/۱۵	-	
بنزن			
سالیانه	۵	-	

روش انجام پژوهش

روش‌های مورداستفاده جهت جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در این تحقیق روش آزمون همبستگی پیرسن و ماتریس لئوپولد است. جهت انجام آزمون همبستگی پیرسن ابتدا بر روی داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS تست آلفای کرونباخ انجام می‌شود و سپس در همین نرم‌افزار آزمون همبستگی پیرسن به این منظور که همبستگی

داده‌های آلودگی هوا را در شهرک صنعتی رجه مورد آزمون قرار دهد، انجام می‌شود. در جهت انتخاب بهترین سناریو برای بهبود این تأثیرگذاری از ماتریس لئوپولد استفاده می‌شود. در ماتریس لئوپولد ابتدا سیاهه‌ای از پارامترهای زیست‌محیطی یا شاخص پیامدها که می‌توانند بازتاب اثرات احتمالی فعالیت پیشنهادی بر محیط‌زیست باشند، فهرست می‌شوند. این فهرست‌ها معرف ساده‌ترین نگرش و رهیافت در ارزیابی هستند و طرز کاربرد آن در شکل‌های مختلف عمومیت دارد. به‌هرحال، این فهرست‌ها پیامد بالقوه را به‌صورت کیفی انعکاس می‌دهند و در نتیجه در مرحله آزمون اولیه زیست‌محیطی کاربرد بیشتری دارند.

پس از انجام گام‌های فوق چک‌لیست اثرات بر اساس هر یک از مراحل ساخت و بهره‌برداری و در محیط‌های اشاره شده تدوین می‌گردد. ماتریس لئوپولد یک ماتریس متقابل است که در آن اثرات زیست‌محیطی شاخص شناسایی می‌شوند و فاکتورهای زیست‌محیطی با فعالیت‌های توسعه مرتبط می‌گردند. در ماتریس لئوپولد در ردیف افقی مهم‌ترین عوامل زیست‌محیطی که پتانسیل پذیرفتن اثر را دارند لحاظ شده و در قالب سه بخش محیط‌های فیزیکی و شیمیایی، طبیعی و اقتصادی - اجتمائی - فرهنگی ارائه می‌شوند. پس از تشکیل ماتریس و تعیین اثرات احتمالی بر اساس دامنه و اهمیت به اثر نمره‌دهی می‌شود. در واقع در این ماتریس نحوه تأثیر بر اجزای محیط‌زیست بر اساس دامنه و شدت اثرات بررسی می‌گردد و نحوه ارزش‌گذاری شدت اثر نیز بر اساس کیفیت اثر کمی می‌شود.

تعیین سناریوهای پیشنهادی جهت بهبود تأثیر آلودگی ناشی شهرک صنعتی رجه

در قسمت قبل با توجه به آزمون فرض انجام شده، مشخص شد که در چهار عامل از پنج عامل آلاینده مورد بررسی، ارتباط معناداری میان غلظت مواد آلاینده موجود در شهر خشرودپی و شهرک صنعتی رجه در ۳۶۵ روز از سال ۱۳۹۸ وجود داشته است، در این قسمت از پژوهش ارزیابی اثرات زیست محیطی شرایط فعلی و همین‌طور سناریوهای مختلف مقابله با آلودگی تولید شده در شهرک صنعتی رجه و اولویت‌بندی آنها توسط ماتریس لئوپولد مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سناریوهای پیشنهادی

در این قسمت سناریو های پیشنهادی پژوهش بررسی می‌گردند، این سناریوها طی جلسه توفان فکری پنج‌نفره با حضور محقق، مدیرکل سازمان محیط‌زیست استان مازندران، معاون مدیرکل سازمان محیط‌زیست استان مازندران و دو نفر کارشناس محیط‌زیست مورد تأیید، معرفی گشتند. سپس پرسش‌نامه طراحی شده مبتنی بر این سناریوها به تیم ۱۰ نفره از کارشناسان محیط زیست استان جهت پاسخگویی ارائه شد.

سناریو اول:

درنظرگرفتن فیلترهای کنترل‌کننده در خروجی-های کارخانه‌ها مثل دودکش‌ها و سایر موارد مشابه، و درنظرگرفتن سیستم نگهداری اجباری برای کارخانه‌ها در زمینه فیلترهای خروجی هوای آلوده و همین‌طور پیاده‌سازی مکانیزم‌های بهینه‌سازی مصرف سوخت و انرژی در کارخانه‌ها و تغییر نوع و کیفیت سوخت مصرفی در صورت امکان.

در این سناریو فرض شده که با انجام اقدامات اصلاحی بر روی هوای خروجی کارخانه‌ها آلودگی هوای تولید شده تا حدود زیادی کنترل گردد، به‌عنوان‌مثال در مسیر خروجی هوای تهویه شرکت‌های کارتن‌سازی فیلترهای جامدسازی غبار و دستگاه‌های غبارگیر نصب و تعبیه گردد، در مسیر خروجی هوای مرکز آسیاب پلاستیک شرکت‌های دسته تزریق پلاستیک دستگاه‌های غبارگیر نصب گردد، هوای خروجی کارخانه‌های با مصرف سوخت‌های فسیلی و شرکت‌های جوشکاری و ریخته‌گری هم به‌صورت فیلترینگ و تصفیه هوا و هم به‌صورت اصلاح فرایند تولید پاک‌سازی گردند.

سناریو دوم:

جابه‌جایی کل شهرک از محل فعلی، در این سناریو فرض شده که کلیه فعالیت‌های صنعتی در حال انجام در شهرک صنعتی رجه، در این محل متوقف شده و به نقطه دیگری خارج از محدوده حومه شهر خشرودپی منتقل گردند، در این حالت کلیه اثرگذاری‌های شهرک بر منطقه اعم از مثبت و منفی حذف می‌گردند.

سناریو سوم:

باطل کردن اجازه فعالیت واحدهای با توان آلایندگی بالا و جابه‌جایی آنها به نقطه دیگر خارج از محدوده مورد بررسی. در این سناریو تنها تعدادی از واحدهای با آلایندگی بالا نظیر شرکت‌های کارتن‌سازی و ریخته‌گری تولید غذای دام، منع تولید شده و به منطقه دیگری خارج از حومه خشرودپی منتقل می‌گردند.

سناریو چهارم:

طراحی و پیاده‌سازی طرح‌های پاک‌سازی هوا مثل ایجاد فضای سبز و ایجاد مراکز تسویه هوا با جمع‌آوری هوای آلوده در مرز شهرک صنعتی رجه. با توجه به موقعیت مکانی شهرک صنعتی رجه و امکان رشد انواع پوشش گیاهی، در این سناریو قرار شد در نواحی مختلف شهرک و به‌خصوص در مرز شهرک صنعتی فضای سبز و پوشش گیاهی با نوع گیاهان خاص که به تسویه هوا کمک می‌کنند احداث گردد.

اولویت‌بندی سناریوها با استفاده از ماتریس لئوپولد فاکتورهای زیست‌محیطی همان عوامل قابل ارزیابی ماتریس لئوپولد بوده و به‌عنوان پارامترهای ورودی این روش در نظر گرفته می‌شوند. جدول ۶ فاکتورهای محیط‌زیستی مورد بررسی در ماتریس لئوپولد را نشان می‌دهد. با معرفی این پارامترها پرسش‌نامه آلودگی هوا طراحی گردید و به تیم ۱۰ نفره از کارشناسان محیط‌زیست ارائه گردید. در این پژوهش از متدولوژی مورداستفاده در تحقیق ولی‌زاده و همکاران استفاده شده است.

کارشناسان بر اساس دسته‌بندی موجود در جدول ۶ که در پرسش‌نامه لحاظ شده، نمرات کارشناسانه خود به سؤالات را در ۵ حالت شرایط فعلی، سناریو ۱، سناریو ۲، سناریو ۳، سناریو ۴ در محل مربوطه ثبت کرده و به محقق تحویل دادند.

جدول۶: فاکتورهای زیست‌محیطی مورد بررسی در روش ماتریس لئوپولد

هوا	اکولوژی	اجتماعی و اقتصادی	فرهنگی
غلظت گاز دی‌اکسید ازت	صدای آزاردهنده	جمعیت ساکن در منطقه	توریسم
غلظت گاز دی‌اکسید گوگرد	بوی نامطبوع	مهاجرت مردم	ویژگی‌های فرهنگی
غلظت گاز مونو اکسید کربن	اکوسیستم آبی	پرورش افراد متخصص	ایمنی و امنیت
غلظت گاز ازن	اکوسیستم خشکی	نرخ بیکاری در منطقه	تسهیلات و خدمات شهری
غلظت ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون	گونه‌های نادر گیاهی و جانوری	تغییر قیمت مستغلات	نرخ ازدواج
غلظت ذرات معلق کمتر از ۲.۵ میکرون	مهاجرت جانوران و پرندگان	حجم ترافیک	میزان فرزندآوری
	مکان‌های تولیدمثل حیوانات	کیفیت آب شرب مصرفی	خدمات آموزشی
	چشم‌اندازها و مناظر	کشاورزی	
		امراض مهم	
		تصادفات بین جاده‌ای منطقه	

جدول۷: دسته‌بندی شدت اثر عوامل

اثرات مثبت		اثرات منفی	
اثر	ارزش	اثر	ارزش
سودمندی بسیار زیاد	۵	تخریب بسیار زیاد	-۵
سودمندی زیاد	۴	تخریب زیاد	-۴
سودمندی متوسط	۳	تخریب متوسط	-۳
سودمندی کم	۲	تخریب کم	-۲
سودمندی بسیار کم	۱	تخریب بسیار کم	-۱

باتوجه‌به اینکه کارشناسان محیط‌زیست این پژوهش از سوی مدیرکل سازمان محیط‌زیست استان مازندران جهت پرکردن پرسش‌نامه معرفی شدند و اینکه اعلام گردید این کارشناسان از لحاظ سطوح علمی و کارشناسی در یک سطح هستند، برای محاسبه امتیاز نهایی به هر فاکتور از میانگین حسابی نظرات این ۱۰ کارشناس استفاده می‌گردد و نتایج آن مطابق جدول ۸ است.

جدول۸: نتایج خروجی پرسش‌نامه روش ماتریس لئوپولد

گزینه‌ها	دسته‌بندی عوامل			مجموع
	هوا	اکولوژی	اجتماعی - اقتصادی	فرهنگی	
شرایط فعلی	-۳.۳۴	-۲.۹۴	۱.۸۵	۰.۳۶	-۴.۰۷
سناریو ۱	-۰.۳۳	-۱.۱۵	۱.۵۴	۰.۴۳	۰.۴۹
سناریو ۲	۱.۵۷	۰.۵۵	-۲.۹۵	-۱.۳۸	-۲.۲۱
سناریو ۳	-۰.۹۵	-۰.۸۷	-۱.۸۶	-۱.۶۵	-۵.۳۳
سناریو ۴	-۰.۱۸	۰.۳۹	۲.۰۷	۱.۶۴	۳.۹۲

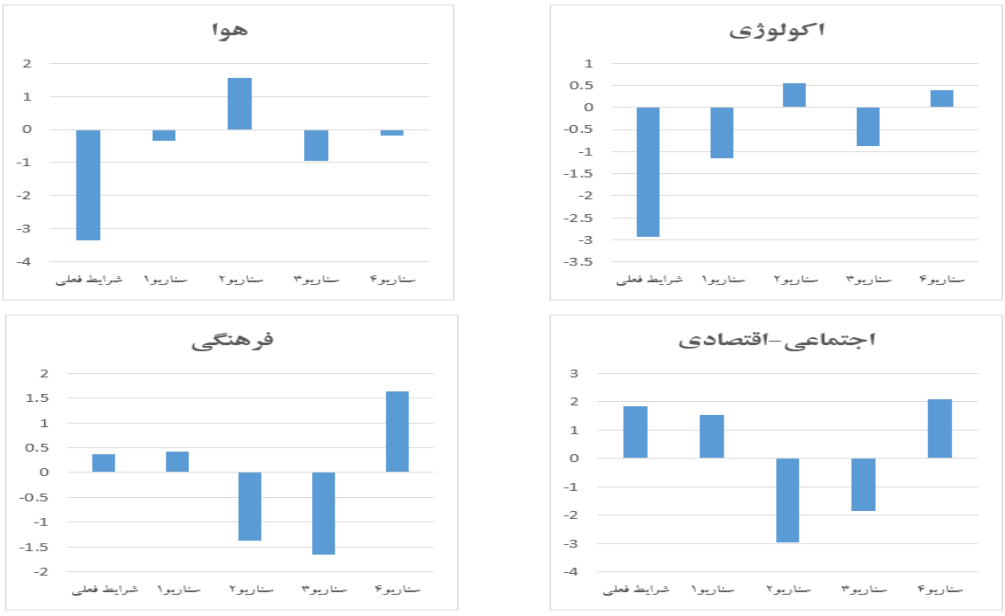
اطلاعات موجود در جدول ۸ بیان می‌دارد که از میان ۵ گزینه موجود سناریو شماره ۳ با امتیاز ۵.۳۳- دارای بدترین عملکرد است، بعد از آن شرایط فعلی با امتیاز ۴.۰۷- و بعد آن دو، سناریو شماره ۲ با امتیاز ۲.۲۱- گزینه‌های دارای مجموع اثرات منفی بشمار می‌آیند.

دو گزینه سناریو ۱ و سناریو ۴ به ترتیب با امتیاز مجموع ۰.۴۹ و ۳.۹۲ گزینه‌های با امتیاز مجموع مثبت هستند که این به این معنی است که میانگین اثرگذاری آن‌ها تحت ۴ معیار هوا، اکولوژی، اجتماعی - اقتصادی و فرهنگی مثبت است، از بین این دو گزینه نیز سناریو شماره ۴ با امتیاز بیشتر به‌عنوان بهترین گزینه معرفی می‌گردد. شکل ۲ نمودار هیستوگرام امتیازهای شدت اثر گزینه‌های مختلف را در هرکدام از معیارهای مورد بررسی و شکل ۳ هیستوگرام شدت اثر مهیارهای مختلف برای هر گزینه را نشان می‌دهند.

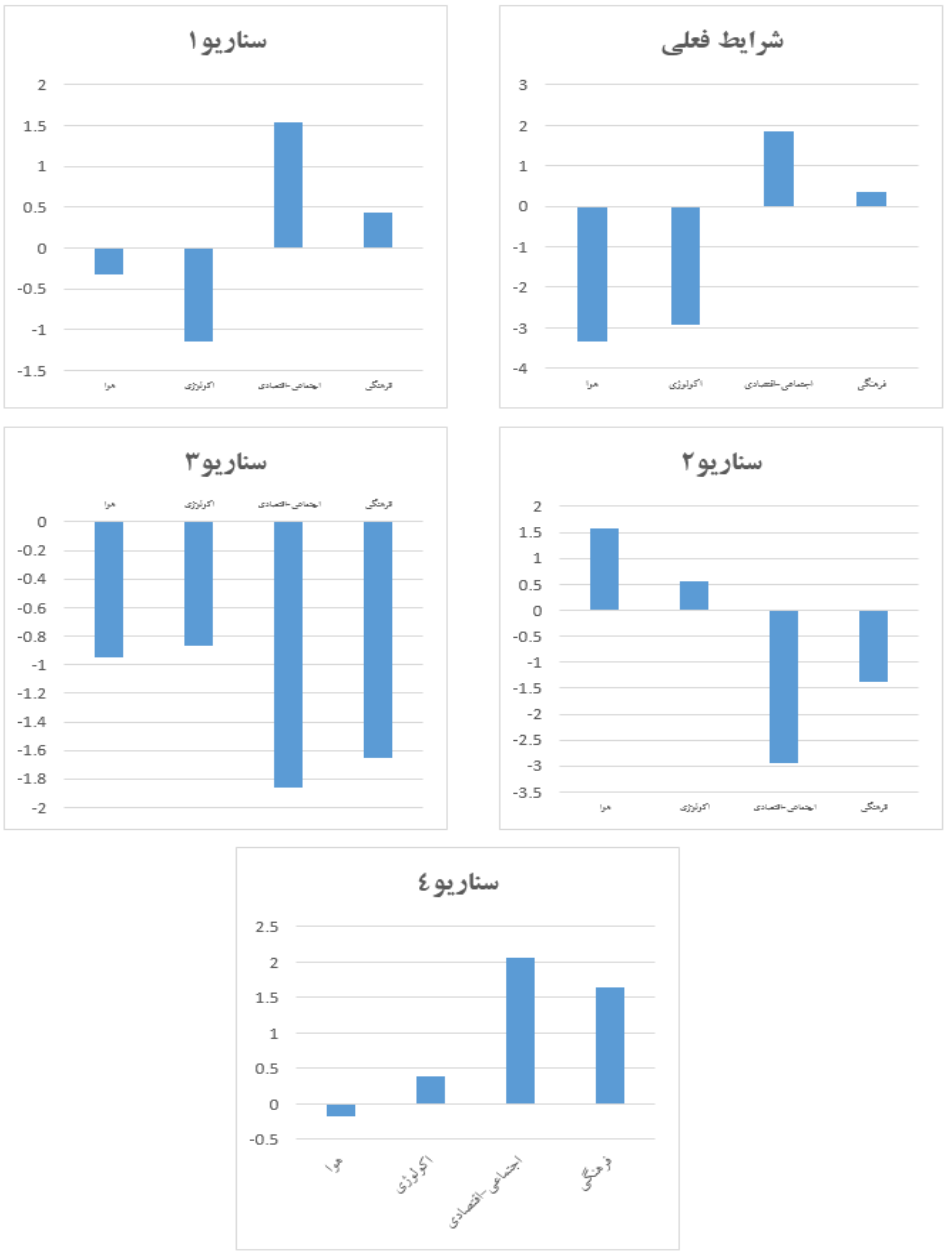
همان‌طور که در شکل ۳ مشهود است، از میان ۵ گزینه تنها سناریو شماره ۲ شدت اثر مثبت بر روی میزان آلودگی هوا دارد، بعد از آن سناریو ۴، ۱ و ۳ با اینکه شدت اثر آنها بر روی هوا منفی است؛ اما عملکرد بسیار بهتری نسبت به شرایط فعلی دارند. در معیار اکولوژی سناریو شماره ۲ و ۴ به ترتیب بیشترین شدت اثر مثبت و سناریوهای ۳ و ۱ با شدت اثر منفی در رتبه‌های بعدی قرار داشته؛ اما بااین‌حال عملکرد بسیار بهتری نسبت به شرایط فعلی دارند.

در معیار اجتماعی - اقتصادی شرایط فعلی همچون سناریوهای ۱ و ۴ دارای شدت اثر مثبت بوده و سناریوهای ۳ و ۲ دارای شدت اثر منفی بوده و به ترتیب عملکرد آنها تنزل می‌یابد و در معیار فرهنگی سه گزینه سناریو ۴، سناریو ۱ و شرایط فعلی دارای شدت اثر مثبت و به ترتیب عملکرد بهتر و دو گزینه سناریو ۲ و ۳ به ترتیب عملکرد دارای شدت اثر منفی هستند.

شکل۲: هیستوگرام شدت اثرات به تفکیک معیارها



شکل ۳: هیستوگرام شدت اثر به تفکیک گزینه‌ها



شکل ۳ شدت اثر معیارهای مختلف برای هر گزینه را نشان می‌دهد، شدت اثر شرایط فعلی بر شهر خشرودپی در دو معیار هوا و اکولوژی منفی بوده؛ ولی در معیارهای اجتماعی - اقتصادی و فرهنگی شدت اثر مثبتی دارد. گزینه بعدی تحت عنوان سناریو ۱ تأثیر مثبت‌تری روی معیار اجتماعی - اقتصادی و بعد از آن فرهنگی داشته؛ ولی اثر منفی روی هوا و اکولوژی دارد که شدت آن برای هوا کمتر است.

گزینه سناریو ۲ بر معیار هوا و اکولوژی به ترتیب شدت اثر مثبتی به‌جای گذاشته، اما بر معیارهای اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی اثری به‌شدت منفی نمایش داده است. گزینه سناریو ۳ بر همه معیارهای شدت اثر منفی نشان داده است که میزان شدت آن بر معیار اجتماعی - اقتصادی از همه بیشتر است. در نهایت سناریو ۴ فقط بر عامل هوا

به میزان ناچیزی شدت اثر منفی نشان داده؛ ولی در بقیه معیارها، به ترتیب اجتماعی - اقتصادی، فرهنگی و اکولوژی شدت اثر مثبتی داشته است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه به بررسی آلایندگی حاصل از کارخانه‌های و مراکز تولیدی - صنعتی موجود در شهرک صنعتی رجه بندپی و شاخص‌ها و معیارهای اندازه‌گیری و طبقه‌بندی آن پرداخته شد. ابتدا مطالعات محققان داخلی و خارجی پیشین در این زمینه ارائه شد. سپس شاخص‌های SPI و AQI معرفی‌شده و محدوده‌های آنها و طبقه‌بندی مربوطه تعیین شد. در نهایت با استفاده از مفهوم ماتریس لئوپولد سناریوهای ممکن برای به‌حداقل‌رساندن آلاینده‌ها در شهرک صنعتی رجه و خشرودپی معرفی شدند. نتایج پرسش‌نامه نشان می‌دهد که بدترین سناریوی ممکن غیرفعال‌کردن و جابه‌جایی واحد صنعتی - تولیدی است و بهترین سناریو استفاده از پوشش گیاهی و فضای سبز در نواحی شهرک صنعتی است. سناریوی مناسب دیگر اعمال کنترل بر دود خروجی از کارخانه‌ها از طریق بهینه‌سازی مصرف سوخت و استفاده از فیلترهای مناسب است.

اگرچه صنایع دارای پیامدهای مطلوب اقتصادی و اجتماعی است و عامل توسعه‌یافتگی مناطق محروم می‌گردند، اما از سوی دیگر در صورت عدم دقت کافی در مکان‌یابی، ساماندهی و استقرار صنایع می‌تواند عامل تخریب اکوسیستم تلقی شود و ازآنجایی‌که انسان خود جزئی از اکوسیستم است باید سعی کند تا در راستای افزایش آثار مطلوب و کاهش پیامدهای منفی صنایع گام مهمی بردارد.

منابع:

[1] جواهری, هومن و بیات، محمدمهدی،۱۳۹۲,آلودگی هوا، آثار، پیامدها و روش‌های نوین کنترل آن، نخستین همایش ملی آلودگی‌های محیط‌زیست و روش‌های کنترل آن، سنندج.

[2] جلیلیان, زیبا, سیدنژاد، سید منصور، معتمدی، حسین. ۱۳۹۷. 'تأثیر آلودگی هوا بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی دو گیاه کنار (Ziziuph spina –christa)و ناترک (Dodonaea viscosa) رشدیافته در اطراف پالایشگاه نفت ,'فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، .pp. -. doi: 10.22034/jest.2018.11242.2009

[3] عباسپور, دکتر مجید, به جو، آناهیتا. ۱۳۷۹. 'آلودگی هوا در اطراف ساختمان‌های بلند ,'محیط‌شناسی۲۵-۲۶.- .pp .

[4] خزایی صادق، متصدی سعید، اعتماد کوروش، رشیدی یوسف، غیبی پور حمید، روحانی مرضیه. بررسی ارتباط بین آلودگی هوا و تعداد موارد با مشکل علائم حاد تنفسی ثبت شده در مرکز فوریت‌های پزشکی شهر تهران در سال ۱۳۹۲. مجله تحقیقات سلامت در جامعه. ۱۳۹۵; ۲ (۲):۴۳-۳۷

[5]حجتی خلیل ابادی"تحلیل داده های ایستگاههای غبار سنجی شهر مشهد و مقایسه آن با شرایط زمین شناسی." همایش ملی مقابله با ریزگردها و آلودگی هوا. ۱۳۹۵ .

[6] حاج کاظمی‌ها, نرگس, شریعت، محمود، منوری، مسعود، عطایی، محمد. ۱۳۹۳.'اولویت‌دهی معیارهای بازسازی در خاتمهٔ فعالیت معادن (مطالعهٔ موردی: معادن سنگ‌آهن گل‌گهر، سنگان و چادرملو ,'(محیط‌شناسی .1023-1033 ,pp. 40(4) , doi: 10.22059/jes.2014.53017

[7] نعمت شاهی, مریم و اله آبادی، احمد،۱۳۹۵,تعیین وضعیت مدیریت آب در بیمارستان‌های خراسان رضوی در سال ۱۳۹۴ - ۱۳۹۵,پنجمین همایش سراسری محیط‌زیست، انرژی و پدافند زیستی، تهران.

[8] درگاهی, عبدالله, دهقان‌زاده، رضا، فهیمی نیا، وحیده، جباری، یحیی، عزیزی، فرناز. ۱۳۹۵. 'بررسی تغییرات کیفیت هوای شهر تبریز از نظر غلظت آلاینده PM10 با تأکید بر شاخص AQI و ارتباط آن با روند کاهش سطح آب دریاچه ارومیه در سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ ,'فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۸ ویژه‌نامه شماره ۲ .,۵۵- ۶۲.pp

[9] بهمن‌پور هومن، نقیبی سید هادی، عبدی حسن. ریسک محیط زیستی آلاینده منوکسید کربن در فضاهای ورزشی و تفرجی روباز شهر تهران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. ۱۳۹۹; ۳۵ ۲::۱۵۵-۱۶۵

[10] امیریان, پوریا, آل شیخ، علی‌اصغر. (۱۳۸۸). 'استفاده از سرویس‌های مکانی تعامل‌پذیر به‌منظور دسترسی و انتشار داده‌های کیفیت هوای ,'سنجش‌ازدور و GIS ایران۳-۱..- .pp

[11] دلاور, غلامی, امین، شیران، رشیدی، نخعی زاده، & .هاتفی افشار. ۱۳۹۹. بهبود برآورد میزان آلودگی هوای شهر تهران .مجله علمی-پژوهشی رایانش نرم و فناوری اطلاعات، ۸۷-۹۹.

[12] مقدسی & ,رحیمی. (۱۳۹۰). بررسی رابطه آلودگی هوا و رشد اقتصادی استان‌های منتخب ایران کاربرد منحنی زیست‌محیطی کوانتم .اقتصاد مالی۳۸-۱۹.

[13] پناهی. (۱۳۹۵). بررسی الگوهای همدیدی بر اساس دوره‌های بحرانی آلودگی هوا در وارونگی دمایی شدید شهر تبریز .پژوهش‌های جغرافیای طبیعی۶۲۵-۶۰۷.

[14] Khanna, Neha. "Measuring environmental quality: an index of pollution." Ecological Economics 35.2 (2000): 191-202.

[15] Cheng, Wan-Li, et al. "Revised air quality index derived from an entropy function." Atmospheric Environment 38.3 (2004): 383-391.

[16] Pan, Zhengxiang, et al. "Crowdsensing Air Quality with Camera-Enabled Mobile Devices." AAAI. 2017.

[17] Biliaiev, Mykola Mykolayevich, and Mykola Mykolayevich Kharytonov. "Numerical simulation of indoor air pollution and atmosphere pollution for regions having complex

topography." Air Pollution Modeling and its Application XXI. Springer, Dordrecht, 2011. 87-91.

[18] Crippa, P., et al. "Population exposure to hazardous air quality due to the 2015 fires in Equatorial Asia." Scientific reports 6.1 (2016): 1-9.

[19] Pai, Tzu-Yi, et al. "Using grey system theory to evaluate transportation effects on air quality trends in Japan." Transportation Research Part D: Transport and Environment 12.3 (2007): 158-166.

An analysis of the air pollution caused by the industrial town of Rajah using from the matrixmethod (case study of Reja Babol region)

Mohammad Motamedi[1], Ahmad Araeeyan[2]

Abstract

Today, the issue of pollution caused by industrial settlements is a very important issue in environmental studies, which have a significant impact on the ecosystem of the region where industrial settlements are built. In this research, the effect of pollution caused by the factories of Rajah Babol industrial town on the air of the town is investigated and we try to find solutions to deal with it by presenting suitable scenarios. First, similar domestic and foreign studies were reviewed. SPI and AQI indices were introduced and their limits and corresponding classification were determined. Finally, by using the concept of Leopold's matrix, possible scenarios were introduced to minimize the pollutants in Reja industrial town.

The results show that the harmful effects of suspended corn and pollutants can be significantly reduced by controlling the quality of smoke emitted from industrial-production factories and expanding green space. Index of pollution standards, information related to the concentration of ozone pollutants on the surface of the earth, suspended particles. It provides carbon monoxide, sulfur dioxide and nitrogen dioxide. The results of the questionnaire show that the worst possible scenario is the relocation of the industrial-production unit, and the best scenario is the use of vegetation and green space in the areas of the industrial town. Another suitable scenario is to control the smoke coming out of factories by optimizing fuel consumption and using suitable filters.

Keywords: Raja industrial town, pollution, pollution index, air quality, suspended particles.

[1] Department of geography and urban Planning, Shirvan Branch, Islamic Azad University, Shirvan,Iran.(Corresspoanding Author), ،motamedi45@gmail.com

[2] Department of geography and urban Planning, Shirvan Branch, Islamic AzadUniversity, Shirvan,Iran. mehran.abasnezhad1367@gmail.com