



دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
فصلنامه آلودگی‌های محیطی و توسعه پایدار شهری

دوره ۱، شماره ۱، پیاپی ۱
بهار ۱۴۰۳، صفحات ۶۸-۵۳

"مقاله پژوهشی"

ارتباط مکانی عوامل اقلیمی و آلودگی هوا در ۱۰ سال گذشته شهر تبریز

فهیمه بناصالح^۱، محمد ابراهیم رمضانی^{۲*}، زیبا بهشتی^۳

^۱ واحد بهداشت محیط مرکز بهداشت شهرستان تبریز، تبریز، ایران

^۲ دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، مرکز تحقیقات مدیریت توسعه پایدار حوضه آبریز دریاچه ارومیه و رودخانه ارس، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

^۳ دانش آموخته دکترای تخصصی ارزیابی و آمایش سرزمین - محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ramazani@iaut.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۱/۰۵، پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۱۱/۲۸)

چکیده

آلودگی هوا خطری بزرگ برای بسیاری از شهرهای ایران به ویژه کلان شهر تبریز به شمار می‌آید. رشد شتاب آلود جمعیت، مهاجرت‌های روستایی، گسترش کارخانه‌ها، تراکم وسایل نقلیه، تبریز را به یکی از آلوده‌ترین شهرهای کشور ایران تبدیل کرده است. گذشته از عوامل انسانی، عوامل جغرافیایی نظیر موقعیت مکانی، شرایط توپوگرافی، عوامل طبیعی و وارونگی دمایی هم در شدت آلودگی هوای شهر تبریز مؤثر هستند. لذا در این پژوهش با استفاده از روش‌های تحقیقی توصیفی و با استناد به منابع و داده‌های هواشناسی و آلودگی هوا، رابطه مکانی عوامل اقلیمی بر روی آلودگی هوای شهر تبریز مورد بررسی قرار گرفت. با اخذ اطلاعات از ایستگاه‌های هواشناسی مرتبط با شهر تبریز و نیز داده‌های مربوط به کیفیت هوای تبریز در ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا و با استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه‌های یکپارچه تهیه گردید که فاصله‌ها و پهنه‌بندی آلودگی‌ها در آن قابل نمایش می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش بین پارامترهای هواشناسی و پارامترهای آلودگی هوا رابطه مکانی و نیز هم‌بستگی معناداری وجود دارد. همچنین پراکنش پارامترهای آلودگی هوا در سطح شهر تبریز نشان می‌دهد که بیش‌ترین آلودگی در منطقه غربی و مرکز شهر ناشی از گازهای آلاینده SO_2 ، NO_2 ، O_3 ، CO بوده و در منطقه شرقی شهر تبریز این آلودگی مربوط به ذرات معلق می‌باشد. همچنین شاخص کیفیت هوا در فصول مختلف سال نشان داد، فصل تابستان و بهار کم‌ترین آلودگی هوا و فصل پاییز و زمستان بیش‌ترین آلودگی هوا را دارد.

واژه‌های کلیدی: رابطه مکانی، عوامل اقلیمی، آلودگی هوا، هم‌بستگی معنادار، تبریز

مقدمه

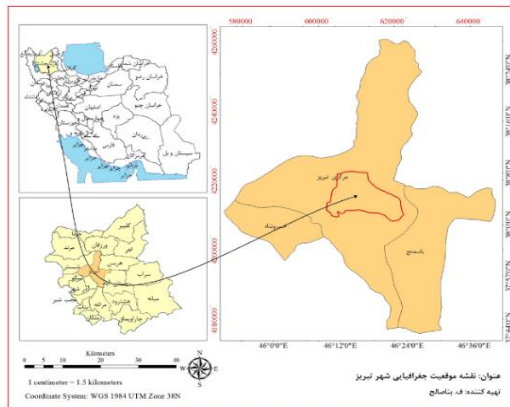
شهرنشینی یکی از راه‌های مهم تحولات اقتصادی و اجتماعی قرن بیستم به ویژه در کشورهای در حال توسعه بوده است (۱). افزایش جمعیت و رشد فزاینده شهرها و مناطق مسکونی و صنعتی، اراضی کشاورزی و پوشش طبیعی زیادی را به کام خود فرو می‌برد. این مسئله موجب بروز مشکلاتی در زمینه نیازهای آینده بشر می‌شود (۲) و از طرفی شهرها در خط مقدم انتقال انرژی جهانی قرار دارند. تا سال ۲۰۱۸، بیش از نیمی از جمعیت جهان یعنی ۴/۴ میلیارد نفر در شهرها زندگی می‌کردند، در حالی که این رقم در سال ۲۰۰۰ بیش از ۲/۹ میلیارد نفر بوده است. شهرها دو/سوم تقاضای جهانی انرژی را دارند و همچنین محرک‌های مهمی در اقتصاد جهانی هستند. تعداد فزاینده‌ای از شهرها از جمله لندن، توکیو و نیویورک دارای بزرگ‌ترین اقتصادها در جهان می‌باشند در حالیکه موجب انتشار ۷۵ درصد از دی اکسیدکربن جهان نیز هستند و نقش موثری در تغییرات اقلیمی دارند (۳). با توجه به رشد روزافزون جمعیت و تمرکز آن از نظر مکانی و همچنین استفاده از استانداردهای بالای زندگی، امروزه آلودگی هوا و محیط زیست به عنوان یکی از معضلات جامعه بشری مطرح گردیده و این مسئله منطقه‌ای نبوده و به مرزهای سیاسی و اجتماعی محدود نیست؛ بلکه یک مسئله جهانی است. بر اساس گزارش ipcc^۱ برخی پارامترهای هواشناسی نیز به دلیل تغییراتی که در ترکیب جو ایجاد شده است، در آینده نیز تغییر خواهند کرد. بیش‌ترین حجم آلودگی هوا،

توسط احتراق سوخت‌های فسیلی در جو رها می‌شود و با افزایش جمعیت و روند رو به رشد مصرف سوخت‌های فسیلی، انتظار افزایش آلودگی را داریم (۴). گرم شدن جهانی هوا ناشی از گازهای گلخانه‌ای پیامدهایی دارد که از جمله مهم‌ترین آن‌ها تغییرات اقلیمی و خطرات ناشی از این تغییرات است (۵ و ۶). این تغییرات می‌توانند از طریق فرآیندهای طبیعی مانند خروج ذرات آتش‌فشان‌ها یا گردبادهای صحرایی و یا از طریق فرآیندهای مصنوعی ناشی از کاربردهای مختلف صنعتی و حمل و نقل ایجاد شوند (۷). شرایط بحرانی آلودگی هوا تحت شرایط جوی خاصی ایجاد و تشدید می‌شود (۸). در تشکیل و تراکم این آلاینده‌ها عوامل و عناصر آب و هوایی، مانند تابش خورشید، دما، رطوبت نسبی، پایداری هوا، شدت و فراوانی وارونگی‌های دمایی و جهت سرعت باد تاثیر دارند (۹).

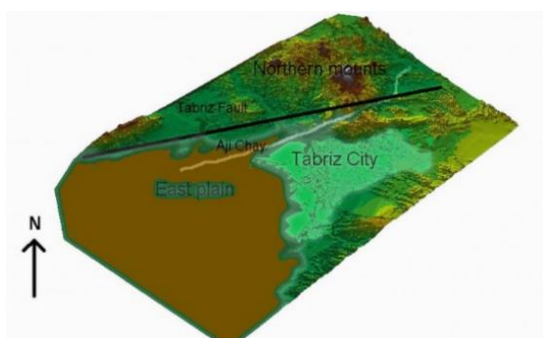
نقش آب و هوا در کاهش یا افزایش آلودگی هوا و دیگر پدیده‌های شهری در کلان شهرها بخصوص در شهر تبریز انکارناپذیر است (۱۰). آرایش سامانه‌های جوی و ویژگی‌های دینامیکی و ترمودینامیکی حاکم بر منطقه نیز می‌تواند وضعیت جوی روزانه را کنترل کند (۱۱ و ۱۲). کوچک‌ترین تغییرات در اقلیم، اکوسیستم را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۳ و ۱۴). به منظور کاهش و تعدیل آلودگی هوا در شهر تبریز و مقابله با اثرات و مشکلات ناشی از آن، بررسی روابط مکانی بین عوامل اقلیمی و آلودگی هوای شهر تبریز ضرورت دارد. بررسی‌های انجام گرفته نشان می‌دهد

^۱ هیئت بین دولتی تغییر اقلیم است که در زمینه ارزیابی علوم مربوط به تغییر اقلیم فعالیت دارد و ایران نیز یکی از ۱۹۵ عضو این هیئت می‌باشد.

(۲) ارائه گردیده، ایجاد شده است. این شهر دارای مراکز صنعتی مانند نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها، مجتمع پتروشیمی، کوره‌های آجرپزی و ماشین‌سازی می‌باشد. آب و هوای تبریز نیز خشک با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد است. توپوگرافی خاص تبریز و نحوه قرارگیری کوه‌ها از عواملی هستند که سبب افزایش آلودگی هوا در این شهر می‌شوند. به طوری که در فصول سرد سال از عوامل اصلی در ایجاد وارونگی دمایی به شمار می‌آیند.



شکل (۱): نقشه موقعیت جغرافیایی شهر تبریز



شکل (۲): موقعیت طبیعی شهر تبریز (۱۶)

- روش کار

پژوهش حاضر به صورت تحقیقی-توصیفی با اخذ اطلاعات از ایستگاه‌های هواشناسی مرتبط با شهر تبریز

که تاکنون مطالعه و پژوهش کاملی برای تعیین ارتباط بین آلودگی هوا و عوامل اقلیمی در سال‌های اخیر نسبت به اهداف بررسی در این پژوهش، انجام نگرفته است. در این تحقیق به بررسی ارتباط چهار عامل اقلیمی اعم از بارش، جهت باد، دما، تابش خورشید و تغییرات اقلیمی انسانی با کیفیت هوای شهر تبریز طی ۱۰ سال گذشته پرداخته شده است. موضوع اثر تغییرات اقلیمی بر آلودگی کلان شهرها جزو مسائلی است که کم‌تر به آن پرداخته شده و پژوهش‌های صورت گرفته بیش‌تر به تاثیر آلودگی بر تغییرات اقلیمی تاکید کرده‌اند. بنابراین، تحقیق در زمینه تاثیرات اقلیمی بر آلودگی هوای شهر تبریز بسیار حائز اهمیت بوده و بررسی در این زمینه می‌تواند به عنوان یک راه‌حل مهم جهت کاهش اثرات منفی ناشی از این بحران باشد. نتایج تحقیق حاضر به عنوان گام اساسی برای کارشناسان و محققان کشور در مدیریت کیفیت هوا و شناسایی مناطق بحرانی و آلاینده هوا خواهد بود، که می‌تواند برای تصمیم‌گیری و مدیریت آلودگی هوا و همچنین در تهیه طرح‌های تفصیلی به کار گرفته شود.

روش تحقیق

- موقعیت جغرافیایی منطقه

شهر تبریز با جمعیتی حدود یک میلیون و پانصد هزار نفر در مختصات جغرافیایی $38^{\circ}40'$ عرض شمالی واقع شده است (۱۵). این شهر از شمال به کوه‌های پکه چین و عون بن علی، از شمال شرق به کوه‌های گوزنی و بابا باغی، از سمت شرق به کوه‌های ساری داغ و بیلان کوه، از سمت جنوب به دامنه کوه سه‌سهند و از سمت غرب به دشت تبریز (کمر بند صنایع) محدود شده است و به شکل یک گودال یا یک جلگه بین کوهی که در شکل‌های (۱) و

معادله (۱): درونیابی ارزش یک پارامتر مجهول

$$Z_o = \frac{\sum_{i=1}^N z_i d_i^{-n}}{\sum_{i=1}^N d_i^{-n}}$$

- ویژگی های توپوگرافی منطقه مورد مطالعه

تمام فعالیت های بشری، به طور مستقیم و یا غیرمستقیم وابسته به محیط طبیعی است و ویژگی های زمین نیز به عنوان مهم ترین عنصر محیطی در استقرار فعالیت های بشری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. همچنین شکل و سیمای آن (پستی و بلندی، ناهمواری و عوارض) نیز محدودیت ها و قابلیت های ویژه ای را در استقرار فعالیت های انسانی فراهم می کند که در صورت شناخت دقیق آن ها می توان به صورت پایدار از این عنصر اصلی محیطی بهره گرفت. با توجه به اینکه استان آذربایجان شرقی در یک منطقه کوهستانی قرار گرفته است، با توجه به جدول (۱) و شکل (۳)، به طور طبیعی اختلاف ارتفاع یکی از ویژگی های بارز این منطقه است. معمولا ارتفاع زیاد، نقش محدود کننده ای در استقرار فعالیت های انسانی و توسعه آن ها ایفا می کند.

جدول (۱): جدول توزیع درصد طبقات ارتفاعی در سطح شهر تبریز

ردیف	طبقات ارتفاعی	مساحت (ha)	درصد	درصد تجمعی
۱	۱۳۴۰-۱۳۵۰	۸۷۲/۷۰	۵/۱۱	۵/۱۱
۲	۱۳۵۰-۱۴۰۰	۷۹۵۳/۷۴	۴۶/۰۲	۵۱/۱۴
۳	۱۴۰۰-۱۴۵۰	۲۵۰۹/۷	۱۴/۷۰	۶۵/۸۴
۴	۱۴۵۰-۱۵۰۰	۲۲۶۷/۸۲	۱۳/۲۹	۷۹/۱۳
۵	۱۵۰۰-۱۵۵۰	۱۵۲۳/۹۵	۸/۹۳	۸۸/۰۶
۶	۱۵۵۰-۱۶۰۰	۱۳۱۴/۸۲	۷/۷۰	۹۵/۷۶
۷	۱۶۰۰-۱۶۵۰	۶۱۶/۷۳	۳/۶۱	۹۹/۳۸
۸	۱۶۰۰-۱۷۲۴	۱۰۶/۵۲	۰/۶۲	۱۰۰

و نیز داده های مربوط به کیفیت هوای تبریز از ایستگاه های سنجش کیفیت هوای تبریز شروع و با استفاده از نرم افزار GIS نقشه های یکپارچه تهیه گردید. همچنین از امکانات GIS جهت آنالیزهای مختلف بر اساس ویژگی های مکانی استفاده شد. روش های مطالعاتی پژوهش حاضر به دو دسته تقسیم می شود که عبارت است از: روش های آماری و روش های سنجش از راه دور. برای دستیابی به هدف پژوهش پس از مشخص کردن منبع داده ها و دوره زمانی تحقیق و موقعیت جغرافیایی ایستگاه ها، تغییرات غلظت نسبی روزانه، ماهانه و سالانه آلاینده ها اخذ شده و در ادامه همبستگی بین مشخصه های مختلف هواشناسی و آلودگی هوا بررسی گردید.

- جامعه آماری، روش نمونه گیری و حجم نمونه

نمونه گیری با استفاده از نتایج ایستگاه های سنجش هوا و داده های اخذ شده از داده های اداره کل هواشناسی و اداره کل حفاظت محیط زیست آذربایجان شرقی در محدوده شهر تبریز جهت بررسی تأثیر عوامل اقلیمی در آلودگی هوا استفاده شد. از متد درونیابی (IDW)^۱ جهت برآورد پارامترهایی که محدودیتی در نمونه برداری آن ها وجود داشت استفاده گردید.

- تکنیک درونیابی (IDW)

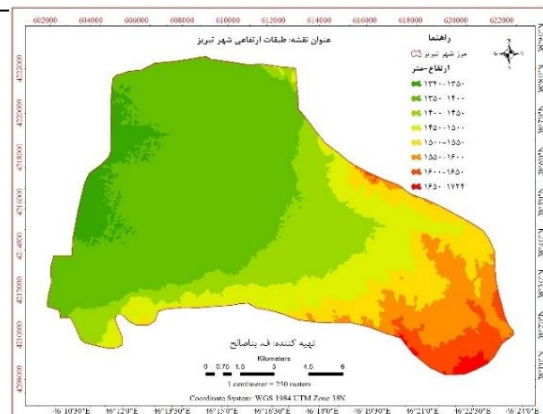
در ابتدا محدوده مورد نظر تبدیل به ماتریسی با سلول های هم اندازه می شود. مختصات مکانی ماتریس و اندازه هر پیکسل آن با توجه به معادله (۱)، روشن بوده و دارای واحد اندازه گیری است.

^۱ Inverse Distance Weighting

بیش‌ترین مساحت جهت شیب محدوده مورد مطالعه با توجه به جداول (۲) و (۳) و شکل (۴) مربوط به طبقه ۹ (جهت شمال غرب) می‌باشد و حداقل سطح جهت شیب مربوط به طبقه ۵ می‌باشد (شکل ۵).

جدول (۳): جدول توزیع درصد جهت شیب در شهر تبریز

ردیف	جهت شیب	مساحت (ha)	درصد	درصد تجمعی
۱	بدون جهت	۱۴۲۴/۴۰	۸/۳۵	۸/۳۵
۲	شمال	۱۰۰۴/۶۶	۵/۸۹	۱۴/۲۳
۳	شمال شرق	۱۷۹۹/۳۵	۱۰/۵۴	۲۴/۷۸
۴	شرق	۹۰۲/۲۸	۵/۲۹	۳۰/۰۷
۵	جنوب شرق	۹۲۵/۴۴	۵/۴۲	۳۵/۴۹
۶	جنوب	۱۷۳۹/۳۴	۱۰/۱۹	۴۵/۶۸
۷	جنوب غرب	۲۴۱۵/۱۲	۱۴/۱۵	۵۹/۸۳
۸	غرب	۲۸۹۳/۸۰	۱۶/۹۶	۷۶/۷۹
۹	شمال غرب	۳۹۶۰/۴۲	۲۳/۲۱	۱۰۰

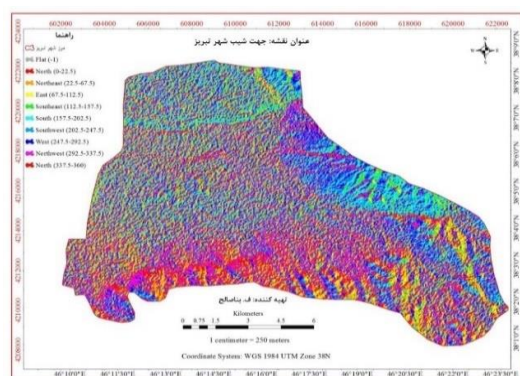


شکل (۳): نقشه طبقات ارتفاعی شهر تبریز

از دید و منظر کلی، استان آذربایجان شرقی در یک منطقه کوهستانی واقع شده است و از خصوصیات بارز اینگونه مناطق وجود دامنه‌هایی با شیب زیاد است. شیب زیاد زمین از عوامل محدود کننده در استقرار و توسعه فعالیت‌های انسانی محسوب می‌شود.

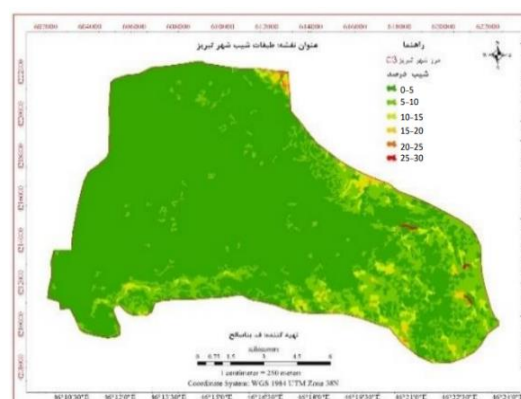
جدول (۲): جدول توزیع درصد شیب شهر تبریز

ردیف	طبقات شیب	مساحت (ha)	درصد	درصد تجمعی
۱	۰-۵	۱۳۴۷۷/۷۹	۷۸/۹۸	۷۸/۹۸
۲	۵-۱۰	۲۹۵۸/۹۰	۱۷/۳۴	۹۶/۳۲
۳	۱۰-۱۵	۴۸۲/۶۱	۲/۸۳	۹۹/۱۵
۴	۱۵-۲۰	۱۱۸/۳۵	۰/۶۹	۹۹/۸۴
۵	۲۰-۲۵	۱۱/۳۲	۰/۰۷	۹۹/۹۱
۶	۲۵-۳۰	۱۵/۲۵	۰/۰۹	۱۰۰



شکل (۵): نقشه جهت شیب شهر تبریز

اقلیم تبریز استپی خشک با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد است. سرمای زمستانی، تأثیر گرفته از ارتفاع بالا و توپوگرافی کوهستانی منطقه است. در مطالعه حاضر اطلاعات اقلیمی و آب و هواشناسی از ۴ ایستگاه سینوپتیک منتخب در استان آذربایجان شرقی استخراج گردیده است.

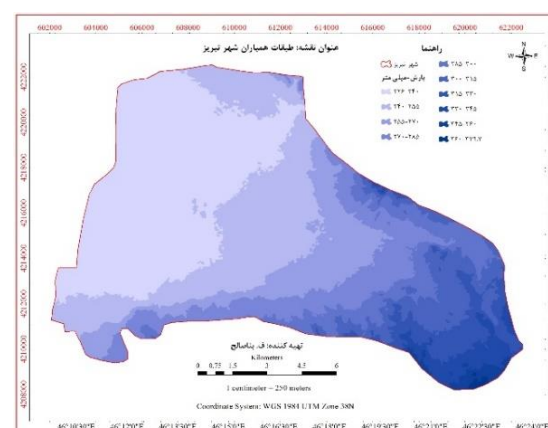


شکل (۴): نقشه طبقات شیب شهر تبریز

میانگین بارندگی سالیانه تبریز مانند بیش تر شهرهای ایران بسیار اندک و در حدود ۳۳۰/۱ میلی متر در سال است که در جدول (۴) ارائه گردیده است. بارندگی های استان عموماً به صورت باران ریزش نموده ولی بخش قابل توجهی از آن در فصل زمستان به صورت برف است. منظم بودن بارندگی های استان را می توان ویژگی برجسته ریزش های جوی آن دانست (شکل ۶).

جدول (۴): جدول ویژگی های بارندگی شهر تبریز

ردیف	طبقات همباران	مساحت (m ²)	درصد	درصد جمعی
۱	۲۲۶-۲۴۰	۵۸۰۹۸۵۶۸/۹۵	۳۴/۰۴	۳۴/۰۴
۲	۲۴۰-۲۵۵	۳۵۹۰۰۱۸۸/۹۵	۲۱/۰۴	۵۵/۰۸
۳	۲۵۵-۲۷۰	۱۸۳۵۳۸۲۶/۷۸	۱۰/۷۶	۶۵/۸۴
۴	۲۷۰-۲۸۵	۱۸۰۸۰۶۲۹/۵۲	۱۰/۵۹	۷۶/۴۳
۵	۲۸۵-۳۰۰	۱۲۲۳۷۴۸۶/۷۳	۷/۱۷	۸۳/۶۰
۶	۳۰۰-۳۱۵	۱۲۴۰۵۵۹۷/۶۹	۷/۲۷	۹۰/۸۷
۷	۳۱۵-۳۳۰	۸۳۴۳۶۶۱/۳۸۵	۴/۸۹	۹۵/۷۶
۸	۳۳۰-۳۴۵	۵۲۵۹۱۹۸/۳۵۱	۳/۰۸	۹۸/۸۴
۹	۳۴۵-۳۶۰	۱۶۷۵۵۸۴/۳۱۴	۰/۹۸	۹۹/۸۳
۱۰	۳۶۰-۳۷۹/۷	۲۹۸۴۵۹/۰۴۴۹	۰/۱۷	۱۰۰

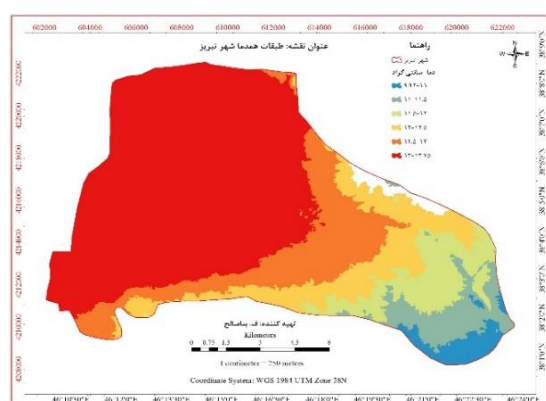


شکل (۶): نقشه همباران شهر تبریز

باتوجه به شرایط توپوگرافی و موقعیت آن نسبت به جریانات هوایی و همچنین عرض جغرافیایی، تغییرات سالانه متوسط دما در ۴ ایستگاه منتخب سینوپتیک استان آذربایجان شرقی (اطراف شهر تبریز) نشان داده شده است (جدول ۵). با نگاهی اجمالی به شکل (۷) مشخص می شود که میانگین دمای هوا در شهر تبریز ۱۳/۵ سانتی گراد است. در شهر تبریز عموماً مرداد ماه گرم ترین ماه و بهمن ماه سردترین ماه سال است.

جدول (۵): جدول ویژگی های دمایی شهر تبریز

ردیف	طبقات هم دما	مساحت (ha)	درصد	درصد جمعی
۱	۹,۹۳-۱۱	۴۶۷/۱۰	۲/۷۴	۲/۷۴
۲	۱۱-۱۱/۵	۹۹۷/۷۶	۵/۸۵	۸/۵۸
۳	۱۱,۵-۱۲	۱۶۲۵/۷۶	۹/۵۳	۱۸/۱۱
۴	۱۲-۱۲/۵	۱۹۷۳/۳۴	۱۱/۵۶	۲۹/۶۷
۵	۱۲,۵-۱۳	۲۴۹۲/۷۰	۱۴/۶۱	۴۴/۲۸
۶	۱۳-۱۳/۷۵	۹۵۰۸/۹۵	۵۵/۷۲	۱۰۰



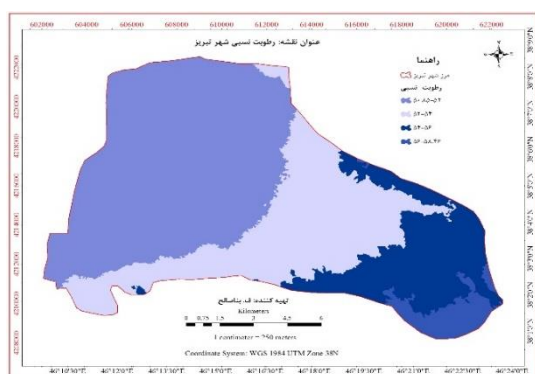
شکل (۷): نقشه هم دما شهر تبریز

با توجه به جدول (۶) و شکل (۸)، تغییرات تعداد روزهای یخبندان در ۴ ایستگاه سینوپتیک منتخب مشخص می شود که میانگین تعداد روزهای یخبندان با توجه به مورفولوژی بخش های مختلف استان تحت

برخوردار است. با توجه به شکل (۹)، میانگین رطوبت نسبی هوا در شهر تبریز ۵۱/۶ درصد می‌باشد (جدول ۷).

جدول (۷): جدول ویژگی‌های رطوبت نسبی شهر تبریز

ردیف	طبقات رطوبت نسبی	مساحت (ha)	درصد	درصد تجمعی
۱	۵۲-۵۰	۸۵۳۲/۱۷	۵۰	۵۰
۲	۵۴-۵۲	۴۹۰۵/۵۱	۲۸/۷۴	۷۸/۷۴
۳	۵۶-۵۴	۲۹۰۴/۶۴	۱۷/۰۲	۹۵/۷۶
۴	۵۶-۵۸/۴۶	۷۲۳/۴۱	۴/۲۴	۱۰۰



شکل (۹): نقشه رطوبت شهر تبریز

با توجه به جدول (۸) و شکل (۱۰)، توزیع فضایی و جغرافیایی عملکردهای مختلف در شهر تبریز شامل ۵ عملکرد کاربری بوده که کاربری شهری با ۷۲/۵ درصد بیش‌ترین سطح را شامل می‌شود و کاربری باغی-زراعی در مرتبه دوم کاربری اراضی قرار دارد.

جدول (۸): جدول وضعیت کاربری اراضی شهر تبریز

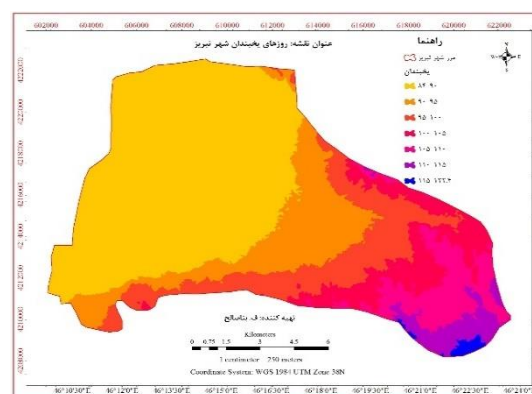
ردیف	نام کاربری	مساحت (ha)	درصد	درصد تجمعی
۱	باغی	۱۰۴۲/۵۶	۶/۱۱	۶/۱۱
۲	باغی-زراعی	۲۹۰۸/۱۵	۱۷/۰۴	۲۳/۱۵
۳	شهری	۱۲۲۹۵/۶۷	۷۲/۰۵	۹۵/۲۰
۴	مرتفع ضعیف	۶۳۱/۵۶	۳/۷۰	۹۸/۹۰
۵	مرتفع متوسط	۱۸۸/۲۷	۱/۱۰	۱۰۰

تأثیر فاکتورهای مختلف اقلیمی متفاوت بوده و مقدار آن در شهر تبریز تقریباً ۸۵ روز است.

جدول (۶): جدول ویژگی‌های روزهای یخبندان استان

آذربایجان شرقی

ردیف	طبقات روزهای یخبندان	مساحت (ha)	درصد	درصد تجمعی
۱	۸۴-۹۰	۸۷۲۶/۴۵	۵۱/۱۴	۵۱/۱۴
۲	۹۰-۹۵	۲۵۰۹/۰۷	۱۴/۷۰	۶۵/۸۴
۳	۹۵-۱۰۰	۲۲۶۷/۸۲	۱۳/۲۹	۷۹/۱۳
۴	۱۰۰-۱۰۵	۱۵۲۳/۹۵	۸/۹۳	۸۸/۰۶
۵	۱۰۵-۱۱۰	۱۳۱۴/۸۲	۷/۷۰	۹۵/۷۶
۶	۱۱۰-۱۱۵	۶۱۶/۷۳	۳/۶۱	۹۹/۳۸
۷	۱۱۵-۱۲۳	۱۰۶/۵۲	۰/۶۲	۱۰۰

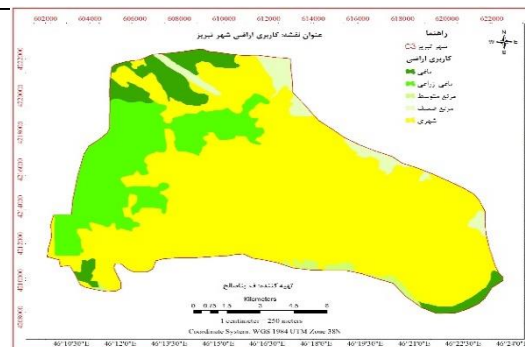


شکل (۸): نقشه روزهای یخبندان شهر تبریز

برای تهیه لایه ساعات آفتابی از مجموع ساعات آفتابی ده سال ایستگاه هواشناسی استفاده شد. بیش از ۴۵ درصد از سطح شهر تبریز دارای ۲۴۰۰-۲۳۰۰ ساعت در سال از تابش آفتاب بهره‌مند می‌شوند.

رطوبت نسبی یکی از عناصر سازنده جوی است که از جهات مختلف بر روی انسان، گیاه و حیوانات اثر دارد. شناخت وضع رطوبت نسبی هوا و توزیع ماهانه و سالانه آن برای برنامه‌ریزی کشت و انتخاب نوع مصالح و ابزارها برای سازه‌ها از اهمیت ویژه‌ای

بیش از ۶۰٪ می‌رسد. در این تحقیق داده‌های مورد استفاده آمار ساعتی مربوط به ۹ ایستگاه فعال سنجش آلودگی (شکل‌های (۱۲) و (۱۳)) مربوط به ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهر تبریز می‌باشد.

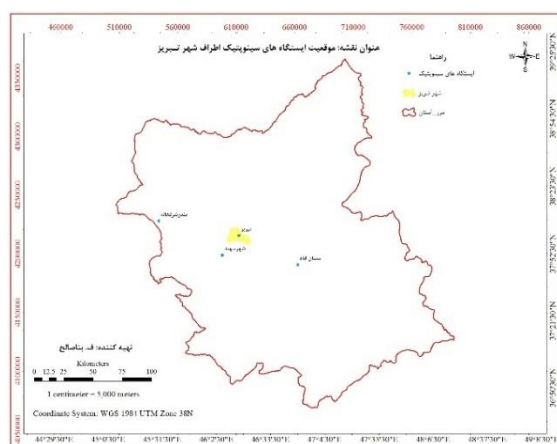


شکل (۱۰): نقشه وضعیت کاربری اراضی شهر تبریز

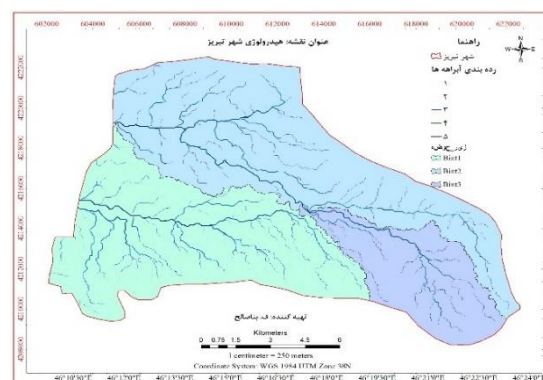
با توجه به آمار سیل‌های رخ داده در حوضه‌هایی که موقعیت آن‌ها در شکل (۱۱) نشان داده شده است، اغلب سیل‌ها در تیر ماه و مرداد ماه اتفاق افتاده‌اند. حالیکه در این دو ماه، کم‌ترین مقدار بارش سالانه را شاهد هستیم و بارش‌ها معمولاً به صورت رگبار و ناگهانی است که در فاصله زمانی کوتاهی باعث به راه افتادن سیل می‌شود (۱۷).



شکل (۱۲): موقعیت ایستگاه‌های سنجش آلاینده تبریز



شکل (۱۳): موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک تبریز



شکل (۱۱): نقشه هیدرولوژی و زیر حوضه‌های شهر تبریز

نتایج و بحث

توزیع زمانی و مکانی انواع گازهای آلاینده

مطالعه و پایش آلودگی هوا در مناطق شهری از اهمیت بالایی برخوردار است. برآوردهای جدید نشان می‌دهد که بیش از ۴۵٪ جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و تا سال ۲۰۳۰ این نرخ جمعیت به

توزیع آلاینده‌های گاز NO_2 در جدول (۹)، گاز CO در جدول (۱۰)، گاز O_3 در جدول (۱۱) و گاز SO_2 در جدول (۱۲) در مناطق شهر تبریز در مدت زمان ده ساله (۱۳۹۱-۱۴۰۱) در فصول سال ارائه شده است:

جدول (۹): جدول توزیع گاز (NO₂)

منطقه ماه	کم	متوسط	زیاد
فروردین	۷	۱,۲,۳,۵,۶,۹	۴,۸,۱۰
اردیبهشت	۴,۶,۷,۱۰	۱,۲,۳,۵,۹	۸
خرداد	۷	۱,۲,۳,۵,۶,۹	۱۰,۸,۴
تیر	۴,۶,۷,۱۰	۱,۲,۳,۵,۹,۱۰	۸
مرداد	۷	۶	۱,۲,۳,۴,۵,۷,۸,۹,۱۰
شهریور	۴,۶,۷	۱,۲,۵,۹,۱۰	۳,۸
مهر	۶,۷,۱۰	۱,۲,۳,۴,۵,۹	۸
آبان	۴,۶,۷,۱۰	۱	۲,۳,۵,۸
آذر	۳,۸	۶,۷,۱۰	۱,۲,۴,۵,۹
دی	۸	۴,۷,۶	۱,۲,۳,۵,۹,۱۰
بهمن	۳,۶,۷,۱۰	۲,۴,۵,۹	۱,۸
اسفند	۸	۳,۴,۶,۷	۱,۲,۵,۹,۱۰

جدول (۱۱): جدول توزیع گاز (O₃)

منطقه ماه	کم	متوسط	زیاد
فروردین	۸,۱۰	۹,۵,۴,۳,۲,۱	۷,۶
اردیبهشت	۸,۱۰	۹,۵,۴,۲,۱	۷,۶,۳
خرداد	۸,۱۰	۹,۵,۴,۳,۲,۱	۷,۶
تیر	۸,۱۰	۹,۶,۵,۴,۳,۲,۱	۷,۳
مرداد	۸,۱۰	۶,۴	۹,۷,۵,۳,۲,۱
شهریور	۸,۱۰	۹,۶,۵,۴,۳,۲,۱	۷
مهر	۸,۱۰	۹,۵,۴,۳,۲,۱	۷,۶
آبان	۱۰,۹,۸,۵,۴,۳,۲,۱	۶	۷
آذر	۱۰,۹,۸,۵,۳,۲,۱	۶,۴	۷
دی	۸,۷,۳,۱	۱۰,۹,۶,۵,۲	۴
بهمن	۱۰,۹,۸,۵,۴,۳,۲,۱	۶	۷
اسفند	۱۰,۸,۳,۱	۶,۴	-

جدول (۱۰): جدول توزیع گاز (CO)

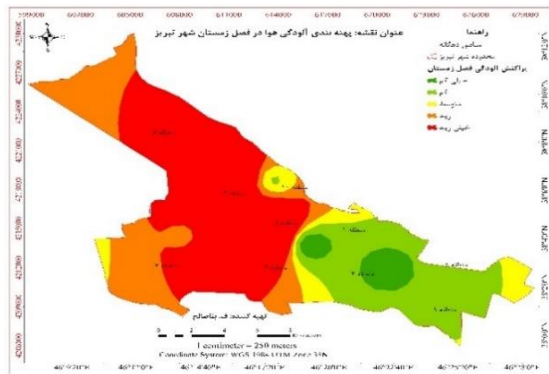
منطقه ماه	کم	متوسط	زیاد
فروردین	۸,۱	۲,۴,۵,۶,۹	۳,۷
اردیبهشت	۱,۲	۳,۵,۸,۹	۴,۶,۷,۱۰
خرداد	۱,۷	۲,۴,۵,۶,۹	۳,۸,۱۰
تیر	۱,۲	۵,۹	۳,۴,۶,۷,۸,۱۰
مرداد	۱,۲	۵,۹	۳,۴,۶,۷,۸,۱۰
شهریور	۱,۲	۵,۹	۳,۴,۶,۷,۸,۱۰
مهر	۱,۳	۲,۵,۹	۴,۶,۷,۸,۱۰
آبان	۳	۱,۲,۵,۹	۴,۶,۷,۸,۱۰
آذر	۱,۲,۳,۵,۹	۴,۶,۱۰	۷,۸
دی	۱,۲,۵,۹	۳,۶,۷	۴,۸,۱۰
بهمن	۱۰	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۹	۷,۸
اسفند	۳	۱,۲,۴,۶,۵,۷,۸,۹,۱۰	-

جدول (۱۲): جدول توزیع گاز (SO₂)

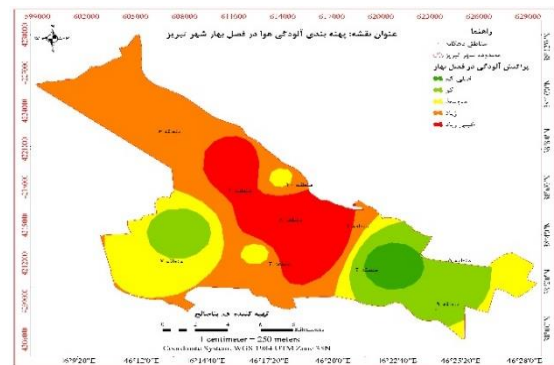
منطقه دما	کم	متوسط	زیاد
فروردین	۷	۶,۴	۱۰,۹,۸,۵,۳,۲,۱
اردیبهشت	-	۱۰,۸,۶,۴	۷
خرداد	۹,۵,۳,۲,۱	۱۰,۹,۸,۵,۴,۳,۲,۱	۸,۷,۶
تیر	۹,۵,۳,۲,۱	۱۰,۹,۸,۵,۲	۷
مرداد	۵,۳,۲,۱	۱۰,۸,۶,۴	۷
شهریور	۱۰,۹,۵,۳,۲,۱	۱۰,۸,۶	۷,۴
مهر	۵,۳,۲,۱	۸,۶,۴	۷
آبان	۹,۵,۳,۲,۱	۱۰,۹,۸,۶,۴	۷
آذر	۵,۳,۲,۱	۱۰,۸,۴	۷,۶
دی	۳,۱	۱۰,۹,۸,۵,۲	۷,۶,۴
بهمن	۹,۵,۲,۱	۱۰,۸,۴	۷,۶,۳
اسفند	۹,۸,۵,۳,۲,۱	۶	۴

- توزیع فصلی آلودگی هوای تبریز

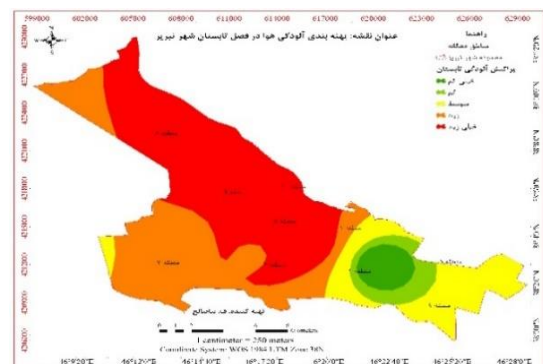
میزان آلودگی فصلی شهر تبریز در دوره مورد مطالعه (۱۳۹۱-۱۴۰۱) بر اساس آمارهای ۹ ایستگاه آلودگی سنجی به دست آمده است. نقشه های پهنه بندی آلودگی هوا در شکل های (۱۴)، (۱۵)، (۱۶) و (۱۷) از طریق نرم افزار Arc GIS به دست آمدند و مورد مقایسه و تحلیل قرار گرفتند.



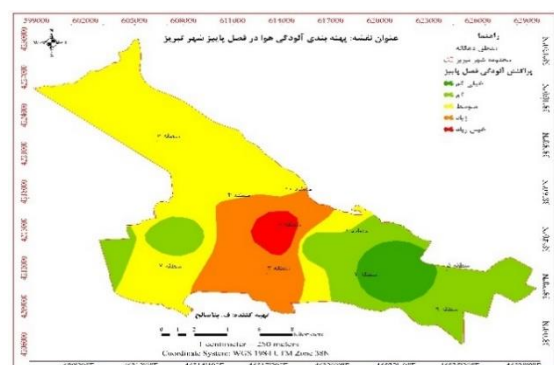
شکل (۱۷): پهنه بندی آلودگی فصل زمستان شهر تبریز



شکل (۱۴): پهنه بندی آلودگی در فصل بهار شهر تبریز

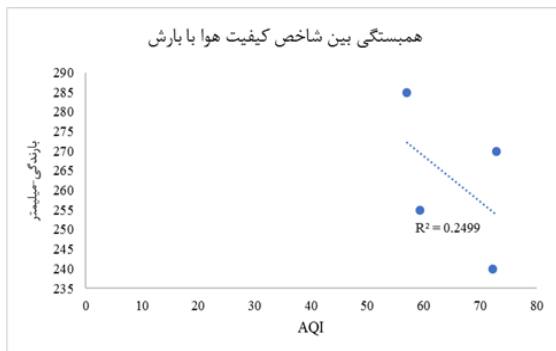


شکل (۱۵): پهنه بندی آلودگی در فصل تابستان شهر تبریز



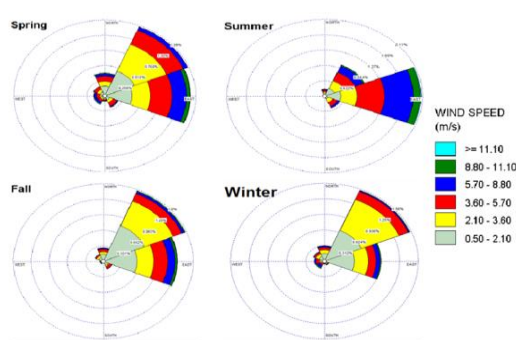
شکل (۱۶): پهنه بندی آلودگی فصل پاییز شهر تبریز

- بررسی نقش عناصر اقلیمی در آلودگی هوا
تغییرات آب و هوایی و تغییر الگوی جوی، وارونگی دمایی از عوامل موثر در افزایش آلودگی هوای شهرها می باشند. شهر تبریز به علت توپوگرافی خاص خود مانند یک گودال از سه جهت شمال، شرق و جنوب به ارتفاعات و از سمت غرب به دشت تبریز محدود می شود که این عوامل به انتقال آلاینده ها بر روی این شهر و محصور شدن در آنجا منجر می گردد. با توجه به نقشه شکل (۱۸) با افزایش ارتفاع از میزان آلودگی کاسته می شود ولی این ارتباط خطی و مستقیم نیست. هر کدام از نقاط موجود در شکل (۱۹) نشان دهنده تعداد آلاینده های مورد مطالعه در این تحقیق می باشد و نوع ارتباط هم بستگی این آلاینده ها با متغیر مستقل شاخص کیفیت هوا (AQI) و متغیرهای وابسته (عوامل اقلیمی مورد نظر) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.



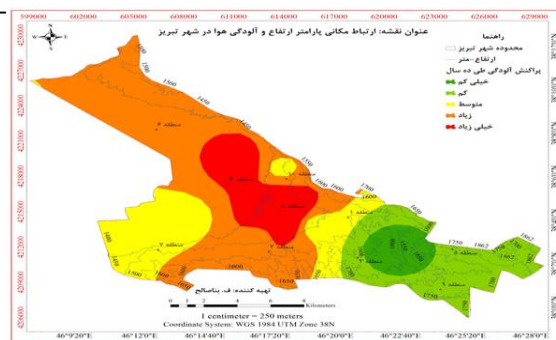
شکل (۲۱): نمودار ضریب همبستگی بین شاخص کیفیت هوا با بارش
با بارش

جهت باد غالب در منطقه شمال شرقی و شرقی می‌باشد. با توجه به سرعت بالای باد در فصل بهار و تابستان آلودگی‌های سمت شرقی به طرف شهر حرکت می‌کنند و موجب افزایش غلظت آلاینده‌ها می‌گردد. به دلیل استقرار صنایع آلاینده در غرب تبریز، افزایش آلودگی در فصل سرد سال دیده می‌شود زیرا سرعت بالای بادهای جنوب غربی و غربی، مخصوصاً در فصل سرد سال، می‌تواند این آلودگی‌ها را پراکنده و به اطراف شهر تبریز حمل کنند (شکل (۲۲)). شکل (۲۳)، نشان می‌دهد همبستگی معناداری بین شاخص کیفیت هوا با عامل جهت باد در شهر تبریز وجود دارد.

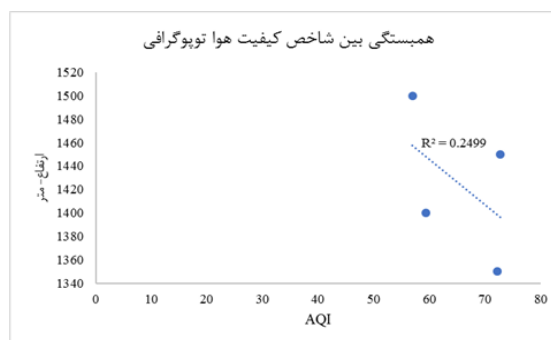


شکل (۲۲): جهت وزش باد برای ایستگاه سینوپتیک شهر تبریز

فصلنامه آلودگی‌های محیطی و توسعه پایدار شهری

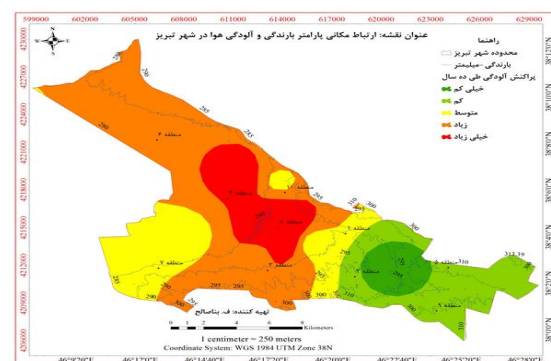


شکل (۱۸): نقشه ارتباط مکانی پارامتر ارتفاع و آلودگی هوا



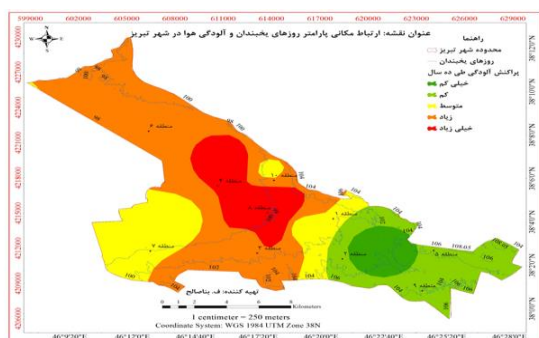
شکل (۱۹): نمودار ضریب همبستگی بین شاخص کیفیت هوا با توپوگرافی

آلودگی هوا در کلان شهرهایی چون تبریز می‌تواند در کاهش میزان بارندگی در فصول مختلف سال نقش بسزایی داشته باشد (شکل (۲۰)). آلودگی هوا نه تنها بر میزان بارش، بلکه بر نوع ابرهایی که در یک منطقه شکل می‌گیرد و نیز بر میزان رطوبت آن منطقه مؤثر است (۱۸). همبستگی نشان داده شده در شکل (۲۱)، بیان کننده وجود همبستگی معنی دار بین پارامتر اقلیمی بارندگی و شاخص کیفیت هوا می‌باشد.

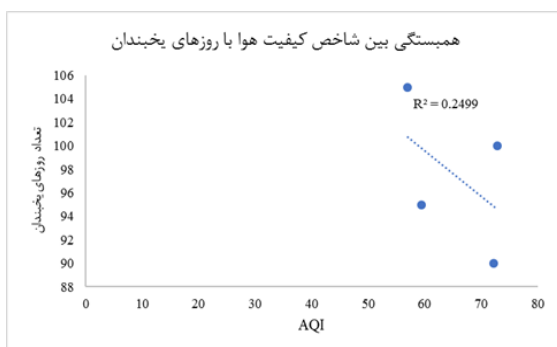


شکل (۲۰): نقشه ارتباط مکانی پارامتر بارندگی و آلودگی هوا

رابطه مستقیم و معنی‌داری بین وارونگی دمایی با تشدید غلظت آلاینده‌ها وجود دارد. به دلیل اهمیت این موضوع در شهر تبریز، ارتباط وارونگی‌های دمای این شهر از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۱ مورد بررسی قرار گرفت و نتایج در شکل‌های (۲۶) و (۲۷) نشان داده شده است، کاهش دما و افزایش روزهای یخبندان موجب افزایش آلودگی در منطقه مطالعاتی می‌شود.

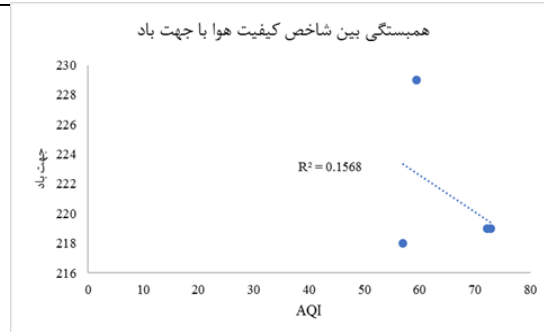


شکل (۲۶): ارتباط مکانی پارامتر یخبندان و آلودگی هوای شهر تبریز



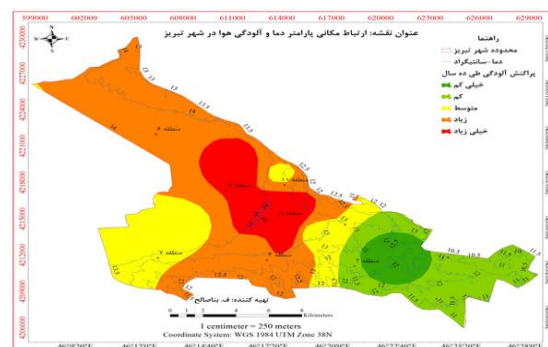
شکل (۲۷): نمودار ضریب هم‌بستگی بین شاخص کیفیت هوا با روزهای یخبندان

رطوبت نسبی از دیگر پارامتر مورد مطالعه در تاثیر آن در میزان آلودگی هوای شهر تبریز می‌باشد. در تحلیل‌های هم‌بستگی شکل‌های (۲۸) و (۲۹)، مشخص گردید با افزایش رطوبت نسبی هوا از میزان آلودگی هوا کاسته شده است.

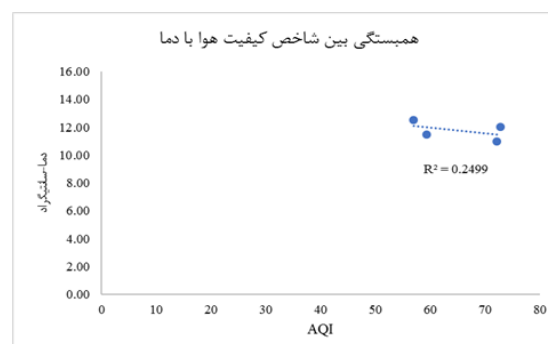


شکل (۲۳): نمودار ضریب هم‌بستگی بین شاخص کیفیت هوا با جهت باد

با توجه به شکل‌های (۲۴) و (۲۵)، آلاینده مونوکسید کربن با افزایش دما افزایش می‌یابد (ارتباط مستقیم) و بر عکس میزان گاز دی‌اکسید گوگرد با افزایش دما کاهش می‌یابد (ارتباط معکوس) (۱۹).

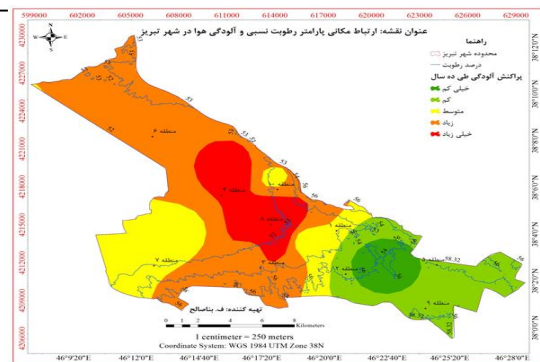


شکل (۲۴): ارتباط مکانی پارامتر دما و آلودگی هوای شهر تبریز

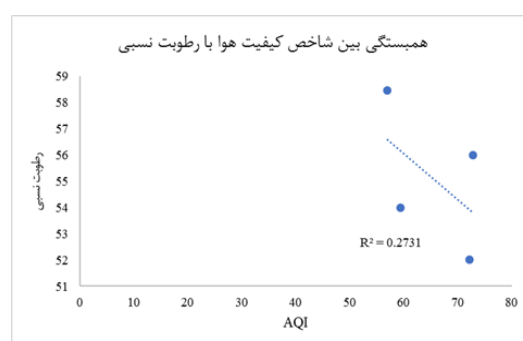


شکل (۲۵): نمودار ضریب هم‌بستگی بین شاخص کیفیت هوا با دما

GIS تهیه گردید. نتایج نشان داد علاوه بر موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی شهر تبریز به ویژه قرار گرفتن کوه‌های زینال و عینال در سمت شمال غربی، کاربری‌های تجاری، اداری و صنعتی، سرانه پایین معابر و فضای سبز از عمده‌ترین عوامل ایجاد آلودگی در نواحی مرکزی و غربی شهر تبریز می‌باشد. همچنین بیش‌ترین تراکم آلودگی در شهر متعلق به شمال شرق، شرق و مرکز تبریز است، جایی که در آن بافت فرسوده شهر نیز وجود دارد. از سوی دیگر نواحی پیرامونی شهر با ازدحام کم‌تر و تراکم پایین ترساختمانی دارای کم‌ترین آلودگی می‌باشند. بر اساس نتایج حاصل از پژوهش، کیفیت هوای شهر تبریز طی ده سال گذشته در فصل بهار و زمستان به نحوی بود که در سمت شرق و شمال شرق شهر، شاخص کیفیت آلودگی هوا (AQI) عدد بالایی را نشان می‌دهد به عبارتی هوای این محدوده‌ها مطلوبیت کم‌تری نسبت به سایر مناطق شهر داشته اما در کل هوا کیفیت سالمی داشته است. بررسی‌های انجام گرفته در این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش ارتفاع، از میزان پراکنش آلاینده‌های مورد مطالعه کاسته می‌شود، ولی این نوع کاهش، دارای ارتباط هم‌بستگی خطی نمی‌باشد. در صورت وجود بارش‌های مکنفی در منطقه، از شدت آلاینده‌ها کاسته می‌شود که نشان دهنده ارتباط هم‌بستگی معکوس بین عامل اقلیمی بارش و آلاینده‌های مورد مطالعه است. نتایج همچنین نشان داد، در سرعت‌های بالاتر باد و مدت زمانی که بادی وجود ندارد، پراکنش آلاینده‌ها در سطح شهر به صورت نامنظم می‌باشد، در حالیکه در سرعت‌های متعادل باد و همسو با جریان‌های غالب بادی منطقه، از شدت ماندگاری آلاینده‌ها کاسته می‌شود.



شکل (۲۸): ارتباط مکانی پارامتر رطوبت نسبی و آلودگی هوای شهر تبریز



شکل (۲۹): نمودار ضریب هم‌بستگی بین شاخص کیفیت هوا با رطوبت نسبی

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به منظور بررسی روابط مکانی بین عوامل اقلیمی و آلودگی هوا در ۱۰ سال گذشته شهر تبریز انجام گرفته است. روش تحقیق توصیفی و تحلیلی و نوع اطلاعات اسنادی - کتابخانه‌ای می‌باشد. در این راستا از پنج پارامتر آلاینده جوی SO_2 ، NO_2 ، O_3 و CO به عنوان متغیرهای مستقل و از شاخص کیفیت هوا (AQI) به عنوان متغیر وابسته استفاده گردید. برای سنجش آلودگی هوای شهر تبریز در کلیه ماه‌ها و فصل‌های سال و در بازه زمانی ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۱ از تکنیک درون‌یابی IDW استفاده شد. سپس نقشه‌های ارتباط کیفیت هوای شهر با پارامترهای اقلیمی با استفاده از روش روی هم‌گذاری در نرم‌افزار

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافع برای اعلام ندارند.

منابع

- [1] Rodrigue, J.P., 2016, The geography of transport systems. 4th Edition, Routledge, pp. 454.
- [2] Ernani, M.Z., Ashraf, Z.G., 2013, Assessment of land cover changes in arid lands using ASTER and ETM+ sensors (Case study: Marvast Plain, Yazd Province), Desert Management, 1, 39. (in Persian)
- [3] Couture, T., Busch, H., Hansen, T., Leidreiter, A., 2019, Renewables in cities. 2019 global status report, REN21.
- [4] Shokrzadeh, M., Poorhossein, M., Nasri Nasr Abadi, N., Veisi, F., Koshki, Z., 2013, Epidemiologic study of mortality rate from carbon monoxide poisoning recorded in Mazandaran department of forensic medicine, 2009-2011, Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 23, 86. (in Persian)
- [5] Velayati, S., Kadivar, A.A., 2006, Environmental problems of forests and pastures in Iran and the consequences, Journal of Geography and Regional Development, 7, 53. (in Persian)
- [6] D'Amato, G., Pawankar, R., Vitale, C., Lanza, M., Molino, A., Stanziola, A., D'Amato, M., 2016, Climate change and air pollution: Effects on respiratory allergy, Allergy Asthma Immunology Research, 8, 391.
- [7] Allahabadi, A., Asoor, A.A., 2011, Measuring the air pollutants in Sabzevar, Iran, Journal of Sabzevar University of Medical Sciences, 18, 140. (in Persian)
- [8] Ghorbani Sepehr, A., Amraie, M., Ghaloojeh, M., Daneshvar, P., 2020, Investigating the effect of climate change on air pollution in metropolises, Geography and Human Relationship, 3, 330. (in Persian)
- [9] Mansouri, B., Hamidian, A.H., 2013, Assessment of the air quality of Isfahan city, Iran, using selected air quality parameters, Iranian Journal of Toxicology, 7, 842.
- [10] Ramezani, N.A., Alijani, B., Borna, R., 2018, Explaining the effects of climate elements in Tehran's metropolis air Quality, با افزایش عامل اقلیمی دما، آلاینده‌هایی همچون گاز مونوکسیدکربن به صورت تدریجی افزایش می‌یابد که نشان دهنده وجود ارتباط هم‌بستگی مستقیم بین دما و گاز مونوکسید کربن است؛ در حالیکه با افزایش دما، از شدت پراکنش گاز دی اکسیدگوگرد کاسته می‌شود که نشان دهنده وجود ارتباط همبستگی معکوس بین این آلاینده و عامل اقلیمی دما است. همچنین مشخص گردید، با افزایش میزان رطوبت نسبی هوا، شدت پراکنش و ماندگاری آلاینده‌های مورد مطالعه کاهش می‌یابد. در مجموع طی سال‌های مورد مطالعه، شاخص کیفیت هوای شهر تبریز به شرایط ناسالم نرسیده، ولی با این وجود غلظت آلاینده‌های هوا در روزهایی از سال با توجه به شرایط آب و هوایی (وارونگی دمایی، جهت وزش باد) افزایش یافته و منجر به گسترش آلودگی هوا گردیده است.
- به منظور ادامه روند مطالعه گسترده‌تر در این زمینه و ارائه خط فکری جهت مسیر آینده پژوهش‌های مرتبط پیشنهاداتی مطرح گردید. به نظر می‌رسد علاوه بر پارامترهای اقلیمی سایر پارامترها از جمله پارامترهای شهرسازی و حجم ترافیک بصورت همزمان با پارامترهای اقلیمی منجر به استخراج داده‌های مفیدتری در این بازه خواهد بود. ارزیابی مکان‌های مناسب جهت استقرار ایستگاه‌های جدید سنجش آلودگی در سطح شهر تبریز نیاز به مطالعات بیشتر دارد. کالیبراسیون آنالیزورهای دستگاه‌های سنجش آلودگی هوا در ایستگاه‌های شهر تبریز در بازه‌های زمانی مناسب پایش گردیده و همچنین پیشنهاد می‌گردد در تمامی ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا، سنجنده‌های آلودگی شاخص هوا نصب گردد.

- and urban pollution in Tabriz, *Journal of Environmental Hazards Management*, 5, 217.
- Geographical Researches Quarterly Journal, 33, 154. (in Persian)
- [11] Rezaeyan, M., 2022, Comparison of development trends of Tehran and Isfahan cities and its effects on vegetation, climate and air pollution using GEE, Giovanni, *Journal of Nature and Spatial Sciences*, 2, 143.
- [12] Mousavi, A., Ardalan, A., Takian, A., Ostadtaghizadeh, A., Naddafi, K., Massah Bavani, A., 2020, Climate change and health in Iran: A narrative review, *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 18, 367.
- [13] IPCC, 2007: Climate change 2007: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Geneva, Switzerland, pp. 104.
- [14] Ghasemibactash, A., Mirhashemi, H., Rasouli, A., 2015, Effect on planetary climate modeling precipitation indices in East Azarbaijan case study: city of Tabriz, *Geography and Environmental Planning*, 56, 187. (in Persian)
- [15] Dinpazhooh, Y., Niazi, F. Mofid, H., 2015, Trend analysis and considering effect of meteorological parameters in Tabriz, *Journal of Geography and Planning*, 19, 145.
- [16] Shafaati, A., Valizadeh, R., Rahimi, A., Panahi, A., 2022, Compilation of the effective indicators of the smart city in the intermediate development of the 8th district of Tabriz, *Journal of Sustainable City*, 5, 125.
- [17] Choubin, B., Sajedi Hosseini, F., Rahmati, O., Mehdizadeh Youshanloei, M., Jalali, M., 2022, Temporal and spatial variation of dust days in Western Azarbaijan Province, determination of the influencing factors and source of events, *Journal of Desert Management*, 10, 71. (in Persian)
- [18] Sobhani, B., Shokrzadeh Fard, E., Piroozi, E., 2018, Evaluation and zoning of air pollution using AHP and ANP methods. Case study: Tabriz city. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 8, 153. (in Persian)
- [19] Khorshiddoost, A.M., Mohammadi, G.H., Aghlmand, F., Hosseini Sadr, A., 2018, Descriptive-statistical analysis of the relationship between atmospheric conditions

“Research article”

The spatial relationship between climatic factors and air pollution in the last 10 years of Tabriz city

Fahimeh Banasaleh¹, Mohammad Ebrahim Ramazani^{2*}, Ziba Beheshti³

¹Environmental Health Unit of Health Care of Tabriz City, Tabriz, Iran

²Department of Environmental Engineering, Research Center for Sustainable Development Management of Urmia Lake and Aras River Basin, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

³Land Evaluation and Environmental Planning, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*Corresponding author: ramazani@iaut.ac.ir

(Received: 25 January 2024, Accepted: 17 February 2024)

Abstract

Air pollution poses a significant threat to many cities in Iran, with Tabriz the bustling metropolis, being particularly affected. Factors such as rapid population growth, rural migration, industrial expansion, vehicular density, topographical features and natural factors have collectively contributed to Tabriz becoming one of Iran's most polluted cities. Beyond human-related factors, geographical factors including location, topography, and temperature inversions also play a crucial role in exacerbating air pollution in Tabriz. In this research, descriptive research methods drawing from meteorological and air pollution data sources were employed to investigate the spatial relationship between climatic factors and air pollution in Tabriz. By collecting and analyzing information from meteorological stations in Tabriz and air quality measurement stations related to Tabriz, we created integrated maps using Geographical Information System (GIS) software. These maps visually depicted pollution distribution and zoning. According to the results of the research, a significant spatial relationship and correlation exist between meteorological parameters and air pollution parameters. Additionally, the distribution of air pollution parameters across the surface of Tabriz city reveals that the highest pollution levels, attributed to polluting gases such as SO₂, NO₂, O₃, and CO, occur in the western and central parts of the city. Conversely, suspended particles contribute to the most pollution in the eastern side of Tabriz. Furthermore, the seasonal quality index indicates that summer and spring experience the least air pollution, while autumn and winter exhibit the highest levels.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Spatial relationship, Climatic factors, Air pollution, Significant correlation, Tabriz