



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

دوره ۱، شماره ۲، پیاپی ۲
تابستان ۱۴۰۳، صفحات ۶۳-۴۹

"مقاله پژوهشی"

تحلیل همبستگی فضایی آلودگی هوا و بیماری آسم در دوره ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۱ (شهر تبریز)

مریم‌السادات حشمتی^۱، محمد ابراهیم رضانی^{۲*}، زیبا بهشتی^۳

^۱ دانش آموخته گروه آموزشی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، 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
* نویسنده مسئول مکاتبات: ramazani@iaut.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۱۲، پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۲/۲۳)

چکیده

مطالعات اپیدمیولوژیک زیادی در سال‌های اخیر در نقاط مختلف جهان در جهت مشخص کردن رابطه بین اثرات آلودگی هوا و سلامت انسان‌ها انجام شده است. نتایج بیانگر این است که، افزایش آلودگی هوا بر افزایش عفونت‌های دستگاه تنفسی تاثیر مشخص و قابل ملاحظه‌ای دارد. شهر تبریز به عنوان یکی از شهرهای آلوده کشور محسوب می‌شود، بطوریکه آلودگی هوا به طور جدی سلامتی ساکنین این شهر را تهدید می‌نماید. مطالعه حاضر با هدف مشخص نمودن رابطه عوامل مختلف آلودگی هوا و تأثیر آن بر تعداد بیماران مبتلا به آسم در شهر تبریز انجام شده است. بدین منظور اطلاعات آماری آلاینده‌ها، مربوط به ذرات معلق با قطر کم‌تر از ۱۰ میکرون (PM₁₀)، ازن (O₃)، دی‌اکسید گوگرد (SO₂)، دی‌اکسید نیتروژن (NO₂) و مونوکسید کربن (CO) برای کلیه ماه‌های سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۱، از پنج ایستگاه سنجش آلاینده‌های هوای شهر گردآوری و سپس این اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار ARC GIS در مقایسه با شاخص استاندارد آلودگی هوا (PSI) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان داد که غلظت آلاینده‌ها در مناطق ۱، ۱۰ و ۴ به ترتیب کم، متوسط و زیاد است. نتایج نشان داد بین غلظت گاز SO₂ و فراوانی بیماران مبتلا به آسم رابطه مکانی مستقیم وجود دارد. نظر به توزیع آلودگی گاز O₃ در سطح شهر تبریز، بیش‌ترین غلظت آلودگی این گاز در ضلع غربی و قسمتی از مرکز شهر بوده و در این محدوده‌ها تعداد افراد مبتلا به بیماری آسم بیش‌تر بوده است. بنابراین بین فراوانی بیماران مبتلا به آسم و غلظت گاز O₃ در سطح شهر تبریز رابطه مستقیم مکانی دیده شد. توزیع آلودگی ذرات PM₁₀ در سطح شهر تبریز در مرکز شهر بیش‌تر بوده و بیش‌ترین فراوانی بیماران مبتلا به آسم در محدوده این مناطق قابل رویت است. بنابراین بین میزان آلودگی ذرات PM₁₀ با تعداد افراد مبتلا به بیماری آسم نیز رابطه مستقیم مکانی وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، بیماری‌های تنفسی، نرم‌افزار ARC GIS، شاخص استاندارد آلودگی هوا، تبریز

مقدمه

گسترش شهرها، توسعه مهاجرت، گسترش نامناسب صنایع و بی توجهی به مکان آن از عوامل مهم افزایش آلودگی‌های محیطی می‌باشد. آلودگی هوا یک فاکتور مهم محیطی برای جهان و سلامت عمومی محسوب می‌شود که با افزایش هزینه‌های پزشکی و میرایی همراه است. برآورد می‌شود، این عامل علت ۸۰۰۰۰۰ مرگ زودرس در سراسر جهان می‌باشد (۱). آلودگی هوا پس از استعمال دخانیات، دومین عامل اصلی مرگ‌های ناشی از بیماری‌های غیر واگیر محسوب می‌شود و با افزایش ریسک ابتلاء به بیماری‌های حاد، مزمن و مرگ در ارتباط است. در گزارش سازمان بهداشت جهانی در خصوص کیفیت هوای جهان در سال ۲۰۲۲ در بین ۱۳۱ کشور که مجهز به ایستگاه سنجش آلاینده هستند، ایران از منظر آلاینده‌گی ۲/۵ PM (ذرات معلق با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون)، در رتبه ۲۱ آلودگی قرار دارد. بر اساس آخرین گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO^۱) در سال ۲۰۲۰، آلودگی هوای آزاد و هوای داخل، سالیانه به بیش از ۷ میلیون مرگ زودرس در جهان منجر می‌شود (از هر صد مرگ، نه مرگ منتسب به آلودگی هوا است). آلودگی هوا نشانه ناپایداری سیستم‌های آلاینده هست. در واقع به واسطه عدم توجه به پایدار بودن توسعه، مشکلات محیط زیستی که یکی از آن‌ها آلودگی هوا است پیش می‌آید (۲). آلودگی هوا در درجه اول به صورت کاهش سطح عملکرد فرد در فعالیت‌های روزمره، انواع بیماری‌های تنفسی و بیماری‌های قلبی و ریوی خود را نشان داده و در نهایت مرگ و میر زودرس را سبب می‌شود (۳). حضور مداوم در مناطقی با غلظت بالای

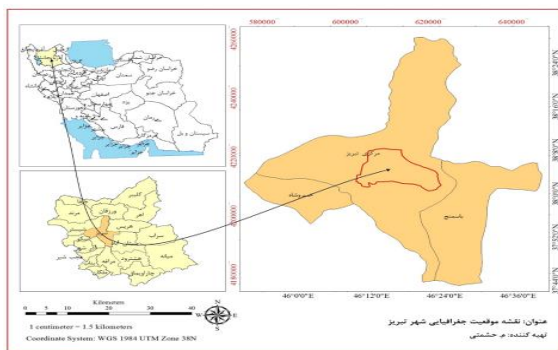
آلاینده‌های هوا، می‌تواند باعث تشدید بیماری‌های تنفسی گردد. از انواع بیماری‌های تنفسی مرتبط با آلودگی هوا می‌توان آسم، برونشیت، آمفیزم، پنومونی و بیماری انسدادی مزمن ریوی را نام برد (۴). طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت بر روی بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا، ۸۹ درصد از کل مرگ‌های مربوط به آلودگی هوا در اثر بیماری‌های قلبی - تنفسی می‌باشد. مؤسسه بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC)^۲ در سازمان جهانی بهداشت، آلودگی هوا و ذرات معلق آن را به عنوان ترکیبات سرطان‌زا طبقه‌بندی کرده‌اند. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی سالانه حدود ۷ میلیون نفر در اثر بیماری‌های مربوط به آلودگی هوا جان خود را از دست می‌دهند (۵). یکی از اقدامات مؤثر در کنترل کیفیت هوا، تعیین میزان واقعی آلاینده‌ها و کیفیت هوا در مقایسه با شرایط استاندارد، یعنی شاخص‌هایی نظیر شاخص کیفیت هوا، شاخص آلودگی هوا و شاخص استاندارد آلودگی می‌باشد. بر پایه این اطلاعات می‌توان به وضع اقدامات پیشگیرانه در موارد نامطلوب کیفیت هوا اقدام نمود (۶ و ۷). با توجه به اینکه شهر تبریز به عنوان یکی از شهرهای آلوده ایران از نظر وضعیت هوا همیشه مطرح بوده (۸ و ۹) و آلودگی هوا به طور جدی سلامتی ساکنین این شهر را تهدید می‌کند، بنابراین تحقیق در زمینه ارتباط بیماری‌های تنفسی با آلودگی هوا و بررسی رعایت استانداردهای مختلف در زمینه‌های مختلف صنعتی و فضای سبز در ارائه راهکارهای مناسب در جهت مقابله با افزایش بیماری‌های تنفسی می‌تواند مثمر ثمر باشد. مطالعات به عمل آمده نشان می‌دهد در سال‌های اخیر مطالعه جامع و کامل در مورد

^۱ World Health Organization^۲ International Agency for Research on Cancer

ارتباط بین آلودگی هوا و سلامت در شهر تبریز انجام نگرفته است. نتایج نشان دهنده این اهمیت می‌باشند که ارتباط مستقیم و معناداری بین افزایش غلظت حضور آلاینده‌های هوای محیط با میزان ابتلا به بیماری‌های تنفسی در سطح شهر تبریز وجود دارد. در این تحقیق سعی بر آن است که نسبت به بررسی و تعیین ارتباط بین آلودگی هوای تبریز و ارتباط آن با بیماری‌های مرتبط اقدام شود. نتایج این تحقیق به عنوان یک گام اساسی برای کارشناسان و محققان کشور در مدیریت کیفیت هوا و شناسایی مناطق بحرانی و آلوده کننده هوا خواهد بود که می‌تواند برای تصمیم‌گیری و مدیریت آلودگی هوا و همچنین در تهیه طرح‌های تفصیلی به کار گرفته شود.

روش تحقیق

از آنجا که هدف این تحقیق بررسی ارتباط مکانی بین میزان آلودگی هوای شهر تبریز و تاثیر آن بر افزایش تعداد مبتلایان به بیماری آسم می‌باشد، از این رو بخشی از مطالعات به صورت کتابخانه‌ای بوده و اطلاعات مورد نیاز، با توجه به آمار ارائه شده توسط سایت سازمان هواشناسی کشور، سالنامه‌های سازمان هواشناسی کشور و ادارات و نهادهای مرتبط استخراج گردید. اطلاعات مربوط به وضعیت کیفی آلاینده‌های هوای شهر تبریز، با مراجعه به اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان شرقی تهیه گردید. شاخص‌های مورد مطالعه عبارت‌اند از: NO_2 ، SO_2 ، O_3 ، PM_{10} و CO . داده‌های مربوط به کمیت بیماران مبتلا به آسم، از مراکز بهداشت و بیمارستان‌های شهر تبریز دریافت گردید. بنابراین مطالعه شامل دو مرحله بوده است: مرحله اول شامل تعیین آلودگی نسبی مناطق و تعیین آلوده‌ترین مناطق و همراه با آن تعیین شاخص‌هایی

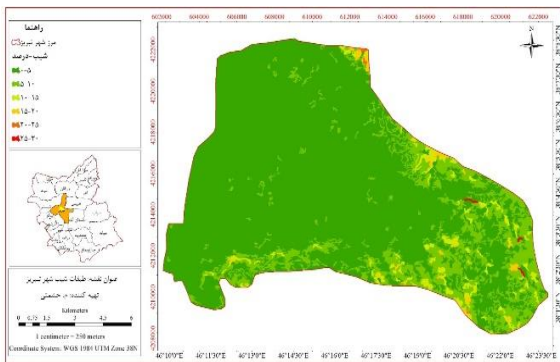


شکل (۱): نقشه موقعیت جغرافیایی شهر تبریز

- جامعه آماری

جامعه هدف در این تحقیق آمار و اطلاعات ارائه شده از طرف واحدهای درگیر و مرتبط مانند مرکز بهداشت شهرستان تبریز، بیمارستان‌های سطح شهر

ارتفاعات در بخش شمالی و جنوبی و تپه های مارنی شرقی، شیب دارتر (بین ۵ تا ۳۰ درصد) می شوند. میانگین شیب شهر ۷ درصد است (جدول (۲))، در جنوب دشت تبریز رشته کوه سهند قرار دارد که دارای شیب ملایمی می باشد و در قسمت شمالی آن ارتفاعات عون بن علی قرار دارند که با شیب تند و جهت گیری غربی- شرقی می باشند (شکل (۳)).

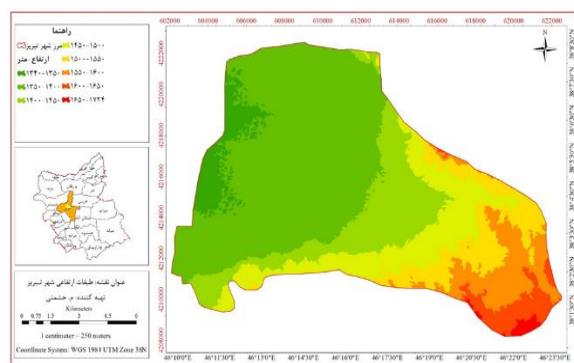


شکل (۳): نقشه شیب شهر تبریز

تبریز و همچنین آمار اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان شرقی می باشد.

نقشه های توپوگرافی شهر تبریز

ارتفاع شهر تبریز از سطح دریا بین ۱۳۴۰ تا ۱۷۲۴ متر در نقاط مختلف آن متغیر بوده (جدول (۱)) و شیب عمومی زمین های تبریز به سمت مرکز شهر و سپس به سمت مغرب (شکل (۲)) و مساحت آن معادل ۱۷۰۶۶/۲ هکتار است.



شکل (۲): نقشه طبقات ارتفاعی شهر تبریز

جدول (۲): طبقات شیب شهر تبریز

ردیف	طبقات شیب	مساحت (هکتار)	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

بیشترین سطوح جهت شیب دامنه ها (شکل (۴))، در جهات جنوب و جنوب غربی می باشد (جدول (۳)).

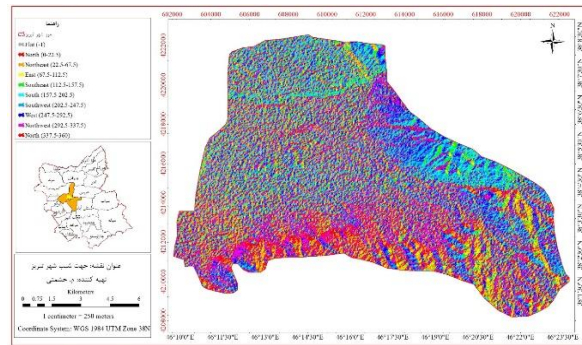
جدول (۱): طبقات ارتفاعی شهر تبریز

ردیف	طبقات ارتفاعی	مساحت (هکتار)	درصد	درصد تجمعی
۱	۱۳۵۰-۱۳۴۰	۸۷۲/۷۰	۵/۱۱	۵/۱۱
۲	۱۴۰۰-۱۳۵۰	۷۸۵۳/۷۴	۴۶/۰۲	۵۱/۱۴
۳	۱۴۵۰-۱۴۰۰	۲۵۰۹/۰۷	۱۴/۷۰	۶۵/۸۴
۴	۱۵۰۰-۱۴۵۰	۲۲۶۷/۸۲	۱۳/۲۹	۷۹/۱۳
۵	۱۵۵۰-۱۵۰۰	۱۵۲۳/۹۵	۸/۹۳	۸۸/۰۶
۶	۱۶۰۰-۱۵۵۰	۱۳۱۴/۸۲	۷/۷۰	۹۵/۷۶
۷	۱۶۵۰-۱۶۰۰	۶۱۶/۷۳	۳/۶۱	۹۹/۳۸
۸	۱۷۲۴-۱۶۰۰	۱۰۶/۵۲	۰/۶۲	۱۰۰

در اراضی بخش میانی و غرب شهر تبریز میزان شیب متوسط ۲-۰ درصد است و جزو اراضی هموار محسوب می شود، ولی از بخش مرکز شهر به سمت- های شمال، جنوب و نیز شرق، به دلیل وجود

می‌توان گسل تبریز را با امتداد شمال غربی - جنوب شرقی نام برد (شکل (۵)).

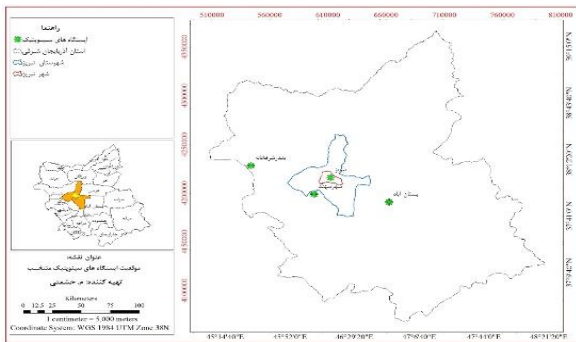
در مطالعه حاضر اطلاعات اقلیمی و آب و هواشناسی از ۴ ایستگاه سینوپتیک (شکل (۶)) منتخب در استان آذربایجان شرقی استخراج گردیده است، همچنین به منظور بررسی میزان نزولات جوی در منطقه، از آمار دراز مدت بارش‌های سالانه در ایستگاه‌های منتخب استفاده گردید (شکل (۷)). مرور اجمالی داده‌های مذکور حاکی از این امر دارد که بیش-ترین و کم‌ترین میزان بارش سالانه به ترتیب ۳۴۵/۵ و ۲۲۳/۶ میلی‌متر در ایستگاه‌های بستان آباد و سهند ثبت شده است.



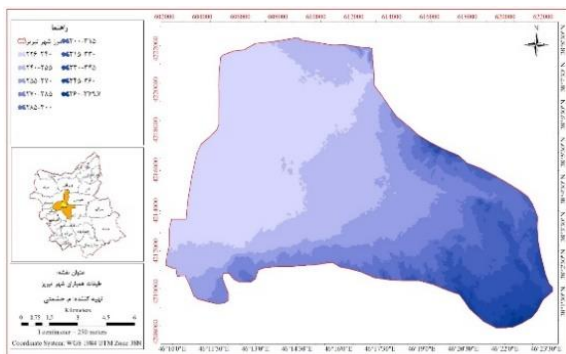
شکل (۴): نقشه جهت شیب شهر تبریز

جدول (۳): طبقات جهت شیب شهر تبریز

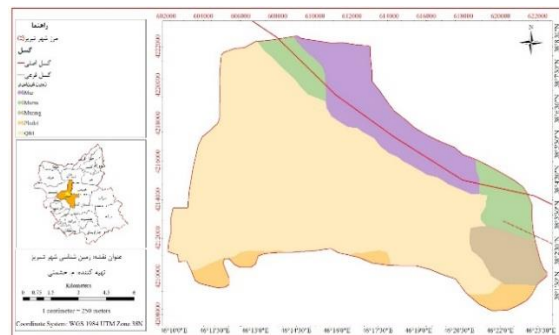
ردیف	جهت شیب	مساحت (هکتار)	درصد	درصد تجمعی
۱	بدون جهت	۱۴۲۴/۴۰	۸/۳۵	۸/۳۵
۲	شمال	۱۰۰۴/۶۶	۵/۸۹	۱۴/۲۳
۳	شمال شرق	۱۷۹۹/۳۵	۱۰/۵۴	۲۴/۷۸
۴	شرق	۹۰۲/۲۸	۵/۲۹	۳۰/۰۷
۵	جنوب شرق	۹۲۵/۴۴	۵/۴۲	۳۵/۴۹
۶	جنوب	۱۷۳۹/۳۴	۱۰/۱۹	۴۵/۶۸
۷	جنوب غرب	۲۴۱۵/۱۲	۱۴/۱۵	۵۹/۸۳
۸	جنوب	۲۸۹۳/۸۰	۱۶/۹۶	۷۶/۷۹
۹	شمال غرب	۳۹۶۰/۴۲	۲۳/۲۱	۱۰۰



شکل (۶): موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک استان آذربایجان شرقی



شکل (۷): نقشه همباران شهر تبریز

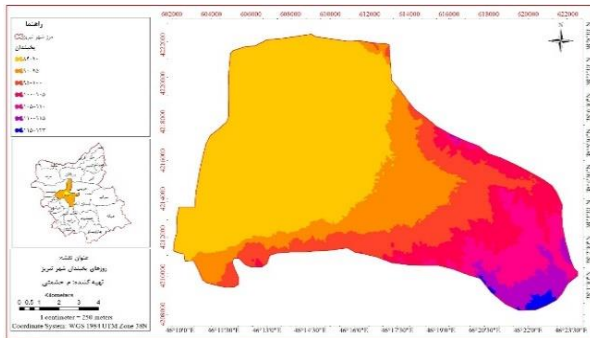


شکل (۵): نقشه زمین‌شناسی شهر تبریز

منطقه تبریز، محل طلاق سیستم کوهستانی البرز و زاگرس بوده و از دیدگاه لرزه زمین ساخت، جزئی از منطقه ایران مرکزی می‌باشد. از گسل‌های مهم منطقه،

جدول (۴): متوسط دمای سالانه (سانتی گراد) شهر تبریز

ردیف	طبقات همدمای	مساحت (هکتار)	درصد	درصد تجمعی
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	۱۲/۵-۱۲	۱۹۷۳/۳۴	۱۱/۵۶	۲۹/۶۷
۵	۱۲/۵-۱۳	۲۴۹۲/۷۰	۱۴/۶۱	۴۴/۲۸
۶	۱۳/۷۵-۱۳	۹۵۰۸/۹۵	۵۵/۷۲	۱۰۰



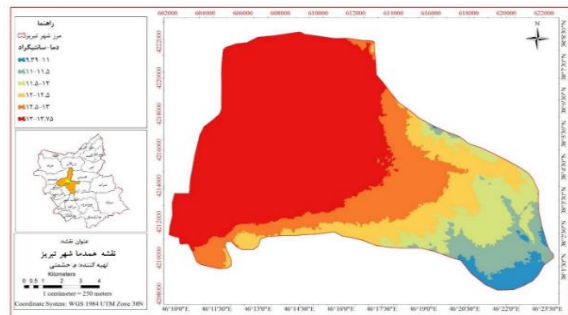
شکل (۹): نقشه روزهای یخبندان شهر تبریز

جدول (۵): ویژگی‌های روزهای یخبندان شهر تبریز

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

مطالعه دمای هوا و مولفه‌های مختلف (جدول (۴))

آن به عنوان یکی از دو عامل مهم در معرفی هویت اقلیمی هر محل ضرورت دارد. میانگین دمای هوا در شهر تبریز ۱۳/۵ سانتی‌گراد است (شکل (۸)). در شهر تبریز عموماً مرداد ماه گرم‌ترین ماه و بهمن ماه سردترین ماه سال است.



شکل (۸): نقشه همدمای شهر تبریز

برای تهیه لایه ساعات آفتابی از مجموع ساعات آفتابی (جدول (۶)) ده سال ایستگاه هواشناسی استفاده شد. بیش از ۴۳ درصد از سطح شهر تبریز دارای ۲۳۰۰-۲۴۰۰ ساعت در سال از تابش آفتاب بهره‌مند می‌شوند (شکل (۱۰)).

با توجه به تغییرات تعداد روزهای یخبندان جدول (۵) و شکل (۹)، در ۴ ایستگاه سینوپتیک منتخب مشخص می‌شود که میانگین تعداد روزهای یخبندان با توجه به مورفولوژی بخش‌های مختلف شهر تبریز، تحت تأثیر فاکتورهای مختلف اقلیمی متفاوت بوده و مقدار آن در محدوده شهری مورد مطالعه تقریباً ۸۵ روز است.

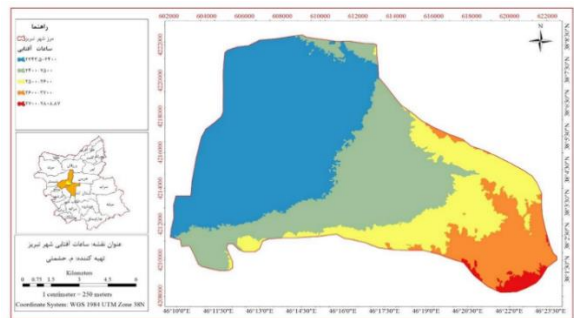
جدول (۶): ویژگی های ساعات آفتابی شهر تبریز

ردیف	طبقات ساعات آفتابی	مساحت (هکتار)	درصد	درصد تجمعی
۱	۲۴۰۰-۲۳۴۳/۵	۷۴۶۵/۹۷	۴۳/۷۵	۴۳/۷۵
۲	۲۵۰۰-۲۴۰۰	۴۷۸۷/۹۲	۲۸/۰۶	۷۱/۸۱
۳	۲۶۰۰-۲۵۰۰	۲۸۰۸/۸۲	۱۶/۴۶	۸۸/۲۷
۴	۲۷۰۰-۲۶۰۰	۱۷۸۰/۱۷	۱۰/۴۳	۹۸/۷۰
۵	۲۸۰۸/۸۷-۲۷۰۰	۲۲۲/۱۶	۱/۳۰	۱۰۰

جدول (۷): ویژگی های رطوبت نسبی شهر تبریز

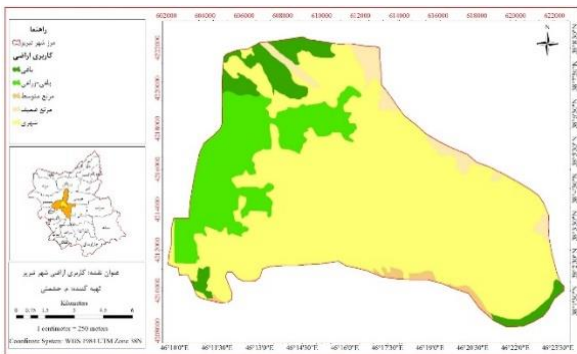
ردیف	طبقات رطوبت نسبی	مساحت (هکتار)	درصد	درصد تجمعی
۱	۵۲-۵۰/۸۵	۸۵۳۲/۱۷	۵۰	۵۰
۲	۵۴-۵۲	۴۹۰۵/۵۱	۲۸/۷۴	۷۸/۷۴
۳	۵۶-۵۴	۲۹۰۴/۶۴	۱۷/۰۲	۹۵/۷۶
۴	۵۸/۴۶-۵۶	۷۲۳/۴۱	۴/۲۴	۱۰۰

بر اساس سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۹۵، شهر تبریز دارای ۱۵۵۸۶۹۳ نفر جمعیت در قالب ۴۹۷۸۹۸ خانوار می باشد (جدول (۸)). از آنجا که انسان برای ایجاد سکونت گاه های خویش موارد و جوانب متعدد و مختلفی را بررسی می کند، کاربری اراضی شهری (شکل (۱۲)) با مورفولوژی خاص، نتیجه خواست انسان و هدف او از این، مکان گزینی است.

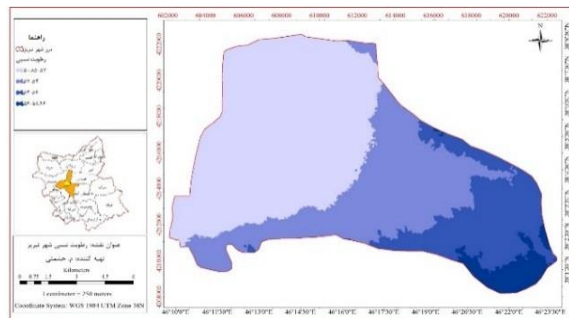


شکل (۱۰): نقشه ساعات آفتابی شهر تبریز

بیماری آسم از عناصر حداقل رطوبت نسبی و متوسط رطوبت نسبی تاثیر می پذیرد (۱۰). در واقع میزان مراجعه کننده آسم در زیر میانگین رطوبت نسبی و در شرایط خشک منطقه بیش تر و در بالاتر از نقطه میانگین رطوبت نسبی و وجود شرایط مرطوب منطقه، کم تر می شود. بنابراین شناخت وضع رطوبت نسبی هوای شهر تبریز (جدول (۷)) و توزیع ماهانه و سالانه آن (شکل (۱۱)) برای تعیین پراکنش کمیت مبتلایان به بیماری آسم ضروری می باشد.



شکل (۱۲): نقشه وضعیت کاربری اراضی شهر تبریز

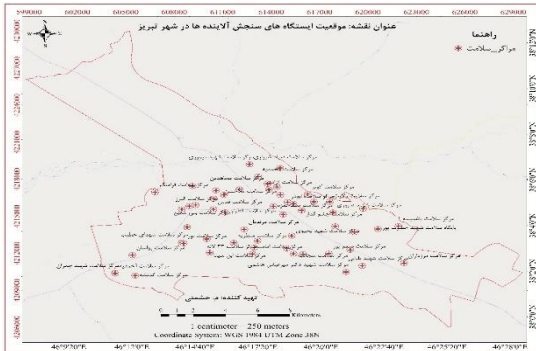


شکل (۱۱): نقشه رطوبت نسبی شهر تبریز

جدول (۸): ویژگی‌های جمعیتی شهر تبریز

شهر	منطقه شهری	خانوار	جمعیت	مرد	زن
تبریز	کل	۴۹۷۸۹۸	۱۵۵۸۶۹۳	۷۸۶۶۶۱	۷۷۲۰۳۲
	منطقه ۱	۶۸۱۹۸	۲۱۸۶۴۷	۱۱۲۶۲۸	۱۰۶۰۱۹
	منطقه ۲	۶۲۳۴۸	۱۹۶۵۰۷	۹۶۵۸۱	۹۹۹۱۹
	منطقه ۳	۷۴۲۶۷	۲۲۹۴۷۴	۱۱۵۹۳۴	۱۱۳۵۴۰
	منطقه ۴	۱۰۲۴۸۱	۳۱۵۱۸۳	۱۵۸۶۹۸	۱۵۶۴۸۵
	منطقه ۵	۴۰۲۷۳	۱۲۶۱۲۴	۶۳۴۸۴	۶۲۶۴۰
	منطقه ۶	۳۱۹۱۷	۹۸۹۱۰	۵۰۳۴۶	۴۸۵۶۴
	منطقه ۷	۴۹۴۱۹	۱۵۵۸۷۲	۷۸۹۳۰	۷۶۹۴۲
	منطقه ۸	۱۰۱۹۱	۲۹۳۸۴	۱۴۲۰۱	۱۵۱۸۳
	منطقه ۹	۲۰۲	۶۳۴	۳۲۲	۳۱۲
منطقه ۱۰	۵۷۹۰۲	۱۸۷۹۵۸	۹۵۵۳۰	۹۲۴۲۸	

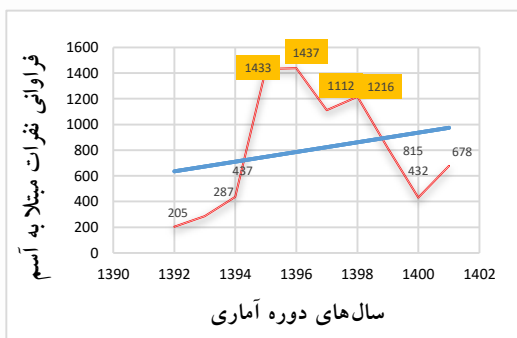
(۱۴۰۱-۱۳۹۲) گردآوری شد (شکل (۱۴)). سپس این اطلاعات با استفاده از افزونه زمین آماری نرم‌افزار Arc GIS و در مقایسه با شاخص‌های استاندارد آلودگی هوا (PSI)^۱ و کیفیت هوا (AQI)^۲ مورد تجزیه و تحلیل و آنالیز قرار گرفت.



شکل (۱۳): موقعیت مکانی و پراکنش ایستگاه‌های سنجش آلاینده‌های هوای شهر تبریز

نتایج و بحث

اپیدمیولوژیک آسم به علت افزایش شیوع و شدت و نیز تاثیرات اجتماعی و اقتصادی آن‌ها به سیستم‌های ارائه دهنده خدمات سلامتی مورد توجه و حائز اهمیت است. آلاینده‌های هوا می‌توانند ارگان‌های بدن را متاثر کنند، اما با توجه به وسعت زیاد هوایی که وارد دستگاه تنفس می‌شود، شایع‌ترین قسمت درگیر بیماری، دستگاه تنفسی می‌باشد. اطلاعات آماری آلاینده‌ها، مربوط به آلاینده‌های ذرات معلق هوا با قطر کمتر از ۱۰ میکرون (PM_{10})، ازن (O_3)، دی‌اکسید گوگرد (SO_2)، دی‌اکسید نیتروژن (NO_2) و دی‌اکسید کربن (CO_2) برای کلیه ماه‌های بین سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۱، از ده ایستگاه سنجش آلاینده‌های هوای شهر (شکل (۱۳)) از اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان شرقی تهیه شد. داده‌ها و آمار مربوط به بیماران مبتلا به آسم از مرکز بهداشت استان برای کل مراکز جامع سلامت شهر تبریز طی دوره آماری ده سال



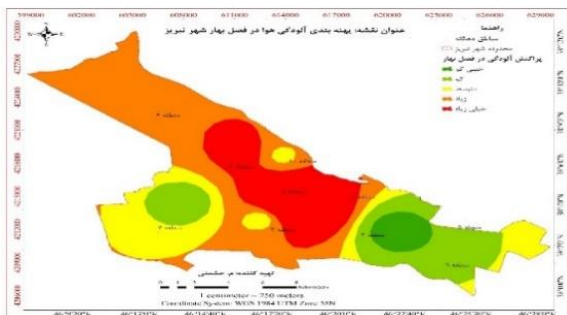
شکل (۱۴): تغییرات سالانه شیوع بیماری آسم در شهر تبریز

مطالعه تغییرات سالانه شیوع بیماری آسم در شهر تبریز، حاکی از افزایش دوره‌های شیوع بیماری در مقابل تغییرات آلودگی هوا، در سال‌های بین ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ می‌باشد. می‌توان چنین اشاره کرد که افزایش مجوزهای ساخت و تاسیس شهرک‌های صنعتی و عدم لزوم تاکید بر اجرای مفاد قانونی مصوب مقررات

^۲ Air Quality Index

^۱ Pollutant Standards Index

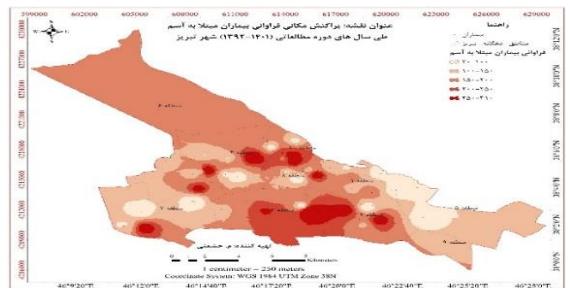
- توزیع زمانی و مکانی انواع گازهای آلاینده
توزیع زمانی و مکانی گازهای آلاینده هوا با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی در نواحی مختلف و ماه‌ها و فصول مختلف متفاوت می‌باشد. پهنه‌بندی آلودگی هوا در فصل بهار برای شهر تبریز (شکل (۱۷)) نشان می‌دهد که مناطق ۴ و ۸ شهرداری بیش‌ترین مقادیر آلودگی در منطقه مورد مطالعه و همچنین منطقه ۲ شهرداری کم‌ترین مقدار آلودگی را دارا می‌باشد. پهنه‌بندی آلودگی هوا در فصل تابستان (شکل (۱۸)) نشان می‌دهد که مناطق ۶، ۸، ۴ و ۱۰ شهرداری بیش‌ترین مقادیر آلودگی در منطقه مورد مطالعه و همچنین مناطق ۲ و ۵ شهرداری کم‌ترین مقدار آلودگی را دارا می‌باشد. پهنه‌بندی آلودگی هوا در فصل پاییز (شکل (۱۹)) گویای این است که مناطق ۸ و ۳ شهرداری بیش‌ترین مقادیر آلودگی در منطقه مورد مطالعه و مناطق ۱، ۲، ۵ و ۹ شهرداری کم‌ترین مقدار آلودگی را دارا می‌باشند. در فصل زمستان نیز (شکل (۲۰)) پهنه‌بندی آلودگی هوا نشان می‌دهد که مناطق ۱۰، ۴، ۳ و ۸ شهرداری بیش‌ترین مقادیر آلودگی در منطقه مورد مطالعه و مناطق ۱، ۲، ۵ و ۹ شهرداری کم‌ترین مقدار آلودگی را دارا می‌باشد.



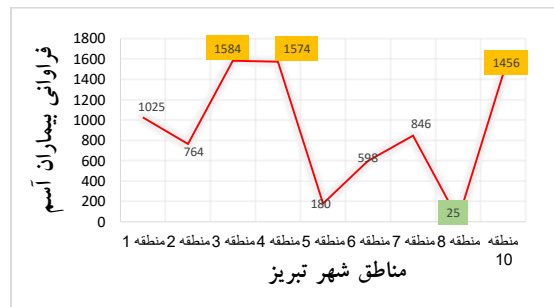
شکل (۱۷) پهنه‌بندی آلودگی هوا در فصل بهار شهر تبریز

زیست محیطی (قانون جلوگیری از آلودگی هوا، مصوب ۱۳۷۴/۰۲/۳)، در این عرصه‌ها و نیز عدم کنترل بر روی سیستم‌های حمل و نقل عمومی منجر به افزایش آلاینده‌های شهری در دوره‌های مورد نظر، گردیده است.

- وضعیت مکانی شیوع بیماری آسم در شهر تبریز



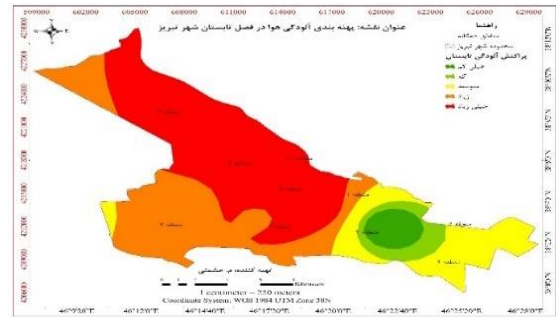
شکل (۱۵): نقشه پراکنش مکانی فراوانی حملات آسم شهر تبریز



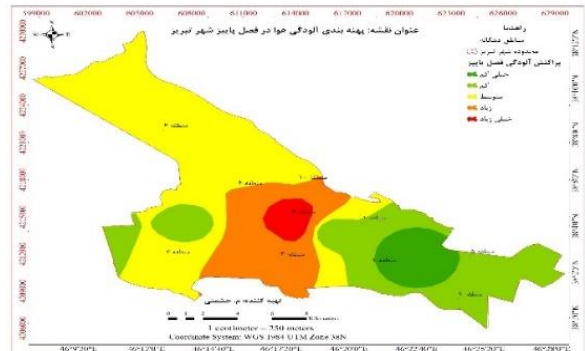
شکل (۱۶): فراوانی حملات آسم بر اساس موقعیت مکانی مناطق شهری

بیش‌ترین حملات آسم، در مناطق شهری ۳، ۴ و ۱۰ است (شکل (۱۵))، که تعداد موارد بروز بیماری در این مناطق به ترتیب ۱۵۷۴، ۱۵۸۴ و ۱۴۵۶ نفر بوده است و کم‌ترین حملات آسم در منطقه ۸ شهری با تعداد ۲۵ نفر مشاهده شد (شکل (۱۶)).

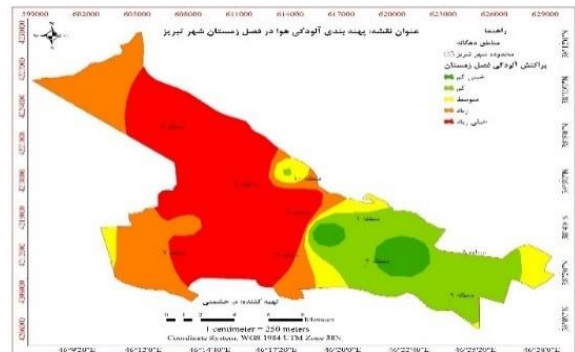
مکانی حضور آلاینده‌های بالا و تاثیر آن‌ها در افزایش تعداد مبتلایان به بیماری آسم و همچنین مناطق مستعد به این بیماری شناسایی شدند. به استناد شکل (۲۱) بیش‌ترین موارد ابتلا به بیماری آسم در مناطقی با غلظت خیلی زیاد CO است به عبارتی پیرامون مناطق ۶، ۷، ۸، ۴ و ۱۰ شهرداری شهر تبریز که میزان آلودگی گاز CO در حد خیلی زیاد قرار دارد، فراوانی افراد مبتلا به بیماری آسم در بیش‌ترین میزان خود قرار گرفته است. با توجه به شکل (۲۲)، پراکندگی موارد ابتلا به بیماری آسم در سطح شهر تبریز در غلظت‌های زیاد و خیلی زیاد گاز NO₂ دارای بیش‌ترین فراوانی می‌باشد. مناطق شهری ۳ و ۸ شهرداری شهر تبریز دارای بیش‌ترین غلظت آلاینده NO₂ بوده و همچنین از لحاظ فراوانی بیماران مبتلا به بیماری آسم در حد خیلی زیاد می‌باشد. در برخی از مناطق دارای بیش‌ترین فراوانی مبتلا به بیماری آسم، غلظت آلودگی گاز NO₂ در حد کم و خیلی کم نیز دیده شد.



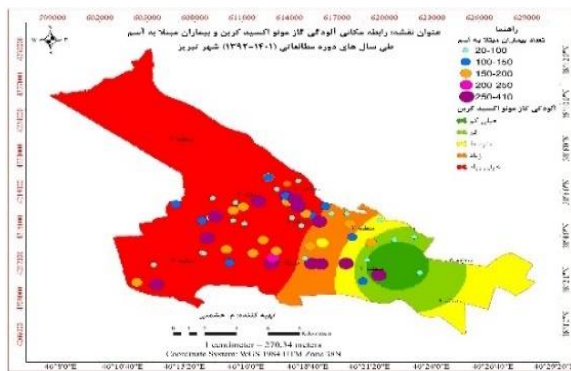
شکل (۱۸): پهنه‌بندی آلودگی هوا در فصل تابستان شهر تبریز



شکل (۱۹): پهنه‌بندی آلودگی هوا در فصل پاییز شهر تبریز



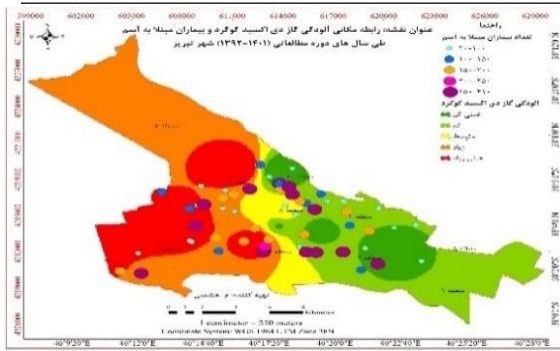
شکل (۲۰): پهنه‌بندی آلودگی هوا در فصل زمستان شهر تبریز



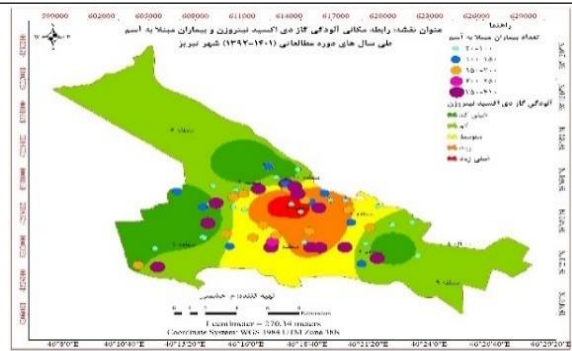
شکل (۲۱): رابطه مکانی آلاینده CO و بیماری آسم

تحلیل ارتباط آلودگی هوا و حملات آسم در شهر تبریز

با استفاده از نرم افزار ARC GIS، داده‌های تهیه شده از مراکز بهداشت و درمانی شهر تبریز مبنی بر تعداد مراجعین با علائم بیماری آسم، با آمار آلاینده-های مورد مطالعه دریافتی از اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان شرقی، همپوشانی و ارتباط



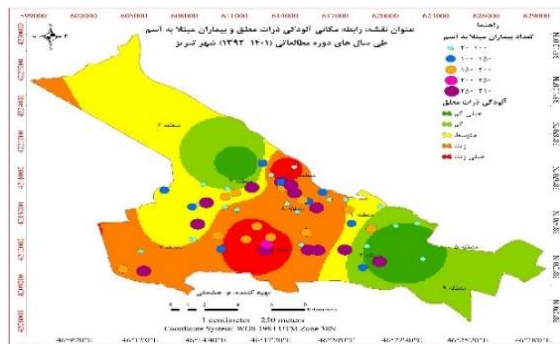
شکل (۲۴): رابطه مکانی آلاینده SO₂ و بیماری آسم



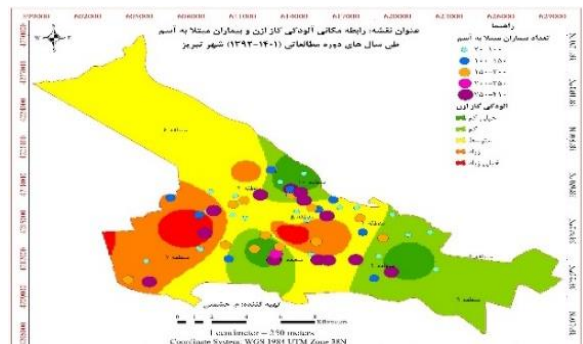
شکل (۲۲): رابطه مکانی آلاینده NO₂ و بیماری آسم

به استناد شکل (۲۵) ارتباط مکانی بین غلظت PM₁₀ و موارد ابتلا به حملات آسم بدین صورت است که در مناطق ۳، ۷، ۸ و ۱۰ شهرداری بیشترین موارد ابتلا را داریم و همچنین در این مناطق غلظت PM₁₀ در حد زیاد و متوسط قرار دارد. نتایج حاصل از شاخص کیفیت هوای ده ساله (۱۴۰۱-۱۳۹۲) مربوط به آلاینده های هوا و بیماری آسم نشان می‌دهد (شکل (۲۶))، در مناطقی با شاخص کیفی پایین هوا تعداد موارد ابتلا به بیماری آسم بیش‌تر بوده است. در مناطق ۴، ۶ و ۸ شهرداری شاخص کیفیت هوا، کم و تعداد موارد ابتلا به بیماری آسم، زیاد را نشان می‌دهد.

بیش‌ترین موارد ابتلا به بیماری آسم در مناطقی با غلظت متوسط و کم گاز O₃ بوده است (شکل (۲۳)). به عبارتی پیرامون مناطق ۷ و ۸ شهرداری شهر تبریز که میزان آلودگی گاز O₃ در حد زیاد قرار دارد، تعداد افراد مبتلا به بیماری آسم در حد متوسط و زیاد (۲۵۰-۲۰۰) می‌باشد. نتیجه ارتباط مکانی میزان غلظت SO₂ و حملات آسم که در شکل (۲۴) ارائه گردیده، نشان می‌دهد در مناطق ۳، ۴ و ۷ شهرداری تبریز میزان غلظت گاز SO₂ در بیش‌ترین حد خود بوده و موارد ابتلا به بیماری آسم نیز در بیش‌ترین میزان خود قرار دارد.



شکل (۲۵): رابطه مکانی آلودگی ذرات PM₁₀ و بیماری آسم

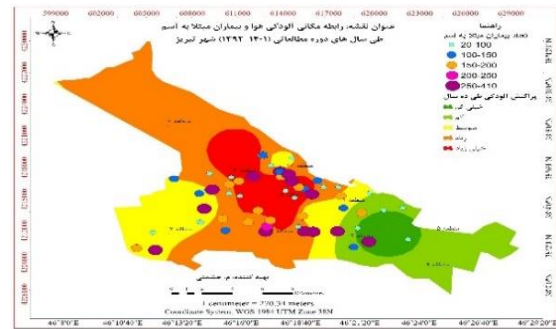


شکل (۲۳): رابطه مکانی آلاینده O₃ و بیماری آسم

موردی محدودی مطالعه شده‌اند، بر این مبنا بوده است که با توجه به مناطق شهر تبریز، مکان استقرار صنایع خرد و کلان، میزان تردد بالای وسایل نقلیه در مناطق شهری و غیره ارتباط آلاینده‌های هوا و کمیت بیماران آسم، تفکیک‌بندی و به صورت آماری بررسی شوند.

نتیجه‌گیری

با توجه به توزیع آلودگی CO در سطح شهر تبریز که نشان می‌دهد بیش‌ترین غلظت آلودگی در ضلع غربی شهر بوده و در این محدوده فراوانی بیماران مبتلا به آسم نیز در بیش‌ترین میزان خود می‌باشد، بنابراین رابطه مستقیم مکانی بین غلظت گاز CO با تعداد بیماران مبتلا به آسم دیده می‌شود. پراکنش آلودگی گاز NO₂ در مرکز شهر تبریز در بیش‌ترین حد خود می‌باشد و تعداد بیماران مبتلا به آسم در این بخش دارای بیش‌ترین فراوانی می‌باشد. لذا بین غلظت گاز NO₂ و فراوانی بیماران مبتلا به آسم رابطه مکانی مستقیم وجود دارد. پراکنش آلودگی گاز SO₂ در ضلع غربی شهر تبریز در بیش‌ترین حد خود می‌باشد و تعداد بیماران مبتلا به آسم این ضلع بیش‌تر از سایر محدوده‌ها می‌باشد. بررسی نشان داد در منطقه ۱ غلظت آلودگی کم، در منطقه ۱۰ غلظت آلودگی متوسط و در منطقه ۴ غلظت آلودگی زیاد می‌باشد. لذا بین غلظت گاز SO₂ و فراوانی بیماران مبتلا به آسم رابطه مکانی مستقیم وجود دارد. با توجه به توزیع آلودگی گاز O₃ در سطح شهر تبریز، بیش‌ترین غلظت آلودگی این گاز در ضلع غربی و قسمتی از مرکز شهر بوده و در این محدوده‌ها تعداد افراد مبتلا به بیماری آسم بیش‌تر بوده است که بیش‌ترین تعداد افراد مبتلا به بیماری آسم در مناطقی با غلظت گاز O₃ بالا مشاهده گردید. بنابراین بین فراوانی بیماران مبتلا به



شکل (۲۶): رابطه مکانی آلودگی هوا و بیماری آسم

ادبیات بررسی اثر آلودگی به سلامت انسان‌ها، به طور عمده، به تلاش برای تخمین اثرات کوتاه مدت و بلند مدت این پدیده بر سلامت انسان اختصاص یافته است. مطالعات جدید در حوزه آلودگی هوا، بیش‌تر بر روی اثرات این پدیده بر مشکلات تنفسی، قلبی و شکل‌گیری جنین و سلامت نوزاد در بدو تولد متمرکز شده‌اند. هدف اصلی در این تحقیق، تعیین نوع ارتباط مکانی آلاینده‌های منتخب با میزان کمیت بیماران مبتلا به بیماری آسم در طول دوره ده ساله مذکور بوده است، مطابق با یافته‌های (۱۱) مطالعه‌ای در کالیفرنیا، که در سال ۲۰۱۸ با روش مورد - متقاطع (-crossover case) و سری زمانی انجام شد، هم‌خوانی روابط مکانی مستقیم بین افزایش غلظت O₃ و افزایش آسم وجود دارد. در مطالعه‌ای که ارتباط بین آلاینده‌های شهری و میزان مراجعین بیماران تنفسی به مراکز درمانی (۱۲) در سال ۲۰۱۹، مورد بررسی قرار گرفته بود، همسوئی نتایج در مورد ارتباط مکانی مستقیم آلاینده‌های PM₁₀ و CO با افزایش بیماران مبتلا به آسم وجود دارد. در این تحقیق ارتباط مکانی مستقیمی بین آلاینده‌های NO_x با افزایش آسم مطابق نتایج (۱۳) یعنی بررسی گازهای گلخانه‌ای و سیستم حمل و نقل جاده‌ای در مالزی وجود دارد. دیدگاه جدید در این تحقیق که در سایر مطالعات به صورت مقطعی و با آلاینده‌های

منابع

- [1] Khazaei, E., Alesheikh, A., Karimi, M., Vahidnia, M.H., 2013, Comparison of two modeling methods for the prediction of carbon monoxide concentration using neuro-fuzzy system, *Journal of Environmental Studies*, 38, 29. (in Persian)
- [2] Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., Bezirtzoglou, E., 2020, Environmental and health impacts of air pollution: A review. *Frontiers in Public Health*, 8, 14.
- [3] Wilson, A.M., Salloway, J.C., Wake, C.P., Kelly, T., 2004, Air pollution and the demand for hospital services: A review. *Environment International*. 30, 1109.
- [4] Lee, Y.G., Lee, P.H., Choi, S.M., An, M.H., Jang, A.S., 2021, Effects of air pollutants on airway diseases, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 9905.
- [5] Yousefi Golboteh, R., Ramezani Moghadam Sahravi, F., Mohammadi, M., Houshmand, Sh., Mohammadi, M., 2016, Measuring vehicle exhaust emissions from Peugeot 206, Samand and EL Samand in Mashhad, *Journal of Environmental Sciences and Technology*. 18, 63. (in Persian)
- [6] Ghadami, M., Abdollahvand, H., 2018, The Impact of urban spatial structure scenarios on air pollution (A case study of Tehran), *Geography and Urban Space Development*, 8, 261. (in Persian)
- [7] Heidari, M., Heidarinejad, Z., Alipour, V., Dindarloo, K., Rahmanian, O., Goodarzi, B., Mousapour, H., 2018, Evaluation of air quality based on air quality index in Kerman city, 2015, *Journal of Research in Environmental Health*, 3, 208. (in Persian)
- [8] Esmailnejad, M., Eskandari Sani, M., Barzaman, S., 2015, Evaluation and zoning of urban air pollution in Tabriz, *Journal of Regional Planning*, 5, 173. (in Persian)
- [9] Gorbani, R., Hosseinzadeh Delir, K., Shorkri Firoozjah, P., 2012, The study Tabriz city air pollution condition on the basis of principal component analysis (PCA), *Journal of Geography and Planning*, 39, 89. (in Persian)
- [10] Shahriari-Namadi, M., Azizi, K., Moemenbellah-Fard, M.D., Soltani, A., 2019, Epidemiologic study of the factors affecting the

آسم و غلظت گاز O_3 در سطح شهر تبریز رابطه مستقیم مکانی دیده شد. توزیع آلودگی ذرات PM_{10} در سطح شهر تبریز در مرکز شهر بیش تر بوده و بیش ترین فراوانی بیماران مبتلا به آسم در محدوده این مناطق قابل رویت است. بنابراین بین میزان آلاینده‌گی ذرات PM_{10} با تعداد افراد مبتلا به بیماری آسم رابطه مستقیم مکانی وجود دارد.

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش، حداکثر تعداد افراد مبتلا به بیماری آسم در شهر تبریز در مرکز شهر که دارای بیش‌ترین آلودگی در تمام پنج پارامتر شاخص آلاینده‌های هوا می‌باشد دیده شد. بر اساس نتایج بدست آمده در تحقیق جهت جلوگیری از افزایش حملات آسم در شهر تبریز برنامه‌ریزی‌های صحیح و منطقی می‌بایست صورت گیرد که از آن جمله می‌توان به این موارد اشاره نمود: ایجاد بانک آمار و اطلاعات منظم از تعداد بیماران، به خصوص بیماری‌های شایع در بیمارستان‌ها بر اساس محل زندگی، پیش‌بینی در رابطه با زمان اوج آلاینده‌های هوا به خصوص CO و اطلاع‌رسانی آن‌ها به مسئولین و والدین در جهت کاهش حملات آسم، مکان‌یابی صحیح در خصوص استقرار ایستگاه‌های سنجش آلودگی جدید در سطح شهر تبریز، کالیبراسیون آنالیزورهای ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا و نصب تمامی سنجنده‌های آلودگی‌های شاخص در تمامی ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا.

تعارض منافع

نویسندگان هیچگونه تعارض منافی برای اعلام ندارند.

incidence of asthma and allergies with emphasis on arthropod allergens in the patients referring to Imam Reza clinic of asthma and allergy in Shiraz, 2016, Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences, 24, 68. (in Persian)

[11] Basu, R., Rau, R., Pearson, D., Malig, B., 2018, Temperature and term low birth weight in California, American Journal of Epidemiology, 187, 2306.

[12] Arbex, M.A., de Souza Conceição, G.M., Cendon, S.P., Arbex, F.F., Lopes, A.C., Moysés, E.P., Santiago, S.L., Saldiva, P.H.N., Pereira, L.A.A., Braga, A.L.F., 2009, Urban air pollution and chronic obstructive pulmonary disease-related emergency department visits. Journal of Epidemiology and Community Health, 63, 777.

[13] Alkurdi, F., Karabet, F., Dimashki, M., 2013, Characterization, concentrations and emission rates of polycyclic aromatic hydrocarbons in the exhaust emissions from in-service vehicles in Damascus, Atmospheric Research, 120, 68.

“Research article”

**Spatial correlation analysis of air pollution and respiratory diseases period
2013-2022 (Tabriz City)**

Maryam Alsadat Heshmati¹, Mohammad Ebrahim Ramazani^{2*}, Ziba Beheshti³

¹Environmental Education Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Tabriz Branch, Islamic Azad University, 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

Recent epidemiological studies worldwide have investigated the relationship between air pollution and human health, revealing a significant impact of increased air pollution on respiratory tract infections. Tabriz, one of the most polluted cities in the country, faces serious health threats due to air pollution. The present study aimed to determine the relationship between different factors of air pollution and the incidence of asthma in Tabriz. Statistical data on pollutants (suspended particles with a diameter of less than 10 microns (PM₁₀), ozone (O₃), sulfur dioxide (SO₂), nitrogen dioxide (NO₂), and carbon monoxide (CO)) from 2013 to 2022, were collected from five air pollutant measurement stations. ARC GIS software was used to analyze and compare the collected data with standard air pollution index (PSI). The results of the research indicated that the concentration of pollutants is low, medium and high in the regions 1, 10 and 4, respectively. The results indicated that there is a direct spatial relationship between SO₂ levels and asthma incidence. Additionally, the highest O₃ concentrations were in the western side and part of the city center, correlating with higher number of asthma cases, indicating a direct spatial relationship between O₃ concentration and asthma incidence. PM₁₀ pollution was higher in the city center, where the highest frequency of asthma patients was observed, showing a direct spatial relationship between PM₁₀ and asthma prevalence.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Air pollution, Respiratory diseases, ARC GIS software, Air pollution standard index, Tabriz