

## ارزیابی اثرات چرخه حیات نیروگاه‌ها بر میزان فشار روانی شهروندان (مطالعه موردی: نیروگاه حرارتی تبریز)

علی‌رضا سلیمانی\*

استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه پیام نور

( تاریخ دریافت ۱۳۹۶/۷/۳ - تاریخ پذیرش ۱۳۹۶/۸/۲۴ )

### چکیده

چرخه حیات نیروگاه‌های حرارتی با تولید گازهای گلخانه‌ای همراه است، بنابراین چنانچه مواد آلوده‌کننده نیروگاه و حد اثرگذاری هر یک از این مواد در آلوده کردن هوا شناسایی نشود، سلامت جسمی و روانی شهروندان با خطرهای جدی مواجه خواهد شد. بر همین اساس، این پژوهش با هدف اندازه‌گیری مواد آلاینده نیروگاه حرارتی تبریز و تأثیرات آن در آلوده کردن هوای کلانشهر تبریز و نیز آثار آن در ایجاد فشار روحی- روانی بر شهروندان انجام گرفت. برای اندازه‌گیری مواد آلاینده نیروگاه از روش  $GWP_{100}$  و برای اندازه‌گیری فشارهای روحی و روانی شهروندان از پرسشنامه‌های سنجش  $DASS_{21}$  و مارکهام استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشترین مواد آلاینده خروجی از نیروگاه تبریز  $CO_2$  و  $NO_x$  است. حجم این مواد در فصول سرد بیشتر از فصول گرم است. همچنین یافته‌ها در بخش تأثیرات آلودگی هوا بر فشارهای روحی و روانی شهروندان نشان داد که آلودگی هوای ناشی از فعالیت نیروگاه به شدت فشار روحی و روانی شهروندان را افزایش داده است؛ به نحوی که احساس تغییر در الگوهای رفتاری روزمره، احساس یأس و ناامیدی در زندگی، استرس و فشار روانی به ترتیب با ۰/۵۶۷، ۰/۵۱۱ و ۰/۵۰۳ دارای بیشترین همبستگی بوده‌اند که در فصل زمستان دیده شد. نتایج آزمون رگرسیون نیز نشان داد که ۲۹/۳۲ درصد تغییرات واریانس فشار روانی ناشی از آلودگی هوای چرخه حیات نیروگاه تبریز است. به علاوه یافته‌های پژوهش نشان داد که در مناطق نزدیک نیروگاه حرارتی تبریز، شدت آلودگی و فشار روانی بیشتر از مناطق دورتر است. به دلیل جهت ورزش باده‌ها که به‌طور مستقیم گازهای گلخانه‌ای نیروگاه را به سمت شهر تبریز انتقال می‌دهد، بهتر است طی یک برنامه میان‌مدت، محل نیروگاه تغییر یابد یا سوخت نیروگاه جایگزین شود.

**واژه‌های کلیدی:** آلودگی هوا، تبریز، چرخه حیات (LCA)، فشار روحی- روانی، گازهای گلخانه‌ای.

### مقدمه

صنعت و صنعتی شدن فعالیت مهمی است که در افزایش رفاه انسان نقش مهمی دارد [۲۶]، ولی اگر از ضایعات ناشی از فرایندهای صنعتی به درستی استفاده نشود، وارد طبیعت می‌شوند و آثار زیانباری بر محیط می‌گذارند و سلامت جسمی و روحی افراد را به مخاطره می‌اندازند [۴، ۲۲]؛ بنابراین بررسی آثار زیست‌محیطی ناشی از طرح‌های توسعه صنعتی باید در چارچوب مطالعه آثار زیست‌محیطی و تأثیر آنها بر ایمنی محیط زیست (H.S.E)<sup>۱</sup> و سلامت روحی و روانی شهروندان لحاظ شود [۱۵]. توسعه صنایع بدون ارزیابی زیست‌محیطی تأثیرات فاجعه‌باری دارد؛ در چند دهه اخیر در ایران به دلیل افزایش جمعیت و نیاز مبرم صنایع به انرژی برق، به احداث نیروگاه‌ها بدون توجه جدی به پیامدهای زیست‌محیطی پرداخته شده است [۳]. براساس پیش‌بینی‌ها در سال ۲۰۱۷، نیاز کشور به انرژی برق  $۶۲۲۶۳۹۷ \times ۱۰^۶$  کیلووات ساعت خواهد بود [۷]. همچنین براساس برآوردها، حدود ۹۰ درصد برق مورد نیاز در سال ۲۰۱۷ باید از راه سوزاندن سوخت‌های فسیلی به دست آید؛ به عبارتی ۶۰ میلیون تن مازوت برای تأمین کل نیاز انرژی سالانه کشور ایران باید در نیروگاه‌ها سوزانده شود [۹]. تأمل در آمار و اطلاعات یادشده، به خوبی گویای این واقعیت است که به علت اهمیت جلوگیری از تخریب محیط زیست توسط گازهای گلخانه‌ای، باید شدت آلاینده‌های نیروگاه‌ها محاسبه شود تا بتوان راهکارهای عملی ارائه کرد [۸]. به‌ویژه اگر نیروگاه‌ها در نزدیکی کلانشهرها یا مراکز بزرگ جمعیتی باشند که میلیون‌ها نفر را در خود جای داده‌اند و در بیشتر ساعات شبانه‌روز جمعیت در حال ترددند، اهمیت قضیه دوچندان می‌شود [۱۳]. اهمیت این موضوع به قدری زیاد است که امروزه در تمامی کشورها و با هر سطحی از توسعه سیاست‌های مختلفی در زمینه کنترل کاهش حجم گازهای گلخانه‌ای اتخاذ شده است [۱۶]. تولید برق با استفاده از سوخت‌های فسیلی موجب انتشار آلودگی‌های محیط‌زیستی می‌شود. از آنجا که سهم عمده تولید برق در حال حاضر وابسته به سوخت‌های فسیلی و به‌ویژه مازوت است [۱۸]، امکان انتشار گازهای گلخانه‌ای در مراحل مختلف تولید برق (چرخه حیات نیروگاه) از جمله استخراج، فرآوری، سوخت و دفع پسماندها وجود دارد [۱۰]. نتیجه این فرایند به صورت خروج مواد آلاینده از نیروگاه است که پنج آلاینده اصلی یعنی مونواکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، اکسید ازن، ذرات معلق و ازن را در بر می‌گیرد؛ چهار مورد اول در اثر مصرف سوخت یا فرایند کاری بعضی از صنایع وارد هوا می‌شوند و ازن از جمله آلاینده‌های فتوشیمیایی است که بعداً در هوا تشکیل می‌شود [۱۱، ۲۱]. در واقع فرایند چرخه حیات تولید انرژی برق در نیروگاه شامل چهار مرحله اصلی است که از استخراج و پالایش سوخت فسیلی در پالایشگاه‌ها

گرفته تا انتقال، تولید و دفع پسماندهای ناشی از سوخت نیروگاه، آلودگی محیط زیست اعم از زمین و هوا اتفاق می‌افتد که این امر نیز دارای آثار مستقیم و غیرمستقیم روانی است.

در مورد کنترل تأثیرات نیروگاه‌ها بر محیط زیست استانداردهای مختلفی وجود دارد که با توجه به توان زیست‌محیطی و ظرفیت پذیرش محیط متفاوت است [۲۷]. ولی باید برای محیط‌ها و شهرهای بزرگ سخت‌ترین استانداردهای خروجی برای صنایع برقرار شود [۲۶]، زیرا محیط‌های شهری به‌عنوان محل تمرکز شهروندان، فعالیت و زندگی، در برابر آلاینده‌ها آسیب‌پذیری زیادی دارد [۶]. وجود انواع آلودگی‌ها در محیط‌های کلانشهری همواره سلامت شهروندان و به‌ویژه کهنسالان، کودکان و زنان را با تهدیدهای جدی مواجه می‌کند [۲۳]. براساس آمار سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۶، علت مرگ حدود ۷/۵ میلیون نفر معادل ۱۲/۲ درصد از کل مرگ‌ومیرها در جهان آلودگی هوا بود [۲۱]. همچنین بررسی‌ها نشان داده است که منطقه خاورمیانه با ۳/۲ درصد از کل مرگ‌ومیرها بعد از کشورهای شرق آسیا در رتبه دوم از نظر مرگ‌ومیر ناشی از آلودگی هوا دارد [۱۳]. آلودگی محیط زیست با هر نوع منشأ دارای اثرهای زیانباری بر سلامت افراد است که به دو صورت جسمی و روحی بروز پیدا می‌کند [۱۹]. اثرهای منفی آلودگی زیست‌محیطی بر سلامت جسمی افراد شناخته شده و راهکارهای پیشگیری و درمان آن نیز تا حدودی مشخص شده است؛ ولی تأثیرات روحی و روانی آلودگی زیست‌محیطی هنوز به‌صورت کامل بررسی نشده و راهکارهای مقابله با آن نیز هنوز مشخص نیست [۱۵]. به‌خصوص اینکه فشارهای روحی و روانی منشأ بسیاری از بیماری‌های جسمی است؛ در نتیجه آلودگی‌های زیست‌محیطی گذشته از اینکه به‌طور مستقیم سبب بروز بیماری‌های جسمی افراد می‌شود، از طریق ایجاد فشارهای روحی و روانی (استرس) نیز، تشدید بیماری‌های جسمی را در پی دارد [۵]. متأسفانه با وجود اثرهای بسیار مخرب گازهای گلخانه‌ای، امروزه شاهدیم که در برخی از کشورهای که دارای منابع سرشار نفت، گاز و مازوت هستند، از به‌کارگیری سایر فناوری‌ها غفلت می‌شود [۱۲]. ایران نیز دارای منابع عظیم سوخت‌های فسیلی ارزان‌قیمت است. وجود این منابع سبب شده که با وجود ظرفیت‌های مناسب برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، تاکنون برنامه‌ریزی مهمی برای کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی صورت نگیرد. بررسی‌ها نیز حاکی از این است که فقط یک نیروگاه هسته‌ای (نیروگاه اتمی بوشهر) به‌صورت محدود فعالیت داشته است. همچنین با اینکه ایران کشوری بیابانی و کویری است و در حدود ۲۶/۵ درصد کل مساحت آن کویر و بیابان است<sup>۱</sup>، هنوز از انرژی بی‌پایان خورشیدی استفاده نمی‌شود.

۱. مساحت دقیق ایران ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع است که ۴۳۵۰۰۰ کیلومتر مربع آن را بیابان است. از ۳۱ استان ایران، ۱۹ استان در بیابان قرار گرفتند. در مجموع ۲۶/۳۹ درصد مساحت ایران بیابان است.

براساس آمار سال ۲۰۱۵، در ایران ۱۲۱ نیروگاه حرارتی وجود دارد که بیش از ۴۳ درصد انتشار دی‌اکسید کربن بخش انرژی را به خود اختصاص می‌دهند [۱۷].

نیروگاه حرارتی تبریز نیز یکی از نیروگاه‌های ایران با ظرفیت تولید اسمی ۸۰۰ مگاوات و دارای دو واحد بخار هر کدام به ظرفیت ۳۶۸ مگاوات (با قدرت تولید عملی ۳۵۰ مگاوات) ساخت شرکت آلستوم<sup>۱</sup> فرانسه است. همچنین، نیروگاه گازی دارای دو واحد گازی هر کدام به ظرفیت ۳۲ مگاوات ساخت فیات<sup>۲</sup> ایتالیا است که در محوطه نیروگاه حرارتی تبریز واقع شده است [۱۷]. سوخت مصرفی اصلی نیروگاه حرارتی، گاز طبیعی است و مصرف گاز واحدها در بار کامل ۱۸۵۰۰۰ متر مکعب در ساعت است. سوخت دوم نیروگاه مازوت است که توسط خط لوله‌ای از پالایشگاه تبریز تأمین می‌شود مصرف سوخت مازوت نیز برای دو واحد در حداکثر بار، ۳۲۰۰ تن در شبانه‌روز است. در حال حاضر، نیروگاه حرارتی تبریز، به‌تنهایی منبع و علت ۳۷ درصد از آلودگی هوای شهرهای تبریز است. در این زمینه، نتایج یک پژوهش علمی نشان داده است که آلودگی ناشی از نیروگاه تبریز، ۴۱ درصد جمعیت ساکن استان آذربایجان شرقی، ۳۲/۱ درصد مساحت اراضی کشاورزی، ۴ شهرستان و ۸۷۴ روستا را تحت تأثیر قرار داده است [۳]. سوخت مازوت در این نیروگاه به‌علت انتشار دی‌اکسید گوگرد فراوان، بسیار آلاینده است. مونواکسید کربن، گازهای آلی، اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای سولفور و ذرات دیگر از جمله مواد آلاینده‌ای است که توسط این نیروگاه وارد اتمسفر می‌شود. با توجه به اینکه جهت وزش بیشتر بادهای تبریز از غرب به شرق است، مواد آلاینده این نیروگاه توسط باد به‌سمت شهر تبریز حرکت می‌کنند و در بسیاری از ایام سال، مقدار ذرات معلق در هوای تبریز بیش از حد مجاز است. آلودگی هوای تبریز نیز سبب بروز مشکلات جسمی و روحی - روانی گوناگون شده است. از این‌رو با توجه به اهمیت این موضوع، پژوهش حاضر در پی پاسخ به این پرسش‌هاست: چرخه حیات نیروگاه تبریز تا چه اندازه هوای کلانشهر تبریز را آلوده می‌کند؟ آلودگی هوای ناشی از فعالیت نیروگاه تبریز تا چه اندازه سبب تشدید فشارهای روحی و روانی شهروندان تبریز شده است؟ وضعیت آلودگی هوای کلانشهر تبریز و به‌تبع آن شدت فشار روحی و روانی به تفکیک فصول مختلف سال به چه صورت است؟ وضعیت مناطق ده‌گانه شهری تبریز از نظر شدت آلودگی و فشار روحی به چه صورت است؟

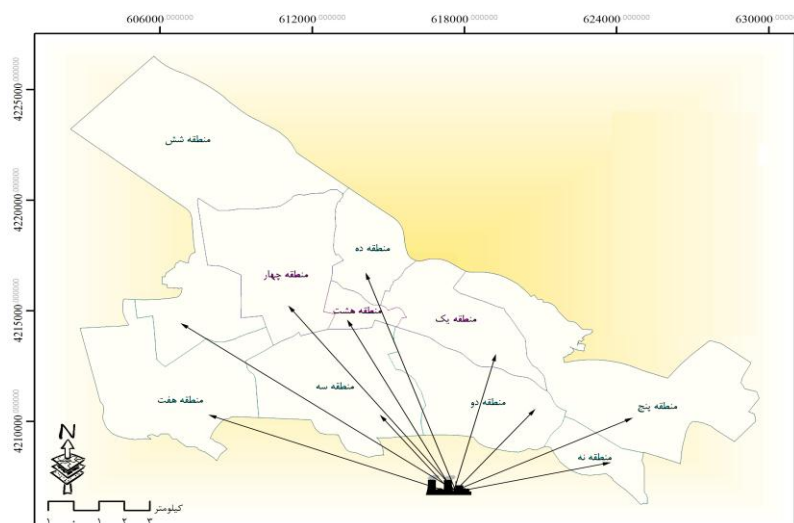
## روش تحقیق

این پژوهش از نوع کاربردی و ماهیت آن توصیفی - تحلیلی است که به‌صورت موردی در نیروگاه

1. Alstom  
2. Fiat

حرارتی تبریز انجام گرفته است. برای دستیابی به اطلاعات لازم، از دو روش مطالعات کتابخانه‌ای برای بررسی مطالعات پیشین و استخراج متغیرها استفاده شد و در قسمت بررسی‌های میدانی نیز مراجعه حضوری به نیروگاه تبریز برای برآورد شدت آلاینده‌گی و همچنین توزیع پرسشنامه در بین شهروندان تبریز صورت گرفت. تاریخ اجرای این پژوهش پاییز و زمستان ۱۳۹۵ و بهار و تابستان ۱۳۹۶ بود. علاوه بر این در مرحله بررسی‌های میدانی در نیروگاه، ضمن شناسایی فرایندها، مصاحبه با مسئولان مربوط و نیز کارکنان شرکت صورت گرفت و سوابق و مستندات وقوع حوادث و تمهیدات پیش‌بینی شده بررسی شد. برای شناسایی و تجزیه و تحلیل ریسک‌های محیط زیستی نیروگاه در کلانشهر تبریز از روش تجزیه و تحلیل حالات شکست<sup>۱</sup> و اثرهای آن بر محیط زیست از استاندارد ISO 14040<sup>۲</sup> و برای برآورد شدت اثرگذاری نیروگاه حرارتی تبریز بر آلودگی هوای تبریز از روش GWP<sub>100</sub><sup>۳</sup> استفاده شد.

مقدار گازهای خروجی دودکش با استفاده از دستگاه آنالیزور TESTO 350 XL تعیین شد. همچنین برای بررسی جنبه‌های محیط زیستی، نتایج آنالیزهای صورت گرفته در زمینه شدت صوت و انتشار آلاینده‌های هوا از تجهیزات با استفاده از نرم‌افزار E-PARS بررسی شد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیای نیروگاه تبریز در ارتباط با مناطق شهری ده‌گانه شهری

### 1. Failure modes

۲. استاندارد ایزو ۱۴۰۴۰ برای اولین بار در سال ۲۰۰۰ ارائه شد و هدف آن مدیریت زیست‌محیطی - ارزیابی چرخه حیات، اصول و چارچوبها است.

### 3. Global warming potential

با توجه به اینکه هدف این پژوهش بررسی اثرهای آلاینده‌گی نیروگاه تبریز بر فشارهای روانی شهروندان تبریز بود، برای سنجش شدت فشار روانی از تلفیقی از سؤالات پرسشنامه‌های سنجش افسردگی و استرس DASS<sub>21</sub> و پرسشنامه سنجش فشارهای روانی مارکهام استفاده شد. با توجه به اینکه در فشار روانی شهروندان عواملی غیر از آلودگی نیز اثرگذار است، در پرسشنامه‌های یادشده برای افراد پرسش‌شونده توضیح داده شد که به سؤالات صرفاً با توجه به نگرانی ناشی از تأثیرات نیروگاه تبریز پاسخ دهند. پرسشنامه‌های مورد استفاده از دو بخش مشخصات فردی و حرفه‌ای پاسخگویان (شامل پنج پرسش) و سؤالات استنباطی پژوهش است. پرسش‌های پرسشنامه اساساً از سؤالات بسته و برمبنای طیف لیکرت پنج‌سطحی (خیلی کم = ۱ تا خیلی زیاد = ۵) تشکیل شده است. جامعه مورد مطالعه در این پژوهش ساکنان بالای ۱۵ سال کلانشهر تبریز است. کل جمعیت این شهر ۱۵۵۸۶۹۳ نفر است که از این تعداد ۲۱۷۴۵۲ نفر بالای ۱۵ سال داشته و در مناطق ده‌گانه شهری تبریز سکونت دارند. با استفاده از فرمول کوکران و به روش تصادفی ساده طبقه‌بندی شده ۳۸۴ نفر به‌عنوان حجم نمونه انتخاب شد. پرسشنامه پژوهش در بین حجم نمونه انتخاب شده در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان توزیع شد. در واقع تعداد پرسشنامه‌های توزیعی در این پژوهش ۳۸۴ نفر بود که چهار بار و در فصول مختلف در بین افراد یکسان توزیع شد. روایی پرسشنامه به کسب نظر استادان دانشگاهی و کارشناسان به‌دست آمد و پایایی پرسشنامه نیز به‌ترتیب برای فصل بهار ۰/۸۷۹، برای فصل تابستان ۰/۹۰۱، برای فصل پاییز ۰/۸۹۹ و برای فصل زمستان ۰/۸۸۴ به‌دست آمد. تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده در بخش پرسشنامه با استفاده از بسته نرم‌افزاری SPSS<sub>v22</sub> صورت گرفت و نتایج تحقیق در دو بخش اطلاعات توصیفی (شامل فراوانی، درصد فراوانی، میانگین و انحراف معیار) و آزمون‌های استنباطی شامل آزمون همبستگی پیرسون و رگرسیون گام‌به‌گام ارائه شد.

### یافته‌های پژوهش

همان‌طور که بیان شد در این پژوهش سه هدف اصلی پیگیری می‌شود که به‌ترتیب عبارت‌اند از ۱. اندازه‌گیری نوع گازهای گلخانه‌ای ناشی از چرخه حیات نیروگاه تبریز؛ ۲. شدت آلودگی هوای تبریز که ناشی از فعالیت نیروگاه تبریز است؛ ۳. اندازه‌گیری فشارهای روحی و روانی شهروندان تبریز که ناشی از آلودگی هوای این شهر به‌دلیل کارکرد نیروگاه است. بدین منظور در این مرحله از پژوهش، خروجی مواد آلاینده از بخش‌های مختلف نیروگاه اندازه‌گیری شد.

بدین منظور ابتدا چرخه حیات نیروگاه از مرحله انتقال سوخت فسیلی به نیروگاه تا تولید برق ترسیم و سپس مقدار عناصر آلوده‌کننده اندازه‌گیری شد.

جدول ۱ ضرایب تعیین ویژگی مواد مؤثر در آلودگی هوای شهر تبریز را براساس روش  $GWP_{100}$  نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین مقدار مواد آلاینده مواد  $CO_2$ ،  $CFC-12$  و  $NO_x$  به ترتیب با  $9.95E-03$ ،  $9.98E-05$  و  $9.85E-03$  به‌ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی است. همچنین کمترین مقدار مواد آلاینده  $CH_4$  با  $4.34E-04$  است. اطلاعات جدول ۱ نشان می‌دهد که در فصل‌های پاییز و زمستان، غلظت مواد آلاینده اندازه‌گیری شده در هوای کلانشهر تبریز بسیار زیاد و در حدود پنج برابر فصل‌های بهار و تابستان بوده است. علت این است که از اواخر پاییز و به‌ویژه در زمستان به‌دلیل سرمای شدید و بارش برف در منطقه تبریز سوخت نیروگاه تبریز از گاز طبیعی به مازوت و گازوئیل تغییر یافته و حجم دی‌اکسید کربن خروجی از نیروگاه به‌شدت افزایش می‌یابد. همچنین به‌دلیل پدیده وارونگی هوا، آلودگی هوا به‌شدت افزایش می‌یابد.

جدول ۱. برآورد حجم گازهای گلخانه‌ای چرخه حیات نیروگاه تبریز براساس ضرایب  $GWP_{100}$  به‌ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی

$GWP_{100}$ (kg CO <sub>2</sub> eq./kg)				گاز گلخانه‌ای
زمستان	پاییز	تابستان	بهار	مواد آلاینده حاصل از چرخه حیات نیروگاه تبریز
9.95E-03	7.69E-03	3.17E-03	3.36E-03	CO <sub>2</sub>
9.98E-05	7.76E-05	3.28E-05	3.48E-05	CFC-12
9.85E-03	7.74E-03	3.15E-03	3.25E-03	NO <sub>x</sub>
8.4544E-08	6.7744E-08	2.24E-08	2.3544E-08	Halon-1301
6.96E-06	5.76E-06	2.23E-06	2.36E-06	HCFC-22
4.34E-04	3.58E-04	1.20E-04	1.52E-04	CH <sub>4</sub>
8.55E-05	7.75E-05	3.06E-05	3.26E-05	SF <sub>6</sub>
4.84E-02	4.38E-02	1.12E-02	1.47E-02	اثر چرخه حیات نیروگاه تبریز به‌ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶

### نرمالیزه کردن

هدف اصلی نرمالیزه کردن، درک بهتر اهمیت و دامنه نسبی نتایج برای هر سیستم محصول در مطالعه است. به منظور نرمالیزه کردن تأثیرات نیروگاه تبریز در تغییرات آلودگی هوای تبریز از فرمول ۱ استفاده شد:

$$\text{نتیجه شاخص نرمالیزه} = \sum m_{i,\text{ref}} \times \text{characterization factor}_{i,\text{cat}} \quad (1)$$

$$= \frac{\text{Indicator result}_{\text{cat}}}{\text{Indicator result}_{\text{cat,ref}}}$$

Indicator result<sub>cat,ref</sub>: نتیجه شاخص برای طبقه اثر cat و سیستم مرجع ref  
 m<sub>i,ref</sub>: دامنه مداخلات i (شامل انتشار، استخراج منابع و غیره) همراه با سیستم مرجع ref  
 characterization factor<sub>i,cat</sub>: ضریب تعیین ویژگی برای مداخلات i و طبقه اثر cat  
 نتیجه شاخص نرمالیزه برای طبقه اثر تغییر اقلیم در ارزیابی چرخه حیات نیروگاه تبریز در جدول ۲ مشخص شده است.

نتایج نرمالیزه سازی تأثیرات نیروگاه تبریز بر آلودگی هوای این شهر نشان می‌دهد که اثرگذاری این نیروگاه در فصل زمستان 7.09E-16، در فصل پاییز 6.18E-16، در فصل تابستان 3.29E-16 و در فصل بهار 3.37E-16 است؛ بنابراین می‌توان گفت نیروگاه تبریز در فصول سرد سال بیش از دوبرابر فصول گرم سال هوای تبریز را آلوده می‌کند. علت آلودگی زیاد هوای کلانشهر تبریز در فصول سرد سال همانند موارد گفته شده در توضیحات مربوط به جدول ۲ حجم زیاد استفاده از گازوئیل و مازوت در فصول سرد و همچنین پدیده وارونگی هوا در کلانشهرهاست.

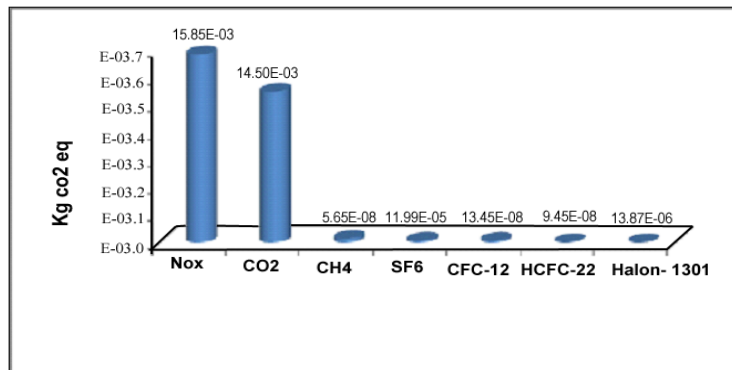
جدول ۲. نتایج شاخص نرمالیزه برای طبقه اثر تغییر اقلیم در ارزیابی چرخه حیات نیروگاه تبریز به ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی

مقدار (yr)	فصول سال	اثر طبقه
3.37E-16	بهار	تغییرات میکرواقلیم تبریز بر اثر گاز نیروگاه
3.29E-16	تابستان	
6.18E-16	پاییز	
7.09E-16	زمستان	

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶

همچنین نتیجه ارزیابی اثر چرخه حیات نیروگاه تبریز بر انتشار نوع گازهای گلخانه‌ای و اثر بر آلودگی هوای کلانشهر تبریز براساس LCI و ضرایب GWP<sub>100</sub> در شکل ۳ نشان داده شده است. شکل زیر نشان می‌دهد که بیشترین مقدار مواد آلاینده در هوای تبریز مربوط به دو عنصر CO<sub>2</sub> و NO<sub>x</sub> است. در واقع بیشترین حجم اثرگذاری منفی بر روح و روان شهروندان تبریز به علت غلظت زیاد این دو ماده است.





شکل ۲. انتشار گازهای گلخانه‌ای در چرخه حیات نیروگاه حرارتی تبریز  
(مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶)

### یافته‌های مربوط به فشار روحی - روانی آلودگی نیروگاه تبریز

#### تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون

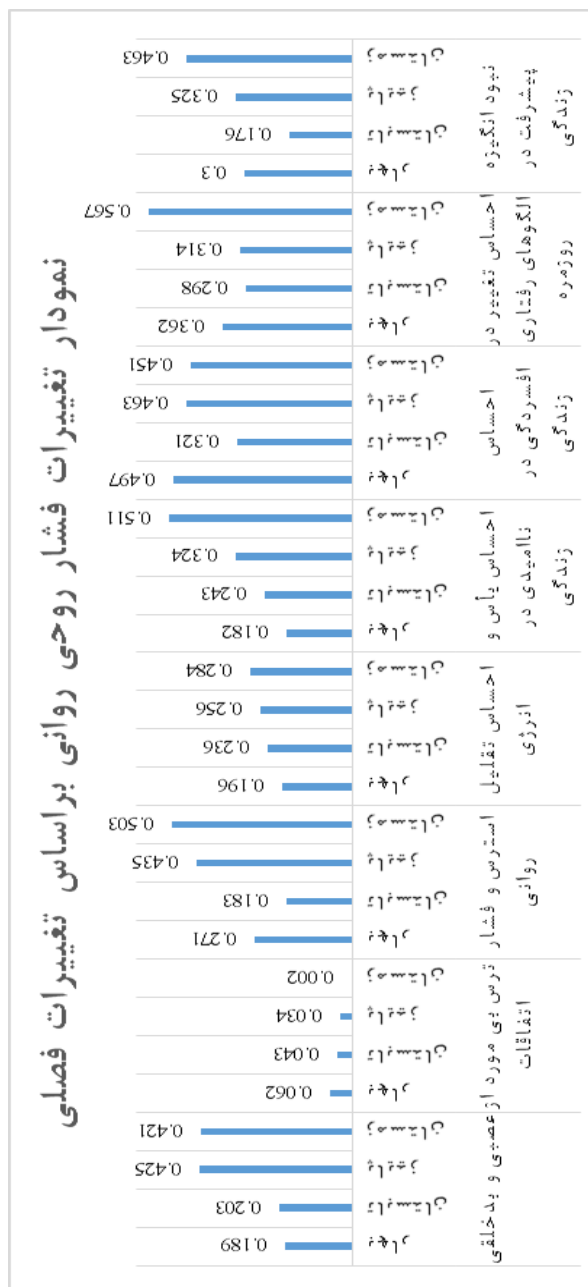
از آزمون همبستگی پیرسون برای بررسی وجود یا نبود همبستگی بین متغیر آلودگی ناشی از فعالیت نیروگاه تبریز و متغیرهای مرتبط با فشارهای روحی و روانی شهروندان کلانشهر تبریز در فصول چهارگانه استفاده شده است. نتایج این آزمون نشان می‌دهد به‌جز متغیر احساس ترس بی‌مورد از اتفاقات روزمره در بقیه متغیرها از نظر میزان و شدت همبستگی در بین دو فصول مختلف همبستگی مثبت و معناداری در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد (جدول ۳).

نتایج نمودار ۳ نیز گویای این است که بیشترین اثرگذاری آلاینده‌های هوای تبریز ناشی از چرخه حیات نیروگاه حرارتی تبریز مربوط به متغیر احساس افسردگی در زندگی است و سپس به ترتیب مربوط به متغیرهای احساس تغییر در الگوهای رفتاری روزمره و استرس و فشار روانی است و کمترین اثرگذاری آن نیز مربوط به متغیر ترس بی‌مورد از اتفاقات با ۰/۰۳۵ است. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین همبستگی بین متغیرهای احساس تغییر در الگوهای رفتاری روزمره (۰/۵۷۶)، استرس و فشار روانی (۰/۵۰۳)، احساس یأس و ناامیدی در زندگی (۰/۵۱۱) و احساس افسردگی در زندگی (۰/۴۶۹) بوده که همگی مربوط به فصل زمستان است. علاوه بر این می‌توان گفت کم بودن همبستگی متغیرها در فصول گرم به علت کاهش آلودگی هوای تبریز در فصول گرم و افزایش آلودگی هوای تبریز در فصول سرد سال است؛ به عبارتی به علت وارونگی هوا، غلظت مواد آلاینده ( $\text{CO}_2$  و  $\text{NO}_x$ ) افزایش می‌یابد که به افزایش فشار روحی و روانی بر شهروندان منجر می‌شود (شکل ۳).

جدول ۳. نتایج آزمون پیرسون در مورد متغیرهای تحقیق به تفکیک فصول مختلف سال

متغیرهای وابسته	متغیر مستقل	فصول	Sig	مقدار P به تفکیک فصول	میانگین P
عصبی و بدخلقی	الابندگی های ناشی از کارکرد پرخطر هیپوتالاموس پیرامون	بهار	۰/۰۰۳	۰/۱۸۹	۰/۳۰۹
		تابستان	۰/۰۰۲	۰/۲۰۳	
		پاییز	۰/۰۰۰	۰/۴۲۵	
ترس بی‌مورد از اتفاقات		زمستان	۰/۰۰۰	۰/۴۲۱	۰/۰۳۵
		بهار	۰/۰۲۵	۰/۰۶۲	
		تابستان	۰/۰۳۲	۰/۰۴۳	
استرس و فشار روانی		پاییز	۰/۰۶۸	۰/۰۳۴	۰/۳۴۸
		زمستان	۰/۳۶۴	۰/۰۰۲	
		بهار	۰/۰۰۱	۰/۲۷۱	
احساس تقلیل انرژی		تابستان	۰/۰۰۳	۰/۱۸۳	۰/۳۰۳
		پاییز	۰/۰۰۰	۰/۴۳۵	
		زمستان	۰/۰۰۰	۰/۵۰۳	
احساس یأس و ناامیدی در زندگی	بهار	۰۰۰۱	۰/۱۹۶	۰/۳۱۵	
	تابستان	۰/۰۰۲	۰/۲۳۶		
	پاییز	۰/۰۰۰	۰/۲۵۶		
احساس افسردگی در زندگی	زمستان	۰/۰۰۰	۰/۲۸۴	۰/۴۳۳	
	بهار	۰/۰۰۱	۰/۲۹۷		
	تابستان	۰/۰۰۱	۰/۳۲۱		
احساس تغییر در الگوهای رفتاری روزمره	پاییز	۰/۰۰۰	۰/۴۶۷	۰/۳۸۵	
	زمستان	۰/۰۰۰	۰/۴۶۹		
	بهار	۰/۰۰۱	۰/۲۶۹		
نبود انگیزه پیشرفت در زندگی	تابستان	۰/۰۰۲	۰/۲۹۸	۰/۳۱۶	
	پاییز	۰/۰۰۱	۰/۳۱۴		
	زمستان	۰/۰۰۰	۰/۵۶۷		
	بهار	۰/۰۰۲	۰/۱۵۶	۰/۳۱۶	
	تابستان	۰/۰۰۳	۰/۱۷۶		
	پاییز	۰/۰۰۱	۰/۳۲۵		
		زمستان	۰/۰۰۰	۰/۴۶۳	

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶



شکل ۳. تغییرات فشار روانی شهروندان ناشی از آلودگی هوای براساس تغییرات فصلی (مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶)

### تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون رگرسیون گام‌به‌گام

از آزمون رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد تا مشخص شود که چند درصد از تغییرات متغیرهای وابسته (متغیرهای هشتگانه مربوط به فشار روحی و روانی شهروندان) به علت تغییرات متغیر مستقل (آلودگی هوای شهر تبریز) بوده است. نتایج آزمون رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که بین متغیرهای عصبی و بدخلقی، استرس و فشار روانی، احساس کاهش انرژی، احساس ناامیدی و نبود انگیزه پیشرفت و شدت آلودگی هوای تبریز ناشی از فعالیت نیروگاه رابطه وجود دارد؛ بنابراین متغیر احساس ترس بی‌مورد از اتفاقات از معادله رگرسیون گام‌به‌گام حذف و هفت متغیر باقی‌مانده وارد مدل شد. همچنین نتایج نشان داد که مجموع هفت متغیر یادشده، توانایی تبیین ۲۹/۳۲ درصد از تغییرات واریانس را دارند. به عبارتی ۲۹/۳۲ درصد از فشار روحی و روانی ناشی از آلودگی هوای تبریز به دلیل آلودگی ناشی از چرخه حیات نیروگاه تبریز است. بررسی شدت اثرگذاری آلودگی ناشی از نیروگاه تبریز بر فشار روحی و روانی شهروندان حاکی از این است که تغییرات واریانس در فصل بهار ۱۷/۶۵ درصد، در فصل تابستان، ۱۴/۳۴ درصد، در فصل پاییز ۲۵/۴۳ درصد و در فصل زمستان ۳۷/۴۲ درصد و میانگین چهار فصل ۲۹/۳۲ درصد است. علاوه بر این نتایج نشان داد شاخص مرکزی میانگین در خصوص فشار روانی شهروندان در فصل بهار ۳/۱۹، در فصل تابستان ۳/۲۴، در فصل پاییز ۳/۶۸ و در فصل زمستان ۳/۸۴ است (جدول ۴).

### تحلیل وضعیت فشار روحی و روانی شهروندان به تفکیک مناطق ده‌گانه شهر تبریز

نتایج آزمون رگرسیون در خصوص وضعیت فشار روحی و روانی شهروندان در مناطق مختلف کلانشهر تبریز حاکی از این است که مناطق شهری ۷، ۸، ۳، ۴، ۱۰ و ۲ دارای بیشترین همبستگی معنادار بین آلودگی هوا و میزان استرس و فشار روحی روانی بوده است، به نحوی که بین همه متغیرهای هشت‌گانه بررسی شده در این پژوهش و شدت آلودگی هوای کلانشهر تبریز ارتباط معنادار وجود دارد. در مقابل منطقه ۱ از بین هشت متغیر مورد بررسی فقط در متغیرهای احساس تقلیل انرژی، منطقه ۵ فقط در متغیرهای ترس بی‌مورد اتفاقات روزمره و احساس تقلیل انرژی، منطقه ۶ فقط در مورد متغیر احساس تقلیل انرژی و منطقه ۹ فقط در متغیرهای عصبی و بدخلقی و استرس و فشار روانی، همبستگی مثبت و معناداری با شدت آلودگی هوای ناشی از چرخه حیات نیروگاه تبریز داشته‌اند. نتایج بررسی‌ها در خصوص علت وجود اختلاف معنادار بین مناطق مختلف تبریز از نظر شدت آلودگی هوا نشان داد که مناطق ۷، ۸، ۳ و ۲ در مجاورت نیروگاه قرار دارند و دود خارج شده از نیروگاه بدون افزایش ارتفاع وارد این مناطق می‌شود و به دلیل ارتفاع کم به صورت مستقیم با ساختمان‌های مرتفع برخورد می‌کند و در شهر پراکنده می‌شود؛ به نحوی که نمای بیرونی ساختمان‌ها در مناطق نزدیک به نیروگاه تیره‌تر از نمای ساختمان‌های شمالی شهر است (جدول ۵).

جدول ۴. نتایج آزمون رگرسیون گام‌به‌گام در زمینه نقش آلودگی نیروگاه تبریز با افزایش فشارهای روحی - روانی شهروندان به تفکیک فصول سال

Sig	نتایج آزمون T			فصول	متغیرهای وابسته
	مقدار T	ضرایب رگرسیونی (استاندارد $\beta$ )	ضرایب رگرسیونی (B)		
۰/۰۰۰	۷۹/۳۶۵	—	۱/۵۴۷		ضریب ثابت
۰/۰۰۲	۱۵/۴۲۱	۰/۳۹۹	۰/۳۰۹	بهار	عصبی و بدخلقی
۰/۰۰۲	۱۵/۵۷۴	۰/۳۰۲	۰/۳۱۳	تابستان	
۰/۰۰۰	۱۸/۸۴۵	۰/۴۸۷	۰/۴۹۶	پاییز	
۰/۰۰۰	۱۸/۸۹۸	۰/۴۸۹	۰/۵۰۴	زمستان	
۰/۰۰۰	۷۹/۳۵۴	—	۱/۵۸۷		ضریب ثابت
۰/۰۰۲	۱۶/۱۴۵	۰/۳۴۲	۰/۳۶۲	بهار	استرس
۰/۰۰۲	۱۵/۸۴۷	۰/۲۹۳	۰/۳۱۷	تابستان	
۰/۰۰۰	۱۷/۷۴۵	۰/۴۷۵	۰/۴۹۹	پاییز	
۰/۰۰۰	۱۷/۷۵۲	۰/۴۸۸	۰/۵۲۱	زمستان	
۰/۰۰۰	۱۷/۵۲۴	—	۱/۸۷۴		ضریب ثابت
۰/۰۰۲	۱۵/۴۷۵	۰/۳۰۳	۰/۳۱۵	بهار	احساس کاهش انرژی
۰/۰۰۱	۱۷/۳۲۴	۰/۴۵۶	۰/۴۷۶	تابستان	
۰/۰۰۱	۱۷/۷۴۱	۰/۴۶۲	۰/۴۸۱	پاییز	
۰/۰۰۱	۱۷/۷۲۸	۰/۲۶۴	۰/۴۸۸	زمستان	
۰/۰۰۰	۱۷/۵۱۴	—	۱/۶۵۳		ضریب ثابت
۰/۰۰۲	۱۵/۷۴۲	۰/۲۸۲	۰/۳۰۲	بهار	احساس یأس و ناامیدی در زندگی
۰/۰۰۲	۱۵/۵۵۷	۰/۳۰۱	۰/۳۲۴	تابستان	
۰/۰۰۱	۱۷/۴۶۴	۰/۴۲۳	۰/۴۵۶	پاییز	
۰/۰۰۰	۱۸/۴۵۱	۰/۴۹۷	۰/۵۲۴	زمستان	
۰/۰۰۰	۷۹/۶۵۴	—	۱/۷۵۲		ضریب ثابت
۰/۰۰۱	۱۶/۱۲۴	۰/۳۵۱	۰/۳۸۹	بهار	احساس افسردگی در زندگی
۰/۰۰۲	۱۷/۹۹۹	۰/۳۴۱	۰/۳۵۲	تابستان	
۰/۰۰۰	۱۸/۰۸۸	۰/۴۴۶	۰/۵۰۱	پاییز	
۰/۰۰۰	۱۶/۷۶۲	۰/۴۵۰	۰/۴۸۹	زمستان	
۰/۰۰۰	۱۷/۹۵۵	—	۱/۶۷۴		ضریب ثابت
۰/۰۰۲	۱۵/۳۳۷	۰/۳۶۱	۰/۳۸۰	بهار	احساس تغییر در الگوهای رفتاری روزمره
۰/۰۰۲	۱۵/۲۲۱	۰/۳۶۶	۰/۳۸۴	تابستان	
۰/۰۰۲	۱۵/۵۴۷	۰/۳۷۷	۰/۴۰۸	پاییز	
۰/۰۰۰	۱۸/۸۶۵	۰/۴۶۸	۰/۵۰۶	زمستان	
۰/۰۰۰	۷۹/۸۴۵	—	۱/۵۷۰		ضریب ثابت
۰/۰۰۲	۱۵/۴۱۵	۰/۳۷۳	۰/۳۰۵	بهار	نبود انگیزه پیشرفت در زندگی
۰/۰۰۲	۱۵/۶۵۲	۰/۳۷۰	۰/۳۰۹	تابستان	
۰/۰۰۱	۱۶/۴۵۲	۰/۳۷۶	۰/۴۱۱	پاییز	
۰/۰۰۰	۱۸/۷۰۰	۰/۴۸۰	۰/۵۱۰	زمستان	

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶

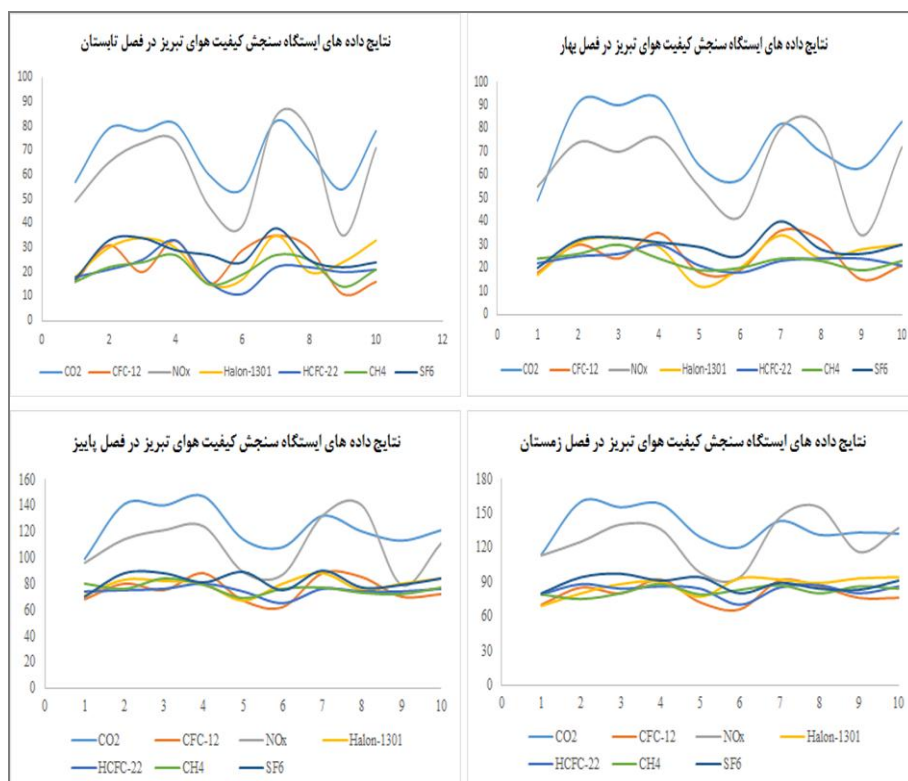
جدول ۵. نتایج آزمون همبستگی پیرسون در خصوص همبستگی بین آلودگی هوا و فشار روحی و روانی به تفکیک مناطق شهری

مناطق شهری متغیرها	مقدار (P)	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
		Sig	P	Sig	P	Sig	P	Sig	P	Sig	P
۱	Sig	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۱۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰
	P	۰/۰۵۶	۰/۳۱۴	۰/۴۵۴	۰/۳۶۹	۰/۴۵۱	۰/۲۵۴	۰/۴۶۰	۰/۴۰۲		۰/۵۱۴
۲	Sig	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱
	P	۰/۰۶۴	۰/۴۷۸	۰/۲۹۰	۰/۲۲۸	۰/۰۲۱۱	۰/۰۳۹۹	۰/۳۷۷	۰/۲۲۴		۰/۴۶۲
۳	Sig	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۹	۰/۰۹۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
	P	۰/۰۹۹	۰/۰۶۵	۰/۶۶۹	۰/۵۲۱	۰/۰۳۳۱	۰/۰۱۱	۰/۳۹۷	۰/۲۳۰		۰/۴۵۲
۴	Sig	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۶	۰/۰۰۲
	P	۰/۱۲۱	۰/۳۲۷	۰/۳۴۵	۱	۰/۳۷۷	۰/۲۲۳	۰/۵۵۷	۰/۵۴۸		۰/۳۶۲
۵	Sig	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۴۲	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۶۵	۰/۰۰۰
	P	۰/۱۰۰	۰/۲۲۵	۰/۳۴۲	۰/۳۵۴	۰/۰۲۲	۰/۱۱۰	۰/۳۰۳	۰/۴۴۴		۰/۵۱۶
۶	Sig	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۵۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰
	P	۰/۰۵۰	۰/۰۹۳	۰/۲۱۲	۰/۳۳۵	۰/۰۴۷	۰/۰۳۰	۰/۶۱۳	۰/۴۶۹		۰/۶۲۱
۷	Sig	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰
	P	۰/۱۱۱	۰/۱۸۹	۰/۴۱۲	۰/۵۵۷	۰/۰۵۵	۰/۰۳۹	۱	۰/۴۵۷	۰/۰۹۹	۰/۴۹۹
۸	Sig	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰
	P	۰/۴۶۹	۰/۳۱۷	۰/۲۷۷	۰/۰۷۷	۰/۱۰۳	۰/۱۰۰	۰/۲۴۸	۱	۰/۱۲۴	۰/۵۴۴

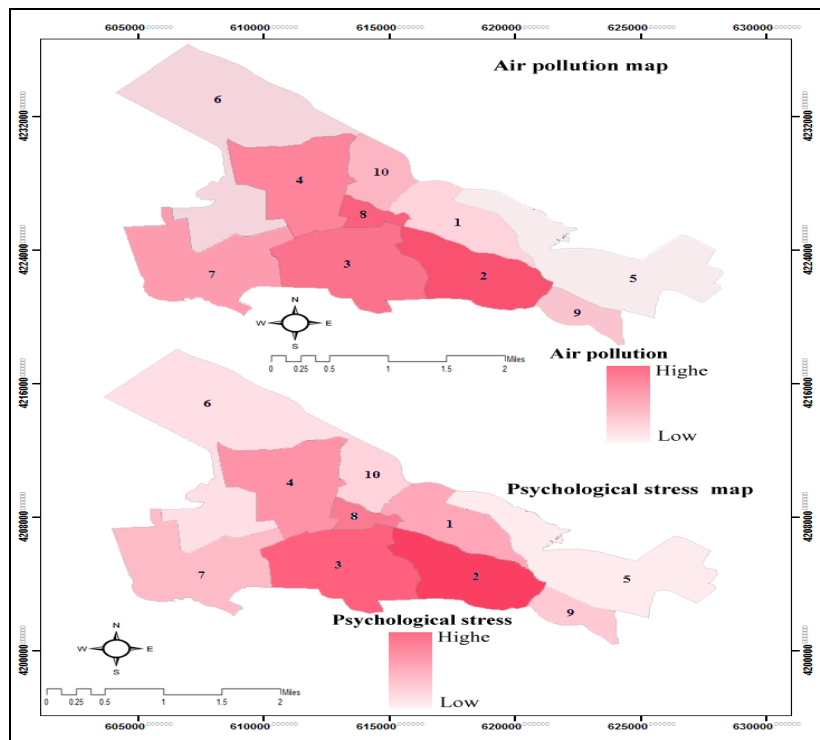
مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶

همچنین مقایسه نتایج آزمون پیرسون در خصوص وجود اختلاف معنادار بین متغیرهای هشت‌گانه مربوط به فشارهای روحی و روانی در مناطق ده‌گانه کلانشهر تبریز با داده‌های ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوای تبریز در مناطق ده‌گانه نشان داد که بین نتایج ایستگاه‌های سنجش کیفیت‌ها و فشار روحی- روانی شهروندان ارتباط وجود دارد، به‌نحوی که نمودار سنجش کیفیت هوای تبریز در مناطق ده‌گانه نیز نشان می‌دهد که آلودگی هوا در مناطق ۷، ۱۰، ۸، ۳، ۴ و ۲، غلظت بیشتر دارد که نتایج آزمون پیرسون هم نشان داد فشار روحی و روانی در این مناطق بیشتر از دیگر مناطق است. همچنین براساس نمودار زیر، ترکیبات  $\text{CO}_2$  و  $\text{NO}_x$  بیشترین مقدار آلوده‌کننده کلانشهر تبریز را تشکیل داده‌اند؛ در اندازه‌گیری مواد آلاینده نیروگاه نیز مقدار این دو ماده بیشتر از مواد دیگر به‌دست آمد (شکل ۴).

علاوه بر این براساس مصاحبه شفاهی صورت گرفته با افراد، مشخص شد که مناطق شمالی شهر به دلیل ارتفاع زیاد، وجود کوه‌ها، وزش باد، امکانات رفاهی و تفریحی، پارک‌ها و فضاهای سبز شهری، آلودگی کمی دارند و همچنین به دلیل امکانات رفاهی، فشارهای روحی و روانی ناشی از آلودگی هوای تبریز تا حدودی خنثی شده است. وضعیت آلودگی هوای مناطق مختلف کلانشهر تبریز و شدت فشار روحی و روانی شهروندان به تفکیک مناطق مختلف مطابق شکل ۵ است.



شکل ۴. نتایج ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوای تبریز به تفکیک مناطق ده‌گانه  
(ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶)



شکل ۵. وضعیت مناطق ده‌گانه تبریز از نظر وضعیت آلودگی وضعیت هوا و فشار روحی - روانی (ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶)

### بحث و نتیجه‌گیری

نیروگاه حرارتی تبریز که در این تحقیق بررسی شد، قدمت به نسبت طولانی دارد؛ این نیروگاه در زمان ساخت فاصله مناسبی با مناطق شهری داشت، اما توسعه شهر به دلیل سیاست نادرست به سمت نیروگاه‌ها کشیده شد؛ نزدیک بودن منطقه مسکونی به نیروگاه سبب متمرکز شدن حداکثر غلظت آلاینده‌های خروجی از دودکش نیروگاه روی شهر می‌شود که سلامت جسمی و روحی انسان‌ها و موجودات زنده را به خطر می‌اندازد. نشر آلاینده‌ها از نیروگاه‌های حرارتی، اثر مستقیم بر سلامت شهروندان می‌گذارد که بیشتر به دلیل انتشار گازهای  $\text{CO}_2$  و  $\text{NO}_x$  است. نیروگاه حرارتی تبریز هم به دلیل تولید حجم انبوهی از گازهای گلخانه‌ای منبع اصلی آلودگی شهر تبریز محسوب می‌شود که نیازمند نظارت کیفیت تجهیزات موجود در این نیروگاه و رعایت استانداردهای روز جهان است. نیروگاه تبریز در سمت غربی کلانشهر تبریز احداث شده



و سمت ورزش بادهای این منطقه نیز از غرب به شرق است که گازهای گلخانه‌ای نیروگاه را به‌طور مستقیم به‌سمت تبریز انتقال می‌دهد. به‌نحوی که براساس نتایج به‌دست‌آمده بیش از ۷۶ درصد مواد آلاینده نیروگاه تبریز به‌واسطه وزش بادهای به‌سمت شهر تبریز انتقال می‌یابد. با در نظر گرفتن جهت وزش بادهای منطقه پیشنهاد می‌شود که مطالعات جامعی با در نظر گرفتن ارزیابی‌های زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فنی برای انتقال نیروگاه تبریز انجام گیرد، در این زمینه بهتر است برنامه‌ریزی پنج‌ساله برای انتقال نیروگاه تبریز صورت گیرد. همچنین براساس نتایج به‌دست‌آمده، اکسیدهای نیتروژن و دی‌اکسید کربن بیشترین اثر را در آلوده‌سازی محیط و به‌ویژه آلودگی هوای تبریز دارند. در بخش یافته‌های مربوط به تأثیرات آلودگی هوای تبریز که با استفاده از آزمون‌های پیرسون و رگرسیون گام‌به‌گام انجام گرفت، مشخص گردید که به‌جز ترس بی‌مورد از اتفاقات، در هفت متغیر دیگر، همبستگی مثبت و معناداری بین آلودگی هوای تبریز و فشار روحی و روانی وجود دارد که بیشترین همبستگی مربوط به متغیر احساس تغییر در الگوهای رفتاری روزمره محاسبه شد. یافته‌های مربوط به تأثیرات آلودگی‌ها هوا بر شدت استرس شهروندان با نتایج یافته‌های دیگر [۱، ۲، ۲۵] همخوانی دارد. در زمینه کنترل اثرات مخرب آلودگی‌ها بر سلامت روح و روان شهروندان باید اقدامات بر پیشگیری متمرکز شود؛ در این زمینه، بهترین و مؤثرترین راهکار، ارائه مشاور و آموزش به شهروندان است تا به‌صورت خودکنترلی از زیان‌های آلودگی هوا در امان بمانند. علاوه‌بر این پیشنهاد می‌شود از طریق ایجاد مراکز درمانی و مشاوره‌ای از وقوع شرایط بحرانی جلوگیری کرد. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین فشار روانی شهروندان تبریز در فصول سرد سال یعنی پاییز و زمستان است که دلیل آن، آلودگی بیشتر هواست. در این زمینه نیز بهترین راهکار عملی برای کنترل آلودگی هوا، استفاده از سوخت گاز طبیعی به‌جای مازوت و گازوئیل است. البته باید گفت شهر تبریز به‌دلیل اینکه شهری صنعتی محسوب می‌شود و انواع صنایع بزرگ (صنایع پتروشیمی، صنایع شیشه‌سازی و صنایع آهن) در فاصله نزدیکی از این شهر استقرار دارند، پیشنهاد می‌شود براساس راهبردی منسجم، مشکل آلودگی همه صنایع رفع شود.

نتایج آزمون رگرسیون چندمتغیره گام‌به‌گام نشان داد که هفت متغیر باقی‌مانده در مدل رگرسیون توانایی تبیین ۵۴/۶۸ درصد از تغییرات واریانس را داشتند. نتایج مربوط به بررسی وضعیت آلودگی هوا و همچنین وضعیت فشار روحی و روانی شهروندان به تفکیک مناطق ده‌گانه نیز نشان داد که غلظت آلودگی در مناطق ۷، ۱۰، ۸، ۳، ۴ و ۲ از دیگر مناطق بیشتر است؛ نتایج آزمون پیرسون هم نشان داد فشار روحی و روانی در این مناطق بیشتر از دیگر مناطق است. در این زمینه نیز بهتر است ضرورت و اهمیت توجه به کاهش آلودگی هوای تبریز

از طریق رفع عناصر آلوده کننده به جد در نظر گرفته شود. علاوه بر این بهتر است دیگر عوامل آلوده کننده هوای تبریز به خصوص در مناطق دارای غلظت زیاد مواد آلاینده کنترل شود؛ برای مثال پیشنهاد می شود در مناطقی مثل ۴، ۸ و ۱۰ که از هسته های مرکزی شهر تبریزند و ترافیک سنگینی دارند، محدودیت های ترافیکی اعمال شود. در نهایت پیشنهاد می شود به منظور کاهش فشار روحی و روانی شهروندان در معرض آلودگی هوا، امکانات و زیرساخت های تفریحی و سرگرمی برای مناطقی که بیشتر در معرض آلودگی هوا قرار دارند فراهم شود.

### منابع

- [۱]. توکل، محمد؛ نوذری، حمزه (۱۳۹۱). «تحلیل اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی صنعت پالایشگاه گاز پارسیان بر نواحی روستایی؛ مورد مطالعه: نواحی روستایی شهرستان مَهر در استان فارس». *مطالعات و تحقیقات اجتماعی در ایران*. دوره ۱. ش ۴: ۲۹-۴۸.
- [۲]. طالبیان، امیر؛ ملاکی، احمد (۱۳۹۱). «ارائه مدلی برای ارزیابی تأثیرات اجتماعی در صنعت نفت و گاز ایران». *فصلنامه مطالعات توسعه اجتماعی*. دوره ۱. ش ۳: ۱۸۶-۱۶۱.
- [۳]. گلابچی، محمود؛ تقی زاده آذری، کتایون؛ سروش نیا، احسان (۱۳۹۵). طراحی الگوریتم سنجش پیشرفت پروژه ها با هدف کاهش مخاطرات زیست محیطی و اجتماعی ناشی از تأخیرات، *فصلنامه مدیریت مخاطرات محیطی*. دوره ۳. ش ۴: ۳۱۴-۳۰۱.
- [۴]. مقیمی، ابراهیم (۱۳۹۳). *دانش مخاطرات (برای زندگی با کیفیت بهتر و محیط پایدارتر)*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- [5]. Ahmadi, G. R.; Toghraie, D. (2016). "Energy and exergy analysis of Montazeri steam power plant in Iran", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56: 454-463.
- [6]. Anderson, J. O.; Thundiyil, J. G.; Stolbach, A. (2012). "Clearing the air: a review of the effects of particulate matter air pollution on human health", *Journal of Medical Toxicology*, 8(2): 166-175.
- [7]. Cappello, T.; Maisano, M.; D'Agata, A.; Natalotto, A.; Mauceri, A.; Fasulo, S. (2013). "Effects of environmental pollution in caged mussels (*Mytilus galloprovincialis*)", *Marine environmental research*, 91: 52-60.
- [8]. Carter, S. G. (2014). "Iran, Natural Gas and Asia's Energy Needs: A Spoiler for Sanctions?", *Middle East Policy*, 21(1): 41-61.
- [9]. DeBellis, E. A. (2015). "In Defense of the Clean Power Plan: Why Greenhouse Gas Regulation Under Clean Air Act Section 111 (d) Need Not, and Should Not, Stop at the Fenceline", *Ecology LQ*, 42: 235.
- [10]. Fadai, D.; Esfandabadi, Z. S.; Abbasi, A. (2011). "Analyzing the causes of non-development of renewable energy-related industries in Iran", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6): 2690-2695.

- [11]. Fthenakis, V. M.; Kim, H. C. (2007). "Greenhouse Gas Emissions From Solar Electric And Nuclear Power: A Life Cycle Study", *Energy Policy*, Vol. 35: 2549-2557.
- [12]. Gandhi, N.; Sirisha, D.; Mary Priyanka, V.; Arthisree, S. (2012). "Adsorption Studies on Mixed algae to control SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> pollution", *International Journal of Pharma and Bio sciences*, 3(4): 304-310.
- [13]. Hu, X.-K.; Su, F.; Ju, X.-T.; GAO, B.; Oenema, O.; Christie, P.; Zhang, F.-S. (2013). "Greenhouse gas emissions from a wheat–maize double cropping system with different nitrogen fertilization regimes", *Environmental Pollution*, 176: 198-207.
- [14]. Lelieveld, J.; Evans, J.; Fnais, M.; Giannadaki, D.; Pozzer, A. (2015). "The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale", *Nature*, 525(7569): 367-371.
- [15]. Liu, Y.; Yao, C.; Wang, G.; Bao, S. (2011). "An integrated sustainable development approach to modeling the eco-environmental effects from urbanization", *Ecological Indicators*, 11(6): 1599-1608.
- [16]. Ma, Z.; Xue, B.; Geng, Y.; Ren, W.; Fujita, T.; Zhang, Z.; Xi, F. (2013). "Co-benefits analysis on climate change and environmental effects of wind-power: A case study from Xinjiang, China", *Renewable energy*, 57: 35-42.
- [17]. Pidgeon, N. F.; Lorenzoni, I.; Poortinga, W. (2008). "Climate change or nuclear power – No thanks! A quantitative study of public perceptions and risk framing in Britain", *Global Environmental Change*, 18: 69-85.
- [18]. Rezaee, M. J.; Moini, A.; Makui, A. (2012). "Operational and non-operational performance evaluation of thermal power plants in Iran: A game theory approach", *Energy*, 38(1): 96-103.
- [19]. Rohatgi, U.; Jo, J. H.; Lee, J. C.; Bari, R. A. (2002). "Impact of the Nuclear Options on the Environment and the Economy", *Nucl. Technol.* 137: 252 – 264.
- [20]. Samimi, A.; Zarinabadi, S. (2012). "Reduction of greenhouse gases emission and effect on environment", *Journal of American Science*, 8(8): 1011-1015.
- [21]. Santoso, M.; Lestiani, D. D.; Damastuti, E.; Kurniawati, S.; Bennett, J. W.; Leani, J. J.; Karydas, A. G. (2016). "Trace elements and as speciation analysis of fly ash samples from an Indonesian coal power plant by means of neutron activation analysis and synchrotron based techniques", *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 309(1): 413-419.
- [22]. Silva, R. A.; West, J. J.; Zhang, Y.; Anenberg, S. C.; Lamarque, J.-F.; Shindell, D. T.; . . . Folberth, G. (2013). "Global premature mortality due to anthropogenic outdoor air pollution and the contribution of past climate change", *Environmental Research Letters*, 8(3): 034005.
- [23]. Squicciarini, M. P.; Voigtländer, N. (2015). "Human capital and industrialization: Evidence from the age of enlightenment", *The Quarterly Journal of Economics*, 130(4): 1825-1883.
- [24]. Tang, D.; Li, T. Y.; Chow, J. C.; Kulkarni, S. U.; Watson, J. G.; Ho, S. S. H.; Perera, F. (2014). "Air pollution effects on fetal and child development: a cohort comparison in China", *Environmental Pollution*, 185: 90-96.

- 
- [25]. Schinasi, L.; Horton, R. A.; Guidry, V. T.; Wing, S.; Marshall, S. W.; Morland, K. B. (2011). "Air pollution, lung function, and physical symptoms in communities near concentrated swine feeding operations", *Epidemiology*, 22(2): 208-215.
- [26]. Sadorsky, P. (2013). "Do urbanization and industrialization affect energy intensity in developing countries?", *Energy Economics*, 37: 52-59.
- [27]. Zhang, Q.; He, K.; Huo, H. (2012). "Policy: cleaning China's air" *Nature*, 484(7393): 161-162.
- [28]. 28. Gollin, D.; Jedwab, R.; Vollrath, D. (2016). "Urbanization with and without Industrialization", *Journal of Economic Growth*, 21(1): 35-70.