



بررسی روابط بین آلاینده های صنعتی بر نوسانات آلودگی هوا (مورد : شهر بابل)

احمد آرائیان

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد شیروان، دانشگاه آزاد اسلامی، شیروان، ایران

محمد معتمدی

استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری واحد شیروان، دانشگاه آزاد اسلامی، شیروان، ایران (نویسنده مسئول)

motamedi45@gmail.com

مهدی وطن پرست

استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری واحد شیروان، دانشگاه آزاد اسلامی، شیروان، ایران

پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۱۱

دریافت: ۱۴۰۲/۶/۲۲

چکیده

آلودگی های هوای شهر خورشودپی یکی از معضلات این شهر است. بحث آلودگی ناشی از شهرک های صنعتی رجه، موضوع بسیار مهمی در مطالعات زیست محیطی شهر بابل است که تاثیر بسزایی در اکوسیستم منطقه ای که شهرک های صنعتی در آنجا احداث می شوند، دارند. هدف این پژوهش تاثیر آلودگی ناشی از کارخانجات شهرک صنعتی رجه بابل بر هوای شهر خورشودپی بررسی می شود، روش تحقیق در این پژوهش توصیفی - تحلیلی از نوع همبستگی است. داده های مربوط به آلودگی هوای شهرک صنعتی رجه و شهر خورشودپی از طریق بانک اطلاعاتی سازمان حفاظت محیط زیست استان مازندران تهیه و سپس با محاسبه ضریب همبستگی رابطه ی بین میزان آلاینده های هر یک از گازهای آلاینده هوا ناشی از فعالیت های صنعتی شهرک صنعتی رجه بر آلودگی هوای شهر خورشودپی ارزیابی شد. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که میان تغییرات پارامتر آلاینده مونو اکسید کربن، دی اکسید گوگرد، ریزگردهای با اندازه ۱۰ میکرون، دی اکسید نیتروژن و ازن در شهرک صنعتی رجه بر میزان آلودگی هوای شهر خورشودپی ارتباط معنادار و مستقیم وجود دارد ($P < 0/001$). با توجه به نتایج پژوهش حاضر لزوم توجه بیشتر مسئولین و ارگانهای ذیربط را در قبال طرح جامع کاهش آلودگی هوای شهر بابل و کنترل توسعه و افزایش صنایع آلاینده در این شهر را میطلبد و به عنوان هشدار جدی در این زمینه میباشد.

واژه گان کلیدی: شهرک صنعتی رجه، آلودگی هوا، خورشودپی، ذرات معلق



مقدمه

امروزه آلودگی هوا به یکی از چالشهای اساسی کشورمان و همینطور جهان مبدل گشته است. وجود و غلظت مواد و ریزگردهایی که در دسته مواد آلاینده قرار میگیرند، باید در محدوده ای قرار گیرد که برای سلامت انسان مضر نباشد. با توجه به رشد جمعیت و افزایش میزان مورد نیاز محصولات مختلف نیاز به تولید در جهان افزایش یافته است، به همین منظور مراکز صنعتی و کارخانجات زیادی رشد یافته اند تا به تامین این نیاز بپردازند (جواهری و بیات، 1392). آلودگی هوا پنجمین عامل مرگ انسان، شناخته شده است. پیش بینی می شود آلودگی هوا مشکلی باشد که ممکن است برای دهه های آینده باقی بماند (کومار و همکاران، ۲۰۱۹). از این رو مسئله مقابله با آلودگی هوا یکی از نگرانی های اصلی ملت ها و از دغدغه های مهم دولت هاست، که ارگان ها و نهادهای مختلفی را در خصوص مرتفع کردن این مشکل درگیر خود کرده است (باستان فرد، ۱۳۹۷). گسترش شهرها و صنعتی شدن آن با تخریب و تغییر کاربری بخش عظیمی از فضاهای سبز شهری همراه بوده است (میرزایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۹). مهمترین نگرانی در مورد آلودگی هوای شهرها به آلاینده های جدیدی مثل NO₂، O₃ و همینطور افزایش در پراکندگی و اندازه ذرات معلق در هوای قابل تنفس بر میگردد (جلیلیان و همکاران، ۱۳۹۷). تقریباً تمامی مطالعاتی که در دهه اخیر صورت گرفته حاکی از این امر هستند که وجود آلاینده های خارج از محدوده مجاز در هوای آزاد قابل تنفس میتواند منجر به بیماری های مختلفی از قبیل بیماری های تنفسی، قلبی و عروقی، برونشیت و گاهی حتی مرگ و میر شدید شود (شریفی و همکاران، ۱۳۹۵). لازم به ذکر است که نحوه اثرگذاری جزئی زیست شیمیایی این آلاینده ها بر بدن انسان به وضوح مشخص نیست ولی با صراحت میتوان گفت این مواد آلاینده از دو روش اثرگذاری مستقیم بر اجزای سلولی راههای هوایی و از طریق اکسید شدن مسیرهای فعال داخلی یا ختتها، اجزای بدن انسان را تحت تاثیر قرار میدهند (خزایی و همکاران، 1395). در زمینه اثرات مخرب آلودگی هوا بر سلامت افراد، مطالعات بهداشتی در جهان، ارتباط معنی داری بین قرار گرفتن در معرض ذرات ریز و مرگ زودرس ناشی از بیماری های قلبی و ریوی نشان داده است ضمن اینکه این ذرات ریز می تواند بیماری های قلب و ریه را تشدید کند و باعث اثراتی مانند علائم قلبی و عروقی، آریتمی های قلبی، حملات قلبی، علائم تنفسی، حملات آسم و برونشیت شود. این اثرات می تواند منجر به افزایش پذیرش بیمارستانی و اورژانس، غیبت از مدرسه یا محل کار شود؛ افراد مبتلا به بیماری های قلبی و ریوی، سالمندان و کودکان بیش از سایر افراد در معرض ذرات معلق ریز هستند (مرادی، 1395). همچنین کودکان یکی از آسیب پذیرترین گروهها به آثار ناشی از آلودگی هوا هستند و پیامدهای سلامتی برای آنان می تواند مادام العمر باشد؛ به غیر از بیماری هایی نظیر رشد ناقص، کم توانی های جسمی، پوکی استخوان و غیره بسیاری مشکلات دیگر نیز این فرشتگان معصوم را تهدید می کند (قنادنیا و همکاران، 1399). بسیاری از مطالعات نشان داده که آلودگی هوا به شدت با شرایط تنفسی



مانند ذات الریه، برونشیت و آسم مرتبط است؛ آلودگی هوا می‌تواند بر سیستم ایمنی کودکان، ریه و رشد مغز و توسعه شناختی تاثیر بگذارد و اگر این بیماری‌ها درمان نشود برخی از عوارض سلامتی مرتبط با آلودگی هوا می‌تواند یک عمر باقی بماند. مطالعات مختلفی در گذشته نشان داده که چگونه آلودگی هوا، عملکرد ریه و رشد مغز در کودکان را مختل می‌کند ضمن اینکه کودکانی که به بازی‌های پرتحرک یا ورزش می‌پردازند نیز حجم بیشتری از هوا را نسبت به کودکان کم‌تحرک وارد ریه می‌کنند (قنادنیا و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین قرار گرفتن بانوان باردار در معرض آلاینده‌های هوا با افزایش احتمال زایمان زودرس و تولد نوزاد نارس ارتباط دارد ضمن اینکه قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا می‌تواند سبب کم‌وزنی نوزاد، حتی نوزادان رسیده (فول ترم) در زمان تولد باشد و تمامی این اختلالات به ویژه کم‌وزنی زمان تولد می‌تواند زمینه‌ساز بروز عوارض درازمدت از جمله افزایش احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت، فشارخون و چاقی شود (ندافی و همکاران، ۱۳۹۸). بنابراین ضرورت توجه به کاهش آلودگی بر سلامت جسمانی افراد احساس می‌شود. بنابراین مساله اصلی پژوهش بررسی ارتباط آلاینده‌های صنعتی بر نوسانات آلودگی هوا شهر خسرودپی بابل می‌باشد.

شاخص استانداردهای آلودگی (PSI)

بر اساس قانون هوای پاک ایالات متحده، سازمان حفاظت محیط زیست این کشور USEPA در سطح ملی موظف به تهیه شاخص یکپارچه کیفیت هوا به منظور ارائه گزارش کیفیت آن می‌باشد. در سال ۱۹۷۶، USEPA این شاخص را تهیه و سپس آن را با نام شاخص استانداردهای آلودگی یا PSI برای استفاده جوامع محلی و ایالتی در سراسر آن کشور معرفی نمود. شاخص استانداردهای آلودگی، اطلاعات مربوط به غلظت آلاینده ازن در سطح زمین، ذرات معلق، مونواکسیدکربن، دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن را فراهم می‌کند (خانا، ۲۰۰۰). در حال حاضر شاخص PSI در سطح بین‌المللی به تصویب رسیده و در سراسر جهان مورد استفاده 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، زیر شاخص آلاینده بحرانی، توصیف شاخص بر اساس جدول شرح ارقام. شاخص استانداردهای آلودگی یا به عبارتی شاخص کیفیت هوا، به صورت عددی در مقیاس ۰ تا ۵۰۰ گزارش میشود (چنگ، ۲۰۰۴). 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 زیر معیارهای این شاخص را در کشور ایران نشان می‌دهد.

جدول ۱: شاخص استانداردهای آلاینده‌گی

شاخص استانداردهای آلاینده‌گی (PSI)					
طبقه	خوب	سالم	ناسالم	بسیار ناسالم	خطرناک
مقدار شاخص	۰-۵۰	۵۱-۱۰۰	۱۰۱-۲۰۰	۲۰۱-۳۰۰	۳۰۰ >
دامنه غلظت					
آلاینده					
CO	۰-۴/۵	۴/۵-۹	۹-۱۵	۱۵-۳۰	۳۰ >
NO _x	--	--	--	۱/۲-۶	۱/۲ >
O ₃ ۱-hour	۰-۱/۰۶	۰/۱۲-۰/۰۶	۰/۲۰-۰/۱۲	۰/۲۰-۰/۴۰	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	۰/۳۰-۰/۶۰	۰/۶۰ >
آلاینده‌ها					
CO	مونوکسید کربن		قسمت در میلیون		
NO _x	دی اکسید نیتروژن		قسمت در میلیون		
O ₃ ۱-hour	ازن (متوسط غلظت ۱ ساعته)		قسمت در میلیون		
O ₃ ۸-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		

منبع: چنگ (۲۰۰۴)

شاخص کیفیت هوا یا AQI

این شاخص نسخه ارتقاء یافته شاخص استاندارد آلاینده‌گی (PSI)، یک سیستم یکنواخت توسعه یافته توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده می باشد و می تواند اطلاعات روزانه در مورد کیفیت هوا را در اختیار عموم مردم قرار دهد. در ماه ژوئن سال 2000 سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده شاخص استانداردهای آلاینده‌گی را بروز 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 می پردازد (حجتی و همکاران، ۱۳۹۵). شاخص کیفیت هوا شامل طبقه بندی جدید خطر سلامت ناسالم برای گروه های حساس و آلاینده دیگر ذرات زیر دو و نیم میکرون می باشد. این شاخص پنج معیار اندازه گیری آلاینده های هوا ذرات معلق، دی اکسید گوگرد، مونوکسید کربن، دی اکسید نیتروژن (ازت و ازن) را محاسبه نموده و غلظت آلاینده هوا را تبدیل به یک عدد در مقیاس 0 تا 500 مینماید. فواصل در مقیاس AQI مربوط به اثرات بهداشتی و سلامت بالقوه غلظت روزانه هر یک از این پنج آلاینده می باشد (نعمت شاهی و همکاران، 1395). مهمترین عدد در این مقیاس 100 است. چنانچه سطح AQI بیش از 100 باشد بدان معنی است که در یک روز مشخص، آلاینده‌گی در محدوده ناسالم قرار گرفته است و چنانچه سطح آن 100 پایین تر باشد یعنی میزان آلاینده‌گی



در محدوده سالم قرار دارد. لازم به ذکر است که هم اکنون در کشورهای اروپائی ذرات آلاینده زیر یک میکرون نیز به عنوان آلایندهها مدنظر می باشد و در آینده ای نزدیک بعنوان یک معیار جدید در شاخص AQI مورد سنجش قرار خواهد گرفت (نعمت شاهی و همکاران ۱۳۹۵). جدول زیر توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا برای شناسایی اثرات بهداشتی و سلامت مرتبط با سطوح مختلف آلودگی هوا تهیه شده است که همراه با ارائه راه کارهای احتیاطی هنگام آلودگی هوا در محدوده های ناسالم می باشد (پن و همکاران، ۲۰۱۷). ارزش شاخصها علاوه بر محدوده اعداد، توسط رنگها نیز از هم تفکیک شده و مشخص تر گردیده اند. این جدول که در جدول ۲ قابل مشاهده است اکنون در سطح بین المللی و از جمله در کشور ایران مورد استفاده قرار می گیرد.

جدول ۲: ارزش شاخص AQI در محدوده اعداد

ارزش شاخص	وضعیت بر اساس AQI	اثرات مخرب بر روی سلامت
0-50 (سبز)	خوب	کیفیت هوا رضایت بخش بوده و آلودگی هوا کم یا بی خطر است.
51-100 (زرد)	متعادل یا سالم	کیفیت هوا قابل قبول است، با این حال برخی از آلایندهها ممکن است برای تعداد بسیار کمی از افراد که به طور غیر منتظره‌ای نسبت به آلودگی هوا حساس هستند اندکی مشکل ساز باشند.
101-150 (نارنجی)	ناسالم برای گروههای حساس	تشدید خفیف علائم میان افراد مستعد، عموم مردم به احتمال زیاد تحت تاثیر قرار ندارند.
151-200 (قرمز)	ناسالم	سلامتی همه مردم در معرض تهدید قرار دارد، گروههای حساس ممکن است با عوارض جدیتری مواجه شوند.
201-300 (بنفش)	بسیار ناسالم	هشدار -عموم مردم به احتمال زیاد با عوارض جانبی ناشی از آلودگی مواجه میشوند
301-500 (جگری)	خطرناک	شرایط اضطراری برای سلامتی عموم مردم

سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا به نقل از پن و همکاران (۲۰۱۷)

احداث شهرک های صنعتی جزء ملزومات توسعه اقتصادی در هر شهری بوده با این حال اثرات زیست محیطی و آلودگی های ناشی از این شهرک ها می تواند به محیط زیست آسیب برساند. در این میان ارزیابی اثرات زیست محیطی شهرکها در آلودگی هوای محیط اطراف و ارائه برنامه مدیریت زیست محیطی در کاهش مشکلات مربوطه نقش مهمی دارد.



گسترش شهرک های صنعتی به عنوان یک بخش جدایی ناپذیر استراتژی های توسعه اقتصادی و صنعتی در بسیاری از کشورهای دنیا می باشد. با این حال اثرات زیست محیطی ناشی از تمرکز تعداد زیادی از صنایع مختلف در یک منطقه کوچک میتواند یک تهدید و خطرات زیست محیطی در مجاورت شهر ها و مناطق مسکونی داشته باشد (عبدی، تاج الدینی و سبزی، ۱۴۰۱). مطالعات متعددی در زمینه تاثیر گذاری آلاینده های صنعتی بر آلودگی هوا انجام شده است. در این راستا وانگ و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود بیان کردند که شهر نشینی منجر به افزایش میزان آلودگی هوا و کاهش میزان پوشش گیاهی در میان جمعیت های شهری شده است که این روند سلامت روانشناختی افراد را تهدید می کند. آقا ملایی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه خود ارزیابی آلودگی هوا ناشی از کارخانه سیمان کرمان را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که اگرچه غلظت گرد و غبار در برخی از سال ها بیش از حدود استاندارد بوده، ولی در مجموع می توان غلظت غبار خروجی و محیط را به خصوص در سال ۹۲ قابل قبول ارزیابی کرد. رشیدی فرد و همکاران (۱۳۹۷) نیز مدل سازی انتشار و محاسبه ریسک آلاینده های هوای ناشی از مجتمع فولد را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که بیشترین افرادی که در خطر انتشار قرار دارند، کارگران می باشند. از سوی دیگر به دلیل نزدیک بودن روستاهای اطراف به محدوده فلرها در ارضی جنوبی سایت، ساکنین این روستا در معرض مقادیر زیادی از آلاینده ها می باشند.

همچنین قنادنیا و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی تاثیر آلودگی هوای ناشی از خودروها بر ویژگی های آناتومیکی برگ انواعی از درختان مثمر پرداختند، در این پژوهش یک باغ های سنتی قزوین به عنوان مطالعه مورد در بررسی گشتند. کریمی قوزلو و همکاران (۱۴۰۰) نیز ارزیابی معلق محیطی PM_{10} و PM_{25} با روش شاخص کیفیت هوا را در مجتمع صنعتی سیمان تهران را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که وضعیت کیفیت هوا با میانگین غلظت $106/2$ میلی گرم بر متر مکعب در صنعت سیمان تهران در طبقه بندی ناسالم برای گروه های حساس قرار گرفته است. مهرجو و همکاران (۱۴۰۲) نیز در مطالعه خود که به بررسی آلودگی هوای ناشی از صنعت فروسیلیس پرداختند نشان دادند که تمامی پارامترهای اندازه گیری شده شامل گازهای خروجی از دودکش و گردغبار و ذرات معلق محیطی PM_{10} و $PM_{2.5}$ در طی سال های مورد مطالعه ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ طبق استاندارد بوده و هیچ تاثیری بر محیط اطراف نداشته است. آدامز و همکاران (۲۰۱۵) نیز در مطالعه خود با عنوان شاخص بحرانی در پایش شبکه ای آلودگی هوا در منطقه شهر همیلتون کانادا انجام پذیرفت و ذرات معلق PM_{10} در هشت نقطه از منطقه آلوده بررسی شد. نتایج نشان دهنده معنی دار بودن شاخص بحرانی در کاهش تاثیر بر روی شبکه پایش بود. از طرفی بیلگین (۲۰۱۵) نیز در مطالعه خود به بررسی تاثیرات زیست محیطی در ترکیه توسط ماتریس لئوپولد پرداخت. و در مطالعه خود اذعان داشت که اجرای دستور العمل ارزیابی اثرات زیست محیطی مناطق صنعتی که بر کاهش و مدیریت آلایندهای محیطی تاکید دارند، منجر به حفظ و رشد پایدار محیط زیست مناطق می شود. نایگارد و

همکاران (۲۰۱۹) نیز در پژوهشی جذب کربن در نک های مذاب را به عنوان روشی برای جذب CO₂ از انواع گازهای دودکش مربوط به تولید برق و فرآیندهای صنعتی با انرژی بالا در تولید فروسیلیسیم را بررسی کردند و دریافتند که روش مورد بررسی، یک فناوری صنعتی جایگزین رقابتی امیدوار کننده برای جدل CO₂ در مقیاس کامل برای تولید فروسیلیسیم با هدف بازیافت انرژی است. النصراوی و همکاران (۲۰۲۰) نیز در مطالعه خود به بررسی ارزیابی اثرات محیطی به منظور شناسایی و پیش بینی اثرات محیط های بیوژئوفیزیکی بر سلامت انسان در شهر کربلا پرداختند. در این مطالعه به منظور پیش بینی اثرات آلودگی هفت پروژه آبی در شهر کربلای عراق بر اساس داده های کیفی از روش ماتریس لئوپولد استفاده شده است. نتایج نشان داد که اثرات کلسیم و SO₄ در آب تصفیه شده در اکثر موارد به دلیل دوز کنترل نشده زاج و اهنک اضافه شده در طی فرآیند های تصفیه آب غیر قابل قبول بودند. همچنین نتایج دیگر نشان داد که ماتریس لئوپولد فرایند خوبی برای غربال کردن یا کاهش اثرات منفی چنین پروژه هایی بر انسان و محیط زیست دارد. ژانگ و همکاران (۲۰۲۲) نیز در مطالعه خود به بررسی پارامترهای زیست محیطی پرداختند. نتایج مطالعه شان نشان داد که مشخصات فیزیکی و شیمیایی انتشار معلق فرار را در صنایع آهن و فولاد، پخت، آهن سازی و کک سازی بوده و اندازه ذرات از ۰/۱ تا ۷۱۶ میکرومتر هستند.

در ایران شهرکهای صنعتی زیر نظر شرکت شهرکهای صنعتی به این منظور راه اندازی گردیدند. از طرف دیگر درکنار فواید صنعت و متمرکز کردن مراکز صنعتی باید گفت، تجمع صنایع در نقطه خاصی از یک منطقه میتواند آثار زیست محیطی بدی به جای بگذارد، خصوصا در شهرکهایی که فاصله زیادی با مناطق مسکونی ندارند. لذا توجه به تحت کنترل داشتن این پتانسیل مخرب حائز اهمیت میباشد. تمرکز این پژوهش بر شهرک صنعتی رجه (بندی) بابل است، از آنجایی که این شهرک صنعتی درون منطقه حاصلخیز مازندران واقع شده است و پیش از این به لحاظ زیست محیطی مورد ارزیابی قرار نگرفته است، به عنوان مورد مطالعاتی این پژوهش انتخاب شد. شهرک صنعتی رجه در نزدیکی شهر خشروودی واقع در شهرستان بابل قرار دارد، که در آن صنایع مختلفی مشغول به کار هستند که البته هر چند از نظر اشتغال زایی و اقتصادی یاریگر مردم منطقه بوده، اما از لحاظ آلودگیهای زیست محیطی، منطقه مورد مطالعه را تحت تاثیر قرار داده است. نوع و میزان آلودگیهای زیست محیطی ایجاد شده، بسته به نوع کارخانجات و صنایع متفاوت میباشد، این آلودگیها میتوانند به دستهای مختلفی از قبیل آلودگی هوا، آلودگی آبهای زیرزمینی، ایجاد روان آبهای صنعتی، بوی نامطبوع و غیره تقسیم شوند که هر کدام میتوانند تاثیر به سزایی در اکو سیستم منطقه داشته باشد. در حال حاضر کارخانهای مختلفی همچون کارتنسازی، کارخانجات تزریق پلاستیک مثل تولید سیفون و سبد سازی، کاخانجات صنایع چوبی، صنایع خودرو سازی و غیره در شهرک صنعتی رجه مشغول فعالیت میباشد. در این پژوهش آلایندههای هوای تولید شده توسط کارخانجات این شهرک اندازه گیری شده و

نقش آن بر آلوده سازی شهر خشروودی که نزدیکترین منطقه شهری متمرکز به شهرک صنعتی رجه است اندازه گیری میشود. متغیرهای قابل اندازه گیری تحقیق عبارتند از: مونواکسید کربن، دی اکسید کربن، دی سولفور، کلرین و غیره. با توجه به مخاطراتی که آلودگی هوا برای جوامع انسانی به همراه دارد که از جمله آنها می توان به بیماری های تنفسی قلبی و عروقی و بیماری های مزمن، کاهش امید به زندگی در مناطقی که آلودگی هوا بیش از حد مجاز می باشد و از طرفی به دلیل فاصله کمی که شهر خشروودی با شهرک صنعتی رجه دارد انجام چنین تحقیقاتی ضروری به نظر می رسد. این پژوهش با توجه به بررسی و جمع آوری مطالعات مختلف انجام شده در زمینه ارزیابی اثرات زیست محیطی و با تمرکز بر آلودگی هوا، جنبه نظری دارد. آلودگی هوا در سطوح ملی و بین المللی، آثار زیان باری بر محیط زیست انسانی و طبیعی بر جای می گذارد. رشد تکنولوژی و شهرنشینی به تبعات خود افزایش حجم گسترده ای از انواع آلاینده ها در هوا را موجب شده و به دلیل مضر بودن آن برای سلامتی عموم و محیط زیست، حساسیت دولت مردان را در رابطه با اتخاذ تدابیر و تمهیداتی خاص، به منظور جلوگیری از آلوده نمودن هوا و تخریب محیط زیست بر انگیزته است. در ایران نیز در سالیان اخیر به ویژه در کلان شهرها این آلودگی افزایش قابل توجهی داشته و به نوبه خود باعث ورود خسارات جبران ناپذیر بر سلامتی اشخاص و کیفیت اموال شده است (کریمی و موسوی، ۲۰۱۷). با توجه به مطالب مذکور و نظر به اینکه مطالعات زیادی در رابطه با ارزیابی زیست محیطی کارخانه ها در کشور انجام شده است اما تا به امروز پژوهشی در ارتباط با ارزیابی آلودگی هوای شهرک صنعتی رجه واقع در شهر خشروودی در شهرستان بابل انجام نشده است. بنابراین، شناسایی عوامل آلودگی زیست محیطی در زندگی ساکنان شهر خشروودی می باشد و تحقیق در مورد آن ها از ضرورت خاصی برخوردار است. در واقع سوالی که در این پژوهش مطرح است این است که شهرک صنعتی رجه تا چه حد بر آلودگی هوای شهر خشروودی تاثیر داشته است. به عبارتی در این تحقیق، محقق به دنبال بررسی ارتباط آلاینده های صنعتی بر نوسانات آلودگی هوا شهر خشروودی بابل می باشد.

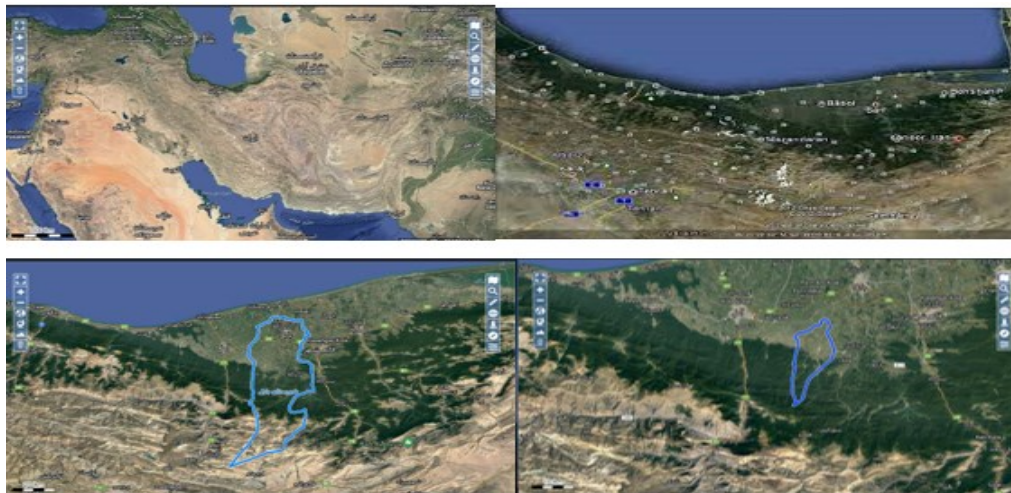
روش تحقیق

روش تحقیق در این پژوهش، توصیفی - تحلیلی از نوع همبستگی می باشد. در انجام این تحقیق، برای جمع آوری اطلاعات پایه از مطالعات کتابخانه ای، اینترنت، مصاحبه با کارشناسان و مسئولان مربوط در کنار بازدیدهای میدانی استفاده شد. روش گردآوری داده ها به صورت اسنادی و میدانی صورت گرفته است جمع آوری داده ها در مورد گازهای آلاینده تولیدی کارخانه ها از طریق بانک اطلاعاتی سازمان حفاظت محیط زیست استان مازندران تهیه شده و داده های میدانی از طریق پرسشنامه جمع آوری شده است در پژوهش حاضر از روش محتوایی برای سنجش روایی پرسشنامه ها استفاده شد. روایی

محتوایی اطمینان می دهد که ابزار مورد استفاده، پرسش های مناسب برای اندازه گیری مفهوم مورد سنجش را به میزان کافی در بر دارد (علمدار و همکاران، ۱۴۰۰). همچنین برای محاسبه پایایی پرسشنامه، از روش ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد که مقادیر بالای ۰/۷۰ بدست آمد که در محدوده قابل قبول می باشد.

محدوده مطالعاتی

استان مازندران در شمال کشور و با وسعتی معادل ۲۳۷۵۶ کیلومتر مربع حدود ۱.۴۶ درصد از مساحت کشور را در برداشته است. استان مازندران بر اساس آخرین تقسیمات کشوری دارای ۲۲ شهرستان، ۵۷ شهر، ۵۷ بخش، ۱۳۲ دهستان و ۳۶۴۵ آبادی می باشد. شهرستان بابل یکی از شهرستان های استان مازندران است که با ۱/۱۵۷۸ کیلومتر مربع مساحت، در قسمت مرکزی استان واقع است. شهر خوشرودپی یکی از شهرهای شهرستان بابل در استان مازندران و کشور ایران است و به عنوان مرکز بخش بندپی غربی در فاصله ۲۴ کیلومتری جنوب بابل قرار دارد. شهرک صنعتی بندپی بابل یا شهرک صنعتی رجه، یکی از شهرکهای صنعتی مهم استان مازندران است که طیف وسیعی از کارخانجات تولیدی در آن مشغول به فعالیت بوده و هستند. این شهرک در شهرستان بابل، جاده شهید صالحی، کیلومتر ۱۸ روستای صورت قرار دارد و فاصله آن تا جاده ۱ کیلومتر است. این شهرک صنعتی دارای ۱۴۶ هکتار وسعت و ۸۷ واحد بهره بردار بوده که فاصله آن با نزدیکترین گمرک (ساری) ۷۰ کیلومتر، تا نزدیکترین بندر (بابلسر) ۲۰ کیلومتر و تا نزدیکترین مرکز راه آهن (قائم شهر) ۲۵ کیلومتر میباشد.



شکل شماره ۱: محدوده مورد مطالعه پژوهش

جامعه آماری این پژوهش کلیه کارخانه های فعال شهرک صنعتی رجه می باشند. ۵۴ شرکت فعال می باشد که از بین صنایع فعال شهرک صنعتی رجه واقع در شهر خشروودی بابل بر اساس جدول مورگان تعداد ۴۰ شرکت به عنوان نمونه مورد بررسی قرار گرفتند که به صورت در دسترس انتخاب شدند.

در این تحقیق تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از روش آزمون همبستگی پیرسن صورت گرفته است. جهت انجام بررسی دادهها ابتدا بر روی داده ها توسط نرم افزار SPSS تست آلفای کرونباخ انجام می شود و سپس در همین نرم افزار آزمون همبستگی پیرسون به این منظور که همبستگی داده های آلودگی هوا در دو منطقه شهرک صنعتی رجه و خشروودی را مورد آزمون قرار دهد، انجام می شود. به این صورت که در بازه زمانی یکساله، غلظت ۵ ماده آلاینده اصلی مونو اکسید کربن، دی اکسید گوگرد، ذرات ریزگرد ۱۰ میکرونی، ازن و دی اکسید نیتروژن موجود در هوای منطقه شهرک صنعتی و منطقه شهری خشروودی از سازمان هواشناسی استان مازندران گرفته شد و در مورد ارتباط پیوستگی میان این دو دسته داده آزمون فرض انجام شد. از آنجایی که آزمون پیرسون برای دادههای نرمال قابل انجام است، برای بررسی نرمال بودن دادهها ابتدا آزمون کولموگروف-اسمیرنوف انجام داده و از این طریق نرمال بودن دادهها را مورد بررسی قرار میدهم. ابزار دیگر پژوهش ارائه فهرست است، فهرست، سیاهه‌ای از پارامترهای زیست‌محیطی یا شاخص پیامدها هستند که می‌توانند بازتاب اثرات احتمالی فعالیت پیشنهادی بر محیط زیست باشند.

یافته های پژوهش

به منظور بررسی آلاینده‌های صنعتی از ایستگاه های سنجش آلودگی هوا استفاده شده است. در حال حاضر دو مورد از نزدیکترین ایستگاههای سنجش آلودگی هوا به شهرک صنعتی رجه، یکی به فاصله ۳۰ کیلومتری واقع در شهرستان قائمشهر روستای قراخیل و دیگری در ۷۰ کیلومتری واقع در منطقه دشت ناز شهرستان ساری قرار دارند.

تعیین نوع و حجم آلودگی تولید شده در شهرک صنعتی

آلودگیهای هوای تولید شده در صنایع مختلف به دو دسته عمومی و اختصاصی تقسیم میشوند. آلودگیهای هوای عمومی به آلودگیهایی اطلاق میگردد که در صنایع مختلف مشترک هستند همانند دود حاصل از سوزاندن زباله‌های جاری شرکت، اما آلودگیهای اختصاصی آلودگیهایی هستند که بسته ماهیت محصول تولیدی آن کارخانه ایجاد شده و وارد محیط میگردند به عنوان مثال ریزگردهای حاصل از صنایع کاغذ مربوط به شرکت های کارتن سازی یا کاغذ سازی اسدسته بندی نوع آلاینده‌گی هوای صنعتی بر اساس استاندارد تعیین شده از سازمان بهداشت جهانی کارخانه های تولید کننده ی آلاینده های صنعتی هوا از منظر نوع آلودگی منتشره به پنج گروه A,B,C,D,E تقسیم بندی میشوند. در واقع هر گروه نماینده یک نوع



و دسته آلودگی تولید شده است که اطلاعات آن در جدول ۳ قابل مشاهده است. در صورتی که هر کارخانه از حیث آلودگی تولیدی در یکی از این دسته ها قرار بگیرد امتیاز آلاینده‌گی به آن تعلق می‌گیرد که مطابق جدول ۴ است.

جدول ۳: گروه بندی آلودگی در کارخانه ها

نام گروه	نوع آلودگی تولیدی
AP-A	Furans ^۱ , Dioxins ^۲ , cadmium ^۳ , Mercury ^۴ , Asbestos ^۱
AP-B	HF ^۵ , Nickel+ Vanadium, Manganese, Lead ^۶ , H ₂ S ^۷
AP-C	Chlorine, Pesticide compounds ^۸ , CH ₃ Cl, TOC, ^۹ NH ₃ , HCL vapour & Mist ^{۱۰} , H ₂ SO ₄ Mist ^{۱۱} , SO ₂
AP-D	, CO ₂ , PM10 ^{۱۲} CO ^{۱۳} , NOx
AP-E	NOx with liquid-fuel, SO ₂ with liquid-fuel

^۱ پنبه نسوز: ماده معدنی سیلیکات الیافی مقاوم در برابر حرارت که می‌تواند در پارچه‌ها بافته شود و در مواد مقاوم در برابر آتش و عایق مانند روکش ترمز استفاده می‌شود.

جیوه^۲

^۳ فوران: یک مایع فرار بی‌رنگ با یک حلقه پنج‌عضو اشباع نشده مسطح در مولکول خود میباشد.

^۴ دیوکسین‌ها: یک ترکیب بسیار سمی در برخی فرآیندهای تولید، به ویژه تولید علف‌کش و سفید شدن کاغذ، به عنوان محصول جانبی تولید می‌شود و یک آلاینده محیطی جدی و پایدار است.

کادمیوم^۵

۶ هیدروژن فلوراید

۷ سرب

۸ هیدروژن سولفید

۹ ترکیبات سموم دفع آفات

۱۰ بخار و مه هیدروژن کلراید

۱۱ مه اسید سولفوریک

۱۲ دی اکسید گوگرد

۱۳ مونو اکسید کربن

۱۴ نیتروژن اکساید



جدول ۴: امتیاز آلاینده‌گی هر کلاس آلودگی

نام کلاس	امتیاز آلاینده‌گی بر اساس میزان آسیب زاد بودن
AP-A	۳۰
AP-B	۲۵
AP-C	۱۵
AP-D	۱۰
AP-E	۱۰

دسته بندی کارخانه های بر اساس نوع آلاینده‌گی

با توجه به دسته بندی آلاینده های هوای قابل تولید در مراکز صنعتی و همینطور نوع فعالیت کارخانه های فعال در شهرک صنعتی رجه، امتیازی برای آلاینده‌گی هر واحد صنعتی در نظر گرفته میشود. بر اساس این امتیاز کارخانجات در دسته بندی رنگی قرمز، نارنجی، زرد، آبی و سبز (به ترتیب آلاینده‌ترین تا کمترین آلاینده) قرار میگیرند. سپس بر اساس کلاس ظرفیت تولید هر کارخانه که از وزارت صنعت و معدن و اداره تعاون استان مازندران استخراج شده، حجم آلوده سازی هر واحد صنعتی در دوره هفتگی مشخص میگردد. دسته بندی رنگی قرمز، نارنجی، زرد، آبی و سبز (به ترتیب آلاینده‌ترین تا کمترین آلاینده) بر اساس امتیاز کسب شده هر کارخانه انجام میشود با توجه به جدول ۵ انجام میگردد. لازم به ذکر است که ضریب ظرفیتی بر اساس وسعت کار شرکت و حجم تولید آن نسبت به سایر کارخانجات شهرک میباشد. جدول ۶ بیانگر حجم آلوده سازی هر واحد صنعتی در دوره هفتگی میباشد.

جدول ۵: دسته بندی کارخانه ها بر اساس امتیازات کسب شده

بازه امتیازی	دسته بندی
۲۰-۰	سبز
۴۵-۲۱	آبی
۷۵-۴۶	زرد
۱۱۰-۷۶	نارنجی
۲۵۰-۱۱۱	قرمز



جدول ۶: حجم آلوده سازی هر واحد صنعتی

ردیف	نام کارخانه	کلاس آلودگی	امتیاز	ضریب ظرفیتی	ظرفیت آلودگی	دسته بندی آلودگی
۱	پویا آیش	AP-B , AP-D	۳۵	۳.۵	۱۲۲.۵	قرمز
۲	معین کاغذ	AP-B , AP-D	۳۵	۱.۵	۵۲.۵	زرد
۳	صدرا برگ	AP-B , AP-D	۳۵	۱	۳۵	آبی
۴	اکسیر ساز	AP-C	۱۵	۱.۵	۲۲.۵	آبی
۵	توری بافت	AP-C	۱۵	۱.۵	۲۲.۵	آبی
۶	رونک گاز	AP-B , AP-C	۴۰	۲	۸۰	نارنجی
۷	خزر سیلندر	AP-B , AP-C	۴۰	۲	۸۰	نارنجی
۸	شادشیر	AP-E , AP-D	۲۰	۳	۶۰	زرد
۹	ماشین ساز	AP-A	۳۰	۱	۳۰	آبی
۱۰	ضمات	AP-A , AP-C	۴۵	۱.۵	۶۷.۵	زرد
۱۱	اوتتا	AP-D , AP-E	۲۰	۱.۵	۳۰	آبی
۱۲	مها	AP-E , AP-D	۲۰	۱.۲۵	۲۵	آبی
۱۳	ساچمه ریزان	AP-B	۲۵	۱	۲۵	آبی
۱۴	بابل گرانتیک	AP-C	۲۵	۱	۲۵	آبی
۱۵	شالیکوبی	AP-D	۱۰	۱	۱۰	سبز
۱۶	صنایع غذایی	AP-D , AP-E	۲۰	۱.۵	۳۰	آبی
۱۷	تولیدی نبی زاده	AP-C	۲۵	۱	۲۵	آبی
۱۸	زرین هموارانی	AP-E , AP-D	۲۰	۱.۷۵	۳۵	آبی
۱۹	سورنا صنعت	AP-B , AP-D	۲۰	۲.۵	۵۰	زرد
۲۰	بتن آماده	AP-A , AP-C	۴۵	۲	۹۰	نارنجی
۲۱	پیروز مهر	AP-A , AP-B	۵۵	۲	۱۱۰	نارنجی
۲۲	دیوا	AP-D	۱۰	۱.۵	۱۵	سبز
۲۳	مهیا بتن	AP-B , AP-D	۳۵	۱.۷۵	۶۱.۲۵	زرد
۲۴	شرکت عمومی	AP-C , AP-D	۲۵	۲	۵۰	زرد
۲۵	پیشتازان صنعت	AP-C , AP-D	۲۵	۲	۵۰	زرد



ردیف	نام کارخانه	کلاس آلاینده‌گی	امتیاز	ضریب ظرفیتی	ظرفیت آلاینده‌گی	دسته بندی آلاینده‌گی
۲۶	الکترونیک سبحانی	AP-C , AP-D	۲۵	۱.۵	۳۷.۵	آبی
۲۷	ورقکار پویا	AP-B , AP-D	۳۵	۲	۷۰	زرد
۲۸	تولیدی حسن نتاج	AP-D	۱۰	۱	۱۰	سبز
۲۹	راه آهن صنعت	AP-B , AP-D	۳۵	۲	۷۰	زرد
۳۰	بهارنارنج	AP-E , AP-D	۲۰	۲.۵	۵۰	زرد
۳۱	افق پنجره	AP-C	۱۵	۲	۳۰	آبی
۳۲	آب وان	AP-C , AP-D	۲۵	۱.۵	۳۷.۵	آبی
۳۳	فناوران شمال	AP-C , AP-D	۲۵	۱.۷۵	۴۳.۷۵	آبی
۳۴	مهبکار	AP-C , AP-D	۲۵	۱.۵	۳۷.۵	آبی
۳۵	ماشین شالی	AP-C	۱۵	۱.۵	۲۲.۵	آبی
۳۶	پلیمر بافت	AP-C	۱۵	۲	۳۰	آبی
۳۷	واستا صنعت	AP-A	۳۰	۱.۵	۴۵	آبی
۳۸	توآوران شمال	AP-C	۱۵	۲	۳۰	آبی
۳۹	نگار نگین	AP-D	۱۰	۲	۲۰	سبز
۴۰	بلوک زنی افروز	AP-B , AP-D	۳۵	۱.۲۵	۴۳.۷۵	آبی
۴۱	بلوک زنی گل بابایی	AP-B , AP-D	۳۵	۱.۲۵	۴۳.۷۵	آبی
۴۲	شرکت ذوب و فلزات	AP-A , AP-B	۵۵	۲.۵	۱۳۷.۵	قرمز
۴۳	اسکات	AP-D , AP-E	۲۰	۲	۴۰	آبی
۴۴	شیمی کاران جلودار	AP-C	۱۵	۲.۵	۳۷.۵	آبی
۴۵	توزیع چاپ	AP-E , AP-C	۲۵	۱.۵	۳۷.۵	آبی
۴۶	سیم کامل	AP-C , AP-D	۲۵	۱.۲۵	۳۱.۲۵	آبی
۴۷	بازتاب نیرو برق	AP-D , AP-C	۲۵	۱.۵	۳۷.۵	آبی
۴۸	ثامن پلاست	AP-C	۱۵	۲	۳۰	آبی
۴۹	ناتی تا	AP-E	۱۰	۱	۱۰	سبز
۵۰	بهتاک زرین	AP-C , AP-E	۲۵	۲	۵۰	زرد
۵۱	شیمی پلیمر البرز	AP-C	۱۵	۱.۷۵	۲۶.۲۵	آبی
۵۲	گنجینه بابل	AP-D	۱۰	۱.۵	۱۵	سبز

ردیف	نام کارخانه	کلاس آلاینده‌گی	امتیاز	ضریب ظرفیتی	ظرفیت آلاینده‌گی	دسته بندی آلاینده‌گی
۵۳	مهر آفرین خزر	AP-B , AP-D	۳۵	۱.۷۵	۶۱.۲۵	زرد
۵۴	ایران خودرو مازندران	AP-D , AP-E, AP-B	۴۵	۴.۵	۲۰۲.۵	قرمز

همانطور که از دسته بندی آلاینده‌گی در جدول ۶ پیداست، شرکت های ایران خودرو مازندران، شرکت ذوب و فلزات و پویا آیش در محدوده قرمز قرار داشته و جزو آلاینده ترین شرکت ها هستند، و شرکت های روناک گاز، خزر سیلندر، بتن آماده و پیروز مهر نارنجی بوده و در رده بعدی از نظر آلاینده‌گی قرار دارند.

تعیین مسیر جابجایی هوای آلوده بوجود آمده

شواهد حاصل از نقشه‌های جغرافیایی و همینطور جهت وزش باد میتواند نشان دهنده، مسیر انتقال هوای تولید شده از شهرک صنعتی رجه به نقاط اطراف باشد، با توجه به پیگیری از کارشناسان هواشناسی استان مازندران، این نتیجه حاصل شد که بادهای محلی امکان جابجایی هوای آلوده را از شهرک صنعتی رجه به سمت شهر خشروودی فراهم میسازند، نمایش تصویری از این موضوع در تصاویر ماهواره ای شکل ۲ قابل مشاهده است.

شکل ۲: جابجایی هوا از شهرک صنعتی رجه به سمت خشروودی و بابل



بررسی تاثیر پذیری هوای شهر خشروودی بابل از شهرک صنعتی رجه

با توجه به نظر کارشناسان سازمان هواشناسی استان مازندران و همینطور قراردادن شهر خشروودی در محدوده بادهای محلی گذرنده از شهرک صنعتی رجه، انتقال مواد آلاینده از رجه به خشروودی بسیار محتمل بوده و این فرض وجود دارد که فعالیت شهرک صنعتی رجه بر آلودگی هوای شهر خشروودی اثرگذار باشد. برای بررسی درستی این فرض از اطلاعات



موجود در سازمان هواشناسی استان مازندران استفاده شد. در این قسمت اطلاعات گرفته شده از سازمان هواشناسی استان مازندران در مورد ۵ عامل اصلی آلاینده در دو منطقه شهرک صنعتی رجه و شهر خشروودی در روزهای سال ۱۳۹۸ گرفته شد و ارتباط و همبستگی میان مقادیر این پارامترها توسط آزمون همبستگی پیرسون در نرم افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت، جدولهای ۷ نشان دهنده مقادیر خروجی تست همبستگی پیرسون خروجی نرم افزار SPSS میباشند.

بررسی ارتباط دو منطقه شهرک صنعتی و شهر خشروودی بر اساس پارامترهای آلاینده های صنعتی

جدول ۷: تست همبستگی پیرسون برای دو منطقه شهرک صنعتی رجه و شهر خشروودی برای پارامتر آلاینده های صنعتی

	شهر خشروودی برای پارامتر CO	شهر خشروودی برای پارامتر SO2	شهر خشروودی برای پارامتر PM10	شهر خشروودی برای پارامتر NO2	شهر خشروودی برای پارامتر O3
ضریب همبستگی پیرسون	۰/۹۵۴	۰/۹۲۱	۰/۹۶۷	۰/۸۸۹	۰/۳۳۹
سطح معنی داری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
حجم نمونه	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵

نتایج ضریب همبستگی پیرسون در جدول ۷ نشان داده شده است. بر اساس این آزمون و نتایج آن؛ بین شهرک صنعتی رجه و شهر خوشروودی بر اساس میزان آلودگی دی اکسید کربن (با مقدار $r = 0/95$)، میزان آلودگی منوکسید کربن (با مقدار $r = 0/92$)، میزان آلودگی PM10 (با مقدار $r = 0/97$)، میزان آلودگی دی اکسید نیتروژن (با مقدار $r = 0/89$) و میزان آلودگی ازن (با مقدار $r = 0/34$) رابطه مثبت و معنادار وجود دارد. به عبارت دیگر هر چه میزان آلودگی دی اکسید کربن، منوکسید کربن، PM10، دی اکسید نیتروژن و ازن در شهرک صنعتی رجه بیشتر باشد به همان میزان آلودگی در شهر خوشروودی نیز افزایش می یابد

بحث و نتیجه گیری

هدف پژوهش حاضر بررسی آلاینده های حاصل از کارخانه ها و مراکز تولیدی - صنعتی موجود در شهرک صنعتی رجه بندی و شاخص ها و معیارهای اندازه گیری و طبقه بندی آن و ارتباط آن با میزان آلودگی با شهر خوشروودی می باشد.

بررسی کیفیت هوای شهر بابل بر اساس شاخص های کمی می تواند واقعیت های ملموس تری از شرایط جو شهری را مشخص کند و راه را برای افزایش کیفیت هوای شهر هموار سازد. در این مطالعه کیفیت هوای شهر بابل (شهر خوشرو دپی) بر اساس شاخص AQI تحت شرایط محیطی شهرک صنعتی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که از بین صنایع فعال در شهرک صنعتی صنایع ایران خودرو مازندران، شرکت ذوب و فلزات و پویا آیش شاخص AQI در محدوده قرمز (ناسالم) و صنایع روناک گاز، خزر سیلندر، بتن آماده، پیروز مهر، معین کاغذ، شادشیر، ضمانت، سورنا صنعت، مهیا بتند، شرکت عمومی، پیشتازان صنعت، ورفکار پویا، راه آهن صنعت، بهار نارنج، بهتاک زرین و مهر آفرین خزر، شاخص AQI در محدوده نارنجی و زرد (ناسالم) و مابقی صنایع، شاخص AQI در محدوده آبی و سبز قرار دارد. نتایج مطالعه در پاسخ به سوال اصلی تحقیق باید گفت که آلودگی ناشی از فعالیت شهرک صنعتی رجه بر شهر خوشرو دپی در حد مجاز نیست، به عبارت دیگر در برخی از پارامترها مثل مونو اکسید کربن و دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن و ریزگردهای با اندازه ۱۰ میکرون در حد مجاز نبوده و در دو پارامتر مورد بررسی دیگر نتیجه ای مبنی بر اینکه این پارامترها در محدوده مجاز قرار ندارند حاصل نشد. بنابراین در جواب سوالات فرعی تحقیق میتوان گفت که میزان مونو اکسید کربن و دی اکسید نیتروژن و دی اکسید نیتروژن در محدوده مجاز نیست و در مورد دو پارامتر دیگر نظر قطعی بدست نیامده است. نتایج مطالعه مشابه با مطالعه پترو و موچان (۲۰۱۷) است که تاثیر تولید کارخانه واقع در کشور روسیه را بر اجزای محیط زیست و جوامع انسانی مورد ارزیابی قرار دادند. در این راستا نتایج تجزیه و تحلیل داده های پایش اجتماعی و بهداشتی حاکی از آن است که پس از شروع تولید فرآیاز در کارخانه، تعداد بروز بیماری در بین جمعیت شهری افزایش قابل توجهی داشته است. همچنین نتایج مطالعه حاضر با مطالعات کریمی قوزلو و همکاران (۱۴۰۰)، مهرجو و همکاران (۱۴۰۲)، قنادیا و همکاران (۱۳۹۸)، بلیگین (۲۰۱۵)، نکیسو و همکاران (۲۰۱۴)، آدامز و همکاران (۲۰۱۵)، نایگارد و همکاران (۲۰۱۹)، النصرای و همکاران (۲۰۲۰) و ژانگ (۲۰۲۲) مشابهت دارد. همچنین یافته های جانبی پژوهش حاکی از آن است که نقش عوامل اقلیمی و هواشناسی در رقم زدن آلودگی های شهری را نباید نادیده گرفت. بررسی کلی از جهت وزش باد و انتقال آلودگی شهرک بر شهر بابل نشان میدهد که با توجه به نظر کارشناسان سازمان هواشناسی استان مازندران و همینطور قرار داشتن شهر خوشرو دپی در محدوده بادهای محلی گذرنده از شهرک صنعتی رجه، انتقال مواد آلاینده از شهرک صنعتی به شهر بابل بسیار محتمل می باشد. بنابراین پیشنهاد می شود استفاده از پوشش گیاهی و فضای سبز در نواحی شهرک صنعتی و همچنین اعمال کنترل بر دود خروجی از کارخانه ها از طریق بهینه سازی مصرف سوخت و استفاده از فیلتر های مناسب به منظور کاهش تاثیر گذاری بر میزان آلودگی های شهری موثر باشد. در این راستا هم شریستا و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که گیاهان می توانند آلاینده های خاصی را از طریق جذب، جذب سطحی و متابولیسم



فیلتر کنند. بنابراین، گیاهان به عنوان یک جاذب مهم آلاینده های هوا عمل می کنند که فیلترهای زیستی بسیار خوبی در مقابل آلودگی هوا می باشند و توانایی آن ها در تحمل آلاینده های هوا به ویژگی های بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی آن ها بستگی دارد. اگر چه صنایع دارای پیامدهای مطلوب اقتصادی و اجتماعی است و عامل توسعه یافتگی مناطق محروم می گردند، اما از سوی دیگر در صورت عدم دقت کافی در مکان یابی، ساماندهی و استقرار صنایع می تواند عامل تخریب اکوسیستم تلقی شود و از آنجایی که انسان خود جزئی از اکوسیستم است باید سعی کند در راستای افزایش آثار مطلوب و کاهش پیامدهای منفی صنایع گام مهمی بردارد.



منابع

۱. باستان فرد، متین (۱۳۹۷). کنترل آلودگی هوا توسط پوسته های زیست مینا (راهکاری برای کنترل آلودگی هوای شهر تهران). فصلنامه باغ نظر، سال ۱۵، شماره ۶۵، صص ۲۵-۴۰.
۲. جهانگیری، عباس (۱۳۹۹). استفاده از روش واسپاس به منظور رتبه بندی دانشکده های مهندسی صنایع دانشگاه های منتخب تهران. نشریه صنعت و دانشگاه، سال ۳۷، شماره ۱۰، صص ۱-۶.
۳. جلیلیان، زیبا، سید نژاد، سید منصور، معتمدی، حسین (۱۳۹۷). تاثیر آلودگی هوا بر فعالیت آنتی اکسیدانی دو گیاه کنار (Ziziuph spina - christa) و ناترک (Dodonaea viscosa) رشد یافته در اطراف پالایشگاه نفت، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست 10.22034/jest.2018.11242.2009 . pp - doi:
۴. جواهری، هومن، بیات، محمد مهدی (۱۳۹۲). آلودگی هوا، آثار، پیامدها و روشهای نوین کنترل آن. نخستین همایش ملی آلودگی های محیط زیست و روش های کنترل آن، سندج، <https://civilica.com/doc/294485>.
۵. حجتی خلیل ابادی، مائده، لشکری پور، غلامرضا، حاظی مقدس، ناصر (۱۳۹۵). تحلیل داده های ایستگاههای غبار سنجی شهر مشهد و مقایسه آن با شرایط زمین شناسی. همایش ملی مقابله با ریزگردها و آلودگی هوا.
۶. خزایی، صادق، متصدی، سعید، اعتماد، کوروش، رشیدی، یوسف، غیبی پور، حمید، روحانی، مرضیه (۱۳۹۲). 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. سال ۲، شماره ۲، صص ۳۷-۴۳.
۷. شریفی، سارا، کرمی، منوچهر، اسماعیل نسب، نادر، روشنایی، قدرت الله، فرسان، حسین (۱۳۹۵). تعیین رابطه آلودگی هوا و مرگ به علت بیماری های قلبی - عروقی و تنفسی در کلان شهر تهران با به کارگیری مدل GLARMA. مجله تخصصی اپیدمیولوژی ایران. سال ۱۲، شماره ۴، صص ۳۶-۴۳.
۸. رضائی، ایوب، رضائی، صیادی (۱۳۹۶). بررسی کمی و کیفی وضعیت آلودگی هوا و ارتباط آن با عوامل اقلیمی شهر بیرجند در سال ۱۳۹۱. سلامت جامعه. سال ۷، شماره ۴، صص ۶۲-۶۵.
۹. فناندیا، مریم، ضرابی، محمد مهدی، حبیبی، نیما (۱۳۹۹). تاثیر آلودگی هوای ناشی از خودروها بر ویژگی های آناتومیکی برگ انواعی از درختان مثمر (مطالعه موردی: باغ های سنتی قزوین). فصلنامه سلامت و محیط زیست. سال ۱۲، شماره ۴، صص ۵۹۳-۶۰۶.



مجله علوم جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، دوره ۱۹، شماره ۴۴، پاییز ۱۴۰۲، صص ۲۲-۴۴

۱۰. کریمی قوزلو، رضا، احمدی، آیدا، عباسپور، مجید، عباس زاد، نصرت الله (۱۴۰۰). ارزیابی ذرات معلق محیطی PM₁₀ و PM_{2.5} با روش شاخص کیفیت هوا (مطالعه موردی: مجتمع صنعتی سیمان تهران). نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، سال ۲۳، شماره ۸، صص ۱۵۵-۱۶۷.
۱۱. کریمی، داریوش، موسوی مدنی، نگین (۱۳۹۶). بررسی کارآمدی قوانین و مقررات حقوقی ناظر بر آلودگی هوا در ایران. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۱۹ « ویژه نامه شماره ۴»، ۵۷۱-۵۸۱. doi: 10.22034/jest.2017.10758
۱۲. عبدی، سولماز، تاج الدینی، عباس، سبزی، زهرا (۱۴۰۱). مدیریت کاهش اثر آلاینده های زیست محیطی شهرک های صنعتی و تاثیر آن بر کیفیت زندگی ساکنین مناطق شهری مجاور (مطالعه موردی: شهرک صنعتی کوثر البرز و کلانشهر کرج). نشریه عمران و پروژه، سال ۴، شماره ۱۰، صص ۳۱-۵۰.
۱۳. علمدار، اسماعیل، حافظ نیا، محمد رضا، احمدی پور، زهرا، احمدی نوحدانی، سیروس (۱۴۰۰). تحلیل مولفه های علائق ژئوپلیتیکی و میزان تاثیر آن در روابط خارجی کشورها. پژوهش های جغرافیایی سیاسی، سال ۶، شماره ۳، صص ۱-۱۸.
۱۴. مرادی، مهدی، مرنندی، زکیه، باغستان، یاور (۱۳۹۵). بررسی رابطه بین آلودگی هوای شهر و شاخص های بورس اوراق بهادار تهران. حسابداری سلامت. سال ۵، شماره ۱، صص ۶۰ - ۷۸.
۱۵. مهرجو، فرزاد، باغخانی پور، محمد صابر، علم، امیر (۱۴۰۲). بررسی آلودگی هوای ناشی از صنعت فروسیلیس (مطالعه موردی: کارخانه فروآلیاژ ایران، لرستان). مخاطرات محیط طبیعی، سال ۱۲، شماره ۳۷، صص ۱۱۷-۱۳۲.
۱۶. میرزایی مقدم، مهنوش، اوجب، روح الله، آقایی زاده، اسماعیل (۱۳۹۹). تحلیل اثر کاهش فضاهاى سبز شهری بر تغییرات دما و رطوبت نسبی (مطالعه موردی شهر رشت). فصلنامه مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه های انسانی، سال ۱۵، شماره ۴، صص ۱۱۰۳-۱۱۸.
۱۷. ندافی، کاظم، حسنونند، محمدصادق، فریدی، ساسان (۱۳۹۸). مروری بر مطالعات کیفیت هوای آزاد و اثرات آن بر سلامت در ایران. فصلنامه سلامت و محیط زیست. سال ۱۲، شماره ۱، صص ۱۵۱-۱۷۲.
۱۸. نعمت شاهی، مریم، اله آبادی، احمد (۱۳۹۵). تعیین وضعیت مدیریت آب در بیمارستانهای خراسان رضوی در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۵. پنجمین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی، تهران
- undefined,undefined,https://civilica.com/doc/561821,



19. Adams, M.D., Kanaroglou, P.S. (2015). A criticality index for air pollution monitors. *Atmospheric Pollution Research*. Vol 7, pp 482-487.
20. Al-Nasrawi, F.A., Kareem, S.L. and Saleh, L.A., (2020), January. Using the Leopold Matrix Procedure to Assess the Environmental Impact of Pollution from Drinking Water Projects in Karbala City, Iraq. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 671, No. 1, p. 012078). IOP Publishing.
21. Bilgin, Ayla. (2015), "Analysis of the Environmental Impact Assessment (EIA) Directive and the EIA Decision in Turkey." *Environmental Impact Assessment Review* 53:40–51.
22. Cheng, Wan-Li, et al., (2004), "Revised air quality index derived from an entropy function." *Atmospheric Environment* 38.3: 383-391.
23. Khanna, N., (2000), "Measuring environmental quality: an index of pollution." *Ecological Economics* 35.2: 191-202.
24. Kumar, P., Druckman, A., Gallagher, J., Gatersleben, B., Allison, S., Eisenman, T. S., ... & Morawska, L. (2019). The nexus between air pollution, green infrastructure and human health. *Environment International*, 133, 105181.
25. Nygard, H.S., Meyer, J., Di Felice, L., Eldrup, N.H., Haug, A.T., Olsen, E. (2019). Techno-economic study of the CCMS Technology for CO₂ capture from ferrosilicon production.
26. Pan, Zhengxiang, et al. "Crowdsensing Air Quality with Camera-Enabled Mobile Devices." *AAAI*. 2017.
27. Petrov, D., Movchan, I. (2017). A comprehensive evaluation of anthropogenic load on environment components under conditions of ferroalloy manufacture. *Ecology, Environment and Conservation*. 23, pp 539-543.
28. Shrestha, S., Baral, B., Dhital, N.B., Yang, H.H. (2021). Assessing air pollution tolerance of plant species in vegetation traffic barriers in Kathmandu Valley, Nepal. *Sustainable Environment Research*, 31(1), pp 1-9. <https://doi.org/10.1186/s42834-020-00076->
29. Wang, R., Yang, B., Yao, Y., Bloom, M. S., Feng, Z., Yuan, Y., ... & Dong, G. (2020). Residential greenness, air pollution and psychological well-being among urban residents in Guangzhou, China. *Science of the Total Environment*, 711, 134843.



30. Zhang, H., Sun, W., Li, W., Wang, Y. (2022). Physical and chemical characterization of fugitive particulate matter emissions of the iron and steel industry. *Atmospheric Pollution Research*, 13(1), p 101272



Investigating the relationship between industrial pollutants on air pollution fluctuations (Case: Babol city)

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. The aim of this research is to investigate the effect of pollution caused by the factories of Rajah Babol industrial town on the air of Khashrudopi city. The data related to the air pollution of Rajah industrial town and Khashroodpi city were prepared through the database of Environmental Protection Organization of Mazandaran province, and then by calculating the correlation coefficient, the relationship between the amount of pollution of each of the air polluting gases caused by the industrial activities of Rajah industrial town and air pollution The city of Khashrudopi was evaluated. The results indicate that there is a significant and direct relationship between the changes in the pollutant parameters of carbon monoxide, sulfur dioxide, fine dust with a size of 10 microns, nitrogen dioxide and ozone in Rajah and Khashrudopi industrial towns ($P < 0.001$). According to the results of the present research, it is necessary to pay more attention of the relevant authorities and organizations to the comprehensive plan to reduce air pollution in the city of Babol and to control the development and increase of polluting industries in this city, and it is a serious warning in this regard.

Keywords: Rajah industrial town, air pollution, Khoshrodpi, suspended particles