مدیریت مخاطرات محیطی (دانش مخاطرات سابق)/ دورهٔ ۴، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۶/ ص ۱۴۲-۱۲۳

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

علی‌رضا سلیمانی*
استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه پیام نور

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

## چکیده

چرخهٔ حیات نیروگاه‌های حرارتی با تولید گازهای گلخانه‌ای همراه است، بنابراین چنانچه مواد آلوده‌کنندهٔ 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 آلایندهٔ 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 آلایندهٔ 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 آلایندهٔ خروجی از نیروگاه تبریز CO2 و NOx 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 به‌شدت فشار روحی و روانی شهروندان را افزایش داده است؛ به‌نحوی که احساس تغییر در الگوهای رفتاری روزمره، احساس یأس و ناامیدی در زندگی، استرس و فشار روانی به‌ترتیب 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 چرخهٔ حیات نیروگاه تبریز است. به‌علاوه یافته‌های پژوهش نشان داد که در مناطق نزدیک نیروگاه حرارتی تبریز، شدت آلودگی و فشار روانی بیشتر از مناطق دورتر است. به‌دلیل جهت وزش بادها که به‌طور مستقیم گازهای گلخانهٔ نیروگاه را به‌سمت شهر تبریز انتقال می‌دهد، بهتر است طی یک برنامهٔ میان‌مدت، محل نیروگاه تغییر یابد یا سوخت نیروگاه جایگزین شود.

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

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۴۸۲۶۲۳۲
Email: tanri2@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

**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 به‌درستی 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 توسعهٔ صنعتی باید در چارچوب مطالعهٔ آثار زیست‌محیطی و تأثیر آنها بر ایمنی محیط زیست (H.S.E)[1] و سلامت روحی و روانی شهروندان لحاظ شود [۱۵]. توسعهٔ صنایع بدون ارزیابی زیست‌محیطی تأثیرات فاجعه‌باری دارد؛ در چند دههٔ اخیر در ایران به‌دلیل 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 $۶۲۲۶۳۹۷\times۱۰^{۶}$ کیلووات ساعت خواهد بود [۷]. همچنین براساس برآوردها، حدود ۹۰ درصد برق مورد نیاز در سال ۲۰۱۷ باید از راه سوزاندن سوخت‌های فسیلی به‌دست آید؛ به‌عبارتی ۶۰ میلیون تن مازوت برای تأمین کل نیاز انرژی سالانهٔ کشور ایران باید در نیروگاه‌ها سوزانده شود [۹]. تأمل در آمار و اطلاعات یادشده، به‌خوبی گویای این واقعیت است که به‌علت اهمیت جلوگیری از تخریب محیط زیست توسط گازهای گلخانه‌ای، باید شدت آلایندگی 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 به‌قدری زیاد است که امروزه در تمامی کشورها و با هر سطحی از توسعهٔ سیاست‌های مختلفی در زمینهٔ کنترل کاهش حجم گازهای گلخانه‌ای اتخاذ شده است [۱۶]. تولید برق با استفاده از سوخت‌های فسیلی موجب انتشار آلودگی‌های محیط‌زیستی می‌شود. ازآنجا که سهم عمدهٔ تولید برق در حال حاضر وابسته به سوخت‌های فسیلی و به‌ویژه مازوت است [۱۸]، امکان انتشار گازهای گلخانه‌ای در مراحل مختلف تولید برق (چرخهٔ حیات نیروگاه) از جمله استخراج، فرآوری، سوخت و دفع پسماندها وجود دارد [۱۰]. نتیجهٔ این فرایند به‌صورت خروج مواد آلاینده از نیروگاه است که پنج آلایندهٔ اصلی یعنی مونواکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، اکسید ازت، 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 ازت از جمله آلاینده‌های فتوشیمیایی است که بعداً در هوا تشکیل می‌شود [۱۱، ۲۱]. در واقع فرایند چرخهٔ حیات تولید انرژی برق در نیروگاه شامل چهار مرحلهٔ اصلی است که از استخراج و پالایش سوخت فسیلی در پالایشگاه‌ها

1. Safety, health and environment

Archive of SID

www.SID.ir

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 منطقهٔ خاورمیانه با ۳/۲ درصد از کل مرگ‌ومیرها بعد از کشورهای شرق آسیا در رتبهٔ 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 کشورهایی 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[۱]، 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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[1] فرانسه است. همچنین، نیروگاه گازی دارای دو واحد گازی هر کدام به ظرفیت ۳۲ مگاوات ساخت فیات[2] ایتالیا است که در محوطهٔ 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 آلایندهٔ 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 است: چرخهٔ 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 ده‌گانهٔ 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

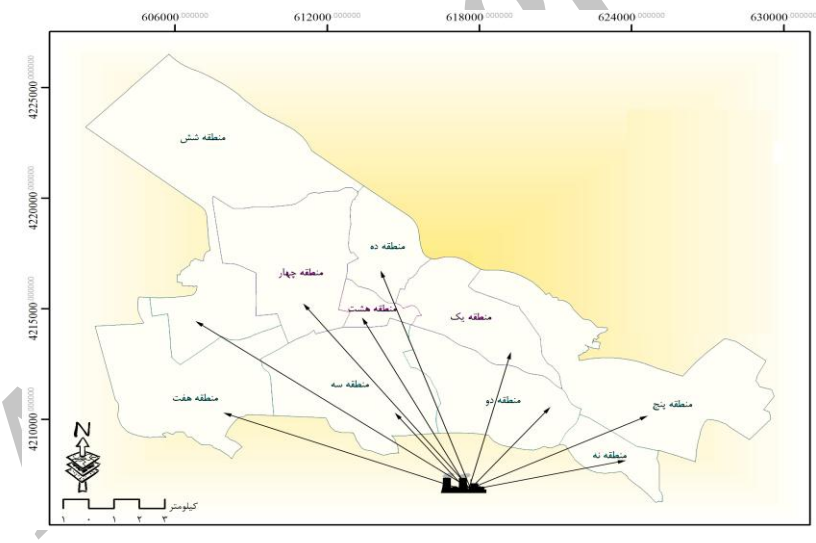
1. Alstom
2. Fiat

Archive of SID

www.SID.ir

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 مراجعهٔ حضوری به نیروگاه تبریز برای برآورد شدت آلایندگی و همچنین توزیع پرسشنامه در بین شهروندان تبریز صورت گرفت. تاریخ اجرای این پژوهش پاییز و زمستان ۱۳۹۵ و بهار و تابستان ۱۳۹۶ بود. علاوه‌بر این در مرحلهٔ 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 پیش‌بینی‌شده بررسی شد. برای شناسایی و تجزیه‌وتحلیل ریسک‌های محیط زیستی نیروگاه در کلانشهر تبریز از روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست[1] و اثرهای آن بر محیط زیست از استاندارد ISO 14040[2] و برای برآورد شدت اثرگذاری نیروگاه حرارتی تبریز بر آلودگی هوای تبریز از روش $GWP_{100}$[3] استفاده شد.

مقدار گازهای خروجی دودکش با استفاده از دستگاه آنالیزور TESTO 350 XL تعیین شد. همچنین برای بررسی جنبه‌های محیط زیستی، نتایج آنالیزهای صورت‌گرفته در زمینهٔ 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 ده‌گانهٔ شهری**

1. Failure modes

۲. استاندارد ایزو۱۴۰۴۰ برای اولین بار در سال ۲۰۰۰ ارائه شد و هدف آن مدیریت زیست‌محیطی - ارزیابی چرخهٔ حیات، اصول و چارچوب‌ها است.

3. Global warming potential

www.SID.ir

با توجه به اینکه هدف این پژوهش بررسی اثرهای آلایندگی نیروگاه تبریز بر فشارهای روانی شهروندان تبریز بود، برای سنجش شدت فشار روانی از تلفیقی از سؤالات پرسشنامه‌های سنجش افسردگی و استرس $DASS_{21}$ و پرسشنامهٔ 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. جامعهٔ 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 ده‌گانهٔ شهری تبریز سکونت دارند. با استفاده از فرمول کوکران و به‌روش تصادفی ساده طبقه‌بندی‌شده ۳۸۴ نفر به‌عنوان حجم نمونه انتخاب شد. پرسشنامهٔ پژوهش در بین حجم نمونهٔ انتخاب‌شده 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. تجزیه‌وتحلیل داده‌های گردآوری‌شده در بخش پرسشنامه با استفاده از بستهٔ نرم‌افزاری $SPSS_{v22}$ 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 چرخهٔ 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.

Archive of SID

www.SID.ir

بدین منظور ابتدا چرخهٔ حیات نیروگاه از مرحلهٔ 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 آلایندهٔ مواد CO2، CFC-12 و NOx به‌ترتیب 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 آلایندهٔ اندازه‌گیری‌شده 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 منطقهٔ 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 پدیدهٔ وارونگی هوا، آلودگی هوا به‌شدت افزایش می‌یابد.

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

| گاز گلخانه‌ای | $GWP_{100}$ (kg $CO_2$ eq./kg) | | | |
|---|---|---|---|---|
| مواد آلایندهٔ حاصل از چرخهٔ حیات نیروگاه تبریز | بهار | تابستان | پاییز | زمستان |
| CO2 | 3.36E-03 | 3.17E-03 | 7.69E-03 | 9.95E-03 |
| CFC-12 | 3.48E-05 | 3.28E-05 | 7.76E-05 | 9.98E-05 |
| NOx | 3.25E-03 | 3.15E-03 | 7.74E-03 | 9.85E-03 |
| Halon-1301 | 2.3544E-08 | 2.24E-08 | 6.7744E-08 | 8.4544E-08 |
| HCFC-22 | 2.36E-06 | 2.23E-06 | 5.76E-06 | 6.96E-06 |
| $CH_4$ | 1.52E-04 | 1.20E-04 | 3.58E-04 | 4.34E-04 |
| $SF_6$ | 3.26E-05 | 3.06E-05 | 7.75E-05 | 8.55E-05 |
| اثر چرخهٔ حیات نیروگاه تبریز به‌ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی | 1.47E-02 | 1.12E-02 | 4.38E-02 | 4.84E-02 |

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶

### نرمالیزه کردن

هدف اصلی نرمالیزه کردن، درک بهتر اهمیت و دامنهٔ 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:

Archive of SID

www.SID.ir

$$\text{نتیجهٔ شاخص نرمالیزه} = \sum m_{i,ref} \times \text{characterization factor}_{i,cat} \quad (۱)$$

$$\text{نتیجهٔ شاخص نرمالیزه‌شده} = \frac{\text{Indicator result}_{cat}}{\text{Indicator result}_{cat.ref}}$$

$\text{Indicator result}_{cat,ref}$: نتیجهٔ شاخص برای طبقهٔ اثر cat و سیستم مرجع ref

$m_{i,ref}$: دامنهٔ مداخلات i (شامل انتشار، استخراج منابع و غیره) همراه با سیستم مرجع ref

$\text{characteristion factor}_{i,cat}$: ضریب تعیین ویژگی برای مداخلات i و طبقهٔ اثر cat

نتیجهٔ شاخص نرمالیزه برای طبقهٔ اثر تغییر اقلیم در ارزیابی چرخهٔ حیات نیروگاه تبریز در جدول ۲ مشخص شده است.

نتایج نرمالیزه‌سازی 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 گفته‌شده در توضیحات مربوط به جدول ۲ حجم زیاد استفاده از گازوئیل و مازوت در فصول سرد و همچنین پدیدهٔ وارونگی هوا در کلانشهرهاست.

**جدول ۲. نتایج شاخص نرمالیزه برای طبقهٔ اثر تغییر اقلیم در ارزیابی چرخهٔ حیات نیروگاه تبریز به‌ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی**

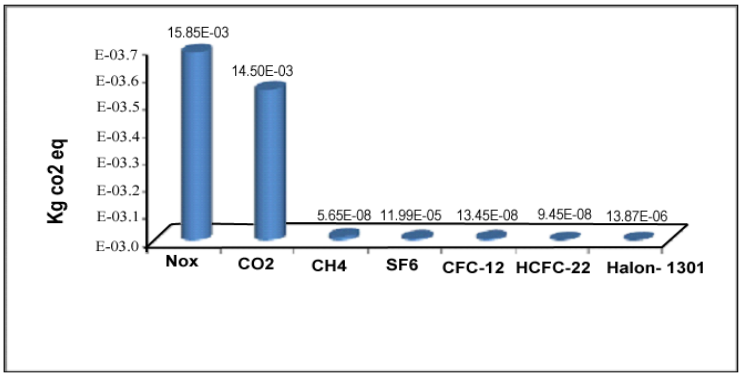
| اثر طبقه | فصول سال | مقدار (yr) |
|---|---|---|
| تغییرات میکرواقلیم تبریز بر اثر گاز نیروگاه | بهار | 3.37E-16 |
| | تابستان | 3.29E-16 |
| | پاییز | 6.18E-16 |
| | زمستان | 7.09E-16 |

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶

همچنین نتیجهٔ ارزیابی اثر چرخهٔ حیات نیروگاه تبریز بر انتشار نوع گازهای گلخانه‌ای و اثر بر آلودگی هوای کلانشهر تبریز براساس LCI و ضرایب $GWP_{100}$ در شکل ۳ نشان داده شده است. شکل زیر نشان می‌دهد که بیشترین مقدار مواد آلاینده در هوای تبریز مربوط به دو عنصر $No_x$ و $CO_2$ است. در واقع بیشترین حجم اثرگذاری منفی بر روح و روان شهروندان تبریز به‌علت غلظت زیاد این دو ماده است.

Archive of SID

www.SID.ir




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

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

### تجزیه‌وتحلیل 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 بقیهٔ 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 آلایندگی هوای تبریز ناشی از چرخهٔ حیات نیروگاه حرارتی تبریز مربوط به متغیر احساس افسردگی در زندگی است و سپس به‌ترتیب 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. علاوه‌بر این می‌توان گفت کم بودن همبستگی متغیرها در فصول گرم به‌علت کاهش آلودگی هوای تبریز در فصول گرم و افزایش آلودگی هوای تبریز در فصول سرد سال است؛ به عبارتی به‌علت وارونگی هوا، غلظت مواد آلاینده ($Nox$ و $CO_2$) افزایش می‌یابد که به افزایش فشار روحی و روانی بر شهروندان منجر می‌شود (شکل ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

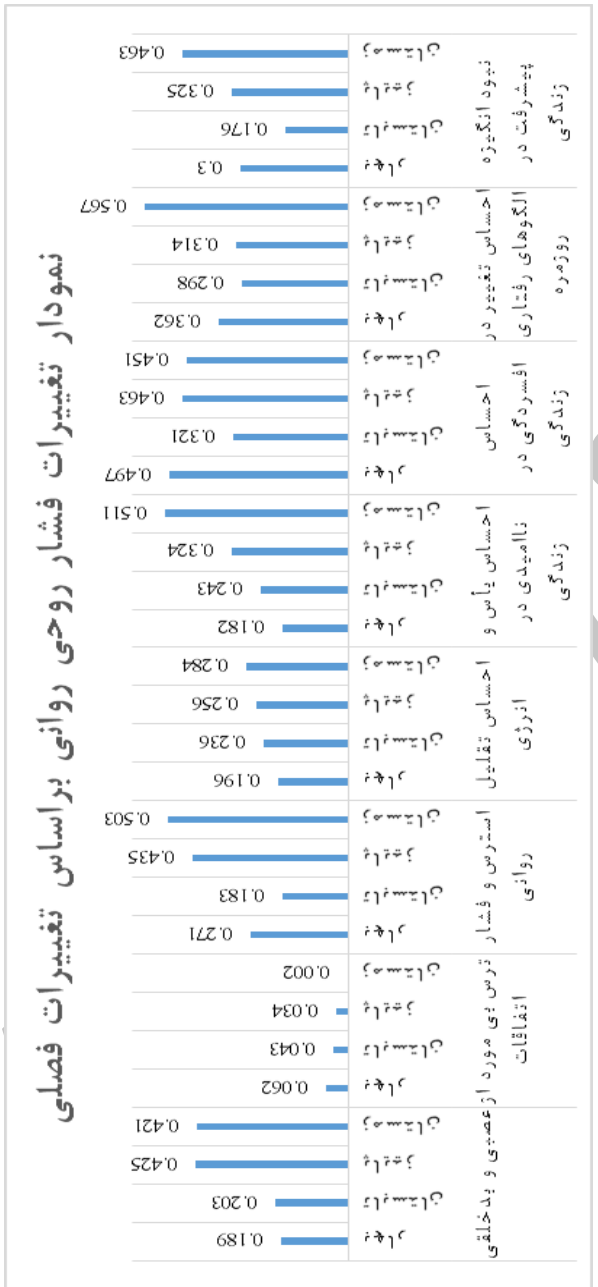
**جدول ۳. نتایج آزمون پیرسون در مورد متغیرهای تحقیق به تفکیک فصول مختلف سال**

| متغیرهای وابسته | متغیر مستقل | فصول | Sig | مقدار P به تفکیک فصول | میانگینP |
|---|---|---|---|---|---|
| عصبی و بدخلقی | آلایندگی هوای ناشی از کارکرد چرخهٔ حیات نیروگاه حرارتی تبریز | بهار | ۰/۰۰۳ | ۰/۱۸۹ | ۰/۳۰۹ |
| | | تابستان | ۰/۰۰۲ | ۰/۲۰۳ | |
| | | پاییز | ۰/۰۰۰ | ۰/۴۲۵ | |
| | | زمستان | ۰/۰۰۰ | ۰/۴۲۱ | |
| ترس بی‌مورد از اتفاقات | | بهار | ۰/۰۲۵ | ۰/۰۶۲ | ۰/۰۳۵ |
| | | تابستان | ۰/۰۳۲ | ۰/۰۴۳ | |
| | | پاییز | ۰/۰۶۸ | ۰/۰۳۴ | |
| | | زمستان | ۰/۳۶۴ | ۰/۰۰۲ | |
| استرس و فشار روانی | | بهار | ۰/۰۰۱ | ۰/۲۷۱ | ۰/۳۴۸ |
| | | تابستان | ۰/۰۰۳ | ۰/۱۸۳ | |
| | | پاییز | ۰/۰۰۰ | ۰/۴۳۵ | |
| | | زمستان | ۰/۰۰۰ | ۰/۵۰۳ | |
| احساس تقلیل انرژی | | بهار | ۰۰۰۱ | ۰/۱۹۶ | ۰/۳۰۳ |
| | | تابستان | ۰/۰۰۲ | ۰/۲۳۶ | |
| | | پاییز | ۰/۰۰۰ | ۰/۲۵۶ | |
| | | زمستان | ۰/۰۰۰ | ۰/۲۸۴ | |
| احساس یأس و ناامیدی در زندگی | | بهار | ۰/۰۰۳ | ۰/۱۸۲ | ۰/۳۱۵ |
| | | تابستان | ۰/۰۰۲ | ۰/۲۴۳ | |
| | | پاییز | ۰/۰۰۱ | ۰/۳۲۴ | |
| | | زمستان | ۰/۰۰۰ | ۰/۵۱۱ | |
| احساس افسردگی در زندگی | | بهار | ۰/۰۰۱ | ۰/۲۹۷ | ۰/۴۳۳ |
| | | تابستان | ۰/۰۰۱ | ۰/۳۲۱ | |
| | | پاییز | ۰/۰۰۰ | ۰/۴۶۷ | |
| | | زمستان | ۰/۰۰۰ | ۰/۴۶۹ | |
| احساس تغییر در الگوهای رفتاری روزمره | | بهار | ۰/۰۰۱ | ۰/۲۶۹ | ۰/۳۸۵ |
| | | تابستان | ۰/۰۰۲ | ۰/۲۹۸ | |
| | | پاییز | ۰/۰۰۱ | ۰/۳۱۴ | |
| | | زمستان | ۰/۰۰۰ | ۰/۵۶۷ | |
| نبود انگیزه پیشرفت در زندگی | | 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

Archive of SID

www.SID.ir




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

www.SID.ir

**تجزیه‌وتحلیل 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) به‌علت 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 انگیزهٔ پیشرفت و شدت آلودگی هوای تبریز ناشی از فعالیت نیروگاه رابطه وجود دارد؛ بنابراین متغیر احساس ترس بی‌مورد از اتفاقات از معادلهٔ 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. به‌عبارتی ۲۹/۳۲ درصد از فشار روحی و روانی ناشی از آلودگی هوای تبریز به‌دلیل آلودگی ناشی از چرخهٔ 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. علاوه‌بر 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 ده‌گانهٔ 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، به‌نحوی که بین همهٔ متغیرهای هشت‌گانهٔ بررسی‌شده در این پژوهش و شدت آلودگی هوای کلانشهر تبریز ارتباط معنادار وجود دارد. در مقابل منطقهٔ ۱ از بین هشت متغیر مورد بررسی فقط در متغیرهای احساس تقلیل انرژی، منطقهٔ ۵ فقط در متغیرهای ترس بی‌مورد اتفاقات روزمره و احساس تقلیل انرژی، منطقهٔ ۶ فقط در مورد متغیر احساس تقلیل انرژی و منطقهٔ ۹ فقط در متغیرهای عصبی و بدخلقی و استرس و فشار روانی، همبستگی مثبت و معناداری با شدت آلودگی هوای ناشی از چرخهٔ 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 خارج‌شده از نیروگاه بدون افزایش ارتفاع وارد این مناطق می‌شود و به‌دلیل ارتفاع کم به‌صورت مستقیم با ساختمان‌های مرتفع برخورد می‌کند و در شهر پراکنده می‌شود؛ به‌نحوی که نمای بیرونی ساختمان‌ها در مناطق نزدیک به نیروگاه تیره‌تر از نمای ساختمان‌های شمالی شهر است (جدول ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

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

| متغیرهای وابسته | فصول | نتایج آزمون T | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ضرایب رگرسیونی (B) | ضرایب رگرسیونی استاندارد (β) | مقدار T | Sig |
| **ضریب ثابت** | | ۱/۵۴۷ | ـــــ | ۷۹/۳۶۵ | ۰/۰۰۰ |
| عصبی و بدخلقی | بهار | ۰/۳۰۹ | ۰/۲۹۹ | ۱۵/۴۲۱ | ۰/۰۰۲ |
| | تابستان | ۰/۳۱۳ | ۰/۳۰۲ | ۱۵/۵۷۴ | ۰/۰۰۲ |
| | پاییز | ۰/۴۹۶ | ۰/۴۸۷ | ۱۸/۸۴۵ | ۰/۰۰۰ |
| | زمستان | ۰/۵۰۴ | ۰/۴۸۹ | ۱۸/۸۹۸ | ۰/۰۰۰ |
| **ضریب ثابت** | | ۱/۵۸۷ | ـــــ | ۷۹/۲۵۴ | ۰/۰۰۰ |
| استرس | بهار | ۰/۳۶۲ | ۰/۳۴۲ | ۱۶/۱۴۵ | ۰/۰۰۲ |
| | تابستان | ۰/۳۱۷ | ۰/۲۹۳ | ۱۵/۸۴۷ | ۰/۰۰۲ |
| | پاییز | ۰/۴۹۹ | ۰/۴۷۵ | ۱۷/۷۴۵ | ۰/۰۰۰ |
| | زمستان | ۰/۵۲۱ | ۰/۴۸۸ | ۱۷/۷۵۳ | ۰/۰۰۰ |
| **ضریب ثابت** | | ۱/۸۷۴ | ـــــ | ۱۷/۵۲۴ | ۰/۰۰۰ |
| احساس کاهش انرژی | بهار | ۰/۳۱۵ | ۰/۳۰۳ | ۱۵/۴۷۵ | ۰/۰۰۲ |
| | تابستان | ۰/۴۷۶ | ۰/۴۵۶ | ۱۷/۳۲۴ | ۰/۰۰۱ |
| | پاییز | ۰/۴۸۱ | ۰/۴۶۲ | ۱۷/۷۴۱ | ۰/۰۰۱ |
| | زمستان | ۰/۴۸۸ | ۰/۲۶۴ | ۱۷/۷۲۸ | ۰/۰۰۱ |
| **ضریب ثابت** | | ۱/۶۵۳ | ـــــ | ۱۷/۵۱۴ | ۰/۰۰۰ |
| احساس یأس و ناامیدی در زندگی | بهار | ۰/۳۰۲ | ۰/۲۸۲ | ۱۵/۷۴۲ | ۰/۰۰۲ |
| | تابستان | ۰/۳۲۴ | ۰/۳۰۱ | ۱۵/۵۵۷ | ۰/۰۰۲ |
| | پاییز | ۰/۴۵۶ | ۰/۴۲۳ | ۱۷/۴۶۴ | ۰/۰۰۱ |
| | زمستان | ۰/۵۲۴ | ۰/۴۹۷ | ۱۸/۴۵۱ | ۰/۰۰۰ |
| **ضریب ثابت** | | ۱/۷۵۲ | ـــــ | ۷۹/۶۵۴ | ۰/۰۰۰ |
| احساس افسردگی در زندگی | بهار | ۰/۳۸۹ | ۰/۳۵۱ | ۱۶/۱۲۴ | ۰/۰۰۱ |
| | تابستان | ۰/۳۵۲ | ۰/۳۴۱ | ۱۷/۹۹۹ | ۰/۰۰۲ |
| | پاییز | ۰/۵۰۱ | ۰/۴۴۶ | ۱۸/۰۸۸ | ۰/۰۰۰ |
| | زمستان | ۰/۴۸۹ | ۰/۴۵۰ | ۱۶/۷۶۲ | ۰/۰۰۰ |
| **ضریب ثابت** | | ۱/۶۷۴ | ـــــ | ۱۷/۹۵۵ | ۰/۰۰۰ |
| احساس تغییر در الگوهای رفتاری روزمره | بهار | ۰/۳۸۰ | ۰/۳۶۱ | ۱۵/۳۳۷ | ۰/۰۰۲ |
| | تابستان | ۰/۳۸۴ | ۰/۳۶۶ | ۱۵/۲۲۱ | ۰/۰۰۲ |
| | پاییز | ۰/۴۰۸ | ۰/۳۷۷ | ۱۵/۵۴۷ | ۰/۰۰۲ |
| | زمستان | ۰/۵۰۶ | ۰/۴۶۸ | ۱۸/۸۶۵ | ۰/۰۰۰ |
| **ضریب ثابت** | | ۱/۵۷۰ | ـــــ | ۷۹/۸۴۵ | ۰/۰۰۰ |
| نبود انگیزه پیشرفت در زندگی | بهار | ۰/۳۰۵ | ۰/۲۷۳ | ۱۵/۴۱۵ | ۰/۰۰۲ |
| | تابستان | ۰/۳۰۹ | ۰/۲۷۰ | ۱۵/۶۵۲ | ۰/۰۰۲ |
| | پاییز | ۰/۴۱۱ | ۰/۳۷۶ | ۱۶/۴۵۲ | ۰/۰۰۱ |
| | زمستان | ۰/۵۱۰ | ۰/۴۸۰ | ۱۸/۷۰۰ | ۰/۰۰۰ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶

Archive of SID

www.SID.ir

**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 (r و p) | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 | ۰/۲۱۴ | 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 | ۰/۰۳۶ | 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 | ۰/۲۵۴ | 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 |

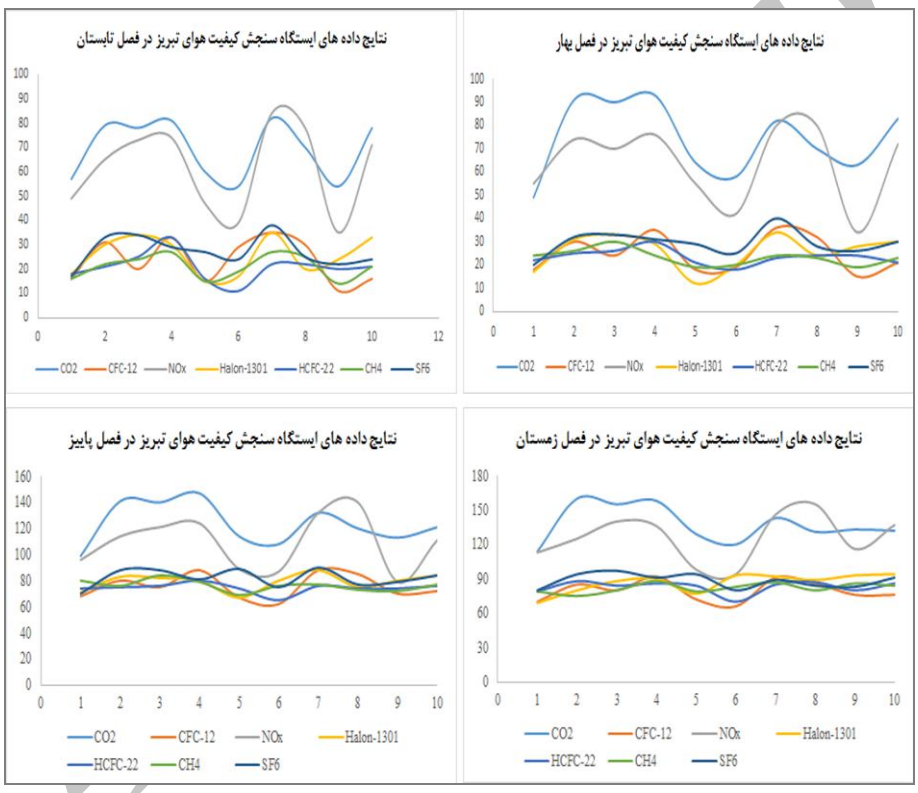
مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶

همچنین مقایسهٔ نتایج آزمون پیرسون در خصوص وجود اختلاف معنادار بین متغیرهای هشت‌گانه مربوط به فشارهای روحی و روانی در مناطق ده‌گانهٔ 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 $CO_2$ و $No_x$ بیشترین مقدار مواد آلوده‌کنندهٔ کلانشهر تبریز را تشکیل داده‌اند؛ در اندازه‌گیری مواد آلایندهٔ نیروگاه نیز مقدار این دو ماده بیشتر از مواد دیگر به‌دست آمد (شکل ۴).

Archive of SID

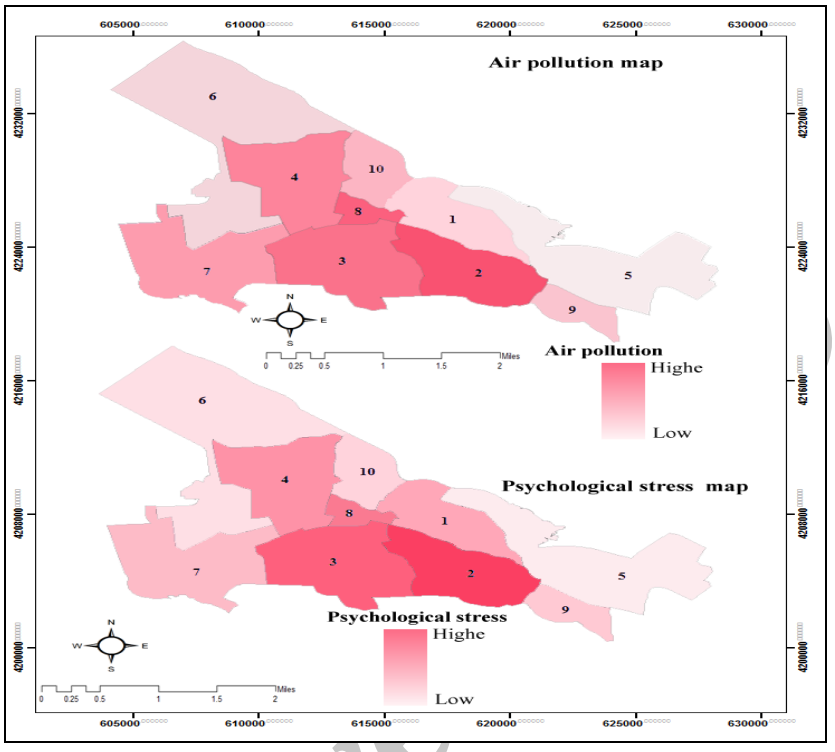
www.SID.ir

علاوه‌بر این براساس مصاحبهٔ شفاهی صورت‌گرفته با افراد، مشخص شد که مناطق شمالی شهر به‌دلیل ارتفاع زیاد، وجود کوه‌ها، وزش باد، امکانات رفاهی و تفریحی، پارک‌ها و فضاهای سبز شهری، آلودگی کمی دارند و همچنین به‌دلیل 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)**

www.SID.ir




**شکل ۵. وضعیت مناطق ده‌گانهٔ 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 به‌نسبت طولانی دارد؛ این نیروگاه در زمان ساخت فاصلهٔ مناسبی با مناطق شهری داشت، اما توسعهٔ شهر به‌دلیل سیاست نادرست به‌سمت نیروگاه‌ها کشیده شد؛ نزدیک بودن منطقهٔ 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 به‌دلیل انتشار گازهای $CO_2$ و $NO_X$ است. نیروگاه حرارتی تبریز هم به‌دلیل 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

Archive

www.SID.ir

و سمت ورزش بادهای این منطقه نیز از غرب به شرق است کـه گازهـای گلخانـه‌ای نیروگـاه را به‌طور مستقیم به‌سمت تبریز انتقال می‌دهد. به‌نحوی که براساس نتایج به‌دسـت‌آمـده بـیش از ۷۶ درصد مواد آلایندهٔ نیروگاه تبریز به‌واسطه وزش بادها به‌سمت شهر تبریز انتقال می‌یابد.

با در نظر گرفتن جهت وزش بادهای منطقه پیشنهاد می‌شود که مطالعات جـامعی بـا در نظـر گرفتن ارزیابی‌های زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فنـی بـرای انتقـال نیروگـاه تبریـز انجـام گیرد، در این زمینه بهتر است برنامه‌ریزی پـنج‌سـاله بـرای انتقـال نیروگـاه تبریـز صـورت گیـرد. همچنین براساس نتایج به‌دست‌آمده، اکسیدهای نیتروژن و دی‌اکسـید کـربن بیشـترین اثـر را در آلوده‌سازی محیط و به‌ویژه آلودگی هوای تبریز دارنـد. در بخـش یافتـه‌هـای مربـوط بـه تـأثیرات آلودگی هوای تبریز که با استفاده از آزمون‌های پیرسـون و رگرسـیون گـام‌بـه‌گـام انجـام گرفـت، مشخص گردید که به‌جز ترس بی‌مـورد از اتفاقـات، در هفـت متغیـر دیگـر، همبسـتگی مثبـت و معناداری بین آلودگی هوای تبریز و فشـار روحـی و روانـی وجـود دارد کـه بیشـترین همبسـتگی مربوط به متغیر احساس تغییر در الگوهای رفتاری روزمـره محاسـبه شـد. یافتـه‌هـای مربـوط بـه تأثیرات آلودگی‌ها هوا بر شدت استرس شهروندان با نتایج یافته‌هـای دیگـر [۲۵، ۲، ۱] همخـوانی دارد. در زمینهٔ کنترل اثرات مخرب آلودگی‌ها بر سلامت روح و روان شـهروندان بایـد اقـدامات بـر پیشگیری متمرکز شود؛ در این زمینـه، بهتـرین و مـؤثرترین راهکـار، ارائـهٔ مشـاور و آمـوزش بـه شهروندان است تا به‌صورت خودکنترلی از زیان‌های آلـودگی هـوا در امـان بماننـد. عـلاوه‌بـر ایـن پیشنهاد می‌شود از طریق ایجاد مراکز درمانی و مشاوره‌ای از وقوع شرایط بحرانی جلـوگیری کـرد. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین فشار روانی شهروندان تبریز در فصول سرد سال یعنی پـاییز و زمستان است که دلیل آن، آلودگی بیشتر هواست. در این زمینه نیز بهترین راهکار عملـی بـرای کنترل آلودگی هوا، استفاده از سوخت گاز طبیعی به‌جای مازوت و گازوئیل است. البته بایـد گفـت شهر تبریز به‌دلیل اینکه شهری صنعتی محسوب می‌شود و انواع صنایع بزرگ (صنایع پتروشـیمی، صنایع شیشه‌سازی و صنایع آهن) در فاصلهٔ نزدیکی از این شهر استقرار دارند، پیشـنهاد مـی‌شـود براساس راهبردی منسجم، مشکل آلودگی همهٔ صنایع رفع شود.

نتایج آزمون رگرسیون چندمتغیرهٔ گام‌به‌گام نشان داد که هفت متغیر بـاقی‌مانـده در مـدل رگرسیون توانایی تبیین ۵۴/۶۸ درصد از تغییرات واریانس را داشتند. نتایج مربـوط بـه بررسـی وضعیت آلودگی هوا و همچنین وضعیت فشار روحـی و روانـی شـهروندان بـه تفکیـک منـاطق ده‌گانه نیز نشان داد که غلظت آلودگی در مناطق ۷، ۱۰، ۸، ۳، ۴ و ۲ از دیگـر منـاطق بیشـتر است؛ نتایج آزمون پیرسون هم نشان داد فشار روحی و روانـی در ایـن منـاطق بیشـتر از دیگـر مناطق است. در این زمینه نیز بهتر است ضرورت و اهمیت توجه به کاهش آلودگی هوای تبریز

Archive of SID

www.SID.ir

از طریق رفع عناصر آلوده‌کننده به‌جد در نظر گرفته شود. علاوه‌بر این بهتر است دیگر عوامل آلوده‌کنندهٔ هوای تبریز به‌خصوص در مناطق دارای غلظت زیاد مواد آلاینده کنترل شود؛ برای مثال پیشنهاد می‌شود در مناطقی مثل ۴، ۸ و ۱۰ که از هسته‌های مرکزی شهر تبریزند و ترافیک سنگینی دارند، محدودیت‌های ترافیکی اعمال شود. در نهایت پیشنهاد می‌شود به‌منظور کاهش فشار روحی و روانی شهروندان در معرض آلودگی هوا، امکانات و زیرساخت‌های 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 زیست‌محیطی صنعت پالایشگاه گاز پارسیان بر نواحی روستایی؛ مورد مطالعه: نواحی روستایی شهرستان مُهر در استان فارس». *مطالعات و تحقیقات اجتماعی در ایران*. دورهٔ ۱. ش ۴: ۴۸-۲۹.

[۲]. طالبیان، امیر؛ ملاکی، احمد (۱۳۹۱). «ارائهٔ مدلی برای ارزیابی تأثیرات اجتماعی در صنعت نفت و گاز ایران». *فصلنامهٔ مطالعات توسعهٔ اجتماعی*. دورهٔ ۱. ش ۳: ۱۸۶-۱۶۱.

[۳]. گلابچی، محمود؛ تقی‌زاده آذری، کتایون؛ سروش‌نیا، احسان (۱۳۹۵). طراحی الگوریتم سنجش پیشرفت پروژه‌ها با هدف کاهش مخاطرات زیست‌محیطی و اجتماعی ناشی از تأخیرات، فصلنامهٔ مدیریت مخاطرات محیطی. دورهٔ 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.


Archive of SID

www.SID.ir

[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 SO2 and NO2 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.

Archive of SID

www.SID.ir

[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.

Archive of SID

www.SID.ir